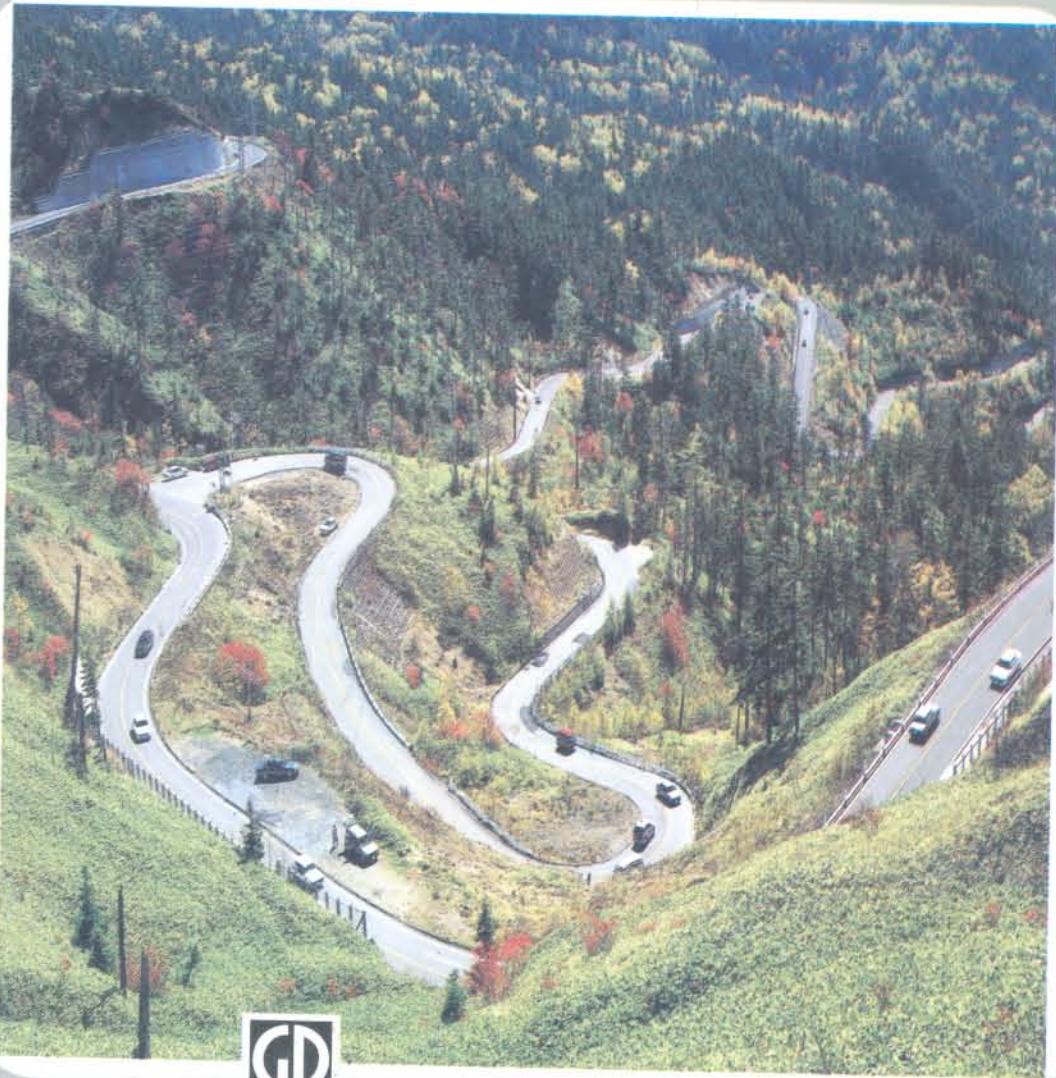


DƯƠNG HỌC HÀI

THIẾT KẾ ĐƯỜNG Ô TÔ

TẬP BỐN



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

DƯƠNG HỌC HẢI

THIẾT KẾ ĐƯỜNG Ô TÔ
TẬP BỐN

KHẢO SÁT THIẾT KẾ ĐƯỜNG Ô TÔ

(Tái bản lần thứ hai)

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

LỜI NÓI ĐẦU

Khảo sát thiết kế đường ôtô là tập bốn của giáo trình Thiết kế đường ôtô.

Tập bốn sẽ trình bày những nội dung về công tác khảo sát thiết kế đường ôtô ở các giai đoạn khác nhau; trong đó trình bày kỹ nội dung và phương pháp điều tra giao thông, phương pháp phân tích hiệu quả kinh tế và đánh giá các phương án thiết kế; phương pháp thiết kế bình đồ, trắc dọc, trắc ngang và đặc điểm công tác khảo sát thiết kế đường trong các điều kiện thiên nhiên khác nhau. Ngoài ra, tập này cũng đặc biệt chú trọng trình bày các vấn đề về thiết kế cảnh quan, thiết kế bảo vệ môi trường đường ôtô, và thiết kế đường cao tốc. Những nội dung nói trên hiện thuộc học phần II của môn học Thiết kế đường dùng cho sinh viên Ngành Cầu đường Trường Đại học Xây dựng.

Nội dung của tập này một mặt vẫn bám sát chương trình môn học và kế thừa các tài liệu đã có trước, mặt khác đã bổ sung cập nhật đầy đủ nội dung của các quy chế, quy chuẩn, tiêu chuẩn, quy trình hiện hành cũng như của các phương pháp khảo sát thiết kế trong và ngoài nước đang được sử dụng ở nước ta. Do vậy, ngoài việc phục vụ giảng dạy cho sinh viên ngành cầu đường, các học viên cao học chuyên ngành đường ôtô, tập giáo trình này còn có thể bổ ích đối với các kỹ sư và cán bộ kỹ thuật đang làm việc ở các cơ sở sản xuất trong ngành về phương diện cập nhật hóa kiến thức.

Đây là lần đầu tiên được xuất bản ở dạng một giáo trình, do vậy tập sách này chắc chắn không tránh khỏi còn những thiếu sót. Chúng tôi rất mong được các đồng nghiệp và bạn đọc đóng góp ý kiến để lần xuất bản sau được hoàn thiện hơn.

TÁC GIẢ

CHƯƠNG I

LẬP DỰ ÁN XÂY DỰNG ĐƯỜNG VÀ CÁC GIAI ĐOẠN KHẢO SÁT THIẾT KẾ ĐƯỜNG ÔTÔ

1.1. NỘI DUNG LẬP DỰ ÁN XÂY DỰNG ĐƯỜNG ÔTÔ

Cũng như các loại công trình xây dựng hạ tầng cơ sở khác, trước khi làm mới hoặc cải tạo, nâng cấp một tuyến đường ôtô hoặc một tuyến đường cao tốc đều cần phải tiến hành các công tác khảo sát thiết kế nhằm nghiên cứu lập một dự án, trong đó phải làm rõ được các nội dung dưới đây:

1. Chứng minh sự cần thiết phải làm mới, khôi phục hoặc cải tạo nâng cấp tuyến đường được đề cập trong dự án. Muốn vậy, cần phải:

– Làm rõ được *chức năng* của tuyến đường thông qua nghiên cứu quy hoạch phát triển kinh tế – xã hội và quy hoạch mạng lưới đường hiện tại cũng như tương lai của các khu vực là đối tượng phục vụ hoặc chịu tác động, ảnh hưởng của tuyến đường đề cập trong dự án. (Đường ôtô nước ta được phân cấp theo chức năng ở các tiêu chuẩn thiết kế TCVN 4054 – 98 và TCVN 5729 – 1997);

– Điều tra giao thông, nghiên cứu dự báo lượng giao thông tuyến đường có khả năng phải đảm nhận. (Các phương pháp điều tra, dự báo được trình bày kỹ ở Chương 2).

– Trên cơ sở xác định *chức năng* và nhu cầu giao thông, phải phân tích *sự cần thiết tiến hành nghiên cứu chuẩn bị đầu tư*. Riêng đối với các tuyến đường cũ đã có còn cần phải chứng minh được rằng số lượng giao thông hiện tại, các tiêu chuẩn kỹ thuật (các yếu tố hình học hoặc bề rộng) của tuyến đường, hoặc cường độ nền – mặt đường của nó không còn đáp ứng được về năng lực thông hành, về tốc độ chạy xe hoặc về cường độ yêu cầu. (Khi nào được xem là không còn đáp ứng đủ yêu cầu thì cần tham khảo các chỉ tiêu đánh giá chất lượng khai thác đường ở giáo trình “Khai thác, đánh giá và sửa chữa đường ôtô”).

2. Dự kiến quy mô đầu tư. Đây chính là dự kiến cấp hạng đường thiết kế, các giải pháp tổ chức giao thông, và các *tiêu chuẩn thiết kế* tuyến, nền đường, mặt đường, các công trình cầu, cống và các công trình dọc tuyến khác. Nội dung này chỉ có thể thực hiện được nếu đã xác định rõ *chức năng* tuyến thiết kế và số liệu dự báo xe cộ (lượng và thành phần giao thông) cùng với các số liệu điều tra các điều kiện tự nhiên của vùng tuyến đường

đi qua (đặc biệt là điều kiện địa hình vì các tiêu chuẩn thiết kế đường thường gắn liền với địa hình).

3. Nghiên cứu đưa ra các giải pháp thiết kế bảo đảm được *tính hợp lý về kinh tế – kỹ thuật* đối với vị trí tuyến đường trên bình đồ và trắc đạc, đối với quy hoạch thoát nước và các công trình thoát nước, đối với nền đường và các công trình chống đỡ (nhằm bảo đảm cường độ và ổn định cường độ cho nền đường), đối với kết cấu áo đường, đối với các nút giao nhau và các công trình phục vụ khai thác khi đưa đường vào sử dụng (thiết bị phòng hộ, báo hiệu, bến bãi xe, trạm thu phí, các khu vực phục vụ dọc tuyến, các đường gom, cầu vượt, cầu chui..., nhằm bảo đảm giao thông thuận lợi và an toàn...).

Để có được các giải pháp hợp lý đối với các hạng mục công trình nói trên, cần phải tiến hành đo đạc địa hình, điều tra, khảo sát địa chất, thủy văn, vật liệu xây dựng dọc tuyến; đồng thời cần phải *đề xuất các phương án* khác nhau để có cơ hội phân tích, so sánh, lựa chọn được giải pháp kiến nghị cuối cùng.

Quá trình đi đến giải pháp cuối cùng là một quá trình tiếp cận dần; bước đầu là nghiên cứu trên bản đồ, thu thập số liệu trong phòng, rồi tiếp đến *thị sát* thực địa và thực hiện các giai đoạn khảo sát thiết kế càng ngày càng tỷ mỷ, chính xác; và cuối cùng là xác định được cụ thể (cắm được) vị trí tuyến đường và toàn bộ các công trình khác trên thực địa với tọa độ 3 chiều của chúng được gắn với các mốc thuộc hệ định vị và hệ độ cao quốc gia.

Khi đưa ra các giải pháp thiết kế, đồng thời cũng phải nêu rõ các tiêu chuẩn thi công, tiêu chuẩn vật liệu, tiêu chuẩn kiểm tra, nghiệm thu cùng với các *giải pháp công nghệ* tương ứng, nhất là với các giải pháp áp dụng công nghệ mới (ví dụ công nghệ làm các công trình chống đỡ nền đường, xử lý nền đất trên đất yếu, xử lý tạo nhám lớp mặt đường trên cùng, thi công mặt đường bê tông ximăng v.v..). Ngoài ra, các giải pháp thiết kế công trình cũng cần phải gắn liền với các biện pháp tổ chức giao thông để điều chỉnh sự di lại của các phương tiện xe cộ dẫn đến việc *hình thành dòng xe một cách chủ động* nhằm phát huy hiệu quả của công trình đường và nhằm bảo đảm an toàn giao thông.

4. Xác định nhu cầu sử dụng đất cho dự án xây dựng đường; điều tra đánh giá tác động và ảnh hưởng của dự án đối với môi trường tự nhiên và xã hội; đề xuất phương án giải phóng mặt bằng, quy hoạch và kế hoạch tái định cư để triển khai dự án.

5. Xác định thời hạn thi công; tổng tiến độ; phương án sử dụng lao động; các điều kiện cung cấp vật tư, thiết bị, nguyên liệu, năng lượng, dịch vụ và điều kiện bảo đảm giao thông trong quá trình xây dựng đường.

6. Xác định tổng mức đầu tư (ở giai đoạn chuẩn bị đầu tư) hoặc tổng dự toán (ở giai đoạn thực hiện đầu tư); khả năng phân kỳ đầu tư; phương án huy động các nguồn vốn; khả năng hoàn vốn và trả nợ.

7. Phân tích hiệu quả đầu tư (về kinh tế và tài chính) đối với các phương án áp dụng các giải pháp công nghệ khác nhau và các phương án đầu tư theo giai đoạn khác nhau (phân kỳ đầu tư); từ đó lựa chọn được phương án mang lại hiệu quả kinh tế, tài chính cao nhất; đồng

thời đánh giá phương án lựa chọn đã đạt được các chỉ tiêu hiệu quả đầu tư đến mức nên quyết định đầu tư hay chưa.

Chú ý rằng, việc chứng minh được sự cần thiết phải đầu tư như đã nói ở điểm 1 không thể thay thế cho việc phân tích hiệu quả đầu tư; bởi vì một tuyến đường, dù thấy rõ cần thiết phải xây dựng hoặc cải tạo, nhưng nếu người thiết kế áp dụng quy mô, tiêu chuẩn và các giải pháp thiết kế không thích hợp với nhu cầu giao thông khiến cho chi phí quá lớn so với lợi ích thu được thì vẫn sẽ không có đủ mức hiệu quả cần thiết để đi đến quyết định đầu tư. Như vậy, có thể hiểu là việc phân tích hiệu quả đầu tư cũng chính là nhằm đánh giá tính hợp lý về mặt kinh tế – kỹ thuật đối với quy mô, tiêu chuẩn và các giải pháp thiết kế đường.

8. Xác định chủ đầu tư và hình thức quản lý thực hiện dự án (đầu thầu, chỉ định thầu); lập hồ sơ các tiêu chuẩn sản phẩm công nghệ, các bản kê khối lượng đưa ra đấu thầu...); lập kế hoạch bảo đảm chất lượng công trình; xác định các mốc thời gian chính trong quá trình thực hiện đầu tư; xác định mối quan hệ và trách nhiệm của các cơ quan, các bộ phận liên quan đến việc chuẩn bị và thực hiện dự án xây dựng đường.

1.2. TRÌNH TỰ LẬP DỰ ÁN VÀ MỤC ĐÍCH, NHIỆM VỤ CÁC GIAI ĐOẠN KSTK ĐƯỜNG ÔTÔ

Các nội dung phải đề cập trong một dự án xây dựng đường (hoặc nâng cấp, cải tạo đường) vừa trình bày ở trên chính là *mục tiêu phải đạt được của công tác khảo sát thiết kế đường ôtô*. Tuy nhiên, tương ứng với mỗi trình tự đầu tư và xây dựng đường khác nhau, *mức độ khảo sát và nghiên cứu thiết kế phục vụ cho việc lập dự án xây dựng đường* với các nội dung ở mục 1.1 cũng sẽ khác nhau.

1. Mục đích nhiệm vụ của giai đoạn lập báo cáo nghiên cứu tiền khả thi và báo cáo nghiên cứu khả thi

Trong quá trình chuẩn bị đầu tư, theo “Quy chế quản lý đầu tư và xây dựng” hiện hành, chủ đầu tư phải tổ chức lập báo cáo nghiên cứu tiền khả thi và báo cáo nghiên cứu khả thi đối với công trình xây dựng đường (hoặc nâng cấp, cải tạo đường), tức là chủ đầu tư phải thuê các tổ chức tư vấn thực hiện công tác khảo sát thiết kế phục vụ cho việc lập báo cáo nghiên cứu tiền khả thi và khả thi.

Mục đích và nhiệm vụ của giai đoạn khảo sát thiết kế lập báo cáo nghiên cứu tiền khả thi (BCNCTKT) là thu thập các tài liệu về kinh tế (điều tra kinh tế), về các điều kiện tự nhiên (địa hình, địa chất, thủy văn, vật liệu xây dựng...), và về môi trường (kể cả môi trường xã hội...) của khu vực dự kiến bố trí lưới đường hoặc tuyến đường để nghiên cứu tính toán, sơ bộ đánh giá về sự cần thiết phải đầu tư xây dựng (hoặc cải tạo, nâng cấp) công trình đường; các thuận lợi khó khăn có thể gặp; sơ bộ xác định vị trí tuyến, quy mô công trình; ước toán tổng mức đầu tư, tìm kiếm nguồn vốn cũng như sơ bộ đánh giá hiệu quả đầu tư về mặt kinh tế, xã hội của dự án.

Mục đích và nhiệm vụ của giai đoạn khảo sát thiết kế lập báo cáo nghiên cứu khả thi (BCNCKT) là thu thập tài liệu, tính toán, nghiên cứu thiết kế để xác định sự cần thiết phải đầu tư xây dựng công trình; lựa chọn hình thức đầu tư; xác định cụ thể phạm vi bố trí tuyến đường; xác định quy mô công trình, lựa chọn phương án tuyến và công trình tối ưu; đề xuất các giải pháp thiết kế hợp lý; tính tổng mức đầu tư và đánh giá hiệu quả đầu tư về mặt kinh tế và xã hội của dự án xây dựng đường (hoặc nâng cấp, cải tạo đường).

Như vậy, mục đích và nhiệm vụ khảo sát, thiết kế ở hai giai đoạn lập BCNCTKT và lập BCNCKT về cơ bản là giống nhau, đều nhằm giúp người có thẩm quyền quyết định đầu tư có đủ căn cứ để quyết định chủ trương đầu tư (có bồ vốn để xây dựng hoặc nâng cấp, cải tạo đường không) và quyết định tổng mức đầu tư. Với mục đích và nhiệm vụ như vậy, ở cả hai giai đoạn này, phía tư vấn khảo sát thiết kế đều phải đề cập đến 8 nội dung đã nêu ở mục 1.1 nhưng mức độ đề cập có khác nhau. Ở giai đoạn lập BCNCTKT chỉ đề cập ở mức sơ bộ, ước toán; còn ở giai đoạn lập BCNCKT phải điều tra, khảo sát đủ tài liệu ở mức độ chính xác, tin cậy hơn để khẳng định các nội dung liên quan về chủ trương đầu tư và tổng mức đầu tư.

Do mức độ yêu cầu khác nhau nên phương pháp thực hiện ở hai giai đoạn lập BCNCTKT và lập BCNCKT cũng khác nhau. Về cơ bản, ở giai đoạn lập BCNCTKT chủ yếu thường chỉ dựa vào bản đồ tỷ lệ nhỏ có sẵn và các tài liệu thu thập được ở trong phòng, kết hợp với việc thị sát trên thực địa để tính toán, nghiên cứu thiết kế các nội dung phải đề cập nói trên. Đối với giai đoạn lập BCNCKT, ngoài việc dựa vào bản đồ và các tài liệu thu thập ở trong phòng, còn phải tiến hành các công tác khảo sát, thăm dò, điều tra thực địa (đo đạc sơ bộ địa hình, thăm dò sơ bộ địa chất, điều tra thủy văn, vật liệu xây dựng và sơ bộ cẩm tuyến, định vị công trình trên thực địa...) để lấy tài liệu nghiên cứu, lập báo cáo; do vậy mức độ khẳng định, tin cậy cao hơn và đương nhiên cũng tốt kém hơn.

Vì có cùng một mục đích như nhau nên theo “Quy chế quản lý đầu tư và xây dựng”, đối với các dự án xây dựng giao thông nhỏ thuộc nhóm C (mức vốn đầu tư từ 1 tỷ đến 20 tỷ đồng) và các công trình đã được Quốc hội hoặc Chính phủ quyết định chủ trương đầu tư thì không cần tiến hành giai đoạn KSTK lập BCNCTKT mà tiến hành ngay giai đoạn KSTK lập BCNCKT.

Đối với các dự án nhóm B (có tổng mức đầu tư từ 20 tỷ đến 200 tỷ) thì khi thật cần thiết (có những phức tạp về phương án kỹ thuật và khó khăn về tìm nguồn vốn...) chủ đầu tư có quyền quyết định tiến hành cả hai giai đoạn khảo sát thiết kế nói trên phục vụ cho việc chuẩn bị đầu tư.

Riêng với các dự án nhóm A (tổng mức đầu tư trên 200 tỷ đồng và các dự án có ý nghĩa quan trọng về chính trị – xã hội, quốc phòng khác) thì để bảo đảm tính đúng đắn của việc ra quyết định đầu tư, luôn cần phải thực hiện cả 2 giai đoạn khảo sát thiết kế lập báo cáo tiền khả thi và khả thi.

Công tác khảo sát thiết kế đường ôtô phục vụ cho giai đoạn lập BCNCTKT và lập BCNCKT có ý nghĩa đặc biệt quan trọng đối với việc ra quyết định bồ vốn đầu tư của chủ đầu tư; do vậy, đòi hỏi phải sử dụng các kỹ sư lâu năm, các chuyên gia nhiều kinh nghiệm

để bảo đảm thu thập đủ các số liệu *khách quan*, bảo đảm đề xuất và lựa chọn các phương án tuyến và công trình, đề xuất và lựa chọn các giải pháp kỹ thuật và công nghệ xây dựng hoặc nâng cấp, cải tạo đường được đúng đắn hợp lý và *khách quan* từ đó bảo đảm kiến nghị cuối cùng về chủ trương đầu tư và tổng mức đầu tư được đúng đắn và *khách quan*. Trong quá trình khảo sát, nghiên cứu lập BCNCTKT và BCNCKT nếu phát hiện thấy dự án xây dựng hoặc nâng cấp, cải tạo đường thực sự là chưa cần thiết hoặc kết quả phân tích kinh tế cho thấy đầu tư cho dự án mang lại hiệu quả thấp, thì cơ quan tư vấn nghiên cứu lập dự án cần kiên quyết kiến nghị hoãn đầu tư, tránh tình trạng đưa ra các kết luận, kiến nghị đầu tư thiếu *khách quan*, theo ý muốn chủ quan của cấp có thẩm quyền hoặc chỉ vì quyền lợi của bản thân cơ quan tư vấn (có cơ hội nhận được việc làm khảo sát thiết kế ở các giai đoạn tiếp theo...).

Kết quả khảo sát thiết kế lập BCNCTKT và lập BCNCKT do cơ quan tư vấn thực hiện sẽ được các cơ quan có thẩm quyền xem xét thẩm định để tham mưu cho người có quyền quyết định đầu tư ra quyết định cuối cùng. Nếu dự án được quyết định cho phép đầu tư thì dự án đó được chuyển sang quá trình *thực hiện đầu tư*.

2. Mục đích và nhiệm vụ của giai đoạn khảo sát thiết kế kỹ thuật và khảo sát thiết kế bản vẽ thi công

Trong quá trình *thực hiện đầu tư*, công việc khảo sát thiết kế đường ôtô cũng có thể tiến hành một giai đoạn hoặc hai giai đoạn sau, tùy theo quyết định của cơ quan có thẩm quyền quyết định đầu tư:

- Giai đoạn khảo sát thiết kế kỹ thuật (KSTKKT);
- Giai đoạn khảo sát thiết kế bản vẽ thi công (KSTKBVTC) (còn gọi là thiết kế chi tiết).

Trong nhiều trường hợp, giai đoạn KSTKKT thường gắn liền với việc lập hồ sơ đấu thầu và được thực hiện bởi một cơ quan tư vấn KSTK do chủ đầu tư thuê. Còn việc KSTKBVTC lại thường do nhà thầu sau khi trúng thầu thực hiện dưới sự kiểm tra, phê duyệt của cơ quan tư vấn giám sát.

Mục đích và nhiệm vụ của giai đoạn KSTKKT là đo đạc, thăm dò, điều tra nghiên cứu kỹ các điều kiện tự nhiên (địa hình, địa chất, thủy văn, vật liệu xây dựng...) trong phạm vi dải đất bố trí phương án tuyến đã được phê duyệt ở giai đoạn lập BCNCKT để tiến hành thiết kế kỹ thuật; cụ thể là thiết kế và cắm tuyến tại thực địa (trên cơ sở có phân tích so sánh các phương án cục bộ) và quyết định vị trí cũng như các giải pháp kỹ thuật chủ yếu đối với các công trình khác trên tuyến. Ngoài ra, trong giai đoạn này phải xác định được đủ chính xác *khối lượng công tác và tiêu chuẩn sản phẩm* của từng hạng mục công trình để lập hồ sơ đấu thầu; lập *tổng dự toán công trình* (tổng dự toán công trình không được cao hơn tổng mức đầu tư đã được duyệt ở giai đoạn lập BCNCKT); xác định rõ nhu cầu nhân, vật lực, thiết bị, cơ sở thí nghiệm cần cho dự án và lập tiến độ thi công từng hạng mục cũng như toàn bộ công trình.

Mục đích và nhiệm vụ của giai đoạn khảo sát thiết kế bản vẽ thi công là đo đạc, khoan thăm dò, điều tra bổ sung một cách tỷ mỷ, chi tiết các điều kiện địa hình, địa chất, thủy văn,

vật liệu xây dựng... tại chỗ (bao gồm cả việc thí nghiệm để đưa ra tiêu chuẩn kiểm tra, nghiệm thu các loại sản phẩm, các loại vật liệu xây dựng nền, mặt, công trình đường trong quá trình thi công) đối với từng đoạn tuyến, từng công trình cụ thể để điều chỉnh các giải pháp kỹ thuật cho phù hợp hơn và tính toán, thiết kế chi tiết các bản vẽ đến mức có thể đưa ra thực thi trên hiện trường đối với từng đoạn tuyến, từng công trình cụ thể đó. (Ví dụ cấm chi tiết các đoạn tuyến, kể cả các đoạn đường cong nối clôtôit; khảo sát thiết kế chi tiết từng đoạn nền đào qua các khu vực có điều kiện địa chất phức tạp; từng công trình cầu, cống, tường chắn, từng đoạn kết cấu áo đường).

Thông qua kết quả khảo sát thiết kế bản vẽ thi công, khối lượng công tác và chất lượng sản phẩm của mỗi hạng mục công trình được chính xác hóa đến mức có thể dùng làm cơ sở cho việc nghiệm thu, thanh toán, chi trả giữa chủ đầu tư và nhà thầu (có sự xác nhận của phía tư vấn giám sát); và các bản vẽ chi tiết sẽ là cơ sở để kiểm tra, nghiệm thu, lưu trữ trong hồ sơ hoàn công công trình sau này (có bổ sung thực tế thi công).

Trong giai đoạn KSTKBVTC, trừ trường hợp phát hiện có những sai sót, tồn tại trong hồ sơ KSTKKT, nói chung vẫn đề xem xét phương án tuyến và phương án các giải pháp kỹ thuật về nền, mặt đường và công trình trên đường hầm như không còn đặt ra, mà chủ yếu là chi tiết hóa vị trí tuyến và chi tiết hóa các giải pháp thiết kế, chi tiết hóa các tiêu chuẩn sản phẩm với những điều chỉnh, bổ sung khi thấy thật cần thiết (khi các điều chỉnh và bổ sung đó cho kết quả hợp lý và tiết kiệm).

Đối với các tuyến đường cấp thấp, tuyến đường qua các vùng địa hình đơn giản và có điều kiện sử dụng các tài liệu thiết kế mẫu... thì công tác KSTKKT và KSTKBVTC có thể kết hợp làm một (chỉ cần thực hiện một giai đoạn với mục đích, nhiệm vụ bao gồm cả 2 giai đoạn). Trái lại, đối với các tuyến đường cao tốc, đường cấp cao, đường qua các vùng có điều kiện địa hình, địa chất, thủy văn phức tạp thì thường phải triển khai riêng rẽ hai giai đoạn khảo sát thiết kế nói trên.

3. Đối chiếu, so sánh mục đích và nhiệm vụ của các giai đoạn KSTK đường ô tô

Đối tượng nghiên cứu điều tra của các giai đoạn lập BCNCTKT và lập BCNCKT là một vùng rộng giữa các điểm tuyến đường bắt buộc phải đi qua (trong đó bao gồm điểm đầu và cuối tuyến); còn trong giai đoạn KSTKKT chỉ là một dài đất nhất định dọc theo phương án tuyến đã được chọn trong giai đoạn KSTK lập BCNCKT và lúc này nhiệm vụ của tư vấn KSTK là xác định được một tuyến hợp lý trên dài đất đã chọn đó. Chuyển sang giai đoạn KSTKBVTC thì đối tượng nghiên cứu chỉ là việc chi tiết hóa vị trí và các giải pháp xây dựng từng công trình trên tuyến này mà thôi.

Từ một vùng rộng xác định được một dài, tiếp đó là một tuyến hợp lý, rồi đến từng vị trí, từng đoạn trên tuyến đó hợp lý – điều đó cho phép ta hình dung và thấy được ý nghĩa, đặc điểm của mỗi giai đoạn KSTK đường ôtô, cũng như có thể thấy được yêu cầu khác nhau về các biện pháp điều tra, nghiên cứu tương ứng cần phải áp dụng đối với mỗi giai đoạn KSTK.

Rõ ràng từng giai đoạn KSTK lập BCNCTKT và BCNCKT, yêu cầu cơ bản là điều tra, khảo sát rộng khắp không bỏ sót phương án; đồng thời trong điều tra, khảo sát cần có quan điểm tổng hợp hơn về hiệu quả kinh tế – kỹ thuật vì chỉ như vậy mới có thể giúp cho việc

quyết định chủ trương đầu tư được đúng đắn. Do diện khảo sát rộng, khối lượng điều tra lớn, lại chưa đòi hỏi đi quá sâu về mặt các giải pháp kỹ thuật (kể cả đối với tuyến đường và các hạng mục công trình đường), vì vậy chỉ cần áp dụng các biện pháp thu thập nhanh số liệu với mức độ chính xác tương đối, chỉ cần áp dụng các thiết kế điển hình trong giải pháp kỹ thuật và chỉ cần áp dụng các đơn giá tổng hợp trong xác định tổng mức đầu tư.

Trái lại, đối với giai đoạn KSTKKT và đặc biệt là giai đoạn KSTKBVTC thì cần phải áp dụng các phương pháp điều tra, khảo sát, thí nghiệm với số liệu chính xác (và càng chính xác hơn ở giai đoạn KSTKBVTC) phục vụ cho việc đi sâu tính toán, thiết kế công trình và phục vụ cho việc lập bản vẽ thi công chi tiết.

1.3. CÔNG TÁC THỊ SÁT

Trong quá trình tiến hành 4 giai đoạn KSTK nói trên, đặc biệt là trong giai đoạn KSTK lập BCNCTKT và trước khi bắt đầu thực hiện các giai đoạn KSTK tiếp theo, thường người ta đều tiến hành công tác thị sát.

Thị sát là công tác điều tra, nghiên cứu tại thực địa theo các phương án tuyến đã vạch trên bản đồ (hoặc theo các tuyến đường mòn trùng với hướng tuyến nghiên cứu) để xác minh khả năng hiện thực của mỗi phương án, xác định các điểm khống chế trên tuyến, xác định và kiểm tra các dự kiến về giải pháp kỹ thuật chủ yếu tương ứng.

Kết quả của công tác thị sát chính là cơ sở chủ yếu để lập BCNCTKT và để chỉ đạo, chuẩn bị cho các quá trình KSTK tiếp theo.

Trong thị sát, phương pháp công tác chủ yếu là đi dọc các hướng tuyến, đối chiếu bản đồ với thực địa trên từng đoạn tuyến; điều tra tình hình dân cư, kinh tế – xã hội dọc tuyến; làm việc với các cơ quan và chính quyền địa phương; dùng mắt và các dụng cụ đơn giản (như địa bàn, dụng cụ đo độ dốc đơn giản cầm tay, ống nhòm, áp kế, dụng cụ đếm bước đi hoặc thước, dao phát, các dụng cụ thăm dò địa chất đơn giản khác...) để khảo sát địa hình, địa chất, thủy văn dọc tuyến; sau đó dùng kinh nghiệm để giải quyết mọi nội dung cần đề cập trong KSTK lập BCNCTKT và nội dung chuẩn bị cho các bước KSTK tiếp theo. Muốn đạt được kết quả cao trong quá trình thị sát thì cần có các chuyên gia lâu năm, có trình độ và nghiệp vụ tổng hợp giỏi, đồng thời phải thực hiện phương châm “đi nhiều, hỏi nhiều”, làm việc và thảo luận nhiều với dân cư và các cơ quan hữu quan.

Chú ý rằng, thường trong thị sát không tiến hành do vẽ bình đồ địa hình dải đất lân cận hướng tuyến, không thiết kế định tuyến trên bình đồ thăm dò đó và không thiết kế sơ bộ tuyến, nền, mặt, công trình trên bản vẽ, nhưng vẫn bảo đảm phải đạt được các mục tiêu và nội dung của giai đoạn KSTK lập BCNCTKT như đã nói ở trên bằng *phương pháp quan sát trực tiếp, quyết định trực tiếp và ước tính trực tiếp tại thực địa* các vấn đề về chọn phương án tuyến, chọn giải pháp thiết kế nền, mặt đường và công trình trên đường, ước tính khối lượng công tác xây dựng đường, ước tính tổng mức đầu tư và đánh giá hiệu quả đầu tư...

Phương pháp quyết định và ước tính trực tiếp về cơ bản là phân tuyến thành các đoạn có điều kiện địa hình, địa chất tương tự với các giải pháp thiết kế giống nhau và áp dụng các đơn giá tổng hợp.

Báo cáo thị sát thường bao gồm các nội dung sau:

- Nêu rõ quá trình thị sát, các hành trình thị sát, thành phần đoàn thị sát và các biện pháp tiến hành;
- Tình hình làm việc với các cơ quan hữu quan;
- Tình hình chung về tuyến đường: hướng tuyến tổng quát, các điểm khống chế, tổng chiều dài, loại địa hình và tình hình từng đoạn tuyến (gồm cả các đoạn đặc biệt); các sông, suối lớn, vị trí và khẩu độ công trình (ước tính); tình hình dân cư phân bố dọc tuyến; tình hình phát triển kinh tế – xã hội, môi trường dọc tuyến; tình trạng mạng lưới giao thông khu vực...;
- Ý kiến của các cơ quan và chính quyền địa phương về yêu cầu xây dựng đường và về hướng tuyến; sự cần thiết phải xây dựng đường;
- Sơ bộ phân tích so sánh các phương án tuyến và kiến nghị chọn phương án;
- Bảng kê ước tính khối lượng nền, mặt, công trình... trên từng đoạn tuyến và ước tính tổng mức đầu tư;
- Các kiến nghị về chủ trương xây dựng tuyến đường (nguồn vốn, các chủ trương về thiết kế và thi công);
- Những vấn đề cần chuẩn bị và các lưu ý khi triển khai các giai đoạn KSTK tiếp theo.

Kèm theo báo cáo, cần có bản đồ 1: 10.000 hoặc 1: 25.000 hoặc 1: 50.000 đã được hiệu chỉnh khi thị sát thực địa; trên đó có vẽ các điểm khống chế, các phương án tuyến (có ghi lý trình). Ngoài ra, các tài liệu đã thu thập được về địa chất, thủy văn, vật liệu xây dựng... có thể giúp ích cho các giai đoạn KSTK tiếp theo.

1.4. ĐẶC ĐIỂM VÀ YÊU CẦU CHUNG ĐỐI VỚI CÔNG TÁC KHẢO SÁT THIẾT KẾ ĐƯỜNG ÔTÔ

Công tác khảo sát thiết kế đường ôtô có những đặc điểm chính sau đây :

1. Công việc khảo sát và công việc thiết kế đường ôtô luôn luôn liên quan chặt chẽ với nhau, khảo sát để phục vụ thiết kế, nhưng rất nhiều phần việc phải có quyết định về thiết kế rồi mới tiếp tục khảo sát được. Đặc biệt quá trình thiết kế tuyến hầu như phần lớn phải giải quyết trên thực địa và có cắm được tuyến thì mới có thể triển khai các công tác khảo sát địa hình, địa chất, thủy văn... Trong khi đó muốn quyết định được tuyến về bình đồ và trắc đạc thì đồng thời phải quyết định được các vấn đề về công trình trên đường. Do đó có thể thấy: đối với công trình đường ôtô, thời gian khảo sát thiết kế ngoài thực địa là chính và quan trọng hơn cả. Đây là một đặc điểm khiến cho việc khảo sát thiết kế đường ôtô khác với việc khảo sát thiết kế các công trình xây dựng cơ bản khác. Do đặc điểm này nên thường đơn vị khảo sát cũng làm luôn nhiệm vụ thiết kế và đòi hỏi người khảo sát đường ôtô không những phải có nghiệp vụ (tay nghề) giỏi mà còn phải có trình độ chuyên môn tổng hợp, phải nắm

được yêu cầu toàn diện đối với một tuyến đường nói chung và tuyến đường thiết kế nói riêng, đồng thời phải nắm được các thành tựu mới nhất, các tiến bộ khoa học kỹ thuật trong thiết kế xây dựng và khai thác đường.

2. Một đặc điểm quan trọng khác của công tác khảo sát thiết kế đường là quá trình khảo sát kinh tế và kỹ thuật luôn luôn gắn liền với nhau từ đầu đến cuối, từ khi còn tiến hành trên một diện rộng cho đến khi thu về một diện hẹp. Các giải pháp kỹ thuật thường được quyết định trên cơ sở cân nhắc về kinh tế, về vốn bỏ ra trước mắt cũng như hiệu quả lâu dài khi đưa đường vào khai thác (chẳng hạn kinh tế và kỹ thuật gắn liền với nhau kể cả từ những quyết định về một bán kính đường cong...). Những giải pháp thiết kế không hợp lý về kinh tế – kỹ thuật thường gây ra những ảnh hưởng xấu kéo dài nhiều năm trong quá trình khai thác, làm tổn kém thêm chi phí khai thác đường và ôtô. Đặc điểm này đòi hỏi người làm công tác khảo sát – thiết kế đường ôtô phải thường xuyên quán triệt quan điểm kinh tế – kỹ thuật và nắm vững các phương pháp so sánh phương án, phân tích hiệu quả kinh tế.

Qua các đặc điểm trên, có thể thấy những người làm công tác khảo sát thiết kế đường ôtô cần phải nắm vững các vấn đề sau đây

1. Cân hình dung và hiểu sâu sắc về mối quan hệ giữa “người sử dụng đường – ôtô – môi trường bên ngoài – đường ôtô”; đặc biệt trong quá trình khảo sát thiết kế cần hiểu rõ :

– Mối quan hệ giữa “ôtô – đường”; mối quan hệ này quyết định các yêu cầu của việc chạy xe đối với các yếu tố của đường mà ta cần thiết kế (thường được cụ thể hóa thành các quy định về tiêu chuẩn kỹ thuật đối với các yếu tố của đường);

– Mối quan hệ giữa “môi trường bên ngoài – đường”; quan hệ này nói lên ảnh hưởng của các điều kiện thiên nhiên đến việc xác định tuyến đường trên thực địa, cũng như việc chọn các biện pháp kỹ thuật nhằm bảo đảm tính bền vững của các công trình trên đường (vấn đề chọn tuyến và thiết kế đường trên các địa hình khác nhau);

– Mối quan hệ giữa “môi trường bên ngoài – người lái xe”; quan hệ này nói lên ảnh hưởng của môi trường xung quanh (gồm cả bản thân con đường) đến tâm sinh lý người lái xe, do đó ảnh hưởng đến việc an toàn chạy xe và điều khiển tốc độ xe...

Có hiểu sâu sắc các mối quan hệ trên mới có thể quán triệt được yêu cầu toàn diện của tuyến đường thiết kế nhằm bảo đảm để con đường phục vụ cho việc vận chuyển đạt hiệu quả cao (an toàn, êm thuận, kinh tế), làm tròn nhiệm vụ của đường trong hệ thống khai thác vận tải ôtô. Đặc biệt những năm gần đây người ta càng chú ý đến việc thiết kế và cải tạo môi trường bên ngoài, phối hợp đường với môi trường bên ngoài và xem đó là một nội dung mới của việc khảo sát thiết kế đường (vấn đề thiết kế đường trong không gian và phối hợp với cảnh quan xung quanh). Đồng thời ngày nay trong đồ án thiết kế đường cũng cần có các biện pháp thiết kế nhằm bảo vệ giữ gìn môi trường xung quanh, không để môi trường xung quanh bị ảnh hưởng xấu do việc xây dựng đường ôtô gây nên (Vấn đề thiết kế bảo vệ môi trường xung quanh đường ôtô).

2. Cần nắm được các phương pháp điều tra, dự báo nhịp độ phát triển về khối lượng vận chuyển, hiểu biết sâu sắc các khái niệm cơ bản và phương pháp luận về kinh tế đường; nắm

được các phương pháp so sánh, đánh giá, luận chứng kinh tế – kỹ thuật các phương án thiết kế đường (kể cả việc so sánh các phương án cục bộ) và cách xác định các thông số cần thiết phục vụ cho việc so sánh, luận chứng.

3. Cần nắm được các quy luật chạy xe trên thực tế khi trên đường có nhiều loại xe có khả năng chạy với tốc độ nhanh chậm khác nhau, tức là nắm được quy luật chuyển động của xe trong dòng, ảnh hưởng của điều kiện đường đến chế độ chuyển động của dòng xe. Từ đó vận dụng để thiết kế các yếu tố của đường, tạo thuận lợi nhiều nhất cho cả dòng xe, cũng như có cơ sở để xuất các *biện pháp tổ chức giao thông kèm theo*. Đây chính là vấn đề thiết kế đường ôtô có xét tới sự chuyển động của dòng xe (trước kia thiết kế chỉ xét tới sự chuyển động của một xe đơn độc chạy trên đường với tốc độ nhất định).

4. Về nghiệp vụ cần nắm được các phương pháp khảo sát thiết kế đường (như thiết kế bình đồ, trắc đạc tuyến...); nắm được cách phán đoán, phát hiện được các phương án tuyến có thể có trên các loại địa hình khác nhau cùng với các vấn đề kỹ thuật tương ứng sẽ gặp phải. Cần nắm được các phương pháp khảo sát thiết kế nhanh, khảo sát thiết kế trong vùng không có bản đồ địa hình trước, sử dụng máy tính trong khảo sát thiết kế đường và hướng tới việc tự động hóa thiết kế đường.

Các vấn đề trên đều là những vấn đề lớn đã và đang được những người làm công tác khảo sát thiết kế đường ôtô trong nước và trên thế giới nghiên cứu. Vì nó bao gồm rất nhiều chuyên đề, đi sâu vào nhiều lĩnh vực khác nhau nên trong cuốn sách này chắc chắn không thể đề cập được hết. Chúng tôi sẽ chú trọng nhiều hơn đến các vấn đề về nghiệp vụ khảo sát thiết kế, đồng thời kết hợp trình bày một số vấn đề về phương pháp thiết kế cho đến nay đã được nghiên cứu khá hoàn chỉnh.

Ngoài các vấn đề nói trên, đương nhiên những người làm công tác khảo sát thiết kế đường ôtô còn cần có đầy đủ kiến thức về các lĩnh vực địa chất công trình, cơ học đất, vật liệu xây dựng đường, thủy văn, thủy lực và đo đạc.

được các phương pháp so sánh, đánh giá, luận chứng kinh tế – kỹ thuật các phương án thiết kế đường (kể cả việc so sánh các phương án cục bộ) và cách xác định các thông số cần thiết phục vụ cho việc so sánh, luận chứng.

3. Cần nắm được các quy luật chạy xe trên thực tế khi trên đường có nhiều loại xe có khả năng chạy với tốc độ nhanh chậm khác nhau, tức là nắm được quy luật chuyển động của xe trong dòng, ảnh hưởng của điều kiện đường đến chế độ chuyển động của dòng xe. Từ đó vận dụng để thiết kế các yếu tố của đường, tạo thuận lợi nhiều nhất cho cả dòng xe, cũng như có cơ sở để xuất các biện pháp tổ chức giao thông kèm theo. Đây chính là vấn đề thiết kế đường ôtô có xét tới sự chuyển động của dòng xe (trước kia thiết kế chỉ xét tới sự chuyển động của một xe đơn độc chạy trên đường với tốc độ nhất định).

4. Về nghiệp vụ cần nắm được các phương pháp khảo sát thiết kế đường (như thiết kế bình đồ, trắc đạc tuyến...); nắm được cách phán đoán, phát hiện được các phương án tuyến có thể có trên các loại địa hình khác nhau cùng với các vấn đề kỹ thuật tương ứng sẽ gặp phải. Cần nắm được các phương pháp khảo sát thiết kế nhanh, khảo sát thiết kế trong vùng không có bản đồ địa hình trước, sử dụng máy tính trong khảo sát thiết kế đường và hướng tới việc tự động hóa thiết kế đường.

Các vấn đề trên đều là những vấn đề lớn đã và đang được những người làm công tác khảo sát thiết kế đường ôtô trong nước và trên thế giới nghiên cứu. Vì nó bao gồm rất nhiều chuyên đề, đi sâu vào nhiều lĩnh vực khác nhau nên trong cuốn sách này chắc chắn không thể đề cập được hết. Chúng tôi sẽ chú trọng nhiều hơn đến các vấn đề về nghiệp vụ khảo sát thiết kế, đồng thời kết hợp trình bày một số vấn đề về phương pháp thiết kế cho đến nay đã được nghiên cứu khá hoàn chỉnh.

Ngoài các vấn đề nói trên, đương nhiên những người làm công tác khảo sát thiết kế đường ôtô còn cần có đầy đủ kiến thức về các lĩnh vực địa chất công trình, cơ học đất, vật liệu xây dựng đường, thủy văn, thủy lực và đo đạc.

CHƯƠNG 2

ĐIỀU TRA GIAO THÔNG PHỤC VỤ LẬP DỰ ÁN THIẾT KẾ ĐƯỜNG

2.1. NỘI DUNG VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU TRA GIAO THÔNG

1. Nội dung điều tra giao thông

Công việc điều tra giao thông phục vụ lập dự án thiết kế đường được thực hiện với mục đích thu thập các số liệu dùng để đánh giá sự cần thiết phải xây dựng mới (hoặc cải tạo) một tuyến đường (hoặc một mạng lưới đường), xác định các tiêu chuẩn thiết kế, giải pháp thiết kế, quy mô đầu tư và cũng dùng để phân tích hiệu quả đầu tư (xem Chương 1). Với nhiều mục đích như vậy, nên nội dung điều tra giao thông thường bao gồm nhiều mặt:

- Điều tra, dự báo lượng giao thông (lưu lượng và thành phần giao thông);
- Điều tra tốc độ chạy xe và tốc độ hành trình;
- Điều tra năng lực thông hành của một đoạn đường hoặc một chỗ giao nhau trên đường đang khai thác.
- Điều tra, dự báo lượng hành khách hoặc nhu cầu di lại của dân cư;
- Điều tra dự báo nhu cầu chỗ đỗ xe;
- Điều tra (và cả dự báo) về tai nạn giao thông;
- Điều tra, dự báo mức độ tiếng ồn giao thông và mức độ ô nhiễm khí thải do giao thông v.v...

Chú ý rằng đối với các tuyến (hoặc mạng lưới) đường mới (đang chuẩn bị xây dựng) thì việc điều tra giao thông cũng chính là *dự báo giao thông* với các nội dung nói trên. Còn đối với các tuyến đường đang khai thác thì từ kết quả điều tra trực tiếp vẫn cần phải dự báo cho tương lai. Vì bất kỳ một dự án thiết kế đường nào cũng thường được lập với thời hạn tính toán là 15 – 20 năm, do vậy việc điều tra và việc dự báo luôn gắn liền với nhau và nên hiểu *điều tra giao thông cũng tức là điều tra, dự báo giao thông*.

Các nội dung điều tra nói trên sẽ được lần lượt đề cập trong các chương của tập sách này. Trong chương này chỉ tập trung đề cập đến việc điều tra dự báo lượng giao thông (lưu

lượng và thành phần giao thông) do yêu cầu vận chuyển hàng hóa, hành khách tạo ra. Ngoài ra cũng đề cập đến việc điều tra thời gian và tốc độ chạy xe.

2. Lượng giao thông

Lượng giao thông (hoặc lượng vận chuyển) trên một tuyến đường hoặc trên một mạng lưới đường là một đặc trưng *thay đổi theo không gian và thời gian*. Do vậy mục tiêu điều tra dự báo là phải xác định được lượng giao thông đổi với *từng đoạn* của tuyến đường (hoặc mạng lưới đường) ở các thời điểm sau đây:

- Thời điểm tiến hành điều tra (năm xuất phát);
- Thời điểm bắt đầu đưa đường vào khai thác (năm bắt đầu của thời kỳ tính toán);
- Thời điểm cuối của thời kỳ tính toán (năm cuối thời kỳ tính toán) của đường hoặc của mặt đường;

Ngoài ra, tùy theo yêu cầu của việc thiết kế trong quá trình lập dự án, còn có thể phải điều tra, phân tích lượng giao thông theo các đặc trưng khác nhau dưới đây:

- Lưu lượng xe chạy ngày đêm trung bình năm hoặc lượng giao thông ngày đêm trung bình năm (AADT: Annual Average Daily Trafic) ở các thời điểm nói trên; lưu lượng xe chạy ngày đêm trung bình của thời kỳ khối lượng vận chuyển lớn nhất trong năm;
- Lưu lượng xe chạy giờ cao điểm hoặc lượng giao thông cao điểm (PHV: Peak Hour Volume);
- Lưu lượng xe chạy ở giờ cao điểm tính toán thứ k trong năm (nếu gọi trị số này là N_k thì trong năm chỉ có k giờ có lượng giao thông bằng và lớn hơn N_k); thường hay dùng N_k với $k = 30 \sim 50$ giờ để kiểm toán năng lực thông hành.

Về *thành phần giao thông* thì mục tiêu điều tra, dự báo là phải xác định được lưu lượng mỗi thành phần trong dòng xe với phân loại phương tiện càng tỷ mỷ càng tốt.

Ngoài việc phải điều tra, dự báo thành phần loại phương tiện xe không có động cơ, đối với các loại phương tiện có động cơ, ít nhất cũng phải điều tra, dự báo riêng:

- Thành phần xe chở khách với phân loại gồm xe cỡ lớn (xe buýt có móc nối, có kéo theo); xe cỡ vừa, xe cỡ nhỏ (xe con, xe du lịch..., các loại có chiều dài xe dưới 6m) và xe mô tô (xe máy);
- Thành phần xe chở hàng được phân thành 3 loại gồm xe tải nặng (xe công ten, xe bệ ty, xe kéo mỏc...), xe tải vừa có chiều dài xe 6 – 12m, và xe tải nhẹ có chiều dài xe dưới 6m.

Trên những tuyến đường đang khai thác, để có cơ sở lập dự án nâng cấp, cải tạo, còn đòi hỏi phải điều tra rõ tỷ lệ các tải trọng trực xe (lập biểu đồ tần suất xuất hiện các tải trọng trực, thường được gọi là “phổ tải trọng trực”, thông qua một đoạn đường).

3. Các phương pháp điều tra giao thông

Để đạt được các mục tiêu nói trên, việc điều tra lượng giao thông có thể được thực hiện theo hai phương pháp sau đây:

a) Điều tra yêu cầu về lượng vận chuyển hàng hóa (tấn/năm) và lượng vận chuyển hành khách (lượt khách/năm)

Từ các số liệu điều tra đó suy ra lưu lượng giao thông yêu cầu (ví dụ suy ra AADT xe/ngày đêm trung bình năm). Phương pháp này thường gọi là *phương pháp điều tra kinh tế phục vụ thiết kế đường ôtô* bởi vì công việc điều tra xuất phát từ việc điều tra *lượng vận chuyển đi và đến* (hang và khách) yêu cầu đối với từng điểm kinh tế phân bố trong khu vực hiện tại hoặc tương lai có khả năng sử dụng tuyến đường (hay lối đường) dự kiến xây dựng hoặc nâng cấp cải tạo (xem mục 2.2).

Theo phương pháp này, sau khi điều tra lượng vận chuyển đi và đến yêu cầu hàng năm ở mỗi điểm kinh tế, người ta sẽ lập được quan hệ vận chuyển giữa các điểm kinh tế (hang và khách), và sau đó để xác định được lượng giao thông người ta phải thực hiện tiếp các bước sau:

- Dự kiến hướng đường hoặc lối đường trong khu vực điều tra để đáp ứng các quan hệ vận chuyển yêu cầu đã xác định được;

- Giải quyết bài toán *phân bổ vận tải*, tức là xác định xem trong các quan hệ vận chuyển yêu cầu, quan hệ nào sẽ sử dụng tuyến đường (hoặc lối đường) dự kiến, còn quan hệ nào sẽ sử dụng các tuyến đường khác hoặc phương tiện vận chuyển khác (tàu hỏa theo đường sắt, tàu thuyền theo đường sông v.v...) nếu việc sử dụng đó có lợi hơn (xem mục 2.3). Kết quả là xác định được khối lượng vận chuyển yêu cầu sẽ đi trên từng đoạn đường của tuyến đường (hoặc mạng lưới đường) dự kiến; cũng tức là xác định được *khu vực hấp dẫn* hay khu vực có các điểm kinh tế trực tiếp sử dụng đường (hoặc mạng lưới đường) để vận chuyển hàng đi và hàng đến các điểm đó;

- Trên cơ sở xác định hoặc dự báo được *cơ cấu của dòng xe* (tức là tỷ lệ các loại xe chở hàng và chở khách) và *chỉ tiêu khai thác của các phương tiện vận tải*, từ khối lượng vận chuyển yêu cầu đối với mỗi đoạn đường, người ta sẽ xác định được lưu lượng giao thông tương ứng trên các đoạn đường đó (xem mục 2.4).

Phương pháp này thường được sử dụng khi lập dự án xây dựng đường trong các vùng có quy hoạch phát triển kinh tế đã xác định và khi có thể xác định được các quan hệ vận chuyển một cách đủ tin cậy. Đặc biệt nó thường sử dụng khi lập dự án quy hoạch mạng lưới đường của một khu vực (xã, huyện, tỉnh, thành phố, một vùng kinh tế, một nông trường...), và cả khi lập quy hoạch các tuyến vận tải khách công cộng trong một đô thị (lúc đó mỗi đơn vị dân cư sẽ được chia nhỏ đến một mức độ nhất định và được đặc trưng bằng một điểm có yêu cầu vận chuyển khách đi, đến).

Trong trường hợp điều tra, dự báo phục vụ lập dự án một tuyến đường thì công việc điều tra theo phương pháp này được gọi là *điều tra kinh tế riêng lẻ*, còn trong trường hợp phục vụ lập dự án một mạng lưới đường (hoặc mạng đường đô thị) thì được gọi là *điều tra kinh tế tổng hợp*. Cả hai trường hợp, cách và trình tự tiến hành điều tra, dự báo đều giống nhau, chỉ khác nhau về quy mô phạm vi điều tra (đối tượng điều tra kinh tế tổng hợp là một vùng rộng hơn).

b) Điều tra trên cơ sở trực tiếp đếm và cân xe (xem kỹ ở mục 2.5 và 2.6).

Phương pháp này cũng thường được sử dụng để thu thập số liệu phục vụ lập dự án thiết kế đường (đặc biệt là các dự án nâng cấp, cải tạo các tuyến đường đang khai thác); lập kế

hoạch, quy hoạch chính sách đường sá (quy hoạch sửa chữa, bổ sung, phát triển mạng lưới đường hiện có, lập dự án tổ chức lại giao thông...) và như vậy phạm vi điều tra (đếm và cân xe) cũng có thể được thực hiện trên một tuyến đường, tại một nút giao nhau cá biệt hoặc trên cả mạng lưới đường của một đô thị, một khu vực...

Việc đếm xe có thể thực hiện bằng nhiều cách:

– Bố trí người đếm xe. Có thể đạt độ tin cậy về số liệu nếu chọn người có trách nhiệm được huấn luyện kỹ và có bảng biểu in sẵn với phân loại xe đầy đủ, chi tiết theo yêu cầu đếm xe. Chỉ dùng người đếm mới có thể đồng thời xác định được hình dạng xe và mới có thể thực hiện được việc đếm xe trong từng thời đoạn 5 phút, 15 phút... Ngoài ra, chỉ dùng người mới có thể thực hiện được phương pháp đếm – hỏi (xem mục 2.5).

– Dùng thiết bị đếm tự động xách tay. Loại này thường có đầu đo là một ống mềm chứa dây chât lỏng hoặc khí đặt nằm ngang đường; một đầu ống bịt kín, một đầu nối với bộ đếm theo kiểu điện – cơ hoặc điện. Khi xe chạy qua, mỗi lần trực bánh đè lên ống sẽ tạo ra một xung và bộ đếm sẽ tự động ghi lại (2 xung là một xe). Máy đếm này không phân biệt được các đặc trưng như khi sử dụng người đếm và không phân biệt được các xe có nhiều trực và xe đạp.

– Dùng thiết bị đếm bố trí cố định. Thiết bị có bộ phận đầu đo là các tấm điện từ hoặc các vòng điện từ (chôn dưới mặt đường) hoặc các đầu đo theo nguyên lý sử dụng sóng siêu âm, rada, tế bào quang điện (có thể treo trên phần xe chạy hoặc đặt trên các cột, giá bố trí ở hai bên phần xe chạy). Các loại này thường được sử dụng ở các trạm đếm xe hoạt động lâu dài với điều kiện không bị gây nhiễu bởi xe đạp, xe thô sơ; hơn nữa phần xe chạy phải được phân làn rõ rệt.

– Ngoài ra, khi đếm các dòng xe, còn có thể dùng phương pháp quay caméra sau đó chiếu lại để quan sát.

Các thiết bị cân xe gồm:

– Cân tĩnh (cân có dừng xe) có cân đặt cố định (thường bố trí trên một làn xe mở rộng ngoài phần xe chạy chính) và cân tĩnh mang theo người (hai bánh xe của một trực xe đứng lên trên hai bàn cân riêng rẽ).

– Cân động (cân không dừng xe). Cũng dùng các đầu đo dạng ống tạo xung hoặc vòng điện từ chôn ở dưới phần xe chạy.

Để việc điều tra đếm và cân xe đạt hiệu quả tốt, tùy theo mục đích điều tra, cần nghiên cứu kỹ việc *bố trí* các trạm đếm, cân xe (bao gồm các trạm chính thực hiện đếm cân liên tục, và các trạm phụ); nghiên cứu kỹ các chế độ đếm, cân xe (về lịch đếm, thời gian, phân loại xe cần đếm...) và phương pháp phân tích, xử lý số liệu điều tra. Đối với các đô thị lớn, còn có thể bố trí các trạm đếm xe *theo miền*, có thiết lập liên hệ giữa các trạm bằng cách mỗi khi xe qua một trạm nào thì xe đó sẽ được dán lên thành xe một tờ nhãn với màu sắc quy ước tương ứng. Ngoài ra, cũng để thu thập thêm các thông tin về hành trình của xe, loại hàng xe vận chuyển, người ta còn áp dụng phương pháp đếm – hỏi (xem mục 2.5).

4. Các phương pháp dự báo lượng giao thông

Trong quá trình điều tra giao thông, theo hai phương pháp nói trên, một cách tổng quát, người ta thường có thể áp dụng các phương pháp dự báo lượng giao thông như dưới đây.

a) Phương pháp dự báo theo cách ngoại suy đơn giản

Nguyên lý của phương pháp này là dựa vào một chuỗi số liệu thống kê lượng giao thông trong các năm đã qua để ngoại suy xác định sự phát triển (tăng trưởng) lượng giao thông trong tương lai (xem kỹ ở mục 2.5).

Đây là một phương pháp đơn giản, xét được một cách tổng hợp các yếu tố ảnh hưởng đến lượng giao thông ở trong vùng. Kết quả dự báo theo cách này cũng được dùng để đối chiếu, so sánh, đánh giá các kết quả dự báo theo phương pháp khác. Tuy nhiên, cách này chỉ cho kết quả tốt với dự báo ngắn hạn, vì nếu dùng để dự báo dài hạn sẽ dễ bị sai lệch do những biến động của các điều kiện kinh tế. Hơn nữa, ngoại suy đơn giản như vậy chỉ xét được sự tăng trưởng *lượng giao thông bình thường* mà không xét được *lượng giao thông hấp dẫn* và *lượng giao thông phát sinh* thêm sau khi thực hiện dự án xây dựng đường mới hoặc nâng cấp cải tạo đường cũ.

Sự gia tăng bình thường lượng giao thông (Normal Traffic Growth) là sự gia tăng lượng vận chuyển khi chưa thực hiện làm thêm hoặc nâng cấp, cải tạo đường, tức là sự gia tăng xảy ra trong môi trường kinh tế – xã hội đã có từ trước và trong điều kiện đường hiện đang khai thác vẫn còn đủ khả năng tiếp tục làm việc bình thường.

Lượng giao thông hấp dẫn (Diverted Traffic) là lượng vận chuyển vốn có từ trước, vốn sử dụng các phương tiện vận tải khác (đường sắt, đường thủy...) hoặc vốn đi bằng các tuyến đường bộ khác, nhưng sau khi làm đường mới sẽ được thu hút, chuyển sang sử dụng tuyến đường mới. Để dự báo được lượng giao thông này, không thể sử dụng phương pháp ngoại suy đơn giản nói trên, mà phải sử dụng phương pháp tính toán phân bố vận tải (xem kỹ ở mục 2.3 và công thức (2.7)).

Lượng giao thông phát sinh (Generated Traffic) là lượng vận chuyển phát sinh thêm sau khi làm đường mới nhờ sự thuận tiện tạo ra do việc làm đường mới (đường tốt, đi lại nhanh chóng, chi phí vận chuyển rẻ...), do tác dụng thúc đẩy kinh tế – xã hội trong vùng phát triển của đường mới đã khiến cho lượng vận chuyển tăng. Lượng vận chuyển này thường được dự báo bằng cách sử dụng một hệ số (như K_{ps} trong công thức (2.7) hoặc điều chỉnh tăng thêm tỷ lệ tăng trưởng hàng năm).

Để khắc phục những hạn chế của phương pháp ngoại suy đơn giản nói trên, ngoài việc tìm cách xét đến lượng giao thông hấp dẫn và lượng giao thông phát sinh khi áp dụng phương pháp ngoại suy đơn giản người ta còn thường phải xét đến việc *điều chỉnh tỷ lệ tăng trưởng lượng giao thông* hàng năm (xem mục 2.6).

b) Phương pháp dự báo dựa vào tương quan giữa lượng giao thông với một chỉ tiêu về kinh tế vĩ mô

Theo phương pháp này thường người ta nghiên cứu lập một tương quan giữa tỷ lệ tăng trưởng hay lượng giao thông với một chỉ tiêu nào đó về kinh tế vĩ mô (ví dụ: tỷ lệ tăng tổng

thu nhập quốc nội GDP hàng năm; hoặc tổng tiêu thụ tính theo đầu người; .. hoặc tương quan giữa lượng vận chuyển hành khách với dân số, với mức thu nhập, với lượng vận chuyển hàng, với chi phí vận doanh v.v...). Nếu tương quan này có dạng tỷ lệ thuận bậc nhất thì hệ số tỷ lệ giữa lượng vận chuyển (hoặc tỷ lệ tăng trưởng lượng vận chuyển) với chỉ tiêu kinh tế vĩ mô được gọi là *độ đàn hồi* và người ta gọi mô hình dự báo kiểu này là *mô hình đàn hồi* (xem mục 2.2, 2.4 và 2.6).

Phương pháp này cũng không xét được lượng giao thông hấp dẫn và lượng giao thông phát sinh, cũng đòi hỏi phải có chuỗi thống kê đủ dài; ngoài ra, cũng không xét được đầy đủ đến các đặc trưng phát triển kinh tế riêng của từng vùng, nhất là sẽ càng ít phù hợp nếu sự tăng trưởng kinh tế không diễn ra đều đặn, ổn định.

Khi áp dụng phương pháp này luôn luôn nên tách riêng việc dự báo lượng vận chuyển hàng và lượng vận chuyển khách.

2.2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU TRA KINH TẾ

Để đạt được mục đích điều tra kinh tế nói trên, cần phải thực hiện các việc sau đây.

1. Nghiên cứu xác định khu vực cần tiến hành điều tra kinh tế

Đó là khu vực bao gồm tất cả các địa phương (trước mắt và trong tương lai) có thể sẽ sử dụng lưới đường hoặc tuyến đường ôtô sắp xây dựng.

Vì lúc này đường hoặc tuyến đường chưa được xác định nên chưa thể xác định chính xác những địa phương nào sẽ chịu ảnh hưởng của đường thiết kế, tức là chưa thể xác định chính xác phạm vi khu vực điều tra. Do đó chỉ có thể phỏng đoán, sơ bộ xác định khu vực điều tra theo ranh giới các khu vực hành chính (tỉnh, huyện, xã...); các ranh giới tự nhiên về địa lý khác (như sông lớn, dãy núi cao..) cũng như các ranh giới mà sự vận chuyển qua đó có thể là ít (như các tuyến đường trực, đường sắt đã có...). Dĩ nhiên để tránh tình trạng thiếu số liệu khi luận chứng kinh tế – kỹ thuật sau này, khu vực điều tra nên mở rộng hơn so với dự kiến ít nhiều.

Việc xác định khu vực cần điều tra như trên cho phép ta dự trù được khối lượng công tác điều tra kinh tế để có thể có các biện pháp tổ chức lực lượng tiến hành một cách thích hợp.

2. Điều tra sự phân bố các điểm phát sinh khởi lượng vận chuyển trong khu vực cần điều tra nói trên

Tất cả những điểm tạo nên nguồn hàng hóa và hành khách cần vận chuyển đến và đi nằm trong khu vực cần điều tra được gọi là các điểm lập hàng hóa (hành khách) hay các điểm kinh tế. Các điểm này gồm:

- Các xí nghiệp công nghiệp, thủ công nghiệp và khai khoáng;

- Các cơ cấu nông nghiệp, nông trường, hợp tác xã, trạm máy kéo, xí nghiệp chế biến nông phẩm...);
- Các cơ cấu lâm nghiệp (lâm trường khai thác và trồng rừng, xí nghiệp chế biến lâm sản...);
- Các cơ cấu xây dựng cơ bản (công trường xây dựng nhà cửa, đường sá, công trình thủy lợi...);
- Các trạm thu mua, các cơ sở thương nghiệp, kho tàng;
- Các cơ sở phục vụ vận tải (xí nghiệp vận tải, xí nghiệp sửa chữa vận tải...);
- Các đầu mối giao thông: nhà ga; sân bay, bến cảng...;
- Các công trình văn hóa; phục vụ công cộng (nhà an dưỡng, du lịch, bệnh viện...).

Cùng với sự phát triển của nền kinh tế quốc dân, kể từ năm bắt đầu điều tra đến năm cuối thời kỳ tính toán, các điểm kinh tế có thể phát sinh thêm. Vì thế, cần phải dựa vào quy hoạch phát triển kinh tế của khu vực điều tra để xác định sự phân bố các điểm kinh tế thay đổi theo thời gian. Trong quá trình điều tra, những điểm lập hàng hóa có khối lượng hàng hóa cần vận chuyển hàng năm không đáng kể (như nhỏ hơn 100 tấn/năm...) thì có thể xép gộp vào điểm lân cận hoặc bỏ qua. Khi điều tra thì thường lấy năm đứng trước năm tiến hành khảo sát kinh tế làm *năm xuất phát* và xem các điểm kinh tế của năm đó là các điểm hiện có (tương ứng sẽ có khối lượng vận chuyển hiện có). Nếu không có số liệu năm trước khi điều tra thì có thể lấy số liệu kế hoạch ứng với năm bắt đầu tiến hành điều tra làm số liệu năm xuất phát. Còn *năm bắt đầu* của thời kỳ tính toán thì lại là *năm dự kiến đưa đường vào khai thác*. Những năm tiếp theo cần xác định lại sự phân bố các điểm kinh tế và khối lượng vận chuyển tương ứng thì nên chọn là những năm cuối của các kế hoạch 5 năm.

3. Xác định lượng vận chuyển hàng hóa tương ứng đối với các điểm kinh tế

Lượng vận chuyển hàng hóa là khối lượng hàng hóa (tính bằng tấn) cần phải vận chuyển đi (hoặc đến) một điểm kinh tế nào đó trong một đơn vị thời gian (quý, năm). Để phục vụ cho công việc thiết kế đường và phân tích kinh tế – kỹ thuật, cần xác định được lượng vận chuyển ở năm xuất phát và các năm cuối của kế hoạch 5 năm cho đến hết thời kỳ tính toán, để từ đó suy ra lượng vận chuyển hàng hóa trong suốt thời kỳ tính toán. Đồng thời cũng phải điều tra xác định được tính chất và đặc điểm của lượng vận chuyển đó, cụ thể là phải xác định được loại hàng (có ảnh hưởng rất rõ đến khả năng tận dụng trọng tải của xe), và *sự thay đổi lượng vận chuyển theo mùa* trong một năm (có ảnh hưởng đến cường độ vận chuyển...). Tóm lại, đối tượng điều tra ở đây là: luồng hàng (hang vận chuyển từ đầu đến đầu), loại hàng và mùa vận chuyển. Ảnh hưởng tới mùa vận chuyển nhiều nhất chủ yếu là do các loại sản phẩm nông nghiệp và các hàng hóa vốn do giao thông đường thủy đảm nhận (vì đường thủy có thể có mùa không hoạt động được); ngoài ra cũng có thể do ảnh hưởng của tình hình thời tiết (mùa thời tiết xấu có thể cản trở lượng vận chuyển từ các đường nhánh cấp thấp vào các đường chính...).

Về loại hàng cần phải điều tra thống kê riêng theo tính chất, và theo phương thức chuyên chở để sau này có thể xác định được cơ cấu của dòng xe và lưu lượng xe.

Về tính chất hàng hóa thường thống kê theo sáu nhóm: Nhóm I: Hàng công nghiệp; nhóm II: Hàng nông nghiệp; nhóm III: Hàng lâm nghiệp; nhóm IV: Hàng xây dựng cơ bản; nhóm V: Hàng thương nghiệp; nhóm VI: Các loại hàng khác; trong đó, các loại hàng khác (nhóm VI) là các loại có nhiều nguồn gốc khác nhau như các nguồn hàng của các tổ chức công cộng, các tổ chức sinh hoạt văn hóa, các tổ chức quản lý và xã hội v.v.. Các loại hàng này không quan trọng, lại không có quy luật và rất phân tán, do đó riêng với loại này rất khó thống kê theo kế hoạch, nhưng khối lượng vận chuyển của nó lại không phải ít, ví dụ hàng bưu điện, hàng phục vụ sinh hoạt, phục vụ dân cư, hàng của các cơ quan y tế, bảo vệ sức khỏe v.v.. Các loại này không gắn liền với các cơ cấu sản xuất và hoạt động sản xuất, vì thế không thể điều tra theo các điểm kinh tế mà thường xét đến theo một tỷ lệ nào đó. Tỷ lệ này có thể lấy là 35% tổng lượng vận chuyển thống kê được đối với các vùng có mức phát triển cao, và 15 – 20% với các vùng khác.

Về phương thức chuyên chở, cần điều tra thống kê riêng các loại hàng chất tự do (hang rời...); hàng lồng, hàng mau hỏng, hàng cồng kềnh, quá khổ, hàng bao bì, hàng chở theo phương thức công tenor...

Chú ý rằng khi ghi phiếu điều tra, việc phân loại hàng được ghi theo cơ sở yêu cầu chở hàng. Ví dụ thóc chở từ nông trường đến nhà máy xay được phân là hàng nông nghiệp, nhưng thóc chuyển từ kho đến các cửa hàng lương thực thì lại xếp vào hàng thương nghiệp v.v..

Để đạt được các mục tiêu điều tra lượng vận chuyển như trên, cần phải thu thập số liệu ở các nguồn sau đây:

- Trực tiếp ở tất cả các điểm kinh tế, tại mỗi điểm kinh tế cần phải lập phiếu điều tra riêng theo một mẫu thống nhất và theo lệnh của cấp có thẩm quyền;
- Căn cứ vào kế hoạch vận chuyển hàng hóa của ngành và của các xí nghiệp, đặc biệt là xí nghiệp vận tải ôtô (các đơn và hợp đồng chuyên chở hàng mà xí nghiệp vận tải đã thực hiện);
- Các tài liệu báo cáo thống kê về công tác vận tải ôtô ở cơ quan thống kê đối với tất cả các xí nghiệp có 10 ôtô trở lên;
- Các số liệu tính toán cân đối giữa khối lượng sản xuất và vận chuyển theo tiêu chuẩn đối với từng ngành và từng xí nghiệp (các số liệu này có thể do các cơ quan thiết kế mỗi ngành đã tính hoặc do đơn vị làm nhiệm vụ khảo sát kinh tế tự tính).

Các số liệu điều tra khối lượng vận chuyển theo các nguồn khác nhau nói trên được tập hợp thành bảng (Bảng 2-1).

Khi ghi kết quả điều tra, cần tránh việc thống kê trùng lặp khối lượng vận chuyển và cần loại trừ các khối lượng vận chuyển đối nội (là lượng vận chuyển nội bộ trong phạm vi một điểm kinh tế) vì lượng vận chuyển đối nội này không ảnh hưởng gì đến đường thiết kế mà chỉ do các đường nội bộ đảm nhận.

Tiến hành điều tra lượng vận chuyển ở các điểm kinh tế công nghiệp nên đặc biệt chú trọng cả các xí nghiệp vừa và nhỏ, vì đó là các cơ sở sử dụng vận chuyển ôtô nhiều.

Bảng 2-I

Kết quả điều tra khối lượng vận chuyển tại các điểm kinh tế

Số thứ tự	Điểm kinh tế (điểm lập hàng hóa)	Hàng đi				Hàng đến				Ghi chú		
		Loại hàng	Khối lượng (tấn)		Đến đầu	Qua đầu	Loại hàng	Khối lượng (tấn)		Từ đầu đến	Qua đầu	
			Năm đầu	Năm tương lai				Năm đầu	Năm tương lai			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)

Đối với các xí nghiệp lớn, tỷ trọng chuyên chở bằng ôtô tuy không lớn nhưng lượng vận chuyển lại lớn, do đó càng không thể bỏ qua. Khối lượng hàng chuyên chở phải thống kê được lúc này bao gồm: sản phẩm, bán thành phẩm, phế liệu, nguyên vật liệu, nhiên liệu, trang thiết bị cần cung cấp cho sản xuất. Khối lượng vận chuyển trong tương lai của các xí nghiệp công nghiệp có thể xác định bằng cách: dựa vào chỉ tiêu tương đối giữa lượng vận chuyển và khối lượng sản phẩm ở năm điều tra để ngoại suy theo khối lượng sản phẩm dự kiến trong kế hoạch tương lai (có xét đến khả năng tăng lượng vận chuyển trong sản xuất do việc làm đường mới sẽ thúc đẩy thêm tốc độ phát triển sản xuất).

Đối với các điểm kinh tế nông nghiệp có thể lấy tài liệu ở các cơ quan thống kê cấp huyện và tỉnh (chú ý xác định khối lượng sản phẩm nông nghiệp tiêu thụ tại chỗ để trừ khối lượng này khỏi lượng vận chuyển). Ngoài ra, nên điều tra thống kê diện tích canh tác, sản lượng bình quân, số lượng đàn gia súc v.v... để từ đó có thể tính ra các nhu cầu vận chuyển về phân bón, thức ăn gia súc, máy móc, nhiên liệu..., cũng như ước tính khối lượng sản phẩm trồng trọt và chăn nuôi cần vận chuyển đi. Đồng thời cũng phải chú ý điều tra các sản phẩm ngư nghiệp và các sản phẩm làm nghề phụ, thủ công nghiệp ở nông thôn. Khối lượng vận chuyển hàng nông nghiệp trong tương lai cũng được xác định dựa trên quy hoạch phát triển diện tích canh tác và đàn gia súc... đồng thời theo các tiêu chuẩn về nhu cầu cho mỗi người ở nông thôn, nhu cầu các loại tinh cho 1 ha diện tích gieo trồng, nhu cầu các loại cho 1 đầu gia súc...

Với các điểm kinh tế lâm nghiệp cần loại trừ các lượng vận chuyển theo đường thủy và các sản phẩm chế biến gỗ (loại này xếp vào nhóm hàng công nghiệp). Khi xác định lượng vận chuyển tương lai cũng dựa vào kế hoạch khai thác lâm nghiệp, nhưng cần chú ý điều tra đổi chiều với trữ lượng khai thác và chú ý rằng do tình hình khai thác các lâm trường trong tương lai có thể phải chuyển đổi cơ sở (thay đổi vị trí điểm kinh tế).

Lượng vận chuyển hàng xây dựng cơ bản được tính là các loại chuyên chở từ cự ly lớn hơn 2 km ngoài phạm vi công trình xây dựng, gồm vật liệu xây dựng, nhiên liệu, trang thiết bị máy móc... và có thể lấy trực tiếp ở đơn vị thi công cả số liệu trước mắt và tương lai. Trong trường hợp không có số liệu này, có thể xác định lượng vận chuyển trên cơ sở tính toán theo định mức hoặc các số liệu theo dõi nhiều năm như: tỷ lệ chi phí vận chuyển chiếm bình quân trong 1 triệu đồng vốn theo giá thành dự toán (loại giá thành xây lắp) đối với các loại công trình xây dựng cơ bản khác nhau, từ đó ước tính ra khối lượng vận chuyển trước mắt và trong tương lai theo quy mô đầu tư. Đối với các công trình xây dựng hiện chưa có nhưng có thể sẽ khởi công trong thời gian tính toán thì việc ước tính lượng vận chuyển cũng

làm như trên, đồng thời cần dự kiến các địa điểm sản xuất vật liệu xây dựng phục vụ xây dựng công trình đó để xác định luồng hàng.

Đối với hàng thương nghiệp (lương thực, hàng tiêu dùng...), số liệu về lượng vận chuyển có thể lấy ở cơ quan trong ngành và các hợp tác xã mua bán, đồng thời cần phải nắm vững được mạng lưới các cơ sở thương nghiệp trong vùng (nhất là mạng lưới kho bãi...). Lượng vận chuyển hàng thương nghiệp trong tương lai có thể ước tính theo số dân (với mức tăng dân số) và theo dự kiến có sự thay đổi hoặc phát sinh các điểm thương nghiệp mới.

4. Xác định liên hệ vận chuyển giữa các điểm lập hàng hóa

Dựa vào kết quả điều tra lượng vận chuyển đi và đến mỗi điểm kinh tế (Bảng 2-1) có thể xác định được mối liên hệ vận chuyển trực tiếp giữa các điểm dưới dạng bảng 2-2, bảng ô cờ 2 – 3 (tổng hợp các loại hàng theo từng chiều), và bảng dạng ma trận 2-4 (tổng hợp các loại hàng theo cả hai chiều đi và đến).

Bảng 2-2

Bảng liên hệ vận chuyển giữa các điểm lập hàng hóa

Số thứ tự	Điểm lập hàng hóa	Thuộc khu vực nào	Khối lượng hàng hóa (tấn)												Điểm đối ứng		
			Loại hàng thuộc nhóm														
			I		II		III		IV		V		VI				
			Đi	Đến	Đi	Đến	Đi	Đến	Đi	Đến	Đi	Đến	Đi	Đến			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)

Bảng 2-3

Bảng liên hệ vận chuyển tổng hợp theo từng chiều (ví dụ cho 6 điểm)

Điểm xuất phát	Lượng hàng hóa (nghìn tấn) đến các điểm						Tổng cộng hàng đi
	A	B	C	D	E	F	
A	0	50	140	1360	80	250	1880
B	300	0	20	-	-	10	330
C	70	80	0	10	-	40	260
D	60	-	40	0	10	260	310
E	-	-	-	10	0	-	10
F	240	190	100	20	-	0	550
Tổng cộng hàng đến	670	320	300	1400	90	500	3280

Chú thích : Tổng cộng số hàng đi từ tất cả các điểm phải bằng tổng cộng số hàng đến ở tất cả các điểm.

Bảng 2-4

Ma trận liên hệ vận chuyển tổng hợp theo cả hai chiều (cùng ví dụ trong bảng 2 – 3)

Điểm lập hàng hóa	A	B	C	D	E	F
A	0	350	210	1420	80	490
B	350	0	100	–	–	200
C	210	100	0	50	–	140
D	1420	–	50	0	20	220
E	80	–	–	20	0	–
F	490	200	140	220	–	0

Các bảng liên hệ vận chuyển nói trên đều được xác định riêng cho năm xuất phát, năm cuối của thời kỳ tính toán và khi cần thiết có thể theo từng năm ở cuối các kế hoạch nhà nước.

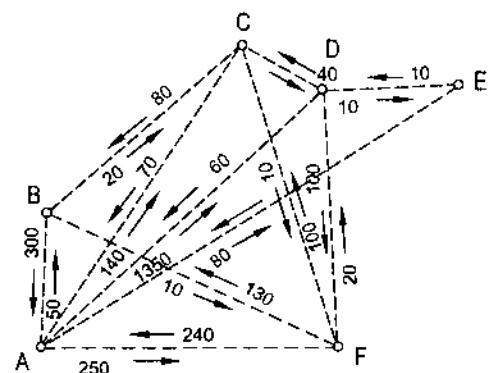
Liên hệ vận chuyển cũng nên xác định riêng theo từng loại như dưới đây:

- Liên hệ vận chuyển trong phạm vi một huyện hoặc một vùng nhỏ có cự ly vận chuyển ngắn (thường nhỏ hơn 20 km). Các mối liên hệ vận chuyển loại này thường phản ánh quan hệ địa phương, giữa các điểm dân cư phân tán với huyện lỵ, ga, bến tàu...
- Liên hệ vận chuyển giữa các huyện hoặc các vùng với cự ly vận chuyển nhỏ hơn 100 km, phản ánh mối liên hệ trong một tỉnh, hoặc giữa các đầu mối giao thông, các trung tâm công nghiệp.
- Liên hệ vận chuyển giữa các tỉnh trong nước và với nước ngoài.

Sở dĩ cần phải phân loại để xác định riêng các liên hệ vận chuyển như vậy là để sau này tiện phân tích chọn hướng tuyến đường thiết kế (ví dụ với tuyến đường tỉnh lộ thì chọn hướng nên đáp ứng các mối liên hệ vận chuyển loại có cự ly nhỏ hơn 100 km là chính...), đồng thời để tiện tính toán cường độ vận chuyển của mỗi đoạn đường thuộc tuyến đường thiết kế.

Dựa vào các bảng 2 – 3 và 2 – 4 có thể vẽ sơ đồ liên hệ vận chuyển của khu vực điều tra kinh tế (Hình 2 – 1).

Trên sơ đồ hình 2 – 1, liên hệ vận chuyển giữa các điểm kinh tế biểu thị bằng đường thẳng, trên đó có ghi lượng vận chuyển theo hai chiều. Vị trí tương đối của các điểm kinh tế là vị trí địa lý ở trên bản đồ khu vực điều tra. Để dễ thấy mối liên hệ vận chuyển chiếm ưu thế (cần chú ý hơn khi quyết định hướng đường),



Hình 2-1. Sơ đồ liên hệ vận chuyển
(tương ứng với ví dụ ở Bảng 2 – 3)

trên sơ đồ liên hệ vận chuyển còn có thể biểu thị lượng vận chuyển bằng bê dài của đường quan hệ vận chuyển giữa các điểm.

Ma trận và sơ đồ liên hệ vận chuyển tổng hợp nói trên là cơ sở chính để vạch hướng mạng lưới đường hoặc tuyến đường thiết kế.

5. Xác định lượng vận chuyển hành khách

Về nguyên tắc, cách xác định lượng vận chuyển hành khách cũng giống với cách xác định lượng vận chuyển hàng hóa, nghĩa là cũng xuất phát từ các số liệu điều tra về nhu cầu đi lại ở các điểm xuất phát và các điểm thu hút hành khách. Tuy nhiên, khác với lượng vận chuyển hàng hóa thường phần lớn được khống chế, chỉ phối theo kế hoạch sản xuất, lượng vận chuyển hành khách lại rất biến động và khó thống kê hơn. Để có thể ước tính được lượng vận chuyển và hướng vận chuyển hành khách trước mắt cũng như cho năm tương lai cần tận lượng thu thập trong khu vực điều tra các số liệu hiện có dưới đây:

- Số liệu ở các xí nghiệp vận tải xe khách công cộng, ở các bến xe, cũng như ở các cơ sở sản xuất có phương tiện vận chuyển cán bộ, công nhân đi làm hàng ngày (thu thập cả số liệu vận chuyển bằng ôtô buýt, ôtô con, tắcxi...).
- Số liệu người đến nghỉ, đến tham quan hàng năm ở các cơ sở du lịch, an dưỡng, điều trị, danh lam thắng cảnh...
- Số liệu hành khách đi lại ở các ga xe lửa, bến tàu thủy, sân bay...
- Tình hình phân bố dân cư, dân số và mức tăng dân số.

Đặc biệt phải nắm vững tính chất của mỗi điểm dân cư để có thể xác định được hướng đi lại thường xuyên. Ví dụ các điểm ở gần thành phố, dân cư thường là cán bộ, công nhân có nhu cầu vào thành phố hàng ngày để làm việc; các điểm nông thôn người dân thường đi lên huyện (trung tâm) v.v...

Dựa vào các số liệu thu thập được nói trên có thể tính được chỉ tiêu mức độ nhu cầu đi lại của dân cư trong một năm:

$$S_k = \frac{\sum V_k}{D} \quad (\text{lần/năm, đầu người}) \quad (2.1)$$

trong đó : $\sum V_k$ – số hành khách vận chuyển trong 1 năm (*nghìn khách/năm*);

D – tổng số dân của khu vực điều tra hoặc điểm điều tra (*nghìn người*).

Chỉ tiêu S_k có thể tính chung cho cả khu vực điều tra hoặc có thể tính riêng với từng loại hành khách, ví dụ tính riêng với các loại hành khách là cán bộ công nhân viên hoặc tính riêng với các hành khách ở nông thôn v.v... hoặc tính riêng với từng vùng dân cư có tính chất khác nhau trong khu vực điều tra. Đôi khi có thể thay D trong (2.1) bằng:

$$D = \sigma \cdot F$$

trong đó: σ – mật độ dân; F – diện tích vùng điều tra tương ứng.

Nếu biết chỉ tiêu S_k , ta có thể ước tính được lượng vận chuyển hành khách trong tương lai theo mức phát triển dân số ở khu vực điều tra, tức là tính được $\sum V_k$ theo (2.1). Khi dự báo như vậy, cần xét đến một số nhân tố ảnh hưởng khác đến việc hình thành lượng vận chuyển hành khách nói chung, cũng như giữa các điểm đối ứng có tính chất khác nhau nói riêng.

Ví dụ khi tính nhu cầu vận chuyển hành khách đi làm việc thì cần xét đến nhu cầu khác nhau ở vùng gần và xa đô thị bằng các hệ số khác nhau:

$$\sum V_k = \sum D_i \cdot S_k^{tb} \cdot K_i \quad (2.2)$$

trong đó: $\sum V_k$ – lượng vận chuyển hành khách đi làm ở vùng điều tra; S_k^{tb} – mức độ nhu cầu đi lại phục vụ sản xuất trung bình trong vùng; D_i – số dân ở điểm dân cư i; K_i – hệ số, lấy bằng 1,5 với điểm dân cư gần thành phố và từ $1,5 \div 0,5$ đối với các điểm khác tùy theo mức độ xa thành phố;

– Có thể do sau khi làm đường đi điều kiện đi lại thuận tiện khiến cho chỉ tiêu S_k tăng lên (lượng phát sinh);

– Chỉ tiêu S_k còn phụ thuộc mức độ bảo đảm về phương tiện đi lại trước mắt và trong tương lai; thường là càng tăng khi tỷ lệ ôtô khách tăng (xã hội phát triển).

Lượng vận chuyển hành khách đi lại phục vụ các sinh hoạt khác có thể ước tính gấp 2 – 3 lần lượng vận chuyển hành khách đi làm tính theo (2.2).

Ngoài ra, lượng vận chuyển hành khách giữa các điểm đối ứng đặc biệt có thể xác định theo các cách dự báo riêng (ví dụ giữa thành phố và sân bay...), trong đó lượng vận chuyển hành khách đến các khu nhà nghỉ, du lịch ... V_n có thể xác định theo công thức:

$$V_n = \frac{2q \cdot T \cdot K}{t} \quad (\text{nghìn lượt hành khách/năm}) \quad (2.3)$$

trong đó: q – sức chứa của nhà nghỉ, khu vực du lịch, (*nghìn người*); T – số ngày tính toán trong 1 năm, lấy là 300 ngày; t – thời gian nghỉ cho một lần đi nghỉ của một người, $t = 1,5 \div 20$ ngày, tùy theo nghỉ ngắn hay dài; K – hệ số xét đến khả năng kéo dài thời gian nghỉ của những người đi nghỉ $K = 0,4 \div 0,8$ (nếu nghỉ ngắn lấy là 0,4, nghỉ dài ngày: 0,8). Còn số 2 trong (2.3) là để tính lượt đi và về.

Chú ý rằng lượng vận chuyển hành khách đôi khi cũng có ý nghĩa rất lớn đối với hướng đường thiết kế, nhất là đối với những vùng kinh tế phát triển và tương lai kinh tế phát triển. Vì thế sau khi xác định lượng vận chuyển hành khách giữa các điểm đối ứng cũng cần tính toán và vẽ sơ đồ liên hệ vận chuyển hành khách như với trường hợp vận chuyển hàng hóa. Trong trường hợp lượng vận chuyển hành khách không lớn thì có thể quy đổi về lượng vận chuyển hàng hóa theo quan hệ: 1 lượt hành khách tương đương 0,1 T hàng hóa, và khi đó chỉ lập liên hệ vận chuyển hàng hóa để phân tích chọn hướng đường thiết kế.

6. Điều tra hệ thống mạng lưới giao thông vận tải hiện có trong khu vực

Hệ thống này gồm cả đường sắt, đường thủy, đường bộ (cả đường ôtô và đường thô sơ), đường ống, đường hàng không. Mục đích điều tra là để xem xét vấn đề phân bổ vận tải trong vùng như:

- Bố trí chung và mối liên hệ tương hỗ giữa các thành phần của hệ thống giao thông vận tải hiện có, vai trò của mỗi thành phần đối với công tác vận chuyển trong khu vực điều tra và tương lai phát triển của các loại đường sắt, thủy, ống, hàng không;

- Tình trạng hệ thống đường ôtô hiện có, mức độ đáp ứng của nó đối với yêu cầu vận chuyển chung và đối với yêu cầu trong việc phối hợp phục vụ các hình thức vận tải khác ở trong khu vực.

Để đạt được các mục đích đó, nội dung điều tra phải làm là:

- Đối với đường sắt là: vị trí và chiều dài tuyến đường sắt, vị trí các ga và đầu mối; loại hàng; lượng vận chuyển hàng hóa và hành khách ở các ga, phân tích rút ra lượng vận chuyển ngắn (cự ly vận chuyển < 75 km) trong khu vực điều tra do đường sắt đảm nhận (lượng vận chuyển này sau đó có thể chuyển qua đường ôtô mới thiết kế); tương lai phát triển của tuyến và các ga đường sắt;

- Đối với đường thủy cần nắm được chiều dài tuyến và mùa thông thuyền; các bến cảng, bến sông và lượng vận chuyển tại đó; mối quan hệ về lượng vận chuyển giữa đường thủy và đường ôtô; khả năng phát triển vận tải thủy trong tương lai (khả năng khai thông thêm các tuyến mới, các kênh đào mới...);

- Mối liên hệ giữa các hình thức vận tải khác với đường ôtô;

- Riêng đối với các đường ôtô hiện có cần phải điều tra tỷ mỷ (đối với điều tra tổng hợp thì phải bao gồm tất cả các tuyến đường hộ trong khu điều tra; đối với điều tra riêng lẻ thì chỉ cần tiến hành đối với các tuyến đường có thể có liên hệ về kinh tế đối với đối tượng thiết kế). Nội dung điều tra gồm: vị trí tuyến; tình trạng kỹ thuật đối với từng đoạn (kích thước hình học, tình hình nền, mặt đường và công trình cầu, cống...); cấp hạng; tình hình giao thông hiện tại (mức độ bảo đảm giao thông, mức độ bảo đảm an toàn giao thông, lưu lượng, thành phần dòng xe, tốc độ xe chạy, giá thành vận doanh với cách làm được trình bày ở các chương, mục tiếp theo của cuốn sách này).

2.3. ĐỀ XUẤT HƯỚNG ĐƯỜNG THIẾT KẾ THEO KẾT QUẢ ĐIỀU TRA KINH TẾ VÀ XÁC ĐỊNH KHU VỰC HẤP DẪN TƯƠNG ỨNG

1. Đề xuất hướng đường thiết kế

Lượng vận chuyển và liên hệ vận chuyển xác định được theo kết quả điều tra kinh tế như ở mục 2.2 là các yêu cầu vận chuyển *trực tiếp* giữa các điểm kinh tế; nhưng thực tế lại không thể thiết kế đường hoặc mạng lưới đường nối *trực tiếp* tất cả các điểm kinh tế đó vì

nếu như vậy thì sẽ rất tốn kém; hơn nữa, đôi khi do điều kiện thiên nhiên ngăn trở không cho phép làm đường nối trực tiếp giữa một số điểm nào đó. Do vậy, sau khi có kết quả điều tra kinh tế thì cần *dự kiến được hướng đường thiết kế* (gồm hướng đường chính và các đường nhánh nối với các điểm kinh tế) kết hợp với mạng lưới giao thông vận tải sắt, thủy, bộ hiện có sao cho có khả năng đáp ứng được tất cả mọi quan hệ vận chuyển giữa các điểm kinh tế trong khu vực một cách thuận lợi và kinh tế nhất (*lập sơ đồ mạng lưới đường thiết kế*).

Tùy thuộc vào mạng lưới giao thông vận tải hiện có (bao gồm vận tải sắt, thủy, bộ, hàng không...), yêu cầu vận chuyển giữa các điểm kinh tế điều tra được không nhất thiết dồn cả vào tuyến đường ôtô dự kiến thiết kế mà có thể phân bổ ít hoặc nhiều cho các tuyến đường hiện có hoặc các hình thức vận tải khác (trước mắt cũng như trong tương lai). Tuy nhiên, sự phân bổ này lại cũng phụ thuộc vào bản thân hướng hoặc sơ đồ mạng lưới đường thiết kế dự kiến. Ví dụ, nếu hướng đường thiết kế dự kiến thuận lợi và có chi phí vận chuyển rẻ hơn thì khối lượng vận chuyển trong khu vực sẽ dồn vào đường mới sắp làm nhiều hơn và phân bổ cho các đường hiện có hoặc các hình thức vận tải khác ít hơn. Khu vực có các điểm kinh tế có các yêu cầu và liên hệ vận chuyển thông qua trên tuyến (hoặc mạng lưới) đường thiết kế chính là *khu vực hấp dẫn* của tuyến (hoặc mạng lưới) đường thiết kế; nói một cách khác, đó là khu vực mà tuyến đường phải đảm nhận toàn bộ khối lượng vận chuyển liên hệ giữa các điểm đối ứng trong suốt thời kỳ tính toán.

Như vậy, tương ứng với một hướng (hoặc một mạng lưới) đường thiết kế, sự phân bổ lượng vận chuyển có thể sẽ khác nhau và khu vực hấp dẫn của chúng cũng sẽ có thể khác nhau, tức là xuất phát từ kết quả điều tra kinh tế vẫn có thể hình thành các phương án bố trí chúng khác nhau. Từ các quan hệ vận chuyển trong khu vực hấp dẫn ta mới có thể xác định đúng các khối lượng vận chuyển yêu cầu mà các đoạn trên tuyến (hoặc mạng lưới) đường ôtô dự kiến thiết kế sẽ phải đảm nhận.

Việc đề xuất hướng đường thiết kế ở đây mới chỉ là *xác định được các điểm khống chế (điểm tựa) trên tuyến (hoặc mạng lưới) đường thiết kế*. Việc quyết định các điểm khống chế này là hết sức quan trọng và phải dựa trên sự phân tích toàn diện các yêu cầu về chính trị, quốc phòng, kinh tế, văn hóa, xã hội cũng như các điều kiện thiên nhiên về khả năng đặt tuyến đường trên thực địa. Thông thường, các điểm khống chế này là các trung tâm kinh tế, chính trị, hành chính, văn hóa và các đầu mối giao thông trong khu vực điều tra, đó cũng thường là những nơi tập trung khối lượng vận chuyển hàng hóa và hành khách từ các điểm kinh tế nhỏ khác. Về mặt địa hình, các điểm khống chế có thể là những đèo cao độc đạo, các vị trí qua sông lớn v.v...

Hướng đường thiết kế nên cố gắng chọn sao cho đáp ứng tốt nhất đối với mối liên hệ vận chuyển yêu cầu đã xác lập được qua điều tra, cụ thể là trước mắt và trong tương lai bảo đảm vận chuyển đầy đủ khối lượng hàng hóa và hành khách giữa các điểm đối ứng với tổng chi phí vận chuyển nhỏ nhất, thời gian vận chuyển ngắn nhất, đồng thời bảo đảm được chất lượng hàng hóa trong quá trình vận chuyển,

Để đạt được các yêu cầu này, người ta đã đi đến việc lập và giải quyết các bài toán chọn hướng đường thiết kế lý thuyết (đường dẫn hướng tuyến) trong một số trường hợp đã biết mối liên hệ vận chuyển yêu cầu giữa một số điểm kinh tế nhất định với mục tiêu tổng

chi phí vận chuyển hoặc thời gian vận chuyển giữa các điểm đó là nhỏ nhất (xem mục 2 của 6.1). Dĩ nhiên là trong bài toán không xét đến các điều kiện địa hình và điều kiện thiên nhiên khác ảnh hưởng đến việc quyết định hướng tuyến khống chế và lúc này các mối liên hệ hoàn toàn xét theo đường chim bay (vì thế gọi là hướng khống chế lý thuyết). Tuy nhiên, người ta sẽ đặt vấn đề cố gắng lợi dụng điều kiện địa hình như thế nào để quyết định hướng khống chế trên thực địa gần nhất với hướng lý thuyết. Tuyến đường thiết kế chắc chắn sẽ không thể nào đi qua tất cả mọi điểm kinh tế đối ứng, nhưng nó sẽ đi như thế nào để từ các điểm kinh tế có thể nối vào nó bằng các đường rẽ, đường nhánh, rồi thông qua nó thực hiện được tất cả mọi mối liên hệ vận chuyển một cách có lợi nhất.

Để có thể vận dụng được các bài toán chọn hướng lý thuyết (nói ở mục 6.1), cần phải nghiên cứu kỹ sơ đồ liên hệ vận chuyển lập được như ở mục 2.2 để lựa chọn, phân tích chúng thành từng nhóm điểm có quan hệ vận chuyển giống như điều kiện trong các bài toán đặt ra và hướng đường khống chế sẽ lần lượt được giải quyết với từng nhóm. Do đó, tùy thuộc việc phân nhóm điểm, lựa chọn nhóm điểm đầu tiên, sẽ có thể *hình thành các phương án hướng tuyến khác nhau*.

2. Xác định khu vực hấp dẫn của tuyến đường thiết kế và tính toán lượng vận chuyển từng đoạn đường phải đảm nhận

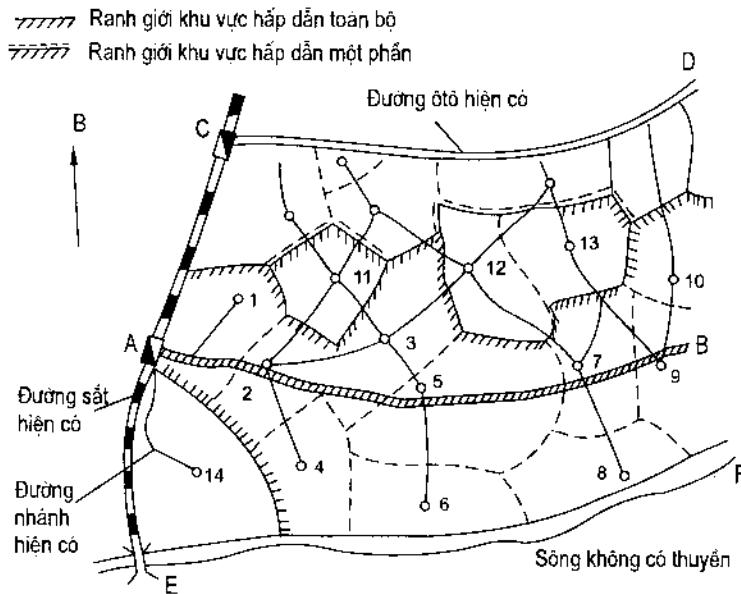
Như vậy, sau khi có vị trí tương đối của tuyến đường thiết kế (nối các điểm khống chế hoặc vạch các hướng khống chế trên bản đồ khu vực) trong mạng lưới giao thông hiện có, ta có thể xác định khu vực hấp dẫn bằng cách lần lượt phân tích từng mối liên hệ vận chuyển giữa từng cặp điểm đối ứng (dựa vào sơ đồ liên hệ vận chuyển nói ở mục 2.2) trong khu vực điều tra, tính toán xem mối liên hệ vận chuyển đó thực hiện bằng tuyến nào, phương thức nào là *thuận tiện và rẻ hơn cả* (chi phí vận tải ít nhất); nếu thực hiện thông qua tuyến đường thiết kế là thuận tiện và rẻ hơn thì các điểm đối ứng đó sẽ thuộc vào khu vực hấp dẫn. Ranh giới khu vực hấp dẫn sẽ là những nơi có thể thực hiện yêu cầu vận chuyển của nó bằng các đường khác nhau nhưng đều thuận tiện và rẻ như nhau. Đây chính là nguyên tắc để xác định khu vực hấp dẫn và nên chú ý rằng: thuận tiện và rẻ là có khác nhau; thuận tiện có thể bao gồm cả thói quen thích đi đường này, không thích đi đường khác, tiện lợi đối với loại hàng này mà không tiện lợi với loại hàng khác. Do vậy, Cục Đường bộ nước Cộng hòa Pháp thường dùng công thức tính toán *chi phí tổng quát* dưới đây để dự báo phân bổ vận tải:

$$C_i = M_i + h \cdot \theta_i + k \cdot E_i \quad (2.4)$$

trong đó: C_i – chi phí tổng quát đối với lộ trình i (*đồng*); M_i – chi phí vận chuyển theo lộ trình i (*đồng*); θ_i – thời gian để thực hiện vận chuyển theo lộ trình i ; E_i – một chỉ tiêu đánh giá định lượng về sự thuận tiện của lộ trình i ; h và k giá trị quy ra bằng tiền đối với thời gian vận chuyển và đối với mức thuận tiện;

Trên hình 2 – 2 là một ví dụ đơn giản xác định khu vực hấp dẫn của tuyến đường thiết kế A – B, trong đó các điểm kinh tế từ 1 ÷ 10 đều có liên hệ vận chuyển toàn bộ với tuyến A – B, các điểm 11 ÷ 13 phân bố một phần khối lượng vận chuyển cho A – B và một phần

cho đường hiện có C – D, còn điểm 14 không thuộc khu vực hấp dẫn của A – B vì trực tiếp chuyên chở đến A.



Hình 2 – 2. Xác định khu vực hấp dẫn của tuyến A – B
(khu vực điều tra bao gồm phạm vi từ đường hiện có CD đến sông EF).

Trong trường hợp tuyến đường thiết kế có hướng gần song song với đường sắt hoặc đường thủy thì sau khi làm đường các khối lượng vận chuyển ngắn trên đường sắt (đường thủy) sẽ chuyển sang đường ôtô vì chi phí vận chuyển sẽ giảm do khả năng vận chuyển được trực tiếp của ôtô giữa hai điểm đối ứng (giảm được chi phí vận chuyển ra, vào đường sắt, giảm được chi phí bốc dỡ thừa và giữ hàng lại ga nếu vận chuyển theo đường sắt), đồng thời cũng tạo thuận lợi cho vận tải đường sắt (tránh được bốc dỡ hàng lên tàu ở các ga lẻ, tiến tới bỏ bớt được ga lẻ không đỗ, do đó tăng được tốc độ). Hiện tượng này sẽ khiến cho khu vực hấp dẫn của tuyến đường thiết kế được mở rộng thêm.

Cự ly vận chuyển hợp lý về kinh tế để có thể dùng vận tải ôtô thay cho tàu hỏa được tính theo công thức:

$$L_{hl} = \frac{C_{ds} - C_{\delta} + C_{bd}(n_s - n_{\delta}) + C_r.l_r + C_v.l_v}{S_{\delta} - S_s} \quad (2.5)$$

trong đó: C_{ds} và C_{δ} – chi phí cho các khâu đầu và cuối khi vận chuyển hàng bằng đường sắt và bằng ôtô ($d/tấn$); C_{bd} – chi phí bốc dỡ ($d/tấn$); n_s và n_{δ} – số lần bốc dỡ hàng nếu vận chuyển bằng đường sắt và bằng đường ôtô; C_r và C_v – chi phí để vận chuyển hàng từ điểm kinh tế xuất phát ra ga đường sắt và vận chuyển hàng từ ga về điểm đối ứng (d/Tkm); l_r và l_v – cự ly vận chuyển ra ga và từ ga vào (km); S_{δ} và S_s – chi phí vận chuyển hàng bằng ôtô và bằng tàu hỏa (d/Tkm).

Chi phí cho khâu đầu và khâu cuối là các chi phí bảo quản, bao gói... trước và sau khi đưa lên phương tiện vận chuyển. Để xét tới tổn thất kinh tế do việc chuyên chở hàng bằng đường sắt chậm hơn đường ôtô, trong khi tính toán L_{bl} có thể cộng thêm vào tử số của công thức (2.5) một trị số ΔE ($d/tấn$), xác định như sau:

$$\Delta E = \frac{G(T_s - T_0)E_{tc}}{365} \quad (2.6)$$

trong đó: ΔE – tổn thất do chở hàng chậm ($d/tấn$); T_s và T_0 – thời gian giao được hàng đến đích nếu dùng đường sắt và nếu dùng ôtô (ngày); 365 – số ngày trong 1 năm; E_{tc} – hệ số hiệu quả kinh tế tiêu chuẩn ($0,10 \div 0,15$); G – giá bán 1 tấn hàng.

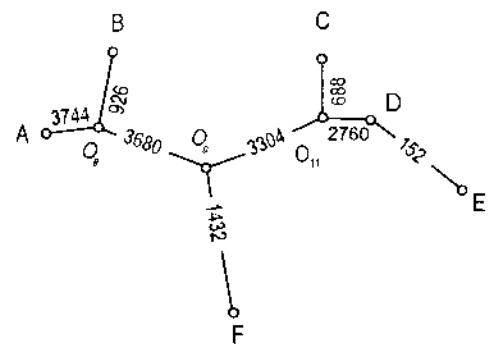
Đối với đường thủy cũng có thể tính toán tương tự.

Sau khi xác định được khu vực hấp dẫn, ta sẽ loại trừ các điểm kinh tế (đã điều tra) nằm ngoài khu vực hấp dẫn và điều chỉnh lại sơ đồ liên hệ vận chuyển (hàng hóa và hành khách) đã lập được như ở mục 2.2 cho phù hợp với các phân tích về khu vực hấp dẫn. Dựa vào sơ đồ liên hệ vận chuyển đã điều chỉnh này có thể xác định được lượng vận chuyển ($tấn$) hàng trong 1 năm theo cả hai chiều trên mỗi đoạn của tuyến đường thiết kế như sau:

– Trước hết cần lần lượt phân tích từng mối liên hệ vận chuyển giữa cặp điểm đối ứng xem nó sẽ được thực hiện thông qua tuyến đường thiết kế bằng cách nào? Phải qua các đường nhánh hoặc đường rẽ nào (thường các đường nhánh hay rẽ này là tương đối ngắn và nếu hiện chưa có thì việc xây dựng sau này cũng chưa phải là đổi tương nghiên cứu ngay trong khi thiết kế tuyến chính), hay là tập trung thông qua các điểm khống chế? Nếu phải qua các đường nhánh, đường rẽ thì vị trí và hướng nhánh, hướng rẽ có thể được xác định thông qua các bài toán chọn hướng lý thuyết với mục tiêu là hàng sẽ được vận chuyển theo đường ngắn nhất hoặc thời gian vận chuyển ngắn nhất (xem mục 2 của 6.1).

– Các điểm khống chế cùng với các điểm có đường nhánh, đường rẽ nhập vào sẽ phân chia tuyến đường thiết kế thành các đoạn, mỗi đoạn có thể có nhiều mối liên hệ vận chuyển thông qua. Cộng tất cả các khối lượng vận chuyển hàng hóa (hành khách) do các liên hệ vận chuyển đó sẽ xác định được lượng vận chuyển thông qua từng đoạn tuyến. Hình 2 – 3 là một ví dụ xác định lượng vận chuyển thông qua các đoạn của tuyến đường AE tương ứng với sơ đồ liên hệ vận chuyển ở hình 2 – 2.

Thông thường, khi lập dự án tiền khả thi và lập dự án khả thi, lượng vận chuyển trên từng đoạn tuyến thiết kế nên tăng thêm để xét đến hiện tượng sau khi làm đường mới tốt hơn sẽ thu hút thêm lượng hàng hóa cần vận chuyển, thúc đẩy thêm sự giao lưu giữa các điểm kinh tế, phát sinh thêm lượng vận chuyển. Lúc này



Hình 2-3. Xác định lượng vận chuyển trên các đoạn của tuyến AE (tương ứng với sơ đồ hình 2-2).

có thể xác định lượng vận chuyển tính toán Q giữa các đoạn của tuyến thiết kế theo công thức sau:

$$Q = Q_{dt} \cdot K_{hd} \cdot K_{ps} \text{ (tấn/năm)} \quad (2.7)$$

trong đó: Q_{dt} – lượng vận chuyển giữa các đoạn ở năm tương lai xác định theo kết quả điều tra kinh tế; K_{hd} – hệ số xét đến khả năng tăng thêm khu vực hấp dẫn sau khi làm đường mới; K_{ps} – hệ số xét đến khả năng phát sinh thêm các liên hệ vận chuyển sau khi làm đường mới có chất lượng tốt hơn đường hiện có.

Hai hệ số K_{hd} và K_{ps} phụ thuộc rất nhiều nhân tố và chỉ có thể xác định tùy theo điều kiện cụ thể của vùng thiết kế đường. Theo tổng kết của Viện Nghiên cứu đường bộ Liên Xô trước đây (dựa trên các kết quả quan trắc kiểm tra số liệu điều tra kinh tế trong nhiều năm trên mạng lưới đường sau khi xây dựng) có thể chọn K_{hd} và K_{ps} như sau:

$K_{hd} = 1,25$ trong vùng mật độ đường có mặt đường cứng đạt $0,2 \text{ km}/1\text{km}^2$;

$K_{hd} = 1,50$ trong vùng mật độ đường có mặt đường cứng đạt $0,2 + 0,05 \text{ km}/1\text{km}^2$;

$K_{hd} = 1,75$ trong vùng mật độ đường có mặt đường cứng đạt $< 0,05 \text{ km}/1\text{km}^2$ (tức là vùng có mạng lưới đường cấp thấp);

$K_{ps} = 1,20$ đối với trường hợp đường mới cải tạo nâng được tiêu chuẩn không quá 1 cấp so với đường hiện có;

$K_{ps} = 1,50$ đối với trường hợp đường mới hơn đường cũ 2 ÷ 3 cấp;

$K_{ps} = 1,50 \div 1,80$ đối với trường hợp đường làm theo hướng mới.

Từ lượng vận chuyển Q_i xác định được của mỗi đoạn i có thể tính ra công vận chuyển trên từng đoạn tuyến Z_i ($T\text{km}/năm$);

$$Z_i = Q_i \cdot l_i \quad (2.8)$$

trong đó: l_i – cự ly vận chuyển của đoạn i .

Công vận chuyển phải thực hiện trong cả khu vực hấp dẫn là:

$$\sum Z_i = \sum Q_i \cdot l_i$$

Cự ly vận chuyển trung bình 1 tấn hàng hóa trong khu vực sẽ là:

$$l_{tb} = \frac{\sum Q_i \cdot l_i}{\sum Q_i} \quad (2.9)$$

2.4. TÍNH TOÁN LUU LƯỢNG XE CHẠY XUẤT PHÁT TỪ LUU LƯỢNG VẬN CHUYỂN ĐIỀU TRA KINH TẾ

128.82

Lưu lượng xe chạy ngày đêm trung bình năm N (*xe/ngày đêm*) có thể được xác định chi tiết như sau:

$$N = N_{hh} + N_{ql} + N_c + N_b + N_{cd} \quad (xe/ngày đêm) \quad (2.10)$$

trong đó: N_{hh} – lưu lượng xe tải ngày đêm trung bình năm phục vụ vận chuyển khối lượng hàng hóa chính (xác định theo lượng vận chuyển hàng hóa); N_{ql} – lưu lượng xe tải ngày đêm trung bình năm cho vận chuyển các khối lượng khác phục vụ việc quản lý khai thác các cơ sở sản xuất và điểm dân cư (khối lượng này chưa kể đến trọng lượng vận chuyển xác định ở mục 2.3); N_c – lưu lượng xe con ngày đêm trung bình năm; N_b – lưu lượng các loại ôtô buýt ngày đêm trung bình năm; N_{cd} – lưu lượng các loại ôtô chuyên dụng ngày đêm trung bình năm (xe cẩu trực, xe bốc dỡ, xe có thiết bị khoan, xe sửa chữa...).

Trị số N_{hh} có thể xác định theo công thức sau:

$$N_{hh} = \frac{Q}{q_{tb} \cdot \gamma \cdot \beta \cdot T_{hd}} \quad (xe/ngày đêm) \quad (2.11)$$

trong đó:

Q là lượng vận chuyển hàng hóa của đoạn tuyến (*tấn/năm*) xác định như ở mục 2.3 (cộng cả 2 chiều đi và về trong năm);

q_{tb} là trọng tải trung bình của các ôtô tải tham gia vận chuyển, xác định theo công thức:

$$q_{tb} = q_1 \alpha_1 + q_2 \alpha_2 + \dots + q_n \alpha_n \quad (2.12)$$

q_1, q_2, \dots, q_n là trọng tải của các loại ôtô tham gia vận chuyển; $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ là tỷ lệ tương ứng của các loại ôtô đó trong thành phần các xe tải, chúng thường được dự báo tùy thuộc ý nghĩa, chức năng của tuyến đường, đặc điểm vận chuyển, thành phần hàng hóa, cự ly vận chuyển. Đối với tương lai trong vòng 20 năm, nếu không có số liệu, khi tính toán có thể lấy phỏng chừng tỷ lệ các loại xe tải như sau:

– Đối với đường địa phương có lưu lượng xe tính toán dưới 1000 *xe/ngày đêm*: xe tải nhẹ – trọng tải < 2 tấn chiếm 24 ~ 26%; xe tải vừa – trọng tải < 5 tấn chiếm 47 – 51%; xe tải nặng – trọng tải > 5 tấn chiếm 24 – 28%; (trong đó có 20% xe tải kéo mõóc);

– Đối với đường cấp I + III có lưu lượng xe tính toán > 1000 *xe/ngày đêm*: lấy xe tải nhẹ 20 ~ 25%; xe tải vừa 40 ~ 45%; xe tải nặng 20 ~ 25% tải trọng 8 tấn và 10 ~ 15% tải trọng 12 tấn.

T_{hd} là số ngày có thể hoạt động vận tải được trong một năm, được xác định tùy theo cấp hạng đường và khu vực khí hậu đường sá cũng như các điều kiện về chế độ thủy nhiệt và

loại mặt đường. Nếu đường cấp thấp, mặt đường quá độ, đường vùng núi về mùa mưa bị mưa lũ cản trở giao thông nhiều thì T_{hd} sẽ thấp. Trên thực tế, T_{hd} có thể xác định cụ thể tùy theo ý nghĩa của tuyến đường (đường toàn quốc, đường tỉnh lộ, đường địa phương) và khu vực khí hậu. Ngoài ra, khi tính T_{hd} cũng phải xem như trong những ngày nghỉ theo chế độ, các hoạt động vận tải cũng tạm ngừng.

γ là *hệ số lợi dụng trọng tải* khi vận chuyển, được xác định bằng tỷ số giữa khối lượng hàng do một ôtô chuyên chở với trọng tải tiêu chuẩn của ôtô. Hệ số lợi dụng trọng tải phụ thuộc loại hàng chuyên chở: với cát, đất $\gamma = 0,92 \div 1,00$; gỗ, bông $\gamma = 0,65 \div 0,75$; hòm, bao hàng $\gamma = 0,45 \div 0,55$. Hệ số lợi dụng trọng tải trung bình có thể xác định được bằng cách tính trung bình trọng số các hệ số lợi dụng trọng tải của các loại hàng khác nhau, tùy theo tỷ lệ của loại hàng đó trong tổng số khối lượng vận chuyển hàng hóa. Trong điều kiện trung bình có thể lấy $\gamma = 0,8 \div 0,9$.

β là *hệ số lợi dụng hành trình*, tức là tỷ số giữa chiều dài hành trình có chở hàng với chiều dài tổng hành trình của 1 ôtô, hoặc là tỷ số giữa số ôtô tải có chở hàng với tổng số ôtô tải không chở hàng cùng chạy qua một đoạn đường trong thời gian quan sát. Nếu cả hai chiều đi về ôtô đều chở hàng thì $\beta = 1,0$; còn nếu hàng chỉ có 1 chiều thì $\beta = 0,5$. Thường $\beta = 0,5 \div 0,9$ đối với các vận chuyển bên ngoài thành phố. Ngoài ra, hành trình vận chuyển càng dài thì hệ số β thường càng lớn hơn: vận tải có tính chất địa phương có thể lấy $\beta = 0,5 \div 0,65$; vận tải liên tỉnh $\beta = 0,5 \div 0,8$; vận tải quá cảnh $\beta = 0,5 \div 0,9$.

Nếu có thể tách riêng được lượng vận chuyển hành khách dùng ôtô buýt và dùng ôtô con thì lưu lượng xe chuyên chở hành khách có thể tính theo công thức:

$$N_k = \frac{Q_k}{q_k \cdot \gamma_k \cdot \beta_k \cdot T_{hd}} \text{ (xe/ngày đêm)} \quad (2.13)$$

trong đó: N_k – lưu lượng xe chở khách, nếu xe con thì là N_c và xe buýt thì là N_b ở trong (2.10); Q_k – lượng vận chuyển hành khách của đoạn tuyến, tính cả hai chiều đi và về trong năm (*lượt khách/năm*), q_k – số chỗ ngồi của 1 ôtô; γ_k – hệ số sử dụng chỗ ngồi; β_k – hệ số lợi dụng hành trình; T_{hd} – số ngày hoạt động chở khách trong một năm.

Chú ý rằng ôtô buýt có thể gồm các loại: nhỏ có 12 ~ 20 chỗ ngồi; vừa 21 ~ 40 chỗ ngồi; lớn 41 ~ 70 chỗ; đặc biệt: trên 71 chỗ. Để tính được N_k cần thông qua điều tra thực tế và dựa vào điều kiện trong nước và trong khu vực thiết kế để dự báo cơ cấu đoàn xe ôtô buýt trong tương lai.

Ngoài ra, lưu lượng xe con N_c và xe buýt N_b cũng có thể xác định thông qua các số liệu điều tra được ở các xí nghiệp vận tải khách, ở các xí nghiệp có ôtô chở cán bộ, công nhân đi làm hoặc xác định thông qua số liệu đêm được trên các đường hiện có trong khu vực lân cận tuyến đường thiết kế, sau đó dự báo (trên cơ sở phát triển kinh tế và văn hóa) lưu lượng các loại này trong tương lai.

Trong trường hợp không có được một loại số liệu nào thì có thể tham khảo cách xác định lưu lượng xe con và xe buýt theo một tỷ lệ so với tổng số lưu lượng các xe chở hàng khác:

$$N_c = c(N_{hh} + N_{ql} + N_{cd}); \quad (2.14)$$

$$N_b = d(N_{hh} + N_{ql} + N_{cd}) \quad (2.15)$$

các ký hiệu ở đây có ý nghĩa như trong công thức (2.10); còn c, d là các hệ số lấy như sau:

c = 1,25; d = 0,25 đối với vùng du lịch, an dưỡng, tham quan;

c = 0,8; d = 0,2 đối với vùng đông dân, sản xuất phát triển cao, khoảng cách giữa các điểm dân cư ≤ 10 km.

c = 0,6; d = 0,10 đối với vùng sản xuất phát triển trung bình, mật độ dân cư trung bình, khoảng cách giữa các điểm dân cư 10 ~ 25 km.

c = 0,25; d = 0,05 đối với vùng sản xuất kém phát triển, dân ít, khoảng cách giữa các điểm dân cư > 25 km.

Lưu lượng xe tải phục vụ quản lý khai thác N_{ql} và lưu lượng xe chuyên dụng N_{cd} cũng có thể xác định theo các công thức (có tính chất dự đoán):

$$N_{ql} = a \cdot N_{hh} \quad (2.16)$$

$$N_{cd} = b \cdot N_{hh} \quad (2.17)$$

trong đó các ký hiệu có ý nghĩa như ở (2.10); còn a và b là các hệ số được lấy như sau:

a = 0,35, b = 0,10 đối với vùng phát triển cao;

a = 0,25, b = 0,05 đối với vùng phát triển trung bình;

a = 0,15, b = 0,05 đối với vùng kém phát triển;

(ý nghĩa vùng phát triển cao, trung bình, kém cũng như các trường hợp xác định hệ số c và d ở trên).

Để chọn cấp hàng kỹ thuật đối với tuyến đường thiết kế hoặc để tính toán kiểm tra khả năng thông hành của đường, trị số lưu lượng xe tính toán còn phải quy đổi ra *lưu lượng xe con tính toán* (xem Tiêu chuẩn thiết kế đường ôtô TCVN 4054 – 98). Trung Quốc đề nghị hệ số quy đổi này lấy bằng tỷ số giữa các trị số B/V của các loại xe; trong đó B là bề rộng của xe và V là tốc độ trung bình của các loại xe.

2.5. ĐIỀU TRA GIAO THÔNG THEO PHƯƠNG PHÁP ĐẾM XE

1. Tổ chức việc thu thập các số liệu đếm xe đã có

Trong mọi trường hợp việc thu thập các số liệu đã có của các tổ chức quản lý khai thác đường về lưu lượng và thành phần dòng xe lưu thông trên các tuyến đường đang khai thác đều rất cần thiết để giúp ta đánh giá về mức độ tăng trưởng lượng giao thông hàng năm và sự phát triển của cơ cấu dòng xe trong khu vực lập dự án đường. Số liệu đếm xe tốt nhất có được trong 5 ÷ 10 năm; mỗi tháng đếm 2 ngày (cả năm 24 ngày) hoặc mỗi quý đếm 1 tuần.

Chuỗi số liệu này còn được dùng để đối chiếu kiểm tra, chính xác hóa các số liệu điều tra kinh tế và kiểm tra số liệu lưu lượng xe chạy xác định theo lượng vận chuyển có được từ kết quả điều kiện kinh tế. Chuỗi số liệu thu thập phải được đối chiếu với kết quả *tổ chức đếm xe kiểm tra* trong thời gian triển khai công tác khảo sát thiết kế lập dự án.

2. Tổ chức việc đếm xe

Đối với các dự án cải tạo, nâng cấp đường cũ thì *việc tổ chức đếm xe* (và trong một số trường hợp cả *việc tổ chức cân trực xe*) là bắt buộc và lúc đó có thể áp dụng các cách làm dưới đây.

a) *Bố trí trạm đếm xe; dùng người đếm theo phân loại xe; người có thể được trang bị thêm máy đếm*

Nên *bố trí chỗ đếm xe* tại các đoạn (mặt cắt) có dòng xe thông qua tương đối ổn định. Tại các nút giao nhau, phải chọn các mặt cắt bố trí đếm xe ở tất cả các nhánh đường ra vào nút (mặt cắt nên chọn gần tuyến dừng xe đối với các chỗ giao nhau trong đô thị). Nếu bố trí đếm xe để đánh giá tình hình phân bố xe trong toàn thành phố thì nên bố trí đếm tại tất cả các mặt cắt nằm giữa các chỗ giao nhau.

Lịch đếm xe cần được nghiên cứu kỹ để chọn được quãng thời gian (mùa, ngày, giờ) điển hình (và cả khi nhiều xe nhất). Đôi khi phải *tổ chức đếm sơ bộ* để quyết định lịch đếm xe. Thường người ta có thể bỏ qua lượng giao thông về ban đêm, nếu thông qua đếm sơ bộ thấy lượng giao thông này không vượt quá 10% lưu lượng tổng cộng.

Ở những tuyến đường quan trọng và các đô thị lớn nên có các trạm đếm cố định trong suốt một năm (mỗi quý đếm liên tục 1 tuần) kết hợp với cả việc cân xe.

b) *Dùng một xe chuyên dùng chạy trên đường để đếm xe*

Cho xe chuyên dùng chạy theo một hướng của đoạn đường cần đếm xe. Ở trong xe, người quan trắc đếm và ghi số xe đi ngược chiều với xe chuyên dùng (gọi số xe này là X_a), ghi số xe cùng chiều bị xe chuyên dùng vượt và số xe cùng chiều vượt xe chuyên dùng, đồng thời ghi thời gian hành trình tương ứng. Sau đó lại cho xe chuyên dùng chạy ngược lại và ghi đếm như trên tất cả khoảng 6 + 8 lần đi về (cùng trên một km đoạn đường dài).

Lưu lượng xe ôtô các loại theo một chiều (chiều cần đếm xe) của các đoạn đường quan trắc được ký hiệu là q_c và được xác định theo công thức sau:

$$q_c = \frac{X_a + Y_c}{t_a + t_c} \quad (2.18)$$

trong đó: X_a – số xe đi ngược chiều với xe chuyên dùng đếm được khi nó chạy ngược với chiều cần đếm xe (xe); Y_c – hiệu số giữa số xe vượt xe chuyên dùng và số xe bị xe chuyên dùng vượt khi nó chạy theo chiều cần đếm xe (xe); t_a – thời gian chạy xe của xe chuyên dùng khi nó thực hiện việc chạy – đếm xe theo chiều ngược với chiều cần đếm xe (phút); t_c – thời gian chạy xe của xe chuyên dùng khi nó thực hiện việc chạy – đếm xe theo chiều cần đếm xe (phút).

Chú ý là trị số Y_c có thể có dấu âm (-) và người đọc có thể hiểu kỹ hơn ý nghĩa của các trị số trên qua ví dụ sau.

Ví dụ. Trên một đoạn đường 5000m, cho xe chuyên dùng chạy đi và về tất cả 12 lần (6 lần đi, 6 lần về) và thu được số liệu đếm xe như ở Bảng 2 – 5.

Bảng 2 – 5

Thời gian chạy xe (phút)	Số xe đi ngược chiều với xe chuyên dùng X (xe) (lấy trung bình của 6 lần)	Hiệu số giữa số xe vượt xe chuyên dùng và số xe bị xe chuyên dùng vượt (xe) (lấy trung bình của 6 lần)
Trung bình của 6 lần chạy theo chiều đi: 4,6 phút	90,5	1,5
Trung bình của 6 lần chạy theo chiều về : 4,7 phút	85,0	- 1,0

Như vậy lưu lượng xe theo chiều đi q_{di} được xác định như sau:

$$q_{di} = \frac{X_a \text{ chiều về} + Y_c \text{ chiều đi}}{t_{di} + t_{về}} = \frac{85 + 1,5}{4,6 + 4,7} = 9,3 \text{ xe/phút}$$

tức là 558 xe/giờ.

$$q_{về} = \frac{X_a \text{ chiều đi} + Y_c \text{ chiều về}}{t_{về} + t_{di}} = \frac{90,5 - 1,0}{4,7 + 4,6} = 9,6 \text{ xe/phút}$$

tức là 577 xe/giờ.

Theo phương pháp này, từ số liệu đếm xe nói trên cũng có thể tính ra được thời gian hành trình trung bình t theo mỗi chiều của đoạn đường quan trắc (phút):

$$t = t_c - \frac{Y_c}{q_c} \quad (2.19)$$

và cũng xác định được tốc độ chạy xe trung bình theo mỗi chiều của đoạn đường quan trắc V_m (km/h)

$$V_m = \frac{l}{t} \cdot 60 \quad (2.20)$$

theo số liệu ở ví dụ nói trên thì

$$t_{\text{chiều đi}} = t_c \text{ chiều đi} - \frac{Y_c \text{ chiều đi}}{q_{\text{chiều đi}}} = 4,6 - \frac{1,5}{9,3} = 4,44 \text{ phút}$$

$$V_m^{\text{chiều đi}} = \frac{l}{t_{\text{chiều đi}}} \times 60 = \frac{5}{4,44} \times 60 = 67,6 \text{ km/h}$$

Phương pháp này chỉ sử dụng trên đoạn đường không có các nút giao nhau ở giữa, ít xe từ hai bên ra vào đường và dòng xe tương đối ổn định. Do vậy, không nên dùng với đường trong đô thị

c) Tổ chức đếm xe có kết hợp hỏi người lái xe (đếm – hỏi)

Cách này đặc biệt hay dùng khi thực hiện điều tra O.D (điều tra điểm xuất phát – điểm đến: Origination – Destination). Theo cách này tại chỗ đếm xe phải yêu cầu dừng xe ít phút. Hỏi người lái xe để nắm được về hành trình, tính chất vận chuyển (phục vụ địa phương hay quá cảnh), hướng vận chuyển (từ đâu đến, đi đâu), thành phần đoàn xe, loại hàng chuyên chở, số lượng hành khách đi trên xe, tình hình lợi dụng hành trình và lợi dụng trọng tải... Các số liệu nói trên là rất bổ ích để bổ sung những thông tin mà việc đếm xe không xác định được và cũng dùng để đối chứng kiểm tra kết quả điều tra kinh tế.

Nơi tổ chức đếm – hỏi nên bố trí tại các chỗ có thay đổi lượng giao thông trên đường đang khai thác, như các chỗ giao nhau, lối ra – vào thành phố hoặc gần cầu lớn... Nên tổ chức đếm – hỏi định kỳ và trong thời gian điều tra nên cố gắng thực hiện 2 lần, mỗi lần đếm – hỏi suốt ngày đêm với 3 kíp × 8 giờ, và nếu có thể thì nên làm vào các mùa khác nhau trong năm. Đếm – hỏi với tất cả các loại xe đi qua, trừ ôtô buýt, ôtô chuyên dùng (xe cứu hỏa, cấp cứu y tế, xe sửa chữa...) là những loại đã biết rõ hành trình (chỉ cần đếm, không cần hỏi). Kết quả được báo cáo riêng theo hai chiều đi và về qua điểm đếm – hỏi.

Cách đếm – hỏi thường dùng là hỏi miệng trực tiếp người lái xe theo các câu hỏi ghi sẵn trên phiếu. Để tránh ùn tắc xe, thời gian dừng xe để hỏi phải rút xuống ít nhất. Do vậy, việc đếm – hỏi phải được bố trí ở chỗ tiện lợi để có thể ghi ngay được một số thông tin khi xe sắp đến (như loại xe, số xe, kiểu xe...) nhằm giảm thời gian dừng xe, đồng thời phải tạo được thuận lợi cho việc dừng và sau đó chuyển bánh nhanh. Thường chỗ đếm – hỏi bố trí trên đoạn đường thẳng (mỗi phía 5km thẳng), không có độ dốc đáng kể, lề rộng, mặt đường tốt. Các câu hỏi cũng phải chuẩn bị kỹ để đối đáp thật vẫn tắt.

Tổ chức đếm – hỏi có thể dùng 5 người, nếu lượng giao thông trên đường dưới 1000 xe/ngày đêm theo cả hai hướng, trong đó 2 người đếm (mỗi người đếm một hướng) và 3 người hỏi; nếu lượng giao thông từ 2000 – 3000 xe/ngày đêm thì mỗi hướng cần 2 người đếm và 3 người hỏi (tất cả 10 người). Ngoài ra, nên kết hợp với các tổ chức kiểm tra quy tắc và an toàn giao thông.

Để giảm thời gian dừng xe, hiện có nước còn dùng các phương pháp:

- Phát trước “phiếu kiểm tra cho lái xe”: Xe muốn vào thành phố phải nộp phiếu đó ở trạm đếm hỏi, khi ra lấy lại;
- Phát “phiếu kiểm tra qua bưu điện”;
- Phương pháp “dùng điện thoại và máy đếm”
- Phương pháp phiếu trả lời viết: Lái xe điền vào phiếu trả lời khi hoàn thành một hành trình và gửi về trạm đếm – hỏi (chỉ dừng xe để lấy phiếu).

2.6. DỰ BÁO LƯỢNG GIAO THÔNG

Sau khi đã có số liệu đếm xe hoặc lượng vận chuyển ở năm xuất phát, việc *dự báo lượng giao thông tương lai* ở năm tính toán thường sẽ được thực hiện theo phương pháp ngoại suy đơn giản (xem mục 2.6) có phân tích, xét thêm lượng giao thông hấp dẫn và lượng giao thông phát sinh như đã nói ở điểm 4 mục 2.1. Việc ngoại suy đơn giản này có thể thực hiện với công thức dự báo theo dạng các hàm số toán học khác nhau.

1. Dự báo theo quy luật hàm số mũ

$$N_t = N_1 (1 + p)^{t-1} \quad (2.21)$$

trong đó: N_t – lưu lượng xe chạy ngày đêm trung bình năm (*xe/ngày đêm*) hoặc lượng vận chuyển năm (*T/năm*) ở năm t ; N_1 – lưu lượng (hoặc lượng vận chuyển) ở năm đầu tiên (năm xuất phát); t – thời gian (*năm*) kể từ năm đầu tiên ($t = 1$ tương ứng với N_1); p – tỷ lệ tăng trưởng lưu lượng xe hàng năm; khi xác định lượng giao thông tăng bình thường thì p được xác định theo chuỗi số liệu quan trắc (đếm xe hoặc thống kê lượng vận chuyển) thu thập được như nói ở trên.

Nếu tổ chức đếm kiểm tra thì tùy theo ngày đếm kiểm tra vào mùa nào trong năm, nên chú ý nhân thêm hệ số xét đến sự phân bố lượng vận chuyển không đồng đều trong năm. Nếu đếm kiểm tra chỉ tiến hành được 16 giờ ban ngày và tối thì theo kinh nghiệm lưu lượng xe đếm được nên tăng thêm $6 \div 10\%$ để kể đến số xe chạy về ban đêm; nếu chỉ đếm được 12 giờ ban ngày thì nên tăng thêm khoảng 20% (với ôtô).

Việc chọn tỷ lệ p áp dụng cho (2.21) sẽ ảnh hưởng quyết định đến kết quả dự báo (là hợp lý hay bi quan hoặc quá lạc quan). Kinh nghiệm ở nhiều nước cho hay: việc dùng một tỷ lệ tăng trưởng chậm dần (trong từng khoảng thời gian sẽ xem p là hằng số, nhưng các khoảng thời gian sau của phạm vi dự báo có thể dùng p nhỏ dần) là hợp lý, vì thực tế tỷ lệ tăng trưởng cao thường chỉ thấy ở một giai đoạn phát triển kinh tế nhất định và thường không thể duy trì được tốc độ tăng trưởng như vậy trong một thời kỳ quá dài. Ví dụ một số đường ở Trung Quốc, khi thiết kế đã chọn $p = 0,07$ với những năm từ năm 1990 trở về trước; 0,06 cho quãng thời gian từ năm 1990 đến 2000, và 0,05 cho thời kỳ sau năm 2000.

Khi phân tích chọn trị số p nếu *không có chuỗi số liệu cũ* thì người ta cũng có thể dự báo p theo tương quan giữa nó với các chỉ tiêu kinh tế vĩ mô như tỷ lệ tăng trưởng GDP (tổng sản phẩm quốc nội) hàng năm. Hoặc như ở Pháp, khi dự báo lượng giao thông đối với thành phần xe con tư nhân của vùng i thì tỷ lệ tăng trưởng p_i được dự báo tùy theo tỷ lệ tăng dân số hàng năm của vùng i ($I_{pi}\%$), tỷ lệ tăng hành trình chạy xe hàng năm của vùng i (I_{ri}) và tỷ lệ tăng số xe con trên 1000 dân (I_{mi}) của vùng i :

$$p_i = (1 + I_{pi}) (1 + I_{ri}) (1 + I_{mi}) \quad (2.22)$$

Cũng theo các tài liệu của Pháp thì đối với *vận chuyển hàng hóa*, tỷ lệ tăng trưởng p ở những nước chậm phát triển có thể bằng $1,5 \sim 2,0$ lần tỷ lệ tăng tổng thu nhập nội bộ trong

vùng (ví dụ tăng tổng thu nhập nội bộ một vùng là 4% thì tỷ lệ tăng trưởng lượng vận chuyển hàng có thể tới 6 ÷ 8%).

Nếu tuyến đường nối 2 vùng kinh tế có tỷ lệ tăng trưởng là p_i và p_j thì khi dự báo có thể sử dụng tỷ lệ tăng trưởng chung p_{ij} cho 2 vùng đó là:

$$p_{ij} = \sqrt{p_i \cdot p_j} \quad (2.23)$$

Việc áp dụng một tỷ lệ p không đổi chỉ có thể thích hợp với các trường hợp thời gian tính toán ngắn, khi mà trong thời gian đó mạng lưới đường hiện có cũng như chất lượng khai thác vận tải của nó hầu như không thay đổi, đồng thời khu vực hấp dẫn của đường cũng không đổi, trong đó các cơ sở sản xuất công nghiệp cũng có nhịp độ phát triển đều; ví dụ như trường hợp thiết kế cải tạo đường hiện có, thiết kế đường mới *trong khu vực mạng lưới đường hiện có có mật độ cao* (khiến cho đường thiết kế có chất lượng khai thác vận tải tương tự).

2. Dự báo theo quy luật hàm số tăng tuyến tính

$$N_t = N_1 [1 + p(t - 1)] \quad (2.24)$$

các ký hiệu đều có ý nghĩa như ở (2.21)

Quy luật này phù hợp với một sự tăng trưởng giao thông không nhiều trong vùng đang xét và có thể được dùng để dự báo sau một thời kỳ đã tăng theo hàm số mũ.

3. Dự báo theo quy luật cấp số tỷ lệ có nhịp độ tăng trưởng giảm dần

Cách này nhằm khắc phục các hạn chế nói ở trên của quy luật hàm số mũ và thường áp dụng khi thiết kế các tuyến đường có hướng hoàn toàn mới, hoặc có chất lượng khai thác cao hơn hẳn đường hiện có (thường ở những vùng mạng lưới đường chưa phát triển đáng kể)

$$N_t = N_0 [1 + 0,01 (k_1 \cdot t + k_2 \sum_{i=1}^t t^{-\frac{1}{3}})] \quad (2.25)$$

Ở đây N_0 là lưu lượng giao thông ở năm xuất phát; các ký hiệu khác cũng có ý nghĩa như ở (2.21).

k_1 và k_2 là các hệ số rút ra từ kết quả xử lý chuỗi số liệu đếm xe nhiều năm tùy theo trị số tỷ lệ tăng trưởng lưu lượng xe ban đầu p_0 . Theo kết quả nghiên cứu ở Liên Xô trước đây nên chọn k_1 , k_2 tùy theo p_0 như sau:

Trị số p_0 (%)	10	12	14	16	18	20
Hệ số k_1	3,7	3,1	2,5	1,9	1,3	0,7
Hệ số k_2	6,3	8,9	11,5	14,1	16,7	19,3

Trị số p_0 sẽ chọn khác nhau (do đó k_1 và k_2 cũng sẽ khác nhau) đối với các trường hợp thiết kế đường khác nhau:

$p_0 = 10 - 12\%$ đối với trường hợp thiết kế đường trong các vùng mật độ mặt đường cứng hiện có đạt $0,2 \text{ km}/\text{km}^2$ và đối với trường hợp thiết kế nâng cấp cải tạo đường cũ đã có mặt đường cứng và có lưu lượng xe khá lớn (tức là với vùng vận tải ôtô phát triển cao);

$p_0 = 18 - 20\%$ đối với trường hợp quy hoạch và thiết kế đường ở các vùng hiện chỉ có đường đất, đường cấp thấp, lưu lượng xe hiện tại nhỏ, mật độ đường có mặt đường cứng chỉ đạt $< 0,05 \text{ km}/\text{km}^2$ (tức là vùng vận tải ôtô kém phát triển);

$p_0 = 14 - 16\%$ đối với các trường hợp nằm giữa hai trường hợp trên.

4. Tìm lưu lượng xe giờ tính toán

Từ trị số lưu lượng xe chạy ngày đêm trung bình năm có thể suy ra trị số *lưu lượng xe giờ tính toán* N_g theo quan hệ:

$$N_g = 0,1 \cdot N(\text{xe/giờ}) \quad (2.26)$$

N – lưu lượng xe ngày đêm trung bình năm;

Công thức (2.26) có nghĩa là sẽ xem như lưu lượng xe N chỉ tập trung chạy trong 10 giờ/1 ngày đêm (tập trung chạy vào ban ngày). Ở một số nước phát triển có quan trắc lưu lượng xe hàng giờ trong một ngày đêm thì đề nghị chọn lưu lượng giờ có số giờ xuất hiện lưu lượng xe lớn hơn hoặc bằng nó là 30 giờ trong một năm làm lưu lượng xe giờ tính toán [trị số lưu lượng giờ cao điểm này có thể gấp vài lần trị số lưu lượng giờ trung bình trong thời gian ban ngày như tính theo (2.26)].

Khi tính toán lưu lượng xe chạy đối với thời kỳ lượng vận chuyển lớn nhất thì vẫn dùng các công thức tính lưu lượng xe chạy ngày đêm trung bình năm nói trên nhưng nhân thêm *hệ số xét đến sự vận chuyển không đều theo mùa* trong năm η :

$$\eta = \frac{12Q_{th}}{Q_n} \quad (2.27)$$

trong đó: Q_{th} – lượng vận chuyển tháng lớn nhất trong năm; Q_n – lượng vận chuyển trong cả năm.

Có thể đổi với mỗi nhóm hàng khác nhau (đối với các ngành kinh tế khác nhau) hệ số η cũng khác nhau. Do đó khi tính toán thường dùng hệ số η trung bình trọng số theo tỷ lệ có mặt của các nhóm hàng cần chuyên chở.

Khi tính toán cấu tạo mặt đường thì xác định hệ số η tương ứng với Q_{th} ở thời kỳ bất lợi nhất đối với nền mặt đường (có thể thời kỳ này không trùng với thời kỳ có lượng vận chuyển lớn nhất).

Hệ số vận chuyển không đều trong 1 ngày đêm được xác định bằng cách đếm xe hàng giờ trên các đường hiện có và phải đếm liên tục ít nhất 7 ngày đêm.

2.7. ĐIỀU TRA THỜI GIAN VÀ TỐC ĐỘ CHẠY XE

Việc điều tra hai yếu tố này thường gắn liền với nhau và đôi khi gắn liền cả với việc điều tra lưu lượng xe như theo phương pháp ở các công thức (2.18), (2.19), (2.20).

Tốc độ chạy xe cần được điều tra thường gồm có *tốc độ tại chỗ*, *tốc độ hành trình không kể đến các trễ ngoại phải dừng xe* và *tốc độ hành trình có xét đến các trễ ngoại phải dừng xe*.

1. Tốc độ tại chỗ hay tốc độ điểm

Đó là tốc độ chạy xe đo được tức thời trên một đoạn đường ngắn $s = 15 - 20m$ tương ứng với khoảng thời gian xe chạy qua không dưới $1,5 \sim 2,0$ sec (s ngắn quá thì sẽ không kịp đọc số, không kịp đo tốc độ). Điều tra tốc độ điểm nhằm các mục đích sau:

- Phục vụ cho việc thiết kế khống chế giao thông;
- Phân tích tai nạn giao thông và đề xuất các giải pháp bảo đảm an toàn giao thông (hạn chế tốc độ, bố trí báo hiệu...);
- Nghiên cứu quy luật phân bố tốc độ và xu thế phát triển tốc độ của dòng xe tại các vị trí cụ thể trên đường.

Phương pháp điều tra tốc độ điểm là dùng *đồng hồ bấm giây* để đo được thời gian t mỗi xe chạy qua đoạn đường s nói trên. Ngoài ra cũng có thể dùng dây do kiểu cảm ứng điện, kiểu vòng điện từ... chôn dưới đất (giống như thiết bị đếm xe) nhưng chôn cách nhau 5m theo chiều xe chạy để phát 2 tín hiệu mỗi lần 1 xe chạy qua và tự động ghi được thời gian giữa 2 lần phát tín hiệu đó. Hoặc có thể dùng thiết bị ra đa đo tốc độ (cảnh sát giao thông thường dùng) đặt trên xe chuyên dùng hay đặt cạnh đường để đo tốc độ tức thời của xe chạy. (Tuy nhiên, dùng radar chỉ đo được tốc độ khi đường vắng xe và không đo chính xác được tốc độ xe chạy chậm).

Đồng thời với việc đo tốc độ cần phải miêu tả rõ điều kiện đường và dòng xe tương ứng. Thường nên đo tương ứng với các trạng thái giao thông và điều kiện đường điển hình. Chọn các mẫu đo phải độc lập; nếu dòng xe nhiều thành phần thì cần chọn mẫu đo theo tỷ lệ các loại xe; nếu dòng xe khá đồng nhất thì nên chọn đo tốc độ xe dẫn đầu.

Để bảo đảm kết quả đo đủ tin cậy, số lượng mẫu đo nên được xác định theo lý thuyết xác suất:

$$N = \left(\frac{S \cdot t_0}{E} \right)^2 \quad (2.28)$$

trong đó: N – số mẫu đo tối thiểu; S – sai số (độ lệch) tiêu chuẩn của số mẫu đưa vào tính toán; E – mức chính xác yêu cầu về tốc độ (tức là sai số cho phép đối với trị số tốc độ đo); t_0 – xác định được từ bảng tích phân xác suất, tùy thuộc độ tin cậy P; thông thường chọn $P = 90 \sim 95\%$ tức là $t_0 = 1,64$ (ứng với $P = 90\%$) và $t_0 = 1,96$ (ứng với $P = 95\%$);

Theo "Sổ tay điều tra công trình giao thông" của Mỹ (Manual of Traffic Engineering Studies) thì khi chưa có các số liệu phân tích tốc độ, có thể chọn S như ở Bảng 2 – 6 dưới đây để ước tính số mẫu đo cần thiết.

Bảng 2-6

Trị số sai số tiêu chuẩn áp dụng cho công thức (2.26)

Khu vực giao thông	Số làn xe trên phần xe chạy	Sai số tiêu chuẩn (km/h) trung bình
Ngoại ô	Hai làn xe	8,5
	Bốn làn xe	6,8
Gần ngoại ô	Hai làn xe	8,5
	Bốn làn xe	8,5
Nội thành	Hai làn xe	7,7
	Bốn làn xe	7,9

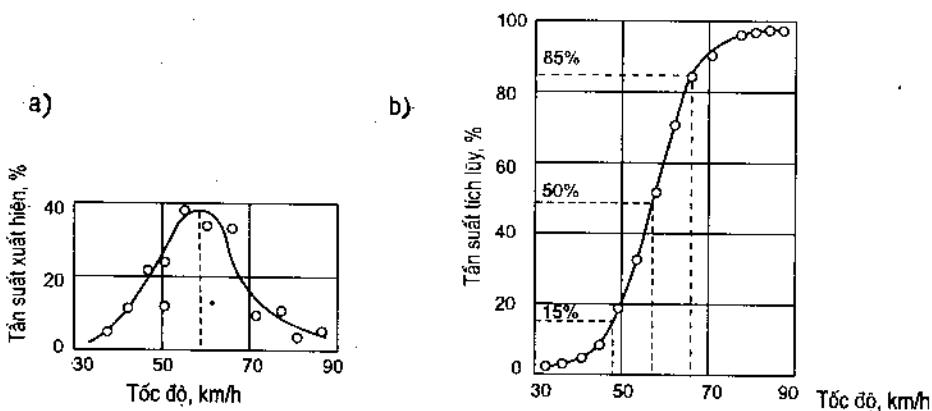
Như vậy có thể lấy $S = 8 \text{ km/h}$ cho mọi trường hợp và có thể lấy E trong khoảng từ $\pm 8 \text{ km/h}$ đến $\pm 1,5 \text{ km/h}$ (tốc độ trong thành phố thường thấp nên khi đo trong thành phố có thể chọn $E = \pm 1,5 \text{ km/h}$).

Theo nghiên cứu ở Liên Xô trước đây, theo lưu lượng xe giờ tăng lên (tức là tốc độ chạy xe giảm đi) thì số mẫu đo cần thiết như ở bảng sau

Số liệu đo tốc độ xe chạy thực tế cần thiết

Lưu lượng (xe/giờ)	50	100	200	300	500	600
Số mẫu đo cần thiết	150	100	80	60	50	$30 \div 40$

Các số liệu đo tốc độ phải được xếp sắp từ nhỏ đến lớn, phân khoảng (ít nhất là 5 khoảng và nên từ 8 ~ 12 khoảng), tính toán trị số trung bình của các khoảng, tính toán tần suất xuất hiện và tần suất tích lũy các khoảng để vẽ thành đường cong tần suất như ở hình 2 – 4



Hình 2-4. Xử lý số liệu đo tốc độ xe chạy thực tế
a) Đường cong tần suất xuất hiện ; b) Đường cong tần suất tích lũy

2. Tốc độ hành trình

Tốc độ hành trình là thương số của chiều dài chạy xe và thời gian hành trình. Thời gian hành trình có thể bao gồm hoặc không bao gồm thời gian dừng xe do các trạm ngay dọc đường. Như vậy, điều tra tốc độ hành trình trên một tuyến đường từ A đến B đã biết chiều dài, thực chất là điều tra thời gian chạy xe và thời gian dừng xe khi xe đi từ A đến B.

Điều tra tốc độ hành trình là để:

- Đánh giá hiện trạng giao thông, mức độ phục vụ, mức độ đáp ứng yêu cầu của đường hiện có, xem xét sự cần thiết phải đầu tư nâng cấp, cải tạo;
- Làm căn cứ phân bố giao thông trong khi xem xét quy hoạch lưới đường và làm căn cứ đánh giá chi phí vận doanh trên mạng lưới đường;
- Phục vụ dự án tổ chức giao thông (phối hợp đèn điều khiển giao thông);
- Đánh giá, so sánh hiệu quả dự án (so sánh tốc độ trước và sau khi thực hiện dự án);
- Phân tích quan hệ giữa lưu lượng, tốc độ, mật độ của dòng xe.

Điều tra tốc độ hành trình có thể dùng các phương pháp sau:

a) Theo dõi biển số xe

Trên đoạn đường A – B đã biết chiều dài L (km) bố trí các tổ quan trắc tại A (điểm đầu) và B (điểm cuối) để ghi biển số xe, loại xe và thời điểm xe đó đi qua A và B rồi từ đó tính ra thời gian mỗi loại xe đi từ A đến B.

Phương pháp này chỉ nên dùng với các hành trình dưới 2 giờ và chỉ có thể xác định được tốc độ hành trình có xét đến thời gian dừng xe; đối với các đoạn đường có nhiều nút giao nhau thì ít thích hợp.

b) Dùng xe chuyên dùng chạy bám đuôi dòng xe trên đoạn đường quan trắc

Nhân viên quan trắc đi trên xe cầm sẵn sơ đồ chi tiết của đoạn đường (ghi rõ khoảng cách giữa các nút giao; đặc trưng và chiều dài các đoạn có bề rộng hoặc kết cấu mặt đường thay đổi...) dùng đồng hồ bấm giờ ghi rõ thời gian đến các điểm trên sơ đồ, thời gian dừng xe và lý do dừng xe. Có thể một người theo dõi đồng hồ đọc cho người kia ghi vào các sơ đồ.

Phương pháp này thích hợp với các đoạn đường đông xe, có nhiều nút giao nhau ở đô thị. Thường chạy xe 6 – 8 lần để lấy trị số trung bình. Tuy nhiên phương pháp này ít thích hợp với các đoạn đường vắng xe vì lúc đó xe chạy thử chịu ảnh hưởng của tính năng xe và tập quán riêng của lái xe (không chạy bám đuôi được).

Để thay thế việc các nhân viên phải theo dõi đồng hồ bấm giờ và ghi chép trên xe, hiện các nước đang chế tạo thiết bị đo tốc độ tự động ghi cự ly chạy xe, thời gian chạy xe, thời gian dừng xe và tự động tính ra tốc độ hành trình. Thiết bị này được đặt trên một khung xe 5 bánh và được kéo theo xe chuyên dùng chạy thử nói trên. Tốc độ quay của 5 bánh xe được ghi lại bằng các thiết bị quang điện để suy ra các thông số được tự động ghi lại như đã nói.

Theo phương pháp này phải dựa vào sơ đồ đoạn đường để phân đoạn xử lý số liệu.

c) *Phương pháp đếm xe ngược chiều*

Phương pháp này đã trình bày ở mục 2.6 (xem công thức (2.19) và (2.20)).

Tốc độ hành trình có thể được xử lý theo từng đoạn đường và cả theo từng thời đoạn khác nhau trong ngày (ví dụ vào các giờ cao điểm, vào các giờ khác, vào ban đêm...). Trên mạng lưới đường có thể thể hiện sự phân bố tốc độ trên từng đoạn và với mạng lưới đường phố có thể vẽ các đường đẳng thời kể từ trung tâm (đi từ trung tâm hết 5 phút, 10 phút, 20 phút...).

CHƯƠNG 3

**CÔNG TÁC KHẢO SÁT THIẾT KẾ PHỤC VỤ CHO VIỆC
LẬP DỰ ÁN TIỀN KHẢ THI VÀ LẬP DỰ ÁN KHẢ THI
ĐƯỜNG ÔTÔ**

**3.1. TRÌNH TỰ VÀ CÁC YÊU CẦU ĐỐI VỚI CÔNG TÁC KSTK
LẬP BCNCTKT VÀ LẬP BCNCKT**

1. Mục đích và nhiệm vụ công tác KSTK

Như đã trình bày ở mục 1.2, mục đích và nhiệm vụ KSTK ở 2 giai đoạn này về cơ bản là như nhau nhưng mức độ yêu cầu đối với việc khảo sát, điều tra thu thập các số liệu về kinh tế, xã hội, về điều kiện tự nhiên (địa hình, địa chất, thủy văn, vật liệu xây dựng, môi trường...) có khác nhau. Trong giai đoạn lập BCNCTKT công tác khảo sát chủ yếu là thu thập các số liệu nói trên *đã sẵn có* và thông qua bước *thị sát* để vừa bổ sung số liệu vừa giải quyết các vấn đề nội dung thiết kế (xem mục 1.2 và 1.3). Còn trong giai đoạn lập BCNCKT, ngoài việc thu thập tài liệu *sẵn có* còn phải tiến hành các công tác điều tra giao thông như đề cập ở Chương 2, công tác *thăm dò và định tuyến* trên thực địa đối với các phương án tuyến, các công tác *điều tra địa chất, thủy văn, môi trường, vật liệu xây dựng* trên thực địa dọc theo các phương án tuyến, sau đó phải tiến hành *thiết kế sơ bộ* tất cả các hạng mục của công trình đường (tuyến, nền, mặt, công trình thoát nước và các công trình khác) để từ đó tính toán được *tổng mức đầu tư* tương đối chính xác đối với từng phương án, rồi *lựa chọn phương án* và phân tích hiệu quả đầu tư đối với phương án chọn được một cách tương đối khách quan.

Dưới đây tóm tắt trình tự tiến hành và các yêu cầu cụ thể đối với mỗi trình tự công tác ở giai đoạn KSTK lập BCNCTKT và giai đoạn KSTK lập BCNCKT (Bảng 3 – 1).

Trong Bảng 3 – 1, các trình tự từ 1 đến 8 là thuộc công tác nghiên cứu trong phòng ở bước chuẩn bị, trình tự 9, 10, 11 là thuộc bước triển khai nghiên cứu ở thực địa; các trình tự còn lại thuộc bước nghiên cứu thiết kế. Một số trình tự quan trọng cần đi sâu thêm sẽ được trình bày kỹ ở mục 3.2.

Bảng 3-I

**Trình tự và các yêu cầu khác nhau đối với các công việc phải thực hiện khi tiến hành KSTK
phục vụ lập BCNCTKT và lập BCNCKT**

Nội dung công việc KSTK	Yêu cầu và cách thực hiện	
	Giai đoạn lập BCNCTKT	Giai đoạn lập BCNCKT
1. Thu thập bản đồ địa hình và bản đồ hành chính	1: 25000 ± 1: 50000 (tỷ lệ lớn, càng tốt)	1: 25000 ± 1: 50000 1: 10000
2. Điều tra giao thông	Thu thập ở các cơ quan quản lý kế hoạch các số liệu sẵn có	Thực hiện như ở Chương 2 + thu thập số liệu sẵn có
3. Điều tra kinh tế – xã hội các vùng tuyến đường có khả năng đi qua (đất đai, dân số, tổng sản phẩm nội địa GDP và mức tăng GDP, cơ cấu kinh tế, giá trị xuất nhập khẩu, quy hoạch phát triển kinh tế – xã hội...);	Thu thập ở các cơ quan kinh tế và kế hoạch	Như ở giai đoạn lập BCNCTKT
4. Thu thập các tài liệu về quy hoạch vùng lõi, quy hoạch đô thị, quy hoạch mạng lưới giao thông, các vùng cấm, vùng tránh...	Thu thập ở các cơ quan hữu quan	Thu thập ở các cơ quan hữu quan
5. Thu thập các định mức, đơn giá, các số liệu để xác định chi phí xây dựng, sửa chữa, duy tu, bảo dưỡng đường, để xác định chi phí vận chuyển, tổn thất về thời gian và tai nạn (kể cả số liệu tai nạn trên đường cũ nếu có)	–nt–	–nt–
6. Các số liệu điều tra địa lý tự nhiên trong khu vực sẵn có (địa mạo, địa hình, địa chất, khí hậu, thủy văn v.v...)	Nghiên cứu trên các bản đồ và thu thập ở các cơ quan hữu quan	Nghiên cứu trên các bản đồ và thu thập ở các cơ quan hữu quan
7. Dựa vào các số liệu thu thập được ở các mục 1, 2, 3, 4, 6, đặc biệt là dựa vào lượng giao thông và địa hình để đề xuất quy mô, cấp hạng, các tiêu chuẩn chủ yếu của tuyến đường thiết kế (có thể có phương án về quy mô cấp hạng và cả phương án phân kỳ đầu tư)	Tư vấn lập dự án nghiên cứu đề xuất	Tư vấn lập dự án nghiên cứu đề xuất
8. Nghiên cứu trên bản đồ, địa hình xác định các điểm khống chế, các điểm tựa và từ đó vạch các phương án tuyến giữa các điểm đó	<ul style="list-style-type: none"> - Thực hiện trên bình đồ 1: 50000 ± 1: 25000. - Đánh số km và phân thành các đoạn đồng nhất về địa hình trên từng phương án tuyến. - Chọn vị trí cầu lớn và ước tính khẩu độ cầu. - Đánh giá tổng quát ưu, khuyết điểm từng phương án. - Vạch tuyến phải phù hợp địa hình và cảnh quan, môi trường (xem Chương 6) 	<ul style="list-style-type: none"> - Thực hiện như yêu cầu đối với giai đoạn lập BCNCTKT. - Tiếp tục nghiên cứu từng đoạn trên bản đồ 1: 10000; xác định các đoạn đặc cần triển tuyến; các đoạn phải xử lý đặc biệt (qua vùng đất yếu, vùng sụt lở...); các nút giao nhau, đoạn vòng tránh đô thị.

Bảng 3-1 (tiếp theo)

9. Thăm dò và định tuyến trên thực địa	<ul style="list-style-type: none"> - Bằng thị sát với các nội dung, yêu cầu như ở mục 1.4 (nội dung báo cáo thí sát); - Nếu vạch tuyến trên bản đồ 1: 10000 thì không cần thực hiện bất kỳ việc đo đạc thực địa nào; - Nếu không có bản đồ 1: 10000 thì dùng dụng cụ thô sơ (xem mục 3.2) đo đạc (do cao, do dài, do góc, do mặt cắt) các đoạn vượt đèo dốc, do mặt cắt điển hình và do dài đối với các phân đoạn đồng nhất đã chia; lập bình đồ (phác họa) tỷ lệ 1: 5000 bằng dụng cụ thô sơ; lên trắc dọc 1: 5000 + 1: 10000 và lên trắc ngang dài diện mỗi đoạn tỷ lệ 1: 500; - Không lưu giữ cọc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Thị sát với các nội dung ở mục 1.4 với tất cả các phương án đã vạch; phát hiện thêm phương án, loại bỏ các phương án tuyến không hợp lý sau thị sát; - Định tuyến trên thực địa đối với tất cả các phương án còn lại bằng các máy đo đạc chính xác (xem mục 3.2); - Lấy tuyến làm đường sườn do đạc để lập bình đồ và trắc dọc tỷ lệ 1: 2000 + 1 : 5000 và các trắc ngang tỷ lệ 1:200 + 1 : 500 (xem mục 3.2); - Phát tuyến, cuốc đường, rải mốc cao độ, cắm cọc định vĩnh cửu; - Đối với các tuyến quan trọng phải bố trí lưới không chẽ mặt bằng và độ cao theo hệ thống quốc gia (xem mục 3.2)
10. Khảo sát địa chất công trình và vật liệu xây dựng dọc tuyến	<ul style="list-style-type: none"> - Quan sát bằng mắt trong quá trình thị sát; - Không tiến hành bất kỳ khai lượng thăm dò thực địa nào; - Xác định vị trí mỏ VLXD, trữ lượng, chất lượng qua quan sát khi thị sát. 	<ul style="list-style-type: none"> - Đo vẽ mặt cắt địa chất dọc tuyến tỷ lệ 1: 2000 + 1: 10000 đối với mọi phương án tuyến trên cơ sở thăm dò sâu 5 – 7m (khoan, đào hố, xuyên, quan sát vết lõi.. cứ 1km 1 điểm thăm dò (chỗ địa chất xấu 2 – 4 vị trí/km). - Cầu nhỏ: 2 lỗ khoan sâu 15 – 20m; - Cầu trung và cầu lớn: 3 lỗ khoan kết hợp xuyên SPT sâu 20 – 50m vào tầng chịu lực 3 – 5m; - Khoan lấy mẫu để vẽ thí nghiệm xác định các chỉ tiêu cơ lý; - VLXD: như giai đoạn lập BCNCTKT nhưng mỗi mỏ lấy 1 mẫu ; - Gặp vùng đất yếu phải khoanh được vùng có đất yếu và xác định được các chỉ tiêu cơ lý tiêu biểu của đất yếu bằng cách khoan cắt cành, xuyên dọc tuyến với khoảng cách 250 – 500 m/l chỗ.

Bảng 3-1 (tiếp theo)

11. Khảo sát thủy văn	<ul style="list-style-type: none"> - Bằng thí sát xác định lại các thông tin về mức nước ngập lụt các vùng dọc tuyến; chế độ dòng chảy các sông, suối dọc tuyến; - Tìm hiểu ở các cơ quan địa phương về yêu cầu của thủy lợi, của giao thông thủy nếu làm đường; quy hoạch đê đập, thủy điện; - Vạch trên bản đồ đã có các vùng ngập, các lưu vực tọa nước; đánh dấu vị trí các cầu, cống; - Xác định các yếu tố tính toán thủy văn trên bản đồ (không yêu cầu đo đạc trên thực địa). Thường dùng bản đồ 1: 25000, 1: 50000 hoặc 1: 100000. 	<p>Các nội dung như ở giai đoạn lập BCNCKT nhưng:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Phải điều tra thực địa mức nước vùng ngập, năm và số ngày xuất hiện (bình quân 1 km điều tra 1 vị trí), phải đo mức nước bằng máy đo đạc; - Quan sát thực địa đặc trưng địa mạo dòng suối và bờ mặt lưu vực đối với mỗi nơi tọa nước; - Đo vẽ mặt cắt ngang các sông suối tỷ lệ 1:100 ~ 1: 200 và điều tra các yếu tố hình thái (mức nước lũ cao nhất, nhì, ba và năm xuất hiện; chế độ chảy; mức nước dâng nếu có; tình hình xói, bồi,...) kể cả các kênh, mương nhân tạo; - Không cần lập bình đồ địa hình khu vực công trình thoát nước nếu không có yêu cầu đặc biệt.
12. Đánh giá tác động môi trường về kinh tế – xã hội – nhân văn; về môi trường thiên nhiên và hệ sinh thái	<p><i>Phân tích đại cương về môi trường</i> (xem Chương 6): chỉ yêu cầu nhận biết, sàng lọc và đánh giá các yếu tố môi trường có thể chịu tác động lớn khi thực hiện dự án đường thông qua ma trận xác định các ảnh hưởng môi trường trong phạm vi hành lang tuyến đường.</p>	<p><i>Đánh giá sơ bộ tác động môi trường</i> (xem Chương 6) nội dung và yêu cầu như với giai đoạn lập BCTKT nhưng được thực hiện với tất cả các phương án tuyến và có phân tích, so sánh tác động để kiến nghị lựa chọn phương án tuyến trên quan điểm đánh giá tác động môi trường.</p>
13. Thiết kế sơ bộ, đề xuất các phương án và chọn giải pháp thiết kế đối với các hạng mục công trình và tính toán khối lượng công trình (nền, mặt đường, công trình thoát nước và các trang thiết bị phòng hộ, báo hiệu dọc tuyến)	<ul style="list-style-type: none"> - Dựa vào kinh nghiệm (chưa đi sâu vào tính toán) trên cơ sở thí sát (phân đoạn đồng nhất theo địa hình và phân loại công trình); - Khảo độ công trình được ước lượng theo mức nước quan sát; - Chưa cần vẽ các bản vẽ công trình 	<ul style="list-style-type: none"> - Dựa vào bình đồ trắc dọc đã lập đối với mỗi phương án tuyến; tính toán sơ bộ, áp dụng các thiết kế điển hình về nền, mặt đường và công trình thoát nước (chưa vẽ chi tiết từng công trình, chỉ vẽ các bản vẽ điển hình ; chú trọng chọn giải pháp); - Có tính toán thiết kế sơ bộ so sánh chọn giải pháp đối với nền đường các đoạn đặc biệt (trên nền đất yếu, qua vùng trượt lở) và các cầu trung, cầu lớn ; - Có đề xuất các phương án thiết kế khác nhau đối với mỗi công trình.

Bảng 3-1 (tiếp theo)

14. Xác định tổng mức đầu tư	Dựa trên khối lượng ước tính, đơn giá xây dựng tại địa phương và các quy định hữu quan.	Dựa trên khối lượng thiết kế sơ bộ, đơn giá xây dựng tại địa phương và các quy định hữu quan.
15. Đề xuất các giải pháp về tổ chức thi công khi triển khai dự án	<ul style="list-style-type: none"> - Nêu rõ khối lượng thi công, khối lượng nguyên vật liệu cần thiết; - Các giải pháp thi công chủ yếu, các trang thiết bị cần thiết, nhu cầu nhân lực; - Các khâu chuẩn bị thi công và giải phóng mặt bằng; - Hướng thi công và thời hạn thi công dự kiến. 	
16. So sánh chọn phương án tuyến và phân tích hiệu quả kinh tế – tài chính của phương án chọn. (Trong giai đoạn lập BCNCTKT các chỉ tiêu nói ở bên có thể được tính sơ bộ hoặc ước đoán)	<ul style="list-style-type: none"> - Dựa vào các chỉ tiêu đánh giá hiệu quả kinh tế của mỗi phương án (xem Chương 5); - Dựa vào các chỉ tiêu đánh giá chất lượng sử dụng của đường gồm: chiều dài đường, hệ số triển tuyến; số đường cong; số đường cong dùng bán kính tối thiểu; tổng chiều dài dùng độ dốc lớn nhất; số chỗ giao nhau (kể cả giao với đường sắt); tốc độ và thời gian chạy xe (thông qua vẽ biểu đồ tốc độ chạy xe các phương án); khả năng đáp ứng các mục tiêu kinh tế, dân sinh, quốc phòng, chính trị, văn hóa; khả năng giải phóng mặt bằng... - Dựa vào việc đánh giá khó khăn, thuận lợi trong thi công. 	

2. Hồ sơ trình duyệt BCNCTKT và BCNCKT

Hồ sơ trình duyệt BCNCTKT và BCNCKT đều gồm có phần thuyết minh, các phụ lục cần thiết và các bản vẽ kèm theo.

Phần thuyết minh báo cáo thường gồm các nội dung sau:

I. Tình hình chung về phát triển kinh tế xã hội của khu vực và sự cần thiết phải đặt vấn đề nghiên cứu lập dự án xây dựng đường trong khu vực.

Trong mục này chú trọng trình bày: sơ đồ mạng lưới giao thông khu vực; quy hoạch và kế hoạch phát triển kinh tế khu vực; tình trạng các đường giao thông hiện có với các đánh giá về tiêu chuẩn kỹ thuật, tình hình khai thác và khả năng đáp ứng yêu cầu vận chuyển trước mắt và tương lai của chúng. Qua đó, phải chứng minh được sự cần thiết và cấp bách đặt vấn đề xây dựng mới hoặc nâng cấp, cải tạo đường, cũng tức là lý do để tiến hành công tác KSTK phục vụ lập BCNCTKT hoặc BCNCKT.

II. Điều tra giao thông

Nêu rõ phương pháp, cách thức tiến hành; các kết quả điều tra kinh tế hoặc kết quả đếm xe, các kết quả xử lý số liệu; khu vực hấp dẫn và sự phân bố vận tải cho đường sắt, đường thủy và các tuyến đường bộ khác (nếu có). Kết luận về lượng giao thông ở năm xuất phát và lượng giao thông dự báo ở năm tính toán đối với tuyến đường thiết kế.

III. Các điều kiện thiên nhiên khu vực

Miêu tả các điều kiện địa hình, địa chất, thủy văn, vật liệu xây dựng, các vùng rừng cấm, vùng chịu ảnh hưởng của các công trình thủy lợi, các vùng có khả năng tuyến đường dự án đi qua.

IV. Chọn cấp hạng và tiêu chuẩn kỹ thuật của tuyến đường dự án

Trình bày các dự kiến khác nhau (phương án) về cấp hạng và tiêu chuẩn kỹ thuật, kể cả dự kiến phân kỳ đầu tư toàn bộ hoặc một bộ phận, một hạng mục công trình.

V. Chọn hướng tuyến

Nêu rõ lý do xây dựng các điểm khống chế, các điểm tựa trung gian, lý do để xuất các hướng tuyến theo đặc điểm địa hình, ưu khuyết điểm các hướng tuyến; các đoạn khó khăn; các nguyên tắc chọn tuyến trên bình đồ, trắc đạc; các biện bản thỏa thuận về hướng tuyến và khả năng giải phóng mặt bằng với các cơ quan địa phương.

VI. Các giải pháp thiết kế đối với các hạng mục công trình

Trình bày quy trình, quy phạm, định hình đã áp dụng khi thiết kế nền, mặt đường, công trình thoát nước, trang thiết bị phòng hộ, báo hiệu và các chỗ giao nhau, trong đó phải đề xuất các phương án giải pháp thiết kế (ví dụ phương án kết cấu mặt đường, phương án về loại hình công trình thoát nước...) và lý do chọn giải pháp thiết kế. Thống kê khối lượng công trình đối với từng hạng mục.

VII. Đánh giá tác động môi trường

Nêu rõ các yếu tố môi trường có thể chịu tác động xấu do việc thực hiện dự án xây dựng đường và khả năng áp dụng các giải pháp hạn chế, giảm thiểu tác động đó. Kết luận rõ mức độ tác động có cho phép xây dựng đường hay không.

VIII. Tính toán tổng mức đầu tư đối với mỗi phương án tuyến

Nêu rõ các căn cứ, các đơn giá, định mức và các quy định đã áp dụng để tính.

IX. Lựa chọn phương án tuyến và phân tích hiệu quả đầu tư:

– Thuỷt minh rõ phương pháp phân tích hiệu quả đầu tư; căn cứ của các thông số đưa vào để tính toán: căn cứ tính toán các chi phí, lợi ích của việc làm đường, căn cứ tính giá thành vận doanh, thời hạn phân tích hiệu quả kinh tế; kết quả phân tích hiệu quả (các chỉ tiêu IRR, $\frac{B}{C}$, thời hạn hoàn vốn, của mỗi phương án tuyến);

– Dựa vào kết quả phân tích kinh tế, tài chính kết hợp với các chỉ tiêu kỹ thuật tổng hợp và các ưu khuyết điểm của mỗi phương án, đưa ra kết luận và kiến nghị chọn phương án;

– Đánh giá hiệu quả đầu tư của phương án chọn.

X. Trình tự và kế hoạch triển khai dự án

– Chủ đầu tư và chủ quản đầu tư;

– Hình thức thực hiện dự án: chỉ định thầu, đấu thầu, xây dựng – chuyển giao (B.T) hoặc xây dựng – vận hành – chuyển giao (B.O.T);

– Thời điểm khởi công; thời hạn hoàn thành;

– Trình tự đưa vào xây dựng các bộ phận, các hạng mục công trình;

– Khối lượng; nhu cầu nhân – vật lực, trang thiết bị, vật liệu xây dựng cần thiết.

XI. Kết luận và kiến nghị

– Với phương án chọn, dự án có khả thi hay không (xét toàn diện về hiệu quả đầu tư, về tác động môi trường, về điều kiện giải phóng mặt bằng và khả năng thi công...) từ đó kiến nghị trình duyệt chủ trương và tổng mức đầu tư;

– Kiến nghị các thủ tục triển khai dự án;

– Các vấn đề cần lưu ý và công việc cần tiếp tục ở các giai đoạn KSTK tiếp theo.

Phản bản vẽ thường gồm :

– Bình đồ 1:25.000 hoặc 1: 50.000 có vẽ tất cả các phương án tuyến và trắc đạc tổng quát (thu nhỏ) các phương án tuyến (kèm theo sơ họa mặt cắt địa chất công trình trên trắc đạc) ;

– Bình đồ thăm dò định tuyến các phương án tỷ lệ 1:2000 hoặc 1: 1000 (với vùng núi khó), 1: 5000 (vùng đồng bằng, đồi thoái) và 1:10000 (vùng đồng bằng, đồi thoái); các trắc đạc tỷ lệ tương ứng và các trắc ngang điển hình tỷ lệ 1:200 hoặc 1:100 (đối với giai đoạn BCNCTKT không cần có toàn bộ tuyến mà chỉ yêu cầu với các đoạn tuyến khó);

– Bản vẽ kết cấu nền mặt đường điển hình;

– Bản vẽ cấu tạo cống, cầu nhỏ, cầu trung điển hình;

– Bản vẽ bố trí cầu lớn;

– Bản vẽ các nút giao quan trọng;

– Bản thống kê các chỉ tiêu kỹ thuật toàn tuyến;

– Bản sơ đồ bố trí lưới khống chế mặt bằng và khống chế độ cao.

Các phụ lục gồm:

– Văn bản giao nhiệm vụ KSTK lập BCNCTKT hoặc lập BCNCKT;

– Sơ đồ khu vực hấp dẫn; sơ đồ liên hệ vận chuyển và các bảng, biểu điều tra kinh tế;

– Số liệu đếm xe;

– Bản kê các đường ôtô trong khu vực hấp dẫn (kèm theo tình trạng kỹ thuật của chúng);

– Bản kê các mỏ, các cơ sở vật liệu xây dựng, các xí nghiệp phụ phục vụ xây dựng đường;

– Các tài liệu điều tra địa chất ;

- Các bản điều tra mức nước (có nhân chứng xác nhận) ;
- Các tài liệu và sổ sách đo đạc ;
- Các văn bản thỏa thuận với các cơ quan hữu quan về thiết kế và xây dựng đường ;
- Bản kê diện tích chiếm dụng, công trình, nhà cửa, mồ mả, đường điện, đường điện thoại phải di chuyển để làm đường (có phân loại và có văn bản thỏa thuận với địa phương) ;
- Các bảng tính khối lượng công tác từng hạng mục công trình ;
- Bản thống kê các đơn giá, định mức áp dụng để tính chi phí xây dựng và chi phí vận doanh.

3.2. NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT CÁC PHƯƠNG ÁN TUYẾN, CÔNG TÁC THĂM DÒ ĐỊNH TUYẾN, ĐIỀU TRA ĐỌC TUYẾN VÀ THIẾT KẾ SƠ BỘ

1. Cấp hạng và những tiêu chuẩn kỹ thuật chủ yếu đối với tuyến đường thiết kế

Để làm cơ sở cho việc đề xuất và chọn các phương án tuyến trước hết cần phải xác định được cấp hạng và những tiêu chuẩn kỹ thuật chủ yếu đối với tuyến thiết kế gồm: tốc độ thiết kế, bề rộng nền mặt đường, độ dốc dọc lớn nhất, bán kính đường vòng tối thiểu, loại mặt đường, tải trọng tính toán đối với mặt đường và công trình các loại, tĩnh không và khổ các công trình.

Xác định cấp hạng đường và tiêu chuẩn kỹ thuật chính nói trên phải dựa vào điều kiện địa hình vùng tuyến đi qua hoặc kết quả điều tra kinh tế (lưu lượng xe tính toán) cũng như chức năng của tuyến đường thiết kế. Khi xác định phải căn cứ vào tiêu chuẩn thiết kế đường ôtô hiện hành (ở ta hiện là TCVN 4054 – 1998 – Đường ôtô – Yêu cầu thiết kế – Tiêu chuẩn cấp Nhà nước) nhưng trong các trường hợp đặc biệt cũng cần phải có tính toán riêng để luận chứng chọn lại một số tiêu chuẩn nào đó, ví dụ trong các trường hợp đặc biệt khó khăn, trường hợp trên đường thiết kế có chạy những loại phương tiện đặc biệt (các xe quân sự, xe tải phục vụ công nghiệp khai thác..), hoặc các trường hợp thiết kế các đường chuyên dụng khác.

Thời kỳ tính toán khi chọn cấp hạng đường được lấy là 20 năm đối với đường thiết kế làm mới và 15 năm đối với đường thiết kế nâng cấp cải tạo, có nghĩa là lưu lượng xe tính toán xác định với năm cuối của thời kỳ tính toán nói trên. Lưu lượng xe tính toán đối với kết cấu mặt đường phải lấy tương ứng với thời kỳ tính toán bằng khoảng thời gian sử dụng đến khi cần phải sửa chữa lớn. Theo quy trình thiết kế mặt đường mềm của Bộ Giao thông vận tải 22 TCVN – 211 – 93: với mặt đường cấp cao thời kỳ này là 15 năm; với mặt đường cấp cao thứ yếu: 8 ~ 10 năm; với mặt đường cấp quá độ: 3 ~ 5 năm. Lúc này năm đầu của thời kỳ tính toán được xem là năm bắt đầu đưa đường vào khai thác.

Cấp hạng đường, xuất phát từ yêu cầu vận chuyển thì thường được chọn theo lưu lượng xe con quy đổi ngày đêm trung bình năm (cộng cả 2 chiều). Ở các nước còn quy định chọn theo lượng vận chuyển hàng hóa năm hoặc quy đổi ra xe tải (Trung Quốc), hoặc chọn theo lưu lượng xe giờ lớn nhất ở thời kỳ tính toán. Phương pháp xác định các chỉ tiêu này xem ở mục 2.6.

Ngoài ra, theo TCVN – 4054 cấp hạng đường thiết kế chủ yếu còn được chọn tùy theo yêu cầu về các mặt chính trị, quốc phòng, văn hóa... (tùy theo chức năng phục vụ của tuyến đường).

Trong trường hợp chọn cấp hạng đường theo các yêu cầu và chỉ tiêu khác nhau nói trên dẫn đến kết quả khác nhau thì nên chọn kết quả cao nhất làm cấp hạng thiết kế.

Ngoài ra, có thể chọn cấp hạng khác nhau cho các đoạn đường khác nhau trên cùng một tuyến đường nếu như điều kiện địa hình thay đổi, tuy nhiên trong trường hợp này mỗi đoạn tuyến không nên quá ngắn: cấp 80 và 60 phải lớn hơn 10 km; cấp 40 và 20 phải lớn hơn 5 km;

Các tiêu chuẩn về kích thước các yếu tố hình học của đường thường xây dựng từ tốc độ tính toán phải bảo đảm trong các điều kiện khó khăn (TCVN 4054). Trong khi quyết định tốc độ thiết kế chỉ nên xét đến các tốc độ thiết kế nhỏ hơn quy định trong Tiêu chuẩn đối với các trường hợp địa hình thật khó khăn hoặc các trường hợp thành phần xe chạy trên đường chủ yếu là xe tải loại lớn và rất lớn ($> 90\%$ toàn bộ lưu lượng). Đối với các tiêu chuẩn khác như độ dốc dọc, bán kính đường vòng, bề rộng nền mặt đường... cũng vậy. Ngoài ra, cũng có thể xét châm chước một vài tiêu chuẩn đối với trường hợp thiết kế nâng cấp, cải tạo đường cũ để có thể tận dụng được công trình hiện có.

Khi quyết định về mặt đường và tải trọng tính toán cần dựa vào các quy trình thiết kế mặt đường.

Một vấn đề nên đề cập tới trong khi chọn cấp hạng và tiêu chuẩn thiết kế là phân tích về khả năng phân kỳ đầu tư đối với từng hạng mục công trình của đường:

– Về nền đường và tuyến, nếu khối lượng quá lớn thì mới nên xét đến phân kỳ đầu tư. Lúc này chọn tuyến nên xét đến tương lai thuận tiện cho việc mở rộng hoặc cải thiện các yếu tố hình học (tăng bán kính, giảm dốc dọc).

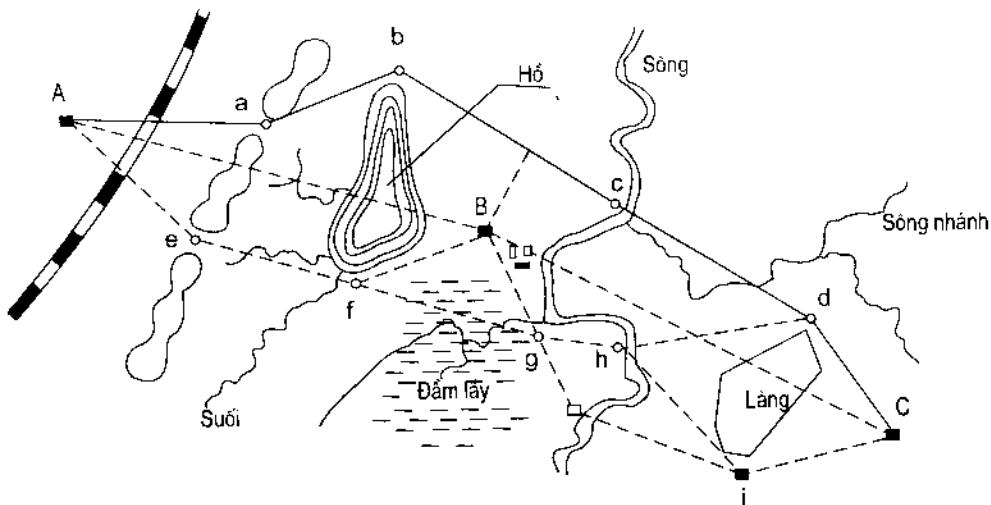
– Về công trình cầu cống nên thiết kế phần móng, móng trụ theo yêu cầu tương lai và chỉ nên xét đến phân kỳ đầu tư phần trên mặt cầu. Riêng mặt đường là loại công trình nên xét đến phân kỳ đầu tư trong đa số các trường hợp, kể cả chiều rộng phần xe chạy cũng như các tầng lớp kết cấu sao cho luôn phù hợp với nhịp độ tăng trưởng lưu lượng xe chạy hàng năm. Đối với các điểm giao nhau với các tuyến đường khác cũng có thể xét đến việc phân kỳ đầu tư khi chọn các hình thức giao nhau (cùng mức, khác mức).

2. Nghiên cứu để xuất phương án tuyến giữa các điểm khống chế

a) Trường hợp đã có sẵn bản đồ địa hình khu vực KSTK

Trường hợp có sẵn bản đồ địa hình khu vực khảo sát thiết kế (ở nước ta thường loại bản đồ địa hình này có tỷ lệ 1:25000 và 1:50000) thì công việc này tiến hành như sau.

– Nghiên cứu kỹ địa hình giữa các điểm khống chế tùy theo loại địa hình mà vận dụng các lối đi tuyến khác nhau (các lối đi tuyến được phân tích kỹ ở Chương 5) để đề xuất các phương án tuyến (ví dụ như hình 3 – 1).



Hình 3-1. Khía cạnh hình thành các phương án tuyến khác nhau giữa các điểm khống chế A, B, C (là các điểm về chức năng tuyến thiết kế *bất buộc* phải đi qua). Các điểm tựa: a, b, c, d, e, f, g, h, i là các điểm tuyến thiết kế *nên* đi qua.

– Trên mỗi phương án tuyến cần xác định các “điểm tựa” là các điểm tuyến nên đi qua để tránh các chướng ngại về địa hình, địa vật (xem hình 3 – 1), hoặc là các điểm phân chia các đoạn tuyến có lối đi tuyến khác nhau (tính chất, đặc điểm của tuyến) như điểm nối tiếp giữa đoạn tuyến theo sườn lên xuống đèo và đoạn tuyến đi men suối trong thung lũng v.v..

– Vạch tuyến trên bình đồ qua các điểm tựa. Để tuyến bảo đảm độ dốc dọc cho phép, cần tính toán chênh lệch cao độ giữa các điểm tựa và chiều dài cần triển tuyến, sau đó dùng phương pháp bước “compa” để đi đường dốc đều làm đường dẫn hướng tuyến. Đối với đường qua địa hình bằng phẳng hoặc đồi thấp có thể dùng đường chim bay làm đường dẫn hướng (xem chi tiết ở mục 5.1). Ngoài ra khi vạch tuyến trên bình đồ cần tôn trọng các tiêu chuẩn hình học của tuyến, cũng như các quy định về vị trí tương hỗ giữa tuyến đường và các điểm dân cư, tuyến đường và các công trình khác (đường dây, đường ống, công trình thủy lợi...), tuyến đường với ruộng đất canh tác, tuyến đường với các tuyến giao thông khác.

Trong khi vạch tuyến cần kết hợp với các tài liệu thu thập được về địa chất, thủy văn, địa mạo, vật liệu xây dựng..., để cho mỗi phương án tuyến có càng nhiều khả năng hiện thực và hợp lý về kinh tế – kỹ thuật. Đồng thời cũng cần nắm vững nguyên tắc chọn tuyến qua các vùng địa hình khác nhau (xem Chương 8).

b) Trường hợp không có bản đồ địa hình khu vực khảo sát thiết kế

Trong trường hợp này đề xuất phương án tuyến phải tiến hành trên thực địa, dựa vào các tổ chức và nhân dân địa phương để tìm đường đi giữa các điểm khống chế. Thường nhờ dân

dẫn đi theo các đường mòn, vừa đi vừa quan sát địa hình và các điều kiện thiên nhiên khác để đánh giá khả năng đặt tuyến trong phạm vi xung quanh. Lúc này việc đề xuất các phương án tuyến phải kết hợp luôn với *công tác thăm dò định tuyến* nói ở dưới đây. Để khởi bỏ sót phương án, cần đi nhiều, hỏi nhiều sao cho hình dung thật đây đủ địa hình và các điều kiện thiên nhiên trong khu vực. Cần cứ vào sự quan sát trực tiếp và kinh nghiệm thiết kế đường có thể loại bỏ những phương án rõ rệt không có khả năng hiện thực.

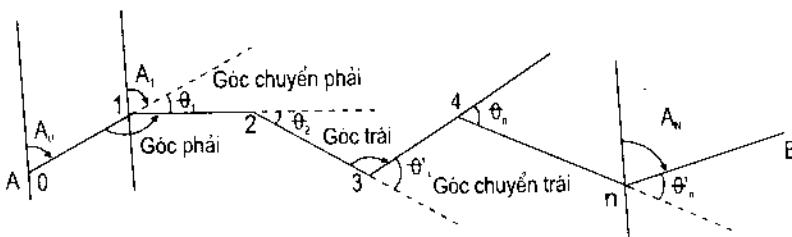
3. Sơ bộ xác định tuyến đường trên thực địa theo từng phương án (*công tác thăm dò định tuyến*)

Để xác định được tuyến trên thực địa phải dựa vào các phương án tuyến đã vạch trên bản đồ để tiến hành thăm dò phạm vi dự định đặt tuyến trên thực địa (gọi là bước *công tác thăm dò*), sau đó dựa trên tài liệu thăm dò mà xác định tuyến (gọi là *công tác định tuyến*). Trong khi khảo sát thường kết hợp hai công tác này, nghĩa là đường thăm dò phải đi sao cho gần với đường định tuyến sau này nhất. Muốn thế, trước hết cần phải tìm thấy các điểm *không chế* và các điểm *tựa* trên thực địa, rồi sau đó đi đường thăm dò qua các điểm này theo sát với các đường dẫn hướng tuyến đã vạch trên bản đồ (nghĩa là phải đổi chiếu kỹ bản đồ địa hình với thực địa, tránh xác định nhầm các điểm không chế, ví dụ các vị trí đèo trên một dãy núi khi xác định trên thực địa rất dễ nhầm lẫn nếu đó là những đèo không tên). Đối với trường hợp khảo sát không có bản đồ thì các điểm không chế và điểm tựa đã được xác định trên thực địa ngay trong quá trình đi tìm tuyến.

Nội dung chủ yếu của công tác thăm dò là tìm cách đo đạc để sơ bộ vẽ được một dải địa hình lân cận đường dẫn hướng tuyến, đồng thời thu thập mọi tài liệu liên quan cũng trong phạm vi đó để cung cấp cho việc định tuyến trên thực địa (Chú ý rằng bản đồ địa hình tỷ lệ nhỏ nói ở mục 2 không thể phản ánh hết địa hình thực tế, cũng như không thể phản ánh được các điều kiện đặt tuyến khác trên thực địa; do đó dù đã có bản đồ và đã vạch tuyến trên bản đồ vẫn cần phải tiến hành công tác thăm dò với nội dung nói trên). Như vậy, sau khi xác định được các điểm không chế và điểm tựa trên thực địa thì cần phải xác định được đường dẫn hướng tuyến trên thực địa và dùng đường này làm một đường sườn (gọi là đường sườn thăm dò) để thu thập các tài liệu nói trên.

Đường sườn thăm dò có thể xác định bằng cách đo một đường dốc đều (như cách dùng bước compa trên bản đồ địa hình) trong trường hợp địa hình lén xuống dốc, hoặc đi một đường chim bay giữa các điểm tựa đối với địa hình thoải bằng. Đường dốc đều có thể xác định trên thực địa bằng cách dùng dụng cụ thủy bình cầm tay (clizimet) đi từ điểm tựa cao xuống thấp (không bao giờ đi từ thấp lên cao để tránh lạc hướng), chẳng hạn như đi từ đỉnh đèo xuống. Độ dốc đều không chế phải nhỏ hơn độ dốc dọc tối đa của tuyến đường thiết kế 2 ~ 3%, phải trừ hao độ dốc khi qua mỏm núi và vào khe, vào đoạn nghỉ dự kiến hoặc vào đoạn qua cầu. Đường sườn thăm dò không chế đi tới đâu thì phát cây tạo thành lối mòn tới đó, đồng thời cầm các cọc tạm đánh dấu (riêng các điểm không chế, điểm tựa phải đóng cọc gỗ tốt hoặc cọc bêtông để bảo vệ lâu dài). Nối các cọc tạm này ta được một đường sườn. Trong giai đoạn KSTK lập BCNCTKT các yếu tố của đường sườn ở bước công tác này cũng chỉ cần đo bằng các dụng cụ thô sơ, cụ thể như sau:

- Đo góc của đường sườn thăm dò bằng địa bàn hoặc pentômet và hàng ngày do kiểm tra góc phương vị từ theo sơ đồ hình 3 – 2.



Hình 3-2. Kiểm tra kết quả đo góc đường sườn thăm dò bằng dụng cụ đơn giản.

Sai số cho phép khép góc của đường sườn khi kiểm tra được xác định theo công thức

$$\sum \theta - \sum \theta' - (A_n - A_0) = 1,5t\sqrt{2n} \quad (3.1)$$

trong đó: $\sum \theta$ – tổng số đo các góc ngoặt phải; $\sum \theta'$ – tổng số đo các góc ngoặt trái; A_n và A_0 – góc phương vị cạnh cuối và cạnh đầu của đường sườn thăm dò ($d\phi$); t lấy là 1° ; n – số góc của đường sườn.

– Khoảng cách giữa các đỉnh đường sườn được đo bằng thước (đo 1 lần). nên kết hợp cảm cọc tham dò với đo dài để khoảng cách giữa các cọc được chấn thước.

– Chênh lệch cao độ giữa các cọc tham dò được đo bằng dụng cụ thủy bình cầm tay (tùy độ dốc và cự ly tính ra độ chênh cao). Riêng đối với các đoạn tuyến gờ bó (như đi từ đèo cao xuống) thì cần dùng máy thủy bình chính xác kiểm tra chênh cao giữa các điểm không chế (hoặc các điểm tựa) bằng cách đo 1 lần để tránh những sai lầm về triển tuyến do kết quả đi đường dốc đều bằng clizimet không bảo đảm chính xác. Lúc kiểm tra không nhất thiết phải đưa máy thủy bình chính xác đi theo đường thăm dò mà có thể lợi dụng đi theo các đường mòn lân cận, rồi từ đó chuyển tỏa cao độ vào khu vực đường thăm dò.

Đo đặc địa hình hai bên đường sườn thăm dò được tiến hành thông qua việc đo trắc ngang tại các cọc tạm thăm dò có thay đổi địa hình. Thường cũng dùng clizimet để đo trắc ngang với phạm vi $30 \sim 50$ m mỗi bên đường sườn, đồng thời kết hợp phác họa địa hình rộng hơn. Không nhất thiết phải đo trắc ngang ở tất cả các cọc.

Trong giai đoạn KSTK lập BCNCKT các yếu tố của đường sườn thăm dò và công tác đo đặc phải được làm kỹ hơn như sau:

– Đo góc bằng máy kính viễn, mỗi góc đều phải đo thuận và nghịch (đảo kính); sai số cho phép giữa đo thuận và nghịch không được quá $1'$. Chú ý sơ họa hướng do để tránh nhầm lẫn.

– Đo cao tổng quát bằng máy thủy bình, phải đo cao *tổng quát* hai lần (1 lần đi, 1 lần về) để xác định *cao độ mốc* với cự ly giữa các mốc cao đặc từ $2 \sim 4$ km (Mốc chôn cố định

và được bảo vệ, lưu giữ để dùng cho giai đoạn KSTKKT); sai số cho phép giữa hai lần đo cao tổng quát f_h (mm) là:

$$f_h = \pm 50\sqrt{L} \text{ (mm)} \quad (3.2)$$

trong đó: L là khoảng cách giữa 2 mốc tính bằng km. Cao độ mốc lấy theo hệ cao độ quốc gia và cứ 40 – 50 km phải khớp nối vào một điểm cao độ nhà nước (xem mục 4.2);

– Đo cao chi tiết đối với tất cả các cọc chi tiết đủ để phản ánh địa hình dọc tuyến và hai bên tuyến. Ở giai đoạn này cọc chi tiết là cọc tạm, không cần lưu giữ; chỉ cần dùng cọc lưu giữ vĩnh cửu với các cọc dính đường sườn. Đo các chi tiết chỉ thực hiện 1 lần và khép vào mốc cao đặc với sai số cho phép f_h như ở (3.2);

– Đo mặt cắt ngang bằng thước chữ A hoặc máy kinh vĩ;

– Để tạo điều kiện thuận lợi cho việc đo đặc và tìm lại tuyến ở giai đoạn sau, phải phát tuyến rộng 1,0m và cuốc lối đi rộng 0,5m.

Đối với các tuyến dài trên 50km, đặc biệt là các tuyến đường cấp cao (cấp 80) và đường cao tốc có liên quan đến quy hoạch xây dựng, thủy điện, thủy lợi thì ngay ở giai đoạn KSTK lập BCNCKT cũng đã cần gắn tuyến vào hệ tọa độ mặt bằng và độ cao quốc gia. Về mặt bằng thường yêu cầu gắn với lưới tọa độ hạng IV quốc gia và lập lưới đường chuyên cấp 2. Về độ cao thường yêu cầu gắn với lưới độ cao hạng IV quốc gia và lập lưới đường chuyên cấp kỹ thuật.

Theo Quy phạm tạm thời của Tổng cục Địa chính ban hành năm 1996, lưới tọa độ hạng IV là loại tam giác không chẽ mặt bằng đạt các chỉ tiêu chủ yếu sau:

+ Chiều dài cạnh tam giác 2 – 5 km;

+ Sai số trung phương đo góc (khép tam giác): $\pm 2,0''$

+ Sai số trung phương tương đối cạnh yếu nhất là: 1/120.000;

+ Sai số trung phương tương đối đo cạnh đường chuyên: 1/70.000

Lưới độ cao hạng IV quốc gia đạt chỉ tiêu là:

+ Sai số khép cho phép trên tuyến do $f_{h\text{ep}} = \pm 20\sqrt{L}$ (với L là chiều dài tuyến đo tính bằng km);

+ Sai số trung phương ngẫu nhiên trên 1 km đo là $\pm 10\text{mm}$.

Hiện nay việc rải lưới độ cao hạng IV dọc theo vùng tuyến đường đi qua được thực hiện bằng công nghệ GPS (Global Position System). Còn lưới đường chuyên cấp 2 thường được thực hiện bằng máy toàn đạc điện tử với các yêu cầu sau:

+ Chiều dài cạnh của lưới không nhỏ hơn 80m và không lớn hơn 350m;

+ Độ chính xác đo góc $m \leq \pm 5''$;

+ Độ chính xác đo cạnh ms/s $\leq \pm 1: 5000$;

- + Sai số khép tương đối của đường chuyền: $\frac{\sqrt{f_x^2 + f_y^2}}{S} \leq 1 : 5000$, trong đó f_x, f_y là sai số khép gia số tọa độ theo trục x và trục y; S là chiều dài giữa 2 điểm GPS hạng IV;
- + Sai số trung phương đo góc $\leq 10''$;
- + Sai số khép phương vị $\leq 20'' \sqrt{n}$ (n là số góc đo);
- + Sai số vị trí điểm $\leq 50mm$.

Mốc độ cao hạng IV có thể sử dụng ngay các mốc tọa độ hạng IV và được dẫn chuyền bằng máy cao đặc với yêu cầu độ chính xác về sai số khép cao độ $f_{hcp} = \pm 20\sqrt{L}$ như trên.

Lưới độ cao kỹ thuật thường sử dụng mốc của lưới đường chuyền cấp 2, được dẫn chuyền bằng cao đặc với yêu cầu sai số khép cao độ là $\pm 30\sqrt{L}$ (mm) với địa hình đồng bằng và $\pm 50\sqrt{L}$ (mm) với địa hình vùng núi.

Căn cứ vào yếu tố của đường sườn thăm dò và số liệu đo trắc ngang, ta có thể vẽ bình đồ địa hình dài thăm dò theo tỷ lệ 1:2000 (với vùng núi) và 1:5000 (vùng đồng bằng) với đường đồng mức cách nhau $2 \sim 5,0m$, bề rộng mỗi bên đường sườn $30 \sim 50m$ có phác họa thêm địa hình ở ngoài phạm vi đó khi thấy cần thiết. Trên bình đồ có ghi chú các đặc điểm và các điều kiện đặt tuyến cho từng đoạn, vẽ các vị trí sông suối, nhà cửa, làng bản cũng như các công trình xung quanh có liên quan. Những chỗ đặc biệt cần nghiên cứu xem xét một số phương án cục bộ, hoặc phải giải quyết việc đặt tuyến bằng các công trình khó khăn phức tạp thì cần lập bình đồ khu vực rộng hơn và với mức độ chính xác hơn (tỷ lệ 1:500 – 1:1000). Trong quá trình lập đường sườn và vẽ bình đồ thăm dò cần luôn luôn đổi chiều với bản đồ địa hình tỷ lệ nhỏ để hai phía bổ sung cho nhau. Cách đổi chiều tốt nhất là thu nhỏ các yếu tố của đường sườn thăm dò bằng tỷ lệ của bản đồ địa hình (1:25000 chẳng hạn) trong phạm vi giữa các điểm không chế, rồi đem áp lên bản đồ đã có để xem có phù hợp không. Cách làm này còn giúp ta kiểm tra được độ tin cậy của đường thăm dò.

Với bình đồ thăm dò lập được ta có thể tiến hành thiết kế thử tuyến đường (định tuyến) theo mỗi phương án kể cả thiết kế bình đồ và trắc đọc (phương pháp thiết kế bình đồ và trắc đọc xem ở Chương 6), và sau đó có thể tính toán xác định được một số chỉ tiêu kinh tế – kỹ thuật của mỗi phương án, cũng như có thể xác định được khả năng hiện thực của mỗi phương án tuyến đã đề xuất trên thực tế.

Đối với một số đoạn tuyến dễ, nghĩa là các đoạn tuyến trong khi đi đường sườn thăm dò đã có thể khẳng định ngay được khả năng đặt tuyến, cũng như đã có thể bằng kinh nghiệm và ước tính xác định được sơ bộ khối lượng công trình (nền, thoát nước...), tức là đã có thể đạt được các mục tiêu vừa nói, thì lúc này không nhất thiết phải vẽ bình đồ thăm dò để định tuyến như trên mà chỉ cần thay vào đó bằng cách thuyết minh.

4. Sơ bộ điều tra tình hình địa chất và thủy văn đọc theo mỗi phương án tuyến

Công việc này thường kết hợp ngay trong công tác thăm dò. Về địa chất chủ yếu là miêu tả được lớp đất đá bề mặt trong phạm vi $25 - 50m$ mỗi bên tuyến và thông qua việc

quan sát các vết lô để sơ bộ xác định mặt cắt địa chất. Nên miêu tả ghi chép tương ứng với từng mặt cắt ngang qua các cọc thăm dò. Tại các vị trí đặt cống, cầu nhỏ và các đoạn qua lầy, đất yếu, nên miêu tả kỹ hơn và khi cần thiết có thể đào khoan một vài hố thăm dò địa chất. Khi quan sát cũng nên miêu tả tình hình địa mạo (cây cổ bao phủ...). Các yêu cầu điều tra cụ thể được tóm tắt ở mục 10 của Bảng 3-1).

Về thủy văn có thể sơ bộ xác định được khẩu độ cầu nhỏ ($< 10m$) và cống bằng cách trực tiếp ước lượng theo vệt mức nước cao nhất quan sát được, hoặc theo kết quả tính toán lưu lượng bằng các công thức kinh nghiệm với diện tích lưu vực xác định được trên bản đồ địa hình tỷ lệ nhỏ (1:50000). Trong trường hợp này có thể dựa vào đường thăm dò thu nhỏ đặt lên bản đồ 1:50000 để xác định vị trí cầu cống tương ứng với các tụ nước (tức là tiến hành quy hoạch thoát nước dọc tuyến trên bản đồ). Trường hợp không có bản đồ 1:50000 thì vị trí cần đặt cầu cống và diện tích lưu vực tương ứng có thể xác định bằng cách ước tính trên thực tế.

Đối với các cầu lớn hơn thì cần đo được mặt cắt ngang dòng nước, mặt cắt dọc để xác định độ dốc dòng sông và các dấu vết mức nước. Khi cần nghiên cứu kỹ vị trí tuyến qua công trình thì có thể phải đo vẽ sơ bộ bình đồ khu vực và tại đây có thể dùng phương pháp điện thám để điều tra sơ bộ cấu tạo địa chất.

Đối với các đoạn tuyến qua thung lũng, cánh đồng lòng chảo... cũng cần phải điều tra mức nước ngập lớn nhất để quyết định độ cao đắp nền đường. Trong mọi trường hợp đều cần dựa vào dân địa phương để bảo đảm mức nước xác định được là tương đối chính xác (xem thêm ở mục 11 của Bảng 3-1).

5. Sơ bộ điều tra tình hình phân bố vật liệu xây dựng đường dọc tuyến

Cần miêu tả vị trí có thể khai thác, điều kiện khai thác, ước tính trữ lượng. Trong trường hợp có nhiều vị trí khai thác thì cần sơ bộ tính toán so sánh, phân tích điều kiện khai thác khó dễ để kiến nghị vị trí khai thác chính và phạm vi cung ứng của mỗi mỏ vật liệu (xem thêm ở mục 10 của Bảng 3-1).

6. Thiết kế sơ bộ và tính toán khối lượng các công trình nền, mặt đường và thoát nước cho mỗi phương án tuyến

1. Sau khi đã vạch ra phương án tuyến trên bản đồ và thăm dò xác định sơ bộ tuyến trên thực địa, công việc thiết kế sơ bộ được bắt đầu bằng việc kiểm tra lại các yếu tố bình đồ xem có phù hợp với các tiêu chuẩn kỹ thuật không; tiếp đó là lên trắc dọc và *thiết kế sơ bộ* đường dọc tùy theo độ dốc ngang địa hình của mỗi đoạn tuyến như *kinh nghiệm* đã dẫn ở mục 6.2 Chương 6.

2. Dựa vào chiều cao đào, đắp tại trục hoặc tại mép phần xe chạy đã xác định được trên trắc dọc thiết kế và dựa vào các trắc ngang đã đo (đo trên bản đồ hoặc đo ở thực địa tại các cọc tạm thăm dò), công việc *thiết kế nền đường* được bắt đầu bằng cách áp mặt cắt ngang tiêu chuẩn (kích thước nền đường tiêu chuẩn theo cấp hạng đường thiết kế tương ứng với TCVN 4054 – 98) lên từng trắc ngang thăm dò hoặc lên trắc ngang điển hình cho một

đoạn rồi từ đó tính ra diện tích đào, đắp trên mỗi trắc ngang và tính ra khối lượng đào, đắp nền đường.

Trong thiết kế sơ bộ, độ dốc taluy đào, đắp và cấu tạo nền đào, nền đắp ở các đoạn thông thường đều được áp dụng theo Tiêu chuẩn thiết kế đường ôtô TCVN 4054 – 98 hoặc theo các bản thiết kế điển hình đã có.

Riêng trường hợp nền đường qua các vùng địa chất xấu, qua vùng đất yếu, đầm lầy thì cần đề xuất các phương án xử lý để đảm bảo độ ổn định và bền vững của nền đường; tiếp đó cần tính toán so sánh sơ bộ về kỹ thuật và kinh tế để lựa chọn giải pháp kiến nghị áp dụng cho giai đoạn KSTK kỹ thuật sau này.

Đối với công trình thoát nước loại nhỏ thì chỉ cần quyết định khẩu độ và kiểu công trình trên đoạn tuyến. Khẩu độ công trình được quyết định theo cách nói ở mục 4 vừa nêu, còn kiểu, loại công trình thì cần căn cứ vào điều kiện vật liệu địa phương, tình hình địa chất tại chỗ... và cần căn cứ vào điều kiện địa hình để dự kiến các bộ phận công trình nối tiếp thượng – hạ lưu (khi tính khái toán cần phải áp dụng các đơn giá theo khẩu độ cống có bắc nước hoặc dốc nước thượng – hạ lưu).

Đối với các công trình thoát nước lớn hơn cần dựa vào số liệu điều tra nói ở điểm 4 để tính toán quyết định khẩu độ theo phương pháp hình thái và khi cần thiết có thể tiến hành thiết kế sơ bộ riêng rẽ với các phương án bố trí chiều dài nhịp và mố, trụ khác nhau để chọn giải pháp bố trí cầu, chọn loại và kiểu cầu.

4. Đối với mặt đường cần căn cứ vào cấp hạng đường, lưu lượng xe, tốc độ xe tính toán, tải trọng tính toán và thành phần xe để chọn loại mặt đường; đồng thời căn cứ vào điều kiện vật liệu tại chỗ, chế độ thủy – nhiệt nền đất, khả năng và phương tiện thi công, điều kiện khai thác duy tu sửa chữa sau này... để đề xuất và tính toán các phương án kết cấu áo đường khác nhau cho từng đoạn tuyến có các điều kiện nói trên khác nhau. Khi đề xuất các phương án cũng cần chú ý các phương án phân kỳ đầu tư, các phương án này cần cấu tạo phân lớp thích hợp để tiện cho việc thi công tăng cường dần độ bênh trong tương lai. Đồng thời khi tính toán phải xét đến sự giảm cường độ và giảm bênh dày của lớp xây dựng trước do tác dụng phá hoại của xe trong thời gian trước khi làm thêm các lớp tăng cường bên trên. Để chọn phương án mặt đường tối ưu cần tiến hành so sánh các phương án kết cấu áo đường theo các chỉ tiêu kinh tế – kỹ thuật. Nên dùng phương pháp so sánh dựa trên tổng chi phí xây dựng và khai thác áo đường trong suốt thời gian tính toán của mỗi phương án. Khối lượng công tác mặt đường sẽ được tính với phương án chọn (đối với mỗi phương án tuyến có thể chọn phương án kết cấu áo đường khác nhau).

7. Tính giá thành xây dựng đường theo mỗi phương án tuyến (lập tổng mức đầu tư)

Dựa vào khối lượng (tiền lượng) của nền, mặt đường, công trình và dùng các *đơn giá tổng hợp* để tính giá thành trong giai đoạn lập BCNCTKT và BCNCKT. Có thể căn cứ vào tỷ lệ giá thành của ba hạng mục công trình nói trên trong các bản dự toán các tuyến đường tương tự đã làm để tính ra toàn bộ chi phí trực tiếp trong giai đoạn lập BCNCTKT. Các loại chi phí gián tiếp được tính theo tỷ lệ quy định. Phương pháp xây dựng đơn giá và lập khái

toán có thể tham khảo ở các văn bản quy định, hướng dẫn chính thức của ngành giao thông và của các địa phương.

8. Sơ bộ tính toán để xuất các biện pháp tổ chức thi công đối với mỗi phương án tuyến

- Tính toán khối lượng thi công, khối lượng nguyên vật liệu cần thiết;
- Đề xuất các biện pháp thi công đối với từng hạng mục công trình (đặc biệt là đối với các công trình khối lượng lớn, điều kiện thi công phức tạp), các biện pháp chuẩn bị thi công (dưa máy móc và vật liệu đến công trường...);
- Đề xuất hướng thi công và các nguyên tắc tổ chức thi công; chọn phương pháp thi công và sơ bộ tính toán thời hạn thi công; nêu rõ các điều kiện thiên nhiên và khí hậu, thời tiết ảnh hưởng đến thi công.

9. Tính toán các chỉ tiêu phục vụ so sánh phương án tuyến và luận chứng hiệu quả kinh tế

Đối với mỗi phương án tuyến cần tính toán và tập hợp các chỉ tiêu so sánh theo ba nhóm dưới đây:

a) Nhóm chỉ tiêu đánh giá chất lượng sử dụng của đường gồm: chiều dài tuyến đường, hệ số triển tuyến; số lần chuyển hướng (số đường cong); số đường cong dùng bán kính tối thiểu; bán kính trung bình (tổng các bán kính đường cong chia cho số đỉnh); tổng chiều dài dùng độ dốc lớn nhất; số chỗ giao nhau với đường sắt và đường ôtô khác; khả năng phục vụ kinh tế, dân sinh, quốc phòng, chính trị, văn hóa; hệ số tai nạn giao thông (xác định theo phương pháp nói ở mục 5.6); tốc độ và thời gian chạy xe; khả năng thông hành và chiều dài ảo (xem mục 5.5 và 5.7).

b) Nhóm chỉ tiêu kinh tế gồm: chi phí xây dựng, vận doanh và khai thác hàng năm (phương pháp xác định chi phí vận doanh và khai thác đường xem mục 5.3).

c) Nhóm các chỉ tiêu đánh giá về điều kiện thi công gồm: khối lượng công trình các loại (cần thống kê phân biệt các loại để thấy được mức độ khó khăn về thi công của từng phương án, ví dụ thống kê riêng khối lượng đào đắp đá cứng, đá phong hóa, đất...); chiều dài các đoạn tuyến qua địa hình, địa chất phức tạp; số điểm có khối lượng thi công tập trung (ví dụ hẻo sâu...) và khả năng giải quyết cũng như số các công trình đặc biệt đòi hỏi các thiết bị thi công đặc biệt, số nhân vật lực, máy móc, thiết bị, phương tiện vận chuyển cần thiết và điều kiện cung ứng vật tư đến thực địa.

Để phục vụ cho việc tính toán một số chỉ tiêu sử dụng và kinh tế nói trên trong thiết kế sơ bộ cần tính toán để vẽ được biểu đồ tốc độ xe chạy và biểu đồ lượng tiêu hao nhiên liệu khi chạy xe dọc theo mỗi phương án tuyến. Các biểu đồ này có thể lập với một hay vài loại ôtô (ôtô du lịch và loại ôtô tải chiếm tỷ lệ lớn nhất trong thành phần xe chạy theo nhiệm vụ thiết kế) cho cả chiều đi và về của tuyến đường. Có thể vẽ trực tiếp các đồ thị này trên trắc dọc thiết kế sơ bộ. Phương pháp vẽ các biểu đồ nói trên có thể tham khảo ở cuốn "Sổ tay thiết kế đường ôtô" – Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 1976.

10. Quyết định chọn phương án

Phương pháp so sánh phương án và phân tích hiệu quả kinh tế của phương án chọn được trình bày chi tiết ở Chương 5. Trong trường hợp so sánh các phương án cục bộ thì có thể chỉ dựa vào các chỉ tiêu thuộc nhóm đánh giá chất lượng sử dụng và nhóm đánh giá về điều kiện thi công ở trên để quyết định phương án.

3.3. ĐẶC ĐIỂM CÔNG TÁC KHẢO SÁT THIẾT KẾ PHỤC VỤ LẬP BCNCTKT VÀ BCNCKT ĐỐI VỚI TRƯỜNG HỢP NÂNG CẤP, CAI TẠO ĐƯỜNG CŨ

Nội dung và phương pháp khảo sát thiết kế đối với trường hợp nâng cấp, cải tạo đường cũ về cơ bản giống như đã trình bày ở mục 3.2, đặc biệt là đối với các đoạn tuyến phải tránh bỏ tuyến cũ (vì đường cũ có tiêu chuẩn quá xấu hoặc vì đường cũ qua các vùng địa hình, địa chất quá phức tạp). Tuy nhiên trong mọi trường hợp, công tác khảo sát thiết kế sơ bộ cải tạo đường cũ bao giờ cũng bắt đầu bằng việc thăm dò định tuyến trên đường cũ. Nội dung công tác thăm dò lúc này chính là *công tác đăng ký lại đường cũ* nhằm điều tra, phản ánh đúng được thực trạng của đường cũ về tuyến, nền, mặt và công trình thoát nước. Chỉ có làm như vậy mới có thể quyết định đoạn tuyến cũ nào khi thiết kế cải tạo nên tận dụng và đoạn nào nên tìm hướng tuyến mới, đồng thời mới có cơ sở để luận chứng hiệu quả kinh tế – kỹ thuật của tuyến sau khi cải tạo. Đây chính là đặc điểm nổi bật đối với công tác khảo sát thiết kế sơ bộ cải tạo đường cũ.

Công tác thăm dò đăng ký lại đường cũ cũng tiến hành giống như việc thăm dò xây dựng sơ bộ tuyến đường trên thực địa nói ở điểm 3 mục 3.2 với việc xem đường cũ là một phương án tuyến. Lúc này đường sườn (theo tim hoặc mép đường cũ) và cọc đăng ký vẫn dùng các cọc tạm nhưng cần rải cọc sao cho phản ánh đầy đủ được tình trạng đường cũ về tất cả các mặt.

Công tác đo đạc cũng thực hiện như với trường hợp đường mới. Riêng về phương án tuyến ở các đoạn tận dụng lại đường cũ thì nên xem xét phương án mở rộng nền đường về một phía hoặc hai phía.

Mở rộng về một phía có lợi cho việc bảo đảm giao thông và tạo điều kiện cho máy móc thi công phân đào, đắp mở rộng được thuận lợi. Mở rộng đều về cả hai phía thường chỉ có thể đào, đắp phần mở rộng bằng nhân lực nhưng lại thuận lợi về việc giải phóng mặt bằng.

Tại những đoạn đường đặc biệt như chỗ bị sụt lở, ngập nước, bị phá hoại, các chỗ giao nhau với đường khác... thì phải đo đạc bình đồ 1:500 – 1:2000 (có thể dùng dụng cụ thô sơ hoặc chính xác để đo).

Đối với nền mặt đường cần phân loại các đoạn theo tình trạng kỹ thuật, theo điều kiện địa chất và thủy văn, chế độ thủy nhiệt, theo điều kiện cấu tạo, theo kết cấu tầng lớp và cuối

cùng phải phân tích được nguyên nhân hư hỏng. Cần cố gắng xác định được cường độ kết cấu mặt đường cũ (do mõđun biến dạng hoặc đàn hồi) và điều tra được quá trình xây dựng sửa chữa đường cũ.

Đối với công trình thoát nước cần miêu tả kỹ loại, kiểu, khổ và trọng tải công trình, quá trình sử dụng, sửa chữa; kết cấu; kích thước, vật liệu; tình hình thoát nước và xói lở; nhận xét về khẩu độ hiện tại, đồng thời phải kèm theo các bản vẽ chi tiết các mặt cắt ngang, cắt dọc lòng suối. Cố gắng sưu tầm các tài liệu cũ như hồ sơ thiết kế và hoàn công các loại công trình này. Đối với các công trình khác trên đường (kè, tường chắn...) cũng miêu tả chi tiết như vậy. Đối với các cầu trung và lớn, nếu cần phải tiến hành kiểm định và thử tải trọng.

Ngoài ra, cần thu thập toàn bộ hồ sơ thiết kế và hồ sơ của các cơ quan khai thác đường cũ. Đồng thời phải chú ý điều tra lưu lượng xe chạy, mức độ tăng trưởng lưu lượng hàng năm, quan trắc tốc độ xe chạy trên đường như nói ở các mục 2.5, 2.6 và 2.7. Từ đó có thể vẽ biểu đồ lưu lượng và tốc độ xe thực tế trên từng đoạn dọc tuyến để xác định hệ số lưu lượng và hệ số tốc độ... là các hệ số quan trọng đánh giá chất lượng khai thác và khả năng của đường cũ.

Đặc biệt cũng cần chú ý điều tra tình hình tổ chức giao thông trên đường cũ và phân tích nguyên nhân ở những vị trí thường xảy ra tai nạn giao thông.

Hồ sơ khảo sát thiết kế sơ bộ thường hợp cải tạo đường cũ cũng bao gồm các nội dung đã nói ở mục 3.1.

CHƯƠNG 4

CÔNG TÁC KHẢO SÁT THIẾT KẾ ĐƯỜNG ÔTÔ TRONG GIAI ĐOẠN KHẢO SÁT THIẾT KẾ KỸ THUẬT VÀ GIAI ĐOẠN KHẢO SÁT THIẾT KẾ BẢN VẼ THI CÔNG

4.1. CÔNG TÁC KHẢO SÁT THIẾT KẾ KỸ THUẬT

Mục đích, nhiệm vụ và vai trò của giai đoạn KSTK kỹ thuật trong quá trình thực hiện đầu tư một dự án xây dựng hoặc nâng cấp, cải tạo đường ôtô đã được nêu rõ ở mục 1.2. Để thực hiện mục đích và nhiệm vụ đó, quá trình khảo sát thiết kế kỹ thuật thường phải triển khai các bước công tác với các nội dung cụ thể dưới đây:

- Công tác chuẩn bị;
- Căm tuyến và đo đạc địa hình;
- Điều tra thực địa, thu thập các dữ liệu cần thiết để phục vụ công tác thiết kế;
- Thiết kế các hạng mục công trình đường;
 - Đánh giá chi tiết tác động môi trường, đưa ra các giải pháp phòng ngừa và giảm thiểu tác động xấu đến môi trường do việc xây dựng đường gây ra trong quá trình chuẩn bị thi công, quá trình thi công và quá trình sau khi thi công xong (đưa đường vào khai thác);
 - Xác định chính xác khối lượng thi công và nêu rõ các tiêu chuẩn về vật liệu, về các sản phẩm và sản phẩm cuối cùng của từng bộ phận, từng hạng mục công trình;
 - Lập thiết kế tổ chức thi công chỉ đạo;
 - Lập tổng dự toán công trình;
 - Lập hồ sơ mời thầu.

1. Công tác chuẩn bị

Công tác chuẩn bị chủ yếu gồm các nội dung sau:

- Nghiên cứu kỹ toàn bộ hồ sơ báo cáo nghiên cứu dự án khả thi đã được duyệt; trong đó cần chú trọng nắm vững: mục đích, ý nghĩa, chủ trương xây dựng tuyến đường thiết kế;

quy mô và tiêu chuẩn kỹ thuật các hạng mục công trình đã được duyệt, các điểm khống chế, các điểm tựa, đặc điểm của phương án tuyến đã được duyệt; đặc điểm của các khu vực tuyến đi qua về khí hậu, thổ nhưỡng, địa chất, thủy văn, các yếu tố môi trường khác... Đặc biệt, cần nắm được các vấn đề còn tồn tại đã đề cập mà trong báo cáo lập dự án khả thi để lại để tiếp tục nghiên cứu giải quyết trong giai đoạn KSTK kỹ thuật;

– Thu thập cập nhật các số liệu về quy hoạch, về kinh tế – xã hội, về tình hình diễn biến khí hậu, thời tiết, tình hình phát triển các dự án về thủy lợi, các dự án giao thông khác có liên quan đến khu vực bố trí tuyến và liên quan đến chủ trương xây dựng tuyến đường sắp được khảo sát thiết kế kỹ thuật. Việc này là cần thiết vì từ khi triển khai giai đoạn KSTK lập BCNCKT (là lúc thu thập các số liệu nói trên) cho đến khi BCNCKT được phê duyệt và sau đó là triển khai giai đoạn KSTKKT thường đòi hỏi một thời gian nhất định, nhiều khi tới 2 – 5 năm;

– Lập đề cương đo đạc và điều tra chi tiết tại thực địa; đề cương cần căn cứ vào cấp hạng và chức năng quan trọng của tuyến đường thiết kế, điều kiện, địa hình và các đặc điểm nói trên, cũng như thời hạn cần phải hoàn thành thiết kế mà quy định rõ nội dung, yêu cầu và phạm vi đo đạc, điều tra, phương pháp tiến hành, dụng cụ và mức độ chính xác cần thiết, cũng như năng suất cần đảm đối với từng việc đo đạc và điều tra chi tiết;

– Tổ chức lực lượng khảo sát thiết kế bao gồm các tổ chuyên nghiệp; các dụng cụ đo đạc địa hình; đo lưu tốc; đo đạc dưới nước; các dụng cụ khoan, đào thăm dò, điều tra địa chất; lập kế hoạch và tiến độ công tác; chuẩn bị các thủ tục, giấy tờ, kinh phí, phương tiện vận chuyển, phương tiện sinh hoạt và làm việc tại thực địa; các dụng cụ vẽ và văn phòng phẩm, các phương tiện thông tin liên lạc, người đưa đường; dự trù các điểm đóng quân...

Để công tác chuẩn bị tiến hành được tốt, cần tổ chức thị sát thực địa, đối chiếu các tài liệu thiết kế sơ bộ với thực địa và tiến hành các công tác chuẩn bị tại thực địa (làm việc với các địa phương v.v..). Thường sau khi thị sát thực địa mới lập đề cương khảo sát và lập kế hoạch tiến độ khảo sát.

2. Công tác cắm tuyến, đo đạc và điều tra tại thực địa

Công tác này thường tiến hành theo một trình tự có tính chất dây chuyền khá chặt chẽ như sau:

a) Cắm tuyến trên thực địa

Cắm tuyến trên thực địa gồm các việc: chọn tuyến định đinh, phỏng thẳng (tức là quyết định các cánh tuyến và các điểm ngoặt của tuyến trên thực địa); cắm các đường cong tương ứng tại các đỉnh với việc chọn bán kính đường vòng chính và các yếu tố của đường vòng nối thích hợp về kinh tế – kỹ thuật. Nội dung của công việc này chính là việc thiết kế bình đồ ngay trên thực địa, vì thế khi tiến hành cần phải nắm vững các quan điểm và nguyên tắc chọn tuyến trên các địa hình khác nhau cũng như phải nắm vững các phương pháp thiết kế bình đồ nói ở mục 6.1.

Công việc cắm tuyến trên thực địa nhất thiết phải do các kỹ sư đường lâu năm đảm nhiệm với sự tham gia của các nhà địa chất và thổ chất vì việc quyết định tuyến lúc này phải xem xét toàn diện đến mọi nhân tố ảnh hưởng và đồng thời phải quyết định phần lớn

B.348.621

các giải pháp kỹ thuật đối với các công trình, nền, mặt, thoát nước. Để triển khai công việc được thuận lợi, trước hết tổ cắm tuyến cùng với lãnh đạo đơn vị khảo sát phải thị sát dọc theo hướng tuyến chọn ở thiết kế sơ bộ để quyết định các điểm tựa trung gian dọc tuyến, cũng như quyết định phương pháp cắm tuyến từng đoạn. Thông thường những đoạn dễ thì có thể phỏng tuyến thử bằng các sào tiêu (phỏng các cánh thẳng và quyết định định) trên thực địa và điều chỉnh một vài lần cho hợp lý rồi tiến hành cắm chính xác bằng máy kinh vĩ theo cánh thẳng đã chọn. Đối với các đoạn khó (nhất là địa hình vùng núi) thì cần tiến hành lại công tác thăm dò định tuyến như nói ở điểm 3 mục 3.2, rồi mới cắm tuyến trên cơ sở các đường dẫn hướng tuyến bằng dụng cụ thô sơ hay dụng cụ chính xác, hoặc trên cơ sở bình đồ địa hình trực tiếp đo đạc được. Đối với các trường hợp này, vị trí tuyến cuối cùng có thể qua nhiều lần chỉnh lý, cụ thể là: sau lần cắm tuyến đầu tiên cần hoàn thành các tài liệu đo đạc bình đồ, trắc dọc, trắc ngang và nghiên cứu thiết kế bản vẽ, rồi đem cắm lại một hoặc nhiều lần cho đến khi tuyến được xem là hợp lý (phương pháp thiết kế phối hợp bình đồ, trắc dọc, trắc ngang có thể xem ở mục 6.3).

Trong khi phỏng tuyến định đinh thường phải giải quyết vấn đề xác định một tuyến thẳng qua hai điểm cho trước trên thực địa. Ở địa hình quang và cánh thẳng ngắn thì có thể xác định trực tiếp bằng máy chính xác với việc đặt máy ở giữa, xê dịch cho quả dọi của trục máy nằm trên đường thẳng dự kiến. Đối với những cánh thẳng dài thì có thể đặt máy kinh vĩ ở một điểm, tại điểm kia dùng cách đốt lửa để tạo một cột khói định hướng gần đúng và sau đó cắm chính xác dần. Cũng có thể sử dụng trong trường hợp này các loại vô tuyến điện phương vị. Đối với trường hợp địa hình núi và rậm rạp thì có thể định hướng gần đúng bằng cách treo cờ đỏ trên các cây cao... và dùng các sào tiêu truyền đường thẳng, rồi tiến hành *phát luồn* (với bề rộng ít nhất là 1,0m) theo đường thẳng gần đúng này; sau đó, khi phỏng thẳng chính xác có thể xem xét, xê dịch cánh thẳng đi chút ít.

Sau khi đã quyết định các cánh thẳng với các đỉnh tương ứng và trước khi tiến hành công tác cắm đường vòng thì phải tiến hành *phát sạch*, cuốc đường dọc theo các cánh thẳng để tạo điều kiện cho việc di lại, di chuyển máy đo đạc trên tuyến được thuận lợi. Công việc này hết sức cần thiết, nhất là đối với địa hình núi rừng, để bảo đảm an toàn cho máy đo, cũng như nâng cao năng suất công tác. Đường cuốc rộng 0,50m tạo thành một đường mòn, có bậc lên xuống các vị trí đỉnh đường vòng (điểm ngoặt của cánh thẳng).

Các vị trí đầu, cuối tuyến và các đỉnh đường vòng phải được cố định bằng các cọc vũng chắc, bảo đảm có thể tồn tại trên thực địa đến lúc bắt đầu thi công xây dựng tuyến (khi thi công sẽ dựa vào các cọc này để khôi phục toàn bộ hệ thống cọc dọc tuyến theo các bản vẽ thiết kế bình đồ và trắc dọc). Để cố định tuyến tại các vị trí nói trên thường dùng các cọc bêtông tiết diện vuông $7 \times 7\text{cm}$, hoặc tiết diện tam giác đều cạnh 12cm , dài $40 \sim 50\text{cm}$, chôn sâu vào đất, trên đỉnh cọc đánh dấu vị trí đỉnh chính xác bằng dấu sơn đỏ; hay cũng có thể dùng cọc gỗ từ thiêt dài $1,5 \sim 1,7\text{m}$ tiết diện vuông $12 \times 12\text{cm}$ chôn sâu vào đất 1,0m, đỉnh cọc đánh dấu vị trí chính xác bằng cách đóng đinh. Xung quanh cọc trong phạm vi bán kính $0,75 \sim 1,0\text{m}$ phải đắp đá hoặc đất cao bằng cọc để bảo vệ cọc. Tốt nhất là có thể mốc nối các cọc này vào vị trí của hai vật cố định khác có sẵn ở lân cận (ví dụ cột điện, tảng đá gốc, gốc cây to, nhà cửa, công trình nhân tạo...) bằng khoảng cách và các góc hợp thành giữa chúng. Trong trường hợp có lập lối không chế mặt bằng và độ cao thì phải nối các cọc đó vào các điểm mốc của đường chuyền cấp II (xem điểm 3 của mục 3.2).

Sơ đồ định vị như vậy cần phải ghi chép trong sổ đăng ký cố định cọc và đưa vào hồ sơ thiết kế để sau này bàn giao cho đơn vị thi công.

Trên một cánh thẳng, sau khi đã phóng thẳng chính xác bằng máy cân để lại các cọc định hướng đóng vững chắc cố định đánh dấu hướng tuyến. Cân bố trí sao cho ở bất cứ vị trí nào trên cánh thẳng cũng nhìn thấy được hai cọc định hướng như vậy để tiện cho công tác đo góc, cắm cong sau này. (Nếu cánh thẳng dài thì thường 50~100m tùy theo địa hình sẽ cắm một cọc định hướng và các cọc này cũng có thể cấu tạo như trên).

Vị trí đỉnh (điểm ngoặt) của tuyến có ảnh hưởng khá quyết định đến chất lượng và giá thành xây dựng của tuyến, ví dụ ảnh hưởng đến việc cánh tuyến cắt vào núi nhiều hay đi ra vực nhiều khiến khối lượng đào nhiều hoặc khối lượng kè nhiều; hoặc ảnh hưởng đến sự phối hợp các yếu tố tuyến trong không gian và với quang cảnh hai bên..., Vì thế công tác định đỉnh là rất quan trọng và phải cân nhắc thận trọng, xem xét toàn diện khi quyết định, đồng thời tránh tư tưởng ngại phải chỉnh lại một khi phát hiện bất hợp lý.

Để cắm tuyến ở các đoạn cong (tương ứng với các đỉnh) thì cần tiến hành đo góc ngoặt ở đỉnh và chọn bán kính, rồi cắm các cọc trên đường vòng. Yêu cầu và phương pháp đo góc cắm cong xem ở mục 4.3 và phương pháp cắm tuyến clototit xem ở Chương 6.

Bán kính đường cong nên cố gắng chọn hợp lý và nếu cho phép thì nên chọn càng lớn càng tốt để tăng tốc độ và an toàn chạy xe. Chỉ dùng bán kính tối thiểu khi cần tránh khối lượng công trình lớn (như ở nơi đào sâu, đắp kè cao...). Quyết định bán kính cũng phải xét đến điều kiện bảo đảm tầm nhìn, điều kiện bố trí đường vòng nối, điều kiện bố trí đoạn chẽ giữa hai đường cong, điều kiện tương hỗ giữa hai đường cong trước và sau để bảo đảm độ đều đặn quang học của tuyến v.v...

Tóm lại các khâu công tác cắm tuyến gồm có: chọn tuyến, định đỉnh, phát luồn, phóng thẳng, cuốc đường, đo góc, cắm cong. Các khâu công tác này có thể do các tổ chuyên nghiệp đảm nhận, tiến hành theo một dây chuyền chặt chẽ với tốc độ 0,5 ~ 1,5km/ngày tùy điều kiện địa hình.

b) Đo đặc bình đồ, trắc dọc, trắc ngang dọc tuyến

Sau khi cắm tuyến, để có thể tiến hành đo đặc địa hình trước hết cần cắm thêm các cọc chi tiết và các cọc cự ly trên suốt dọc tuyến.

Các cọc chi tiết gồm có các cọc phản ánh địa hình dọc tuyến, các cọc chi tiết trên đường cong (ngoài các cọc tiếp đầu TD, tiếp cuối TC, điểm giữa đường cong PG, cần đóng thêm các cọc đầu và cuối đường vòng nối ND, NC) và các cọc phản ánh vị trí công trình trên tuyến.

Cọc cự ly gồm các cọc cách đều 20,0m (địa hình núi) và 40m (địa hình đồng bằng) kể từ cọc đầu tiên, và các cọc 100m (cọc H), cọc 1000m (cọc km).

Tất cả các cọc này được đánh số từ 1 trở đi trong từng kilômet (sang kilômet khác phải bắt đầu lại từ cọc số 1). Vị trí các cọc này cho phép chêch khỏi vị trí tuyến chính tối đa là 10 cm.

Các cọc chi tiết và cọc cự ly nói trên thường được cắm theo tim đường và cũng có thể được cắm theo mép đường. Khi cắm tuyến theo mép đường thì các cọc này là cọc mép của

nền đường ở phía ngoài vực, và nếu ở phía bụng đường vòng thì vị trí của nó là chưa kể đến bê rộng mở thêm. Việc cắm tuyến theo mép đường có gây phiền phức cho việc thiết kế trên bình đồ (ví dụ việc thiết kế và cắm đường vòng...) nhưng có thể tạo thuận lợi cho việc khống chế cao độ thiết kế (bằng cao độ cọc mép) trong trường hợp địa hình sườn dốc nhằm tránh các công trình chống đỡ (kè, tường chắn...) hoặc trường hợp đường qua vùng ngập lụt. Tuy nhiên, trên một tuyến thiết kế nếu đã cắm cọc chi tiết theo cách nào (tim hoặc mép) thì phải thống nhất trên suốt tuyến.

Nói chung cọc chi tiết và cọc cự ly đều có thể dùng các cọc gỗ $\phi 5 \sim 7\text{cm}$, dài $30 \sim 40\text{cm}$ mà không cần cố định như đối với cọc đỉnh, trừ trường hợp tại vị trí các công trình quan trọng thì mới cần cố định như với cọc đỉnh. Đối với đường cũ các cọc này đều dùng cọc đỉnh sắt $\phi 1,5\text{cm}$, dài 10cm đóng chìm xuống đường; bên lề đường lại đóng cọc gỗ quy cách như trên để bảo vệ vị trí cọc đỉnh sắt.

Tuyến sau khi được bổ sung các cọc chi tiết và cọc cự ly sẽ được xem là một đường sườn cơ sở để từ đó triển khai công tác đo đạc địa hình phạm vi dọc tuyến (cũng như triển khai công tác điều tra địa chất, thủy văn dọc tuyến).

Nội dung công tác đo đạc địa hình thường gồm các việc sau:

- Truyền đặt các mốc cao đạc và đo độ cao các cọc đã cắm;

- Đo khoảng cách giữa các cọc đã cắm;

- Đo mặt cắt ngang thẳng góc với tuyến đã cắm tại tất cả các vị trí cọc đã cắm (tại chỗ đường vòng đo theo đường hướng tâm) và vẽ mặt cắt ngang với quy ước đứng quay lưng về phía điểm xuất phát (KMO) của tuyến (bên phải hướng đi là bên phải của trắc ngang; bên trái hướng đi cũng là bên trái của trắc ngang). Trắc ngang thường được vẽ ngay tại tuyến trên giấy kẻ ô với tỷ lệ $1:200$ và với phạm vi rộng mỗi bên tuyến từ $30\sim 50\text{m}$. Phạm vi này cần đủ để thiết kế nền đường và taluy nền đường trên mỗi trắc ngang, cũng như đủ để nghiên cứu chỉnh lý tuyến cục bộ.

Dựa vào các số liệu đo đạc trên có thể vẽ được mặt cắt địa hình dọc tuyến (trắc dọc), mặt cắt ngang (như trên) và bình đồ địa hình dọc tuyến. Bình đồ có đường đồng mức được vẽ trên cơ sở tập hợp các điểm đã biết độ cao dọc theo tuyến và ở hai bên tuyến theo kết quả đo mặt cắt ngang. Thường trắc dọc tuyến được vẽ với tỷ lệ $1:2000$ (theo chiều dài) và $1:200$ đo mặt cắt ngang. Vùng trắc dọc thường được vẽ với tỷ lệ $1:2000$ (theo chiều dài) và $1:200$ đo mặt cắt ngang. Bình đồ tuyến vùng núi có tỷ lệ $1:1000 \sim 1:2000$, vùng đồng bằng $1:2000 \sim 1:5000$. Bình đồ và trắc dọc thường vẽ riêng từng $1 \sim 2\text{km}$ trên một bản vẽ.

Tại các vị trí công trình, khi cần thiết phải đo đạc lập bình đồ chi tiết tỷ lệ $1:500$ để phục vụ cho việc thiết kế sau này được thuận lợi.

Phương pháp và yêu cầu về đo đạc ứng dụng trong khảo sát thiết kế đường xin xem ở mục 4.4.

c) Điều tra thực địa

Điều tra thực địa gồm các nội dung sau:

- Điều tra địa chất dọc tuyến (bao gồm việc xác định các tính chất cơ lý của đất, đá) phục vụ thiết kế nền, mặt đường và công trình;

- Điều tra về thủy văn phục vụ việc tính toán lưu lượng, quy hoạch thoát nước, thiết kế khẩu độ, kích thước công trình thoát nước;
- Điều tra tình hình cây cỏ dọc tuyến phục vụ việc tính toán khối lượng công tác dọn sạch phạm vi thi công;
- Điều tra thống kê ruộng đất bị chiếm để làm đường, nhà cửa và công trình phải di chuyển;
- Điều tra về chất lượng, trữ lượng và khả năng khai thác vật liệu xây dựng đường dọc tuyến.

Nội dung và phương pháp điều tra thủy văn, điều tra địa chất và vật liệu xây dựng xin xem ở mục 4.5 và 4.6.

Điều tra tình hình cây cỏ, ruộng đất nhà cửa, công trình dọc tuyến có thể kết hợp ghi chép khi đo trắc ngang. Sau đó phân đoạn tuyến có tình hình cây cỏ... giống nhau và tiến hành quan sát tỷ mỉ số cây, loại cây (tương ứng với các kích cỡ đường kính thân cây khác nhau) trong một phạm vi diện tích nhất định mang tính chất điển hình để suy ra khối lượng công tác chuẩn bị thi công cho cả đoạn. Còn số lượng ruộng đất, nhà cửa có thể xác định trên bình đồ tuyến thiết kế.

Tất cả các công việc cắm tuyến, đo đạc và điều tra nói trên đều phải viết thành tài liệu kịp thời ngay trong thời gian khảo sát thực địa và bắt buộc phải đối chiếu, kiểm tra trên thực địa để có thể kịp thời phát hiện các chỗ cắm tuyến chưa hợp lý, các số liệu đo đạc, điều tra chưa chính xác. Công việc này thường do một tổ công tác chuyên nghiệp (tổ văn phòng) phụ trách và phải bảo đảm tốc độ lên tài liệu bằng với tốc độ cắm tuyến. Tốt nhất là sau thời gian khai triển dây chuyền (thời gian này càng ngắn càng tốt), bình đồ, trắc dọc, trắc ngang các đoạn tuyến đã cắm cũng lên xong và thiết kế thử trước khi tiếp tục cắm tuyến các đoạn sau.

Việc thiết kế thử ở đây chưa đi vào chi tiết mà chủ yếu là xem xét tuyến đã cắm có bảo đảm các tiêu chuẩn kỹ thuật chính (độ dốc, bán kính...) và các quan điểm thiết kế dự định không (có phát sinh khối lượng không hợp lý không, hoặc có đòi hỏi làm các công trình vượt quá khả năng về kỹ thuật và thiết bị xây dựng không). Công việc này nếu làm tốt và kịp thời sẽ giảm được rất nhiều khối lượng công tác chỉnh lý trong quá trình khảo sát thiết kế, do đó phải rất coi trọng công tác văn phòng và có thể tổ chức cho công tác này làm cả buổi tối. Thực tế nề nếp ngày làm ở hiện trường, tối ngồi tính sổ đo đạc và lên tài liệu là rất phổ biến ở tất cả các đơn vị khảo sát. Kinh nghiệm cho hay dù có đi thực địa rất nhiều lần nhưng nếu không lên được tài liệu địa hình thì cũng khó thấy được toàn diện các đặc điểm của khu vực tuyến đi qua và khó phát hiện được các bất hợp lý cũng như các phương án tốt.

Công tác cắm tuyến, đo đạc và điều tra nói trên chính là giai đoạn chủ yếu của công tác tại thực địa trong quá trình khảo sát thiết kế chi tiết. Đơn vị khảo sát chỉ có thể rút khỏi thực địa sau khi hoàn thành tốt công tác văn phòng, xử lý xong toàn bộ số liệu thu thập được với mức độ bảo đảm tất cả kết quả đo đạc và điều tra là đầy đủ, chính xác, tin cậy, đồng thời được cấp có thẩm quyền xem xét lại toàn bộ tài liệu và chấp nhận tuyến đã cắm

(thường tổ chức duyệt tuyến tại thực địa với các đại biểu của chủ đầu tư, tư vấn thẩm định và cấp trên của đơn vị khảo sát). Tổ chức duyệt tài liệu và tuyến có thể tiến hành đối với từng đoạn tuyến sau khi đơn vị khảo sát đã lên xong bình đồ, trắc dọc, trắc ngang và các tài liệu khác. Theo yêu cầu của các cấp có thẩm quyền, sau đó đơn vị khảo sát có thể phải cắm bổ sung các phương án tuyến cục bộ hoặc lấy thêm các tài liệu khác.

Kết thúc đợt công tác cắm tuyến, đo đạc và điều tra thực địa cần phải hoàn thành các tài liệu sau đây:

- Bản thuyết minh về công tác khảo sát cắm tuyến thực địa: nêu lên các đặc điểm của khu vực tuyến đi qua (các đặc điểm cần miêu tả đã nói ở trên); nêu lên các phương án tuyến cục bộ; phân tích lý do chọn tuyến và nhận xét về tuyến đã cắm; những vấn đề phát hiện và giải quyết khác với giai đoạn lập BCDAKT; những vấn đề cần lưu ý khi thiết kế lập bản vẽ thi công và thiết kế tổ chức thi công; tình hình triển khai công việc và các phương pháp đã dùng khi cắm tuyến, đo đạc và điều tra thực địa;
- Mật cắt dọc tuyến trên địa hình tự nhiên tỷ lệ 1:2000, cao 1:200;
- Bình đồ tuyến đã cắm và các phương án cục bộ tỷ lệ 1:2000 ~ 1:1000 (vùng núi); 1:2000 ~ 1:5000 (vùng đồng bằng);
- Mật cắt ngang ở tất cả các cọc chi tiết (tỷ lệ 1:200);
- Bình đồ cao độ chi tiết ở các vị trí định thiết kế các công trình nhân tạo quan trọng (tỷ lệ 1:500); các mặt cắt ngang, dọc, chi tiết tại các vị trí định đặt cống hoặc thiết kế tường chắn (gồm cả mật cắt dọc và cắt ngang dòng chảy, mặt cắt chéo với tim đường nếu dự kiến đặt công trình theo các hướng đó...);
- Tài liệu điều tra địa chất, thủy văn, vật liệu xây dựng dọc tuyến; bình đồ duỗi thẳng vị trí các mỏ VLXD và dự kiến phạm vi sử dụng mỗi mỏ;
- Bản đồ tổng hợp các khu tụ nước; bản tính lưu lượng, khẩu độ các công trình thoát nước nhỏ và bản thống kê các loại công trình thoát nước;
- Bản thống kê các đường giao (kể cả đường giao dân sinh);
- Thống kê các vị trí dự kiến làm nhà phục vụ khai thác đường;
- Thống kê các loại mốc, cọc tiêu, biển báo đã có, cần thay thế, bổ sung (trường hợp sử dụng các đoạn đường cũ);
- Các sổ sách đo đạc (đo góc, cắm cong, đo cao, đo dài...);
- Bảng chỉ dẫn và phác họa vị trí đặt mốc cao đạc và cố định cọc;
- Tài liệu điều tra cây cỏ dọc tuyến; thống kê về công trình, mỏ mả, nhà cửa, cột điện... phải di chuyển cũng như ruộng đất phải lấy để làm đường (kèm theo các biên bản về các cuộc thảo luận với địa phương và những cơ quan hữu quan);
- Các bản ý kiến của các cơ quan địa phương và cơ sở kinh tế liên quan về phương án tuyến và về các vấn đề khác cần cho việc thiết kế và tổ chức thi công sau này.

3. Công việc thiết kế kỹ thuật

Sau khi đo đạc và điều tra đầy đủ tài liệu thực địa có thể tiến hành thiết kế kỹ thuật, tức là tính toán, quyết định cấu tạo các yếu tố của tuyến, nền, mặt đường và các công trình nhân tạo trên đường kèm theo khối lượng thi công tương ứng. Thật ra, ngay trong quá trình cắm tuyến trên thực địa đồng thời cũng đã phải quyết định các giải pháp kỹ thuật và đề cập đến các vấn đề thiết kế nói trên, do đó công việc lúc này trước hết là tiếp tục đi sâu vào tính toán chính xác hóa cấu tạo các bộ phận của đường, cố gắng vận dụng các thành tựu mới, các tiến bộ kỹ thuật. Phải xem việc thiết kế là một quá trình sáng tạo và người thiết kế phải đặt địa vị mình trên cương vị người sử dụng đường để cố gắng sáng tạo mọi điều kiện tốt nhất cho việc chạy xe, đồng thời cũng phải chú ý tạo mọi điều kiện thuận lợi cho việc khai thác, duy tu sửa chữa sau này.

Khi thiết kế phải xét tới điều kiện thi công, khả năng về kỹ thuật và tổ chức, cũng như về trang thiết bị của đơn vị thi công. Đồng thời phải đặt vấn đề tận dụng vật liệu tại chỗ.

Mỗi bản thiết kế và mỗi vấn đề trong hồ sơ thiết kế phải đầy đủ, chi tiết, có tất cả các số liệu kỹ thuật cần thiết để thực hiện bản thiết kế đó một cách thuận lợi, đồng thời phải đúng với các hồ sơ mẫu và các quy định khác. Bản vẽ phải trình bày rõ ràng, sáng sủa.

Nội dung công việc thiết kế kỹ thuật gồm các việc dưới đây.

a) Thiết kế hình đồ trắc dọc và trắc ngang

Để đảm bảo được các yêu cầu nói trên cần luôn luôn *thiết kế phối hợp hình đồ, trắc dọc và trắc ngang*. Thường trước hết phải xem xét từng trắc ngang tương ứng với tất cả các cọc chi tiết, các cọc có dự kiến đặt công trình để xác định độ cao khống chế hoặc độ cao mong muốn đặt nền đường tại mỗi trắc ngang đó. Sau đấy đánh dấu độ cao khống chế và độ cao mong muốn nói trên lên trắc dọc. Nếu đường đồ thiết kế có thể đi sát các độ cao nói trên đồng thời vẫn bảo đảm các chỉ tiêu khác về độ dốc dọc, về chiều dài dốc, về các điều kiện đặt đường cong đứng và kết hợp tốt với các yếu tố bình đồ để bảo đảm điều kiện an toàn xe chạy và độ đều đặn thị giác trong không gian thì xem như phương án tuyến đã cắm là có thể phối hợp tốt giữa bình đồ, trắc dọc, trắc ngang, và có điều kiện thuận lợi cho việc bảo đảm thiết kế tối ưu vì rằng các độ cao khống chế và độ cao mong muốn xác định trên trắc ngang nói trên rõ ràng thể hiện các yêu cầu kỹ thuật và kinh tế đối với mỗi vị trí trên tuyến.

Các độ cao khống chế có thể là mức nước khống chế ở các sông, suối, các thung lũng, các cánh đồng, mức nước thủy triều ở biển, mức nước dâng ở các vị trí cầu, cống; cũng có thể là các khống chế do các điều kiện địa hình, địa chất (cao hoặc thấp hơn sẽ gặp vách đứng, gặp khu trượt sườn...), địa vật (qua vùng dân cư, qua đường sắt, mương máng, thủy lợi...) hoặc khống chế do yêu cầu sử dụng đường cũ v.v...

Các độ cao mong muốn có thể xác định trên mỗi trắc ngang xuất phát từ những căn nhắc về kinh tế – kỹ thuật bảo đảm cho giải pháp kỹ thuật đối với nền đường ở mỗi cọc là hợp lý và rẻ nhất. Ví dụ: với đường trên sườn núi thì đây chính là độ cao đào, đắp để giá thành rẻ nhất, đồng thời bảo đảm chiều cao taluy đủ ổn định; với đường vùng đồng bằng thì đây có thể là chiều cao đào rẻ nhất xác định theo quan điểm thiết kế tổng thể nền, mặt đường trên mức nước ngập và mức nước ngầm... (xem chi tiết ở mục 6.2).

Trong trường hợp đường đỗ thiết kế trên trắc dọc không thể thỏa mãn các yêu cầu phối hợp giữa bình đồ, trắc dọc và trắc ngang như trên đã nêu (gặp những mâu thuẫn không khắc phục được giữa các yêu cầu khác nhau) thì nên đặt vấn đề xem xét lại tuyến đã cắm và nghiên cứu chỉnh lại tuyến để giảm bớt mức độ các mâu thuẫn (Trên thực tế một phương án tối ưu cũng không thể tránh được sự tồn tại các mâu thuẫn giữa những yêu cầu kinh tế – kỹ thuật khác nhau). Nếu có chỉnh tuyến thì cần tiến hành so sánh kinh tế – kỹ thuật giữa phương án đã cắm và phương án chỉnh lại, qua đó có thể thấy được hiệu quả của việc chỉnh tuyến (tức là hiệu quả của việc giảm bớt các mâu thuẫn). Về nguyên tắc bằng cách làm như trên nhiều lần, ta có thể đạt tới một phương án tuyến tối ưu về kinh tế – kỹ thuật.

Chi tiết và cụ thể về phương pháp thiết kế bình đồ, trắc dọc, trắc ngang cũng như phương pháp chỉnh tuyến được trình bày ở Chương 6.

Việc thiết kế bình đồ, trắc dọc, trắc ngang như trên tốt nhất nên tiến hành ngay trong thời gian cắm tuyến ở thực địa, (nhất là đối với các đoạn tuyến khó, có nhiều công trình dễ phải chỉnh tuyến nhiều lần...) để tiện cho việc thu thập bổ sung số liệu tại thực địa. Công việc này cũng là khâu quan trọng nhất trong quá trình thiết kế chi tiết lập bản vẽ thi công, vì thật ra muốn thiết kế bình đồ, trắc dọc, trắc ngang hợp lý, tối ưu thì cũng phải giải quyết được các vấn đề về thiết kế nền đường và các công trình trên đường một cách hợp lý và tối ưu.

b) Thiết kế các công trình thoát nước

Các công trình thoát nước trên đường bao gồm cầu, cống, các rãnh thoát nước, rãnh chắn nước (rãnh định), các công trình cải dòng nước... Để thiết kế các công trình này trước hết phải tiến hành lập quy hoạch thoát nước (nước mặt và nước ngầm) với mục tiêu là không để cho nước từ hai bên chảy tự do vào khu vực nền đường gây phá hoại nền đường, và tạo điều kiện để nước ở trong khu vực nền đường thoát được hết ra ngoài.

Việc quy hoạch thoát nước (tức là quyết định các biện pháp thoát nước và bố trí các loại công trình thoát nước trên phạm vi toàn tuyến) có thể giải quyết thuận lợi nếu có bản đồ tỷ lệ 1:25000 ~ 1:50000 với vị trí tuyến đã cắm xác định được trên đó (Thu nhỏ tỷ lệ đường sườn cắm tuyến bằng tỷ lệ bản đồ rồi dùng góc định hướng để đặt tuyến vào bản đồ). Trên bản đồ ta thấy rõ chỗ tuyến cắt qua các tụ nước sẽ phải đặt công trình cầu, cống và trong phạm vi giữa các tụ nước thì việc thoát nước phải được giải quyết bằng các loại rãnh (Khi thiết kế tùy trường hợp phải quyết định được chỗ nào nên dùng rãnh định, chỗ nào nước ở sườn có thể cho chảy vào rãnh biên...). Người thiết kế phải lân lượt xem xét toàn bộ phạm vi có thể hình thành dòng chảy đổ nước vào khu vực tuyến đường đi qua để quyết định loại công trình thoát nước cho từng diện tích nhỏ (Không được để sót một phạm vi nào không có biện pháp thoát nước tương ứng).

Trong trường hợp không có các bản đồ tỷ lệ thu nhỏ nói trên, cũng như trong trường hợp địa hình vùng tuyến đi qua quá bằng phẳng thì việc quy hoạch thoát nước cũng làm như trên nhưng dựa vào cách quan sát việc hình thành dòng chảy ngay trên thực địa.

Giải quyết xong việc quy hoạch thoát nước thì công việc thiết kế bắt đầu tiến hành đối với từng công trình cụ thể với nội dung: chọn kiểu công trình và quyết định khẩu độ (hay tiết diện thoát nước cần thiết).

Tại mỗi công trình ta đều có thể đề xuất các phương án khâu độ khác nhau và kiểu công trình khác nhau. Cùng một lưu lượng tính toán cần thoát qua công trình nhưng nếu chọn phương án khâu độ khác nhau thì dẫn tới khả năng tích nước và mức nước dâng trước công trình khác nhau, khiến cho độ cao nền đường tại đó có yêu cầu khác nhau và phạm vi bị ngập ở thượng lưu khác nhau. Đồng thời vận tốc nước chảy qua công trình cũng khác nhau khiến cho biện pháp gia cố và cấu tạo nối tiếp công trình ở thượng, hạ lưu sẽ khác nhau. Khâu độ chọn hẹp thì giá thành xây dựng bản thân công trình rẻ, nhưng nền đất lại phải cao và biện pháp gia cố lại tốn kém, hơn nữa có thể làm ngập đất canh tác... Khâu độ chọn lớn thì ngược lại và đây là một bài toán kinh tế – kỹ thuật cần phải được giải quyết cụ thể đối với từng trường hợp dựa trên cơ sở cùng so sánh các phương án trên bình đồ và trắc đạc. Tuy nhiên, vì trên đường có rất nhiều công trình thoát nước nên không thể tiến hành so sánh tất cả các công trình được. Thường chỉ giải quyết như vậy với các công trình cầu nhỏ, cầu trung (khâu độ $\geq 8 \sim 10m$) hoặc đối với cống dùng nhiều ống cống (để thoát lưu lượng $\geq 3 - 4m^3/sec$). Khi đề xuất các phương án khâu độ thì không nên đưa ra những phương án có mức nước dâng trước công thấp hơn đỉnh trên của cống vì như vậy sẽ lãng phí khả năng thoát nước của cống trong khi không rút được chiều cao nền đắp và không lợi gì cho việc giảm chi phí gia cố (Trường hợp này chế độ chảy thường vẫn là chế độ không áp). Ngoài ra khâu độ ống cống tròn nhỏ nhất nên dùng là $0,75m$ vì nhỏ hơn nữa gây khó khăn cho việc duy tu sửa chữa cống sau này.

Khi chọn kiểu công trình thường phải quan tâm trước hết đến các điều kiện về vật liệu xây dựng tại chỗ, về điều kiện và khả năng thi công cũng như các yêu cầu về cấu tạo của bản thân kết cấu công trình (ví dụ các cống tròn đòi hỏi phải đắp đất ở bên trên cống tối thiểu $0,5m$, các cống bát nồi thì cho phép tải trọng trực tiếp thông qua...). Cũng có thể dựa vào việc so sánh khối lượng công trình và giá thành xây dựng để chọn kiểu công trình. Có thể phân tích, so sánh nhanh thông qua các bản thiết kế định hình cho các kiểu công trình khác nhau. Tuy nhiên để thuận tiện cho việc thi công và lập các xí nghiệp phụ sản xuất cầu kiện xây dựng thì trên một tuyến đường không nên dùng nhiều kiểu công trình quá.

c) Thiết kế nền đường và các công trình chống đỡ

Nền đường phải được tính toán thiết kế cá biệt khi qua các vùng địa chất phức tạp (qua vùng trượt sườn, vùng có nước ngầm, vùng lầy hoặc đất yếu), hoặc qua các sườn dốc hay đoạn có taluy quá cao (xem kỹ ở các mục 8.3 và 8.6). Trong các trường hợp này có thể đề xuất các phương án khác nhau, kể cả phương án thay đổi vị trí tuyến.

Trong các trường hợp thông thường (chiều cao taluy nhỏ hơn $10m$) nền đường thiết kế được vẽ ngay trên trắc ngang (không cần các bản vẽ riêng như đối với các trường hợp thiết kế cá biệt), và việc thiết kế chủ yếu là vận dụng các quy định trong quy phạm và các quy định trong những bản thiết kế mẫu, kể cả các quy định về độ chật đâm nén yêu cầu đối với mỗi khu vực trong nền đường. Trong khi thiết kế nên chú ý đến các cầu tạo trên đường vòng (hở rộng siêu sao), chú ý kiểm tra việc mở rộng thêm để bảo đảm tầm nhìn trên đường vòng, bề rộng để bố trí các cọc phòng hộ và cọc dẫn hướng ở những đoạn nguy hiểm...

Thường phải sử dụng các công trình chống đỡ ở các đoạn nền đường trên sườn dốc ngang có độ dốc lớn hơn 50% , ở các đoạn đường đi ven sông, suối trong các thung lũng hẹp

phải đắp lấp nền đường ra phía dòng nước hoặc ở các chỗ điều kiện địa chất xấu... Khi thiết kế công trình chống đỡ phải quyết định vị trí đặt công trình trên mặt cắt ngang, phạm vi đặt công trình theo chiều dọc tuyế và kiểu công trình (xem kỹ ở mục 8.4). Về vị trí trên mặt cắt ngang có thể có các phương án kè đặt ngay ở mép nền đường (kè vai), kè chân đặt ở dưới chân taluy và kè đặt lưng chừng. Tương ứng với mỗi vị trí, chiều cao kè có thể khác nhau, và khối lượng đất đắp cũng khác nhau, do đó có thể so sánh kinh tế, đồng thời phải chú ý đến điều kiện đặt móng công trình để quyết định phương án. Từ vị trí đặt kè trên mặt cắt ngang đã chọn, ta vẽ một mặt cắt dọc địa hình theo vị trí đó và xác định được tuyến đặt kè. Trên tuyến đặt kè sẽ bố trí toàn bộ tường chắn; phân đoạn tường chắn có chiều cao khác nhau tùy theo mặt cắt dọc địa hình, đồng thời quyết định cấu tạo nối tiếp giữa công trình tường chắn với nền đường ở hai đầu (Hình 8 – 27).

Về kiểu công trình chống đỡ ta có thể dựa vào các định hình để so sánh quyết định trên cơ sở khối lượng công trình, yêu cầu về loại vật liệu, điều kiện thi công và giá thành xây dựng.

d) Thiết kế mặt đường

Trong giai đoạn lập BCNCKT thường đã giải quyết vấn đề so sánh chọn phương án kết cấu mặt đường (xem mục 3.3). Tuy nhiên trong thiết kế kỹ thuật cũng có thể xem xét lại vấn đề này. Ngoài ra, nhiệm vụ chính của thiết kế kỹ thuật lúc này là: đi sâu vào tính toán, thiết kế cụ thể *kết cấu áo đường* cho từng đoạn tuyến có các điều kiện địa chất, thùy văn, chế độ thủy nhiệt và vật liệu tại chỗ khác nhau. Cần lưu ý rằng: nói chung trên một tuyến đường có yêu cầu vận tải như nhau, thì nên cấu tạo tầng mặt như nhau, nhưng tùy theo từng đoạn tuyến kết cấu áo đường vẫn có thể khác nhau (tức là các lớp dưới và bê tông các lớp có thể khác nhau) do các điều kiện nói trên khác nhau. Chẳng hạn về cường độ tính toán của nền đất đối với nền đắp, nền đào, nền qua đá, qua cát, qua vùng có nước ngập v.v... là hoàn toàn khác nhau. Đối với các đoạn tận dụng đường cũ thì mức độ khác nhau lại càng đáng kể.

Như vậy trình tự thiết kế mặt đường trong thiết kế chi tiết sẽ là:

– Dựa vào các tài liệu điều tra thực địa cũng như các kết quả về thiết kế tuyến, về nền đường để *phân đoạn* tuyến theo các điều kiện khác nhau nói trên. Trong mọi trường hợp đều phải tiến hành các thí nghiệm ở hiện trường để xác định các thông số tính toán đối với nền đất (E, C, ϕ), và đối với kết cấu áo đường cũ cần tận dụng.

– Dựa vào kết quả so sánh chọn kết cấu mặt đường, các nguyên tắc đã định trong thiết kế sơ bộ và dựa vào các điều kiện cụ thể của mỗi đoạn tuyến để quyết định cấu tạo kết cấu mặt đường tương ứng với mỗi đoạn đó. (Nếu điều kiện vật liệu tại chỗ như nhau thì loại mặt và loại móng có thể chọn như đã chọn ở thiết kế sơ bộ, nếu có vật liệu tại chỗ khác nhau thì chỉ thay móng bằng loại có sẵn, thuận lợi hơn).

– Đi sâu vào tính toán kết cấu và quyết định bê tông các lớp; đưa ra các yêu cầu định lượng đối với mỗi thành phần vật liệu dùng để làm các lớp kết cấu đó và quy định rõ các chỉ tiêu các lớp đó phải đạt được về cường độ, về độ chất, về độ bêng phẳng, độ nhám (riêng đối với lớp mặt).

e) Thiết kế về mặt bảo đảm an toàn giao thông và về tổ chức giao thông

Ngoài việc do bản thân ôtô bị hư hỏng (ví dụ bộ phận lái, bộ phận hãm bị hỏng...) thì nguyên nhân cơ bản gây tai nạn giao thông trên đường là do điều kiện đường thiết kế không tốt và sự vi phạm quy tắc giao thông của người lái xe, của các phương tiện thô sơ và bộ hành (đi trái đường, đi quá tốc độ, vượt ẩu không chịu xếp hàng...). Điều kiện đường ở đây bao gồm ảnh hưởng của các yếu tố hình học của đường thiết kế trên bình đồ, trắc dọc, trắc ngang; của độ bằng phẳng và độ nhám mặt đường; của điều kiện về tầm nhìn, chiếu sáng cũng như điều kiện trang thiết bị và tổ chức điều chỉnh giao thông.

Thiết kế đường về mặt bảo đảm an toàn giao thông có nghĩa là phải quyết định đúng đắn về các điều kiện đường nói trên tương ứng với yêu cầu giao thông đã xác định trong nhiệm vụ thiết kế, đồng thời phải thiết kế bố trí hệ thống phòng hộ (tường hộ, tường phân cách, cọc tiêu...) và hệ thống báo hiệu (báo hiệu, vạch kẻ và các ký hiệu sơn trên mặt đường) để phòng ngừa tai nạn và chỉ dẫn các loại phương tiện đi lại đúng quy tắc giao thông; cũng như giúp người lái xe nhận đoán được tốt tình hình các đoạn đường phía trước, do đó hạn chế được các tình huống bất ngờ.

Thiết kế các điều kiện đường về mặt bảo đảm an toàn giao thông thường dựa vào cách đánh giá mức độ an toàn chạy xe đối với từng đoạn của phương án tuyến thiết kế trên cơ sở tính toán hệ số tai nạn và hệ số an toàn của các đoạn đó. (Các hệ số này tính theo phương pháp đề nghị của giáo sư V.F.Babkov nói ở mục 5.6). Khi thiết kế cần đặc biệt chú ý đến việc thiết kế phối hợp các yếu tố tuyến trong từng đoạn và giữa các đoạn liên tiếp để tránh sự thay đổi điều kiện chạy xe một cách đột ngột, vì theo kinh nghiệm tại các chỗ đó thường xảy ra tai nạn giao thông (xe đang chạy nhanh đột ngột phải chạy chậm lại, xe đang đi thẳng một đoạn dài phải ngoặt gấp...). Các biện pháp và phương pháp thiết kế phối hợp không gian các yếu tố tuyến có thể xem ở mục 7.2.

Ở những chỗ do điều kiện địa hình không cho phép hoặc phương án thiết kế bảo đảm an toàn giao thông quá tốn kém thì phải luận chứng và áp dụng các biện pháp tổ chức, hạn chế, điều chỉnh giao thông. Ví dụ: nếu đánh giá theo hệ số tai nạn tổng hợp K_{tn} thì:

- Khi $K_{tn} = 10 \sim 20$ nên vạch phân luồng xe chạy;
- Khi $K_{tn} > 20 \sim 40$ phải cấm vượt và hạn chế tốc độ (cấm các biển tương ứng).

Nếu đánh giá theo hệ số an toàn K_{at} thì :

- Khi $K_{at} < 0,4$ là rất nguy hiểm, phải đặt biển báo cấm vượt, cấm đỗ, phân làn xe, cấm xe thô sơ và bộ hành (tổ chức đi theo đường riêng), báo hiệu đườngtron, không đủ độ nhám phải hạn chế tốc độ v.v..
- Khi $K_{at} = 0,4 \sim 0,6$ là nguy hiểm, phải đặt thiết bị phòng hộ và các biển báo v.v..

Các loại biển báo gồm có: biển báo trước, biển cấm, biển chỉ dẫn, cọc kilômét và hướng đường. Các thiết bị phòng hộ gồm các cọc tiêu dẫn hướng và tường hộ (phòng ngừa tai nạn và dẫn hướng). Bố trí và cấu tạo các loại biển báo và thiết bị phòng hộ này phải căn cứ vào sự đánh giá về điều kiện đường như nói ở trên, đồng thời phải dựa vào quy phạm thiết kế đường ôtô cũng như các văn bản quy định của cơ quan quản lý đường (Cục quản lý đường

bộ). Sau đó lập bản thống kê số lượng từng loại trong phạm vi toàn tuyến và dựa vào cấu tạo quy định để tính toán khối lượng công trình biển báo, phòng hộ toàn tuyến thiết kế.

Việc thiết kế tổ chức giao thông còn nhằm làm tăng năng lực thông xe của đường và chống ùn tắc giao thông. Như trình bày ở mục 5.6, năng lực thông xe thực tế lớn nhất không những phụ thuộc vào điều kiện đường, mà còn phụ thuộc vào các đặc trưng hình thành dòng xe bao gồm cơ cấu dòng xe và các quy tắc giao thông trên đường (ở các đoạn đường bình thường và ở các chỗ giao nhau). Do đó thiết kế tổ chức giao thông cần lưu ý đến các biện pháp nhằm tạo điều kiện cho việc hình thành dòng xe trên thực tế một cách hợp lý như:

- Thay đổi cơ cấu dòng xe bằng cách cấm một số phương tiện vận tải nào đó trong dòng xe hỗn hợp nhiều thành phần và tổ chức cho chúng những làn xe riêng. Ví dụ việc thiết kế thêm các làn riêng cho xe thô sơ hoặc việc cấm hẳn một số phương tiện nào đó trong những thời gian nhất định trong ngày để bảo đảm tiện lợi cho các thành phần vận tải chủ yếu khác;
- Tổ chức các dòng xe một chiều (nhất là đối với đường thành phố) hoặc tổ chức phân làn xe;
- Đề ra các quy tắc chặt chẽ và các biện pháp tổ chức đi lại hợp lý ở những chỗ giao nhau, ở những đoạn tuyến vượt sông bằng cầu, phà.

Các biện pháp về thiết kế tổ chức giao thông cần được đặc biệt chú ý trong trường hợp thiết kế cải tạo hoặc nâng cấp đường cũ vì lúc này có thể đem lại những hiệu quả kinh tế rõ rệt so với các biện pháp đầu tư khác cho việc cải tạo các điều kiện đường hiện có.

g) Thiết kế các công trình phục vụ việc khai thác đường

Đường ôtô là một công trình phục vụ công cộng, do đó khi thiết kế cần phải chú ý thích đáng đến các công trình phục vụ người và phương tiện đi lại trên đường cũng như các công trình phục vụ sinh hoạt và lao động của công nhân xây dựng, khai thác, bảo dưỡng đường. Đối với các đường cấp cao, đường cao tốc thì vấn đề này càng có ý nghĩa quan trọng hơn.

Các công trình phục vụ đường thường gồm có: khu vực đặt cơ quan đoạn bảo dưỡng, hụt bảo dưỡng (nhà ở và làm việc, trạm sửa chữa máy làm đường, kho vật liệu xây dựng...). Thiết kế các công trình này cần tham khảo các tiêu chuẩn và quy định của cơ quan quản lý, khai thác đường.

Công trình phục vụ vận tải gồm: bến xe, khu nghỉ ngơi và phục vụ hành khách dọc tuyến, các trạm cấp xăng và bảo dưỡng kỹ thuật xe... Các công trình này thường bố trí ngay cạnh đường (ngoài dải đất dành cho đường). Khi thiết kế cần phải có số liệu về lưu lượng xe và hành khách trong một ngày đêm qua các điểm cố định bố trí công trình phục vụ vận tải nói trên. Những nơi nghỉ và phục vụ hành khách có thể kết hợp bố trí ở những chỗ có phong cảnh đẹp.

h) Đánh giá chi tiết tác động môi trường, thiết kế phòng ngừa và giảm thiểu tác động môi trường

Nội dung các việc phải thực hiện về hạng mục này trong giai đoạn KSTK kỹ thuật sẽ được trình bày kỹ ở Chương 7 (mục 7.5).

i) Tính toán khối lượng thi công

Bao gồm nền, mặt đường, công trình thoát nước, công trình chống đỡ, công trình phòng hộ, công trình phục vụ khai thác trong phạm vi toàn tuyến Khối lượng nền đường (gồm cả khối lượng công tác dọn dẹp, chuẩn bị thi công) được tính theo trắc ngang thiết kế và phân loại tỷ mỷ (đất, đá, đào, đắp...). Khối lượng mặt đường tính theo từng đoạn có kết cấu khác nhau và phải xét đến diện tích mở rộng đường ở các đoạn đường vòng. Khối lượng công trình tính theo bản vẽ chi tiết từng công trình.

k) Thiết kế tổ chức thi công chỉ đạo

Mục đích chính của việc thiết kế tổ chức thi công chỉ đạo ở đây là nhằm có số liệu để trình duyệt về các biện pháp thi công, hướng thi công, thời gian thi công; về nhu cầu nhân lực, máy móc trang thiết bị; về nhu cầu nguyên vật liệu, các loại năng lượng, nhiên liệu; về nhu cầu vận chuyển... để phục vụ cho việc xây dựng tuyến đường thiết kế.

Để quyết định các vấn đề trên được đúng đắn, khi thiết kế tổ chức thi công chỉ đạo một mặt phải vận dụng phương pháp tổ chức thi công tiên tiến, các biện pháp kỹ thuật và kinh nghiệm thi công tiên tiến, mặt khác phải xét tới điều kiện cụ thể và đặc điểm của tuyến đường, cũng như khả năng mọi mặt của đơn vị thi công.

Phương pháp thiết kế tổ chức thi công có thể xem ở giáo trình “Tổ chức và kế hoạch hóa thi công đường ôtô”.

l) Lập dự toán chi tiết

Phương pháp lập dự toán chi tiết cũng có thể tham khảo ở giáo trình “Tổ chức và kế hoạch hóa thi công đường ôtô” nói trên. Chú ý rằng bản dự toán chi tiết là một tài liệu hết sức quan trọng của hồ sơ thiết kế đường vì nó là cơ sở để tổ chức đấu thầu, để lập kế hoạch đầu tư, huy động vốn và là căn cứ để thanh toán và ký hợp đồng giữa bên A (cơ quan quản lý dự án) và bên B (đơn vị thi công).

Tổng dự toán công trình của tuyến đường thiết kế không được vượt quá tổng mức đầu tư đã được duyệt trong giai đoạn lập BCNCKT (trường hợp vượt cần có thuyết minh và xin trình duyệt lại).

Toàn bộ nội dung công việc thiết kế kỹ thuật nói trên phải được tập hợp thành *hồ sơ thiết kế kỹ thuật* bao gồm các văn kiện để trình duyệt dưới đây:

– Thuyết minh. Nội dung gồm các phần: I) *Tổng luận*: các căn cứ tiến hành khảo sát thiết kế kỹ thuật; tình hình khảo sát; đặc điểm khu vực tuyến đi qua; II) *Thuyết minh về chọn và cắm tuyến*: chú trọng các nguyên tắc, lý do chọn tuyến từng đoạn và các kết quả so sánh các đoạn có phương án cục bộ; III) *Nền đường*; IV) *Mặt đường*; V) *Các công trình cầu cống*; VI) *Các công trình phòng hộ*, các biện pháp bảo đảm an toàn giao thông, các công trình phục vụ dọc tuyến; VII) *Các giải pháp phòng ngừa và giảm thiểu tác động môi trường*; VIII) *Tổ chức thi công chỉ đạo*; IX) *Dự toán công trình*;

– Bản đồ tổng hợp vị trí tuyến tỷ lệ 1:10000 – 1: 25000 (nếu tuyến dài có thể dùng tỷ lệ 1: 50000);

- Trắc dọc tổng hợp tỷ lệ chiều ngang 1: 10000 và chiều đứng 1:1000, trong đó thống kê tổng hợp các chỉ tiêu kỹ thuật và khối lượng công trình từng kilômet;
- Biểu thống kê khối lượng tổng hợp và thống kê khối lượng từng hạng mục công trình cho từng kilômet và cho toàn tuyến;
- Bình đồ tuyến 1:2000 (vùng núi); 1:2000 ~ 1:5000 (vùng đồng bằng) vẽ cho từng 1 ~ 2km. Khi vẽ cho sai số về góc là $0,25^\circ$, về chiều dài: 0,25mm, ghi cao độ thiết kế ở tim tuyến, dùng các đường đồng thẳng góc với tim đường để ghi tên các cọc chi tiết và cọc lý trình, cũng như vị trí và khẩu độ cầu cống. Với đường cấp cao vẽ cả bờ rộng nền và chân taluy. Các yếu tố đường vòng lặp bằng ghi kèm theo trị số góc hai phương của các cánh thẳng và có kiểm tra tổng số góc chuyển hướng của tuyến so với góc hai phương của đoạn đầu và cuối tuyến;
- Trắc dọc tuyến tỷ lệ 1:2000 và 1:200. Nên vẽ mặt cắt địa chất dọc tuyến với tỷ lệ đứng 1:20 và vẽ dịch xuống dưới đường địa hình tự nhiên (đường đen) 2cm cho dễ đọc;
- Trắc ngang cho từng cọc tỷ lệ 1:200, đóng thành tập 1~ 2km;
- Các bản vẽ thiết kế chi tiết các loại công trình (mỗi công trình một bản vẽ trên khổ giấy cao 29cm); các bản tính toán cần lưu lại;
- Các bảng, biểu tính khối lượng công trình cho từng hạng mục công trình;
- Tài liệu lập dự toán chi tiết kèm theo các bản thống kê định mức và đơn giá sử dụng;
- Các tài liệu đo đạc và điều tra thực địa nói ở mục 2 của tiết này (trừ các sổ sách đo đạc); các tài liệu này không cần trình duyệt mà để sau giao cho đơn vị thi công;
- Các bản vẽ trong đồ án thiết kế tổ chức thi công chỉ đạo (bản vẽ tiến độ thi công, bản kế hoạch cung ứng lao động, vật tư, máy móc, thiết bị, phương tiện vận chuyển, bố trí các cơ sở xí nghiệp phục vụ dọc tuyến...).

4. Lập hồ sơ mời thầu

Việc lập hồ sơ mời thầu là nhiệm vụ của các Ban quản lý dự án (PMV: Project Management Unit) thay mặt chủ đầu tư thực hiện sau khi hồ sơ thiết kế kỹ thuật đã được duyệt. Tuy nhiên, trong nhiều trường hợp Ban quản lý dự án lại thuê ngay Tư vấn khảo sát thiết kế lập (hoặc cũng có thể thuê Tư vấn giám sát việc thực hiện dự án lập) và hầu như hồ sơ mời thầu trở thành một phần của hồ sơ thiết kế kỹ thuật.

Nội dung của hồ sơ mời thầu thường gồm các phần chủ yếu dưới đây:

Phần I – Các chỉ dẫn cho các ứng thầu

Trong phần này giới thiệu chung về dự án; về nguồn vốn; về các điều kiện, thể lệ, thủ tục, trình tự tham gia đấu thầu; các mẫu biểu, đơn... nhà thầu phải làm khi muốn tham gia đấu thầu và bản khối lượng thi công chi tiết.

Phần II – Các điều kiện chung của hợp đồng

Trong phần này nêu lên tất cả các điều kiện dùng làm cơ sở để triển khai thực hiện dự án từ khi khởi công đến khi hoàn thành công trình đường; trong đó đặc biệt chú ý đến: trách nhiệm và quyền lợi của các bên hữu quan (chủ đầu tư, nhà thầu chính nhà thầu phụ và tư vấn giám sát việc thực hiện hợp đồng); các thủ tục kiểm tra, nghiệm thu, thanh toán; các cách xử lý trong mọi tình huống bất thường (rủi ro, chậm tiến độ, không bảo đảm chất lượng, khối lượng thay đổi, thay đổi giá...); chế độ bảo hành; các điều kiện về sử dụng lao động, về nguyên vật liệu; về thuế và các loại lệ phí v.v..

Đối với các dự án xây dựng đường ôtô đấu thầu quốc tế (có sự tham gia của các nhà thầu nước ngoài) thì cơ sở để soạn thảo phần II này hiện thường là tập tài liệu “Các điều kiện hợp đồng thi công các công trình xây dựng” (Conditions of Contract for Works of Civil Engineering Construction) do liên đoàn quốc tế các kỹ sư tư vấn FIDIC soạn từ năm 1987 và bổ sung sửa chữa nhiều lần cho đến nay (FIDIC: Federation internationale des ingénieurs conseils – tiếng Pháp). Tài liệu này gồm 2 tập: tập I là các điều kiện chung (Part I: General conditions) và tập II là các điều kiện áp dụng riêng cho dự án (Part II: Conditions of particular application). Tập I chính là cơ sở để soạn thảo phần II này; còn tập II là cơ sở để soạn thảo phần III dưới đây.

Phần III – Các điều kiện hợp đồng áp dụng riêng cho dự án

Cũng là những điều kiện có nội dung như ở phần II nhưng không áp dụng theo thông lệ quốc tế mà thay đổi để áp dụng riêng cho phù hợp với luật lệ, phong tục, tập quán và hoàn cảnh kinh tế – xã hội của nước sở tại.

Ngoài ra cũng nêu lên những giải thích về việc áp dụng các điều kiện hợp đồng cho dự án được mời thầu.

Phần IV – Các quy định (tiêu chuẩn) kỹ thuật

Trong phần này quy định rõ các yêu cầu nhà thầu phải thực hiện trong quá trình thi công dự án về vật liệu, về trang thiết bị, về nhân lực, về công nghệ, về tiêu chuẩn nghiệm thu (bao gồm cả sai số cho phép và cách kiểm tra) đối với từng bán thành phẩm, thành phẩm, đối với từng khâu công nghệ của tất cả các hạng mục công trình và của mọi trình tự thi công từ khi bắt tay chuẩn bị thi công (đọn dẹp mặt bằng, chuẩn bị phòng thí nghiệm hiện trường, chuẩn bị nhà và phương tiện đi lại, làm việc cho chủ đầu tư, cho đoàn kỹ sư tư vấn giám sát...) đến khi thi công nền (đào, đắp đất; xử lý nền đất yếu; đào thay đất...), thi công mặt (lớp móng dưới, móng trên, tầng mặt,... tưới thấm, tưới dính bám...), thi công các công trình bằng bê tông, bằng thép... và các công trình phòng hộ, báo hiệu, chiếu sáng, bảo đảm an toàn và giữ gìn môi trường trong quá trình thi công.

Tổng quát lại, nội dung của phần IV chính là soạn một quy trình thi công (vừa bao gồm tiêu chuẩn, yêu cầu, vừa mang tính hướng dẫn thực hiện) tương đối tỷ mỷ, cụ thể để áp dụng riêng cho quá trình thực hiện dự án xây dựng hoặc nâng cấp, cải tạo đường đã được thiết kế. Chú ý rằng, trong “quy trình” này dù do tư vấn thiết kế trong hoặc ngoài nước soạn, đều không được phép sử dụng các tiêu chuẩn hoặc yêu cầu thấp hơn so với quy định trong các tiêu chuẩn ngành hoặc tiêu chuẩn nhà nước của nước ta.

Như vậy, cần hiểu rằng một nội dung quan trọng của giai đoạn KSTK kỹ thuật là: sau khi thiết kế cấu tạo công trình còn phải đi sâu vào *thiết kế công nghệ thực hiện* từng hạng mục công trình đó để phục vụ cho việc làm hồ sơ mời thầu và để tạo cơ sở cho việc kiểm tra, nghiệm thu công trình sau đó. Điều này, cũng có nghĩa là khi thiết kế, ngoài các yếu tố cấu tạo bên ngoài còn phải đi sâu vào các yếu tố cấu tạo bên trong mới có thể bảo đảm được chất lượng và độ bền vững của công trình; ví dụ như khi thiết kế nền đường, ngoài cấu tạo hình học, còn phải quy định rõ loại đất, cách đắp (bề dày mỗi lớp và trình tự đắp); độ chặt đầm nén yêu cầu đối với từng bộ phận. Do đó, trên thực tế muốn thiết kế tốt thì người thiết kế phải nắm chắc công nghệ thi công.

Phần V – Các bản vẽ thiết kế và các bảng, biểu khái lượng cho từng hạng mục công trình

Phần này tập hợp toàn bộ các bản vẽ và khái lượng công trình như đã nói ở cuối điểm 3 mục 4.1.

Toàn bộ 5 phần trên được phân chia, đóng thành các tập hồ sơ mời thầu. Thông thường phần IV được đóng riêng 1 tập; phần V đóng thành 1 tập nhiều quyển; còn phần I, II, III có thể gộp thành 1 tập hoặc chia thành 3 – 4 tập (tùy thói quen của các hãng tư vấn KSTK).

4.2. CÔNG TÁC KHẢO SÁT THIẾT KẾ LẬP BẢN VẼ THI CÔNG CHI TIẾT

Mục đích và nhiệm vụ của giai đoạn khảo sát thiết kế lập bản vẽ thi công chi tiết và quan hệ của nó với giai đoạn KSTK kỹ thuật đã được trình bày ở mục 1.2 Chương 1. Ta có thể hiểu rằng, về cơ bản, nội dung công tác ở giai đoạn này tương tự như ở giai đoạn KSTKKT nhưng không lặp lại các công việc khảo sát thiết kế đã thực hiện ở giai đoạn KSTKKT mà chỉ bổ sung, cập nhật số liệu khảo sát, điều tra khi thật cần thiết để phục vụ cho việc đi sâu *thiết kế chi tiết* từng bộ phận, từng đoạn, từng hạng mục công trình. (Sở dĩ phải cập nhật số liệu là vì có thể sau khi thiết kế kỹ thuật được duyệt một thời gian nhất định, dự án mới được triển khai và công tác KSTK lập bản vẽ thi công mới được triển khai).

Trong trường hợp KSTKKT làm kỹ và việc triển khai thi công được thực hiện sớm thì đối với các đường loại thông thường, thực tế có thể bỏ giai đoạn KSTK này.

Công tác KSTK lập bản vẽ thi công chi tiết có thể do tư vấn thiết kế hoặc do chính nhà thầu thực hiện và do chủ đầu tư (thường ủy cho tư vấn giám sát việc thực hiện dự án) trực tiếp xét duyệt dựa trên cơ sở hồ sơ KSTK kỹ thuật đã được duyệt. Nội dung và trình tự thực hiện công tác KSTK lập bản vẽ thi công chi tiết gồm các việc sau đây.

1. Khôi phục tuyến và đo đạc lại trên thực địa

Dựa vào các cọc đánh đã được cố định hoặc lưới tọa độ GPS đã bố trí ở giai đoạn KSTK kỹ thuật để khôi phục (cắm) lại toàn bộ các cọc chi tiết và cọc cự ly đã cắm ở giai đoạn KSTK kỹ thuật (xem điểm 2 của mục 4.1) với quy cách tương tự. Ngoài ra, cần phải cắm bỗ

sung thêm các cọc chi tiết trong đường cong để phục vụ thi công với yêu cầu khoảng cách giữa các cọc cắm cong này bằng $20m$ khi bán kính đường cong $R > 500m$ và bằng $10m$ khi $R \leq 500m$. Tùy điều kiện địa hình, còn có thể phải cắm thêm cọc chi tiết để tính khối lượng nền đường được chính xác.

Trong quá trình khôi phục tuyến, nếu phát hiện các đoạn tuyến đã cắm ở giai đoạn trước là không hợp lý thì có thể chỉnh tuyến ở những đoạn ngắn nhưng không được làm thay đổi hướng và dải đất dành cho đường đã xây dựng ở giai đoạn KSTK kỹ thuật.

Sai số về đo góc, đo dài và cách thức đo trong quá trình khôi phục tuyến cũng yêu cầu như ở giai đoạn KSTKKT. Việc đo cao và đo mặt cắt ngang sau khi khôi phục tuyến để lên trắc dọc và trắc ngang phải được thực hiện với toàn bộ các cọc đã khôi phục (kể cả các cọc chi tiết mới bổ sung) với yêu cầu về mức độ chính xác như ở giai đoạn KSTKKT.

2. Điều tra bổ sung

Các công việc bao gồm:

- Đo đạc, vẽ chi tiết mặt bằng chiếm đất tạm thời và vĩnh viễn để xây dựng đường; xác định chính xác vị trí, số lượng các công trình trên mặt đất (nhà cửa, đường điện, đường dây thông tin...) và các công trình ngầm (đường ống, đường cáp...) cần phải di dời ra khỏi khu vực xây dựng đường; xác định chính xác khối lượng phát cây, rãy cỏ, đánh gốc cây để tạo mặt bằng thi công;
- Đo đạc bổ sung bình đồ 1:500, trắc dọc ở các vị trí đặt công trình và tại các chỗ nút giao nhau;
- Điều tra bổ sung về địa chất ở các đoạn chỉnh tuyến và các đoạn nền đường phải thiết kế đặc biệt như đoạn nền đắp trên đất yếu, đoạn có chiều cao taluy đào lớn, đoạn qua vùng sụt lở, trượt sườn... Tại các đoạn này, khối lượng thăm dò và mẫu thí nghiệm được bổ sung thêm có thể tới $20 \sim 50\%$ khối lượng điều tra ở các đoạn bình thường đã thực hiện trong giai đoạn KSTKKT.

Ngoài ra, phải tiến hành lấy mẫu thí nghiệm xác định các chỉ tiêu cơ lý và chỉ tiêu dầm nén của tất cả các chỗ dự kiến lấy đất đắp nền (bao gồm cả các chỉ tiêu E_o , c , ϕ phục vụ tính toán thiết kế kết cấu áo đường hoặc γ , c , ϕ phục vụ nghiệm toán ổn định taluy nền đường). Tại các vị trí công trình cầu, cống, tường chắn cũng cần phải khoan thăm dò bổ sung để phục vụ thiết kế chi tiết các công trình đó;

- Cập nhận các thay đổi về tình hình thủy văn so với lúc điều tra ở giai đoạn KSTKKT (mức nước; địa hình lòng sông; hệ thống mương máng, đê đập thủy lợi mới được xây dựng);
- Điều tra bổ sung chi tiết các mỏ vật liệu xây dựng (đá, cát, sỏi, cát phổi...); lấy mẫu thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý của chúng để khẳng định mỏ nào có thể sử dụng được, có thể đáp ứng được đầy đủ các yêu cầu theo quy định trong hồ sơ mời thầu...; xác định rõ điều kiện khai thác và vận chuyển vật liệu từ mỏ ra thực địa;
- Khảo sát và thiết kế các đường tạm phục vụ thi công và các đường phục vụ vận chuyên từ ga, cảng các xí nghiệp phụ sản xuất vật liệu (mỏ đá, trạm bêtông nhựa, bêtông xi măng v.v...) đến công trường thi công.

3. Thiết kế chi tiết

Nội dung thiết kế chi tiết cũng bao gồm các vấn đề như trong giai đoạn thiết kế kỹ thuật nói ở mục 4.1 nhưng phải bảo đảm các yêu cầu sau:

- Thiết kế cụ thể, chi tiết, chính xác đối với từng hạng mục, từng bộ phận, từng công trình, không được sử dụng các bản vẽ thiết kế điển hình mà phải thiết kế trên cơ sở địa hình, địa chất và điều kiện thủy văn cụ thể tại chỗ bố trí công trình;
- Phải có các thí nghiệm để xác định các số liệu đầu vào phục vụ cho tính toán thiết kế; không sử dụng các số liệu tra bảng;
- Phải đề xuất được các chỉ tiêu định lượng để đánh giá được yêu cầu về các loại vật liệu đưa vào thi công và yêu cầu đối với sản phẩm cuối cùng dùng làm tiêu chuẩn kiểm tra nghiệm thu đối với từng hạng mục, từng bộ phận của công trình đường;
- Khối lượng các hạng mục công trình sau khi thiết kế chi tiết có thể tăng giảm so với khối lượng đã xác định được ở giai đoạn thiết kế kỹ thuật nhưng không được phép tăng đến mức làm tăng dự toán công trình lên quá 5% so với dự toán đã lập ở giai đoạn KSTKKT.

4. Hồ sơ KSTK lập bản vẽ thi công

Hồ sơ này bao gồm:

- Các bản vẽ thiết kế chi tiết có thể đưa ra để theo đó thi công trên thực địa đối với từng công trình, từng mặt cắt ngang nền, mặt đường tương ứng với tất cả các cọc chi tiết; đối với các nút giao phải có thiết kế quy hoạch mặt đứng; bản vẽ các công trình (cầu, cống, tường chắn, rãnh, hầm qua đường...) phải có đủ mặt bằng và các mặt cắt; tỷ lệ bản vẽ tương tự như ở giai đoạn KSTKKT; khối lượng công trình được ghi cụ thể, chi tiết trên từng bản vẽ;
- Thuyết minh khảo sát, điều tra bổ sung về địa chất, thủy văn, vật liệu xây dựng;
- Thống kê chi tiết diện tích giải phóng mặt bằng;
- Thống kê chi tiết khối lượng công trình của toàn dự án;
- Các văn bản thỏa thuận về các yêu cầu bổ sung thiết kế của chính quyền địa phương hoặc của các cơ quan hữu quan.

4.3. ĐẶC ĐIỂM CÔNG TÁC KSTKKT VÀ KSTK LẬP BẢN VẼ THI CÔNG ĐỐI VỚI DỰ ÁN NÂNG CẤP, CẢI TẠO ĐƯỜNG CŨ

Trình tự và nội dung của công việc khảo sát thiết kế chi tiết đối với trường hợp cải tạo tuyến cũ, về cơ bản cũng giống như đã trình bày ở các mục 4.1 và 4.2. Tuy nhiên trong thời gian chuẩn bị cần đặc biệt chú ý nghiên cứu kỹ hồ sơ đăng ký tuyến cũ, cũng như quá trình và biện pháp sửa chữa trong suốt thời gian khai thác để sao cho trước khi tiến hành

khảo sát cắm tuyến thực địa đã định được các đoạn tuyến cũ cần phải cải tạo hoặc cần phải cài tuyến.

Trong khi chọn tuyến định đinh trên các đoạn tuyến dựa vào đường cũ là chính, cần chú ý các mặt sau:

– Cố gắng cải thiện tuyến đến mức tối đa (so với cũ): nắn thẳng các đoạn cong ít; thay thế các bán kính nhỏ bằng bán kính lớn phù hợp với điều kiện địa hình; giảm các đoạn dốc gắt bằng cách hạ dốc;...

– Cố gắng lợi dụng được phần nền mặt đường cũ và tạo thuận lợi cho thi công nền mặt đường sau này;

– Tạo điều kiện cho việc bảo đảm giao thông bình thường trên tuyến cũ trong quá trình thi công.

Từ các yêu cầu đó, tùy theo bề rộng thiết kế so với bề rộng nền mặt đường cũ chênh lệch nhiều ít mà cân nhắc nên định tuyến trùng với tim tuyến cũ hoặc cắm về hần một bên tuyến cũ.

Khi cắm tuyến, ngoài các chỗ thay đổi địa hình, cọc chi tiết cần phải rải cả ở mọi chỗ có thay đổi tình trạng đường cũ về tuyến, nền, mặt, công trình (thay đổi loại và kết cấu mặt đường cũ, thay đổi bề rộng, thay đổi độ dốc mái taluy, thay đổi rãnh...). Tuyến vẫn có thể cắm theo tim đường thiết kế, nhưng khi cọc cắm nằm trên phạm vi đường cũ thì có thể cắm ra ngoài phạm vi phân xe chạy và cắm thêm cọc báo vị trí chính xác của tim tuyến (nhằm tránh phương tiện đi lại phá mất cọc).

Khi đo đạc lên bình đồ địa hình theo tuyến cũ thì cần vẽ cả phạm vi taluy của nền đường cũ và chú ý là trong phạm vi đường cũ không nối các đường đồng mức.

Khi điều tra mặt đường cũ, ngoài việc quan sát về mức độ bằng phẳng, loại biến dạng và kẽ nứt còn cần khoan lỗ đo bề dày kết cấu các tầng lớp áo đường. Khi mặt đường cũ còn tương đối tốt thì mỗi kilômet chỉ cần điều tra như trên ở 3 ~ 5 vị trí, nếu mặt đường xấu thì tùy theo tình trạng mà tăng thêm vị trí điều tra. Tại mỗi vị trí điều tra lại tùy theo bề rộng phân xe chạy mà bố trí số lỗ khoan (hoặc đào) trên một mặt cắt ngang : nếu mặt đường rộng < 6,0m thì mỗi mặt cắt ngang điều tra bố trí 3 lỗ đo bề dày kết cấu mặt đường với đường kính lỗ 0,15 ~ 0,20m; nếu rộng hơn 6,0m thì phải khoan 5 lỗ. Lỗ khoan ngoài cùng đặt cách mép mặt đường 0,5 ~ 1,0m. Khoan xuyên hết tầng áo đường và sâu vào nền đất 5 ~ 10cm. Bề dày các lớp đo chính xác đến 1cm.

Việc điều tra các công trình cầu, cống cũ trên đường hiện có thường được giao cho các kỹ sư chuyên môn có kinh nghiệm và đặc biệt nên chú ý điều tra sự làm việc của các công trình này trong mùa mưa lũ cũng như cần kiểm định, đánh giá sự làm việc của công trình dưới tác dụng của tải trọng xe chạy.

Kết thúc công tác cắm tuyến và điều tra thực địa khi khảo sát cải tạo tuyến cũ cần có thêm các tài liệu dưới đây so với hồ sơ khảo sát tuyến mới nói ở mục 4.1 và 4.2:

– Thuyết minh chi tiết về tình hình đường cũ (điều kiện thiên nhiên, đặc điểm tình hình tuyến cũ, đánh giá về mức độ thỏa mãn các yêu cầu giao thông hiện tại...);

– Các tài liệu điều tra về mặt đường cũ;

– Các tài liệu về công trình cũ trên đường (bao gồm cả các bản vẽ chi tiết tình trạng hiện tại);

– Các tài liệu nói về quá trình thiết kế, thi công, khai thác, sửa chữa đường cũ, cùng với các hồ sơ hoàn công lấy ở các cơ quan thiết kế, quản lý và khai thác đường hiện có.

Việc thiết kế cải tạo tuyến cũ cần cố gắng bảo đảm đạt được các tiêu chuẩn mới theo nhiệm vụ thiết kế, tức là nhắm vào các biện pháp nâng cao tốc độ và an toàn xe chạy:

– Cải thiện bình đồ, trắc đạc cũ: tăng bán kính, làm siêu cao, độ mở rộng và đoạn nối đường vòng; bảo đảm tầm nhìn; làm thêm các dải phục cho xe thô sơ, cho xe tải chậm và xe có kéo moóc (đặc biệt ở các đoạn dốc);

– Thiết kế lại các chốt giao nhau (có đảo hoặc làm khác mức...);

– Thiết kế tuyến vòng tránh vùng dân cư;

– Thiết kế mở rộng nền mặt đường và tăng cường mặt đường, cải thiện chế độ thủy nhiệt để tạo nền đường vững chắc và ổn định;

– Thiết kế các công trình nhân tạo (có thể theo phương án tăng cường khả năng chịu tải, và kéo dài, mở rộng các công trình cũ).

Chú ý rằng việc thiết kế cải tạo tuyến cũ yêu cầu phải bảo đảm cải thiện một cách đồng bộ các yếu tố của đường, vì một yếu tố nào đó ít được cải thiện có thể sẽ ảnh hưởng và hạn chế hiệu quả cải thiện các yếu tố khác (Ví dụ tuyến vẫn xấu nhưng mặt đường tốt thì lại dễ sinh ra tai nạn). Do đó khi không bảo đảm được yêu cầu cải tạo đồng bộ thì lúc đó cần xét tới việc bỏ hẳn tuyến cũ, thay bằng tuyến mới. Ngoài ra, để tận dụng tuyến và các công trình cũ, đôi khi cũng có thể châm chước một số mặt nhất định (ví dụ vẫn để dốc hơi quá tiêu chuẩn nếu tại đó bảo đảm làm mặt đường tốt giảm được sức cản, tăng được sức bám...); tuy nhiên quyết định dùng các tiêu chuẩn châm chước cũng cần xét trong yêu cầu đồng bộ nói trên.

Do đặc điểm tình hình đường cũ thường phức tạp nên việc thiết kế cải tạo yêu cầu kỹ mỷ, cụ thể hơn, vì thế lúc này đôi khi dùng các bản định hình và thiết kế mẫu sẽ không có hiệu quả. Để bảo đảm chất lượng thiết kế tốt, thường phải giao cho các kỹ sư có kinh nghiệm thiết kế cải tạo tuyến cũ nhằm bảo đảm có thể nghiên cứu đầy đủ các điều kiện chạy xe, phân tích được đúng các nguyên nhân tắc, ùn xe và gây tai nạn trên đường hiện có, từ đó có biện pháp thiết kế cải tạo thích đáng và kinh tế.

4.4. CÔNG TÁC ĐO ĐẠC TRONG KHẢO SÁT THIẾT KẾ KỸ THUẬT VÀ THIẾT KẾ BẢN VẼ THI CÔNG

1. Công tác đo góc

Công tác đo góc thường kết hợp với công việc cắm đường cong và tiến hành sau khi đã chọn tuyến, định đỉnh, phóng thẳng; đôi khi cũng có thể kết hợp với công tác phóng thẳng

(vừa phóng thẳng vừa đo góc rồi cắm cong sau). Công việc đo góc cắm cong thường do một nhóm gồm 1 kỹ sư và 3 ~ 4 công nhân khảo sát do đặc phụ trách với các dụng cụ gồm: máy kinh vĩ các sào tiêu, thước thép cuộn, bộ phích cắm, búa và cọc.

Tiến hành đo góc cắm cong ở tất cả các đỉnh (các điểm ngoặt) của đường sườn phóng thẳng đã cắm trên thực địa. Khi đo góc, đặt máy ở đỉnh (sao cho quả dọi của máy dọi đúng vị trí chính xác của đỉnh); sau đó đưa ống kính của máy kinh vĩ ngắm theo đường thẳng (ngắm vào các cọc định hướng nói ở điểm 2 mục 4.1) hướng về phía gốc tuyến, rồi quay máy thuận chiều khắc chia độ ngắm hướng vào cánh thẳng thứ hai tạo thành góc đỉnh để đọc góc (xem sơ đồ đo góc hình 4-1).

Góc đọc có thể là góc đọc phải (Hình 4-1) hoặc góc đọc trái (góc bên phải hoặc bên trái theo hướng đi của tuyến). Từ các góc đọc có thể tính ra các góc chuyển hướng (hay góc ngoặt) dùng để tính toán các yếu tố đường vòng khi cắm đường vòng. Vì có thể dùng các máy đo có chiều khắc độ khác nhau, do đó để tránh nhầm lẫn cần phải ghi chú cẩn thận và phải phác họa kỹ hướng góc để đối chiếu kiểm tra. Mỗi góc đều phải đo 2 lần liên tiếp và lấy trị số trung bình làm kết quả đo (tức là đo cả góc phải và góc trái). Máy kinh vĩ sử dụng để đo góc trong giai đoạn này phải bảo đảm có sai số giữa 2 lần đo này không quá 30”.

Tại đầu tuyến và cuối tuyến cần phải đo góc phương vị từ các cánh thẳng đầu và cuối. Hàng ngày, ở cánh thẳng cuối cùng của ngày công tác, cũng phải đo góc phương vị để kiểm tra sai số khép góc của đoạn đường sườn cắm tuyến đo trong hôm đó.

Sai số khép góc f_g trong mỗi ngày đo phải kiểm tra theo mức cho phép dưới đây:

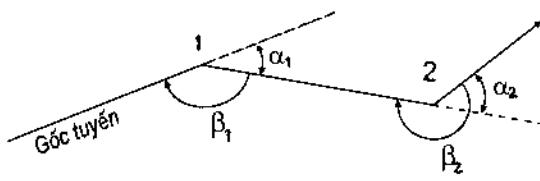
$$f_g = \sum \alpha + \sum \alpha' - (A_n - A_0) \leq t\sqrt{n} \quad (4.1)$$

trong đó: $\sum \alpha$ và $\sum \alpha'$ – tổng số góc ngoặt phải và tổng số góc ngoặt trái của các đỉnh từ 1 đến n được đo trong ngày; A_n và A_0 – góc phương vị từ của cạnh đầu và cạnh cuối của đoạn đường sườn đo trong ngày; t – độ chính xác của dù xích máy đo, thường lấy là 30” (30 giây); n – số đỉnh của đường sườn tiến hành đo góc trong ngày.

Nếu sai số vượt quá trị số cho phép ở (4.1) thì phải đo lại, còn nếu nhỏ hơn thì được phép bình sai (phân bổ sai số cho các đỉnh đã đo).

2. Công tác đo dài

Công tác đo dài nhằm xác định khoảng cách nằm ngang giữa các cọc đã cắm ở trên tuyến cũng như giữa các đỉnh sườn của tuyến. Tổ công tác thường gồm 1 cán bộ trung cấp và 3 ~ 4 công nhân đo đạc – khảo sát kiêm luôn nhiệm vụ rải cọc chi tiết, đóng cọc và đê tên cọc (trừ các cọc đường cong do tổ đo góc cắm cong đảm nhiệm).



Hình 4-1. Sơ đồ đo góc bằng:

β_1, β_2 – các góc đo phải của đỉnh 1 và 2;
góc α_1 – góc ngoặt (hay góc chuyển hướng) phải của đỉnh 1;
góc α_2 – góc ngoặt trái của đỉnh 2.

Công việc đo dài tiến hành theo hai bước: đo dài tổng quát và đo dài chi tiết. Đo tổng quát để cắm cọc kilômet, cọc H; và đo chi tiết để xác định khoảng cách giữa các cọc chi tiết. Đối chiếu kết quả đo theo hai cách để kiểm tra lẫn nhau và đều dùng thước cuộn thép.

Đo tổng quát không cần để ý đến vị trí các cọc chi tiết mà cứ kéo chấn thước và phải tiến hành đo hai lần; sai số giữa hai lần đo không được vượt quá sai số cho phép ΔL dưới đây:

$$\Delta L \leq \frac{1}{1000}L \text{ (m)} \quad (4.2)$$

trong đó : L – chiều dài đo, m.

Đo chi tiết cần đo một lần và khép vào các cọc hectômet và kilômet. Khi đo chi tiết, khoảng cách giữa các cọc chi tiết lấy chấn đến 5cm. Sai số giữa kết quả đo chi tiết và đo tổng quát không được vượt quá sai số cho phép ΔL dưới đây:

$$\Delta L \leq \frac{1}{500}L(m) \quad (4.3)$$

Để bảo đảm đo được khoảng cách nằm ngang, tùy theo điều kiện địa hình, cho phép áp dụng các biện pháp sau:

- Nếu mặt đất có độ dốc $< 2^\circ$ thì cho phép kéo thước sát mặt đất khi đo;
- Nếu độ dốc $2 \sim 20^\circ$ thì dùng mắt ướt lượng để kéo thước theo mặt nằm ngang;
- Nếu độ dốc lớn hơn 20° thì phải dùng thước chữ A có quả dọi.

Cũng có thể áp dụng cách đo sát mặt đất (khi mặt đất dốc $3 \sim 20^\circ$), và sau đó điều chỉnh khoảng cách theo bảng 4 – 1. Cứ 100m đo theo mặt dốc thì trừ bớt đi một trị số điều chỉnh ghi trong Bảng 4 – 1.

Bảng 4 – 1

Điều chỉnh kết quả đo dài theo độ dốc địa hình

Độ dốc mặt đất (độ)	Trị số điều chỉnh (m)	Độ dốc mặt đất (độ)	Trị số điều chỉnh (m)	Độ dốc mặt đất (độ)	Trị số điều chỉnh (m)
3	0,14	9	1,23	15	3,41
4	0,24	10	1,52	16	3,87
5	0,38	11	1,84	17	4,37
6	0,55	12	2,19	18	4,89
7	0,75	13	2,56	19	5,45
8	0,97	14	2,97	20	6,03

Trong trường hợp gặp các chướng ngại như qua sông, suối lớn, vách đá cheo leo... không thể trực tiếp đo dài trên mặt đất tự nhiên được thì có thể tiến hành đo bằng máy đo xa

có độ chính xác cao (đo 2 lần theo chiều đi và về), hoặc lập các đường sườn cơ sở và dùng phương pháp giải tam giác để xác định khoảng cách cần đo (cạnh của đường sườn cũng vẫn đo bằng thước thép).

3. Công tác đo cao

Công tác đo cao thường do các tổ công tác chuyên nghiệp đảm nhận; mỗi tổ gồm 2 người vừa phụ trách làm máy vừa ghi chép số liệu, 2 ~ 3 công nhân cầm mia và che máy.

Nội dung công việc đo cao bao gồm đo cao tổng quát và đo cao chi tiết. Đo cao tổng quát nhằm đo độ cao của các mốc cao độ, chuyên độ cao từ mốc cao độ nhà nước đến các mốc dọc tuyến. Đo cao chi tiết nhằm đo độ cao tất cả các cọc chi tiết cầm dọc tuyến và các cọc khác (như cọc mép nước, cọc ở các vị trí đặc trưng cho các bộ phận của công trình trên đường...), cũng như đo độ cao trên các mặt cắt ngang (nếu địa hình cho phép đo bằng máy thuận lợi). Đo cao tổng quát và đo cao chi tiết phải tiến hành riêng biệt để tiện kiểm tra.

Đo cao tổng quát phải đo 2 lần (lần đi và về). Sai số cho phép Δh giữa hai lần đo này như sau:

$$\Delta h \leq 30\sqrt{L} \text{ (mm)} \quad (4.4)$$

trong đó : L – khoảng cách giữa các mốc cao độ tiến hành kiểm tra sai số đo (km).

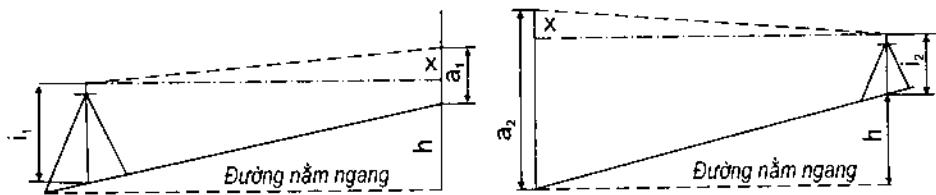
Các mốc cao độ dọc tuyến là rất cần thiết cho việc khôi phục và theo dõi thi công sau này, do đó thường cứ 1 km phải đặt một mốc với địa hình núi, và 2km với địa hình đồng bằng. Đồng thời ở vị trí công trình quan trọng như cầu lớn và vừa, hầm, tường chắn lớn... cũng cần đặt các mốc cao độ. Các mốc cao độ phải đặt ngoài phạm vi thi công xây dựng đường, đặt ở nơi chắc chắn không có khả năng bị lún, bị rung động và phải có số đăng ký, phác họa vị trí chi tiết để dễ tìm kiếm.

Đo cao chi tiết chỉ cần đo 1 lần nhưng có khép vào các mốc cao độ dọc tuyến và ở mỗi cọc chi tiết phải đọc mia 2 lần (cùng một trạm máy). Sai số giữa 2 lần đọc mia tại một cọc không được vượt quá 1cm và sai số khép mốc khi đo chi tiết là:

$$\Delta h \leq 50\sqrt{L} \text{ (mm)} \quad (4.5)$$

Trong khi đo cao, độ cao của tuyến nên lấy theo mốc cao độ nhà nước (tức là cần mốc nối tuyến vào mốc cao độ nhà nước) nhất là đối với các trường hợp tuyến có liên quan và đi trong vùng có nhiều công trình xây dựng, thủy lợi, đường sắt, cảng... đã và sẽ được xây dựng theo quy hoạch của nhà nước (chẳng hạn đi trong vùng có công trình thủy lợi, tuyến cần đi cao trên mức nước ngập...). Nếu không có mốc cao đặc nhà nước để móc nối thì trong các trường hợp này độ cao của tuyến đường thiết kế nên lấy theo mốc cao độ của các công trình đó để tiện đổi chiều giải quyết các vấn đề thiết kế. Đối với các trường hợp khác không có liên quan, ràng buộc gì với quy hoạch chung thì độ cao của tuyến có thể lấy theo mốc tự giả định.

Khi đo cao, trước hết cần kiểm tra máy thủy bình, nhất là đường trục ngắm, có bảo đảm song song với mặt nằm ngang không. Điều kiện này được kiểm tra bằng cách đo chênh lệch độ cao của 2 điểm cố định với 2 trạm máy đặt lần lượt ở 2 điểm đó (Hình 4-2).



Hình 4-2. Sơ đồ kiểm tra máy thủy bình

Nếu trục đường ngắm không nằm ngang thì sẽ có một sai số X tính được theo công thức:

$$X = \frac{a_2 + a_1}{2} - \frac{i_2 - i_1}{2} \quad (4.6)$$

trong đó : i_1, i_2 – chiều cao đặt máy; a_1, a_2 – số đọc trên mia (xem hình 4 – 2).

Nếu $X \leq 1mm$ thì máy không cần điều chỉnh và có thể đem sử dụng ngay.

Để tránh bớt sai số do sự thiếu chính xác của trục đường ngắm, luôn luôn nên đặt máy ở giữa 2 điểm cần đo chênh cao và khoảng cách đặt mia xa nhất chỉ nên là 100m.

Khi đo cao qua các khe, vực sâu, hẹp thì nên chuyển trước cao độ sang bờ vực đối diện, rồi mới lần lượt chuyển máy xuống dưới vực, đến khi lên thì khép vào độ cao của điểm chuyển trước nói trên để kiểm tra. Đo cao qua các sông rộng hơn 300m thì việc chuyển độ cao từ bờ này sang bờ kia thường phải dùng các tiêu nổi đặt trên mặt sông sao cho máy thủy bình ở 2 bên bờ đều có thể thấy rõ nó.

Kết quả đo cao phải được tính toán kịp thời và tổ chức đổi chiếu kiểm tra với thực địa (để phòng các trường hợp đọc mia nhầm khiến cho điểm lồi ở thực địa lại vẽ thành lõm...).

4. Công tác đo mặt cắt ngang

Công tác này thường do nhiều tổ làm, mỗi tổ gồm 1 cán bộ kỹ thuật sơ cấp, 2 công nhân đo đạc và 2 ~ 3 lao động phổ thông để phát trắc ngang trước khi đo. Trong trường hợp địa hình ít dốc thì có thể dùng máy thủy bình để đo trắc ngang và lúc này có thể kết hợp với công tác đo cao (tổ công tác kết hợp). Còn các trường hợp khác, thông thường dùng thước chữ A (thường dài 3,0m) có quả dọi để đo trắc ngang. Vẽ các trắc ngang thường tiến hành ngay trên thực địa với giấy kẻ ô vuông (hai người đo thước chữ A, một người ghi kết quả và vẽ).

Cần nhấn mạnh ý nghĩa quan trọng của công tác đo trắc ngang vì nếu kết quả đo không bảo đảm phản ánh đúng và chính xác địa hình thì sẽ ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng đồ án thiết kế về tuyến và nền đường, cũng như ảnh hưởng lớn đến khối lượng thi công. Ví dụ nếu đo trắc ngang sai sẽ khiến cho việc thiết kế tường chắn sai (quyết định vị trí đặt móng và chiều cao tường chắn không đúng). Do đó cần đặc biệt chú ý khi đo trắc ngang ở các địa hình sườn dốc và các vách đá.

Để bảo đảm chất lượng công tác đo trắc ngang, điều trước tiên cần thực hiện là phải đo được đúng theo tuyến thẳng góc với tim đường (ở chỗ đường cong là đường hướng tâm). Muốn vậy phải có các dụng cụ và biện pháp đo đặc cẩn cứ vào tim tuyến để mở góc vuông.

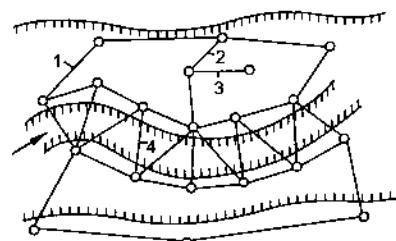
Trong khi đo trắc ngang thường kết hợp ghi chép miêu tả tình hình địa mạo, địa chất và các công trình hai bên tuyến (phải đo khoảng cách từ tuyến đến các điểm cần miêu tả đó; ví dụ đến nhà cửa, giếng, ao, ruộng...). Cũng cần miêu tả lớp đất phủ trên mặt, cây cỏ trong phạm vi lân cận tuyến đường (số cây trên $100m^2$; đường kính cây trung bình đo ở mức ngang ngực). Đồng thời cần phác họa địa hình, địa vật ngoài phạm vi đo.

5. Đo đặc lập bình đồ địa hình tỷ mỷ

Công việc này thường phải tiến hành ở các nơi tuyến khó (tại đó cần phải nghiên cứu định tuyến kỹ trên bản đồ trước khi cắm hoặc trước khi chỉnh tuyến), ở các nơi có vấn đề phải xử lý phức tạp như qua sông, qua suối lớn, vực sâu, qua khu dân cư, nơi có các tuyến đường giao nhau, qua các sườn núi có địa hình và điều kiện địa chất phức tạp (khe xói, đất sụt, trượt sườn...), cũng như ở các mỏ tương lai cần tổ chức khai thác vật liệu làm đường...

Bình đồ địa hình tỉ mỉ phải lập với tỷ lệ 1: 500 có đường đồng mức cách nhau $0,5 \sim 1,0m$. Một tổ công tác đo đặc lập bình đồ tỉ mỉ thường gồm 2 cán bộ kỹ thuật và 3 ~ 4 công nhân. Một cán bộ kỹ thuật chỉ các nơi cần đặt mía để phản ánh được đầy đủ địa hình và phác họa địa hình, một cán bộ khác làm máy.

Phương pháp đo đặc cơ bản là thiết lập các đường sườn khép kín hoặc lưới tam giác đặc nhỏ (Hình 4 - 3), rồi từ đó đo tọa độ lấy số liệu lên bình đồ. Trường hợp khu vực cần vẽ bình đồ không quá $300m$ ở hai bên tuyến thì có thể dùng tuyến làm đường sườn. Đường sườn phải đo 2 lần, sai số đo dài cho phép là $1:1000$ chiều dài đường sườn; sai số khép góc đường sườn lấy là $\pm 3\sqrt{n}$ (phút) với n là số đỉnh đường vòng; sai số đo cao như đã nêu ở trên.



Hình 4-3. Ví dụ lưới đường sườn để lập bình đồ qua suối: 1. đường sườn khép kín; 2. tuyến đo đặc ngang; 3. tuyến đo tọa độ; 4. lưới tam giác đặc nhỏ.

6. Nối tuyến với các mốc không chẽ tọa độ và độ cao quốc gia

Trong trường hợp phải lập lưới không chẽ mặt bằng và độ cao như nói ở điểm 3 của mục 3.2 và đặc biệt là trường hợp tuyến cắm qua các vùng liên quan đến việc xây dựng các công trình xây dựng, thủy lợi, khai khoáng... khác thì phải nối tuyến với các mốc quốc gia với mục đích:

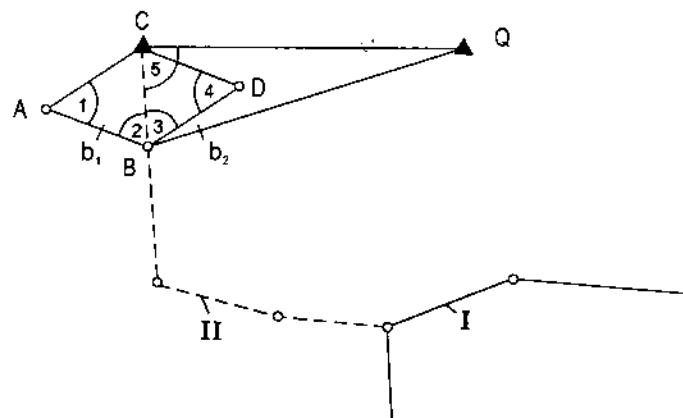
- Sử dụng các số liệu đo đặc trên bản đồ nhà nước;
- Kiểm tra góc đã đo được trên tuyến, tọa độ và độ cao các điểm không chẽ;
- Kiểm tra vị trí tương hỗ giữa tuyến đã cắm với các công trình khác xem có vi phạm ranh giới dành cho các công trình đó không (theo yêu cầu quy hoạch nhà nước).

Nối tuyến với các mốc tam giác đặc có nghĩa là xây dựng được tọa độ và độ cao của 1 điểm nào đó trên tuyến đường đã cắm theo tọa độ và độ cao của mốc quốc gia.

Nối tuyến về độ cao tức là chuyển cao độ của mốc nhà nước đến tuyến và phương pháp tiến hành cũng như đo cao tổng quát (với sai số cho phép của đường chuyên cấp 2 như nói ở điểm 3 mục 3.2). Nếu dọc tuyến có nhiều mốc nhà nước thì cứ $25 \sim 30\text{ km}$ lại liên hệ độ cao một lần (nếu phạm vi chuyên độ cao xa khoảng 5 km), hoặc $50 \sim 100\text{ km}$ một lần (nếu phạm vi chuyên độ cao xa từ $10 \sim 15\text{ km}$).

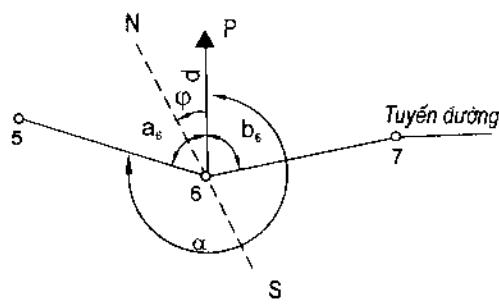
Nối tuyến về tọa độ và hướng thường tiến hành

bằng cách đo đặc (góc và cự ly) một tuyến nối mốc nhà nước (hiện mốc này thường được rải trước bằng công nghệ GPS như nói ở điểm 3 mục 3.2) với một điểm (thường là một đỉnh) trên tuyến đường thiết kế đã cắm (Hình 4-4). Trường hợp từ một điểm trên tuyến thiết kế có thể trông thấy mốc nhà nước thì tiến hành đo trực tiếp như ở hình 4-5. Nếu từ 1 điểm trên tuyến có thể trông thấy hai mốc thì lại càng thuận lợi (Hình 4-6).

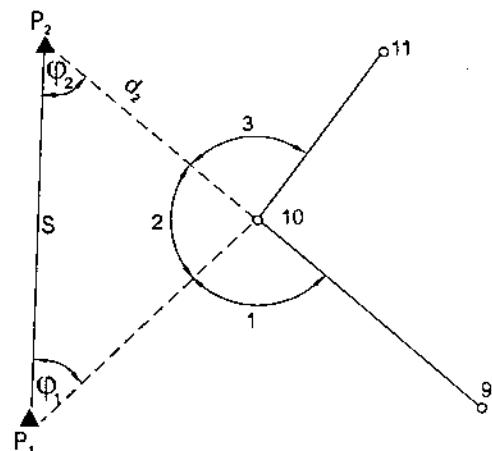


Hình 4-4. Nối tuyến với mốc nhà nước ở xa:

I – tuyến đường; II – tuyến nối mốc (đường chuyên cấp 2); C và Q – các mốc nhà nước có thể liên hệ với nhau. Góc phương vị của CQ đã biết, do đó giải tam giác BCQ để xác định góc phương vị của BC; từ đó tính chuyên để xác định góc phương vị của các cạnh đường sườn trên tuyến đã cắm.



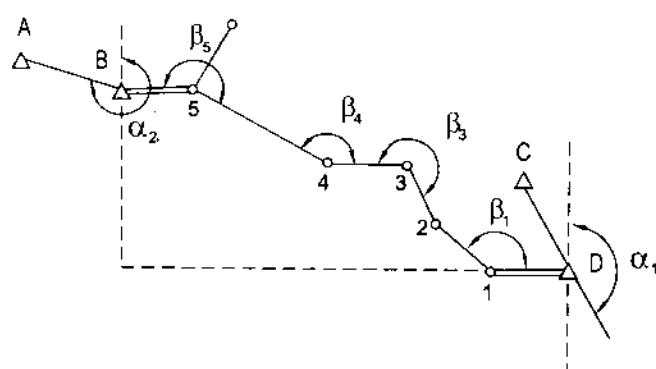
Hình 4-5. Nối tuyến với một mốc nhà nước ở gần: P – mốc nhà nước; NS – hướng Bắc Nam; φ – góc phương vị thực của đường nối P – 6 (6 là một đỉnh trên tuyến đường đã cắm) xác định bằng cách đo chính Bắc theo Mặt trời hoặc sao Bắc đầu; từ φ theo α có thể định hướng được tuyến.



Hình 4-6. Nối tuyến với hai mốc nhà nước ở gần: P₁, P₂ – các mốc nhà nước; 10 – một đỉnh của tuyến đã cắm. Góc phương vị của P₁ – P₂ đã biết, do đó giải tam giác P₁, P₂, 10 sẽ xác định được tọa độ của 10 và góc phương vị của cạnh đường sườn 10 – 11 hoặc 9 – 10.

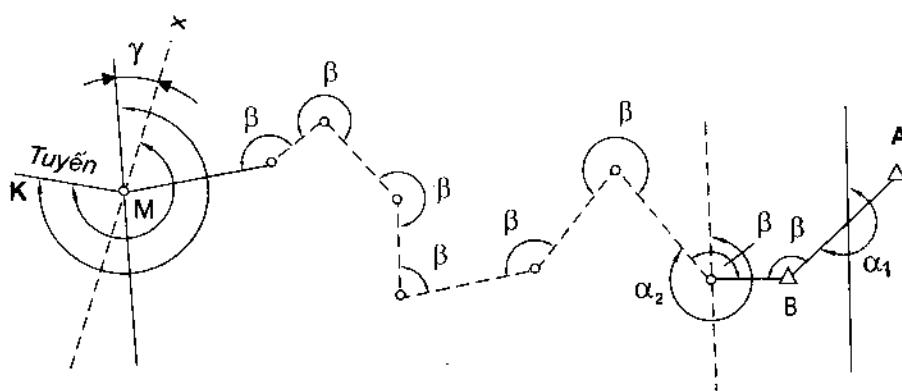
Trong khi đo đạc để nối tuyến phải bảo đảm yêu cầu và mức độ chính xác đối với đường chuyên cấp 2 như đã nói ở điểm 3 mục 3.2.

Sau khi nối tuyến với các mốc nhà nước ta có thể tính toán kiểm tra chất lượng đo đạc đối với tuyến đã cắm và xác định vị trí chính xác của tuyến trên bản đồ nhà nước. Việc kiểm tra thuận lợi nhất là trường hợp ở đầu và cuối đoạn tuyến đều có mốc nhà nước. Lúc này tuyến đường được nối với mốc đầu đoạn tuyến và khép vào mốc ở cuối đoạn tuyến (Hình 4-7). Sai số khép góc cho phép như ở công thức (4.1). Nếu gặp trường hợp chỉ có mốc nhà nước ở đầu hoặc cuối tuyến, thì phía không có mốc phải xác định góc phương vị thực (theo Mặt trời hoặc sao Bắc đầu) của cạnh cuối tuyến để kiểm tra sai số khép góc (Hình 4 – 8).



Hình 4-7. Sơ đồ kiểm tra tuyến bằng cách nối tuyến với các mốc tam giác đạc ở đầu và cuối tuyến:

A, B, C, D – các mốc nhà nước;
1...5 – các điểm của tuyến đường.



Hình 4-8. Sơ đồ kiểm tra tuyến khi có mốc nhà nước ở cuối tuyến: A, B – mốc ở cuối tuyến

4.5. ĐIỀU TRA THU THẬP CÁC SỐ LIỆU THỦY VĂN PHỤC VỤ THIẾT KẾ CÁC CÔNG TRÌNH THOÁT NƯỚC TRÊN ĐƯỜNG TRONG GIAI ĐOẠN KSTKKT VÀ KSTK BẢN VẼ THI CÔNG

Công việc này thường do một tổ chuyên nghiệp tiến hành sau khi đã cắm tuyến và đo cao xong. Nội dung điều tra gồm có các việc sau:

1. Xác định diện tích lưu vực tụ nước tương ứng với các công trình thoát nước theo quy hoạch bố trí các công trình thoát nước nói ở điểm 3 mục 4.1. Diện tích lưu vực có thể xác định trên bản đồ địa hình tỷ lệ nhỏ hoặc quan trắc trên thực địa. Khi diện tích lưu vực nhỏ từ $0,5 \sim 3 \text{ km}^2$ thì có thể dùng bản đồ địa hình 1: 50000; lưu vực $3 \sim 20 \text{ km}^2$ dùng bản đồ 1:100000. Ranh giới lưu vực tụ nước vạch theo đường phân thủy trên bản đồ và đường thẳng góc với các đường đồng mức xuất phát từ vị trí công trình.

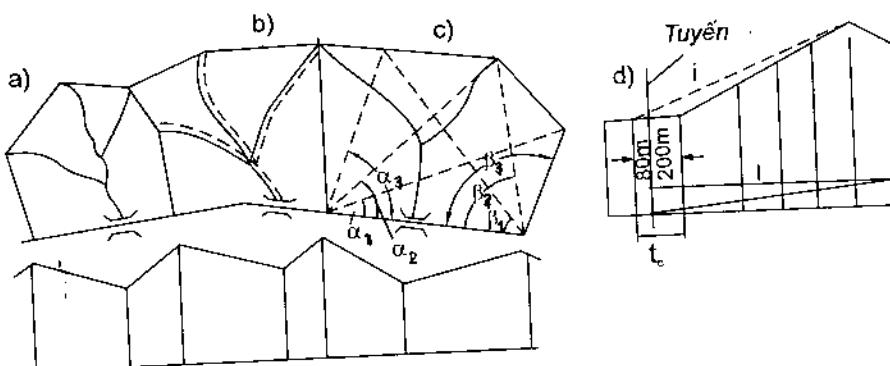
Các lưu vực nhỏ hơn $0,5 \text{ km}^2$ rất khó thể hiện trên bản đồ, do đó phải xác định trên thực địa bằng một trong các phương pháp sau (Hình 4 – 9):

- Uớc tính: dùng mắt để định ranh giới phân thủy, xác định hướng và chiều dài đường phân thủy bằng địa bàn và đếm bước, từ đó vẽ được phạm vi lưu vực (Hình 4 – 9a).

- Cũng làm như trên nhưng dùng máy kinh vĩ đo góc và đo cự ly.

- Đo đặc các đường sườn theo dòng suối chính và suối nhánh ở các suối lân cận nhau, vẽ các đường sườn đó trên bình đồ và chia ranh giới lưu vực của hai suối gần nhau. Cách này thích hợp với các địa hình rậm rạp, không trực tiếp đo theo đường phân thủy được (Hình 4 – 9b).

- Trường hợp đứng tại vị trí công trình thoát nước trên tuyến nhìn thấy được ranh giới phân thủy phân chia lưu vực thì có thể dùng máy kinh vĩ, dựa vào một đường sườn trên tuyến, ngắm vào các vị trí đặc trưng để dựng lại lưu vực tụ nước (Hình 4 – 9c).



Hình 4-9. Các phương pháp xác định lưu vực tụ nước:
a) Đo vòng theo ranh giới lưu vực tụ nước; b) Đo theo dòng suối;
c) Đo theo phương pháp giao điểm góc; d) Đo độ dốc lưu vực.

Trên bản đồ cũng cần xác định diện tích ao, hồ, đầm lầy trong phạm vi các lưu vực tụ nước để xác định hệ số điều chỉnh khi tính toán lưu lượng theo công thức dòng chảy. Chiều dài lưu vực đo theo khe suối chính từ tuyến cho đến đường phân thủy. Độ dốc trung bình của lưu vực có thể tính theo chênh lệch đường đồng mức trên bản đồ. Độ dốc đoạn suối qua công trình xác định theo chênh lệch cao độ đáy khe từ điểm phía trên công trình 200m đến điểm phía dưới công trình 100m.

Ngoài ra phải quan sát tầng đất phủ và phân bố cây cỏ trong phạm vi mỗi lưu vực tự nước để xác định trị số tổn thất dòng chảy.

2. Tại các vị trí hình thành dòng chảy thường xuyên cần tiến hành đo vẽ *mặt cắt ngang*, *mặt cắt dọc dòng suối*; khi cần thiết phải đo vẽ bình đồ địa hình chi tiết. Chú ý rằng phải đo vẽ theo dòng chảy hiện tại, cũng như theo hướng đặt công trình dự kiến trong tương lai. Mặt cắt dọc suối cần đo trong phạm vi 300 m như trên.

Cần kết hợp quan trắc tình hình dòng suối: kích cỡ đá, tình hình xói lở... để có thể ước đoán vận tốc nước chảy tự nhiên. Đồng thời phải điều tra các mức nước đặc trưng phục vụ cho việc tính toán lưu lượng theo phương pháp hình thái và phục vụ cho việc tính toán khẩu độ cầu.

3. Khi vượt qua các dòng nước đã có các công trình cũ thì cần đo đặc, điều tra, miêu tả kỹ tình hình thoát nước sông, suối trong phạm vi công trình. Các số liệu này có thể dùng để tham khảo khi thiết kế công trình trên tuyến, đồng thời để đối chiếu, kiểm tra việc lựa chọn các số liệu tính toán thủy văn đã dùng trên tuyến.

4. Thu thập số liệu ở trạm khí tượng hay sách tra cứu về lượng mưa và các trị số về dòng chảy tại khu vực tuyến đi qua.

Dựa vào các số liệu đã thu thập được nên tiến hành tính toán khẩu độ công trình thoát nước ngay trong thời gian khảo sát tại thực địa để có thể kiểm tra và chính xác hóa các giải pháp thiết kế một cách kịp thời.

Công việc điều tra thu thập tài liệu thủy văn và địa chất phục vụ việc thiết kế các công trình cầu lớn được nghiên cứu ở các tài liệu chuyên đề riêng cũng như có thể tham khảo ở "Sổ tay thiết kế đường ôtô".

4.6. ĐIỀU TRA ĐỊA CHẤT VÀ VẬT LIỆU XÂY DỰNG

Công việc này có ý nghĩa hết sức quan trọng nhằm bảo đảm có đủ các số liệu phục vụ việc chọn, cắm tuyến và thiết kế nền, mặt đường cũng như các công trình trên đường. Ngay từ khi phỏng tuyến định hình, thường có các cán bộ địa chất cùng tham gia tổ công tác này để đánh giá các điều kiện địa chất vùng chọn tuyến, nhằm tránh cho tuyến khỏi đi vào các khu vực địa chất xấu, khó khắc phục được bằng các biện pháp công trình. Sau đó, trong quá trình khảo sát thiết kế, tổ công tác điều tra địa chất và vật liệu xây dựng tiếp tục dùng các biện pháp địa chất công trình để đi sâu thu thập các số liệu cần thiết.

Nội dung công tác điều tra trong quá trình khảo sát phục vụ thiết kế kỹ thuật và thiết kế chi tiết lập bản vẽ thi công gồm các việc sau đây.

1. Điều tra điều kiện đất và địa chất dọc tuyến

Điều tra (theo các phương án cụ bô) để vẽ được mặt cắt địa chất dọc tuyến đặc trưng cho phạm vi lân cận tuyến đường (mỗi bên tuyến tối thiểu là 50m trong điều kiện bình thường).

Để vẽ được mặt cắt địa chất, cần phải phát hiện được các chỗ thay đổi điều kiện cấu tạo địa chất và địa chất thủy văn qua các dấu hiệu về địa hình (đỉnh phân thủy, sườn, khe, thung lũng), về tầng đất phủ (loại đất và bề dày tầng phủ...), về tình hình địa mạo nói chung (cây cỏ..., thường sự có mặt của thảm thực vật khác nhau cũng thể hiện điều kiện địa chất khác nhau). Tại các chỗ thay đổi này phải áp dụng một trong các phương pháp địa chất công trình dưới đây để xác định được cột cấu tạo địa chất tương ứng:

– Quan sát qua các vệt lô, các mặt đào nhân tạo hiện có (như ở các vách đá, các khe sâu nước xói mòn bên thành khe...);

– Làm các hố đào sâu; nếu hố sâu dưới $2,5m$ thì tiết diện hố cần là $1,25m^2$; hố sâu $2,5 \sim 5,0m$ tiết diện là $2,0m^2$; hố sâu hơn $5,0m$ tiết diện là $2,5m^2$. Để bảo đảm an toàn lao động, các hố sâu này phải được chống đỡ vách trong phạm vi từ độ sâu $1,0m$ đối với đất rời; $1,5m$ đối với đất sét và á sét; $2,0m$ đối với đất rất chặt;

– Giữa các hố đào sâu có thể kết hợp đào các hố nông để giảm khối lượng đào thăm dò. Các hố đào nông có chiều sâu từ $0,5 \sim 1,0m$. Nếu đào thấy cấu tạo địa chất tương tự ở các hố đào sâu ở hai bên thì có thể ngưng lại;

– Ở những chỗ có nước mặt, nước ngầm không đào được và những chỗ cần thăm dò sâu thì có thể dùng các loại khoan địa chất. Có thể dùng các loại khoan ruột gà đường kính nhỏ hơn $30mm$ khoan sâu $2 \sim 4,0m$ không cần ống vách. Cũng có thể dùng các loại khoan có ống vách đường kính $50, 60, 78, 89mm$ và khoan đến độ sâu $30m$ (khoan xoay – đập bằng tay, khoan chạy máy); các giàn khoan có thể đặt trên các phương tiện tự hành.

Tùy điều kiện địa chất tại chỗ và tùy yêu cầu thăm dò có thể phối hợp dùng các biện pháp trên. Thông thường với vùng đồng bằng chỉ đào một hố thăm dò cho mỗi đoạn tuyến có địa mạo tương tự, nhưng các hố này không cách nhau quá $1,0km$; với vùng núi cứ khoảng $500m$ làm một mặt cắt ngang địa chất. Các đoạn nền đào sâu (chiều sâu đào nhỏ hơn $10m$) thì cần thăm dò ít nhất hai vị trí và cứ cách khoảng $100 \sim 150m$ làm một hố đào; nếu đào sâu lớn hơn $10m$ và ở những chỗ địa chất phức tạp, bất lợi, có nước ngầm thì phải làm ít nhất 3 vị trí với cả mặt cắt ngang đủ rộng. Các loại nền đắp cao ($> 10m$) thì mặt cắt thăm dò làm cách nhau $50 \sim 100m$. Chiều sâu cần thăm dò đối với nền đào là dưới cao độ thiết kế $1,5 \sim 2,0m$; với nền đắp bình thường là đến mức nước ngầm hoặc dưới mặt đất tự nhiên $2,0m$; với nền đắp cao và trên đất yếu là đến hết vùng chịu tác dụng của tải trọng nền đắp (tính toán theo sơ đồ phân bố ứng suất do tải trọng nền đắp truyền xuống).

Ở mỗi mặt cắt ngang và trên mặt cắt dọc địa chất toàn tuyến cần thông qua các biện pháp thăm dò nói trên để miêu tả kỹ các nội dung sau:

– Địa hình, địa mạo;

– Cấu tạo địa chất (loại đất đá, phân bố tầng lớp và bề dày các tầng lớp, thế nằm, hướng dốc, tình trạng kẽ nứt và phong hóa...). Đặc biệt đối với đất cần có các số liệu miêu tả kỹ trên quan điểm đất là một vật liệu xây dựng đường chủ yếu: cấu trúc, thành phần hạt, độ chặt, độ ẩm, nguyên nhân hình thành..

- Ý kiến đánh giá về điều kiện địa chất ở mỗi đoạn khác nhau trên quan điểm thiết kế đường, phân chia các đoạn có điều kiện địa chất như nhau;

- Tình hình địa chất thủy văn: mức nước ngầm, hướng chảy, lưu lượng, ảnh hưởng của nó và những lưu ý khi thiết kế công trình.

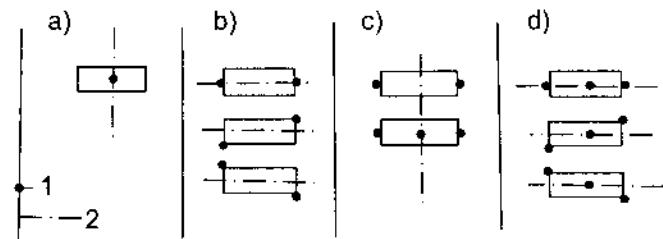
Ở các hố thăm dò, khi cần cho miêu tả, có thể chụp ảnh sự phân bố tầng lớp. Ngoài ra khi cần, phải lấy mẫu đất, đá để xác định các chỉ tiêu cơ lý một cách chắc chắn, mẫu đất được lấy theo từng lớp đất. Nếu lớp đất dày thì cứ $1,0m$ sâu lấy mẫu một lần. Mẫu đất nguyên dạng đào lấy theo hình khối $0,2 \times 0,2 \times 0,2m$, bọc vải nhúng parafin. Cũng có thể lấy bằng các ống lấy mẫu trong các lỗ khoan (chiều dài không nhỏ hơn $1,5$ lần đường kính lỗ khoan và thường dài 20 cm).

2. Điều tra địa chất và địa chất thủy văn phục vụ thiết kế các công trình cá biệt trên tuyến

Các vị trí cần thiết kế cá biệt trên tuyến bao gồm những công trình dưới đây: nền đường đắp cao hơn $12,0m$ và nền đào chịu ảnh hưởng của các mạch nước và nước ngầm; các đoạn có hiện tượng trượt sườn, sụt lở, đá đổ; nền qua vùng đất đỏ bazan, qua vùng cactơ, vùng cát di động; nơi đặt các công trình thoát nước (cầu, cống), các công trình chống đỡ, các công trình nhà cửa phục vụ khai thác đường...

Tại các vị trí kể trên công tác điều tra phải đi sâu hơn, cụ thể chi tiết hơn và phải căn cứ vào các phương pháp tính toán, thiết kế công trình, để đề ra yêu cầu khoan đào, thăm dò, yêu cầu lấy mẫu và các chỉ tiêu cần thí nghiệm để xác định.

Đối với các công trình nhân tạo loại nhỏ thì nội dung điều tra địa chất công trình là nhằm để làm sáng tỏ điều kiện xây dựng công trình, chọn kiểu và đặc điểm nền móng; xử lý các ảnh hưởng của nước ngầm đối với công trình (kể cả khả năng xâm thực ăn mòn của nước...). Sơ đồ bố trí các hố hoặc lỗ khoan thăm dò địa chất ở các vị trí công trình có thể như ở hình 4 – 10.



Hình 4-10. Vị trí thăm dò địa chất ở các nơi có công trình loại nhỏ:
a, b) Ở nơi điều kiện địa chất đơn giản; c, d) Ở nơi điều kiện địa chất phức tạp; a, b) Với cống; d) Với cầu ; 1. hố thăm dò; 2. lỗ khoan.

Đối với các công trình cầu, cần điều tra vẽ được mặt cắt địa chất chung trong cả phạm vi lòng sông và hai bên đường dẫn vào cầu, cũng như khoan dò tại đúng vị trí đặt móng mố, trụ cầu. Tùy theo bờ rộng lòng sông, bờ rộng thềm sông và tình hình địa chất (đơn giản hoặc phức tạp) có thể phải khoan $1 \sim 6$ lỗ khoan để vẽ mặt cắt ngang, và $1 \sim 4$ lỗ khoan đối với mỗi vị trí móng, mố, trụ. Chiều sâu cần khoan tùy thuộc địa chất lòng sông: nếu là đất lân đá vụn và cuội sỏi (thực tế loại này không bị ép lún) thì chỉ cần khoan đến $10m$; nếu là cát vừa và chật: $15 \sim 20m$; nếu là đất dính: $20 \sim 30m$; nếu là đất yếu: $30 \sim 50m$ thậm chí sâu

vào tầng chịu lực 3 – 5m. Việc lấy mẫu cũng tiến hành theo từng lớp, nếu lớp địa chất đồng nhất và dày thì cứ 3 ~ 5m lấy mẫu một lần, với đất dinh: 2 ~ 3m lấy mẫu một lần. Đặc biệt cần xác định kỹ mức nước ngầm và cột áp, cũng như lấy mẫu nước để xác định thành phần hóa và mức độ xâm thực của nước đối với bê tông (mẫu nước ở các cao độ khác nhau).

Đối với các nền đắp thiết kế đặc biệt thì cần điều tra địa chất nền móng dưới công trình đắp và điều tra các mỏ lấy đất đắp. Phải đào, khoan và lấy mẫu đất với số lượng ít nhất là 6 mẫu đối với một lớp đất đồng nhất để xác định các chỉ tiêu; tỷ trọng, độ chặt và độ ẩm tự nhiên, giới hạn dẻo, thành phần hạt, sức chống cắt, tính ép co (đường cong nén chặt) và hệ số thấm.

Trường hợp qua vùng đất yếu, phải xác định được ranh giới vùng đất yếu, loại lầy hoặc đất yếu, nguyên nhân hình thành, bề dày đất yếu và lớp đáy lầy. Ngoài ra, phải xác định các chỉ tiêu cơ lý như trên cùng với thành phần hữu cơ, độ phân hủy của than bùn.

Việc điều tra cũng tiến hành bằng các lỗ khoan, xuyên, cắt cảnh hình thành các mặt cắt qua phạm vi đất yếu (xem mục 8.6).

Đối với nền đào cần đặc biệt chú ý nội dung điều tra về tình hình nước ngầm, cũng như tình hình phân bố, tầng lớp, thế nằm, kẽ nứt, sự phong hóa của các tầng đá.

Khi cần điều tra địa chất ở các vị trí cầu lớn, vị trí có hiện tượng trượt sườn, cactơ, bùn trồi và vùng có các loại đất đặc biệt khác thì cần phải có sự tham gia của các đội địa chất chuyên nghiệp và khu vực điều tra phải rộng hơn (có khi đến hàng kilômet) để nhằm xác định được nguyên nhân, điều kiện phát sinh cũng như khả năng phát triển của các hiện tượng địa chất phức tạp nói trên, từ đó mới có thể rút ra những nhận định về ảnh hưởng của chúng đến tuyến đường thiết kế, cũng như đề ra các giải pháp thiết kế cần áp dụng. Chú ý rằng, đối với mỗi giải pháp thiết kế có thể có các yêu cầu về điều tra địa chất và thí nghiệm xác định các chỉ tiêu cơ lý, cũng như các chỉ tiêu về vật liệu xây dựng khác nhau.

3. Công tác tìm kiếm và điều tra các vật liệu khoáng như đất, cát, phôi đá, cát, sỏi cuội

Việc tìm kiếm điều tra các vật liệu để xây dựng thường kết hợp chặt chẽ với công tác điều tra địa chất và áp dụng các phương pháp điều tra địa chất công trình. (Còn việc điều tra các vật liệu xây dựng khác như gỗ, tranh, tre, nứa thì thường kết hợp với công tác đo trắc ngang hoặc do một tổ công tác khác kết hợp cả với việc điều tra các nguồn phế thải của công nghiệp địa phương có thể dùng để làm đường, như xì quặng chẳng hạn).

Nội dung công việc điều tra chủ yếu là: xác định vị trí có vật liệu; xác định trữ lượng của vật liệu; xác định các điều kiện khai thác, gia công và vận chuyển vật liệu đến tuyến. Trên cơ sở các kết quả điều tra, thường ở giai đoạn nào cũng phải xem xét giải quyết vấn đề chọn vị trí khai thác có lợi nhất, mặc dù nhiệm vụ này chủ yếu phải được giải quyết trong giai đoạn khảo sát thiết kế sơ bộ với các kết quả điều tra sơ bộ.

Trong giai đoạn khảo sát thiết kế chi tiết có xem xét lại các vấn đề chọn vị trí khai thác, nhưng chủ yếu phải đi sâu điều tra thăm dò các nội dung nói trên ở các vị trí dự định tiến hành tổ chức khai thác.

Phương pháp điều tra xác định những nội dung nói trên có thể tìm đọc kỹ ở Chương I cuốn “Các xí nghiệp phụ phục vụ xây dựng đường ôtô”.

Khi điều tra tại các mỏ dọc tuyến thường lập các mặt cắt địa chất khu vực dự kiến khai thác với cự ly cách nhau từ 100 – 200m, trên mỗi mặt cắt bố trí các hố đào hoặc khoan cách nhau từ 50 – 200m, sâu đến hết lớp chứa vật liệu khai thác hoặc đến cao độ khai thác đề nghị (do điều kiện khai thác hạn chế hoặc do yêu cầu khai thác chỉ cần lấy đến cao độ đó), hay đến mức nước ngầm. Đối với các vật liệu liên khối, điều kiện địa hình địa chất đơn giản thì thường cự ly giữa các mặt cắt và các hố đào có thể bố trí xa, thậm chí trong trường hợp đá (như đá vôi) thì khi đã thấy rõ có thể không cần phải làm hố đào thăm dò.

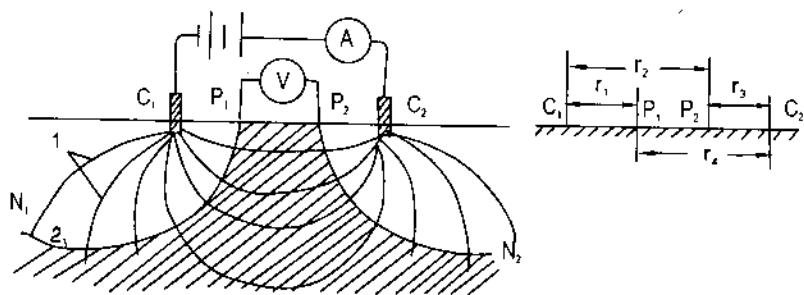
Cũng cần lập các bản đồ địa hình chi tiết vùng khai thác tỷ lệ 1:500 – 1:2000 và phải làm tốt các thủ tục ban đầu, ví dụ phải được sự thỏa thuận của các cơ quan quản lý đất đai khu vực định lập mỏ đất, cát, cát phôi, đá...

Cần lấy mẫu vật liệu để làm các thí nghiệm trong phòng: với đất và cát phải lấy mẫu nguyên dạng hoặc mẫu phá hoại có khối lượng không ít hơn 3,0kg; mỗi lớp dày nhỏ hơn 3,0m lấy 1 mẫu; dày hơn 3,0m thì cứ 2,0m sâu lấy 1 mẫu. Nếu đất, cát phôi... dự kiến dùng làm vật liệu để gia cố với chất liên kết hữu cơ hoặc vô cơ thì phải lấy khoảng 1 ~ 2 mẫu với khối lượng 1 mẫu tối 50kg. Mẫu đá lấy trong hố đào với kích thước $10 \times 10 \times 10\text{cm}$ hoặc trong lõi khoan dài 1,5d (d là đường kính lõi khoan).

Để điều tra địa chất và vật liệu khoáng chất dùng xây dựng đường, ngoài phương pháp địa chất công trình tiến hành trên mặt đất nói ở trên, hiện nay người ta còn sử dụng rộng rãi các phương pháp địa chất hàng không, các phương pháp địa vật lý và các phương pháp thí nghiệm chỉ tiêu cơ lý của đất ngay tại hiện trường:

Phương pháp địa chất hàng không (thường sử dụng có hiệu quả trong giai đoạn khảo sát thiết kế phục vụ cho việc lập báo cáo dự án khả thi và nhờ đó giảm được khối lượng khảo sát địa chất trên mặt đất. Nguyên tắc của phương pháp này là phân tích các ảnh lập thể chụp từ máy bay dọc theo hướng tuyến. Qua các bức ảnh có thể thấy rõ các sườn dốc, các đầm lầy, các đoạn có loại đất khác nhau, các khu trượt sườn, vùng có hiện tượng cacto, các bãi vật liệu cát, cát phôi, sỏi cuội, núi đá... Không những có thể thấy được các hiện tượng trên mặt đất mà qua các bức ảnh cũng có thể đoán nhận được các đặc trưng địa chất phía dưới nhờ sự phân tích trên ảnh sự khác biệt về địa hình, về các hiện tượng xâm thực, xói mòn và về tình hình địa mạo cây cỏ... (Ví dụ qua tình hình cây cỏ có thể đoán nhận được chiều sâu của đầm lầy, qua các núi dốc có thể đoán nhận loại đá...). Để việc đoán nhận các hiện tượng địa chất qua ảnh được chính xác có thể đối chiếu ảnh với thực địa ở các đoạn điển hình đã điều tra trên thực địa, qua đó có thể rút ra các dấu hiệu thể hiện các đặc trưng địa chất trong các điều kiện quang cảnh địa lý khác nhau.

Các *phương pháp địa vật lý* có thể sử dụng trong mọi giai đoạn khảo sát thiết kế, kể cả trong khảo sát thiết kế lập bản vẽ thi công. Điểm hình và khá phổ biến hiện nay là phương pháp thăm dò địa chất và địa chất thủy văn bằng *phương pháp điện trở suất*. Nguyên tắc của phương pháp này được miêu tả ở hình 4 – 11.



Hình 4-11. Sơ đồ xác định bê dày các lớp địa chất khác nhau bằng phương pháp điện trở suất;

1. quỹ đạo của dòng điện lan truyền trong lớp đất đá; 2. mặt điện thế tương đương thẳng góc với quỹ đạo dòng điện:
- C₁, C₂ – cực từ nguồn điện; P₁, P₂ – các cực để đo điện thế trong đất khi có dòng điện thông qua;
A – ampe kế; V – vôn kế;

Điện trở suất trung bình của đất trong phạm vi P₁N₁ và P₂N₂ được xác định theo công thức:

$$\rho = \frac{K \cdot \Delta v}{I} \quad (4.7)$$

trong đó : I – cường độ dòng điện giữa 2 điện cực C₁ và C₂ (đo được bằng ampe kế A ở hình 4-11; Δv – hiệu số điện thế giữa các điện cực thu P₁, P₂ đo bằng vôn kế V ở hình 4-11; K – hệ số tính theo khoảng cách giữa các cực điện với quan hệ dưới đây:

$$K = \frac{0,2\pi}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4}} \quad (4.8)$$

r₁, r₂, r₃, r₄ – khoảng cách giữa các điện cực theo sơ đồ ở hình 4 – 11.

Điện trở suất ρ của các loại đất đá khác nhau về thạch học, về độ ẩm, về tình hình phát triển khe nứt và tình hình phong hóa sẽ khác nhau, ví dụ với đất sét ρ = 1 – 10 Ω/m; cát ρ = 10 – 1000 Ω/m; đá macma ρ = 1000 – 10000Ω/m. Đặc biệt đất càng ẩm (như tầng có chứa nước) thì ρ càng nhỏ.

Theo sơ đồ hình 4 – 11, nếu khoảng cách giữa 2 điện cực phát C₁, C₂ càng lớn thì bê dày tầng đất cho dòng điện đi qua sẽ càng lớn. Trên thực tế có thể xem bê dày này gần đúng bằng 1/4 khoảng cách C₁C₂. Như vậy nếu thay đổi khoảng cách giữa các điện cực phát và giữ nguyên cự ly các điện cực thu thì ta có thể phát hiện được sự thay đổi cấu tạo tầng lớp địa chất thông qua sự thay đổi điện trở suất đo được, chẳng hạn như khi tăng dần cự ly C₁, C₂ bỗng thấy điện trở suất đột ngột giảm hẳn đi thì có thể chắc chắn rằng ở dưới có tầng chứa nước (có nước ngầm). Tức là có thể phán đoán sự thay đổi các điều kiện đất, đá theo chiều sâu tùy theo đô thị quan hệ giữa điện trở suất đo được với khoảng cách hai điện

cực phát. Dĩ nhiên nếu không có sự thay đổi điện trở suất trong một phạm vi nào đó thì tương ứng sẽ có một lớp đồng nhất.

Nếu chỉ cần khảo sát một lớp có bề dày nhất định nhưng trên một phạm vi rộng thì có thể di chuyển cả 4 điện cực nhưng luôn luôn giữ nguyên khoảng cách giữa chúng. Kết quả có thể vẽ được mặt cắt dọc địa chất (hoặc ngang) theo tuyến đo điện đối với một tầng có bề dày nhất định.

Với nguyên lý như trên nên phương pháp điện trở suất được dùng tốt nhất khi điều tra phát hiện các tầng chứa nước và các vùng có hiện tượng cactơ.

Ngoài phương pháp điện trở suất, các phương pháp địa vật lý khác bao gồm: phương pháp sóng chấn động, phương pháp từ, phương pháp trọng lực, phương pháp vô tuyến... Các phương pháp này đều dựa vào việc quan trắc sự biến đổi một đặc trưng vật lý nào đó của các tầng lớp đất để đoán nhận được cấu tạo địa chất tương ứng. Ví dụ phương pháp sóng chấn động dựa vào việc quan trắc tốc độ lan truyền sóng dọc trong đất đá bằng cách đo thời gian truyền sóng giữa điểm tạo nguồn sóng (dùng một quả tạ 3,0 kg cho rơi trên một bản cứng) với điểm đặt máy ghi chấn động. Tốc độ truyền sóng này của đất thường trong khoảng 500 – 1500m/sec, còn với đá tới vài nghìn m/sec...

Các phương pháp thí nghiệm những chỉ tiêu cơ lý của đất tại hiện trường hiện dùng gồm các loại thiết bị cắt chữ thập, các loại xuyên kẽ tinh và động, các phương pháp ép thử tại hiện trường.

Phương pháp cắt chữ thập cắt đất trong lỗ khoan bằng cách quay mũi khoan hình chữ thập, thường dùng để đánh giá khả năng chống cắt của đất yếu (đất sét bão hòa dẻo mềm, hoặc dẻo chảy) hoặc của đất坚硬. Đây là một phương pháp đánh giá khả năng chống cắt chủ yếu đối với các loại đất khó lấy mẫu hoặc không lấy được mẫu. Tuy nhiên, cũng cần chú ý đây là khả năng chống cắt theo hướng ngang trong khi tải trọng gây ứng suất cắt tác dụng theo hướng thẳng đứng.

Các xuyên kẽ nhỏ cầm tay cho phép đánh giá cường độ của đất một cách định tính và có thể đánh giá định lượng trạng thái của đất.

Các loại xuyên kẽ động và tĩnh (đặc biệt là loại tĩnh) với các mũi xuyên hình nón đều được cắm vào đất dưới tải trọng động (chùy) hoặc tĩnh (ép cắm vào đất) hiện được dùng rất phổ biến và đang trên đà phát triển ở nhiều nước trên thế giới. Thông qua việc đo lực tác dụng để đầu xuyên cắm vào đất với một tốc độ xuyên cố định có thể đánh giá được hàng loạt các chỉ tiêu định lượng của đất về cường độ và biến dạng của đất ở độ sâu khác nhau. Ưu điểm chính của phương pháp này là đơn giản, nhanh chóng và đỡ tốn công, kết quả lại không phụ thuộc vào chất lượng lấy mẫu đất (vì không phải lấy mẫu đất).

Các phương pháp ép thử thường dùng để xác định tính chất biến dạng của đất thông qua thí nghiệm chất tải từng cấp trên bản ép hoặc tấm ép đặt trên nền đất. Nhược điểm chính của phương pháp này là đòi hỏi thiết bị công kềnh, tốn thời gian, nên hiện ít dùng.

4.7. TỔ CHỨC TIẾN HÀNH CÔNG TÁC KHẢO SÁT THIẾT KẾ VÀ BẢO ĐẢM AN TOÀN LAO ĐỘNG KHI KHẢO SÁT THIẾT KẾ

1. Tổ chức tiến hành công tác khảo sát thiết kế

Như trình bày ở các mục 4.1 và 3.1, công tác khảo sát thiết kế có thể xem như một quá trình công nghệ gồm nhiều công việc nối tiếp theo một trình tự khá chặt chẽ, có ảnh hưởng lẫn nhau rõ rệt về tốc độ và chất lượng. Do đó, phương pháp tổ chức tiến hành công tác khảo sát thiết kế ở đây tốt nhất là thành lập các tổ công tác chuyên nghiệp (mỗi tổ đảm nhận một số công việc chuyên môn nhất định) tiến hành theo một dây chuyền chặt chẽ (*Phương pháp dây chuyền*).

Một đơn vị khảo sát phục vụ thiết kế kỹ thuật và thiết kế chi tiết lập bản vẽ thi công có thể chia thành các tổ công tác chuyên nghiệp sau:

- Chọn tuyến, định dính;
- Phát tuyến, cuốc đường, phỏng thẳng (xác định các cánh thẳng trên thực địa);
- Đo góc đinh;
- Cắm đường cong và đoạn nối đường cong;
- Rải cọc và cắm cọc chi tiết;
- Đo dài (tổng quát và chi tiết);
- Đo cao (tổng quát và chi tiết);
- Đo trắc ngang;
- Đo bình đồ chi tiết các vị trí và khu vực cần thiết;
- Khảo sát địa chất và thí nghiệm hiện trường;
- Điều tra thủy văn;
- Điều tra địa mạo, ruộng đất, cây cỏ;
- Điều tra vật liệu xây dựng;
- Công tác văn phòng: tính sổ đo đạc, kiểm tra đối chiếu tài liệu với thực địa, lên bản vẽ, thiết kế thử...;
- Sản xuất cọc (cọc gỗ, cọc bê tông...);
- Cố định cọc và mốc cao đạc.

Tùy mức độ khó khăn, tính chất và đặc điểm của khu vực tuyến đi qua, cũng như tùy số lượng cán bộ, công nhân có thể có, các tổ chuyên nghiệp có thể chia nhỏ hơn (ví dụ tổ cao đạc tổng quát riêng, cao đạc chi tiết riêng, tổ mốc nối với mốc tam giác đạc nhà nước riêng...) hoặc trái lại có thể đảm nhận nhiều khâu công việc hơn (ví dụ chọn tuyến, định dính, phỏng thẳng gộp làm một tổ; đo góc, cắm cong làm một tổ; đo dài và cắm cọc chi tiết gộp làm một tổ v.v..).

Khi khảo sát phục vụ thiết kế sơ bộ, phục vụ lập BCDAKT thực tế quá trình công nghệ hầu như cũng gồm các công việc kể trên (trừ phần việc cắm cong không phải làm) nhưng tiến hành bằng các phương pháp đơn giản, dùng các dụng cụ thô sơ kém chính xác hơn. Do đó thường tổ chức với ít tổ chuyên nghiệp hơn:

- Tổ thị sát (nghiên cứu trước tình hình thực địa);
- Tổ thăm dò, định tuyến và đo đạc dọc tuyến, vừa chọn tuyến trên thực địa, vừa dùng vè hoặc cọc tạm cắm đường sườn, di đến đâu do khổng chế độ cao đến đó, đo cự ly, đo góc và đo độ dốc ngang sườn núi (thay cho trắc ngang) đến đó; cũng có thể làm luôn việc ước tính khối lượng từng đoạn tuyến;
- Tổ điều tra sơ bộ địa chất;
- Tổ điều tra sơ bộ thủy văn và xác định khẩu độ công trình;
- Tổ điều tra cây cỏ, vật liệu xây dựng;
- Tổ công tác văn phòng.

Các tổ công tác này có thể làm công việc chuyên môn của mình đối với tất cả các phương án tuyến sơ bộ hoặc mỗi phương án tiến hành riêng rẽ.

Công việc thiết kế sơ bộ hoặc thiết kế chi tiết cũng có thể do các đơn vị khảo sát đảm nhận (lúc này phải có bộ phận thiết kế) hoặc do các cơ quan thiết kế đảm nhận. Bộ phận làm công tác thiết kế cũng có thể chia thành một số tổ chuyên nghiệp sau:

- Tổ thiết kế tuyến;
- Tổ thiết kế nền – mặt đường;
- Tổ thiết kế công trình thoát nước;
- Tổ thiết kế công trình chống đỡ và phòng hộ;
- Tổ tổng hợp;
- Tổ can vẽ v.v..

2. Trang thiết bị cho một đơn vị khảo sát thiết kế

Trang thiết bị cần được dự trù trước trong đề cương khảo sát thiết kế tùy thuộc quy mô đơn vị khảo sát, điều kiện thiên nhiên và các đặc điểm của vùng khảo sát, khối lượng và thời hạn khảo sát v.v... Các trang thiết bị này gồm các loại: dụng cụ đo đạc, cắm tuyến; trang thiết bị điều tra địa chất, thí nghiệm đất đá và điều tra chế độ dòng chảy; các dụng cụ; các nguyên vật liệu để chế tạo cọc, cố định cọc và đánh dấu cọc; trang thiết bị phòng hộ lao động (kè cà quần áo bảo hộ lao động và trang bị leo núi...); trang bị các dụng cụ phục vụ sinh hoạt; các dụng cụ làm việc văn phòng (văn phòng phẩm và máy tính); các bảng, biểu phục vụ tính toán và phương tiện tính toán; các phương tiện vận chuyển và thông tin liên lạc; phương tiện chụp ảnh; trang bị về y tế và cấp cứu...

3. Các quy tắc bảo đảm an toàn lao động

Các quy tắc này nhằm bảo vệ công nhân khảo sát thiết kế ngăn ngừa các tai nạn và các điều không may xảy ra trong quá trình công tác và sinh hoạt ở hiện trường; nhất là trong các vùng xa xôi hẻo lánh, điều kiện thiên nhiên phức tạp, điều kiện sinh hoạt khó khăn; đồng thời cũng nhằm giữ gìn, bảo đảm các trang thiết bị khảo sát. Nội dung của các quy tắc này đề cập đến các vấn đề sau:

- Phòng bệnh, giữ gìn sức khỏe và tổ chức sơ cứu cho người bệnh hoặc người bị tai nạn khi khảo sát thiết kế ở vùng xa xôi hẻo lánh;
- Chế độ trang bị phòng hộ lao động;
- Điều kiện và vị trí xây dựng lán trại tạm để tránh các tai nạn do nước lũ, do đất sụt, đá đổ, cây đổ...
- Hướng dẫn các quy tắc an toàn khi làm việc trên sườn núi dốc: cách lên, xuống sườn núi, cách sử dụng các phương tiện leo núi và phương tiện phòng hộ khi leo núi (cuốc đường, phát sạch, tránh leo núi khi thời tiết bất lợi, khối lượng mang vác khi leo núi...);
- Hướng dẫn các biện pháp bảo đảm an toàn và chống thất lạc khi làm ở những vùng không có dân cư, xa lạ, rừng sâu... (phải có bản đồ, địa bàn, các phương tiện tự bảo vệ, cách đánh dấu hành trình xuất phát từ lán trại, nắm vững và theo dõi quân số...);
- Hướng dẫn cách làm việc trên vùng đầm lầy để chống bị thụt (phải có gậy để thăm dò chỗ thụt; phải có tổ nhóm cùng làm để tiện ứng cứu cho nhau...);
- Hướng dẫn cách làm việc trên sông khi khảo sát vị trí vượt sông và điều tra chế độ dòng chảy (có phao, có thiết bị lặn, có dây an toàn buộc vào bờ...);
- Phòng hỏa: phòng cháy rừng, cháy đồng cỏ khi khảo sát qua các vùng này;
- Quy định cách hành quân đường rừng (cách phạt cây để tránh gây nguy hiểm cho người đi sau; cự ly đi cách nhau trong đội hình hàng mốt; cách chặt cây to; để phòng cây đổ và đá lăn gây nguy hiểm cho người khác...);
- Vấn đề an toàn khi khảo sát trên các đường hiện có xe chạy, trên các đoạn cắt nhau với các tuyến đường khác, hoặc với đường sắt nhất là ở các chỗ hạn chế tầm nhìn; an toàn khi cần đo chiều cao đường dây điện cao thế... (không được đo trực tiếp bằng thước, bằng sào... mà phải đo bằng cách lập đường sườn trên mặt đất rồi dùng máy kinh vĩ);
- Các biện pháp bảo đảm an toàn khi đào hố địa chất, khoan dò địa chất và sử dụng các biện pháp thăm dò địa vật lý;
- An toàn khi sử dụng ôtô vận tải (quy tắc chở người bằng xe tải, quy tắc giữ gìn sử dụng xe ở đơn vị khảo sát...);
- Các quy tắc về việc huấn luyện, kiểm tra việc học tập và nắm vững các quy tắc an toàn khảo sát thiết kế đối với mọi cán bộ công nhân cũ và mới tuyển; các quy định về trách nhiệm thực hiện các biện pháp an toàn...;

Hiện nay ở nước ta chưa có một văn bản riêng nào về quy tắc kỹ thuật an toàn khi khảo sát thiết kế đường ôtô nhưng một số các nội dung trên có thể tham khảo ở các văn bản quy định về chế độ bảo hộ lao động chung của Nhà nước.

4.8. SỬ DỤNG MÁY TÍNH ĐIỆN TỬ (MTĐT) VÀ TỰ ĐỘNG HÓA THIẾT KẾ ĐƯỜNG ÔTÔ

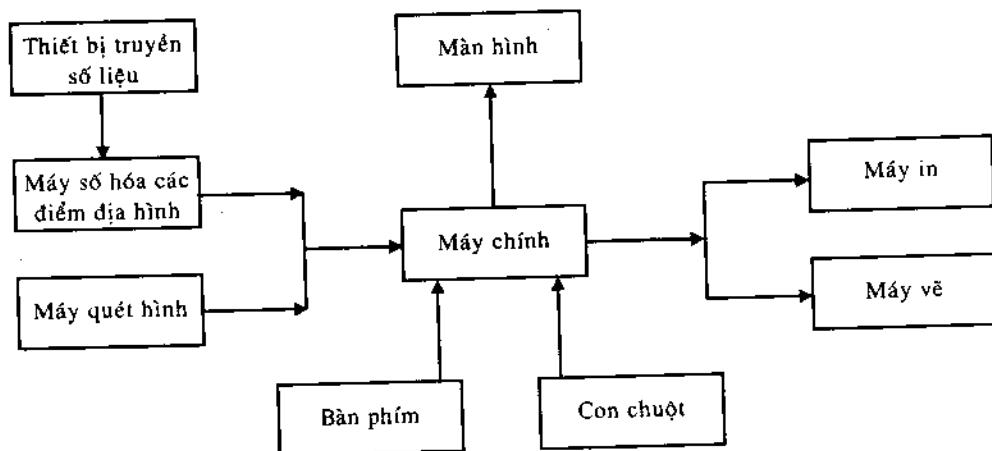
Ngoài việc sử dụng MTĐT như là một công cụ phục vụ việc nghiên cứu khoa học, hiện nay ở nước ta đã sử dụng MTĐT trong công tác khảo sát thiết kế đường ôtô và tiến tới việc tự động hóa hoàn toàn việc thiết kế tuyến, nền, mặt đường và các công trình trên đường.

Việc sử dụng MTĐT sẽ góp phần nâng cao chất lượng đồ án thiết kế vì có khả năng giải quyết được các vấn đề sau:

- Cho phép tăng số phương án đưa ra so sánh về tuyến nền, mặt công trình... một cách tùy ý (không hạn chế), khiến cho phương án được lựa chọn càng gần với phương án tối ưu hơn;
- Cho phép dùng các phương pháp tính toán chính xác, có cơ sở lý thuyết vững chắc trong quá trình thiết kế để thay thế các phương pháp đơn giản, kinh nghiệm; nhờ vậy có thể đạt được hiệu quả kinh tế cao;
- Cho phép giải quyết các vấn đề thiết kế tuyến, nền và mặt công trình một cách tổng hợp, tổng thể, nghĩa là khi thiết kế sẽ xét tới đồng thời các mối quan hệ ảnh hưởng lẫn nhau giữa các yếu tố, các bộ phận của đường ôtô khi chúng cùng làm việc dưới tác dụng của xe chạy, và của các nhân tố thiên nhiên.

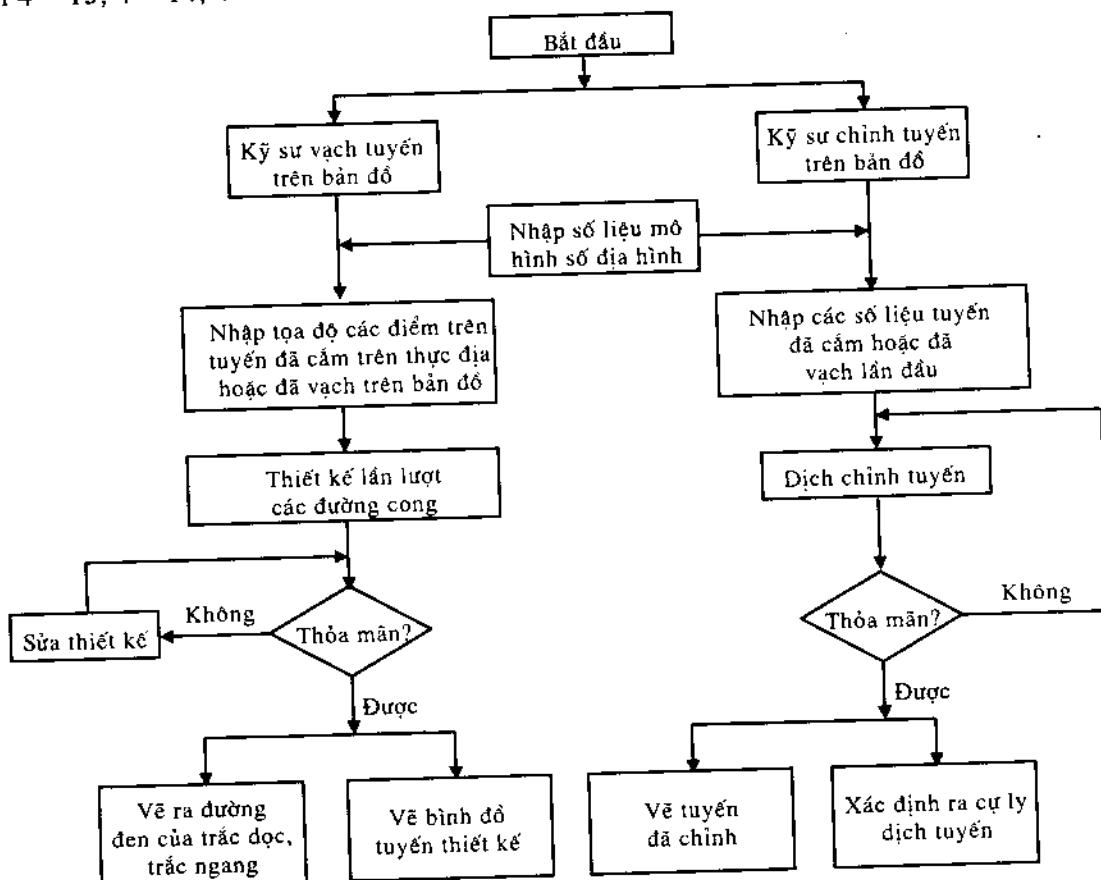
Phối hợp máy tính điện tử với các phương tiện thông tin (truyền các kết quả đo đạc khi cắm tuyến trên thực địa về trung tâm tính toán xử lý số liệu) và thiết bị in, vẽ, quét như sơ đồ hình 4 – 12 ta có thể tự động hóa hoàn toàn công việc thiết kế đường theo một trình tự sau:

1. Sau khi cắm tuyến trên thực địa, các số liệu đo đạc bình đồ, trắc dọc, trắc ngang được mã hóa và truyền về trung tâm xử lý số liệu (các số đo đạc lúc này có thể được thay bằng các đĩa lưu trữ số liệu). Tại đây máy tính có thể làm công việc tính số đo đạc, kiểm tra và chỉnh lý các số liệu đó;
2. Máy tự động tính toán để vẽ bình đồ cao độ, trắc dọc và trắc ngang tự nhiên theo các phương án tuyến đã cắm. Lúc này thực chất là phải giải quyết vấn đề dựng *mô hình bằng số* dải địa hình hai bên của mỗi phương án tuyến và phải gửi vào bộ nhớ của máy tọa độ bằng số của tất cả các điểm đặc trưng;
3. Thiết kế bình đồ, trắc dọc, trắc ngang trên máy và in kết quả thành bản vẽ có thể trực tiếp sử dụng để thi công. Máy có thể thiết kế và tính toán các yếu tố của tuyến hoặc thiết kế chỉnh tuyến theo các phương pháp nói ở Chương 6 hoặc thiết kế trắc dọc theo một chỉ tiêu tối ưu nào đó.

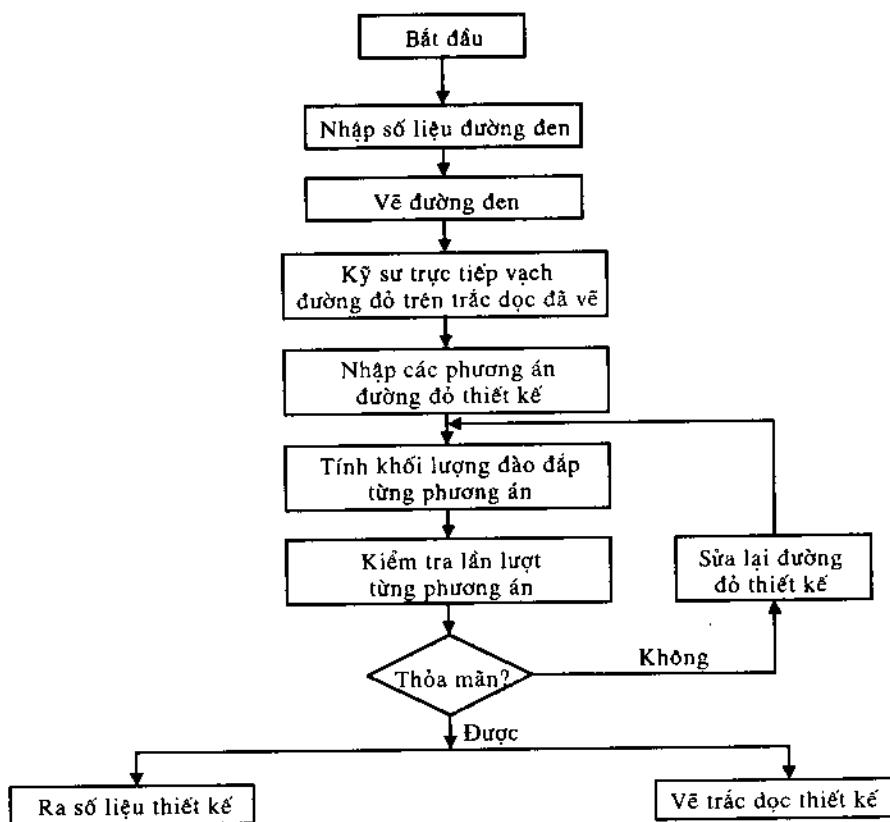


Hình 4-12. Sơ đồ tổ hợp phần cứng của hệ thống hỗ trợ thiết kế đường bằng MTĐT
(Máy số hóa sử dụng khi cảm tuyến và đo đạc tại thực địa. Máy quét hình sử dụng khi có sẵn bản đồ vạch tuyến thiết kế trên bản đồ).

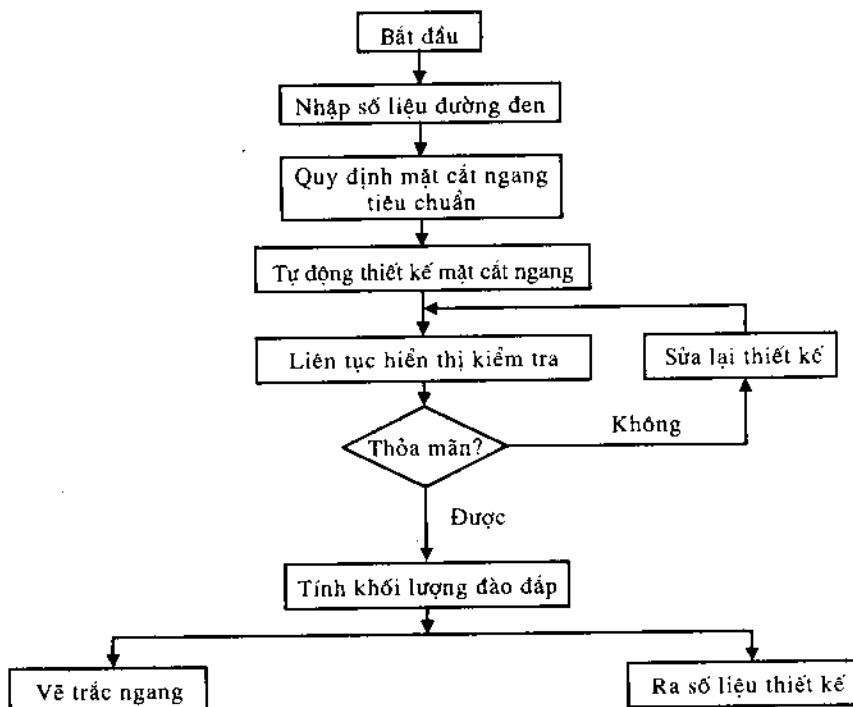
Trong trường hợp đơn giản nhất, sơ đồ khối của chương trình thiết kế bình đồ (bao gồm cả việc chỉnh tuyến khi cần thiết), thiết kế trắc dọc và trắc ngang được mô tả như ở các hình 4 – 13, 4 – 14, 4 – 15.



Hình 4-13. Sơ đồ khối của chương trình thiết kế bình đồ ôtô (bao gồm cả việc thiết kế chỉnh tuyến, nếu cần) cho cả hai trường hợp: tuyến được cảm trên thực địa + đo đạc trên thực địa và tuyến được vạch trên bản đồ. (Việc vẽ đường đèn và tuyến được thực hiện dựa trên tọa độ số hóa của các điểm trên tuyến đã thiết kế; đường đèn là đường mặt đất tự nhiên).



Hình 4-14. Sơ đồ khái quát chương trình thiết kế trắc đọc (chỉ so sánh phương án theo tổng khối lượng đào đắp)



Hình 4-15. Sơ đồ khái quát chương trình thiết kế trắc ngang

Trên sơ đồ hình 4 – 13 và hình 4 – 15 ta thấy chưa thể hiện được *hàm mục tiêu* (tức là chỉ tiêu lựa chọn phương án) của việc thiết kế, có nghĩa là việc thiết kế bình đồ hoặc trắc ngang thế nào là thỏa mãn (được hay không được) chỉ phụ thuộc vào các *điều kiện ràng buộc* về tiêu chuẩn kỹ thuật thiết kế và sự đánh giá chủ quan của người kỹ sư thiết kế; trong khi đó, ở sơ đồ hình 4 – 14, ngoài việc phải kiểm tra các điều kiện ràng buộc về các tiêu chuẩn thiết kế đường đỏ (độ dốc, bán kính đường cong đứng, chiều dài dốc...) còn thể hiện hàm mục tiêu lựa chọn phương án là tổng khối lượng đào đắp của từng phương án. Lúc này MTĐT giúp ta có thể liên tiếp vạch nhiều phương án đường đỏ để tìm được phương án có tổng khối lượng đào đắp *tương đối* nhỏ nhất (chưa bảo đảm là nhỏ nhất tuyệt đối, tức chưa bảo đảm là tối ưu nhất).

Trong việc thiết kế tuyến đường ôtô thì trắc dọc tự nhiên là hậu quả của việc cắm tuyến trên thực địa (hoặc vạch tuyến trên bình đồ). Bằng cách phân tích liên tiếp các phương án đường đỏ trên trắc dọc kết hợp với *chỉnh lại tuyến trên bình đồ*, nhờ hệ thống chương trình máy tính, ta có thể tìm được phương án tuyến hợp lý *tương đối*. Do vậy, hiện ít thấy các chương trình thiết kế có hàm mục tiêu riêng cho việc thiết kế bình đồ, mà thường chỉ có các chương trình có hàm mục tiêu riêng khi thiết kế trắc dọc với các điều kiện ràng buộc là các tiêu chuẩn thiết kế các yếu tố hình học của tuyến (xem thêm ở mục 6.2). Ví dụ đã có các chương trình thiết kế trắc dọc theo phương pháp phân tích liên tục các phương án dựa trên cơ sở lý thuyết quy hoạch động gồm hai giai đoạn: giai đoạn đầu thiết kế đường đỏ theo quan điểm sao cho giá thành công tác đào đất ít nhất (nhưng không xét được riêng biệt khối lượng đất, đá trên một mặt cắt ngang); giai đoạn sau điều chỉnh đường đỏ để kể đến tiêu chuẩn vận doanh (tối ưu về vận doanh) trên cơ sở vẽ biểu đồ tốc độ xe chạy của loại ôtô tính toán. Hoặc cũng đã có chương trình thiết kế tối ưu trắc dọc về mặt giá thành xây dựng nền đường. Đường đỏ sẽ vạch với từng đoạn 20m sao cho chênh lệch với các điểm mong muốn theo quan điểm nói trên là ít nhất (sai số bình phương giữa đường đỏ và đường mong muốn bé nhất), đồng thời bảo đảm điều kiện ràng buộc về độ dốc giới hạn và chênh lệch độ dốc giữa các đoạn. Sau đó tiến hành điều chỉnh đường đỏ cho phù hợp với các tiêu chuẩn kỹ thuật.

Chú ý rằng các chương trình nói trên chưa bảo đảm xét được toàn diện các nhân tố ảnh hưởng khi đặt vấn đề thiết kế đường đỏ tối ưu (Chỉ thật sự tối ưu nếu bảo đảm tổng giá thành xây dựng và khai thác nhỏ nhất, trong đó các vấn đề thiết kế phối hợp quang học có xét đến sự nhận về thị giác, về tâm lý người lái xe... đều có ảnh hưởng đến chất lượng vận doanh). Tuy nhiên đường đỏ vạch theo chương trình máy tính nói trên hoàn toàn có ích cho các kỹ sư thiết kế, vì dựa vào đó, người thiết kế có thể cải thiện đường đỏ thiết kế thêm một lần nữa (có xét thêm các nhân tố chưa được xét trong chương trình máy tính) để đi đến giải pháp cuối cùng.

Các chương trình con phục vụ cho thiết kế bình đồ và trắc dọc có thể gồm: chương trình tính toán tọa độ các điểm trên tuyến, chương trình cắm tuyến theo đường cong tròn và đường cong clotôit; chương trình cắm tuyến theo đường sườn; tính toán các góc định hướng và kiểm tra đường sườn cắm tuyến; chương trình tính toán xác định các điểm mong muốn; chương trình vạch đường đỏ (tối ưu theo ý nghĩa tương đối) và tính toán các yếu tố đường

đó; tính toán cao độ thiết kế và chiêu cao đào đắp tại các cọc chi tiết; tính toán vẽ biểu đồ tốc độ xe chạy lý thuyết; tính toán khối lượng đào đắp (thường không xét được tính không đồng nhất về loại đất đá trên một trắc ngang); tính toán hệ số an toàn xe chạy...

4. Máy tự động thiết kế nền đường và mặt đường, ví dụ có thể có các chương trình tính toán ổn định ta luy, tính toán và chọn kết cấu áo đường tối ưu; tính toán thiết kế tổng thể nền mặt đường; tính toán thiết kế nâng siêu cao tại các đoạn đường cong; tính toán thiết kế tường chắn;

5. Dùng máy tính toán thủy văn và xác định khẩu độ công trình thoát nước; tính toán khối lượng dòng chảy; lưu lượng mưa rào; xác định và chọn phương án khẩu độ có xét đến tích nước; tính toán xói; tính toán chọn hình dạng các công trình điều chỉnh dòng nước; các chương trình phục vụ tính toán lưu lượng và chọn khẩu độ cầu lớn; chương trình xác định kích thước hình học và khối lượng thi công các loại cống tròn và vuông v.v..

6. Máy tính toán, thiết kế các đầu mối (nút) giao nhau, bao gồm các chương trình tính toán các yếu tố bình đồ và trắc dọc của nhánh rẽ trái, rẽ phải theo các kiểu giao nhau; tính toán chọn chiêu dài tối ưu và dạng đường cong nối tiếp; tính toán và vẽ quy hoạch mặt đứng;

7. Máy tự động tính toán tọa độ trong không gian các điểm đặc trưng của đường và vẽ hình phôi cảnh một đoạn đường (bao gồm cả công trình trong đoạn đó). Máy tự động tính toán điều chỉnh trên hình phôi cảnh theo quan điểm bảo đảm độ đều đặn thị giác... (xem Chương 7);

8. Máy tính toán các chỉ tiêu kinh tế – kỹ thuật theo các phương pháp trình bày ở Chương 5 và cho kết quả chọn phương án.

Tóm lại hầu như tất cả các việc tính toán, thiết kế đường ôtô đều có thể sử dụng MTĐT một cách có hiệu quả và máy sẽ làm theo cách những người thiết kế vẫn làm.

Để sử dụng MTĐT có hiệu quả, việc đầu tiên phải giải quyết là nghiên cứu lập chương trình phù hợp với các phương pháp tính toán, thiết kế vẫn dùng (hoặc nên dùng) trong điều kiện cụ thể ở nước ta, đồng thời phù hợp với khả năng làm việc của các loại máy tính đang và sẽ được sử dụng ở trong nước. Ngoài ra, khi lập các chương trình phục vụ tính toán và thiết kế đường cần chú ý bảo đảm tính hệ thống của nó, tức là có thể tiến hành nghiên cứu từng chương trình con giải quyết các vấn đề tính toán, thiết kế riêng rẽ, nhưng đồng thời phải chú ý móc nối các chương trình con thành một hệ thống bảo đảm trình tự thiết kế từ đầu đến cuối. Công việc lập chương trình cho máy là một việc đòi hỏi rất nhiều công sức, do đó cần có sự phối hợp giữa các chuyên gia khảo sát thiết kế đường với các chuyên gia máy tính của cơ quan hữu quan trong nước để lập được các chương trình tốt và phù hợp với những yêu cầu nói trên.

Hệ thống phần mềm hỗ trợ thiết kế đường bằng máy tính thường bao gồm:

- Hệ thống điều hành (như hệ thống DOS, WINDOWS, OS/Z, UNIX v.v..);
- Ngôn ngữ lập trình (như C, FORTRAN, PASCAL, BASIC v.v..);
- Các phần mềm hỗ trợ khác (như AUTOCAD, MICRO Station, GKS v.v..).

Ở nước ngoài thường sử dụng các hệ thống phần mềm hỗ trợ thiết kế đường INTERGAPH – INROADS của Mỹ, MOSS của Anh, CARD/l của Đức.

CHƯƠNG 5

PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH HIỆU QUẢ KINH TẾ VÀ ĐÁNH GIÁ, SO SÁNH PHƯƠNG ÁN TRONG THIẾT KẾ ĐƯỜNG ÔTÔ

5.1. CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN

1. Hiệu quả và phân tích hiệu quả đầu tư

Đối với *nền kinh tế quốc dân*, hiệu quả của việc đầu tư xây dựng mới hoặc cải tạo, nâng cấp đường hiện có có thể bao gồm các mặt tính được cụ thể bằng tiền và có mặt khó có thể tính được bằng tiền.

Các mặt sau đây thường khó có thể tính được bằng tiền:

- Nhờ có đường mới hoặc đường tốt hơn nên đẩy mạnh được lưu thông hàng hóa, do đó đem lại các hiệu quả (lợi ích) về kinh tế cho các cơ sở phi giao thông nằm trong khu vực hấp dẫn của đường;
- Nhờ có đường nên thúc đẩy sự phát triển sản xuất và khai thác tài nguyên trong khu vực hấp dẫn, do đó đem lại các lợi ích kinh tế mới;
- Nhờ có đường nên thúc đẩy sự phát triển trong các lĩnh vực phi sản xuất, các hoạt động văn hóa, xã hội, dịch vụ công cộng... khiến cho các ngành này có thể tăng phần đóng góp chung (qua thuế) v.v...

Đối với các lợi ích dưới đây, cơ quan lập dự án thường cố gắng tính bằng tiền:

- Lợi ích thu được do việc làm đường mới hoặc nâng cấp, cải tạo đường dẫn đến giảm chi phí vận chuyển hàng hóa (B_t^1) và giảm chi phí vận chuyển hành khách (B_t^2):

$$B_t^1 = 365N_t \cdot q_{tb} \cdot L_{mới} (S_{cũ}^h - S_{mới}^h) \quad (đồng/năm) \quad (5.1)$$

$$B_t^2 = Q_t \cdot L_{mới} (S_{cũ}^k - S_{mới}^k) \quad (đồng/năm) \quad (5.2)$$

trong đó : B_t^1 và B_t^2 – lợi ích thu được ở năm thứ t do giảm chi phí vận chuyển hàng hóa S^h và do giảm chi phí vận chuyển hành khách S^k ($đồng/năm$); N_t – lưu lượng xe vận tải hàng hóa ngày đêm trung bình năm ở năm thứ t ($xe/ngày đêm$); q_{tb} – tải trọng hàng trung bình

của 1 xe (*tấn/xe*); $L_{\text{mới}}$ – chiều dài đường xây dựng mới hoặc cải tạo mới (*km*) được thiết kế trong dự án; $S_{\text{cũ}}^h$ và $S_{\text{mới}}^h$ – giá vận chuyển một tấn hàng trên 1 km đường cũ và trên 1 km đường ôtô mới (đường trong dự án) (*đồng/T.km*); $S_{\text{cũ}}^k$ và $S_{\text{mới}}^k$ – giá vận chuyển 1 lượt khách đi 1 km trên đường cũ và trên đường ôtô mới (*đ/người.km*); Q_t – số lượt khách phải vận chuyển trong năm t (*lượt người/năm*).

– Lợi ích thu được do rút ngắn chiều dài đường đi đối với hàng hóa B_t^3 và hành khách B_t^4 ở năm t :

$$B_t^3 = 365.N_t \cdot q_{tb} \cdot (L_{\text{cũ}} - L_{\text{mới}}) \cdot S_{\text{cũ}}^h \quad (\text{đồng/năm}) \quad (5.3)$$

$$B_t^4 = Q_t \cdot (L_{\text{cũ}} - L_{\text{mới}}) \cdot S_{\text{cũ}}^k \quad (\text{đồng/năm}) \quad (5.4)$$

trong đó: $L_{\text{cũ}}$ – chiều dài vận chuyển trên đường cũ (*km*) khi chưa thực hiện dự án xây dựng hoặc cải tạo đường; các ký hiệu khác có ý nghĩa như ở các quan hệ (5.1) và (5.2);

– Lợi ích thu được do rút ngắn thời gian vận chuyển hàng hóa và hành khách (B_t^5 và B_t^6) ở năm t so với khi chưa thực hiện dự án xây dựng hoặc cải tạo đường:

$$B_t^5 = 365.N_t \cdot \Delta t \cdot C_{hh} \quad (\text{đồng/năm}) \quad (5.5)$$

$$B_t^6 = Q_t \cdot \Delta t \cdot C_{hk} \quad (\text{đồng/năm}) \quad (5.6)$$

trong đó: Δt – số giờ tiết kiệm được trung bình trên hành trình vận chuyển hàng hoặc vận chuyển hành khách khi đi trên đường thiết kế (*giờ*); C_{hh} – giá trị thời gian một giờ vận chuyển hàng (trung bình) (*đồng/xe.giờ*); C_{hk} – giá trị thời gian một giờ của khách (*đồng/khách.giờ*);

– Lợi ích thu được do giảm tổn thất về tắc xe cho hàng B_t^7 và cho khách B_t^8 (ví dụ đường mới tránh được tắc xe do ngập lụt, do sụt lở... hàng năm) lợi ích này gồm lợi ích thu được do hạ chi phí vận chuyển hàng hóa qua đoạn đường tắc xe dài L_{tx} (*km*) được tính cho hàng và cho khách theo (5.1) và (5.2) với việc thay $L_{\text{mới}}$ bằng L_{tx} ; đồng thời còn gồm lợi ích thu được do tiết kiệm thời gian vận chuyển hàng và khách tính theo (5.5) và (5.6);

– Lợi ích thu được do dự án đường mới làm giảm được số vụ tai nạn giao thông xảy ra hàng năm B_t^9 :

$$B_t^9 = C_{tn} \cdot A_t \quad (\text{đồng/năm}) \quad (5.7)$$

trong đó: A_t – số vụ tai nạn được giảm bớt ở năm t (*vụ/năm*); C_{tn} – tổn thất trung bình cho 1 vụ tai nạn (*đồng/vụ*);

Như vậy, hiệu quả (lợi ích) kinh tế do dự án xây dựng hoặc cải tạo, nâng cấp đường mang lại cho toàn cộng đồng ở năm t sẽ là:

$$B_t = B_t^1 + B_t^2 + B_t^3 + B_t^4 + B_t^5 + B_t^6 + B_t^7 + B_t^8 + B_t^9 \quad (5.8)$$

Nhiệm vụ phân tích hiệu quả kinh tế của một dự án thiết kế đường chính là *tính toán* được hiệu quả (lợi ích) trong thời gian n năm (thời gian tính toán) của việc xây dựng mới hoặc nâng cấp cải tạo đường đối với nền kinh tế quốc dân so với *tình trạng giao thông vận tải hiện tại* (khi chưa làm đường); sau đó phải *đánh giá được mức độ hiệu quả thu được*, tức là đối chiếu *tổng lợi ích* đã tính được với *tổng các chi phí* phải bỏ ra trong thời gian n năm (chi phí xây dựng, chi phí duy tu, bảo dưỡng, trung đại tu, quản lý đường... trong thời gian n năm khai thác) theo một số chỉ tiêu nhất định (được trình bày ở mục 5.2) để phục vụ cho việc đưa ra quyết định về chủ trương đầu tư xây dựng đường (Xem dự án có khả thi, có đáng được chấp nhận đưa vào thực hiện đầu tư không). Đây cũng chính là một nội dung quan trọng cần phải được làm sáng tỏ trong quá trình khảo sát thiết kế lập báo cáo nghiên cứu tiền khả thi và khả thi (xem Chương 1).

2. Giá trị của các chi phí và lợi ích ở các thời điểm khác nhau quy đổi về cùng một thời điểm

Như đã nói ở trên, việc phân tích hiệu quả kinh tế của một dự án xây dựng đường sẽ liên quan đến các lợi ích thu được ở các năm khác nhau và các chi phí bỏ ra ở các năm khác nhau. Trong điều kiện *đồng tiền luôn luôn sinh lợi* thì rõ ràng cùng một số lợi ích nếu dự án nào thu được sớm hơn thì sẽ có lợi hơn và nếu một số chi phí phải bỏ ra để đạt được cùng các mục tiêu như nhau thì dự án nào có thể hoàn chậm bù vốn hơn sẽ có lợi hơn. Do vậy, để kết quả so sánh hoặc đánh giá hiệu quả đầu tư được đúng đắn thì cần quy đổi các chi phí và các lợi ích ở các thời điểm khác nhau thành các chi phí và lợi ích tương đương tại cùng một thời điểm (thường quy đổi về thời điểm hiện tại – thời điểm *bắt đầu đầu tư cho dự án* và do đó giá trị quy đổi thường cũng được gọi là giá trị “hiện tại hóa”.

Nếu gọi suất sinh lợi (suất hiệu quả) hàng năm là r thì sau 1 năm giá trị của 1 đồng vốn sẽ là $(1 + r)$; sau 2 năm giá trị của nó sẽ là $(1 + r) + (1 + r)r = (1 + r)^2$... và sau t năm sẽ là $(1 + r)^t$. Như vậy, nếu quy đổi giá trị của các chi phí hoặc lợi ích về thời điểm hiện tại, thời điểm bắt đầu bù vốn triển khai thực hiện dự án, tức là *năm thứ 0*, thì các chi phí hoặc lợi ích ở năm thứ t sẽ có giá trị chỉ tương đương với $\frac{1}{(1+r)^t}$ của giá trị thực hiện ở năm thứ 0 và việc quy đổi sẽ được thực hiện bằng cách nhân thêm vào giá trị của chúng ở năm thứ t một hệ số P_t gọi là *hệ số quy đổi giá trị về năm gốc* (năm thứ 0):

$$P_t = \frac{1}{(1+r)^t} \quad (5.9)$$

Ngược lại, các chi phí chuẩn bị đầu tư phải bỏ ra t năm trước năm 0, sẽ được quy đổi về giá trị tương đương bỏ ra ở năm 0 bằng cách nhân với hệ số:

$$P_t = (1 + r)^t \quad (5.10)$$

trong đó t là số năm thực hiện các chi phí trước năm 0.

Lúc này suất sinh lợi hay suất hiệu quả cũng được gọi là *suất quy đổi* và điều này cũng có nghĩa là: suất quy đổi thường được lấy bằng suất sinh lợi mà xã hội hiện có thể chấp nhận khi bỏ vốn kinh doanh.

Về nguyên tắc, khi phân tích hiệu quả kinh tế, người ta có thể chọn năm quy đổi là năm 0 như trên vừa trình bày, hoặc cũng có thể quy đổi về một năm nào đó gọi là *năm quy đổi tính toán*. Trong trường hợp này thì khi áp dụng (5.9), t sẽ là năm thứ t sau năm quy đổi tính toán và khi áp dụng (5.10), t sẽ là năm thứ t trước năm quy đổi tính toán.

3. Phân tích hiệu quả kinh tế và phân tích hiệu quả tài chính của một dự án thiết kế đường

Công trình đường ôtô là một công trình phục vụ công cộng mang lại lợi ích cho toàn cộng đồng, toàn xã hội, cho tất cả mọi người sử dụng đường, không phải chỉ mang lại lợi ích cho riêng những người làm đường. Việc xây dựng, nâng cấp, cải tạo đường trước hết không phải là để nhằm thu lợi nhuận (lợi ích khác với khái niệm lợi nhuận). Do vậy, khi đánh giá tính khả thi của một dự án thiết kế đường thường chỉ cần phân tích hiệu quả kinh tế với *đối tượng được hưởng các khoản lợi ích là toàn cộng đồng* (Nhà nước, người sử dụng đường, người làm đường...), toàn xã hội, và do vậy, những thành phần chi phí và lợi ích nào đó chỉ chuyển dịch hoặc phân phổi lại trong nội bộ cộng đồng thì khi tính toán không cần xét đến (ví dụ các khoản thuế khi tính toán chi phí, xây dựng đường thu vào quỹ Nhà nước, mà Nhà nước cũng nằm trong cộng đồng...). Hiểu một cách đơn giản, phân tích hiệu quả kinh tế tức là phân tích xem cả cộng đồng thực phải bỏ ra bao nhiêu chi phí và thực sẽ thu được bao nhiêu lợi ích trong quá trình xây dựng và khai thác, sử dụng đường để đánh giá tính khả thi của một dự án. Cũng vì vậy, khi tính toán các chi phí và lợi ích kinh tế (Economic Cost và Economic Benefit) thì không áp dụng các giá thị trường (Market Price) như giá cước vận tải, không xét đến trượt giá do lạm phát hoặc thay đổi hối suất ngoại tệ.. mà phải sử dụng các giá kinh tế hay giá ẩn (Economic Price, Shadow Price).

Đối với các dự án thiết kế đường có dự kiến sẽ thu phí (để hoàn lại vốn vay...) hoặc có dự kiến triển khai theo phương thức BOT (xây dựng – vận hành – chuyển giao) thì trong quá trình nghiên cứu khả thi, ngoài việc phân tích kỹ thuật còn *phải tiến hành phân tích hiệu quả tài chính* nhằm đánh giá xem *lợi nhuận* thu được trong quá trình khai thác đường có cho phép bù lại các chi phí xây dựng, sửa chữa, quản lý, vận hành phải bỏ ra không và được bù lại trong bao nhiêu năm.

Khác với việc phân tích hiệu quả kinh tế, đối tượng phân tích hiệu quả tài chính không phải là toàn cộng đồng mà chỉ là thu và chi của *chủ đầu tư*; trong đó các khoản chi được tính với giá thực (giá thị trường) có xét đến thuế và giá trị đồng tiền thực tế, có xét đến sự thay đổi tỷ lệ lạm phát và tỷ lệ hối đoái; còn các khoản thu chỉ là tổng số tiền thu phí theo giá thu phí dự kiến (dĩ nhiên là giá thu phí nên được dự kiến ở mức thấp nhất có thể đủ để bảo đảm được lợi nhuận tối thiểu, tránh làm tăng chi phí vận chuyển quá mức) và các khoản thu khác do khai thác đất đặc quyền dành riêng ở hai bên đường (nếu có, và thường có khi dự án được triển khai theo phương thức BOT), hoặc do thu hồi từ các công trình, các phương tiện giao thông đã có trước dự án (ví dụ tiền bán phà cũ đổi với một dự án làm cầu

thay phà...). Các khoản thu nói trên được dự tính trực tiếp và *không liên quan gì đến tình trạng giao thông vận tải hiện tại* trước khi thực hiện dự án; khác với khi phân tích hiệu quả kinh tế, các lợi ích kinh tế chỉ có thể được xác định trên cơ sở so với *giải pháp xuất phát* (tức là giải pháp giao thông vận tải trước dự án, khi chưa làm đường).

Khi phân tích hiệu quả tài chính còn phải xét đến điều kiện vay vốn (lãi suất phải trả, thời hạn trả v.v..); nhưng khi phân tích hiệu quả kinh tế thì không cần xét đến các yếu tố này.

Như vậy giữa việc phân tích hiệu quả kinh tế và phân tích hiệu quả tài chính của một dự án đường là có sự khác nhau sâu xa về bản chất và do đó kết quả đánh giá tính khả thi của dự án về kinh tế và về tài chính hoàn toàn có thể khác nhau. Một dự án làm đường có thể là khả thi về mặt kinh tế, nhưng lại không sinh đủ lợi nhuận để khả thi về mặt tài chính và ngược lại (trường hợp ngược lại thường là trường hợp có những điều kiện vay vốn ưu đãi đặc biệt).

4. So sánh chọn phương án và giải pháp thiết kế

Như đã biết, việc so sánh chọn phương án hoặc chọn giải pháp hợp lý thường gấp ở hầu hết các giai đoạn KSTK đường như: so sánh chọn quy mô cấp hạng kỹ thuật, các tiêu chuẩn kỹ thuật áp dụng cho đường thiết kế; so sánh chọn hướng tuyến trong giai đoạn nghiên cứu lập dự án khả thi; so sánh các phương án tuyến cục bộ và các giải pháp kỹ thuật trong giai đoạn thiết kế kỹ thuật và lập bản vẽ thi công chi tiết; so sánh các phương án phân kỳ đầu tư xây dựng hoặc nâng cấp cải tạo đường...

Đối với các trường hợp nói trên, việc so sánh phương án có thể có những đặc điểm và cách làm khác nhau. Tuy nhiên, nếu chỉ xét về mặt kinh tế thì phương án nên chọn đối với mọi trường hợp đều phải là *phương án có hiệu quả kinh tế cao nhất*, và do vậy phương pháp phân tích hiệu quả kinh tế đối với dự án thiết kế đường vẫn là một cơ sở quan trọng để dựa vào đó giải quyết vấn đề so sánh chọn phương án và giải pháp thiết kế, tức là so sánh phương án bằng cách so sánh hiệu quả kinh tế (hoặc mức độ hiệu quả kinh tế đạt được) của từng phương án.

Mặt khác ta cũng cần hiểu là: mục đích của việc so sánh chọn phương án và chọn giải pháp thiết kế có khác với mục đích của việc phân tích hiệu quả kinh tế. So sánh phương án chỉ nhằm làm rõ phương án hoặc giải pháp nào là *có lợi hơn cho hệ thống khai thác vận tải ôtô* (gồm “người sử dụng đường ôtô – đường ôtô – môi trường”), tức là so sánh hiệu quả *tương đối* giữa các phương án hoặc các giải pháp theo các tiêu chí thể hiện các yêu cầu an toàn, êm thuận, kinh tế đối với hệ thống nói trên. Trong khi đó, mục đích cuối cùng của việc phân tích hiệu quả kinh tế lại là đánh giá được *tính khả thi* của dự án thiết kế đường, do đó phải phân tích hiệu quả so với hệ thống khai thác vận tải hiện trạng trước dự án (không làm hoặc không cải tạo đường), tức là phải tính toán và đánh giá được *hiệu quả kinh tế tuyệt đối* do dự án xây dựng hoặc nâng cấp, cải tạo đường mang lại.

Với mục đích khác nhau nói trên, riêng về *tiêu chí kinh tế*, khi tiến hành so sánh các phương án hoặc các giải pháp thiết kế khác nhau, người ta có thể vận dụng các cách làm khác nhau dưới đây.

- *Áp dụng phương pháp phân tích kinh tế đối với từng phương án*, tức là phân tích chi phí và lợi ích của từng phương án so với phương án không làm mới hoặc cải tạo, nâng cấp đường rồi so sánh mức độ hiệu quả đạt được (so sánh mức độ khả thi) của chúng để chọn ra phương án tốt hơn.

Cách làm này có thể áp dụng cho trường hợp so sánh các phương án quy hoạch lưới đường, so sánh phương án tuyến, so sánh phương án xây dựng mới và phương án nâng cấp, cải tạo đường cũ; đặc biệt là cho trường hợp so sánh các phương án có quy mô cấp hạng và tiêu chuẩn kỹ thuật khác nhau, đáp ứng yêu cầu vận tải ở mức độ tốt, xấu khác nhau.

Theo cách này, kết quả có thể cho phép vừa chọn được phương án tốt, vừa đánh giá được tính khả thi của phương án chọn. Tuy nhiên, cách làm này không thích hợp với các trường hợp so sánh phương án cục bộ; nhất là không áp dụng được khi không xác định được rõ hoặc khó tính toán xác định được các yếu tố về hệ thống khai thác vận tải trước dự án. (Ví dụ trường hợp lập dự án xây dựng một tuyến đường mới ở một khu vực chưa bao giờ có đường ôtô, đường sắt hoặc đường thủy đi qua...).

- *Áp dụng phương pháp phân tích tổng chi phí xây dựng và khai thác vận tải* (gồm chi phí khai thác sửa chữa đường và các chi phí khai thác và vận chuyển ôtô) của từng phương án rồi so sánh chúng để chọn ra phương án tốt hơn (So sánh tương đối không cần đánh giá tính khả thi của phương án).

Theo cách này, khi phân tích, so sánh không cần phải biết và không phải đề cập tới giải pháp hiện trạng (chưa có dự án), không cần tính toán và đề cập đến lợi ích (so với hiện trạng vận tải), mà chỉ cần biết rõ lượng vận chuyển yêu cầu (lưu lượng và thành phần dòng xe hoặc lượng hàng hóa và hành khách ở các năm trong thời gian tính toán). Lượng vận chuyển yêu cầu này phải là như nhau đối với các phương án đem ra so sánh. Xuất phát từ các giải pháp thiết kế khác nhau của từng phương án và lượng vận chuyển yêu cầu đã biết, người ta có thể tính được tổng chi phí xây dựng và khai thác vận tải quy đổi trong cùng một thời gian tính toán của mỗi phương án (xem mục 5.3).

Vì chỉ nhằm so sánh tương đối, do đó trong quá trình tính tổng chi phí nói trên có thể bỏ qua các thành phần chi phí có giá trị như nhau đối với tất cả các phương án đưa ra so sánh.

Sở dĩ phải xét đến cả chi phí xây dựng và chi phí khai thác vận tải là vì trong các dự án đường, đặc biệt là đối với các phương án tuyến đường, nếu chi phí xây dựng thấp (khối lượng công trình ít) thì thông thường chi phí vận doanh khai thác sẽ lớn.

- Trong một số trường hợp đơn giản, đặc biệt là khi nhận thấy các điều kiện về vận doanh khai thác vận tải là tương đương thì việc *so sánh chọn phương án chỉ cần dựa trên giá thành xây dựng* của chúng, hoặc thậm chí chỉ dựa trên *khối lượng công trình*. Ví dụ phương án cầu, cống đều bảo đảm thoát nước như nhau thì phương án nào rẻ hơn sẽ được chọn; đoạn tuyến nào có các phương án đều bảo đảm được các tiêu chuẩn thiết kế ở mức thông thường theo quy định thì có thể chọn ngay phương án ít khối lượng... Cách so sánh phương án này là cách làm phổ biến (nhất là các trường hợp so sánh cục bộ) trong quá trình khảo sát thiết kế; đặc biệt là thường kết hợp với kinh nghiệm của các chuyên gia, kết hợp

với việc xem xét nhóm các chỉ tiêu đánh giá chất lượng sử dụng của đường và nhóm các chỉ tiêu đánh giá về điều kiện thi công (xem điểm 8 của mục 3.2).

Dù áp dụng phương pháp so sánh chọn phương án nào trong các cách nói trên thì cũng cần lưu ý rằng: mục tiêu và ý nghĩa phục vụ của các dự án đường không chỉ thuần túy về kinh tế và thực tế không thể tính hết thành tiền. Do vậy, khi so sánh lựa chọn phương án hoặc giải pháp cần xem xét tổng hợp cả các mục tiêu về chính trị, quốc phòng, văn hóa, xã hội.

5.2. PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH HIỆU QUẢ KINH TẾ (HOẶC HIỆU QUẢ TÀI CHÍNH) ĐỐI VỚI DỰ ÁN THIẾT KẾ ĐƯỜNG

1. Các chỉ tiêu phân tích hiệu quả kinh tế

Để đánh giá mức độ hiệu quả kinh tế đạt được của một dự án, người ta thường áp dụng phương pháp phân tích dựa trên việc xem xét các chỉ tiêu dưới đây.

a) *Tổng lợi ích ròng quy đổi hay giá trị hiện tại ròng quy đổi NPV (Net Present Value)*

Chỉ tiêu NPV được xác định theo quan hệ sau:

$$NPV = \sum_{t=0}^n (B_t - C_t) P_t \quad (5.11)$$

trong đó: $(B_t - C_t)$ – lợi ích ròng thu được ở năm t ; B_t – lợi ích của dự án thu được ở năm thứ t (nếu phân tích tài chính thì B_t là lợi nhuận thu được ở năm thứ t); B_t có thể được xác định theo (5.8); C_t – chi phí cho dự án ở năm thứ t (*đồng*), gồm chi phí đầu tư *cho đường* trong năm thứ t , như các chi phí xây dựng, sửa chữa, trung – đại tu, quản lý, khai thác đường; P_t – hệ số quy đổi giá trị 1 đồng tiền về năm quy đổi tính toán, P_t được xác định theo (5.9) hoặc (5.10); n – số năm tính toán đối với dự án xây dựng đường (Thường coi năm bắt đầu đưa dự án vào thực hiện là năm $t = 0$ và thường tính toán đánh giá với $n = 20 \sim 30$ năm).

Trong trường hợp phân tích hiệu quả kinh tế thì chỉ tiêu NPV được ký hiệu là ENPV (Economic Net Present Value); trường hợp phân tích hiệu quả tài chính thì chỉ tiêu này được ký hiệu là FNPV (Financial Net Present Value).

Quan hệ (5.11) cũng được hiểu là tính tổng chi phí lợi ích quy đổi với chi phí mang dấu $(-)$ và lợi ích mang dấu $(+)$. Nếu chi phí cho việc chuẩn bị triển khai dự án trước năm 0 là đáng kể thì (5.11) có thể thêm ở vế phải một giá trị $- C_0$ được quy đổi về năm 0 theo (5.10). Rõ ràng là nếu $NPV > 0$ thì dự án sẽ mang lại hiệu quả trong thời gian tính toán và trị số NPV càng lớn thì dự án càng có hiệu quả. Nếu có nhiều phương án, nhiều giải pháp để so sánh, thì phương án có NPV lớn nhất sẽ là phương án tốt nhất (tương đối). Đồng thời cũng cần chú ý rằng giá trị NPV lớn hay nhỏ, âm hay dương còn phụ thuộc vào việc lấy

trị số suất quy đổi r và số năm tính toán n là bao nhiêu. Việc chọn r và n sẽ được phân tích ở điểm 2 mục 5.2 dưới đây.

b) *Suất thu hồi nội tại IRR (Internal Rate Return)*

Chú ý rằng theo (5.11), chỉ tiêu NPV còn phụ thuộc vào P_t , tức là *phụ thuộc vào việc chọn suất quy đổi r* . Trong trường hợp quy đổi giá trị về năm gốc, tức là xác định P_t theo công thức (5.9) thì nếu áp dụng suất quy đổi r càng lớn sẽ cho hệ số quy đổi P_t càng nhỏ và giá trị NPV sẽ càng nhỏ; nếu áp dụng suất quy đổi càng nhỏ thì ngược lại và một khi đã biết các giá trị B_t và C_t thì bằng cách cho r thay đổi ta sẽ tìm được một giá trị suất quy đổi nào đó để cho giá trị NPV = 0. Giá trị suất quy đổi thỏa mãn điều kiện NPV = 0 được gọi là *suất thu hồi nội tại* (hay *suất thu hồi nội bộ*):

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{NPV} = \sum_{t=0}^n (B_t - C_t)P_t = 0 \\ \text{với } P_t = \frac{1}{(1 + \text{IRR})^t} \end{array} \right. \quad (5.12)$$

Để xác định giá trị IRR về nguyên tắc là phải áp dụng phương pháp đúng dần: *Với các trị số B_t , C_t và n đã biết, cho các giá trị r_1, r_2, \dots, r_n để tính ra được các giá trị $NPV_1, NPV_2, \dots, NPV_n$ tương ứng (trong đó ít nhất phải có 1 giá trị r_k làm cho $NPV_k < 0$). Vẽ đường quan hệ $NPV = f(r)$ với trục tung biểu thị giá trị NPV, trục hoành biểu thị giá trị r . Điểm giao cắt giữa đường quan hệ $NPV = f(r)$ với trục hoành sẽ cho ta trị số IRR cần tìm.*

Nếu xem đường quan hệ $NPV = f(r)$ gần đúng là đường thẳng (quan hệ bậc 1) thì có thể xác định gần đúng trị số IRR theo công thức sau:

$$IRR = r_1 + (r_k - r_1) \frac{|NPV_1|}{|NPV_1| + |NPV_k|} \quad (5.13)$$

trong đó: r_1 – suất quy đổi cho giá trị $NPV_1 > 0$; r_k – suất quy đổi cho giá trị $NPV_k < 0$; và $r_k > r_1$.

Như đã nói ở điểm 2 mục 5.1, việc quy đổi giá trị suất quy đổi là xuất phát từ suất sinh lợi (hay còn gọi là *sựu hiệu quả kinh tế*). Như vậy, cũng có thể hiểu rằng IRR chính là suất sinh lợi của một dự án đầu tư có thể đạt được trong thời gian tính toán n năm. Rõ ràng là dự án nào hoặc phương án hay giải pháp nào có suất thu hồi nội tại IRR càng lớn thì dự án đó càng có hiệu quả kinh tế cao. Tuy nhiên, dự án đó chỉ được đánh giá là khả thi nếu suất IRR phải lớn hơn hoặc bằng *sựu sinh lợi tiêu chuẩn* được các nhà đầu tư chấp nhận. Nếu ký hiệu *sựu sinh lợi tiêu chuẩn* (hay *sựu hiệu quả kinh tế tiêu chuẩn*) này là r_{tc} thì điều kiện khả thi của một dự án (một giải pháp) sẽ là:

$$IRR \geq r_{tc} \quad (5.14)$$

Tùy tình hình phát triển khác nhau, các nước có thể quy định r_{tc} khác nhau. Thường những nước có khả năng tài chính hạn chế thì quy định r_{tc} tương đối cao, vì ít vốn thì đầu tư

đạt suất hiệu quả cao mới nên đầu tư; nhưng ngược lại nếu vay được vốn với lãi suất ưu đãi thì có thể chấp nhận r_{tc} thấp. Nhìn chung, ở các nước hiện nay trị số r_{tc} thường trong phạm vi 8 – 15%; các dự án vay vốn Ngân hàng Thế giới thường phải có $IRR \geq 12\%$ mới được chấp nhận, còn với Ngân hàng phát triển Châu Á thì $r_{tc} = 10\%$. Ở nước ta hiện chưa có văn bản chính thức quy định trị số r_{tc} , do vậy thường khi đánh giá các dự án xây dựng đường cũng vẫn áp dụng $r_{tc} = 10 \sim 12\%$.

c) *Suất hiệu quả trực tiếp hay tỷ số lợi ích năm đầu so với chi phí đầu tư r_I* (First Year Benefit Cost Ratio).

Nếu gọi chi phí thực hiện dự án (chi phí xây dựng phải bỏ ra trước khi đưa đường vào khai thác) quy về năm gốc là C_0 và lợi ích thu được ở năm đầu tiên đưa đường vào khai thác quy đổi về năm gốc là NPV_1 thì suất hiệu quả trực tiếp r_I được xác định như sau:

$$r_I = \frac{NPV_1}{C_0} \quad (5.15)$$

NPV_1 ở đây chính là tổng lợi ích ròng quy đổi xác định theo (5.11) nhưng chỉ với 1 năm là năm đầu tiên đưa đường vào khai thác. (Nếu gọi thời gian thi công xây dựng đường trước khi đưa đường vào khai thác là T năm thì NPV_1 được xác định ở năm thứ $t = T + 1$; còn C_0 là tổng chi phí đầu tư quy đổi trong thời gian T với năm khởi công xây dựng được xem là năm gốc $t = 0$).

Nếu chắc chắn rằng lợi ích ròng ở các năm tiếp theo (từ năm thứ hai sau khi đưa đường vào khai thác) tức là từ năm $t = T + 2$ trở đi luôn luôn không đổi hoặc tăng thêm so với năm đầu $t = T + 1$, thì qua chỉ tiêu r_I ta có thể nhanh chóng đánh giá được tính khả thi của dự án. Cụ thể là nếu $r_I \geq r_{tc}$ thì dự án là khả thi vì theo (5.15) r_I chính là suất sinh lợi hay suất hiệu quả của năm đầu tiên đưa đường vào khai thác. Ngược lại, không nên đánh giá theo chỉ tiêu này với các dự án chỉ có thể thu được lợi ích ròng đáng kể sau nhiều năm.

Ngoài chỉ tiêu r_I đôi khi người ta còn tính cả chỉ tiêu tỷ số lợi ích chi phí BCR (Benefit/Cost Ratio):

$$BCR = \frac{\sum_{t=0}^n B_t \cdot P_t}{\sum_{t=0}^n C_t \cdot P_t} \quad (5.16)$$

BCR cho thấy một đồng vốn chi phí có thể thu được bao nhiêu lợi ích trong thời gian n năm.

Trong (5.16) các ký hiệu đều có ý nghĩa như ở (5.11) và thực chất đó cũng là một cách thể hiện của (5.11) vì khi $BCR > 1,0$ (tức là $NPV > 0$) thì dự án được đánh giá là có lợi trong thời kỳ tính toán n năm. BCR càng lớn thì dự án càng có lợi.

d) Thời gian hoàn vốn T_{hv}

Thời gian hoàn vốn T_{hv} là thời gian kể từ lúc bắt đầu đưa đường vào khai thác (lúc bắt đầu có lợi ích) cho đến khi tổng lợi ích ròng đủ bù lại toàn bộ chi phí đầu tư xây dựng đường quy đổi.

Để xác định T_{hv} có thể làm như sau:

– Xuất phát từ công thức tính tổng lợi ích ròng NPV (5.11) ta tìm năm thứ N thỏa mãn điều kiện $NPV = 0$, tức là tìm N để sao cho

$$NPV = \sum_{t=0}^N (B_t - C_t)P_t = 0 \quad (5.17)$$

– Lấy N tìm được trừ đi thời gian xây dựng đường T, tức là có:

$$T_{hv} = N - T \quad (5.18)$$

Sở dĩ như vậy là vì trong thời gian từ năm 0 đến hết năm T đường chưa được khai thác, cũng tức là chưa có lợi ích gì thu được (Khi tính theo công thức (5.17) sẽ có $B_0, B_1, B_2 \dots B_T$ đều bằng 0). Năm gốc 0 ở đây vẫn được lấy là năm đầu tiên bỏ vốn xây dựng đường và $\sum_{t=0}^T (B_t - C_t)P_t = C_0 = \sum_{t=T}^N (B_t - C_t)P_t$ với C_0 có ý nghĩa như ở (5.15).

Nếu biết T_{hv} thì cũng có thể tính được suất hiệu quả trung bình trong thời gian hoàn vốn r_{tb} :

$$r_{tb} = \frac{1}{T_{hv}} \quad (5.19)$$

và từ đó có thể đánh giá được tính khả thi của dự án; cụ thể là nếu $r_{tb} \geq r_{tc}$ thì dự án là khả thi hay:

$$T_{hv} \leq \frac{1}{r_{tc}} \quad (5.20)$$

Với $r_{tc} = 10 \div 12\%$ thì nếu dự án có $T_{hv} \leq 8,4 \sim 10$ năm, dự án đó là khả thi. Thời gian hoàn vốn càng nhỏ thì lợi ích của dự án càng nhiều và rủi ro về đầu tư càng ít.

2. Những chú ý khi vận dụng các chỉ tiêu phân tích hiệu quả kinh tế nói trên

1. Các chỉ tiêu nói trên đều có thể vận dụng cho trường hợp phân tích hiệu quả tài chính với việc tính toán lợi nhuận và chi phí thực như đã nói ở điểm 3 mục 5.1.

2. Để đánh giá tính khả thi của một dự án xây dựng hoặc cải tạo, nâng cấp đường ôtô thường chủ yếu dựa vào hai chỉ tiêu NPV và IRR. Nếu hai chỉ tiêu này đồng thời đều bảo đảm ($NPV > 0$ và $IRR \geq r_{tc}$) thì dự án mới được đánh giá là khả thi.

Trường hợp nếu tính NPV với $r = r_{tc}$ mà kết quả cho $NPV > 0$ thì dự án cũng là khả thi vì lúc đó chắc chắn $IRR > r_{tc}$.

3. Khi tính toán các chỉ tiêu phân tích hiệu quả kinh tế nói trên, thời gian tính toán n thường được lấy là 20 – 30 năm vì các lý do sau:

- n nhỏ hơn 20 năm sẽ không thể hiện được hiệu quả của dự án vốn lớn;
- Trong tương lai quá xa sự dự báo lợi ích càng ít bảo đảm chắc chắn; thời gian có hiệu quả của một dự án xây dựng đường cũng không phải là vô hạn (đường xuống cấp; phát triển các đường khác, ùn tắc xe...);
- Với t càng lớn thì trị số quy đổi $P_t = \frac{1}{(1+r)^t}$ càng nhỏ, với $r = 12\%$ thì khi $t = 30$ sẽ có $P_t = 0,033$, tức là lợi ích ở những năm càng xa năm gốc thì càng nhỏ và kinh nghiệm cho hay, nếu lợi ích hàng năm không tăng với tỷ lệ lớn hơn $r\%$ thì thời hạn tính toán $n = 20 – 30$ năm sẽ cho phép đạt được một phân tích đủ chính xác.

4. Thời hạn tồn tại của một công trình đường (tuổi thọ) có thể lớn hơn 20 – 30 năm. Trong trường hợp muốn xét đến giá trị còn lại của công trình sau thời kỳ tính toán n, người ta có thể ước tính giá trị đó và xem nó như một thành phần lợi ích thu được ở năm cuối của thời kỳ tính toán để đưa vào phân tích các chỉ tiêu hiệu quả kinh tế nói trên.

5. Khi tính toán NPV, có thể chọn suất quy đổi $r = r_{tc}$ nhưng để đánh giá mức độ tin cậy (hoặc mức độ rủi ro) của dự án, người ta thường tính NPV với các trị số r thay đổi từ thấp đến cao ($r = 8 \sim 15\%$); nếu trong mọi trường hợp r từ thấp đến cao đều cho giá trị NPV > 0 thì dự án càng ít gặp rủi ro. Ngoài ra, ở một số nước cũng có thể quy định $r < r_{tc}$ với quan điểm cho rằng lãi suất cho vay của đồng tiền thường là phải thấp hơn suất hiệu quả cần phải đạt được của một dự án. Người ta cũng có thể đưa ra các kịch bản khác nhau về chi phí đầu tư (cao, thấp), về lợi ích thu hồi (cao, thấp), về tỷ lệ tăng trưởng xe dự báo (cao, trung bình, thấp) dẫn đến lợi ích cao, trung bình, thấp v.v... để tính toán NPV, IRR, BCR... nhằm khảo sát ảnh hưởng của các nhân tố về chi phí và lợi ích đến các chỉ tiêu hiệu quả kinh tế. Nếu qua phân tích một phạm vi biến đổi số liệu đầu vào tương đối rộng mà các chỉ tiêu vẫn đạt tốt thì dự án đó càng có tính khả thi với độ tin cậy cao, mức độ rủi ro ít.

Việc khảo sát ảnh hưởng của các nhân tố nói trên thường được gọi là việc đánh giá độ nhạy hay thử nghiệm độ nhạy trong khi phân tích hiệu quả kinh tế của một dự án.

Riêng việc tính toán NPV với các trị số r khác nhau còn nhằm xác định ra trị số IRR.

6. Để so sánh các phương án về mặt kinh tế, có thể sử dụng các chỉ tiêu phân tích hiệu quả kinh tế nói trên theo nguyên tắc đã đề cập ở điểm 4 mục 5.1. Các chỉ tiêu đều phải được tính cụ thể ra con số để tiện so sánh định lượng, nhất là khi so sánh nhiều phương án một lúc. Trong một số trường hợp khó cân nhắc, người ta có thể so sánh giữa 2 phương án bằng các cách sau:

– Tính tỷ số lợi ích, chi phí BCR giữa hai phương án:

$$BCR = \frac{\sum_{t=0}^n (B_{2t} - B_{1t})P_t}{\sum_{t=0}^n (C_{2t} - C_{1t})P_t} \quad (5.21)$$

trong đó: n – thời gian tính toán thống nhất với cả 2 phương án (năm); B_{2t} , B_{1t} – lợi ích thu được ở năm thứ t của phương án 2 và phương án 1 (đồng/năm); C_{2t} , C_{1t} – chi phí bỏ ra ở năm thứ t của phương án 2 và phương án 1 (đồng/năm); P_t – hệ số quy đổi (5.9).

Nếu $BCR > 1$ thì phương án 2 sẽ có lợi hơn và nên chọn phương án 2; ngược lại $BCR < 1$ thì nên chọn phương án 1.

Tìm suất thu hồi nội tại giữa hai phương án; tức là tìm IRR để thỏa mãn điều kiện sau:

$$\left. \begin{aligned} \sum_{t=0}^n [(B_{1t} - C_{1t}) - (B_{2t} - C_{2t})] P_t &= 0 \\ \text{với } P_t &= \frac{1}{(1 + IRR)^t} \end{aligned} \right\} \quad (5.22)$$

Các ký hiệu trong (5.22) đều có ý nghĩa như ở (5.21). Nếu kết quả $IRR \geq r_{tc}$ thì phương án 1 tốt hơn, nên chọn phương án 1; ngược lại $IRR < r_{tc}$, thì phương án 2 tốt hơn.

5.3. PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH TỔNG CHI PHÍ XÂY DỰNG VÀ KHAI THÁC QUY ĐỔI

1. Nguyên lý cơ bản của phương pháp

Một dự án thiết kế đường được lập ra là để bảo đảm thực hiện được một khối lượng vận chuyển hàng và khách nhất định trong thời gian tính toán n năm; trong n năm đó sẽ có T năm dùng để xây dựng công trình đường và có $n - T$ năm khai thác đường. Trong thời gian xây dựng đường T năm sẽ phải bỏ ra các chi phí xây dựng ban đầu. Trong thời gian khai thác đường ($n - T$) năm, để bảo đảm đường ở trạng thái phục vụ bình thường vẫn phải tiếp tục chi phí cho đường (duy ta, sửa chữa nhỏ, sửa chữa vừa, sửa chữa lớn; tăng cường, nâng cấp đường – tức là đầu tư giai đoạn II nếu thực hiện giải pháp phân kỳ đầu tư); đồng thời phải trả các chi phí vận doanh (chi phí cho ôtô) để thực hiện vận chuyển khối lượng hàng và khách hàng năm. Chi phí cho đường và chi phí vận doanh trong thời gian khai thác đường được gọi chung là chi phí khai thác vận doanh (hay gọi tắt là chi phí khai thác).

Thông thường, chi phí xây dựng ban đầu lớn thì chất lượng đường tốt (cấp hạng cao, mặt đường tốt) dẫn đến chi phí khai thác thấp. Như vậy, nếu cùng bảo đảm *mục tiêu vận chuyển khối lượng hàng và khách hàng năm như nhau* thì phương án nào hoặc giải pháp nào có tổng chi phí xây dựng và khai thác trong n năm là nhỏ hơn sẽ đem lại hiệu quả kinh tế có lợi hơn, dù các phương án hoặc giải pháp thiết kế đường đưa ra phân tích có thể khác nhau về cấp hạng, về tiêu chuẩn kỹ thuật, về phân kỳ đầu tư, về các giải pháp kỹ thuật,... được áp dụng.

Để xét đến giá trị đồng tiền bỏ ra ở các thời điểm khác nhau trong thời gian tính toán, đương nhiên là cần quy đổi các chi phí nói trên về cùng một thời điểm, và vì vậy phương pháp so sánh chọn phương án thiết kế đường theo nguyên lý vừa trình bày được gọi là *phương pháp phân tích tổng chi phí xây dựng và khai thác quy đổi*.

Nếu chi phí xây dựng chỉ tập trung trong thời gian T năm đầu và nếu vẫn quy đổi về năm gốc là năm 0 (năm bắt đầu triển khai xây dựng đường), thì tổng chi phí xây dựng và khai thác quy đổi P_{qd} sẽ được xác định theo biểu thức sau:

$$P_{qd} = \sum_{t=0}^T K_t \cdot P_t + \sum_{t=T+1}^n C_t \cdot P_t \quad (5.23)$$

trong đó: K_t và C_t – chi phí xây dựng và chi phí khai thác ở năm t (*đồng/năm*); P_t – hệ số quy đổi (5.9);

Chú ý rằng, có những dự án như dự án cải tạo nâng cấp đường cũ, vừa xây dựng vừa bảo đảm giao thông thì ngay trong thời gian T cũng vẫn phải tính chi phí khai thác, và với những dự án phân kỳ đầu tư thì trong thời gian từ năm T đến năm n vẫn có chi phí xây dựng. Do vậy, một cách tổng quát ta có:

$$P_{qd} = \sum_{t=0}^n K_t P_t + \sum_{t=0}^n C_t P_t \quad (5.24)$$

trong đó có những năm t nào đó hoặc có $K_t = 0$ hoặc có $C_t = 0$.

2. Các ứng dụng

1. Khác với phương pháp phân tích hiệu quả kinh tế, khi phân tích P_{qd} của một dự án, ở đây không đề cập đến lợi ích, tức là không có sự so sánh của chi phí với tình trạng giao thông vận tải hiện có trước dự án. Do vậy, trong trường hợp không hoặc khó xác định được chi phí khai thác vận doanh (ví dụ như trường hợp của một dự án làm tuyến đường mới ở một vùng chưa hề có đường sá...) thì vẫn có thể sử dụng (5.24) để *so sánh tương đối* giữa các phương án tuyến thiết kế của dự án đó. Lúc này, phương án nào có P_{qd} nhỏ nhất sẽ là phương án nên chọn *về mặt kinh tế*. Trong trường hợp so sánh tương đối giữa các phương án như vậy, thậm chí có thể bỏ qua các giá trị chi phí bằng nhau đối với mọi phương án đưa ra so sánh.

2. Khi muốn sử dụng (5.24) để phân tích hiệu quả kinh tế của dự án đường thiết kế thì cần phải so sánh tổng chi phí quy đổi của phương án chọn với tổng chi phí quy đổi của phương án giữ nguyên hiện trạng giao thông vận tải (không thực hiện dự án). Lúc này phương án chọn được xem là phương án 2, phương án không thực hiện dự án là phương án 1 và áp dụng cách tìm suất thu hồi nội tại IRR giữa hai phương án như thể hiện ở biểu thức (5.25), nếu $IRR > r_{lc}$ thì phương án chọn (được đề xuất trong dự án) sẽ là khả thi:

$$\left. \begin{aligned} \sum_{t=0}^n (P_{qd}^1 - P_{qd}^2) = 0 \\ \text{với } P_t = \frac{1}{(1 + IRR)^t} \end{aligned} \right\} \quad (5.25)$$

Đương nhiên là chỉ khi $P_{qd}^2 < P_{qd}^1$ thì mới đưa ra phân tích mức độ khả thi (P_{qd}^1 và P_{qd}^2 được xác định theo (5.24)).

3. Từ tổng chi phí xây dựng và khai thác quy đổi tương ứng với số năm t, P_{qd}^t , xác định theo (5.23) có thể xác định được chi phí xây dựng và khai thác quy đổi *trung bình* V_t

$$V_t = \frac{\sum_{t=0}^T K_t P_t}{t} + \frac{\sum_{t=T+1}^L C_t P_t}{t} \quad (5.26)$$

Theo đó V_t sẽ thay đổi theo số năm t và nếu *kể từ năm đưa đường vào khai thác sử dụng* (năm $T + 1$) ta tính các trị số V_t tương ứng với $t = T + 1, t = T + 2 \dots t = T + n$ thì có thể thấy số hạng đầu của (5.26) sẽ càng giảm đi khi t tăng (do chi phí xây dựng thường chỉ tập trung vào T năm đầu), trong khi đó số hạng sau của (5.26) sẽ càng tăng khi t tăng do chi phí khai thác đường và vận tải đường tăng thêm hàng năm (lượng vận chuyển tăng hàng năm và đường ngày càng xuống cấp). Kết quả là hàm số $V_t = f(t)$ sẽ có một *cực tiểu*; tại đây chi phí xây dựng và khai thác trung bình bắt đầu tăng lên, chứng tỏ về mặt kỹ thuật lúc này là lúc *cần cải tạo nâng cấp đường* vì hiệu quả của vốn bỏ ra để xây dựng đường ban đầu không còn nữa. (Đương nhiên là thời điểm nên nâng cấp, cải tạo đường còn phụ thuộc rất nhiều nhân tố khác, chẳng hạn như độ bền về cơ học của mặt đường v.v..).

5.4. CÁCH XÁC ĐỊNH CÁC LOẠI CHI PHÍ DÙNG ĐỂ PHÂN TÍCH HIỆU QUẢ KINH TẾ VÀ SO SÁNH PHƯƠNG ÁN TRONG THIẾT KẾ ĐƯỜNG ÔTÔ

1. Các chi phí xây dựng, nâng cấp, cải tạo, tăng cường, mở rộng và chi phí cho trang thiết bị phục vụ khai thác đường (ký hiệu K_t^{xd})

Các loại chi phí này được xác định trong lúc lập *tổng mức đầu tư* với chú ý là phải sử dụng các *đơn giá kinh tế* khi phân tích hiệu quả kinh tế và các *giá thị trường* khi phân tích tài chính (xem điểm 3 mục 5.1).

2. Các chi phí cho khai thác đường (kí hiệu K_1^{sc})

– Chi phí duy tu, sửa chữa quản lý đường hàng năm có thể xác định trên cơ sở định mức của các cơ quan quản lý khai thác đường (Cục Đường bộ Việt Nam); trong trường hợp có thể, nên xác định tùy thuộc cấp hạng, loại mặt đường và lưu lượng vận chuyển hàng năm;

– Chi phí sửa chữa vừa (trung tu) và sửa chữa lớn (đại tu) được xác định theo dự toán sửa chữa và thời hạn quy định giữa hai lần sửa chữa.

Riêng trường hợp phân tích hiệu quả kinh tế và so sánh các phương án kết cấu áo đường thì các chi phí đại tu, trung tu và duy tu thường xuyên có thể tham khảo chỉ dẫn ở Quy trình thiết kế áo đường mềm 22 TCN – 211 – 93 như trong Bảng 5 – 1 dưới đây để xác định.

Bảng 5-1

Chi phí sửa chữa mặt đường đường ôtô

Loại tầng mặt áo đường	Thời gian giữa hai kỳ sửa chữa (năm)		Tỷ lệ chi phí sửa chữa (%) so với chi phí xây dựng ban đầu		
	Đại tu	Trung tu	Đại tu	Trung tu	Duy tu
Bê tông nhựa chật	15	5	42,0	5,1	0,55
Hỗn hợp đá nhựa	12	4	48,7	5,1	0,98
Thẩm nhập nhựa	10	4	49,6	8,7	1,92
Đá dăm	5	3	53,1	9,0	1,60
Cấp phối sỏi cuội	5	3	55,0	10,0	1,80
Bê tông xi măng	25	8	34,2	4,1	0,32

Ghi chú: Tỷ lệ chi phí sửa chữa (%) so với chi phí xây dựng mặt đường ban đầu

3. Chi phí vận chuyển bằng ôtô (kí hiệu C_1^{vc})

Để xác định được chi phí vận chuyển hàng năm bằng ôtô, trước hết cần phải xác định giá thành vận chuyển trung bình của các loại ôtô trong dòng xe S_{tb} ($d/T.km$):

$$S_{tb} = \frac{S_{cd}^{tb}}{\beta \cdot \gamma \cdot q_{tb} \cdot V_{tb}} + \frac{S_{bd}^{tb}}{\beta \cdot \gamma \cdot q_{tb}} \quad (5.27)$$

trong đó:

S_{cd}^{tb} là giá chi phí cố định trung bình cho 1 giờ sử dụng xe ôtô các loại được thu thập ở các xí nghiệp vận tải ôtô ($đồng/xe.giờ$); S_{cd}^{tb} không phụ thuộc vào hành trình (thuê xe không đi cũng phải trả) và bao gồm các khoản chi cho việc quản lý phương tiện ở các xí nghiệp vận tải ôtô, các khoản khấu hao xe máy, lương lái xe (riêng khoản khấu hao xe cũng có thể đưa vào S_{bd}^i (chi phí biến đổi của loại xe i) ;

S_{bd}^t là giá chi phí biến đổi trung bình của các loại xe khi chuyên chở 1 Tkm hàng hóa (d/Tkm). Giá chi phí biến đổi bao gồm chi phí về nhiên liệu, dầu mỡ, hao mòn xe cộ, bảo dưỡng phục hồi xe v.v.. và đương nhiên nó phụ thuộc rất nhiều vào điều kiện đường thiết kế (tuyến và nền mặt đường tốt, xấu khác nhau thì S_{bd}^t sẽ khác nhau);

q_{tb} là trọng tải trung bình của ôtô các loại ($tấn/xe$);

γ là hệ số lợi dụng trọng tải (có thể lấy $\gamma = 0,9 \sim 0,95$);

β là hệ số sử dụng hành trình (có thể lấy $\beta = 0,65$);

V_{tb} là tốc độ xe chạy trung bình trên đường (km/h); trong trường hợp thiếu số liệu thực tế, đối với xe tải, có thể tính $V_{tb} = 0,7$. V_{kt} với V_{kt} là tốc độ kỹ thuật trung bình của xe tải tùy thuộc cấp quản lý đường (theo TCVN 4054 – 1998) và các loại tầng mặt áó đường như ở Bảng 5 – 2; tốc độ kỹ thuật trung bình của xe buýt có thể lấy bằng 1,05 – 1,1 lần của xe tải và với xe con có thể lấy bằng 1,5 – 1,6 lần của xe tải.

Bảng 5-2

Tốc độ kỹ thuật trung bình của xe tải

Cấp quản lý đường theo (TCVN 4054 – 98)	Loại tầng mặt áó đường	Tốc độ kỹ thuật trung bình của xe tải với địa hình		
		Đồng bằng	Đồi	Núi
I	Cấp cao A ₁	65	60	50
II	Cấp cao A ₂	50	40	35
	Cấp cao A ₁	55	50	40
III	Cấp cao A ₁ , A ₂	45	35	30
IV	Cấp cao A ₂	35	30	25
	Cấp thấp B ₁	30	25	20
V	Cấp cao A ₂	30	25	20
	Cấp thấp B ₁	25	20	17
	Cấp thấp B ₂	15 – 20	13 – 18	10 – 14

Nếu có các số liệu thống kê thực tế ở các cơ sở vận tải bằng ôtô, ta có thể tính toán giá thành vận chuyển riêng đối với từng loại xe khác nhau rồi tính ra giá thành trung bình của cả dòng xe bằng trị số trung bình gia quyền theo tỷ lệ mỗi loại xe trong dòng xe. Đối với thành phần chi phí biến đổi cũng vậy, tức là cũng có thể tham khảo các số liệu ở Bảng 5 – 3 để tính toán chi phí cố định và chi phí biến đổi S_{cd}^i và S_{bd}^i cho từng loại xe, rồi tính ra trị số giá chi phí trung bình gia quyền.

Bảng 5-3

Các số liệu tham khảo để tính giá thành vận chuyển của các loại ôtô
 (theo số liệu ở cuốn "Đường ôtô trong các vùng nhiệt đới và sa mạc")

Các đặc tính sử dụng của xe	Đơn vị	Loại đường		
		Nhựa	Đá hoặc laterít	Đất đầm chặt
1. Thời hạn đời xe:				
Xe con	năm	5 – 10	4 – 7	3 – 5
Xe tải	1000 km	300 – 600	250 – 400	150 – 250
2. Tuổi thọ lốp xe	1000 km	30 – 40	15 – 30	10 – 20
3. Tiêu hao nhiên liệu:				
Xe con (xăng)	lit/100 km	7 – 10	9 – 12	10 – 15
Ôtô ca 20 – 25 chỗ (mazút)	– nt –	10 – 15	15 – 20	20 – 30
Ôtô ca 40 chỗ (mazút)	– nt –	20 – 25	25 – 35	35 – 45
Ôtô tải loại vừa trọng tải 5T (mazút)	– nt –	20 – 30	35 – 40	40 – 50
Ôtô tải nặng trọng tải 10T (mazút)	– nt –	30 – 35	35 – 45	45 – 60
Nửa romoóc trọng tải 20T (mazút)	– nt –	35 – 45	45 – 55	
4. Tiêu thụ dầu	3 – 5% lượng tiêu hao nhiên liệu (theo thể tích)			
5. Phụ tùng để sửa chữa cho cả đời xe (không kể công sửa chữa và chi phí cho xưởng sửa chữa):				
Xe con	% trị giá xe mới	30 – 40	40 – 50	50 – 70
Xe tải	– nt –	40 – 50	50 – 60	70 – 90

Ghi chú: Có thể lấy trị số thấp đối với đường thiết kế thuộc địa hình đồng bằng, trị số cao với điều kiện vùng núi và trung bình với địa hình vùng đồi.

Ngoài ra cũng có thể áp dụng cách xác định chi phí biến đổi của 1 loại xe i, S_{bd}^i , tùy theo lượng tiêu hao nhiên liệu như ở công thức (5.28) dưới đây:

$$S_{bd}^i = \lambda \cdot a_i \cdot x \quad (5.28)$$

trong đó : a_i – lượng tiêu hao nhiên liệu của loại ôtô i (lit/xe.km), a_i sẽ hoàn toàn khác nhau khi chạy trên các đoạn có điều kiện đường tốt xấu khác nhau và có thể được xác định như trình bày ở mục 5.5; x – giá nhiên liệu (đồng/lit); λ – hệ số để xét đến các khoản chi phí biến đổi khác (dầu mỡ, sắm lốp...) so với nhiên liệu, có thể lấy $\lambda = 3,10$.

Việc tính toán a_i cho từng đoạn tuyến có điều kiện đường khác nhau tốn khá nhiều công sức vì phải lập biểu đồ tốc độ xe chạy dọc tuyến, tính toán công suất yêu cầu của động cơ

ôtô tương ứng với từng đoạn tuyến, rồi từ đó mới tính được lượng tiêu hao nhiên liệu cần thiết. Tuy nhiên, thông qua lượng tiêu hao nhiên liệu sẽ có thể phản ánh được điều kiện đường thiết kế và nhờ vậy việc phân tích, so sánh chọn phương án tuyến về hiệu quả kinh tế sẽ hợp lý, khách quan hơn.

Giá thành vận chuyển trung bình S_{tb} có thể được sử dụng để tính toán các lợi ích như đã nêu ở điểm 1 mục 5.1 hoặc dùng để tính chi phí vận chuyển hàng năm bằng ôtô C_{vc} ($đồng/năm$) theo công thức sau:

$$C_{vc} = S_{tb} \sum Z_i^t \quad (5.29)$$

trong đó : $\sum Z_i^t$ là tổng công vận chuyển ($T.km$) trên tuyến đường hoặc mạng lưới đường thiết kế gồm các đoạn i cần phải thực hiện trong năm t (xem công thức (2.8)).

C_{vc} sẽ được xác định khác nhau đối với mỗi năm trong thời kỳ tính toán vì $\sum Z_i^t$ (và cả S_{tb}) có thể thay đổi hàng năm.

Khi áp dụng phương pháp phân tích tổng chi phí quy đổi trình bày ở mục 5.3, để xét đến cả chi phí bốc dỡ hàng, chi phí vận chuyển bằng ôtô hàng năm C_{vc} có thể được xác định theo biểu thức dưới đây:

$$C_{vc} = \frac{S_{cd}^{tb}}{\beta \cdot \gamma \cdot q_{tb}} \cdot \sum \frac{Z_i^t}{V_i} + (t_{bd} + t_d) \frac{Q_t \cdot S_{cd}^{tb}}{\beta \cdot \gamma \cdot q_{tb}} + S_{bd}^{tb} \cdot \sum Z_i^t \quad (đồng/năm) \quad (5.30)$$

Bảng 5-4

Thời gian bốc dỡ hàng của ôtô

Trọng tải của ôtô	Thời gian dỡ để bốc dỡ (phút)					
	Bốc lên xe		Dỡ hàng		Tổng cộng	
	Thủ công	Cơ giới	Thủ công	Cơ giới	Thủ công	Cơ giới
< 1,5	19	9	13	9	32	18
1,5 – 2,5	20	10	15	10	35	20
2,5 – 4,0	24	12	18	12	42	24
4,0 – 7,0	29	15	22	15	51	30
7,0 – 10,0	37	20	28	20	65	40
10,0–15,0	45	25	31	25	79	90
> 15,0	52	30	40	30	12	60

trong đó các ký hiệu đều có ý nghĩa như ở (5.27) và (5.29); riêng V_i là tốc độ xe chạy trung bình trên đoạn đường i (của tuyến đường hoặc mạng lưới đường thiết kế); t_{bd} là thời gian bốc dỡ hàng trung bình cho một hành trình ($giờ$) phụ thuộc vào phương tiện bốc dỡ và tải trọng xe (có thể tham khảo Bảng 5 – 4 để xác định); t_d là tổng tổn thất về thời gian của một hành trình ($giờ$) do phải chờ đợi ở các chốt giao nhau, ở các chốt qua cầu hẹp hoặc bến phà (xác định theo dự án thiết kế); Q_t là lượng hàng phải vận chuyển hàng năm ($tấn/năm$) trên tuyến đường hoặc mạng lưới đường thiết kế.

4. Các loại chi phí khác phải kể đến khi áp dụng phương pháp tổng chi phí quy đổi

Ngoài 3 loại chi phí nói trên, khi phân tích tổng chi phí quy đổi người ta còn có thể xét đến các thành phần chi phí sau đây khi so sánh phương án

a) *Chi phí đầu tư xây dựng các cơ sở phục vụ cho vận tải ôtô K_t^a* . Chi phí này gồm vốn để xây dựng gara, các trạm phục vụ kỹ thuật và các xí nghiệp sửa chữa ôtô. Vì số lượng ôtô cần thiết sẽ thay đổi, tăng hàng năm tùy theo khối lượng vận chuyển hàng năm, do đó tương ứng với năm thứ t sẽ phải chi K_t^a ($đồng/năm$) được xác định theo biểu thức sau:

$$K_t^a = \frac{A}{T_a} \left(\frac{t_{bd} \cdot Q_t}{q_{tb} \cdot \beta \cdot \gamma} + \sum \frac{Z_t^i}{V_i \cdot q_{tb} \cdot \beta \cdot \gamma} + t_d \right) \quad (5.31)$$

trong đó các ký hiệu tương tự thì có ý nghĩa như ở biểu thức (5.30); còn A – đầu tư đơn vị ở xí nghiệp vận tải ôtô ($đồng/xe$), tức là chi phí đầu tư xây dựng cơ sở phục vụ vận tải ôtô gồm các khoản nói trên tính bình quân cho 1 đầu xe; A được xác định theo số liệu ở các xí nghiệp vận tải tùy thuộc loại xe; T_a – thời gian công tác của 1 ôtô trong 1 năm ($giờ/năm$).

Sở dĩ đưa loại chi phí này vào phân tích và so sánh là vì nó phụ thuộc vào thời gian hành trình (thời gian vận chuyển $\frac{Z_t^i}{V_i \cdot q_{tb} \cdot \beta \cdot \gamma}$ và thời gian chờ đợi t_d). Như vậy, các phương án có thời gian hành trình ngắn thì K_t^a sẽ nhỏ và có lợi.

b) *Chi phí đầu tư cho vận tải đường sắt K_t^s và đường thủy K_t^t (nếu có) có ý nghĩa như chi phí K_t^a nói trên. Chi phí này cần tính toán trong trường hợp so sánh các phương án đường ôtô không giống nhau về phạm vi khu vực hấp dẫn.*

Lúc này để đảm bảo điều kiện vùng phục vụ là giống nhau với mọi phương án thì phương án đường ôtô có phạm vi khu vực hấp dẫn nhỏ hơn có thể cần phải tính thêm cả chi phí K_t^s hoặc K_t^t . Tính các chi phí này cần liên hệ với các cơ quan đường sắt và đường thủy.

c) *Trị số tổn thất về thu hoạch mùa màng nông nghiệp do lấy ruộng đất để xây dựng đường K_t^n* . Thường quy định tính trị số này bằng giá trị sản phẩm nông nghiệp do diện tích

canh tác có thể làm được trong 8 năm với điều kiện sử dụng đất dai hợp lý. (Nếu đã tính trong phí tổn đến bù ruộng đất khi tính chi phí xây dựng đường ban đầu thì không cần tính thành một khoản riêng).

d) *Tổng số vốn lưu động hàng năm do khối lượng hàng hóa phục vụ sản xuất và tiêu dùng tạo ra thường xuyên trong quá trình vận chuyển chúng trên đường* K_t^h *được tính theo công thức :*

$$K_t^h = \frac{Q_t \cdot G \cdot T}{365} \quad (5.32)$$

trong đó : Q_t có ý nghĩa như trong (5.30); G – giá trung bình 1 tấn hàng chuyên chở ($đồng/tấn$); T – thời gian hàng hóa bị đọng lại trong quá trình vận chuyển (thời gian vận chuyển, bốc dỡ... từ khi bắt đầu chuyên chở cho đến khi tới nơi sử dụng).

Việc xét đến K_t^h nhằm đánh giá hiệu quả tương đối giữa các phương án về mặt chuyên chở nhanh, giảm ứ đọng vốn cho nền kinh tế quốc dân (thường chỉ xét đến khi chênh lệch về thời gian giao hàng của các phương án vượt quá 1 ngày đêm).

e) *Chi phí vận chuyển hàng năm theo đường sắt* C_t^s *có thể xác định theo công thức :*

$$C_t^s = Z_t^s \cdot C' + Q_t^s \cdot C'' \quad (đồng/năm) \quad (5.33)$$

trong đó : Z_t^s và Q_t^s – công vận chuyển (Tkm) và khối lượng vận chuyển hàng năm ($tấn$), theo đường sắt; C' – chi phí vận chuyển theo đường sắt ($đồng/Tkm$); C'' – chi phí vận chuyển theo đường sắt ($đồng/tấn$), phần chi cho việc duy tu sửa chữa đoàn tàu ở các khâu đầu và cuối, các thiết bị cố định phục vụ quản lý sửa chữa đầu máy, toa xe, ga, đường trong ga..., phần chi phí này chỉ phụ thuộc khối lượng vận chuyển mà không phụ thuộc công vận chuyển.

Chi phí vận chuyển hàng năm theo đường thủy C_t^l *cũng được xác định tương tự như (5.33).*

Chi phí cho công tác bốc dỡ và vận chuyển hàng năm C_t^{bd} *được xác định bằng cách nhân giá chi phí bốc dỡ ($đồng/tấn$) với khối lượng vận chuyển phải bốc dỡ ($tấn/năm$).*

Giá chi phí bốc dỡ phải xét đến loại hàng, phương thức đóng gói, chuyên chở và phương tiện bốc dỡ.

Ba loại chi phí C_t^s, C_t^l và C_t^{bd} sẽ chỉ phải xét đến trong các phương án có chi phí đầu tư cho vận tải đường sắt và vận tải đường thủy như đã nói ở điểm b).

g) *Chi phí tương đương về tổn thất cho nền kinh tế quốc dân do mất thời gian của hành khách trong quá trình vận chuyển hàng năm* C_t^{tg} *được xác định theo công thức:*

$$C_t^{tg} = 365 \left[N_t^{dl} \left(\frac{1}{v_{dl}} - t_m^{dl} \right) p_{dl} + N_t^b \left(\frac{1}{v_b} + t_m^b \right) p_b \right] C \quad (đồng/năm) \quad (5.34)$$

trong đó : N_t^{dl} và N_t^b – lưu lượng xe du lịch và xe ôtô buýt trong năm t ($xe/ngày đêm$); p_{dl} và p_b – số người trung bình 1 ôtô du lịch và 1 ôtô buýt chuyên chở trong mỗi chuyến; L – chiều dài hành trình chuyên chở hành khách; v_{dl} và v_b – tốc độ kỹ thuật của xe du lịch và xe buýt (có thể suy ra từ tốc độ xe tải ở Bảng 5-2); t_m^{dl} và t_m^b – thời gian chờ đợi của hành khách để đi 1 chuyến xe (xe con và xe buýt); C – tổn thất tương đương khi một hành khách mất thời gian 1 giờ ($đồng/người.giờ$), thường tính bằng $30 \sim 40\%$ tiền lương bình quân phải trả trong 1 giờ cho 1 người lao động.

h) Chi phí cho các tổn thất về tai nạn giao thông hàng năm C_t^{tn} được xác định theo các đoạn có điều kiện đường giống nhau theo công thức:

$$C_t^{tn} = 365.10^{-6} \sum L_i \cdot a_i^i \cdot C_{tb} \cdot m_i^i \cdot N_i^i \quad (đồng/năm) \quad (5.35)$$

trong đó: a_i^i – số tai nạn xảy ra khi 100 triệu ôtô.km thông qua đoạn đường i trong 1 năm; L_i – chiều dài đoạn i có điều kiện đường giống nhau (km); N_i^i – lưu lượng xe chạy ngày đêm trung bình năm (ở năm t trên đoạn đường i) ($xe/ngày đêm$); C_{tb} – chi phí trung bình cho tổn thất về một tai nạn giao thông trong năm thứ t ($đồng$) ở đoạn đường chuẩn; m_i^i – hệ số tổng hợp xét ảnh hưởng của các điều kiện đường đến chi phí cho tổn thất về một tai nạn giao thông (đường xấu thì tai nạn xảy ra nặng do đó C_{tb} sẽ lớn hơn và ngược lại).

Trị số C_{tb} được xác định đối với đoạn đường chuẩn, cụ thể là đường nằm trên đoạn thẳng, độ dốc dọc không đáng kể, có bề rộng mặt đường 7,50m, lề có gia cố và trạng thái tầng mặt khô ráo, dù nhám. Còn hệ số m_i xác định như sau:

$$m_i = m_1, m_2, m_3, \dots, m_{11} \quad (5.36)$$

Các hệ số m_1, \dots, m_{11} là xét từng ảnh hưởng của điều kiện đường đến tổn thất do một tai nạn gây ra và được xác định theo Bảng 5 – 5.

Số tai nạn giao thông a_i^i , có thể xác định theo quan hệ thống kê dưới đây:

$$a_i^i = 0,009K^2 - 0,27K + 34,5 \quad (5.37)$$

trong đó: K – hệ số tai nạn tổng hợp năm thứ 1, được xác định như ở mục 5.6 (vì đường có thể được nâng cấp cải tạo... do đó K có thể thay đổi theo t).

i) Chi phí về tổn thất do tắc xe hàng năm C_t^{tx} . Trong trường hợp vì một lý do nào đó đường bị trở ngại không bảo đảm giao thông (ví dụ như do mưa lũ đối với đường vùng núi, do mặt đường lầy lội về mùa mưa v.v..) thì nó sẽ tạo nên những tổn thất cho nền kinh tế quốc dân vì làm cho các hàng hóa phục vụ sản xuất và tiêu dùng bị chậm lưu động. Khối lượng hàng hóa này do tắc xe nên phải để lại trong kho.

Các hệ số xét ảnh hưởng của điều kiện đường đến tổn thất do một tai nạn gây ra

Nhân tố ảnh hưởng	Trị số của nhân tố được xét đến	Hệ số m_i
Bề rộng mặt đường (m_1)	4,5 m	0,7
	6,0 m	1,2
	7,0 – 7,5 m	1,0
	9,0 m	1,4
	10,5 m	1,2
	11,0 m	1,0
	15,0 m	0,9
Bề rộng lề (m_2)	> 2,5 m	0,85
	< 2,5 m	1,00
Độ dốc dọc (m_3)	> 3%	1,25
	< 3%	1,00
Bán kính cong trên bình đỗ (m_4)	> 350 m	1,00
	< 350 m	0,90
Tâm nhìn không đủ (m_5)		0,7
Cầu và cầu dẫn (m_6)	có vỉa cao < 30 cm	2,10
	có vỉa cao > 30 cm	1,40
Giao nhau khác mức (m_7)		0,95
Giao nhau cùng mức (m_8)		0,80
Qua điểm dân cư (m_9)		1,60
Số làn xe (m_{10})	2 làn	1,10
	4 làn	1,00
	3 làn	1,30
Có trồng cây hoặc đặt trụ cầu dẫn trên lề hoặc trên dài phân cách (m_{11})		1,50

Giả sử tổng số hàng phục vụ sản xuất và sản phẩm làm ra cần chuyên chở hàng năm là Q'_t (cho năm thứ t) và thời gian tắc xe một đợt liên tục là t_{tx} (tháng) thì số hàng phải dự trữ và đóng lại trong kho là: $\frac{Q'_t \cdot t_{tx}}{12}$. Nếu giá trung bình 1 tấn hàng phải dự trữ này là G_{tb}

(đồng/tấn) thì C_t^{tx} sẽ được xác định theo công thức:

$$C_t^{tx} = \frac{Q_t \cdot t_{tx}}{12} \cdot \frac{E_{tc}}{2.12} \cdot G_{tb} = \frac{Q_t \cdot t_{tx}^2 \cdot E_{tc} \cdot G_{tb}}{288} \text{ (đồng/năm)} \quad (5.38)$$

trong đó: E_{tc} – hệ số (suất) hiệu quả kinh tế tiêu chuẩn trong 1 năm (như nói ở mục 5.2 $E_{tc} = 0,12$); vì t_{tx} tính bằng tháng nên phải chia E_{tc} cho 12, và vì số hàng phải dự trữ và đọng lại phân bố đều trong tháng do đó xem như toàn bộ Q_t chỉ bị đọng lại trung bình là $1/2t_{tx}$ nên ở mẫu số có nhân với 2,0.

Chú ý rằng vì đã xét tới thời gian trung bình đọng lại là $1/2t_{tx}$ như trên, do đó công thức (5.38) chỉ áp dụng cho từng đợt tắc xe. Nếu trong 1 năm có nhiều đợt tắc xe thì phải tính C_t^{tx} riêng từng đợt rồi cộng lại.

k) Các chi phí khác về tổn thất hàng năm cho nền kinh tế quốc dân do việc phải vận chuyển hàng trên một mạng lưới đường ôtô không thuận tiện C_t^{ml} (ví dụ như chuyên chở các hàng tươi sống trên đường không thuận tiện) phải xác định thông qua điều tra thực tế.

Qua nội dung và cách tính các loại chi phí nói trên, ta có thể thấy được ý nghĩa quan trọng của việc xác định các chi phí đó đối với việc so sánh và luận chứng chọn phương án đường hoặc mạng lưới đường. Thật vậy, người ta cố gắng xét tới mọi hiệu quả kinh tế do việc làm đường mới và đường tốt đem lại bằng cách tính các hiệu quả đó ra thành tiền. Do vậy, việc nghiên cứu xác định các loại chi phí nói trên cho phù hợp với thực tế Việt Nam là hết sức cần thiết và cấp bách.

5.5. ĐÁNH GIÁ CÁC PHƯƠNG ÁN THIẾT KẾ ĐƯỜNG THEO LƯỢNG TIÊU HAO NHIÊN LIỆU, THỜI GIAN CHẠY XE VÀ CHIỀU DÀI ẢO

Việc tính toán các loại chi phí nói ở mục 5.4 để phục vụ cho việc so sánh phương án và phân tích hiệu quả kinh tế theo phương pháp nói ở mục 5.2 và 5.3 đòi hỏi phải có những số liệu về kinh tế vận tải tích lũy nhiều năm, do đó không phải ở đâu và lúc nào cũng có điều kiện áp dụng. Vì thế đôi khi người ta sử dụng *lượng tiêu hao nhiên liệu và thời gian chạy xe* của các phương án tuyến thiết kế làm các chỉ tiêu *góp phần đánh giá*, so sánh lựa chọn phương án cùng với các chỉ tiêu khác nói ở điểm 9 mục 3.2.

Lượng tiêu hao nhiên liệu Q và *thời gian chạy xe T* khi một xe ôtô chạy suốt tuyến sẽ hoàn toàn khác nhau theo mỗi phương án thiết kế vì chúng luôn *thay đổi tùy theo điều kiện đường*, bao gồm điều kiện bình đồ, trắc đạc tuyến, và cả điều kiện về loại mặt đường cũng như tình trạng mặt đường. Một phương án tuyến ngắn nhưng dốc lớn (hoặc mặt đường xấu) vẫn có thể có lượng tiêu hao nhiên liệu và thời gian chạy xe lớn hơn so với phương án tuyến dài nhưng độ dốc nhỏ (hoặc mặt đường tốt). Do vậy hai chỉ tiêu này có thể phản ánh một cách *khá tổng hợp* hiệu quả của giải pháp thiết kế về mặt kinh tế cũng như về mặt thuận tiện trong quá trình khai thác vận tải ôtô. Điều này cũng có thể thấy được một cách cụ thể nếu chúng ta chú ý đến vai trò quyết định của Q trong việc xác định chi phí biến đổi của ôtô S_{bd}

và trong việc xác định các loại chi phí tương đương về tổn thất cho nền kinh tế quốc dân do ảnh hưởng của thời gian chạy xe (hoặc vận tốc chạy xe trung bình).

Lượng tiêu hao nhiên liệu cho 1 xe chạy trên 100 km đường được tính như sau:

$$Q_{100} = \frac{q_c \cdot N_c}{10 \cdot V \cdot \gamma} \text{ (lit/100 km.xe)} \quad (5.39)$$

trong đó: q_c – tỷ suất tiêu hao nhiên liệu ($g/m\dot{a} l\dot{u}c.gi\ddot{o}$); q_c thay đổi tùy theo số vòng quay của động cơ và tùy theo độ mở bướm xăng. Khi tính toán phục vụ so sánh phương án thường giả thiết xe chạy trong điều kiện bướm xăng mở hoàn toàn và lúc này thường $q_c = 250 \sim 300 g/m\dot{a} l\dot{u}c.gi\ddot{o}$; N_c – công suất của động cơ ($m\dot{a} l\dot{u}c$); V – vận tốc xe chạy ($k\dot{n}u/gi\ddot{o}$), được xác định theo biểu đồ vận tốc xe chạy đối với loại xe tương ứng (do đó V phụ thuộc vào điều kiện đường); γ – tỷ trọng nhiên liệu.

Công suất của động cơ phải sử dụng cũng thay đổi tùy theo điều kiện đường và xác định theo công thức:

$$N_c = \left[\frac{K\omega \cdot V^2}{13} + G(f \pm i) \right] \frac{V}{270\eta} \text{ (m\dot{a} l\dot{u}c)} \quad (5.40)$$

trong đó: $\frac{K\omega \cdot V^2}{13}$ là sức cản của không khí khi xe chạy, với K là hệ số sức cản của không khí phụ thuộc loại ôtô (hình dạng và độ nhẵn mặt ngoài); ω là diện tích cản khí (m^2) của ôtô; K và ω có thể lấy theo Bảng 5-6.

Bảng 5-6
Hệ số cản khí và diện tích cản khí của các loại ôtô

Loại ôtô	$K \left(\frac{kG \cdot sec^2}{m^4} \right)$	$\omega (m^2)$
Ôtô tải	0,060 – 0,070	3,0 – 5,5
Ôtô buýt	0,040 – 0,060	4,5 – 6,5
Xe du lịch	0,025 – 0,035	1,5 – 2,8

G – trọng lượng ôtô (kG); f – hệ số sức cản lăn phụ thuộc loại và trạng thái mặt đường, trong tính toán có thể lấy theo Bảng 5 – 7.

Bảng 5-7

Hệ số sức cản lăn

Loại tầng mặt	Hệ số f
Bê tông xi măng và bê tông atrfan	0,01 – 0,02
Đá dăm đèn và cuội sỏi đèn	0,02 – 0,025
Đá dăm	0,03 – 0,05
Lát đá ba	0,04 – 0,05
Đường đất khô và bằng phẳng	0,04 – 0,05
Đường đất ẩm và không bằng phẳng	0,07 – 0,15
Cát rời rác	0,15 – 0,30

i – độ dốc dọc thiết kế từng đoạn; η – hệ số hiệu dụng đối với cơ cấu truyền động của ôtô, trong tính toán lấy $\eta = 0,8 - 0,9$ (với xe tải hoặc ôtô buýt) và $\eta = 0,88 - 0,92$ (với xe du lịch).

Từ (5.39) và (5.40) tính được $a_i = \frac{Q_{100}}{100}$. Khi tính toán a_i theo (5.39) và (5.40) cần chú ý:

– Đối với các đoạn xuống dốc trên thực tế xe không tắt máy, do đó lượng tiêu hao nhiên liệu vẫn có và lúc này phải tính với mức tối thiểu để giữ cho máy vẫn nổ, thường vào khoảng $2 \sim 4$ ($kg/100 km.xe$);

– Đối với các đoạn V ($km/giờ$) thay đổi (tăng, giảm tốc) thì lấy trị số tốc độ trung bình để tính toán;

– Cần tính lượng tiêu hao nhiên liệu cho cả chiều đi và về của tuyến đường.

Toàn bộ lượng tiêu hao nhiên liệu trên đường sẽ là :

$$Q = \sum a_i \cdot l_i \text{ (lit/xe)} \quad (5.41)$$

trong đó: l_i – chiều dài từng đoạn ngắn có điều kiện đường không đổi (km).

Nếu gọi a_0 là lượng tiêu hao nhiên liệu cho trường hợp đoạn tuyến thẳng độ dốc dọc $i = 0$ và mặt đường thuộc loại cấp cao thì có thể tính được *chiều dài ánh* của phương án tuyến đang xét về mặt tiêu hao nhiên liệu là:

$$L_Q = \frac{Q}{a_0} \text{ (km)} \quad (5.42)$$

trong đó: Q xác định theo (5.41) và có thể tính trị số Q trung bình theo cả 2 chiều đi và về.

Tương tự có thể tính được *chiều dài ảo* của phương án tuyến đang xét về mặt hao phí thời gian chạy xe:

$$L_T = \frac{T}{t_0} = T \cdot V_0 \text{ (km)} \quad (5.43)$$

trong đó: t_0 – hao phí thời gian chạy xe cho 1 km đường thẳng, bằng ($i = 0$) với mặt đường cấp cao, còn V_0 là tốc độ chạy xe cũng trong điều kiện như vậy; T – tổng thời gian chạy xe từ đầu đến cuối tuyến theo phương án tuyến đang xét (có thể lấy trung bình trị số hao phí thời gian đi và về). T được xác định thông qua biểu đồ vận tốc xe chạy dọc tuyến (vẽ với loại xe tính toán).

Cả hai chỉ tiêu chiều dài ảo L_Q và L_T đều có thể phản ánh được khá nhiều các ảnh hưởng của điều kiện đường đến hiệu quả khai thác vận tải ôtô. Do đó, trong trường hợp thiếu những số liệu cần thiết để tính toán so sánh chọn phương án theo phương pháp nói ở các mục 5.2 và 5.3 người ta có thể dùng L_Q và L_T làm các chỉ tiêu để đánh giá các phương án, cùng với các chỉ tiêu khác về mặt chất lượng sử dụng của tuyến, như đã nói ở điểm 9 mục 3.2. Lúc này phương án nào có L_Q và L_T nhỏ thì hiệu quả kinh tế trong khai thác vận tải ôtô sẽ có lợi hơn.

5.6. ĐÁNH GIÁ CÁC PHƯƠNG ÁN THIẾT KẾ ĐƯỜNG VỀ MỨC ĐỘ BẢO ĐÀM AN TOÀN GIAO THÔNG

Như đã nói ở điểm nhỏ e của điểm 3 mục 4.1, mức độ bảo đảm an toàn giao thông của từng đoạn tuyến có thể được đánh giá theo hai phương pháp: phương pháp dựa vào *hệ số tai nạn* của mỗi đoạn và phương pháp dựa vào *hệ số an toàn* của mỗi đoạn.

1. Phương pháp hệ số tai nạn

Phương pháp hệ số tai nạn được giáo sư V.F.Babkov (Liên Xô trước đây) đề xuất dựa trên cơ sở tổng kết các số liệu thống kê nhiều năm về tai nạn giao thông trên đường ở nhiều nước khác nhau. Theo phương pháp này, mức độ nguy hiểm của một đoạn đường được đặc trưng bằng *hệ số tai nạn tổng hợp* K_{tn} xác định bằng tích số của 14 hệ số tai nạn riêng biệt k_1, k_2, \dots, k_{14} đối với từng yếu tố tuyến có ảnh hưởng đến khả năng xảy ra tai nạn:

$$K_{tn} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \dots k_{14} \quad (5.44)$$

trong đó : $k_1, k_2, k_3, \dots, k_{14}$ – tỷ số giữa số tai nạn xảy ra trên một đoạn tuyến nào đó (có các yếu tố tuyến xác định) với số tai nạn xảy ra trên một đoạn tuyến chọn làm chuẩn (là đoạn tuyến thẳng, không có dốc, có bề rộng phần xe chạy 7,5m, lề rộng và có gia cố).

Các hệ số k_1, k_2, \dots, k_{14} xác định như sau:

– *Hệ số k_1 xét đến ảnh hưởng của lưu lượng xe chạy N (xe/ngày đêm):*

N(xe/ngày đêm)	500	2000	3000	5000	7000	> 9000
Hệ số k_1	0,40	0,50	0,75	1,00	1,40	1,70

– *Hệ số k_2 xét đến bề rộng phần xe chạy và cấu tạo lề:*

Bề rộng phần xe chạy (m)	4,5	5,5	6,0	7,5	$\geq 8,5$
k_2 (lề có gia cố)	2,20	1,50	1,35	1,00	0,80
k_2 (lề không gia cố)	4,00	2,75	2,50	1,50	1,00

(Khi lề không gia cố thì xe không dám chạy sát lề do đó xem như phần xe chạy bị thu hẹp)

– *Hệ số k_3 xét đến ảnh hưởng của bề rộng lề:*

Bề rộng lề đường (m)	0,5	1,5	2,0	3,0
Hệ số k_3	2,2	1,4	1,2	1,0

– *Hệ số k_4 xét đến ảnh hưởng của độ dốc dọc i:*

Độ dốc dọc i %	20	30	50	70	80
k_4 (không dài phân cách)	1,00	1,25	2,50	2,80	3,00
k_4 (có dài phân cách)	1,00	1,00	1,25	1,40	1,50

– *Hệ số k_5 xét đến bán kính đường cong trên bình đồ R:*

R (m)	≤ 50	100	150	200 – 300	400 – 600	1000 – 2000	> 2000
Hệ số k_5	10,00	5,40	4,00	2,25	1,60	1,25	1,00

– *Hệ số k_6 xét đến tầm nhìn thực tế có thể bảo đảm được trên đường (trên bình đồ hoặc trắc đạc):*

Tầm nhìn bảo đảm (m)	100	200	300	400	≥ 500
k_6 (trên bình đồ)	3,0	2,3	1,7	1,2	1,0
k_6 (trên trắc đạc)	4,0	2,9	2,0	1,4	1,0

– *Hệ số k₇* xét đến bề rộng phần xe chạy của cầu (through qua hiệu số chênh lệch giữa khổ cầu và bề rộng phần xe chạy trên đường, r):

Hiệu số r (m)	< 1,0	0,0	> 1,0	> 1,0
Hệ số k ₇	6,0	3,0	1,5	1,0

– *Hệ số k₈* xét đến ảnh hưởng của chiều dài đoạn thẳng:

Chiều dài đoạn thẳng (km)	3	5	10	15	20	≥ 25
k ₈	1,0	1,1	1,4	1,6	1,9	2,0

Đoạn thẳng càng dài càng nguy hiểm (xem mục 7.2).

– *Hệ số k₉* xét đến lưu lượng xe chạy (xe/ngày đêm) ở chỗ giao nhau cùng mức:

Lưu lượng xe	< 1000	1600 – 3500	3500 – 5000	5000 – 7000
k ₉	1,5	2,0	3,0	4,0

– *Hệ số k₁₀* xét đến ảnh hưởng của hình thức giao nhau khi có đường nhánh:

Giao nhau khác mức	$k_{10} = 0,35$
Giao nhau cùng mức nhưng lưu lượng xe trên đường cắt chiếm $\leq 10\%$ lưu lượng tổng cộng của cả hai đường	$k_{10} = 1,50$
Giao nhau cùng mức lưu lượng trên đường cắt chiếm 10 ~ 20%	$k_{10} = 3,00$
Giao nhau cùng mức, lưu lượng trên đường cắt chiếm > 20%	$k_{10} = 4,00$

– *Hệ số k₁₁* xét đến ảnh hưởng của tâm nhìn thực tế bảo đảm được tại chỗ giao nhau cùng mức có đường nhánh:

Tâm nhìn (m)	> 60	60 – 40	40 – 30	30 – 20	< 20
Hệ số k ₁₁	1,00	1,10	1,65	2,50	10,00

– *Hệ số k₁₂* xét đến số làn xe trên phần xe chạy:

Số làn xe	2	3	4	4 (có dải phân cách)
Hệ số k ₁₂	1,00	1,50	0,80	0,65

– *Hệ số k₁₃* xét đến ảnh hưởng của khoảng cách từ nhà cửa hai bên đến phần xe chạy:

Khoảng cách 15 ~ 20m, giữa có làn xe địa phương	$k_{13} = 2,50$
Khoảng cách 5 ~ 10m, giữa có vỉa hè	$k_{13} = 5,00$

Khoảng cách 5m, giữa không có làn xe địa phương nhưng có vỉa hè: $k_{13} = 7,50$

Khoảng cách 5m, giữa không có làn xe địa phương, không có vỉa hè: $k_{13} = 10,00$

– *Hệ số k₁₄* xét đến ảnh hưởng của hệ số bám φ của mặt đường và tình trạng mặt đường:

Hệ số φ	0,2 – 0,30	0,40	0,60	0,70	0,75
Tình trạng mặt đường	Trơn	Khô	Sạch	Nhám	Rất nhám
k_{14}	2,50	2,00	1,30	1,00	0,75

Ảnh hưởng của độ dốc siêu cao đến tai nạn giao thông có thể xét đến thông qua việc tính bán kính đường cong tương đương R_{td} theo công thức:

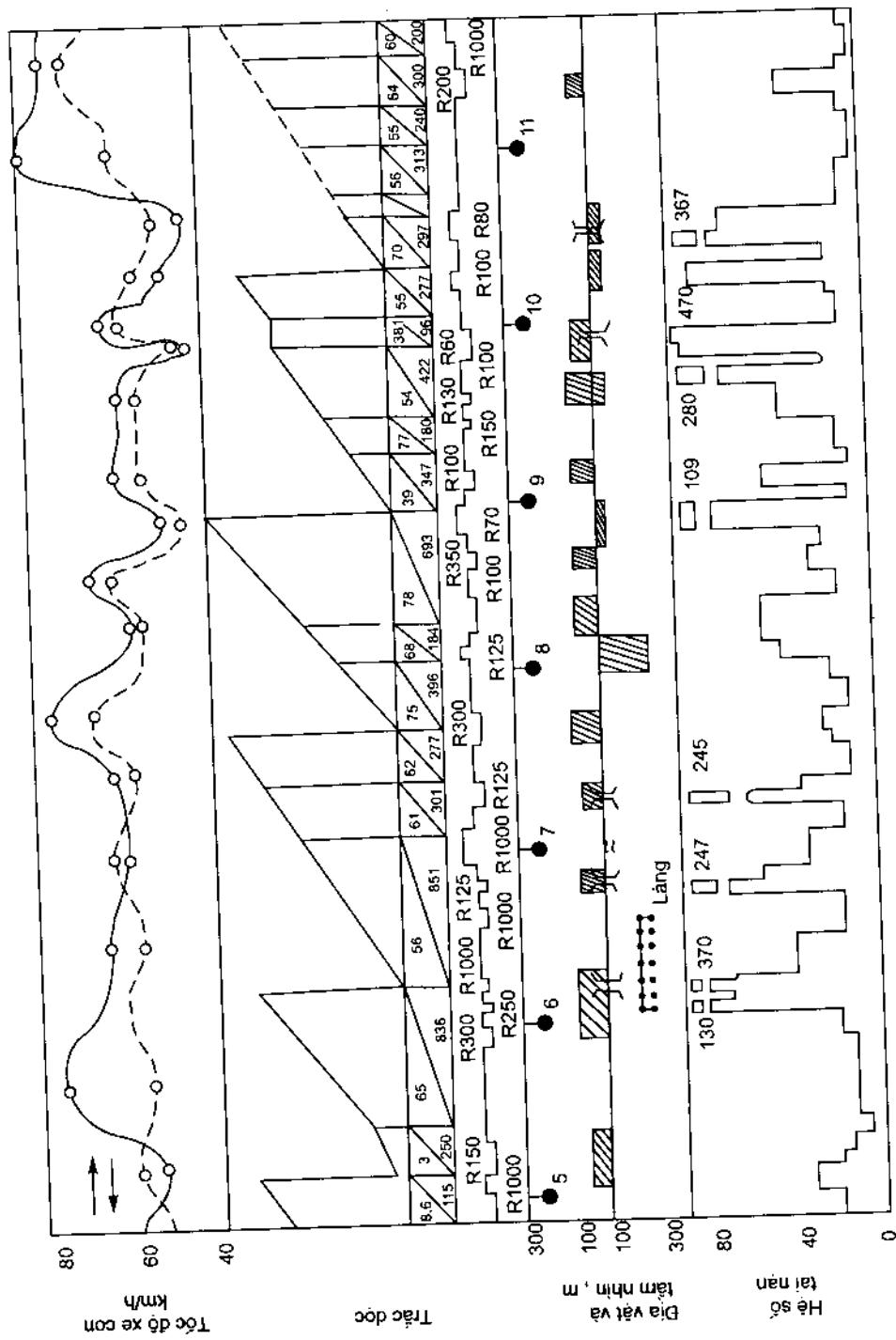
$$R_{td} = \frac{\varphi_R + i_R}{\varphi_{lc} + i_{lc}} R \quad (5.45)$$

trong đó: φ_R, i_R – hệ số bám ngang (tức là bằng hệ số lực ngang khi tính toán ổn định xe trên đường vòng) và độ dốc ngang trong đoạn đường vòng bán kính R đang xét; φ_{lc}, i_{lc} – hệ số bám ngang và độ dốc ngang của đoạn đường lân cận với đoạn đường vòng. Với R_{td} ta xác định được ảnh hưởng đến tai nạn giao thông của độ dốc ngang thông qua hệ số k_5 .

Ngoài các hệ số nói trên, trong các vùng có điều kiện địa lý thiên nhiên khác nhau, tập quán sử dụng đường giao thông khác nhau... cần nghiên cứu bổ sung thêm các hệ số cần thiết khác, ví dụ hệ số xét đến việc trồng cây hai bên lề đường, xét đến ảnh hưởng của tập quán giao thông hỗn hợp trên đường ôtô (gồm cả ôtô, xe máy, xe đạp, xe súc vật...), xét đến đặc điểm của vùng dân cư khác nhau (vùng công nghiệp, nông nghiệp...). Đối với điều kiện đường ở ta, vấn đề nghiên cứu bổ sung thêm các hệ số ảnh hưởng càng đặc biệt cần thiết, đồng thời cần nghiên cứu xem xét lại trị số của 14 hệ số nói trên cho phù hợp với thực tế Việt Nam.

Để đánh giá các phương án thiết kế đường (hoặc các đường hiện đang khai thác) về mức độ an toàn giao thông, người ta phân chia bình đồ và trắc dọc tuyến thành từng đoạn và lần lượt tính toán các hệ số tai nạn riêng biệt tương ứng. Kết quả lập được biểu đồ hệ số tai nạn dọc tuyến như ở hình 5 – 1.

Trên những tuyến hiện đang khai thác, nếu có số liệu (qua các cơ quan cảnh sát giao thông) về số tai nạn giao thông thực tế thì có thể ghi trên biểu đồ để tiện đối chiếu.



Hình 5.1. Ví dụ về biểu đồ hệ số tai nạn.

Ở những đoạn có hệ số tai nạn tổng hợp $K_{tn} \geq 15 \sim 20$ thì nên thiết kế lại để giảm hệ số này (tăng mức độ an toàn giao thông). Đối với các đường vùng đồng bằng và vùng đồi hiện có, nếu $K_{tn} \geq 25 \sim 40$ thì nên đặt vấn đề cải tạo lại các đoạn đó. (Các tiêu chuẩn này cũng cần phải xem xét khi áp dụng ở ta, nhất là đối với các đường vùng núi).

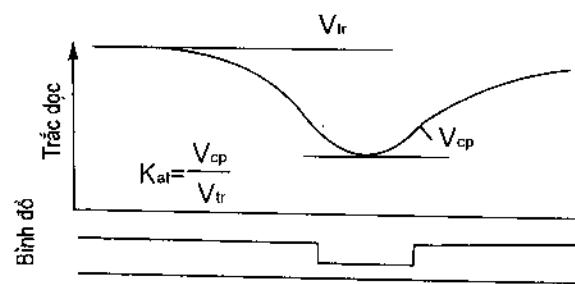
2. Phương pháp hệ số an toàn

Hệ số an toàn K_{at} của một đoạn tuyến được xác định bằng tỷ số giữa vận tốc xe có thể chạy được trên đoạn đang xét và vận tốc xe chạy của đoạn kế trước nó (Hình 5-2). Tỷ số này càng nhỏ thì chênh lệch vận tốc giữa 2 đoạn càng lớn và xác suất xảy ra tai nạn sẽ càng lớn.

Vận tốc xe chạy để tính toán hệ số an toàn là vận tốc xe chạy lý thuyết xác định theo phương pháp thông thường với *loại ôtô du lịch*. Có thể dùng chương trình máy tính lập sẵn để vẽ biểu đồ vận tốc xe chạy này. Vận tốc chạy xe ở các đoạn đường vòng trên bình đồ và trắc đọc được tính theo các công thức xác định bán kính tương ứng với trị số giới hạn về hệ số bám ngang để bảo đảm xe không bị lật. Ngoài ra, để xét tới trường hợp bất lợi nhất về an toàn (như trường hợp một số lái xe tay nghề yếu kém hoặc ý thức chấp hành luật lệ giao thông kém), khi vẽ biểu đồ vận tốc xe chạy để tính hệ số an toàn cần thực hiện một vài sửa đổi sau:

- Không xét tới những chỗ hạn chế vận tốc do yêu cầu về mặt tổ chức giao thông như ở các chỗ qua thị trấn, làng mạc, qua đường sắt, qua các chỗ giao nhau và các chỗ có đặt biển hạn chế tốc độ khác.

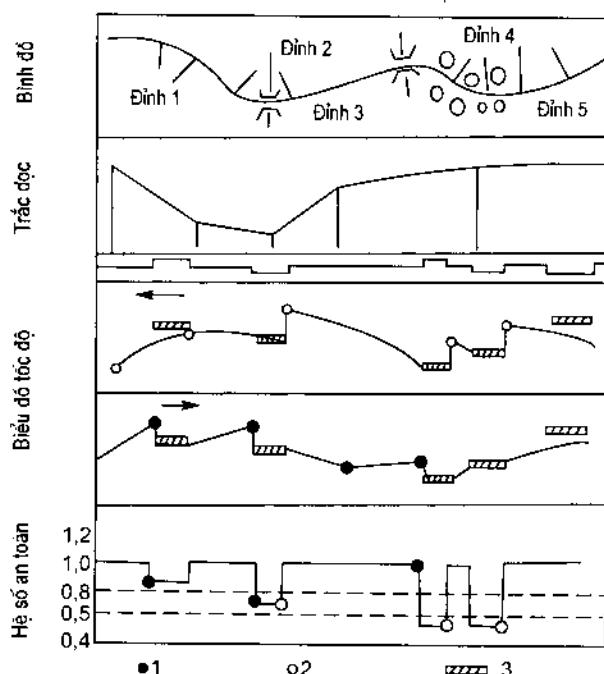
- Không xét tới các chỗ h้า phanh để giảm tốc trước khi vào các đoạn phải hạn chế vận tốc (đường cong bán kính nhỏ, cầu hẹp...). Chỉ cần xác định được



Hình 5-2. Sơ đồ xác định hệ số an toàn K_{at} :

V_{cp} – vận tốc cho phép ở đoạn đang xét;

V_{tr} – vận tốc xe chạy ở đoạn trước.



Hình 5-3. Ví dụ biểu đồ hệ số an toàn dọc tuyến:

1. hệ số theo chiều đi (sang phải);
2. hệ số theo chiều về;
3. vận tốc giới hạn ở đường vòng.

tốc độ tối đa ở cuối mỗi đoạn có thể đạt được (Hình 5–2) mà không cần xét tới điều kiện xe chạy ở các đoạn sau.

Biểu đồ vận tốc xe chạy thường lập cho cả hai chiều và tương ứng sẽ tính được biểu đồ hệ số an toàn khác nhau theo hai chiều. Nếu điều kiện xe chạy theo hai chiều rất khác nhau thì chỉ cần vẽ và tính biểu đồ hệ số an toàn cho chiều có tốc độ cao nhất. Kết quả tính hệ số an toàn được lập thành biểu đồ như ở hình 5–3.

Tiêu chuẩn đánh giá mức độ an toàn xe chạy theo hệ số an toàn như sau:

$K_{at} \leq 0,4$: rất nguy hiểm

$K_{at} = 0,4 - 0,6$: nguy hiểm

$K_{at} = 0,6 - 0,8$: ít nguy hiểm

$K_{at} > 0,8$: không nguy hiểm

Khi thiết kế đường mới, phải đảm bảo mọi đoạn tuyến có $K_{at} \geq 0,8$; với đồ án cải tạo và đại tu đường phải bảo đảm $K_{at} \geq 0,6$. Nếu không đạt thì phải thiết kế lại.

Đối với trường hợp tuyến đang khai thác, biểu đồ hệ số an toàn có thể được vẽ thông qua việc quan trắc vận tốc xe chạy thực tế trên các đoạn đường.

Vận tốc xe chạy thực tế có thể xác định theo các cách nói ở mục 2.7.

Khi so sánh các phương án về mức độ bảo đảm an toàn giao thông theo hệ số tai nạn tổng hợp hoặc hệ số an toàn cần đổi chiều tổng chiều dài các đoạn không đáp ứng yêu cầu theo các tiêu chuẩn nói trên và tổng chiều dài các đoạn đạt được mức độ an toàn khác nhau.

5.7. ĐÁNH GIÁ CÁC PHƯƠNG ÁN THIẾT KẾ ĐƯỜNG VỀ NĂNG LỰC THÔNG HÀNH VÀ MỨC ĐỘ GIAO THÔNG THUẬN TIỆN

1. Năng lực thông hành

Năng lực thông hành như đã biết, là số ôtô có thể thông qua một đoạn đường trong một đơn vị thời gian trên 1 làn xe (*xe/ngày đêm* hoặc *xe/giờ*). Năng lực thông hành phụ thuộc vào điều kiện đường, điều kiện thời tiết, vận tốc và thành phần dòng xe cũng như phụ thuộc vào đặc điểm về tổ chức giao thông. Do đó năng lực thông hành sẽ thay đổi khá nhiều đối với các đoạn đường khác nhau, trước hết vì điều kiện đường ở các đoạn khác nhau (yếu tố hình học khác nhau, điều kiện bảo đảm tầm nhìn khác nhau v.v...) dẫn đến vận tốc khác nhau. Nếu trên tuyến có một số đoạn năng lực thông xe thấp (ví dụ những chỗ qua điểm dân cư đông đúc, qua cầu hẹp, qua chỗ giao nhau cùng mức...) thì cũng có thể gây ra tình trạng ùn tắc xe, gây trở ngại cho giao thông trên toàn tuyến. Vì thế khi so sánh các phương án thiết kế cần phải tính toán được *năng lực thông hành* trên từng *đoạn* của mỗi phương án tuyến để

trước hết kiểm tra được mức độ đáp ứng nhiệm vụ thiết kế về mặt này và sau đó có thể đánh giá mức độ thuận lợi khi chạy xe đối với từng phương án.

Năng lực thông hành thường tính theo một loại xe (thường là xe con). Các xe khác tính đổi ra xe con theo hệ số tương đương. Kinh nghiệm thực tế cho thấy về năng lực thông hành thì trong điều kiện địa hình đồng bằng một xe tải loại nhẹ tương đương 1,5 xe con; xe tải vừa – 2,0; xe tải nặng – 2,5. Ở vùng đồi, các hệ số tương đương ấy sẽ tăng gấp 2 lần và trong điều kiện địa hình vùng núi sẽ tăng gấp 5 lần. Hệ số tương đương của xe đạp là 1/3 ~ 1/5; xe máy là 1/3, môtô là 1/2 (Tiêu chuẩn thiết kế đường ôtô TCVN 4054 – 1998 của nước ta đã quy định các hệ số này như sau: xe con – 1,0; xe tải 2 trục hoặc xe buýt dưới 25 chỗ – 2,0; xe tải 3 trục trở lên và xe buýt lớn – 2,5; xe kéo moóc và xe buýt kéo moóc – 3,0; xe đạp – 0,2; xe máy – 0,3).

Để tính toán *năng lực thông hành thực tế*, N_{tt}^i của mỗi đoạn đường có thể áp dụng phương pháp của tiến sĩ khoa học kỹ thuật V.V.Xilianov. Theo phương pháp này N_{tt}^i được xác định theo công thức sau:

$$N_{tt}^i = N_{max} \cdot \beta_1^i \cdot \beta_2^i \dots \beta_{13}^i \quad (xe/giờ) \quad (5.46)$$

trong đó: N_{max} – năng lực thông xe thực tế lớn nhất (*xe/giờ*) xác định theo phương pháp sẽ nói ở dưới đây trong điều kiện giao thông hỗn hợp (nhiều thành phần xe chạy) trên một đoạn đường thẳng, bằng, đường hai làn xe và điều kiện thời tiết thuận lợi; $\beta_1^i, \beta_2^i, \dots, \beta_{13}^i$ – các hệ số xét đến ảnh hưởng của những điều kiện đường khác nhau làm giảm năng lực thông xe so với điều kiện xác định N_{max} nói trên.

Với kết quả nghiên cứu quan trắc thực tế, V.V.Xilianov đề nghị dùng trị số của các hệ số nói trên như dưới đây (đối với đường hai làn xe):

– Hệ số β_1^i xét đến ảnh hưởng của bề rộng làn xe:

Bề rộng làn xe (m)	3,75	3,5	3,0
Hệ số β_1^i	1,00	0,97	0,85

– Hệ số β_2^i xét đến ảnh hưởng của khoảng cách d từ mép phần xe chạy đến vị trí các chướng ngại vật trên lề

Khoảng cách d (m)	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0
Hệ số β_2^i	1,00	0,99	0,95	0,90	0,83	0,78

– Hệ số β_3^i xét đến ảnh hưởng của tỷ lệ xe có kéo rơmoóc trong dòng xe:

Tỷ lệ xe có rơmoóc (%)	1	10	20	30
β_3^i (khi dòng xe gồm 20% xe con và xe tải vừa)	0,98	0,93	0,87	0,81

- Hệ số β_4^i xét đến ảnh hưởng của độ dốc dọc i %

i %	20	30	40	50	60
β_4^i (khi dốc dài 500m và có 10% xe kéo moóc)	0,92	0,91	0,83	0,75	0,64

- Hệ số β_5^i xét đến ảnh của tầm nhìn:

Tầm nhìn (m)	50	50 – 100	150 – 250	250 – 350
β_5^i	0,68	0,73	0,90	0,98

- Hệ số β_6^i xét ảnh hưởng của bán kính đường vòng trên bình đồ R :

R (m)	> 600	450 – 250	< 100
β_6^i	1,0	0,96	0,85

- Hệ số β_7^i và β_{13}^i xét đến ảnh hưởng của việc giảm vận tốc khi trông thấy biển báo giảm tốc độ hoặc khi tuyến qua vùng dân cư:

Vận tốc phải giảm tới (km/giờ)	60	50	30	20	10
Hệ số β_7^i và β_{13}^i	1,0	0,98	0,88	0,76	0,44

- Hệ số β_8^i xét đến ảnh hưởng do gặp một chỗ giao nhau cùng mức, tùy thuộc tỷ lệ ôtô rẽ trái tại đó (phản xe chạy rộng 7,0m):

Tỷ lệ ôtô rẽ trái (%)	0	20	40	60	80
Hệ số β_8^i khi :					
không có điều chỉnh giao thông	0,94	0,82	0,70	0,57	0,47
có đảo	0,98	0,96	0,91	0,84	0,84
có đảo và có làn chuyển tốc	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95

- Hệ số β_9^i xét đến ảnh hưởng của kiểu lề đường:

Kiểu lề đường	Gia cố đá dăm	Gia cố cỏ	Để trống, khô ráo
β_9^i	0,99	0,95	0,90

- Hệ số β_{10}^i xét đến ảnh hưởng của loại mặt đường:

Loại mặt đường	Cấp cao đủ nhám	Bêtông átfan	Rải đá
β_{10}^i	1,0	0,87	0,42

- Hệ số β_{11}^i xét đến ảnh hưởng của việc bố trí bến ôtô buýt hoặc chỗ dừng xe:

$$\text{Bố trí bến về một bên đường} \quad \beta_{11}^i = 1,0$$

$$\text{Bố trí bến không tách biệt với phần xe chạy} \quad \beta_{11}^i = 0,64$$

- Hệ số β_{12}^i xét đến ảnh hưởng của vạch phân làn:

$$\text{Có vạch phân làn tại tim đường} \quad \beta_{12}^i = 1,02$$

$$\text{Có làm thêm làn xe phụ khi lên dốc} \quad \beta_{12}^i = 1,30 - 1,50$$

Năng lực thông xe thực tế lớn nhất N_{max} chính là trị số năng lực thông xe lý thuyết nhưng đã có xét đến ảnh hưởng của lưu lượng xe chạy thực tế đến tốc độ trung bình của dòng xe (có nghĩa là có xét đến sự hình thành dòng xe với cơ cấu thành phần khác nhau trên thực tế).

Như đã biết, năng lực thông xe lý thuyết được xác định trên cơ sở giả thiết các xe trong dòng chạy với vận tốc như nhau và cách đều nhau một cự ly gọi là **khổ động học** d :

$$d = \frac{V}{3,6} + \frac{V^2(K_s - K_{tr})}{254(\varphi \pm i)} + l_o + l_k \quad (5.47)$$

trong đó: V – vận tốc dòng xe ($km/giờ$); K_s và K_{tr} – hệ số sử dụng phanh của ôtô đi sau và ôtô đi trước (xét đến tình trạng bộ phận phanh không còn tốt), các hệ số này có thể lấy là 1,2 với xe con và 1,3 – 1,4 với ôtô tải, ôtô buýt; φ – hệ số bám, khi tính toán năng lực thông hành thường lấy là 0,5 (điều kiện bình thường); i – độ dốc dọc của đoạn đường đang xét (lên dốc lấy dấu +, xuống dốc lấy dấu –); l_o – chiều dài ôtô tính toán (m); l_k – chiều dài an toàn (m) (sau khi ôtô đi sau h้าm đứng lại còn cách ôtô đi trước một cự ly l_k); $l_o + l_k$ thường lấy từ 5 ~ 10m.

Trong (5.47) số hạng đầu $V/3,6$ là cự ly tương ứng với thời gian phản ứng tâm lý (là 1 sec) đối với người lái xe sau (để nhận biết xe trước đang h้าm lại); số hạng thứ hai là hiệu số giữa chiều dài h้าm dừng lại của xe đi sau và xe đi trước.

Trị số d theo (5.47) sẽ lớn nhất trong trường hợp xe đi trước bị đỗ hoặc tai nạn bất ngờ không kịp h้าm và dừng lại đột ngột lúc đó:

$$d = \frac{V}{3,6} + \frac{K_s V^2}{254(\varphi \pm i)} + l_o + l_k \quad (5.48)$$

Ngược lại, d sẽ nhỏ nhất khi xe đi trước và xe đi sau cùng gặp tình huống như nhau và tình trạng thiết bị phanh như nhau ($K_s = K_{tr}$):

$$d = \frac{V}{3,6} + l_o + l_k \quad (5.49)$$

Năng lực thông hành lý tuyết N_{lt} trên 1 làn xe được xác định theo công thức:

$$N_{lt} = \frac{1000 \cdot V}{d} \text{ (xe/giờ)} \quad (5.50)$$

trong đó : d được xác định theo (5.48) hoặc (5.49). Nếu d tính theo (5.49) thì trị số N_{lt} sẽ lớn và N_{lt} càng lớn khi V càng lớn. Nếu d tính theo (5.48) thì năng lực thông xe sẽ có một trị số cực đại tương ứng với $V = 20 \div 40 \text{ km/giờ}$ (Hình 5 – 4)

Qua các công thức xác định N_{lt} và hình 5–4 ta thấy rõ sự phụ thuộc chặt chẽ của năng lực thông hành vào các điều kiện đường.

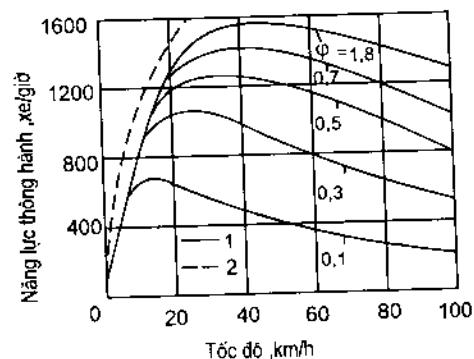
Trong điều kiện thực tế khai thác đường với cơ cấu nhiều thành phần, xe chạy trong dòng xe sẽ có vận tốc khác nhau. Những xe chạy chậm cản trở các xe chạy nhanh, xe nhanh phải vượt xe chậm để cố giữ vận tốc của mình. Khi lưu lượng xe chạy trên đường càng tăng thì khả năng vượt xe càng bị hạn chế, và do đó vận tốc chung (hoặc vận tốc trung bình) của dòng xe giảm. Theo số liệu của “Hiệp hội những người làm đường nước Mỹ” (AASHTO) thì ảnh hưởng của lưu lượng xe chạy N (xe/giờ) tới vận tốc trung bình của dòng xe V_{tb} (km/giờ) được miêu tả theo quan hệ thực tế quan trắc thu được như ở hình 5 – 5.

Quan hệ thực nghiệm nói trên thường cũng được miêu tả theo quy luật bậc nhất với đường hai làn xe:

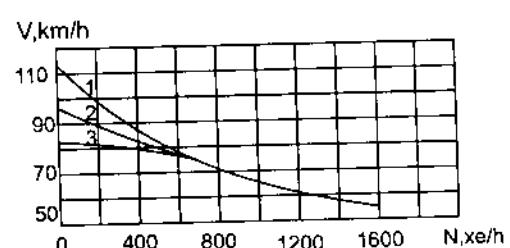
$$V_{tb} = V_0 - \alpha N \text{ (km/giờ)} \quad (5.51)$$

trong đó: V_0 – tốc độ chạy xe của một ôtô đơn độc chạy tự do trên đường (km/giờ), phụ thuộc vào điều kiện đường và khi tính toán được xác định cho từng đoạn tuyến theo đồ thị vận tốc xe chạy lý thuyết dọc tuyến; N – lưu lượng xe thực tế theo cả hai hướng (xe/giờ); α – hệ số giảm tốc độ tùy thuộc cơ cấu dòng xe.

Theo V.V.Xilianov, trong điều kiện ở Liên Xô trước đây $\alpha = 0,016$ khi cơ cấu dòng xe gồm 20% xe con; $\alpha = 0,012$ khi xe con chiếm 50%; và $\alpha = 0,008$ khi xe con chiếm 80%.



Hình 5–4. Năng lực thông hành lý tuyết của một làn xe (tùy theo hệ số bám ϕ):
1. nếu tính theo (5.50) và (5.48); 2. nếu tính theo (5.50) và (5.49) ($l_o = 3\text{m}$; $l_k = 5,0\text{m}$).



Hình 5–5. Quan hệ giữa vận tốc trung bình của dòng xe trên thực tế với lưu lượng xe:
1. khi vận tốc thiết kế là 112 (km/giờ); 2. vận tốc thiết kế 96 (km/giờ); 3. vận tốc thiết kế 80 (km/giờ).

Năng lực thông hành thực tế lớn nhất N_{max} sẽ được xác định bằng cách thay V trong công thức (5.50) và (5.49) bằng trị số V_{tb} ở (5.51):

$$N_{max} = \frac{1000V_{tb}}{\frac{V_{tb}}{3,6} + l_o + l_k} \quad (5.52)$$

Sở dĩ dùng khái niệm học d theo (5.49) là vì trong trường hợp này sẽ cho ta trị số N_{lt} lớn nhất tương ứng với điều kiện chạy xe có tổ chức tốt. (Lúc này xem dòng xe có các tốc độ khác nhau như một dòng xe gồm các xe chạy với vận tốc đều bằng V_{tb}).

Vì $V_{tb} = f(N)$ do đó để tìm N_{max} tốt nhất là ta dùng phương pháp đồ thị để giải phương trình (5.58) như ở hình 5-6.

Như vậy, trị số N_{max} phản ảnh được ảnh hưởng của điều kiện đường thông qua trị số vận tốc xe chạy tự do V_o và ảnh hưởng của các yếu tố hình thành dòng xe. Mỗi đoạn đường có trị số V_o khác nhau sẽ có năng lực thông hành thực tế lớn nhất tương ứng khác nhau như miêu tả trên hình 5 - 6. Do đó khi xác định N_{max} để tính toán năng lực thông hành N_{lt} theo công thức (5.46) thì V_o lúc này cần phải xác định theo điều kiện chuẩn đã nói (đường, thẳng, băng, hai làn xe, điều kiện thời tiết thuận lợi, cơ cấu dòng xe đã biết).

Theo "Tiêu chuẩn thiết kế đường ôtô TCVN 4054 – 98" của nước ta thì trị số năng lực thông hành thực tế lớn nhất N_{max} được lấy như sau:

– Khi có phân cách xe chạy trái chiều và phân cách ôtô với xe thô sơ:

$$N_{max} = 1800 \text{ xe}qd/h/làn (\text{xe}qd: xe con quy đổi);$$

– Khi có phân cách xe chạy trái chiều và không có phân cách ôtô với xe thô sơ:

$$N_{max} = 1500 \text{ xe}qd/h/làn;$$

– Khi không có phân cách trái chiều và ôtô chạy chung với xe thô sơ:

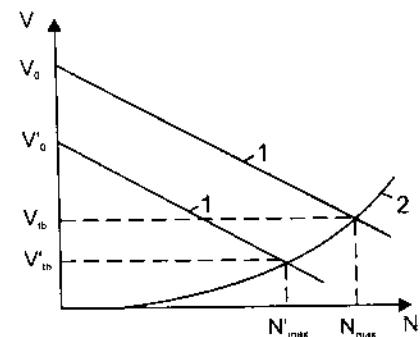
$$N_{max} = 1000 \text{ xe}qd/h/làn;$$

Theo "Tiêu chuẩn thiết kế đường cao tốc TCVN 5729 – 1997" thì đối với đường cao tốc $N_{max} = 2000 \text{ xe}/h/làn;$

Ở Mỹ, đối với đường nhiều làn xe (bao gồm cả đường cao tốc), $N_{max} = 2000 \text{ xe}/h/làn$. Trị số này được xác định tương ứng với các điều kiện chuẩn sau:

– Mỗi làn xe rộng 3,65m (12ft), lề đủ rộng, khoảng lưu không bên cạnh đường rộng từ 1,83m trở lên ($\geq 6ft$);

– Bảo đảm đủ tầm nhìn dừng xe;



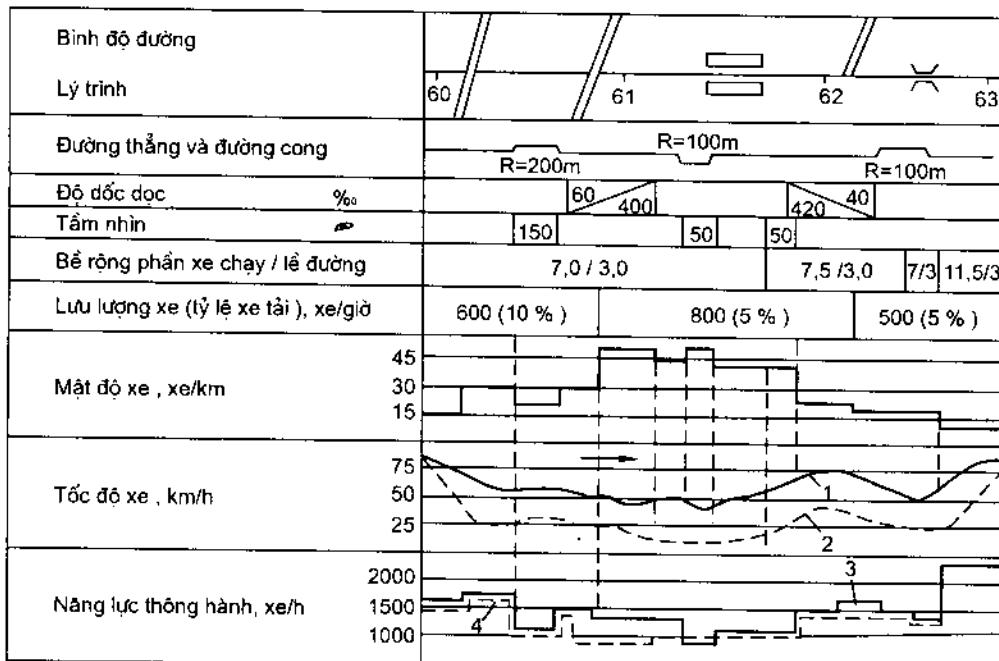
Hình 5-6. Xác định năng lực thông xe thực tế lớn nhất bằng phương pháp đồ thị:

1. đường biểu diễn quan hệ (5.51); 2. đường biểu diễn quan hệ (5.52); V_o, V'_o – vận tốc xe chạy tự do ở các đoạn đường khác nhau;

N_{max}, N'_max – năng lực thông xe thực tế lớn nhất tương ứng xác định được.

- Không có xe tải và không bị hạn chế tầm nhìn vượt xe;
- Trên đoạn đường thẳng, bằng (không có dốc);

Cũng có thể ứng dụng phương pháp đô thị như ở hình 5 – 6 để xác định năng lực thông hành thực tế lớn nhất cho các đoạn có điều kiện đường khác nhau trên toàn tuyến. Lúc này căn cứ vào đô thị vận tốc xe chạy để xác định trị số V_0 cho từng đoạn, theo hình 5–6 xác định ra các trị số N_{it}^i tương ứng. Hình 5–7 là một ví dụ xác định năng lực thông hành dọc tuyến theo phương pháp này.



Hình 5–7. Đô thị năng lực thông hành dọc tuyến: 1. vận tốc xe chạy tự do; 2. vận tốc trung bình dòng xe; 3. năng lực thông hành khi có vạch phân làn; 4. như trên, khi không có vạch phân làn.

Dựa vào đô thị năng lực thông hành dọc tuyến của mỗi phương án ta có thể đánh giá, so sánh và chọn phương án nào có năng lực thông hành lớn hoặc chiều dài các đoạn có năng lực thông hành nhỏ là ngắn. Chú ý rằng chỉ cần một đôi chỗ có năng lực thông hành nhỏ cũng có thể ảnh hưởng đến tình trạng giao thông trên toàn tuyến.

2. Mức độ giao thông thuận tiện

Mức độ giao thông thuận tiện, ở Mỹ và nhiều nước khác còn gọi là *mức phục vụ* (Level of Service) được đặc trưng bằng 3 chỉ tiêu dưới đây:

a) Hệ số sử dụng năng lực thông hành Z

- Khi đánh giá một đoạn đường đang khai thác, Z được xác định như sau :

$$Z = \frac{N}{N_{it}^i} \quad (5.53)$$

trong đó: N – lưu lượng xe thực tế chạy trên đoạn i, tại thời điểm đánh giá mức độ thuận tiện; N_{th}^i – năng lực thông hành thực tế của đoạn đường i, xác định theo quan hệ (5.46).

– Khi đánh giá một dự án thiết kế đường hoặc khi chọn mức phục vụ thiết kế thì:

$$Z = \frac{N_{th}}{N_{max}} \quad \text{hoặc} \quad Z = \frac{v}{c} \quad (5.54)$$

trong đó: N_{th} – lưu lượng xe thiết kế; N_{max} năng lực thông hành thực tế lớn nhất trong điều kiện chuẩn được xác định theo (5.52) hoặc theo các tiêu chuẩn đã nói ở trên. (v – volume; c – capacity);

Rõ ràng là khi Z lớn thì mật độ xe chạy trên đường (số xe/km đường) sẽ càng lớn (đường càng đầy xe), sự cản trở lẫn nhau khi chạy xe sẽ càng lớn và mức độ giao thông thuận tiện sẽ giảm đi. Ngược lại, khi Z nhỏ thì giao thông càng thuận tiện.

b) *Tốc độ hành trình trung bình V_{tb}* (Average Travel Speed) hoặc *hệ số tốc độ v*:

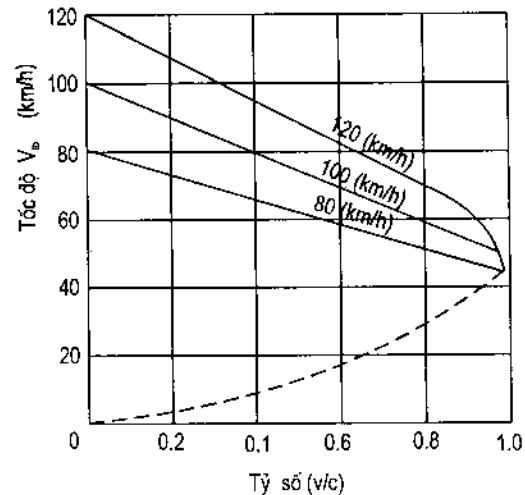
$$v = \frac{V_{tb}}{V_0} \quad (5.55)$$

trong đó: V_0 , V_{tb} cũng có ý nghĩa như ở công thức (5.51); V_{tb} cũng có thể được xác định bằng giá trị trung bình tốc độ hành trình của tất cả các xe qua đoạn đường đó.

c) *Tỷ lệ thời gian xe chạy bị cản trở* (Percent Time Delay). Đó là tỷ lệ phần trăm trung bình thời gian của tất cả các xe bị cản trở trong khi chạy theo nhóm do không có khả năng vượt nhau.

Chỉ tiêu này thực tế rất khó xác định, do vậy trên thực tế (nhất là đối với các phương án thiết kế) việc đánh giá mức độ phục vụ hoặc mức độ giao thông thuận tiện chủ yếu là theo hai chỉ tiêu Z và V_{tb} . Hơn nữa, trong nhiều trường hợp (như trường hợp đường cao tốc, việc chạy xe không bị ảnh hưởng của các phương tiện khác ngoài ôtô) thì trị số V_{tb} còn phụ thuộc rõ rệt vào Z như miêu tả ở hình 5-8, và như vậy, có thể nói hệ số Z là chỉ tiêu chính để đánh giá mức độ giao thông thuận tiện và để phân loại mức phục vụ.

Dựa vào các chỉ tiêu nói trên, Hiệp hội AASHTO đã đánh giá chất lượng phục



Hình 5-8. Quan hệ $V_{tb} = f\left(\frac{v}{c}\right) = Z$ đối với đường cao tốc các cấp 120, 100 và 80 (theo nghiên cứu của AASHTO – Mỹ).

vụ (mức độ giao thông thuận tiện) và hiệu quả khai thác đường về mặt kinh tế theo 6 mức khác nhau (mức A, B, C, D, E, F) như ở Bảng 5 – 8. Ý nghĩa, tình trạng dòng xe và điều kiện chạy xe tương ứng với mỗi mức này được miêu tả như dưới đây.

Bảng 5-8

**Các đặc trưng mức phục vụ được cụ thể hóa cho từng loại đường
(theo AASHTO)**

Mức phục vụ	Đường có khống chế chở nhập (kể cả đường cao tốc)	Đường nhiều làn ngoài đô thị không khống chế chở nhập	Đường hai làn xe	Đường trực chính đô thị và ngoại ô
A	$V_{tb} \geq 60 \text{ dặm/giờ}$; lưu lượng xe chạy N (hoặc lưu lượng thiết kế N_{tk}) khoảng 700 xe con/giờ.làn	$V_{tb} \geq 57 \text{ dặm/giờ}$; $N \neq 700 \text{ xe con/giờ.làn}$. (tức hệ số $\frac{v}{c} \approx 36\%$)	$V_{tb} \geq 60 \text{ dặm/giờ}$; $N = 420 \text{ xe con/giờ.2 làn}$	$v \approx 90\%$; thời gian dừng xe ở chở giao có đèn điều khiển là ít nhất
B	$V_{tb} \geq 57 \text{ dặm/giờ}$; $N \leq 1100 \text{ xe con/giờ.làn}$ (tức hệ số $\frac{v}{c} \approx 0,55$)	$V_{tb} = 53 \text{ dặm/giờ}$; $N \neq 1100 \text{ xe con/giờ.làn}$ (tức $\frac{v}{c} \neq 0,54$)	$V_{tb} \geq 55 \text{ dặm/giờ}$; $N = 750 \text{ xe con/giờ.2 làn}$ (tức $\frac{v}{c}$ đạt 0,27)	$v \approx 70\%$; thời gian dừng xe không đến mức vô lý.
C	$V_{tb} \approx 54 \text{ dặm/giờ}$; N đạt tối 1550 xe con/giờ.làn (tức hệ số $\frac{v}{c} = 0,77$)	$V_{tb} = 50 \text{ dặm/giờ}$; $N \neq 1400 \text{ xe con/giờ.làn}$ (tức $\frac{v}{c} \neq 0,71$)	$V_{tb} \approx 52 \text{ dặm/giờ}$; $N = 1200 \text{ xe con/giờ.2 làn}$ (tức $\frac{v}{c} = 0,43$)	$v \approx 50\%$; xếp hàng dài hơn khi có đèn đỏ. Lái xe cẩn thận.
D	$V_{tb} \approx 46 \text{ dặm/giờ}$; N đạt tối 1850 xe con/giờ.làn (tức hệ số $\frac{v}{c} = 0,93$)	$V_{tb} \approx 40 \text{ dặm/giờ}$; $N = 1750 \text{ xe con/giờ.làn}$ (tức $\frac{v}{c} = 0,87$)	$V_{tb} \approx 50 \text{ dặm/giờ}$; $N = 1800 \text{ xe con/giờ.2 làn}$ (tức $\frac{v}{c} = 0,64$)	$v = 40\%$; chậm trễ ở chở giao nhau tăng lên.
E	$V_{tb} = 30 \sim 35 \text{ dặm/giờ}$; $N = 2000 \text{ xe con/giờ.làn}$ (tức hệ số $\frac{v}{c} = 1,0$). Bất cứ sự cố nào cũng làm rối loạn dòng xe.	$V_{tb} \approx 30 \text{ dặm/giờ}$; $N = 2000 \text{ xe con/giờ.làn}$ (tức $\frac{v}{c} = 1,0$)	$V_{tb} \approx 45 \text{ dặm/giờ}$; $N = 2800 \text{ xe con/2 làn.giờ}$ (tức $\frac{v}{c} = 1,0$)	$v = 33\%$; xe bị đón liên tục tại hai đầu vào nút giao nhau.
F	$V_{tb} < 30 \text{ dặm/giờ}$ và tối 0 (dừng xe, chuyển động xen kẽ). Đường cao tốc như một chở chứa xe.	$V_{tb} < 30 \text{ dặm/giờ}$. Tắc xe	$V_{tb} < 45 \text{ dặm/giờ}$. Dòng xe bị đón ép, tắc nghẽn	$v = 25 \sim 33\%$; xe chờ đợi lâu tại các nút giao có đèn điều khiển

Ghi chú:

1. Các đặc trưng cụ thể của mức phục vụ đều tương ứng với đường trong các điều kiện lý tưởng, tức là trong điều kiện chuẩn đã nói ở cuối điểm 1 mục 5.7; 1 dặm = 1,60934 km.
2. Khống chế chở nhập (tức là ra vào tuyến thông qua các nút giao khác mức với các đoạn tăng, giảm tốc để không ảnh hưởng đến dòng xe chính và không cần trở lăn nhau).
3. Đối với đường có khống chế chở nhập và đường nhiều làn xe ngoài đô thị, năng lực thông hành thực tế lớn nhất (trong điều kiện, lý tưởng) được xác định bằng 2000 xe/giờ.làn; đối với đường 2 làn được xác định bằng 2800 xe/giờ.2 làn đường ít hiệu quả. Tóm lại, dòng xe vẫn còn tương đối tự do nhưng tốc độ bắt đầu có phần hạn chế.

Mức phục vụ A là mức có chất lượng phục vụ cao nhất. Lái xe có thể điều khiển xe chạy với tốc độ mong muốn và với tâm lý thoải mái. Xe chạy tự do, yêu cầu vượt xe thấp hơn khả năng cho vượt rất nhiều. Kinh tế đường không có hiệu quả (đầu tư vốn kém trong khi ít xe chạy).

Tóm lại, ứng với mức này dòng xe là tự do, lưu lượng ít và tốc độ cao.

Mức B: Trên đường có sự hình thành nhóm 3 – 4 xe. Yêu cầu vượt xe tương đương với khả năng cho vượt ; xe chạy có phần bị gò bó. Kinh tế đường ít hiệu quả. Tóm lại dòng xe vẫn còn tương đối tự do nhưng tốc độ bắt đầu có phần hạn chế.

Mức C: Trên đường xuất hiện các nhóm xe nối đuôi nhau. Khả năng vượt xe bị giảm đáng kể. Tâm lý lái xe căng thẳng và bị hạn chế trong việc lựa chọn tốc độ riêng cho mình. Dòng xe ổn định, kinh tế đường có hiệu quả.

Mức D: Hình thành các nhóm xe với quy mô trung bình 5 ~ 10 xe. Việc vượt xe trở nên vô cùng khó khăn. Dòng xe tiếp cận trạng thái không ổn định. Lái xe có ít khả năng tự do vận hành, tâm lý căng thẳng. Kinh tế đường còn hiệu quả.

Mức E: Hình thành các nhóm xe kéo dài. Thực sự không có khả năng vượt, lưu lượng xe đạt tới trị số năng lực thông hành thực tế lớn nhất. Dòng xe không ổn định (có thể bị dừng xe trong thời gian ngắn). Kinh tế đường không hiệu quả (chi phí vận doanh quá lớn).

Mức F: Dòng xe bão hòa, lưu lượng xe chạy vượt quá năng lực cho phép. Dòng xe cưỡng bức, dễ bị ùn tắc. Kinh tế đường không hiệu quả.

Tóm lại mức độ giao thông thuận tiện sẽ giảm dần từ mức A xuống mức F. Ở các mức từ C trở xuống, người lái xe càng vất vả, căng thẳng hơn và người đi xe cũng mệt mỏi, khó chịu hơn, hiệu quả sử dụng phương tiện vận tải kém hơn, lượng tiêu hao nhiên liệu tăng lên. Do vậy, đối với các đường hiện đang khai thác, không nên để xảy ra tình trạng giao thông ở mức E (tức là $Z = 0,9 \div 10$ và $v \leq 0,33$); lúc này cần áp dụng các giải pháp cải thiện điều kiện đường và tổ chức lại giao thông. Đối với các dự án thiết kế, nâng cấp cải tạo đường thì cần bảo đảm ở cuối thời kỳ tính toán, đường chỉ được ở vào mức C hoặc D.

Ở Mỹ AASHTO hướng dẫn chọn mức phục vụ như ở Bảng 5 – 9 dưới đây

Bảng 5-9

Hướng dẫn lựa chọn mức phục vụ thiết kế
(theo AASHTO)

Loại đường	Loại khu vực và mức phục vụ thích hợp			
	Ngoài đô thị – đồng bằng	Ngoài đô thị – đồi nhấp nhô	Ngoài đô thị – vùng núi	Đô thị và ngoại ô
Cao tốc (Freeway)	B	B	C	C
Đường chính (Arterial)	B	B	C	C
Đường thu gom (Collector)	C	C	D	D
Đường địa phương (Local)	D	D	D	D

Chú ý rằng, chọn mức phục vụ thiết kế là một vấn đề cần cân nhắc theo quan điểm kinh tế – kỹ thuật. Ví dụ chọn mức B, C ở cuối thời kỳ tính toán sẽ dẫn đến yêu cầu đầu tư ban đầu lớn. Do vậy, ngay ở một số nước Đông Nam Á người ta cũng đã lựa chọn mức phục vụ thấp hơn và hệ số Z thiết kế cao hơn so với khuyến nghị nói trên của AASHTO. Bảng 5 – 10 và 5 – 11 là khuyến nghị chọn mức phục vụ và hệ số Z theo hướng dẫn của Cục Đường bộ Malaisia

Bảng 5-10

Chọn mức phục vụ và hệ số Z thiết kế đối với đường ngoài đô thị (Malaisia)

Loại đường	Mức phục vụ	Hệ số Z = $\frac{v}{c}$
Đường cao tốc các loại	C	0,7 ~ 0,8
Đường chính yếu	D	0,8 ~ 0,9
Đường thứ yếu	D	0,8 ~ 0,9
Đường nhánh	E	0,90 ~ 1,0

Bảng 5-11

Chọn mức phục vụ và hệ số Z thiết kế đối với đường đô thị (Malaisia)

Loại đường	Mức phục vụ	Hệ số Z = $\frac{v}{c}$
Đường cao tốc	C	0,7 ~ 0,8
Đường trục chính	C	0,7 ~ 0,8
Đường thu gom	D	0,8 ~ 0,9
Đường phố	E	0,9 ~ 1,0

CHƯƠNG 6

PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ BÌNH ĐỒ, TRẮC DỌC VÀ TRẮC NGANG

6.1. ĐƯỜNG DẪN HƯỚNG TUYẾN, PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ BÌNH ĐỒ TUYẾN VÀ LẬP SƠ ĐỒ MẠNG LƯỚI ĐƯỜNG ÔTÔ

Khi khảo sát thiết kế sơ bộ (định tuyến), việc thiết kế bình đồ, dù tiến hành trên bình đồ hoặc trên thực địa là một quá trình không thể tách rời việc thiết kế các yếu tố khác của đường (trắc dọc, trắc ngang, nền và công trình), đồng thời đó cũng là một quá trình liên tục phân tích kinh tế kỹ thuật để đi tới một phương án tuyến cuối cùng được công nhận là hợp lý nhất.

Để tạo thuận lợi cho quá trình phân tích kinh tế kỹ thuật đó, việc thiết kế bình đồ nên bắt đầu bằng cách xác định các đường dẫn hướng tuyến trên từng đoạn (theo từng phương án khác nhau) giữa các điểm khống chế hoặc điểm tựa. Đường dẫn hướng tuyến là một đường sườn do người thiết kế vạch ra xuất phát từ các đặc điểm tự nhiên và kinh tế trong vùng khảo sát theo một điều kiện, một quan điểm hoặc một yêu cầu nào đó để dựa vào đây mà thiết kế các yếu tố bình đồ. Mỗi đường dẫn hướng tuyến sẽ gắn liền với một điều kiện, một quan điểm hoặc một yêu cầu thiết kế cụ thể về kinh tế hoặc kỹ thuật; và nếu như tuyến đường trên bình đồ được thiết kế bám sát một đường dẫn hướng nào đó nó sẽ đáp ứng hoặc thỏa mãn nhất đối với các điều kiện, quan điểm hay các yêu cầu ấy.

Tùy theo địa hình và lối đi tuyến khác nhau, đường dẫn hướng tuyến có thể xác định theo những điều kiện hoặc yêu cầu khách quan (và cả chủ quan) khác nhau.

Ngoài ra, như đã nói ở điểm 1 mục 2.3, có thể đặt ra các bài toán chọn đường dẫn hướng tuyến đáp ứng tốt nhất yêu cầu liên hệ vận chuyển giữa một số các điểm kinh tế để lập ra sơ đồ mạng lưới đường thiết kế. Đối với các trường hợp tuyến đường qua điểm khống chế là những thành phố, thị trấn tập trung dân cư hay điểm khống chế là các vị trí vượt sông, thì đường dẫn hướng tuyến cũng có thể xác định theo những quan điểm khác nhau. Trong mục này, ta sẽ lần lượt phân tích cách xác định đường dẫn hướng tuyến đối với các trường hợp khác nhau.

Như vậy, sau khi định được đường dẫn hướng tuyến cho mỗi phương án, việc thiết kế bình đồ sẽ là tiến hành định tuyến (trên bản đồ) sao cho sát nhất với đường dẫn hướng tuyến, nhưng đồng thời bảo đảm được các tiêu chuẩn kỹ thuật khác đối với các yếu tố bình

đồ (như vè bán kính cong, vè bố trí đoạn nối đường vòng, vè tương quan và nối tiếp giữa các đường vòng kế tiếp, vè bảo đảm tam nhìn...), và bảo đảm tốt các yêu cầu phối hợp giữa các yếu tố bình đồ, trắc dọc, trắc ngang, yêu cầu phối hợp không gian các yếu tố tuyến cũng như yêu cầu phối hợp quang cảnh và giữ gìn môi trường hai bên tuyến.

1. Đường dẫn hướng tuyến và các lối đi tuyến tùy thuộc điều kiện địa hình

Như đã biết, nhân tố địa hình có ảnh hưởng rất lớn đến việc bố trí và thiết kế tuyến đường ôtô. Để đề xuất các phương án tuyến và vạch các đường dẫn hướng tuyến tương ứng, trước hết người thiết kế nên phân tích xem xét mối quan hệ giữa vị trí các điểm khống chế với địa hình và đặc trưng địa hình.

Thông thường có hai trường hợp:

1. Vị trí hai điểm khống chế phải thiết kế tuyến nằm dọc một bên theo hướng của đường phân thủy hoặc đường tụ thủy (dọc theo thung lũng sông, suối) của địa hình;
2. Vị trí hai điểm khống chế nằm ở hai bên đường phân thủy hoặc đường tụ thủy.

Trong trường hợp thứ nhất có thể hình thành các lối đi tuyến và đường dẫn hướng tuyến dưới đây:

– Tuyến thiết kế có thể đi theo thung lũng và đặt trên các thềm sông, suối. Lối đi tuyến này gọi là lối đi thung lũng và có thể dựa vào dòng sông, suối đi gần các điểm khống chế để vạch đường dẫn hướng tuyến (Hình 6 – 1). Đường dẫn hướng tuyến lúc này có thể có đoạn đi gần hoặc đi xa dòng sông và nên vạch với quan điểm và yêu cầu như sau: bảo đảm đặt tuyến trên mức nước ngập (do dòng sông gây ra đối với thung lũng); tránh được các đầm lầy ven sông; tránh khỏi bị phá hoại do sự xói lở của dòng nước; tránh cho tuyến khỏi bị uốn lượn quanh co quá nhiều theo dòng sông. Nói một cách khác, đường dẫn hướng tuyến nên đi vào các thềm sông địa chất ổn định, rộng, thẳng và không bị ngập. Ngoài ra, lối đi tuyến thung lũng thường phải làm nhiều cầu, cống vì bắt buộc phải cắt qua các dòng suối nhánh, do đó khi vạch đường dẫn hướng tuyến cũng nên xét đến điều kiện về vị trí và khẩu độ công trình vượt suối nhánh.

– Tuyến thiết kế có thể bám theo đường phân thủy (lối đi đường phân thủy). Lối đi tuyến này có ưu điểm nổi bật là ít phải làm công trình cầu cống và lợi về điều kiện thoát nước. Tuy nhiên, đường dẫn hướng tuyến chỉ nên đi trùng với đường phân thủy ở các đoạn đỉnh núi không bị phong hóa, địa chất ổn định, phẳng, thẳng và ít lồi lõm, đồng thời nên đi tránh xuống dưới sườn ở các đoạn đỉnh núi lên xuống răng cưa quá nhiều.

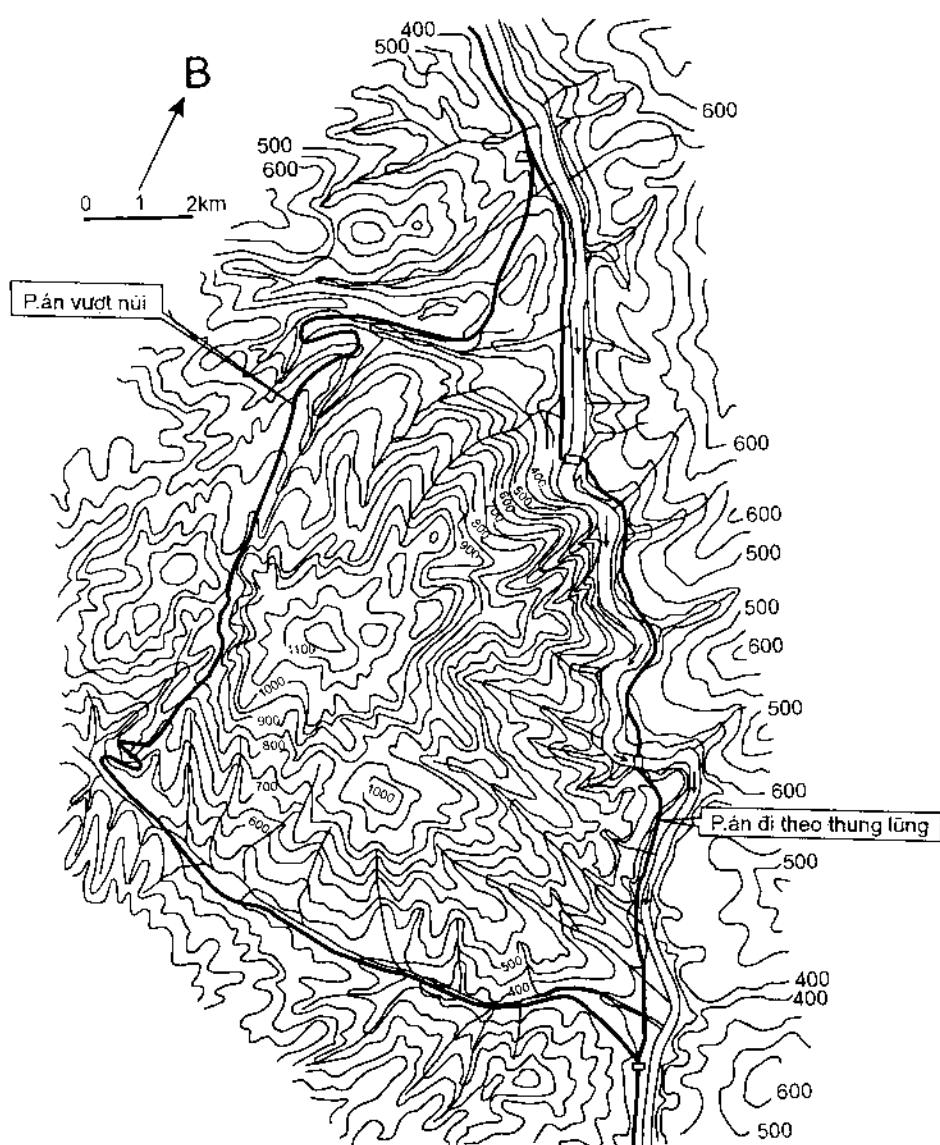
– Tuyến thiết kế đi trên lưng chừng sườn núi (trong phạm vi giữa đường phân thủy và tụ thủy), trường hợp này gọi là lối đi sườn núi. Đường dẫn hướng tuyến nên khéo lựa để tranh thủ qua được các đoạn sườn thoải (độ dốc ngang sườn núi dưới 50%), địa chất ổn định và thế núi ít quanh co vì nếu sườn gắt và thế núi chân chim sẽ dẫn tới khối lượng công trình rất lớn.

Trong trường hợp thứ hai tuyến đường phải cắt qua đường phân thủy hoặc đường tụ thủy do đó phải lên xuống dốc và đương nhiên nếu dùng độ dốc dọc lớn thì tuyến có thể ngắn. Về lối đi tuyến thì trường hợp này về cơ bản vẫn phải sử dụng lối đi sườn núi là chính vì tuyến vượt đèo (qua đường phân thủy) hoặc cắt qua tụ thủy đều phải đi qua sườn núi từ dưới lên trên hoặc từ trên xuống dưới. Tuy nhiên vì phải khắc phục chênh lệch cao độ nên đường

dẫn hướng tuyến trong trường hợp này trước hết cần phải xác định theo điều kiện triển tuyến, cụ thể là xác định nó theo một đường dốc đều đi từ nơi cao (đèo hoặc điểm khống chế ở trên cao) xuống nơi thấp với độ dốc chỉ đạo i_d bảo đảm được yêu cầu triển tuyến tính theo công thức (6.1):

$$i_d = i_{\max} - i' \quad (6.1)$$

trong đó: i_{\max} – độ dốc lớn nhất tương ứng với cấp hạng đường thiết kế; i' – độ dốc dự phòng rút ngắn chiều dài tuyến sau khi thiết kế so với chiều dài triển tuyến theo đường dốc đều (thường lấy $i' = 2 \sim 3\%$).



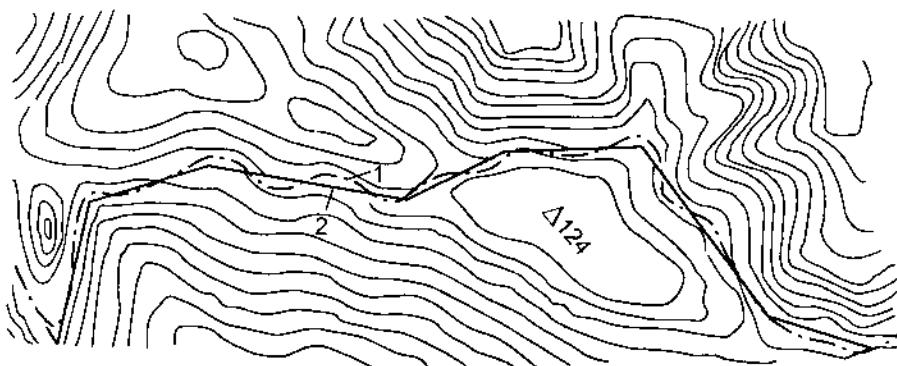
Hình 6-1. Ví dụ về các phương án có lối đi tuyến khác nhau
1. Lối đi thung lũng; 2. Lối đi vượt đèo (dài nhưng không phải qua sông hai lần)

Ngoài ra, trong trường hợp chênh lệch độ cao ít thì i_d cũng có thể không cần xác định theo độ dốc lớn nhất i_{max} mà được xác định tùy theo các phương án như nói ở mục 8.2.

Trên hình 6 – 2 là một ví dụ đường dẫn hướng tuyến dốc đều đi từ đỉnh đèo xuống. Trên bản đồ xác định một đường dốc đều như vậy bằng cách dùng compa do để bước compa cố định dài l_i xác định theo công thức:

$$l_i = \frac{\Delta H}{i_d} \quad (6.2)$$

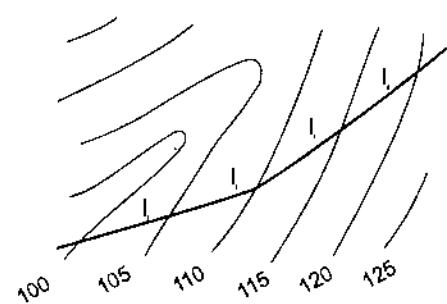
trong đó: ΔH – chênh lệch độ cao có thể khắc phục được theo độ dốc đều chỉ đạo i_d (xác định theo (6.1)) tương ứng với bước compa l_i . Sau đó l_i được tính theo tỉ lệ của bản đồ. Ví dụ về cách đi đường dốc đều trên bản đồ như ở hình 6 – 3. Trên thực địa, có thể dùng clizimét để không chế đi đường dốc đều (xem điểm 3 mục 3.2).



Hình 6-2. Đường dẫn hướng tuyến qua đèo:
1. đường dẫn hướng tuyến; 2. đường định tuyến

Đường dẫn hướng tuyến dốc đều như vậy chính là đường triển tuyến ngắn nhất cho phép, nếu muốn khắc phục một chênh lệch cao độ nhất định và nếu tuyến đường thiết kế bám sát đường dẫn hướng tuyến đó (Hình 6 – 1) thì đường sẽ xuống hết dốc nhanh nhất để tiếp tục đi theo các thung lũng có sườn thoải hơn. Như vậy rõ ràng tuy không thể nói là tối ưu nhưng đường dẫn hướng tuyến trong trường hợp này thể hiện được phần nào quan điểm và yêu cầu kinh tế kỹ thuật.

Chú ý rằng trên thực tế cũng thường gặp trường hợp giữa hai điểm không chế có thể hình thành các phương án tuyến với lối đi tuyến khác nhau, như ví dụ ở hình 6 – 1. Trong trường hợp đó, các đặc điểm (ưu khuyết điểm) của mỗi lối đi tuyến sẽ là cơ sở để phân tích so sánh kinh tế – kỹ thuật chọn phương án.



Hình 6-3. Dùng compa bước cố định l_i để đi đường dốc đều với chênh lệch đường đồng mức $\Delta H = 5,0$ (m)

Nắm vững các lối đi tuyến và cách xác định đường dẫn hướng tuyến không những giúp ích cho việc thiết kế bình đồ, mà còn có lợi cho việc để xuất đầy đủ các phương án tuyến.

Ngoài các lối đi tuyến nói trên, xét về đặc trưng địa hình người ta còn phân biệt hai lối đi tuyến gò bó và tự do.

Tuyến gò bó là trường hợp tuyến bắt buộc phải qua một vùng địa hình khó khăn về bình đồ hoặc trắc dọc hay khó khăn cả về bình đồ lẫn trắc dọc; về bình đồ bắt buộc phải quanh co uốn lượn theo thế núi chân chim nhiều khe, hõm chia cắt, khiến cho số đường vòng và số bán kính nhỏ phải dùng nhiều; về trắc dọc: phải khắc phục chênh lệch cao độ lớn khiến bắt buộc phải triển tuyến theo độ dốc lớn nhất cho phép. Tuyến gò bó thường gặp với địa hình vùng núi và do bị khống chế về bình đồ và trắc dọc như nói trên nên thực tế khả năng đặt tuyến bị hạn chế trong một phạm vi hẹp, đồng thời ít khả năng có phương án cục bộ. Đường dẫn hướng tuyến trong trường hợp gò bó về trắc dọc thường được vạch theo đường triền tuyến độ dốc đều (Hình 6 – 2). Trường hợp chỉ gò bó về bình đồ mà không gò bó về trắc dọc thì đường dẫn hướng tuyến thường bám theo một đường đồng cao độ hoặc một đường triền tuyến độ dốc nhẹ trong phạm vi sườn núi khống chế để bảo đảm tranh thủ điều kiện trắc dọc tốt (chẳng hạn như khi thiết kế bình đồ cho bám theo một đường đồng cao độ nhưng lên xuống răng cưa chút ít để đủ đạt yêu cầu giải quyết thoát nước và rút ngắn bớt chiều dài đường); đồng thời lúc này cũng nên kết hợp với đường dẫn hướng tuyến lối đi sườn núi.

Tuyến tự do là trường hợp ngược lại với tuyến gò bó, tức là không bị khống chế trước về dài đặt tuyến. Trường hợp này thường gặp ở địa hình đồng bằng, thung lũng lòng chảo, vùng cao nguyên bằng phẳng và vùng đồi. Đường dẫn hướng tuyến hay dùng ở đây chính là đường chim bay giữa các điểm tựa hoặc các điểm khống chế.

Trong trường hợp tổng quát, đường dẫn hướng tuyến có thể xác định theo hai phương án: theo đường chim bay và đường triển tuyến với một độ dốc đều nào đó. Thiết kế tuyến theo phương án đường dẫn hướng là đường chim bay thường sẽ dẫn tới tình trạng trắc dọc đắp cao, đào sâu, đường đòn thiết kế có thể phải lên xuống nhiều nhưng được bù lại bằng chiều dài tuyến ngắn. Phương án này có thể sẽ không thực hiện được nếu không giải quyết được về mặt kỹ thuật tại các chỗ đắp cao, đào sâu; tuy nhiên có thể thích hợp đối với trường hợp tuyến đường cấp cao, cho phép đầu tư lớn để bảo đảm cải thiện được cả điều kiện trắc dọc (giảm bớt hằn hiện tượng răng cưa) khiến cho chất lượng vận doanh (tuyến thẳng ngắn, trắc dọc tốt) được cải thiện rõ rệt. Thiết kế theo phương án đường triển tuyến thì các vấn đề cần xem xét hoàn toàn ngược lại và người thiết kế nên cân nhắc để chọn độ dốc đều triển tuyến thích hợp cho từng đoạn tuyến.

2. Đường dẫn hướng tuyến khi xét đến yêu cầu vận chuyển và phương pháp thiết kế sơ đồ mạng lưới đường

Dựa theo quan hệ vận chuyển giữa các điểm kinh tế đã lập được thông qua kết quả điều tra kinh tế, người ta có thể xác định được đường dẫn hướng tuyến trong một số trường hợp cơ bản dưới đây:

a) *Nối đường nhánh vào đường chính khi biết quan hệ vận tải giữa đường nhánh và đường chính (Hình 6 – 4a)*

Biết lưu lượng xe chạy yêu cầu giữa các điểm kinh tế: từ A đến B là N_B từ A đến C là N_C . Tốc độ xe chạy theo hướng chính BC là v_{ch} và theo đường nhánh là v_n (tùy thuộc cấp hạng đường và loại mặt đường, xác định dựa vào lưu lượng xe).

Như vậy tổng chi phí thời gian để vận chuyển sẽ là:

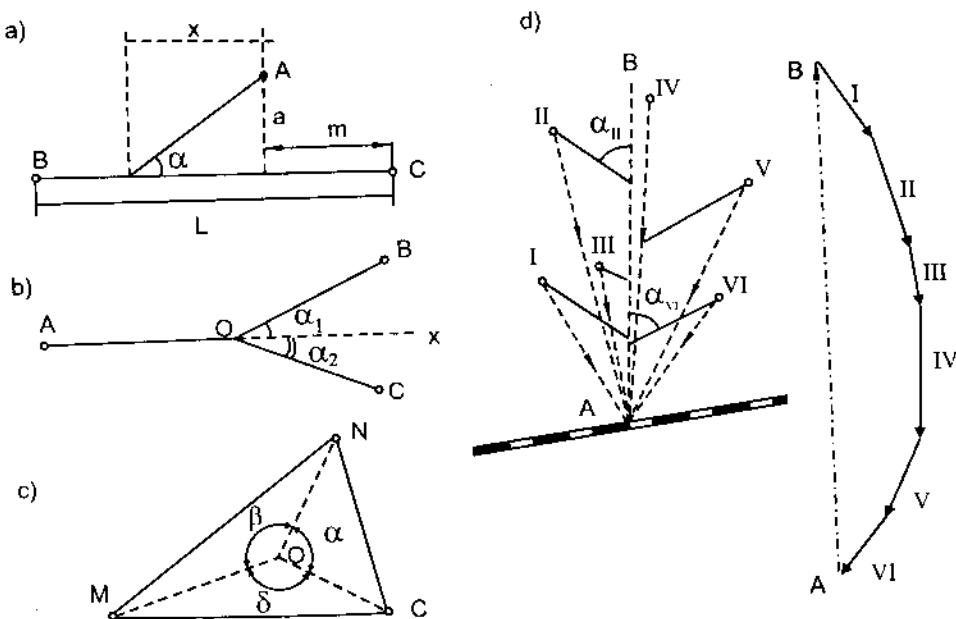
$$T = \frac{\sqrt{a^2 + x^2}}{v_n} (N_B + N_C) + (L - x - m) \frac{N_B}{v_{ch}} + (m + x) \frac{N_C}{v_{ch}} \quad (6.3)$$

L, x, m, a – xem trên hình 6-4a.

Tìm $\frac{dT}{dx} = 0$, tức là theo điều kiện tổng thời gian vận chuyển ít nhất, ta sẽ có:

$$\cos \alpha = \frac{x}{\sqrt{a^2 + x^2}} = \frac{v_n(N_B - N_C)}{v_{ch}(N_B + N_C)} \quad (6.4)$$

Như vậy đường dẫn hướng tuyến trong trường hợp này nên lấy là đường thẳng kẻ từ A (điểm kinh tế) hợp với đường chính một góc α xác định theo (6.4) và cố gắng thiết kế bình đồ bám sát đường nhánh lý thuyết đó.



Hình 6-4. Các trường hợp có thể xác định đường dẫn hướng theo yêu cầu quan hệ vận chuyển giữa các điểm kinh tế.

Nếu giả sử A và C không có quan hệ vận tải thì $N_C = 0$ và công thức (6.4) trở thành:

$$\cos \alpha = \frac{v_n}{v_{ch}} \quad (6.5)$$

Nếu xét theo điều kiện tổng giá thành vận chuyển ít nhất thì với cách giải tương tự như trên ta sẽ được các công thức (6.6) thay cho (6.4) và (6.7) thay cho (6.5):

$$\cos \alpha = \frac{S_{ch}(N_B - N_C)}{S_n(N_B + N_C)} \quad (6.6)$$

$$\cos \alpha = \frac{S_{ch}}{S_n} \quad (6.7)$$

trong đó: S_{ch} và S_n – giá thành vận chuyển (d/km) trên đường chính và trên đường nhánh ($S_{ch} < S_n$ vì đường chính bao giờ cũng có tiêu chuẩn kỹ thuật tốt hơn).

b) Đường dẫn hướng tuyến trong trường hợp biết quan hệ vận tải giữa hai điểm kinh tế đối với một điểm kinh tế thứ ba (Hình 6 – 4b)

Trong trường hợp này biết lưu lượng xe yêu cầu giữa B với A và C với A (giữa B và C không có quan hệ vận tải).

Giả sử nếu xây dựng một tuyến chính có hướng AO (Hình 6 – 4b) thì rõ ràng vận dụng công thức (6.5) hoặc (6.7) có thể xác định được góc α_1 và α_2 để nối các tuyến nhánh từ B và C vào AO. Như vậy đường dẫn hướng tuyến lúc này được xác định bằng cách dựng một điểm O sao cho góc $\widehat{BOx} = \alpha_1$ và $\widehat{COx} = \alpha_2$ là hai góc đã biết tính theo (6.5) hoặc (6.7). Bài toán dựng hình này giải quyết đơn giản nhất bằng cách dùng giấy can vẽ sẵn 3 đường thẳng hợp với nhau thành các góc α_1 và α_2 , sau đó xé dịch trên bản đồ định tuyến sao cho chúng đi qua 3 điểm A, B, C, hoặc cũng có thể dùng các cách giải bằng hình học khác.

c) Đường dẫn hướng tuyến trong trường hợp biết quan hệ vận tải tương hỗ giữa 3 điểm kinh tế (Hình 6 – 4c)

Theo yêu cầu tổng chi phí thời gian vận chuyển nhỏ nhất, kỹ sư Laungard (người Đức) đã giải bài toán này từ năm 1882 và rút ra điều kiện thỏa mãn được yêu cầu nói trên khi có:

$$\sin \alpha : \sin \beta : \sin \gamma = \frac{1}{v_{MO}} : \frac{1}{v_{CO}} : \frac{1}{v_{NO}} \quad (6.8)$$

trong đó: v_{MO} , v_{CO} , v_{NO} – tốc độ chạy xe trên các nhánh đường MO, CO, NO (xác định tùy lưu lượng xe chạy trên các nhánh đó, xem hình 6 – 4c)

Nếu đặt:

$$T = \frac{\frac{1}{v_{MO}} + \frac{1}{v_{CO}} + \frac{1}{v_{NO}}}{2} \quad (6.9)$$

thì có thể suy được từ (6.8) các quan hệ sau:

$$\begin{aligned} \sin \frac{\pi - \alpha}{2} &= \sqrt{\frac{(T - T_{NO})(T - T_{CO})}{T_{NO} \cdot T_{CO}}} \\ \sin \frac{\pi - \beta}{2} &= \sqrt{\frac{(T - T_{MO})(T - T_{NO})}{T_{NO} \cdot T_{CO}}} \end{aligned} \quad (6.10)$$

Với

$$T_{NO} = \frac{1}{v_{NO}};$$

$$T_{CO} = \frac{1}{v_{CO}};$$

$$T_{MO} = \frac{1}{v_{MO}}$$

Biết trị số các góc α, β, γ ta lại dụng điểm O bằng phương pháp dùng giấy can như nói ở điểm b để xác định đường dẫn hướng tuyến MO, NO, CO.

d) Đường dẫn hướng tuyến trong trường hợp biết quan hệ vận tải giữa nhiều điểm kinh tế với một điểm (Hình 6 – 4d)

Trên hình 6 – 4d các điểm kinh tế I, II, III, IV, V, VI chỉ có quan hệ vận tải với A là một trung tâm công nghiệp lớn, một nhà ga hoặc một bến tàu. Lúc này, đường dẫn hướng tuyến AB có thể được xác định theo hướng vectơ hợp lực của đa giác lực như hình 6 – 4d, trong đó tổng thời gian chạy xe để chuyên chở hàng hóa và hành khách giữa mỗi điểm kinh tế với trung tâm A trên đường chim bay nối chúng với A được biểu diễn bằng các vectơ. Đường dẫn hướng AB được xem là trục nhánh chính và có thể tiếp tục xác định hướng các nhánh phụ từ các điểm kinh tế I, II, III, IV, V, VI nối vào các trục nhánh chính theo công thức (6.5) hoặc (6.7).

Các cách xác định đường dẫn hướng tuyến nói trên chưa xét đến ảnh hưởng của yếu tố địa hình và chỉ cho thấy một cách tổng quát sơ đồ hợp lý của tuyến. Tuy nhiên cũng không nên nhấn mạnh ảnh hưởng của địa hình (thường khiến cho tuyến thực tế không thể đi theo đường chim bay) để chống lại việc sử dụng các phương pháp kinh tế – kỹ thuật định hướng đường ôtô. Ngoài ra, các cách định hướng tuyến nói trên cũng chưa xét được những thay đổi không thể tránh khỏi trong quá trình khai thác đường về mặt yêu cầu vận chuyển như sự thay đổi lưu lượng xe, loại mặt đường, sự xuất hiện các điểm kinh tế mới, các quan hệ vận tải mới.

3. Phương pháp thiết kế mạng lưới đường

Mạng lưới đường của một khu vực được thiết kế nhằm để đáp ứng yêu cầu vận chuyển giữa các điểm kinh tế trong khu vực đó. Nội dung của việc thiết kế lưới đường là:

– Xác định được sơ đồ mạng lưới các tuyến đường cần phải xây dựng hoặc nâng cấp, cải tạo để thỏa mãn được các quan hệ vận tải giữa các điểm kinh tế trong vùng một cách hợp lý nhất. Sơ đồ mạng lưới đường của một khu vực thông thường bao giờ cũng gồm các tuyến chính và các tuyến nhánh (để nối các điểm kinh tế với tuyến chính). Xác định sơ đồ mạng lưới chính là xác định các đường dẫn hướng tuyến của các tuyến chính và các tuyến nhánh đó.

– Xác định quy mô, cấp hạng và các tiêu chuẩn kỹ thuật chủ yếu của các tuyến thuộc mạng lưới;

– Xác định thứ tự ưu tiên xây dựng hoặc cải tạo, nâng cấp các tuyến hoặc các đoạn tuyến trong phạm vi lưới đường (Tuyến nào cần trước, đem lại hiệu quả kinh tế nhiều thì yêu cầu đưa vào thực hiện sớm).

Cơ sở để tiến hành lập sơ đồ mạng lưới đường chính là việc nghiên cứu kỹ sơ đồ quan hệ vận tải giữa các điểm kinh tế trong vùng; nghiên cứu kỹ quy hoạch phát triển kinh tế – xã hội, quy hoạch sử dụng đất và xây dựng cơ sở hạ tầng trong vùng; đặc biệt là phải dựa vào mạng lưới giao thông vận tải hiện có (gồm cả giao thông đường sắt, đường thủy, đường bộ...) và kết hợp chặt chẽ với mạng lưới hiện có ở trong và ngoài vùng lập sơ đồ mạng lưới đường.

Để đề xuất các phương án sơ đồ mạng lưới, thông thường trước tiên phải đề xuất các đường dẫn hướng tuyến đối với các tuyến chính trong vùng thiết kế; sau đó xác định các đường dẫn hướng tuyến của các tuyến nhánh (nối các điểm kinh tế vào các tuyến chính).

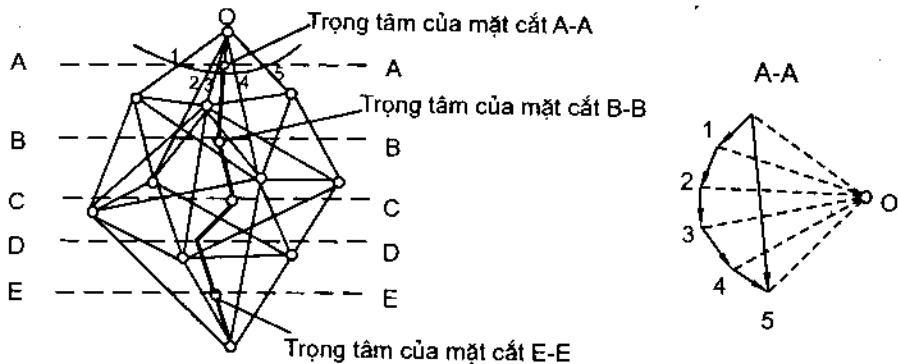
Đối với các tuyến chính, để xác định đường dẫn hướng tuyến có thể áp dụng các cách sau đây:

– Xác định các cặp điểm kinh tế trong khu vực có khối lượng liên hệ vận chuyển giữa chúng lớn nhất và xem đường chim bay giữa 2 điểm đó là đường dẫn hướng tuyến của đoạn tuyến chính đi qua chúng. Các điểm kinh tế này thường là những trung tâm chính trị, kinh tế, văn hóa, nơi tập trung dân cư của vùng.

– Áp dụng cách xác định đường dẫn hướng tuyến lý thuyết khi biết quan hệ vận tải tương hỗ giữa 3 điểm kinh tế. Trong trường hợp này, khi thiết kế sơ đồ mạng lưới đường, trước tiên chọn 3 điểm làm sườn tam giác cơ bản và áp dụng công thức (6.10) để xác định điểm O. Nối O với 3 điểm đỉnh tam giác ta được lưới đường chính (gồm 3 nhánh chính). Sau đó, các điểm kinh tế khác được nối vào 3 nhánh chính bằng các đường nhánh với việc áp dụng các bài toán cơ bản a) và b) nói ở điểm 2. Như vậy, sơ đồ lưới đường sẽ có thể *hình thành các phương án khác nhau* tùy thuộc vào việc chọn 3 điểm đầu tiên. Do đó, nên chọn 3 điểm đầu tiên là các điểm có liên hệ vận chuyển tương hỗ lớn nhất trong số các điểm kinh tế của khu vực. Việc lựa chọn phương án sơ đồ mạng lưới đường cũng sẽ được giải quyết theo các phương pháp phân tích hiệu quả kinh tế và so sánh lựa chọn phương án như đã trình bày ở Chương 5.

– Trong trường hợp khu vực thiết kế lưới đường gồm nhiều điểm có quan hệ vận tải với một điểm như hình 6 – 4d thì đường dẫn hướng của tuyến chính có thể được xác định theo hướng vectơ hợp lực như đã trình bày ở trên.

Đối với khu vực có nhiều điểm kinh tế có quan hệ vận tải bất kỳ cũng có thể áp dụng phương pháp vectơ hợp lực nói trên bằng cách chia khu vực thiết kế mạng lưới thành các mặt cắt ngang như ở hình 6 – 5 (các mặt cắt AA, BB, CC, DD, EE). Các mặt cắt này được bố trí ở những khoảng có thay đổi quan hệ vận chuyển. Trên mỗi khoảng mặt cắt chọn một cực điểm (ví dụ cực điểm O của mặt cắt A – A) rồi tìm vectơ hợp lực của tất cả các quan hệ vận tải mà mặt cắt qua có gốc vectơ là cực điểm đó. Hướng của vectơ hợp lực trong mỗi khoảng sẽ được chọn làm đường dẫn hướng tuyến chính của khoảng đó (Hình 6-5); đường dẫn hướng này sẽ cắt mặt cắt tại trọng tâm của nó.



Hình 6-5. Dự kiến đường dẫn hướng của tuyến chính theo phương pháp “mặt cắt” khi thiết kế sơ đồ mạng lưới đường; O là cực điểm của mặt cắt A – A.

Trong trường hợp giữa 2 mặt cắt có nhiều điểm kinh tế có thể chọn làm cực điểm (ví dụ như giữa mặt cắt A và B có tới 3 điểm có thể có vai trò như cực điểm O ở khoảng trên mặt cắt A) thì có thể chọn một điểm bất kỳ trong 3 điểm đó làm cực điểm (nhưng nên chọn điểm có khối lượng vận chuyển tập trung đến nó lớn nhất). Từ cực điểm này lại nối với các điểm kinh tế nằm trong khoảng tiếp theo và vẽ vectơ hợp lực; giao điểm giữa vectơ hợp lực với mặt cắt B.B sẽ xác định điểm trọng tâm của mặt cắt B.B...

Lần lượt xác định trọng tâm (của các quan hệ vận chuyển với 1 cực điểm) của các mặt cắt; sau đó nối các trọng tâm đó với nhau, ta sẽ được đường dẫn hướng của tuyến chính của khu vực thiết kế sơ đồ mạng lưới. Tính hợp lý của đường dẫn hướng này phụ thuộc vào việc chọn vị trí mặt cắt và chọn cực điểm để xác định trọng tâm của mặt cắt và đương nhiên từ đó sẽ có thể hình thành các phương án đường dẫn hướng của tuyến chính khác nhau.

Sau khi đã dự kiến được đường dẫn hướng của các tuyến chính thì việc thiết kế sơ đồ mạng lưới đường còn lại chỉ là xác định các đường dẫn hướng tuyến của các tuyến nhánh. Phương pháp thực hiện là dựa vào các bài toán xác định đường dẫn hướng lý thuyết thường hợp a) và b) nói ở điểm 2 mục 6.1 (Hình 6 – 4).

Các phương pháp thiết kế sơ đồ mạng lưới đường của một khu vực vừa trình bày ở trên mang nặng tính lý thuyết. Do vậy, trên thực tế khi thiết kế cần kết hợp chặt chẽ với quy hoạch vùng và sự hình thành các điểm dân cư, các điểm kinh tế lớn để chọn đường dẫn hướng tuyến đi qua chúng. Đồng thời, sau khi có mạng lưới đường lý thuyết, cần xem xét mọi yếu tố quy hoạch, địa hình, địa vật, địa chất, thủy văn... để hiệu chỉnh mạng lưới đó hợp lý hơn và khả thi hơn.

4. Thiết kế bình đồ tuyến qua các dòng nước

Thiết kế bình đồ tuyến qua các dòng nước thường được giải quyết theo các quan điểm khác nhau tùy thuộc loại và khẩu độ công trình cũng như cấp hạng đường. Đứng về mặt giá thành xây dựng bản thân công trình cầu, cống mà nói thì nếu tuyến đường luôn cắt

thẳng góc với dòng chảy sẽ là rẻ nhất, đồng thời ít gây ảnh hưởng hơn đến dòng nước. Tuy nhiên, nếu bảo đảm yêu cầu này thì có thể dẫn tới việc bẻ gãy hướng tuyến khiến cho không bảo đảm được độ đều đặn và sự phối hợp các yếu tố tuyến về mặt thị giác, do đó giảm chất lượng vận doanh của tuyến (cụ thể là làm giảm tốc độ xe chạy khi qua công trình).

Do cần nhắc các mặt lợi hại nói trên nên thông thường khi tuyến cắt qua các dòng nước nhỏ (các cầu nhỏ, cầu trung và cống) thì bình đồ tuyến lúc này được thiết kế theo yêu cầu bảo đảm chất lượng tuyến là chính, nhất là đối với trường hợp tuyến đường cấp cao, có nghĩa là tuyến có thể cắt chéo qua dòng nước hoặc cầu cống nằm trong đường cong của bình đồ. Ngoài ra, cũng có thể xem xét cải dòng để dòng mới vẫn chảy thẳng góc với hướng tuyến.

Khi cắt qua sông lớn, thì ngược lại bình đồ tuyến lúc này cần phục tùng vị trí và hướng cắt sông của cầu lớn vì giá thành xây dựng cầu lớn đắt hơn đường rất nhiều, đồng thời các giải pháp kỹ thuật đối với việc thiết kế cầu lớn là phức tạp hơn. Trong trường hợp này hướng tuyến ở các đoạn cầu dẫn và đường hai bên cầu phải dựa vào hướng tuyến qua cầu không chế để thiết kế sao cho vẫn bảo đảm được độ đều đặn của tuyến, cũng như bảo đảm để chế độ chạy xe không bị thay đổi nhiều khi lên xuống cầu.

5. Thiết kế bình đồ tuyến qua các điểm dân cư

Thiết kế bình đồ tuyến đường qua các điểm dân cư được giải quyết tùy theo quy mô điểm dân cư, cũng như tùy theo quan hệ giữa yêu cầu vận chuyển quá cảnh và yêu cầu vận chuyển địa phương. Nói chung có thể có các phương án sau:

– Cắt qua điểm dân cư, tuyến trùng với đường trực chính của thành phố và thị trấn. Phương án này chỉ nên dùng khi yêu cầu vận chuyển quá cảnh nhỏ hơn nhiều so với yêu cầu chuyên chở đến trực tiếp phục vụ cho điểm dân cư. Thường các điểm dân cư này là các trung tâm công nghiệp, khai thác lớn hoặc thành phố đang xây dựng. Lúc này tuyến đường thiết kế như vậy sẽ góp phần thúc đẩy hoạt động sản xuất và sự phát triển của điểm dân cư. Tuy nhiên về lâu dài nó sẽ có ảnh hưởng ngược lại: cản trở giao thông nội bộ điểm dân cư, chia cắt điểm dân cư, làm ảnh hưởng đến sinh hoạt bình thường (dễ gây tai nạn, gây tiếng ồn, gây ô nhiễm môi trường...), giảm tốc độ quá cảnh, dễ tắc nghẽn giao thông. Do vậy nếu thiết kế tuyến cắt qua điểm dân cư dù có hợp lý đối với một giai đoạn nào đó thì cũng chỉ được xem đây là một biện pháp tạm thời và vẫn nên dự kiến thêm phương án vòng tránh điểm dân cư.

– Vòng ngoài điểm dân cư. Để kết hợp và tạo thuận lợi cho vận chuyển vào thành phố, tuyến thiết kế lúc này có thể cắt qua vùng ngoại ô hoặc đi vào đúng ranh giới của thành phố và thị trấn. Thông thường nếu thành phố có trên 30 ~ 50 vạn dân thì tốt nhất tuyến đường ôtô nên đi sát ranh giới thành phố, tiếp tuyến với vành đai ngoài của thành phố.

6.2. PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ TRẮC ĐỌC ĐƯỜNG ÔTÔ

Thiết kế trắc đọc đường ôtô tức là vạch đường đỏ (đường nối các cao độ thi công) trên mặt cắt dọc địa hình tự nhiên vẽ theo trực đường. Đường đỏ thiết kế vạch khác nhau thì độ

cao thi công ở các điểm (các cọc) cũng khác nhau, dẫn đến khối lượng đào đắp khác nhau, và giải pháp kỹ thuật thiết kế các công trình chống đỡ, các công trình cầu cống cũng có thể khác nhau. Vì thế khi thiết kế đường đỗ, ngoài việc trước hết cần bảo đảm các yêu cầu kỹ thuật đối với các yếu tố trắc dọc quy định trong quy phạm thiết kế (nhằm bảo đảm xe chạy an toàn, êm thuận) còn cần phải chú ý cải thiện hơn nữa điều kiện xe chạy và chất lượng vận doanh cũng như phải cố gắng đạt tới phương án rẻ nhất về tổng chi phí xây dựng và vận doanh, khai thác. Để đạt được tối ưu về kinh tế – kỹ thuật như vậy, trong quá trình thiết kế cần chú ý cân nhắc kỹ khi bố trí mỗi đoạn dốc, mỗi đường cong đứng ở các chỗ đổi dốc, chú ý phối hợp với các yếu tố bình đồ, trắc ngang, với các rặng cây trồng dọc tuyến... để tạo được sự phối hợp không gian đều đặn; chú ý thiết kế tạo thuận lợi cho các công trình nền mặt đường, công trình chống đỡ và thoát nước (bao đảm thoát nhanh và hết nước mặt, bao đảm chiều cao đắp trên mức nước ngập và chế độ thủy nhiệt thuận lợi, bao đảm chiều cao đắp trên cống...); chú ý tạo thuận lợi cho quá trình thi công (thuận lợi cho máy làm việc đạt năng suất cao...).

Tương tự như đối với bình đồ tuyến, việc thiết kế trắc dọc liên quan và có ảnh hưởng đến hầu hết các yếu tố và các công trình khác trên đường, vì thế không thể dễ dàng biết và đánh giá một phương án đường đỗ vạch thế nào là hợp lý, là đạt yêu cầu. Điều này gây lúng túng cho những người mới bắt tay vào công việc thiết kế và còn thiếu kinh nghiệm. Do đó, để giảm bớt số phương án phải đưa ra so sánh, ngay từ đầu cần bảo đảm gạt bỏ được các phương án không hợp lý cũng như bảo đảm chủ động vạch được đường đỗ có cơ sở kinh tế – kỹ thuật nhất định. Một phương pháp thiết kế như vậy có thể tiến hành theo trình tự sau.

1. Nghiên cứu xác định vị trí các điểm không chế và các điểm mong muốn

Trước hết nghiên cứu xác định độ cao không chế và độ cao mong muốn, cũng còn gọi là các điểm không chế và các điểm mong muốn ở mọi điểm (hay mỗi cọc chi tiết) trên mặt cắt dọc địa hình tự nhiên.

Độ cao không chế hay *điểm không chế* là những điểm đường đỗ thiết kế bắt buộc phải đi qua theo yêu cầu nhiệm vụ thiết kế (điểm đầu, điểm cuối tuyến, điểm qua các thành phố, thị trấn...) hoặc bắt buộc đi qua để bảo đảm các yêu cầu của các công trình khác trên đường (cao độ đắp trên cống, trên mức nước ngầm; cao độ vào cầu không chế do mức nước dâng và chiều cao sóng...), hoặc bắt buộc phải đi qua do cắt nhau với các công trình khác (chỗ giao nhau với đường sắt, đường bộ khác; chỗ đi men theo hồ chứa nước thủy lợi...). Để xác định các độ cao không chế nói trên cần điều tra thu thập số liệu tại thực địa và ở các cơ quan quản lý các công trình có liên quan (ví dụ quy hoạch san nền thị trấn và thành phố tuyến đi qua...), đồng thời phải nghiên cứu quy trình, quy phạm, định hình thiết kế cũng như phải tiến hành tính toán, thiết kế thủy văn (tại các công trình cầu cống).

Độ cao mong muốn hay *điểm mong muốn* là những điểm tuy không bắt buộc nhưng đường thiết kế nên đi qua để bảo đảm một yêu cầu nào đó (hay một quan điểm thiết kế nào đó) về kỹ thuật, kinh tế hoặc về điều kiện thi công.

Để xác định các điểm mong muốn, cần tiến hành phân tích trên từng trắc ngang tương ứng với từng cọc chi tiết đã cắm và đo vẽ trên thực địa, hoặc tương ứng với từng đoạn tuyến

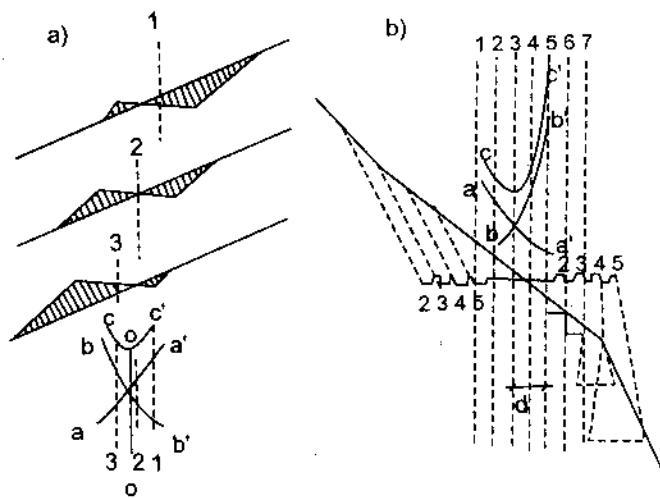
có mặt cắt ngang giống nhau (ví dụ đoạn tuyến đi trên sườn núi có độ dốc ngang ít thay đổi). Trên mỗi trắc ngang sẽ tiến hành thiết kế thử nền đường và công trình, đồng thời tính toán phân tích kinh tế – kỹ thuật các phương án thiết kế có chiều sâu đào và chiều cao đắp khác nhau để rút ra phương án hợp lý hoặc tốt nhất tại đó. Độ cao thiết kế nền đường tương ứng với phương án hợp lý hoặc tốt nhất chính là độ cao mong muốn (điểm mong muốn). Tùy theo quan điểm chủ đạo khi thiết kế, có thể xác định vị trí điểm mong muốn trên trắc dọc theo một trong các cách dưới đây.

1. Xác định vị trí điểm mong muốn xuất phát từ việc xác định chiều cao đào đắp kinh tế hay vị trí đặt trực đường rẻ nhất tương ứng với mỗi trắc ngang (Hình 6-6)

Theo quan điểm này, người thiết kế cho vị trí đặt tuyến thay đổi và tương ứng tính được khối lượng đào đắp, khối lượng xây dựng công trình chống đỡ (nếu có) và giá thành đối với mỗi phương án như trên hình 6 – 6.

Vị trí 0 – 0 cho giá thành rẻ nhất sẽ là vị trí dùng để xác định điểm mong muốn.

Theo kinh nghiệm phân tích so sánh đối với trường hợp tuyến đi sườn núi ở nước ta thì thông thường khi độ dốc ngang sườn núi $< 30\%$ nên lấy điểm mong muốn tại tim đường không đào không đắp là rẻ nhất; khi độ dốc ngang sườn núi $> 50\%$ thì nên dùng giải pháp đào nền đường vừa đủ (nền đường chữ L) là rẻ nhất; khi độ dốc ngang từ $30 \sim 50\%$ thì nên thiên về đào hơn đắp (tức là điểm mong muốn cần đào một ít). Kinh nghiệm này có thể vận dụng trong thiết kế trắc dọc sơ bộ.



Hình 6-6. Xác định vị trí đặt tuyến rẻ nhất trên mỗi trắc ngang;

- a) Trường hợp không cần công trình chống đỡ;
- b) Trường hợp phải xây dựng tường chắn: 1, 2, 3, 4... các vị trí đặt tuyến khác nhau sẽ có chiều cao đào đắp khác nhau; a – a' – biểu diễn chi phí cho khối lượng đào đất thay đổi theo vị trí đặt tuyến;
- b – b' – biểu diễn chi phí cho khối lượng đắp đất và kè;
- c – c' – đường biểu diễn tổng chi phí = (a – a') + (b – b').

Đối với các tuyến đường vùng đồng bằng giải pháp chính là đắp nền đường. Chiều cao đắp kinh tế nhất trong trường hợp này có thể xác định theo quan điểm thiết kế tổng thể nền mặt đường trên cơ sở phân tích tính toán quan hệ giữa chế độ thủy nhiệt với cường độ của đất nền đường (thay đổi tùy thuộc sự phân bố ẩm trong nền đường).

2. Xác định vị trí điểm mong muốn xuất phát từ quan điểm tạo thuận lợi cho việc xây dựng đường hoặc thỏa mãn các yêu cầu hay các hạn chế về mặt thi công.

Chẳng hạn như trong trường hợp tuyến đi sườn núi, những người khảo sát thiết kế đường ở nước ta thường có quan điểm thiết kế thiên về nền đào, nghĩa là cố gắng vạch đường đào sao cho bảo đảm được điều kiện tạo được nền đào vừa đủ (chữ L) để tránh giải pháp xây dựng tường chắn hoặc đắp một phần trên sườn dốc. Đối với vùng sườn núi dốc gắt thì quan điểm này cũng có nghĩa là thiết kế đường đào như thế nào để tránh được kè hoặc hàn ché đến mức ít nhất việc xây dựng tường chắn chống đỡ nền đường. Những người có hạn chế đến mức ít nhất việc xây dựng tường chắn chống đỡ nền đường. Những người có quan điểm này cho rằng nền đào chữ L ở vùng núi là thuận lợi nhất cho máy thi công, tốc độ thi công sẽ nhanh vì không phải kè, không phải đắp thêm một phần trên sườn dốc, tiết kiệm được vật tư xây tường là loại hiếm và phải chờ từ xa đến (xi măng...), đồng thời nền đường sẽ bảo đảm ổn định. Tuy nhiên, việc theo quan điểm này trên thực tế thường dẫn tới chiều cao taluy đào khá cao và nếu như vậy thì có thể dễ gây sụt lở taluy (taluy không bảo đảm ổn định). Do đó khi xác định điểm mong muốn trong trường hợp này nên chú ý bảo đảm chiều cao taluy đào không vượt quá chiều cao giới hạn bảo đảm taluy ổn định về mặt cơ học. Để tính toán kiểm tra nhanh, việc xác định chiều cao taluy giới hạn ứng với các loại đất đã biết chỉ tiêu cơ lý (c , ϕ , γ) có thể trực tiếp tra ở toán đồ do Dương Học Hải lập có in ở "Thiết kế đường ô tô", Tập hai. Nhà xuất bản Giáo dục, 1999.

Khi thiết kế, cứ mỗi trắc ngang được áp thử gabarít nền đường để đạt yêu cầu đào đủ bê rộng nền đường; kiểm tra nhanh chóng chiều cao taluy và tương ứng tìm được chiều sâu đào mong muốn và xác định độ cao mong muốn.

Ngoài ra, để thuận lợi cho việc lấy đất khi thi công (đo phải đào thủng đấu khi tuyến qua vùng đất canh tác) có thể vạch đường đào thiết kế theo quan điểm cân bằng khối lượng đào đắp (đoạn đào hai bên vừa đủ đất để vận chuyển dọc sang đoạn đắp ở giữa). Vận dụng quan điểm này phù hợp hơn cả là khi tuyến đi qua vùng đồi.

3. Xác định vị trí điểm mong muốn xuất phát từ quan điểm thiết kế phối hợp không gian các yếu tố tuyến về mặt quang học (xem Chương 7).

Lúc này trên cơ sở dựng hình phối cảnh các đoạn tuyến, phát hiện các chỗ bị bóp méo hoặc không bảo đảm sự phối hợp đều đặn trên ảnh, từ đó thiết kế điều chỉnh trên ảnh và xác định được tọa độ mới của các điểm cần điều chỉnh đường thiết kế. Tung độ mới cần phải điều chỉnh chính là điểm mong muốn trên trắc dọc trong trường hợp này. (Cách thiết kế điều chỉnh trên ảnh xem ở mục 7.3).

2. Thiết kế đường đào

Sau khi xác định các điểm khống chế và điểm mong muốn ở các trắc ngang khác nhau, ta ghi các điểm đó lên mặt cắt dọc. Nhờ tập hợp các điểm mong muốn ghi được này, chúng ta đã biến những quan điểm thiết kế trừu tượng thành những dấu hiệu cụ thể chỉ dẫn cho việc vạch đường đào trên trắc dọc một cách chủ động. Lúc này việc vạch đường đào thiết kế cần cố gắng đạt được hai yêu cầu sau:

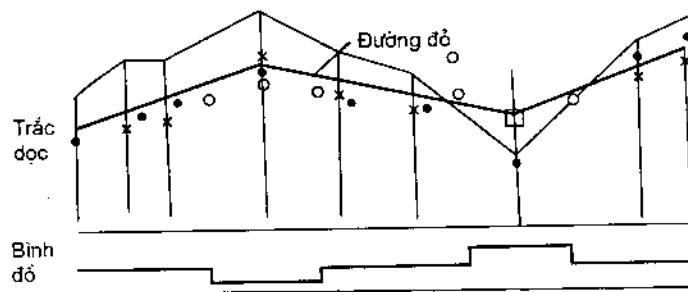
- Bám sát tập hợp các điểm mong muốn và đi qua các điểm khống chế;
- Thỏa mãn các tiêu chuẩn kỹ thuật khác về bố trí các đoạn đó (chiều dài dốc lớn nhất và nhỏ nhất), về độ dốc dọc lớn nhất và về các đường cong đứng ở chỗ đổi dốc, đồng thời thỏa mãn vị trí tương hỗ giữa các đường cong đứng và đường cong nằm trên bình đồ theo

quan điểm bảo đảm độ đều đặn không gian của tuyến cũng như bảo đảm điều kiện xe chạy an toàn.

Hai yêu cầu này thường mâu thuẫn nhau, do đó khi vạch đường đỏ thiết kế phải nghiên cứu để giải quyết được các mặt mâu thuẫn này tại từng đoạn cụ thể trên trắc đạc. Trong trường hợp không thể dung hòa được thì người thiết kế trước hết nên *xem xét lại tuyến đã thiết kế* (đã cảm) trên bình đồ, tức là đặt vấn đề *chỉnh tuyến*, để thỏa mãn được nhiều nhất cả hai yêu cầu trên. Phương pháp chỉnh tuyến xem ở mục 6.3 dưới đây. Chỉ khi không thể chỉnh tuyến hoặc chỉnh tuyến cũng không mang lại hiệu quả mới cần nhắc để quyết định thiết kế nặng theo một yêu cầu nào đó.

Chú ý rằng có thể ghi tất cả các điểm mong muốn xác định theo các *quan điểm khác nhau* lên trắc đạc để tiện tham khảo khi thiết kế đường đỏ (Hình 6-7).

Việc thiết kế theo tập hợp các điểm mong muốn như trên (xem là các biến số) có thể giúp ta vạch được một đường đỏ thỏa mãn một mục tiêu hạn chế nhất định về mặt giá thành và điều kiện *xây dựng* đường (hàm mục tiêu) trong điều kiện



Hình 6-7. Thiết kế đường đỏ theo tập hợp các điểm mong muốn;

×

●

○

□

theo quan điểm tránh kẽ; ● theo quan điểm giá thành xây dựng rẻ nhất;
theo yêu cầu phối hợp không gian; □ theo yêu cầu đặt công trình thoát nước.

bảo đảm các chỉ tiêu kỹ thuật thông thường theo quy phạm thiết kế (điều kiện ràng buộc). Mặc dù bảo đảm được các chỉ tiêu kỹ thuật tức là đã thỏa mãn được các yêu cầu về mặt chất lượng vận doanh của tuyến ở một mức độ nào đó, nhưng mô hình toán học của phương pháp thiết kế nói trên rõ ràng đã không thể hiện và đánh giá được chất lượng vận doanh một cách định lượng (cụ thể là hàm mục tiêu đã không xét được giá thành vận doanh và khai thác đường). Đây chính là nhược điểm của cách thiết kế đường đỏ nói trên. Rõ ràng là với cách thiết kế này có thể bảo đảm được điều kiện giá thành xây dựng nhỏ nhất (khi đường đỏ cố gắng bám sát được các điểm mong muốn xác định với quan điểm đó trong điều kiện vị trí tuyến ở bình đồ được xem là duy nhất không còn thay đổi được nữa), nhưng không bảo đảm được tổng giá thành xây dựng và vận doanh, khai thác đường nhỏ nhất. Tuy nhiên kinh nghiệm thực tế cho thấy với cách thiết kế nói trên, thường vẫn giúp cho việc thiết kế đường đỏ chủ động hơn, có căn cứ và hợp lý hơn – nhất là hiện chưa có một phương pháp nào bảo đảm thiết kế tuyến (bao gồm cả bình đồ trắc đạc tuyến) đạt tối ưu về xây dựng và khai thác. Hiện nay mới chỉ bảo đảm có thể so sánh kinh tế – kỹ thuật để chọn được phương án tốt nhất trong số các phương án đề cập tới, nhưng hiện chưa có phương pháp nào bảo đảm không để lọt mất phương án, nghĩa là vẫn có thể có tình trạng phương án tối ưu không nằm trong các phương án đưa ra so sánh vì ta đã không phát hiện được nó.

Về mặt vận doanh, khi vạch đường đỏ nên tránh các đoạn lên xuống dốc thay đổi thường xuyên, tránh tạo nên trắc đạc răng cưa mà nên dùng các đoạn dốc dài, hoặc dùng

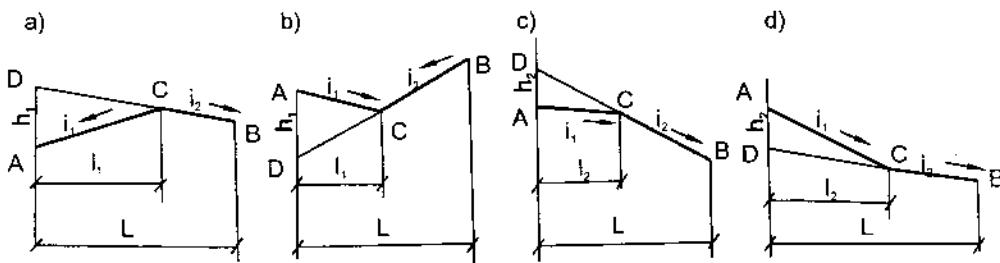
các đường cong đứng bán kính lớn; đặc biệt, trong địa hình vượt đèo nên tránh các đoạn dốc gây tổn thất cao độ.

Khi vạch đường dò thiết kế phải tính toán được độ cao thiết kế ở tất cả các cọc chi tiết. Hiện có hai cách vạch đường dò và tính toán độ cao thiết kế, chiều cao đào đắp.

a) Cách thiết kế theo đường tang

Cách thiết kế và tính toán theo đường tang là cách hiện được dùng ở nước ta: Vạch các đoạn dốc thẳng, xác định chỗ cắt nhau của các đoạn thay đổi độ dốc (đỉnh đường cong đứng), thiết kế bố trí đường cong lồi và lõm (chọn bán kính, tính toán các yếu tố đường cong đứng, tính cao độ thi công ở các cọc trong phạm vi đặt đường cong đứng).

Xác định vị trí đỉnh đường cong đứng theo sơ đồ các trường hợp như ở hình 6 – 8.



Hình 6-8. Sơ đồ xác định vị trí đỉnh đường cong đứng trong các trường hợp khác nhau.

Thông thường độ cao của điểm A và B cũng như khoảng cách L giữa hai điểm đó đều đã biết. Từ đó phải tính ra chênh lệch độ cao h_1 (Hình 6 – 8a và b) hoặc h_2 (Hình 6 – 8c và d) giữa điểm A và D, rồi xác định vị trí đỉnh đường cong đứng (tức là giao điểm của 2 đoạn dốc) theo công thức sau:

$$\left. \begin{aligned} h_1 &= \frac{h_1}{i_1 + i_2} \\ \text{hoặc} \quad h_2 &= \frac{h_2}{i_1 - i_2} \end{aligned} \right\} \quad (6.11)$$

trong đó các ký hiệu xe trên hình 6 – 8.

Chiều dài đường cong đứng K được tính theo công thức:

$$K = R (i_1 - i_2) \quad (6.12)$$

trong đó: R – bán kính đường cong đứng; i_1, i_2 – độ dốc của hai đoạn dốc thẳng hợp thành góc đặt đường cong đứng (dốc lên quy ước lấy dấu + và dốc xuống lấy dấu -); $\Delta i = i_1 - i_2$ chính là trị số góc ngoặt ở đỉnh đường cong đứng (Hình 6 – 9).

Từ vị trí đỉnh đường cong đứng có thể xác định được vị trí điểm đầu và cuối đường cong đứng (điểm N và K trên hình 6 – 9) bằng cách đo sang hai bên mỗi bên một trị số T:

$$T = \frac{K}{2} = \frac{R}{2}(i_1 - i_2) \quad (6.13)$$

Độ cao của N và K hoàn toàn có thể xác định được theo độ dốc i_1 , i_2 và T vì đã biết độ cao của đỉnh đường cong đứng.

Tính toán độ cao các điểm chi tiết trong phạm vi đường cong đứng theo phương pháp đường tang với

$$y = \frac{x^2}{2R} \quad (6.14)$$

trong đó: y , x , R – ký hiệu xem trên hình 6 – 9.

y chính là chênh lệch độ cao giữa đường tang và đường cong tròn tại vị trí m. Do đó phải tính độ cao theo đường thẳng dốc (đường tang) ở vị trí m rồi trừ đi y thì tìm được độ cao đường cong tại m. Trị số y có thể tra ở cột h theo x (tức là l trong bảng 6 – 1).

Theo (6.14) có thể tính được phân cự p tại vị trí đỉnh đường cong đứng:

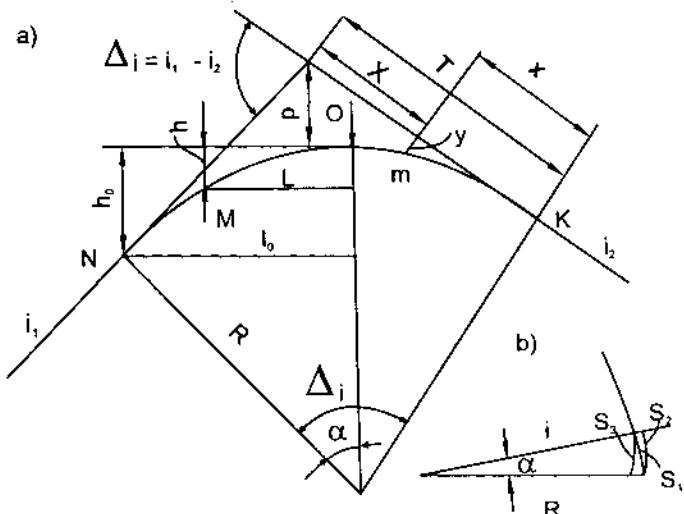
$$p = \frac{T^2}{2R} \quad (6.15)$$

Các quan hệ (6.12), (6.13), (6.14), (6.15) được lập với giả thiết chiều dài tiếp tuyến S_1 , chiều dài cung S_2 , chiều dài dây cung S_3 là hâu như bằng nhau (Hình 6 – 9b). Giả thiết này hoàn toàn chấp nhận được khi tính toán các yếu tố đường cong đứng vì góc ngoặt tại đỉnh đường cong đứng Δ_i rất nhỏ.

Từ xuất xứ như vậy nên phương pháp vạch đường đở thiết kế như trên gọi là **phương pháp vạch theo đường tang**. Nhược điểm của phương pháp này là tốn công tính toán các yếu tố đường cong đứng, nhất là đối với trường hợp dùng đường cong đứng bán kính lớn, chiều dài K lớn đòi hỏi phải tính nhiều điểm chi tiết trong phạm vi đường cong. Tuy nhiên, phương pháp thiết kế này thích hợp với các trường hợp thiết kế trắc dọc đường vùng đồng bằng và vùng núi là các trường hợp ít chõ đổi dốc và chiều dài đường cong đứng ở chõ đổi dốc thường ngắn.

b) *Cách thiết kế xuất phát từ điểm đường cong đứng có độ dốc bằng 0 và bảng tra*

Ở nhiều nước khác hiện đang áp dụng phương pháp thiết kế đường đở bằng các đường cong đứng bối trí liên tiếp nhau (hoặc có các đoạn dốc thẳng chèm ở giữa) và độ cao thi công của đường đở có thể tính nhanh chóng bằng cách tra bảng trực tiếp.



Hình 6-9. Tính yếu tố đường cong đứng và tính độ cao thi công trong phạm vi đường cong đứng.

Theo phương pháp này, đường cong đứng sẽ được tính toán các yếu tố và bối trí chi tiết xuất phát từ một điểm trên đường cong đứng có độ dốc bằng 0 chứ không phải xuất phát từ đỉnh đường cong như phương pháp trên (điểm 0 ở hình 6 – 9).

Trình tự thiết kế theo phương pháp này là: trước hết quyết định độ cao thi công của điểm 0 và bán kính đường cong đứng R (thường phải dùng các thước mẫu để lựa cho đường cong đứng thiết kế qua các điểm mong muốn). Sau đó cứ kéo dài đường cong đứng đến chỗ muốn chuyển sang đường cong đứng khác hoặc đường thẳng đứng khác. Vì trên đường cong đứng độ dốc tại mỗi điểm (tức là độ dốc của đường tiếp tuyến tại điểm đó) thay đổi liên tục, do đó điều kiện để nối tiếp giữa đường cong đứng này và đường cong đứng kia, hoặc với đường thẳng kia, là tại chỗ nối tiếp phải có độ dốc i như nhau.

Mỗi quan hệ giữa tọa độ (l, h) của một điểm trên đường cong đứng (với gốc tọa độ là điểm 0 trên hình 6 – 9 có độ dốc $i = 0$) với độ dốc i tại đó được xác định theo công thức dưới đây:

$$l = R \cdot i; \quad h = \frac{l \cdot i}{2} = \frac{l^2}{2R} \quad (6.16)$$

Các quan hệ này cũng được lập với các giả thiết như ở hình 6 – 9b nói ở trên. Với trường hợp $R = 10000$ m, trị số l, h, i tương ứng cho ở bảng 6 – 1, lập theo (6.16). Nếu $R \neq 10000$ m thì trị số l, h trong bảng phải nhân thêm với tỷ số $\frac{R}{10000}$.

Theo quan hệ (6.16) hoặc Bảng 6 – 1 ta có thể nhanh chóng tính được chênh lệch cao độ h giữa điểm $i = 0$ (điểm 0) với bất kỳ điểm nào trên đường cong đứng và với điểm đầu, điểm cuối đường cong đứng cùng với độ dốc cần nối tiếp tại đó (i_1 và i_2 trên hình 6 – 8).

Định đường cong đứng và điểm $i = 0$ (điểm 0 trên hình 6 – 8) sẽ cách nhau một khoảng cách a xác định như sau:

$$a = R \cdot i_1 - \frac{R}{2}(i_1 - i_2) \quad (6.17)$$

trong đó $\frac{R}{2}(i_1 - i_2)$ chính là 1/2 chiều dài đường cong đứng $\frac{K}{2}$ với quy ước dấu của i_1 và i_2 như đối với công thức (6.12). Trên hình 6 – 9 trị số này chính là khoảng cách từ đỉnh đường cong đến điểm đầu N và điểm cuối đường cong K.

Vậy từ điểm $i = 0$ ta có thể xác định được đỉnh đường cong đứng, và từ đó cũng có thể xác định chính xác vị trí điểm đầu và cuối đường cong đứng. (Việc này thật ra không cần làm nếu thiết kế theo cách quyết định vị trí điểm $i = 0$ trước). Ngược lại nếu thiết kế trước hai đường thẳng dốc đã biết i_1 và i_2 (theo phương pháp đường tang) thì từ giao điểm hai đường thẳng dốc này (đỉnh) ta lại có thể xác định ra điểm $i = 0$ qua công thức (6.17) và cẩm chi tiết đường cong đứng theo Bảng 6 – 1.

Khi thiết kế theo phương pháp này có thể gặp các trường hợp sau:

– Đã quyết định hai đường cong đứng, cần tính toán độ dốc của đoạn dốc thẳng nối hai đường cong đứng đó (Hình 6 – 10).

– Trường hợp thiết kế đường đê nối tiếp từ một điểm A đã biết đến một đường cong đứng cũng đã được quyết định vị trí từ trước đó (Hình 6 – 11).

Trường hợp hình 6 – 10a thì đoạn dốc thẳng phải là đường tiếp tuyến chung giữa hai

Bảng 6-I

Bảng để thiết kế đường cong đứng
(với $R = 10000$ m)

$l (m)$	$h (m)$	$i (\hat{E})$	$l (m)$	$h (m)$	$i (\hat{E})$	$l (m)$	$h (m)$	$i (\hat{E})$
1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	0,0	0	155	110	15,5	310	4,81	31,0
5	0,0	0,05	160	1,28	16,0	315	4,96	31,5
10	0,01	1,0	165	1,36	16,5	320	5,12	32,0
15	0,01	1,5	170	1,41	17,0	325	5,28	32,5
20	0,02	2,0	175	1,53	17,5	330	5,45	33,0
25	0,03	2,5	180	1,62	18,0	335	5,61	33,5
30	0,04	3,0	185	1,71	18,5	340	5,78	34,0
35	0,06	3,5	190	1,81	19,0	345	5,95	34,5
40	0,08	4,0	195	1,90	19,5	350	6,13	35,0
45	0,10	4,5	200	2,00	20,0	355	6,30	35,5
50	0,13	5,0	205	2,10	20,5	360	6,48	36,0
55	0,15	5,5	210	2,20	21,0	365	6,66	36,5
60	0,18	6,0	215	2,31	21,5	370	6,85	37,0
65	0,21	6,5	220	2,42	22,0	375	7,03	37,5
70	0,25	7,0	225	2,53	22,5	380	7,22	38,0
75	0,28	7,5	230	2,64	23,0	385	7,41	38,5
80	0,32	8,0	235	2,76	23,5	390	7,61	39,0
85	0,36	8,5	240	2,88	24,0	395	7,80	39,5
90	0,41	9,0	245	3,00	24,5	400	8,00	40,0
95	0,45	9,5	250	3,13	25,0	405	8,20	40,5
100	0,50	10,0	255	3,25	25,5	410	8,41	41,0
105	0,55	10,5	260	3,38	26,0	415	8,62	41,5
110	0,61	11,0	265	3,51	26,5	420	8,82	42,0
115	0,66	11,5	270	3,55	27,0	425	9,04	42,5
120	0,72	12,0	275	3,78	27,5	430	9,25	43,0

Bảng 6-I (tiếp theo)

1	2	3	1	2	3	1	2	3
125	0,78	12,5	280	3,92	28,0	435	9,46	43,5
130	0,84	13,0	285	4,06	28,5	440	9,68	44,0
135	0,91	13,5	290	4,20	29,0	445	9,91	44,5
140	0,98	14,0	295	4,35	29,5	450	10,13	45,0
145	1,05	14,5	300	4,50	30,0	455	10,36	45,5
150	1,12	15,0	305	4,65	30,5	460	10,58	46,0
465	10,82	46,5	580	16,83	58,1	695	24,18	69,7
470	11,65	17,0	585	17,13	58,6	698	24,39	70,0
475	11,29	17,5	590	17,42	59,1	700	24,53	70,2
480	11,53	48,0	595	17,72	59,6	705	24,88	70,7
485	11,77	18,5	599	17,96	60,0	710	25,24	71,2
490	12,01	19,1	600	18,02	60,1	715	25,60	71,7
495	12,26	19,6	605	18,32	60,6	718	25,81	72,0
499	12,46	50,0	610	18,62	61,1	720	25,95	72,2
500	12,51	50,1	615	18,93	61,6	725	26,32	72,7
505	12,76	50,6	619	19,18	62,0	730	26,68	73,2
510	13,01	51,1	620	19,24	62,1	735	27,08	73,7
515	13,27	51,6	625	19,55	62,6	738	27,27	74,0
519	13,48	52,0	630	19,86	63,1	740	27,42	74,2
520	13,53	52,1	635	20,18	63,6	745	27,79	74,7
525	13,79	52,6	639	20,44	64,0	750	28,16	75,2
530	14,05	53,1	640	20,50	64,1	755	28,54	75,7
535	14,32	53,6	645	20,82	64,6	758	28,77	76,0
539	14,54	54,0	650	21,15	65,1	760	28,92	76,2
540	14,59	54,1	655	21,47	65,6	765	29,31	76,7
545	14,86	54,6	659	21,74	66,0	770	29,69	77,2
550	15,14	55,1	660	21,80	66,1	775	30,08	77,7
555	15,41	55,6	665	22,14	66,6	778	30,31	78,0
559	15,64	56,0	670	22,47	67,1	780	30,47	78,2
560	15,69	56,1	675	22,81	67,6	785	30,86	78,7
565	15,97	56,6	678	23,01	68,0	790	31,25	79,2
570	16,26	57,1	680	23,15	68,2	795	31,65	79,7
575	16,55	57,6	685	23,49	68,7	797	31,81	80,0
579	16,78	58,0	690	23,83	69,2	800	32,04	80,3

đường cong đứng bán kính R và r – Ta có thể viết được hai phương trình sau theo khoảng cách và chênh lệch độ cao h giữa 2 điểm $i = 0$ của hai đường cong đứng L :

$$\left. \begin{array}{l} R.i + l + r_i = L \\ \frac{R.i^2}{2} + l.i + \frac{r.i^2}{2} = h \end{array} \right\} \quad (6.18)$$

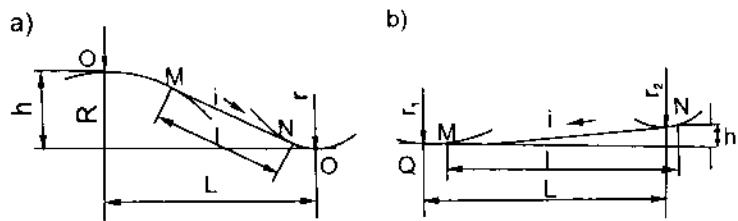
Từ đó rút ra được độ dốc thiết kế của đoạn dốc thẳng nối tiếp:

$$i = \frac{L - \sqrt{L^2 - 4Ah}}{2A} \quad (6.19)$$

với $A = \frac{R + r}{2}$ (6.20)

Trường hợp hình 6-10b
thì làm tương tự ta cũng rút
ra được công thức (6.19)
nhưng với:

$$A = \frac{r_1 - r_2}{2} \quad (6.21)$$



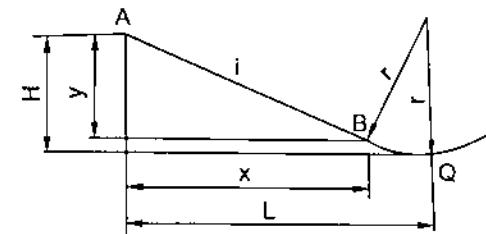
Hình 6-10. Sơ đồ tính toán độ dốc của đường dốc thẳng
nối tiếp hai đường cong đứng đã định.

Trường hợp hình 6 – 11 ta cũng lập được hệ
phương trình:

$$\left. \begin{array}{l} L = x + ri \\ H = y + \frac{ri^2}{2} \end{array} \right\} \quad (6.22)$$

Từ đó ta có:

$$\left. \begin{array}{l} x = \sqrt{L^2 - 2rH} \\ y = \frac{Lx - x^2}{r} \end{array} \right\} \quad (6.23)$$



Hình 6-11. Sơ đồ tính toán nối một điểm với một
đường cong đã định

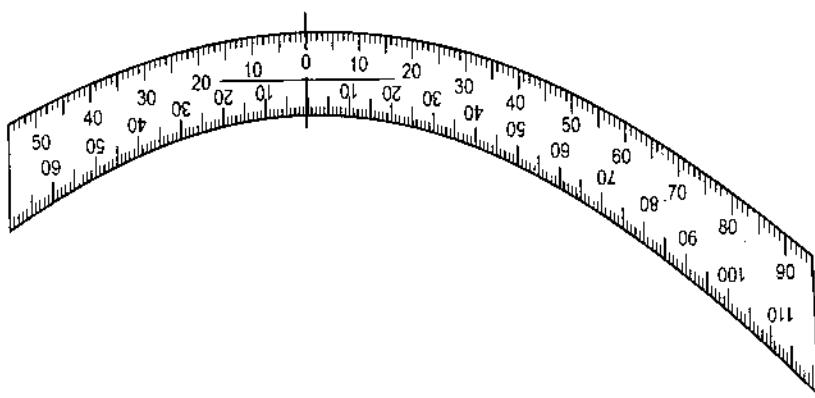
Công thức (6.23) để định vị trí của điểm nối tiếp, còn độ dốc nối tiếp i được tính theo công thức:

$$i = \frac{y}{x} \quad (6.24)$$

Các ký hiệu trong công thức xem trên hình 6-11.

Phương pháp thiết kế đường đỗ xuất phát từ điểm $i = 0$ do kỹ sư N.M.Antônôv đề
xướng rõ ràng có ưu điểm là nhanh chóng, tiện lợi hơn phương pháp thiết kế theo đường
tang vì nếu thiết kế trắc dọc từ một đầu lại thì chỉ cần dựa vào bảng 6 – 1 (và vận dụng linh
hoạt bảng này) là có thể tính ra độ cao thi công ở các điểm chi tiết mà không cần phải tính

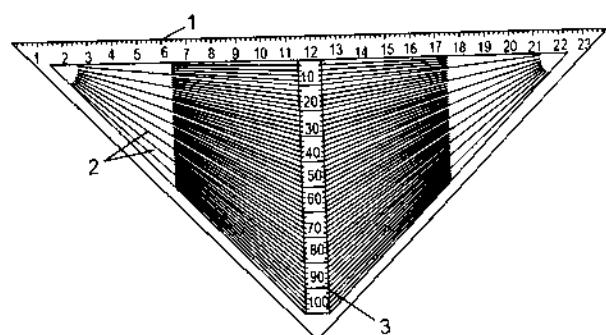
toán theo các công thức giải tích nào khác. Phương pháp này đặc biệt áp dụng thuận lợi cho trường hợp đường vùng đổi (thay đổi dốc luân), cho trường hợp tuyến đường cấp cao (đường dò thiết kế được vạch với các đường cong liên tiếp theo quan điểm bảo đảm phối hợp đều đặn các yếu tố không gian). Tuy nhiên, để áp dụng phương pháp này, khi thiết kế bắt buộc phải dùng thước mẫu (Hình 6 – 12) để dò tìm vị trí đặt điểm $i = 0$ và dò bán kính R sao cho phù hợp với các điểm mong muốn.



Hình 6-12. Thước mẫu làm bằng chất dẻo trong suốt để thiết kế trắc đạc bằng các đường cong đứng, một cạnh dể vạch đường cong lõi và một cạnh dể vạch đường cong lõm. (Trị số ghi trên vạch là độ dốc %oo của các tiếp tuyến tương ứng). Vạch chữ thập để xác định vị trí điểm $i = 0$ và để giữ vị trí thước đúng trên giấy kẻ ly.

Thước mẫu ở hình 6 – 12 cũng có thể được dùng để thiết kế thử đường cong đứng theo phương pháp đường tang. Còn để thiết kế thử ở các đoạn dốc thẳng thì có thể dùng thước mẫu ở hình 6 – 13.

Cả hai loại thước mẫu hình 6 – 12 và 6 – 13 đều được làm với sự bóp méo theo tỷ lệ trắc đạc ($1:5000$ và $1:500$ với địa hình đồng bằng; $1:2000$ và $1:200$ với vùng núi). Có các thước mẫu sẽ thuận lợi hơn rất nhiều trong việc dự kiến đường dò thiết kế theo tập hợp các điểm mong muốn và các điểm không ché.



Hình 6-13. Thước mẫu để thiết kế các đoạn dốc thẳng:
1. cạnh đo cự ly; 2. các đường ứng với những độ dốc khác nhau;
3. thang xác định hướng thẳng đứng và trị số độ dốc %oo

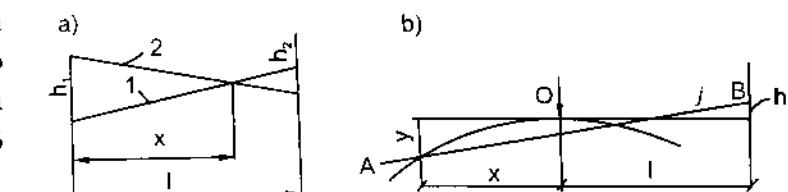
3. Xác định vị trí điểm xuyên

Sau khi vạch đường dò thiết kế và tính toán độ cao thi công tương ứng ở mọi cọc chi tiết, ta còn cần xác định *vị trí điểm xuyên* (Hình 6 – 14) để phục vụ cho việc tính toán khối lượng đào đắp.

Trường hợp đường dốc thiết kế là đường dốc thẳng (Hình 6 – 14) thì điểm xuyên được xác định theo chiều cao đào đắp h_1 , h_2 và vị trí của hai cọc chi tiết ở hai bên có cự ly cách nhau l :

$$x = l \frac{h_1}{h_1 + h_2} \quad (6.25)$$

Trường hợp đường dốc thiết kế là đường cong đứng bán kính R thì theo sơ đồ ở hình 6 – 14 ta có thể viết được hai phương trình:



Hình 6-14. Sơ đồ xác định vị trí điểm xuyên:
a) Ở đoạn dốc thẳng; b) Đoạn có đường cong đứng;
1. đường mặt đất tự nhiên (đường đen);
2. đường dốc thiết kế;

$$\left. \begin{array}{l} (x+l)j = y + h \\ x^2 = 2Ry \end{array} \right\} \quad (6.26)$$

trong đó, các ký hiệu xem trên hình 6 – 14 với O là điểm có $i = 0$ của đường cong đứng; l – khoảng cách giữa O với một cọc chi tiết gần nhất; j – độ dốc mặt đất tự nhiên.

Giải (6. 26) sẽ tìm được cự ly từ O đến điểm xuyên (có 2 nghiệm số):

$$x = R.j \pm \sqrt{R^2 j^2 + 2R(l - j - h)} \quad (6.27)$$

6.3. PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ CHỈNH TUYẾN KẾT HỢP ĐỒNG THỜI BÌNH ĐỒ, TRẮC DỌC VÀ TRẮC NGANG

Khi vạch đường dốc thiết kế trên trắc dọc, nếu phát hiện thấy trắc dọc dựa trên cơ sở tuyến đã cắm có những đoạn không thỏa mãn được các tiêu chuẩn kỹ thuật quy định, hoặc các yêu cầu kinh tế – kỹ thuật nói ở điểm 2 mục 6.2 thì cần đặt vấn đề xem xét khả năng chỉnh lại tuyến đã cắm (đã thiết kế) để cố gắng đạt tới một phương án hợp lý hơn về bình đồ lấn trắc dọc.

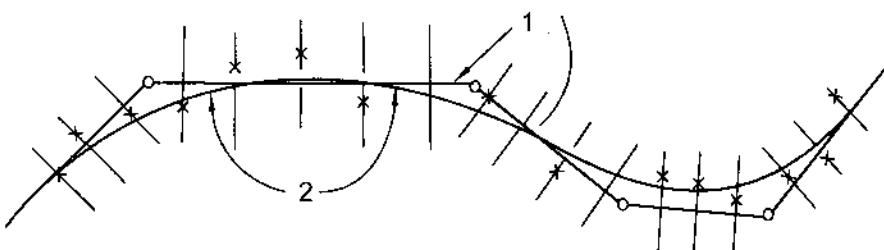
Phương pháp nghiên cứu chỉnh tuyến có thể tiến hành như sau:

– Trước hết cần nghiên cứu để xuất các yêu cầu thay đổi mặt cắt dọc tự nhiên, tức là thay đổi độ cao đường đen tại từng điểm (từng cọc) trong đoạn trắc dọc bất hợp lý nhằm đáp ứng yêu cầu kinh tế – kỹ thuật đã nói. Để làm cơ sở cho việc để xuất những yêu cầu thay đổi này, người thiết kế cần phải tạm vạch một đường dốc thiết kế phù hợp với yêu cầu kinh tế – kỹ thuật trên trắc dọc hiện có, sau đó lấy đường dốc này làm chuẩn để phát hiện các cọc chi tiết cần nâng cao hoặc hạ thấp, ví dụ các chốt so với đường dốc hiện phải đào quá sâu thì cần phải hạ bớt độ cao đường đen để giảm chiều cao đào, hoặc các chốt phải đắp

nhiều thì cần tăng độ cao đường đèn để giảm bớt khối lượng đắp hoặc khối lượng kè v.v... Xác định chiều cao yêu cầu hạ thấp xuống hoặc nâng lên này cần căn cứ vào mặt cắt ngang địa hình tự nhiên tương ứng tại mỗi cọc chi tiết theo cách xác định độ cao mong muốn nói ở điểm 1 mục 6.2 (lúc này giữ nguyên độ cao thiết kế và thay đổi độ cao mặt đất tự nhiên để đạt được *chiều cao đào, đắp yêu cầu bằng chiều cao đào, đắp mong muốn*).

– Sau khi xác định được chiều cao đào đắp yêu cầu như trên (và vẫn giả thiết là giữ nguyên độ cao thiết kế của đường đê) ta có thể xác định được cự ly tuyến cần xe dịch tại điểm đã biết để tại đó khi lên trắc dọc sẽ có chiều cao đào đắp mong muốn. Điều này có thể thấy rõ qua ví dụ ở hình 6 – 6b: giả sử trên hình 6 – 6b tuyến đê cắm (hoặc một đường sườn đê cắm) có vị trí 5; rõ ràng là trên trắc ngang với vị trí tuyến cắm như vậy sẽ dẫn tới việc phải dùng kè cao. Trong khi đó theo kết quả phân tích, nếu có chiều cao đào tại tim như ở vị trí 3 thì sẽ kinh tế nhất và tuyến lúc này nên dịch tới vị trí 3. Cự ly xe dịch tuyến (so với tuyến hoặc đường sườn đê cắm) lúc này chính là d (sang phía trái tuyến đê cắm).

– Ở mỗi trắc ngang đều có thể xác định được một trị số d; đặt tất cả các cự ly nền xe dịch này lên bình đồ ta sẽ được tập hợp các điểm mong muốn thể hiện yêu cầu chỉnh tuyến trên bình đồ như ví dụ ở hình 6 – 15, và lúc này cắm lại tuyến nền cố gắng bám sát các điểm mong muốn đó.



Hình 6 – 15. Chỉnh tuyến trên bình đồ theo tập hợp các điểm mong muốn:
x – các điểm mong muốn; 1. đường sườn (hoặc tuyến) đê cắm; 2. tuyến chỉnh bám sát tập hợp các điểm mong muốn.

Để bám sát được tập hợp các điểm mong muốn, khi thiết kế lại tuyến trên bình đồ cũng có thể dùng các thước mẫu cung tròn bán kính khác nhau, hoặc các thước mẫu dùng đường cong dạng clôtôit. Chú ý trong trường hợp muốn thiết kế qua nhiều điểm định trước như trên, việc sử dụng cách cắm tuyến bằng những đường clôtôit liên tiếp đôi khi mang lại hiệu quả rõ rệt (cách thiết kế cắm tuyến theo phương pháp này có thể xem ở điểm 3 mục 7.2).

Sau khi thiết kế chỉnh tuyến trên bình đồ, cần kiểm tra lại hiệu quả bằng cách lên trắc dọc theo tuyến mới chỉnh và nếu cần thì tiếp tục tiến hành chỉnh tuyến nữa, vì rằng sau khi chỉnh tuyến chiều dài và cự ly giữa các cọc có thể thay đổi so với trước. Trên thực tế khối lượng thiết kế chỉnh tuyến có thể giảm nếu tiến hành thiết kế định tuyến trước trên bình đồ thăm dò, rồi sau đó mới cắm tuyến. Việc cắm tuyến trực tiếp trên thực địa (không qua định tuyến thử trên bình đồ thăm dò) có thể dẫn đến khối lượng chỉnh tuyến lên tới 40 ~ 50% chiều dài tuyến (đối với địa hình vùng núi). Ngoài ra, nếu thực hiện đúng các

phương pháp thiết kế bình đồ và trắc đạc nói ở mục 6.1 và 6.2 cũng sẽ giảm đáng kể khối lượng chỉnh tuyến.

Tuyến đã chỉnh nói chung nên cắm lại và đo đạc lại trên thực địa, lúc này có thể nối tiếp đoạn tuyến chỉnh với tuyến đã cắm lần đầu bằng các cọc lý trình đặc biệt để tránh phải chữa lại toàn bộ hệ thống cọc lý trình (cọc H, cọc km) đã cắm kể từ gốc tuyến. Trong trường hợp đoạn tuyến chỉnh xê dịch ít và sau khi xê dịch vẫn nằm trong phạm vi gần giữa trắc điểm và trắc ngang đã đo đạc theo tuyến cũ thì có thể không cần phải cắm lại trên thực địa mà chỉ cần vẽ ngang đã đo đạc theo tuyến cũ thì có thể không cần phải cắm lại trên thực địa mà chỉ cần vẽ trên bình đồ với các tính toán tam giác lượng để móc nối các yếu tố của tuyến mới chỉnh vào đường sườn của tuyến cũ đã cắm.

Chú ý rằng các điểm mong muốn thể hiện trên bình đồ như ở hình 6 – 15 hoàn toàn có ý nghĩa giống như tập hợp các điểm mong muốn trên trắc đạc. Nhờ kết hợp bình đồ, trắc đạc và trắc ngang ta luôn luôn có thể chủ động trong việc chọn tuyến trên bình đồ hoặc trên trắc đạc (và đặc biệt trên địa hình sườn dốc). Thay đổi vị trí tuyến cũng có ý nghĩa như thay đổi độ cao thiết kế (điều này có thể thấy rõ qua ví dụ ở hình 6 – 6), ngược lại, thay đổi chiều cao dào lấp thiết kế cũng có thể được thể hiện bằng cách thay đổi đường đồ thiết kế, hoặc được thực hiện trên bình đồ bằng cách xê dịch tuyến.

Ngoài ra, một nội dung quan trọng khác trong việc thiết kế phối hợp bình đồ, trắc đạc và trắc ngang là thiết kế phối hợp không gian các yếu tố của tuyến nhằm bảo đảm độ đều đặn thị giác của tuyến. Nội dung và phương pháp thiết kế phối hợp không gian các yếu tố tuyến đường ôtô sẽ được trình bày kỹ ở mục 7.2.

CHƯƠNG 7

THIẾT KẾ CẢNH QUAN VÀ BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG ĐƯỜNG ÔTÔ

7.1. NỘI DUNG, CƠ SỞ VÀ Ý NGHĨA CỦA VIỆC THIẾT KẾ CẢNH QUAN VÀ BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG ĐƯỜNG ÔTÔ

1. Thiết kế cảnh quan đường ôtô

Như đã biết, thiết kế đường ôtô trước hết phải xuất phát từ điều kiện chuyển động của ôtô về mặt động lực. Các yếu tố của đường thiết kế trên bình đồ, trắc dọc, trắc ngang phải đáp ứng được những yêu cầu về mặt động lực để bảo đảm mỗi chiếc xe đơn độc khi chạy trên đường được an toàn, tiện lợi, kinh tế. Các yêu cầu về mặt động lực thường được tính toán cụ thể xuất phát từ điều kiện chuyển động của ôtô về sức kéo và sức bám, điều kiện chống xung kích (như ở chỗ đổi dốc lõm trên trắc dọc...), điều kiện chống lực ly tâm khi xe chạy trên đường vòng...

Tuy nhiên thông qua thực tế khai thác đường và nhiều công trình nghiên cứu người ta đã phát hiện ngày càng đầy đủ và xác nhận rằng: ngoài yếu tố động lực còn có nhiều yếu tố khác cũng có ảnh hưởng đáng kể đến mục tiêu chạy xe an toàn, tiện lợi, kinh tế; trong số các yếu tố đó có chính *sự đánh giá chủ quan* của người lái xe đối với đường trên cơ sở các thông tin thu nhận được *qua thị giác* và cảm giác của chính mình (chủ yếu và quan trọng là thông qua thị giác, còn cảm giác có thể có vai trò khi ôtô đã đi hẳn vào đoạn đường xấu, vào đoạn đường vòng). Nếu sự đánh giá đoạn đường phía trước là sai lệch hoặc không đầy đủ (bị hạn chế bởi một lý do nào đó) thì việc chọn các giải pháp điều khiển ôtô của người lái xe sẽ trở nên không thích hợp, sẽ xảy ra nhầm lẫn và đương nhiên việc chạy xe kém an toàn, thuận lợi, kinh tế.

Sự đánh giá của người lái xe về điều kiện chạy xe của đoạn đường phía trước là đúng hay sai, đầy đủ hay phiến diện, chủ yếu phụ thuộc vào trạng thái tinh thần, tâm lý và thể chất của người lái xe, đồng thời cũng phụ thuộc rất nhiều vào các *giải pháp thiết kế* có tạo thuận lợi cho người lái xe phán đoán đúng (để đánh giá đúng) hay không? Trong *mỗi điều kiện thiên nhiên và môi trường* cụ thể của vùng tuyến đường di qua, một tuyến đường được

thiết kế sao cho tạo điều kiện để người lái xe bớt được mệt mỏi và căng thẳng, đồng thời tạo được thuận lợi cho việc thu nhận thị giác và đánh giá đúng điều kiện chạy xe của đoạn đường phía trước thì đó là một tuyến đường *bảo đảm thuận lợi* cho việc chạy xe. Một tuyến đường dù được thiết kế thỏa mãn điều kiện chạy xe về mặt động lực rất tốt đối với từng yếu tố, vẫn sẽ chưa bảo đảm được mục tiêu chạy xe an toàn, thuận lợi, kinh tế nếu như sự phối hợp các yếu tố với nhau chưa tốt, và sự phối hợp giữa tuyến với quang cảnh và môi trường hai bên không tốt (những sự phối hợp này không tốt sẽ dẫn tới sự đánh giá sai không bảo đảm thuận lợi cho việc chạy xe theo cách hiểu vừa trình bày ở trên.)

Với quan điểm như vậy, vấn đề thiết kế cảnh quan đường ôtô được đặt ra nhằm đạt được các *mục đích cụ thể* là trong điều kiện địa hình, địa mạo, quang cảnh và môi trường cụ thể, chọn được tuyến và thiết kế tuyến bảo đảm có sự phối hợp tốt giữa các yếu tố tuyến, phối hợp hài hòa tốt giữa đường và quang cảnh; do đó bảo đảm được điều kiện chạy xe *an toàn thuận lợi*, không gây mệt mỏi căng thẳng mà lại tạo được cảm giác dễ chịu và thoải mái cho lái xe và hành khách đi trên xe, đồng thời bảo đảm tạo khả năng giữ gìn được những giá trị thiên nhiên của môi trường hai bên đường. Những mục tiêu này trước hết nhằm tạo điều kiện chạy xe tốt, nhưng cũng rất phù hợp với chức năng của đường ôtô trên phương diện xem đường là một loại công trình phục vụ công cộng cho đông đảo mọi người và đòi hỏi đạt được yêu cầu mỹ quan nhất định (đường không phá hoại thiên nhiên và môi trường mà trái lại còn cản trở diễm thêm cho thiên nhiên và môi trường).

Theo quan điểm và mục đích như vậy, rõ ràng vấn đề thiết kế cảnh quan đường ôtô được đặt ra không phải chỉ đối với các đường cấp cao mà phải đặt ra đối với tất cả mọi loại và cấp đường (kể cả đường thiết kế mới và thiết kế cải tạo). Áp dụng các giải pháp thiết kế cảnh quan đường ôtô (xem các mục 7.2, 7.3 và 7.4...) đương nhiên có thể đem lại các hiệu quả kinh tế trong việc giảm giá thành vận doanh, giảm số tai nạn và đôi khi giảm ngay cả giá thành xây dựng. (Vì nếu thiết kế phối hợp tốt giữa tuyến và địa hình có thể sẽ dẫn tới việc giảm khối lượng đào, đắp đất).

Nội dung phải nghiên cứu giải quyết khi thiết kế cảnh quan đường ôtô bao gồm các vấn đề dưới đây:

– *Thiết kế phối hợp không gian các yếu tố của tuyến đường* (nghĩa là nghiên cứu sự bố trí tương hỗ các yếu tố bình dô, trắc dọc, trắc ngang trong tọa độ không gian 3 chiều) để bảo đảm tính *đến và rõ ràng* của tuyến tức là bảo đảm người lái xe thông qua thu nhận thị giác của mình không đánh giá sai (qua các ảnh hưởng không gian của một đoạn tuyến phía trước) điều kiện chạy xe, do đó bảo đảm cho việc chạy xe được an toàn và thuận lợi. Vấn đề này được đặt ra vì người ta đã phát hiện thấy nếu các yếu tố tuyến bố trí phối hợp không tốt (mặc dù từng yếu tố đạt tiêu chuẩn kỹ thuật cao) sẽ dẫn tới những ảnh không gian đoạn đường bị *hộp néo* khiến cho người lái xe phán đoán sai về điều kiện chạy xe, và mặc dù lúc này sức cản động lực rất nhỏ nhưng lại phát sinh “sức cản thị giác” “hay sức cản tâm lý” lớn khiến cho xe phải giảm tốc độ (xem mục 7.2).

– *Thiết kế dẫn hướng và các biện pháp tạo thuận lợi cho việc thu nhận thị giác* để bảo đảm cho người lái xe nhận rõ được hướng tuyến và điều kiện xe chạy từ trước một khoảng cách đủ lớn (có thể lớn hơn cả phạm vi tầm nhìn thiết kế), do đó kịp thời thay đổi chế độ

chạy xe mà không bị cảm thấy đột ngột. Các biện pháp này bao gồm cả việc sử dụng các rặng cây và dải lân cận hai bên tuyến để tạo nên hệ thống dẫn hướng.

– Thiết kế phối hợp đường với quang cảnh vùng tuyến đi qua bảo đảm đường không phá hoại quang cảnh thiên nhiên, trái lại tổ điểm thêm và tạo nên một bức tranh hài hòa, đẹp đẽ, do đó tạo điều kiện thuận lợi cho việc chạy xe và cho những người đi xe.

Chú ý rằng quang cảnh ở đây là nói tới tất cả các cảnh vật đi trên đường có thể trông thấy gồm bản thân con đường và các yếu tố địa hình, thảm thực vật, phạm vi bề mặt bao phủ bởi nước và đầm lầy, cũng như các công trình và sản phẩm trên mặt đất của con người (các công trình văn hóa, xây dựng, các cơ sở khai thác công nghiệp, lâm nghiệp; sự phân bố ruộng đất canh tác, sự phân bố các điểm dân cư...).

Để tổ điểm thêm cho quang cảnh thiên nhiên, khi thiết kế có thể sử dụng thêm các rặng cây, bố trí các chỗ nghỉ ngơi, ngắm cảnh dọc tuyến, các công trình kiến trúc phục vụ công cộng khác, hoặc lợi dụng các thiết bị chỉ dẫn và báo hiệu v.v...

Giải quyết đúng đắn các vấn đề thiết kế cảnh quan kể trên phải đặt trên cơ sở nghiên cứu quy luật tâm lý, trạng thái tinh thần, thể chất và sự thu nhận thị giác của người lái xe khi điều khiển xe chạy, đồng thời phải dựa trên cơ sở nghiên cứu thực nghiệm đánh giá các điều kiện của đường về mặt an toàn và thuận lợi cũng như các kết quả thống kê, phân tích các nguyên nhân gây ra tai nạn xe cộ trên thực tế. Ngoài ra, để đi tới các biện pháp thiết kế cụ thể cũng cần phải nghiên cứu các phương pháp và chỉ tiêu đánh giá được tính đều đặn và rõ ràng của tuyến đường, cũng như đánh giá được mức độ bảo đảm an toàn chạy xe của các đoạn đường. Các điểm đó sẽ được kết hợp trình bày trong các mục tiếp theo của chương này.

2. Thiết kế bảo vệ môi trường

Môi trường được hiểu là không gian và hoàn cảnh sinh sống của con người. Các yếu tố môi trường chính là các yếu tố ảnh hưởng đến không gian và hoàn cảnh sinh sống của con người. Dưới đây sẽ xem xét các yếu tố đó.

a) Yếu tố môi trường kinh tế – xã hội – nhân văn (ảnh hưởng đến sự phát triển kinh tế – xã hội – nhân văn)

– Sự di lại, làm việc của dân cư (xây dựng một con đường có thể làm chia cắt các khối dân cư, nhất là các đường cao tốc,... làm ảnh hưởng đến các hoạt động kinh tế và di lại sinh hoạt của dân cư);

– Môi trường hoạt động kinh tế và điều kiện sinh sống (chiếm dụng đất và tái định cư).

– Môi trường nông nghiệp, thủy lợi;

– Môi trường du lịch, lịch sử và di sản văn hóa;

– Môi trường thẩm mỹ và cảnh quan;

– Tập quán sinh hoạt, dân tộc, tôn giáo (nhất là đối với các vùng cư trú của các dân tộc ít người...);

– Chất lượng sinh hoạt của cộng đồng (chất lượng không khí, tiếng ồn, vệ sinh...);

b) Các yếu tố môi trường tài nguyên thiên nhiên và môi trường sinh thái

- Môi trường đất (chất đất, đất trống trọt, xói lở đất...);
- Môi trường nước (chất lượng nước, chế độ dòng chảy nước mặt và nước ngầm, nguồn nước...);
- Môi trường sinh thái (thảm thực vật, động vật hoang dã, vườn quốc gia và khu bảo tồn thiên nhiên).

Tương tự như các hoạt động kinh tế khác, việc xây dựng và khai thác một tuyến đường ôtô sẽ góp phần to lớn vào việc cải thiện hoàn cảnh kinh tế, xã hội nhưng có thể lại tác động xấu đến các yếu tố môi trường nói trên, dẫn đến các tác hại lâu dài về không gian sinh sống của con người.

Chính vì vậy *mục đích* của việc nghiên cứu thiết kế bảo vệ môi trường chính là điều tra, phân tích, đánh giá, dự báo (từ mức định tính đến mức định lượng) các tác động của quá trình xây dựng (thi công) và khai thác, sử dụng đường có thể sẽ gây ra đối với các yếu tố môi trường nói trên trong phạm vi dọc hai bên tuyến đường (hoặc phương án đường) thiết kế. Tiếp đó, trên cơ sở các phân tích, dự báo đã có cần phải thiết kế các biện pháp phòng ngừa, giảm thiểu các tác động bất lợi (đề xuất phương án xử lý, tính toán và thiết kế từ mức sơ bộ đến mức chi tiết cụ thể) hoặc đề xuất các giải pháp để bù những hậu quả do các tác động bất lợi đó gây ra đối với các yếu tố môi trường. Trong trường hợp các yếu tố môi trường bị tác động nặng nề so với trước khi có dự án làm đường, đến mức có thể gây ra những tổn thất kinh tế hoặc hậu quả không thể khắc phục được thì thậm chí cần phải kiến nghị hủy bỏ dự án (hoặc một phương án nào đó của dự án). Trường hợp có khả năng hạn chế, khắc phục các tác động bất lợi đối với môi trường bằng các biện pháp phòng ngừa, giảm thiểu thì người thiết kế còn cần phải lập kế hoạch và đề xuất các biện pháp theo dõi, giám sát môi trường trong giai đoạn thi công và giai đoạn đưa đường vào khai thác sử dụng.

Để đạt được các mục tiêu nói trên, cần phải có quan điểm đánh giá tác động môi trường một cách lâu dài; phải nắm được phương pháp đánh giá dự báo tác động môi trường và các tiêu chuẩn về mức độ tác động cho phép đối với mọi yếu tố môi trường của một dự án thiết kế đường. Các phương pháp dự báo và các tiêu chuẩn cho phép phải được thực hiện theo đúng các văn bản pháp quy dưới đây:

- Luật bảo vệ môi trường Việt Nam (ban hành năm 1993) và Nghị định 175/CP của Chính phủ ngày 18.10.1994 hướng dẫn thi hành bộ luật này;
- Quyết định số 290.QĐ/MTg của Bộ Khoa học, Công nghệ và Môi trường ngày 21/6/1996 công bố 97 tiêu chuẩn Việt Nam về môi trường;
- Quy chuẩn xây dựng Việt Nam (Quyết định ban hành số 682/BXD.CSXD ngày 14.12.1996 của Bộ trưởng Bộ Xây dựng);
- Quy trình đánh giá tác động môi trường khi lập dự án nghiên cứu khả thi và thiết kế xây dựng các công trình giao thông mã số 22 TCN. 242. 98 do Bộ Giao thông vận tải ban hành.

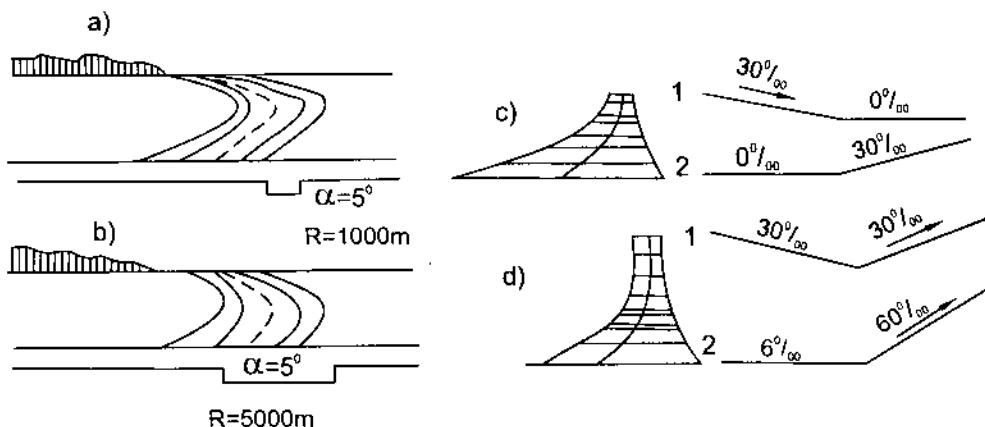
Với các mục đích nêu trên ta có thể thấy rõ mối liên quan chặt chẽ giữa việc thiết kế cảnh quan và thiết kế bảo vệ môi trường. Thiết kế cảnh quan, ngoài các mục tiêu riêng của nó nhằm nâng cao hiệu quả giao thông về mặt an toàn, thuận lợi, kinh tế, còn có mục tiêu

quan trọng khác là bảo đảm thiết kế đường không phá hoại thiên nhiên mà trái lại còn phối hợp tô điểm thêm cho thiên nhiên và môi trường.

7.2. THIẾT KẾ KHÔNG GIAN VÀ THIẾT KẾ DẪN HƯỚNG

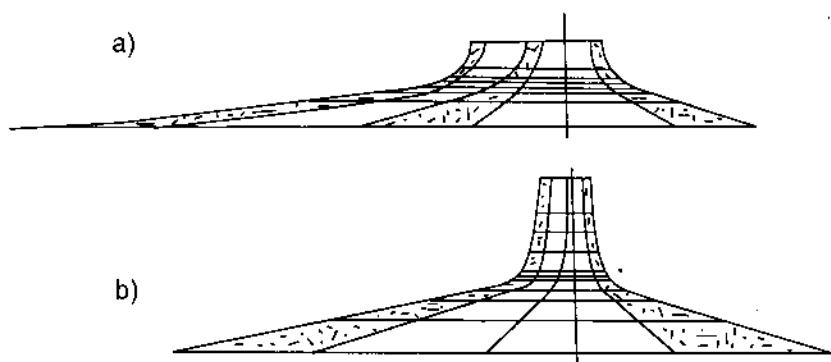
1. Nguyên tắc và yêu cầu thiết kế phối hợp các yếu tố tuyến

Như đã nói ở mục 7.1, yêu cầu đối với việc thiết kế không gian và thiết kế dẫn hướng là nhằm đảm bảo được độ *dều dặn về thị giác và rõ ràng về tâm lý* cho người lái xe để người lái xe yên tâm chạy xe với tốc độ cao. Muốn thế trước hết phải tiến hành thiết kế *phối hợp các yếu tố hình đồ, trắc dọc và trắc ngang* của tuyến đường như thế nào để *bản thân nó* tự giải thích được điều kiện chạy xe của nó và để người lái xe khỏi nhìn đoán nhầm, thông qua những ảnh phối cảnh bị bóp méo như các ví dụ từ hình 7 – 1 đến hình 7 – 5.



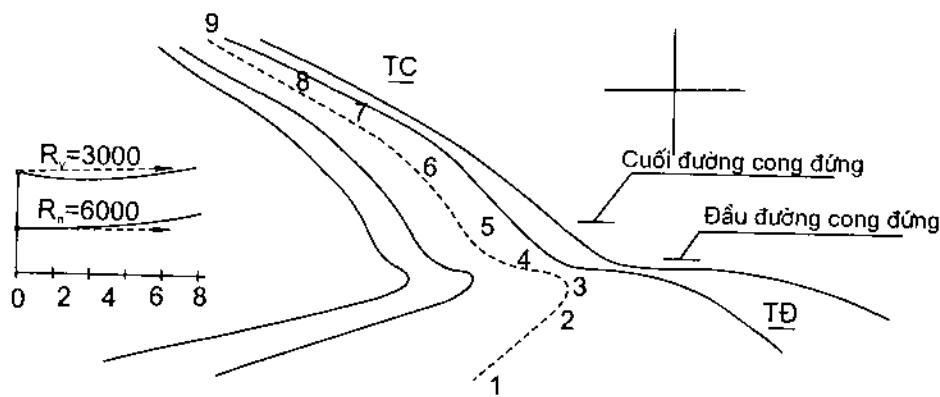
Hình 7 – 1. Dạng bóp méo của đường nhìn qua ảnh phối cảnh đối với trường hợp tuyến là các đường cong phẳng trong không gian:

- a) Đường cong bán kính nhỏ nhìn thấy như tuyến bị gãy; b) Tăng bán kính nhìn sẽ dều dặn hơn;
 - c) Sau một đoạn xuống dốc dài ảnh đoạn nằm ngang phía trước hình như bị dốc lên;
 - d) Như c nhưng đoạn lên một dốc thoải ở phía trước sẽ được nhìn thấy như lên dốc rất gắt
1. tương quan thực giữa hai đoạn dốc; 2. tương quan bị bóp méo.

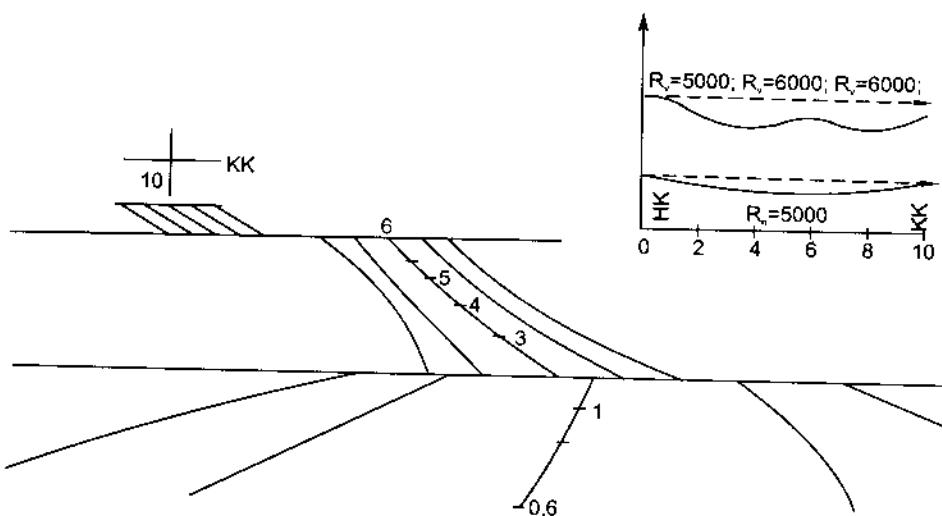


Hình 7 – 2. Ảnh hưởng của bề rộng tới ảnh phối cảnh:

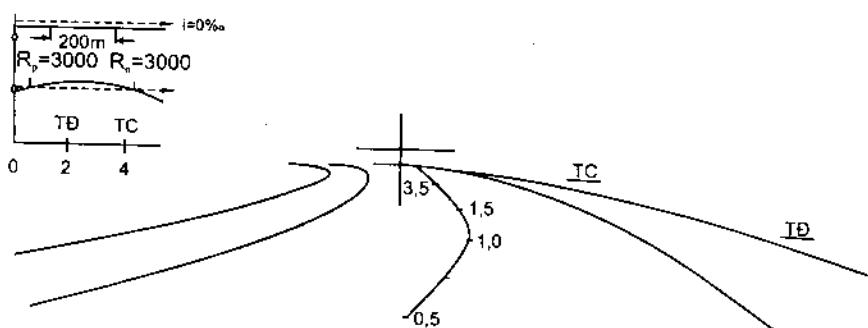
- a) Khi nền rộng 5,0m; b) Khi nền rộng 24,0m (vị trí điểm nhìn và góc dốc như nhau).



Hình 7 – 3. Ảnh phoi cảnh khi tuyến là một đường cong không gian: đường vòng nằm dài hơn đường cong đứng nhiều quá sẽ tạo nên ảnh bị lõm.



Hình 7 – 4. Ảnh một đoạn tuyến dạng l่าน sóng.



Hình 7 – 5. Đoạn thẳng chèn ngắn giữa hai đường vòng cùng chiều liên tiếp tạo nên ảnh không đều đặn.

Qua các hình vẽ nói trên ta có thể thấy rõ ảnh phối cảnh của các đoạn tuyến phía trước mặt người lái xe phụ thuộc trước hết vào sự phối hợp các yếu tố của tuyến (và đương nhiên phụ thuộc vào vị trí điểm nhìn). Đối với *trường hợp tuyến là một đường cong phẳng trong không gian* (tức là toàn bộ đoạn tuyến nằm trên một mặt phẳng nào đó, như các trường hợp: đoạn tuyến thẳng trên bình đồ nhưng có đổi dốc ở trắc dọc; cong trên bình đồ nhưng nằm ngang trên trắc dọc; cong trên bình đồ nhưng trên trắc dọc có độ dốc thay đổi đều đẽ cả đoạn tuyến nằm trên một mặt phẳng nghiêng cắt chéo qua hình trụ có đường sinh thẳng góc với đường cong nằm trên bình đồ...) thì ảnh của nó sẽ bị bóp méo nhiều hay ít tùy thuộc các nhân tố dưới đây:

- Trường hợp *đoạn tuyến có đường vòng nằm trên bình đồ* (Hình 7 – 1a, b) các nhân tố ảnh hưởng đến hình ảnh của nó là:

+ Bán kính đường vòng và góc chuyển hướng;

+ Vị trí điểm nhìn: Ảnh hưởng của chiều cao điểm nhìn trong trường hợp này là không đáng kể vì nó không làm thay đổi nhiều góc giữa tia nhìn và mặt phẳng chứa đường cong; nhưng khoảng cách giữa điểm nhìn và điểm đầu đường cong lại có ảnh hưởng rất lớn: *càng xa thì hình ảnh càng bị bóp méo*;

+ Độ dốc của mặt phẳng chứa đường vòng: Cùng một đường vòng có các yếu tố như nhau nhưng nếu nhìn từ dưới lên (khi lên dốc) thì ảnh có thể đều đặn, êm thuận trái lại nhìn từ trên xuống (khi xuống dốc) thì thấy gãy khúc;

+ Hình dạng tiết diện ngang trong đoạn đường vòng: Nếu không có siêu cao thì ảnh sẽ thấy dốc ra phía lưng do đó gây tâm lý sợ đổ xe. Vì thế cấu tạo siêu cao thích hợp còn nhằm cải thiện điều kiện thu nhận thị giác (nhất là do cấu tạo siêu cao sẽ biến đường vốn là đường cong phẳng thành đường cong không gian).

- Trường hợp *đoạn tuyến là đường cong phẳng có chỗ đổi dốc trên trắc dọc*, các nhân tố ảnh hưởng đến hình ảnh của nó là:

+ Bề rộng phần xe chạy (Hình 7 – 2): Đường càng rộng thì càng thấy ảnh bị gãy, có nghĩa là đường càng rộng thì càng nên dùng bán kính đường cong đứng lớn hơn;

+ Khoảng cách từ điểm nhìn và chiều nhìn (như ở hình 7 – 1 c,d);

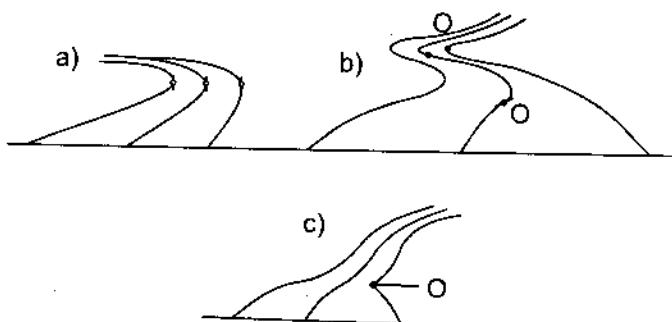
+ Góc đổi dốc và bán kính đường cong đứng: Khi góc đổi dốc càng nhỏ thì bán kính càng phải lớn mới bảo đảm có được ảnh đều đặn, không gãy.

Nói chung, đối với trường hợp tuyến là các đoạn đường cong phẳng thì những đặc trưng hình học của nó đều được *giữ nguyên* trên ảnh phối cảnh (nghĩa là trên ảnh không phát sinh thêm các điểm uốn hoặc các chỗ lún sóng nếu như trên đoạn tuyến thực không có các chỗ đó), và sự bóp méo chỉ thể hiện ở chỗ cảm thấy tuyến bị gãy hoặc bị dốc ra phía ngoài đường vòng. Do đó biện pháp điều chỉnh thiết kế để bảo đảm độ đều đặn thị giác đối với các đoạn đường cong phẳng (trên bình đồ và trắc dọc) là tương đối đơn giản và chủ yếu là tăng bán kính đường cong cũng như bố trí cấu tạo nâng siêu cao hợp lý.

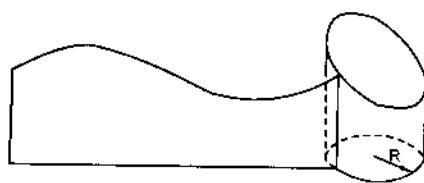
Các đoạn tuyến không phải là đường cong phẳng được gọi là các *đoạn cong không gian*. Đó là những đoạn khi dựng theo 3 tọa độ không gian, các điểm thuộc nó sẽ không nằm trong cùng một mặt phẳng; cụ thể là các đoạn tuyến đường có bình đồ nằm trên đường vòng

trong khi trắc dọc có độ dốc đều ($i > 0$), đoạn có bình đồ nằm trên đường vòng trong khi trắc dọc phải đổi dốc và có bố trí đường cong đứng.

Trường hợp tuyến là các đoạn cong trong không gian thì những đặc trưng hình học của nó thường không được giữ nguyên trên ảnh, trái lại trên ảnh thường phát sinh các điểm uốn bất thường (thay đổi chỗ tùy theo vị trí đặt điểm nhìn) vốn không có trên bình đồ hoặc trắc dọc thực tế (Hình 7 – 6b). Các điểm uốn di động chỉ phát sinh trên ảnh này sẽ tạo nên ấn tượng tuyến bị “lắc” (ngoằn ngoèo) hoặc bị lượn sóng và dẫn đến sự giảm tốc độ xe chạy.



Hình 7-6. Các điểm uốn bình thường trên đường cong phẳng (a) và sự phát sinh các điểm uốn bất thường O trên đường cong không gian có đường cong đứng trùng với đường cong nằm (b, c).



Hình 7-7. Đường dò thiết kế dạng hình sín để tạo được đường cong phẳng khi tuyến đường đi qua đoạn vòng tròn bán kính R trên bình đồ.

nằm trên một mặt phẳng như hình 7 – 7 (tức là được đường thiết kế là đường cong phẳng trong không gian). Tuy nhiên trên thực tế người ta thường dùng cách cứ điều chỉnh thiết kế và kiểm tra liên tiếp bằng các ảnh phối cảnh tương ứng (Phương pháp dựng ảnh phối cảnh đường ôtô, xem mục 7.3). Chú ý rằng ở các đoạn tuyến phức tạp, sự bóp méo và biến dạng trên ảnh phối cảnh theo chiều đi và về là hoàn toàn có thể khác nhau. Do đó, khi điều chỉnh và kiểm tra ảnh phối cảnh phải tiến hành cả từ hai phía.

Nguyên nhân của hiện tượng bóp méo và biến dạng trên ảnh phối cảnh chủ yếu là do khi điều khiển xe chạy người lái xe chỉ có thể nhìn đoạn đường phía trước với một góc nhìn rất nhỏ (xem mục 7.3), đồng thời trực quan học của mắt không phải nằm ngang mà thường song song với đường dốc của đoạn tuyến xe đang đi qua. Chú ý rằng xe càng chạy với tốc độ cao thì người lái xe càng ít có khả năng đảo mắt, ngoanh cổ để quan sát rộng mà chỉ tập trung quan sát được trong phạm vi hẹp... do đó hình ảnh đoạn đường cong dễ bị bóp méo (Hình 7 – 22).

Vì góc nhìn và trực giác như thế nên ảnh của các đoạn cong tròn sẽ bị bóp dẹt, trông thấy chiều dài đường cong hình như bị ngắn đi và độ ngoặt tăng lên (góc ngoặt thực tế chỉ

vài độ, nhưng trên ảnh có thể tưởng là đến $15 - 20^\circ$ hoặc hơn). Trường hợp đường cong đứng ở chỗ đổi dốc cũng tương tự như vậy.

Tóm lại, thiết kế *phối hợp nội bộ các yếu tố tuyến* cần bảo đảm đạt được các yêu cầu cụ thể sau:

- Loại bỏ được các chỗ bóp méo, gãy, lượn sóng trên ảnh phổi cảnh;
- Tạo điều kiện để người lái xe dễ nhận được hướng đường tiếp theo, xóa bỏ các trở ngại ở các chỗ đổi dốc, bảo đảm tầm nhìn đến mức tối đa (không phải chỉ hạn chế ở việc bảo đảm tầm nhìn quy định là tiêu chuẩn tối thiểu ở những chỗ khó khăn).
- Các yếu tố tuyến của những đoạn liên tiếp nhau cần tạo điều kiện để ít phải thay đổi tốc độ xe chạy (hoặc thay đổi ít), ít phải hâm. Yêu cầu này đồng thời cũng có lợi cả về mặt tận dụng động lực ôtô, góp phần bảo đảm độ đều đặn về động lực, cũng như về mặt bảo đảm an toàn xe chạy (đánh giá qua hệ số an toàn, xem mục 8.4).

2. Các biện pháp thiết kế phối hợp các yếu tố tuyến

Để có thể đạt được các yêu cầu trên, thông qua các kết quả nghiên cứu trên ảnh phổi cảnh, trên thực nghiệm và kinh nghiệm thực tế, ở Liên Xô trước đây đã đề nghị và khuyên nên áp dụng các biện pháp thiết kế không gian (phối hợp các yếu tố tuyến) cụ thể dưới đây.

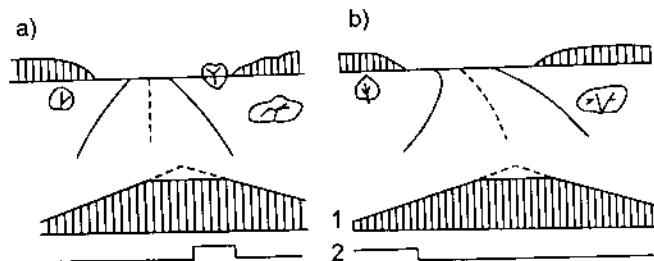
a) Sự phối hợp giữa các yếu tố trắc dọc và bình đồ

Vị trí đường vòng nằm và đường cong đứng nên trùng nhau và số đường cong nằm và đứng nên bằng nhau.

Theo các kết quả phân tích quang học và quan sát trên thực tế, nếu bố trí đường cong đứng lồi hoặc lõm trên trắc dọc hoàn toàn trùng với đường vòng nằm trên bình đồ (điểm đầu và điểm cuối của hai đường cong đứng và nằm trùng nhau) thì không những nó sẽ bảo đảm độ đều đặn quang học, mà còn bảo đảm được độ rõ ràng trên ảnh phổi cảnh, có nghĩa là người lái xe trong trường hợp này

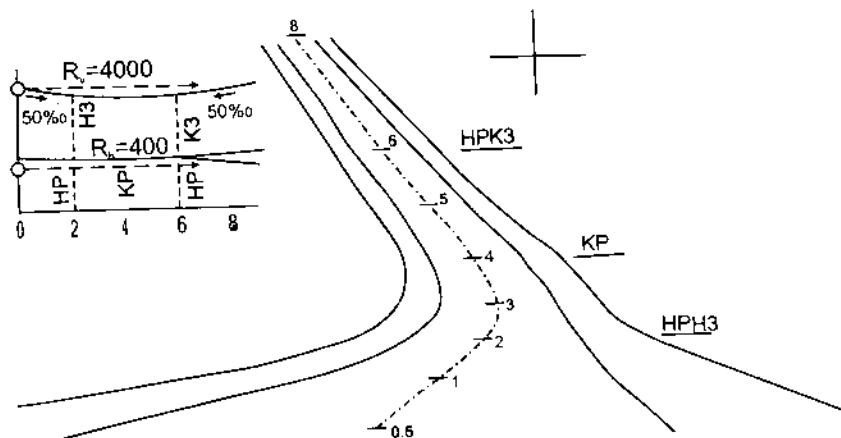
rất dễ dàng nhận biết được hướng ngoặt của đường (do có đường vòng nằm) theo cả hai chiều đi và về. Nếu đường vòng nằm bố trí sau đường cong đứng lồi thì do bị vướng đỉnh đường cong đứng nên sẽ không nhận được hướng ngoặt (Hình 7 – 8).

Theo P.Ya. Dzenix, trong trường hợp đường vòng nằm trên bình đồ cắm theo đường xoắn ốc clotôit và đường cong đứng trên trắc dọc vẫn là đường tròn thì trái lại, lúc này nếu bố trí điểm đầu và điểm cuối của hai đường cong này hoàn toàn trùng nhau sẽ dẫn tới sự bóp méo trên ảnh như hình 7 – 9.



Hình 7 – 8. Sự phối hợp đường vòng nằm và đường cong đứng lồi có ảnh hưởng rõ rệt đến sự đoán nhận hướng đường:

- a) Không thấy hướng ngoặt; b) Thấy được hướng ngoặt;
1. trắc dọc; 2. bình đồ



Hình 7 – 9. Đường vòng nằm clotoit và đường cong đứng tròn nếu trùng nhau sẽ dẫn tới sự bóp méo trên ảnh (HP và KP là điểm đầu và cuối của đường cong clotoit trên bình đồ).

Sở dĩ như vậy là vì trường hợp này sẽ dẫn tới tuyến là đường cong không gian và theo Dzenix, tốt nhất lúc này trắc dọc cũng dùng đường cong đứng clotoit và bố trí cho clotoit nằm và clotoit đứng hoàn toàn trùng nhau. Nếu vẫn dùng đường cong đứng tròn thì lúc này để đưa đoạn tuyến về gần đường cong phẳng, đường cong đứng nên dài hơn đường clotoit nằm mỗi bên một trị số δ (m) xác định tùy theo thông số $A = \sqrt{RL}$ (L là chiều dài đường vòng nối clotoit đã cắm và R là bán kính cong tương ứng với L):

$A(m)$	200	300	400	500	600	1000	2000
$\delta (m)$	40	50	60	70	80	90	100

Ở các chõ đổi dốc lõi nên bố trí đường vòng nằm trên bình đồ dài hơn chiều dài đường cong đứng mỗi bên một trị số Δ để người lái xe dễ đoán nhận hướng ngoặt. Trị số Δ tùy thuộc cấp đường và bán kính đường vòng nằm, xác định như ở Bảng 7 – 1.

Bảng 7 – 1

Cấp đường	Trị số Δ (m) tùy thuộc bán kính đường vòng nằm (m)						
	500	1000	1500	2000	2500	3000	4000
I	30	40	45	50	60	80	100
II, III	25	30	40	45	50	60	80
IV, V	20	25	30	35	40	45	50

Ở chõ đổi dốc lõm nên tránh đặt đường cong đứng ngắn lọt trong phạm vi đường cong nằm (Hình 7 – 3).

Trong trường hợp bắt buộc (do địa hình hoặc do một lý do nào khác) thì đỉnh đường cong nằm và đứng cũng không nên lệch nhau quá $1/4$ chiều dài của đường cong ngắn hơn trong số hai đường cong đó. Theo Dzenix lúc này cả bình đồ và trắc dọc đều nên cắm theo đường clotôit. Đối với trường hợp đường cong đứng lõm, khi không thể bố trí trùng đỉnh với đường vòng nằm được thì đỉnh đường vòng nằm nên bố trí trước đỉnh đường cong đứng nếu theo hướng đi là ngoặt trái (Hình 7 – 10b) và nên bố trí phía sau nếu theo hướng đi là ngoặt phải (Hình 7 – 10c), đồng thời lúc này bán kính đường cong đứng nên dùng lớn hơn 6 lần bán kính đường vòng nằm.

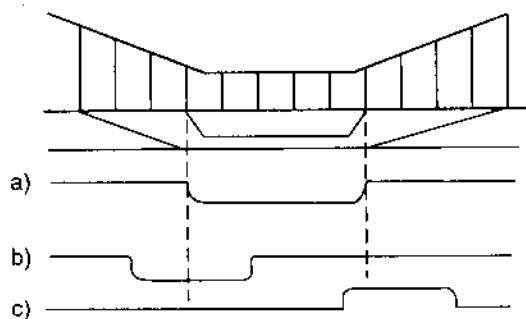
Không nên bố trí đường cong đứng lồi hoặc lõm tiếp theo ngay sau đoạn đường vòng nằm trên bình đồ vì sẽ bị đường cong đứng lồi cản không nhìn thấy được hướng ngoặt (nếu đi từ phía đường cong lồi lại), còn trường hợp đường cong đứng lõm thì sẽ tạo nên một đoạn bị hạn chế tầm nhìn về ban đêm (khi chiếu đèn pha).

Một số ví dụ về sự phối hợp không tốt giữa các đường vòng nằm và đường cong đứng, cũng như biện pháp thiết kế điều chỉnh để tăng độ đều đặn và rõ ràng của tuyến được trình bày ở hình 7 – 11b, c, d, e.

Cần tránh bố trí nhiều chỗ đổi dốc trên một đoạn thẳng dài vì như vậy sẽ tạo nên ảnh dạng làn sóng và gây khó khăn cho việc bảo đảm tầm nhìn (Hình 7 – 11a). Trường hợp này thường xảy ra với địa hình vùng đồi và như vậy khi chọn tuyến ở đây không nên cắt thẳng mà nên bẻ các góc ngoặt nhỏ trên bình đồ tương ứng với các chỗ đổi dốc trên trắc dọc. Trong trường hợp núi phải lên dốc dài thường cũng phải bố trí các chỗ đổi dốc để tạo nên đoạn nghỉ (Hình 7 – 12a) hoặc để phù hợp với địa hình (Hình 7 – 12b); lúc này muốn bảo đảm độ rõ ràng và đều đặn thì nên thiết kế khống chế trị số $h < 1,50m$ (xem hình 7 – 12).

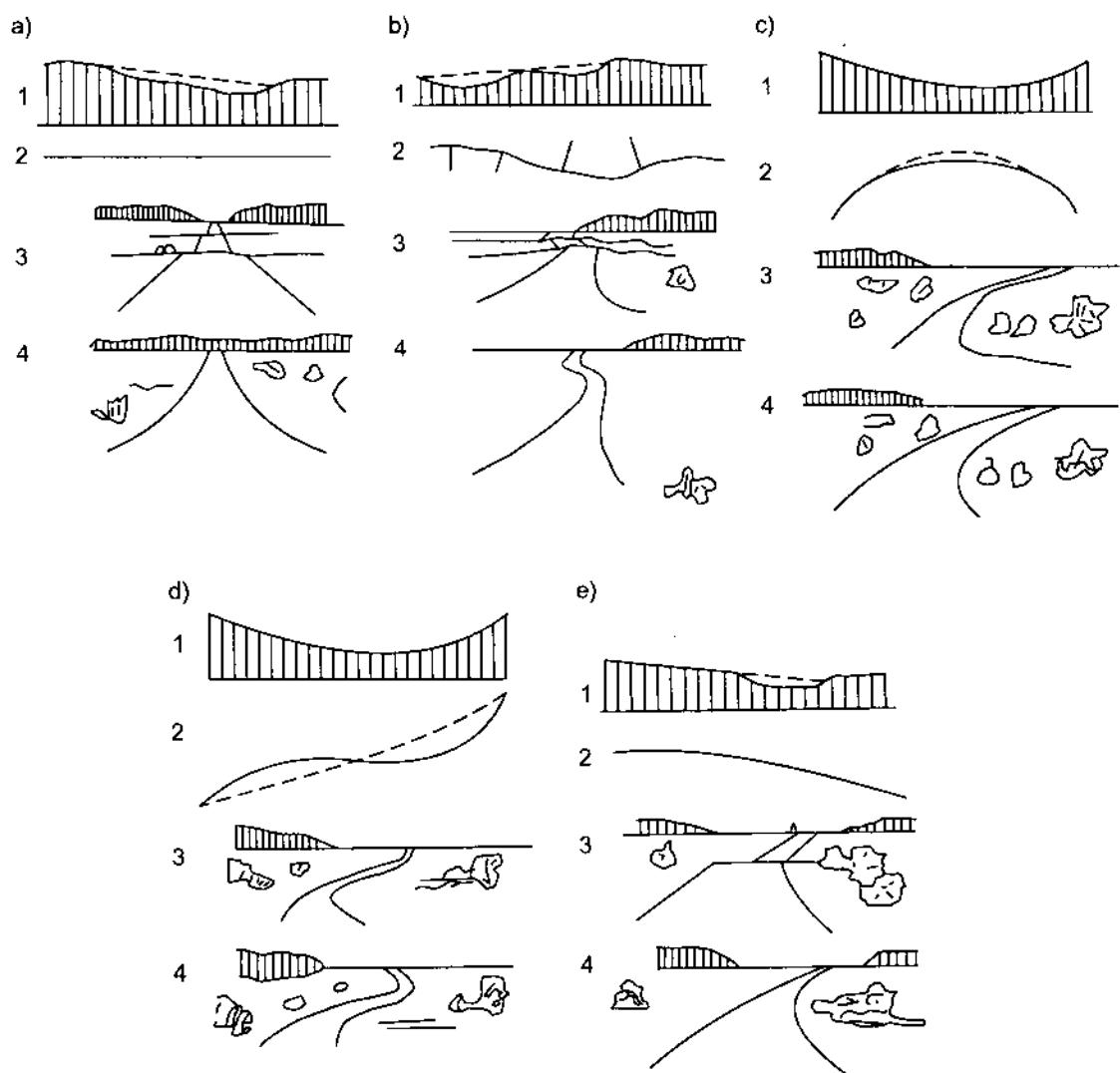
Việc phân phối dốc trên các đoạn lên xuống dốc dài ở vùng núi cũng nên tuân theo quy tắc sau: ở đầu và cuối dốc (tức là ở đỉnh đèo và ở chỗ cắt qua thung lũng) thì nên dùng độ dốc nhỏ hơn, còn ở giữa dốc thì nên dùng độ dốc tối đa.

Tại các vị trí tuyến qua cầu, qua các cầu vượt ở chỗ nút giao nhau nên bố trí phối hợp các yếu tố như ở hình 7 – 13a, nghĩa là nên đặt cầu trên một đoạn thẳng giữa hai đường vòng cùng chiều hoàn toàn trùng với hai đường cong đứng lõm tại đó. Nếu bắt buộc có thể bố trí như sơ đồ hình 7 – 13b với điều kiện khi xe chạy bên phải đường có thể nhìn và nhận thấy hướng ngoặt sau khi qua cầu. Không nên bố trí theo sơ đồ hình 7 – 13c, d, e. Trường hợp 7 – 13c và e sẽ cản trở sự nhận biết hướng đường. Còn trường hợp hình 7 – 13d có thể cho phép nếu cầu nằm trong đường cong bán kính lớn hơn $3000m$.



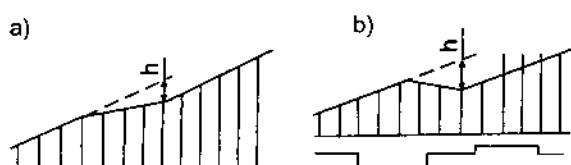
Hình 7 – 10. Phối hợp bố trí đường vòng nằm và đường cong đứng lõm:

- a) Phương án tốt nhất;
- b) Cho phép nếu ngoặt trái;
- c) Cho phép nếu ngoặt phải;

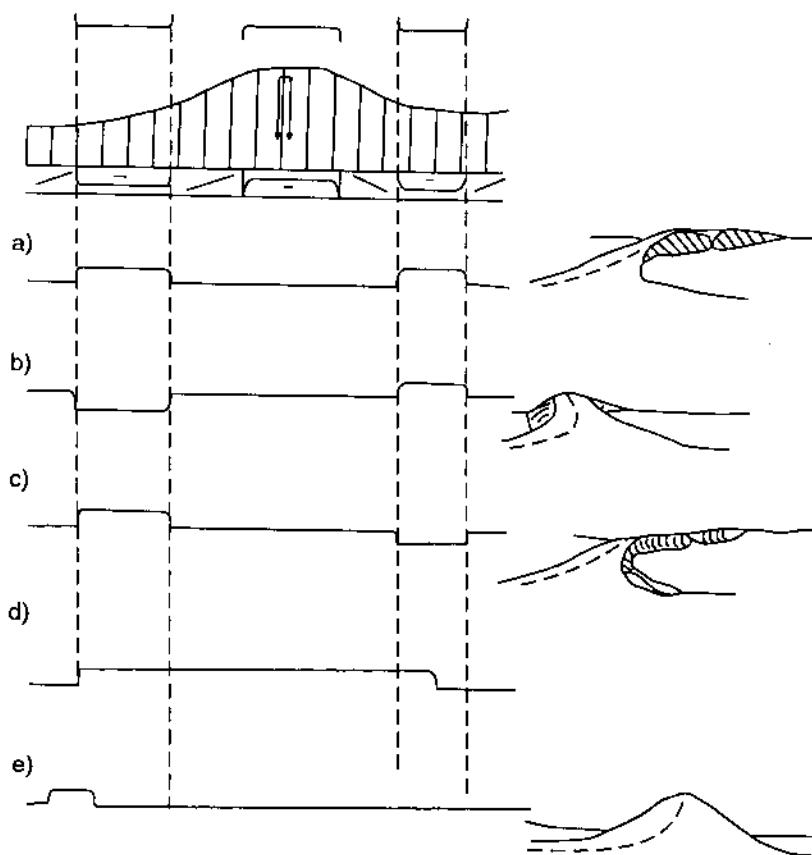


Hình 7 – 11. Một số ví dụ bố trí phối hợp không tốt giữa các yếu tố bình đồ và trắc đạc:

- a) Chỗ đổi dốc quá nhiều trên đường thẳng;
- b) Chỗ đổi dốc quá nhiều trên đường vòng;
- c) Đoạn chẽm quá ngắn giữa hai đường vòng nằm cùng chiều;
- d) Đoạn chẽm quá ngắn giữa hai đường vòng ngược chiều;
- e) Đoạn đường cong đứng quá ngắn trên trắc đạc; 1. trắc đạc; 2. bình đồ tuyến;
- 3. ảnh phối cảnh; 4. ảnh phối cảnh sau khi thiết kế điều chỉnh trên bình đồ hoặc trắc đạc theo các đường nét đứt quãng.



Hình 7 – 12. Biện pháp thiết kế ở các chỗ lén dốc kéo dài trên đường núi.



Hình 7 – 13. Thiết kế phối hợp các yếu tố tuyến khi qua cầu hoặc cầu vượt ở chỗ giao nhau.

b) Phối hợp các yếu tố tuyến trên hình đồ

Để tránh sự bóp méo như ở hình 7 – 1a, khi cắm tuyến, nếu góc chuyển hướng α nhỏ giữa các đoạn thẳng dài thì nên dùng bán kính R lớn đạt trị số tối thiểu như ở Bảng 7 – 2 để bảo đảm chiều dài đường vòng không quá ngắn.

Bảng 7 – 2

Trị số bán kính R tối thiểu và R nên dùng khi góc ngoặt nhỏ giữa các đoạn thẳng dài

Trị số góc ngoặt α ($d\phi$)	Bán kính R nhỏ nhất (m)		Trị số bán kính R nên dùng (m)
	Với đường cấp I	Với đường cấp II – V	
1	20000	10000	30000
2	14000	6000	20000
3	8000	4000	10000
4	6000	3000	6000
5	4000	2000	5000
6	2000	1000	–
7	1500	800	–

Ghi chú : Trị số R nên dùng với đường cấp II – V có thể lấy nhỏ hơn, bằng 1/2 trị số ghi ở bảng.

Cũng về trường hợp này nên khống chế chiều dài đường vòng ngắn nhất K_{min} tùy theo cự ly D có thể quan sát được khi xe chạy trên đoạn trước khi bắt đầu vào đường vòng (Bảng 7 – 3), hoặc tùy theo tầm nhìn cần bảo đảm độ đều đặn của tuyến D_{min} xác định phụ thuộc tốc độ xe chạy V (Bảng 7 – 4).

Bảng 7 – 3

Cự ly D nhìn được trước điểm đầu đường vòng (m)	50	100	150	200	250	300	350	400	450
Chiều dài đường vòng tối thiểu K_{min} (m)	50	115	180	250	330	400	500	600	750

Bảng 7 – 4

Tốc độ tính toán V(km/h)	50	60	80	100	120	150
Tầm nhìn cần bảo đảm độ đều đặn của tuyến D_{min} (m)	90	110	150	210	260	380
Chiều dài đường vòng tối thiểu K_{min} (m)	100	130	180	270	350	540

Theo Dzenix thì trị số K_{min} ở Bảng 7 – 3 và 7 – 4 cần phải được bảo đảm cả đối với đường vòng nằm và đường cong đứng (thường là đường cong đứng lõm). Đoạn tuyến có thể quan sát được từ ôtô trước khi bắt đầu vào đường vòng (D) chỉ có thể là một đoạn mà về bình đồ tuyến nằm trên đường thẳng và về trắc dọc tuyến nằm trên đoạn xuống dốc, vì như vậy mới có thể thu được ảnh của cả đoạn đường vòng và do đó mới có yêu cầu về độ đều đặn thị giác của chính đoạn đường vòng đó. Trị số D_{min} cũng mang ý nghĩa giống như D nhưng là đoạn đường tối thiểu cần quan sát được trước khi vào đường vòng nếu muốn bảo đảm được tốc độ xe chạy V.

Khi thiết kế bình đồ cũng cần cố gắng tránh thay đổi một cách đột ngột các yếu tố tuyến liên tiếp nhau. Nói chung nên duy trì tỷ lệ 1: 1,4 về bán kính của các đường vòng liên tiếp hoặc chiều dài của các đoạn thẳng và cong liên tiếp. Nên tránh đặt đoạn thẳng chênh ngắn giữa hai đường vòng cùng chiều hoặc ngược chiều. Nếu gặp các trường hợp này thì nên thay đoạn thẳng ngắn bằng các biện pháp dùng đường cong tròn bán kính lớn, dùng tổ hợp nhiều đường cong bán kính khác nhau nối liền nhau, hoặc dùng đường cong chuyển tiếp (xem hình 7 – 11c và d).

3. Việc sử dụng các đường cong clotoit khi thiết kế tuyến

Trong những năm gần đây, ở các nước người ta đã bắt đầu dùng phổ biến tuyến clotoit (cả trên bình đồ và trắc dọc) để bảo đảm đến mức tối đa độ đều đặn và rõ ràng về quang học

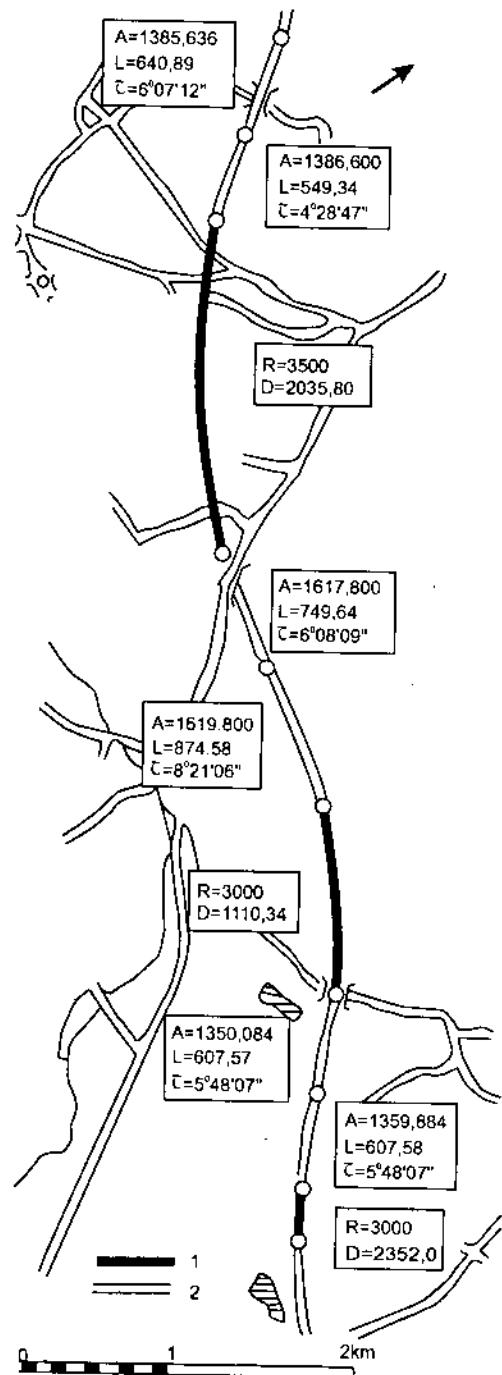
(cũng như độ dốc đều đặn về mặt động lực). Tuyến clotôit là tuyến được cắm hoàn toàn bằng đường cong tròn bán kính lớn (hoặc các tổ hợp đường cong tròn nối tiếp nhau) và giữa chúng được nối bằng những đường cong chuyển tiếp clotôit (không có đoạn thẳng chèm hoặc đoạn thẳng chèm rất ngắn không đáng kể). Hình 7 – 14 cho một ví dụ về tuyến clotôit.

Như ở hình 7 – 14, các đoạn clotôit ở đây không còn là một yếu tố phụ của tuyến mà trở thành các yếu tố chính có vai trò ngang với đoạn cong tròn khác. Có thể phân biệt cách cắm tuyến khác nhau giữa các tuyến thông thường (hiện hay dùng) và tuyến clotôit như ở hình 7 – 15.

Các trường hợp hay gặp trong khi định tuyến clotôit được trình bày ở hình 7 – 16.

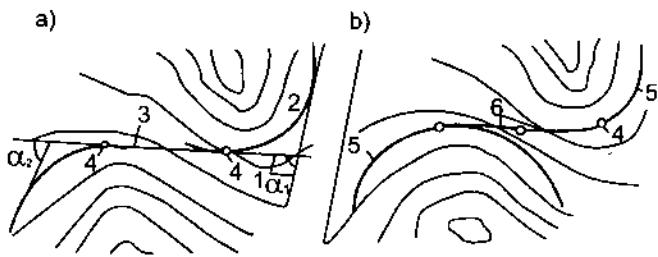
Khi cắm tuyến clotôit trước hết phải quyết định các điểm đầu của đường cong clotôit cùng với hướng tuyến tại đó (chọn đây làm gốc tọa độ để cắm) và các điểm nối tiếp với các đường cong khác (clotôit hoặc tròn) trên bình đồ và trên thực địa. Sau đó xác định các thông số của đoạn clotôit gồm: $A = \sqrt{R \cdot L}$, và góc α như biểu thị ở hình 7 – 14 và 7 – 16, với R là bán kính cong tại cuối đoạn clotôit, tương ứng với chiều dài đoạn clotôit là L và góc ngoặt chứa đoạn clotôit α (Hình 7 – 17).

Tọa độ đơn vị (kể từ gốc tương ứng với $R = \infty$) của một điểm trên đường clotôit có chiều dài cung cong đơn vị là l (m) có thể tra ở Bảng 7 – 5. Tọa độ đơn vị x , y và chiều dài cung cong đơn vị l là tương ứng với đường cong clotôit đơn vị có thông số $A = \sqrt{L}$ ($R = 1,0 m$). Nhân trị số ở bảng với thông số $A = \sqrt{RL}$ ta sẽ có tọa độ để cắm đường cong clotôit bất kỳ tương ứng.



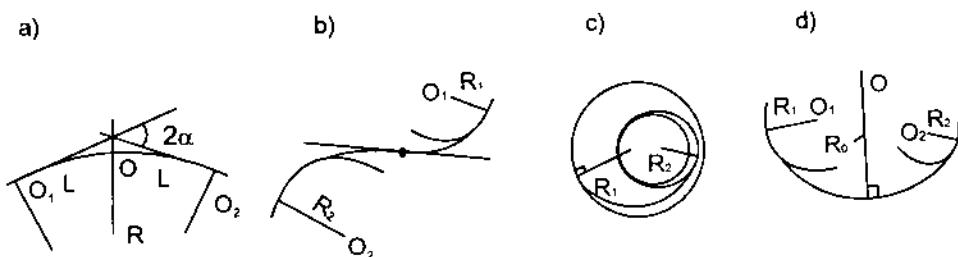
Hình 7 – 14. Ví dụ về tuyến clotôit:
1. đoạn cong tròn bán kính lớn; 2. đoạn clotôit.

Để quyết định các điểm đặc trưng và các thông số của đoạn cong clotôit nói trên, người thiết kế thường dùng các thước mẫu bằng chất dẻo mềm như ở hình 7 – 18 và 7 – 19 để dự kiến tuyến clotôit trên bình đồ đồ tỷ lệ 1: 2000 hoặc 1: 5000 (uốn cho thước đi qua các điểm khống



Hình 7 – 15. Phương pháp định tuyến thông thường (a) và định tuyến clotôit (b):

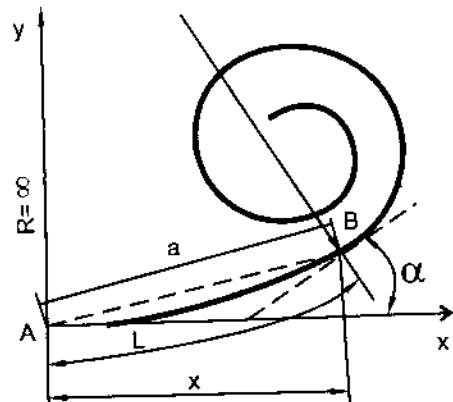
1. các cánh thẳng;
2. đoạn cong tròn cắm dựa vào các cánh thẳng;
3. đoạn tuyến thẳng;
4. điểm nối các yếu tố tuyến;
5. đoạn cong tròn cắm dựa vào địa hình;
6. đoạn tuyến chuyển tiếp cắm theo clotôit.



Hình 7 – 16. Các trường hợp định tuyến clotôit:

- a) Đường cong clotôit thay cho đường tròn (không có đoạn cong tròn ở giữa);
- b) Clotôit nối hai đường vòng ngược chiều;
- c) Clotôit nối hai đường vòng cùng chiều;
- d) Nối hai đường vòng cùng chiều bằng hai đường clotôit có thông số khác nhau.

chế hoặc các điểm mong muốn trên bình đồ, và đọc các thông số dự kiến theo các vạch ghi sẵn trên thước). Sau đó chính xác hóa dần dần các thông số và tính toán chính xác các yếu tố của đoạn cong clotôit để có đủ tài liệu cắm trên thực địa. Các công việc tính toán này hoàn toàn có thể sử dụng máy tính điện tử. Máy cũng có thể giúp ta lựa chọn các thông số của đoạn cong clotôit đối với các trường hợp nối tiếp khác nhau, như các trường hợp ở hình 7 – 16, một khi đã không chế trước các yếu tố của các đoạn cong trước và sau nó.



Hình 7 – 17. Sơ đồ cắm tuyến clotôit

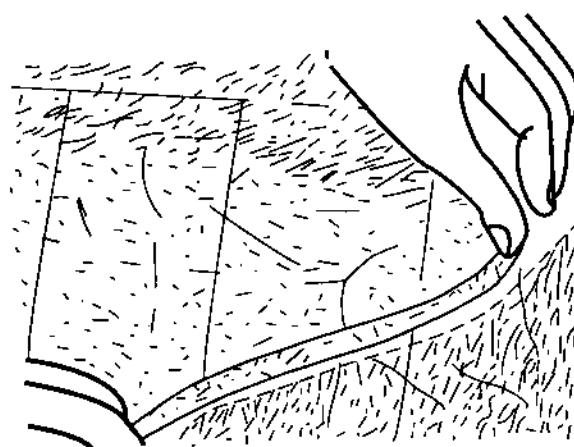
Bảng clototit đơn vị

<i>t</i>	x	y	<i>t</i>	x	y
0,01	0,010000	0,000000	0,33	0,329902	0,005488
0,02	0,020000	0,000001	0,34	0,339886	0,006549
0,03	0,030000	0,000004	0,35	0,349869	0,007144
0,04	0,040000	0,000011	0,36	0,359849	0,007774
0,05	0,050000	0,000021	0,37	0,369827	0,008439
0,06	0,060000	0,000036	0,38	0,379802	0,009142
0,07	0,070000	0,000057	0,39	0,389775	0,009882
0,08	0,080000	0,000085	0,40	0,399747	0,010662
0,09	0,090000	0,000122	0,41	0,409710	0,011481
0,10	0,100000	0,000167	0,42	0,419673	0,012341
0,11	0,110000	0,000222	0,43	0,429633	0,013243
0,12	0,119999	0,000288	0,44	0,439588	0,014188
0,13	0,129999	0,000366	0,45	0,449539	0,015176
0,14	0,139999	0,000457	0,46	0,459485	0,016210
0,15	0,149998	0,000562	0,47	0,469427	0,017289
0,16	0,159997	0,000683	0,48	0,479363	0,018414
0,17	0,169996	0,000819	0,49	0,489294	0,019588
0,18	0,179995	0,000972	0,50	0,499219	0,020810
0,19	0,189994	0,001143	0,51	0,509138	0,022082
0,20	0,199992	0,001333	0,52	0,519050	0,023404
0,21	0,209990	0,001544	0,53	0,528955	0,024778
0,22	0,219987	0,001775	0,54	0,538853	0,026204
0,23	0,229984	0,002028	0,55	0,548743	0,027684
0,24	0,239980	0,002304	0,56	0,558625	0,029218
0,25	0,249976	0,002604	0,57	0,568498	0,030807
0,26	0,259970	0,002929	0,58	0,578361	0,032453
0,27	0,269964	0,003280	0,59	0,588215	0,034156
0,28	0,279957	0,003658	0,60	0,598059	0,035917
0,29	0,289949	0,004064	0,61	0,607892	0,037737
0,30	0,299939	0,004499	0,62	0,617714	0,039617
0,31	0,309928	0,004964	0,63	0,627523	0,041557
0,32	0,319916	0,005460	0,64	0,637321	0,043560

Bảng 7-5 (tiếp theo)

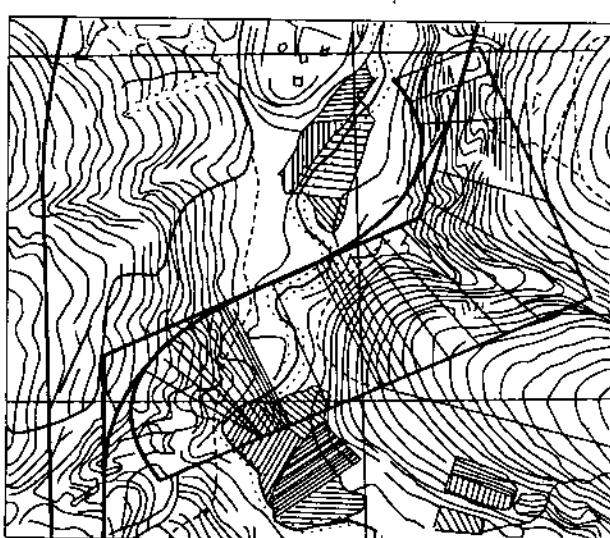
<i>l</i>	x	y	<i>l</i>	x	y
0,65	0,647105	0,045625	0,83	0,820206	0,094493
0,66	0,656876	0,047754	0,84	0,829605	0,097909
0,67	0,666633	0,049947	0,85	0,838974	0,101404
0,68	0,676374	0,052206	0,86	0,848314	0,104978
0,69	0,686100	0,054530	0,87	0,857622	0,108633
0,70	0,695810	0,056922	0,88	0,866898	0,112368
0,71	0,705503	0,059382	0,89	0,876141	0,116185
0,72	0,715178	0,061910	0,90	0,885319	0,120084
0,73	0,724834	0,064508	0,91	0,894522	0,124066
0,74	0,734472	0,067176	0,92	0,903659	0,128130
0,75	0,744089	0,069916	0,93	0,912758	0,132279
0,76	0,753686	0,072728	0,94	0,921818	0,136513
0,77	0,763260	0,075612	0,95	0,930837	0,140831
0,78	0,772813	0,078571	0,96	0,939815	0,145235
0,79	0,782342	0,081603	0,97	0,948750	0,149724
0,80	0,791847	0,084711	0,98	0,957642	0,154300
0,81	0,801326	0,087895	0,99	0,966488	0,158964
0,82	0,810780	0,091155	1,00	0,975288	0,163714

Để bảo đảm độ đều đặn thị giác, khi quyết định các thông số của đoạn cong clotoit nên chú ý các điểm sau:



Hình 7 - 18. Chọn tuyến clotoit nhờ thước mảnh bằng chất dẻo mềm.

- Khi góc ngoặt $\alpha > 8^\circ$ thì thông số A nên chọn không nhỏ hơn 300 (với đường cấp I), không nhỏ hơn 200 (với đường cấp II, III), và không nhỏ hơn 100 (với đường cấp IV, V);
- Khi góc ngoặt nhỏ ($\alpha = 0,5^\circ \sim 8,0^\circ$) thì thông số A nên chọn theo Bảng 7 - 6;



Hình 7 - 19. Thước mẫu có ghi sẵn các thông số của đoạn cong clotôit.

Bảng 7 - 6

Góc ngoặt $\alpha (d\phi)$	2 - 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6	6
A (m)	> 1400	1000 - 1400	700 - 1000	500 - 700	600

- Thông số A và bán kính R nên có quan hệ như sau:

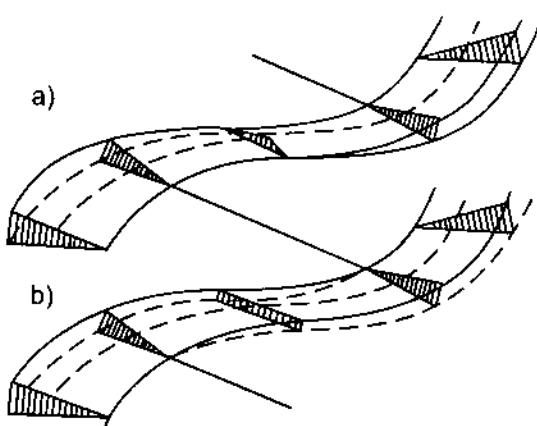
$$0,4 R \leq A \leq 1,4R$$

- Trường hợp 2 đoạn cong ngược chiều liên tiếp thì nên chọn thông số A của chúng như nhau và giữa 2 bán kính cong của 2 đoạn nên bảo đảm:

$$R_1 \leq 3 R_2$$

- Trường hợp 2 đoạn cong cùng chiều thì nên chọn $0,5 R_1 < A < R_2$ và thỏa mãn điều kiện $R_1 \leq 2 R_2$;

- Nếu đoạn clotôit nối tiếp với cung tròn thì chiều dài của nó không được nhỏ hơn $1/4$ chiều dài cung tròn.



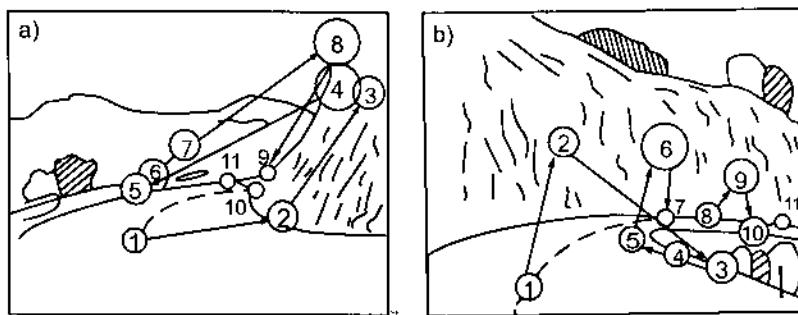
Hình 7 - 20. Cấu tạo siêu cao tuyến clotôit ngược chiều.

– Cấu tạo siêu cao đối với trường hợp hai đường cong đối ngược chiều có thể theo hình 7 – 20a hoặc 7 – 20b, nhưng theo cách ở hình 7 – 20b sẽ lợi về độ đều đặn quang học hơn.

4. Thiết kế dẫn hướng

Ngoài việc thiết kế phối hợp không gian các yếu tố tuyến như trình bày ở trên ra, để bảo đảm mức độ rõ ràng của tuyến, hiện người ta sử dụng các rặng cây, các trang thiết bị, công trình nhân tạo đặt ở hai bên dải lân cận tuyến để tạo thành một *hệ thống dẫn hướng* cho người lái xe có thể nhận biết hướng tuyến từ xa, vượt quá tầm nhìn giới hạn thiết kế; đó chính là nội dung của việc thiết kế dẫn hướng.

Khi xe chạy trên đường, người lái xe thường quan sát ở giữa đường rồi chuyển sang các điểm tựa ở hai bên dải lân cận đường như ở hình 7 – 21, và quá trình quan sát phía trước để điều khiển xe cứ lặp lại như vậy. Các điểm tựa này thường là đường mép phân xe chạy, các rặng cây gần mép nền đường, các cột mốc, cọc tiêu, biển báo... Tác dụng của hệ thống dẫn hướng gồm các điểm tựa nói trên chính là dựa trên cơ sở phân tích quá trình quan sát đường trên thực tế như ở hình 7 – 21.

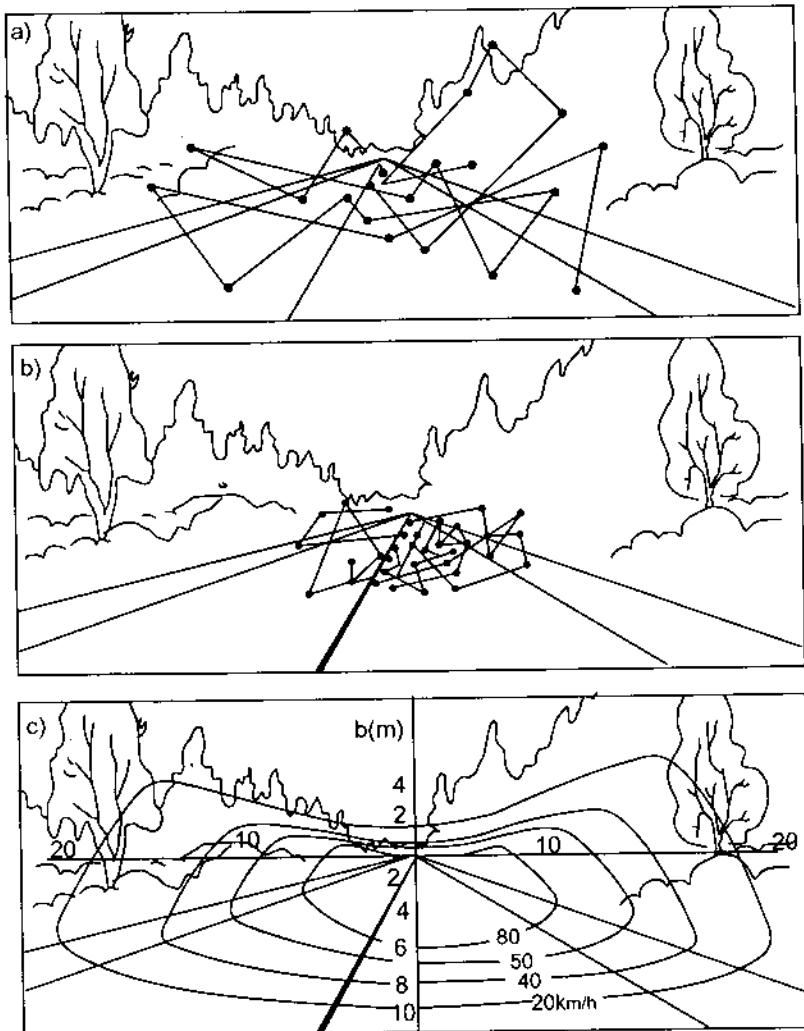


Hình 7 – 21. Sự quan sát đoạn đường phía trước của người lái xe khi điều khiển xe chạy ở những đường vùng núi (theo kết quả thí nghiệm thực tế của V.P.Varlaskin):
a) Trường hợp có đường cong đơn lõi; b) Có đường cong kép lõm.
Số thứ tự trên hình vẽ là trình tự các điểm quan sát của người lái xe.

Tuy nhiên khi tốc độ xe chạy càng lớn thì phạm vi quan sát của người lái xe càng bị hạn chế về bề rộng (có muốn quan sát các điểm tựa trong phạm vi rộng cũng không thực hiện được hoặc có quan sát cũng không kịp phân tích, đánh giá các sự kiện ảnh hưởng đến điều kiện xe chạy) như kết quả thực nghiệm của E.M. Lôbanov ở hình 7 – 22, đồng thời sự quan sát của người lái xe lúc này lại tập trung vào phạm vi hẹp nhưng ở xa hơn.

Theo N.P.Ornatxki, khoảng cách về phía trước L từ xe đến chỗ tập trung sự quan sát của người lái xe sẽ phụ thuộc vào tốc độ V (km/h) theo quan hệ sau:

$$L = 15 + 4,3V \text{ (m)} \quad (7.1)$$

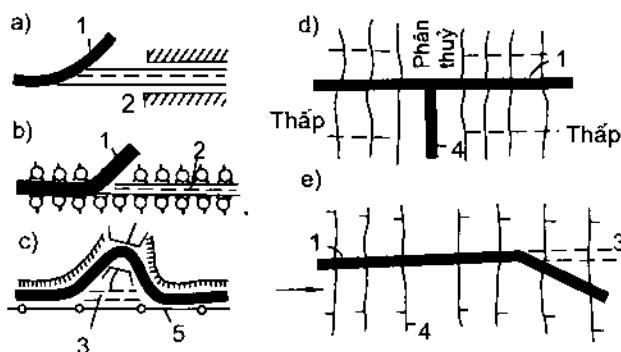


Hình 7 – 22. Các điểm thu hút sự quan sát của người lái xe trong 3 phút khi chạy xe trên đường với tốc độ khác nhau (theo thực nghiệm của E.M.Lóbanov):

a) Tốc độ 20km/h; b) Tốc độ 80 km/h; c) Vùng bao gồm các điểm quan sát của người lái xe với các tốc độ khác nhau. Số trên trực hoành và trực tung là góc nhìn (δ) so với tia nhìn đặt dọc theo đường.

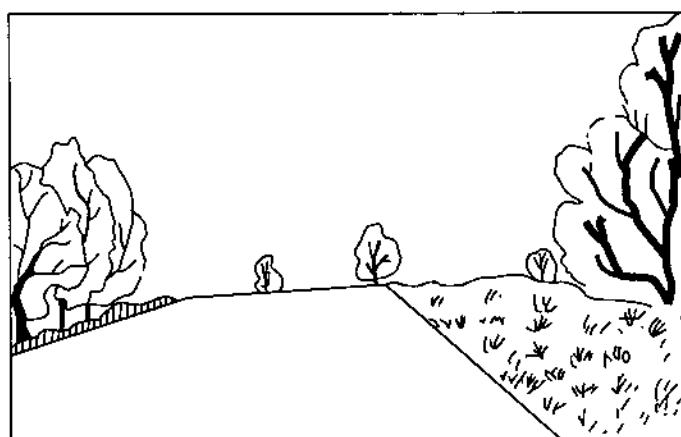
Như vậy khi thiết kế dẫn hướng phải xét đầy đủ các đặc điểm về sự quan sát để điều khiển xe chạy của người lái xe như trên vừa mô tả.

Trước hết cần tránh các trường hợp dễ gây ngộ nhận về hướng đường như ở hình 7 – 23, và trong các trường hợp này cần có thiết kế dẫn hướng để bảo đảm người lái xe có thể nhận được hướng đường từ khoảng cách L xác định theo (7.1).

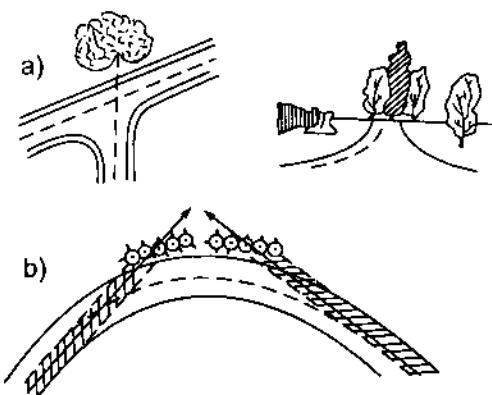


Hình 7 – 23. Các trường hợp cần tránh vì dễ gây ngộ nhận về hướng đường từ xa:

a, b) Từ xa không thấy rõ hướng ngoặt của tuyến chính khiến người lái xe không sẵn sàng thay đổi hướng;
 c) Đường rẽ và xuống hẻm núi nhưng có thể nhầm là tuyến vẫn thẳng; d) Tuyến chính cắt qua phân thủy và trên phân thủy có tuyến nhánh, trường hợp này người lái xe dễ nhầm là tuyến chính có rẽ vì không nhìn đoạn đường sau dốc khi xe lên dốc; e) Không nhận được hướng ngoặt của tuyến sau chỗ đổi dốc lồi; 1. tuyến chính; 2. tuyến nhánh rẽ vào tuyến chính; 3. hướng ngoặt nhận; 4. đường đồng mức địa hình; 5. đường dây thông tin.



Hình 7 – 24. Rặng cây dẫn hướng sau chỗ đổi dốc lồi.



Hình 7–25. Rặng cây dẫn hướng bố trí đối với các trường hợp:

a) Hướng xe chạy nhập vào một tuyến khác dạng chữ T; b) Chỗ đường vòng ngoặt.

Để dẫn hướng một cách có hiệu quả thường sử dụng các rặng cây, đặc biệt là các cây cao, nhằm thu hút một cách có hệ thống sự chú ý của người lái xe từ xa như ở các hình 7 – 24 và 7 – 25.

Các cột đường dây thông tin cũng có thể được sử dụng tương tự như các rặng cây.

7.3. PHƯƠNG PHÁP KIỂM TRA, ĐÁNH GIÁ ĐỘ ĐỀU ĐẶN VÀ RỘ RÀNG CỦA GIẢI PHÁP THIẾT KẾ

Như đã nói ở mục 7.2, hiệu quả của việc thiết kế không gian và thiết kế dẫn hướng cần được kiểm tra trên ảnh phối cảnh của đoạn đường phía trước mặt người lái xe. Cũng trên các ảnh phối cảnh đó có thể tiến hành thiết kế điều chỉnh để cải thiện hơn nữa độ đều đặn và rõ ràng của tuyến. Để có thể kiểm tra và thiết kế điều chỉnh trên ảnh phối cảnh cần giải quyết được các vấn đề sau:

- Xác định vị trí điểm nhìn để dựng ảnh phối cảnh. Vì như đã nói ở mục 7.2, ảnh phối cảnh đoạn đường phía trước mặt người lái xe ngoài việc phụ thuộc vào bản thân sự phôi hợp các yếu tố của đường còn phụ thuộc nhiều vào vị trí điểm nhìn. Ngoài ra, cũng phải xác định được phạm vi nhìn rõ (phạm vi quan sát được khi xe chạy) của người lái xe. Điều này liên quan đến phạm vi đường cần dựng lại trên ảnh;
- Phương pháp dựng ảnh phối cảnh nhanh chóng tiện lợi;
- Phương pháp đánh giá độ đều đặn và rõ ràng của đoạn đường trên ảnh phối cảnh (như thế nào là đạt yêu cầu về mặt này) và trên bình đồ, trắc đạc tuyến;
- Phương pháp thiết kế điều chỉnh các yếu tố của đoạn tuyến nhằm cải thiện độ đều đặn và rõ ràng thị giác cũng như luận chứng được hiệu quả của nó.

Cần phải nói ngay rằng, các vấn đề nêu trên hiện chưa được giải quyết hoàn hảo (nhất là về mặt các tiêu chuẩn định lượng) và hiện vẫn còn được nghiên cứu tiếp tục.

1. Xác định vị trí điểm nhìn để dựng ảnh phối cảnh

Về vị trí điểm nhìn và phạm vi nhìn của người lái xe thì cần được xác định tùy thuộc trước hết vào các đặc điểm, quy luật và khả năng quan sát cũng như thu nhận thị giác của người lái xe, nhưng đồng thời vẫn được xác định tùy thuộc mục đích vẽ ảnh phối cảnh, tùy thuộc yêu cầu cần bảo đảm về điều kiện chạy xe và tùy thuộc tuyến đường trên địa hình thực tế (có cho phép nhìn được không).

Ta biết rằng, khi hướng mắt tới một điểm nào đó, tức là tạo nên một *tia nhìn chính*, thì phạm vi có thể nhìn tương đối rõ lúc này được xác định bằng một hình nón, đỉnh là vị trí mắt và có các đường sinh (đi từ mắt) làm với tia nhìn chính một góc $\theta = 18 \sim 20^\circ$. Góc θ gọi là góc nhìn; trong phạm vi $\theta < 1,0 \sim 1,5^\circ$ thì không nhìn rõ, còn nếu $\theta = 5 \sim 6^\circ$ thì trong phạm vi này ta có thể phân biệt được chi tiết các vật nhìn thấy. Để quan sát các vật ngoài phạm vi hình nón nhìn rõ thì người lái xe phải đảo mắt, ngoảnh cổ; các động tác này mất ít nhất $0,5 \text{ sec}$ và chính thời gian này sẽ không quan sát đường liên tục được, do đó gây nguy hiểm nếu xe chạy với tốc độ cao.

Ngoài ra, khi xác định vị trí điểm nhìn cũng nên chú ý về đặc điểm và khả năng quan sát của người lái xe như đã nêu ở hình 7 – 22 và công thức (7.1).

Chúng ta lại biết rằng nếu vị trí điểm nhìn càng xa đoạn đường cần quan sát thì ảnh của nó càng bị bóp méo như ví dụ ở hình 7 – 26.

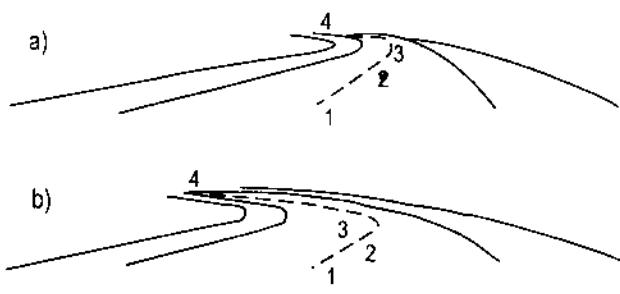
Như vậy, nếu ảnh phối cảnh nhìn ở khoảng cách tối đa mà đảm bảo đều đặn thì xem như các trường hợp khác (khi di chuyển điểm nhìn lại gần) cũng sẽ bảo đảm đều đặn. Dĩ nhiên là muốn bảo đảm độ đều đặn và rõ ràng từ khoảng cách càng xa thì chắc chắn giải pháp phối hợp yếu tố tuyến sẽ càng phức tạp và tốn kém. Vì thế người ta đề nghị giới hạn khoảng cách tối đa đó tùy thuộc yêu cầu chạy xe, cụ thể là tùy thuộc tốc độ xe chạy cần bảo đảm (thông qua giới hạn tầm nhìn). Ngoài ra, khoảng cách nhìn tối đa còn bị giới hạn bởi điều kiện địa hình (chỗ đổi dốc lồi, chỗ nhiều đường vòng ngoằn ngoèo...). Giới hạn nhìn về địa hình tất nhiên đều phải bảo đảm lớn hơn tầm nhìn quy định tương ứng với cấp hạng đường thiết kế (thường là trị số tầm nhìn hai chiều), nhưng vẫn có thể nhỏ hơn giới hạn theo yêu cầu chạy xe an toàn, thuận lợi nói ở trên (xem thêm ở mục 7.1).

Dựa trên các cơ sở vừa phân tích và dựa vào kinh nghiệm đánh giá các ảnh phối cảnh, ở Liên Xô trước đây đề nghị chọn vị trí điểm nhìn khi vẽ ảnh phối cảnh của đoạn đường phía trước mặt người lái xe như sau:

- Điểm nhìn (mắt của người lái xe) nên chọn đặt ở cuối những chỗ đổi dốc lồi trên trắc dọc như hình 7 – 27. Trường hợp này, nếu điều kiện bình đồ thuận lợi thì sẽ không hạn chế khoảng cách nhìn và lúc này có thể kiểm tra ảnh của đoạn đường bất kỳ về phía trước cho đến hết giới hạn nhìn tối đa theo địa hình thực tế;

- Trong các trường hợp bị giới hạn về tầm nhìn do địa hình thì vị trí điểm nhìn cần đặt trước điểm đầu đoạn đường cần kiểm tra dạng phối cảnh một cự ly bằng *tầm nhìn vượt xe*. (nếu ở khoảng cách này, ảnh của đoạn đường cần kiểm tra vẫn bảo đảm đều đặn và rõ ràng thì vào lúc xe chạy nhanh bắt đầu hành trình vượt nó sẽ không bị giảm tốc độ);

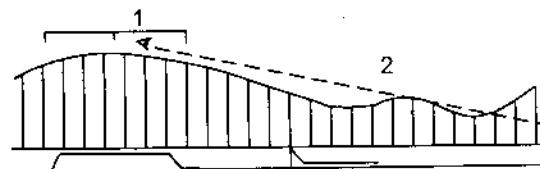
- Vị trí điểm nhìn đặt cách mép phần xe chạy phía phải 1,5m và cao trên mặt đường 1,2m (Phù hợp với vị trí của mắt người lái xe ngồi trên buồng lái khi xe chạy);



Hình 7 – 26. Trường hợp đường cong nằm $R = 4000m$

nhưng nhìn ở cự ly khác nhau:

a) Ở cự ly 500m thấy bị gãy; b) Ở cự ly 200m lại thấy đều đặn.



Hình 7 – 27. Chọn điểm nhìn và tia nhìn chính:

1. điểm nhìn; 2. tia nhìn chính.

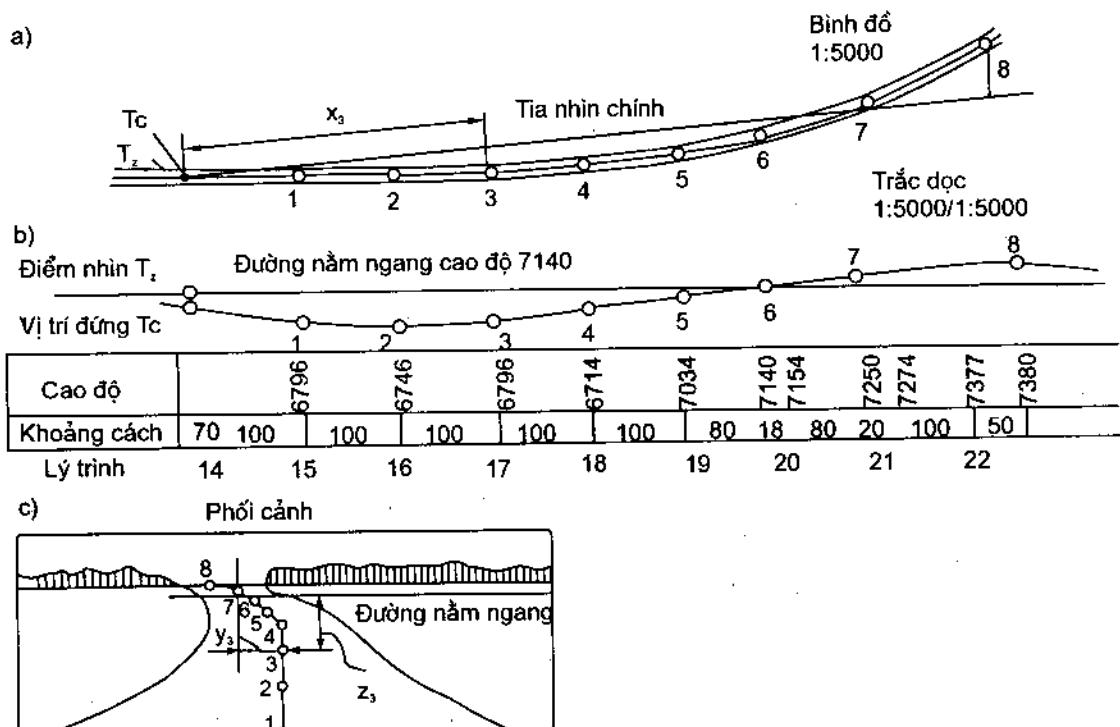
– Tia nhìn chính cần hướng vào khoảng giữa của hình quạt (đỉnh là vị trí mắt người lái xe) bao gồm cả đoạn đường và phạm vi lân cận hai bên đường định vẽ ảnh phôi cảnh. Hình quạt này có thể có góc nhìn ở đỉnh $\alpha = 18^\circ - 20^\circ$ (mỗi bên tia nhìn 10°), hoặc nếu muốn kiểm tra ảnh với quan điểm thiết kế kiến trúc và phong cảnh, thì có thể tăng $\theta = 30^\circ$. Trên trắc dọc, tia nhìn chính có thể đặt nằm ngang ở những đoạn đường có độ dốc nhỏ hơn 20% và đặt song song với độ dốc tại điểm nhìn nếu dốc lớn hơn 20‰ (Hình 7 – 27).

Gần đây người ta đã sử dụng phổ biến máy tính để tính toán tọa độ ảnh và tự động vẽ hoặc chiếu lên màn hình hình phôi cảnh của các đoạn đường từ mỗi vị trí điểm nhìn khác nhau. Nhờ có phương tiện máy tính, công việc sẽ rất nhanh chóng tiện lợi, khiến cho có thể liên tục cho thay đổi vị trí điểm nhìn (giống như cho xe chạy trên đường) và nhờ đó có thể đánh giá sự thay đổi hình ảnh của đường khi xe chạy. Với cách làm này, việc quy định chặt chẽ vị trí điểm nhìn khi dựng ảnh phôi cảnh một đoạn đường sẽ trở nên kém ý nghĩa hơn.

2. Phương pháp dựng ảnh phôi cảnh

Phương pháp dựng ảnh phôi cảnh hiện được dùng nhiều là phương pháp *tính các tọa độ ảnh* theo tọa độ các điểm thực trên đường, cụ thể như sau:

– Tọa độ các điểm thực trên đường trong không gian được xác định bởi các trị số x, y, z như ở hình 7 – 28 với gốc tọa độ là vị trí điểm nhìn, trục x đặt theo tia nhìn chính (kể cả



Hình 7 – 28. Vẽ ảnh phôi cảnh của một đoạn đường theo phương pháp tọa độ:

T_c : điểm nhìn (vị trí trên bình đồ); T_z : điểm nhìn (vị trí trên trắc dọc).

trên bình đồ và trên trắc dọc), còn trục y và z thẳng góc với tia nhìn chính. Nhờ bình đồ (Hình 7 – 28a) và trắc dọc (Hình 7 – 28b) ta có thể xác định được các tọa độ x, y, z của bất kì một điểm đặc trưng nào trên tuyến.

– Nếu muốn dựng ảnh phối cảnh có khoảng cách từ mắt đến mặt phẳng chứa ảnh là x_n (Hình 7 – 29) thì tọa độ ảnh y_n , z_n và bề rộng ảnh B_n của một điểm có tọa độ y , z và bề rộng B trên thực tế có thể xác định theo quan hệ đồng dạng sau (Hình 7 – 29):

$$\frac{x_n}{x} = \frac{y_n}{y} = \frac{z_n}{z} = \frac{B_n}{B} \quad (7.2)$$

Thông thường để tính toán và quan sát ảnh sau này, người ta thường *chọn vị trí ảnh* với $x_n = 1,0m$ (khi đánh giá trên ảnh cũng phải đặt ảnh cách mắt $1,0m$), do đó có thể tính toán tọa độ ảnh theo tọa độ các điểm thực tế đã biết trên đường:

$$y_n = \frac{y}{x}; \quad z_n = \frac{z}{x}; \quad B_n = \frac{B}{x} \quad (7.3)$$

– Dựng lại các trị số y_n , z_n , B_n trên tọa độ phẳng của ảnh (Hình 7 – 28) ta sẽ được ảnh phối cảnh của đoạn đường.

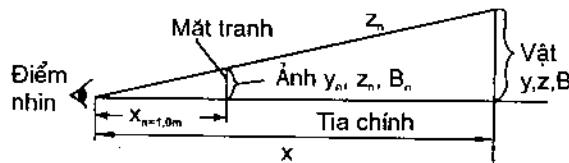
Phương pháp tọa độ có ưu điểm là đơn giản, dựng ảnh phối cảnh không cần đến các bản vẽ phụ như đối với phương pháp đồ giải, và đặc biệt tiện lợi cho việc sử dụng máy tính điện tử để dựng ảnh phối cảnh tĩnh và động (khi cho vị trí điểm nhìn thay đổi như xe chạy). Tuy nhiên, khi dùng phương pháp này cần phải xác định chính xác các trị số xuất phát x , y , z , B , vì thế nên đo xác định chúng trên các bình đồ và trắc dọc có tỷ lệ lớn 1:1000 – 1:2000.

3. Phương pháp đánh giá độ đều đặn và rõ ràng

Để đánh giá độ đều đặn và rõ ràng của một đoạn tuyến, phương pháp chủ yếu hiện dùng vẫn là trực tiếp quan sát trên ảnh phối cảnh. Chú ý rằng khi quan sát cũng phải đặt ảnh cách mắt đúng một khoảng cách bằng trị số $a = 1,0m$, như vậy mới bảo đảm giống như quan sát từ vị trí đặt điểm nhìn đối với đoạn đường thực tế.

Nội dung quan sát trên ảnh chủ yếu là: xem có nhận được hướng đường tiếp tục không (nhất là sau chỗ đổi dốc lõi); xem có phát hiện được các điểm uốn bất thường, các chỗ gãy gập, bóp méo không (nhất là ở các chỗ đổi dốc lõm)...

Phương pháp quan sát trên ảnh như vậy đương nhiên là mang tính chất định tính. Vì thế, nhiều tác giả đã cố gắng tìm cách đưa ra các tiêu chuẩn định lượng để đánh giá độ đều đặn của đường bằng cách đổi chiều phân tích trên ảnh, kết hợp với thí nghiệm, theo dõi, điều kiện xe chạy trên thực tế.

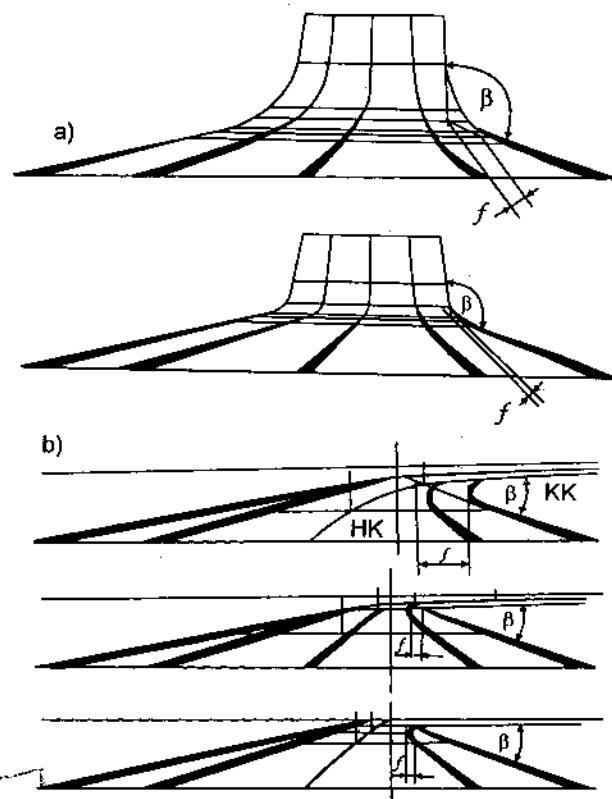


Hình 7 – 29. Sơ đồ chiếu các điểm của tuyến đường thực tế trên ảnh.

Theo I. V. Begma và E. X. Tomarevskaya ở Trường Đại học đường ôtô Kharkov thì có thể dùng trị số góc β và khoảng cách phân cự f ở trên ảnh như ở hình 7 – 30 để đánh giá độ đều đặn của đoạn tuyến có đường cong đứng lõm (Hình 7 – 30a) và đoạn tuyến có đường cong tròn trên bình đồ (Hình 7 – 30b) như sau:

– Trường hợp đường cong đứng lõm (trên đoạn tuyến thẳng ở bình đồ): độ đều đặn sẽ bảo đảm nếu trị số $\beta \geq 120^\circ$ và trị số $f \geq 4 \text{ mm}$ (nếu ảnh để cách mắt 1,0m);

– Trường hợp đoạn vòng trên bình đồ (Hình 7 – 30b) thì độ đều đặn chủ yếu đánh giá qua trị số $f(m)$ tùy thuộc khoảng cách từ điểm nhìn đến đỉnh đường cong tròn $D (m)$. Muốn bảo đảm độ đều đặn thì cần bảo đảm f lớn hơn trị số ở Bảng 7 – 7.



Hình 7 – 30. Sơ đồ xác định trị số β và f để đánh giá độ đều đặn trên ảnh.

Bảng 7 – 7

Khoảng cách nhìn $D (m)$	550	500	300	250	200
Trị số $f (m)$	> 5,5	> 5,0	> 3,0	> 2,5	> 2,0

Chú ý rằng ở Bảng 7 – 7 trị số f là độ lớn thực trong tự nhiên, có thể xác định bằng cách đo trên ảnh, rồi theo tỷ lệ của ảnh mà tính ngược ra độ lớn thực.

– Trường hợp đường cong đứng lõi trên đường vòng trong bình đồ thì có thể bảo đảm nhận rõ được hướng ngoặt nếu trị số f trên ảnh $\geq 4 \text{ mm}$.

Ngoài ra, tiện lợi nhất cho người thiết kế là có thể đánh giá được mức bảo đảm độ đều đặn và rõ ràng của đoạn tuyến thông qua việc phân tích các yếu tố tuyến và sự phối hợp các yếu tố tuyến ngay trên bình đồ và trắc dọc, vì như vậy sẽ không cần phải dựng ảnh phối cảnh khi thiết kế nữa. Các nghiên cứu đối chiếu bình đồ, trắc dọc, ảnh phối cảnh với điều kiện xe chạy thực tế đã giúp các tác giả Liên Xô trước đây giải quyết được vấn đề theo

hướng này và đi tới các lời khuyên về thiết kế phối hợp các yếu tố tuyến như đã trình bày ở mục 7.2.

Tuy nhiên, đối với trường hợp các đoạn tuyến phức tạp thì cần dụng ảnh kiểm tra độ đều đặn và rõ ràng thị giác trên ảnh.

4. Phương pháp thiết kế điều chỉnh các yếu tố của đoạn tuyến

Trong trường hợp phát hiện thấy không bảo đảm độ đều đặn và rõ ràng thì có thể tiến hành *thiết kế điều chỉnh ngay trên ảnh*, cụ thể là chữa các điểm bị gãy gập, bóp méo, uốn bất thường... trên ảnh để loại bỏ được các điểm đó (hoặc để đạt được các trị số β và f như ở bảng 7 – 7 chẳng hạn) và cải thiện hình phối cảnh theo ý mong muốn. Khi chữa trên ảnh phải vạch lại các đường đặc trưng cho đoạn tuyến như đường tim, đường mép phần xe chạy... Theo đó ta có thể xác định được *tọa độ trên ảnh* của các điểm mong muốn trên những đường vạch lại này (tức là z_n và y_n), và theo công thức (7.3) tính ngược ra tọa độ các điểm mong muốn chính lại tuyến z , y trên bình đồ và trắc đạc. Các điểm mong muốn xác định theo cách vừa nói chính là các điểm mong muốn theo quan điểm thiết kế quang học đã nói ở mục 6.2 và với các điểm mong muốn đó lại có thể áp dụng phương pháp thiết kế chỉnh tuyến nói ở mục 6.3 để chữa lại tuyến.

Sau đó cần phải vẽ lại ảnh phối cảnh để kiểm tra kết quả chữa tuyến, và công việc có thể cứ lặp đi lặp lại như vậy cho đến khi đạt yêu cầu.

Đoạn tuyến đạt yêu cầu sẽ có ưu điểm là có thể bảo đảm được xe chạy an toàn và thuận lợi ở một tốc độ cao hơn nào đó (Tốc độ này tương ứng với tốc độ tính toán tầm nhìn vượt xe khi xác định vị trí điểm quan sát ảnh phối cảnh chẳng hạn). Nhưng để đạt yêu cầu này tuyến đã phải chỉnh và do đó có thể dẫn tới tăng thêm khối lượng xây dựng đường ở đấy. Như vậy, giải pháp có thể có lợi về vận doanh nhưng đắt về xây dựng cơ bản và việc luận chứng quyết định phương án sẽ giống như với các trường hợp chọn giải pháp thiết kế khác.

7.4. THIẾT KẾ PHỐI HỢP ĐƯỜNG VỚI QUANG CẢNH HAI BÊN

Như đã nói ở mục 7.1, mục đích thiết kế phối hợp đường với quang cảnh hai bên là nhằm tạo nên một tuyến đường đẹp, không phá hoại, cắt nát địa hình và quang cảnh thiên nhiên hai bên tuyến, trái lại phối hợp hài hòa và tô điểm thêm cho quang cảnh thiên nhiên. Kinh nghiệm thực tế chứng tỏ rằng, trên những tuyến đường thiết kế phối hợp tốt với quang cảnh hai bên, không những những người đi xe thích thú mà ngay người lái xe cũng không bị căng thẳng, mệt mỏi, do đó bảo đảm chạy xe an toàn và đường sẽ đạt được các chỉ tiêu vận doanh khai thác cao.

Yêu cầu cụ thể đối với việc thiết kế phối hợp đường với quang cảnh hai bên là:

- Phải nắm được quy luật và đặc điểm các yếu tố quang cảnh thiên nhiên vùng tuyến đường đi qua để chọn tuyến phù hợp, hài hòa; nghĩa là tuyến đi sao cho luôn luôn thấy được

cảnh đẹp thiên nhiên, tránh những cảnh xấu và đơn điệu kéo dài, đồng thời bản thân tuyến làm thành một dải viền nhẵn mạnh thêm quang cảnh thiên nhiên;

– Các giải pháp chọn khi thiết kế không được trái với các yêu cầu thiết kế khác dẫn đến giảm bớt chất lượng vận doanh – khai thác của đường, và phải phù hợp với các yêu cầu về thiết kế quang học nói ở mục 7.2. Chú ý rằng việc chọn tuyến để phù hợp với địa hình không phải là bắt tuyến uốn lượn trên bình đồ và trắc đạc theo tất cả các nếp uốn, vì như vậy sẽ dẫn tới làm giảm chất lượng thiết kế đối với các yêu cầu khác.

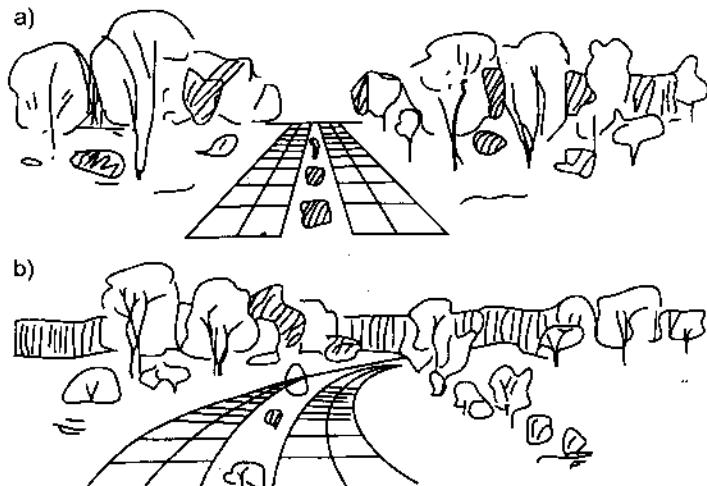
Để đạt được các yêu cầu trên, nguyên tắc chung về chọn tuyến theo quan điểm phối hợp tốt với quang cảnh hai bên là cho tuyến đi theo ranh giới của các yếu tố quang cảnh thiên nhiên, cụ thể là đi men theo các chân đồi, di viền ngoài mép, bìa rừng (hoặc thảm thực vật), đi ven theo bờ hồ, bám theo sông, suối ở thung lũng... đồng thời tránh cắt qua các yếu tố đó một cách không xác đáng, không có lý lẽ thuyết phục.

Đối với các loại quang cảnh điển hình khác nhau, nguyên tắc chọn tuyến cụ thể nên áp dụng khác nhau.

Với vùng đồng bằng, cao nguyên bằng phẳng hoặc những vùng đồng cỏ bằng phẳng, vì không có những cản trở lớn về dẫn hướng nên tuyến đường ở đây có thể cắm thẳng trên những đoạn khá dài. Nhưng nếu đoạn tuyến thẳng quá dài sẽ gây một ấn tượng quang cảnh đơn điệu làm cho người lái xe mệt mỏi và dễ làm giảm sự chú ý của họ; đối với người lái xe con dễ xảy ra tình trạng không làm chủ được tốc độ; về ban đêm sẽ gây lóa mắt vì ánh đèn pha của ôtô đi ngược chiều trong thời gian dài... Những nhược điểm này khiến cho số tai nạn trên các đoạn đường thẳng quá dài như vậy sẽ tăng lên. Vì thế được xem là thiết kế phù hợp với quang cảnh nếu các đoạn thẳng dài không vượt quá 4 – 6km, và thời gian xe chạy trên đoạn thẳng không quá 3 – 4 phút. Theo thống kê ở nhiều nước, nếu đoạn thẳng dài 15km thì số tai nạn tăng lên gấp 1,5 lần trường hợp đoạn thẳng dài 3 ~ 5km, và nếu dài 25km thì gấp tới 2,2 lần.

Việc bố trí các đoạn cong cần kết hợp khéo với dẫn hướng địa vật, tránh tình trạng bố trí các đoạn cong một cách bắt buộc. Ngoài ra nên lợi dụng các địa vật thiên nhiên hoặc nhân tạo (các quả đồi, các công trình kiến trúc, các rặng cây, nhóm cây...) để thu hút sự chú ý của người lái xe, giúp họ tập trung tư tưởng khi điều khiển tay lái.

Khi không thể đi men ngoài các thảm thực vật mà phải bắt buộc cắt qua nó thì tuyến đường không nên cắt thẳng mà nên lượn vòng như ở hình 7 – 31.



*Hình 7 – 31. Chọn tuyến cắt qua các thảm thực vật:
a) Không đúng; b) Được xem là phù hợp với quang cảnh.*

Tuyến cắt thẳng sẽ không đẹp vì tạo quang cảnh đối xứng cứng nhắc, và chia cắt thảm cỏ bằng một dải quá hẹp.

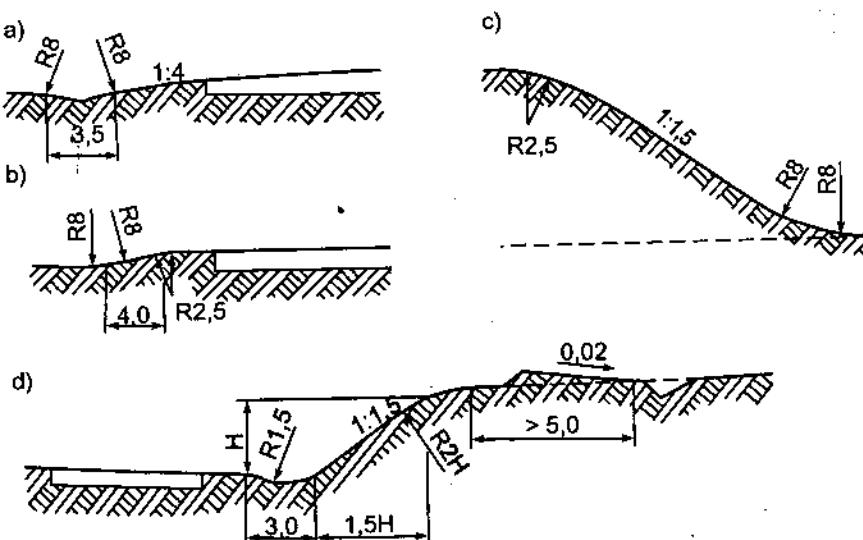
Đối với *quang cảnh vùng đồi*, tuyến đường nên cho uốn lượn đều đặn phù hợp với địa hình. Tuy nhiên, cấp đường càng cao thì càng nên bỏ qua những nếp uốn lượn nhỏ để tránh tuyến có chất lượng xấu, lúc này nên chú ý phối hợp với dẫn hướng theo các đặc trưng rộng lớn hơn. Khi chuyển từ đồi này sang đồi khác cần đào, đắp thích đáng để trắc dọc không bị gãy và lúc này cấu tạo nền đường cần dùng các taluy thoái cong (Hình 7 – 32) để dễ hòa hợp với địa hình. Trong điều kiện vùng đồi càng cần chú ý phối hợp giữa bình đồ với trắc dọc và tốt nhất là nên dùng tuyến clototit.

Đối với *vùng núi*, tuyến nhiều khi cần áp dụng các tiêu chuẩn tối thiểu về bình đồ và trắc dọc để bảo đảm tuyến phù hợp với địa hình. Như đối với các đường cấp cao có thể dùng biện pháp xây dựng các công trình như tường chắn, cầu cao, đường con rắn, hầm... để giải quyết việc đi tuyến đạt tiêu chuẩn cần thiết; đồng thời phải chú ý biến các công trình đó thành những trung tâm thu hút sự chú ý của người di xe, tô điểm thêm cho quang cảnh vùng núi. Trong điều kiện này, sự tương phản giữa các yếu tố tuyến và nền đường có dạng hình học quy tắc với sự sắp xếp hỗn độn tự nhiên của địa hình vùng núi sẽ tạo nên sự phối hợp hài hòa giữa đường và phong cảnh.

Chú ý rằng, *cấu tạo nền đường* có vai trò rất quan trọng trong việc thiết kế đường phù hợp với quang cảnh, và tốt nhất là cấu tạo dạng cong, thoái như ở hình 7 – 32 cho các đường cấp cao.

Cấu tạo nền đường như vậy có các ưu điểm như sau:

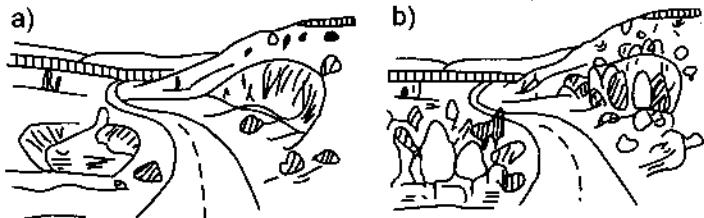
- Tăng an toàn xe chạy; nếu tốc độ cao xe đột ngột mất tay lái thì có thể vẫn chạy trên taluy thoái xuống dân;
- Người lái xe có thể trông thấy toàn bộ nền đường, kể cả taluy, nên yên tâm chạy với tốc độ cao.



Hình 7 – 32. Cấu tạo nền đường gắn liền êm thuận với mặt địa hình;
a) Trường hợp đắp thấp có rãnh; b) Đắp thấp nhưng không cần rãnh; c) Nền đắp; d) Nền đào;

Để bảo đảm phối hợp tốt đường với quang cảnh, trong nhiều trường hợp người ta cũng đã dùng biện pháp tạo những rặng, những nhóm cây xanh, nhất là trong các trường hợp tuyến qua các vùng quang cảnh đơn điệu, nghèo nàn:

– Có thể bố trí cây xanh để chắn những chỗ gây ấn tượng không đẹp mắt, ví dụ các chỗ đào lấp đất đắp dọc tuyến, các mái taluy nền đào trên các sườn đồi vốn trước có cây cối bao phủ, các đoạn đắp lên cầu dẫn, các khu vực kho tàng để gần tuyến... (Hình 7 – 33).



Hình 7 – 33. Trồng cây che lấp các chỗ lấp đất làm đường:
a) Trước khi trồng cây; b) Sau khi trồng cây.

– Trồng các nhóm cây trang trí ở những vùng quang cảnh đơn điệu, nghèo nàn (những rặng, những nhóm cây này thường được lựa chọn kỹ và trồng ở trong phạm vi dài đất dành cho đường).

– Trồng các hàng cây cao hai bên đường (tạo thành một hành lang cây xanh) ở những đoạn tuyến đi vào các di tích lịch sử, các trung tâm nghỉ ngơi, văn hóa hoặc vào thành phố. Những rặng cây này nhằm báo hiệu cho người đi xác định biết hành trình sắp kết thúc và có thể tạo một ấn tượng trang nghiêm.

– Trồng các nhóm cây dẫn hướng như ở hình 7 – 25.

7.5. ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG MÔI TRƯỜNG VÀ THIẾT KẾ CÁC BIỆN PHÁP PHÒNG NGỪA, GIẢM THIỂU TÁC ĐỘNG MÔI TRƯỜNG

1. Đánh giá tác động môi trường ở các giai đoạn khảo sát thiết kế khác nhau

Tương ứng với các giai đoạn khảo sát thiết kế đường ôtô, trong quá trình chuẩn bị dự án và thực hiện dự án, việc đánh giá tác động môi trường được tiến hành theo các bước dưới đây với mục đích và mức độ yêu cầu mỗi bước có khác nhau.

– Phân tích đại cương về môi trường để phục vụ cho việc nghiên cứu về hành lang tuyến đường ôtô trong giai đoạn lập quy hoạch mạng lưới đường hoặc lập báo cáo nghiên cứu tiền khả thi;

– Đánh giá sơ bộ tác động môi trường để phục vụ cho việc nghiên cứu so sánh các phương án tuyến trong giai đoạn lập dự án khả thi;

– Đánh giá chi tiết tác động môi trường để đề xuất và quyết định các giải pháp phòng ngừa và giảm thiểu tác động xấu đối với môi trường, tương ứng với giai đoạn thiết kế kỹ thuật và thiết kế lập bản vẽ thi công chi tiết.

Khi thiết kế đường cao tốc, đường có tốc độ tính toán từ 60km/h trở lên, các đường có ý nghĩa đặc biệt, các đường qua vùng nhạy cảm về môi trường như vùng bảo vệ nguồn nước, vùng bảo tồn thiên nhiên (đất ngập nước, rừng ngập mặn, vùng cư trú và đường di cư của động vật hoang dã, các khu vực sinh sản của cá, các cửa sông ven biển v.v..), vùng danh lam thắng cảnh, di chỉ khảo cổ, di tích lịch sử, vùng rừng quốc gia, vùng đô thị lớn hoặc vừa, thì thường phải thực hiện cả 3 bước phân tích, đánh giá tác động môi trường nói trên; thậm chí ngay trong giai đoạn lập dự án khả thi cũng đã phải thực hiện bước đánh giá chi tiết tác động môi trường (Nghị định 175/CP). Còn khi thiết kế đường trong các trường hợp khác thì thường không nhất thiết phải thực hiện bước phân tích đại cương và bước đánh giá chi tiết tác động môi trường; tức là lúc này chỉ thực hiện bước đánh giá sơ bộ nhưng kèm theo cả nội dung để xuất các biện pháp phòng ngừa và giảm thiểu tương ứng.

a) Phân tích đại cương về môi trường

Trong bước này chỉ yêu cầu nhận biết, sàng lọc và đánh giá các yếu tố môi trường có thể phải chịu tác động lớn một khi dự án thiết kế và xây dựng các hạng mục công trình đường ôtô được thực hiện; qua đó giúp cho việc điều chỉnh vị trí và quy mô tuyến đường, hoặc thậm chí xem xét việc hoãn thực hiện dự án.

Báo cáo phân tích đại cương về môi trường thường bao gồm cả các nội dung sau:

- Tổng quát về quy hoạch (hoặc dự án) thiết kế và xây dựng đường;
- Khái quát về các yếu tố môi trường dọc tuyến;
- Lập ma trận theo mẫu biểu ở Bảng 7-8 để nhận biết các yếu tố môi trường bị tác động trong quá trình chuẩn bị trước khi thi công, khi thi công và sau khi đưa đường vào khai thác, sử dụng; từ đó sàng lọc ra các yếu tố tác động quan trọng cần được xem xét, đánh giá;
- Đánh giá hiện trạng môi trường và dự báo (định tính là chủ yếu) tác động môi trường đối với các yếu tố đã sàng lọc để rút ra các kết luận và kiến nghị về vị trí, quy mô tuyến đường và các hạng mục công trình trên đường.

Việc phân tích đại cương về môi trường chỉ yêu cầu được thực hiện với nguồn kinh phí có hạn và dựa chủ yếu vào việc thu thập các số liệu sẵn có hoặc dựa vào sự đánh giá của các chuyên gia môi trường.

Ghi chú (cho Bảng 7 – 8) :

1. Dùng các ký hiệu để biểu thị mức độ tác động

- tác động lâu dài có lợi
 - tác động ngắn hạn có lợi
 - tác động lâu dài bất lợi
 - tác động ngắn hạn bất lợi
- Các ô để trống là không có tác động tương hỗ

2. Để lập ma trận ảnh hưởng môi trường có thể tham khảo phương pháp đánh giá mức độ tác động ở Phụ lục 3 và 5 của Quy trình đánh giá tác động môi trường 22TCN.242.98.

Bảng 7 – 8

Ma trận sàng lọc và xác định các tác động môi trường

Các yếu tố môi trường		Các giai đoạn và yếu tố tác động											
		Giai đoạn chuẩn bị thi công		Giai đoạn thi công						Giai đoạn khai thác đường			
		Chiêm đất	Đi dân tái định cư	Lấy đất, đổ đất	Nền đường	Mặt đường	Cầu cống	Vận chuyển vật liệu	Hoạt động của xe máy	Xe chạy	Cày trồm	Khôi phục chỗ đào, chỗ đổ đất	Cầu, cống, rãnh
Phát triển xã hội, kinh tế	Đi lại, làm việc của dân cư												
	Các hoạt động kinh tế												
	Di sản văn hóa, du lịch												
	Nông nghiệp												
	Thủy lợi												
	Sử dụng đất												
Tài nguyên thiên nhiên	Chất lượng đất												
	Thủy văn dòng chảy												
	Chất lượng nước mặt												
	Xói lở, xói mòn												
	Rủi ro và tai biến môi trường												
Tài nguyên sinh thái	Thảm thực vật và hệ sinh thái dưới nước												
	Động vật hoang dã quý hiếm												
Chất lượng sinh hoạt	Tiếng ồn												
	Chất lượng không khí												
	Thẩm mỹ và cảnh quan												
	Tập quán sinh hoạt, dân tộc, tôn giáo												
	Chất thải												

Trong Bảng 7–8 nói trên, các yếu tố môi trường được liệt kê ở cột đầu có thể chịu những tác động gì do việc làm đường gây ra xin xem ở điểm 2 dưới đây; trong đó tác động ngắn hạn là những tác động chỉ gây ra trong thời gian thi công và 1 – 2 năm đầu sau thi công; còn tác động dài hạn là tác động xảy ra trong suốt thời kỳ sử dụng đường và các tác động không thể đảo ngược được sau khi có đường. Ngoài ra, cũng còn đánh giá theo cường độ tác động và phạm vi tác động.

Cường độ tác động được đánh giá tùy theo giá trị của yếu tố môi trường, biểu thị tầm quan trọng của yếu tố được đánh giá và thường do các chuyên gia môi trường xác định (rất cao, cao, trung bình, thấp) và tùy theo mức độ tác động (*Mạnh*: khi tác động làm thay đổi toàn bộ các đặc tính riêng của yếu tố môi trường vốn có. *Trung bình*: khi chỉ làm thay đổi một số đặc tính hoặc làm suy giảm chất lượng yếu tố môi trường. *Yếu*: như trung bình nhưng với mức độ tác động thấp). Nếu yếu tố môi trường có giá trị cao và bị tác động ở mức độ yếu thì cường độ tác động được xem là trung bình (xem Phụ lục 5 Quy trình 22 TCN. 242.98).

Phạm vi tác động thường được điều tra đánh giá trong vùng 200 – 300m mỗi bên của tuyến đường (theo quy phạm Trung Quốc) đối với nhóm các yếu tố về phát triển kinh tế – xã hội, về tài nguyên thiên nhiên và về chất lượng sinh hoạt. Phạm vi tác động cũng được phân biệt đánh giá với các mức: tác động điểm (khi yếu tố môi trường chỉ bị ảnh hưởng ở phạm vi liền kề tuyến đường trong phạm vi của dự án) và tác động khu vực (ảnh hưởng tới cả một vùng gồm cả ngoài phạm vi dự án).

b) *Dánh giá sơ bộ tác động môi trường*

Nội dung, yêu cầu và cách thức thực hiện báo cáo đánh giá sơ bộ tác động môi trường về cơ bản là giống với báo cáo phân tích đại cương về môi trường nhưng được thực hiện với tất cả các phương án tuyến đường thiết kế đã được đề xuất. Ngoài ra, phải có sự phân tích so sánh và kiến nghị lựa chọn phương án trên quan điểm đánh giá tác động môi trường.

Thông thường có thể phân tích, so sánh các phương án về tác động môi trường theo phương pháp Odum (1971). Theo phương pháp này, trước hết cần thống kê định lượng các yếu tố môi trường bị tác động đối với mỗi phương án; ví dụ:

- Đất thổ cư bị chiếm dụng: định lượng theo hecta (ha)
- Đất nông nghiệp bị chiếm dụng:.... (ha)
- Nhà cửa bị di chuyển:... (cái hoặc số hộ số dân)
- Chia cắt khu dân cư:.... (km)
- Chia cắt đất nông nghiệp:.... (km)
- Diện tích rừng bị chặt:.... (km^2)
- Lấn vào khu động vật cư trú:.... (km^2)
- Xáo trộn khu di tích:.... (số di tích)

- Số cống, cầu có tích nước phía thượng lưu:..... (*cái*)
- Số đoạn có khả năng xói lở:.... (*km*)
- Chiều dài đường qua khu dân cư:..... ()
- v.v..

Đối với mỗi yếu tố bị tác động tiếp đó sẽ thực hiện vô thứ nguyên hóa; cụ thể là chọn phương án nào có số *định lượng lớn* làm 1 đơn vị và theo đó tính ra số đơn vị của phương án kia. Ví dụ: phương án 1 chiếm đất tổng cộng 45 *ha* phương án 2 chiếm 43 *ha*, thì khi vô thứ nguyên hóa phương án 1 được định lượng là 1 và phương án 2 được định lượng là $\frac{43}{45} = 0,956$.

Dựa vào việc đánh giá của các chuyên gia môi trường để cho điểm yếu tố nào bị ảnh hưởng là nguy hại hơn (có hệ số lớn hơn). Đem nhân hệ số với định lượng đã vô thứ nguyên hóa rồi cộng lại; nếu phương án nào có tổng số điểm tác động lớn hơn thì phương án đó sẽ xấu hơn (gây tác động xấu nhiều hơn) về mặt môi trường. Ví dụ cứ 1 đơn vị (vô thứ nguyên hóa) về chiếm dụng đất sẽ có hệ số 4 (lúc này phương án 1 sẽ có số điểm là 4×1 , còn phương án 2 sẽ có số điểm là $4 \times 0,956$) ; trong khi lấn vào khu động vật cư trú có thể chỉ được đánh giá với hệ số 1, chia cắt dân cư: hệ số 3 v.v..

c) *Đánh giá chi tiết tác động môi trường*

Đánh giá chi tiết tác động môi trường được thực hiện trong phạm vi dọc theo tuyến đường thiết kế đã được lựa chọn để xây dựng trên thực địa.

Báo cáo đánh giá chi tiết tác động môi trường cũng gồm các phần nội dung như đã đề cập ở báo cáo phân tích đại cương về môi trường nhưng yêu cầu đánh giá *tất cả* mọi tác động có thể *một cách định lượng* (chỉ đánh giá định tính những tác động không thể định lượng được). Ngoài ra, báo cáo còn phải có thêm các nội dung dưới đây:

- Thiết kế các biện pháp phòng ngừa, giảm thiểu tác động bất lợi (có tính toán và bản vẽ cấu tạo tương ứng với các biện pháp) hoặc đề xuất các giải pháp đền bù những hậu quả do các tác động môi trường bất lợi gây ra.
- Phân tích những lợi ích và tổn thất kinh tế do các tác động môi trường trên cơ sở so sánh sự thay đổi các yếu tố môi trường khi có và chưa có dự án.
- Lập kế hoạch theo dõi, giám sát môi trường trong giai đoạn thi công xây dựng đường và tiếp đó là giai đoạn khai thác đường, nhằm theo dõi việc thực hiện các biện pháp phòng ngừa, giảm thiểu và thông báo cho dân cư trong vùng cùng tham gia theo dõi, giám sát. Việc theo dõi, giám sát phải được thực hiện thông qua đo đạc định lượng các yếu tố môi trường (không khí, nước, đất, tiếng ồn, các tai biến, rủi ro...).
- Cân lập bản đồ môi trường (hiện trạng và dự báo) tỷ lệ 1: 25.000 đến 1: 5.000 của vùng nghiên cứu thể hiện được địa hình; các yếu tố địa chất phức tạp, vùng ngập lụt và xói lở; hệ thống tưới tiêu; hệ thống thoát nước; mạng lưới giao thông sắt, bộ, thủy, hàng không;

khu công nghiệp, thương mại, dân cư; khu vực nông nghiệp, tài nguyên sinh thái; khu vực cư trú của động vật hoang dã; viện điều dưỡng; bệnh viện; trường học; khu bảo tồn, khảo cổ; khu di tích lịch sử, văn hóa và du lịch.

Như vậy, ở giai đoạn này yêu cầu đánh giá định lượng các tác động môi trường là vấn đề mấu chốt. Đối với những tác động vật lý thì việc định lượng tương đối dễ dàng, ví dụ định lượng ảnh hưởng của các tác động theo diện tích, theo chiều dài, theo số lượng nhiều, ít như các chỉ tiêu phân tích, so sánh các phương án vừa trình bày ở trên (điểm b) trong mục này). Tuy nhiên, những ảnh hưởng về sinh học (như ảnh hưởng đến nơi cư trú của động vật hoang dã...), ảnh hưởng đến các yếu tố đời sống con người về phúc lợi xã hội và kinh tế thì nhiều khi rất khó định lượng đầy đủ, do vậy đòi hỏi phải có sự đánh giá của các chuyên gia môi trường học. Đặc biệt là các đánh giá định lượng về các nội dung sau đây thường đòi hỏi phải có các phương pháp thí nghiệm thu thập số liệu hiện trạng và tính toán dự báo tác động trong tương lai khá phức tạp:

– Đánh giá ảnh hưởng của việc làm đường đến thực vật và động vật hoang dã. Mục tiêu của công việc này là phải xác định được hiện trạng trong khu vực đường đi qua có các loại động, thực vật gì; mức độ yêu cầu bảo hộ chúng; tình hình phân bố; tập quán sinh sống, quy luật hoạt động, các đường di cư và giá trị kinh tế, học thuật của chúng. Phương pháp điều tra chủ yếu là thu thập số liệu ở các tài liệu của các ngành hữu quan, định lượng bằng các đơn vị vật lý và thể hiện trên bản đồ vùng phân bố. Dự báo tác động trong tương lai do việc xây dựng đường chủ yếu dựa vào việc phân tích những biến đổi về cơ chế sinh thái, về điều kiện sinh sống và phát triển của các loại động – thực vật quý hiếm đó, đặc biệt là các điều kiện bảo tồn vùng đất, bảo tồn vòng tuần hoàn nước và bảo tồn nguồn dinh dưỡng cho hệ động – thực vật (cần có chuyên gia trong lĩnh vực này);

– Đánh giá ảnh hưởng xói trôi đất mái dốc taluy nền đường, các chỗ lấy đất, đổ đất và xói trôi đất lưu vực (tạo ra bùn đất trôi) do phá hoại rừng khi làm đường...

Về nội dung này hiện thường phân tích định lượng các yếu tố thúc đẩy xói trôi đất, xói lở dòng chảy phía dưới công trình và hạ lưu công trình; đặc biệt có thể phân tích, đánh giá và dự báo lượng bùn đất (đá) trôi trên các lưu vực đổ ra cầu, cống... vừa gây tổn hại môi trường phía trên vừa phá hoại công trình cầu đường phía dưới.

Theo một số tài liệu, có thể dùng chỉ tiêu môđun xâm thực E có thứ nguyên là $T/km^2 \cdot năm$ để đánh giá mức độ xói trôi đất. Theo quy phạm Trung Quốc nếu môđun này dưới $200 - 1000 T/km^2 \cdot năm$ thì xem như mức độ xói trôi (xâm thực) là không đáng kể; dưới $2500 T/km^2 \cdot năm$ là xói trôi nhẹ và trên $5000 T/km^2 \cdot năm$ là xói trôi mạnh.

Môđun xâm thực E phụ thuộc vào lượng mưa hàng năm, loại đất trên lưu vực, địa hình và tỷ lệ cây che phủ trên lưu vực. Đất trên lưu vực có tỷ lệ loại bùn và sét ($0,002 - 0,10 mm$) càng nhiều, tỷ lệ cây che phủ càng nhỏ và độ dốc địa hình càng lớn thì E càng lớn, nguy cơ xói trôi càng lớn. Tuy nhiên, để xác định E đòi hỏi phải theo dõi, quan trắc xói trôi trong từng khu vực cụ thể mới có khả năng dự báo một cách tin cậy;

– Đánh giá sự biến đổi dòng chảy và sự thay đổi mức nước ngầm (ở những nơi mà nguồn nước ngầm có ý nghĩa quan trọng cho con người và hệ động thực vật).

Để đánh giá có thể áp dụng các phương pháp đo đặc và dự báo thủy văn;

– Đánh giá và dự báo ảnh hưởng của hàm lượng chì đối với đất và sản phẩm nông nghiệp hai bên đường. Lượng chì này là do xăng pha chì thải ra khi động cơ ôtô hoạt động. Lượng chì trung bình do 1 xe loại i chạy phát tán vào 1 kg đất hai bên đường trong 1 năm có thể được tính theo công thức sau:

$$F_i = \frac{J_i \cdot Pb \cdot \eta \cdot P \cdot 365}{G} \quad (mg/kg.năm.xe) \quad (7.4)$$

trong đó: Pb – lượng chì trong 1 lít xăng pha chì, Pb = 140 mg/lít; J_i – lượng tiêu hao nhiên liệu của một xe loại i, (l/km.xe); η – là tỷ lệ thoát chì khỏi ống xả (thường lấy η = 0,75); P – lượng bụi chì rơi trong phạm vi đất hai bên đường (thường lấy P = 40%); G – khối lượng đất có khả năng bị nhiễm chì trung bình trên 1km hai bên đường; thường có thể lấy G = 8,96.10⁻⁷ kg; 365 là số ngày trong 1 năm.

Dựa vào (7.4) có thể dự báo được lượng chì xâm nhập vào đất dai hai bên đường tùy theo lượng xe, thành phần xe trong 1 năm và tích lũy trong nhiều năm. Mặt khác, lấy mẫu đất hai bên đường thí nghiệm phân tích hàm lượng chì trong đất khi chưa xây dựng đường. Nếu lượng chì dự báo gấp 2,5 lần lượng chì khi chưa có đường trở lên thì mức độ ô nhiễm chì được đánh giá là trung bình; nếu gấp 7,0 lần trở lên là nghiêm trọng.

Đất chua (pH < 6,5) thì chỉ chứa được tối đa 200 mg/kg chì; đất kiềm và trung tính (pH ≥ 6,5) thì chứa được tối đa 300 mg/kg chì. Nếu vượt quá lượng tối đa này thì chì sẽ không tiêu tan vào đất được nữa mà tồn tại trên đất gây tác hại lớn. Ngoài ra, các cây lương thực trồng hai bên đường (lúa, khoai...) không được chứa hàm lượng chì vượt quá 0,4 mg/1kg; riêng với các loại rau không được vượt quá 0,2 mg/1 kg; các loại đậu: không quá 0,8 mg/1 kg.

– Đánh giá, dự báo gây ô nhiễm nguồn nước mặt do nước thải sinh hoạt, nước rửa xe, máy, nước thải thi công... gây ra; những loại nước thải này có thể chứa chì Pb, xăng dầu hoặc có độ pH khác nhau. Về nội dung này, cần dự báo lượng nước thải do người và do xe, máy gây ra hàng ngày (từ đó tính được lượng nước thải tích lũy trong năm hoặc nhiều năm). Sau đó phải lấy mẫu nước thải phân tích các chất độc hại và đối chiếu với tiêu chuẩn quy định về nguồn nước mặt (nhất là ở những nơi thiếu nguồn nước sử dụng), nguồn nước canh tác, nguồn nước nuôi cá... để xem xét đánh giá (Xem Tiêu chuẩn xả nước thải TCVN 5945-95);

– Đánh giá, dự báo gây bụi và gây ô nhiễm không khí do sản xuất công nghiệp và do xe chạy (trong phạm vi 200 – 300m mỗi bên đường): nội dung đánh giá và dự báo gồm nồng độ (mg/m^3) lượng bụi lơ lửng (SPM), lượng khí CO và CO₂, lượng khí NO_x, SO_x, các hiđro cacbon và bụi chì (Pb) có trong không khí. Tiêu chuẩn quy định áp dụng theo “Tiêu chuẩn

xả khí thải công nghiệp – “Giới hạn tối đa cho phép của bụi và chất vô cơ trong khí thải (mg/m^3) – TCVN 5939-95” và “Tiêu chuẩn cho chất hữu cơ trong khí thải – TCVN 5940-95”.

Phương pháp đánh giá hiện trạng ở những nơi không có số liệu chủ yếu là lấy mẫu không khí ở các điểm nhạy cảm đối với ô nhiễm phân bố dọc tuyến và các điểm tập trung dân cư. Mỗi đợt lấy mẫu thí nghiệm thường kéo dài liên 5 ngày, mỗi ngày ít nhất 4 lần (7 giờ, 11 giờ, 14 giờ, 19 giờ).

Việc dự báo ô nhiễm chủ yếu sẽ tăng lên tùy theo sự tăng trưởng lưu lượng xe chạy. Mỗi chiếc xe chạy trên đường có thể thải ra các yếu tố gây ô nhiễm như ở Bảng 7 – 9 (tính bằng $g/km.xe$)

Bảng 7-9

Ước lượng các yếu tố độc hại do xe chạy thải ra ($g/km.xe$)

Tốc độ xe chạy trung bình (km/h)		50	60	70	80	90	100
Xe con	CO	31,34	23,68	17,90	14,76	10,24	7,72
	Hidrocacbon	8,14	6,70	6,06	5,30	4,66	4,02
	NO _x	1,77	2,37	2,96	3,71	3,85	3,99
Xe tải vừa	CO	30,18	26,19	24,76	25,47	28,55	34,78
	Hidrocacbon	15,21	12,42	11,02	10,10	9,42	9,10
	NO _x	5,40	6,30	7,20	8,30	8,80	9,30
Xe tải nặng	CO	5,25	4,48	4,10	4,01	4,23	4,77
	Hidrocacbon	2,08	1,79	1,58	1,45	1,38	1,35
	NO _x	10,44	10,48	11,10	14,71	15,64	18,38

Qua Bảng 7 – 9 có thể thấy tốc độ xe chạy càng chậm thì với mọi loại xe, lượng yếu tố độc hại thải ra trên 1km của 1 xe càng lớn. Tuy nhiên, nguồn yếu tố độc hại này sau khi từ xe chạy thải ra sẽ phân bố như thế nào, cụ thể là nồng độ độc hại ở các điểm xung quanh đường sẽ phân bố như thế nào còn tùy thuộc vào hướng gió (so với trục đường), vào tình trạng giao thông (lưu lượng giờ cao điểm và lưu lượng trung bình) và vào tọa độ kể từ đường (khoảng cách và chiều cao). Để tính toán dự báo được nồng độ phân bố các yếu tố độc hại thường phải xây dựng các mô hình có nguồn phát tán dạng tuyến (thẳng và cả cong tròn) cắt hướng gió với các góc giao khác nhau. (Khi cần thiết phải tham khảo cách tính trong các quy phạm hoặc tài liệu về môi trường khí).

- Đánh giá và dự báo mức độ gây ôn do xe chạy gây ra đối với các khu dân cư: Theo quy chuẩn xây dựng Việt Nam, mức ôn tối đa cho phép trong khu dân cư được quy định ở Bảng 7-10.

Bảng 7 - 10

Mức ôn tối đa (theo mức âm tương đương dBA)

Khu vực	Thời gian		
	6 – 18h	18 – 22h	22 – 6h
1. Bệnh viện, thư viện, nhà điều dưỡng, nhà trẻ, trường học	50	45	40
2. Khu dân cư, khách sạn, nhà ở, cơ quan hành chính	60	55	45
3. Khu thương mại, dịch vụ	70	70	50
4. Khu sản xuất nằm xen kẽ trong khu dân cư	75	70	50

Để đánh giá mức ôn hiện trạng thường áp dụng biện pháp đo ôn: mỗi khu vực bố trí đo 2 – 3 điểm liên tục trong 2 ngày.

Để dự báo mức ôn, có thể dựa vào hàng loạt các công thức thực nghiệm. Độ ôn do xe chạy phụ thuộc vào lưu lượng, thành phần xe chạy, loại lốp, loại xe, tốc độ xe và độ bằng phẳng của mặt đường. Tại mép nền đường, mức ôn (dBA) do xe chạy gây ra có thể xác định theo công thức thực nghiệm đơn giản dưới đây:

$$L = 24 + 20 \log N \quad (7.5)$$

trong đó: L – mức ôn (dBA); N – lưu lượng xe (xe/h)

Cách nguồn gây tiếng động càng xa thì độ ôn càng giảm đi theo quan hệ sau:

$$L_n = L_1 - 25 \log \frac{R_n}{R_1} \quad (7.6)$$

trong đó: L_n – mức ôn (dBA) ở cách tim làn xe một khoảng cách R_n (m) và L_1 mức ôn ở cách tim làn xe R_1 (m).

Kết hợp (7.5) và (7.6) có thể dự báo được mức ôn ở các điểm khác nhau (kể từ tim làn xe chạy trên đường) và từ đó dự báo được vùng có thể chịu ảnh hưởng vượt qua mức ôn tối đa cho phép.

2. Các biện pháp thiết kế phòng ngừa và giảm thiểu tác động môi trường

Kết quả của việc phân tích, đánh giá tác động môi trường cuối cùng sẽ cho thấy những yếu tố môi trường nào sẽ chịu ảnh hưởng một khi dự án làm đường được thực hiện và sự ảnh hưởng đó nghiêm trọng đến mức nào. Nếu những tác động đó không có biện pháp khắc phục hoặc giảm thiểu thì đương nhiên dự án là kém khả thi (hoặc nghiêm trọng là không khả thi).

Do vậy, trong mọi trường hợp, việc thiết kế các biện pháp phòng ngừa và giảm thiểu luôn luôn cần thiết vừa để tăng tính khả thi của dự án, vừa để góp phần bảo vệ môi trường về mặt lâu dài.

a) Các nguyên tắc chung

- Tuyến và các công trình đường ôtô không được nằm trong khu vực cấm xây dựng vì những lý do bảo vệ môi trường, tài nguyên, cảnh quan, di tích, bảo tồn thiên nhiên. Tuyến đường phải tuân thủ các quy định về khu vực bảo vệ và khoảng cách ly vệ sinh, an toàn đối với các khu vực bảo vệ đặc biệt, thủy lợi, các di tích lịch sử văn hóa, danh lam thắng cảnh, khu vực bảo vệ sinh nguồn nước và các khu dân cư. Các quy định về khoảng cách ly vệ sinh an toàn này được quy định ở Phần II Chương 4 của “Quy chuẩn xây dựng Việt Nam”.

- Tuyến và các giải pháp xây dựng các hạng mục công trình đường ôtô không được gây tác động xấu tới các yếu tố môi trường nói ở mục 1 quá mức giới hạn cho phép trong cả quá trình chuẩn bị, thi công và đưa đường vào khai thác, sử dụng. Trong mọi trường hợp phải tiết kiệm đất đến mức tối đa (nhất là đất canh tác và đất đô thị); phải tôn trọng phong tục, tập quán, tín ngưỡng (ví dụ tránh các khu mai táng, các nơi thờ cúng v.v...) của các dân tộc ở hai bên đường; phải có biện pháp bảo đảm sự đi lại qua đường bình thường, thuận tiện và an toàn cho dân cư hai bên đường.

- Các đường cao tốc ngoài đô thị và đường ôtô có tốc độ thiết kế từ 60 km/h trở lên không thuộc hệ thống đường đô thị đều phải tránh, phải đi vòng, không được cắt xuyên qua đô thị (trừ trường hợp xây dựng tuyến đường trên cao).

- Tuyến đường phải kết hợp chặt chẽ và lợi dụng tối đa địa hình để triển tuyến, tránh đào sâu, đắp cao. Tốt nhất tuyến đi vào các vùng ranh giới như ranh giới giữa rừng và đồng ruộng giữa các triền đồi núi và đồng ruộng, hết sức tránh cắt nát cảnh quan hiện có.

b) Các biện pháp hạn chế xói lở môi trường đất

- Hạn chế điện phát quang thảm thực vật, trồng phục hồi nhanh thảm thực vật, đặc biệt là trên các mái dốc taluy, trên các khu vực đổ đất thải; cây, cỏ phải là loại có khả năng tạo ra liên kết bề mặt.

- Chú trọng quy hoạch bố trí hệ thống thoát nước (cầu, cống, rãnh biên, rãnh đỉnh, rãnh dẫn thoát nước, dốc nước, bậc nước và công trình gia cố thượng, hạ lưu dòng chảy...) hợp lý về vị trí và khẩu độ; phải bố trí rãnh đỉnh, rãnh chắn nước để không cho nước trực tiếp tràn xuống taluy (Dẫn nước ra khu vực thoát ít nhạy cảm với xói lở hoặc ra các dốc nước, bậc nước...).

- Áp dụng các biện pháp gia cố mái taluy tùy điều kiện địa chất và loại đất ; đối với nền đắp, đất đắp mái taluy nên chọn loại có chỉ số dẻo $I_p \geq 25$ để đắp trong phạm vi dày ít nhất là 50 cm kể từ mặt mái taluy.

- Các rãnh biên phải được gia cố tùy theo độ dốc dọc rãnh.

– Tạo chỗ thích hợp để chứa lớp đất hữu cơ (bóc đất hữu cơ chuẩn bị thi công nền đường) nhằm sử dụng lại chúng để rải lên các khu vực cần trồng lại thảm thực vật.

– Chống xói ngầm do các vết lộ nước ngầm trên taluy đào bằng cách cấu tạo tầng lọc ngược.

c) Các biện pháp hạn chế tác động làm thay đổi mức nước mặt, mức nước ngầm và làm ô nhiễm môi trường nước

– Thay đổi quá lớn mức nước mặt, mức nước ngầm sẽ ảnh hưởng đến thảm thực vật, đến canh tác nông nghiệp, đến động vật dưới nước và nguồn nước sinh hoạt. Do vậy, cần chọn khẩu độ công trình thoát nước thích hợp, không để tích nước, đênh nước quá lâu trước công trình. Để duy trì mức nước ngầm, không thiết kế các nền đào cát vào vùng nước ngầm.

– Không bố trí các cơ sở sản xuất vật liệu, trạm cung cấp xăng dầu, trạm sửa chữa và rửa xe, máy... ở những nơi gần nguồn cung cấp nước sinh hoạt; phải thiết kế biện pháp xử lý nước thải ở các cơ sở đó trước khi cho tháo ra sông, suối, hồ...

d) Các biện pháp hạn chế rủi ro và tai biến môi trường

– Khi qua các vùng có điều kiện địa chất, thủy văn phức tạp như vùng có bùn đá trôi, trượt sườn, vùng sườn tích, đồi tích đá... thì việc chọn tuyến và thiết kế cần được nghiên cứu kỹ để tránh tạo thêm các yếu tố bất lợi thúc đẩy sự hoạt động trở lại của các hiện tượng địa chất động lực đó, dẫn đến các thảm họa môi trường (kể cả với tính mạng của dân cư lân cận).

– Tốt nhất tuyến đường nên vòng tránh hoặc đi lên trên các vùng trượt sườn, sườn tích, đồi tích đá; nếu không tránh được thì nên dùng cầu tạo nền đắp thấp đi qua vùng dưới chân khối trượt, hoặc dễ sụt lở. Ngoài ra, nên áp dụng các biện pháp tổng hợp như thoát nước và ngăn chặn nước xâm nhập vào vùng trượt (kể cả nước mặt và nước ngầm) kết hợp với các công trình chống đỡ ở chân vùng trượt, gia cố bờ mặt khối đất dễ trượt (trồng cây,бит kẽ nút, chống xói...).

– Đối với vùng bùn đá trôi nên kết hợp các biện pháp trồng cây trên lưu vực tạo bùn, làm đập, thềm trên dòng chảy, làm đập tràn hoặc làm cầu vượt qua vùng có bùn đá trôi.

– Đối với vùng có thể có lũ quét, ngoài việc chọn khẩu độ công trình và số lượng công trình thoát nước thích hợp, còn cần đặc biệt chú trọng các giải pháp gia cố thượng, hạ lưu công trình.

e) Các biện pháp hạn chế các tác động tiêu cực đến đời sống cộng đồng và các hoạt động kinh tế

Ngoài việc tuân theo các nguyên tắc thiết kế đã nêu ở điểm a) quá trình thiết kế đường cần chú trọng thêm các biện pháp sau:

– Phải nghiên cứu nhu cầu di lại qua đường của dân cư hai bên đường; đặc biệt đối với đường cao tốc, các đường có tốc độ thiết kế $V_{tk} \geq 60 km/h$ và lưu lượng giao thông lớn cần

nghiên cứu thiết kế hệ thống đường gom, đường chui hoặc cầu vượt qua đường để khắc phục sự chia cắt dân cư do việc xây dựng đường.

– Chú trọng bố trí báo hiệu và tổ chức giao thông cho dân cư các khu vực hai bên đường.

– Tạo ra các khu dịch vụ, thương mại ở hai bên tuyến với các lối ra, vào thuận lợi.

g) Các biện pháp hạn chế tác động tiêu cực đến môi trường thẩm mỹ và cảnh quan

Ngoài việc tuân thủ nguyên tắc chung, còn cần chú ý các biện pháp thiết kế dưới đây:

– Cố gắng lợi dụng phong cảnh tự nhiên để loại trừ cảm giác đơn điệu về cảnh quan; trồng cây để che khuất các chỗ đào, đắp (như thùng đấu, nơi đổ đất thải) và trồng cây trang trí. Trồng cây cao để nhấn mạnh và dẫn hướng tuyến, cây thấp để che phủ, cây to cò lập hoặc cụm cây để tô điểm cho phong cảnh hai bên đường.

– Mái dốc taluy nên thay đổi phù hợp với địa hình tự nhiên.

– Tạo các điểm nghỉ với phong cảnh thích hợp dọc tuyến.

– Qua vùng đồi, tuyến đường nên sử dụng các đường cong bán kính lớn theo các uốn lượn lớn của địa hình; không nên quá phụ thuộc vào những uốn lượn nhỏ, cục bộ; cố gắng giảm đào sâu đắp cao và nên dùng tuyến gồm toàn đường cong clototit; qua vùng đồi trọc nên kết hợp trồng cây hai bên.

– Đường vùng núi nên kết hợp sử dụng các công trình tường chắn, cầu cao, các kiểu giàn mái dốc có thêm tác dụng trang trí.

– Khi đường qua vùng đồng bằng tuyến thẳng không dài quá 20 – 25 lần tốc độ thiết kế (chiều dài tính bằng mét, tốc độ tính bằng km/h).

– Không bố trí khai thác vật liệu ở gần khu vực di tích, thắng cảnh.

h) Các biện pháp hạn chế tác động đối với môi trường sinh thái

– Khi đường qua các vùng đặc biệt có thú hoang dã cư trú cần làm hàng rào chắn thú qua đường đồng thời tạo các cống hoặc hầm để thú có thể tìm lối di chuyển qua đường.

– Trồng cây để tạo ra một hành lang dệm dọc theo nguồn nước và khôi phục lại lớp phủ thực vật dọc hành lang đường khi đường đi gần nguồn nước.

– Tuyến đường không nên chia cắt một khu rừng mà nên đi ven ngoài bìa rừng.

i) Các biện pháp hạn chế tác động gây ôn và rung

Đối với các đô thị và các trường hợp không bảo đảm được khoảng cách cần thiết để giảm mức ôn thì có thể áp dụng các biện pháp như: xây tường hút âm bằng vật liệu rỗng dọc theo đường (Hình 7 – 34a), đắp các đê chắn âm bằng đất (Hình 7 – 34b), đặt đường với nền đào (Hình 7 – 34c), hoặc trồng các rặng cây để giảm bớt tiếng ôn (Hình 7 – 34d). Đặt đường

cao tốc trên cầu cạn (Hình 7 – 34e)

hoặc trong hành lang hay hầm cũng
chống được ảnh hưởng của tiếng ồn.

- Các tường chắn âm thường cao từ 3,0 ~ 3,5 m đặt ở sát mép nền đường (ngoài phạm vi nền đường); tường bằng tấm ximăng cách âm hoặc bê tông cốt thép lắp ghép (có trang trí màu sắc hình dạng); cũng có thể làm ụ đất chắn âm với bê rộng đỉnh ụ khoảng 2,0m và dù cao để tạo nên vùng cản âm (là vùng từ tim phân xe chạy nối với mép trong của đỉnh ụ hoặc đỉnh tường).

- Các rặng cây phải dù cao (tạo vùng cản âm) ở phạm vi giữa đường và khu cản cách âm.

- Trong quá trình thi công, hạn chế độ ồn và rung bằng cách sử dụng các phương tiện, thiết bị dù tiêu chuẩn cho phép (TCVN 5948 – 1995) và cũng có thể hạn chế ồn bằng các rào chắn ồn tạm thời.

- Bố trí các nơi sản xuất, khai thác vật liệu dù xa khu dân cư; ở gần khu dân cư nên hạn chế số giờ thi công về ban đêm. Khi sử dụng các phương tiện gây chấn động lớn như búa đóng cọc thì cần đóng thử và quan trắc kỹ vùng ảnh hưởng của chấn động để hạn chế tác động xấu đối với sinh hoạt và tài sản của dân cư trong vùng.

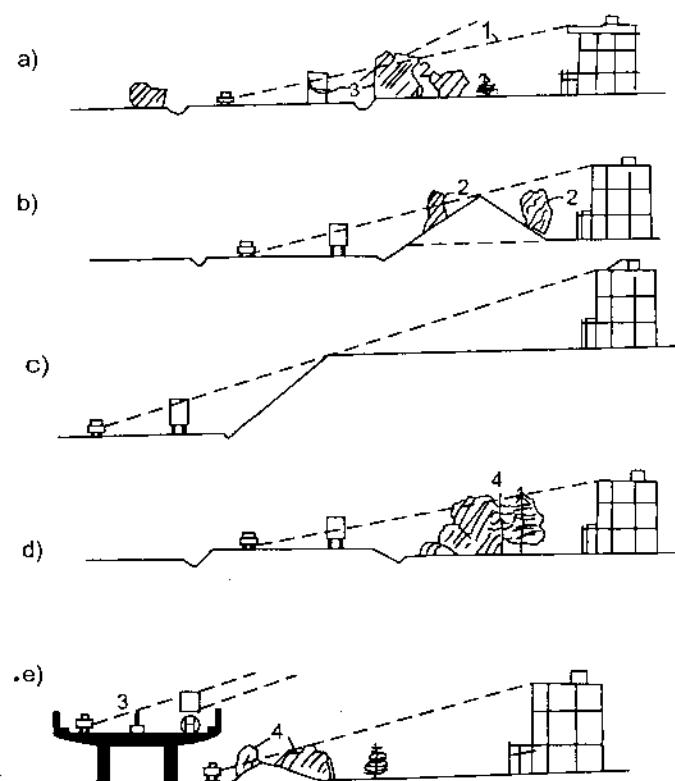
k) Các biện pháp hạn chế ô nhiễm chất lượng không khí

- Hạn chế bụi: làm mặt đường nhựa ở các đường qua đô thị (kể cả đô thị loại nhỏ), bố trí các đoạn đường chuyển tiếp với mặt đường cấp cao ít bụi dài tối thiểu 30-50m trước khi xe từ các đường nhiều bụi (mặt đường đất, cấp phối, đá dăm...) nhập vào đường chính (đường cao tốc, đường có tốc độ thiết kế 80 – 120 km/h).

- Trồng các rặng cây giữa đường và khu dân cư.

- Xe càng chạy chậm, càng hay thay đổi tốc độ hoặc đứng yên nổ máy thì lượng khí thải độc hại phát sinh càng lớn; do vậy, cần có các biện pháp thiết kế tổng hợp để giảm ùn tắc, giảm dừng xe trên đường (kể cả ở các chỗ giao nhau, ở lân cận các trạm thu phí...).

- Ở các cơ sở khai thác và gia công vật liệu phải sử dụng các máy móc có trang thiết bị hút bụi, thoát khói...



Hình 7 – 34. Các biện pháp chống ồn do xe chạy cho
những nơi tập trung dân cư:

1. ranh giới truyền âm thanh một cách tự do;
2. các rặng cây trang trí;
3. tường chắn và hút âm;
4. trồng cây để giảm ồn.

CHƯƠNG 8

ĐẶC ĐIỂM CÔNG TÁC KHẢO SÁT THIẾT KẾ ĐƯỜNG ÔTÔ Ở CÁC VÙNG CÓ ĐIỀU KIỆN THIÊN NHIÊN KHÁC NHAU

8.1. ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC NHÂN TỐ THIÊN NHIÊN ĐẾN CÔNG VIỆC KHẢO SÁT THIẾT KẾ ĐƯỜNG

Các nhân tố thiên nhiên nói ở đây bao gồm các điều kiện địa hình, khí hậu, địa chất, thủy văn, thổ nhưỡng và thảm thực vật tại vùng tuyến đường sẽ đi qua. Như đã trình bày ở các chương 3, 4 và 5, các nhân tố này ảnh hưởng rất lớn đến việc khảo sát và cắm tuyến thực địa; đồng thời do chúng có ảnh hưởng trực tiếp đến công việc khảo sát, xây dựng, khai thác và bảo dưỡng đường sau này nên chúng có ảnh hưởng quan trọng đối với việc lựa chọn các giải pháp thiết kế.

Trong những nhân tố nói trên, địa hình có ảnh hưởng quyết định trong việc chọn cấp hạng và tiêu chuẩn kỹ thuật của đường thiết kế; nó cũng quyết định các điều kiện chọn tuyến vì địa hình có ảnh hưởng lớn đến bình đồ và trắc dọc, trắc ngang tuyến, do đó ảnh hưởng lớn đến tiến độ khảo sát thiết kế và giá thành xây dựng đường ôtô. Ảnh hưởng của địa hình đến khối lượng công tác và giá thành công trình có thể thấy được như ở Bảng 8-1 dưới đây.

Bảng 8-1
**Khối lượng công tác của 1 km đường ôtô cấp hạng khác nhau
trên các địa hình khác nhau (cấp quản lý)**

Hạng mục công trình và giá thành	Đơn vị	Đồng bằng		Đồi		Núi	
		Cấp II-III	Cấp IV-V	Cấp II-III	Cấp IV-V	Cấp II-III	Cấp IV-V
Đào đất nền đường	$10^3 \cdot m^3$	< 6	< 4	≥ 10	≥ 8	≥ 20	≥ 12
Số cầu công nhò	cái	3,5	3,5	5	5	10	7
Cầu trung dài > 30m	cái	0,2	0,2	0,5	0,5	0,7	0,7
Giá thành xây dựng tương đối 1km đường	-	1,0	0,8	1,2	1,0	2,5	1,5

Trong thiết kế và xây dựng đường ôtô việc phân loại địa hình thường dựa vào những đặc trưng sau:

- Chênh lệch độ cao lớn nhất trong vùng đường đi qua;
- Độ dốc ngang và dốc trung bình của mặt đất (sườn núi);
- Mức độ và độ sâu chia cắt của địa hình (ví dụ sườn dốc bằng phẳng hay quanh co, uốn lượn tạo thành các khe núi, lưỡi núi kiểu thế núi chân chim...).

Khi chọn cấp hạng và vận dụng các tiêu chuẩn thiết kế ta có thể dựa vào Bảng 8 – 2a phân loại địa hình và cũng có thể dùng Bảng 8 – 2b phân cấp địa hình, địa mạo để dự tính khối lượng công tác khảo sát thiết kế

Bảng 8 – 2a

Phân loại địa hình

Loại địa hình	Độ dốc ngang lớn nhất	Độ dốc dọc bình quân (%)	Chênh lệch độ cao trong vùng (m)	Tỷ lệ đoạn đường dồn dốc giới hạn %
Đồng bằng	< 1 : 5	< 6	< 40	< 100
Đồi thoái	1 : 3	6 – 10	40 – 70	100 – 200
Đồi	1 : 3	10 – 15	70 – 100	100 – 200
Núi cao	> 1 : 3	> 15	> 100	> 200

Nhân tố *khi hậu* bao gồm: tình hình mưa (lượng mưa, mùa mưa, cường độ mưa), chế độ nhiệt của không khí, chế độ gió (hướng, tốc độ, tỷ lệ gió theo mỗi hướng trong cả năm), độ ẩm và độ bốc hơi. Các nhân tố này có ảnh hưởng quan trọng đến quy luật vận động của các nguồn ẩm cũng như quy luật phân bố ẩm và nhiệt độ trong nền, mặt đường, tức là ảnh hưởng đến cường độ nền mặt đường và các biện pháp thiết kế nền mặt đường nhằm khắc phục sự giảm yếu cường độ, cũng như sự phá hoại của nước đối với đường trong mùa bất lợi; đồng thời cũng ảnh hưởng đến các điều kiện thi công.

Cùng với địa hình và khí hậu, các nhân tố thiên nhiên kể trên đều có ảnh hưởng trực tiếp đến các biện pháp thiết kế, nhất là giữa những nhân tố đó lại có ảnh hưởng qua lại và quan hệ với nhau rất chặt chẽ. Để đánh giá một cách tổng hợp ảnh hưởng của các nhân tố thiên nhiên đến việc thiết kế, xây dựng và khai thác đường, thường ở mỗi nước đều tiến hành nghiên cứu phân chia khu vực khí hậu đường sá, tức là nghiên cứu phân chia lãnh thổ nước mình thành những khu vực có điều kiện tương tự về ảnh hưởng của những nhân tố thiên nhiên nói trên đến công trình đường, để từ đó quy định những nguyên tắc và biện pháp thiết kế, xây dựng và khai thác đường hoặc thiết lập các kết cấu điển hình cho mỗi vùng thiên nhiên khác nhau. Như vậy căn cứ để phân chia khu vực khí hậu đường sá là sự phân vùng địa lý tự nhiên nhưng có xét đến tác dụng tương hỗ giữa các nhân tố tự nhiên với công trình đường sá. Theo đó, chỉ tiêu cơ bản để phân biệt mỗi vùng có thể là: một kiểu khí hậu (ở nước ta tùy theo vĩ độ khác nhau, đặc điểm khí hậu từ Bắc đến Nam khác nhau); một kiểu địa hình, một nền nham thạch chủ yếu (đá granít, cát kết hay đá vôi gắn liền với hiện

tương cactơ v.v..); một kiểu thổ nhưỡng và một kiểu thực bì chính phân bố rộng rãi (ví dụ đất feralit đỏ – vàng với rừng thực vật nhiệt đới ẩm quanh năm, hay vùng đất đỏ bazan, hoặc vùng đầm lầy, đất yếu v.v...).

Bảng 8 - 2b

Phân cấp địa hình, địa mạo
(cho công tác khảo sát)

Cấp	Các đặc trưng địa hình, địa mạo	Một số chỉ tiêu bình quân trong 1 km về tuyến		
		Số đỉnh (cái/km)	Số trắc ngang (cái/km)	Số cống (cái/km)
I	1. Vùng bằng phẳng, đất bãi, đồi trọc có độ dốc ngang sườn từ 0 ~ 5% 2. Vùng ruộng đất canh tác khô 3. Vùng dân cư thưa thớt diện tích làng mạc chiếm < 10% diện tích đo đạc. Vùng cây thưa thớt, khi đo không phải phát cây	2 – 5	20 – 50	1 – 3
II	1. Vùng đồi thấp bát úp, cây cỏ thưa 2. Vùng ruộng đang cày cấy, làng mạc bình thường, tuyến đi gần các công trình như đường sắt, điện cao thế hoặc các công trình khác có ảnh hưởng đến việc đo đạc 3. Vùng làng mạc, đầm lầy, ao hồ chiếm 10 ~ 20% diện tích đo đạc	5 – 9	40 – 70	2 – 3
III	1. Vùng núi thấp, cây cối tương đối rậm rạp, có khe suối, dốc ngang 10 ~ 15% 2. Vùng làng mạc dày đặc, cây ăn quả, cây công nghiệp 3. Vùng đầm lầy, ao hồ, vùng có nước thủy triều lên xuống thường xuyên; vùng cát trắng ven biển về mùa gió Lào	8 – 12	60 – 90	3 – 5
IV	1. Vùng núi cao suối sâu, dốc ngang > 15% 2. Vùng đầm lầy, bãi sú vẹt ven biển có nước thủy triều lên xuống 3. Vùng làng mạc dày đặc 4. Vùng thị xã, thị trấn, thành phố đông người	> 10	> 90	> 4

Nếu nhận thức được ảnh hưởng quan trọng của các nhân tố thiên nhiên đến công việc khảo sát thiết kế đường và với quan niệm về các vùng thiên nhiên khác nhau như trên vừa trình bày, chúng ta sẽ thấy rõ sự cần thiết phải đi sâu vào các biện pháp khảo sát và thiết kế đối với mỗi kiểu vùng thiên nhiên khác nhau đó để nhằm đạt được một đồ án thiết kế đường ôtô có chất lượng cao về kinh tế và kỹ thuật như đã nói ở mục 1.1.

8.2. ĐẶC ĐIỂM KHẢO SÁT THIẾT KẾ TUYẾN ĐƯỜNG VÙNG NÚI

Địa hình vùng núi nước ta có đặc điểm là rất hiểm trở, nhiều yếu tố rất bất lợi đối với việc xây dựng đường như lượng mưa nhiều và tập trung, sườn thường có độ dốc ngang lớn (có khi tới 100% và hơn nữa), địa chất cấu tạo phức tạp lại thường bị chia cắt uốn lượn quanh co, điển hình như các tuyến đường vùng núi Tây Bắc hoặc tuyến đường Trường Sơn. Trong những vùng đó khối lượng đào đất để xây dựng nền đường cấp IV có khi đạt tới trên 10 vạn m^3/km (thường cũng tới 40000 – 80000 m^3/km). Lúc này, nếu công việc chọn tuyến khi khảo sát và các biện pháp kỹ thuật áp dụng khi thiết kế không tốt thì không những giá thành xây dựng đất lên nhiều mà quá trình khai thác đường sau này sẽ rất khó khăn (nền đường không ổn định gây sụt lở tắc nghẽn giao thông, công trình thoát nước bị xói, phá vỡ, v.v..).

Nói chung tuyến đường ôtô vùng núi sẽ rơi vào một trong các lối đi tuyến sau đây: *lối đi tuyến thung lũng* (ven sông suối), *lối đi sườn núi*, *lối đi phân thủy* và *lối đi vượt đèo*. Ngoài những điểm nói chung ở mục 6.1, khi chọn tuyến vùng núi ta cần chú ý để xuất đủ các phương án và lựa chọn đúng phương án tốt nhất.

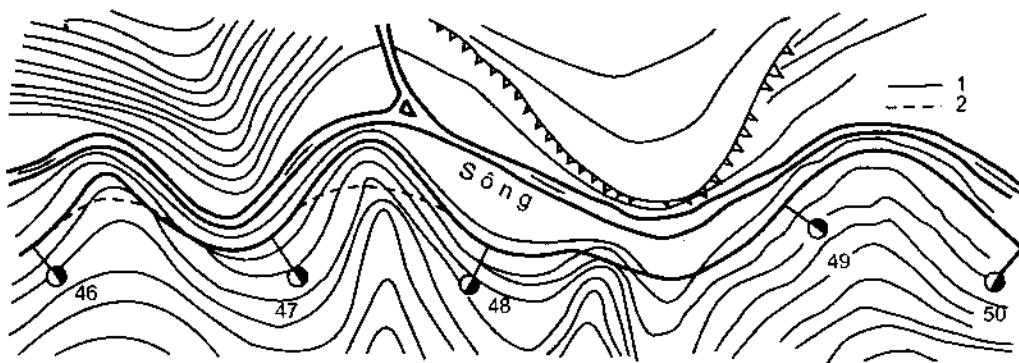
1. Triển tuyến ven sông suối

Đối với *tuyến ven sông suối* trước hết cần xem xét vấn đề nên đặt tuyến bên bờ trái, bên bờ phải hay có thể có phương án đi bên trái rồi lại chuyển sang bờ phải (để tránh những bất lợi ở bờ trái, tranh thủ các điều kiện thiên nhiên thuận lợi ở bờ phải). Dĩ nhiên, phương án sau cùng phải làm thêm công trình vượt dòng suối hai lần, nhưng đôi khi cũng không thể loại trừ hẳn cách giải quyết như vậy để nhằm tránh những chỗ vách đá dựng đứng không vượt qua được hoặc các chỗ địa chất rất xấu khác như trượt sườn, cacto....

Chọn bờ sông phia nào để đặt tuyến nói chung cần cân nhắc các điều kiện địa hình, địa chất, tình hình phân bố dân cư dọc sông, suối và số lần phải cắt qua các sông, suối nhánh (càng nhiều thì số công trình thoát nước càng lớn). Yêu cầu cũng như vị trí đặt tuyến tốt nhất trong trường hợp này xin xem thêm ở mục 6.1, và từ đó thường phải giải quyết một số trường hợp sau:

– Tuyến ven sông gặp các mom núi nhọn hẹp hoặc bám theo thềm sông thì sẽ quá quanh co (Hình 8 – 1). Lúc này có những đoạn cần cân nhắc việc chọn bán kính đường vòng, cân nhắc phương án di dịch xa sông bằng cách xé các đoạn nền đào sâu (phương án đường nét đứt trong hình 8 – 1).

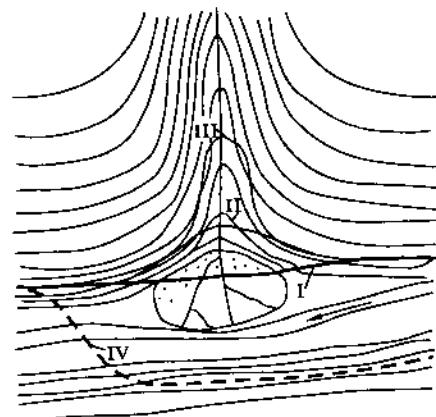
– Nếu gặp các vách đá dựng đứng ở ven sông thì có thể áp dụng các biện pháp như: triển tuyến từ xa để vượt lên trên vách đá (khi khảo sát sẽ đi đường dốc đều từ đỉnh vách đá xuống hai bên); làm nền đường kiểu nửa hầm, đắp nền đường bằng đá và kè để lấn ra sông. Riêng với trường hợp lấn sông thì cần xem xét khả năng mức nước sông dâng cao do thu hẹp lòng sông, đồng thời phải có biện pháp chống xói lở đường. Cũng do nguy cơ dễ bị xói lở mất đường nên phương án này không nên dùng ở đoạn thung lũng sông, suối hẹp, hai bên đều là vách núi đá cao.



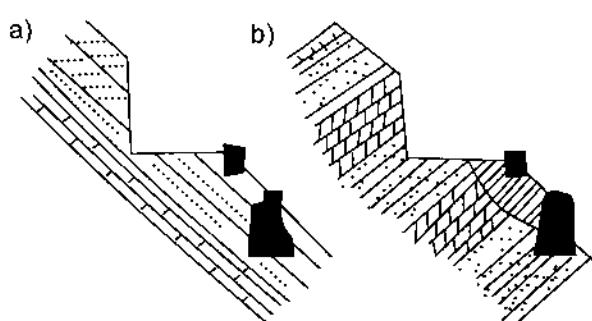
Hình 8 – 1. Đặt tuyến ven sông:
1. phương án I; 2. phương án cắt mom núi.

– Khi tuyến gặp các cửa suối nhánh (Hình 8 – 2) thì nói chung không nên đặt tuyến cắt ngay qua bãi bồi ở cửa suối nhánh (phương án I hình 8 – 2), vì tại đây dòng nước thường đổi dòng, bãi bồi cũng dễ dịch chuyển khiến công trình cầu vừa phải dài lại vừa kém ổn định đối với nền đường dập hai đầu. Tại đây nói chung nên lợi dụng men theo dòng suối nhánh để triển tuyến vòng vào trong (phương án II, III hình 8 – 2). Dĩ nhiên càng vòng vào sâu thì đường dài nhưng công trình cầu lại nhỏ, do đó cần tiến hành so sánh kinh tế – kỹ thuật để lựa chọn phương án.

– Trường hợp tuyến ven sông gặp các đoạn sông có độ dốc lớn hơn độ dốc giới hạn của đường



Hình 8 – 2. Chọn tuyến khi gặp cửa suối nhánh:
I, II, III, IV – các phương án khác



Hình 8 – 3. Xét đến thế nằm của đất đá khi chọn sườn núi đặt tuyến:
a) Không ổn định; b) Ông định tốt.

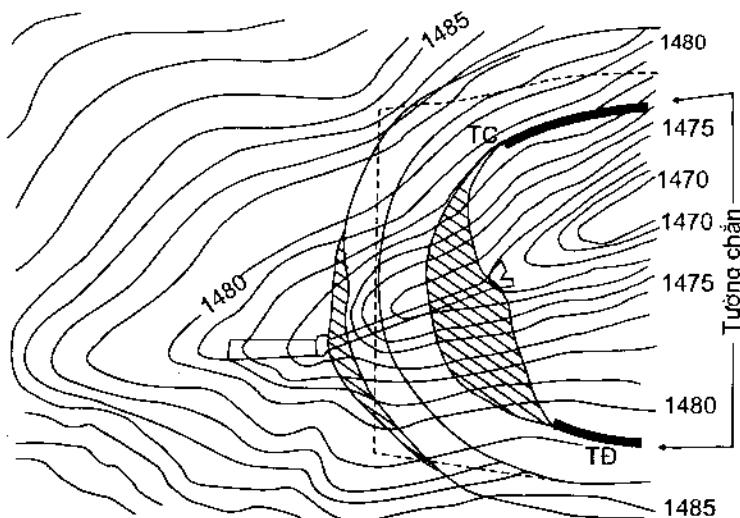
thì lúc này bắt buộc tuyến phải triển xa sông để khắc phục chênh lệch độ cao. (Triển theo các dòng suối nhánh, theo các sườn núi hai bên sông kể cả việc dùng các tuyến đường cong con rắn khi cần thiết).

2. Triển tuyến trên sườn núi

Đối với tuyến đi sườn núi vấn đề trước hết phải cân nhắc cũng là việc chọn sườn núi phía nào của dãy núi để đặt tuyến như đã nói ở mục 6.1. Đặc biệt về mặt địa chất nên tránh các sườn núi có hiện tượng trượt sườn, đá lăn, tránh

qua các vùng sườn tích, các sườn có mạch nước ngầm chảy ra và các sườn có thể nambi của đất đá dốc ra phía ngoài (Hình 8 – 3a).

Nói chung việc thiết kế tuyến (bình đồ, trắc dọc) đi trên sườn núi cần phải gắn liền với các biện pháp bảo đảm ổn định nền đường và phải kết hợp tốt 3 yếu tố bình đồ, trắc dọc, trắc ngang như đã nói ở mục 6.2 và 6.3. Ngoài ra, khi tuyến đi sườn núi gặp các hõm núi (khe núi) sâu, vách dốc thì lúc này việc đặt tuyến cần kết hợp giải quyết việc lựa chọn bán kính thiết kế với vị trí đặt công trình thoát nước và công trình tường chắn chống đỡ như ở hình 8 – 4 (Thường tại đây công trình khá phức tạp, tốn kém và phải thiết kế đặc biệt).



Hình 8 – 4. Tuyến qua hõm núi sâu.

3. Triển tuyến vượt núi

Tuyến đường vượt qua núi cần phải được chọn theo trình tự sau:

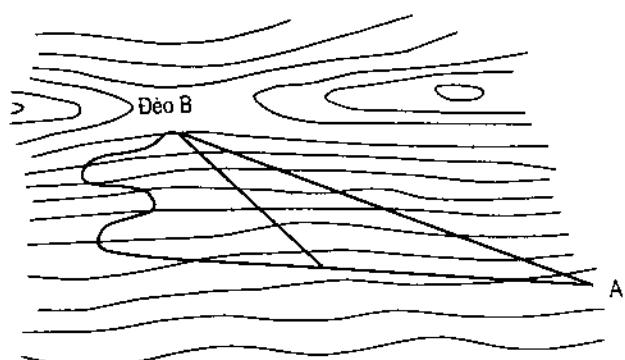
- Chọn vị trí vượt qua dãy núi ở một trong số các đèo (yên ngựa) có thể phát hiện được (vì đèo là những nơi tương đối thấp hơn khi muốn vượt qua núi). Vị trí nên chọn là đèo nào có sự phù hợp tốt với hướng đi chung của tuyến (như vậy tuyến đỡ bị kéo dài vô ích); có độ cao thấp nhất (để giảm chiều dài triển tuyến); có địa chất tại đỉnh đèo và hai bên ổn định, có độ dốc hai bên yên ngựa thoải (để khối lượng hạ đèo ít), và có địa hình thuận lợi cho việc triển tuyến lên xuống đèo.

- Tính toán hoặc điều tra chênh lệch độ cao giữa đỉnh đèo và điểm thấp nhất cần nối với tuyến đường hai bên ở dưới thung lũng; từ đó dự định điều kiện triển tuyến lên xuống đèo là thuộc *lối đi gó bó hay tự do* (xem mục 6.1).

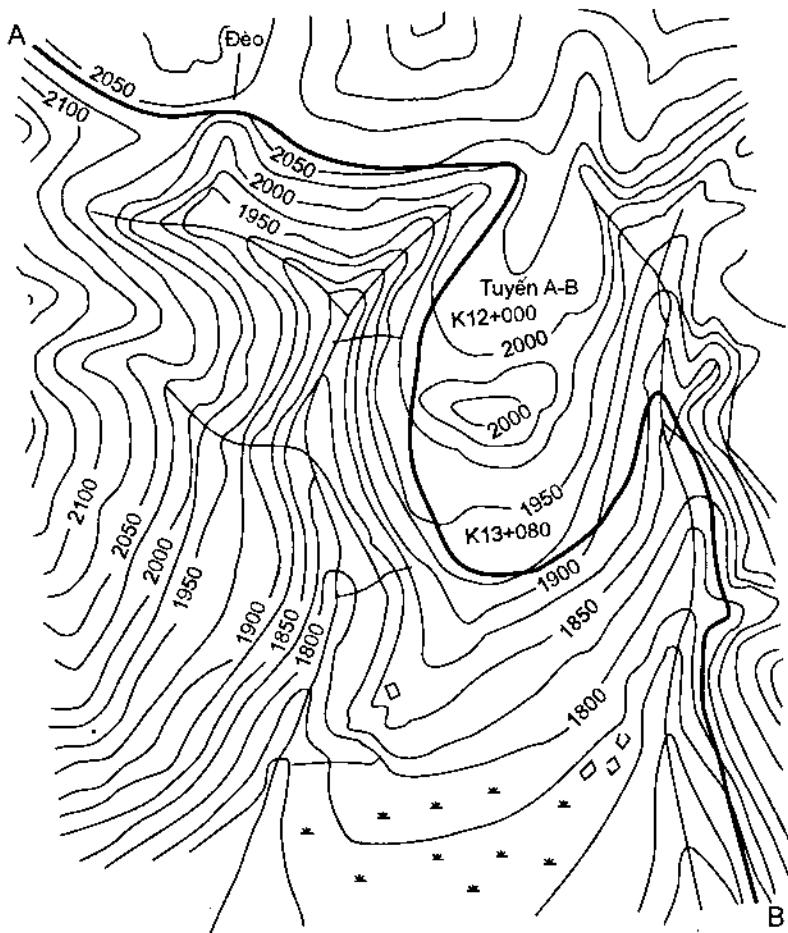
- Đề xuất các phương án triển tuyến lên xuống đèo: *về mặt hình dồ* thì nói chung *mỗi bên đèo* đều có thể có 2 hướng (2 phương án), tức là triển tuyến theo sườn núi phái

hoặc phía trái đỉnh đèo. Các phương án này đều cần vạch thử trên bản đồ và thăm dò trên thực địa để loại trừ ngay những phương án không cần đưa vào khảo sát thiết kế sơ bộ. Đó là những phương án không có điều kiện triển tuyến để nhập về phương hướng chung của tuyến đường dưới thung lũng hai bên đèo (Độ dốc quá độ dốc cho phép, hoặc nếu triển tuyến với độ dốc cho phép thì sẽ lạc hướng).

Trong trường hợp điều kiện triển tuyến không bị gò bó thì về mặt trắc đạc sẽ có thể hình thành vài phương án như ở Hình 8 – 5.



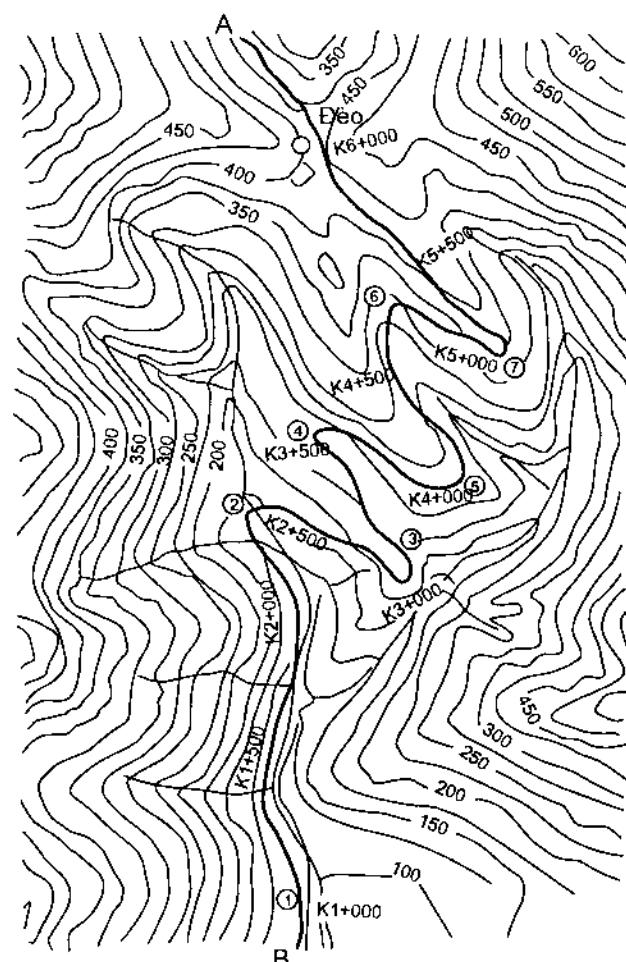
Hình 8 – 5. Các phương án vượt đèo về mặt phân phối độ dốc trên trắc đạc (điểm B đỉnh đèo).



Hình 8 – 6. Triển tuyến vượt đèo trường hợp thông thường

Trên hình 8 – 5 phương án I triển tuyến từ đèo xuống với độ dốc đều bằng độ dốc cho phép lớn nhất (công thức (6.1)), do đó tuyến sẽ ngắn nhất nhưng tuyến hoàn toàn đi trên sườn núi ít qua được các điểm dân cư thường ở dưới thung lũng. Phương án III dùng các đường chữ chi (đường cong con rắn) để nhanh chóng triển tuyến xuống dưới sườn thấp và thung lũng là những nơi thường có độ dốc ngang mặt đất thoải hơn lại tiện phục vụ dân cư. Phương án này chỉ nên đưa ra thiết kế so sánh nếu địa hình gần đỉnh đèo có những vị trí đặt đường cong con rắn thuận tiện (Có đoạn sườn khá thoải, khai phẳng và có chỗ bố trí đường vòng quay đầu). Trong trường hợp này phương án III mặc dù có thể dài đường hơn nhưng lại có thể tranh thủ được các đoạn địa hình thuận lợi (cả trên và dưới) – do đó khối lượng giảm. Tuy nhiên, việc sử dụng đường con rắn nói chung là phức tạp và có nhiều bất lợi cho quá trình khai thác sau này (xem ở dưới).

Để tranh thủ ưu điểm và khắc phục nhược điểm của phương án I và III, có thể xem xét phương án II với việc dùng một đoạn trên có độ dốc đều cực đại, còn đoạn dưới đi dốc nhẹ hơn và lúc này đoạn trên không cần dùng đường cong con rắn.

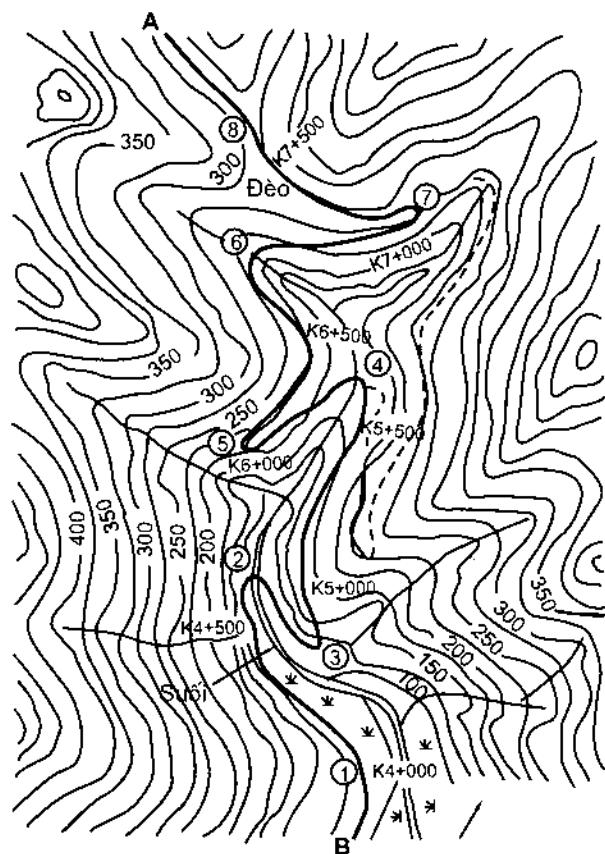


Hình 8 – 7. Lợi dụng địa hình sườn thoải ở giữa (hai bên là sườn dốc hơn) để triển tuyến con rắn nhanh chóng xuống thung lũng. 3, 4, 7 – các đường cong con rắn.

Muốn việc nghiên cứu các phương án tuyến đường núi được tốt thì cần nghiên cứu kỹ các khu vực dự kiến có thể triển tuyến để xác định *các điểm tựa trung gian*, tức là các điểm tuyến nên triển qua như: các chỗ cần tránh vách dốc, tránh địa chất xấu hoặc các chỗ sườn núi thay đổi độ dốc, các vị trí có thể đặt đường cong con rắn v.v...

Trên các hình 8 – 6, 8 – 7, 8 – 8 nêu một vài ví dụ triển tuyến vượt đèo. Hình 8 – 6 là trường hợp lợi dụng địa hình thoái ở gần phân thủy để triển tuyến dần xuống thung lũng không phải dùng đường cong con rắn. Hai hình 8 – 7 và 8 – 8 là trường hợp phải khắc phục độ cao lớn *đặc biệt khó khăn*, do đó bắt buộc phải dùng đường cong con rắn.

Trong trường hợp đặc biệt khó khăn, để giảm độ cao và tránh sử dụng quá nhiều đường cong con rắn, có thể nghiên cứu phương án hạ đèo sâu ($15 - 20m$) hoặc phương án đục hầm xuyên qua núi tại chỗ thân núi mỏng nhất và vách núi hai bên đèo rất dốc không có khả năng đặt tuyến.

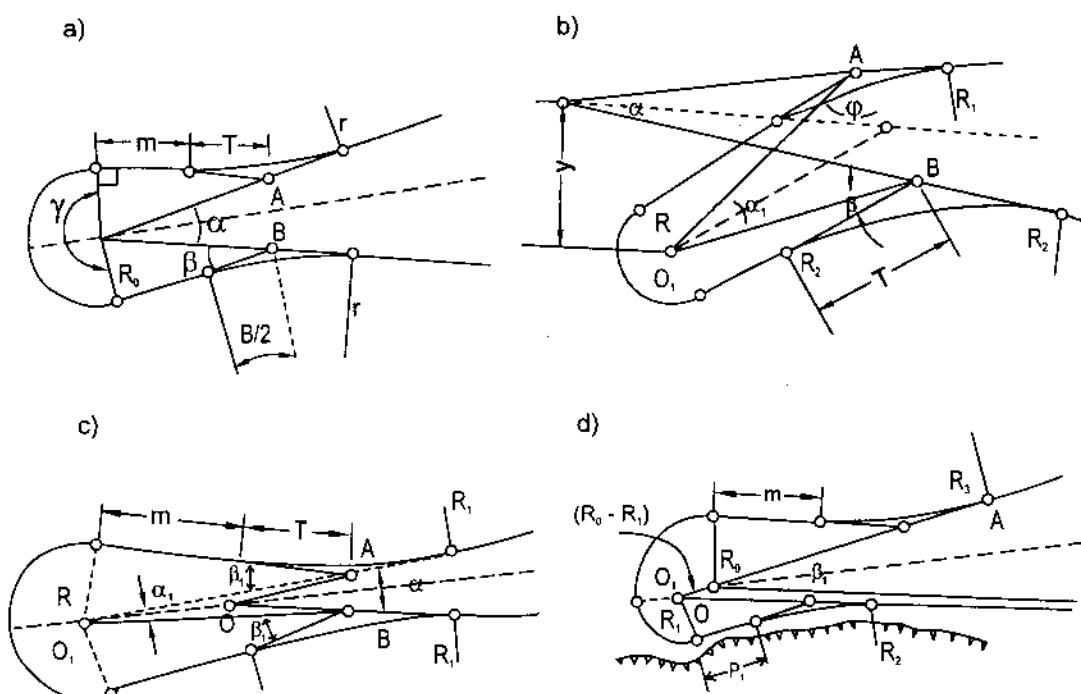


Hình 8 – 8. Triển tuyến qua lại dòng suối chính nhiều lần để xuống núi ;
3, 5, 7 – các đường cong con rắn.

4. Triển tuyến đường cong con rắn

Thiết kế các đoạn tuyến dùng đường cong con rắn. Đường cong con rắn như nói ở trên, là một biện pháp triển tuyến để khắc phục chênh lệch độ cao lớn trong các lối đi tuyến khác nhau ở địa hình vùng núi. Đặc điểm của đoạn tuyến đường cong con rắn là:

- Góc ngoặt lớn, góc đỉnh đường vòng là một góc nhọn (Hình 8 – 9) do đó khó bố trí đường vòng;
- Trên một sườn núi tuyến quay đi quay lại nhiều lần, do đó hình thành nhiều tầng đường trên cùng một sườn (ít nhất là một lần quay gồm hai tầng đường); từ tầng nọ lên tầng kia, để giảm độ dốc, thường phải kéo dài tuyến bằng cách đặt đường vòng ra phía ngoài góc đỉnh (Hình 8 – 9). Ở ví dụ hình 8 – 7 tại vị trí chuyển hướng (3) và (4) tồn tại 3 tầng đường trên cùng một sườn.



Hình 8 - 9. Các dạng đường cong con rắn và các bộ phận của đường cong con rắn.

Các bộ phận của đường cong con rắn gồm: đoạn vòng tròn cơ bản dài K_o ; bán kính R_o tương ứng với góc γ ; hai đoạn vòng phụ ngược chiều (hoặc cùng chiều) bán kính r với góc ngoặt β tại đỉnh phụ A và B; các đoạn chẽm giữa các đường vòng chính và phụ dài m (Hình 8 – 9a). Nếu gọi α là góc đỉnh chuyển hướng thì liên hệ giữa các yếu tố của đường cong con rắn được thiết lập như dưới đây:

$$\gamma = 360^\circ - 2(90^\circ - \beta) - \alpha = 180^\circ + 2\beta - \alpha \quad (8.1)$$

$$K_o = \frac{\pi R_o \gamma}{180^\circ} \quad (8.2)$$

Với $T = r$, $\tan \frac{\beta}{2}$ và xét tam giác AOE ta có:

$$\tan \beta = \frac{R_o}{T + m} = \frac{R_o}{r \tan \frac{\beta}{2} + m}$$

Giải ra sẽ được

$$\tan \frac{\beta}{2} = \frac{-m + \sqrt{m^2 - R_o(2r + R)}}{2r + R_o} \quad (8.3)$$

Nếu quy định m đủ để bố trí đường vòng nối thì theo (8.3) có thể tính được β .

Khoảng cách giữa đỉnh đường vòng chính đến đỉnh đường vòng phụ được xác định theo công thức:

$$AO = \frac{T - m}{\cos \beta} = \frac{R_o}{\sin \beta} \quad (8.4)$$

Chiều dài toàn bộ đường cong con rắn sẽ là:

$$S = 2(K + m) + K_o \quad (8.5)$$

với K là chiều dài đường vòng phụ $\left(K = \frac{\pi r \beta}{180^\circ} \right)$

Khoảng cách giữa tim hai tầng đường chõ hẹp nhất được xác định bằng $f = \overline{AB} + 2p$ (với p là phân cự của các đường vòng phụ);

$$f = 2 \frac{R_o}{\sin \beta} \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + 2 \left(\frac{T}{\sin \frac{\beta}{2}} - r \right) \quad (8.6)$$

Các quan hệ trên được lập và tính với trường hợp đường cong con rắn đối xứng hình 8 – 9a. Trong các trường hợp khác (Hình 8 – 9b, c, d) có thể tự thiết lập các quan hệ tương tự để tiến hành thiết kế và cắm tuyến trên thực địa.

Nội dung và trình tự khảo sát thiết kế đoạn đường cong con rắn gồm các việc sau:

– Đo đặc lập bản đồ địa hình tỷ lệ 1: 500 hoặc 1: 1000 khu vực dự định đặt đường cong con rắn, điều tra tình hình địa chất và thủy văn.

– Tiến hành thiết kế trên bản vẽ: chọn dạng đường cong con rắn trên cơ sở phù hợp với địa hình để đảm bảo khối lượng công trình nhỏ nhất và đảm bảo điều kiện xe chạy không phải giảm tốc độ quá nhiều, cụ thể cần đạt được các tiêu chuẩn kỹ thuật như ở Bảng 8 – 3. Chú ý rằng có thể kéo dài đoạn cong con rắn nhằm giảm dốc dọc bằng cách chọn dạng như hình 8 – 9c. Sau đó tính toán các yếu tố của đường cong con rắn.

Tiêu chuẩn kỹ thuật đối với đường cong con rắn
(TCVN 4054: 1998)

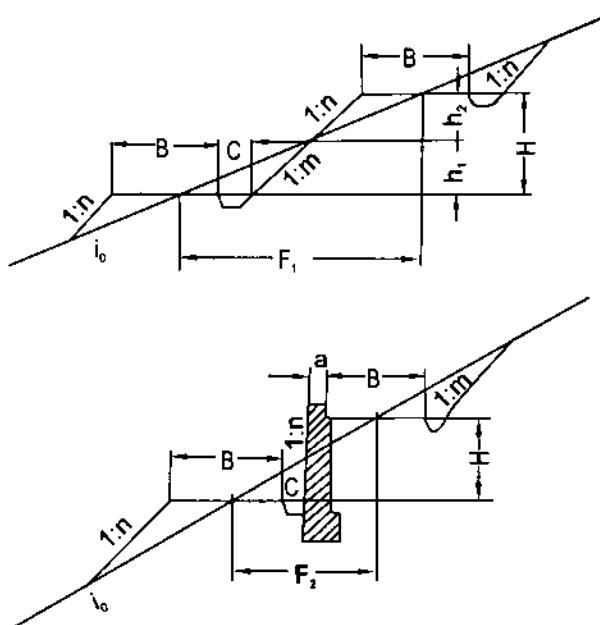
Các tiêu chuẩn	Cấp tốc độ tính toán của đường (km/h)		
	80	60	40 và 20
Tốc độ tính toán trên đường cong con rắn (km/h)	30	25	20
Bán kính tối thiểu của đường cong con rắn (m)	30	20	15
Siêu cao trên các đường cong %	60	60	60
Độ mờ rộng (m)	2,5	2,5	3,0
Độ dốc tối đa %	35	40	45
Đoạn chêm tối thiểu 2 đầu đường cong (m)	200	150	100

Khi chọn dạng và xác định các yếu tố bình đồ của đường cong con rắn đồng thời cũng cần kiểm tra ngay điều kiện đặt hai tầng đường trên cùng một sườn núi, tức là kiểm tra điều kiện $f \geq F_1$ hoặc $f \geq F_2$, trong đó f tính theo (8.6), còn F_1 và F_2 xác định như ở hình 8 – 10, cũng như phải đồng thời lên trắc dọc để kiểm tra độ dốc thiết kế.

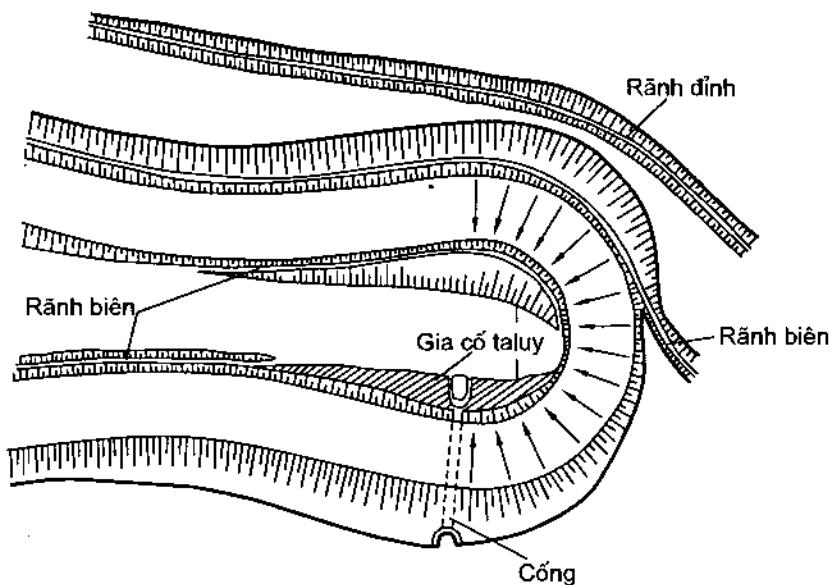
– Quy hoạch và thiết kế thoát nước trong phạm vi đường cong con rắn nhằm bảo đảm nước từ các tầng trên không được đổ xuống phá hoại các tầng dưới như ở hình 8 – 11.

– Kiểm tra toàn bộ công việc thiết kế bằng cách vẽ trên bình đồ cả các đường chân hoặc mép taluy đắp và đào cũng như toàn bộ quy hoạch thoát nước (Hình 8 – 11), qua đó có thể phát hiện các bất hợp lý để sửa chữa.

– Thiết kế phòng hộ bảo đảm an toàn xe chạy trên đường cong con rắn; kiểm tra điều kiện bảo đảm tầm nhìn.



Hình 8 – 10. Xác định khoảng cách cho phép giữa hai tầng của đường cong con rắn.



Hình 8 – 11. Bố trí thoát nước ở đoạn đường cong con rắn (mũi tên chỉ hướng nước chảy).

– Cắm tuyến đường cong con rắn trên thực địa: Việc cắm tuyến bao giờ cũng xuất phát từ việc xác định trên thực địa đỉnh O của đường vòng cơ bản và hai cánh tuyến tạo nên góc đỉnh. Từ đó, theo các quan hệ từ (8.1) đến (8.6) để cắm toàn bộ các yếu tố khác.

Đường cong con rắn là một công trình đường núi đắt tiền (khối lượng đào đắp lớn, phải xây tường chắn và các công trình thoát nước có dốc nước hoặc bậc nước ở thượng hạ lưu...), lại rất bất lợi về khai thác và quốc phòng vì tại đây xe phải giảm tốc độ đột ngột, nền đường lại dễ mất ổn định, nhất là trong chiến tranh nếu kẻ địch tập trung đánh phá thì rất khó cứu chữa bảo đảm giao thông. Vì vậy luôn luôn phải xét tới các phương án loại bỏ đường cong con rắn, nhất là khi thiết kế cải tạo nâng cấp đường cũ. Thường chỉ cho phép sử dụng đường cong con rắn trong điều kiện bắt buộc và hợp lý về kinh tế – kỹ thuật. Trong trường hợp đó cũng không cho phép dùng liên tục các đường cong con rắn; khoảng cách giữa các đường cong con rắn tối thiểu phải lớn hơn 300m đối với đường cấp III; 200m với đường cấp IV, và 100m với đường cấp V.

Để giảm các bất lợi nói trên cần bố trí đường cong con rắn trên các sườn núi thoải (độ dốc ngang nhỏ hơn 1 : 2) và có điều kiện địa chất ổn định (đất đá không bị phong hóa, không có hiện tượng sụt lở, trượt sườn...). Ở những vùng núi hẻo lánh, để phát hiện các vị trí đèo thấp và những sườn núi thuận lợi cho việc triển tuyến có thể sử dụng các phương pháp khảo sát bằng máy bay hoặc tiến hành thăm dò kỹ.

5. Độ dốc và tốc độ chạy xe trên tuyến đường núi cao

Khi thiết kế tuyến đường vùng núi cũng cần chú ý đến tình trạng giảm công suất động cơ xe ôtô khi xe chạy trên những độ cao lớn do mật độ không khí càng lên cao càng giảm, đặc biệt là ở độ cao 2000m trên mặt biển thì công suất ôtô sẽ giảm đi đáng kể. Vì thế tuyến đường núi trên cao không thể thiết kế với tốc độ lớn, và độ dốc dọc lớn nhất cho phép nên giảm đi 10 ~ 20 % so với tiêu chuẩn kỹ thuật thông đường.

8.3. CÁC BIỆN PHÁP KHẢO SÁT VÀ THIẾT KẾ ĐƯỜNG QUA VÙNG CÓ ĐIỀU KIỆN ĐỊA CHẤT ĐẶC BIỆT

Đường ôtô vùng núi ở nước ta nhiều khi không tránh được phải vượt qua các vùng núi có điều kiện địa chất phức tạp như các vùng trượt sườn, vùng đá vôi có hiện tượng cactơ, vùng đồi tích đá, vùng có bùn trôi... Trong các trường hợp này cần phải tiến hành khảo sát kỹ lưỡng và người thiết kế phải kết hợp dùng nhiều biện pháp thích đáng để bảo đảm cho công trình đường được tồn tại bền vững trên một sườn núi ổn định.

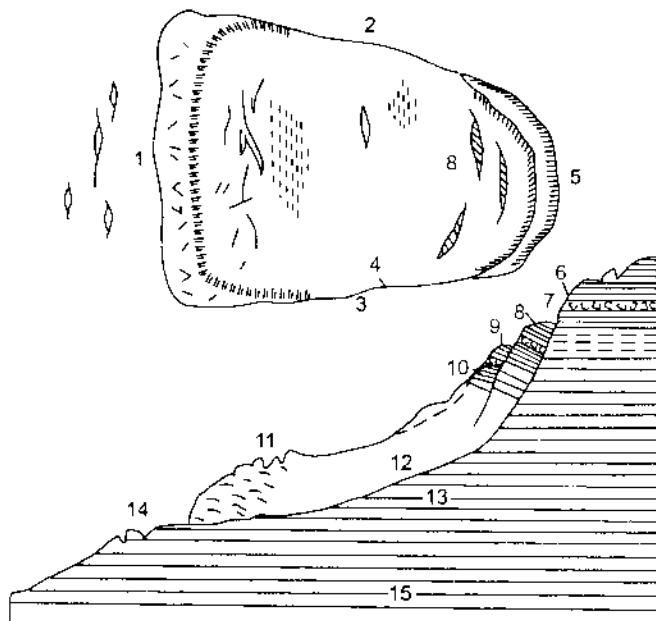
1. Vùng có khối trượt sườn dốc

Tình trạng *sườn dốc có hiện tượng mất ổn định* là rất thường gặp ở vùng núi. Khi bắt buộc phải đặt tuyến đường qua đây thì trước hết cần phải điều tra xác định rõ hiện tượng mất ổn định thuộc loại gì để đi tới tìm đúng các nguyên nhân và biện pháp xử lý thích hợp nhất.

Trên thực tế nên phân biệt các hiện tượng mất ổn định sườn dốc dưới đây:

– Trượt sườn là hiện tượng một khối đất đá lớn, trong một phạm vi khá rộng, dịch chuyển dưới tác dụng của trọng lượng bản thân theo một mặt trượt nhất định. Trong khi trượt khối trượt ít bị xáo động vì thường dịch chuyển chậm xuống phía dưới kéo dài trong nhiều năm (có khi tốc độ dịch chuyển chỉ là vài cm trong một năm). Nhưng nếu bị một tác động đột ngột (ví dụ bị đào phá dưới chân khối trượt để làm đường, bị nước sông, suối xói dưới chân...) thì khối trượt sẽ đột ngột dịch chuyển mạnh.

Trượt sườn có thể xảy ra trong một tầng đất đồng nhất (thường là đất loại sét), có mặt trượt dạng cong; cũng có thể là khối đất phủ, khối sườn tích... trượt trên tầng đá gốc chưa bị phong hóa ở phía dưới (lúc này mặt trượt là mặt ranh giới giữa các tầng lớp). Hình 8-12 miêu tả một trường hợp trượt sườn điển hình với các kẽ nứt và bậc cấp để lại trên mặt khối trượt do nhiều đợt hoạt động trượt khác nhau gây ra.



Hình 8-12. Mô hình mặt bằng và mặt cắt của khối trượt sườn:

1. chân khối trượt; 2, 3. ranh giới khối trượt; 4, 8. kẽ nứt; 5. đỉnh khối trượt;
- 6, 7. mép dứt và vách dứt; 9. bậc cấp trượt; 10. một đoạn mặt trượt phủ;
11. nứt trôi; 12. khối trượt; 13. mặt trượt chính; 14. biến dạng của khối nền trượt; 15. láng đá gốc.

– Trượt lở thì quy mô trượt nhỏ, chỉ xảy ra trong tầng đất đá đồng nhất, xảy ra tức thời không kéo dài; mặt trượt có thể có hoặc chỉ có một phần, còn một phần hình thành không rõ ràng.

– Sụt lở là hiện tượng đất, đá phong hóa tự sụt, lở hoặc do nước mặt hay nước ngầm xói lở xuống, xảy ra tức thời, nhiều ít thất thường và không hình thành mặt trượt.

Trên các sườn dốc tự nhiên (nhất là ở các hõm núi, nơi hai ba phía sườn dốc đổ xuống) các sản phẩm trượt lở, sụt lở này tích tụ lại hình thành các *vùng sườn tích* (đất, đá lắn lộn có độ chật nhỏ) hoặc các *vùng đồi tích đá* (nếu các sản phẩm sụt lở toàn là đá). Các sườn đồi tích đá thường có độ dốc xấp xỉ góc nghỉ tự nhiên của đá khô ($30 \sim 40^\circ$ tùy thuộc kích cỡ đá) và thường phân bố đá kích cỡ lớn phía chân sườn dốc (càng lên trên kích cỡ đá càng nhỏ). Khi bị ẩm ướt làm giảm ma sát, cũng như khi tuyến đường vượt qua vùng sườn tích, đồi tích đá, nếu thiết kế không đúng (ví dụ đặt tuyến nền đào...), sẽ dẫn tới tình trạng phá hoại sự cân bằng vốn có khiến cho đất đá ở đây lại tiếp tục mất ổn định.

– Bùn đá trôi là hiện tượng một cơn nước lũ đột ngột mang theo một khối lượng đất bùn lắn đá, sỏi, cuội, cát từ lưu vực chảy tràn đến cửa sông, suối tạo thành bãi lũ tích ở đó. Hiện tượng này thường xảy ra ở các hõm núi (tụ thủy) có sườn núi vừa trọc cây cối vừa dốc ($\geq 30 \sim 65^\circ$), đất đá trên lưu vực bị phong hóa nặng nề hoặc có nhiều sườn tích, đồi tích, và thường chỉ xảy ra khi có mưa lũ đặc biệt lớn.

– Hiện tượng cát lở chỉ xảy ra ở vùng đá vôi, đá thạch cao và các đá dễ hòa tan, là hiện tượng dễ tạo thành hang động, sông, suối ngầm dưới mặt đất do nước hòa tan, ăn mòn đá gây ra. Hiện tượng ăn mòn cứ tiếp diễn mãi cho đến một lúc nào đó phía dưới quá rỗng sẽ không chịu nổi trọng lượng khối đất đá hoặc công trình ở trên nó, dẫn đến sụt mặt đất (thường dưới dạng các hố sụt hình phễu đường kính 1 – 50m sâu 15 – 20m) kéo theo cả các sườn dốc lân cận mất ổn định.

Ngoài những điều kiện riêng đã nói ở trên, *nguyên nhân chung* gây ra các hiện tượng mất ổn định thường là:

– Do bản thân đất đá (nhất là tầng phù) bị phong hóa nặng nề; cấu tạo tầng lớp bất lợi (nghiêng ra phía ngoài, có các lớp sét mỏng kẹp giữa các tầng lớp...), hoặc do bản thân sườn dốc là đất đá mượt (sườn tích, đồi tích);

– Do tác dụng phá hoại cường độ đất đá của nước mặt và nước ngầm. Nguyên nhân này được xem là phổ biến và quan trọng nhất vì chúng làm khói đất đá nặng thêm, giảm sức chống cắn của đất đá, giảm ma sát và đính kết giữa các tầng lớp, xói lở bề mặt khối đất, xói lở chân sườn dốc, xói lở ngầm do nước ngầm chảy lôi theo đất, đá;

– Do các nguyên nhân khác như động đất, bị tác dụng nổ phá của thuốc nổ hoặc do chính xe chạy gây chấn động; hoặc việc thiết kế đường không hợp lý (đắp cao phía trên dốc, đào sâu phía dưới dốc, không có thiết kế điều chỉnh dòng nước để gây xói chân dốc...) phá hoại sự cân bằng vốn có của sườn dốc.

Chính vì các nguyên nhân trên nên hiện tượng đất, đá mất ổn định thường xảy ra ở các địa hình hõm núi (tập trung nước mặt, nước ngầm và có sông suối chảy ở dưới chân dốc),

địa hình dốc ngang lớn; cũng thường xảy ra ở các khu vực sườn tích, đồi tích, và nơi có các loại diệp thạch, sa thạch sét...

a) Điều tra khảo sát khối trượt

Việc điều tra để có biện pháp thiết kế đường thích hợp tại các nơi có hiện tượng sườn dốc mất ổn định như trên, trước hết cần nhầm vào các nguyên nhân, đồng thời chú trọng xác định quy mô mất ổn định, xác định xem có hay không có mặt trượt, sau đó thu thập các số liệu về hình dạng mặt trượt và về đặc trưng hiện thời của sườn dốc (đối với vùng cactơ thì cần phải điều tra để nắm được tình hình phân bố hang động và mức độ phát triển của nó).

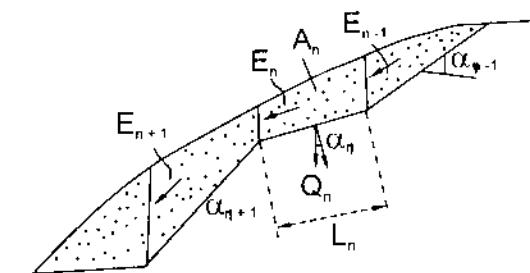
Công việc điều tra khảo sát đầu tiên là quan sát vùng mất ổn định theo các dấu hiệu bề ngoài của các hiện tượng mất ổn định như miêu tả ở trên. Ví dụ, quan sát vùng trượt sườn theo dấu hiệu miêu tả ở hình 8 – 12 với các hiện tượng “cây say” mọc nghiêng, cong do khối đất cây sinh trưởng bị dịch chuyển nhiều lần. Sau đó tiến hành các công tác đo đạc vùng mất ổn định và điều tra về địa chất và địa chất thủy văn bằng các phương pháp đã nói ở các mục 4.4 và 4.5. Để xác định mặt trượt và lấy mẫu xác định các đặc trưng cơ lý của khối trượt có thể sử dụng phương pháp khoan sâu đến đá gốc. Để điều tra tình hình phân bố nước ngầm, tình hình phân bố cactơ cũng có thể dùng các phương pháp khoan và phương pháp điện thám như đã nói ở mục 4.4.

Tính toán đánh giá mức độ ổn định của khối trượt trên một mặt trượt bất kỳ có thể làm theo phương pháp chia khối trượt thành các đoạn có mặt trượt phẳng với góc dốc $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ và tính toán mức độ ổn định của khối trượt nằm trên đoạn trượt cuối dốc (đoạn trượt thứ n) như miêu tả ở hình 8 – 13 (khối đất ở đoạn cuối dốc xem như là một tường chắn chống lại các lực gây trượt của các khối đất đoạn trên).

Theo hình 8 – 13 lực gây trượt trên vách đoạn n (song song với mặt trượt dốc α_n) sẽ được tính theo công thức:

$$E_n = (\gamma_n \cdot A_n) (K \cdot \sin \alpha_n - \cos \alpha_n \cdot \tan \varphi_n) + E_{n-1} \cdot \cos (\alpha_{n-1} - \alpha_n) - c_n L_n \quad (8.7)$$

trong đó: $\gamma_n \cdot A_n$ – trọng lượng khối đất trên đoạn n (với γ_n là dung trọng của đất và A_n là diện tích mặt cắt ngang khối đất trượt trong đoạn n); K – hệ số an toàn yêu cầu; c_n, φ_n – lực dính và góc ma sát trên mặt trượt của đoạn n có chiều dài L_n ; E_{n-1} – lực gây trượt trên vách đoạn n – 1 có hướng song song với mặt trượt dốc α_{n-1} .



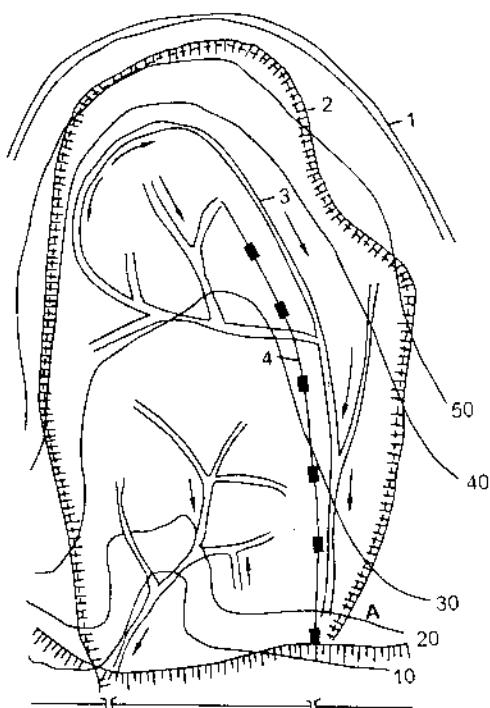
Hình 8 – 13. Sơ đồ tính toán ổn định khối trượt
trên mặt trượt gãy đoạn

Khi tính toán ta sẽ tính lần lượt các lực gây trượt từ trên xuống E_1, E_2, \dots, E_n theo (8.7). Nếu ở đoạn cuối chân dốc có trị số $E_n \leq 0$ thì toàn khối trượt xem là ổn định với mức độ an toàn K.

Đối với trường hợp khối trượt trên một mặt phẳng (ví dụ mặt phẳng phân lớp giữa đá gốc và tầng phủ) thì ta chỉ cần tính toán đối chiếu lực gây trượt F với lực giữ W trên 1 đơn vị diện tích mặt trượt (như ở hình 8 – 14) để đánh giá mức độ ổn định của sườn dốc.

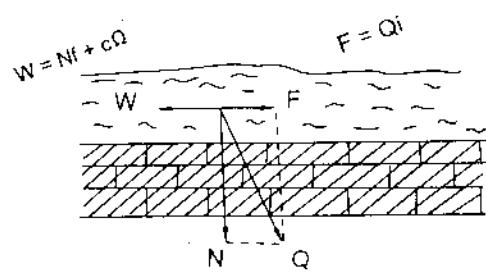
Đối với khối trượt trên một mặt trượt cong thì ta có thể tính toán mức độ ổn định của nó theo phương pháp phân mảnh cổ điển.

b) Triển tuyến qua vùng có khối trượt



Hình 8 – 15. Các biện pháp chống tác dụng phá hoại của nước mặt và nước ngầm để tăng cường ổn định cho vùng trượt sườn.

- 1. rãnh định; 2. ranh giới vùng trượt sườn;
- 3. hệ thống rãnh xây thoát nước mưa khói bể mặt khối trượt sườn; 4. hào chắn nước ngầm đặt thẳng góc với hướng nước ngầm chảy.



Hình 8 – 14. Sơ đồ tính toán ổn định khối trượt trên mặt trượt phẳng

Nên tránh tuyến đường qua vùng trượt sườn và cần vượt lên trên đỉnh khối trượt; nếu vì chênh lệch độ cao lớn không thể vượt lên được mà bắt buộc phải qua phạm vi trượt thì nên cho tuyến đi dưới chân khối trượt với cấu tạo nén đập, vì như vậy không phá hoại sự ổn định hiện trạng (nếu có), trái lại tăng được sức chống trượt.

Trong trường hợp bắt buộc phải cho tuyến qua vùng trượt đang hoạt động (mức độ ổn định theo kết quả nghiệm toán là không đủ hoặc quá nhỏ) thì cần có các biện pháp nhằm tăng sức chống trượt, giảm lực gây trượt trên cơ sở khắc phục các nguyên nhân cụ thể gây mất ổn định. Các biện pháp đó có thể là:

- Chống tác dụng xấu của nước mặt và thoát nhanh nước mặt ra khỏi phạm vi trượt (Hình 8 – 15):

– Làm các rãnh định chán nước phía trên không cho chảy vào vùng trượt (rãnh không nên dốc quá 20 ~ 30% và kích thước nên nhỏ với bề rộng đáy rãnh khoảng 50cm để khói tích nước trong rãnh). Khi cần có thể làm nhiều tầng rãnh định;

– Làm hệ thống rãnh nhiều nhánh tùy theo địa hình cụ thể (xây đá) để thoát nhanh lượng

nước mặt do mưa xuống trong phạm vi khói trượt. Trước đó cần san bê mặt khói trượt, đắp bù các chỗ lõm bê mặt để nước mưa chảy nhanh xuống hệ thống rãnh, do đó không kịp thấm xuống khói trượt. Cũng có thể đầm nén chặt bê mặt đất sau khi san. Các kè nứt trên bê mặt khói trượt như ở hình 8 – 12 cần được lắp lại và lèn chặt bằng đất sét vì nếu không nước mưa sẽ theo đó thấm xuống dưới.

- *Chống lại tác dụng của nước ngầm*

- Dùng các hào chắn nước ngầm đặt thẳng góc với hướng chảy của nước ngầm, cắt đứt tầng nước ngầm từ phía trên không cho nước chảy vào vùng trượt (Hình 8 – 15). Biện pháp này đắt và khó thi công vì hào thường phải đào sâu hết tầng chứa nước ngầm. Vách hào trong trường hợp này phải cấu tạo cách nước về phía khói trượt và cấu tạo tầng lọc ngược về phía nước chảy tối;

- Dùng các hào thu nước ngầm có cấu tạo tầng lọc ngược bố trí ở phía dưới khói trượt để nước ngầm chảy qua vùng trượt thoát ra ngoài không mang theo đất, đá; hoặc cũng có thể dùng cấu tạo tầng lọc ngược trong phạm vi tầng chứa nước ngầm lộ ra ở chân khói trượt với mục đích đó.

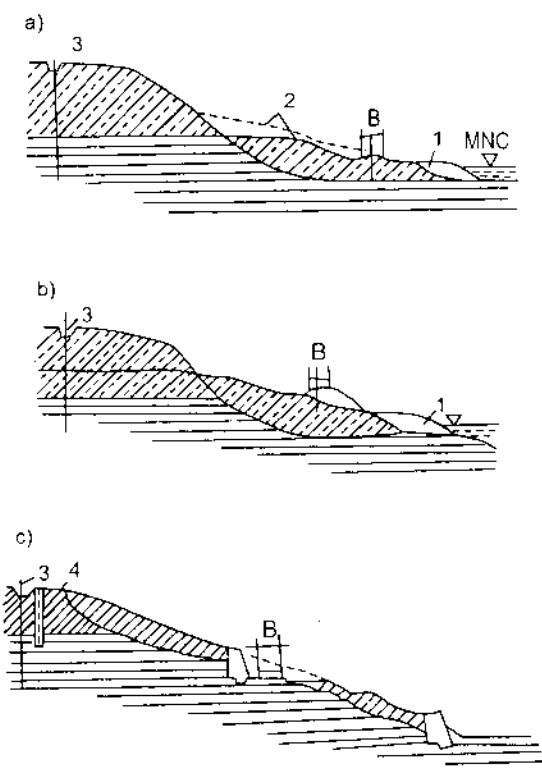
- *Tăng thêm sức chống trượt cho khói trượt sườn bằng cách xây các tường chắn thấp có móng đặt trên đá gốc dưới mặt trượt, hoặc đắp các khối phản áp phía dưới chân khói trượt đồng thời san thoái sườn dốc. Đặc biệt trường hợp chân khói trượt nằm sát sông, suối thì càng cần xây tường chắn thấp giữ chân (Hình 8 – 16).*

- *Trồng cây trên khói trượt để chống xói và hút nước.*

Cấm các hoạt động gây ảnh hưởng đến khói trượt như cấm nổ mìn lân cận, cấm chặt cây, tháo nước vào khói trượt; cấm canh tác, đào đắp bùa bãi trong phạm vi trượt...

2. Vùng có hiện tượng sụt lở, trượt lở

Để xử lý các sườn có *hiện tượng sụt lở, trượt lở* hoặc khi qua vùng *sườn tích* thì tùy theo phạm vi và quy mô của nó, cũng có thể sử dụng các biện pháp như đối với các điểm trượt sườn nói trên, trong đó chủ yếu vẫn là chống xói lở do nước mặt, nước sông suối, nước ngầm. Đôi khi chỉ cần những biện pháp rẻ tiền như xây rãnh biên dưới chân taluy hoặc cho



Hình 8 – 16. Biện pháp tăng sức chống trượt cho khói trượt sườn:

- a) Làm thoái sườn;
 - b) Đắp phản áp;
 - c) Xây tường chắn;
1. phản áp; 2. đào bới cục bộ để giảm tải khói trượt; 3. rãnh thoát nước; 4. hào chắn nước ngầm.

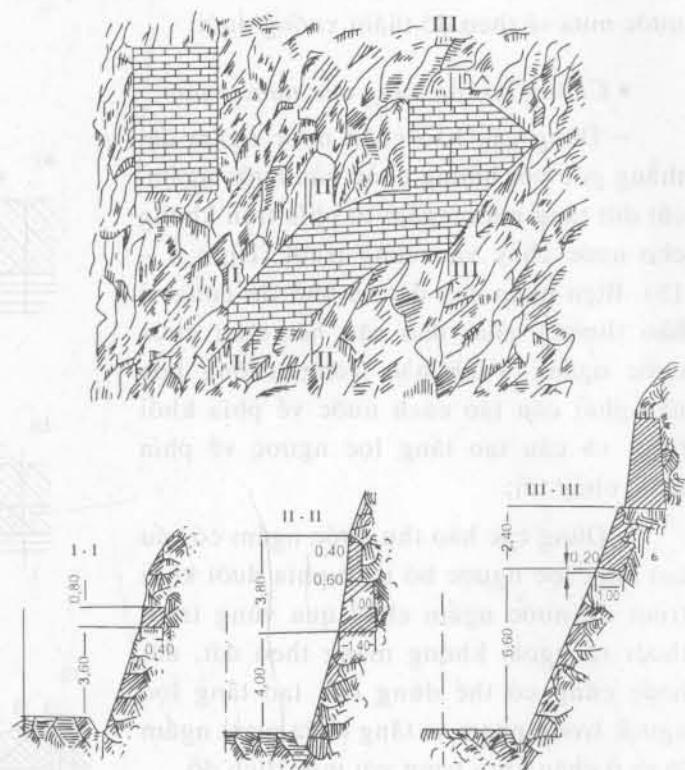
xây tầng lọc ngược ở ngay vết lô nước ngầm (chỉ đủ rộng bằng vết lô này) là đã đạt được kết quả khả quan. Ngoài ra để ngăn cản quá trình phong hóa tiếp tục gây sụt lở taluy sau khi đã xây dựng đường, ta cũng có thể sử dụng các tường phòng hộ bờ mặt như ở hình 8 - 17.

Tầng lọc ngược thường có cấu tạo 3 lớp: cát (sát với mặt đất mái dốc); đá dăm ở giữa và đá hộc xếp khan ở ngoài cùng (tất cả dày $60 \sim 70\text{ cm}$) và cho nước chảy ra máng dẫn xuống rãnh biên xây bằng đá.

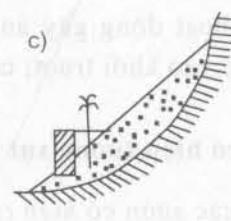
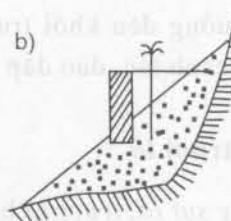
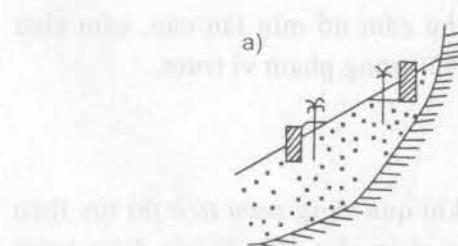
3. Vùng đồi tích đá

Các điểm đồi tích đá có thể thuộc loại đã ổn định hoặc còn đang hoạt động và chưa ổn định.

Được xem là ổn định khi góc dốc của sườn đồi tích đá nhỏ hơn $1/2$ góc nghỉ tự nhiên của vật liệu đồi tích. Tại đây thường đất đã nhét dây kẽ các hòn đá lớn, trên sườn thường đã có cây cối mọc và sườn đá gốc phia dưới nó thường có độ dốc thoái. Trong trường hợp này nên đặt tuyến đường qua đây với cấu tạo nền đắp thấp hoặc nửa đắp nửa đào hay có dùng thêm tường chắn khi độ dốc sườn lớn (Hình 8 - 18). Taluy nền đường đào, đắp đều nên dùng là 1: 1,5.



Hình 8 - 17. Tường phòng hộ chống phong hóa gây sụt lở ở mái dốc nền đào

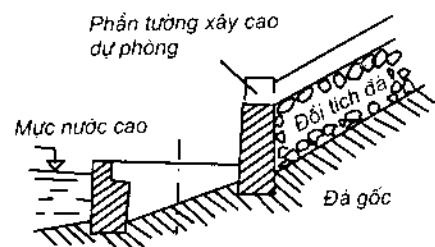


Hình 8 - 18. Nền đường qua vùng đồi tích đá ổn định

Tường chắn có thể không cần đặt móng tới đá gốc mà đặt ngay trên đá đồi tích (vì đồi tích đá đã ổn định), nhưng lúc này chiều cao tường không nên lớn hơn bê tông đồi tích đá tại chỗ đặt tường để tránh tường quá nặng lại gây nứt mất ổn định.

Khi bắt buộc phải vượt qua vùng đồi tích đá chưa ổn định thì có thể dùng các biện pháp sau:

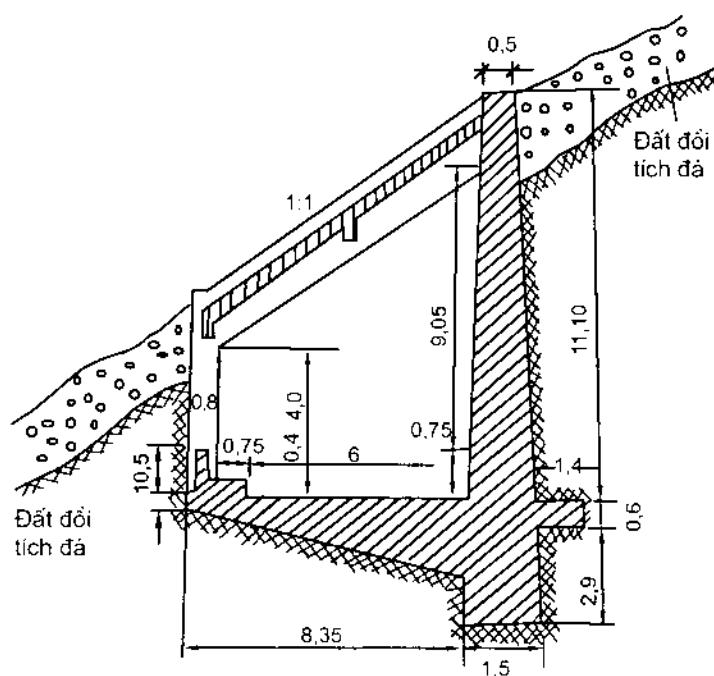
- Đi dưới chân sườn đồi tích đá lấn ra thêm sông suối như ở hình 8 – 19 (Tường chắn xây



Hình 8 – 19. Đường qua dưới chân sườn đồi tích đá

cao dự phòng để đá đồi tích tiếp tục không lún xuống đường);

- Dùng hầm giả (Hình 8 – 20) hoặc cầu cạn vượt qua khu đồi tích.



Hình 8 – 20. Hầm giả để qua vùng đồi tích đá

Ngoài ra, để tăng cường ổn định của sườn đồi tích đá, trước hết cũng nên thiết kế các biện pháp xử lý nước mặt và nước ngầm như đối với vùng trượt sườn.

Chú ý rằng khi làm đường qua vùng đồi tích đá nên xem xét khả năng tận dụng đá tại đó làm vật liệu xây dựng đường.

4. Vùng lũ tích

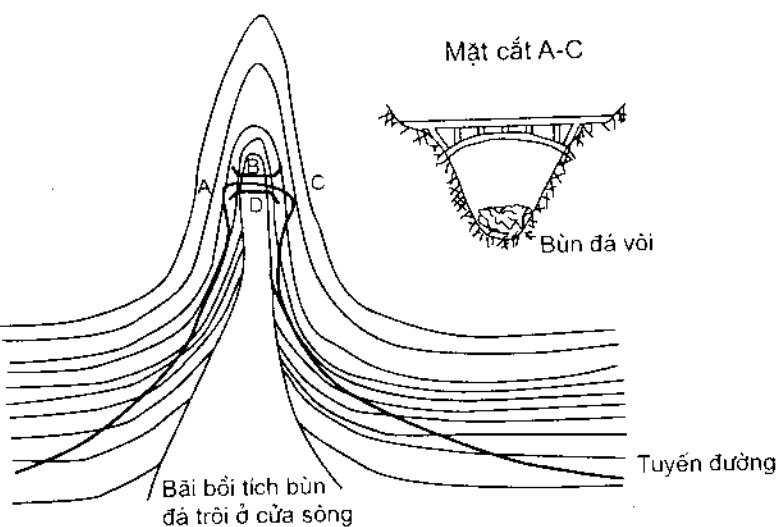
Bùn đá trôi tạo thành các bãi lũ tích ở các cửa sông, suối vùng núi và khi đường đi qua đây có thể sẽ bị phá hoại do: bùn đá trôi lấp khẩu độ cầu cống, phá vỡ công trình và nền đường, lấp tràn nền đường hoặc làm nước dâng lên ngập đường. Do đó, khi khảo sát tuyến qua các cửa sông, suối vùng núi cần phải xác định rõ các bãi lũ tích ở đây là mới hay cũ, bãi lũ tích có tiếp tục bồi thêm hàng năm hay không (có thể phán đoán qua việc đào hố xem xét các lớp bồi khác nhau).

Nếu hàng năm vẫn có hoạt động bùn đá trôi thì lúc đó nên vượt qua bãi lũ tích cửa sông suối bằng những cầu một nhịp khẩu độ lớn (có khi lớn hơn theo tính toán thủy văn đòi hỏi).

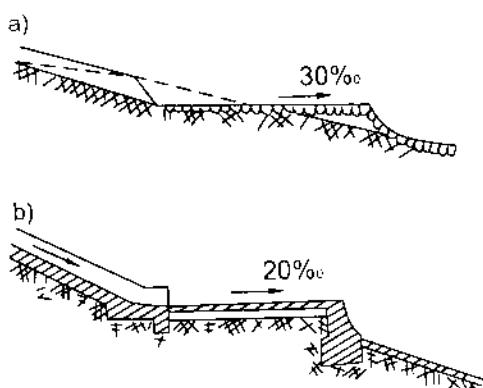
Lúc này để giám khâu độ cầu, tuyến đường nên vòng lên phía thượng lưu (Hình 8 – 21) và mố cầu cần đặt vào vùng bờ có địa chất ổn định.

Trong trường hợp đường cấp thấp, lưu lượng bùn đá trôi ít thì cũng có thể làm máng cho bùn đá trôi tràn qua mặt đường như ở hình 8 – 22.

Đối với những tuyến đường quan trọng, khi cần có thể sử dụng các biện pháp tổng hợp nhằm bài trừ các nguyên nhân gây ra bùn đá trôi như trồng cây, san tạo ruộng bậc thang trên lưu

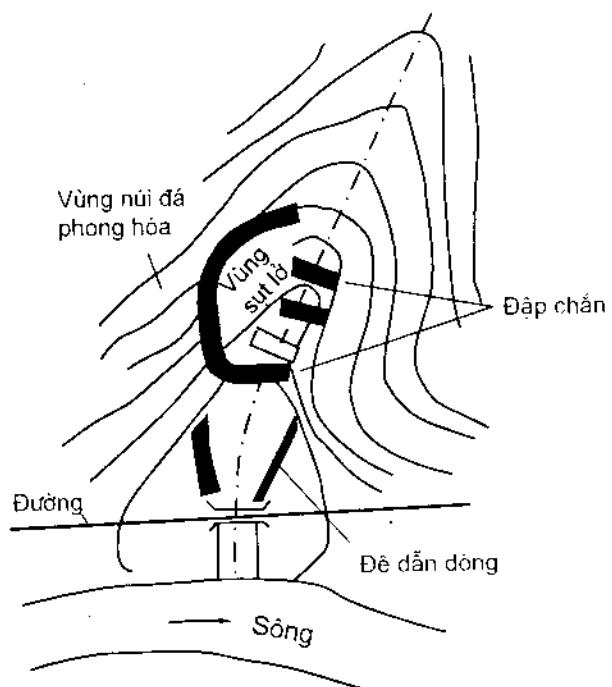


Hình 8 – 21. Dùng cầu cao khâu độ lớn vượt qua thung lũng có bùn đá trôi (đá cầu cao hơn mức nước cao nhất $\neq 1,0m$).



Hình 8 – 22. Máng để tràn bùn đá trôi qua mặt đường
a) Xây đá; b) Máng bêtông có dốc nước

vực, thoát nước mặt không cho nước chảy vào các sườn bị phong hóa nặng, đắp các đê nhô chắn bùn đá trôi từ các sườn núi, gia cố lòng suối, bờ suối... Cũng có thể dùng biện pháp xây đập ngăn chặn bùn đá trôi từ xa (phía trên vị trí công trình ở cửa sông). Các đập này sẽ tạo nên các bậc nước cho lảng dòng bùn đá trôi và chỉ cho riêng nước chảy xuống (Hình 8 – 23).



Hình 8 – 23. Dùng đập ngăn chặn bùn đá trôi từ xa.

5. Vùng cactơ

Khi phải thiết kế đường qua vùng cactơ, trước tiên cần điều tra đánh giá mức độ nguy hại và phát triển của cactơ. Vì đặc trưng quang cảnh vùng cactơ là để lại trên mặt đất các hố

sụt, do đó giáo sư G. A. Makximovits đề nghị dùng chỉ tiêu số hố lún sụt xuất hiện mỗi năm trên 1 km^2 để đánh giá mức độ ổn định của cactơ như ở Bảng 8-4.

Bảng 8 - 4

Cấp hạng ổn định	Mức ổn định của cactơ	Số hố sụt xuất hiện mỗi năm trên 1 km^2
1	Ôn định	< 0,01
2	Ôn định yếu	0,01 – 0,1
3	Chưa ổn định	0,1 – 1,0
4	Rất chưa ổn định	1 – 10
5	Đang phát triển mạnh	> 10

Khi khảo sát có thể phát hiện ra các hố sụt mới theo các dấu hiệu về sự phát triển của cây cối mọc trong các hố sụt, theo các dấu hiệu ở các mái dốc và đường vòng mép của miệng hố sụt, cũng như theo mức độ lấp đầy đất trong hố sụt.

Các biện pháp ngăn chặn sự phát triển của cactơ thường kém hiệu quả và đắt tiền. Vì thế cần tìm tuyến vòng tránh là chính. Khi bắt buộc phải qua thì nên đặt tuyến đi trên vùng địa hình phân thùy hoặc thêm cao, vì tại đây tác dụng của nước mặt và nước ngầm bị hạn chế so với ở những địa thế thấp, trũng.

Cũng có thể đặt tuyến qua vùng cấp 1, 2 (Bảng 8 - 4). Lúc này lớp đất phủ trên tầng đá dễ bị ăn mòn nên có bê tông dày ít nhất là 8 – 10m để nước mặt khó thấm xuống gây tác dụng ăn mòn. Ngoài ra còn tùy điều kiện cụ thể mà áp dụng các biện pháp khác nhau như:

- San, đắp các chỗ trũng tích nước ở hai bên đường, thoát nước mặt thật triệt để; không dùng các cống có áp gây tích nước trước công trình; gia cố bờ rãnh thoát nước...
- Nổ mìn gây lún sụt các chỗ cactơ ở gần mặt đất;
- Đắp các phần sụt do cactơ bằng đất không thấm nước (đàm nén cẩn thận); không đào thủng đấu và khai thác đá lân cận đường;
- Đắp các hố cactơ bằng cách khoan lỗ đến hang động, rồi lấp đầy các kẽ nứt bằng sét trộn cát hoặc bằng vữa bitum hay vữa ximăng;
- Đặt các hào chấn nước ngầm chảy đến vùng cactơ.

6. Vùng có động đất

Đối với công trình đường vùng núi, khi có yêu cầu trong nhiệm vụ thiết kế, còn cần phải xét đến tác dụng xấu của địa chấn do động đất gây ra. Tác dụng này cần phải xét đến khi cấp động đất đạt từ cấp 7 trở lên (theo thang chia độ động đất 12 cấp) và cần phải tính thêm lực quán tính do động đất gây ra theo mọi hướng khi tính toán các công trình trên đường (nền đường, tường chấn, cầu...). Lực quán tính do động đất được xác định theo công thức sau:

$$S = \alpha \cdot K_c \cdot P \quad (8.8)$$

trong đó: P – trọng lượng kết cấu công trình và tải trọng cố định; α – hệ số tùy thuộc đặc điểm động lực của kết cấu, ví dụ với nền đường $\alpha = 1,0$; tường chắn cao, cầu dầm đơn giản cao $\alpha = 2,0$ (thường lấy trung bình $\alpha = 1,5$); K_c – hệ số tùy thuộc cấp độ đất, $K_c = 0,025; 0,05; 0,1; 0,25; 0,5; 0,5$ khi cấp độ đất là 7, 8, 9, 10, 11, 12.

Tuyến qua vùng dự phòng có động đất cần tránh các nơi có điều kiện địa chất và địa chất thủy văn đặc biệt bất lợi khi chịu tác dụng địa chấn như vùng cuội, sỏi, cát bão hòa nước, vùng sét dẻo, vùng đất đá phong hóa nặng, các khe xói... Trái lại, tuyến nên đi vào các vùng đá cứng, đá hòn to, chật... (móng công trình cần đặt trên đá cứng).

Công trình nền đường vùng động đất nên tránh đắp cao, đào sâu và nên dùng taluy thoải hơn (cấp độ đất 8 – 9 thì chiều cao taluy không được quá 12 ~ 15m) và nên có các bậc thềm ở giữa taluy. Đặc biệt cần thiết kế tốt các biện pháp thoát nước và đầm nén, vì đất nền càng chật, càng khô ráo thì càng hạn chế tác dụng địa chấn.

Các công trình thoát nước nhỏ ở vùng động đất nên dùng cầu gỗ kiểu dầm, đường tràn... thay cho cống; đặc biệt không nên dùng các vòm xây.

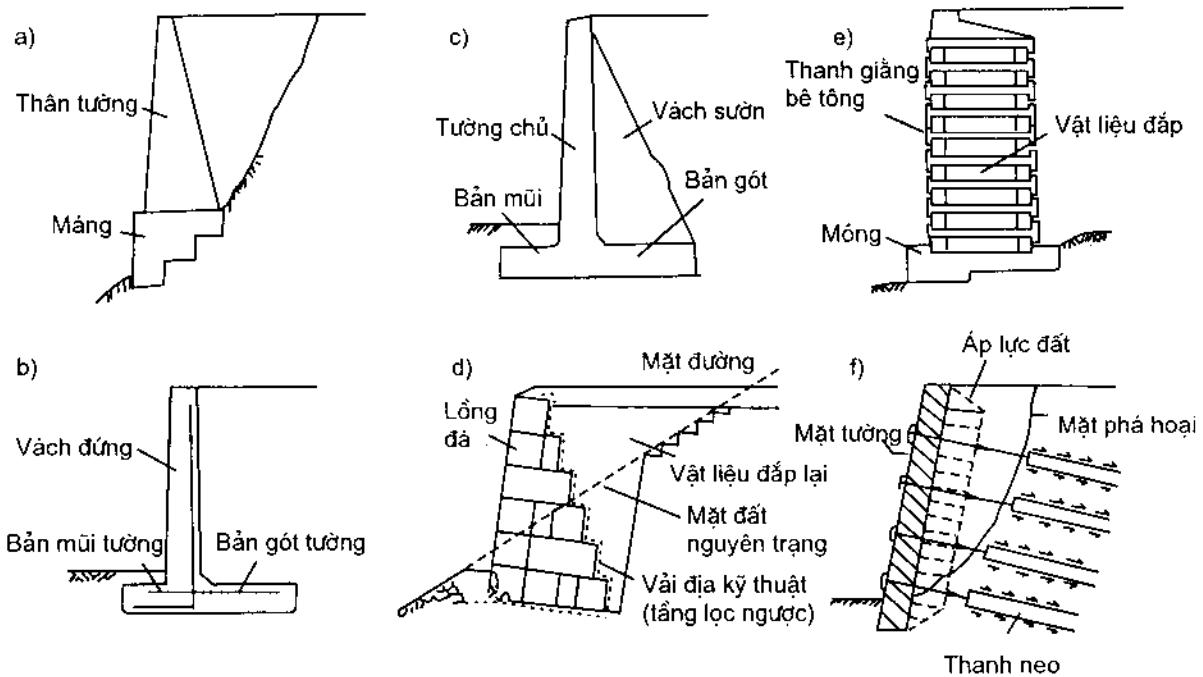
8.4. ĐẶC ĐIỂM THIẾT KẾ CÁC LOẠI CÔNG TRÌNH ĐẶC BIỆT Ở VÙNG NÚI

Do các đặc điểm về mặt địa hình và địa chất đã nói ở mục 8.1 nên đường vùng núi phải xây dựng một số các công trình đặc biệt gồm các loại sau:

- Công trình chống đỡ, mở rộng và bảo vệ nền đường nhằm bảo đảm đủ bề rộng nền đường, bảo đảm nền đường ổn định và giảm khối lượng đào đắp đất đá, bảo đảm khắc phục các hiện tượng địa chất bất lợi;
- Các công trình thoát nước trên sườn dốc và gia cố chống xói;
- Các công trình phòng hộ nhằm bảo đảm xe chạy an toàn trong điều kiện khó khăn.

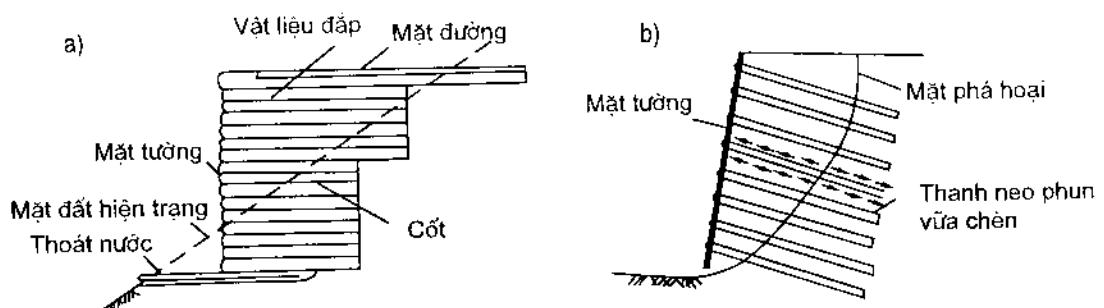
1. Các công trình chống đỡ nền đường

Các công trình này thường gồm các hình thức đắp đá, làm các kè chân taluy, làm các tường chắn ở vai nền đắp, chân taluy nền đào, tường chắn ven sông suối v.v... Có thể sử dụng các loại tường chắn khác nhau như ở hình 8 – 24 và 8 – 25. Khi gặp địa hình có sườn rất dốc hoặc các vách đá thì lúc này chiều cao tường chắn có thể rất lớn, do đó nên xét đến việc dùng các công trình đặc biệt như tường chắn kiểu vòm, cầu cạn rộng nền đường (kiểu vòm hoặc kiểu dầm) như ở hình 8 – 26 và 8 - 28.



Hình 8 – 24. Các loại tường chắn đất thuộc hệ thống chống đỡ ngoài:

- a) Tường kiểu trọng lực; b) Kiểu mút thừa; c) Kiểu có sườn;
- d) Kiểu xếp lồng; e) Kiểu xếp cùi; f) Kiểu neo



Hình 8 – 25. Sơ đồ các loại tường chắn thuộc hệ thống bảo đảm ổn định từ bên trong

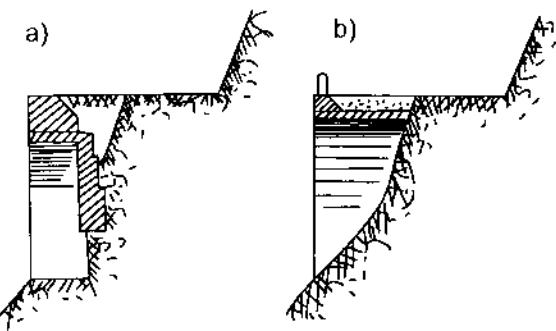
- a) Đất có cốt; b) Đất chèn cốt (soil nailing)

Để thiết kế các công trình chống đỡ cần phải có bản đồ địa hình 1: 500 khu vực có các phương án dự kiến đặt công trình. Trong trường hợp dùng tường chắn thì có thể thay thế bằng số liệu đo đặc các mặt cắt ngang cách nhau 10 – 20m và các mặt cắt dọc theo vị trí tuyến dự kiến đặt móng công trình (tại đây cần phải có kết quả điều tra địa chất qua các hố đào hoặc lỗ khoan).

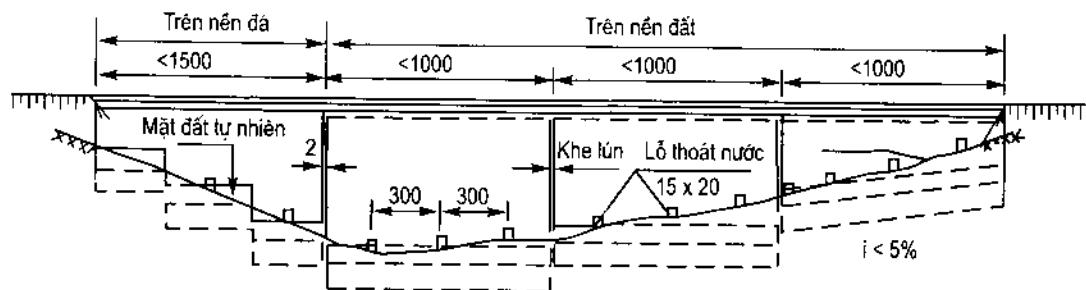
Thiết kế công trình chống đỡ trước hết cần đề xuất một số phương án trên các mặt cắt ngang điển hình (Hình 8 – 24), rồi so sánh chọn phương án về vị trí đặt tường (đặt ở vai đường hay ở chân taluy) và chọn loại tường (kiểu mặt cắt và loại vật liệu). Chọn phương án dựa trên cơ sở phân tích về cấp hạng công trình, điều kiện địa hình (chiều cao đường), địa chất; điều kiện vật liệu địa phương; điều kiện thi công và giá thành xây dựng 1m tường.

Khi đề xuất các phương án cần chú ý các yêu cầu sau:

- Đá xây công trình chống đỡ có cường độ chịu nén giới hạn lớn hơn 300 kG/cm^2 ; bêtông thường dùng mác 110 (có thể dùng thêm 25% đá hộc bỏ vào khi đổ bêtông); vữa xây số hiệu 50 hoặc 100.
- Tường chắn xếp khan chỉ dùng khi tường cao $\leq 6,0m$.
- Bề rộng đỉnh tường nên lớn hơn 50 cm khi xây đá và 40 cm khi đổ bêtông. Độ dốc nghiêng của tường ngoài thường dùng 1: 0,05 ~ 1: 0,2 hoặc thẳng đứng; độ dốc tường trong nên thoải hơn 1: 0,25 hoặc xây thành bậc để dễ thi công.
- Móng nên mở rộng và nghiêng vào phía trong 1: 5 để truyền lực và chống trượt tốt. Móng đặt sâu đến tầng đất đủ chịu áp lực thẳng đứng tính toán và phải đặt dưới mức xói lở (nếu tường đặt gần sông suối). Khi cần phải gia cố nền móng bằng cọc bêtông, cọc tre, bằng cách thay đá, đầm nén... Nếu đặt trên nền đá thì móng phải sâu vào đá 0,15 ~ 0,25m.



Hình 8 – 26. Các biện pháp đặt nền đường qua vách núi dốc:
a) Dùng tường chắn kiểu vòm; b) Dùng cầu cạp rộng nền đường
(mô hình cầu đặt ở hai đầu chỗ có địa thế cao).

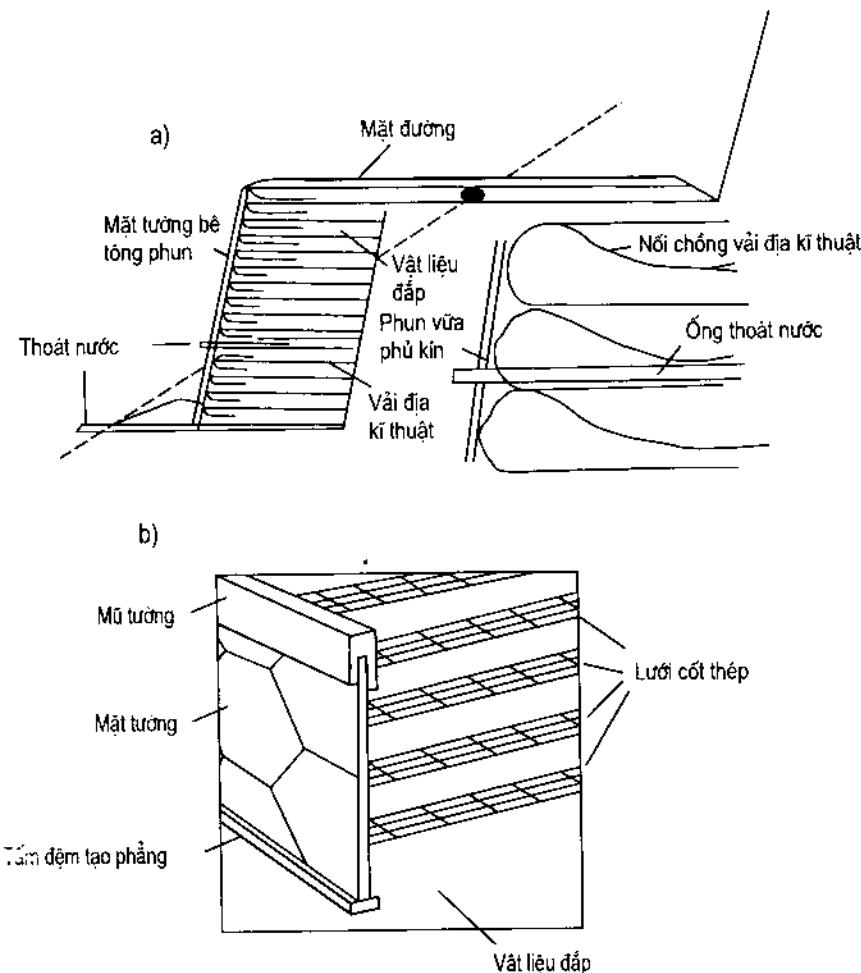


Hình 8 – 27. Cấu tạo và bố trí tường chắn trên mặt cắt dốc.

Tính toán tường chắn chịu áp lực đất có thể tham khảo ở “Sổ tay thiết kế đường ôtô”. Sau khi đã quyết định phương án thì chuyển sang thiết kế bố trí tường trên mặt cắt dọc tại tuyến đặt công trình như ở hình 8 – 27 (bố trí các đoạn tường và lô thoát nước sau tường).

Các công trình kiểu cầu cạp mở rộng được tính toán thiết kế như một công trình cầu.

Các công trình tường chắn đất có cốt (đặc biệt các công trình gần đây hay được sử dụng như ở hình 8 – 28) có thể được tính toán thiết kế theo hướng dẫn ở Tiêu chuẩn BS 8006: 1995 “Đất và các vật liệu đắp khác có gia cường (có cốt) “do GS Dương Học Hải và GS Vũ Công Ngữ dịch.



Hình 8 – 28. Tường chắn có cốt là vải địa kỹ thuật và tường chắn bằng đất có cốt kiểu lưới (có cốt dọc và cốt ngang)
a) Cốt vải địa kỹ thuật; b) Cốt thép tròn lưới chữ nhật.

Khi qua các vùng đồi tích đá hoặc sườn tích, đôi khi cũng phải sử dụng các *công trình chống đỡ kiểu hầm giả* như ở hình 8 – 20 và 8 – 29. Hầm giả có thể dùng để qua các vùng có đá đổ, đá lăn.

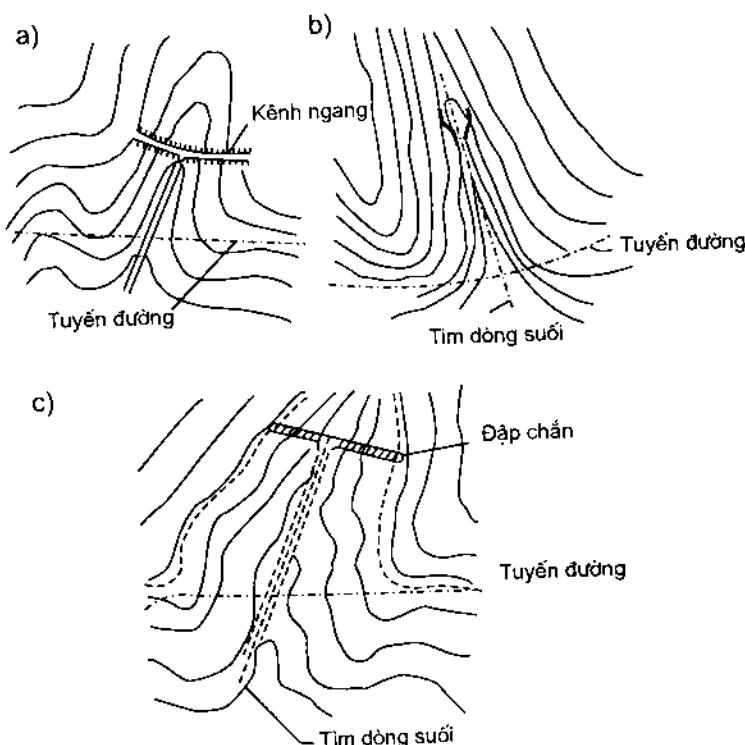
Hầm giả phần lớn nên đặt trên nền đào, bê dày đất đắp lại trên đỉnh hầm nên lớn hơn 0,75m để tránh đất đá lăn đổ va đập. Kích thước hầm cần bảo đảm khổ (gabarit) tiêu chuẩn;

chiều dài hầm được quyết định theo vị trí đặt cửa hầm ở hai đầu sao cho vượt ra khỏi phạm vi sụt lở, đá lăn để tránh lấp mất cửa hầm. Vách hầm phía vực có thể làm các cửa sổ lớn để giảm khối lượng xây dựng và lấy ánh sáng.

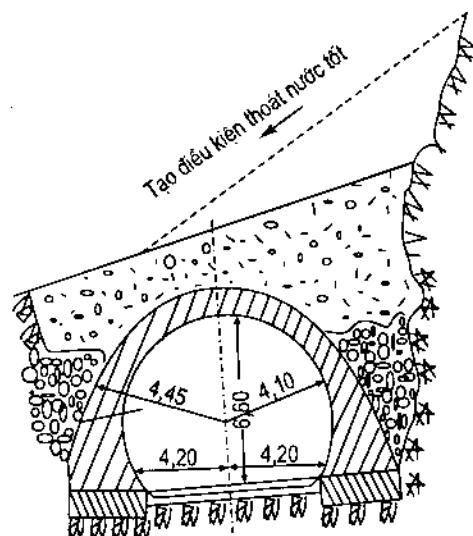
Để chống các hiện tượng phong hóa, sạt lở bề mặt mái taluy nên đào người ta thường sử dụng các *tường phòng hộ* không chịu lực như ở hình 8 – 17 hoặc các biện pháp gia cố bề mặt khác (đầm chặt, gia cố đất mái taluy bằng các chất liên kết...).

2. Các công trình thoát nước

Do địa hình dốc và lượng mưa lại tập trung nên *công trình thoát nước* vùng núi phải giải quyết được các vấn đề sau:



Hình 8 – 30. Những cách bố trí thu nước từ lưu vực:
 a) Dùng khi sườn lưu vực thoải, không hình thành khe suối rõ rệt;
 b) Dùng khi sườn dốc, khe suối có bờ rõ rệt, bê rộng khe hẹp;
 c) Dùng khi lòng khe rộng, đáy khe địa chất xấu dễ bị xói (đập có cửa hình phễu cho tràn nước vào máng dẫn).



Hình 8 – 29. Hầm già kiều vòm

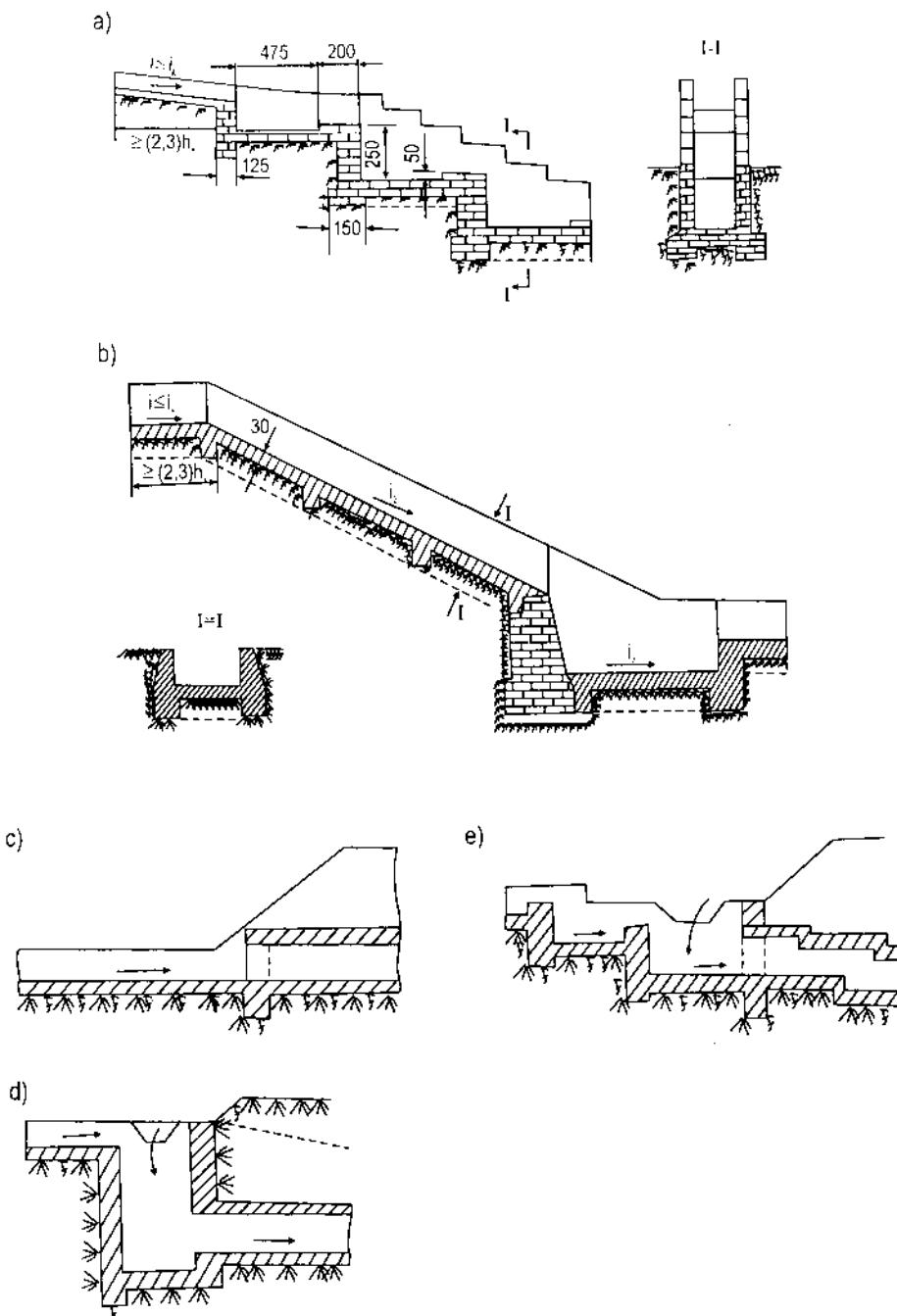
- Tập trung thu hết nước phía trên đường không cho nước chảy tùy ý tràn lan xuống đường;

- Dẫn toàn bộ nước trên lưu vực thông qua đường một cách êm thuận, không gây xói lở phá hoại thân nền đường ở cả thượng và hạ lưu.

Vì vậy, việc thiết kế các công trình thoát nước vùng núi phải đặc biệt chú ý giải quyết tốt các *bộ phận nối tiếp* thượng hạ lưu. Những bộ phận này gồm có các cấu tạo thu nước trên lưu vực (Hình 8 – 30), dẫn nước vào công trình thoát nước qua đường, và dẫn nước từ công trình chảy vào dòng sông suối nước tự nhiên (Hình 8 – 31).

Nước từ lưu vực được tập trung thành dòng, sau

đó lại được thu hẹp bằng các cửa thu hình phễu (hình chữ bát) và dẫn vào các bậc nước hoặc dốc nước để thông qua cống (hoặc cầu nhỏ). Chú ý rằng khi vào đầu dốc nước hoặc bậc nước cần khắc phục địa hình nhằm tạo được một đoạn có độ dốc $i \leq i_k$ (độ dốc phân giới), dài bằng 2 ~ 3 lần chiều sâu phân giới h_k (Hình 8 – 31). Cuối bậc nước hoặc dốc nước nên bố trí giếng tiêu năng trước khi nối vào cầu hoặc cống (Hình 8 – 31 và 8 – 32). Trên đáy bậc và dốc nước cũng có thể cấu tạo tăng độ nhám để giảm năng lượng dòng nước (Hình 8 – 33).

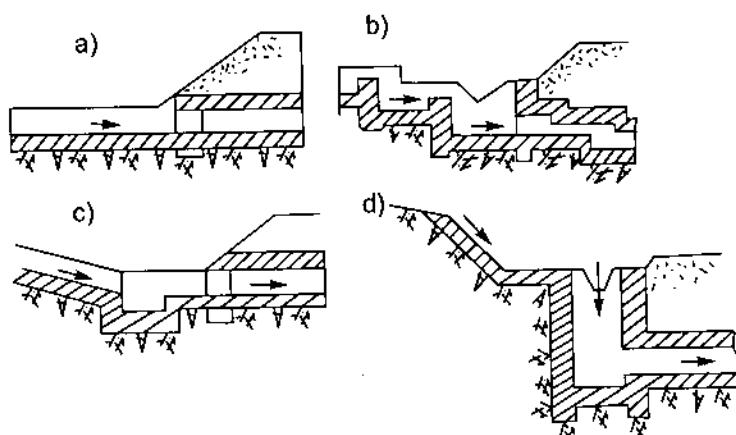


Hình 8 – 31. Bậc nước và dốc nước dùng làm công trình nối tiếp thượng-hạ lưu

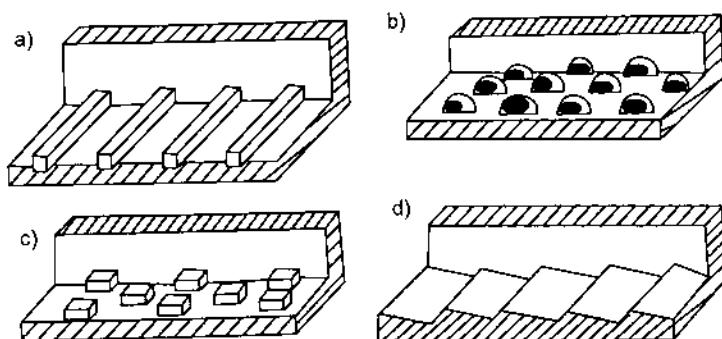
Trong điều kiện sườn dốc, có thể có các phương án bố trí cống như ở hình 8 – 34.

Người ta sử dụng phương án ở hình 8 – 34c vì như vậy hoàn toàn có thể dùng các ống cống tròn hoặc đốt cống chữ nhật đúc sẵn thông thường mà không cần chế tạo đặc biệt như phương án hình 8 – 34a hoặc phải phải dùng vật liệu chịu được tốc độ dòng chảy lớn như phương án hình 8 – 34b.

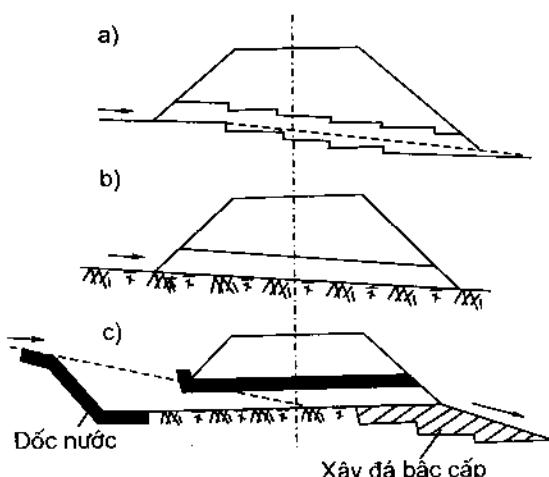
Khi dùng phương án này, tùy theo mặt cắt địa hình có thể chọn đặt móng cống ở các cao độ khác nhau. Nếu nâng cao độ móng lên thì dốc nước thượng lưu sẽ thấp, trong



Hình 8 – 32. Các kiểu nối tiếp ở cửa vào cống:
a) Khi đặt cống dốc bằng độ dốc nước; b, c) Dùng giếng tiêu n้ำ;
d) Dùng giếng tự



Hình 8 – 33. Các biện pháp tăng độ nhám ở đáy dốc nước, bậc nước.



Hình 8 – 34. Các phương án bố trí cống trên sườn dốc:
a) Đáy cống đặt thành bậc; b) Cống dốc (như dốc nước);
c) Cống đặt với độ dốc nhỏ có dốc nước (hoặc bậc nước)
ở thượng và hạ lưu.

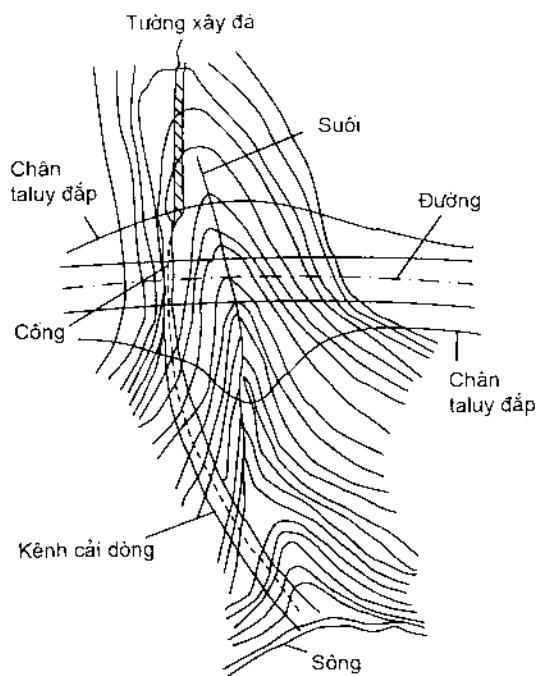
khi độ dốc hạ lưu sẽ cao dẫn tới khói đá xây vào sườn núi để đặt móng cống phía hạ lưu sẽ lớn. Nếu hạ cao độ móng thì sẽ có tình hình ngược lại, đồng thời dẫn đến sân cống thượng lưu quá sâu gây trở ngại cho việc thoát nước ở rãnh biên chân taluy nên đắp vào cống.

Trong trường hợp đường phải qua khe sâu có độ dốc khe rất lớn, đôi khi cũng có thể sử dụng phương án dời vị trí cống lên cao đến chỗ sườn thoải như ở hình 8 – 35. Phương án này có ưu điểm là cống ngắn bớt và thi công ở trên cạn thuận lợi, nhưng lại phải làm thêm đoạn kênh dẫn nước (cải dòng) và phải gia cố

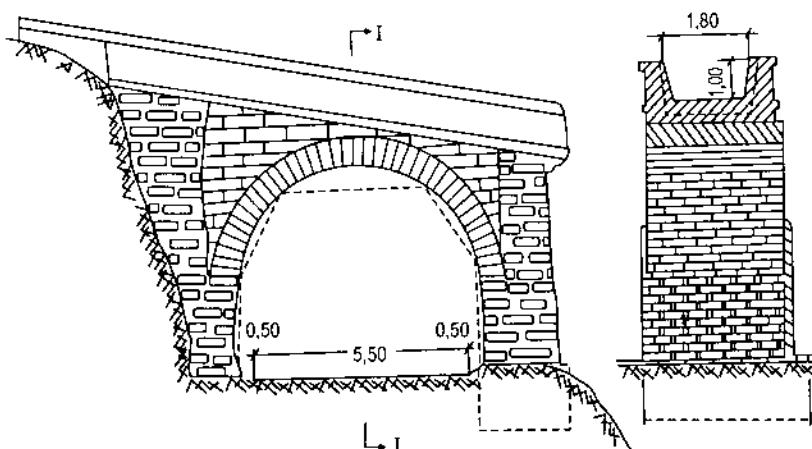
chân taluy đắp thượng lưu. Ngoài ra, khi dùng phương án này cũng cần chú ý đến tình trạng dầm ngập nước phía thượng lưu sau khi cải dòng.

Phương án cải dòng suối cũng có thể được sử dụng để đặt cống thẳng góc với tim đường trong trường hợp tuyến đường cắt chéo góc với dòng nước nhằm tiện vận dụng thiết kế định hình, tiện thi công, nhưng lúc này phải chú ý các biện pháp gia cố điều chỉnh dòng chảy tạo êm thuận khi vào cống.

Khi bắt buộc phải dùng nền đào tại chỗ tuyến đường cắt qua các dòng nước nhỏ thì tùy theo lưu lượng tính toán có thể xây máng cho nước chảy theo taluy xuống giếng tự như ở hình 8 – 32d hoặc xây các máng dẫn nước qua đường như ở hình 8 – 36 và 8 – 37. Nước ở cuối máng dẫn lúc này sẽ chảy vọt ra ngoài phạm vi nền đường xuống một bể tiêu năng (nếu gặp sườn đá góc thì cho chảy vọt tự do), rồi tiếp tục chảy theo sườn hạ lưu.



Hình 8 – 35. Phương án tránh cống dốc bằng cách cải dòng suối lên sườn thoải.

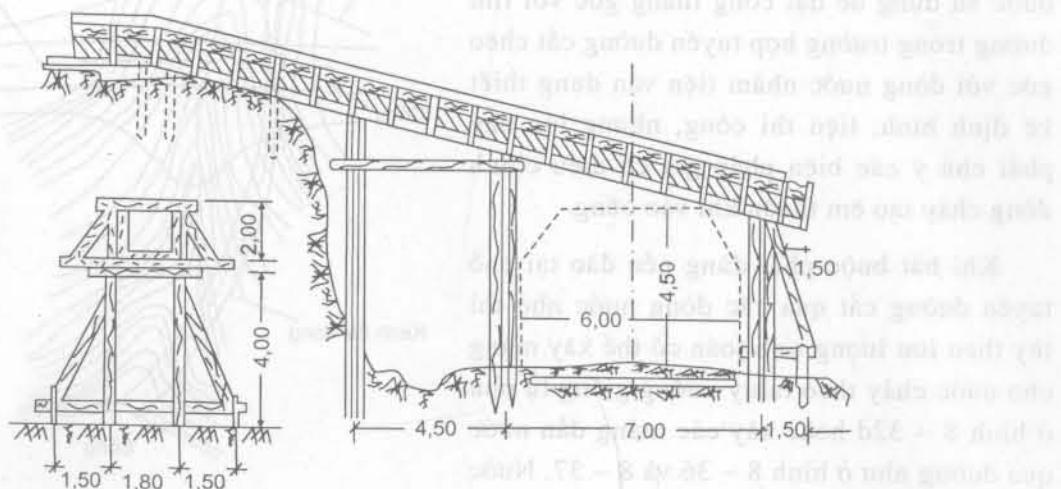


Hình 8 – 36. Máng dẫn nước qua đường bằng đá xây.

qua các đoạn công trình rồi quay trở lại dòng tự nhiên ở hạ lưu (nhất là những chỗ có bước nhảy thủy lực). Các điều kiện khống chế để xác định kích thước công trình có thể là vận tốc nước chảy cho phép ở các bộ phận (kể cả vận tốc ở cuối công trình), hoặc mức nước cho

Trên cơ sở lưu lượng nước đã xác định, việc tính toán các công trình thoát nước vùng núi nói trên đều dựa theo sơ đồ tính toán thủy lực bậc nước, dốc nước và bể tiêu năng. Khi tính toán thiết kế xác định kích thước các bộ phận phải đặc biệt chú trọng sự chuyển tiếp êm thuận và thích hợp giữa các công trình nối tiếp nhau, do đó tốt nhất là vẽ được đường mặt nước liên tục từ dòng suối tự nhiên

phép trên mái taluy nền đường phia đầu cống thượng lưu hay độ dốc của dốc nước, bậc nước (kể cả kích thước và số bậc...) đã được định theo điều kiện địa hình. Về mặt thủy lực, yêu cầu đối với các công trình này là phải thoát được lưu lượng nước quy định, không gây xói lở ở bất cứ chỗ nào ảnh hưởng đến móng công trình và nền đường, đồng thời phù hợp với bình đồ, trắc đạc tuyến đường đã thiết kế.



Hình 8 – 37. Máng dẫn nước qua đường bằng gỗ.

Về mặt cơ học, kích thước các bộ phận công trình thoát nước nói trên cũng phải được tính toán để đủ chịu được tải trọng xe cộ, tải trọng tĩnh, áp lực đất v.v.. như các công trình nhân tạo khác.

3. Các công trình phòng hộ

Các *công trình phòng hộ* thường phải bố trí ở các đoạn đường nguy hiểm như ở chỗ dốc gấp, đường cong con rắn, đường cong ngoặt bán kính nhỏ, đường bên vực sâu cheo leo, đường đắp cao đoạn vào cầu... và thường gồm hai loại: cọc phòng hộ và tường phòng hộ.

Cọc phòng hộ mục đích chỉ dùng để chỉ hướng, lưu ý và gây cảm giác an toàn cho người lái xe và có thể bố trí cả hai bên hoặc chỉ một bên đường. Cấu tạo cọc bằng gỗ tốt hay bê tông tròn hoặc vuông kích thước $10 - 12\text{cm}$, cao trên mặt đất $0,5 \sim 0,7\text{m}$, chôn trên lề đường cách nhau $2 \sim 3,0\text{m}$, ở cách mép ngoài mặt đường $0,50\text{m}$.

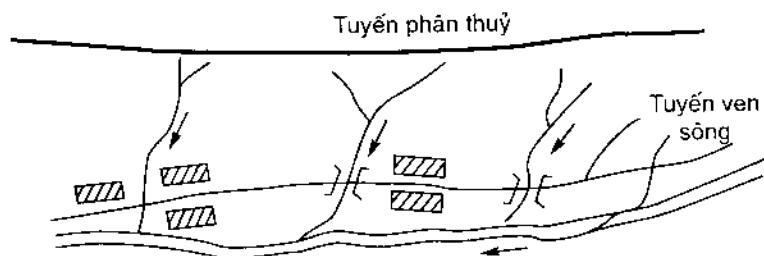
Tường phòng hộ ngoài các tác dụng trên còn có tác dụng chắn đỡ xe một phần khi không may xe chạy chệch ra ngoài, do đó thường bố trí ở chỗ thật nguy hiểm. Tường làm bằng đá xây hoặc bê tông dày $40 \sim 50\text{cm}$, cao $50 \sim 60\text{cm}$, xây liền hoặc xây đứt đoạn dài $2,0\text{m}$, cách nhau $2,0\text{m}$. Cũng có thể dùng lan can hoặc cột căng dây cáp hoặc dây xích. Các loại tường phòng hộ này cũng bố trí ngay trên lề đường và cách mép mặt đường $1,0\text{m}$.

8.5. ĐẶC ĐIỂM KHẢO SÁT THIẾT KẾ ĐƯỜNG VÙNG ĐỒNG BẰNG VÀ VÙNG ĐÔI

1. Các phương án bố trí tuyến đường vùng đồng bằng

Vùng đồng bằng ở đây bao gồm các vùng tam giác châu hiện đại, vùng đồng bằng thung lũng hạ lưu các dòng sông, vùng đồng bằng duyên hải và vùng trũng lòng chảo. Đặc điểm chung của các vùng này là: địa hình bằng phẳng, chênh lệch độ cao không đáng kể, khí hậu mưa nhiều, lượng nước mặt và nước ngầm đều đổi dào dẫn đến trũng ngập; cấu tạo địa chất thường hình thành do kết quả trầm tích của các sản phẩm xâm thực từ các vùng cao hơn. Trong điều kiện như vậy, ở vùng đồng bằng thường hình thành đầm hồ, bãi lầy, đất yếu, các cánh đồng lúa nước. Ngoài ra, đồng bằng cũng là nơi tập trung dân cư, nhiều khu vực kinh tế quan trọng, nhiều công trình xây dựng và giao thông khác.

Do đặc điểm địa hình như vậy nên *tuyến đường vùng đồng bằng* thường đi theo lối đi tự do, định tuyến thường bám theo đường chim bay (đường dẫn hướng tuyến là đường chim bay) và luôn luôn có điều kiện sử dụng các tiêu chuẩn kỹ thuật cao (tuy nhiên cần chú trọng áp dụng yêu cầu về thiết kế cảnh quan đã nói ở Chương 7). Tuyến đường đồng bằng nói chung có thể có phương án đặt theo đường phân thủy hoặc theo ven sông như ở hình 8 – 38.



Hình 8 – 38. Phương án tuyến vùng đồng bằng

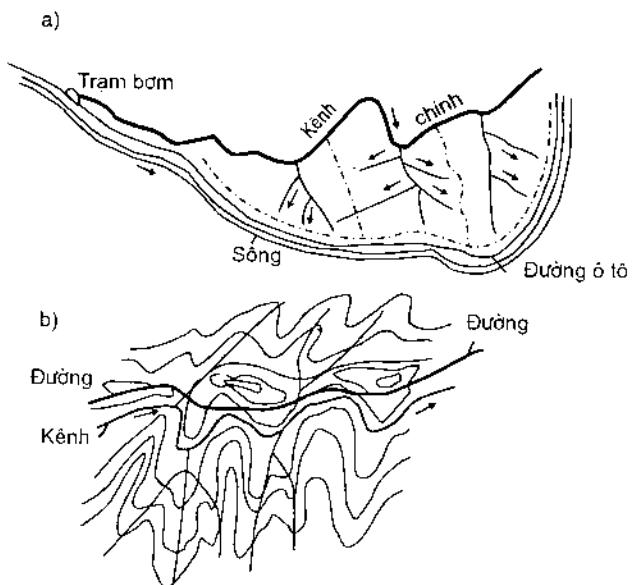
Vùng phân thủy ở đồng bằng thường thoải, rộng và ít ngập nước nhất, do đó phương án tuyến đặt theo đường phân thủy có ưu điểm là giải quyết vấn đề thoát nước dễ và thường chỉ cần cấu tạo nền thấp, lại ít cắt qua các dòng nước (ít cầu cống), nhưng lại hơi xa các điểm dân cư nên tác dụng phục vụ dân sinh bị hạn chế. Do đó phương án này thích hợp với các tuyến đường cao tốc, đường giao thông quá cảnh. Phương án ven sông có ưu khuyết điểm ngược lại và phù hợp với các tuyến đường phục vụ địa phương. Nếu các đường cấp cao đi theo phương án ven sông thì khi gặp các điểm dân cư tuyến cần vòng mà không nên đi xuyên qua vùng trũng tâm dân cư như đã nói ở mục 6.1.

Đường qua các vùng trũng lòng chảo thường cũng có thể hình thành các phương án cắt qua giữa lòng chảo với cấu tạo nền thấp trên mức nước ngập hoặc đi vòng vào chân sườn núi hai bên lòng chảo. Đi vòng vào chân núi, tuyến đặt cao hơn, do đó thoát nước dễ và bớt được khối lượng đất, tuy nhiên chắc chắn tuyến đường sẽ dài hơn.

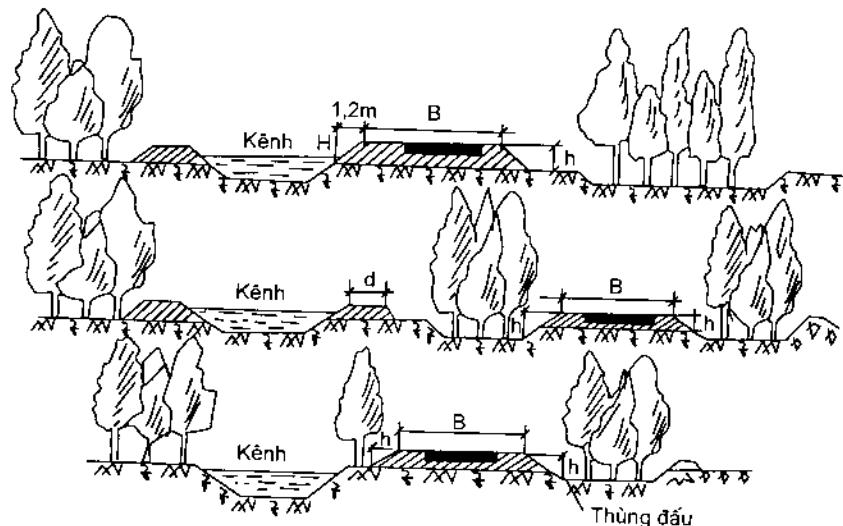
Khi gặp các vùng canh tác lúa có hệ thống kênh mương tưới tiêu nước, tuyến đường ôtô nên chọn sao cho kết hợp được với tuyến kênh chính, ít gây ảnh hưởng đến hệ thống tưới tiêu và ít chiếm ruộng đất nhất. Vì vậy tốt nhất nên bố trí đường bao quanh phía cuối hệ thống tưới nước như ở hình 8 – 39a, hoặc bố trí đường về bên phia bờ kênh chính không tưới nước (không có các kênh nhánh). Trong trường hợp kênh chính đặt trên vùng phân thủy để tưới nước cho cả hai bên thì tuyến đường vẫn nên đặt song song với tuyến kênh chính và dùng các cống (kể cả kiểu cống xiphông) để cắt qua các kênh nhánh như ở hình 8 – 39b.

Để tiết kiệm ruộng đất, đường nên bố trí sát với kênh chính theo các phương án như ở hình 8 – 40.

Hình 8 – 40 là phương án mở rộng bờ kênh chính để đặt đường, lúc này về phía kênh nên tăng thêm bề rộng nền 1 ~ 2,0m (hoặc có thêm rộng 1 ~ 2,0m như ở phương án c) để giảm ảnh hưởng của nước trong kênh đối với nền đường. Ngoài ra nên trồng cây vì có tác dụng gia cố bờ kênh và hút khói đất khu vực nền đường.



Hình 8 – 39. Chọn tuyến đường qua vùng có hệ thống thủy lợi.



Hình 8 – 40. Các phương án bố trí đường ôtô cạnh kênh chính

2. Các biện pháp khắc phục ảnh hưởng của nước ngập và nước ngầm

Một vấn đề mấu chốt phải giải quyết khi thiết kế đường vùng đồng bằng là chọn **biện pháp để khắc phục ảnh hưởng của nước ngập và nước ngầm**. Các biện pháp này đương nhiên

sẽ liên quan đến cao độ đường đỏ và cấu tạo nền đường thiết kế. Để có biện pháp thích hợp, công tác điều tra khảo sát phải xác định được *mức nước ngập* và *mức nước ngầm tính toán*.

Mức nước ngập úng cánh đồng có thể xác định thông qua vết tích và tình trạng ngập úng của các công trình đường sá, nhà cửa, bờ đê... trong vùng; ở các thung lũng lòng chảo thì có thể xác định qua vết tích trên cây cối, trên vách đá. Cũng có thể tính toán mức nước ngập úng ở lòng chảo thông qua việc xác định lượng nước dồn về từ toàn bộ các lưu vực đến một mặt cắt nào đó của lòng chảo.

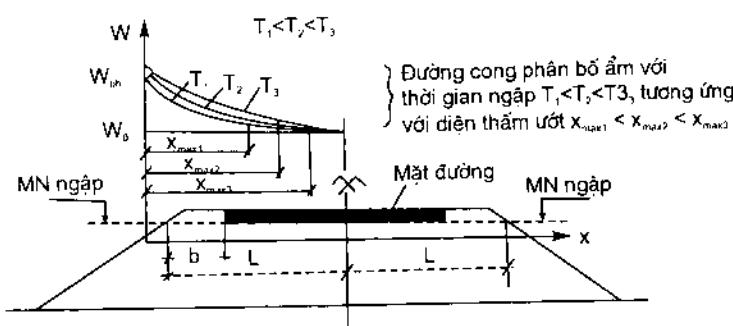
Mức nước ngầm tính toán nên chọn là mức nước cao nhất trong năm (vào mùa mưa), và xác định bằng cách dùng khoan tay khoan lấy mẫu thí nghiệm độ ẩm từng lớp 40cm một cho đến chiều sâu 3,0m dưới mặt đất tự nhiên (chỉ cần quan tâm đến mức nước ngầm có trong phạm vi 3,0m).

Chú ý rằng, cần điều tra xác định cả thời gian duy trì mức nước ngập và mức nước ngầm tính toán, vì theo những kết quả quan trắc thực tế và nghiên cứu lý thuyết cũng như nghiên cứu thực nghiệm ở ta thì yếu tố này có ảnh hưởng quan trọng đến sự phân bố ẩm trong thân nền đường, do đó ảnh hưởng đến độ cao và cấu tạo nền đường cần thiết kế. Đặc biệt là khi nước ngập chỉ duy trì từng đợt, từng mùa như ở vùng đồng bằng nước ta thì đất trong thân nền đường không phải từ ngang mức nước ngập trở xuống là bị bão hòa hết, tức là lúc này thực tế không thể xem ảnh hưởng của nước ngập hai bên nền đường như ảnh hưởng của nước ngầm mà dựa vào đó để yêu cầu đắp cao nền đường trên mức nước ngập giống như yêu cầu đắp cao trên mức nước ngầm.

Để chọn biện pháp thiết kế nền đường vùng đồng bằng khi nền bị ngập nước đều hai bên (như khi tuyến qua vùng đồng chiêm, vùng lòng chảo...) có thể dựa vào công thức xác định *diện thẩm ướt* dưới đây:

$$x_{\max} = 3,08\sqrt{a \cdot T} \quad (m) \quad (8.9)$$

trong đó: x_{\max} – diện thẩm ướt (m), là phạm vi mà nước ngập có ảnh hưởng đáng kể đến đất nền đường, hay là phạm vi từ mặt taluy tiếp xúc với nước ngập cho đến điểm trong đất nền đường có độ ẩm tăng lên không đáng kể do truyền ẩm từ nước ngập vào (Hình 8 – 41); T – thời gian duy trì mức nước ngập (giờ) ví dụ duy trì 6 tháng tức là 4320 giờ; a – hệ số truyền dẫn ẩm của đất nền đường ($m^2/giờ$).



Hình 8 – 41. Sơ đồ tính bề rộng nền đường cần thiết khi nền đường bị ngập nước hai bên và khi không yêu cầu đắp cao nền đường trên mức nước ngập. (W_{bh} – độ ẩm bão hòa của đất ở mái taluy tiếp xúc với nước ngập; W_0 – độ ẩm ban đầu của đất nền đường).

Hệ số truyền dẫn ẩm của đất phụ thuộc vào loại đất, thời gian duy trì nước ngập và đặc biệt là vào độ chất của đất. Với đất sét và á sét nặng, khi đầm nén đạt hệ số đầm nén $K = 0,90$ thì hệ số a có thể xác định theo Bảng 8 – 5.

Bảng 8 – 5

Hệ số a theo phương ngang

Tỷ số $\frac{T}{L^2}$ ($giờ/m^2$)	48	143	286	762
$a (m^2/giờ)$	0,000126	0,000084	0,000070	0,000050

Ghi chú: T – thời gian ngập nước; L – $1/2$ bề rộng nền đường tại ngang mức nước ngập tính toán như ở hình 8 – 41.

Như vậy, nếu bề rộng lề đường (hay trị số b ở hình 8 – 41) đủ rộng bằng trị số x_{max} xác định theo (8.9) thì xem như độ ẩm của đất nền đường trong vùng chịu lực dưới đáy áo đường sẽ không chịu ảnh hưởng của nước ngập trong thời gian ngập, và xét về mặt cường độ yêu cầu đối với nền đường thì lúc này nền đường không cần đắp cao trên mức nước ngập (việc đắp cao là do yêu cầu cấu tạo khác, ví dụ như đắp cao trên mức nước ngập 20 ~ 30cm để nước khỏi tràn qua đường chằng hạn).

Theo (8.9) và số liệu ở Bảng 8 – 5, với nền đường rộng từ $6,0 \sim 12,0m$ thì bề rộng lề đường b cần thiết tùy theo thời gian ngập nước có thể lấy theo Bảng 8 – 6.

Bảng 8 – 6

Thời gian ngập nước (tháng)	2	3	4	5	6	8	10	12
Bề rộng lề $b (m)$	1,40	1,50	1,70	1,80	1,90	2,10	2,30	2,50

Công thức (8.8) cũng dùng để tính chiều cao mao dẫn lớn nhất tương ứng với thời gian duy trì mức nước ngầm tính toán T và hệ số truyền dẫn ẩm a theo *phương thẳng đứng* từ *dưới lên*. Hệ số a của đất sét và á sét nặng vùng đồng bằng miền Bắc nước ta có thể tham khảo ở Bảng 8 – 7.

Bảng 8 – 7

Hệ số a theo phương thẳng đứng từ dưới lên

Tỷ số $\frac{T}{H^2}$ ($giờ/m^2$)	86	214	427	640	856	1280	2360
Hệ số $a (m^2/giờ)$ khi $K = 0,88 - 0,90$	0,000290	0,000169	0,000107	0,000080	0,000069	0,000055	0,000031
Hệ số $a (m^2/giờ)$ khi $K = 0,90 - 0,95$	0,000098	0,000063	0,000041	0,000035	0,000029	0,000025	0,000015

Ghi chú: T – thời gian duy trì mức nước ngầm tính toán; H – chiều cao nền đắp kể từ mức nước ngầm đến đáy áo đường; K – hệ số đầm nén so với độ chất tiêu chuẩn.

Ở vùng đồng bằng miền Bắc, mức nước ngầm cao nhất thường duy trì 3 – 4 tháng liền. Kết quả tính toán theo (8.9) và trị số a ở Bảng 8 – 7 với các nền đắp $H = 0,90 \sim 1,20m$ và $T \leq 4$ tháng cho thấy chiều cao mao dẫn lớn nhất lúc này là:

$$x_{\max} = 0,52 - 0,72m \text{ khi đầm nén đạt } K = 0,9 - 0,95;$$

$$x_{\max} = 0,76 - 1,05m \text{ khi đầm nén đạt } K < 0,9.$$

Kết quả tính toán này rất phù hợp với số liệu quan trắc phân bố ẩm trên nền đường thực tế và trong các mô hình thực nghiệm. Do đó có thể sử dụng phương pháp tính và kết quả trên để tính toán độ cao nền đắp cần thiết trên mức nước ngầm. Ví dụ nếu muốn khống chế không cho nước ngầm mao dẫn đến khu vực tác dụng thì phải có nền đắp cao:

$$H = x_{\max} + z_a \quad (8.10)$$

trong đó, z_a – chiều dày khu vực tác dụng (chịu tải trọng động) của nền đường.

Cũng có thể dựa vào (8.9) và (8.10) để tính toán hạ cao độ mức nước ngầm khi không cho phép đắp cao (như đối với đường thành phố...).

3. Các phương án bố trí tuyến đường vùng đồi

Địa hình vùng đồi thường hình thành dưới dạng những dãy đồi liên tiếp kéo dài hoặc dưới dạng những quả đồi bát úp; giữa những dãy đồi hoặc quả đồi là thung lũng nhỏ hẹp có thể canh tác, do đó thường có sự chênh lệch độ cao khá lớn giữa các điểm gần nhau. Trên sườn đồi hình thành độ dốc ngang đáng kể và hình thành nhiều nếp uốn lượn quanh co.

Do đặc trưng địa hình như vậy nên tuyến vùng đồi thường không thể đi theo lối đi phan thùy (vì như vậy trắc dọc sẽ có dạng răng cưa quá lớn, thậm chí không thể khắc phục bằng cách đi với độ dốc lớn nhất được), trái lại thường đi theo *lối đi sườn núi kết hợp với lối đi thung lũng* và thường phải giải quyết vấn đề triển tuyến để đi từ đồi xuống thung lũng rồi lại vượt lên đồi. Vì vậy thiết kế định tuyến ở vùng đồi có thể tham khảo các nguyên tắc và phương pháp thiết kế nói ở các mục 6.1, 6.3, 8.2 và 8.5 vừa trình bày ở trên.

Chọn tuyến vùng đồi có thể có nhiều phương án trong đó chủ yếu là các phương án hình thành do việc chọn đi vòng sườn đồi phia nào và các phương án hình thành do quyết định mức độ chịu đào sâu đắp cao khác nhau (bởi vì tuyến vùng đồi luôn luôn có nền đào, nền đắp xen kẽ – đào khi đi trên sườn đồi và đắp khi xuống thung lũng để sang đồi khác). Nếu tuyến chọn ít uốn lượn quanh co và tương đối thẳng thì mức độ đào sâu đắp cao sẽ tăng lên, nhưng tuyến ngắn và bảo đảm tầm nhìn tốt. Còn nếu tuyến lượn đều theo các sườn đồi thì bình dồ xấu nhưng yếu tố đường đỏ tốt và có ưu khuyết điểm ngược lại. Thường phương án tốt nhất là kết hợp với địa hình, sử dụng các biện pháp thiết kế cảnh quan nói ở Chương 7 cho tuyến uốn lượn vừa phải, kết hợp tốt các yếu tố bình dồ, trắc dọc, trắc ngang (xem mục 6.3) tạo nên trắc dọc răng cưa với độ dốc nhẹ dốc đều từ mom đồi xuống hai phía thung lũng. Cách giải quyết như vậy thuận lợi cho việc cân bằng khối lượng đào và đắp đất nền đường, đồng thời có thể kết hợp làm tốt việc thoát nước từ nền đào về các cống đặt ở những

chỗ tuyến cắt qua thung lũng. Ngoài ra, cần kiểm tra các biện pháp bảo đảm tắm nhìn tại các chỗ tuyến uốn lượn, nhất là ở các chỗ tuyến từ thung lũng lên đồi bị ngoặt cong ngay. Tuyến vùng đồi cũng không nhất thiết cứ phải vạch cho cắt thẳng góc qua dòng nước, vì làm như vậy có thể gây ra những khó khăn không đáng có cho việc bố trí tuyến.

8.6. ĐẶC ĐIỂM KHẢO SÁT THIẾT KẾ ĐƯỜNG QUA VÙNG ĐẦM LÂY VÀ ĐẤT YẾU

1. Phân loại đất đầm lầy và đất yếu

Đất tự nhiên ở vùng đầm lầy và đất yếu có đặc điểm chung là chứa nhiều lượng hữu cơ, độ ẩm tự nhiên lớn, độ rỗng lớn, sức chịu tải kém và tính biến dạng (ép lún) lớn. Do đó khi bắt buộc tuyến đường phải đi qua đây thì cần phải điều tra kỹ để có được các biện pháp thiết kế nhằm bảo đảm cho công trình đường (nền đường) luôn luôn ổn định về cường độ và biến dạng (không bị phá hoại do trượt trôi và không bị lún chìm vào trong đất yếu).

Tuy có các đặc điểm chung như vậy nhưng đầm lầy và đất yếu là những vùng có nguyên nhân và nguồn gốc hình thành khác nhau. Đầm lầy được tạo nên ở các nơi khí hậu ẩm thấp, lượng bốc hơi ít hơn lượng mưa, địa hình bằng trũng, giữ nước đọng thường xuyên, mức nước ngầm cao và dồi dào. Tại đó các loài thực vật (rêu, cỏ, sú, vet...) phát triển, thối rữa và phân hủy trong môi trường yếm khí dưới tác dụng của nấm và vi khuẩn, từ đó sinh ra các vật lăng hữu cơ lẫn với các trầm tích khoáng vật để tạo thành *than bùn* (là sản phẩm chính của đầm lầy). Như vậy đất đầm lầy than bùn là loại có nguồn gốc hữu cơ, hàm lượng hữu cơ từ 20 ~ 80%, thường có màu đen hay nâu sẫm, cấu trúc không mịn, còn nhìn thấy các tàn dư thực vật. Đất than bùn này thường có độ ẩm tự nhiên rất cao (thường là 100% ~ 400%, có khi tới 600 ~ 700%), dung trọng khô rất thấp ($0,30 - 0,90 \text{ g/cm}^3$), sức chống cắn rất nhỏ ($c = 0,01 - 0,04 \text{ kG/cm}^2$, tg $\phi = 0,03 - 0,07$). Các đặc trưng cơ lý của đất than bùn phụ thuộc chủ yếu vào hàm lượng hữu cơ, mức độ phân hủy của tàn dư thực vật và sự phong phú của các nguồn gây ẩm.

Dựa vào tính chất xây dựng, đầm lầy than bùn có thể chia làm 3 loại (theo cách phân loại của K.X.Orduianx):

- Loại I – Đầm lầy than bùn có độ sệt ổn định;
- Loại II – Đầm lầy than bùn có độ sệt không ổn định;
- Loại III – Đầm lầy than bùn ở trạng thái chảy, nhưng ở trên mặt có lớp than bùn nổi có cường độ nhất định (lớp này do thực vật sống nổi trên mặt nước kết lại với nhau, còn lớp dưới đang ở quá trình rửa nát).

Đặc trưng của loại I là có thể giữ được ổn định khi đào sâu xuống 2,0m với taluy dốc 1:1, hoặc 1,0m với taluy thẳng đứng.

Khác với đất than bùn, đất yếu chỉ các loại đất có *nguồn gốc khoáng vật* là chủ yếu. Đó là các tầng đất sét (á sét) trầm tích trong nước do kết quả tích lũy các hạt mịn cỡ $< 200 \mu$ (với tỷ lệ quan trọng các hạt $< 2\mu$) theo phương thức cơ học hoặc hóa học ở đáy biển, ven biển, vùng vịnh, đầm hô, đồng bằng tam giác châu..., ngoài ra trong quá trình trầm tích còn có *lẫn chất hữu cơ* (có thể tới 10 ~ 12%). Các loại đất yếu này thường có màu nâu đen, xám đen, có mùi thối, dễ nhuộm bẩn, độ ẩm thiên nhiên lớn (thường bằng hoặc cao hơn giới hạn nhão), dung trọng khô nhỏ ($xấp xỉ 1,0 g/cm^3$), hệ số rỗng lớn ($\epsilon > 1,5$ nếu là sét và $\epsilon > 1,0$ nếu là á sét), sức chống cắt nhỏ ($c \leq 0,15 \sim 0,20 kG/cm^2$; $\phi = 0 \sim 10^\circ$).

2. Điều tra khảo sát và bố trí tuyến đường qua vùng đất yếu

Chọn giải pháp thiết kế tuyến qua vùng đầm lầy và đất yếu đòi hỏi phải khảo sát kỹ để có được mặt cắt địa chất cho đến hết vùng chịu nén dưới tải trọng của nền đắp thiết kế hoặc nếu có thể cho đến tận tầng cứng dưới đáy đầm lầy, để biết bề dày mỗi lớp và các tính chất cơ lý của mỗi lớp. Ngoài ra cần nắm được phạm vi phân bố đầm lầy, đất yếu xem xét khả năng cho tuyến vòng tránh hoặc cho tuyến qua các đoạn ít bất lợi nhất; cần nắm được nguồn gây ẩm và khả năng thoát nước cũng như vị trí và khả năng khai thác của các mỏ đất có thể dùng để xác định nền đường qua lầy. Thu thập các tài liệu nói trên bằng các biện pháp sau:

- Chụp ảnh từ máy bay toàn bộ vùng lầy, rồi đem so sánh với các ảnh mẫu để có thể phát hiện các nguyên nhân hình thành đầm lầy.
- Đo đạc lập bình đồ địa hình toàn bộ vùng lầy tỷ lệ 1: 1000 ~ 1: 2000 với chênh lệch các đường đồng mức 0,25 ~ 0,50m;
- Đo đạc các mặt cắt dọc theo những hướng tuyến dự định và các mặt cắt ngang dự kiến sẽ khoan, thọc để làm mặt cắt địa chất;
- Dùng kết hợp các biện pháp khoan và thọc dò (ví dụ dùng xuyên kẽ hoặc thiết bị cắt quay cánh chữ thập như nói ở Chương 4) để lập các mặt cắt và lấy mẫu thí nghiệm xác định những chỉ tiêu cơ lý của than bùn và đất yếu. Thường cứ 50 ~ 100m làm một mặt cắt, có lấy mẫu với 3 ~ 5 lỗ khoan trên một mặt cắt ngang (1 lỗ ở tim đường, 2 lỗ cách tim 10m và 2 lỗ cách tim 50m). Xen kẽ cứ 25 ~ 50m lại tổ chức thọc dò với 3 ~ 7 vị trí thọc dò trên một mặt cắt ngang. Cách lấy mẫu xem ở mục 4.5. Khi tiến hành khoan dò cần ghi rõ đặc điểm, mức độ phân hủy, độ chặt, độ ẩm, màu sắc... của mỗi lớp đất yếu.

Khi bố trí tuyến cắt qua vùng đầm lầy và đất yếu, tốt nhất là nên chọn các chỗ bề dày tầng đất yếu mỏng, đầm lầy loại I, chiều dài cắt qua ngắn nhất, tầng đáy cứng có độ dốc nhỏ ($< 10\%$) và các chỗ có điều kiện thoát nước dễ. Tuyến cũng cần đi gần chỗ có thể lấy đất để đắp nền qua đất yếu (nên dùng đất cát có tính thấm và ổn định nước tốt). Vấn đề chỗ lấy đất đắp cũng là một yếu tố quan trọng trong so sánh kinh tế – kỹ thuật các phương án. Ngoài ra, vị trí tuyến nên chọn sao cho mặt cắt ngang vùng đất yếu là đối xứng với tim đường để tránh hiện tượng nền trượt trôi về một bên (bên địa hình trũng lõm) do mức độ ổn định hai phía khác nhau.

3. Thiết kế đường qua vùng đầm lầy và đất yếu

Do đất đầm lầy và đất yếu có sức chịu tải kém và khả năng biến dạng lớn nên nền đường đắp qua nó dễ bị phá hoại do trượt trôi toàn bộ, trượt trôi cục bộ hoặc lún chìm, lún kéo dài. Vì thế mọi giải pháp thiết kế nền đường ở đây đều phải được kiểm toán về ổn định cường độ, về độ lún tổng cộng và độ lún theo thời gian (tốc độ lún) theo các phương pháp tương ứng như đã trình bày ở giáo trình Thiết kế đường ôtô, tập 2.

Cấu tạo chung của nền đường qua vùng đầm lầy và đất yếu là nền đắp có độ cao và kích thước trước hết phải thỏa mãn những yêu cầu hạn chế tác dụng bất lợi của nước ngập và nước ngầm như đã nói ở mục 8.5; đất đắp nền phải dùng loại ổn định nước tốt (tuyệt đối tránh dùng các loại đất bụi). Từ chân taluy nền đắp ra mỗi bên trong phạm vi 20m phải san lấp các chỗ trũng (ao, chuôm...) và tuyệt đối không đào lấy đất trong phạm vi đó. Trong mọi trường hợp đều cố gắng giảm tải trọng nền đắp bằng cách dùng độ dốc taluy thoải, dùng vật liệu nhẹ mà thoát nước tốt (như xỉ và phế phẩm công nghiệp); cũng có thể giảm chiều cao nền đắp đến mức tối thiểu ($1,2 - 1,5m$ kể từ chỗ tiếp xúc với đất yếu), tuy nhiên, chiều cao nền đắp cũng không nên nhỏ hơn chiều sâu tắt sóng chấn động do ôtô chạy qua gây ra và truyền xuống, vì cường độ chấn động của đất yếu sẽ càng giảm đi trong điều kiện có chịu thêm tác dụng chấn động.

Nền đường chỉ đắp trực tiếp trên đất yếu (không dùng một biện pháp xử lý nào khác) nếu tính toán thấy tải trọng nền đắp nhỏ hơn tải trọng giới hạn của đất yếu và độ lún trong phạm vi cho phép. Cụ thể là khi hệ số ổn định nhỏ nhất tính theo phương pháp phân mảnh cổ điển với mặt trượt tròn đạt $K_{min} = 1,20$ hoặc khi tính theo phương pháp Bishop có $K_{min} = 1,40$ thì nền đắp trên đất yếu được xem là ổn định (theo Tiêu chuẩn ngành 22 TCN 262 – 2000) và độ lún như ở Bảng 8 – 8 thì được xem là độ lún trong phạm vi cho phép.

Bảng 8 – 8

Độ lún cho phép sau khi thi công xong nền và mặt đường xây dựng trên vùng đất yếu
(Theo Quy trình 22 TCN 262 – 2000)

Loại và cấp đường	Vị trí đoạn nền đắp trên đất yếu		
	Gân mố cầu	Chỗ có cống hoặc đường dân sinh chui dưới cầu	Các đoạn nền đắp thông thường
Đường cao tốc và đường cấp 80	$\leq 10\text{ cm}$	$\leq 20\text{ cm}$	$\leq 30\text{ cm}$
Đường cấp 60 trở xuống có tầng mặt cấp cao A ₁	$\leq 20\text{ cm}$	$\leq 30\text{ cm}$	$\leq 40\text{ cm}$

Độ lún cho phép ở Bảng 8 – 8 là độ lún sau khi thi công xong nền – mặt đường, có nghĩa là độ lún tổng cộng kể từ khi bắt đầu thi công có thể cho phép lớn hơn để đến khi thi công xong thì độ lún cố kết còn lại bằng trị số cho phép ở Bảng 8 – 8.

Các trường hợp sau đây có thể không cần áp dụng các giải pháp xử lý mà có thể đắp trực tiếp:

– Qua vùng đầm lầy than bùn loại I hoặc đất yếu dẻo mềm có bê dày than bùn 1 – 2m;

– Trên đất yếu có lớp đất vỏ cứng dày 1 ~ 2,0m và chiều cao nền đắp hạn chế dưới 2 ~ 4,0m.

– Trên vùng bùn cát, bùn cát mịn (hệ số cố kết thường lớn nên lún nhanh).

Khi đắp trực tiếp nền kết hợp với giải pháp phân đợt đắp, khống chế tốc độ đắp (đắp từng đợt, giữa các đợt có thời gian chờ cố kết). Ngoài ra giữa đất yếu và vật liệu đắp nền nên có đệm cát dày tối thiểu 50 cm.

Để tạo điều kiện thi công đắp trên đất yếu được thuận lợi (tạo điều kiện cho xe máy đi lại trên vùng đất yếu và tạo điều kiện để đầm chặt các lớp đất đắp đầu tiên) có thể sử dụng vải địa kỹ thuật rái trên mặt đất yếu trước khi đắp như chỉ dẫn ở Bảng 8 – 9 dưới đây. Các lớp vải địa kỹ thuật này còn có tác dụng tạo ra lực kéo, góp phần tăng mômen giữ đối với khối trượt tròn, nhờ đó mức độ ổn định của nền đắp trên đất yếu sẽ tăng lên. (Phương pháp kiểm toán ổn định nền đắp trên đất yếu khi có sử dụng vải địa kỹ thuật đã trình bày ở giáo trình Thiết kế đường ôtô, tập 2).

Bảng 8 – 9

Chọn vải địa kỹ thuật và kết cấu đường tạm phục vụ cho xe cộ đi lại trên vùng đất yếu

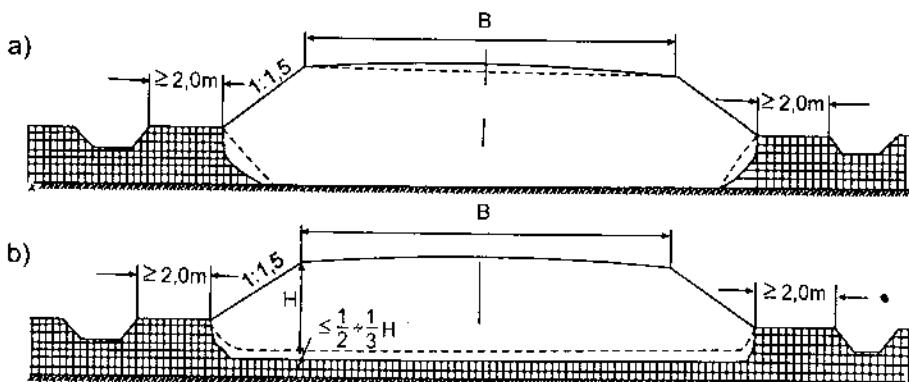
Loại vật liệu đắp	Kết cấu	Các chỉ tiêu yêu cầu đối với vải ĐKT				
		Cường độ chịu kéo đứt (kN/m)	Độ dãn dài khi đứt (%)	Cường độ chịu xé rách (kN)	Hệ số thấm ($\frac{m/s}{m}$)	Đường kính lỗ lọc D_{95} (μm)
A. Cát, hỗn hợp cát sỏi thiên nhiên	1. Một lớp vải trên đắp 50 cm	≤ 12	≤ 25	≤ 0,8	≤ 0,1	≥ 125
	2. Hai lớp vải trên mỗi lớp đắp 25 cm	≤ 8	15 – 80	≤ 0,3	≤ 0,1	≥ 125
	3. Hai lớp vải trên mỗi lớp đắp 15 cm	≤ 16	15 – 80	≤ 0,5	≤ 0,1	80 – 200
B. Cấp phối tốt	1. Một lớp vải trên đắp 30 cm	≤ 25	≤ 25	≤ 1,2	≤ 0,1	≥ 200
	2. Một lớp vải trên đắp 50 cm	≤ 12	≤ 25	≤ 0,8	$\leq 5 \cdot 10^{-2}$	≥ 200
	3. Hai lớp vải trên mỗi lớp đắp 15 cm	≤ 20	15 – 80	≤ 1,2	$\leq 5 \cdot 10^{-2}$	≥ 200

Ghi chú :

- Hệ số thấm có thứ nguyên là s^{-1} vì là m/s trên một đơn vị bê dày mẫu vải ĐKT đem thử;
- Đường kính lỗ lọc của vải tương ứng đường kính của hạt vật liệu lớn nhất có thể theo nước thấm qua vải; cỡ hạt lớn nhất này được lấy bằng D_{95} (là đường kính hạt mà lượng chứa các cỡ nhỏ hơn nó chiếm 95%);
- Nên đất càng yếu, phải chọn vải có độ dãn dài càng lớn;
- Vải phải rái ngang (thẳng góc với hướng tuyếng) và phủ chồng lên nhau ít nhất là 0,5m hoặc khâu chồng nhau 10cm.
- Để đầm nền đạt hiệu quả cao ngay lớp đắp đầu tiên thì nên chọn vải có cường độ chịu kéo đứt tối thiểu từ 25 kN/m trở lên.

Trong các trường hợp khác có thể nghiên cứu dùng một trong các giải pháp thiết kế sau đây:

a) *Đào toàn bộ bê dày lớp lầy, hạ nền đường đến đáy cứng* (Hình 8 – 42a); hoặc đào bớt một phần chiều dày lầy (Hình 8 – 42b).

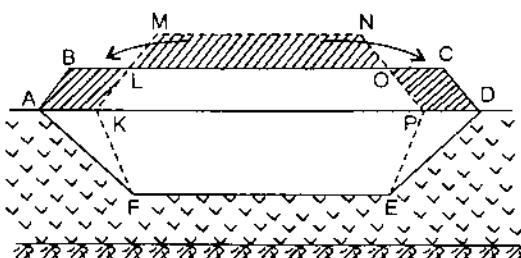


Hình 8 – 42. Đào lầy để bảo đảm ổn định cho nền đường

Đào toàn bộ lầy là biện pháp bảo đảm nền đường ổn định nhất và trong trường hợp này không cần tính toán về mặt cường độ và biến dạng của nền. Tuy nhiên biện pháp này chỉ thích hợp khi bê dày lầy (đất yếu) mỏng (thường mỏng hơn 4,0m) vì đất càng yếu và càng dày thì biện pháp đào vét lầy càng khó khăn và tốn kém. Trong trường hợp đất quá yếu (lầy loại II, loại III, bùn loãng) thì có thể hạ nền đắp bằng biện pháp đắp để nền tự lún đến đáy. Để tốc độ tự lún tăng nhanh cần cắt đứt trước tầng than bùn nổi cứng (lầy loại III), hoặc dùng biện pháp đắp quá tải như ở hình 8 – 43 hay biện pháp nổ mìn dưới đáy.

Chú ý rằng khi hạ nền đến đáy cứng mà độ dốc đáy cứng lại quá lớn thì nền trong lầy yếu vẫn có thể bị trượt ngang theo đáy dốc. Vì thế khi độ dốc đáy quá 1:10 thì cần đánh bậc đáy lầy trước khi đắp (khi đắp bằng phương pháp tự lún thì có thể đánh bậc bằng cách nổ mìn).

Đào lầy một phần như hình 8 – 42b có thể tăng được ổn định của nền đắp trên đất yếu là nhờ hai dải đất hai bên chân taluy (có bê dày bằng bê dày nền đắp chìm vào trong lầy) có tác dụng như hai bờ phản áp dài vô hạn hạn chế phân đất yếu còn lại dưới nền đắp trượt trôi ra ngoài. Chính vì thế dùng biện pháp này cần phải tính toán bê dày phải đào lầy để bảo đảm ổn định của nền trên đất yếu về cường độ và biến dạng (về cả độ lún tổng cộng và độ lún theo thời gian vì phần lầy dưới nền đắp sẽ lún cố kết kéo dài).

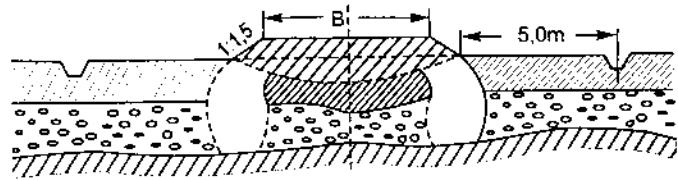


Hình 8 – 43. Biện pháp đắp quá tải trên lầy: ABCDEF – nền đường thiết kế; KMNPEF – nền đường đắp quá tải

Dùng cọc tre đóng $25 \text{ cọc}/\text{m}^2$ cũng là một giải pháp cho phép thay thế việc đào bới đất yếu trong một phạm vi bằng chiều sâu cọc đóng (thường có thể đóng sâu $2,0 - 2,5\text{m}$); khi tính toán được phép xem vùng đóng cọc tre như trên là nền đường đã đắp. Trên đỉnh cọc tre sau khi đắp một lớp 30 cm nên rải vải đại kỹ thuật (hoặc các loại geogrids có chức năng tương tự) để tạo điều kiện phân bố đều tải trọng nền đắp trên các cọc tre. Các cọc tre nên dùng loại có đầu lớn 7 cm , đầu nhỏ 4 cm bằng loại tre khi đóng không bị dập gãy.

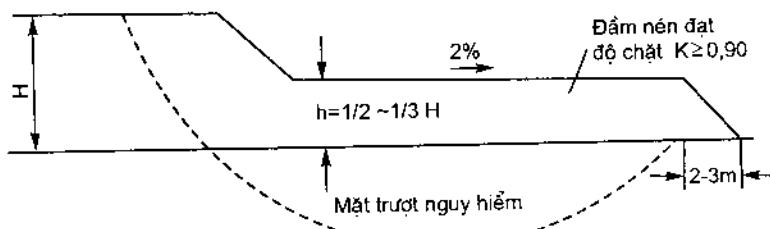
Tương tự có thể dùng cọc tràm loại có đường kính đầu lớn 12cm , đầu nhỏ 5cm , đóng sâu $3,5\text{m}$ với mật độ $16 \text{ cọc}/\text{m}^2$.

b) Dùng biện pháp đắp nền trên lầy có hạn chế trồi ngang bằng hai hào cát (Hình 8 – 44) hoặc thay hào cát bằng ụ đá, cọc gỗ, cọc ván, cọc tre, cọc bêtông khi tầng đất yếu mỏng và yêu cầu thi công gấp. Lúc này cần tính toán để các công trình hạn chế trồi này đủ chịu được áp lực chủ động do tải trọng nền đắp gây ra.



Hình 8 – 44. Biện pháp đắp nền trên đất yếu có hạn chế trồi ngang

c) Dùng biện pháp đắp đê phản áp để giữ cho đất yếu ở đáy nền đắp không bị trồi ra hai bên, nhờ đó nền đắp được ổn định (lúc này lún trượt trôi sẽ không xảy ra tuy nhiên vẫn phải tính đến lún cố kết). Kích thước đê phản áp nên lấy rộng mà thấp và bề rộng phải lớn hơn phạm vi mặt trượt nguy hiểm (Hình 8 – 45).



Hình 8 – 45. Đắp trực tiếp trên lầy với đê phản áp ở hai bên.

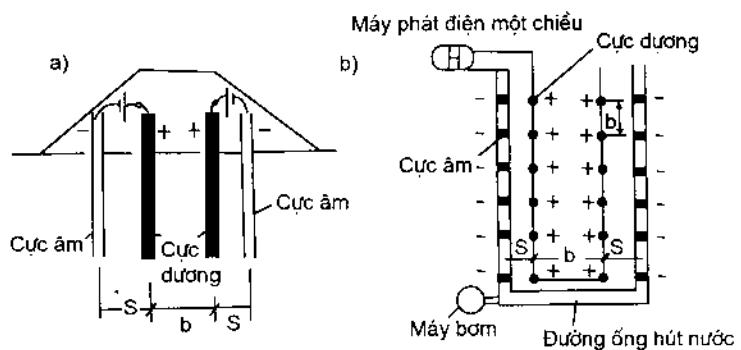
Dùng đê phản áp có ưu điểm là thi công đơn giản (không phải đào lầy, không cần khống chế tốc độ đắp nền thi công nhanh); tuy nhiên khối lượng đắp lớn, chiếm diện tích ruộng đất lớn và khi đất yếu cũng không dùng được.

d) Dùng các biện pháp nhằm tăng nhanh độ cố kết của đất để xây dựng nền đắp trên đất yếu cũng rất có hiệu quả vì khi độ cố kết tăng nhanh thì đặc trưng cường độ của đất yếu cũng sẽ tăng nhanh dù để chịu được sự tăng dần của tải trọng nền đắp.

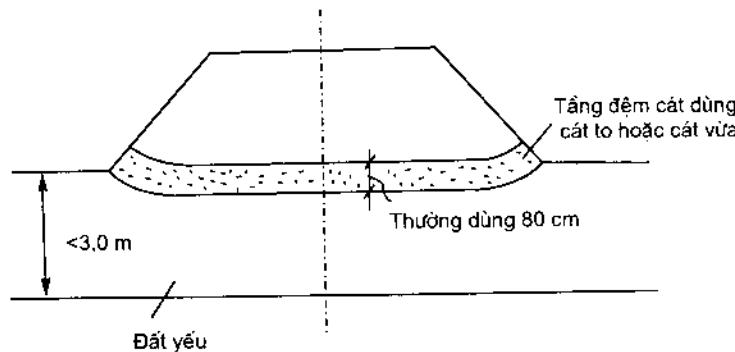
Do đó mấu chốt của biện pháp này là tính toán khống chế tốc độ đắp (tốc độ tăng tải) sao cho luôn luôn phù hợp với tốc độ cố kết, và nếu muốn đắp nhanh thì phải có các biện pháp thoát nước trong lầy nhanh. Các biện pháp đó có thể là:

- Thiết kế bố trí một hệ thống điện cực sao cho nước trong phạm vi đắp nên thoát ra hai bên theo nguyên lý điện thấm như ở hình 8 – 46, trong đó cực dương có thể dùng các thanh ray đường sắt, cực âm dùng sắt ống $\phi 50mm$ có châm lỗ trong phạm vi 1,5m ở dưới để nước trong lầy thoát vào ống khi cho thông điện qua lầy; từ cực âm nước được máy bơm hút tháo đi. Vì thế cực âm nên đặt trong lỗ khoan có đổ cát to xung quanh để nước thấm vào khỏi làm tắc lỗ.

Trên hình 8 – 46 có thể bố trí cự ly giữa cực dương và cực âm bằng $S = 200 cm$, còn $\frac{S}{b} > 1,0 \sim 3,0$ (b là cự ly giữa hai điện cực cùng dấu). Cần bảo đảm hiệu số điện thế trên mạch $\geq 0,2 V/cm$, do đó với S như trên có thể bố trí máy phát điện cỡ 40 *von* và 600 *ampere*. Thời gian hút nước thì tùy theo độ cố kết mong muốn đạt được. Chiều sâu cắm điện cực cũng tùy thuộc chiều dày lớp lầy cần hút nước.



Hình 8 – 46. Bố trí hút nước trong lầy theo phương pháp điện thấm:
a) Bố trí trên mặt cắt ngang; b) Bố trí trên mặt bằng.



Hình 8 – 47. Nền đắp trên tầng đệm cát.

- Dùng tầng đệm cát khi bê dày lầy nhỏ (Hình 8 – 47) hoặc dùng giếng cát hay rãnh cát khi bê dày lớn (Hình 8 – 48). Cát ở giếng phải dùng loại cát to hạt. Cát tầng đệm dùng cát to hoặc cát vừa.

Tầng cát đệm phải được bọc vải địa kỹ thuật để tạo tầng lọc ngược cho nước cố kết thoát ra mà không lôi theo cát (nhất là khi lún chìm vào đất yếu, nước cố kết vẫn có thể thoát ra và khi cần thiết dùng bơm hút bớt nước sẽ không gây phá hoại tầng cát đệm).

Nhờ có các rãnh, giếng cát mà nước trong lầy thoát được ra theo cả hai hướng ngang và thẳng đứng, vì thế càng bố trí cự ly giữa các giếng nhỏ thì nước càng dễ thoát ra và càng có thể đắp nền với tốc độ nhanh.

Kinh nghiệm cho thấy dùng các biện pháp này có thể xây dựng các nền đắp trên đất yếu cao tới $8,0 \sim 10,0\text{m}$, miễn là không chế tốc độ đắp cẩn thận

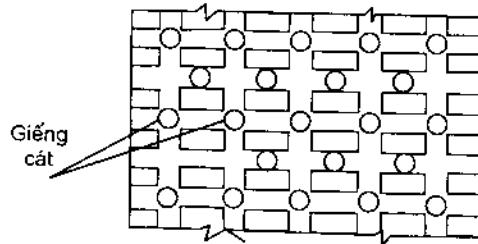
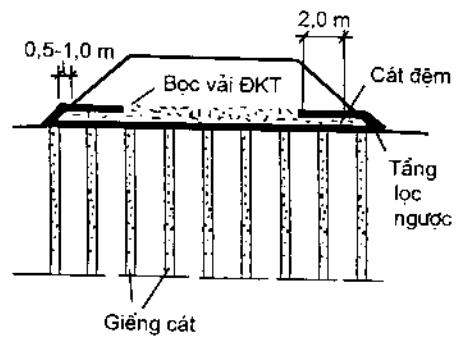
Giếng cát dùng đường kính $30\text{--}45\text{cm}$, cự ly giữa giếng khoảng $2\text{--}5,0\text{m}$ hay $8\text{--}10$ lần đường kính giếng. Đinh giếng cát phải có phủ lưới rãnh cát hay tầng đệm cát để nước thoát ngang ra ngoài phạm vi nền đắp. Rãnh cát thường lấy bê rộng bằng $60\text{--}80\text{cm}$ và dùng khi lớp lầy không dày hơn $6,0\text{m}$.

- Những năm gần đây người ta còn sử dụng **bắc thấm** làm phương tiện thoát nước cố kết theo phương thẳng đứng. Bắc thấm nặng $62\text{--}89\text{g/m}$ có cấu tạo gồm lõi dẫn nước và vỏ bọc lõi đều được làm bằng các chất pôliime (pôlipropilen, pôlieste, pôliamat, pôliêtilen..). Bắc thấm được cắm vào đất yếu bằng các thiết bị chuyên dùng và phải bảo đảm đạt được các yêu cầu về tính năng kỹ thuật dưới đây:

- Kích thước lỗ vỏ lọc của bắc:
(xác định theo tiêu chuẩn ASTM D4571) $O_{95} \leq 75\mu\text{m}$
- Hệ số thấm của vỏ lọc (ASTM D4491): $\geq 1.10^{-4} \text{ m/sec}$
- Khả năng thoát nước của bắc thấm với áp lực 350 kN/m^2 (ASTM D4716): $q_w \geq 60.10^{-6} \text{ m}^3/\text{sec}$
- Cường độ chịu kéo ở độ dãn dài dưới 10% (ASTM D4595) nhằm chống đứt khi thi công: $\geq 1,0 \text{ kN/bắc}$
- Bê rộng của bắc thấm (để phù hợp với thiết bị cắm bắc đã tiêu chuẩn hóa): $100 \text{ mm} \pm 0,05 \text{ mm}$

Để sử dụng các biện pháp thoát nước cố kết theo phương thẳng đứng (giếng cát, bắc thấm) một cách có hiệu quả thì khi thiết kế cần bảo đảm tại mỗi độ sâu trong vùng đất yếu chịu nén lún phải có điều kiện:

$$\sigma_{vz} + \sigma_z \geq 1,5 \sigma_{pz} \quad (8.11)$$



Hình 8-48. Nền đắp trên giếng cát.

trong đó: σ_{vz} – áp lực thẳng đứng do trọng lượng bảm thân các lớp đất yếu gây ra ở độ sâu z (MPa); σ_z – áp lực thẳng đứng do tải trọng đắp gây ra ở độ sâu z trong đất yếu kể từ đáy nền đắp (MPa); σ_{pz} – áp lực tiền cố kết vốn tồn tại ở độ sâu z trong đất yếu (MPa) xác định từ thí nghiệm nén cố kết với mẫu đất yếu ở độ sâu z.

Điều kiện (8.11) nhằm bảo đảm đủ áp lực để đẩy nước cố kết từ trong đất yếu thoát ra giếng cát hoặc bắc thấm lên tầng đệm cát và thoát ra ngoài.

Nếu điều kiện (8.11) không bảo đảm thì nên kết hợp với biện pháp gia tải trước (tăng tải trọng đắp tạm thời để thúc nhanh quá trình cố kết). Thông thường khi sử dụng giếng cát hoặc bắc thấm nên kết hợp với biện pháp gia tải trước với thời gian duy trì tải trọng đắp thêm ít nhất nên là 6 tháng.

Khi thiết kế dùng các biện pháp tăng nhanh độ cố kết nói trên thì cần thí nghiệm xác định quan hệ giữa sức chống cắt của đất yếu với độ cố kết của nó để phục vụ cho việc tính toán khống chế tốc độ đắp theo kết quả quan trắc sự di động ngang của hệ thống lưới cọc đóng hai bên nền đắp (thường dùng cọc vuông $10 \times 10 \times 100cm$ cách nhau $0,8m$ đóng thành hàng cách chân taluy nền đắp $2,0m, 7,0m, 17m\dots$). Nếu tốc độ lún tại đáy tim nền đắp không quá $10mm/ngày đêm$ và tốc độ di động ngang (do bằng máy kinh vĩ) khoảng $2 - 5,0 mm/ngày$ thì tốc độ đắp đất là vừa phải, nếu quá thì phải ngừng đắp, thậm chí phải dỡ tải khẩn cấp.

Bắc thấm cũng thường được bố trí so le kiểu hoa mai với cự ly không nên dưới $1,3m$ và không quá $2,2m$. Bắc thấm cắm gần quá sẽ gây xáo động đất yếu, làm tăng hệ số nén lún và thực tế cho thấy độ lún tổng cộng dưới tải trọng đắp như nhau sẽ lớn hơn khi không sử dụng bắc thấm. Đây là một nhược điểm cần chú ý khi sử dụng bắc thấm làm phương tiện thoát nước thẳng đứng.

e) Dùng các biện pháp gia cố bằng cốt tăng cường hoặc nén chặt nền đất yếu để tăng cường sức chống cắt của đất như:

– Xây dựng nền đắp trên đất yếu có đặt cốt ngang (cốt đáy) theo nguyên lý đất có cốt [có thể tham khảo ở Tiêu chuẩn BS 8006: 1995 “Đất và các vật liệu đắp khác có gia cường (có cốt) do GS Dương Học Hải và GS Vũ Công Ngữ dịch].

– Dùng cọc vôi: cọc vôi thường dùng đường kính $30 \sim 50cm$, khoảng cách giữa các cọc khoảng $2 \sim 3m$. Sau khi dùng ống thép khoan đến độ sâu thiết kế thì tiến hành nhồi vôi chưa tơi vào lỗ khoan thành từng lớp, mỗi lớp có chiều cao vào khoảng $1 \sim 1,5m$, dùng loại máy đầm có vật đầm hình nêm parabôn có trọng lượng chừng $350 \sim 450 kG$ đầm nén từng lớp vôi trong lỗ khoan. Sau khi đầm nén đường kính cọc vôi sẽ nở ra (tăng lên 20%) và đất xung quanh cọc được nén chặt lại.

Theo kết quả thực nghiệm, khi tác dụng với nước trong đất yếu vôi sẽ được tơi, do đó làm tăng thể tích cọc (có khi đường kính cọc tăng tới $60 \sim 80\%$) tạo nên tác dụng nén chặt đất xung quanh, đồng thời lại giải phóng một nhiệt lượng rất lớn ($280 kCal$ trên $1 kg CaO$), nhiệt độ của phản ứng thường vào khoảng $120 \sim 160^\circ C$. Dưới tác dụng của nhiệt độ cao, lượng nước trong đất bao hòa ở xung quanh cọc vôi sẽ bốc hơi và độ ẩm trong đất giảm

xuống, tạo điều kiện làm tăng quá trình nén chặt và do đó sức chịu tải của nền đất tăng lên một cách đáng kể. Ngoài ra, vôi còn có tác dụng gia cố hóa – lý đất ở vùng xung quanh cọc làm tăng cường độ nền đất.

Cần chú ý rằng, hiệu quả của cọc vôi phụ thuộc chủ yếu vào thành phần hóa học của vôi và trước tiên phụ thuộc vào hàm lượng MgO và CaO. Ví dụ, vôi dolomit khi tối thiểu tăng lên ít hơn so với vôi canxi.

Đứng về phương diện kinh tế, vôi là một loại vật liệu dễ khai thác và rẻ tiền, do đó việc ứng dụng cọc vôi đối với việc gia cố nền đất cũng có ý nghĩa thực tế.

g) *Dùng cầu để vượt qua bãi lầy* khi lớp đất lầy rất dày lại quá yếu, khi đáy lầy quá dốc, khi không có điều kiện lấy đất đắp nền đường, hoặc khi kết hợp vượt dòng nước chảy qua đầm lầy. Thiết kế cầu vượt đầm lầy cần chú ý vấn đề chọn vị trí xây dựng cầu và biện pháp giải quyết móng, mố trụ cầu. Đây là phương pháp tỏ ra có hiệu quả kinh tế – kỹ thuật khá đối với các đoạn đường vào cầu qua vùng đất yếu, nhất là đối với các đường cấp cao.

CHƯƠNG 9

THIẾT KẾ ĐƯỜNG CAO TỐC

9.1. CHỨC NĂNG, ĐẶC ĐIỂM, PHÂN LOẠI, PHÂN CẤP ĐƯỜNG CAO TỐC

1. Chức năng, đặc điểm và phạm vi sử dụng của đường cao tốc

Đường cao tốc là một loại đường ôtô có chức năng đặc biệt và được các nước gọi bằng các thuật ngữ khác nhau nhưng thường đều hàm ý là “đường dành riêng cho xe có động cơ” hoặc “đường chuyên dùng cho ôtô”. Ở Anh gọi là motorway; Pháp gọi là autoroute; Đức là autobahn; Ý là autostrata; Nga là автомагистраль ; Thụy Điển và một số nước khác: expressway.

Ở Mỹ trước gọi là superhighway; từ năm 1968 thống nhất gọi là expressway (với các đường cao tốc chỉ một số chỗ có khống chế lối ra vào đường) và freeway (với các đường cao tốc toàn bộ các chỗ ra vào đều được khống chế bằng các nút giao khác mức).

Ở Nhật Bản, lúc đầu gọi là “tự động xa đao” còn từ những năm 1950 cũng gọi là đường cao tốc.

Chức năng quan trọng của đường cao tốc là bảo đảm cho ôtô, với lưu lượng lớn, lưu thông liên tục (dòng ôtô ít bị cản trở nhất ở các chỗ ra vào đường và ở bất cứ vị trí nào trên đường), an toàn, nhanh chóng và êm thuận. Do vậy, ý tưởng thiết kế đường cao tốc về mặt tổ chức giao thông là giảm đến mức tối thiểu các giao cắt, các dòng xe đối đầu, các cản trở giữa xe chạy chậm với xe chạy nhanh, và cản trở của dòng xe từ hai phía ra vào đường; đồng thời tạo mọi tiên nghi tối đa cho xe có thể phát huy tốc độ gần đến mức tốc độ tính toán thiết kế (hệ số tốc độ hành trình trung bình đạt cao). Để bảo đảm chức năng như vậy, so với đường ôtô thông thường, đường cao tốc có các đặc điểm sau:

- Không cho phép các phương tiện xe đạp, xe súc vật, người đi bộ lưu thông trên đường cao tốc; xe máy có động cơ chỉ được phép lưu thông nếu có tốc độ lớn hơn 50 km/h (TCVN 5729 – 97 quy định cho xe máy loại có dung tích xilanh từ $70cm^3$ trở lên được lưu thông trên đường cao tốc);
- Bắt buộc phải có dải phân cách ở giữa để mỗi chiều xe chạy tối thiểu phải có 2 làn xe (do vậy đường cao tốc ít nhất phải có 4 làn xe chạy);

- Mỗi chiều đều có bố trí thêm một làn dừng xe khẩn cấp (không được dừng xe trên làn xe chạy chính và để các xe hỏng máy dừng sửa chữa);
- Áp dụng các tiêu chuẩn thiết kế cao hơn và dọc tuyến bố trí đầy đủ các loại trang thiết bị, các cơ sở phục vụ (khu vực nghỉ ngơi, ngắm cảnh; các trạm dịch vụ sửa chữa, xăng dầu...) nhằm bảo đảm giao thông liên tục, an toàn, tiện nghi tối đa cho người sử dụng đường;
- Hạn chế số các vị trí ra vào đường cao tốc (Tiêu chuẩn thiết kế đường cao tốc của nước ta, TCVN 5729 – 1997 quy định khoảng cách tối thiểu giữa các chỗ ra vào đường cao tốc là 4 km và nên bố trí khoảng cách này là 5 – 10km khi qua các vùng công nghiệp, đô thị; 15 – 25 km trong các trường hợp khác);
- Tuyến đường cao tốc buộc phải đi ngoài phạm vi quy hoạch đô thị (trừ trường hợp xây dựng tuyến đường trên cao và đường cao tốc đô thị);
- Tại các chỗ ra vào đường cao tốc (chỗ giao nhau với các tuyến giao thông khác có liên hệ ra vào đường cao tốc, tức là các chỗ giao nhau có liên thông) đều phải bố trí nút giao khác mức. Tuy nhiên, do việc xây dựng các nút giao khác mức liên thông rất tốn kém nên ở một số chỗ nút giao có lưu lượng xe chưa lớn trên đường cao tốc vẫn cho phép tồn tại nút giao cùng mức và đó là lý do phân biệt đường cao tốc loại A (Freeway) và đường cao tốc loại B (Expressway);
- Các chỗ giao nhau với các tuyến giao thông khác không có hoặc không được phép có liên hệ vào đường cao tốc (các chỗ giao nhau không liên thông, ví dụ giao với đường sắt, đường ống, đường dân sinh...) đều phải giải quyết bằng giao khác mức (vuốt lên hoặc chui xuống);
- Có xét đến việc bố trí các làn phụ leo dốc đối với xe chậm.

2. Ưu nhược điểm và phạm vi sử dụng đường cao tốc

a) Ưu điểm

Do những đặc điểm nói trên, xây dựng đường cao tốc sẽ mang lại các hiệu quả sau:

- Nâng cao được tính cơ động và mức độ giao thông thuận tiện (hoặc mức phục vụ) của ôtô với việc cải thiện được cả 3 chỉ tiêu nói ở điểm 2 mục 5.7 Chương 5; cụ thể là tốc độ hành trình của ôtô sẽ nâng cao (ở các nước Mỹ, Anh, Pháp tốc độ trung bình trên đường cao tốc quan trắc được từ 97 ~ 110 km/h); thời gian hành trình rút ngắn và đặc biệt là nâng cao được năng lực thông hành thực tế. Ở các nước không có xe đạp, năng lực thông hành thực tế trên đường ôtô 2 làn xe thường chỉ khoảng 5000 – 6000 xe/ngày đêm.2 làn, trong khi đường cao tốc (4 làn xe) đạt tới 34.000 – 50.000 xe/ngày đêm.4 làn. Như vậy, đường cao tốc sẽ góp phần giải quyết được nạn ùn tắc xe trong giờ cao điểm đối với ôtô.
- An toàn chạy xe cao : theo thống kê ở các nước tỷ lệ số vụ tai nạn trên đường cao tốc giảm chỉ bằng 1/3 số vụ trên đường ôtô thông thường và tỷ lệ người chết do tai nạn so với trên đường ôtô chỉ bằng 1/2.

– Chi phí vận doanh giảm : theo số liệu của Nhật, chi phí vận doanh trên đường cao tốc giảm 17% so với chi phí trên đường ôtô thông thường và nếu với lưu lượng 20000 xe/ngày đêm thì nhờ tiết kiệm chi phí vận doanh, chỉ 7 năm là thu hồi được vốn làm đường cao tốc. Đó là chưa kể tiết kiệm về rút ngắn thời gian hành trình chạy xe. Ở Đức thời gian này giảm 47% so với đường ôtô thông thường và nhiên liệu cũng tiết kiệm được 93% trên các hành trình quan trắc bằng 147 km;

– Bảo đảm được giao thông trong mọi điều kiện thời tiết thay đổi, cả ban ngày và ban đêm.

Chính vì những hiệu quả nói trên nên mạng lưới đường cao tốc ở các nước không ngừng phát triển đặc biệt là đối với *đường cao tốc đô thị* và *đường cao tốc liên hệ quốc tế*. Ở Châu Á, như Hàn Quốc mật độ đường cao tốc là khoảng $13 \text{ km}/1000 \text{ km}^2$, $35 \text{ km}/1 \text{ triệu dân}$ v.v... (con số này ở các nước Châu Âu là từ $10 \sim 45 \text{ km}/1000 \text{ km}^2$ và $50 \sim 130 \text{ km}/1 \text{ triệu dân}$, ở Mỹ là $9 \text{ km}/1000 \text{ km}^2$ và $380 \text{ km}/1 \text{ triệu dân}$).

b) *Nhược điểm*

Tuy nhiên, xây dựng đường cao tốc cũng có các tồn tại hạn chế đó là:

– Diện tích chiếm đất để làm đường lớn: Với đường 4 làn xe ít nhất là $30 \sim 35 \text{ m}$ rộng; 6 làn xe là $50 \sim 60 \text{ m}$ rộng và 8 làn xe ít nhất là $70 \sim 80 \text{ m}$ rộng; một nút giao khác mức để ra vào đường cao tốc phải chiếm tới $4 \sim 10 \text{ ha}$ đất. Ở nhiều nước giá đất dùng cho đường cao tốc chiếm tới $1/3$ và trên $1/3$ tổng chi phí đầu tư làm đường cao tốc. Những nước đất hẹp, người đông thì hậu quả mất đất canh tác phải được chú ý xem xét khi lập dự án làm đường cao tốc.

– Làm đường cao tốc đòi hỏi vốn đầu tư lớn: Giá thành xây dựng đường cao tốc thường đắt gấp 10 lần các đường ôtô thông thường. Ở Trung Quốc giá này vào khoảng 10 triệu nhân dân tệ cho 1 km (tức là $14 \sim 15$ tỷ đồng VN 1 km). Ở Việt Nam ta, ít nhất giá 1 km đường cao tốc 4 làn xe cũng phải tới 18 đến 20,0 tỷ đồng.

– Tính cơ động của một con đường càng cao thì tính phục vụ ra vào thuận tiện của nó càng giảm. Đây là một nguyên lý, một mâu thuẫn tồn tại mà những người làm đường luôn luôn nhớ nhở để có các biện pháp khắc phục. Do tính cơ động cao như trên đã nói nên đường cao tốc mang lại hiệu quả cao đối với vận chuyển ôtô đường dài, đi suốt nhưng lại gây ra tình trạng chia cắt dân cư hai bên đường, gây bất lợi cho giao thông địa phương và sự di lại phục vụ dân sinh qua đường (vì phải đi vòng xa để ra vào đường cao tốc hoặc đi qua đường cao tốc). Đây là một tồn tại đặc trưng, phổ biến gấp phải khi xây dựng và thiết kế đường cao tốc, đòi hỏi phải nghiên cứu biện pháp giải quyết sao cho bớt tổn kém và dân cư hai bên đường chấp nhận được.

c) *Phạm vi sử dụng đường cao tốc*

Do mặt ưu và mặt hạn chế nói ở trên, có thể thấy: đường cao tốc không thể thay thế hoặc gộp chung với các loại đường khác và cần phải xem xét đến việc thiết kế các đường cao tốc khi lưu lượng xe tính toán *mỗi chiều* từ $10000 \sim 15000 \text{ xe con quy đổi}/\text{ngày đêm}$ với đường

cao tốc loại A và từ 5000 - 10000 xe con quy đổi/ngày đêm với đường cao tốc loại B. (TCVN 5729 – 1997). Tuyến đường cao tốc phải tách riêng khỏi (hoặc đi cao hẵn phía trên) các tuyến đường phục vụ chung khác vì không cho phép xây dựng nhà cửa hai bên và không cho phép dân cư trực tiếp từ nhà hai bên đi lên đường cao tốc. (Đây là điểm khác biệt quan trọng giữa một đường cao tốc và một đường ôtô thông thường dù đó là một đường ôtô có cấp hạng cao nhất). Chính vì thế cũng không nên đặt vấn đề nâng cấp một tuyến đường ôtô thành đường cao tốc (vì đường ôtô hình thành nhiều năm đã trực tiếp phục vụ dân cư hai bên đường và trực tiếp thúc đẩy phát triển nhà cửa hai bên đường) để tránh tốn kém; trái lại, khi có nhu cầu thì nên thiết kế tuyến cao tốc tách khỏi các tuyến đường cũ (ví dụ dự án đường cao tốc thành phố Hồ Chí Minh đi Cần Thơ...). Thông thường các tuyến đường cao tốc tách riêng như vậy sẽ có tổ chức thu phí để bồi hoàn vốn (loại đường có thu phí) và người sử dụng có quyền lựa chọn giữa việc đi trên đường cao tốc mới làm phải trả phí với việc đi trên các đường sử dụng không phải trả phí nhưng chậm và hay bị ách tắc hơn. Cũng do đó, khi thiết kế đường cao tốc phải đặc biệt chú trọng việc phân tích hiệu quả kinh tế và tài chính của dự án như đã nói ở Chương 5.

3. Cấp hạng và các yêu cầu thiết kế đường cao tốc

a) Cấp hạng đường cao tốc

Theo TCVN 5729 – 97, đường cao tốc được phân thành 2 loại:

– Đường cao tốc loại A (Freeway): phải bố trí giao khác mức ở tất cả các chỗ ra vào đường cao tốc, ở mọi chỗ đường cao tốc giao với đường sắt, đường ống và các loại đường khác (kể cả đường dân sinh).

– Đường cao tốc loại B (Expressway): cho phép bố trí giao bằng ở một số chỗ nối trên (trừ chỗ giao với đường sắt, đường ống) nếu lượng giao thông cắt qua đường cao tốc nhỏ và vốn đầu tư bị hạn chế; tuy nhiên, tại các chỗ bố trí giao bằng phải thiết kế các biện pháp bảo đảm ưu tiên cho giao thông trên đường cao tốc và đảm bảo an toàn giao thông tại chỗ giao nhau.

Theo tốc độ tính toán, đường cao tốc được phân làm 4 cấp:

Cấp 60 có tốc độ tính toán là 60 km/h

Cấp 80 có tốc độ tính toán là 80 km/h

Cấp 100 có tốc độ tính toán là 100 km/h

Cấp 120 có tốc độ tính toán là 120 km/h

Đường cao tốc loại A chỉ được áp dụng các cấp 80, 100 và 120; trong đó cấp 80 chỉ áp dụng ở địa hình khó khăn (núi, đồi cao) và ở những vùng có hạn chế khác, cấp 100 áp dụng cho vùng đồi và cấp 120 cho vùng đồng bằng.

Đường cao tốc loại B chỉ được áp dụng các cấp 60, 80 và 100; trong đó cấp 60 chỉ áp dụng đối với địa hình khó khăn (núi hoặc đồi cao...), cấp 80 cho vùng đồi và cấp 100 cho vùng đồng bằng.

Mọi tiêu chuẩn và yêu cầu thiết kế đối với đường cao tốc loại A và loại B đều như nhau nếu chúng có cùng tốc độ tính toán (ngoại trừ yêu cầu khác nhau về bố trí chỗ giao nhau).

b) Các yêu cầu thiết kế đường cao tốc

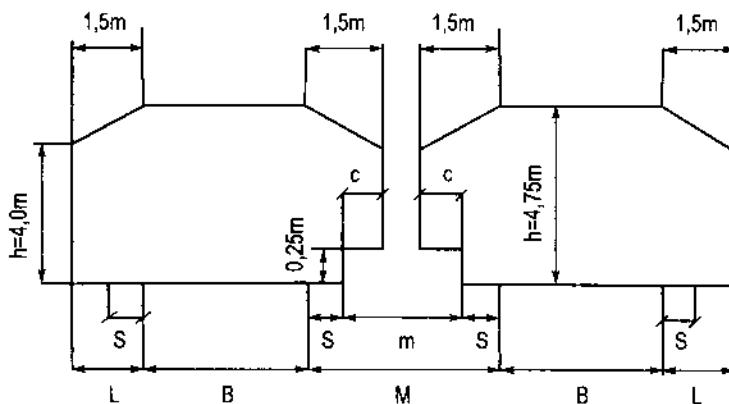
- Lưu lượng xe tính toán dùng để kiểm tra năng lực thông hành và số làn xe đường cao tốc được quy định là N_k và được xác định như sau:

$$N_k = K \cdot N_{tb, \text{nam}} (xe/h) \quad (9.1)$$

trong đó : N_k – lưu lượng xe giờ cao điểm thứ k ở năm tính toán (năm thứ 20) của mỗi chiều xe chạy; $k = 30 \sim 50$ giờ (xem mục 2.6 Chương 2), (nếu có N_k theo chuỗi số liệu thống kê thì không cần theo quan hệ (9.1)); $N_{tb, \text{nam}}$ – lưu lượng xe ngày đêm trung bình năm ở năm thứ 20 của mỗi chiều xe chạy ($xe/ngày đêm$); $K = 0,13 \div 0,15$ (áp dụng khi không có chuỗi số liệu quan trắc thống kê).

Việc kiểm tra năng lực thông hành và số làn xe cần thiết của đường cao tốc cũng được thực hiện như đối với đường ôtô thông thường, chỉ khác là phải kiểm tra riêng từng chiều xe chạy với việc chọn mức phục vụ, hệ số sử dụng năng lực thông hành Z và năng lực thông hành thực tế lớn nhất N_{\max} như đã nói ở mục 5.7 (theo TCVN 5729-1997 cho phép dùng $N_{\max} = 2000 \text{ xe}/h.làn$ với $Z = 0,55$ cho đường cao tốc vùng đồi và vùng đồng bằng, và $Z = 0,77$ cho vùng núi).

- Giới hạn tĩnh không phía trên đường cao tốc phải bảo đảm như ở hình 9-1.



Hình 9-1

Giải thích các ký hiệu trên hình 9-1 : m – bê rộng dài phân cách; M – bê rộng dài giữa; S – bê rộng dài an toàn; B – bê rộng phân xe chạy (mặt đường); L – bê rộng lề cứng (không kể phân lề trồng cỏ).

Các trị số m, M, S, B, L được xác định theo tiêu chuẩn thiết kế tùy theo cấp đường cao tốc và kiểu cấu tạo dài phân cách (xem Bảng 9 - 1, tùy thuộc cấp đường cao tốc và cấu tạo dài phân cách).

Trị số c được quy định bằng $0,3m$ với cấp 120; bằng $0,25m$ với cấp 100, 80 và 60.

Chiều cao giới hạn tĩnh không $H = 4,75 \text{ m}$ là kể từ điểm cao nhất trên bê mặt phân xe chạy B; còn chiều cao $h = 4,0m$ kể từ điểm mép ngoài của lề.

Bảng 9-1

Bề rộng tiêu chuẩn các yếu tố mặt cắt ngang trên đường cao tốc
 (trường hợp mỗi chiều xe chạy có hai làn xe)

Đơn vị tính bằng mét

Cấu tạo dài phân cách	Cấp đường ôtô cao tốc	Lề		Mặt đường	Đài giữa			Mặt đường	Lề		Nền đường
		Trồng cỏ	Dài an toàn		Dài an toàn	Dài phân cách	Dài an toàn		Dài an toàn	Trồng cỏ	
1) Có lớp phủ, không bố trí trụ công trình	60	0,75	2,5	7,0	0,50	0,5	0,50	7,0	2,5	0,75	22,0
	80	0,75	2,5	7,5	0,50	0,5	0,50	7,5	2,5	0,75	23,0
	100	0,75	3,0	7,5	0,75	0,5	0,75	7,5	3,0	0,75	24,5
	120	1,00	3,0	7,5	0,75	1,0	0,75	7,5	3,0	1,00	25,5
2) Có lớp phủ, có bố trí trụ công trình	60	0,75	2,5	7,0	0,50	1,5	0,50	7,0	2,5	0,75	23,0
	80	0,75	2,5	7,5	0,50	1,5	0,50	7,5	2,5	0,75	24,0
	100	0,75	3,0	7,5	0,75	1,5	0,75	7,5	3,0	0,75	25,5
	120	1,00	3,0	7,5	0,75	1,5	0,75	7,5	3,0	1,00	26,0
3) Không có lớp phủ	60	0,75	2,5	7,0	0,50	3,0	0,50	7,0	2,5	0,75	24,5
	80	0,75	2,5	7,5	0,50	3,0	0,50	7,5	2,5	0,75	25,5
	100	0,75	3,0	7,5	0,75	3,0	0,75	7,5	3,0	0,75	27,0
	120	1,00	3,0	7,5	0,75	3,0	0,75	7,5	3,0	1,00	27,5

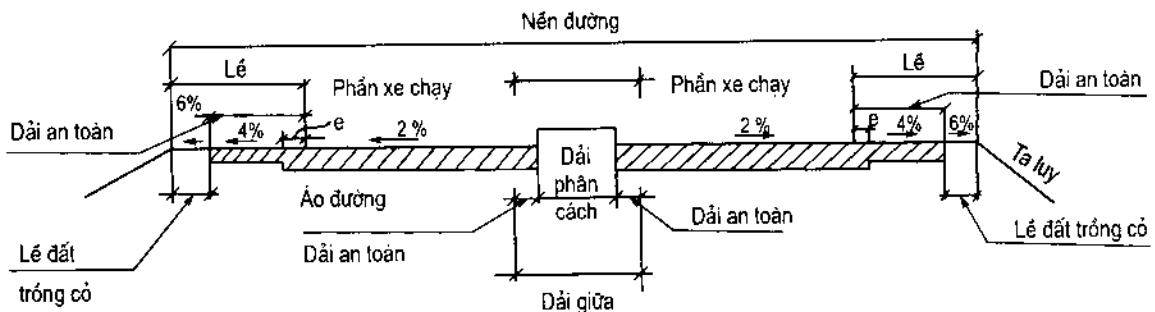
Ghi chú :

- 1) Các cột được bố trí tương ứng với bố trí các yếu tố trên mặt cắt ngang từ trái sang phải cho trường hợp hai phần xe chạy đặt trên cùng một nền đường. Nếu địa hình khó khăn, có thể bố trí phần xe chạy theo mỗi chiều trên nền riêng, lúc đó bề rộng nền đường sẽ gồm bề rộng mặt đường cho một chiều và bề rộng 2 lề bên (đối với lề phía phải, bề rộng lề giữ nguyên như ở bảng 9 – 1, còn đối với lề phía trái, dài an toàn được giảm còn 1,25m cho cấp 120, còn 1,0m cho cấp 100 và 0,75m cho cấp 80, cấp 60).
- 2) Trường hợp mỗi chiều xe chạy có ba làn xe thì bề rộng mặt đường cho mỗi chiều phải cộng thêm 3,50m (cấp 60) hoặc phải cộng thêm 3,75m (cấp 80, 100, 120) và bề rộng nền đường phải cộng thêm 7,0m (cấp 60) hoặc phải cộng thêm 7,5m (cấp 80, 100, 120).
- 3) Trong mọi trường hợp bề rộng dài phân cách được xem là tối thiểu.

- **Tầm nhìn.** Do chỉ có xe chạy một chiều nên trên đường cao tốc chỉ cần bảo đảm tầm nhìn một chiều (tầm nhìn dừng xe) như quy định ở Bảng 9 – 4. Riêng ở mỗi đoạn trước các chỗ tách dòng (ra khỏi đường cao tốc) thì phải bảo đảm tầm nhìn bằng 1,25 tầm nhìn dừng xe. Ở gần các chỗ giao nhau, các trạm phục vụ và các trạm thu phí nên bảo đảm tầm nhìn tối thiểu là 200, 270, 350, 400m tương ứng với đường cao tốc các cấp 60, 80, 100 và 120.

9.2. BỐ TRÍ VÀ THIẾT KẾ CÁC YẾU TỐ MẶT CẮT NGANG ĐƯỜNG CAO TỐC

Để bảo đảm các chức năng và yêu cầu đối với đường cao tốc nói ở mục 9.1, cấu tạo chung của mặt cắt ngang đường cao tốc luôn bao gồm các yếu tố như ở hình 9-2



Hình 9-2. Các yếu tố trên mặt cắt ngang đường cao tốc

Theo TCVN 5792 – 1997, bê rộng tiêu chuẩn các yếu tố trên mặt cắt ngang cho trường hợp mỗi chiều xe chạy gồm 2 làn xe của các cấp đường cao tốc được cho ở Bảng 9-1. Bố trí mặt cắt ngang đường cao tốc ở một số nước có thể tham khảo ở hình 9-3.

1. Phản xe chạy

Phản xe chạy mỗi chiều có thể là 2, 3, 4 làn tùy theo lưu lượng xe tính toán (được xác định như đã nói ở điểm 3 mục 9.1). Ngoài ra riêng với trường hợp phản xe chạy có 2 làn xe mỗi chiều thì có thể bố trí thêm làn xe phụ leo dốc rộng 3,5m (vùng núi khó khăn có thể giảm xuống 3,20m) trong các trường hợp sau:

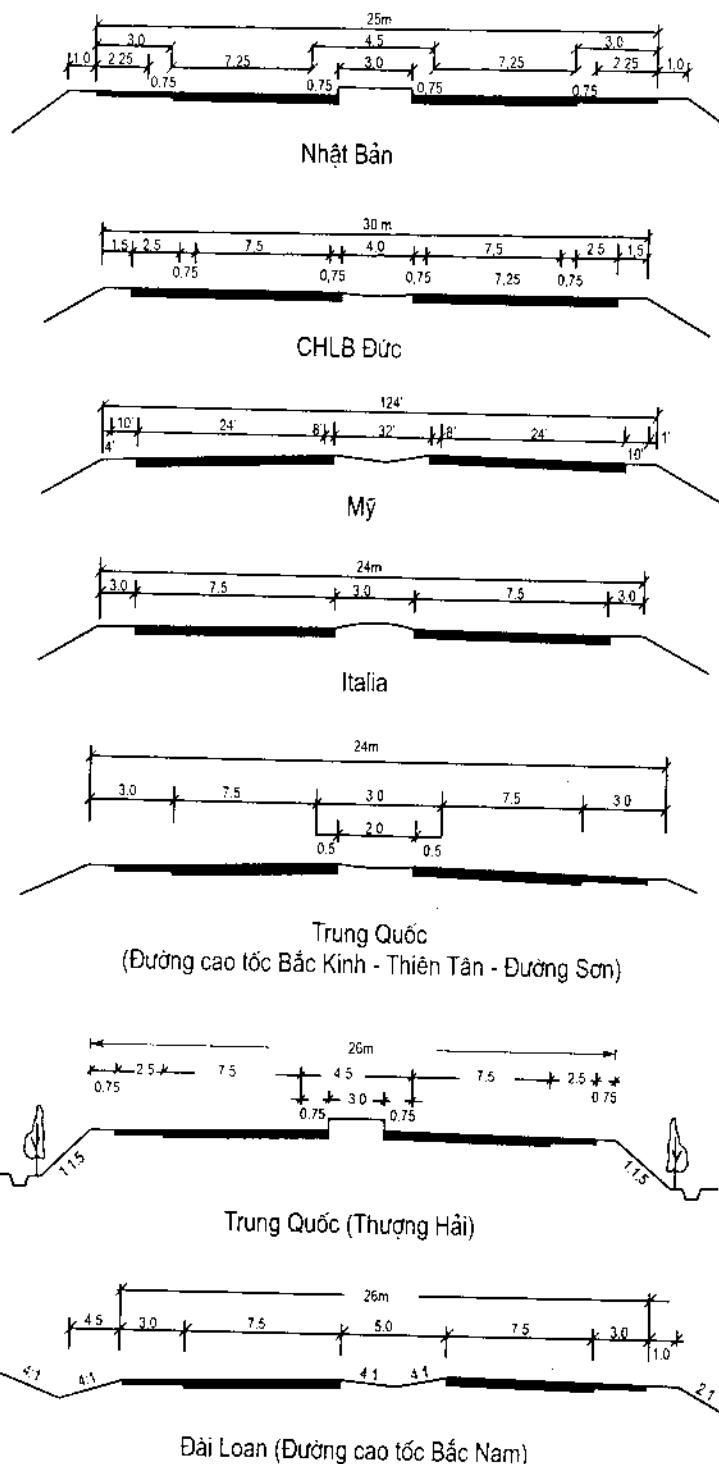
- Đoạn có độ dốc dọc từ 3% trở lên dài hơn 800m đối với đường cao tốc cấp 100 và 120.
- Đoạn dốc có tốc độ chạy xe của xe tải dưới trị số cho phép của Bảng 9-2 đồng thời có tổng lưu lượng xe tính toán của chiều lên dốc (2 làn xe) vượt quá năng lực thông hành thiết kế nói ở điểm 3 mục 9.1 (Với N_{ttmax} phải xác định tương ứng với độ dốc cụ thể của đoạn dốc thiết kế; trong tính toán sơ bộ có thể dùng trị số N_{ttmax} cho các đoạn lên dốc bình quân là 1600 xe/giờ.làn).

Bảng 9 – 2

Tốc độ thấp nhất cho phép khi xe tải leo dốc trên đường cao tốc

Cấp đường cao tốc	120	100	80	60
Tốc độ thấp nhất cho phép của xe tải khi leo dốc (km/h)	60	55	50	40

- Ở các đoạn dốc có tốc độ xe leo dốc thấp hơn trị số cho phép ở Bảng 9-2 và dốc dài trên 1000m, tốc độ xe tải leo dốc phải được tính toán tùy thuộc loại xe tải, độ dốc và chiều dài dốc;



Hình 9 – 3. Mẫu cắt ngang tiêu chuẩn đường cao tốc ở một số nước ($1' = 0,305m$)

– Không xét đến việc làm lùn xe phụ leo dốc đối với các đường cao tốc có sáu làn xe trở lên (mỗi chiều ba làn xe trở lên) và các đoạn đường cao tốc bốn làn nhưng qua cầu lớn, cầu cao, hầm, nền đào sâu...

Tại các đoạn có bố trí làn xe phụ leo dốc thì dài an toàn trên hình 9–2 được thu hẹp lại chỉ còn $0,5m$.

Ở các đoạn có chô ra vào đường cao tốc, tức là các đoạn có bố trí làn chuyển tốc, thì phần xe chạy cũng được mở rộng thêm làn chuyển tốc rộng $3,5m$ và tại đó dài an toàn cũng được thu hẹp còn $0,5m$. Kết cấu áo đường trong phạm vi phần xe chạy phải có độ bền vững và tin cậy cao để giảm công việc sửa chữa trên đường cao tốc trong điều kiện xe chạy tấp nập, đồng thời phải bảo đảm có độ nhám đáp ứng tốc độ xe chạy cao. Thường kết cấu này được mở rộng thêm về mỗi phía hai bên phần xe chạy ít nhất là một dài rộng $e = 0,25m$ (Hình 9–2) nằm trong phạm vi các dài an toàn.

2. Dài giữa

Dài giữa gồm có *dải phân cách* và hai *dải an toàn* hai bên. Chức năng chính của dải phân cách là tách riêng hai chiều xe chạy, phòng ngừa xe ngược chiều đâm nhau trong điều kiện chạy xe với tốc độ cao. Ngoài ra, bố trí dải phân cách còn để giảm lóa mắt hoặc đặt các tấm chắn chống lóa mắt do đèn pha xe ngược chiều về ban đêm; để làm rõ mép trong phần xe chạy nhằm tạo tác dụng dẫn hướng cho lái xe; để ngăn ngừa không cho xe vòng quay đầu đổi chiều xe chạy một cách tùy tiện; đồng thời dải phân cách còn là chô để bố trí trụ các công trình vượt qua đường, các chân pooc-tích tín hiệu, các đường hào thoát nước, các thiết bị phòng hộ, các trang thiết bị chiếu sáng và báo hiệu hoặc để bố trí cây xanh.

Dải an toàn nằm trong phạm vi dài giữa có tác dụng dẫn hướng và tác dụng khắc phục “hiện tượng via” bảo đảm an toàn cho xe chạy (không cho xe chạy sát vào mép dải phân cách). Do vậy, trên mặt dải an toàn phải vạch vệt sơn liên rộng $20cm$ sát mép phần xe chạy với màu sơn khác với màu mặt đường.

Dải phân cách có thể được thiết kế kiểu lõi, lõm hoặc bằng so với mép phần xe chạy như thấy trên hình 9 – 3 và hình 9 – 4.

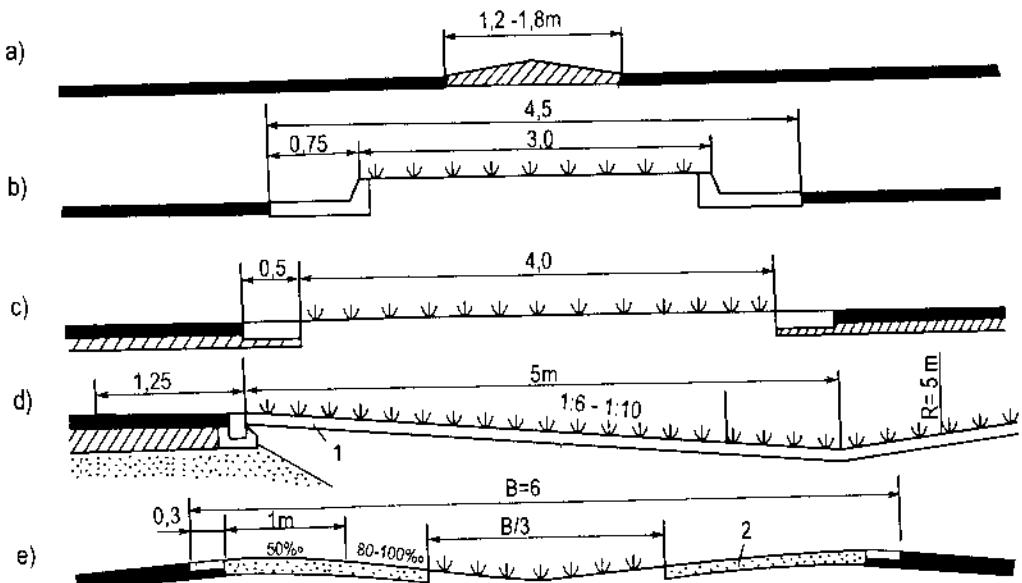
Kiểu lõm hoặc bằng thích hợp với đường cao tốc ở các đoạn ngoài đô thị. Kiểu này có ưu điểm là tiện bố trí thoát nước, tăng được bề rộng dư có lợi; tuy nhiên, nên có biện pháp tăng tính dẫn hướng (làm rõ mép phần xe chạy và dải an toàn) để tránh cho lái xe vô ý chạy vào phạm vi dài giữa, nhất là trong điều kiện ban đêm hoặc thời tiết xấu (sương mù...).

Kiểu bằng thường thích hợp với trường hợp dải phân cách hẹp có bọc lát kín.

Kiểu lõi thường được sử dụng cho đường cao tốc các đoạn qua đô thị (kể cả các điểm dân cư nhỏ) vì phần biệt rõ mép phần xe chạy, tính dẫn hướng tốt và cần được xe rẽ ngang, quay đầu. Nhưng loại này lại có nhược điểm về bố trí thoát nước và không tận dụng được phần bề rộng dư ngang; đặc biệt là khi trời mưa, nước sẽ thoát chậm hơn, dẫn tới giảm hệ số bám, giảm mức độ an toàn trên đường cao tốc. Điều kiện thoát nước mặt đường trong trường hợp này càng bất lợi đối với các đoạn đường cong có siêu cao dốc cả về một phía.

Trường hợp bố trí dải phân cách kiểu lõi thì nên thiết kế đá vỉa cao $12 \sim 15$ cm (Mỹ quy định cao 6 in) và đá vỉa nên có dạng dốc về phía phần xe chạy (Hình 9 – 4b), góc gợt tròn

để tạo tác dụng nối tiếp tốt. Vật liệu tạo đá via là bêtông ximăng; ở Nhật và Mỹ lại hay dùng bêtông nhựa tạo via.



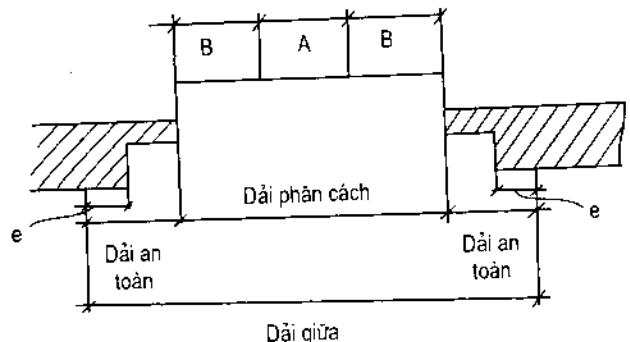
Hình 9 - 4. Các kiểu cầu tạo dài phân cách

a) Kiểu lối bằng khói bêtông đúc sẵn (có bọc lát); b) Kiểu lối bằng đá via đúc liên với dải an toàn bằng bêtông ximăng (Nhật); c) Kiểu bằng (CHLB Đức); d) Kiểu lõm (Nga); e) Kiểu lõm (Pháp).

Để đáp ứng các yêu cầu về chức năng như đã nói ở trên, dải giữa nên được bố trí chia làm 3 phần như ở hình 9 - 5.

Phạm vi A của dải phân cách dùng để bố trí các công trình, trang thiết bị *nối* hoặc trồng cây xanh... như trụ cầu, chân khung poóc-tích, tường hộ lan cứng, lan can chống trượt, các tấm chắn pha đèn v.v... Phạm vi B mỗi bên chỉ nên bố trí các công trình *ngầm* như đường dây điện, dây thông tin, các rãnh có nắp, đường ống, hào thoát nước mặt hoặc thoát nước ngầm, để phía trên trồng nhầm tạo lối đi lại và tạo điều kiện bảo đảm tầm nhìn trên các đoạn đường cong.

Nếu có trồng cây thì phạm vi A tối thiểu nên bằng 80 cm, nếu có bố trí hào thoát nước ngầm thì phạm vi B nên tối thiểu bằng 100 cm và như vậy dải phân cách tối thiểu nên



Hình 9 - 5. Bố trí sử dụng dải giữa

bằng 3,0m. (Chú ý rằng những phân tích này thích hợp với cả trường hợp dài phân cách có dạng lõm).

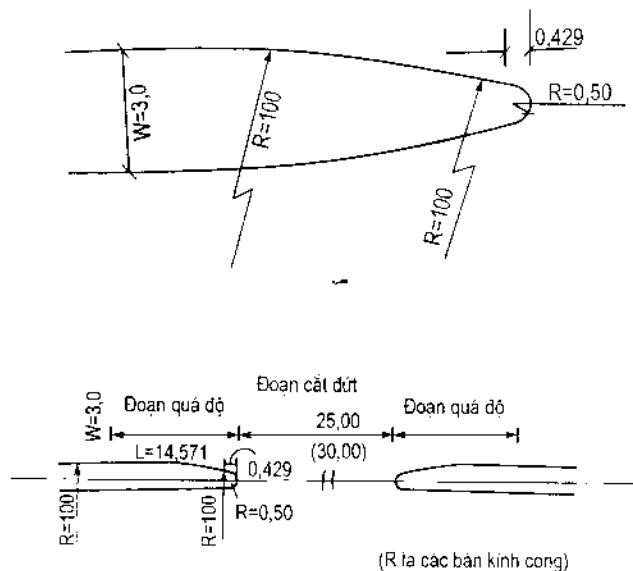
Ở nhiều nước điều kiện đất đai cho phép người ta bố trí bề rộng dài phân cách đối rộng để dự trữ đất mở rộng phần xe chạy, đồng thời nhờ vậy lại không cần phải bố trí lan can phòng hộ và thiết bị chống lóa mắt như đối với trường hợp bố trí dài phân cách hẹp. Theo kinh nghiệm của Mỹ, chỉ với bề rộng dài giữa (gồm cả 2 dài an toàn) tối thiểu bằng 40 ft (12,2m) thì mới thật sự có tác dụng tách riêng hai chiều dòng xe, thật sự giảm được ảnh hưởng của áp lực sóng không khí và tiếng ồn do xe chạy gây ra giữa 2 chiều, thật sự giảm được ảnh hưởng gây lóa mắt do pha đèn xe chạy ngược chiều. Ngoài ra, nếu muốn tạo cảnh quan đẹp thì dài giữa nên rộng 60 ft trở lên. Tuy nhiên, ở Anh, Pháp, Nhật... điều kiện đất đai hạn chế thì thường thiết kế dài phân cách hẹp.

Trên dài phân cách, cứ khoảng 2 – 4 km và ở trước các công trình lớn (cầu, hầm) phải bố trí một đoạn trống (không làm dài phân cách mà làm mặt đường) để phục vụ các phương tiện xe, máy duy tu, bảo dưỡng đường và các loại xe cộ khi cần có thể quay đầu đổi chiều xe chạy. (Bình thường có thể đóng lại không cho xe qua để bảo đảm yêu cầu của đường cao tốc). Các chỗ cắt đứt, để trống dài phân cách này phải chọn tại những đoạn đường thẳng hoặc đường cong có đủ tầm nhìn, có bán kính tối thiểu bằng 600m và ở trước hoặc sau những chỗ có bố trí công trình trên dài phân cách với cấu tạo mặt bằng như trên hình 9 – 6.

Việc thiết kế thoát nước cho dài phân cách cũng phải được chú trọng (nhất là đối với các đoạn đường nằm trên đường cong có siêu cao dốc cả 2 phần đường về một phía) nhằm đạt được các mục tiêu sau đây:

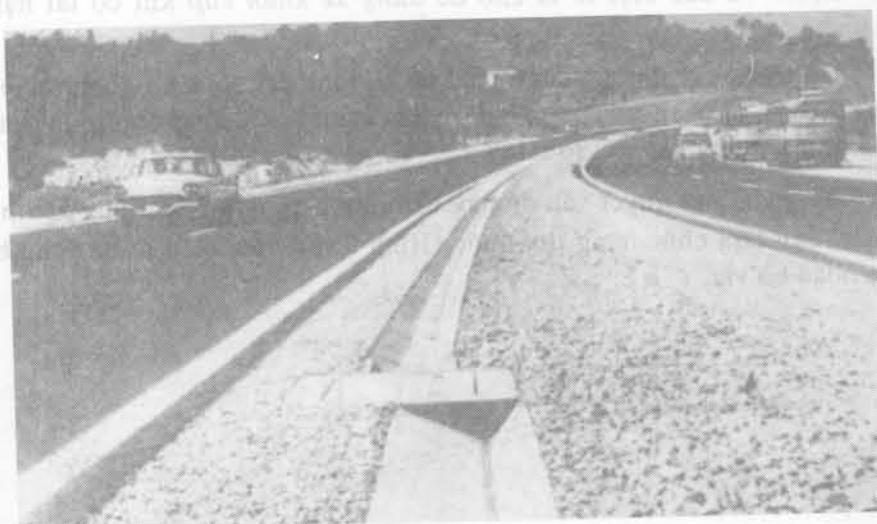
- Không để nước trong phạm vi dài phân cách chảy ra phần xe chạy (trừ trường hợp dài phân cách hẹp và có bọc lát). Muốn vậy trong phạm vi B (Hình 9 – 5) của dài phân cách thường bố trí các rãnh hở hình lòng máng nông hoặc hình tam giác nông bằng đá xây hoặc bêtông đúc sẵn (Hình 9 – 7) hay các rãnh chữ nhật có nắp lưới (canivô). Trong phạm vi dài giữa, tạo dốc ngang để nước thu vào các rãnh này và dẫn chảy dọc đến các hố tụ rồi từ các hố tụ theo đường cống ngang thoát ra ngoài phạm vi nền đường.

Trong trường hợp này, ở Nhật thường dùng các đường ống tròn $\phi 300 \div 400\text{mm}$ có khe hở trên đỉnh ống 60mm; ống được đặt trong một đường hào rộng $550 \div 700\text{mm}$ và sâu $550 \div 675\text{mm}$, trên mặt hào lát dốc về khe hở đỉnh cống để thu nước.



Hình 9 – 6. Cấu tạo mặt bằng đoạn cắt đứt dài phân cách (đơn vị trên hình tính bằng mét).

Đối với các dải phân cách dạng lõm thì rãnh hở có thể không bọc lát (rãnh đất trống cỏ) và có thể cấu tạo dốc mái 1:4 và gợn đáy tròn.



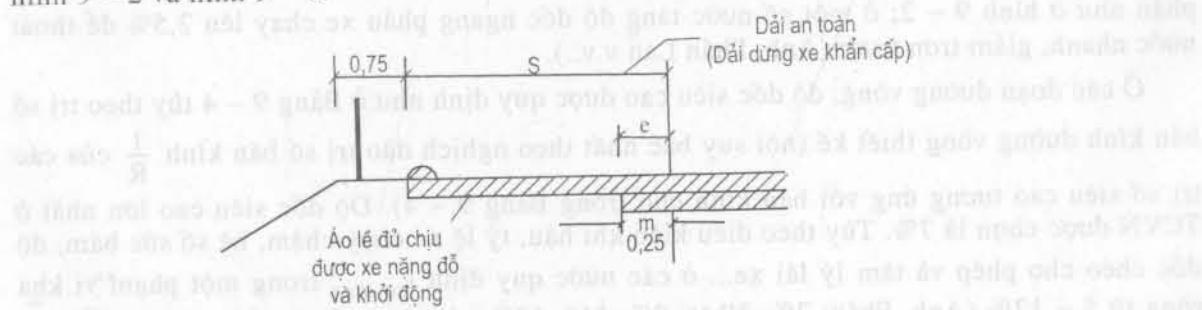
Hình 9-7. Cấu tạo rãnh hở có bọc lát để thoát nước ở dải phân cách đường cao tốc trên đoạn đường cong (Pháp)

– Đối với các dải phân cách không bọc lát trên mặt thì còn phải có biện pháp thiết kế để nước mưa không thấm xuống sâu vào nền đường nói chung và lan truyền vào vùng nền dưới phần xe chạy nói riêng.

Để đạt yêu cầu này thường phải bố trí các rãnh ngầm ở sâu ngay trong phạm vi dải phân cách. Rãnh ngầm xếp đá, có hoặc không có ống, có thể bọc xung quanh bằng vải địa – kỹ thuật nước từ rãnh thấm chảy đến hố tụ và từ đó cũng được dẫn qua ống ngang thoát ra ngoài phạm vi nền đường. Để rãnh làm việc có hiệu quả, cần phải làm các lớp cách nước (bằng đất trộn nhựa đầm nén chặt...) tại ranh giới vùng cản ngăn nước thấm vào và tại vùng phía đáy dưới rãnh ngầm; xung quanh và trên rãnh ngầm phải đắp sỏi, cuội, cát...

3. Cấu tạo phân lề đường

Lề đường gồm phần áo lề (dải an toàn) và phần lề đất (có hoặc không trống cỏ) như ở hình 9-2 và hình 9-8.

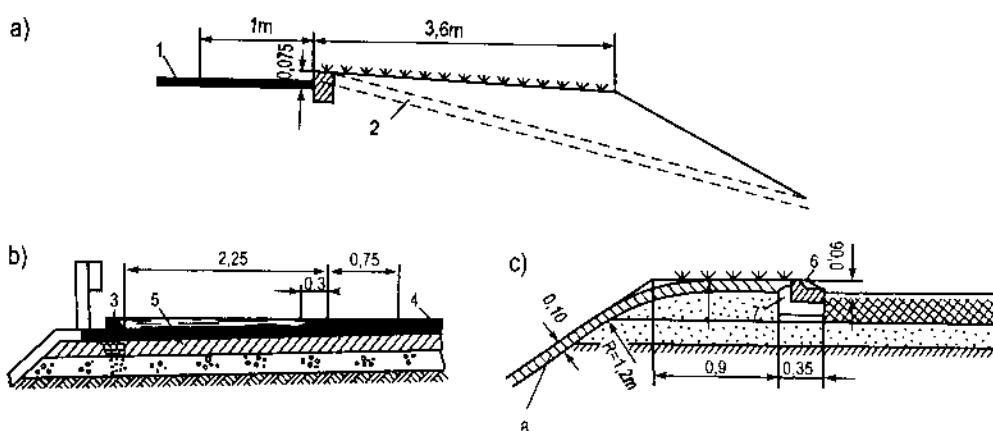


Hình 9-8. Cấu tạo của phân lề đường (bề rộng dải an toàn phia lề như ở Bảng 9-1).

Lề có chức năng bảo vệ cho mép phần xe chạy; tạo tác dụng dẫn hướng và an toàn ở mép phía phải phần xe chạy (cấu tạo giống như dải mép phần xe chạy phía trái nói ở trên); tăng tầm nhìn cho các đoạn nền đào trên đường cong; bố trí lan can phòng hộ và các trang thiết bị báo hiệu... và đặc biệt lề là chỗ để dừng xe khẩn cấp khi có tai nạn hoặc sự cố giao thông.

Trên lề phân trồng cỏ thường cũng phải bố trí rãnh chắn nước nhỏ với nắp có khe thoát để thu toàn bộ nước từ phần xe chạy và dài phân cách lối, không cho lượng nước này chảy trực tiếp xuống mái taluy gây xói lở taluy.

Ở một số nước đã giải quyết vấn đề này bằng cách sử dụng dải dừng xe khẩn cấp (phần có áo lề) thay rãnh làm chức năng thu nước (Hình 9 – 9) với biện pháp dùng bờ chắn bằng bêtông nhựa hoặc bờ vỉa.



Hình 9 – 9. Cấu tạo chắn nước ở lề đường

a) Dùng ở Anh; b) Dùng ở Nhật; c) Dùng ở Hungari

1. vách sơn dài mép; 2. ống thoát nước; 3. bờ chắn bằng bêtông nhựa; 4. bêtông nhựa;
5. móng áo đường; 6. bờ vỉa; 7. móng vỉa; 8. vảng cõi.

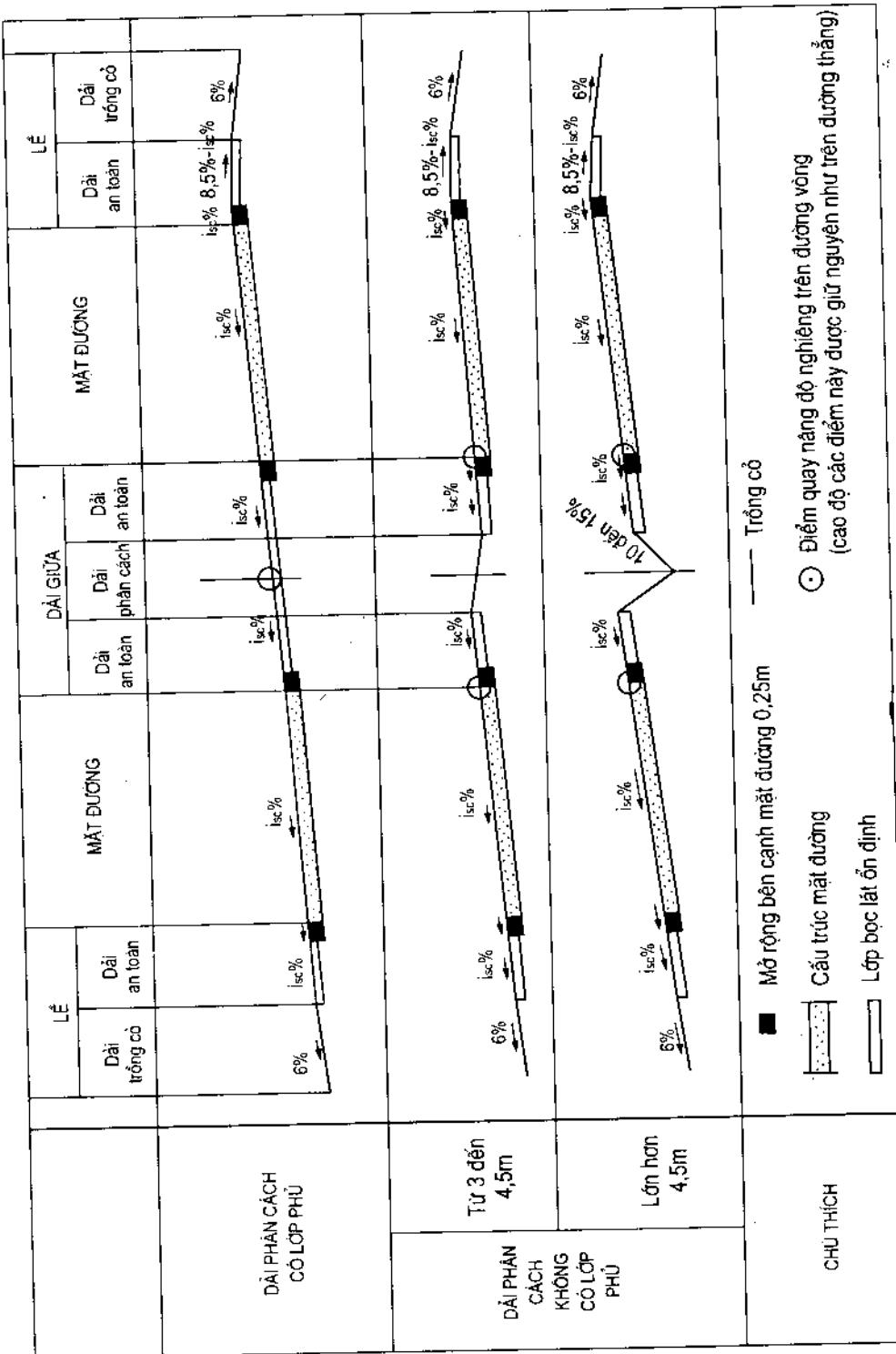
Đương nhiên, nước thu vào các rãnh chắn hoặc tạm thời đọng trên dải dừng xe sẽ được dẫn chảy dọc đến các cửa thoát theo dốc nước kiên cố xây trên mái taluy để thoát ra khỏi phạm vi nền đường.

Cấu tạo mép lề đường cao tốc thường được gọt tròn với bán kính như trên hình 9 – 9c.

4. Cấu tạo độ dốc ngang và độ dốc siêu cao

Trên các đoạn đường thẳng, theo TCVN 5729 – 1997 cấu tạo độ dốc ngang của các bộ phận như ở hình 9 – 2; ở một số nước tăng độ dốc ngang phần xe chạy lên 2,5% để thoát nước nhanh, giảm trơn trượt (Anh, Phần Lan v.v..).

Ở các đoạn đường vòng, độ dốc siêu cao được quy định như ở Bảng 9 – 4 tùy theo trị số bán kính đường vòng thiết kế (nội suy bậc nhất theo nghịch đảo trị số bán kính $\frac{1}{R}$ của các trị số siêu cao tương ứng với bán kính cho trong Bảng 9 – 4). Độ dốc siêu cao lớn nhất ở TCVN được chọn là 7%. Tùy theo điều kiện khí hậu, tỷ lệ xe chạy chậm, hệ số sức bám, độ dốc chéo cho phép và tâm lý lái xe... ở các nước quy định $i_{sc\ max}$ trong một phạm vi khá rộng từ 5 ~ 12% (Anh, Pháp: 7%; Nhật: 8%; Mỹ: 12% với vùng không đóng băng; Ý: 6%; Trung Quốc: 10% với vùng không đóng băng...).



Hình 9 – Iθ. Cấu tạo nâng siêu cao trên các đoạn đường vòng (theo TCVN 5927 – 1997).
 i_{sc} là độ dốc siêu cao (xác định theo Bảng 9 – 4)

Trên hình 9 – 10 là quy định về độ dốc ngang và cách thiết kế nâng siêu cao trên mặt cắt ngang ở các đoạn đường vòng ở TCVN 5729 – 1997. Theo cách này, trường hợp dài phân cách có lớp phủ áp dụng cách nâng siêu cao quay theo trục tim đường và các trường hợp dài phân cách không có lớp phủ áp dụng cách nâng siêu cao quay tại các điểm mép trong của 2 phần xe chạy. Cách này có ưu điểm là tạo được độ đều đặn về thị giác khi nhìn từ xa. Ngoài ra ở các nước còn áp dụng các phương pháp nâng siêu cao khác:

– Các điểm quay giữ ở tim mỗi phần xe chạy; theo cách này mức độ nâng hoặc hạ mép đường Δh sẽ nhỏ nhất so với mép nền trên đoạn đường thẳng, do đó áp dụng thuận lợi đối với trường hợp tuyến uốn lượn gồm nhiều đường cong ngược chiều liên tiếp.

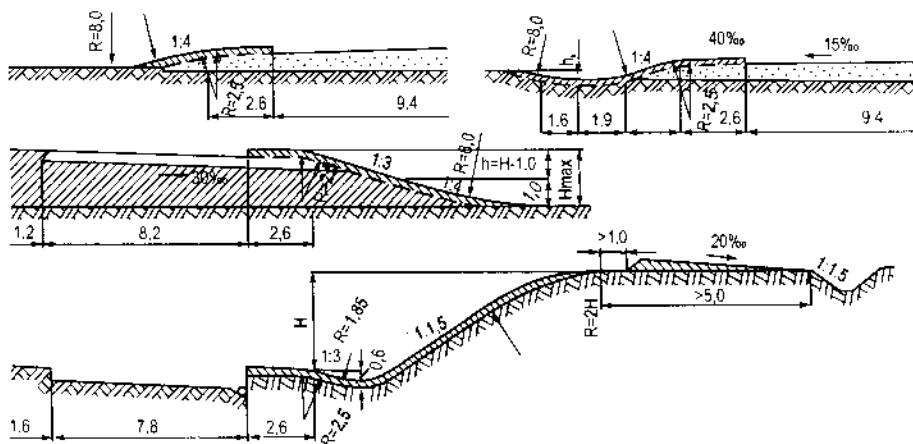
– Điểm quay ở chiều đi (bên phải) chọn tại mép ngoài phần xe chạy, còn điểm quay ở chiều về (bên trái) chọn tại mép trong phần xe chạy; theo cách này, mép nền ở phần đường chiều về được nâng cao nhiều hơn, còn ở chiều đi được hạ thấp ít hơn, do vậy nên áp dụng ở các đoạn cần khống chế cao độ đắp. Ngược lại, cũng có thể chọn điểm quay chiều đi ở mép ngoài phần xe chạy và chiều về ở mép trong phần xe chạy; cách này nên áp dụng ở các đoạn đã đắp cao hơn so với cao độ đắp tối thiểu.

– Chỉ chọn 1 điểm quay duy nhất ở mép nền đường bụng đường vòng; theo cách này cả hai phần xe chạy đều được nâng lên và mép nền phía lưng đường vòng được nâng cao đáng kể, do vậy nên được áp dụng ở các đoạn đường đào để giảm khối lượng đào.

5. Cấu tạo nền mặt đường và bố trí thoát nước nền đường đường cao tốc

a) Cấu tạo taluy

Đối với nền đường đường cao tốc, ở các nước đều thường thiết kế taluy có độ dốc thoái hơn; các rãnh biên rộng, nông, đáy gợt tròn và các chỗ thay đổi mái dốc cũng được gợt tròn như ở hình 9 – 11 dưới đây.



Hình 9 – 11. Cấu tạo hình dạng nền đường đường cao tốc

Cấu tạo như vậy là để nhằm đạt các mục tiêu sau:

- Tăng ổn định mái dốc;
- Tăng an toàn cho xe chạy với tốc độ cao (nhất là với các nền đắp thấp và đào nồng càng nên làm thoảii);
- Tăng tính dẫn hướng vì tạo điều kiện cho lái xe nhìn rõ toàn bộ mái dốc (không phải chỉ nhìn thấy mép nền) nhờ đó yên tâm điều khiển xe;
- Cải thiện điều kiện ổn định, giảm xói lở và phối hợp hài hòa với địa hình (ít cảm giác địa hình bị cắt hay bị chắn);
- Tạo điều kiện bốc hơi nước từ nền đường, do vậy góp phần cải thiện chế độ thùy nhiệt;
- Việc cơ giới hóa thi công (đặc biệt là khâu đầm nén bề mặt taluy) càng thuận lợi.

Tiêu chuẩn thiết kế đường cao tốc ta quy định độ dốc taluy thiết kế như ở Bảng 9 – 3 và khuyên áp dụng gợt tròn như ở hình 9 – 11.

Bảng 9 – 3

Độ dốc thiết kế mái taluy
(TCVN 5927 – 1997)

Chiều cao đắp hoặc chiều sâu đào	Mái dốc nền đắp	Mái dốc nền đào
Dưới 1,20m	1: 4 (1 : 3)	1 : 3,0
1,2 – 3,0m	1: 3 (1: 2)	1: 2,5 (1 : 2)
3,0 – 4,5m	1: 2,5 (1: 1,75)	1: 2,0 (1: 1,5)
4,5 – 6,0m	1: 2 (1: 1,5)	1: 1,75 (1: 1,5)
Trên 6,0m	1: 2 (1 : 1,5)	1: 1,5

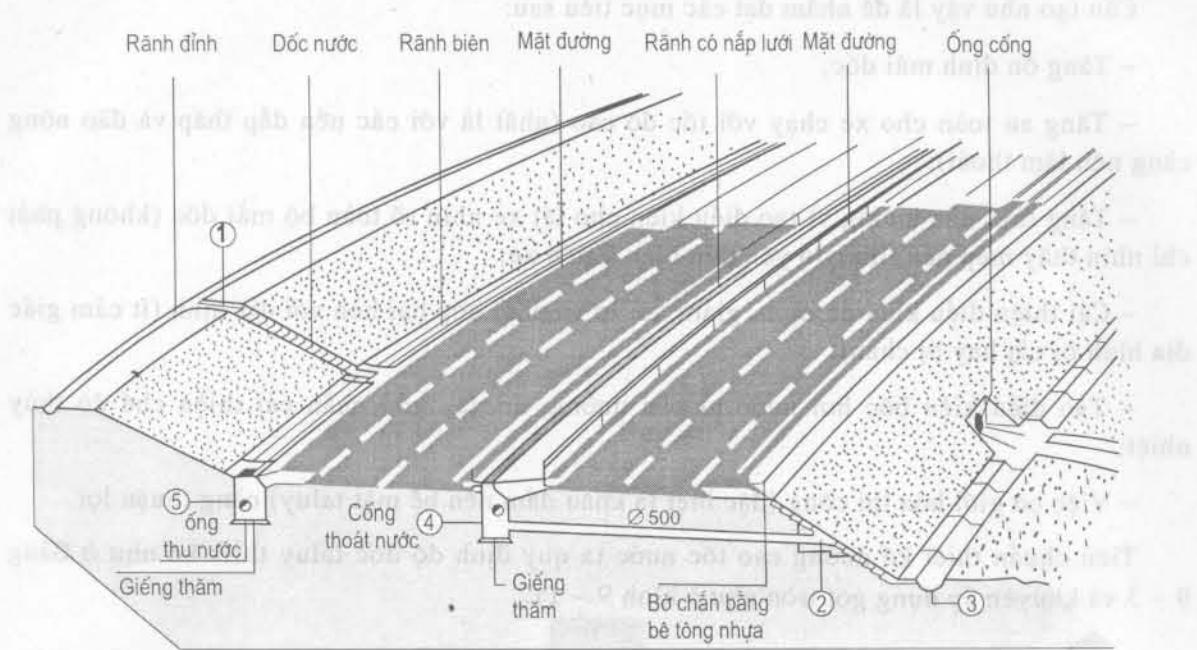
Các trị số trong ngoặc ở bảng 9 – 3 áp dụng cho trường hợp địa hình khó khăn hoặc hạn chế về diện tích chiếm đất cho phép.

Nhược điểm của việc làm taluy thoảii là tốn đất; do vậy, khi đất hiếm và đắt (như ở Nhật) người ta lại cho phép dùng giải pháp tường chắn thay thế mái dốc.

Ngoài ra, để đạt được sự phối hợp tốt nhất giữa cấu tạo hình dạng nền đường với cảnh quan trong cả một đoạn đường, ta có thể thiết kế độ dốc taluy thay đổi dần trên đoạn đó.

b) Thoát nước

Để bảo đảm các yêu cầu đối với nền đường đường cao tốc các giải pháp thiết kế thoát nước cũng có ý nghĩa đặc biệt quan trọng. Hệ thống thu, thoát nước đường cao tốc phải bảo đảm thoát nhanh nước mặt khỏi mặt đường và không gây xói lở nền đường ở bất kỳ chỗ nào như ở sơ đồ trên hình 9 – 12.



Hình 9 – 12. Sơ đồ hệ thống thu, thoát nước nền đường đường cao tốc

1. hệ thống thu và dẫn nước trên đỉnh taluy nền đào;
2. hệ thống chắn và dẫn nước trên lề đường (không cho nước chảy tự do trên mặt taluy nền đắp);
3. hệ thống dẫn nước thoát xa khỏi nền đường;
4. hệ thống thoát nước ở dài giữa;
5. hệ thống thoát nước rãnh biên nền đào.

c) Nền đường tách riêng

Để phối hợp tốt với địa hình, tránh đắp cao, đào sâu, tạo được cảnh quan đẹp, thì đối với đường cao tốc vùng núi nên thiết kế tách riêng hai phần nền đường cho hai chiều xe chạy như ở hình 9 – 13.



Hình 9 – 13. Đường cao tốc tách riêng nền đường hai phần xe chạy (có bố trí cây dẫn hướng); cũng có thể dùng tường chắn thay thế taluy âm của phần nền phía trên.

d) *Mặt đường*

Mặt đường đường cao tốc phải được thiết kế bảo đảm đạt yêu cầu cao về mức độ bền vững (tránh sửa chữa luôn), yêu cầu cao về độ bằng phẳng và độ nhám (thông qua hệ số bám). Do vậy tầng mặt của đường cao tốc chỉ có thể được làm bằng bê tông xi măng toàn khối (không được dùng bê tông xi măng lắp ghép) và bê tông nhựa.

Để hạn chế các nhược điểm vốn có của mặt đường bê tông xi măng do cấu tạo khe nối gây ra, ở các nước kết cấu mặt đường bê tông xi măng đường cao tốc đều bao gồm tầng móng cứng và thường áp dụng các biện pháp tăng khoảng cách giữa các khe nối như nâng cao cường độ chịu kéo uốn của bê tông xi măng bằng cách dùng bê tông sợi thép; tăng lượng cốt thép sử dụng (kể cả dùng tấm bê tông cốt thép ứng suất trước) hoặc dùng bê tông cốt thép liên tục để bù hàn khe nối (cho phép phát sinh nứt với bề rộng khe nứt và số lượng khe nứt được hạn chế).

Đối với mặt đường bê tông nhựa dùng cho đường cao tốc thì việc thiết kế các lớp hao mòn cao cấp nhằm tạo phẳng, tạo nhám là rất quan trọng. Các lớp hao mòn loại này thường mỏng (2 – 3cm) và được làm bằng các cấp phối hạt cứng trộn với nhựa cải tiến (bitum có polime) hoặc ở một số nước còn dùng các lớp hỗn hợp thoát nước (xem Thiết kế đường ôtô, tập 2).

Theo TCVN 5729 – 1997, độ bằng phẳng của mặt đường đường cao tốc khi đánh giá bằng thước dài 3,0m chỉ được phép có trị số khe hở lớn nhất là 5mm đối với mặt đường bê tông nhựa và 3mm đối với mặt đường bê tông xi măng. Về hệ số bám ϕ , nếu thử nghiệm theo phương pháp hãm xe (tưới nước đậm trước khi thử nghiệm) thì phải có $\phi \geq 0,50$ (đối với đường cao tốc cấp 100, 120), và phải có $\phi \geq 0,4$ (đối với cấp 60, 80).

6. Bố trí mặt cắt ngang các công trình (cầu, hầm...) trên đường cao tốc

Về nguyên tắc không có bất kỳ sự thu hẹp, thay đổi nào về các yếu tố mặt cắt ngang trong suốt chiều dài công trình, từ công trình loại nhỏ đến lớn (trừ phi có sự chấp thuận của chủ đầu tư). Đối với công trình cầu, riêng phần lề trống cỏ của đường khi vào cầu được thay bằng một dải phụ mặt cầu có bề rộng tương ứng ($0,75 \sim 1,0m$ tùy cấp đường) để làm chỗ bố trí lan can cầu và làm đường đi bộ phục vụ khai thác sửa chữa.

Đối với công trình hầm, thường bố trí hầm riêng cho chiều đi và chiều về, khoảng cách chỗ hẹp nhất giữa mặt ngoài hai vỏ hầm phải từ $10m$ đến $15m$. Tính không mỗi hầm đều phải bảo đảm như ở hình 9-1.

9.3. CƠ SỞ THIẾT KẾ CÁC YẾU TỐ TUYẾN ĐƯỜNG CAO TỐC

1. Tiêu chuẩn kỹ thuật

Tiêu chuẩn kỹ thuật chủ yếu của các yếu tố tuyến đường cao tốc được quy định ở Bảng 9-4.

Bảng 9-4

Tiêu chuẩn kỹ thuật chủ yếu đối với tuyến đường cao tốc (TCVN 5729-97)

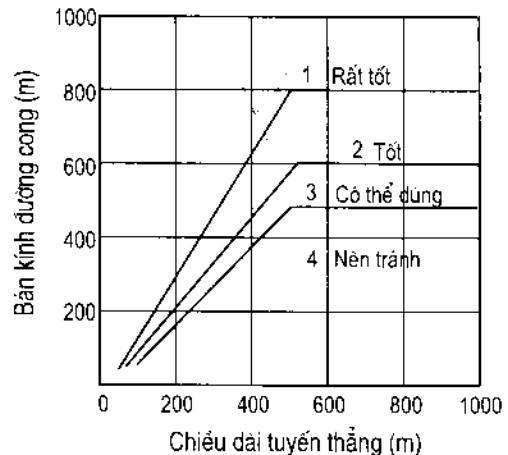
Tên chỉ tiêu	Cấp đường			
	60	80	100	120
1. Tốc độ tính toán V_{tr} , km/h				
2. Độ dốc siêu cao (hay độ nghiêng một mái) lớn nhất i_{sc} %, không lớn hơn	7	7	7	7
3. Bán kính nhỏ nhất R_{min} , tương ứng với $i_{sc} = +7\%$, m	140	240	450	650
4. Bán kính nhỏ nhất thông thường tương ứng với $i_{sc} = +5\%$, m	250	450	650	1000
5. Bán kính tương ứng với $i_{sc} = +2\%$, m	700	1300	2000	3000
6. Bán kính không cần cầu tạo độ nghiêng một mái $i_{sc} = -2\%$, m	1200	2000	3000	4000
7. Chiều dài đường cong chuyển tiếp ứng với R_{min} , m	150	170	210	210
8. Chiều dài đường cong chuyển tiếp ứng với bán kính nhỏ nhất thông thường, m	90	140	150	150
9. Chiều dài đường cong chuyển tiếp ứng với bán kính có trị số trong ngoặc, m	50 (450)	75 (675)	100 (900)	125 (1125)
10. Chiều dài hầm xe hay tầm nhìn dừng xe, m	75	100	160	230
11. Độ dốc dọc lên dốc lớn nhất, %	6	6	5	4
12. Độ dốc dọc xuống dốc lớn nhất, %	6	6	5,5	5,5
13. Bán kính đường cong đứng lồi tối thiểu, m	1500	3000	6000	12000
14. Bán kính đường cong đứng lõm tối thiểu, m	1000	2000	3000	5000

2. Thiết kế các yếu tố tuyến trên bình đồ đường cao tốc

a) Thiết kế các yếu tố đoạn tuyến thẳng

Để khắc phục yếu tố tâm lý, tăng an toàn, giảm nguy hại về lóa mắt do pha đèn xe ngược chiều và dễ phối hợp với cảnh quan, tuyến thẳng đường cao tốc không được thiết kế dài quá 4000m và / hoặc 20 – 25 lần tốc độ tính toán (tốc độ tính theo km/h, chiều dài tính bằng mét). Nên thay các đoạn thẳng quá dài bằng các đường cong có góc chuyển hướng nhỏ và bán kính lớn (5000 ~ 15000m).

Trên quan điểm thị giác và an toàn, nên phối hợp thiết kế chiều dài đoạn tuyến thẳng với bán kính đường cong ở cuối đoạn thẳng đó như ở hình 9-14.



Hình 9-14. Phối hợp chiều dài đoạn thẳng và bán kính đường cong (theo CHLB Đức).

b) Thiết kế các yếu tố đoạn cong

– Không nên sử dụng các bán kính nhỏ hoặc trị số bán kính nhỏ nhất thông thường ở Bảng 9 – 4 và nên phối hợp với chiều dài đoạn thẳng như ở hình 9 – 14;

– Để lái xe không phải đổi hướng tay lái luôn trong điều kiện chạy xe với tốc độ cao, phải chọn bán kính thiết kế sao cho chiều dài đường cong không ngắn hơn trị số $K_{min} = 1,67 V_{tl}$ (V_{tl} là tốc độ tính toán tính bằng km/h) và $K_{min} = 2L$ (L là chiều dài đường cong chuyển tiếp ở Bảng 9 – 4);

– Khi góc chuyển hướng *nhỏ hơn* 7° thì cần chọn bán kính đường cong thiết kế sao cho phân cự p và chiều dài đường cong K đủ lớn, cụ thể là: p phải lớn hơn hoặc bằng $2,0m$; $1,75m$; $1,50m$; $1,0m$ và K phải lớn hơn $\frac{1400}{\alpha}$; $\frac{1200}{\alpha}$; $\frac{1000}{\alpha}$; $\frac{700}{\alpha}$ (α là góc chuyển hướng tính bằng độ; $\alpha \leq 2^{\circ}$ được tính bằng 2°) tương ứng với tốc độ tính toán 120 , 100 , 80 và $60 km/h$.

c) Thiết kế đường cong chuyển tiếp

Trên đường cao tốc, bất kỳ với đường cong có bán kính R bằng bao nhiêu đều phải bố trí đường cong chuyển tiếp dạng clotoit để nối với các đoạn tuyến thẳng. Đường cong clotoit này phải có thông số là $A = \sqrt{RL}$ với R là bán kính cong tròn và L là chiều dài đường cong chuyển tiếp. Trị số L phải lấy lớn hơn trị số tối thiểu quy định ở hàng 9 Bảng 9 – 4 (nội suy bậc nhất theo trị số bán kính R giữa các hàng 7, 8, 9 Bảng 9 – 4).

Nếu bán kính thiết kế R lớn hơn trị số trong ngoặc ở hàng 9 Bảng 9 – 4 thì chiều dài đường cong chuyển tiếp thiết kế được xác định theo quan hệ $L = R/9$ (lúc này bán kính R càng lớn thì L cũng càng lớn để bảo đảm phối hợp hài hòa các yếu tố bình đồ theo quan điểm thiết kế quang học).

Nên chọn thông số A của đường cong chuyển tiếp dạng clotoit như sau:

$$R \geq A \geq \frac{R}{2}$$

Nếu bán kính cong R rất lớn thì nên chọn A như sau :

$$R \geq A \geq \frac{R}{3}$$

d) Thiết kế nối tiếp giữa các đường vòng

– Hai đường vòng cùng chiều hoặc ngược chiều liên tiếp sẽ được nối trực tiếp với nhau (không cần bố trí đoạn thẳng chêm) nếu mỗi đường vòng đều có bố trí đường cong chuyển tiếp dạng clotoit thỏa mãn yêu cầu về đường cong chuyển tiếp nói ở điểm c). Quy định này cũng có nghĩa là cho phép nối trực tiếp giữa các đường cong dạng clotoit trên tuyến. Trường hợp này bán kính cong ở chỗ nối trực tiếp nên lớn hơn $1000m$.

– Nếu do địa hình không chê, giữa các đường vòng liên tiếp cần bố trí một đoạn tuyến thẳng thì chiều dài *tối thiểu* (tính bằng mét) của đoạn tuyến thẳng này giữa 2 đường vòng cùng chiều được xác định bằng 6 lần tốc độ tính toán (tính bằng km/h), còn giữa 2 đường vòng ngược chiều phải bằng 2 lần tốc độ tính toán.

- Khi nối các đường cong ngược chiều dạng chữ S thì nên dùng 2 đường cong chuyển tiếp có cùng thông số A (hoặc thông số A không chênh nhau qua 1,5 lần) và $R_1 \leq 3 R_2$ (R_1, R_2 là bán kính cong ở cuối đường cong chuyển tiếp của đường vòng 1 và 2).

Khi nối hai đường cong cùng chiều thì thông số A nên chọn trong khoảng $0,5 R_1 < A < R_2$

e) Thiết kế mở rộng bụng đường cong

Do đã có dải an toàn đủ rộng (tối thiểu 0,75m) và đã vạch riêng 2 phần xe chạy nên trên đường cao tốc không cần bố trí mở rộng bụng đường vòng như trên các đường ôtô thông thường.

3. Thiết kế các yếu tố trên trắc đạc đường cao tốc

a) Độ dốc dọc và chiều dài dốc

Ngoài việc tuân thủ các quy định ở Bảng 9 – 4, cần phải chú ý đến các quy định sau về thiết kế dốc dọc:

- Do trên đường cao tốc xe chạy một chiều, vì vậy trong trường hợp thiết kế tách riêng nền đường chiều đi và chiều về với trắc đạc không phụ thuộc vào nhau thì độ dốc dọc lớn nhất khi xuống dốc được phép lớn hơn khi lên dốc.
- Chỉ sử dụng trị số độ dốc dọc lớn nhất trong trường hợp đặc biệt khó khăn và thông thường chỉ nên áp dụng độ dốc dọc từ 3% trở xuống (để tránh phải xét đến việc bố trí làn xe phụ leo dốc). Đặc biệt ở các đoạn đường cao tốc trước và sau các nút giao nhau nên thiết kế thoảii. Dốc dọc trên cầu lớn, cầu trung và cả đường dẫn đầu cầu đều không nên quá 4%; dốc dọc qua hầm dài hơn 50m không được quá 3%.
- Trên các đoạn nền đào dài phải thiết kế độ dốc dọc tối thiểu bằng 0,5%.
- Trên các đoạn chuyển tiếp có độ dốc ngang mặt đường dưới 1% thì phải thiết kế dốc dọc tối thiểu là 1%.
- Trong hầm độ dốc dọc tối thiểu là 0,3%.
- Chiều dài dốc tối thiểu của đường cao tốc là 300m, 250m, 200m, 150m, tương ứng với các cấp 120, 100, 80, 60 và phải đủ để bố trí chiều dài đường đứng.
- Chiều dài dốc tối đa đối với các độ dốc khác nhau trên đường cao tốc các cấp nên lấy bằng trị số ở Bảng 9 – 5 dưới đây.

Bảng 9-5
Chiều dài dốc tối đa nên theo (m)

Độ dốc dọc (%)	Cấp 120	Cấp 100	Cấp 80	Cấp 60
2	1500	–	–	–
3	800	1000	–	–
4	600	800	900	1000
5	–	600	700	800
6	–	–	500	600

b) Đường cong đứng lồi và lõm

Đường cong đứng lồi và lõm trên đường cao tốc phải được thiết kế theo các quy định ở bảng 9 – 6 (kể cả về chiều dài đường cong đứng tối thiểu) và chỉ nên sử dụng các trị số bán kính tối thiểu thông thường trở lên.

Bán kính và chiều dài tối thiểu đường cong đứng
(theo TCVN 5729:1997)

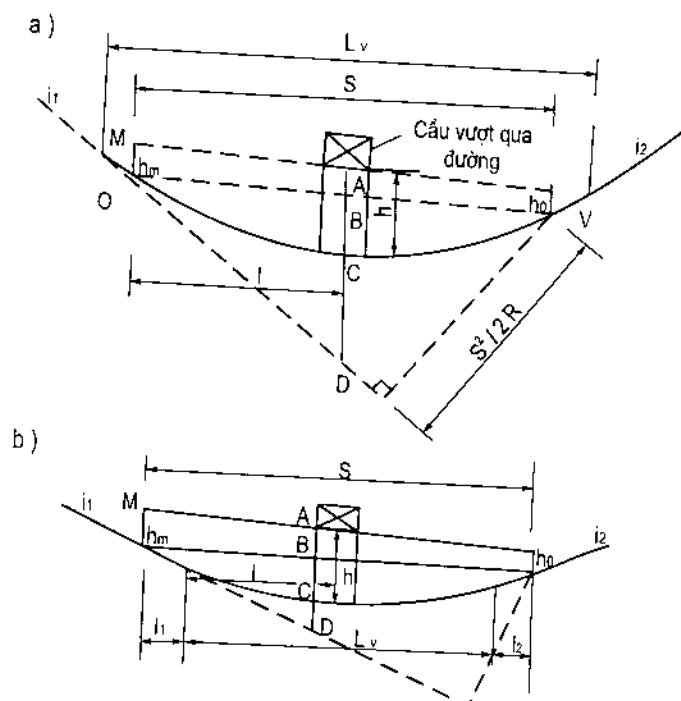
Bảng 9 – 6

Các chỉ tiêu	Cấp 120	Cấp 100	Cấp 80	Cấp 60
Bán kính đường cong đứng lồi (m)	Tối thiểu	12000	6000	3000
	Tối thiểu thông thường	17000 (20000)	10000 (16000)	4500 (12000)
Bán kính đường cong đứng lõm (m)	Tối thiểu	5000	3000	2000
	Tối thiểu thông thường	6000 (12000)	4500 (10000)	3000 (8000)
Chiều dài đường cong đứng tối thiểu (m)	100	85	70	50

(Các trị số trong ngoặc ở Bảng 9–6 là các trị số bán kính bảo đảm yêu cầu về thu nhận thị giác; khi có điều kiện nên áp dụng).

Chú ý rằng trị số bán kính tối thiểu của đường vòng đứng lồi trên đường cao tốc cũng được xác định trên cơ sở bảo đảm tầm nhìn (tầm nhìn một chiều) như trên đường ôtô thông thường. Còn đối với đường vòng đứng lõm thì phải được xác định theo 3 điều kiện; trong đó 2 điều kiện là bảo đảm êm thuận và bảo đảm tầm nhìn về ban đêm giống như với đường ôtô thông thường, riêng điều kiện thứ 3 cần phải được kiểm tra nếu trong phạm vi đường vòng đứng lõm có cầu vượt qua đường như ở hình 9 – 15.

Theo sơ đồ ở hình 9 – 15 có thể thực hiện việc kiểm tra bằng cách vẽ đường bao các tia nhìn cho mỗi trường hợp cụ thể hoặc



Hình 9 – 15. Sơ đồ xác định $R_{\min}^{lõm}$ trường hợp có cầu vượt qua đường

a) Khi chiều dài tầm nhìn 1 chiều $S < L_v$ (L_v chiều dài đường cong đứng lõm); b) Khi $S > L_v$

i_1 và i_2 – độ dốc dọc trước và sau đường cong đứng; h_m – chiều cao mặt lái xe (1,50m); h – chiều cao tĩnh không trên đường cao tốc; h_o – chiều cao chướng ngại (lấy $h_o = 0,75m$).

tham khảo chi tiết tính toán $R_{min}^{lõm}$ cho 2 trường hợp ở hình 9 – 15 trong cuốn “Thiết kế đường cao tốc” – Dương Học Hải – Nhà xuất bản KHKT – Hà Nội, 2000.

4. Thiết kế phối hợp các yếu tố tuyến, phối hợp tuyến với cảnh quan, môi trường

Đối với đường cao tốc các nội dung này đặc biệt quan trọng và phải được người thiết kế hết sức chú trọng; trong đó phải chú trọng nghiên cứu từ đầu hệ thống xây dựng đường gom, cầu vượt, cống chui để khắc phục việc chia cắt dân cư hai bên đường cao tốc. Các nội dung nói trên đều đã được đề cập ở Chương 7 (bao gồm cả việc sử dụng tuyến clotbit và phương pháp dựng ảnh phối cảnh phục vụ thi công các yếu tố tuyến).

9.4. CÁC TRANG THIẾT BỊ VÀ CƠ SỞ PHỤC VỤ ĐỌC TUYẾN TRÊN ĐƯỜNG CAO TỐC

Các trang thiết bị cần bố trí trên đường cao tốc gồm có:

- Các thiết bị phòng hộ bảo đảm an toàn cho xe chạy như lan can phòng hộ, tường hộ, cọc tiêu, các tấm chắn pha đèn chống lóa mắt...
- Các trang thiết bị chỉ dẫn, tổ chức giao thông: các loại biển báo, biển chỉ dẫn vạch kẻ...
- Các trang thiết bị chiếu sáng;
- Các công trình bảo vệ và tô điểm môi trường như công trình chống ồn, các dải cây xanh...

Các cơ sở phục vụ đọc tuyến đường cao tốc gồm :

- Các trạm dừng xe nghỉ đọc tuyến;
- Các trạm phục vụ kỹ thuật (sửa chữa xe máy cung cấp xăng dầu...) và phục vụ trung chuyển;
- Các trạm thu phí đường;
- Các điểm phục vụ thông tin liên lạc...

Đối với đường cao tốc, các trang thiết bị và cơ sở phục vụ nói trên có ý nghĩa đặc biệt quan trọng nhằm đáp ứng đầy đủ những chức năng cần có của đường loại này như đã nói ở mục 9.1.

1. Các trang bị phòng hộ

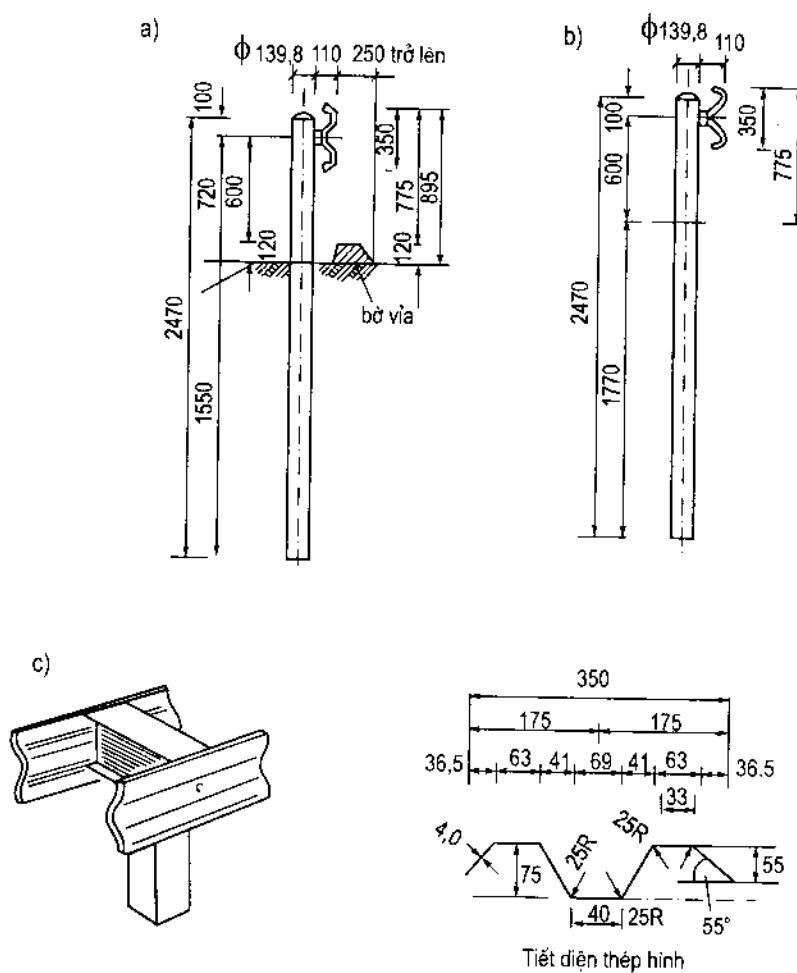
Các trang thiết bị phòng hộ được bố trí với chức năng sau:

- Dẫn hướng xe chạy, giúp lái xe luôn luôn nhận rõ hướng đường khi điều khiển xe với tốc độ cao kể cả ban ngày và ban đêm;

- Cản, giữ xe lại khi xe không may bị mất tay lái chạy ra ngoài phạm vi phần xe chạy;
 - Ngăn cản súc vật bất ngờ chạy vào đường cao tốc gây tai nạn giao thông (ở những đoạn có thể xảy ra khả năng này);
 - Ngăn người hoặc các phương tiện khác tùy tiện lén xuống, ra vào đường cao tốc (khi thật cần thiết).
- Để bảo đảm các chức năng trên, trên đường cao tốc thường bố trí các loại công trình như lan can và tường phòng hộ, cọc tiêu và cây dẫn hướng.

a) Lan can hoặc tường phòng hộ

Lan can hoặc tường phòng hộ gồm lan can mềm (lan can chống trượt, hình 9 – 16), lan can kiểu cọc căng dây cáp hình 9 – 17 và tường hộ cứng hình 9 – 18.



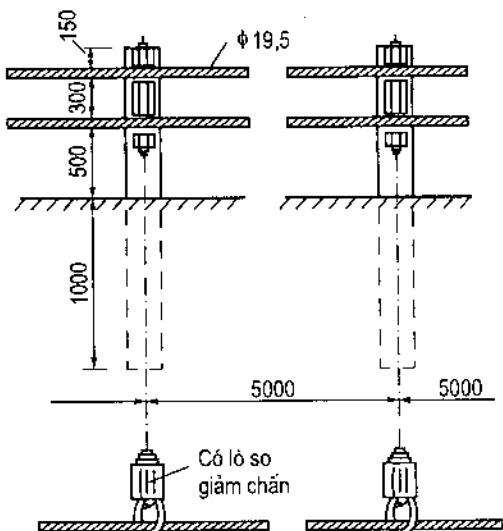
Hình 9 – 16. Cấu tạo chi tiết lan can phòng hộ

- a) Trường hợp có bờ vỉa; b) Trường hợp không có bờ vỉa; c) Lan can đôi (kép) (kích thước bằng mm).
Cột bằng thép ống tròn hoặc bằng bêtông cốt thép cách nhau 4,0m (cách 2,0m ở trên đường cong và ở đoạn vào cầu).

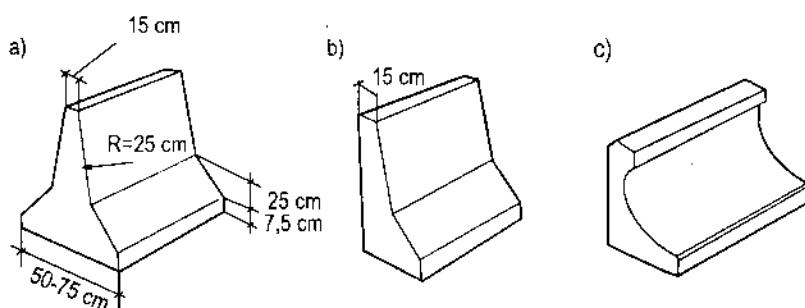
Loại lan can bằng thép hình có mạ thường được sử dụng nhất vì mềm, đàn hồi nên khi xe va vào sẽ biến dạng lớn, vừa cản được xe, vừa đỡ làm hư hại xe; xe va vào có thể trượt, chuyển hướng trở lại phần xe chạy; ngoài ra, nó còn đẹp và có tính dẫn hướng tốt (rõ ràng) đồng thời dễ thay thế sửa chữa. Loại này ở Pháp thường thiết kế chịu được một ôtô 1250 kg đâm vào lan can với 1 góc 30° ở tốc độ 80 km/h hoặc 20° ở tốc độ 100 km/h .

Loại cọc căng dây cáp có tính đàn hồi và giảm xung lớn nhưng tính dẫn hướng kém (không nhìn rõ về ban đêm) và phải định kỳ căng lại dây (dùng tảng đỡ).

Loại tường hộ cứng bằng bêtông ít thép có cấu tạo như ở hình 9 – 18 dưới đây.



Hình 9 – 17. Cọc căng dây cáp (kích thước mm)



Hình 9 – 18. Tường hộ bêtông thường cao 80 cm
a) Đặt ở dải phân cách giữa; b, c) Đặt ở bên lề trống cỏ

Cấu tạo vát tròn ở dưới chân tường là để kéo dài thời gian va chạm của bánh xe khi xe mất tay lái đâm vào tường nhờ đó ôtô trượt dọc theo tường, giảm lực va chạm và gia tốc ngang nên đỡ bị hư hại.

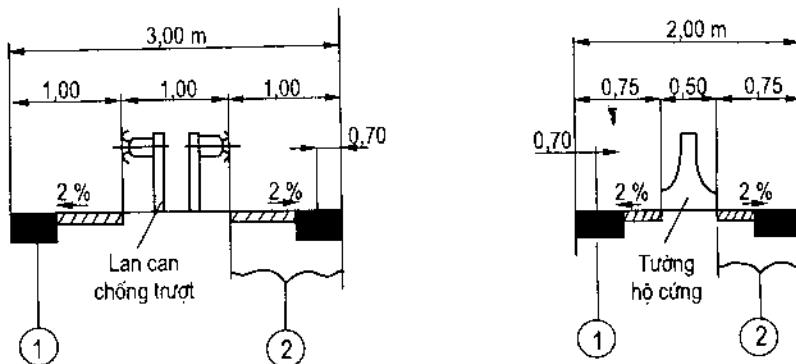
Ở Pháp loại tường này thường thiết kế chịu được tác dụng của một xe nặng 12 tấn đâm vào tường với tốc độ 70 km/h ở một góc bằng 20° . Tường được đặt chìm chân khay vào mặt tầng phủ hoặc có lắp chốt thép tròn φ 20 để cắm chân vào tầng phủ. Để bảo đảm mỹ quan có thể đúc tại chỗ bằng ván khuôn trượt, nếu đúc sẵn rồi lắp ghép ở hiện trường thì phải chế tạo thật chính xác và lắp chính xác để tường không bị mấp mô, uốn lượn.

Chiều cao của các loại lan can hoặc tường phòng hộ nói trên với mặt tầng phủ (hoặc mặt đất dải phân cách, mặt lề,...) thường từ $0,70\text{m}$ đến $0,95\text{m}$ để bảo đảm không che khuất tia nhìn của lái xe.

Phải bố trí lan can hoặc tường phòng hộ theo các quy định sau đây (TCVN 5927 – 1997).

- Trên dài giữa của dài phân cách phải bố trí 2 dây lan can phòng hộ (lan can chống trượt hoặc cột căng dây cáp) quay lưng vào nhau (Hình 9-19) hoặc một dây lan can đối trong các trường hợp:

- Khi bề rộng dài phân cách nhỏ hơn 4,50m;
- Khi bề rộng dài phân cách từ 4,5 – 6,0m, nhưng lưu lượng xe dự kiến sau 5 năm (kể từ khi đưa đường vào khai thác) đạt tối 4000 xe/ngày đêm.làn;
- Tại các đoạn đường cong có bán kính nhỏ hơn bán kính nhỏ nhất thông thường trong suốt chiều dài đường cong;
- Ở phía phải và suốt phạm vi từ đầu này đến đầu kia của chân cột khung giá tín hiệu hay chân trụ công trình vượt qua đường;
- Trên dài phân cách có dài giữa rộng từ 0,5m đến 0,75m (Bảng 9-1) phải và chỉ có thể bố trí tường hộ cứng bằng bêtông (Hình 9 – 19).



Hình 9 - 19. Bố trí lan can phòng hộ hoặc tường hộ cứng ở dài phân cách

1. phần mở rộng mặt đường 0,25m
2. khoảng cách tới mép mặt đường ít nhất là 1,0m.

- Trên dài lề trống cỏ phải bố trí 1 dây lan can phòng hộ chống trượt ở các trường hợp sau:

- Trên suốt chiều dài đường cong có bán kính nhỏ hơn bán kính nhỏ nhất thông thường, trừ trường hợp các đường cong này nằm trên đoạn đào, đắp thấp với mái dốc thoái và có bố trí rãnh biên là loại có nắp đậy;
- Khi nền đắp cao trên 4,0m;
- Khi nền đắp cao trên 1,0m nhưng không có mái dốc mà thay thế bằng tường chắn hoặc cánh mồ cầu;
- Trong phạm vi có đặt chân cột poóc-tích hoặc công trình;
- Phải bố trí các *tường hộ cứng* (bêtông) trên suốt chiều dài các đoạn đắp cao hoặc có chênh lệch cao độ với phía dưới từ 5m trở lên;

Trong các trường hợp trên, mặt biên của lan can hoặc tường hộ phải cách mép mặt đường ít nhất là $10m$, cách mặt trụ hoặc chân cột khung tín hiệu ít nhất là $1,0m$, cách mép nền đường tối thiểu $0,3m$; chiều cao của chúng từ $0,75 - 0,85m$.

- Phải bố trí hàng rào lưới thép (hoặc vật liệu khác) kiên cố, vững chắc, chiều cao tối thiểu là $1,50m$, tại các đoạn có thể có người, gia súc hoặc thú rừng bất ngờ qua đường. Hàng rào này được đặt ở mép phạm vi đất dành cho đường cao tốc.

b) Cọc tiêu và cây dẫn hướng

Ngoài việc vạch kẻ sát mép mặt đường một vệt dẫn hướng còn phải bố trí thêm các cọc tiêu (để bảo đảm dẫn hướng về ban đêm và khi trời mưa, lúc vệt dẫn hướng bằng sơn kẻ bị khó nhìn), kết hợp với việc bố trí lan can phòng hộ và trồng cây.

Cọc tiêu có thể sử dụng loại bằng bêtông tiết diện elip, tròn, vuông... có đường kính hoặc cạnh từ $12cm$ đến $15cm$ được bố trí đối xứng hai bên lề đường cách vai đường từ $25cm$ đến $30cm$, cao trên vai đường $1,00m$ đến $1,05m$ với phần chôn dưới đất từ $35cm$ đến $40cm$.

Cọc tiêu phải bố trí trên toàn tuyến trừ các đoạn đã có bố trí lan can phòng hộ. Khoảng cách giữa các cọc tiêu:

- $50m$ trên các đoạn đường thẳng và đoạn đường vòng có bán kính $R \geq 500m$.

- $15m$ trên các đoạn đường vòng có bán kính từ $140m$ đến $200m$ (nhưng trên một đường vòng ít nhất mỗi bên phải có 5 cọc tiêu).

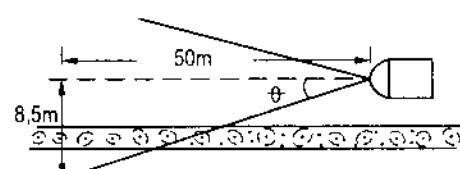
Trong mọi trường hợp đều phải dùng cọc tiêu có sơn phản quang (thường sơn vàng một vệt rộng $4cm$, cao $18cm$ ở thân cọc trên mặt hướng về phía xe chạy trên nền vạch kẻ theo "Điều lệ báo hiệu đường bộ" hiện hành, vị trí vệt sơn phản quang cách đỉnh cọc từ $30cm$ đến $35cm$).

Để dẫn hướng có thể trồng các cây cao thân thẳng, rễ ăn thẳng và sâu ở dải phân cách hoặc ở phạm vi $3,0m$ trong hành lang đất dùng cho đường để lái xe có thể nhận biết được hướng đường từ xa (phải có thiết kế chi tiết và kiểm tra bằng cách dựng ảnh phôi cảnh).

2. Chống lóa mắt do pha đèn xe ngược chiều

Cơ sở để đưa ra các biện pháp là sơ đồ phạm vi có thể gây lóa mắt do pha đèn xe ngược chiều như ở hình 9 – 20.

Theo sơ đồ trên, chỉ khi 2 xe ngược chiều cách nhau trong vòng $50m$ và trong phạm vi góc θ khoảng $9^{\circ}30' \sim 10^{\circ}$ thì mới có thể gây lóa mắt cho nhau. Chiều cao vùng pha đèn thường từ $1,40$ đến $1,70m$. Như vậy, khi khoảng cách quỹ đạo các xe ngược chiều theo phương ngang vượt



Hình 9 – 20. Sơ đồ phạm vi gây lóa mắt do pha đèn xe ngược chiều

quá 12 – 15m thì pha đèn xe ngược chiều không còn gây ảnh hưởng lẫn nhau nữa. Điều này cũng phù hợp với thực nghiệm ở Mỹ.

Trên cơ sở sơ đồ và các căn cứ vừa nói, người thiết kế có thể áp dụng các biện pháp trồng cây bụi hoặc bố trí các tấm chắn pha đèn hình lá bách diệp hay kiểu tấm lưới sợi thép để chống lóa mắt (Hình 9–20). Nếu trồng cây thì phải chọn loại cây bụi lá xanh 4 mùa, mỗi bụi cây rộng 0,4 ~ 0,6m, cao 1,5m, khoảng cách dọc giữa các bụi là 2,60m ÷ 3,0m.

3. Báo hiệu trên đường cao tốc

Bố trí báo hiệu là nhằm để giúp cho những người sử dụng đường hiểu rõ cách di lại (tổ chức giao thông) và biết được các thông tin về đoạn đường phía trước, nhờ đó góp phần bảo đảm thực hiện đúng các chức năng của đường cao tốc và tăng an toàn, thuận lợi cho việc chạy xe trên đường cao tốc.

Như vậy, việc bố trí báo hiệu trên đường cao tốc phải đạt được các mục tiêu cụ thể sau đây:

- Cấm người đi bộ, xe đạp, xe máy xilanh dưới $70cm^3$, máy nông nghiệp di trên đường cao tốc.
- Góp phần thực hiện các quy tắc tổ chức giao thông trên đường cao tốc như: xe phải chạy đúng làn; vượt xe chỉ thực hiện ở làn trái; xe ra khỏi đường cao tốc phải biết chạy trên làn tách dòng và giảm tốc; xe vào phải chạy trên làn tăng tốc chờ nhập dòng; xe muốn chuyển hướng chạy ngược lại thì phải đến các nút giao nhau phía trước để quay đầu (các đoạn trống trên dài phân cách chỉ để dự phòng); cấm người, các phương tiện bắt ngờ qua đường (kể cả người tự ý đi ra đường lúc dừng xe khẩn cấp...).
- Cung cấp các thông tin về mạng lưới đường liên quan, về hành trình (số cây số, khoảng cách...) về các hướng đi qua các nút giao nhau; về dự phòng nguy hiểm có thể xảy ra; về hệ thống phục vụ dọc tuyến (trạm thu phí, trạm cấp cứu, trạm điện thoại, trạm sửa chữa và cung cấp xăng dầu...). Để thực hiện các yêu cầu trên một cách đầy đủ, phải lập lại các thông tin cần thiết bằng cách kết hợp giữa biển báo (cả loại đặt trên cột và đặt trên poóc tich cao vượt ngang đường) với các vạch kẻ, ký hiệu và các chữ viết ngang trên mặt đường, việc kết hợp này phải luôn thống nhất, không được mâu thuẫn nhau.

Vị trí đặt, cấu tạo (loại vật liệu kích thước, cỡ chữ, màu sắc...) của các loại biển báo, vạch kẻ (vạch nằm ngang, vạch đứng, chữ viết, ký hiệu) trước mắt phải tuân theo đúng các quy định trong “Điều lệ báo hiệu đường bộ” tương ứng với loại “Đường có nhiều làn xe hoặc xe chạy với tốc độ cao”. (Cỡ biển, cỡ chữ đều dùng loại lớn nhất).

Trong bất cứ trường hợp nào cũng không được để loại công trình báo hiệu nổi trên lấn ra các dải an toàn của mặt đường kể cả với không gian theo chiều đứng; riêng trường hợp biển báo treo hoặc đặt trên khung tín hiệu ngang qua đường thì phải bảo đảm tĩnh không chiều đứng như ở mục 9.1. Các biển báo trên đường cao tốc đều phải dùng loại có gắn kính phản chiếu hoặc bằng vật liệu phản quang.

4. Chiếu sáng trên đường cao tốc

Về ban đêm, điều kiện an toàn chạy xe trên đường cao tốc kém hẳn về ban ngày bởi vì các pha đèn của ôtô hiện đại chỉ giúp lái xe phân biệt được mọi vật ở một khoảng cách xa nhất là $100 - 130m$; trong khi tốc độ chạy xe trung bình về ban đêm thường chỉ thấp hơn ban ngày từ $5 - 10 km/h$ và như vậy khoảng cách tự chiếu sáng của pha đèn không bao đảm lớn hơn chiều dài hầm (tầm nhìn); do đó vấn đề chiếu sáng trên đường cao tốc được đặt ra để giảm tai nạn, tăng tốc độ xe chạy về ban đêm, tạo điều kiện chuyên chở hàng bằng xe tải về ban đêm. Tuy nhiên, chi phí chiếu sáng rất tốn kém (khoảng 4% giá thành đường cao tốc) nên không thể thực hiện trên toàn bộ đường mà ở các nước đều chỉ bố trí chiếu sáng phạm vi các nút giao nhau, đoạn qua hầm, các chỗ dừng xe, các chỗ có bố trí cơ sở phục vụ và nghỉ ngơi dọc tuyến, các trạm thu phí, các chỗ ra khỏi đường cao tốc sẽ gặp một đoạn đường đã có chiếu sáng hoặc đoạn qua sát vùng có chiếu sáng (khu công nghiệp, sân bay...) và các đoạn qua vùng dân cư dễ xảy ra tai nạn.

Độ chiếu sáng yêu cầu được thể hiện bằng độ rời trung bình phải đạt được trên mặt đường đường cao tốc là $1 - 2 cd/m^2$ ($candela/m^2$).

Mức độ chiếu sáng đồng đều trên phần xe chạy được thể hiện bằng tỷ số độ rời ở nơi tối nhất và nơi sáng nhất không được quá 1: 1,3 theo hướng dọc tuyến và 1: 2,5 theo chiều ngang phần xe chạy.

Việc chuyển từ đoạn được chiếu sáng sang đoạn không được chiếu sáng phải thực hiện dần dần bằng cách giảm độ rời trung bình từ $2 cd/m^2$ xuống $0 cd/m^2$ trong một phạm vi tối thiểu là $250m$. Nếu các đoạn có yêu cầu chiếu sáng cách nhau dưới $250m$ thì nên bố trí chiếu sáng liên tục cả đoạn nằm giữa chúng.

Đèn chiếu sáng được đặt trên các cột, trụ cao từ $12 - 15m$ bố trí thành hàng ở dải phân cách hoặc trên lề đường cao tốc hoặc vừa ở dải phân cách vừa ở lề (thẳng hàng ngang hoặc so le). Khoảng cách giữa các cột, trụ phải được xác định thông qua tính toán để bảo đảm đúng các yêu cầu nói trên (phương pháp tính toán có thể xem chi tiết ở cuốn “Thiết kế đường cao tốc” – Nhà xuất bản KHKT – Hà Nội, 2000).

5. Các cơ sở phục vụ trên đường cao tốc

Dọc đường cao tốc nên bố trí và xây dựng các cơ sở phục vụ dưới đây nhằm góp phần nâng cao năng suất vận tải của ôtô và bảo đảm tiện nghi nhất cho mọi đối tượng sử dụng đường:

- Cứ khoảng $15 - 25 km$ bố trí một chỗ dừng xe dọc tuyến nằm ngoài phạm vi nền đường, tại đây người đi đường có thể dừng xe nghỉ ngơi, ngắm cảnh và tự bảo dưỡng xe; do vậy vị trí của nó có thể được chọn xa đường từ vài chục mét đến hàng trăm mét.
- Cứ khoảng $50 - 60 km$ nên bố trí 1 trạm phục vụ kỹ thuật thông thường, tại đây có khả năng cấp xăng, dầu, sửa chữa nhỏ và dừng xe, có nhà nghỉ, nhà vệ sinh, cửa hàng ăn.
- Cứ khoảng $120km$ đến $200km$ nên bố trí 1 trạm phục vụ lớn; tại đây có khả năng sửa chữa phương tiện tốt, cấp xăng, dầu, ngoài ra còn có thể tiếp đón người đi đường với nhà ăn,

khách sạn, văn phòng chỉ dẫn du lịch, chỉ dẫn trung chuyển... có xem xét phù hợp với đối tượng khách chiếm đa số và còn phải có chỗ đỗ xe lâu (số chỗ đỗ xe thường tính bằng 1/3 số chỗ nghỉ tại khách sạn).

Nên kết hợp với các thị trấn dọc tuyến để bố trí các cơ sở phục vụ nói trên.

Đường vào và ra các chỗ dừng xe hoặc trạm phục vụ nhất thiết phải có bố trí các làn giảm và tăng tốc như các chỗ ra vào đường cao tốc khác.

Các chỗ dừng xe nghỉ dọc tuyến đường được bố trí ở những nơi có phong cảnh đẹp với các quy mô khác nhau:

– Loại dừng chốc lát: cho phép dừng 1 ~ 3 xe, có thể bố trí một lều nghỉ, có bản đồ chỉ dẫn du lịch... (Hình 9 – 21).

– Loại dừng lâu: dừng được nhiều xe và có thể có quán giải khát, có trạm điện thoại...

Các trạm phục vụ phải được bố trí ở những chỗ ra, vào thuận tiện, không che khuất tầm nhìn của các đoạn dốc hoặc đường vòng và xa các chỗ giao nhau; lối ra vào phải rộng trên 6,0m và không chế tốc độ dưới 40 km/h.



Hình 9-21. Chỗ dừng xe chốc lát trên đường cao tốc (phản xe ngược chiều được tách riêng do điều kiện địa hình).

Nên bố trí các trạm này (đặc biệt là trạm cung cấp xăng, dầu) đều, đối xứng (gần như đối diện, nếu lệch vẫn có thể trông thấy nhau) và có khả năng cung cấp, phục vụ như nhau. Đối với nhà ăn, khách sạn có thể bố trí cả về một phía đường nhưng lúc này phải làm cầu vượt hoặc hầm chui qua đường cao tốc cho hành khách, còn bãi đỗ xe vẫn phải bố trí ở cả hai bên đường.

Quy mô của các trạm này phải được dự tính trên cơ sở lưu lượng, thành phần dòng xe, số người đi xe cho mỗi loại dịch vụ tại trạm.

Các trạm điện thoại phòng nổ được bố trí dọc đường cao tốc với khoảng cách 2 – 3km và tại hai đầu các công trình lớn (cầu lớn, hầm). Trạm được đặt ở phần lề trống cỏ, đằng sau các lan can hoặc tường phòng hộ và phải đặt từng cặp đối nhau ở cả hai bên lề phía phải theo 2 chiều xe chạy. Cấm bố trí một trạm điện thoại duy nhất trong phạm vi dài phân cách.

6. Bố trí trạm thu phí trên đường cao tốc

Trên đường cao tốc hiện đại có 3 cách tổ chức bố trí thu phí:

- Các điểm thu phí được đặt ở tất cả các nút giao nhau trên hệ thống các đường thông thường, từ đó xe sẽ qua nút để lên đường cao tốc (Hình 9 – 22); cách này gọi là “hệ thống thu phí khép kín”.

Trong trường hợp này, phí đường sẽ được thu theo chiều dài hành trình thực di trên đường cao tốc của từng xe (vào lấy số, ra thu tiền...).

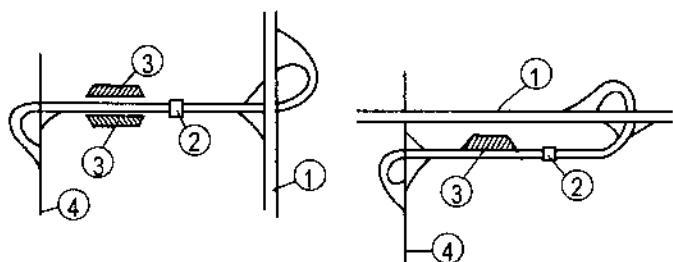
- Trạm thu phí được chọn đặt ở một số điểm thích hợp ngay trên đường cao tốc; cách này gọi là “hệ thống thu phí mở”. Trong trường hợp này phí đường được thu không phải theo chiều dài hành trình thực trên đường cao tốc của từng xe mà dựa vào một cự ly trung bình được tính toán thích hợp cho tất cả các loại xe đi trên đường cao tốc khi qua trạm thu phí.

- Trạm thu phí được đặt ở các đầu đường cao tốc và phí đường được thu khoán cả gói (Lump Sum Fashion).

Trên toàn bộ mặt bằng của một trạm thu phí thường phải bố trí các công trình sau:

- Công trình phân làn xe và đặt một dãy các chòi kiểm soát và thu phí các loại xe;
- Một vài chòi đỗ xe ở lân cận để dừng xe cho cảnh sát giao thông kiểm soát (khi cần);
- Nhà làm việc với các phòng cho các bộ phận quản lý, kế toán và lưu giữ tiền, lưu giữ số liệu, kiểm tra thuế, kiểm tra giao thông, khu vệ sinh... đồng thời phải trang bị hệ thống điện và thông tin liên lạc...

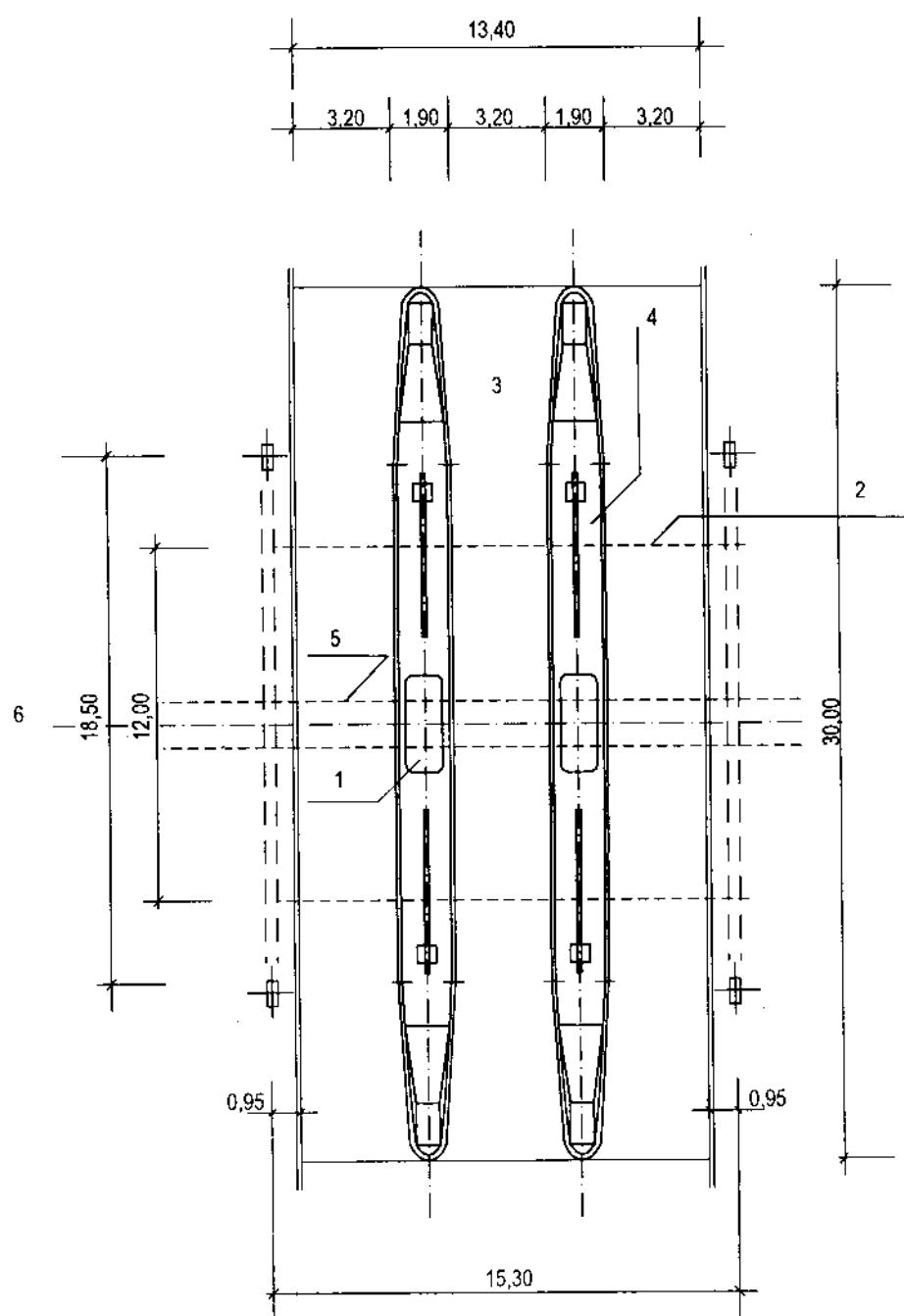
Mặt bằng công trình phân làn xe và chòi thu phí thường được bố trí như trên hình 9 – 23. Bề rộng 1 làn xe qua cửa thu phí là 3,0 ~ 3,5m và cũng có khi là 2,70 ~ 2,90m. Bề rộng đảo phân làn là 1,50 ~ 2,50m tùy thuộc kích thước chòi thu phí ; các đảo này có chiều dài dọc theo đường từ 30 đến 40 m.



Hình 9 – 22. Bố trí trạm thu phí trên các nhánh đường ra vào đường cao tốc:

1. đường cao tốc; 2. trạm thu phí;
3. chòi đỗ xe; 4. đường ô tô thông thường

Số làn thu phí phải được xác định tùy theo lưu lượng xe giờ cao điểm dự báo và tùy thuộc thành phần dòng xe (trước khi xe vào cửa thu phí thì phải phân loại xe và mỗi loại xe qua một cửa riêng do tiền phải trả đối với mỗi loại xe là khác nhau).



Hình 9 – 23. Bố trí mặt bằng công trình phân làn (loại xe), kiểm soát và thu phí bằng cách mở rộng đường
 1. chòi thu phí; 2. mép mái; 3. làn xe qua chòi thu phí; 4. đảo phân làn trên có đặt chòi thu phí; 5. lối chui đi qua đường
 (lên các chòi thu phí); 6. mặt cắt trung tâm công trình (kích thước tính bằng mét)

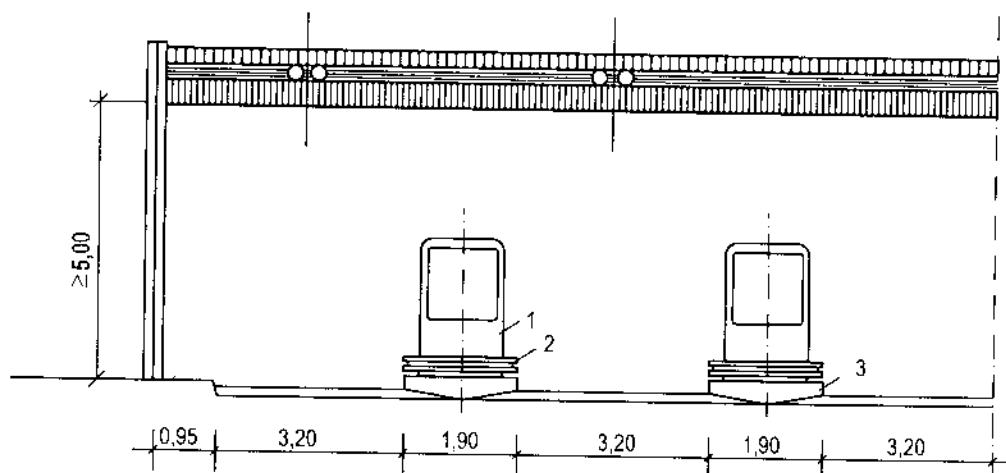
Nên dùng lưu lượng xe ở giờ cao điểm với $n = 50$ tức là ở giờ cao điểm thứ 50 trong một năm nằm trong khoảng từ năm thứ 5 đến năm thứ 10 sau khi đưa đường vào khai thác, để làm lưu lượng tính toán.

Năng lực thông hành *trung bình* của 1 làn xe qua cửa thu phí là $450 - 500 \text{ xe/h}$ khi xe vào, và là $300 \sim 450 \text{ xe/h}$ khi xe ra (vì lúc này phải tính cả thời gian thu phí).

Ngoài ra, số làn xe thu phí được xem là đủ, khi với lưu lượng xe tính toán nói trên, xe xếp hàng ở các làn không kéo dài quá 500m (có xét đến cả thời gian cần thiết để thu phí và thời gian cần để phân loại xe).

Ngoài số làn xe tính toán, nên thêm một làn có kích thước mở rộng để dự trữ cho các loại xe quá khổ (có thể bố trí riêng ra ngoài phạm vi các cửa thu phí bình thường).

Hình 9 – 24. là một ví dụ bố trí công trình thu phí trên mặt cắt ngang với mặt bằng ở hình 9 – 23.



Hình 9 – 24. Bố trí công trình thu phí trên mặt cắt ngang:
1. chòi thu phí; 2. lan can phòng hộ; 3. đảo phân làn (kích thước tính bằng mét).

Phía trước mỗi làn xe cần bố trí barie để chắn dòng xe khi cần thiết. Buồng trong chòi thu phí phải trang bị đủ điều kiện cho người thu phí làm việc, phải được nối với hệ thống các trang thiết bị phục vụ thu phí như máy tự động cung cấp vé, bảng niêm yết phí phải nộp hoặc các trang thiết bị nhận dạng, phân loại ôtô để thu đúng mức phí phải thu... Bản phân phương pháp thu phí cũng phụ thuộc vào hệ thống phân loại xe được áp dụng và phụ thuộc vào cả hệ thống cách chi trả (trả tiền mặt, trả bằng vé, trả bằng tài khoản vãng lai hoặc bằng tích kê trả trước...).

Ở 2 đầu kẽ từ cuối các đảo phân làn dọc về 2 phía, đường được tiếp tục mở rộng để đủ chỗ cho xe các loại xếp hàng chờ qua cửa thu phí (*tối thiểu* mỗi phía phải giữ nguyên bề rộng mặt cắt ngang chỗ bố trí thu phí thêm $20 \div 25\text{m}$ nữa); sau đó, bê rộng mặt cắt ngang

được thu hẹp dần về mặt cắt ngang bình thường trên đường cao tốc trong một khoảng chiều dài đủ để các xe chuyển làn an toàn đi đến làn thu phí dành riêng cho từng loại xe.

Toàn bộ đoạn qua các cửa thu phí nên có độ dốc dọc dưới 1,5% và đoạn chuyển tiếp (chuyển làn phân loại xe) nên thiết kế với độ dốc dọc dưới 2,5%. Ngoài ra nên tránh bố trí vị trí thu phí ở cuối một đoạn xuống dốc dài và phải có các biện pháp thiết kế bảo đảm thoát nước mặt tốt trong toàn bộ phạm vi trạm thu phí.

Ở hai phía của trạm thu phí phải bố trí đầy đủ các loại báo hiệu cần thiết.

TÀI LIỆU THAM KHẢO CHÍNH

Tiếng Việt:

1. Dương Học Hải. "Khảo sát thiết kế đường ôtô". Nhà xuất bản KHKT. Hà Nội, 1984.
2. Dương Học Hải. "Thiết kế đường cao tốc". Nhà xuất bản KHKT. Hà Nội, 2000.
3. Dương Học Hải – Nguyễn Xuân Trục. "Thiết kế đường ôtô", Tập 2. Nhà xuất bản Giáo dục. Hà Nội, 1999.
4. Đặng Hữu, Đỗ Bá Chương, Nguyễn Xuân Trục. "Sổ tay thiết kế đường ôtô". Nhà xuất bản KHKT. Hà Nội, 1976.
5. BCEOM. CEBTP. "Đường ôtô trong các vùng nhiệt đới và sa mạc", Tập 1, 2. Bản dịch từ tiếng Pháp của Nguyễn Xuân Mẫn và Dương Học Hải. Nhà xuất bản KHKT. Hà Nội, 1993, 1994.
6. Dương Học Hải – Hồ Chất. "Phòng chống các hiện tượng phá hoại nền đường vùng núi". Nhà xuất bản KHKT. Hà Nội, 1986.
7. "Quy chế quản lý đầu tư và xây dựng" (Ban hành theo Nghị định 52/1999/NĐ-CP).
8. Tiêu chuẩn ngành "Quy trình khảo sát đường ôtô" 22 TCN 263 – 2000.
9. Tiêu chuẩn thiết kế đường ôtô TCVN 4054: 1998.
10. Tiêu chuẩn thiết kế đường cao tốc TCVN 5729: 1997
11. Tiêu chuẩn ngành "Quy trình khảo sát thiết kế nền đường ôtô đắp trên đất yếu" 22 TCN 262 – 2000.
12. Quy chuẩn xây dựng Việt Nam (Quyết định ban hành số 682/BXD. CSXD ngày 14/12/1996).
13. Tiêu chuẩn ngành "Quy trình đánh giá tác động môi trường khi lập dự án nghiên cứu khả thi và thiết kế xây dựng các công trình giao thông" 22 TCN 242 – 1998.

Tiếng nước ngoài :

1. О. В. Андреев... "Справочник инженера дорожника". Москва "Транспорт", 1977.
2. Б. Ф. Бабков... "Проектирование автомобильных дорог". Москва "Транспорт", 1979.
3. "Указания по архитектурно-ландшафтному проектированию автомобильных дорог". ВСН 18. 74. Москва "Транспорт", 1975.

4. Бабков В. Ф. "Современные автомобильные магистрали". Москва "Транспорт", 1974.
5. Сильянов В.В. "Теория транспортных поток в проектирования дорог и организации движения". Москва "Транспорт", 1977.
6. AASHTO. "A Policy on Geometric Design of Highway and Streets". Washington, 1994.
7. A. Guide on Geometric Design of Roads. JKR Kuala Lumpur, 1986.
8. Trương Diên Giai - Trương Kim Thùy. "Đạo lộ khán trắc thiết kế". Đồng Tế Đại học Xuất bản xã, 12/1996 (nguyên bản tiếng Trung Quốc).
9. Chu Thương Ngô... "Giao thông công trình". Đồng Tế Đại học Xuất bản xã, 8/1996. (nguyên bản tiếng Trung Quốc, bản in lần thứ 4).
10. Quy phạm Trung quốc: "Công lỘ kiến thiết hạng mục hoàn cảnh ảnh hưởng bình giá quy phạm" (thí hành) JTJ 005 – 96 (nguyên bản tiếng Trung Quốc).
11. Trương Diên Giai. "Cao tốc công lộ". Nhân dân Giao thông Xuất bản xã, 1993 (nguyên bản tiếng Trung Quốc)
12. Lý Kiệt. "Đạo lộ công trình kinh tế phân tích giữ quyết sách". Nhân dân Giao thông Xuất bản xã, 1997 (nguyên bản tiếng Trung Quốc, bản in lần thứ 2).

MỤC LỤC

Trang

Lời nói đầu

3

CHƯƠNG 1. LẬP DỰ ÁN XÂY DỰNG ĐƯỜNG VÀ CÁC GIAI ĐOẠN KHẢO SÁT THIẾT KẾ ĐƯỜNG ÔTÔ

1.1.	Nội dung lập dự án xây dựng đường ôtô	5
1.2.	Trình tự lập dự án và mục đích, nhiệm vụ các giai đoạn khảo sát thiết kế đường ôtô	7
1.3.	Công tác thị sát	11
1.4.	Đặc điểm và yêu cầu chung đối với công tác khảo sát thiết kế đường ôtô	12

CHƯƠNG 2. ĐIỀU TRA GIAO THÔNG PHỤC VỤ LẬP DỰ ÁN THIẾT KẾ ĐƯỜNG

2.1.	Nội dung và các phương pháp điều tra giao thông	15
2.2.	Nội dung và phương pháp điều tra kinh tế	20
2.3.	Đề xuất hướng đường thiết kế theo kết quả điều tra kinh tế và xác định khu vực hấp dẫn tương ứng	28
2.4.	Tính toán lưu lượng xe chạy xuất phát từ lượng vận chuyển điều tra kinh tế	34
2.5.	Điều tra giao thông theo phương pháp đếm xe	36
2.6.	Dự báo lượng giao thông	40
2.7.	Điều tra thời gian và tốc độ xe chạy	43

CHƯƠNG 3. CÔNG TÁC KHẢO SÁT THIẾT KẾ PHỤC VỤ CHO VIỆC LẬP DỰ ÁN TIỀN KHẢ THI VÀ LẬP DỰ ÁN KHẢ THI ĐƯỜNG ÔTÔ

3.1.	Trình tự và các yêu cầu đối với công tác khảo sát thiết kế lập báo cáo nghiên cứu tiền khả thi và lập báo cáo nghiên cứu khả thi	47
3.2.	Nghiên cứu đề xuất các phương án tuyến, công tác thăm dò định tuyến, điều tra dọc tuyến và thiết kế sơ bộ	54
3.3.	Đặc điểm công tác khảo sát thiết kế phục vụ lập BCNCTKT và BCNCKT đối với trường hợp nâng cấp, cải tạo đường cũ	64

CHƯƠNG 4. CÔNG TÁC KHẢO SÁT THIẾT KẾ ĐƯỜNG ÔTÔ TRONG GIAI ĐOẠN KHẢO SÁT THIẾT KẾ KỸ THUẬT VÀ GIAI ĐOẠN KHẢO SÁT THIẾT KẾ BẢN VẼ THI CÔNG

4.1.	Công tác khảo sát thiết kế kỹ thuật	66
4.2.	Công tác khảo sát thiết kế lập bản vẽ thi công chi tiết	82
4.3.	Đặc điểm công tác khảo sát thiết kế kỹ thuật và khảo sát thiết kế lập bản vẽ thi công đối với dự án nâng cấp, cải tạo đường cũ	84
4.4.	Công tác đo đạc trong khảo sát thiết kế kỹ thuật và thiết kế bản vẽ thi công	86
4.5.	Điều tra thu thập các số liệu thủy văn phục vụ thiết kế các công trình thoát nước trên đường trong giai đoạn KSTKKT và KSTK bản vẽ thi công	93
4.6.	Điều tra địa chất và vật liệu xây dựng	95
4.7.	Tổ chức tiến hành công tác khảo sát thiết kế và bảo đảm an toàn lao động khi khảo sát thiết kế	102
4.8.	Sử dụng máy tính điện tử (MTĐT) và tự động hóa thiết kế đường ôtô	105

**CHƯƠNG 5. PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH HIỆU QUẢ KINH TẾ VÀ ĐÁNH GIÁ,
SO SÁNH PHƯƠNG ÁN TRONG THIẾT KẾ ĐƯỜNG ÔTÔ**

5.1. Các khái niệm cơ bản	110
5.2. Phương pháp phân tích hiệu quả kinh tế (hoặc hiệu quả tài chính) đối với dự án thiết kế đường	116
5.3. Phương pháp phân tích tổng chi phí xây dựng và khai thác quy đổi	121
5.4. Cách xác định các loại chi phí dùng để phân tích hiệu quả kinh tế và so sánh phương án trong thiết kế đường ôtô	123
5.5. Đánh giá các phương án thiết kế đường theo lượng tiêu hao nhiên liệu, thời gian chạy xe và chiều dài áó	132
5.6. Đánh giá các phương án thiết kế đường về mức độ bảo đảm an toàn giao thông	135
5.7. Đánh giá các phương án thiết kế đường về năng lực thông hành và mức độ giao thông thuận tiện	141

CHƯƠNG 6. PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ BÌNH ĐỒ, TRẮC DỌC VÀ TRẮC NGANG

6.1. Đường dẫn hướng tuyến, phương pháp thiết kế bình đồ tuyến và lập sơ đồ mạng lưới đường ôtô	152
6.2. Phương pháp thiết kế trắc dọc đường ôtô	162
6.3. Phương pháp thiết kế chinh tuyến kết hợp đồng thời bình đồ, trắc dọc và trắc ngang	174

CHƯƠNG 7. THIẾT KẾ CẢNH QUAN VÀ BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG ĐƯỜNG ÔTÔ

7.1. Nội dung, cơ sở và ý nghĩa của việc thiết kế cảnh quan và bảo vệ môi trường đường ôtô	177
7.2. Thiết kế không gian và thiết kế dẫn hướng	181
7.3. Phương pháp kiểm tra, đánh giá độ đều đặn và rõ ràng của giải pháp thiết kế	199
7.4. Thiết kế phối hợp đường với quang cảnh hai bên	204
7.5. Đánh giá tác động môi trường và thiết kế các biện pháp phòng ngừa, giảm thiểu tác động môi trường	207

**CHƯƠNG 8. ĐẶC ĐIỂM CÔNG TÁC KHẢO SÁT THIẾT KẾ ĐƯỜNG ÔTÔ Ở CÁC VÙNG CÓ
ĐIỀU KIỆN THIÊN NHIÊN KHÁC NHAU**

8.1. Ảnh hưởng của các nhân tố thiên nhiên đến công việc khảo sát thiết kế đường	220
8.2. Đặc điểm khảo sát thiết kế tuyến đường vùng núi	223
8.3. Các biện pháp khảo sát và thiết kế đường qua vùng có điều kiện địa chất đặc biệt	233
8.4. Đặc điểm thiết kế các loại công trình đặc biệt ở vùng núi	242
8.5. Đặc điểm khảo sát thiết kế đường vùng đồng bằng và vùng đồi	251
8.6. Đặc điểm khảo sát thiết kế đường qua vùng đầm lầy và đất yếu	256

CHƯƠNG 9. THIẾT KẾ ĐƯỜNG CAO TỐC

9.1. Chức năng, đặc điểm, phân loại, phân cấp đường cao tốc	266
9.2. Bố trí và thiết kế các yếu tố mặt cắt ngang đường cao tốc	272
9.3. Cơ sở thiết kế các yếu tố tuyến đường cao tốc	283
9.4. Các trang thiết bị và cơ sở phục vụ đọc tuyến trên đường cao tốc	288

Tài liệu tham khảo chính

Mục lục

Chịu trách nhiệm xuất bản :

Chủ tịch HĐQT kiêm Tổng Giám đốc NGÔ TRẦN ÁI
Phó Tổng Giám đốc kiêm Tổng biên tập VŨ DƯƠNG THUY

Biên tập lần đầu :

PHẠM HÀ

Biên tập tái bản :

TRẦN TRỌNG TIẾN

Trình bày bìa :

TRẦN THÚY HẠNH

Sửa bản in :

PHẠM HÀ - DƯƠNG HỌC HÀI

Chép bản :

NGUYỄN MINH CHÂU

THIẾT KẾ ĐƯỜNG Ô TÔ - TẬP BỐN

KHẢO SÁT THIẾT KẾ ĐƯỜNG Ô TÔ

Mã số: 7B595 T5 - DAI

In 1.500 bản, khổ 19 x 27cm, tại Xí nghiệp in Hà Tây.

Số in: 04/DH; Số xuất bản: 21/302 – 05. In xong và nộp lưu chiểu quý IV năm 2005.