



本科毕业论文（设计）

成昆铁路扩能工程峨米段线路方案比选设计

Route Selection and Design of Chengkun Railway Expansion Project Eme Section Line Scheme

学 院: 土木建筑工程学院

专 业: 铁道工程

学生姓名: 马稚媛

学 号: 20231257

指导教师: 谭衢霖

北京交通大学

2024 年 5 月

学士论文版权使用授权书

本学士论文作者完全了解北京交通大学有关保留、使用学士论文的规定。特授权北京交通大学可以将学士论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，提供阅览服务，并采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编以供查阅和借阅。

（保密的学位论文在解密后适用本授权说明）

学位论文作者签名: 马雅媛 指导教师签名: 谭海森

签字日期: 2024 年 5 月 21 日

签字日期: 2024 年 5 月 21 日

学士论文诚信声明

本人声明所呈交的毕业论文（设计），题目成昆铁路扩能工程峨米段线路方案比选设计是本人在指导教师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢中所罗列的内容以外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得北京交通大学或其他教育机构的学位或证书而使用过的材料。

申请学位论文与资料若有不实之处，本人承担一切相关责任。

本人签名: 马维媛 日期: 2024年5月21日

中文摘要

摘要：由于客货共线铁路有客货列车混行的特征，速度越高对线路的运营和维修越不利，设计速度等级高的客货共线铁路极具挑战。随着国家经济建设的飞速发展和技术水平的提高，为了满足日益增长的客货运量需求，修建时速 160km/h 的客货共线铁路是必然且可行的。本毕业设计旨在进行四川省乐山市燕岗县至四川省乐山市金口河区的铁路选线设计，设计时速为 160km/h，遵循《铁路线路设计规范》(TB10098-2017) 的要求。设计内容包括收集乐山地区的自然、经济、水文、地质等资料，结合实际工程选取主要技术标准，研究线路基本走向方案，采用 CAD 软件进行定线，完成线路方案的平纵断面设计，并通过技术经济比较选出最佳的推荐方案。

关键词：客货共线铁路；选线设计；平纵断面设计；方案比选

ABSTRACT

ABSTRACT: As passenger and freight railways have the characteristics of mixing passenger and freight trains, the higher the speed, the more unfavourable to the operation and maintenance of the line, the design of passenger and freight railways with high speed class is very challenging. With the rapid development of national economic construction and the improvement of technology level, in order to meet the growing demand for passenger and freight traffic, the construction of 160km per hour passenger and freight railway is inevitable and feasible. The purpose of this graduation design is to carry out the design of railway line selection from Yengang County, Leshan City, Sichuan Province, to Jinkouhe District, Leshan City, Sichuan Province, with a design speed of 160km/h, following the requirements of the Specification for the Design of Railway Lines (TB10098-2017). The design includes collecting the natural, economic, hydrological and geological information of Leshan area, selecting the main technical standards in combination with the actual project, studying the basic alignment scheme of the line, using CAD software for alignment, completing the flat and longitudinal section design of the line scheme, and selecting the best recommended scheme through technical and economic comparison.

KEYWORDS: Passenger and freight railway; Line selection design; The horizontal and longitudinal alignment design; Comparison of the route programs

目 录

中文摘要	1
ABSTRACT	11
目录	III
1 引言	1
2 设计简介	2
2.1 设计任务	2
2.2 设计范围	2
2.3 设计依据	3
2.4 设计方法	3
2.5 设计步骤	4
2.6 设计意义	4
2.7 预期成果	6
2.8 本章小结	6
3 测区调查	7
3.1 主要经济据点	7
3.1.1 沙湾区	7
3.1.2 峨边彝族自治县	8
3.1.3 金口河区	9
3.2 测区地形地质情况	10
3.2.1 测区整体地形概况	10
3.2.2 测区地质情况	11
3.2.3 主要环境敏感点分析	12
3.3 测区水文情况	12
3.4 测区交通情况	13
3.5 本章小结	14
4 主要技术标准与设计原则	15
4.1 主要技术标准选取原则	15
4.2 主要技术标准选取依据	15
4.2.1 铁路等级	15
4.2.2 设计速度	15

4.2.3 正线数目	15
4.2.4 最小曲线半径	15
4.2.5 最大坡度及牵引质量	16
4.2.6 到发线有效长	16
4.2.7 牵引种类	16
4.2.8 闭塞类型	16
4.2.9 机车类型	17
4.2.10 牵引质量	17
4.3 其他技术指标选择	18
4.3.1 缓和曲线长度	18
4.3.2 圆曲线或夹直线最小长度	19
4.3.3 最小坡段长度	19
4.3.4 最小竖曲线半径	19
4.3.5 车站间距	19
4.4 主要技术标准选取结果	20
4.4.1 主要技术标准	20
4.4.2 其他技术标准	20
4.5 本章小结	20
5 铁路能力计算	21
5.1 货物列车牵引辆数	21
5.2 货物列车牵引净载	21
5.3 货物列车长度	21
5.4 列车对数换算	21
5.5 需要的通过能力	22
5.6 实际通过能力	22
5.7 铁路输送能力	22
5.8 本章小结	23
6 线路走向方案比选	24
6.1 地形数据资料获取	24
6.1.1 高程数据获取	24
6.1.2 卫星遥感影像资料获取	25
6.1.3 高程数据生成等高线	26
6.1.4 卫星影像与等高线叠加	27
6.2 线路走向方案设计原则	27

6.3 线路走向方案综述	28
6.3.1 龙池大取直方案	29
6.3.2 沙湾、峨边方案	31
6.4 线路走向方案综合比选	34
6.4.1 各线路走向方案平面比较	34
6.4.2 线路走向纵断面比选	35
6.4.3 线路走向方案综合比选	36
6.5 本章小结	37
7 局部比选与详细设计	38
7.1 局部方案设计综述	38
7.2 局部方案综合比选	38
7.2.1 局部平面方案综合比选	38
7.2.2 局部纵断面方案综合比选	39
7.2.3 局部方案主要工程及费用比选	40
7.2.4 确定新建线路推荐方案	40
7.3 新建线路概况	41
7.4 方案详述	42
7.5 方案详细数据	44
7.6 控制工程	45
7.6.1 方案桥隧概况	45
7.6.2 桥梁	45
7.6.3 隧道	46
7.7 附属工程	46
7.7.1 路基工程	46
7.7.2 轨道工程	47
7.8 站场工程	47
7.8.1 中间站站场设计	47
7.8.2 越行站站场设计	48
7.9 站后工程	48
7.9.1 行车组织	48
7.9.2 给排水工程	48
7.9.3 电力、通信、信号系统	49
7.10 本章小结	49
8 施工投资估算与评价	50

8.1 编制范围	50
8.2 编制依据	50
8.3 投资预估预算总额及经济指标	50
8.4 项目运输支出	57
8.5 项目运输收入	60
8.6 税金及收入	62
8.7 评价结果	63
8.8 本章小结	68
9 环境评价	69
9.1 沿线环境现状	69
9.2 新建线路对环境的影响	69
9.3 新建线路环境保护措施	70
9.4 环境评价总结	71
9.5 本章小结	72
10 结束语	73
10.1 结论	73
10.2 设计总结	74
参考文献	75
致 谢	77
附 录	78
附录 A 各坡段走行时分	78
附录 B 工程图纸	79

1 引言

随着西南地区经济的蓬勃发展，原有的老成昆铁路在运量、速度和安全性等方面已逐渐无法适应当前及未来的需求。为满足日益增长的经济社会需求，推动区域经济的持续繁荣，扩能工程应运而生。这一重大工程旨在通过技术革新和改造，显著提升铁路的运输能力和服务质量。

在扩能工程中，一个关键举措是通过修建隧道来减少沿大渡河展线，从而有效缩短线路长度，并快速通过沿河的不良地质地段。特别是在峨米段，工程内容主要以隧道穿越为主，辅以挖填方路基和桥梁跨越。这一设计不仅能够有效避免复杂地形和不良地质条件对铁路建设的影响，还能确保列车在运营过程中的安全性和稳定性。

然而，征地范围内的地形地貌极为复杂，涵盖了低山、中山及河谷平原等多种类型。这些复杂的地貌条件给线路设计和施工带来了极大的挑战。特别是在设计区段燕岗到金口河之间，为了处理线路与峨边断裂的关系，减少施工期断裂破碎带对施工工期的不利影响，需要进行深入的地质勘察和方案研究。

在设计过程中，本工程采用了铁路线路设计相关理论作为理论基础，遵循复杂山区和不良地质区选线原则作为设计准则。同时，利用 Google Earth 数据获取了地形地貌信息，并通过 Global Mapper 软件进行数据处理和分析。最终，使用 AutoCAD 进行线路方案的绘制和优化，确保选线工作的科学性和合理性。

2 设计简介

2.1 设计任务

本毕业设计取材于成昆铁路扩能工程，选取燕岗至金口河区段做线路设计研究。结合沿线的地形和地质条件，参考既有铁路地质灾害发生、发育及危害程度等情况，应用减灾选线的理论和方法，对沿线各类不良地质分类总结并确定相应的选线措施。为此，首先确定线路的整体走向方案；然后结合工程投资、不良地质、环境敏感区域、工程可实施性等因素，确定线路的局部走向方案；最后，在局部方案的基础上，进一步对线路走向进行优化。

初步选定两条线路走线方案，并结合地形等资料完成线路走向方案比选，综合评价两个方案并比选出一条推荐方案进行详细设计。针对推荐方案进行线路的局部方案比选，计算工程量及工程费用等，对配套建设及施工方法等提出讨论及建议。

2.2 设计范围



图 2-1 设计线路区域的地理位置

设计线路位于四川省乐山市境内，如图 2-1 所示。北起燕岗站，南至金口河区，直

线距离 83.25km，途径沙湾区，范店子村，峨边彝族自治县，金口河区。沿线为西南复杂山区，线路穿过区域深大断裂峨边—金阳断裂。

2.3 设计依据

本设计以《铁路线路设计规范》TB10098—2017、《铁路建设项目预可行性研究、可行性研究和设计文件编制办法》TB 10504-2007 以及《列车牵引计算规程》、《铁路车站及枢纽设计规范》、《铁路工程制图标准》及《铁路线路图式》等国家标准与规范为设计依据。

2.4 设计方法

随着我国铁路建设的快速发展，对线路设计技术的要求也逐步提高。合理利用如今的信息化技术，可以为铁路建设过程中极为重要且影响深远的铁路选线环节提供重要保障。综合运用运筹学，模糊数学等模型可以为决策者提供有力的数据支持；做好铁路勘察设计的信息化工作，利用 GIS 技术，可视化设计技术如 BIM，推进从数据采集、数据传递、数据应用、数据存档和配合施工的勘测设计一体化，提高设计信息的共享和共用程度，实现信息生命周期内的共享。发展至今，各国线路设计均在原有设计基础上整合了全生命周期的数据共享和协同管理技术，增强了使用 3S 技术建模和处理数字地形的能力，完善了在各国设计标准下的线路设计功能和人机交互环境^[1]。本设计主要采用以 GIS 辅助信息化选线，包括如下内容：

1. 利用 Google Earth 收集地面高程信息：Google Earth 是目前较为成熟的数字化地球软件，可借助它收集设计区域横纵断面及地面信息模型。需要注意的是，谷歌地球提供的地面高程数据的准确性可能会因地点和数据来源的不同而有所差异。此外，谷歌地球可能无法为所有地区提供高度精确的海拔测量数据，尤其是在偏远或人口较少的地区。

2. 利用 Google Maps 获取图像并自动拼接成图：和 Google Earth 相比，Google Maps 地图更为复杂，为使用者提供了高清晰度的卫星照片、地形图和电子图形等多种功能。它能够将地形特征直接标注在图形上，从而增加了图形信息的数据量。Google Maps 利用 UTM 影像设计平面图形信息，因此在上传过程中能够更准确地避免缝隙和叠加的空间信息。为了确保图形易用性和平面一致性，上传的图形信息会使用球面坐标进行编辑，并根据需求合理地进行坐标变换，以得到每个项目独立坐标系下的图形结合 CAD 信息。这种将影像信息的组织和收集分开的方法可以应用于高斯影像、UTM 影像等多个地图投影描述的项目中。但 Google Maps 上的卫星图像可能会受到分辨率、遮挡物和云层等因素的影响，因此拼接后的图像可能会有一些不连续或不完整的部分。

2.5 设计步骤

铁路选线基本步骤：铁路线路设计工作一般按总体规划与布局，带状范围定线，逐段定线和详细选线设计几部分进行；

（1）总体规划与布局

在线路总方向确定后，从大面积着手由面到带进行总体线路布局的过程。这关系着工程经济和质量的根本问题，通过线路勘探和方案比较完成。总体规划是解决线路基本走向的全局性工作，是在线路总方向（起讫点和中间必须经过的城镇或地点）确定后，从大面积着手由面到带进行总体线路布置的过程。一般在 1:10000-1:50000 地形图上进行总体布局，选出可能的线路走向方案，然后进行踏勘与资料收集，根据需要与可能结合具体条件，通过比选落实必须经过的网性经济据点，逐步缩小路线活动范围，进而定出大体的线路布局，为下一阶段选线工作奠定基础。线路总体规划与布局是关系到工程经济和质量的根本问题。如总体规划与布局不当，即使局部线路选得再好，仍可能是一条质量较差的线路。总体规划是通过线路踏勘，经过方案比较来完成的。

（2）带状范围定线

在线路基本确定的情况下，按地形、水文等条件选定出一些局部控制点，即构成线路带，也成为窄带定线。这些细部控制点的选取，应通过技术经济必选的方法来确定。带状范围选线一般应在 1:1000-1:5000 比例尺的地形图上进行。只有在地形简单、方案明确的线路才可以现场选线。

（3）逐段定线

在线路基本走向已经确定的基础上，以相邻主要控制点间划分段落，根据技术标准，结合其间具体地形、地质等自然条件，通过试坡展线方法逐段加密细部控制点，进一步明确线路走向，以构成线路的雏形。这一步工作的关键在于探索与落实局部线路方案，为实现具体定线提供可能的途径。

（4）详细选线设计

在上述线路轮廓基础上的具体线路设计工作。即在前述逐段安排的控制点间，根据技术标准并结合地形、地质等自然条件，可分别采取现场直接插旗定线或放坡定点的方法，定出一系列的控制点，然后从这些点位穿出通过多数点的直线段，延伸相邻直线段的交点，即为线路转折点。随后拟定出曲线半径，具体定出线路位置，至此线路设计工作基本完成^[5, 6]。

2.6 设计意义

成昆铁路是连接中国西南地区和云贵高原的重要交通干线，是我国地形、地质、气

候环境最为恶劣的区域，具有板块活动强烈、山地灾害频发、生态环境脆弱等特征，地震、岩溶、崩塌、滑坡、泥石流、地面沉降等地质灾害多发，给铁路勘察设计、工程建设、运营维护造成了极大的挑战^[7]。扩能工程将增加铁路线路容量，提高列车运行速度和频次，从而增加铁路运输能力，满足急需增长的货物和人员运输需求。



图 2-2 成昆铁路位置

成昆铁路贯通了云南、四川等地（如图 2-2），这些地区拥有丰富的自然资源和旅游资源。通过扩能工程，可以加强对这些地区的交通支持，促进资源开发、旅游业发展和经济繁荣。扩能工程将改善铁路线路的运行状况，减少列车拥堵和稳态，提高运输效率

和准点率。这趟列车为乘客和货物提供更加便捷、可靠的交通选择，促进地区发展。而其中峨米段正包括限制成昆铁路运量的关键路段，西昌到攀枝花路段上^[8]。成昆铁路扩能工程的实施将进一步优化中国西南地区的交通结构，提升铁路在综合交通体系中的地位和作用。这有利于增强公路交通压力，改善环境质量，提高交通运输的持续性。

对我而言，在本设计的过程中可以检验过去三年本科学习间的学习成果，将多种知识融会贯通，综合利用多种知识完成设计。此外在设计中还要有大局意识，要深入了解“以人为本、服务运输、强本简末、系统优化、着眼发展”的设计理念。深入了解国家发改委关于各个方面可持续发展、绿色发展理念的要求，加强自己的环保意识、经济意识等。进一步完善专业知识的学习，应用 Global Mapper 等相关软件进行线路方案比选，结合工程，社会及环境多方面因素考虑，确定最佳路线并绘制相应横纵断面图。相信经过这样的课题设计，我在未来的学习和工作中我的工作能力，工作态度和对工程软件的使用都将得到助益，为以后积累宝贵经验。

2.7 预期成果

- (1) 收集和查阅设计线路所经地区的资料及文献。
- (2) 拟订 2~3 个设计方案，综合比较各自的优缺点，提出推荐方案。
- (3) 选定推荐方案，说明方案的特点、技术上和经济上的合理性以及采用的理由。
- (4) 严格按照《北京交通大学本科生毕业设计（论文）规范》，提交毕业设计（论文），主要包括：论文主体和工作日志两部分，分别整理装订。
- (5) 应完成图纸工作和要求：

图件：①线路地理位置图；②线路方案平面图；③线路纵断面图；图件比例尺要求：
平面：1:50000, 1:10000, 1:5000, 1:2000；纵断面：横向：1:50000, 1:10000, 竖向：
1:1000, 1:500。

2.8 本章小结

本章内容介绍了设计的设计任务、设计意义等，对本项设计任务和思路以及研究方法作了详细的介绍。

3 测区调查

设计线路区域位于四川省乐山市，主要途径乐山市沙湾区，峨边彝族自治县以及金口河区。本章主要介绍以下几个经济据点的地形、气候、水文、交通、经济等情况。

3.1 主要经济据点

3.1.1 沙湾区

沙湾区，隶属四川省乐山市，地处大渡河下游、大小凉山与四川盆地过渡地带，介于北纬 $29^{\circ} 11' 18'' \sim 29^{\circ} 31' 30''$ ，东经 $103^{\circ} 25' 13'' \sim 103^{\circ} 44' 10''$ 之间，北连乐山市市中区，南界沐川县、峨边彝族自治县，东临五通桥区和犍为县，西靠峨眉山市，总面积 610.89 平方千米。

地形：沙湾区属盆周山区，地势西高东低，依次为山、丘、坝三种地貌，沙湾境内地形以山地为主，中低山占区域面积的 68.32%，坝丘占 31.68%。大渡河以西为中山区，三峨山主峰——美女峰是全区地势最高点，海拔 2027 米；大渡河以东，沫溪河以南至铜街子一带为低山区，最低处为踏水镇踏水大桥处沫溪河谷，海拔 367 米。可概括为“九分山丘一分坝，一条大河绕城过，东低西高倾斜状”。

气候：沙湾区属亚热带季风气候区，气候随海拔高度的变化而变化，其特点是四季分明，雨量充沛，夏季降水较多且多暴雨，尤以夜间降雨为主要特征。年平均气温 18.7℃。最热在 7 月，平均月气温 28.2℃；最冷为 1 月，平均月气温 7.4℃。年平均日照数 983.8 小时，历史气象资料记载日极端最高气温 39.6℃，日极端最低气温 -4.3℃。

水文：沙湾区境内河流主要有大渡河和沫溪河，大渡河为境内主要河流，流经境内 8 个镇、1 个街道办事处，流程 118 千米（含与峨边、沐川县界河段），流域面积 369.35 平方千米。大渡河在沙湾区接纳的主要支流有：范店沟、刘沟、铜厂沟、牛石溪、大溪沟、龙洞沟、轸溪沟、插旗沟、余溪河等，均为小型山地溪河。沫溪河发源于沙湾区太平镇、福禄镇和踏水镇交汇的峰顶山北坡，流至五通桥区西坝镇入岷江。

经济：沙湾区经济支柱是工业相关第二产业。2022 年，沙湾区实现地区生产总值（现价）212.1 亿元，按可比价计算，比上年增长 3.0%。其中：第一产业实现增加值 19.1 亿元，同比增长 2.1%；第二产业实现增加值 135.9 亿元，同比增长 2.9%，实现工业增加值 124.6 亿元，同比增长 3.2%；第三产业实现增加值 57.1 亿元，同比增长 3.5%。三次产业比例为 9.0:64.1:26.9；三次产业对经济增长的贡献率分别为：7.4%、61.1%、31.5%；

三次产业分别拉动经济增长 0.2 个、1.9 个、0.9 个百分点。

3.1.2 峨边彝族自治县

峨边彝族自治县隶属于四川省乐山市，位于西南小凉山区，与佛教圣地峨眉山毗邻。县城沙坪镇介于东经 $103^{\circ} 15' \sim 103^{\circ} 33'$ ，北纬 $28^{\circ} 39' \sim 29^{\circ} 15'$ 之间。东西宽 56 千米，南北长 73 千米，全县幅员面积 2382 平方千米。地处四川盆地与云贵高原的过渡地带，属亚热带湿润季风气候，由于地形高差悬殊，气温随海拔高度而异，垂直差异明显。全县辖 7 个镇、6 个乡。

地形：峨边彝族自治县位于四川省西南山地的北部，地处大相岭东南坡，小凉山和小相岭东北麓，并居横断山脉的东侧，是四川盆地与云贵高原的过渡地带，属于高山地低洼河谷类型。地壳受一系列南北向褶皱和大逆断层所控制，县内山川走向大体成南北纵向伸展，岭谷相间，平行排列，四周高山环绕，境内群山耸峙，山峦重叠，沟壑纵横，成为县内地形的显著特色。中部受横贯县境的大渡河影响，切割急剧加深，谷壁陡峭，形成谷地狭窄的山地河谷地带。按其切割程度的不同，全县地貌依次可分为高山、中山、低山（山地河谷）等三个地貌单元。境内海拔一般在 1000 至 4000 米之间，山脊约为 3000 米左右，平均海拔为 1200 米。西南边缘的马鞍山主峰是最高峰，海拔 4288 米，东北部五渡乡的大沙坝，海拔仅 469 米，为最低点，相对高差悬殊，达到 3800 余米，形成西高东低之逐渐倾斜地势。由于高差悬殊，使得地貌、气候、植被、土壤、及农业利用方式，都呈明显的垂直分布规律。

气候：峨边彝族自治县属亚热带湿润季风气候，由于地形高差悬殊，气温随海拔高度而异，垂直差异明显，形成“一山分四季，十里不同天；山顶戴雪帽，山脚百花鲜”的小凉山区气象景观。具有气候温和，雨量充沛，云雾多，湿度大，光照少，无霜期长，农业气候四季分明，有春迟、夏短、秋早、冬长的特点。县境内气温年平均为 16.6°C ，极端高温为 35.7°C ，极端低温为 -3.2°C 。7 月最热，月平均为 25.3°C ；1 月最冷，月平均 6.5°C 。年极变化微小，高低相差 1°C 。历年日照平均总时数为 1049.3 时，日平均近 6 小时，实照时数占全年可照时数的 24%。日照时数随海拔高度不同而变化各异。

经济：峨边县以脱贫攻坚总揽发展大局，“十四五”期间，坚持致力绿色崛起建设美丽峨边发展主题，瞄准“一带一门户两城四县”八大目标，实施“交通强县、全域旅游兴县、绿色工业富县”三大战略，攻坚“交通大突破、旅游大发展、产业大提升、民生大改善”四大重点，强化“人才、土地、资金、效能、制度”五大保障，实现“十四五”经济发展高质量、改革开放高水平、生态文明高标杆、人民生活高品质、社会治理高效能。

3.1.3 金口河区

金口河区，隶属四川省乐山市，位于四川省西南部，乐山市西部，地处乐山市、雅安市、眉山市与凉山彝族自治州交界处，介于东经 $102^{\circ} 50' 24'' \sim 103^{\circ} 10' 24''$ ，北纬 $29^{\circ} 00' 24'' \sim 29^{\circ} 00' 46''$ 之间，属亚热带季风气候，气候温和，四季分明，总面积 598 平方千米。金口河区位于乐山市，地质特征丰富，具有“冬干春旱，夏季多洪涝，秋季有绵雨”的气候特点。此外，金口大峡谷是中国较大的、河流上较为典型的嶂谷和隘谷。周边主要发育的构造为金口河断裂，泥石流即位于金口河断裂东翼。金口河区地处我国地震活动强烈的南北地震带中段龙泉山断裂地震带与峨边～马边地震带交接部位，是一个中强地震区^[11, 12]。

地形：金口河区境内崇山峻岭，岗峦起伏，河峡纵横。东有巨北峰，南有老鹰岩，西有梅林顶，北有城墙埂，均为海拔 2800 米以上的高山，形成一个封闭式格局，山地占全区总面积的 99%。地貌主要分为四类：1、东部中低山区，即中切割低山；2、中部中山河谷区，即河成阶地；3、西部中高山，即深切割中高山区；4、山间洼地区。

水文：金口河区境内主要有过境干流大渡河，一级支流小河、金口河，二级支流野牛河、顺水河以及少量的高山湖泊。南北两岸的降水地带径流形如叶脉，都汇入了大渡河。

气候：金口河区位于亚热带季风气候区，这里的气候特点独特而显著。整体而言，这里的气候温和而湿润，四季分明，给人一种舒适宜人的感觉。

首先，金口河区的雨量相当充沛，但分布并不均匀。夏季是主要的降水季节，降雨集中且多暴雨，这在一定程度上增加了洪涝灾害的风险，同时也给农田带来了丰富的水源。然而，在冬季和春季，降雨量则相对较少，这导致土壤湿度不足，容易出现干旱现象，影响了农作物的生长和产量。

其次，金口河区的日照时间相对较少。这可能是由于云量和雨量的增加导致的，使得阳光照射到地面的时间减少。虽然这在一定程度上影响了农作物的光合作用，但湿润的气候条件也为农作物的生长提供了良好的水分保障。

此外，金口河区的秋季气候凉爽宜人。随着夏季的结束，秋雨绵绵，气温逐渐下降。这种气候特点使得人们感受到秋天的凉爽和清新，同时也为农作物的收获和储存提供了良好的条件。在绵雨之后，气温明显下降，形成了“一场秋雨一场寒”的明显气候特征，提醒人们及时添衣保暖。

这些气候特点对金口河区的农业生产和生态环境产生了深远的影响。农民们需要根据气候的变化来合理安排农事活动，确保农作物的正常生长和产量。同时，政府也需要加强气候监测和预警，及时发布相关信息，帮助农民应对气候变化带来的挑战。

经济：金口河区正在积极推动高质量的经济发展。近年来，该区在大小凉山彝区率

先实现高质量脱贫摘帽，成功创建全省民族团结进步示范区、全省幸福美丽新村建设示范县、国家生态示范文明建设示范区。此外，金口河区还在全域旅游发展方面取得了显著成就，2021年共接待游客112.46万人次，同比增长22.77%；旅游综合收入4.16亿元，同比增长17.51%。在农业方面，金口河区也在积极推动特色优势产业的发展，如道地中药材、高山食用菌、高山蔬菜等。总的来说，金口河区正在以红色铸魂、绿色打底，加快建设大小凉山彝区乡村振兴示范区，积极争创全国民族团结进步示范区，奋力谱写绿色发展新篇章。

3.2 测区地形地质情况

3.2.1 测区整体地形概况

成昆铁路扩能工程燕岗至金口河南段线路位于四川盆地向西南山地过渡地带，总体趋势西南高，东北低，高差悬殊大。地貌有山地、丘陵、平原三种类型，以山地为主。测区东北部地势较低，位于四川盆地边缘，向西南行进进入横断山区，地势较高，高程变化剧烈。主要影响水系为大渡河。

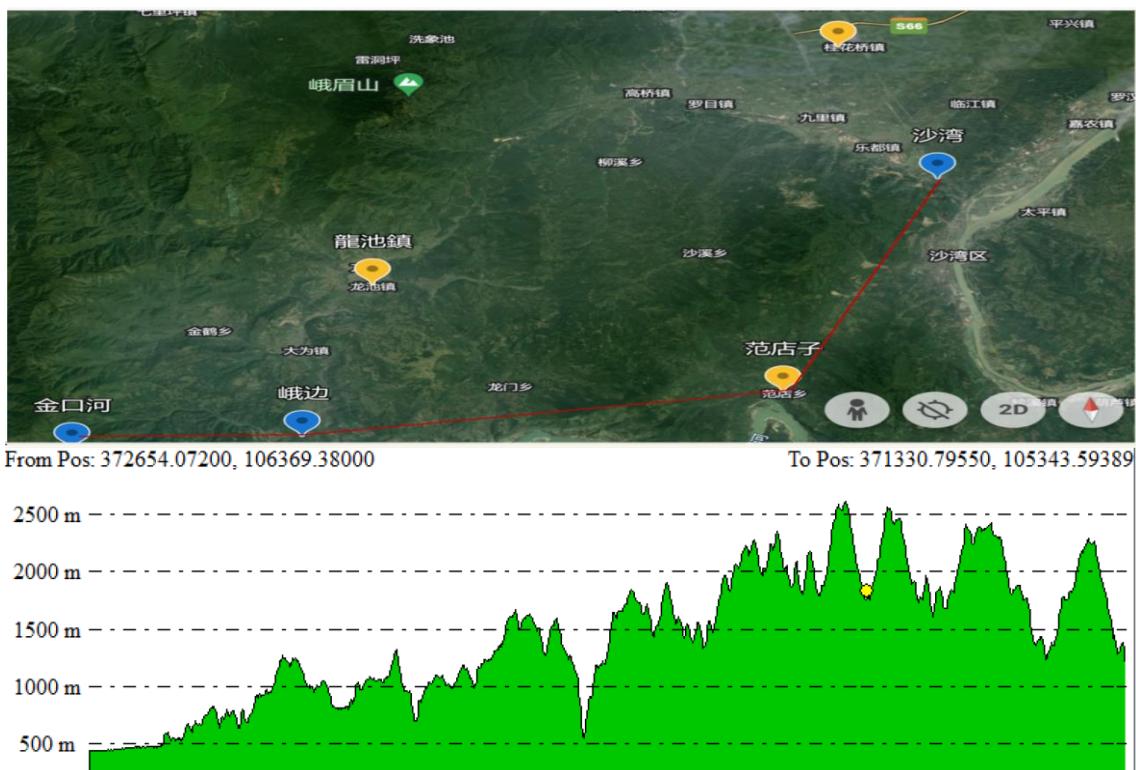


图 3-1 测区地形地貌平纵断面图

3.2.2 测区地质情况

燕岗至金口河间主要不良地质为区域深大断裂峨边-金阳断裂及大渡河沿岸岩溶地
质。大渡河附近以白云岩为主，为沉积碳酸岩（如图 3-2），受降水冲刷容易发生塌陷。
故用深大埋深隧道替代沿河展线，在河边的线路也要使用桥梁快速通过。



图 3-2 测区岩溶地貌地图

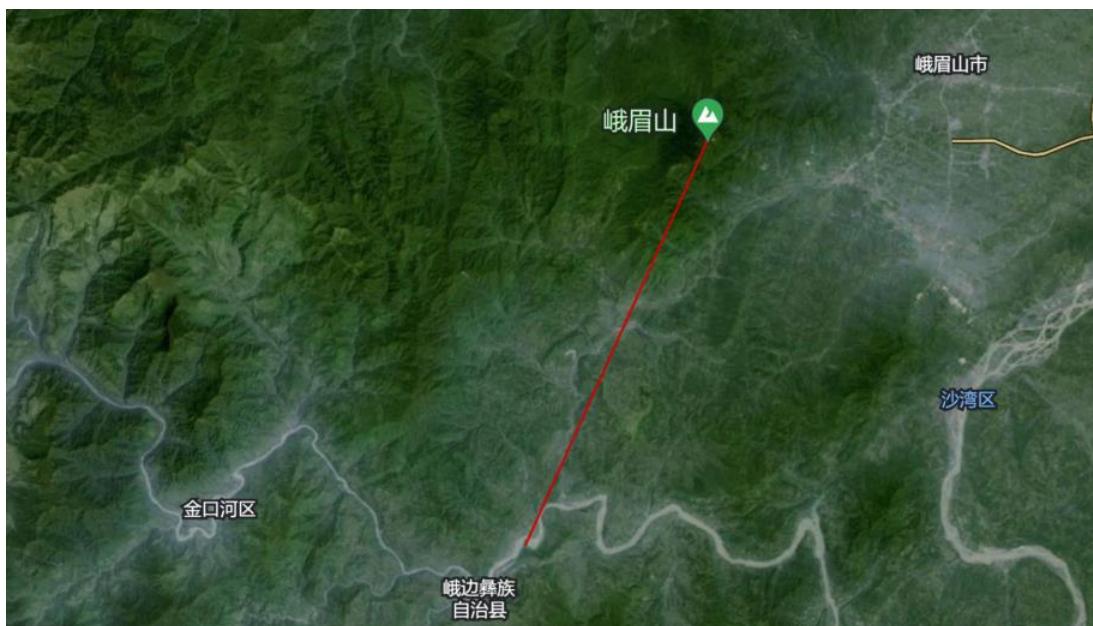


图 3-3 峨边-金阳断裂大致走向

峨边—金阳大断裂位于四川盆地南部，从金阳向北经马边、刹水坝止于峨边，长约220km，如图3-3所示。大断裂走向近南北，西倾，主要断于古生界至中生界中，在剖面上呈叠瓦状，沿断裂带岩层挤压破碎强烈，属逆冲断裂。峨边—金阳大断裂是一条南北走向的活动大断裂，形成于燕山期后，具活动性，断裂带内断层泥发育，地震活动频繁，在雷波马颈子一带断裂带内有温泉出露。该断裂经历了中更新世、晚更新世两个再活动期，但不具备晚第四纪活动性，未来对工程场地不会造成显著影响^[13]。结合文献资料及等高线变化趋势可得出断裂大致位置及走势。

3.2.3 主要环境敏感点分析

如上文分析，测区内的主要环境敏感点为大渡河边不良地质及区域深大断裂峨边—金阳断裂。在进行线路方案设计时需要多方案比选，注意尽量大角度与断裂相交，不应平行或在其断裂带中行进，特别要避开断裂密集处、交汇处，以提高路基稳定性。选线设计中将交叉位置尽量靠近隧道进口，以避免施工期断裂破碎带对施工工期的不利影响。此外，为规避塌陷等地质灾害，应减少线路在河边岩溶区域的行进。老成昆铁路因沿河展线较多，经过岩溶区线路长，导致塌陷严重，夏季经常不能通行。故本设计使用长大隧道绕避或快速通过大渡河沿岸。

3.3 测区水文情况

沿线测区主要影响水系为大渡河，如图3-4所示。大渡河流域内地形复杂，经川西北高原、横断山地东北部和四川盆地西缘山地。在绰斯甲河口以上上游上段属海拔3600米以上丘原，丘谷高差100-200米，河谷宽阔，支流多，河流浅切于高原面上，曲流漫滩发育。至泸定为上游下段，河流穿行于大雪山与邛崃山之间，河谷束狭，河流下切，岭谷高差在500米以上，谷宽100米左右，谷坡陡峻，河中巨石梗阻，险滩密布。其中马奈至长河坝一段落差562米，比降4.6%，两岸山地高出江面1000-2000米，谷坡40-80度之间，丹巴附近有壁立的悬崖，谷宽300-800米，河中水深、流急。中游泸定至石棉，蜿蜒于大雪山、小相岭与夹金山、二郎山、大相岭之间，地势险峻，谷宽200-300米，谷坡40-70度，水面宽60-150米，河中水深流急；沿河有多处面积较广的冲积锥、洪积扇，向南河面逐渐展宽，河漫滩、阶地断续分布。石棉以下的下游段，河流急转东流，绕行于大相岭南缘，横切小相岭、大凉山北端及峨眉山后进入四川盆地西南部的平原丘陵地带，沿河两岸山势渐缓，河谷渐阔，汉源至峨边的局部河道狭窄，河宽约60-100米，谷坡陡峭；轸溪至铜街子河长63公里，直线距仅7公里，形成一大河湾。河流两岸阶地分布广泛，并有较大面积的阶地。沙湾以下，河流进入乐山冲积平原。下游河

中有河漫滩、沙洲分布。

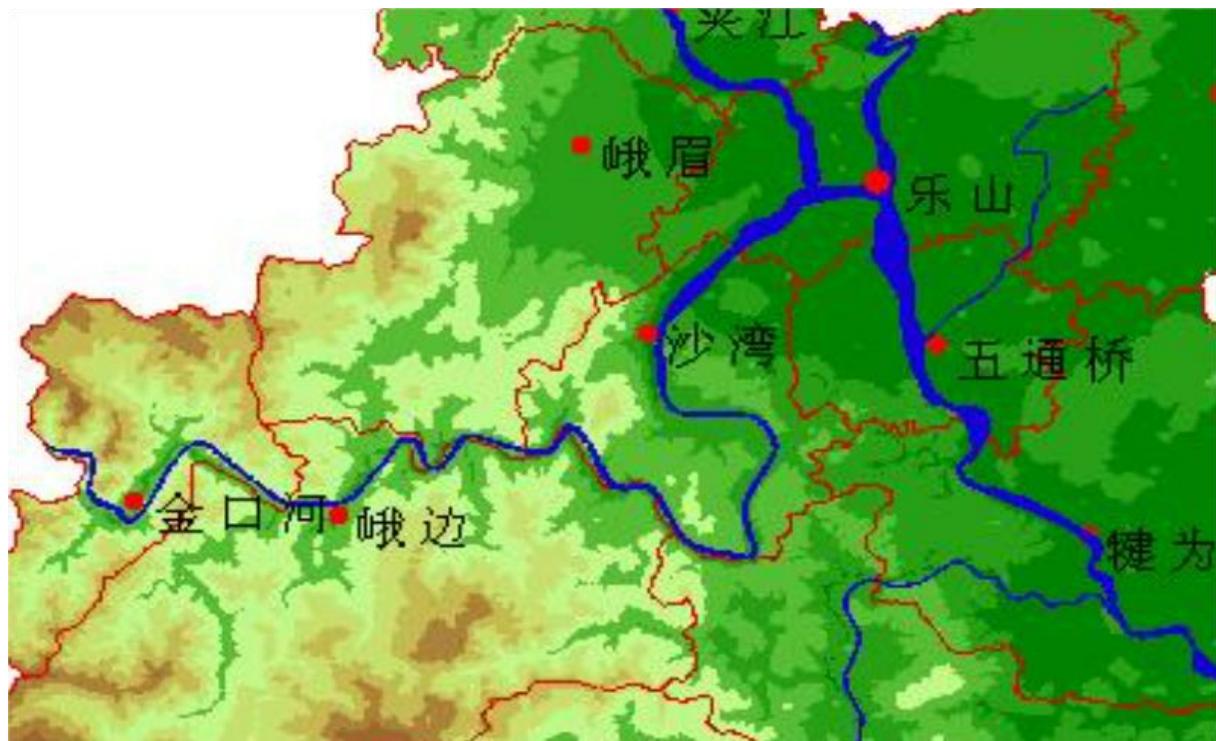


图 3-4 沿线水文情况

3.4 测区交通情况



图 3-5 沿线交通情况

由于测区为山地，高程变化剧烈，现有交通以老成昆铁路与 G245 国道为主，如图 3-5 所示。

3.5 本章小结

本章利用 Google Earth、百度地图、搜索引擎等获取的测区资料，介绍了线路方案拟定区域的主要经济据点分布及概况，测区主要地形地貌情况、重点地质问题及环境敏感点分布。本章内容可为后续设计过程中的主要技术标准、线路走向方案以及客流量预测提供参考。

4 主要技术标准与设计原则

4.1 主要技术标准选取原则

铁路线路主要技术标准应根据线路在铁路网中的作用、运输需求和输送能力、地形和地质条件等因素，按系统优化的原则综合比选确定。本设计结合《铁路线路设计规范》TB10098—2017、《铁路建设项目预可行性研究、可行性研究和设计文件编制办法》TB10504-2007 等确定铁路线路方案的主要技术标准。

4.2 主要技术标准选取依据

4.2.1 铁路等级

根据铁路在铁路网中的作用、性质、设计速度和客货运量确定线路等级，本线路等级为国铁一级，客货共线铁路。

4.2.2 设计速度

设计速度应根据项目在铁路网中的作用、运输需求、工程条件,进行综合技术经济比较确定,并符合旅行时间目标值的要求。本设计选取设计速度为 160km/h。

4.2.3 正线数目

根据《铁路线路设计规范》，地形确不允许地区按双线铁路的设计。故本设计选取电气化双线设计。

4.2.4 最小曲线半径

根据《铁路线路设计规范》，最小曲线半径应根据设计速度、运输组织模式、列车运行安全和旅客舒适度要求等因素确定,且应符合表 4-1 规定。本设计行驶速度为 160km/h, 故一般地段最小半径选用 2000m, 困难地段选用 1600m。

表 4-1 铁路平面最小曲线半径 (m)

设计速度 (km/h)	200	160	120	100	80
工程条件	一般	3500	2000	1200	800
	困难	2800	1600	800	600

4.2.5 最大坡度及牵引质量

设计线（或区段）的限制坡度应根据铁路等级、地形条件、牵引种类和运输要求比选确定，并应考虑与邻接铁路的牵引质量相协调，但不得大于表 4-2 规定的数值。本设计选用最大坡度千分之六设计。

表 4-2 限制坡度最大值 (%)

地形类别	平原	丘陵	山区
牵引种类	电力	6.0	12.0
	内燃	6.0	9.0

根据测区困难的地形条件以及运输需求，查阅资料得本项目规定牵引质量为 4280t。

4.2.6 到发线有效长

根据《铁路线路设计规范》(TB 10098-2017)，客货共线铁路到发线有效长应根据运输需求和货物列车长度确定，且宜与邻接线路的到发线有效长相协调，并应采用 1050m、850m、750m、650m 等系列值。改建既有线和增建第二线到发线有效长采用上述系列值引起较大工程时，可根据实际需要计算确定。本设计根据工程实际中的要求，到发线有效长定为 850m。

4.2.7 牵引种类

按照《铁路线路设计规范》(TB 10098-2017) 规定，客货共线铁路、重载铁路的车牵引种类应根据路网与牵引动力规划、线路特征和沿线自然条件以及动力资源分布情况合理选定，并宜采用电力牵引。故该线路选用电力牵引。

4.2.8 闭塞类型

本次设计的铁路线路为双线铁路，双线铁路应采用自动闭塞，一个区段内应采用同一种闭塞类型。

4.2.9 机车类型

按照《铁路线路设计规范》(TB10098-2017)规定,机车类型应根据车引种类、牵引质量、设计速度等运输需求,按照与线路平、纵断面技术标准相协调的原则,结合车站分布,经技术经济比选确定。

在对比各种机车的参数后,故根据车引种类、牵引质量、设计速度等运输需求,本设计线旅客机车选定 CRH_{1A}型电力动车组,货物机车选定 HXD1 型电力机车。参数见表 4-3 表 4-4。

表 4-3 CRH_{1A} 型电力动车组参数表

动车类型	最高运营速度 (km/h)	编组形式	列车总长	编组定员 (人)	轴重 (t)	轴距 (mm)	牵引总功率 (kw)
CRH1A	205	8 辆	213.5	670	≤16	2700	5300

表 4-4 HXD1 电力机车牵引性能参数表

机车类型	用途	轴重 (t)	轴式	功率 (kw)	持续速度 (km/h)	最高速度 (km/h)	计算牵引力 (KN)
HXD1	货	25	2 (Bo-Bo)	9600	65	120	532

4.2.10 牵引质量

列车的牵引质量与运输需求、机车类型、限制坡度、到发线有效长等铁路主要技术标准密切相关,直接影响铁路输送能力,并对工程投资、运营成本、运输效率等技术经济指标有很大影响,应结合列车速度、密度、重量合理组配,经技术经济比选后确定。通过收集资料,本设计选用牵引质量 4280t。

(1) 牵引质量计算

取 HXD1 型电力机车:

机车牵引力使用系数: $\lambda_y = 0.9$

HXD1 型电力机车计算牵引力: $F_j = 532 \text{ kN}$

HXD1 型电力机车计算质量: $P = 200 \text{ t}$;

限制坡度: $i_x = 6.0\%$;

HXD1 型电力机车计算速度: $v_j = 65 \text{ km/h}$;

重力加速度: $g = 9.81 \text{ m/s}^2$;

机车单位基本阻力:

$$w'_0 = (1.20 + 0.065v + 0.000279v^2)g = 27.28 \text{ N/t} \quad (4-1)$$

车辆单位基本阻力

$$w_0'' = (0.92 + 0.0048v + 0.000125v^2)g = 17.27 \text{ N/t} \quad (4-2)$$

牵引质量：

$$G = \frac{F_i \lambda_y - P(W_0' + gi_x)}{w_0 + gi_x} = 6062.4 \text{ t} \quad (4-3)$$

(2) 牵引质量检算

①起动检算：

机车起动牵引力： $F_q = 532 \text{ kN}$ ；

机车单位起动阻力： $w_q' = 5 \text{ g} = 49.05 \text{ N/t}$ ；

货车单位起动阻力： $w_q'' = 3.5 \text{ g} = 34.34 \text{ N/t}$ ；

起动地点加算坡度值按 $i_q = 1\%$ 计算；则受起动条件限制的牵引质量：

$$G_q = \frac{F_q \lambda_y - P(w_q' + gi_q)}{w_q'' + gi_q} = 15244 \text{ t} \quad (4-4)$$

由于 $G = 4280 \text{ t} < G_q = 15244 \text{ t}$ ，因此列车可以起动。

②车站到发线有效长检算：

根据《铁路线路设计》，可知客货共线列车停车安全距离 L_a 为 30m，机车长度 L_J 为 35.222m，机车台数 N_J 为 1 台，列车延米质量 q 为 5.677 t/m。

$$\begin{aligned} G_{xy} &= (L_{xy} - L_a - N_J L_J)q \\ &= (850 - 30 - 2 \times 35.22) \times 5.677 \\ &= 4450 \text{ t} > 4280 \text{ t} \end{aligned} \quad (4-5)$$

根据式 (4-5) 所示，满足要求。

综上，初步确定本线路的牵引质量 $G = 4280 \text{ t}$ 。

4.3 其他技术指标选择

4.3.1 缓和曲线长度

表 4-5 缓和曲线长度 (m)

路段设计速度 (km/h)	200		160	
	一般	困难	一般	困难
工程条件				
3500	140	130	90	70
曲线半径 (m)	3000	170	150	90
	2800	180	170	100

根据《铁路线路设计规范》(TB10098-2017),缓和曲线长度不得小于表 4-5 中规定数值。本项目选取 90m 为缓和曲线长度,满足规范要求。

4.3.2 圆曲线或夹直线最小长度

根据规范,圆曲线或夹直线最小长度符合表 4-6 的规定。

表 4-6 圆曲线或夹直线最小长度

路段设计速度 (km/h)	200	160
工程条件	一般	130
	困难	80

本项目选择 130m 作为圆曲线或夹直线最小长度。

4.3.3 最小坡段长度

根据《铁路线路设计规范》(TB10098-2017),旅客列车设计行车速度为 160km/h 的路段,坡段长度不应小于 400m,且最小坡段不宜连续使用两个以上。本项目选择 400m 作为最小坡段长度。

4.3.4 最小竖曲线半径

根据线规规定,路段设计速度为 160km/h 及以上地段,当相邻坡段的坡度差大于 1‰ 时,竖曲线半径不得小于 15000m。本项目选择 15000m 作为最小竖曲线半径。

4.3.5 车站间距

根据《铁路线路设计规范》(TB10098-2017),新建客货共线双线铁路的车站分布,应根据不同的牵引种类、客车对数和路段旅客列车设计速度等因素确定。困难条件下,个别区间的货物列车运行时分可较表 4-7 规定的数值增大 1 min-2 min。

表 4-7 新建客货共线铁路站间货物列车单方向运行时分 (min)

路段设计速度 (km/h)	200	160
站间货物列车单方向运行时分 (min)	电力	内燃
	25	—

同时线规规定，客货共线铁路双线站间距不宜小于 5km。故本项目选择 20min 作为货物列车最大单方向运行时分，最小不小于枢纽内站间距 5km。

4.4 主要技术标准选取结果

4.4.1 主要技术标准

- (1) 铁路等级：国铁 I 级；
- (2) 列车设计速度：160km/h；
- (3) 正线数目：双线；
- (4) 最小曲线半径：2000m；
- (5) 限制坡度：6‰；
- (6) 牵引种类：电力；
- (8) 机车类型：电力机车；
- (9) 牵引质量：4280t；
- (10) 到发线有效长：850m；
- (11) 闭塞类型：自动闭塞。

4.4.2 其他技术标准

- (1) 车站间距：5km 至 40km
- (2) 圆曲线或夹直线最小长度：140m
- (3) 最小坡段长度：400m
- (4) 最小竖曲线半径：15000m
- (5) 缓和曲线长度：90m。

4.5 本章小结

本章完成的主要设计工作包括根据《铁路线设计规范》中规定的标准，参考现有客货共线铁路，并考虑周边地区的具体经济和自然条件，选择铁路线路设计所需的参数和技术标准。该准备工作包括限制坡度、最小曲线半径、牵引质量、机车类型和设计货运列车速度等因素，为未来的选线工作提供基础。

5 铁路能力计算

5.1 货物列车牵引辆数

货物列车的牵引辆数 n 可按下式计算：

$$n = \frac{G_s}{q_p} \quad (5-1)$$

此处 G 取 4280t, q_p 为每辆货车平均总重量(t), 目前取 78.998t; 由已知条件可得 $n=54.18$, 取 n 为 54 辆。

5.2 货物列车牵引净载

货物列车的牵引净载 G_j 可按下式计算：

$$G_j = K_j \cdot G \quad (5-2)$$

其中 K_j 为货车的净载系数, 目前取值为 0.73。根据既有条件, 可算出 $G_j=3124.4t$, 取值为 3120t。

5.3 货物列车长度

货物列车长度 L_L 可按下式计算：

$$L_L = L_j + \frac{G}{q} \quad (5-3)$$

其中 L_j 为机车长度, 由于本设计采用的货物列车为 HDX1 型电力机车, 为 35.222m; q 为货车平均每延米质量(t/m), 目前取值为 5.677t/m。根据既有条件, 可算出 $L_L=509.06m$, 取值为 510m。

5.4 列车对数换算

由于铁路线运行多种列车, 而这些列车速度、重量不同, 占用运行图的周期不同, 因此, 需要对其进行换算。对于客货共线铁路, 该标准列车一般取为普通货物列车。

换算的货物列车对数可根据下式进行计算：

$$N_H = \frac{10^6 \beta \cdot C}{365 G_j} \quad (5-4)$$

其中 β 为货运波动系数取值为 1.15；

由于本次设计近期客货运量为 40Mt/a，因此 C 取值为 40Mt/a。根据既有条件可算出 $N_H=40.4$ (列/d)，取值为 41 列/d。

5.5 需要的通过能力

为了满足客货运量需求，本设计线所需要的通过能力可根据下式进行计算：

$$N_{xy} = \{N_H + [N_K \varepsilon_K + N_{KH}(\varepsilon_{KH} - \mu_{KH}) + N_L(\varepsilon_L - \mu_L) + N_Z(\varepsilon_Z - \mu_Z)]\} \cdot (1 + \alpha) \quad (5-5)$$

其中 α 为通过能力储备系数，双线取值为 0.15；

ε_K 、 ε_{KH} 、 ε_L 、 ε_Z 为旅客、快货、零担、摘挂列车的扣除系数，分别取值为 1.8、2.0、3.0、2.0；

μ_{KH} 、 μ_L 、 μ_Z 为快运货物、零担、摘挂列车的货物质量与普通货物列车的货物质量的比值，称为满轴系数，分别取值为 0.75、0.50、0.75；

N_K 、 N_{KH} 、 N_L 、 N_Z 分别为旅客、快货、零担、摘挂列车对数 (列/d)，分别取值为 5、10、4、1。

根据既有条件，可算出 $N_{xy}=72.07$ (列/d)，取值为 73 (列/d)。

5.6 实际通过能力

由于本次设计采用自动闭塞，同向列车可追踪运行。因此，通过能力可根据下式计算：

$$N = \frac{1440 - T_T}{I} \quad (5-6)$$

其中 I 为同向列车追踪间隔时分，其数值根据运营条件决定，客货共线铁路一般采用 8-10min，本次设计取 $I=10\text{min}$ ； T_T 为日均综合维修“天窗”时间，双线铁路不宜少于 120min，本设计取值为 120min。根据已知条件，可算出 $N=132$ (列/d)。由于 $N=132$ 列/d > $N_{xy}=73$ 列/d，所以本设计线的通过能力满足要求。

5.7 铁路输送能力

铁路输送能力可根据下式进行计算：

$$N_H = \frac{N}{1+\alpha} - [N_K \varepsilon_K + N_{KH} (\varepsilon_{KH} - \mu_{KH}) + N_{KZ} (\varepsilon_{KZ} - \mu_{KZ}) + N_L (\varepsilon_L - \mu_L) + N_Z (\varepsilon_Z - \mu_Z)] \quad (5-7)$$

$$C = \frac{365 N_H G_j}{10^6 \beta} \quad (5-8)$$

其中 $N=132$ 列/d。由此可算出： $N_H=65$ 列/d； $C=69.31$ Mt/a。由此可知，实际的输送能力 $C = 69.31$ Mt/a，大于近期的 40 Mt/a 和远期的 50 Mt/a 的客货运量值，因此满足要求。

5.8 本章小结

本章主要对铁路能力进行了计算，包括货物列车辆数、牵引净载、货物列车长度、铁路实际通过能力、需要通过能力以及铁路输送能力。为到发线有效长的确定以及后面经济评价提供基础数据。

6 线路走向方案比选

6.1 地形数据资料获取

铁路线路设计是一项涉及面广、技术比较复杂的工作，必须按照规定的程序进行勘测，提供设计所需要的资料。在设计线路的空间位置时需要根据沿线的地形、地质、水文等自然条件和村庄、城镇、交通、农田、水利设施状况等具体情况，设计线路的空间位置（平面、纵断面）。在保证行车安全的前提下，优化线路位置，降低工程造价，节约运营开支。因此地形数据资料的获取是进行铁路选线设计前期准备工作的重点之一。Global Mapper（以下简称“GM”）软件具备三维地形可视化和海量数据快速处理两大优势，不仅可以大范围、多视角的显示出线路方案所在区域内的三维地形，还可以利用研究区域内的卫星数据，快速创建相应数字高程模型，为方案的深入研究提供了基础高程数据支持，极大地方便了新建铁路项目的前期选线。此外，GM 具有强大的数据兼容性，可以输入和输出多种格式的数据，若将其与其他软件集成开发或结合使用，则在铁路勘察设计领域将更具应用价值。新建铁路项目前期选线过程中，快速建立研究区域内的 DEM 尤为重要，而前期方案研究常因缺少矢量化地形图而使项目受阻，GM 恰可利用免费的全球 SRTM 高程数据生成等高线并创建 DEM。同时，GM 还可以输出研究区域内可视化、真实的三维地形，直观展示出地形变化特点，方便前期方案展示与决策。从创建 DEM 和三维地形可视化两个方面阐述 GM 软件在新建铁路项目前期研究中的应用过程，并以实际项目证明软件的应用价值，最后分析其应用过程中存在的问题，指出其发展方向^[9]。

6.1.1 高程数据获取

本设计在进行地图绘制和规划时，利用了计算机软件的强大功能，尤其是在纸上定线这一关键步骤上。在这一过程中，等高线地形图不仅是我们工作的基础，更是确保设计精确度的关键要素。

为了生成这一至关重要的等高线地形图，首先从网络上广泛搜寻并选定了开源的卫星地图软件。经过对比和筛选，我们选择了 Google Earth，因为它提供了无偏移且高精度的高程数据，这对于设计至关重要。

利用 Global Mapper 这款强大的地图处理软件来确定设计所需的区域范围，并精确地画出图框。这一步骤不仅要求精确无误，更考验了我们对地图软件的熟悉程度和操作

技巧。然后 kml 文件导入到地图软件中。这个 kml 文件包含了设计区域的精确坐标和边界信息，确保了后续高程数据下载的准确性和针对性。根据 kml 文件中定义的区域范围，下载了局部的高程数据。这些数据不仅详细记录了设计区域内地形的起伏变化，还为后续的等高线绘制提供了基础数据。

最终，我们得到了测区范围内的高程数据图，如图 6-1 所示。这张图清晰地展示了设计区域内的地形变化，为我们的设计工作提供了有力的支持。这张图更加准确地把握设计区域的地形特点，从而制定出更加合理、科学的设计方案。

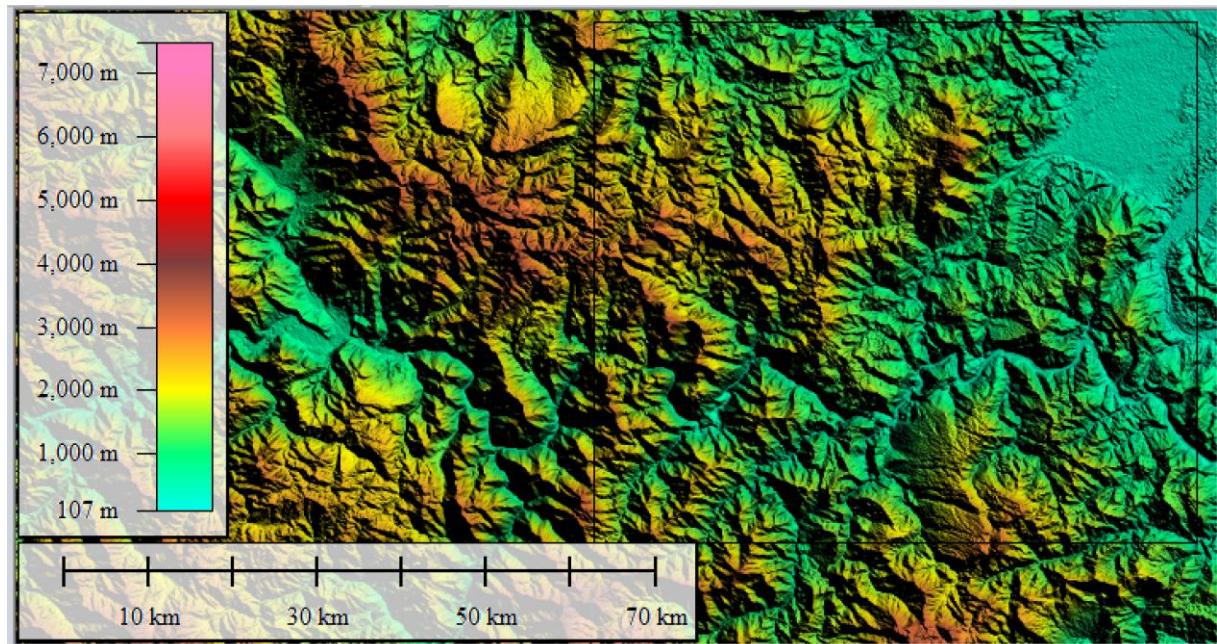


图 6-1 测区高程数据图

6.1.2 卫星遥感影像资料获取

对现有高程数据的分析发现，这些数据在表现测区内的实际水文状况、交通网络布局以及其他重要地理特征时存在明显的局限性。为了更准确地把握测区的现状，并为后续的设计工作提供强有力的数据支撑，需利用卫星遥感影像来获取更为全面和精细的信息。

卫星遥感技术作为现代地理信息采集的重要手段，其优势在于能够覆盖广阔的区域，并捕捉到地表的细微变化。因此，选择了通过开源软件平台下载 Google Earth 提供的无偏移、高精度卫星遥感图层。这些图层不仅分辨率高，而且经过专业的地理校正，能够确保数据的准确性和可靠性。

在下载过程中，注意图层的选择与匹配，确保所选图层能够充分反映出测区内的水文、交通等关键信息。获取了测区范围内的卫星遥感局部图，如图 6-2 所示。

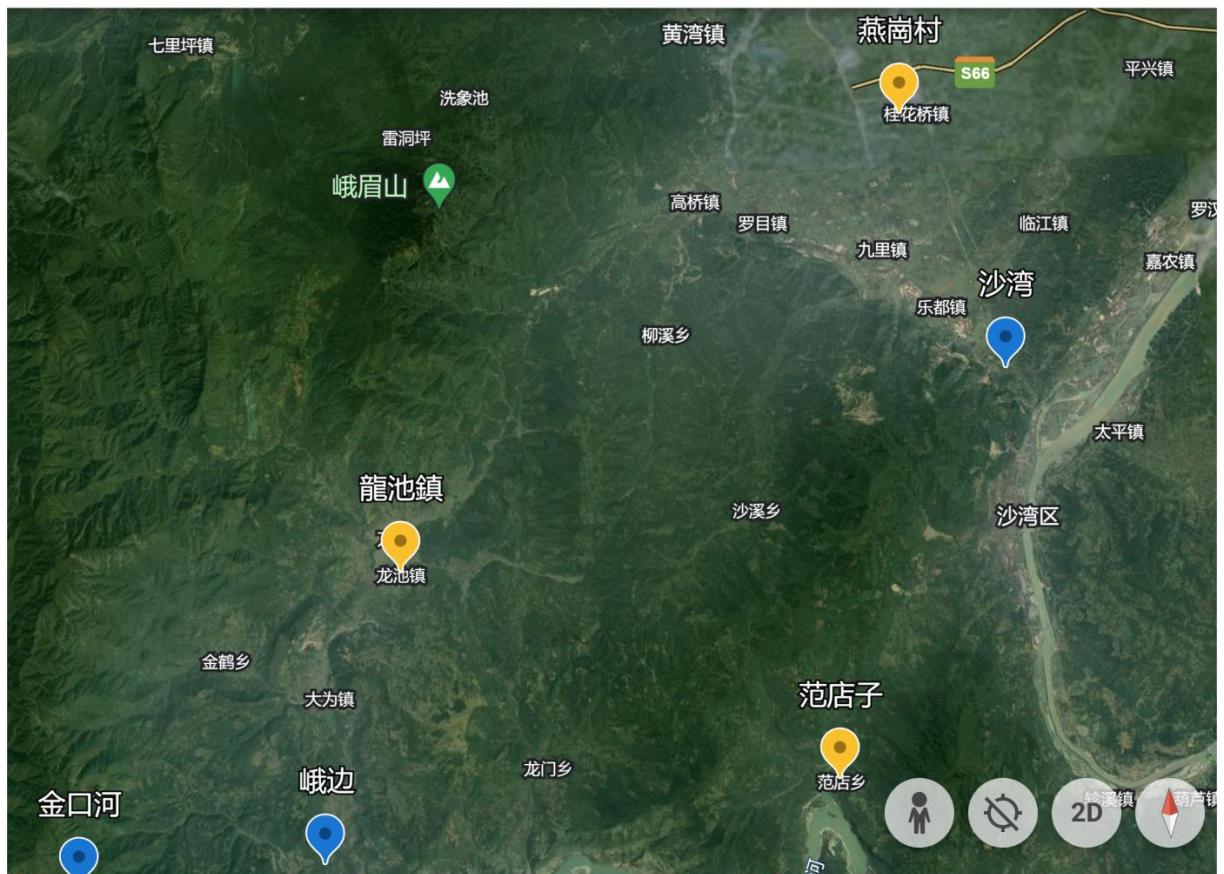


图 6-2 测区卫星图像

6.1.3 高程数据生成等高线

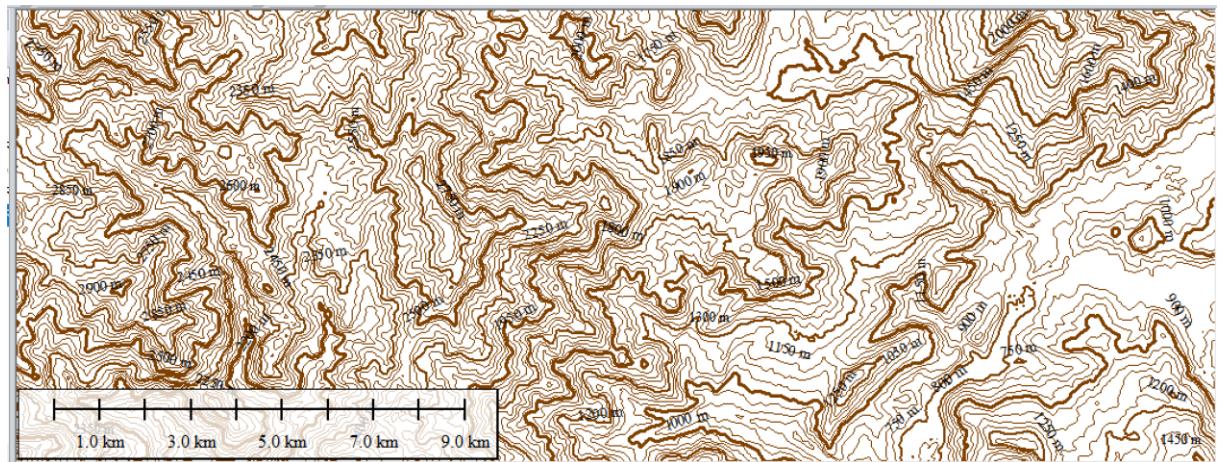


图 6-3 等高线地形图局部放大图

纸上定线采用等高线地形图完成，故需要使用 Global Mapper 将已经获取的高精度高程数据导入，然后采用该软件的分析功能将已经导入的高程数据生成符合线路设计要求的等高线形图。生成的局部地形图如图 6-3。

6.1.4 卫星影像与等高线叠加

在 Global Mapper 中利用同一坐标系将卫星影像与等高线地形图对齐并叠加，得到可以进行线路设计的详细测区地形图。其局部放大图如图 6-4。

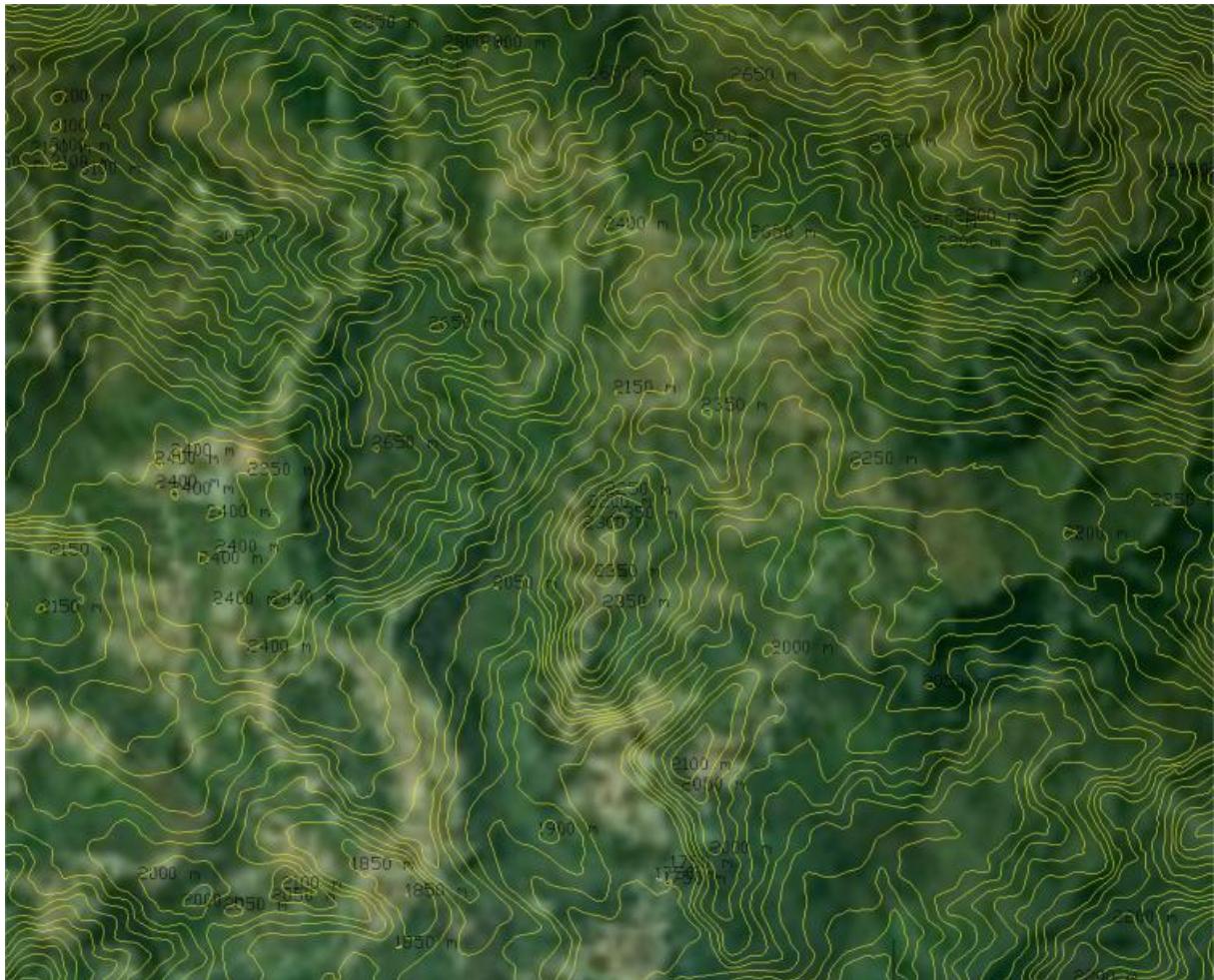


图 6-4 地形图局部放大图

6.2 线路走向方案设计原则

本线路走向方案设计要坚持地质选线的原则、重大工程控制原则、规划选线原则、环保选线原则并合理确定最大纵坡在此基础上做到多方案的比选工作才能保证选线的合理、安全、环保、经济：

(1) 地质选线的原则：“地质选线”技术在国内的长大干线选线实践中已相对成熟，复杂山区铁路选线，不良地质地段往往控制线路方案。因此选线前应深入调查研究，充分应用遥感、物探及钻探等勘察手段，查明不良地质地段分布范围、类型及规模，规避不良地质及矿产分布区、规避危岩落石地段、尽量规避岩溶地段，进行多方案、多措施比

选，最后对线位的地质条件进行综合研判，从而确定好线路的最终方案。

(2) 重大工程控制原则：复杂艰险山区铁路受控于不良的地形地质条件，一般会存在若干处重大难点工程，这些重大工程会成为全线的控制性因素，影响全线的走向、规模、造价等方面，因此在工程设计中应把重大工程作为首选控制条件重点研究。

不论是哪个阶段的设计工作，在定线中都要避免那种为追求降低投资而违反规范要求的作法，也一定要抛开路基比桥隧的工程投资小的观点；应加强地质勘测，无法绕避不良地质、水文复杂地段时，应采取必要的工程措施。对于重大工程如复杂桥梁和长隧道，要考察其工程地质条件、环境、水文等条件，进行多方案的深入研究和综合比选，以此保证重大工程的方案稳定。

(3) 规划选线原则：由于铁路极大的便于人员出行和货物运输，对当地的经济发展有着重要影响，因此复杂艰险山区的新建铁路要统筹考虑、重点突破，促进沿线区域的发展增速。铁路选线尽靠近城镇和要经济点，结合地方建设项目的建设及规划，在满足铁路技术标准条件下使二者协调统一。推荐的线路方案应有利于沿线地方经济的发展和有利于沿线国土资源的开发，有利于综合交通运输体系的完善和全社会的可持续发展。

(4) 环保选线原则：铁路建设项目涉及的环境敏感区域主要有两类，一类是处于城市建成区或规划区内的“商业、居住区”等噪声振动敏感区，另一类是自然保护区、风景名胜区、森林公园等生态敏感区。为降低铁路建设项目环境影响，在工程线路方案设计阶段必须注重贯彻环境保护理念，在技术条件可行的情况下，线路方案比选应尽量采用绕避环境敏感区域的方案，将铁路建设项目的环境影响降到最低限度。首先涉及自然保护区路段应按照法律法规确定的禁止要求，确保不穿越自然保护区核心区、缓冲区。此外线路要尽量顺直，减少对周边生态环境影响的同时，也有利于控制区段工程造价。

6.3 线路走向方案综述

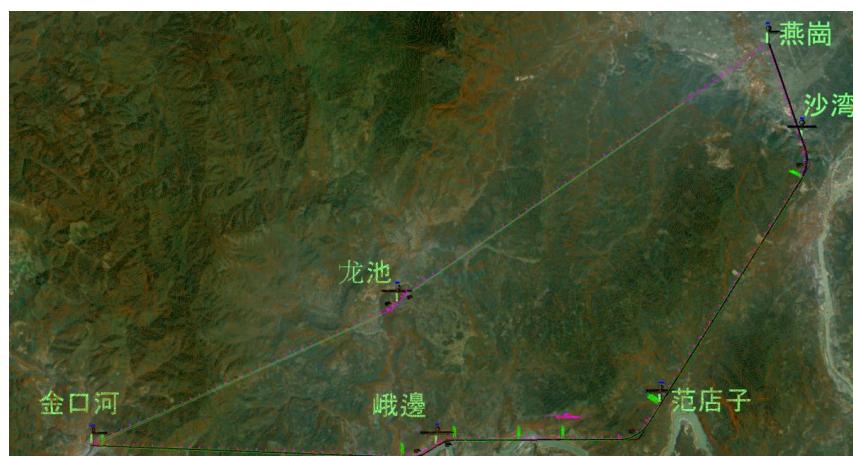


图 6-5 线路走向方案

线路走向分为龙池大取直方案和沙湾、峨边方案，具体如图 6-5 线路走向方案。龙池大取直方案从燕岗出发，向西南穿过峨眉山大尖峰，到达龙池镇后再穿过尖峰顶和秀路岗到达金口河；沙湾、峨边方案从燕岗出发，先向东南方向到达沙湾区，然后通过三峨山到达范店子，再穿过大渡河与板栗坡隧道到达峨边，最后通过大坪山隧道到金口河。

6.3.1 龙池大取直方案

龙池大取直方案线路全长 84592m，展线系数为 1.02。全线有隧道 4 座，隧道累计长度为 70520m，隧道占比为 84.22%。桥梁 1 座 398m，桥隧比为 84.69%。线路最高海拔 2396m，最低海拔为 431m，高差 1965m。

龙池大取直方案线路起于乐山市峨眉山市燕岗，地势平坦，始发站设站条件较好。然后朝金口河出发，沿途多山脉，极为陡峭，沿线经过高山脉需设长隧道。龙池大取直方案基本沿航空线方向定线，仅中途绕经龙池镇，展线系数小。

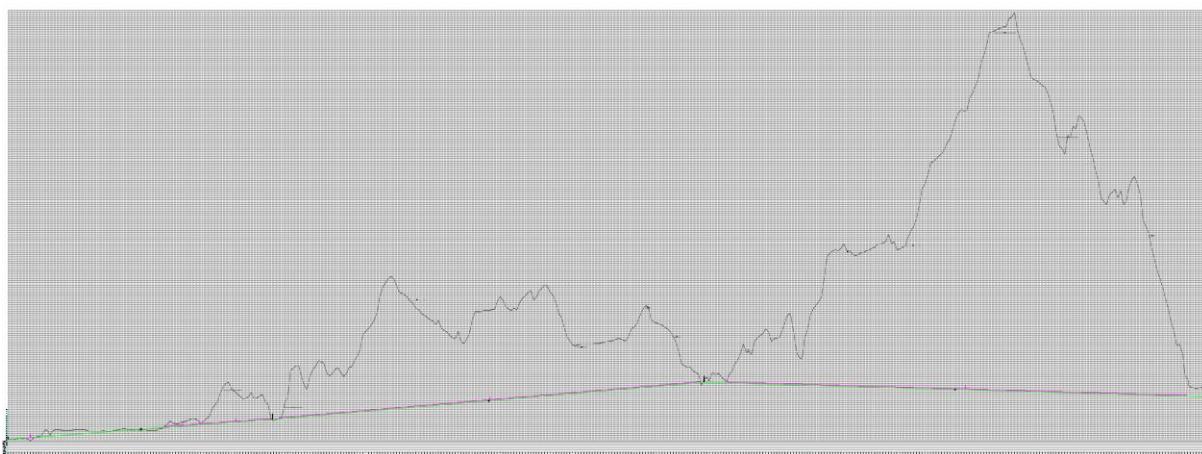


图 6-6 龙池大取直方案纵断面图

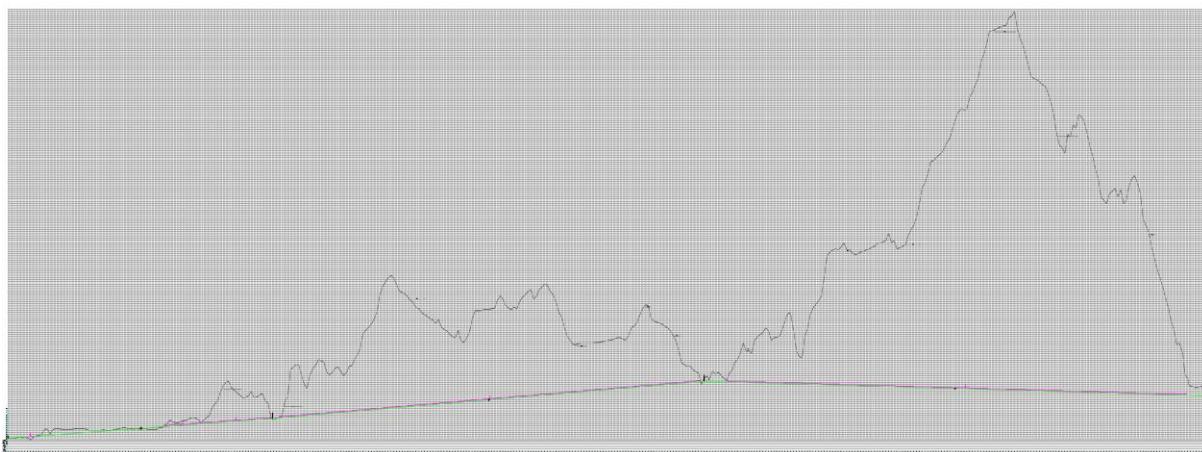


图 6-7 龙池大取直方案平面图

从 K1-K11 这一段线路总体来说地势较为平缓，尚属盆地区域。自 K11 后开始进入

山地，高差变化剧烈，在较小的二峨山隧道之后进入大尖峰长大隧道，穿过峨眉山。之后考虑隧道曲线应靠近隧道口的因素，在 K46 开始第一个曲线，如图 6-8。在 K47 地势较低的夹直线上设置龙池站，设站条件较差，需要填挖较多，如图 6-9。之后设置反向曲线，直达金口河。



图 6-8 龙池大取直方案局部图

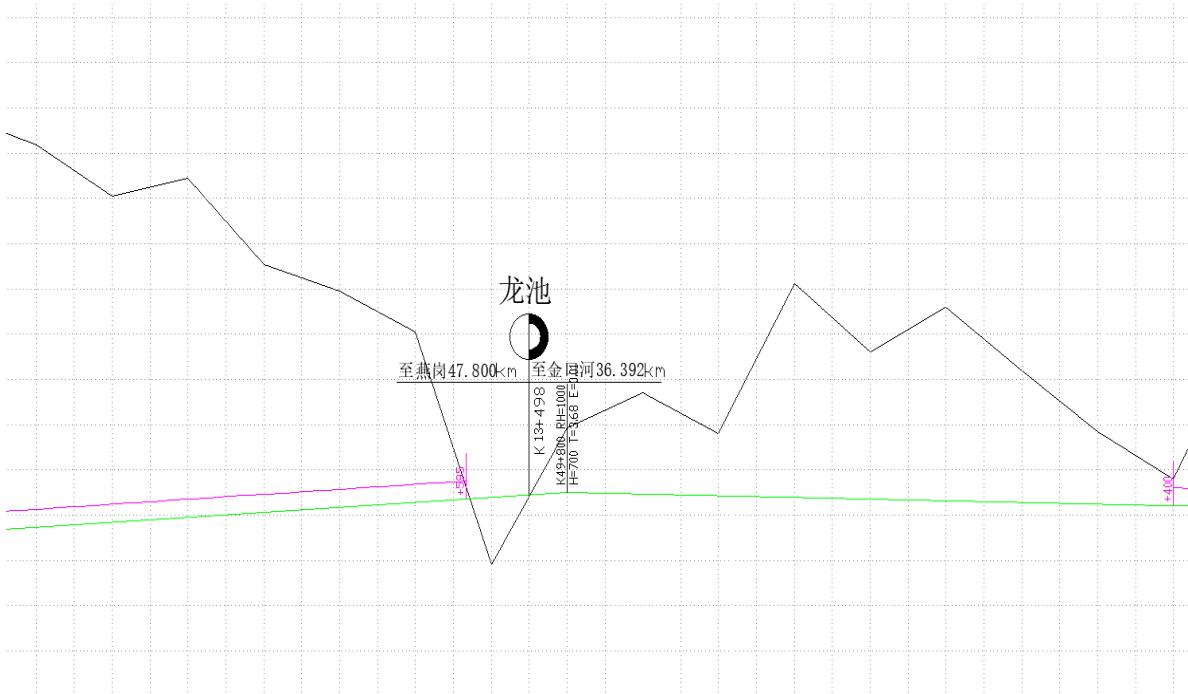


图 6-9 龙池大取直方案纵断面局部图

最后在经过尖峰顶隧道后到达线路终点金口河站，但终点等高线密集，设站条件也较差，开挖量大，局部图如图 6-10、图 6-11 所示。

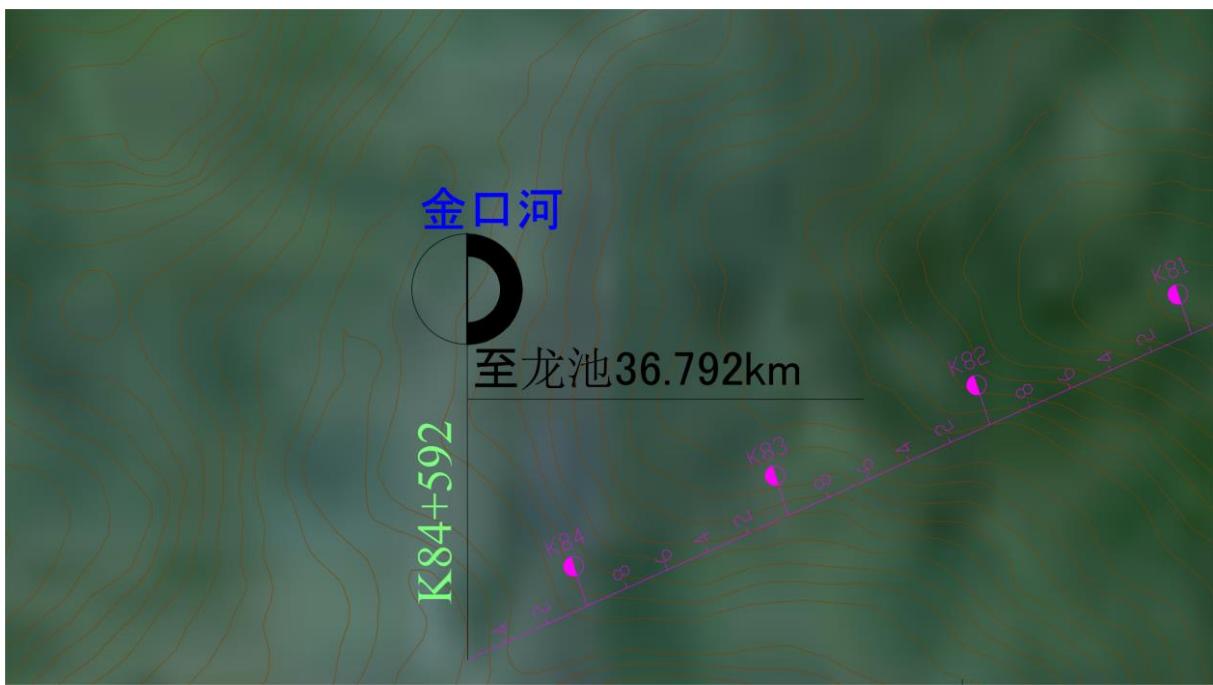


图 6-10 龙池大取直方案金口河站平面图

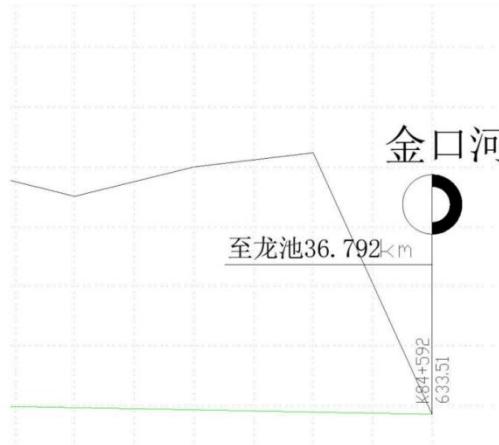


图 6-11 龙池大取直方案金口河站纵断面

6.3.2 沙湾、峨边方案

沙湾、峨边方案线路全长 105486m，展线系数为 1.27。全线有隧道 4 座，隧道累计长度为 79035m，隧道占比为 74.92%。桥梁 1 座，累计长度 3976m,桥隧比为 78.69%。线路最高海拔 1845m，最低海拔为 436m，高差 1409m。本方案线路较长，曲线较多，经过大渡河一次，需要修建跨河桥梁。在沙湾，峨边与范店子设站，增加了线路的覆盖能力。在峨边到金口河段线路近东西走向，使峨边-金阳大断裂与线路相交角度变大且靠近隧道口。

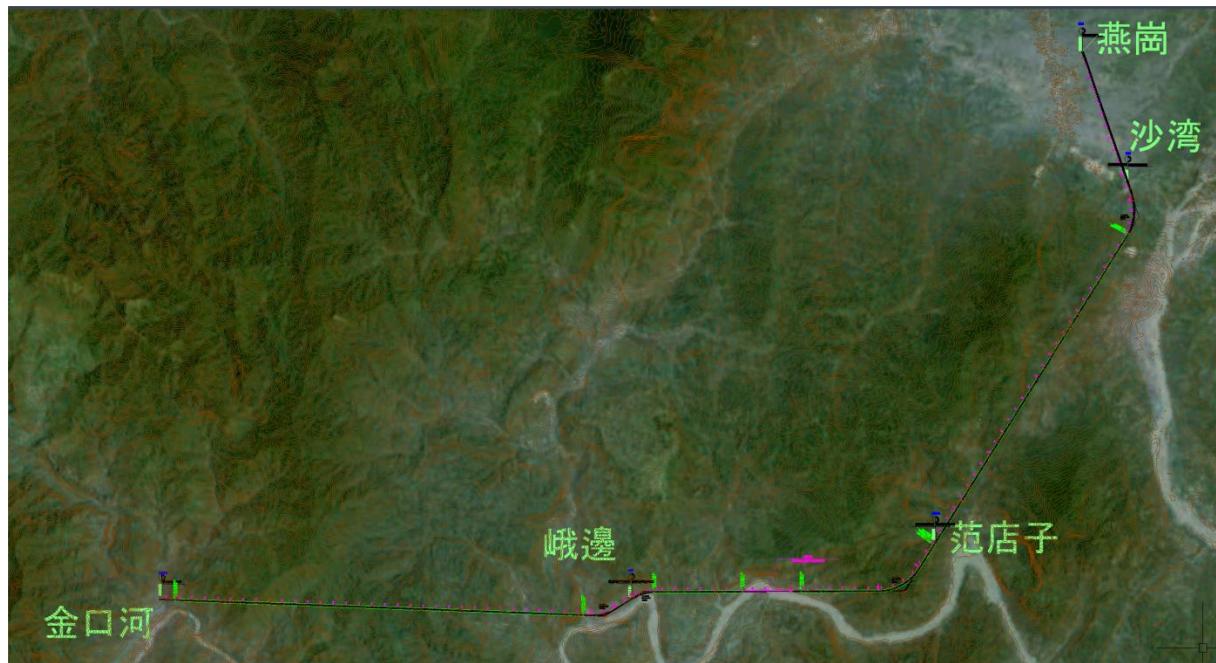


图 6-12 沙湾、峨边方案纵断面局部图

从 K1-K13 这一段线路总体来说地势相对平缓，尚属盆地区域，在此区间从燕岗直奔沙湾，在人口较稠密的沙湾区设置沙湾站。设站条件相对较好，如图 6-13、图 6-14 所示。



图 6-13 沙湾站局部平面图

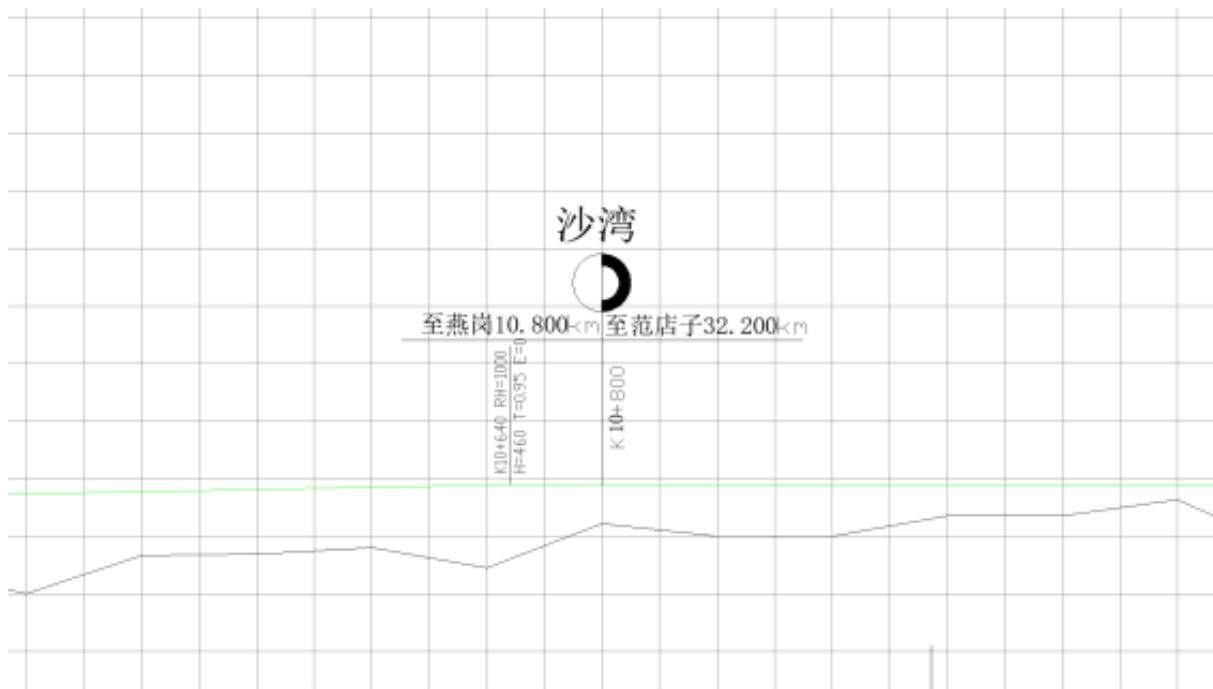


图 6-14 沙湾站局部纵断面图

设置长为 2649m 的曲线使其在隧道前结束以减小隧道修建难度，如图 6-15 所示。之后进入三峨山隧道穿过美女峰景区。

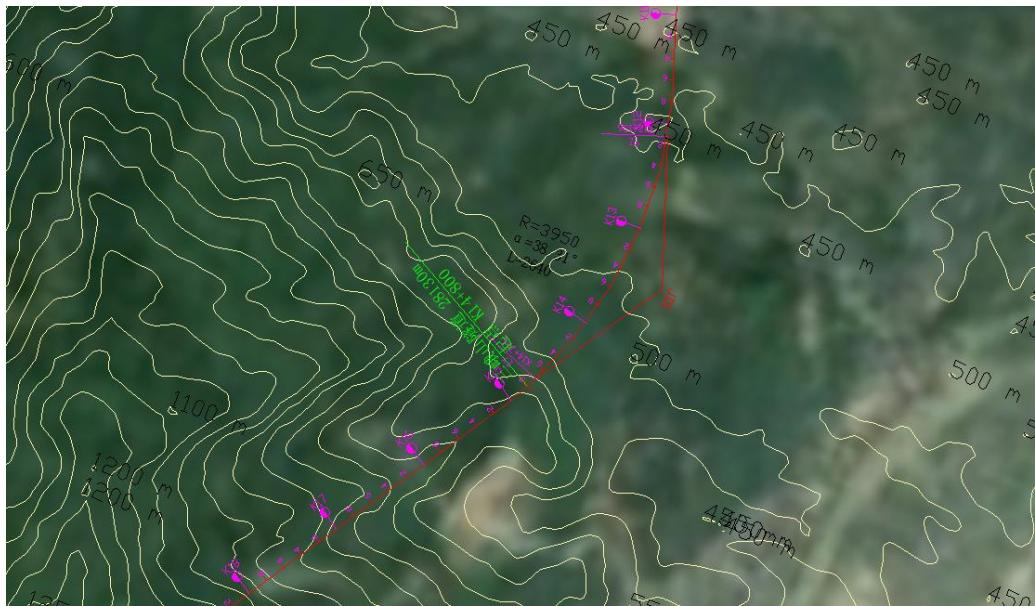


图 6-15 沙湾、峨边方案局部平面图

隧道在相对地势较低的范店子停止，之后进入老鼻山隧道。出隧道后接大渡河大桥，然后大致沿大渡河边地势较低处展线直到峨边。峨边站后再次转弯进入大坪山隧道，考虑近东西走向与断裂大角度相交。局部平面图如图 6-16。



图 6-16 沙湾、峨边方案局部平面图

6.4 线路走向方案综合比选

6.4.1 各线路走向方案平面比较

线路方案的平面比较主要从以下几个方面进行比较，如表 6-1。从平面比较来看，沙湾、峨边方案更好。

表 6-1 方案平面比选

方案	龙池大取直方案	沙湾、峨边方案
线路总长/km	83.7	105.5
隧道累计长度/m	70520	79035
桥梁累计长度/m	398	3976
桥隧比	84.69%	78.69%
曲线数量	2	4
最短夹直线/m	1615	1478
有无拆迁	少	少
与断裂交叉	夹角小，离隧道口远	夹角大，离隧道口近
投资成本	较低	较高
覆盖能力	较低	较高
平面比选结果		沙湾、峨边方案

6.4.2 线路走向纵断面比选

龙池大取直总纵断面如图 6-17, 可知该线路穿越 3 座山区, 线路最高海拔 2396m, 最低海拔为 431m, 高差 1965m。地形变化更大, 展线较短, 最大坡度为 5.1‰。

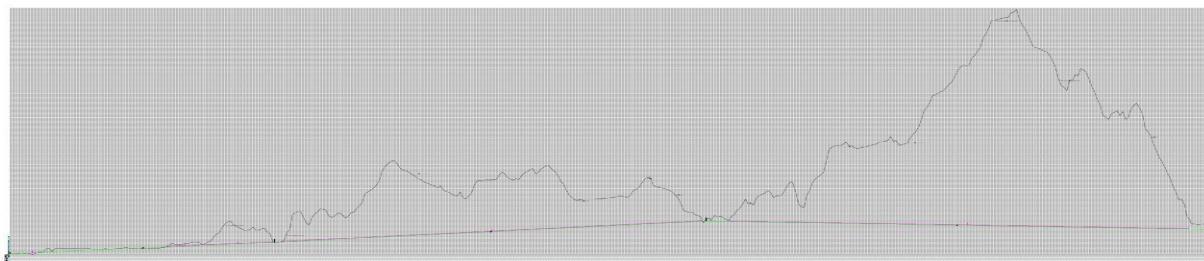


图 6-17 龙池大取直方案纵断面图

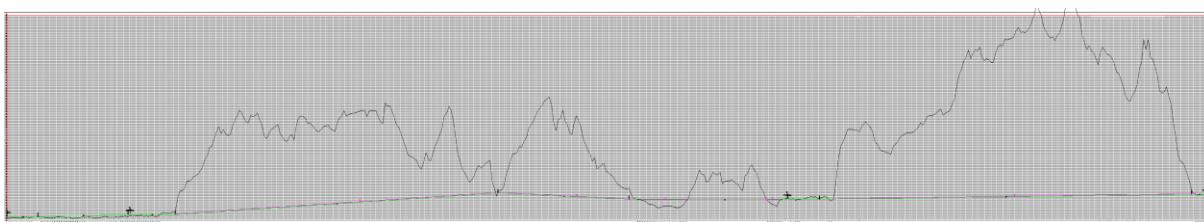


图 6-18 沙湾、峨边方案纵断面图

沙湾、峨边方案总纵断面如图 6-18, 可知该线路穿 4 座山区, 线路最高海拔 1845 m, 最低海拔为 436m, 高差 1409m。地形变化大, 展线较长, 最大坡度为 4.95‰。

线路纵断面比选如表 6-2:

表 6-2 方案纵断面比选情况

方案	龙池大取直方案	沙湾、峨边方案
变坡点	5	7
最大坡度差/%	7.4	8.6
最大坡度/%	5.1	4.95
大长下坡	无	无

从纵断面比较来看, 两线前段地势都相对和缓, 之后剧烈变化, 均需要穿过大山脉。从降低施工难度角度出发, 沙湾、峨边方案需要穿过山区更多, 但 30km 以上隧道只有一个, 而龙池方案有两个 30km 以上的隧道且内有曲线, 所以沙湾、峨边方案更有优势。从设站角度考虑, 因地形限制, 龙池大取直方案设置龙池站与金口河站, 等高线密集, 设站较困难; 而沙湾、峨边方案设置沙湾站, 范店子站, 峨边站, 金口河站, 设站条件较好, 宜于车站的设置, 能有效满足列车的中间作业。

综合施工难度、设站条件和坡度因素考虑, 沙湾、峨边方案方案是更佳的选择。

6.4.3 线路走向方案综合比选

各线路走向方案主要工程比选如表 6-3。

表 6-3 走向方案主要工程比选情况

方案	龙池大取直方案	沙湾、峨边方案	
隧道数/座	4	4	
隧道工程	隧道长度/m	70520	79035
	隧道造价	较低	较高
	桥梁数/座	1	3
桥梁工程	桥梁长度	398	3976
	桥梁造价	较低	较高
	车站数量	3	5
车站工程	设站条件	较差	较好
比选结果		沙湾、峨边方案	

从两个方案的主要工程比选来看，龙池大取直的方案工程总量较小，成本较低；但考虑到它的隧道均大于 30km，且区域大断裂峨边-金阳断裂与龙池方案线路的交叉离隧道口远且夹角较小，增加了实际修建的难度，难以保证施工及运营时的安全，故仍然建议选择沙湾、峨边方案。

线路走向方案综合比选如表 6-4。

表 6-4 综合比选情况

方案	龙池大取直方案	沙湾、峨边方案
线路总长/km	83.7	105.5
桥隧比	84.69%	78.69%
施工难易	较难	较难
运营成本	较低	较高
投资成本	较高	较高
综合比选结果		沙湾、峨边方案

综上，方案初选结果如表 6-5。

表 6-5 方案初选结果

方案	平面比选	纵断面比选	综合比选
龙池大取直方案	较差	较差	较差
沙湾、峨边方案	较好	较好	较好

根据以上线路走向方案初步比选可得，沙湾、峨边方案更为合适本次设计，因此是本设计的初选方案。

6.5 本章小结

铁路线路的走向不仅是客流量和经济性的客观反映，还受到线路重要性、主要技术标准和地形条件的限制。这些因素相互作用，决定了最理想的线路方案。此外，铁路线路走向不仅会影响工程本身的工程造价、经济效益和运营成本，还会对线路及相关地区的政治、经济、文化、国防、环境等产生长远的影响。因此，在线路方案的设计过程中，要详细对比各种数据，明确各个方案的优缺点，进而进行筛选，提高设计质量，降低工程造价。

7 局部比选与详细设计

7.1 局部方案设计综述

局部比选段如图 7-1 所示，选择正线 K0+000~K43+000 范围内从燕岗到范店子的线路方案进行比选，主要比选内容为范店子小取直方案和沙湾方案。范店子小取直方案拟从燕岗直达范店子村，以缩短线路长度，提升线路顺直度。

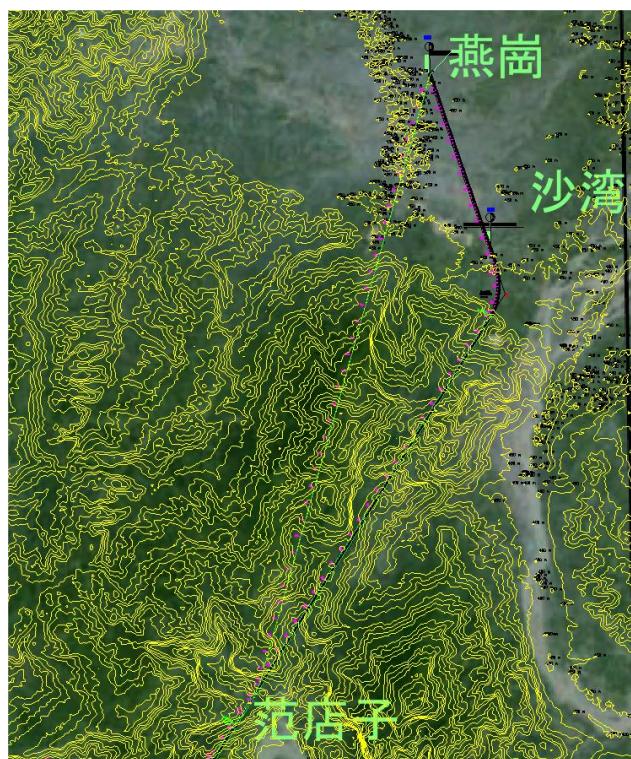


图 7-1 局部比选方案平面图

7.2 局部方案综合比选

7.2.1 局部平面方案综合比选

(1) 范店子小取直方案

对范店子小取直方案，线路在从燕岗出发后向西南方向到范店子，经过二峨山隧道，不在沙湾区设站，缩短线路长度，之后与原定线路方案汇合。范店子局部方案全长 39.7km，由 2 条直线和 1 条曲线组成。方案平面曲线情况如表 7-1 所示。

表 7-1 走向方案主要工程比选情况

交点号	曲线半径(m)	起点里程	终点里程	曲线长(m)	夹直线长 (m)
JD1	4000	K36+475	K37+781	1306	36475、1891

（2）沙湾方案

对沙湾方案，线路在从燕岗出发后向东南方向到沙湾，然后向西南到范店子，之后与范店子线路方案汇合。沙湾局部方案全长 43km，由 2 条直线和 1 条曲线组成。方案平面曲线情况如表 7-2 所示。

表 7-2 走向方案主要工程比选情况

交点号	曲线半径(m)	起点里程	终点里程	曲线长(m)	夹直线长 (m)
JD1	3950	K12+136	K14+766	2640	12136、28234

（3）平面方案比选

由局部平面比选情况来看，范店子小取直方案长度更短，曲线半径更大，线路顺直度更好。但范店子方案曲线在隧道中，增加了施工难度与成本；且在沙湾区设站能更好地吸引人口稠密的沙湾区的客流，综合来看沙湾方案更好。

7.2.2 局部纵断面方案综合比选

（1）范店子小取直方案

范店子方案在盆地边缘进入 29380m 的二峨山隧道以穿越二峨林海景区及自然保护区，之后一直在隧道中行进直到范店子村。因为线路较短，需要爬升较快，故在出盆地前就需要修建长 8210m 的桥梁，增加了工程造价，如图 7-2 所示。

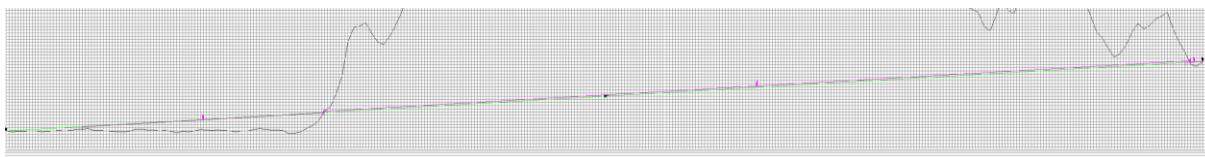


图 7-2 范店子方案纵断面

（2）沙湾方案

沙湾方案在进入隧道前大致沿地面爬升，之后进入 28300m 的三峨山隧道。为便利设置沙湾站，选择填挖而非桥梁。沙湾方案纵断面图如图 7-3 所示。

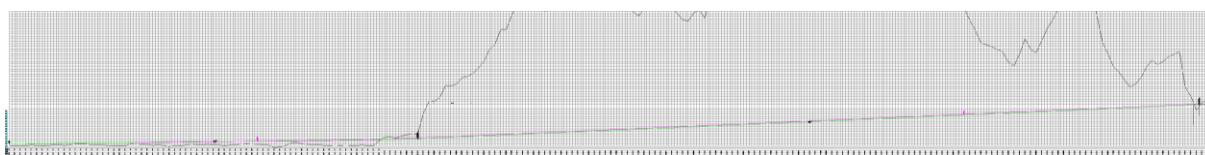


图 7-3 沙湾方案纵断面

(3) 纵断面方案比选

范店子方案的最大坡度为 5.1‰，沙湾方案的最大坡度为 4.95‰；且二峨山隧道比三峨山隧道更长，增加了建筑与运营难度。故从这些方面来讲沙湾方案更好。

7.2.3 局部方案主要工程及费用比选

局部方案主要工程及费用比选情况如表 7-3。

表 7-3 局部方案主要工程及费用比选

方案	范店子大取直方案	沙湾方案
轨道工程	铺设长度/km 39.7	43
	轨道造价/万元 6386.14	6916.98
隧道工程	隧道数/座 1	1
	隧道长度/m 29380	28300
桥梁工程	隧道造价/万元 190970	183950
	桥梁数/座 1	0
桥梁工程	桥梁长度/m 8210	0
	桥梁造价/万元 48439	0

注：

轨道造价指标为正线铺轨 160.86 万元/km；隧道造价指标为隧道长度大于 15km 时，造价指标为 6.5 万元/延长米。大桥造价指标为 5.55 万元/延长米，特大桥造价指标为 5.9 万元/延长米。

由此表可知，沙湾方案施工更为容易，且造价相对较低。因此，从主要工程和费用的角度来看，沙湾方案更佳。

7.2.4 确定新建线路推荐方案

主要工程和费用比选如表 7-4。

表 7-4 局部方案综合比选

局部方案比选项目	比选结果
平面比选	沙湾方案
纵断面比选	沙湾方案
主要工程及费用比选	沙湾方案

由经过对局部方案的深入分析和比较，特别是在平面布局、纵断面设计、主要工程以及费用等多个维度进行细致的比选后，得出沙湾方案相较于范店子小取直方案更具经济性和实用性的结论。

首先，从经济性角度考虑，沙湾方案的主要工程量较少，这意味着在建设和维护过程中所需的成本投入将更低。同时，沙湾方案在设计和施工过程中，能够更有效地利用资源，减少不必要的浪费，进一步降低了整体费用。

其次，沙湾方案在工程难度上也较范店子方案小。由于沙湾方案隧道长度较短，隧道内线形为直线，因此在施工过程中将遇到更少的困难和挑战。这不仅有利于加快工程进度，还能减少因施工困难而产生的额外费用。

此外，沙湾方案在设站方面也更易实现。该方案能够充分考虑城市郊区民众的出行需求，通过合理设置站点，为当地居民提供更为便捷的交通服务。同时，沙湾方案还兼顾了经济据点的布局，有利于推动当地经济的发展和繁荣。

综上所述，沙湾方案不仅在经济性、工程难度和设站便利性等方面具有明显优势，而且能够更好地满足当地民众的出行需求，推动当地经济的发展。因此，经过全面比较和分析后，我们认为沙湾方案是最佳的选择。

7.3 新建线路概况

线路贯通方案为成昆铁路燕岗至金口河段，线路设计时速 160km/h，线路全长 105.5km。

全线设置车站 5 处，为燕岗站，沙湾站，范店子站，峨边站，金口河站。

全线共有曲线 4 处，最小曲线半径 3500m，设置在峨边站前后，也是最小夹直线长所在，为 1478m。峨边站前 1919m 的曲线是最小曲线长。

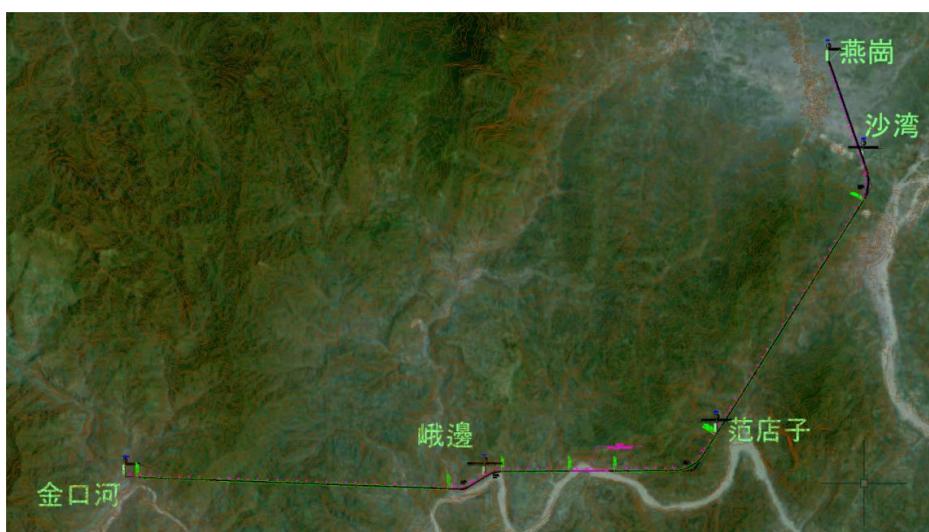


图 7-4 新建线路平面图

全线最大坡度 4.95‰，设置在三峨山隧道。最短坡段为 7940m，设置在燕岗站到沙湾站间。

全线共有桥梁 1 座，总长 3976m。全线共有隧道 4 座，总长 79035m。最长隧道为大坪山隧道，长度为 31175m。整个线路桥隧比为 78.69%。其平面图如图 7-4 所示。

7.4 方案详述

（1）燕岗至沙湾区（K0+000~K10+000）

线路从峨眉山市燕岗村出发，在四川盆地范围内直线到达沙湾区。这一段地势相对缓和，等高线较稀疏。区间采取填方提升线路高度，便于设站，如图 7-5、图 7-6。

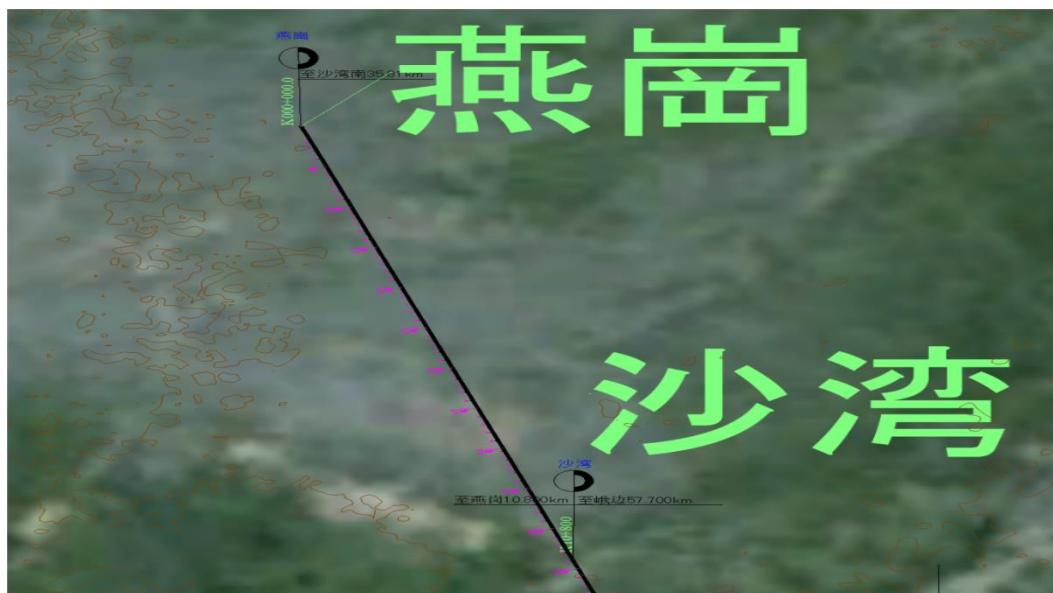


图 7-5 燕岗到沙湾平面图

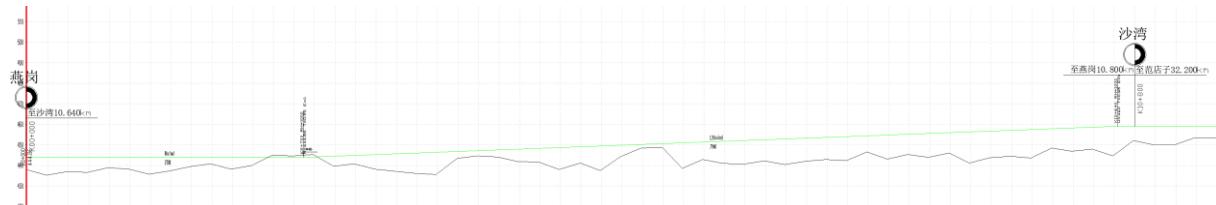


图 7-6 燕岗到沙湾纵断面图

（2）沙湾至范店子村（K10+000~K43+000）

由于线路偏离航空线方向，故在沙湾站与三峨山隧道之间设曲线，曲线半径 3950m，并在进隧道前结束曲线，以减小施工难度，如图 7-7 所示。接着进入长 28300m 的三峨山隧道以穿越美女峰-大渡河景区。因设站条件较差故范店子站设为会让站。局部纵断面图如图 7-8 所示。

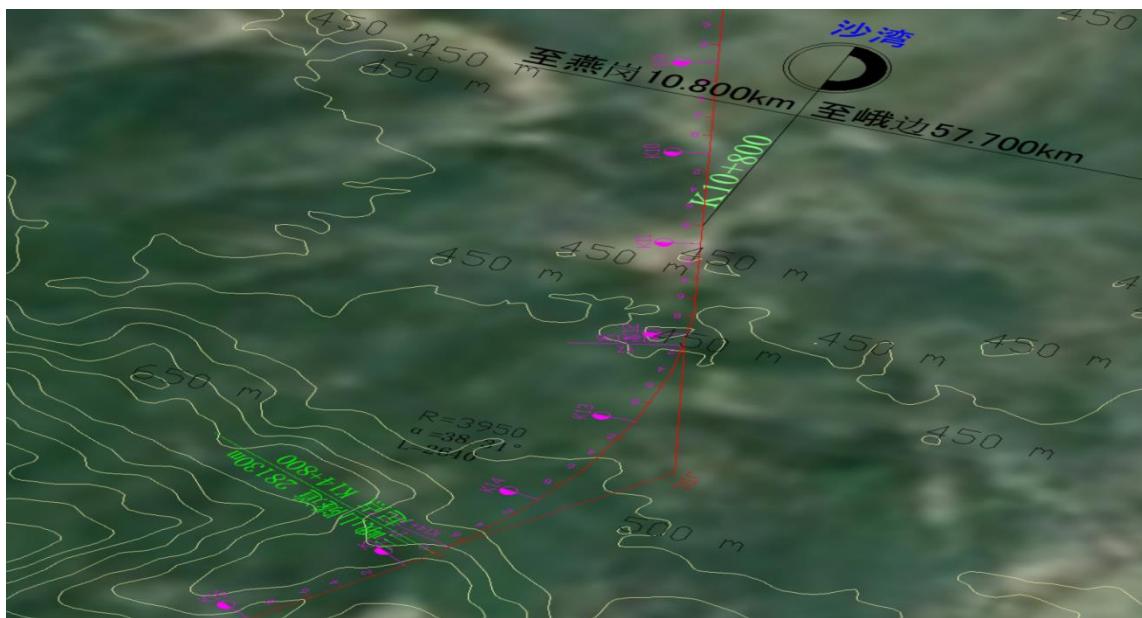


图 7-7 三峨山隧道前曲线

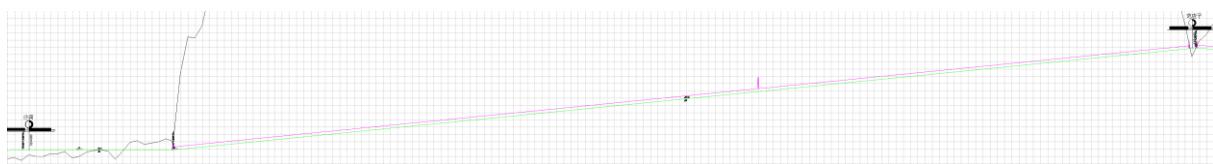


图 7-8 沙湾到范店子纵断面图

(3) 范店子村至峨边彝族自治县 (K43+000~K68+000)

本段经过 12040m 的板栗坡隧道后进入大渡河大桥，桥长 3976m。这一段在靠近大渡河边地势较低处行进，在建设运营中需注意河边不良地质的影响。

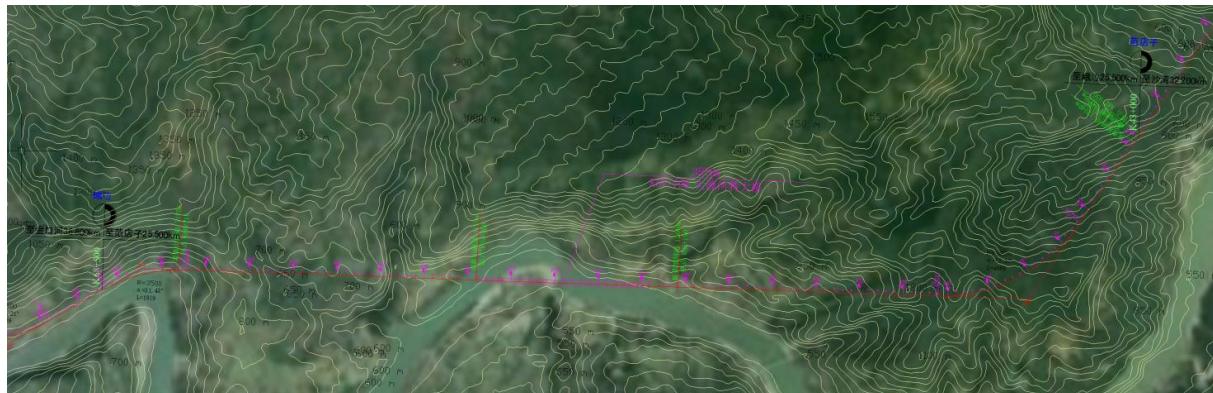


图 7-9 范店子到峨边平面图

之后是老鼻山隧道，再沿河谷走向转弯，为峨边站预备设站条件，如图 7-9 所示。

(4) 峨边彝族自治县至金口河区 (K68+000~K105+000)

峨边站设置在本设计的最短夹直线上，前后曲线采用半径 3500m。两段曲线都较短，以减少曲线出现在隧道里的情况，如图 7-10。曲线的设置也考虑晚进隧道，尽量使隧道与断裂的交叉靠近隧道口。



图 7-10 峨边站附近局部平面图



图 7-11 大坪山隧道局部平面图

同时在此区段内区段最长 31750m 的大坪山隧道与峨边-金阳断裂相交，通过控制曲线使线路大致东西走向，实现两者大角度相交。但因设站在河谷附近，地势变化较大，金口河站部分设在隧道内，如图 7-11 所示。

7.5 方案详细数据

方案线路详细数据如下表 7-5。

表 7-5 线路曲线表

交点号	偏角	曲线半径	前缓和曲线	后缓和曲线	曲线长	夹直线长	起点里程
JD1	38.31	3950	90	90	2640.905	29599.095	K12+136
JD2	72.50	3850	90	90	4869.559	17258.441	K44+376
JD3	31.43	3500	90	90	1919.414	1477.586	K66+504
JD4	34.21	3500	90	90	2089.892	33495.108	K69+901

各车站间距离及走行时分如表 7-6。

表 7-6 站间距及货物列车单向走行时分

站间距	走行方向（上行）	走行时分（min）	走行方向（下行）	走行时分（min）
10.8km	燕岗-沙湾	5.47	沙湾-燕岗	5.47
32.2km	沙湾-范店子	17.76	范店子-沙湾	16.92
25.2km	范店子-峨边	13.03	峨边-范店子	13.02
36.8km	峨边-金口河	18.45	金口河-峨边	18.45
总计		54.71		53.86

注：走行时分按均衡速度法计算，启停时分取 2min。各坡段走行时分如附录 A。

7.6 控制工程

7.6.1 方案桥隧概况

本设计以长大深埋隧道大幅度裁弯取直，缩短线路长度，故部分区域采用特长特大隧道；同时减少跨河桥梁，快速通过沿河段不良地质发育区。更多的隧道也使线路与区域大断裂峨边-金阳断裂的大角度交叉位于靠近隧道口处，尽可能减少对施工和运营的影响。

7.6.2 桥梁

（1）设计线路桥梁概况

本线路共有一座桥梁，长度为 3976m。因为铁路桥梁大于 500m 即为特大桥，故本方案中桥梁为大渡河特大桥。此区域河谷较深，若采用简支梁结构会导致桥墩高度高，难以保证抗震性和稳定性。可以采用拱桥或者斜拉桥等跨过，避免在中间修建过高的桥墩。

（2）桥梁施工原则及方法

推荐在此路线中桥梁的建设采用预应力混凝土结构，这种结构因其独特的优势而备受青睐。它不仅能提供卓越的结构刚度，还兼具美观的外观和便捷的维护特性，同时造价相对低廉。针对本设计线路中的特大桥梁，我们特别建议采用箱形截面作为其截面形式。箱形截面桥梁在视觉效果上尤为出色，桥下空间通透，同时它还具备强大的跨越能力、优异的扭矩性能以及便捷的架设方式。此外，箱形截面桥梁在材料使用上更为节约，

受力点明确，稳定性强，承载能力大，即使在运营阶段也能保持稳定的形态，减少变形，并展现出强大的抗震性能。因此，箱形截面被广泛运用于城市桥梁和公路桥梁的上部结构设计中。在本方案中，计划采用单箱双室箱形截面作为桥梁的主体结构。

7.6.3 隧道

（1）设计线路隧道概况

本线路共有四座隧道，总长为 79035m。其中大坪山隧道是最长的，达 31175m，故是本线路的控制工程。在进行隧道施工时，需要选择专业且具有相应资质的监理单位对隧道进行地质预报，施工单位也要进行相应的监控量测工作。在施工过程中，必须根据监控量测的手段和方法，及时、全面、真实地开展隧道的监控量测工作。如隧道施工采用新奥法时，应遵守预支护、早喷锚、勤量测、早封闭十二字方针。

（2）隧道施工原则及方法

本次线路规划过程中面临的主要挑战在于复杂多变的地形，其中线路高程的显著差异以及河谷陡峭的自然纵坡成为了设计中的关键难题。因此，为了确保线路的连贯性和安全性，我们不得不选择在山区进行线路布局，这进而导致了隧道工程的大量增加。因此，这些隧道工程自然而然地成为了本次设计的重要焦点。为了迅速穿越沿河地区的不良地质发育区，我们计划采用“以隧代路”和“以隧代桥”的策略，以提高设计线路的抗灾能力。除了持续优化工程措施来确保施工和运营期间的安全外，我们还将加强施工和运营期的灾害监测工作，利用雷达扫描、INSAR 位移分析、自动化监测等先进技术，来精确掌握潜在地质风险点地表位移变形的动态，从而进行及时有效的边坡预警。

7.7 附属工程

7.7.1 路基工程

路基施工是整体铁路工程建设施工的基础，只有保障路基施工质量，才可以保障整体铁路工程的施工质量。根据《铁路线路设计规范》(TB 10098-2017)，线路为 I 级客货共线双线铁路，限制速度为 160km/h，采用有砟轨道且为电气化铁路。有砟轨道路基面的形状应该设计为三角形路拱，由路基中心线向两侧设 4% 的人字排水坡，使雨水能够尽快排出，避免路基面积水使土浸湿软化，保证路基本体的稳定。路基基床厚度为 2.5m，其中表层 0.6m，底层 1.9m。有砟轨道两侧路肩宽度应根据设计速度、边坡稳定、养护维修、路肩上设备设置要求等条件综合确定，客货共线铁路设计速度为 160km/h 时，路

肩宽度不应小于 0.8m，故路肩宽度取为 1m。

在路基设计的阶段，必须严格遵循相关规范，以确保线路路基的质量达到最高标准。在规划过程中，不仅要确保路基满足当前及未来长期的运营需求，还需预见并应对可能发生的地质灾害，制定相应的预防措施。在地质条件较为复杂的地区，需进行详尽的勘探与分析，以找到最适宜的路基设计方案，若遇到难以解决的问题，应及时反馈并寻求解决方案。

在启动大规模填筑作业之前，选择具有代表性的地段进行填筑压实试验和质量检验试验至关重要，这有助于我们准确确定施工工艺的关键参数。此外，路基施工前，防水与排水工程需得到优先考虑，确保与桥梁、火车站、农田及水利灌溉设施形成一套完善、实用的排水系统。在路基施工过程中，环境保护应作为首要考量。我们需高度重视土壤与水源的保护，加强防灾减灾措施，并努力节能降耗，同时保护精神文化财产。对于施工过程中产生的废水、废浆液及生活垃圾等，必须实行回收与集中管理，严防环境污染，以确保施工活动的可持续发展。

7.7.2 轨道工程

轨道的选择对铁路的运行十分重要，本线路为客货共线铁路，根据《铁路线路设计规范》(TB10098-2017)，正线与站线轨道工程技术指标设置有所不同。

(1) 正线轨道形式：有砟轨道，并按一次铺设跨区间无缝线路，钢轨类型采用 60kg/m 无螺旋孔新钢轨，采用新 II 型混凝土轨枕，扣件及弹性垫层应根据线路速度等级合理选用与与轨道结构相匹配的弹性扣件，其弹性垫层静刚度宜为 50kN/mm-70kN/mm。

(2) 站线也相应铺设无缝线路，采取有砟轨道形式，钢轨类型为 60kg/m，并配用弹条 II 型扣件，轨枕采用新 II 型混凝土轨枕，每千米铺设 1760 根。车站内正线及到发线上道岔钢轨轨型与站线轨型相同。

7.8 站场工程

7.8.1 中间站站场设计

本线设置的中间站有燕岗站、沙湾站、峨边站、金口河站。根据线路的到发线有效长为 850m，设定中间站的站坪长度为 1350m。其中间站平面布置图型如图 7-12 所示。

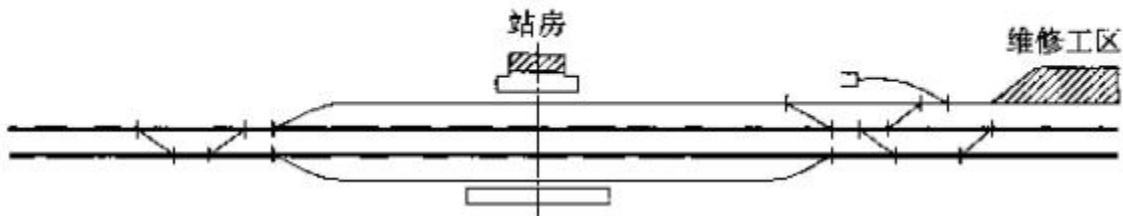


图 7-12 客货共线双线铁路中间站平面布置

7.8.2 越行站站场设计

本线设置的越行站有范店子站，不设置站坪，其平面布置图型如图 7-13 所示。

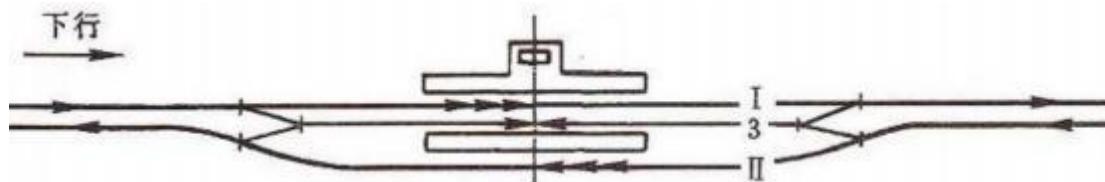


图 7-13 双线铁路横列式越行站图式

7.9 站后工程

7.9.1 行车组织

- (1) 行车组织原则：贯彻安全生产方针，坚持高度集中、统一领导、逐级负责。
- (2) 全国铁路行车时刻：全国铁路的行车时刻，均以北京时间为标准，从零时起计算，实行 24 小时制。
- (3) 列车运行方向：原则上，以开往北京方向为上行，具体列车运行方向以铁道部规定为准。
- (4) 行车指挥：有关行车人员必须执列车调度员的命令，服从调度指挥，并认真执行车机联控制度。
- (5) 行车闭塞法：自动闭塞。

7.9.2 给排水工程

- (1) 给水：旅客列车给水应设在大型及以上车站，有始发终到旅客列车车站及动车段。铁路给水工作的主要目标，是为旅客列车及铁路沿线的生产及生活单位提供符合水

质及水压要求的生产及生活用水。生产用水、水质应根据生产工艺、设备用水要求确定，并宜采用循环用水、一水多用和回用水。

(2) 排水：铁路车站站房区间设计中，污水、废水和雨水等要及时进行处理，结合市政排水系统的应用要求，污水经过适当的处理后进行排放。卸污点地面卸污设施布置应根据运输组织、行车组运用整备设施布局等确定。并且，其生产污水和旅客列车卸排污水应进行处理，处理后的污水应符合现行国家及地方排放标准的有关规定。隧道洞口雨水泵站排水能力应按不小于当地重现期为 50 年的暴雨强度计算，集流时间取 5min-10min。

(3) 给排水管道设计原则：管道穿越铁路时宜集中布置垂直通过，并应设防护涵洞，防护涵洞应与主体工程同步实施；车站旅客列车上水及卸污管道宜采用管沟铺设，严寒和寒冷地区的管道应采取保温措施；当隧道有可利用的沟槽时，给水排水管道宜铺设在沟槽内。

7.9.3 电力、通信、信号系统

(1) 电力系统主要部分有：为列车提供电力推进的牵引的供电系统；通过受电弓将电力从变电站传输到列车的架空线路；将电网中的高压电转换为适合列车使用的电压的变电站；还有电气安全系统包括接地系统、绝缘监测和保护装置，以确保安全运行。

(2) 通信系统由无线电通信、公共广播系统、数据传输网络组成。以传呼机为代表的无线电通信实现列车操作员、控制中心和维护团队之间的通信。公共广播系统负责在车站和列车上为乘客提供广播和信息。而数据传输网络则促进列车控制、乘客信息和维护方面的数据交换。

(3) 信号系统由轨旁信号、列车控制系统、联锁系统、列车自动保护系统组成。轨旁信号向列车员指示何时可以安全前进、停止或减速。列车控制系统能监控列车运行，确保列车之间的安全隔离。联锁系统能协调信号和开关，防止发生冲突。列车自动保护系统会在列车超速或接近红色信号灯时自动刹车。

7.10 本章小结

本章对局部方案沙湾方案和范店子小取直方案从平面，纵断面等方面进行了综合比较，得出了沙湾方案更优的结论。然后深入而全面地探讨了沙湾、峨边铁路建设方案。针对这个方案，我们进行了详尽的分析，并在线路布局、关键控制工程以及附属设施等多个维度上进行了综合考量。这些组成部分并非孤立存在，而是相互关联、互为补充，它们共同构成了铁路线路建设和运营不可或缺的关键要素。

8 施工投资估算与评价

8.1 编制范围

本次线路建设投资的计算和经济评价的范围是：燕岗-金口河 160km/h 的客货共线铁路，全长 105.5km 左右，包含其中的桥梁、隧道、车站以及其他的重点工程。

8.2 编制依据

本设计严格遵循一系列行业规范以确保项目的投资预估算、施工机械台班费用以及建设设备预算价格的准确性和合理性。参考《铁路基本建设工程投资预估算、估算编制办法》，为工程投资提供科学的预算依据；根据《铁路工程施工机械台班费用定额》，计算施工机械的使用成本，以优化资源配置。同时，参考《铁路工程建设设备预算价格》，为所需设备制定合理的预算，确保项目的经济效益。此外，也遵循铁道部其他现行有关规定，确保设计符合行业标准和政策要求，从而保障铁路工程建设的顺利进行。

8.3 投资预估预算总额及经济指标

本设计详细线路工程费用如下表 8-1。本设计施工期计划为 3 年，控制工程首先开始施工。

表 8-1 成昆铁路扩能工程燕岗至金口河段客货共线铁路经济概预算表

建设名称		成昆铁路燕岗至金口河段铁路 线路设计		编制范围 K0+000~K105+500	编号	1
工程总量		105.5km		(预)估算总额	731765.1	技术经济指标 6936.2 万元/km
章 节 号	个别的 预估 算 编 号	工程费用及名称	单位	数量	合计 (万元)	指标 (万元)
第一部分 静态投资						
一	1	拆迁及征地费用	正线公里	105.5	26586	252 万元/km
二		路基				
	2	区间路基土石方		158.3		14.44 万元/万 m ³
		一 土方	70%	110.8	1600.0	
		二 石方	30%	47.5	1453.5	30.6 万元/万 m ³
3		站场土方	2.37 万 m ³ /km	250.0	6200.0	24.8 万元/万 m ³
		二 站场石方	1.02 万 m ³ /km	107.6	2943.1	27.35 万元/万 m ³
4		路基附属工程	正线公里	105.5		
		一 附属土石方		105.5	712.1	6.75 万元/正线公里
		二 路基加固及防护		105.5	1060.3	10.05 万元/km
		三 挡土墙	150 坪工方/正线公里	15825	1837.3	0.1161 万元/m ³
三		桥梁	正线公里			
5		特大桥	延长米	3976	23458.4	5.9 万元/延长米
6		大桥	延长米			5.55 万元/延长米
7		中桥	延长米			5.59 万元/延长
8		小桥	延长米			2.43 万元/延长米

表 8-1 成昆铁路扩能工程燕岗至金口河段客货共线铁路经济概预算表（续）

建设名称		成昆铁路燕岗至金口河段铁路线 路设计		编制范围 K0+000~K105+500	编号	1
工程总量		105.5km		(预)估算 总额	731765.1	技术经济 指标
章 节 号	个别预估 算编号	工程费用 及名称	单位	数量	合计（万元）	指标（万元）
	9	涵洞	横延米			2.43 万元/延长 米
四		隧道及明洞	正线公里			
	10	隧道	延长米	79035		
		6km<L≤10km	延长米	7115	42690	6 万元/延长米
		15km<L	延长米	71920	467480	6.5 万元/延长 米
	11	明洞	延长米			
五		轨道	正线公里			
	12	正线铺轨长	正线公里	105.5	8473.8	80.32 万元/km
	13	站线铺轨长	0.22km/正线 公里	23.2	1682	72.5 万元 /km
		道岔	10 组/车站	50	950	19 万元/组
	14	线路有关工程	正线公里	105.5	1355.7	12.85 万元/ 正 线公里
六		通信与信号				
	15	通信	正线公里	105.5	7879.8	74.69 万元/km
	16	信号	正线公里	105.5	19056.5	180.63 万元 /km
七		电力及电力牵引 供电	正线公里			
	17	电力（室内外供 电）	正线公里	105.5	14072.6	133.39 万元 /km

表 8-1 成昆铁路扩能工程燕岗至金口河段客货共线铁路经济概预算表（续）

建设名称		成昆铁路燕岗至金口河段铁 路线路设计		编制范围 K0+000~K105+500	编号	1
工程总量		105.5km	(预)估算 总额	731765.1	技术经济 指标	6936.2 万元 /km
章 节 号	个别预算 编号	工程费用 及名称	单位	数量	合计 (万元)	指标 (万元)
	18	牵引电力	正线公里			
	八	房屋				
19	一	生产及办公用房	340 m ² /km	35870	9756.6	0.272 万元/ m ²
	二	居住及公共福利 房	220 m ² /km	23210	3968.9	0.171 元/ m ²
	三	附属工程	正线公里	105.5	52.8	0.5 万元/km
九		其他运营生 产设备及建 筑物				
	20	给排水	正线公里	105.5	2447.6	23.2 万元 /km

（1）工程投资

建设期工程投资费用为 658402.1 万元，建设期为三年。第一年投资 197520.6 万元，第二年投资 197520.6 万元，第三年投资 263360.8 万元。

（2）机车车辆购置费

根据各运营年度的客运量和货运量、由牵引质量计算出的货运列车净载、由所选旅客列车类型（本设计采用 CRH1A 动车组）的定员人数，经过计算得到所需要的客运列车对数及货物列车对数。然后结合设计线的上下行走行时分等值，根据式(8-3)和式(8-4)可算出所需要的机车数量和车辆数量。根据机车、车辆的数量和单价，代入式(8-1)和式(8-2)，即可计算出机车车辆购置费。

机车购置费 A_j 的计算公式如下：

$$A_j = (1 + r_j) \frac{\frac{t_1 + t_2}{\beta L} + (t_{jz} + t_{zz} + 2t_{jd})n_j}{1440} \cdot (N_H + N_K)c_j \quad (8-1)$$

其中： t_1, t_2 为列车上、下行走行时分，根据牵引计算确定，不包括启停车附加时分(min)，本线路的上行走行时分为 54.66 min，下行走行时分为 53.81 min；

β_L 为旅速系数，双线电力取 0.85；

t_{jz}, t_{zz} 为机车在机务段、折返段整备作业时分(min)；

t_{jd} 为机车等待列车时分(min)；

N_K, N_H 为旅客列车、货物列车对数(对/d)；

n_j 为机车交路数；

T_j 为机车备用系数，电力机车取 0.3；

C_j 为机车价格(万元/台)；

1440 为机车每天运营时间(min)，一般按 24h 计。

客车、货车、动车组的车辆购置费 A_I 的计算公式如下：

$$A_I = (1 + T_1) \cdot M \cdot C_1 \quad (8-2)$$

式中：M 为客车、货车、动车组运用车辆总数(辆)；

T_1 为检修备用系数，货车取 0.23，客车取 0.16，动车组取 0.16；

C_1 为客车、货车、动车组车辆的平均价格(万元/辆)。

货车运用辆数 M_H 计算公式如下：

$$M_H = (1 + \gamma_1) \cdot \frac{\frac{t_1 + t_2}{\beta_L} + 2t_q n_q}{1440} \cdot N_H \cdot n \quad (8-3)$$

式中： t_q ——车辆在区段站停留时分 (min)；

n_q ——区段站数目；

n —列车编挂辆数 (辆/列)，取 30 辆。

客车辆数按下式计算：

$$M_K = \frac{\frac{t_1 + t_2}{\beta L} + (t_s + t_z)}{1440} \cdot N_k \cdot n \quad (8-4)$$

式中 t_s, t_z ——旅客列车在始发站、终点站停留作业时分，分别取 40min。

机车车辆可在各运营年度分别购置。为简化起见，分四年一个计算期，即运营前一年按照运营第 4 年的客货运量购置，运营第四年末，按照第 8 年的客货运量需求增购，并考虑机车车辆折旧后的再投资以及机车车辆残值的回收。计算期各年度客货运量预测及开行列车对数如表 8-2 所示，所需机车车辆数如表 8-3 所示，机车车辆购置数如表 8-4 所示，机车车辆购置费计算如 8-5 所示。

表 8-2 各年度客货运量预测及开行列车对数

年 度	客运量 (万人)	货运量 (万吨)	货运列车 净载	客运列 车定员 (人)	普通货运 列车对数 (对/d)	普通货运 列车对数 (对/d)	货物列 车对数 (对/d)	客运列车 (对/d)
1	75	2100	0	0	0	0	0	0
2	82	2200	0	0	0	0	0	0
3	89	2300	0	0	0	0	0	0
4	96	2400	3120	670	22	2	24	2
5	103	2500	3120	670	23	2	25	2
6	110	2600	3120	670	24	2	26	3
7	117	2700	3120	670	25	2	27	3
8	124	2800	3120	670	26	2	28	3
9	131	2900	3120	670	26	2	29	3
10	138	3000	3120	670	27	2	30	3
11	145	3100	3120	670	28	2	31	3
12	152	3200	3120	670	29	3	32	4
13	159	3300	3120	670	30	3	33	4
14	166	3400	3120	670	31	3	34	4
15	173	3500	3120	670	32	3	35	4
16	180	3600	3120	670	33	3	36	4
17	187	3700	3120	670	33	3	37	4
18	194	3800	3120	670	34	3	38	5
19	201	3900	3120	670	35	3	39	5
20	208	4000	3120	670	36	3	40	5
21	215	4100	3120	670	37	3	41	5
22	222	4200	3120	670	38	3	42	5
23	229	4300	3120	670	39	4	43	5
24	236	4400	3120	670	40	4	44	5
25	243	4500	3120	670	41	4	45	6
26	250	4600	3120	670	41	4	46	6
27	257	4700	3120	670	42	4	47	6
28	264	4800	3120	670	43	4	48	6
29	271	4900	3120	670	44	4	49	6
30	278	5000	3120	670	45	4	50	6

表 8-3 计算期各个年度所需机车车辆

年度	客运量 (万人)	货运量 (万吨)	货车 对数	客车 对数	所需货运 机车数	所需货运 车辆数	所需货运 动车数
第 1 年（建设期）	75	2100	0	0	0	0	0
第 2 年（建设期）	82	2200	0	0	0	0	0
第 3 年（建设期）	89	2300	0	0	0	0	0
运营 4 年	117	2700	27	3	14	476	2
运营 8 年	145	3100	30	3	15	510	2
运营 12 年	173	3500	35	4	18	612	2
运营 16 年	201	3900	38	5	19	646	3
运营 20 年	229	4300	43	5	22	748	3
运营 24 年	257	4700	46	6	23	782	3
第 30 年	278	5000	49	6	25	850	3

表 8-4 机车车辆购置数

年度	报废货运 机车数	报废货运 车辆数	报废动车 组列数	需购新货运 机车数	需新购货运 车辆数	需新购动车 组列数
第 1 年（建设期）	0	0	0	0	0	0
第 2 年（建设期）	0	0	0	0	0	0
第 3 年（建设期）	0	0	0	14	476	2
运营 4 年	0	0	0	1	34	0
运营 8 年	0	0	0	3	102	0
运营 12 年	0	0	0	1	34	1
运营 16 年	14	245	2	17	578	2
运营 20 年	1	27	0	2	68	0
运营 24 年	3	45	0	5	170	0
第 30 年	0	0	0	0	0	0

表 8-5 机车车辆购置费

年度	所需货运 机车台数	机车费用 (万元)	所需客运 动车辆数	客车费用 (万元)	所需货车 辆数	货车费用 (万元)	总计 (万元)
第 1 年（建设期）	0	0	0	0	0	0	0
第 2 年（建设期）	0	0	0	0	0	0	0
第 3 年（建设期）	14	38500	2	26000	476	7596.9	72096.9
运营 4 年	1	2750	0	0	34	542.64	3292.64
运营 8 年	3	8250	0	0	102	1627.92	9877.92
运营 12 年	1	2750	1	13000	34	542.64	16292.6
运营 16 年	17	46750	2	26000	578	9224.88	81974.9
运营 20 年	2	5500	0	0	68	1085.28	6585.28
运营 24 年	5	13750	0	0	170	2713.2	16463.2
第 30 年	0	0	0	0	0	0	0

8.4 项目运输支出

项目运输总支出包括总可变成本和总固定成本。总可变成本由运营可变成本和机车车辆折旧费组成；总固定成本由运营固定成本和铁道工程(除机车车辆外)折旧费组成。计算结果如表 8-6 所示。

（1）运营可变成本

运营可变成本由客运成本和货运成本组成，本设计所采用的客运单位支出指标和货运单位支出指标如表 8-6、表 8-7 所示。本设计线限制坡度为 6‰，采用电力牵引，可取值为：客运单位支出值为 613.1 元/万人·公里、货运单位支出值为 381.0 元/万吨·公里。

表 8-6 客运万人·公里单位指出指标表（单位：元）

限制坡度 (%)	4	6	8
快速	710.5	724.2	738.3
电力	613.1	624.9	637.1
综合	677.9	691.2	704.5

表 8-7 货运万吨·公里单位支出指标表（单位：元）

限制坡度 (%)	4	6	8
电力	357.2	381.0	406.4

（2）运营固定成本

单位运营固定成本指标如表 8-8 所示。根据设计线的主要技术标准，即采用电力牵引，正线数目为双线，可查表 8-8 取值为 37.4 万元/正线公里。

表 8-8 单位固定运营成本

电力 (万元/正线公里)	单线	25.4
	双线	37.4

（3）机车车辆及铁路工程折旧（除机车车辆外）

在进行本项目的经济评价时，为了简化计算过程，我们采用了简便的计算方法。这种方法的一个显著特点是，不按照传统的净利润来计算所得税，因此，我们也不需要详细计算每一年度的机车车辆及铁路工程的折旧费用。

根据项目提供的资料，机车车辆和铁路工程（除机车车辆外）的折旧年限和折旧率已经在表 8-9 中明确列出。这些折旧年限和折旧率通常是根据资产的使用寿命、技术更新速度、维护成本等因素综合考虑后得出的。

在本项目中，我们关注的是在机车车辆的折旧年限末期和经济评价计算期末期这些固定资产的残值。残值是指资产在使用年限结束后，通过回收或处置所能获得的剩余价值。在经济评价中，这些残值将作为收入计入资金流，从而反映项目在资产使用结束后的经济收益。

具体来说，对于机车车辆，在购置年后的第 16 年年末，车辆将达到折旧年限并报废。此时，我们需要根据机车车辆的购置费和残值率来计算其残值，并将这一残值作为收入计入资金流。同样地，在计算期末（例如第 30 年），我们还需要计算铁路工程（除机车车辆外）的残值，这一残值也是通过铁路工程的投资费用和残值率来计算的。

表 8-9 铁路固定资产折旧率

类别	折旧年限	残值率 (%)	折旧率 (%)
机车车辆	16	5.12	5.93
铁路工程（除机车车辆外）	50	5	1.9

通过这种方法，我们可以更加简便地估算出项目在机车车辆和铁路工程方面的经济收益，从而为项目的投资决策提供有力的支持。需要注意的是，虽然我们在计算中省略了每年的折旧费用，但这并不意味着这些费用不存在或不重要。相反，它们仍然是项目运营成本的重要组成部分，只是在我们的简便计算方法中没有被单独列出。

表 8-10 机车车辆及铁路工程折旧计算

年数	使用年数	机车车辆				铁路工程		
		折旧率 (%)	残值率 (%)	机车购置费 (万元)	残值 (万元)	折旧率 (%)	残值率 (%)	铁路工程购置费 (万元)
第1年(建设期)	0	5.93	100.0	0	0	1.9	100.0	658402.1
第2年(建设期)	0	5.93	100.0	0	0	1.9	100.0	658402.1
第3年(建设期)	0	5.93	100.0	72096.0	0	1.9	100.0	658402.1
运营4年	4	5.93	76.28	3292.64	0	1.9	92.4	658402.1
运营8年	8	5.93	52.56	9877.92	0	1.9	84.8	658402.1
运营12年	12	5.93	28.84	16292.6	0	1.9	77.2	658403.1
运营16年	16	5.93	5.12	81974.9	3691.32	1.9	69.6	658404.1
运营20年	16	5.93	5.12	6585.28	189.00	1.9	62.0	658405.1
运营24年	16	5.93	5.12	16463.2	505.74	1.9	54.4	658406.1
第30年	15	5.93	11.24	0	0	1.9	48.7	658407.1
								45530.8

由上述计算得，计算期各年度运营支出值，如表 8-11 所示。

表 8-11 计算期各年度运营支出

年 度	客运		货运		运营支出费用 (万元)			支 出 合 计
	客 运 量 (万人)	周 转 量 (万人· 公 里)	货 运 量 (万吨)	周 转 量 (万吨· 公 里)	客 运 可变 成 本	货 运 可变 成 本	运 营 固 定 成 本	
1	75	16800	2100	470400	0	0	0	0
2	82	18368	2200	492800	0	0	0	0
3	89	19936	2300	515200	0	0	0	0
4	96	21504	2400	537600	1318.4	20482.6	3945.7	25746.7
5	103	23072	2500	560000	1414.5	21336.0	3945.7	26697.2
6	110	24640	2600	582400	1510.7	22189.4	3946.7	27647.8
7	117	26208	2700	604800	1606.8	23042.9	3947.7	28598.4
8	124	27776	2800	627200	1702.9	23896.3	3948.7	29548.9
9	131	29344	2900	649600	1799.1	24749.8	3949.7	30499.6
10	138	30912	3000	672000	1895.2	25603.2	3950.7	31450.1
11	145	32480	3100	694400	1991.3	26456.6	3951.7	32400.6
12	152	34048	3200	716800	2087.4	27310.1	3952.7	33351.2

对于机车车辆，在购置年后第 16 年年末，将会报废，需要对其进行回收处理，其残值等于购入该批次机车车辆的购置费与残值率的乘积。除此之外，还需要计算在计算期末（第 30 年）的机车车辆和铁路工程（除机车车辆外）的残值，铁路工程（除机车车辆外）的残值等于铁路工程投资费用与残值率的乘积。在计算中，残值率等于 1 减去折旧率与使用年数的乘积。本项目的机车车辆及铁路工程折旧计算如表 8-10 所示。

表 8-11 计算期各年度运营支出（续）

年 度	客运		货运		运营支出费用（万元）			支 出 合 计
	客运量 (万人)	周转量 (万人· 公里)	货运量 (万吨)	周转量 (万吨· 公里)	客运可变 成本	货运可变 成本	运营固定 成本	
13	159	35616	3300	739200	2183.6	28163.5	3953.7	34301.8
14	166	37184	3400	761600	2279.8	29017.0	3954.7	35252.5
15	173	38752	3500	784000	2375.9	29870.4	3955.7	36203
16	180	40320	3600	806400	2472.0	30723.8	3956.7	37153.5
17	187	41888	3700	828800	2568.2	31577.3	3957.7	38104.2
18	194	43456	3800	851200	2664.3	32430.7	3958.7	39054.7
19	201	45024	3900	873600	2760.4	33284.2	3959.7	40005.3
20	208	46592	4000	896000	2856.6	34137.6	3945.7	40955.9
21	215	48160	4100	918400	2952.7	34991.04	3946.7	41906.44
22	222	49728	4200	940800	3048.8	35844.5	3947.7	42857
23	229	51296	4300	963200	3145.0	36697.9	3948.7	43807.6
24	236	52864	4400	985600	3241.1	37551.4	3949.7	44758.2
25	243	54432	4500	1008000	3337.2	38404.8	3950.7	45708.7
26	250	56000	4600	1030400	3433.4	39258.2	3951.7	46659.3
27	257	57568	4700	1052800	3529.5	40111.7	3952.7	47609.9
28	264	59136	4800	1075200	3625.6	40965.1	3953.7	48560.4
29	271	60704	4900	1097600	3721.8	41818.6	3954.7	49511.1
30	278	62272	5000	1120000	3817.9	42672.0	3955.7	50461.6

8.5 项目运输收入

项目运输收入由客运收入、货运收入及其他收入三部分组成。本项目采用的货运运价率为 1400 元/万吨·公里；客运运价率取值如表 8-12 所示，取值为 1800 元/万人·公里。

表 8-12 客运运价率

类别	客运运价率
客货共线铁路	1800 元/万人·公里

（3）其他收入

本项目的其他收入值等于客运收入值与货运收入值之和的 5%。

由此可计算出项目收入。经过计算，本项目的项目运输收入如表 8-13 所示。

表 8-13 项目运输收入

年 度	客运		货运		运营支出费用（万元）			收 入 合 计
	客运量 (万人)	周转量 (万人· 公里)	货运量 (万吨)	周转量 (万吨· 公里)	客运收入	货运收入	其他收入	
1	75	16800	2100	470400	0	0	0	0
2	82	18368	2200	492800	0	0	0	0
3	89	19936	2300	515200	0	0	0	0
4	96	21504	2400	537600	3870.7	75264.00	3956.73	83091.5
5	103	23072	2500	560000	4152.9	78400.00	4127.64	86680.6
6	110	24640	2600	582400	4435.2	81536.00	4298.56	90269.8
7	117	26208	2700	604800	4717.4	84672.00	4469.47	93858.9
8	124	27776	2800	627200	4999.7	87808.00	4640.38	97448.1
9	131	29344	2900	649600	5281.9	90944.00	4811.29	101037.2
10	138	30912	3000	672000	5564.2	94080.00	4982.20	104626.4
11	145	32480	3100	694400	5846.4	97216.00	5153.12	108215.5
12	152	34048	3200	716800	6128.6	100352.0	5324.03	111804.7
13	159	35616	3300	739200	6410.9	103488.0	5494.94	115393.8
14	166	37184	3400	761600	6693.1	106624.0	5665.85	118983.0
15	173	38752	3500	784000	6975.4	109760.0	5836.76	122572.1
16	180	40320	3600	806400	7257.6	112896.0	6007.68	126161.3
17	187	41888	3700	828800	7539.8	116032.0	6178.59	129750.4
18	194	43456	3800	851200	7822.1	119168.0	6349.50	133339.6
19	201	45024	3900	873600	8104.3	122304.0	6520.41	136928.7
20	208	46592	4000	896000	8386.6	125440.0	6691.3	140517.9
21	215	48160	4100	918400	8668.8	128576.0	6862.2	144107.0
22	222	49728	4200	940800	8951.0	131712.0	7033.1	147696.2
23	229	51296	4300	963200	9233.3	134848.0	7204.1	151285.3
24	236	52864	4400	985600	9515.5	137984.0	7375.0	154874.5
25	243	54432	4500	1008000	9797.8	141120.0	7545.9	158463.6
26	250	56000	4600	1030400	10080	144256.0	7716.8	162052.8
27	257	57568	4700	1052800	10362	147392.0	7887.7	165642.0
28	264	59136	4800	1075200	10644	150528.0	8058.6	169231.1
29	271	60704	4900	1097600	10927	153664.0	8229.5	172820.3
30	278	62272	5000	1120000	11209	156800.0	8400.4	176409.4

8.6 税金及收入

(1) 营业税及附加

本项目的税率为 5.35%，税金及附加费计算方法如下所示：

$$\text{税金及附加费} = \text{运输收入} \times \text{税率}$$

(2) 所得税

应纳所得额与应纳税所得额的计算方法如下所示：应纳所得税额=应纳税所得额
 \times 适用税率
 应纳税所得额=应税收入额 \times 所得率

由此，可得到所得税的简便计算公式为：

$$\text{所得税} = \text{运输收入} \times \text{应税所得率} \times \text{所得税率}$$

其中本项目的应税所得率取值为 10%，所得税取值为 10%。

根据上述方法和条件，即可计算出本项目的税金，如表 8-14 所示。

表 8-14 项目税金

年度	运输收入（万元）	营业税及附加（万元）	所得税（万元）
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	83091.5	4445.393	830.9146
5	86680.6	4637.413	866.8061
6	90269.8	4829.432	902.6976
7	93858.9	5021.452	938.5891
8	97448.1	5213.471	974.4806
9	101037.2	5405.491	1010.372
10	104626.4	5597.511	1046.264
11	108215.5	5789.53	1082.155
12	111804.7	5981.55	1118.047
13	115393.8	6173.57	1153.938
14	118983.0	6365.589	1189.83
15	122572.1	6557.609	1225.721
16	126161.3	6749.628	1261.613

表 8-14 项目税金（续）

年度	运输收入（万元）	营业税及附加（万元）	所得税（万元）
17	129750.4	6941.648	1297.504
18	133339.6	7133.668	1333.396
19	136928.7	7325.687	1369.287
20	140517.9	7517.707	1405.179
21	144107.0	7709.727	1441.07
22	147696.2	7901.746	1476.962
23	151285.3	8093.766	1512.853
24	154874.5	8285.786	1548.745
25	158463.6	8477.805	1584.636
26	162052.8	8669.825	1620.528
27	165642.0	8861.844	1656.42
28	169231.1	9053.864	1692.311
29	172820.3	9245.884	1728.203
30	176409.4	9437.903	1764.094

8.7 评价结果

（1）企业内部经济评价指标

为了进行企业内部经济评价，所需要计算的评价指标有：静态投资回收期、动态回收投资期、净现值、内部收益率。其中静态投资回收期是在不考虑资金时间价值的条件下，以项目的净收益回收其全部投资所需要的时间，由于本项目建成投产后各年的净收益不同，因此静态投资回收期可根据累计净现金流量求得；动态投资回收期则是把投资项目各年的净现金流量按基准收益率折算成现值后，再来推算投资回收期；净现值是未来资金流入与未来资金流出限制的差额，在计算净现值时，要先将未来资金流入与流出按预计折现率各个时期的现值系数转换成现值；内部收益率是使一个投资方案原投资额的终值与各年的净现金流量按基准收益率计算的终止之和相等时的收益率。

根据前期计算，可进一步计算得出各年度的资金流入如表 8-15 所示，各年度的资金流出如表 8-16 所示。

表 8-15 各年度资金流入

年度	运输收入 (万元)	回收机车车辆残值 (万元)	回收铁路工程残值 (万元)	资金流入总和 (万元)
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	83091.5	0	0	83091.5
5	86680.6	0	0	86680.6
6	90269.8	0	0	90269.8
7	93858.9	0	0	93858.9
8	97448.1	0	0	97448.1
9	101037.2	0	0	101037.2
10	104626.4	0	0	104626.4
11	108215.5	0	0	108215.5
12	111804.7	0	0	111804.7
13	115393.8	0	0	115393.8
14	118983.0	0	0	118983
15	122572.1	0	0	122572.1
16	126161.3	0	0	126161.3
17	129750.4	0	0	129750.4
18	133339.6	0	0	133339.6
19	136928.7	3691.361	0	140620.06
20	140517.9	0	0	140517.9
21	144107.0	0	0	144107
22	147696.2	0	0	147696.2
23	151285.3	168.583	0	151453.88
24	154874.5	0	0	154874.5
25	158463.6	0	0	158463.6
26	162052.8	0	0	162052.8
27	165642.0	505.750	0	166147.75
28	169231.1	0	0	169231.1
29	172820.3	0	0	172820.3
30	176409.4	0	45530.8	221940.2

表 8-16 各年度资金流出

年度	工程建设投资 (万元)	机车车辆购置费 (万元)	运营支出 (万元)	营业税及附加 (万元)	企业所得税 (万元)	资金流出总和
1	197520.6	0	0	0	0	197520.6
2	197520.6	0	0	0	0	197520.6
3	263360.8	72096.9	0	0	0	263360.8
4	0	0	25746.7	4445.393	830.9146	31023.0076
5	0	0	26697.2	4637.413	866.8061	32201.4191
6	0	0	27647.8	4829.432	902.6976	33379.9296
7	0	3292.64	28598.4	5021.452	938.5891	37851.0811
8	0	0	29548.9	5213.471	974.4806	35736.8516
9	0	0	30499.6	5405.491	1010.372	36915.463
10	0	0	31450.1	5597.511	1046.264	38093.875
11	0	9877.92	32400.6	5789.53	1082.155	49150.205
12	0	0	33351.2	5981.55	1118.047	40450.797
13	0	0	34301.8	6173.57	1153.938	41629.308
14	0	0	35252.5	6365.589	1189.83	42807.919
15	0	16292.6	36203	6557.609	1225.721	60278.93
16	0	0	37153.5	6749.628	1261.613	45164.741
17	0	0	38104.2	6941.648	1297.504	46343.352
18	0	0	39054.7	7133.668	1333.396	47521.764
19	0	81974.9	40005.3	7325.687	1369.287	130675.174
20	0	0	40955.9	7517.707	1405.179	49878.786
21	0	0	41906.44	7709.727	1441.07	51057.237
22	0	0	42857	7901.746	1476.962	52235.708
23	0	6585.28	43807.6	8093.766	1512.853	59999.499
24	0	0	44758.2	8285.786	1548.745	54592.731
25	0	0	45708.7	8477.805	1584.636	55771.141
26	0	0	46659.3	8669.825	1620.528	56949.653
27	0	16463.2	47609.9	8861.844	1656.42	74591.364
28	0	0	48560.4	9053.864	1692.311	59306.575
29	0	0	49511.1	9245.884	1728.203	60485.187
30	0	0	50461.6	9437.903	1764.094	61663.597

在本项目中，基准收益率取值为 3%，资金发生点年中，由此可计算出净现金流量和净现值如表 8-17 所示。

表 8-17 净现金流量及净现值

年 度	净现金流量 (万元)	累计 (万元)	折现系数	现值 (万元)	现值累计 (万元)
1	-197520.6	-197520.6	1	-197520.6	-197520.6
2	-197520.6	-395041.2	0.9709	-191772.8	-383545.5
3	-263360.8	-658402	0.9426	-248243.9	-620609.7
4	52068.4924	-606333.5	0.9151	47647.9	-554855.8
5	54479.1809	-551854.3	0.8885	48404.8	-506451.0
6	56889.8704	-494964.5	0.8626	49073.2	-457377.8
7	56007.8189	-438956.6	0.8375	46906.5	-410471.3
8	61711.2484	-377245.4	0.8131	50177.4	-360293.9
9	64121.737	-313123.7	0.7894	50617.7	-309676.2
10	66532.525	-246591.1	0.7664	50990.5	-258685.7
11	59065.295	-187525.8	0.7441	43950.5	-214735.2
12	71353.903	-116171.9	0.7224	51546.1	-163189.1
13	73764.492	-42407.4	0.7014	51738.4	-111450.7
14	76175.081	33767.6	0.6810	51875.2	-59575.5
15	62293.17	96060.8	0.6611	41182.0	-18393.5
16	80996.559	177057.4	0.6419	51991.7	-33598.2
17	83407.048	260464.4	0.6232	51979.3	18381.1
18	85817.836	346282.3	0.605	51919.8	70300.9
19	9944.886	356227.1	0.5874	5841.6	76142.5
20	90639.114	446866.3	0.5703	51691.5	127834.0
21	93049.763	539916.0	0.5537	51521.7	179355.7
22	95460.492	635376.5	0.5375	51310.0	230665.7
23	91454.381	726830.9	0.5219	47730.0	278395.7
24	100281.769	827112.7	0.5067	50812.8	329208.5
25	102692.459	929805.1	0.4919	50514.4	379722.9
26	105103.147	1034908.3	0.4776	50197.3	429920.2
27	91556.386	1126464.7	0.4637	42454.7	472374.9
28	109924.525	1236389.2	0.4502	49488.0	521862.9
29	112335.113	1348724.3	0.4371	49101.7	570964.6
30	160276.603	1509000.9	0.4243	68005.4	638970.0

该净现值是根据企业最低的投资收益率确定的，是企业投资可以接受的最低界限。由表 8-17 可知，本线路设计方案的净现值为 638970.01 万元，由于本项目的净现值大于 0，因此该方案可行。内部收益率则是企业投资渴望得到的报酬率，指标值越大越好。由表 8-17 可知，本项目的静态投资回收期为 13.57 年，动态投资回收期为 16.65 年，内部收益率为 5.51%。一般情况下，当内部收益率大于或等于基准收益率时，该项目是可行的。由于本项目的内部收益率为 $5.5\% > 3\%$ 的基准收益率，因此该项目可行。

（2）敏感性分析

敏感性分析的指标为内部收益率，通过让运输收入、工程投资、运营支出这三项内容以 5%、10%、15% 和 20% 的百分率上下变化，计算出相应的运输收入、工程投资、运营支出值，并重新计算资金流入、资金流出和净现金流量的值，进而得到在这三项内容各自变化下的内部收益率变化情况，本项目的内部收益率变化计算如表 8-18 所示。

表 8-18 敏感性分析计算表

收入变化 (%)	-20	-15	-10	-5	5	10	15	20
内部收益率 (%)	0.1	1.5	3.0	4.3	6.6	7.5	8.4	9.3
投资变化 (%)	-20	-15	-10	-5	5	10	15	20
内部收益率 (%)	7.6	7.0	6.5	6.0	5.1	4.7	4.3	3.9
运营变化 (%)	-20	-15	-10	-5	5	10	15	20
内部收益率 (%)	6.7	6.4	6.1	5.8	5.2	4.8	4.5	4.1

根据计算出的值，可绘出折线图如图 8-1 所示。

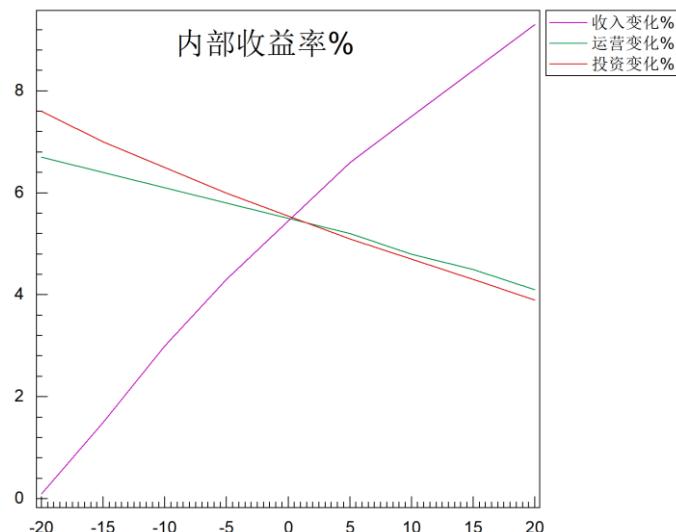


图 8-1 敏感性分析折线图

根据提供的表格数据和折线图的分析，对于本项目而言，运输收入的变化在影响内部收益率的众多因素中占据最大比重，这显示出运输收入是影响内部收益率的最敏感因素。紧随其后的是工程投资的影响，而相比之下，运营支出对内部收益率的影响最小。鉴于运输收入主要由客运量和货运量所决定，因此客货运量的波动性和不确定性成为影响内部收益率的关键因素。因此，本项目未来的客运量和货运量是否能够达到设计方案所预测的数值，将直接决定内部收益率是否超过基准收益率，从而满足投资方的期望和理想的经济效益目标。

综上所述，由于该项目的内部经济评价指标和敏感性分析结果均满足既定标准，可以判断本方案在经济上是可行的。

8.8 本章小结

在本章节中，我们对推荐的铁路工程方案进行了投资估算，具体方法是基于预可研阶段的投资估算计算方法。通过对线路数据的详尽统计和计算，得出该方案的总投资额为 731765.1 万元，平均每公里的造价高达 6936.2 万元。随后，我们介绍了铁路工程经济评价的简化方法，并运用这一方法详细计算了机车车辆的购置费用、项目的运营收入和支出，进一步计算了项目计算期内每年的净现金流量。

基于这些财务数据，我们利用经济评价程序对项目进行了初步的经济评估。结果显示，该项目的净现值为 638970.0 万元，静态投资回收期为 13.57 年，动态投资回收期为 16.65 年，内部收益率为 5.51%。此外，我们还进行了敏感性分析，以识别影响项目内部收益率的关键因素。分析结果表明，运输收入的变化对本项目内部收益率的影响最为显著。

鉴于企业内部经济评价指标和敏感性分析的结果均符合既定标准，我们有理由认为此铁路工程项目在经济上是可行的。

9 环境评价

维护良好的环境是实现可持续发展的关键。国家提出的绿色环保和可持续发展这一理念也应该贯彻落实到新铁路线的建设运营中。随着经济和文化水平的提高，人们对生活环境质量愈发关注，对不良环境的抵触也逐渐增加。在铁路建设过程中，土地占用和破坏是难以避免的，这会对当地生态环境产生影响，因此必须尽力减少不良影响。新建铁路线应关注平衡施工作业与环境之间的关系，尽量减少对农田的占用，避免侵占自然保护区，最大限度地保护环境资源，减少对环境的污染。

9.1 沿线环境现状

测区燕岗至金口河段位于四川省乐山市境内，穿过峨眉市，沙湾区，峨边彝族自治县以及金口河区。线路在燕岗到沙湾段穿过居民区较多，可能影响城镇居民生活；可以选择沿线修建声屏障等。受自然环境，施工条件等限制限制，线路穿过大渡河-美女峰省级风景名胜区。沿线山林毓秀，大河奔流，同时也穿过部分大熊猫栖息地，线路修建时应尽量减少对野生动物的干扰。

9.2 新建线路对环境的影响

铁路建设和施工中难以完全规避环境问题，可能出现的问题如下：

(1) 占用土地和改变土地利用方式：铁路线路、路基及沿线站、段、所等各类生产、生活设施的建设需要占用大量土地。这些土地的占用可能会改变原有的土地利用方式，从而对当地的生态环境产生影响。例如，原本用于农业或林业的土地可能被改为铁路用地，导致农作物或树木的减少，进而影响当地生态系统的平衡。

(2) 破坏植被和土壤：在铁路建设过程中，需要对地表进行清理和处理，这可能会导致原有植被的破坏和土壤的侵蚀。如果处理不当，还可能引发水土流失等环境问题。此外，铁路运营过程中产生的噪音、震动等也可能对周围的植物的生长和发育产生负面影响。

(3) 影响水文条件：铁路建设可能会改变河流的形态和流向，影响水文循环和水资源利用。例如，修建铁路桥梁和隧道可能需要改变河道的走向或阻断河流，从而对上下游的水位和流量产生影响。这些变化可能会对水生生态系统和周边地区的灌溉、供水等产生不利影响。

(4) 栖息地的破坏：由于线路穿过大熊猫保护区，施工期间，施工人员的行为活动可能带来人为干扰，如噪音、振动等，这些干扰可能影响到大熊猫等野生动物的正常生活，甚至威胁到它们的生命安全。还可能会将大熊猫栖息地分割成多个孤立的区域，影响大熊猫的迁徙和基因交流，进而对大熊猫种群的健康和生存造成威胁。

(5) 引入外来物种：在铁路建设过程中，可能会引入一些外来物种，如杂草、病虫害等。这些外来物种可能会在铁路沿线扩散并危害当地生态系统。同时，铁路运营过程中使用的化学物质也可能对周围的生物和环境造成污染和毒害。

(6) 改变局部气候：铁路建设可能会改变局部的气候条件。例如，大面积的铁路建设和运营可能会导致地表温度升高、湿度降低等气候变化。这些变化可能会对周围的生态环境和生物多样性产生影响。

(7) 影响现有旅游资源：线路穿过美女峰-大渡河景区时，游客可能会受到噪音、尘土等施工污染的影响，降低他们的游览体验。铁路建设还可能改变景区内的地形地貌，增加滑坡、泥石流等自然灾害的风险，对游客和景区设施的安全构成威胁。例如，若线路和峨边-金阳大断裂的位置处理不当不仅可能加大施工难度，还可能带来周围地质结构的改变。

9.3 新建线路环境保护措施

为减小施工及运营期间对环境的影响，可以考虑如下措施：

(1) 对野生动物采取保护措施：严格限制施工区域内的植被破坏，确保施工活动不超出预定范围。在施工完成后，对破坏的植被进行恢复，包括补种适合大熊猫栖息的树种和植物，增加生态多样性。对于大熊猫交流廊道，应重点恢复走廊内的植被，为大熊猫提供安全的通道。采用低噪音的施工设备，并合理安排施工时间，避免在大熊猫活跃时段进行高噪音作业。对于可能产生振动的施工活动，应采取减振措施，如使用减振垫、减振支架等。隧道建设尽量使用微爆设备控制影响程度和范围。减少地面设施，采取桥梁或隧道为野生动物留出安全通道。在施工期间，还要加强对大熊猫等野生动物的监测和研究，了解它们的生活习性和栖息地的需求，为制定更精确的保护措施提供科学依据。

(2) 控制噪声与振动影响：在噪声和振动影响评估的基础上，结合工程拆迁安置规划，针对线路两侧噪声预测超标的敏感建筑物，根据具体情况采取相应的措施。对于噪声超标的情况，通过拆迁、改变建筑用途、设立声屏障或安装通风隔声窗等手段来减少噪声对居民的影响。对于振动预测超标的敏感点，我们同样会采取拆迁或改变建筑用途的方式来确保环境标准得到满足。在铁路运营期间，我们将持续对噪声和振动敏感目标进行监测，并根据监测结果及时增加或改进环保措施，以确保噪声和振动污染不会对周边居民造成干扰或影响。

(3) 重视水土保持：在施工过程中，严格界定并控制施工范围，遵循“永久与临时设施相结合”的原则，精心规划并优化全线取土场、弃土场等临时场地的布局。一旦施工完成，立即启动工程和生态恢复措施，确保施工区域能够尽快恢复到原始或接近原始的自然状态，从而最大限度地减少对环境的负面影响。在跨河桥梁的设计中，应着重考虑其结构的优化，以减少水中桥墩的数量，从而降低对水域生态系统的影响。同时，为了最小化对河流生态的干扰，跨河桥梁的基础施工将优先安排在枯水期进行。此外，严格禁止在饮用水水源保护区范围内设置任何取土场、弃渣场、施工场地等临时设施，以保障水源地的安全。在施工期间，生活污水、施工废水和废渣将受到严格管理，绝不允许直接排入地表水体，以避免造成水污染。对于跨越Ⅱ类水体的桥梁，设置专门的桥面径流收集系统，并在设计阶段就充分考虑事故应急池的位置、容积等关键要素，确保事故池具备防渗功能。同时，加强径流收集系统的日常维护和管理，以确保系统能够稳定、高效地运行，保障水体环境的安全。

(4) 减小隧道施工对地下水的影响：在隧道工程的施工过程中，可以采取一系列措施来最大限度地减少对地下水的影响。遵循“以堵为主、限量排放”的原则，进行超前地质预报，并根据预报结果，对那些环境敏感区域以及有动植物保护需求的隧道，采取超前预注浆堵水、开挖后补注浆等策略，来有效控制隧道排水量，从而减缓因地下水位下降可能引发的地表水漏失问题，进而保护生态环境。同时，强化隧道排水的清污分流工作，对污废水进行科学处理，并优选废水处理工艺，确保处理后的废水能够得到有效回用，绝不允许隧道施工排水直接排入水源保护区和Ⅱ类水体。此外，还要对沿线隧道附近居民的水源点进行实时的水位和水质监测，并预先设定补偿费用。一旦发现任何异常情况，迅速采取补偿措施，确保居民的用水安全。

9.4 环境评价总结

铁路环境评价的重要性远非仅止于字面上的描述，它实际上扮演着守护生态环境、引领可持续发展走向的关键角色。这种评价不仅仅是一种形式或流程，更是对大自然与人类社会和谐共生的一种承诺。

当我们进行铁路环境评价时，实质上是在用专业的眼光和严谨的态度，审视铁路项目可能对环境带来的潜在影响。这种评估不仅仅关注铁路建设过程中的环境影响，还包括项目建成后运营期间的长期影响。通过细致入微的评估，我们能够及时发现并解决可能存在的环境问题，从而最大限度地减少铁路项目对环境的负面影响。

更为重要的是，铁路环境评价的结果能够为铁路项目的规划和决策提供有力的依据。这些评估结果不仅能够帮助我们更好地理解项目对环境的潜在影响，还能够指导我们在项目规划和决策过程中，更加注重生态环境的保护，推动铁路项目的可持续发展。

然而，在本章中我们提到的关于铁路环境评价的内容，仅仅是整个评估工作中的冰山一角。在铁路项目的全生命周期中，从规划、设计、施工到运营，每一个环节都可能对环境产生影响。因此，我们需要持续关注环境状况的变化，积极应对可能出现的环境挑战，确保可持续发展理念贯穿于铁路项目的始终。

具体而言，我们需要建立完善的环境监测机制，及时获取和分析环境数据，以便我们能够迅速发现和处理环境问题。同时，我们还需要加强环境管理的力度，确保各项环保措施得到有效执行。此外，我们还需要加强环境教育和宣传，提高公众对铁路环境评价工作的认识和支持，共同推动铁路项目的可持续发展。

总之，铁路环境评价对于保障生态环境、促进可持续发展具有重要意义。我们需要从全生命周期的角度出发，持续关注环境变化，积极应对环境挑战，确保铁路项目的可持续发展。

9.5 本章小结

针对本线路的环境评价工作，首先从线路途经地区的环境现状出发，细致梳理当地存在的环境问题，进而深入剖析工程建设在施工和运营阶段可能对环境造成的各类影响。基于这些分析，提出了一系列相应的策略与措施，旨在有效地解决或降低这些潜在的环境影响。这一全面而严谨的环境影响评价工作，不仅为项目的顺利建设奠定了坚实基础，而且随着绿色铁路理念的日益深入人心和生态文明建设的持续推进，我们更加坚信在铁路环保工作中，必须高度重视并融入环保设计，以确保铁路发展与环境保护的和谐共生。

10 结束语

10.1 结论

本设计通过对设计线沿线的地形地貌、水文状况、自然风景区、经济据点、交通概况等进行调查分析，结合既有铁路线路设计的相关经验，依据《铁路线路设计规范》（TB10098-2017）及相关的铁路桥隧设计规范，采用 HRCAD 软件进行设计。经过详细设计、平纵断面优化和经济评价，最终得到一条满足要求的客货共线铁路线路。

该线路的主要技术标准如下所示：

- (1) 铁路等级： I 级铁路；
- (2) 旅客列车设计速度： 160km/h；
- (3) 正线数目： 双线；
- (4) 牵引种类： 电力牵引；
- (5) 机车类型： CRH1A（客）， HDX1（货）；
- (6) 限制坡度： 6‰；
- (7) 最小曲线半径： 2000m；
- (8) 到发线有效长： 850m；
- (9) 牵引质量： 4280t；
- (10) 闭塞类型： 自动闭塞。

本设计线地形复杂，从燕岗出发，途径沙湾区，范店子，峨边彝族自治县到达金口河区。线路全长 105.5km，共有桥梁 1 座，桥梁总长 3976m。共有隧道 4 座，隧道总长 79035m。共设车站 5 处，其中燕岗站，沙湾站，峨边站及金口河站为既有站，范店子为越行站。共设曲线 4 处，桥隧比为 78.69%。

本线路方案静态投资为 658402.1 万元，动态投资为 87033.3 万元，机车车辆购置费为 72097.0 万元，铺底流动资金为 1266.0 万元，投资估算总额为 731765.1 万元，平均每公里造价为 6936.2 万元。静态投资回收期为 13.67 年，动态投资回收期为 16.65 年，内部收益率为 5.51%，高于铁路的基准收益率 3%。线路设计符合技术经济要求。

本设计线建成运营可促进乐山市内大渡河沿岸的资源，旅游等发展，进一步提升成昆铁路扩能工程峨米段的运量。故综合考虑社会、经济和环境等方面，此设计方案可行。

10.2 设计总结

自从我踏入大学的铁道工程专业起，我对这一领域的探索与热情便日益增长。而本次设计，无疑是我学生生涯中最为重要和具有挑战性的项目之一。这不仅是我首次涉足如此大规模的选线设计，更是我首次在设计中深入考虑沿线重大地质区域的影响。在这个过程中，我深入学习了从减灾的角度出发来设计铁路线的相关知识，意识到铁路建设不仅要追求效率与速度，更要确保安全与稳定。

为了更精准地进行设计，我学习并运用了 Google Earth、Global Mapper 等先进的 GIS 相关软件。这些数字化工具让我在设计过程中体会到了前所未有的便捷性，我可以轻松地对地形地貌、地质构造进行深入分析，大大提高了设计的效率。然而，与此同时，我也意识到了这些技术目前仍存在的一些短板，例如在某些特定地形条件下的数据处理能力还有待提升。

本次毕业设计不仅是对我四年所学知识的综合应用，更是我将独立知识点连成线、构建完整知识体系的重要过程。通过这一项目，我对工程经济、线路选线设计、车站工程等课程内容有了更深刻的理解，对铁道工程专业的认识也进一步加深。

然而，我也清楚地认识到，由于本次设计的时间和资料有限，我的设计内容并未能完全达到实际工程设计的标准。特别是在线路走向方案设计、站址选择、客流预测等方面，由于缺乏丰富的实践经验，我的研究还不够深入和细致。在纵断面条件不佳的情况下，如何优化平面定线，更是我需要未来不断学习和思考的问题。

参考文献

- [1] 于天龙.信息化技术在铁路线路设计中的思考与运用[J].信息系统工程,2023(05):16-118
- [2] 谭衢霖,李然,董晓峰,杨敬,秦晓春.基于 GIS 空间分析建模的区间线路走向自动生成方法[J].北京交通大学学报. 2019,43(04):122-129
- [3] 魏英洪,邱世超,赵腾亚.铁路客站工程三维可视化协同平台技术[J].铁路技术创新. 2023(01):53-59
- [4] 何小红,刘凡.BIM 技术在道路工程的应用研究[J].科学技术创新. 2024(04):159-162
- [5] 易思蓉.铁路选线设计[M].重庆大学出版社,2014.1.
- [6] 魏庆朝. 铁路线路设计[M].中国铁道出版社, 2012.
- [7] 刘琦,岳志勤,陈传勇,丁浩江.西南山区铁路工程减灾选线探索[J].铁道工程学报,2023(04):01-05
- [8] PENG Yue, XUE Feng and WANG Ciguang.Analysis and Capacity Expansion Revamping Of Passenger-Cargo Transportation in the Chengdu-Kunming Railway [C].International Conference on Transportation Engineering,2009:129-133
- [9] 王小刚.Global Mapper 软件在新建铁路预可研阶段选线中的应用[J].高速铁路技术,2017,8(4):34-37
- [10] 韩鑫,马玉春,林刚.铁路工程三维协同大数据云平台研究与开发[J].铁路技术创新. 2020(04):24-29
- [11] 宋桂林,张健楠.乐山市金口河区和平沟泥石流发育特征及成因分析[J].内江科技. 2023,44(02):75-77
- [12] 宫悦,龙锋,梁明剑,等.2015 年四川乐山金口河 M5.0 地震孕震构造条件分析[J].中国地震,2019,35(3):445-454.
- [13] 张芹贵,彭向辉,祝建华.马边-雷波峨边-金阳大断裂构造特征及活动性[J].四川地质学报.2019,1(39):30-33
- [14] 王维,曾逸民,任志伟,等.减灾选线技术在成昆铁路扩能工程峨米段的应用[J].高速铁路技术, 2023,14(1):68-75.
- [15] 白雁.铁路选线[M].清华大学出版社,2012.
- [16] 易思蓉,朱颖等.高速铁路选线[M].北京：中国铁道出版社,2021
- [17] 张建锋,刘威,唐文建,等.铁路 BIM 选线设计方法研究[J].智慧城市,2023,9(2):5-9.

- [18] 杨进功. Google Earth 卫星地图数据在铁路勘察设计中的应用研究[J]. 铁道标准设计, 2014;40-45.
- [19] TB/T10058-2015《铁路工程制图标准》, 中国铁道出版社, 2015.
- [20] 王勇. 平原、丘陵地区铁路选线设计研究[J]. 铁道建筑技术, 2016(4):100- 102.
- [21] 李妍. 铁路基础设施与区域经济协调发展[J]. 环球市场信息导报, 2017(33):6-7.
- [22] 缪鶠, 王保成主编. 铁路选线设计[M]. 北京: 人民交通出版社股份有限公司; 2015.
- [23] 陈明浩, 张广泽, 付开隆. 重庆至昆明高速铁路减灾选线研究[J]. 高速铁路技术, 2020, 11(1) :79-86.
- [24] 铁路线路设计规范(TB 10098-2017), 国家铁路局.
- [25] 铁路车站及枢纽设计规范(TB 10099-2017), 国家铁路局.
- [26] 邢烨炜. 山区铁路选线影响要素分析[J]. 低碳世界, 2019, 9(01):188-189.
- [27] 张博涵. 涉及铁路环境敏感区选线多方案评价指标模型[J]. 四川建筑, 2021, 41(5):3.
- [28] 蒋登伟. 铁路选线方案比选探讨[J]. 四川建材, 2007(1):2.
- [29] 周莉莉, 吴小萍. 铁路绿色选线环境影响的经济评价[J]. 绿色科技, 2011(9):116-118.
- [30] 《铁路建设项目预可行性研究、可行性研究和设计文件编制办法》TB10504-2007
- [31] 曹卓娜. 国家铁路局发布《铁路标准化“十三五”发展规划》[J]. 铁道技术监督, 2017, 43(3):22-22.
- [32] 杨永俊. 山区河谷地区选线[J]. 黑龙江交通科技, 2009, 32(3):38-39.
- [33] 苏梅. 客货共线铁路隧道内最大坡度设计浅析[J]. 铁道工程学报, 2009(8):4.
- [34] 黄志相, 杨丽玲. 克服大高差铁路线路创新设计的探讨[J]. 高速铁路技术, 2019, 10(4):4.
- [35] 骆建. 铁路线路选线设计及评价体系[J]. 城市建设旬刊, 2011(4):382-382.
- [36] IVONA Z. NEDEVSKA, ZORAN M. KRAKUTOVSKI, ZLATKO S. ZAFIROVSKI. Application of Different Methods of Multicriteria Analysis for Railway Route Selection[J]. TEHNIKA - NAŠE GRAĐEVINARSTVO, 2017, 71(6):797-805
- [37] HUANG Run-qiu, LI Yan-rong, QU Ke, WANG Ke. Engineering Geological Assessment for Route Selection of Railway Line in Geologically Active Area: A Case Study in China[J]. J. Mt. Sci. (2013)10(4): 495-508

致 谢

大学本科四年转瞬即逝，短短的四年我们从疫情中走出，从网课里走过，四年的修行终将在这个六月画上句号。在北交的四年里，有许多的快乐，有许多的辛苦。不过我还是非常地感谢北交，让我能遇到非常优秀和善良的老师同学们，帮助我汲取知识，完善人格。毕业设计也不是一个那么容易的终章，是过去几个月里的紧张和忙碌让我的论文写到这里。

非常感谢指导我毕设的谭衢霖老师，白雁老师，陈建春老师，时瑾老师以及秦晓春老师在我完成毕设期间老师们为我提供了方向和即时的帮助。

非常感谢我的室友们，三年来一直包容我脆弱的神经，接受我有些僵硬的作息，我在北交快乐健康的生活离不开室友们关爱。

非常感谢我的朋友们，不管我们是相识于课堂，还是相识于乐团，你们让我看到了不同解读世界的方式，包容我各种各样的瑕疵，让我学会一些我早该学会的为人处世和面对世界的能力。

非常感谢张老师，在带我认识美妙的中提的同时也让我在一次次错误中意识到犯错不可怕，先勇敢去做，再遇到问题解决问题就好。很幸运能有机会和大家一起享受音乐，在学习之余为我带来了许多慰藉。

感谢我的家人为我提供了稳定的生活，让我能够继续我的学业。还有我们的小狗，虽然远隔千里，但他依然在某个崩溃瞬间成为了我的支撑。

大学四年我有充足的自由探索自我，完善自己的人格，发展自己的兴趣，学会与自己相处，与别人相处。

特别喜欢毕业的英语，commencement，这是本科的毕业，也是研究生生活的开始。

附录

附录 A 各坡段走行时分

车站	坡长 (m)	坡度 (‰)	每公里时分 (上行)	走行时分 (min)	每公里时分 (下行)	走行时分 (min)
燕岗	2700	0	0.50	1.35	0.50	1.35
至	7940	1.9	0.51	4.05	0.51	4.05
沙湾	140	0	0.50	0.07	0.50	0.07
总计				5.47		5.47
沙湾	4020	0	0.50	2.01	0.50	2.01
至	28130	5.0	0.56	15.75	0.53	14.91
范店子						
总计				17.76		16.92
范店子	170	5.0	0.56	0.10	0.53	0.09
至	11500	-3.7	0.52	5.98	0.52	5.98
峨边	13900	0	0.50	6.95	0.50	6.95
总计				13.03		13.02
峨边	2840	0	0.50	1.42	0.50	1.42
至	32660	1.0	0.50	16.33	0.50	16.33
金口河	1400	0	0.50	0.7	0.50	0.7
总计				18.45		18.45

附录 B 工程图纸

工程图纸有图纸：线路详细设计平面图，线路详细设计纵断面图，共两份图纸，详见附件。