

5. 小净距及连拱隧道施工【2020 案 I、2019 多 II、2017 多 II、2011 多 II】

1) 小净距隧道施工

小净距隧道是指隧道间的中间岩墙厚度小于分离式独立双洞的最小净距的特殊隧道布置形式。

分离式独立双洞的最小净距

围岩级别	I	II	III	IV	V	VI
最小净距 (m)	$1 \times B$	$1.5 \times B$	$2 \times B$	$2.5 \times B$	$3.5 \times B$	$4 \times B$

注：B—隧道开挖断面的宽度。

2) 连拱隧道施工

连拱隧道按中墙形式不同分为整体式中墙和复合式中墙两种形式。

连拱隧道开挖要求：

- (1) 宜先贯通中导洞、浇筑中隔墙，然后依次开挖主洞。
- (2) 主洞开挖时，左右两洞开挖掌子面错开距离宜大于 30m。
- (3) 导洞宽度宜大于 4m。

4.3.4 隧道支护与衬砌 ★★★

1. 超前支护

隧道施工过程中，当遇到软弱破碎围岩时，其自支护能力是比较弱的。经常采用的超前支护措施有超前锚杆、插板、超前小导管、管棚、围岩预注浆加固。【2022 多 II、2021 单 I、201 单 I】

老船长经典秒杀口诀：牵只小猫住茶棚

1) 超前锚杆

超前锚杆主要适用于地下水较少的软弱破碎围岩的隧道工程中，如土砂质地层、弱膨胀性地层、流变性较小的地层、裂隙发育的岩体、断层破碎带、浅埋无显著偏压的隧道等，也适宜于采用中小型机械施工。

超前锚杆宜采用早强砂浆锚杆。

2) 管棚、超前小导管注浆

管棚主要适用于围岩压力来得快、来得大、对围岩变形及地表下沉有较严格限制要求的软弱破碎围岩隧道，如土砂质地层、强膨胀性地层、强流变性地层、裂隙发育的岩体、断层破碎带、浅埋有显著偏压等围岩的隧道。【2022 案 I、2011 单 I】

【补充】管棚超前支护施工流程：浇筑导向墙（包括安设导向管）→钻孔→打设管棚钢管→插入钢筋笼→管棚钢管内注浆。

超前小导管注浆不仅适用于一般软弱破碎围岩，也适用于地下水丰富的松软围岩。但超前小导管注浆对围岩加固的范围和强度是有限的，对围岩条件特别差而变形又严格控制的隧道施工，超前小导管注浆常常作为一项主要的辅助措施，与管棚结合起来加固围岩。【2015 案 I、2011 单 I】

自进式注浆锚杆（又称迈式锚杆）是将超前锚杆与超前小导管注浆相结合的一种超前措施。

它是在小导管的前端安装了一次性钻头，从而将钻孔和顶管同时完成，缩短了导管安装时间，尤其适用于钻孔易坍塌的地层。

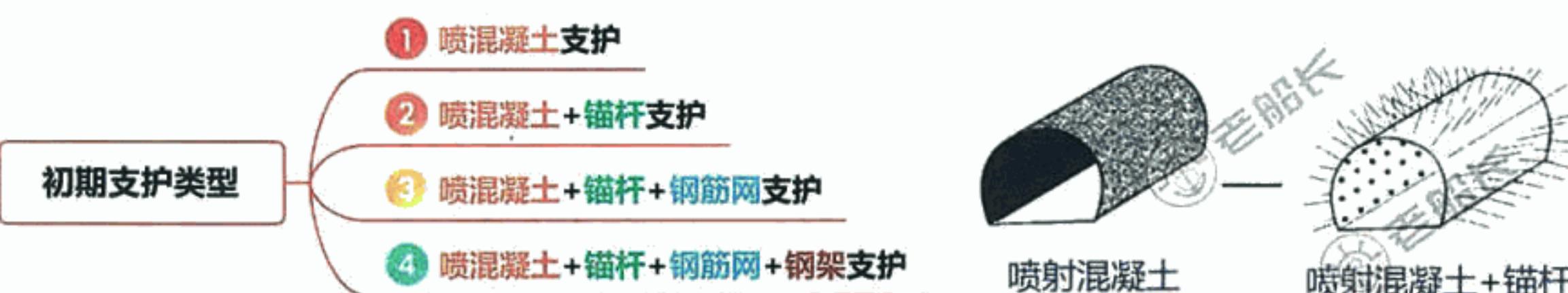
3) 预注浆加固围岩

预注浆方法是在掌子面前方的围岩中将浆液注入，从而提高了地层的强度、稳定性和抗渗性，形成了较大范围的筒状封闭加固区，然后在其范围内进行开挖作业。

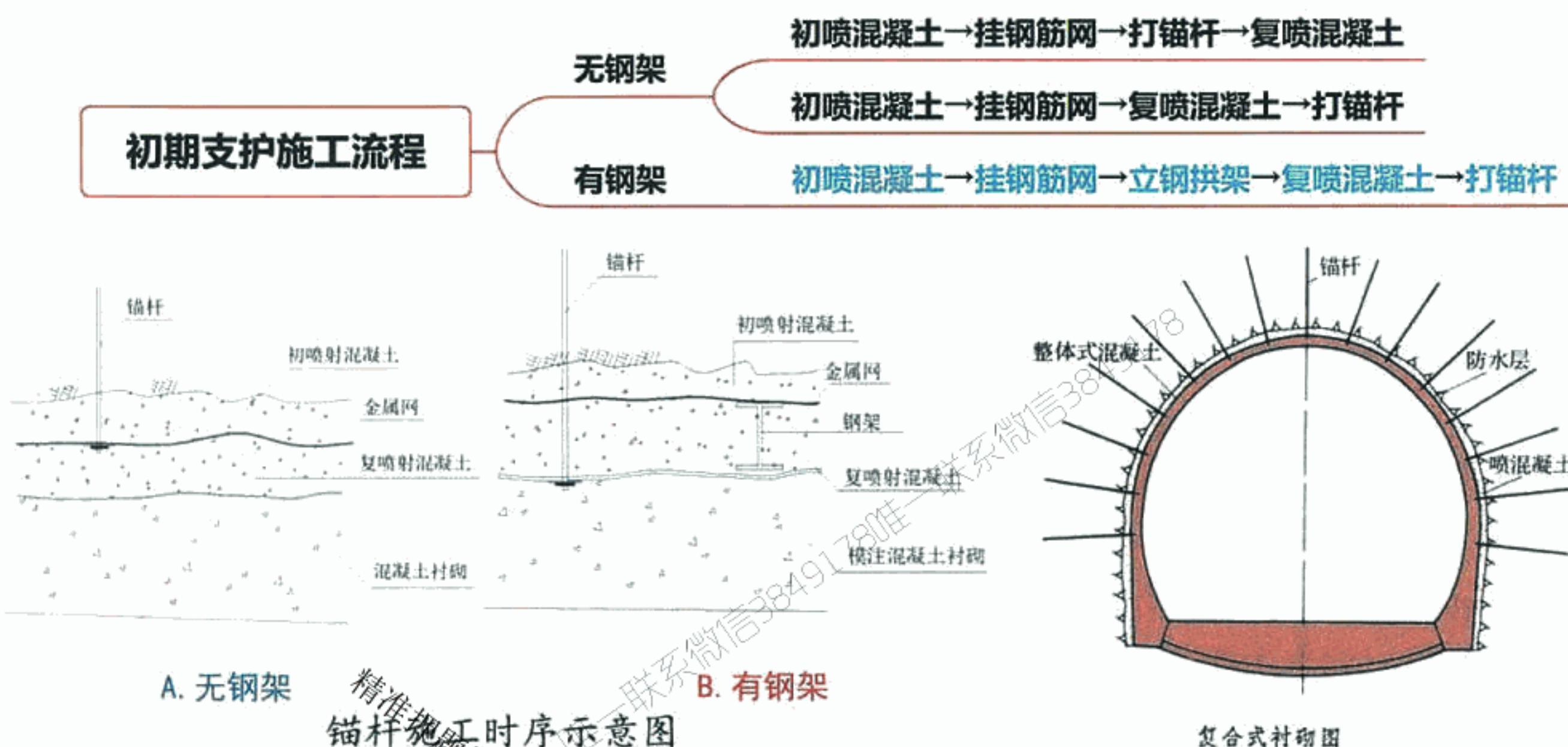
预注浆一般可超前开挖 30~50m，可以形成有相当厚度和较长区段的筒状加固区，从而使得堵水的效果更好，也使得注浆作业的次数减少。它更适用于有压地下水及地下水丰富的地层中，也更适用于采用大中型机械化施工。

预注浆加固围岩有洞内超前注浆、地表超前注浆、平导超前注浆三种方式。

2. 初期支护



【补充】初期支护施工流程：【2021 案 I】



1) 喷射混凝土

喷射混凝土工艺有：干喷、潮喷、湿喷。

干喷法是将水泥、砂、石在干燥状态下拌和均匀，用压缩空气送至喷嘴并与压力水混合后进行喷射的方法。因喷射速度大、**粉尘**污染、**回弹**情况较**严重**、质量不稳定，很多地方已**禁止使用**干喷法施工。【2022 单 II】

潮喷法是将集料预加**少量水**，使其呈潮湿状，再加水泥拌和，送至喷嘴处并与压力水混合后进行喷射的方法。与干喷法相比，上料、拌和及喷射时的粉尘少，潮喷混凝土强度可达到 C20。

湿喷法是将水泥、砂、石和**水**按比例拌和均匀，用湿喷机压送至喷嘴进行喷射的方法。湿喷

法的粉尘和回弹量少，喷射混凝土的质量容易控制，但对喷射机械要求较高，机械清洗和故障处理较麻烦。目前施工现场湿喷法使用得较多。【2020案I、2018案II】

(1) 喷射混凝土材料应符合的规定

①应选用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥。

②粗集料应采用坚硬耐久的碎石或卵石，粒径不宜大于12mm。细集料应采用坚硬、耐久的中砂或粗砂，细度模数宜大于2.5，集料级配宜采用连续级配。

③应选择速凝效果好，对喷射混凝土强度和收缩影响小的速凝剂，其初凝时间应不大于3min，终凝时间应不大于12min。

(2) 喷射混凝土作业应符合的规定

①宜采用湿喷工艺。

②应直接喷在围岩面上，与围岩密贴，受喷面不得填塞杂物。

③应按初喷和复喷混凝土分别进行，复喷混凝土可分层多次施作。

④应分段、分片、分层由下而上顺序进行喷射，拱部喷射混凝土应对称作业。

⑤初喷混凝土厚度宜控制在20~50mm。岩面有较大凹洼时，可结合初喷找平。

⑥复喷根据喷射混凝土设计厚度、喷射部位和钢架、钢筋网设置情况，可采用一次作业或分层作业。拱顶每次复喷不宜大于100mm，边墙每次复喷厚度不宜大于150mm，复喷最小厚度不宜小于50mm。

⑦后一层应在前一层喷射混凝土终凝后进行。若终凝后初喷混凝土表面已蒙上粉尘时，后一层喷射混凝土作业前，受喷面应吹洗干净。

⑧喷射喷嘴宜垂直岩面，喷枪头到受喷面的距离宜为0.6~1.5m。

⑨不得挂模喷射。

⑩混凝土回弹物不得重新作喷射混凝土材料。

(3) 喷射混凝土养护应符合的规定

①喷射混凝土终凝2h后应进行养护，养护时间不应小于7d。

②隧道内环境日均温度低于5℃时不得洒水养护。

(4) 冬期施工应符合的规定

①喷射混凝土作业区的气温不宜低于5℃。

②结冰的层面上不得进行喷射混凝土作业。

③喷射混凝土强度未达到6MPa前不得受冻。

④喷射混凝土在洞内拌和时，喷射混凝土材料应提前运进洞内。

2) 锚杆

锚杆是用钢筋或其他高抗拉性能材料制作的一种杆状构件。锚杆种类有砂浆锚杆、药卷锚杆、中空注浆锚杆、自进式锚杆、组合中空锚杆、树脂锚杆等。按照锚固形式可分为全长粘结型、端头锚固型、精擦型、预应力型四种。【2021多II】

老船长经典秒杀口诀：猫敢吃长头墨鱼

【2021多II】根据锚固形式分类，隧道锚杆类型有（）。

- A. 全长粘结型 B. 中空注浆型 C. 端头锚固型 D. 摩擦型 E. 预应力型

【答案】ACDE

(1) 锚杆钻孔应符合的规定

- ①锚杆孔宜采用锚杆钻孔机或(多臂)钻孔台车钻孔。
- ③系统锚杆钻孔方向应为设计开挖轮廓线方向。(教材有误,应为法线方向)
- ④局部锚杆应与岩层层面或主要结构面成大角度相交。

(2) 砂浆锚杆安装施工应符合的规定

- ①应配有止浆塞、垫板和螺母等配件。
- ②锚杆砂浆应拌和均匀、随拌随用,已初凝的砂浆不得使用。
- ③锚杆孔灌浆时,灌浆管应插至距孔底50~100mm处,随砂浆的灌入缓慢、匀速拔出。
- ④灌浆后应及时插入锚杆杆体。锚杆杆体插到设计深度时,孔口应有砂浆流出。孔口无砂浆流出或杆体插不到设计深度时,应将杆体拔出,清孔,重新安装。
- ⑤应及时安装止浆塞。
- ⑥砂浆终凝后应及时安装垫板、螺母,垫板应紧贴岩面。垫板与岩面不平整接触时,应用砂浆填实。

(3) 药包锚杆安装应符合的规定

- ①锚杆插到设计深度时,孔口应有浆液溢出。孔口无浆液流出或杆体插不到设计深度时,应将杆体拔出,清孔,重新安装。(同砂浆锚杆)

(4) 中空锚杆安装应符合的规定

- ①中空锚杆应有锚头、止浆塞、中空杆体、垫板、螺母等配件。
- ②插入中空锚杆后,应安装止浆塞。止浆塞应留有排气孔。
- ③应对锚杆中孔吹气或注水疏通。
- ④待排气孔出浆后,方可停止注浆。
- ⑤浆体终凝后应安装垫板,拧紧螺母。

(5) 锁脚锚杆安装应符合的规定

- ①应在钢架安装就位后立即施作。
- ②安装位置应在钢架连接钢板以上100~300mm。采用型钢钢架时设于钢架两侧;采用格栅钢架时设在钢架主筋之间。
- ③锁脚锚杆杆体可采用螺纹钢或钢管,采用钢管时管内应注满砂浆。
- ④锁脚锚杆外露头与型钢钢架焊接时,可采用U形钢筋辅助焊接。
- ⑤上部台阶锁脚锚杆砂浆强度达到设计强度的70%时,方可进行下一台阶开挖。

3) 钢支撑

钢支撑按其材料组成可分为:钢拱架、格栅钢架。【2019案I】



(1) 钢拱架【2013 单 I】

钢拱架是工字钢或钢轨制造而成的刚性拱架。

优点：这种钢拱架的刚度和强度大，可作临时支撑并单独承受较大的围岩压力，也可设于混凝土内作为永久衬砌的一部分。钢拱架的最大特点是架设后能够立即承载，因此多设在需要立即控制围岩变形的场合，在V、VI级软弱破碎围岩中或处理塌方时使用较多。

缺点：钢拱架与围岩间的空隙难以用喷射混凝土紧密充填，与喷射混凝土粘结也不好，导致钢拱架附近喷射混凝土易出现裂缝。

2) 格栅钢架

格栅钢架是由钢筋经冷弯成形后焊接而成。

格栅钢架能够很好地与喷射混凝土一起与围岩密贴，喷射混凝土能够充满格栅钢架及其围岩的空隙，且能和锚杆、超前支护结构连成一体，支护效果好。

3. 模筑混凝土衬砌（二次衬砌）



单层现浇整体式混凝土衬砌常用于II、III级围岩中。复合式衬砌中的二次衬砌，除了起饰面和增加安全度的作用外，也承受了在其施工后发生的外部水压、软弱围岩的蠕变压力、膨胀性地压或者浅埋隧道受到的附加荷载等。【2014 单 I】

模筑混凝土衬砌的施工技术要点如下：

衬砌施工顺序，目前多采用由下到上、先墙后拱的顺序对称连续浇筑。在隧道纵向，则需分段进行，分段长度一般为8~12m。在全断面开挖成形或大断面开挖成形的隧道衬砌施工中，则应尽量使用金属模板台车灌注混凝土整体衬砌。【2014 单 I】

1) 衬砌施工的准备工作



(1) 整体移动式模板台车

模板台车的长度即一次模筑段长度，应根据施工进度要求、混凝土生产能力和浇筑技术要求、曲线隧道的曲线半径等条件来确定。

(2) 主洞模板

①隧道主洞模筑混凝土衬砌施工宜采用全断面衬砌模板台车。【2023单I、2015单I】

②全断面衬砌模板台车模板应留振捣窗，振捣窗间距纵向不宜大于3m，横向不宜大于2.5m，振捣窗不宜小于0.45m×0.45m。【2023单I、2021案II】

③全断面衬砌模板台车就位应以隧道中线为准，按路线方向垂直架设。【2023单I】

④顶模设置通气孔、注浆管。【2023单I】

(3) 特殊洞室模板

①对车行横洞、人行横洞、紧急停车带等特殊洞室，宜采用移动式模架和拼装模板施工。

②采用拼装模板时，应采用先墙后拱或全断面浇筑，不得采用先拱后墙浇筑。

③拱架、支架应与隧道中线垂直方向架设。

2) 混凝土施工

(1) 混凝土搅拌

衬砌混凝土应采用强制式混凝土搅拌机搅拌。

(2) 混凝土运输

①混凝土拌合物在运输过程中，如出现分层、离析现象，应对混凝土拌合物进行二次快速搅拌。

②严禁在运输过程中向混凝土拌合物中加水。

③混凝土拌合物运送到浇筑地点后，应按规定检测其坍落度。

(3) 混凝土浇筑

①混凝土浇筑应采用输送泵送料入模、均匀布料；混凝土入模温度应控制在5~32℃。【2022案I】

②混凝土应从两侧边墙向拱顶、由下向上依次分层对称连续浇筑，两侧混凝土浇筑高差不应大于1.0m，同一侧混凝土浇筑面高差不应大于0.5m。

③拱、墙混凝土应一次连续浇筑，不得采用先拱后墙浇筑，不得先浇矮边墙。【2022单II】

(4) 混凝土养护

①混凝土养护时间不得少于7d。

②掺加引气剂或引气型减水剂时，混凝土养护时间不得少于14d。

③隧道内空气湿度≥90%时，可不进行洒水养护。

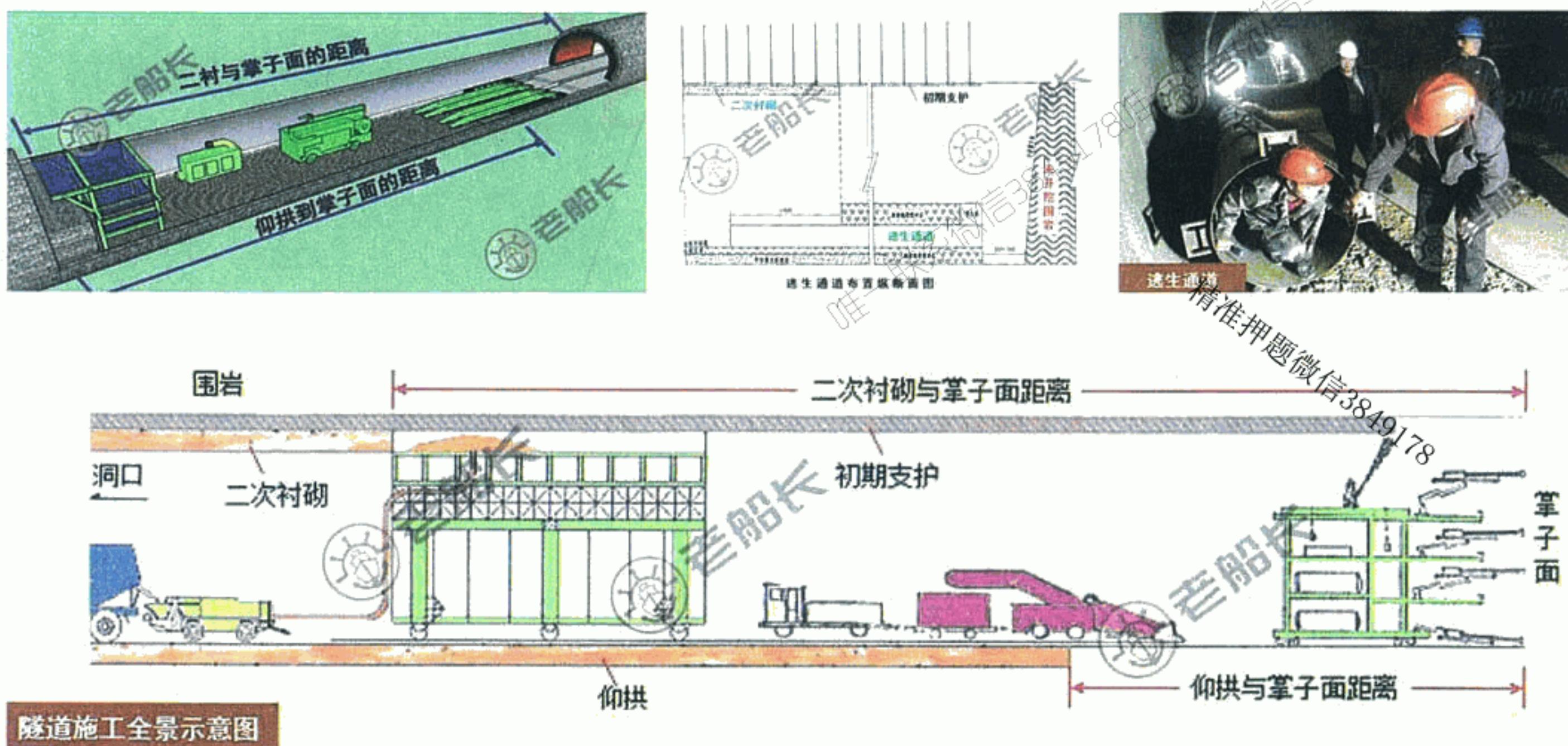
3) 仰拱衬砌、仰拱回填和垫层施工【2022单II、2020案I、2020单II、2019案I】

- (1) 仰拱混凝土衬砌应先于拱墙混凝土衬砌施工，超前距离应根据围岩级别、施工机械作业环境要求确定，一般不宜大于拱墙衬砌浇筑循环长度的2倍。
- (2) 仰拱初期支护喷射混凝土及仰拱填充混凝土不得与仰拱衬砌混凝土一次浇筑。
- (3) 仰拱衬砌混凝土应整幅一次浇筑成形，不得左右半幅分次浇筑，一次浇筑长度不宜大于5.0m。
- (4) 仰拱和仰拱填充混凝土应在其强度达到2.5MPa后方可拆模。
- (5) 仰拱、仰拱填充和垫层混凝土浇筑宜采用插入式振捣器振捣密实。
- (6) 仰拱填充和垫层混凝土强度达到设计强度100%后方可允许运渣车辆通行。

4. 公路隧道施工安全步距要求【2023案I、2021案II、2019案I、2019案II】

隧道安全步距是指隧道仰拱或二次衬砌到掌子面的安全距离，安全步距主要由隧道围岩级别决定。

与掌子面的距离(m)	V(或VI)	IV	III
仰拱	≤40	≤50	≤90
二次衬砌	≤70	≤90	—



5. 隧道逃生与救援

- (1) 软弱围岩隧道开挖掌子面至二次衬砌之间应设置逃生通道，随开挖进尺不断前移，逃生通道距离掌子面不得大于20m。逃生通道内径不宜小于0.8m。【2021案II、2021单II】

【2021单II】关于隧道逃生通道的说法，正确的是（）。

- A. 逃生通道距离掌子面不得大于20m
- B. 逃生通道内径不宜小于1.0m
- C. 逃生通道应随开挖进尺的增加不断加长
- D. 逃生通道应设置在洞口至二次衬砌之间

【答案】A

4.3.5 隧道防水与排水 ★★

隧道防排水应遵循“**防、排、截、堵相结合，因地制宜，综合治理**”的原则。

1. 施工防排水

1) 洞口

(1) 边坡、仰坡坡顶的**截水沟**应结合永久排水系统在洞口**开挖前**修建，洞顶截水沟应与路基边沟顺接组成排水系统。【2022 案 I】

(2) 洞外路堑向隧道内为下坡时，路基边沟应做成**反坡**，向路堑外排水。【2023 多 II】

2. 覆盖层较薄和渗透性强的地层

(1) 洞顶设有高压水池时，水池位置宜**远离隧道轴线**。

3. 洞内反坡排水

(3) 井下工作水泵的排水能力应 ≥ 1.2 倍正常涌水量，并配备备用水泵；井下备用水泵排水能力不应小于工作水泵排水能力的**70%**。【2021 案 II】

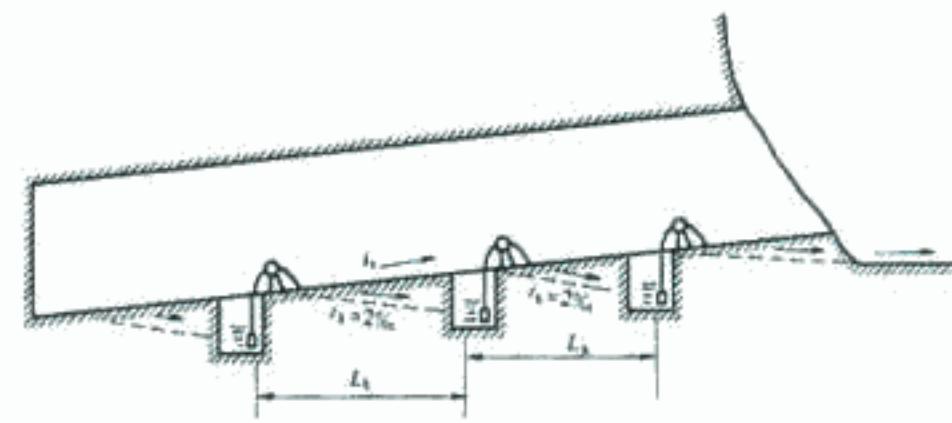
4) 井点降水

洞内涌水或地下水位**较高**时，影响隧道施工时，可采用**井点降水法**和**深井降水法**处理。井点降水施工应符合下列要求：【2014 单 II】

(1) 在隧道两侧地表面布置井点，间距宜为**25~35m**。井底应在隧底以下**3~5m**。

(2) 工作水泵的排水能力应不小于预测抽水量的**1.2 倍**。

(3) 隧道施工期间围岩地下水位应保持在开挖线以下**0.5m**。

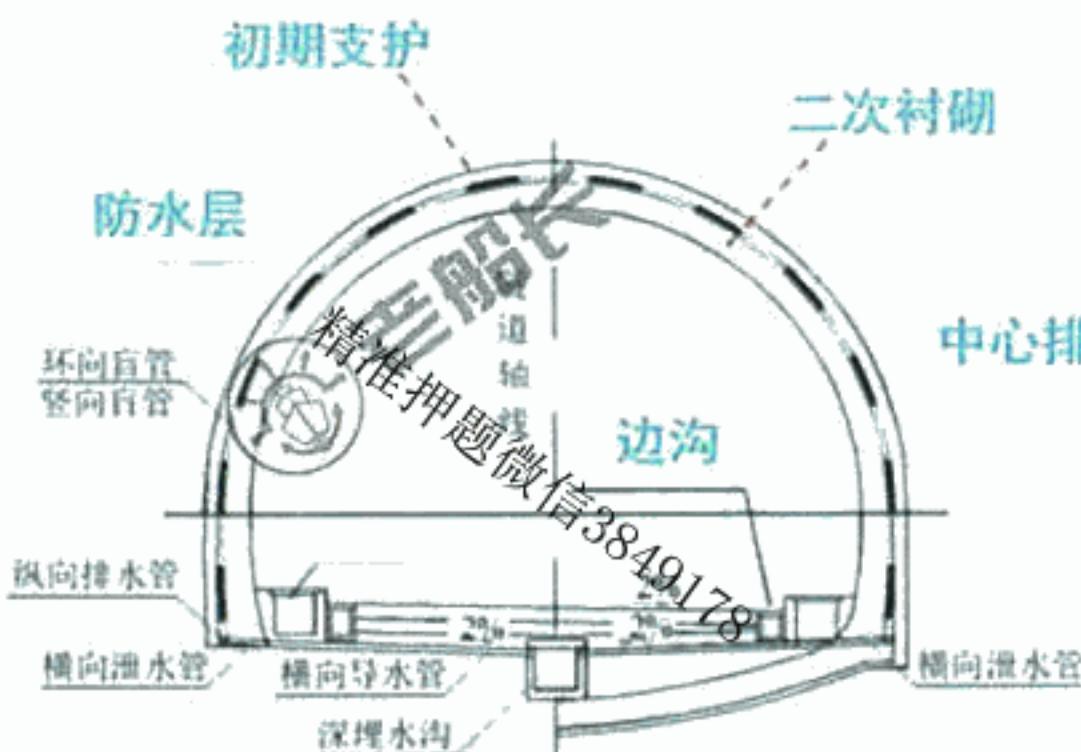


2. 结构防排水【2022 案 II、2021 案 II】

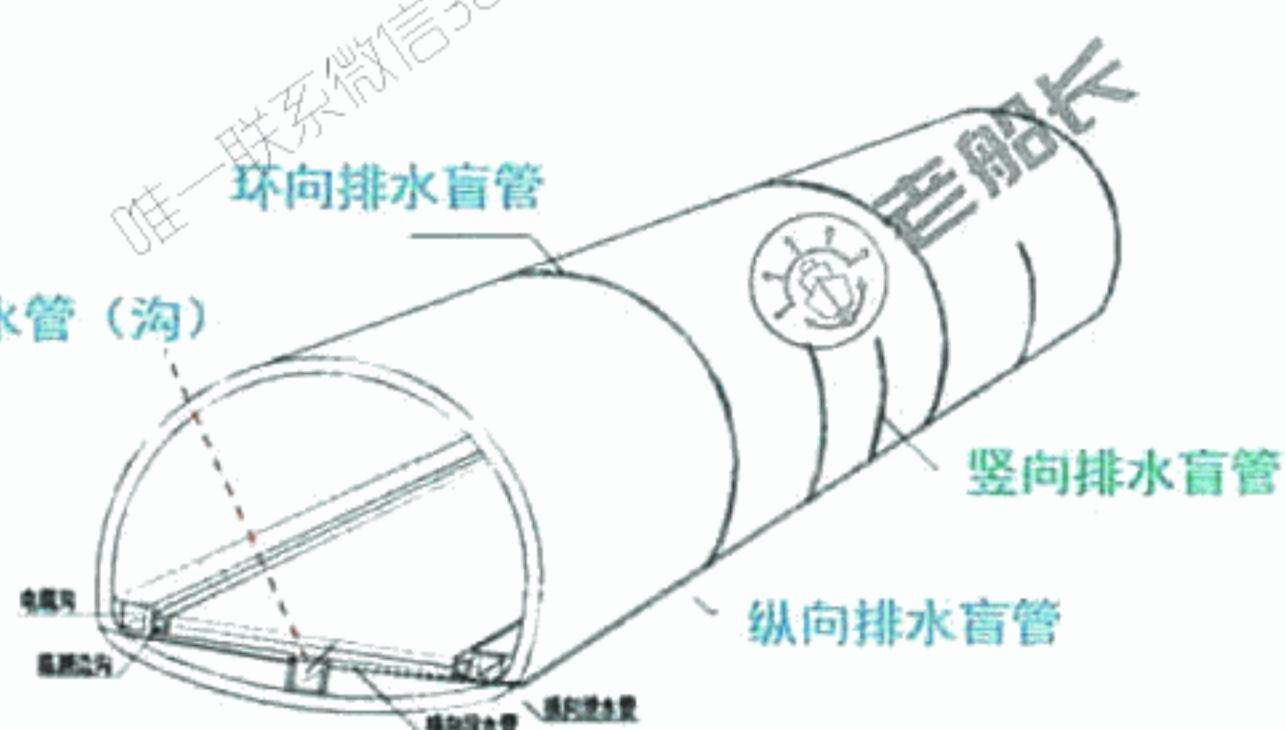
1) 纵、横、环向盲管、中心排水管（沟）

【补充】识图：纵向排水盲管、环向排水盲管、竖向排水盲管、中心排水管（沟）、边沟。

(1) 中心排水管（沟）设在仰拱下时，应和仰拱、底板同步施工。



(a) 排水管路横断面布置图



(b) 排水管路布置示意图

隧道排水设置图

2) **防水板**宜选用高分子材料，厚度不宜小于**1.5mm**。防水板铺设应超前二次衬砌施工**1~2**个衬砌段，并与开挖掌子面保持一定距离。对支护表面外露的坚硬物和局部渗漏水处应**先进行处理**，不平处用**喷射混凝土或砂浆**找平。

防水板铺设应符合以下要求：

- (1) 宜采用**专用台架**。
- (2) 防水板应**无钉铺设**，并留有余量，防水板与初期支护或岩面应密贴。
- (3) 防水板的搭接缝焊接质量应按**充气法**检查。当压力表达到 **0.25MPa** 时停止充气，保持 **15min**，压力下降在 **10%** 以内，焊缝质量合格。

3. 注浆防水

1) 注浆防水方式的选择

- (1) **全断面帷幕注浆或周边注浆**：富水区。
- (2) **超前局部注浆**：围岩基本稳定，但局部存在一定的水流。
- (3) **径向注浆**：围岩有一定自稳能力，开挖后水压和水量较小。

2) 注浆防水施工要求

- (1) 注浆压力宜比静水压力大 **0.5MPa~1.5MPa**。
- (2) 钻孔注浆顺序应**由下往上、由少水处到多水处、隔孔钻注**。

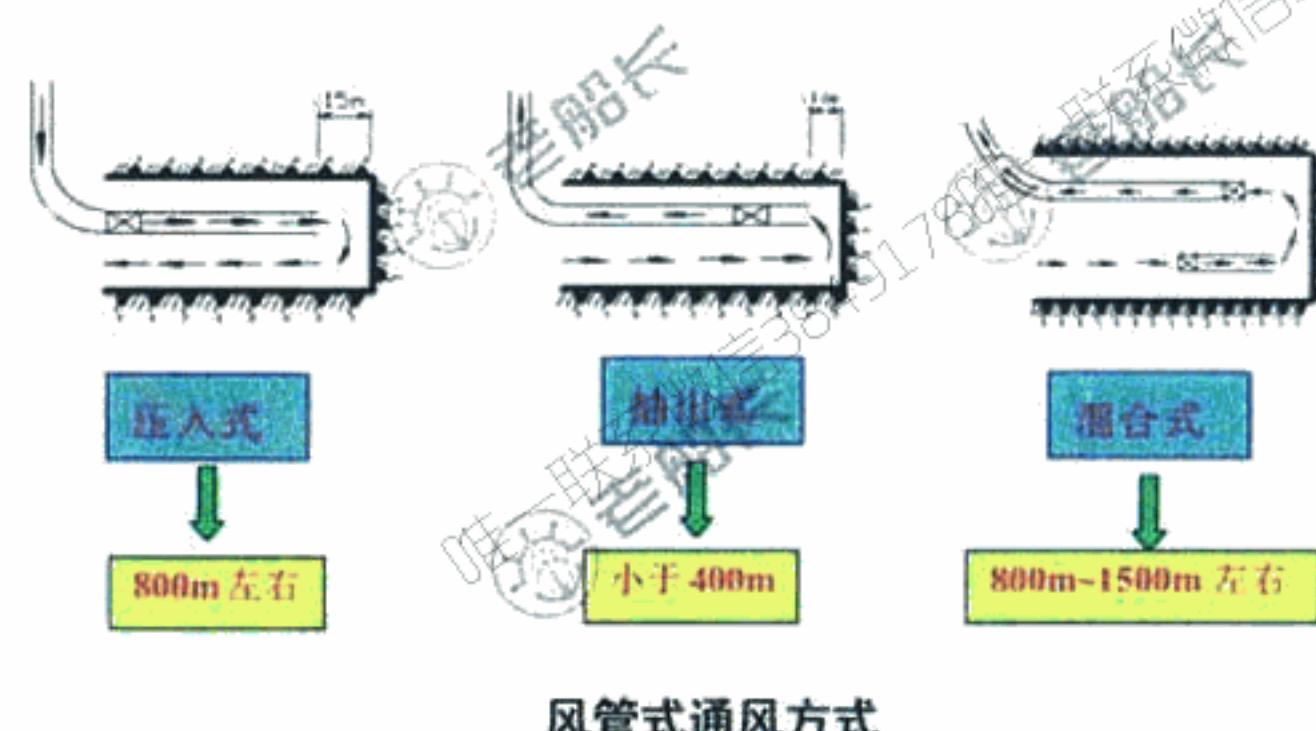
4.3.6 隧道通风防尘及水电作业

1. 通风【2023 单 II、2017 单 I、2006 多 I】



1) 风管式通风

风流经由管道输送，分为**压入式**、**抽出式**、**混合式**三种方式。



2) 巷道式通风

适用于有**平行导坑**的长隧道。

3) 风墙式通风

适用于**较长隧道**。当管道式通风难以解决又**无平行导坑**可以利用。

2. 防尘

1) 湿式凿岩标准化

湿式凿岩即打“水风钻”，风钻内的供水方式分为**旁侧供水**和**中心供水**两种。

- (1) 应**先开水后开风，先关风后关水**。（简记：**水包风尘**）【2019 单 I】

3. 供水

隧道施工期间生产用水和生活用水主要用途包括：**凿岩机用水、喷雾洒水防尘用水、衬砌施**

工用水、混凝土养护施工用水、空压机冷却用水、施工人员的生活用水等。

4. 供电

(1) 隧道供电电压要求

① 供电线路应采用 220/380V 三相五线系统。

② 动力设备应采用三相 380V。

③ 隧道照明，成洞段和不作业地段可用 220V，瓦斯地段不得超过 110V，一般作业地段不宜大于 36V，手提作业灯为 12~24V。

(2) 洞外变电站宜设在洞口附近。

(3) 供电线路布置和安装要求【2010 单 I】

① 成洞地段固定的电线路，应使用绝缘良好胶皮线架设；

施工地段的临时电线路宜采用橡套电缆；

竖井、斜井宜使用铠装电缆；

瓦斯地段的输电线必须使用密封阻燃铜芯电缆，不得使用皮线。

② 瓦斯地段的电缆应沿侧壁铺设，不得悬空架设。涌水隧道的电动排水设备、瓦斯隧道的通风设备和斜井、竖井内的电气装置应采用双回路输电，并有可靠的切换装置。

(4) 短隧道应采用高压至洞口，再低压进洞。

(5) 瓦斯地段的照明器材应采用防爆型，开关应设在送风道或洞口。

4. 3. 7 隧道辅助坑道施工及辅助工程措施 ★★

1. 辅助坑道施工

主要类型有竖井、斜井、平行导坑、横洞等。

1) 横洞与平行导坑

【补充】在隧道侧面修筑的与之相交的坑道。当隧道傍山沿河、侧向覆盖层较薄时，就可以考虑设置横洞。

【补充】平行导坑是修建在隧道一侧与隧道走向平行，掘进面总是超前于隧道正洞开挖作业面的导坑。

2) 斜井

【补充】斜井是从隧道侧上方，以倾斜井筒通向隧道正洞的辅助坑道。

(1) 斜井采用有轨运输，应符合下列规定：

① 车辆行驶时井内严禁人员通行与作业。

② 严禁人员乘斗车上下。

3) 竖井

【补充】当隧道较长而某些地段埋置较浅时，可采用竖井来增辟工作面。

(1) 井口的锁口圈顶面应高出地面 0.5m。

2. 辅助工程措施

1) 围岩加固措施

在隧道施工容易造成地表下沉、围岩失稳和坍塌、围岩大变形的地段，可采用**地面砂浆锚杆**、**地表注浆**、**地面旋喷桩**、**围岩超前注浆**、**围岩径向注浆**、**超前水平旋喷桩**、**长锚杆**、**锚索**等进行围岩加固。

2) 稳定掌子面及超前支护措施

隧道掌子面白稳定性差、掌子面开挖可能坍塌、拱顶掉块时，可采用**封闭开挖面**、**超前锚杆支护**、**超前小导管支护**、**超前管棚支护**、**超前水平旋喷加固**等措施，应根据现场围岩条件和施工条件合理选用、灵活组合。

3) 涌水处理措施

隧道涌水处理应符合“**预防为主**、疏堵结合、注重保护环境”的原则，根据现场情况，采取**超前围岩预注浆堵水**、**开挖后径向注浆堵水**、**超前钻孔排水**、**坑道排水**等措施。

注浆前宜进行**压稀浆试验**，测定**注浆压力**、**地层吸浆能力**、**浆液扩散半径**、**浆液凝固时间**。

老船长经典秒杀口诀：三姑洗牙

隧道周边**局部**渗漏水时，可采用**局部径向注浆**；周边**大面积**渗漏水时，可采用**全断面径向注浆**。

4) 隧底加固措施

隧道底部采用**预制桩**、**钢管桩**、**旋喷桩**等进行加固时，应符合相关现行规范要求。隧道底部采用**小导管注浆加固**时，小导管应**垂直于基底开挖设计轮廓线**，小导管管壁应留出浆孔，管内应注满砂浆，钢管外露端应与仰拱钢架**焊接**牢固。

4.3.8 隧道盾构施工 ★

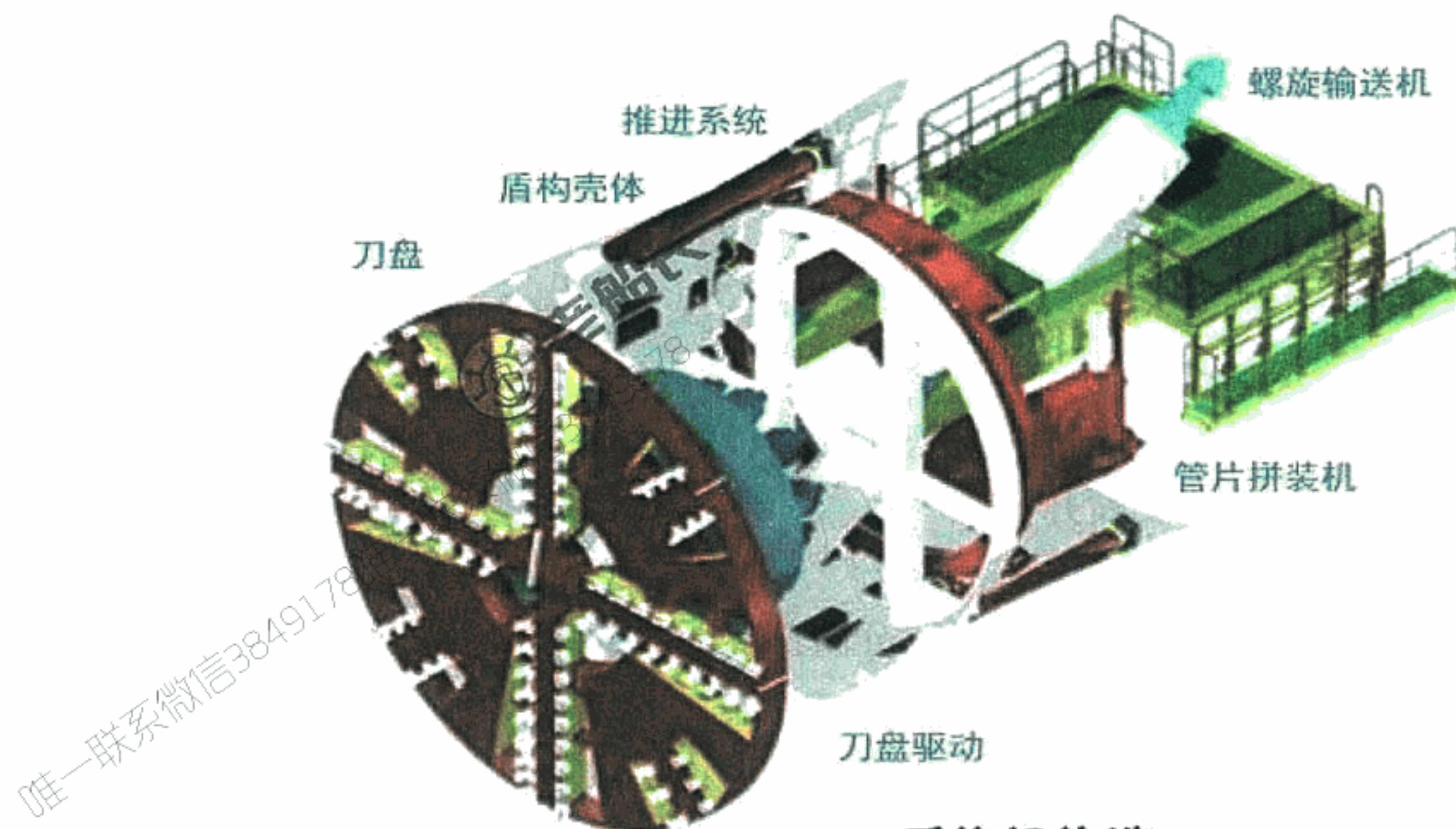
1. 盾构法

1) 盾构法工作原理

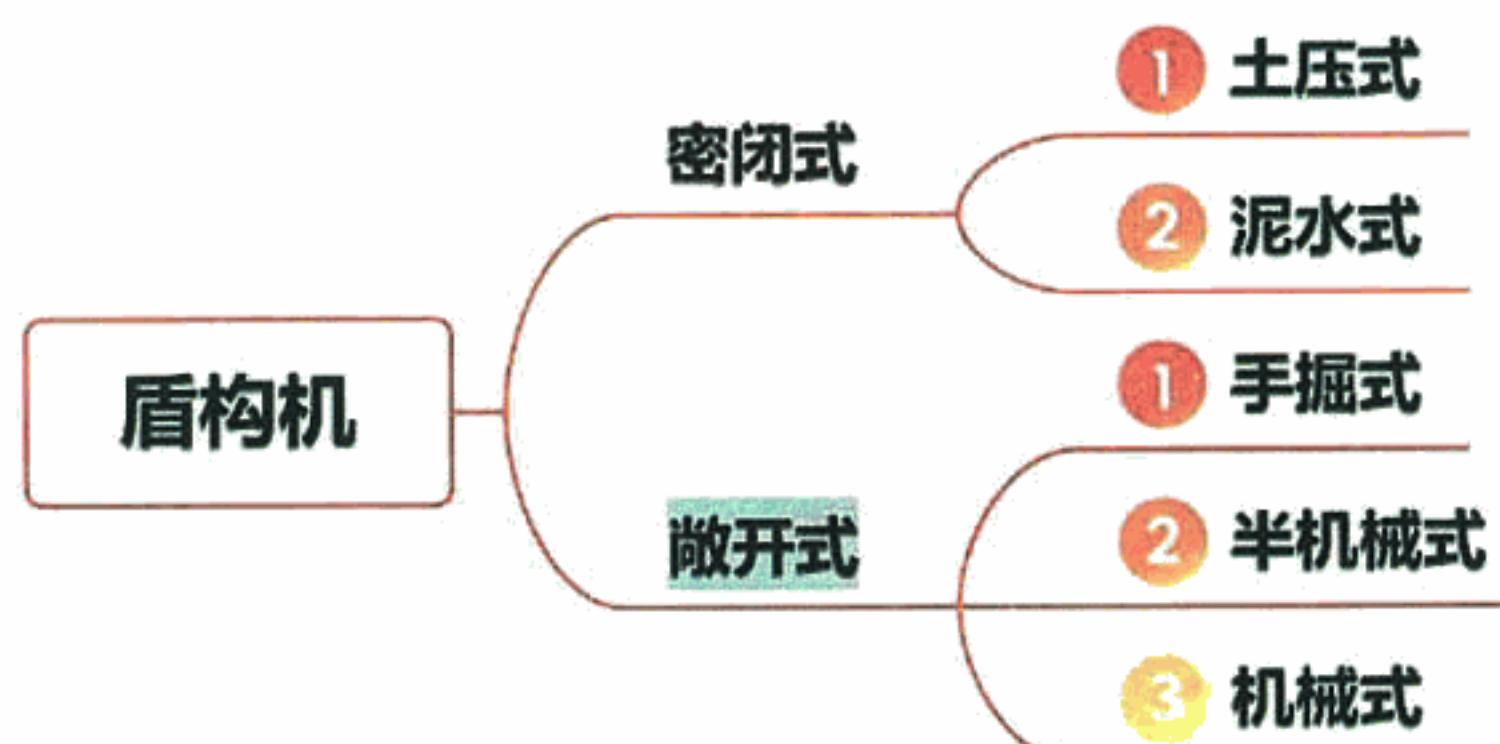
盾构法是暗挖法施工中的一种全机械化施工方法。它是将盾构机械在地层中推进，通过**盾构外壳**和**管片**支承四周围岩防止发生往隧道内的坍塌。同时在开挖面前方用切削装置进行土体开挖，通过出土机械运出洞外，靠**千斤顶**在后部加压顶进，并拼装预制混凝土管片，形成隧道结构的一种机械化施工方法。

2) 盾构机分类及适用范围 【2022 单 I、2012 单 II、2006 单 I、2004 单 I】

精准押题微信3849178



盾构机构造



盾构机包括三部分：前部的切口环、中部的支撑环、后部的盾尾。

盾构机按开挖面是否封闭划分，可分为密闭式和敞开式两类；

按平衡开挖面土压与水压的原理不同，密闭式盾构机又可分为土压式和泥水式两种；

敞开式盾构机按开挖方式划分，可分为手掘式、半机械式、机械式三种。

3) 盾构施工

(1) 盾构应在始发段 50~100m 进行试掘进。

(2) 隧道贯通前 10 环管片应设置管片纵向拉紧装置。

(3) 盾构机掘进应进行同步注浆作业。为提高背衬注浆层的防水性及密实度，还应在同步注浆结束后进行补充注浆。

2. TBM (全断面岩石隧道掘进机) 法

1) TBM 工作原理

习惯上将用于软土地层的全断面隧道掘进机称为盾构，将用于岩石地层的全断面隧道掘进机称为 TBM。

TBM 是一种依靠刀盘旋转破岩推进，隧道支护与出渣同时进行，并使隧道全断面一次成形的

大型专用装备，是以岩石地层为掘进对象。它与盾构的主要区别就是不具备泥水压、土压等维护掌子面稳定的功能。

TBM 具有掘进、出渣、导向、支护四大基本功能。

4.3.9 隧道改（扩）建 ★★

1. 隧道改建施工

(1) 机电设备箱宜明敷；必须新开凿设备洞室时，应避开施工缝、沉降缝和伸缩缝的位置；应采用切割凿洞方式，不得进行爆破开孔。

2. 隧道扩建施工

(1) 隧道二次衬砌应分段拆除，每次拆除分段长度宜为 2~8m，并不得大于原衬砌一模衬砌长度，不得跨施工缝、变形缝一次拆除。

(2) 隧道拆除应先拆除二次衬砌，后拆除初期支护。

(3) 初期支护拆除和扩挖可同步进行，初期支护拆除的分段长度应根据围岩地质条件确定，扩挖后应立即进行新的初期支护施工。

(4) 采用爆破拆除和扩挖时，应严格控制单段最大爆破药量。二次衬砌爆破拆除时，分段拆除之间应先切割分离。

(5) 围岩较差、原坍塌地段拆除时，二次衬砌一次拆除长度不宜大于 3m。

3. 隧道增建施工

(1) 增建隧道和既有隧道之间新建横通道时，既有隧道横向开洞施工严禁反向出洞。

(2) 增建隧道施工期间保持通车的既有隧道，应采取安全防护措施，不得利用既有隧道进行施工通风。

4.4 特殊地段施工

4.4.1 涌水地段施工 ★★

1. 施工调查

处理涌水可用下列辅助施工办法：超前钻孔或辅助坑道排水；超前小导管预注浆堵水；超前围岩预注浆堵水；轻型井点降水及深井降水。**【2015 案 I 、2013 案 I】**

2. 辅助坑道排水

(1) 坑道应与正洞平行或接近平行。

(2) 坑道底标高应低于正洞底标高。

(3) 坑道应超前正洞 10~20m，至少应超前 1~2 个循环进尺。

3. 超前钻孔排水 **【2014 单 I】**

(1) 钻孔孔位（孔底）应在水流上方。

(2) 超前钻孔的孔底应超前开挖面 1~2 个循环进尺。

4. 超前围岩预注浆堵水

- (1) 浆液段的长度应根据地质条件、涌水量、机具设备能力等因素确定，一般宜在 30~50m。
(2) 钻孔及注浆顺序应由外圈向内圈进行，同一圈钻孔应间隔施工。
(3) 浆液宜采用水泥浆液或水泥-水玻璃浆液。

4.4.2 塌方地段施工 ★★

1. 发生塌方的主要原因 【2023 多 I】

(1) 不良地质及水文地质条件 【2017 多 I】

- ①隧道穿过断层及其破碎带。
- ②隧道穿越地层覆盖过薄地段。
- ③地下水的软化、浸泡、冲蚀、溶解等作用加剧岩体的稳定和塌落。

(2) 隧道设计考虑不周

(3) 施工方法和措施不当

- ①施工方法与地质条件不相适应。
- ②喷锚支护不及时，喷射混凝土的质量、厚度不符合要求。
- ③按新奥法施工的隧道，没有按规定进行量测，或信息反馈不及时，决策失误、措施不力。
- ④围岩爆破用药量过多，因振动引起坍塌。
- ⑤对危石检查不重视、不及时，处理危石措施不当，引起岩层坍塌。

2. 隧道塌方的预防措施

(1) 在掘进到地质不良围岩破碎地段，应采取“先治水、短开挖、弱爆破、强支护、早衬砌、勤量测”的施工方法。【2013 案 II、2006 单 I】

(2) 为防止隧道塌方，隧道施工应符合下列要求：

- ①采用光面爆破和预裂爆破技术，减少对围岩的扰动。
- ②二次衬砌不得严重滞后初期支护。

(3) 为防止隧道塌方，施工现场管理应符合下列要求：

- ①未经批准，不得擅自改变开挖方法及支护形式。

3. 隧道塌方的处理措施

(1) 隧道塌方应根据发生的部位、规模及地质条件，采取“治塌先治水、治塌先加强”的原则，采取喷锚支护、注浆、管棚、加强二次衬砌、设置护拱等技术措施，不失时机、不留隐患地进行处理。

(2) 当塌方是由于洞口附近的滑动体引起，滑动体尚未稳定时，必须先对滑动体进行加固，然后再处理塌方，其主要技术措施有自进式锚杆、预应力锚索、抗滑桩。

(3) 岩石类塌方，处理时应符合下列规定：

①根据塌体内塌腔的矢跨比，采取不同的处理措施：

A. 当矢跨比 $h/B < 0.7$ 时，可采用外层初期支护 (W) 加内层初期支护 (N) 再加防护 (F) 的方法进行处理；

B. 当矢跨比 $h/B \geq 0.7$ 时，可采用外层初期支护 (W) 加防护 (F) 的方法进行处理。

(2) 岩石类塌方已塌至隧道上方的原地面时，应及时处理地面塌口，后处理洞内塌方。处理洞内塌方时，应采用注浆加管棚整体加固的处理方法，并应以渗透注浆为主，管棚应为长大管棚。

(4) 土质类塌方，主要为大型和特大型塌方。处理时应符合下列规定：

① 土质隧道塌方不宜采用清渣的方式处理。

② 土质隧道塌方可采用注浆加管棚的处理方法，注浆可视塌体中土质（或砂）的颗粒大小分别采用渗透注浆或劈裂注浆。

4.4.3 岩溶地段施工 ★

岩溶是指可溶性岩层，如石灰岩、白云岩、白云质灰岩、石膏、岩盐等，受水的化学和机械作用产生沟槽、裂缝和空洞以及由于空洞的顶部塌落使地表产生陷穴、洼地等类现象和作用。溶洞是岩溶现象的一种。

1. 隧道遇到溶洞的处理措施

(1) 按照以疏为主、堵排结合、因地制宜、综合治理的原则，分别以“疏导、堵填、注浆加固、跨越、宣泄”等措施进行处理。

(2) 岩溶地区隧道开挖应符合的要求

① 当溶洞出现在隧道一侧，应先开挖该侧。待支护完成后，再开挖另一侧。

② 岩溶段爆破开挖时，宜采用多打孔、打浅孔、多分段的措施，严格控制单段起爆药量和总装药量，控制爆破振动。

4.4.4 瓦斯地段施工 ★★

瓦斯是地下坑道内有害气体的总称，其成分以沼气（甲烷 CH₄）为主，一般习惯称沼气为瓦斯。当隧道穿过煤层、油页岩或含沥青等岩层，或从其附近通过而围岩破碎、节理发育时，可能会遇到瓦斯。

1. 瓦斯的燃烧和爆炸性

当坑道中的瓦斯浓度小于 5%，遇到火源时，瓦斯只是在火源附近燃烧而不会爆炸；瓦斯浓度在 5%~6% 到 14%~16% 时，遇到火源具有爆炸性；瓦斯浓度大于 14%~16% 时，一般不爆炸，但遇火能平静地燃烧。

2. 瓦斯放出的类型

从岩层中放出瓦斯，可分为三种类型：

(1) 瓦斯的渗出：它是缓慢、均匀、不停地从煤层或岩层的暴露面的空隙中渗出，延续时间很久，有时带有一种嘶声。（细水长流）

(2) 瓦斯的喷出：比上述渗出更强烈，从煤层或岩层裂缝或孔洞中放出，喷出的时间有长有短，通常有较大的响声和压力。

(3) 瓦斯的突出：在短时间内，从煤层或岩层中，突然猛烈地喷出大量瓦斯，喷出的时间可能从几分钟到几小时，喷出时常有巨大轰响，并夹有煤块或岩石。（昙花一现）

以上三种瓦斯放出形式，以第一种（**渗出**）放出的瓦斯量**最大**。

3. 防止瓦斯事故的措施【2021 案 I 、2012 案 I 】

(1) 瓦斯隧道**施工组织**应符合的规定

①施工前应编制防治瓦斯的**专项施工方案**、**地质超前预报方案**、**通风设计方案**、**瓦斯监测方案**、**应急预案**、**作业要点手册**等。（**五案一册**）

(2) 瓦斯隧道**钻爆作业**应符合的规定

①工作面附近 **20m** 以内风流中瓦斯浓度必须小于 **1%**，必须采用**湿式钻孔**，炮孔深度不应小于 **0.6m**，装药前炮孔应清除干净。

②必须采用煤矿许用炸药和煤矿许用电雷管，**严禁反向装药**。

③爆破网络必须采用**串联**连接方式，不得并联或串并联。

④起爆电源必须使用**防爆型起爆器**，应安装在新鲜风流中，并与开挖面保持 **200m** 左右距离，同一开挖面**不得同时使用两台及以上**起爆器起爆。

⑤炮眼封泥不严或不足时，不得进行爆破，炮泥应采用**黏土炮泥**，严禁用煤粉、块状材料或其他可燃性材料作炮泥。

⑥揭煤爆破 **15min** 后，应由**救护队员**佩戴防毒面具或自救器到开挖工作面，查看爆破效果、检测瓦斯浓度、巡查通风及电路，如有煤尘超标、电路破损、通风死角、瞎炮残炮等危险情况必须立即处理，在**确认安全后**方可通知**送电、开启局部风机**。

⑦通风 **30min** 后，由**瓦斯检测人员**检测工作面、回风道瓦斯浓度，当瓦斯浓度小于 **1%**、二氧化碳浓度小于 **1.5%** 时，解除警戒，允许**施工人员**进入作业面。

⑧隧道内各作业面应配备**瓦斯检测仪**。

(3) 瓦斯隧道**通风**应符合的规定

①高瓦斯工区的施工通风宜采用**巷道式**，瓦斯隧道各掘进工作面必须**独立通风**，**严禁任何两个工作面之间串联通风**。

②按瓦斯绝对涌出量计算的风量，应将洞内各处的瓦斯浓度稀释到 **0.5%以下**；巷道式通风的回风道瓦斯浓度应**小于 0.75%**。

③防止瓦斯聚积的风速不宜小于 **1m/s**，对瓦斯易聚积处应实施局部通风。

④瓦斯工区的通风机应设两路电源，电源的切换应在 **15min** 内完成，保证风机正常运转，必须有一套同等性能**备用通风机**，并保持良好的使用状态。

⑤应采用**抗静电、阻燃**的风管。

(4) 严格执行有关制度

①**瓦斯检查制度**：瓦斯检查手段可采用**瓦斯遥测装置、定点报警仪、手持式光波干涉仪**。

②**动火管理制度**：洞内严禁使用明火，严禁将火柴、打火机、手电筒及其他易燃品带入洞内。

③**教育培训制度**：进洞人员必须经过瓦斯知识和防止瓦斯爆炸的安全教育。抢救人员未经专门培训不准在瓦斯爆炸后进洞抢救。

④**持证上岗制度**：瓦斯检查人员必须挑选工作认真负责、有一定业务能力、经过专业培训的考试合格者，进行监测工作。

老船长经典秒杀口诀：摇手报警

4.4.5 流沙地段施工 ★

流沙是沙土或粉质黏土在水的作用下丧失其内聚力后形成的，多呈糊浆状，对隧道施工危害极大。由于流沙可引起围岩失稳坍塌，支护结构变形，甚至倒塌破坏。因此，治理流沙必先治水，以减少沙层的含水量为主。宜采取以下措施：

1. 加强调查，制订方案

应调查流沙特性、规模，了解地质构成、贯入度、相对密度、粒径分布、塑性指数、地层承载力、滞水层分布、地下水压力和透水系数等，制定出切实可行的治理方案。【2015 多 I】

2. 先护后挖，加强支护【2010 多 I】

(1) 隧道开挖应符合的要求

①流沙地段隧道宜采用超短台阶、环形开挖预留核心土法人工开挖。

4.4.6 岩爆地段施工 ★★

1. 岩爆预报方法

隧道开挖过程中，可采用下列方法进行岩爆预报：

(1) 以超前探孔为主，辅以地震波法、电磁波法、钻速测试等手段。

2. 岩爆隧道施工技术措施

(1) 轻微岩爆地段开挖可正常掘进，可直接在开挖面上洒水，软化表层，促使应力释放和调整。（软化）

(2) 中等岩爆地段，除可采用轻微岩爆地段的措施外，还可采用超前注水、防岩爆锚杆等措施。（软化+支护）

(3) 强烈岩爆地段，除可采用轻微岩爆地段和中等岩爆地段的措施外，还可采用在地面钻孔注水的方法大范围软化围岩、超前应力解除爆破、小导洞超前、超前锚杆、钢架支撑等措施。（应力释放+软化+支护）

3. 岩爆隧道施工要求【2022 单 I】

(1) 采用光面爆破技术，使隧道周边圆顺，减少应力集中；严格控制装药量，减少对围岩的扰动。

(2) 控制循环进尺，采用短进尺，一般情况下，每循环进尺宜控制在 1.0~1.5m，最大不得大于 2m。

(3) 中等强度以上岩爆地段宜采用凿岩台车及喷混凝土台车施工。精准押题微信3849178VX.3849178

(4) 开挖后应及时喷纤维混凝土封闭。

(5) 防岩爆锚杆可采用楔管式、缝管式、水胀式等能及时受力的锚杆，以调整围岩应力分布及加固围岩。锚杆长度宜为 2m 左右，间距宜为 0.5~1.0m。

4. 发生岩爆应采取的处理措施

(1) 停机待避，待安全后进行工作面的观察记录，如岩爆的位置、强度、类型、数量以及止

等。

- (2) 增加及时受力的**摩擦型锚杆**（不能代替系统锚杆），锚杆应装垫板。
- (3) 及时**喷纤维混凝土**。

4.4.7 膨胀岩土地段施工 ★

膨胀岩土隧道施工，应根据**围岩**变形、**土压**增长、结构**受力**性状、**地下水**活动状态等因素综合确定施工方法。

1. 膨胀岩土隧道开挖应符合的规定

- (1) 隧道周壁开挖应圆顺，可优先采用**人工或机械**开挖。
- (2) 开挖后，应**及时封闭**暴露的岩体。
- (3) 预留变形量应适当**加大**，根据现场情况进行调整。

4.4.8 软岩大变形地段施工 ★

软岩大变形地段隧道开挖和支护应符合下列规定：

- (1) 应适当**加大**预留变形量，根据监控量测数据，及时调整开挖预留变形量。*VX:3849178VX*
- (2) 上台阶宜采用**扩大**拱脚措施加强对钢架的支撑。
- (3) 上台阶钢架加工时应根据**加大的**断面轮廓进行。钢架接长时，应根据已经安装**变形后的**钢架轮廓加工；钢架宜尽早封闭成环。*VX:3849178*
- (4) 仰拱宜紧跟掌子面施工，仰拱与掌子面距离一般不超过**2倍**隧道开挖宽度。

4.5 隧道工程质量通病及防治措施

4.5.1 隧道水害、冻害防治 ★

1. 隧道水害防治

1) 原因分析【2020 单 II】

- (1) 隧道**穿越含水**的地层
- (2) 隧道衬砌**防水及排水**设施**不完善**

2) 防治措施【2016 单 II】

- (1) 因势利导，给地下水有可排走的通道，将水迅速地排到洞外。
- (2) 将流向隧道的水源截断，或尽可能使其水量减少。
- (3) 堵塞衬砌背后的渗流水，集中引导排出。
- (4) 合理选择防水材料。

2. 隧道冻害防治

1) 原因分析

- (1) **寒冷**气温

(2) 季节冻结圈的形成

季节性冻害隧道中，衬砌周围冬季冻结、夏季融化范围的围岩，沿衬砌周围各最大冻结深度连成的圈叫季节冻结圈。当衬砌周围超挖尺寸不等、超挖回填用料不当及回填密实不够产生积水，便形成冻结圈。

(3) 围岩的岩性对冻胀的影响

(4) 隧道设计和施工的影响

2) 防治措施

严寒及寒冷地区隧道冻害的防治，基本措施是综合治水、更换或改造土壤、保温防冻、结构加强、防止融塌等。

4.5.2 隧道衬砌病害防治 ★

1. 隧道衬砌裂缝病害的防治

1) 原因分析【2020 多 I、2018 单 I】

隧道发生衬砌裂缝的原因主要有围岩压力不均、衬砌背后局部空洞、衬砌厚度严重不足、混凝土收缩、不均匀沉降及施工管理不善等。

2) 预防措施【2019 多 I】

(1) 施工过程中发现围岩地质情况有变化，与原设计不符时，应及时变更设计。

(2) 钢筋保护层厚度必须保证不小于 30mm，钢筋使用前应作除锈、清污处理。

(3) 混凝土强度必须符合设计要求，宜采用较大的骨灰比，降低水胶比，合理选用外加剂。

(4) 确定分段灌筑长度及浇筑速度；混凝土拆模时，内外温差不得大于 20℃；加强养护，混凝土温度的变化速度不宜大于 5℃/h。

3) 治理措施

隧道衬砌裂缝的治理措施可总结为加强衬砌自身强度和提高围岩稳定性两种。对于隧道衬砌裂缝的治理一般会采用锚杆加固、碳纤维加固、骑缝注浆、凿槽嵌补、直接涂抹工艺中的一种或数种相结合的措施。

4.5.3 隧道震害防治 ★

以下情况需要采用抗震加固措施：

(1) 洞口段为断层破碎带或第四纪风化层且属浅埋地段。

(2) 洞口段衬砌为直墙拱未设仰拱。

(3) 洞口端墙是立柱式洞门。

(4) 洞口路堑挡墙过高，仰坡陡峭，时有坍塌落石危害。

(5) 拱顶与围岩间回填不实。

(6) 隧道衬砌已出现纵横裂缝。

(7) 洞口端墙出现裂缝。

第5章 交通工程

5.1 交通安全设施

5.1.1 交通安全设施主要构成与功能 ★★

1. 交通安全设施的构成

交通安全设施主要包括交通标志、交通标线、护栏和栏杆、视线诱导设施、隔离栅、防落网、防眩设施、避险车道和其他交通安全设施。

2. 各种交通安全设施的功能与构成

1) 交通标志【2023多II、2021单II、2019单I、2016单II、2009多II】

交通标志是用图形符号、颜色、形状、文字向交通参与者传递特定信息，用于管理交通的设施，主要起到提示、诱导、指示等作用，使道路使用者安全、快捷到达目的地，促进交通畅通。它主要包括警告标志、禁令标志、指示标志、指路标志、旅游区标志、作业区标志等主标志以及附设在主标志下的辅助标志。

2) 交通标线【2022多II、2021多II、2012单II、2010单II、2007单I】

交通标线的主要作用是传递有关道路交通的规则、警告、指引交通。它是由施划或安装于道路上的各种线条、箭头、文字、图案、立面标记、实体标记、突起路标等构成的。

【2021多II】下列交通安全设施中，属于交通标线的有（）。

- A. 路面文字标记 B. 立面标记 C. 实体标记 D. 突起路标

【答案】ABCD

3) 护栏和栏杆【2020多II、2019多II、2020单I、2018多II、2012多II、2011单I】

护栏任何部分不得侵入公路建筑限界；路侧护栏宜设置在公路土路肩内。

4) 视线诱导设施【2006单II】

视线诱导设施包括轮廓标、合流诱导标、线形诱导标、隧道轮廓带、警示桩、警示墩等。

5) 隔离栅【2019案II】

隔离栅是将公路用地隔离出来，防止非法侵占公路用地的设施，应能有效阻止行人、动物误入需要控制出入的公路。

6) 防落网

防落网应包括防落物网和防落石网。

7) 防眩设施

防眩设施的主要作用是避免对向车辆前照灯造成的眩目影响，保证夜间行车安全。防眩设施分为人造防眩设施和绿化防眩设施，人造防眩设施主要包括防眩板、防眩网等结构形式。

8) 避险车道

货运车辆失控风险较高的路段需要设置避险车道，避险车道由引道、制动床、救援车道等构成。
【2022多I】

5.1.2 交通安全设施施工技术要求 ★★

1. 交通标志的施工技术要求

- (1) 标志支撑结构应在基础混凝土强度达到设计强度的 80%以上后，经监理工程师批准后安装。
- (2) 悬臂、门架或附着式支撑结构标志板面应垂直于公路行车方向，标志板面宜前倾 0° ~ 15°。

2. 交通标线的施工技术要求【2019 单 II、2018 单 I】

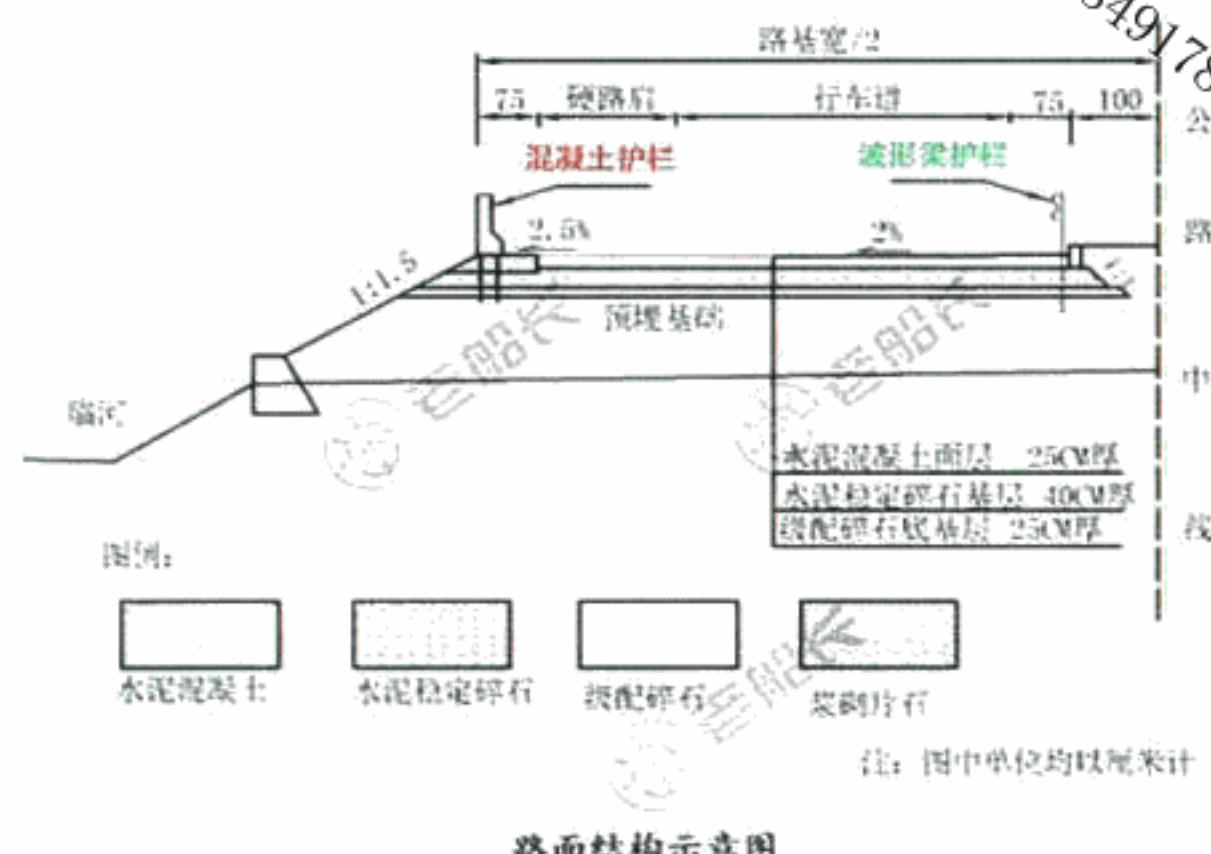
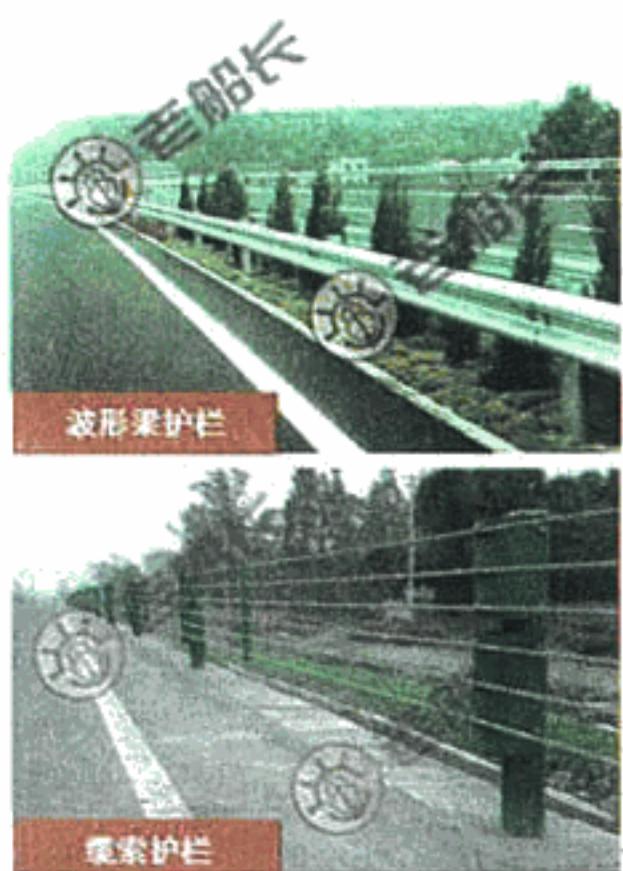
(1) 新铺沥青路面的交通标线施工，可在路面施工完成 7 日后开始；新建水泥混凝土路面的交通标线施工，应在混凝土养护膜老化起皮并清除后开始。交通标线宜在白天施工，在雨、雪、沙尘暴、强风、气温低于材料规定施工温度的天气，应暂停施工。正式施划前应做试验段，长度不宜短于 200m。

(2) 突起路标宜在交通标线施工完成后安装，且不得影响标线质量。突起路标反射体应面向行车方向。

3. 护栏和栏杆的施工技术要求【2022 案 I、2022 单 I、2020 案 II、2007 多 II】

(1) 缆索护栏、波形梁护栏：立柱打入的护栏宜在水泥混凝土路面、沥青路面下面层施工完毕后施工，不得早于路面基层施工。

(2) 混凝土护栏：可在路面基层施工完毕后、路面摊铺前施工。



(3) 桥梁护栏和栏杆应在桥梁车行道板、人行道板、混凝土铺装层施工完毕，跨中支架及脚手架拆除后桥跨处于独立支撑的状态时方能施工。混凝土桥梁护栏应在桥面的两侧对称施工。

(4) 中央分隔带开口护栏的端头基础和预埋基础应在路面面层施工前完成，其余部分应在路面施工后安装。缓冲设施应在路面施工后安装。

5.2 交通机电工程

5.2.1 交通机电工程主要构成与功能 ★

1. 监控系统主要构成与功能

设置隧道照明系统能避免隧道黑洞效应，使驾驶员适应隧道内外的亮度差，保证行车安全；照明控制系统能根据洞外的照度变化、交通量的变化对洞内照明强度进行调节，节约用电，降低运营费用。【2020 单 II、2017 单 II、2006 单 II】

2. 收费系统主要构成与功能

ETC 门架系统：在通信网络发生局部故障时，本系统应独立性工作和存贮所有数据，当通信网络恢复正常时，自动上传本地滞留数据至省联网中心和部联网中心。【2023 单 I】

3. 供配电及照明系统主要构成与功能

通常公路供配电系统主要由 10kV 电源线路、变配电所、供配电线、低压配电箱、接地系统等构成。

(1) 接地系统 【2020 单 I】

① 低压配电系统接地的形式一般分为：TN-S 系统、TN-C 系统、TN-C-S 系统、TT 系统和 IT 系统。

② 在中性点直接接地的低压配电系统中，宜采用 TN 系统。

③ 交流工作接地、直流工作接地、信号接地、安全保护接地、防雷保护接地宜共用一组接地装置，其接地电阻应符合其中最小值要求。

(2) 照明系统

照明方式可以分为一般照明、局部照明、混合照明；照明种类可以分为正常照明、应急照明。

【2023 单 II】

5.2.2 交通机电工程主要设施施工技术要求 ★★

1. 监控系统主要设施施工技术要求

(1) 设备开箱检查必须由业主、承包方、监理共同参加。【2006 案 I】

(2) 电力电缆和信号电缆应分槽布设。【2016 单 I】

2. 收费系统主要设施施工技术要求

(1) 车道内埋设抓拍和计数线圈的位置应为素混凝土板块，并保证没有板块接缝。【2021 单 I】

(2) 称重及超限检测系统中，计重称台应埋设在一个板块的中心，不得设置在混凝土板块接缝处。

3. 通信系统主要设施施工技术要求

1) 光、电缆线路施工要求

(1) 光、电缆敷设 【2018 多 I、2015 多 I】

① 敷设光缆时的牵引力不宜超过 2000kN。敷设电缆时的牵引力应小于电缆允许拉力的 80%。

② 敷设管道光、电缆时应以石蜡油、滑石粉等作为润滑剂，严禁使用有机油脂。

③ 光缆的曲率半径必须大于光缆直径的 20 倍，电缆的曲率半径必须大于电缆直径的 15 倍。

④ 以人工方法牵引光缆时，应在井下逐段接力牵引，一次牵引长度一般 ≤ 1000m。

⑤ 光缆绕“8”字敷设时，其内径应 ≥ 2m。

(2) 光、电缆接续和电缆成端

①光纤接续宜采用**熔接法**，接续完成并测试合格后立即做增强保护措施。增强保护方法采用**热缩管法、套管法、V形槽法**。**【2023 单 I】**

②光缆接头：接头套管内装**防潮剂**；若采用热可缩套管，加热应均匀，热缩完**毕原地冷却后**才能搬动。**【2014 单 I】**

2) 通信设备的安装要求

(1) 布放电缆

①设备**电缆与电源线分开布设**，**同轴射频线缆单独布设**。

②电缆弯曲半径应>**60mm**。

(2) 敷设电源线 **【2013 单 I】**

①交、直流电源的馈电电缆必须**分开布设**。

4. 供配电及照明系统主要设施施工技术要求

1) 油浸变压器运到现场后，**3个月内**不能安装时，应检查油箱密封情况，做油的绝缘测试，并注以合格油。**【2010 案 I】**

2) 电缆线路敷设要求 **【2005 单 I】**

(1) **直埋**电缆埋置深度应符合下列规定：

①电缆表面距**地面**的距离不应小于**0.7m**，穿越**农田**或在**车行道**下敷设时不应小于**1m**。

②直埋敷设的电缆**不得平行**敷设于管道的**正上方或正下方**；**高电压**等级的电缆宜敷设在**低电压**等级电缆的**下面**。

③直埋电缆**上下部**应铺≥**100mm** 厚的**软土砂层**，并应加盖保护板，其覆盖宽度应**超过**电缆两侧各**50mm**，保护板可采用混凝土盖板或砖块。软土或砂中**不应有石块**或其他硬质杂物。

(2) 管道敷设时，电缆管的**内径**与穿入电缆**外径**之比不得小于**1.5**。每根电缆管的弯头不应超过**三个**，**直角弯**不应超过**两个**。

(3) 三相或单相的交流**单芯**电缆，**不得单独**穿于钢管内。

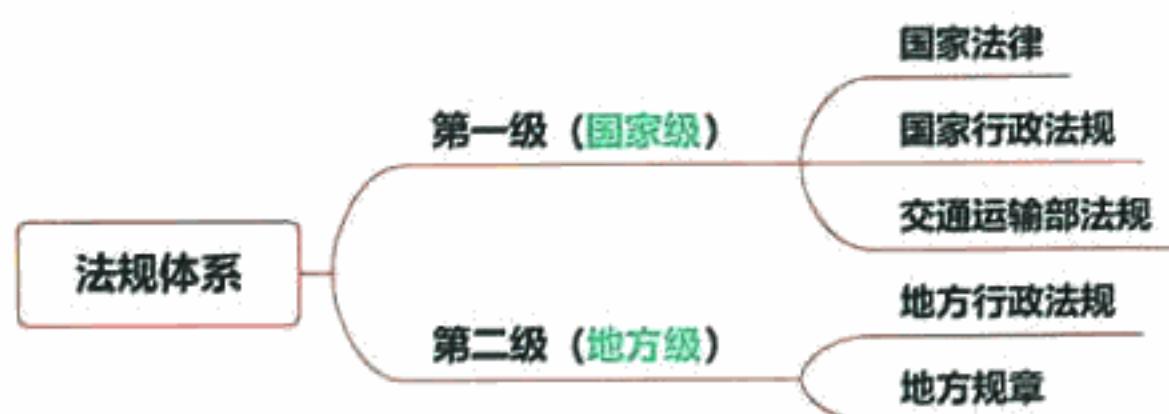
第2篇 公路工程相关法规与标准

第6章 相关法规

6.1 公路建设法规体系和标准体系

6.1.1 公路建设法规体系 ★

公路建设管理法规体系分为二级五层次。第一级为**国家级**，由国家法律、国家行政法规和交通运输部法规三层次组成。第二级为**地方级**，由地方行政法规和地方规章两层次组成。



6.1.2 公路建设标准体系 ★

1. 公路工程标准体系的范围【2021单II】

体系标准分为**强制性**标准和**推荐性**标准。涉及保障**人身健康**和**生命财产安全**、**国家安全**、**生态环境安全**和**满足社会经济管理**基本要求的为强制性标准，其余为推荐性标准。

2. 公路工程标准体系的结构

公路工程标准的体系结构分为三层：

第一层为**板块**，由**总体**、**通用**、**公路建设**、**公路管理**、**公路养护**、**公路运营**六个板块构成。
第二层为**模块**。

第三层为**标准**。

3. 公路工程标准编号规则

(1) 标准编号规则为 JTG (/T) ××××. ×—××××。推荐性标准的编号在标准代号后加“/T”表示；JTG 是交、通、公三字汉语拼音的首字母；后面的第一**一个数字**为标准的**板块**序号，其中 1 代表**总体**、2 代表**通用**、3 代表**公路建设**、4 代表**公路管理**、5 代表**公路养护**、6 代表**公路运营**。

6.2 公路建设管理相关规定

6.2.1 公路建设市场管理 ★★

1. 《公路建设市场管理办法》的主要规定（教材此处编写有问题，按教辅来）

1) 市场准入管理

(1) 公路建设项目依法实行**项目法人负责制**。

(2) 收费公路建设项目法人和项目建设管理单位进入公路建设市场实行**备案制度**。【2019单II】

2) 市场主体行为管理

(1) 国家投资的公路建设项目，项目法人与施工、监理单位应当按照国务院交通运输主管部门

门的规定，签订廉政合同。

(2) 项目施工应当具备以下条件：【2021 多 I】

- ①项目已列入公路建设年度计划。
- ②施工图设计文件已经完成并经审批同意。
- ③建设资金已经落实，并经交通运输主管部门审计。
- ④征地手续已办理，拆迁基本完成。
- ⑤施工、监理单位已依法确定。
- ⑥已办理质量监督手续，已落实保证质量和安全的措施。

(3) 公路工程实行政府监督、法人管理、社会监理、企业自检的质量保证体系。【2019 多 I】

(4) 勘察、设计单位经项目法人批准，可以将工程设计中跨专业或者有特殊要求的勘察、设计工作委托给有相应资质条件的单位，但不得转包或者二次分包。监理工作不得分包或者转包。

(5) 施工单位可以将非关键性工程或者适合专业化队伍施工的工程分包给具有相应资格条件的单位，并对分包工程负连带责任。分包工程不得再次分包，严禁转包。任何单位和个人不得违反规定指定分包、指定采购或者分割工程。【2023 多 I】

项目法人应当加强对施工单位工程分包的管理，所有分包合同须经监理审查，并报项目法人备案。

(6) 施工单位招用农民工的，应当依法签订劳动合同，并将劳动合同报项目监理工程师和项目法人备案。【2022 案 II】

2. 《公路工程施工总承包管理办法》的主要规定

1) 总承包单位选择及合同要求

(1) 总承包单位由项目法人依法通过招标方式确定。项目法人负责组织公路工程总承包招标。公路工程总承包招标应当在初步设计文件获得批准并落实建设资金后进行。

(2) 总承包单位应当具备以下要求：

①总承包单位（包括总承包联合体成员单位，下同）不得是总承包项目的初步设计单位、代建单位、监理单位或以上单位的附属单位。【2018 单 I】

(3) 总承包费用或者投标报价应当包括相应工程的施工图勘察设计费、建筑安装工程费、设备购置费、缺陷责任期维修费、保险费等。总承包采用总价合同，除应当由项目法人承担的风险费用外，总承包合同总价一般不予调整。

3. 《公路工程施工分包管理办法》的主要规定

1) 管理职责

(1) 除承包人设定的项目管理机构外，分包人也应当分别设立项目管理机构，对所承包或者分包工程的施工活动实施管理。

项目管理机构应当具有与承包或者分包工程的规模、技术复杂程度相适应的技术、经济管理人员，其中项目负责人和技术、财务、计量、质量、安全等主要管理人员必须是本单位人员。

2) 分包的条件

(1) 承包人可以将适合专业化队伍施工的专项工程分包给具有相应资格的单位。分包人不

得将承接的分包工程再进行分包。

(2) 分包人应当具备如下条件:

- ①具有经工商登记的法人资格。
- ②具有与分包工程相适应的注册资金。
- ③具有从事类似工程经验的管理与技术人员。
- ④具有(自有或租赁)分包工程所需的施工设备。

(3) 未列入投标文件的专项工程,承包人不得分包。但因工程变更增加了有特殊性技术要求、特殊工艺或者涉及专利保护等的专项工程,且按规定无须再进行招标的,由承包人提出书面申请,经发包人书面同意,可以分包。

3) 合同管理

(1) 承包人应在工程实施前,将经监理审查同意后的分包合同报发包人备案。

(2) 分包人对其分包的工程向承包人负责,并就所分包的工程向发包人承担连带责任。

4) 行为管理

(1) 承包人未在施工现场设立项目管理机构和派驻相应人员对分包工程的施工活动实施有效管理,并且有下列情形之一的,属于转包:

- ①承包人将承包的全部工程发包给他人的。
- ②承包人将承包的全部工程肢解后以分包的名义分别发包给他人的。
- ③法律、法规规定的其他转包行为。

(2) 有下列情形之一的,属于违法分包:【2023多II、2018多I、2016单I】

①承包人未在施工现场设立项目管理机构和派驻相应人员对分包工程的施工活动实施有效管理的。

②承包人将工程分包给不具备相应资格的企业或者个人的。

③分包人以他人名义承揽分包工程的。

④承包人将合同文件中明确不得分包的专项工程进行分包的。

⑤承包人未与分包人依法签订分包合同或者分包合同未遵循承包合同的各项原则,不满足承包合同中相应要求的。

⑥分包合同未报发包人备案的。

⑦分包人将分包工程再进行分包的。

(3) 分包人有权与承包人共同享有分包工程业绩。分包人业绩证明由承包人与发包人共同出具。【2020单I】

分包人以分包业绩证明承接工程的,发包人应当予以认可。分包人以分包业绩证明申报资质的,相关交通运输主管部门应当予以认可。

劳务合作不属于施工分包。劳务合作企业以分包人名义申请业绩证明的,承包人与发包人不得出具。【2014案II】

6.2.2 公路建设信用信息管理 ★★★

1. 公路建设市场信用信息管理办法

1) 信用信息内容

(1) 公路建设市场信用信息包括公路建设从业单位基本信息、表彰奖励类良好行为信息、不良行为信息、信用评价信息。【2014 多 II】

(2) 从业单位基本信息是区分从业单位身份、反映从业单位状况的信息，主要有：

①从业单位名称、法定代表人、注册登记基本情况及组织机构代码。

②基本财务指标、在金融机构开立基本账户情况。

③资质、资格情况。

④主要经济、管理和工程技术从业人员的职称及执业资格基本状况。

⑤自有设备基本状况。

⑥近 5 年主要业绩及全部在建的公路项目情况等。

2) 信用信息发布与管理

信用信息	公布期限
基本信息	长期
表彰奖励类良好行为信息	2年
不良行为信息	2年（行政处罚期未满将延长至行政处罚期满）
信用评价信息	1年

2. 施工企业信用评价规则【2018 单 I、2017 单 II、2016 单 I、2016 单 II、2015 单 I、2014 单 II、2013 单 I】

(1) 定期评价工作每年开展一次，对公路施工企业上一年度（1月1日~12月31日期间）的市场行为进行评价。

(2) 评价内容由公路施工企业投标行为、履约行为和其他行为构成。投标行为以公路施工企业单次投标为评价单元，履约行为以单个施工合同段为评价单元。

(3) 投标行为和履约行为初始分值为 100 分，实行累计扣分制。其中，投标行为占 20%，履约行为占 80%。若有其他行为的，从企业信用评价总得分中扣除。

(4) 公路施工企业投标行为由招标人负责评价，履约行为由项目法人负责评价，其他行为由负责行业监管的相应地方人民政府交通运输主管部门负责评价。

(5) 公路施工企业信用评价等级分为 AA、A、B、C、D 五个等级，各信用等级对应的企业评分 X 分别为：

企业信用评价等级	评分	信用程度
AA 级	$95 \leq X \leq 100$	好
A 级	$85 \leq X < 95$	较好
B 级	$75 \leq X < 85$	一般
C 级	$60 \leq X < 75$	较差
D 级	$X < 60$	差

(6) 被 1 个省级交通运输主管部门直接认定为 D 级的企业，其全国综合评价直接定为 C 级；

被2个及以上省级交通运输主管部门直接认定为D级以及被国务院交通运输主管部门行政处罚的公路施工企业，其全国综合评价直接定为D级。

(7) 公路施工企业信用升级实行逐级上升制，每年只能上升一个等级，不得越级。

(8) 公路施工企业信用评价结果有效期1年。

(9) 公路施工企业资质升级的，其信用评价等级不变。企业分立的，按照新设立企业确定信用评价等级，但不得高于原评价等级。企业合并的，按照合并前信用评价等级较低企业等级确定。

(10) 联合体参与投标时，其信用等级按照联合体各方最低等级认定。

6.2.3 公路工程设计变更管理 ★★★

公路工程设计变更分为重大设计变更、较大设计变更、一般设计变更。

(1) 有下列情形之一的属于重大设计变更：【2023单II、2022单I、2021单I、2007案I、2007单II】

- ①连续长度10km以上的路线方案调整的。
- ②特大桥的数量或结构形式发生变化的。
- ③特长隧道的数量或通风方案发生变化的。
- ④互通式立交的数量发生变化的。
- ⑤收费方式及站点位置、规模发生变化的。
- ⑥超过初步设计批准概算的。

(2) 有下列情形之一的属于较大设计变更：【2021多II、2021单II、2015案I、2014案II、2007案I、2004多I】

- ①连续长度2km以上的路线方案调整的。
- ②连接线的标准和规模发生变化的。
- ③特殊不良地质路段处置方案发生变化的。
- ④路面结构类型、宽度和厚度发生变化的。
- ⑤大中桥的数量或结构形式发生变化的。
- ⑥隧道的数量或方案发生变化的。
- ⑦互通式立交的位置或方案发生变化的。
- ⑧分离式立交的数量发生变化的。
- ⑨监控、通信系统总体方案发生变化的。
- ⑩管理、养护和服务设施的数量和规模发生变化的。
- ⑪其他单项工程费用变化超过500万元的。
- ⑫超过施工图设计批准预算的。

(3) 一般设计变更是指除重大设计变更和较大设计变更以外的其他设计变更。

重大设计变更由交通运输部负责审批。较大设计变更由省级交通运输主管部门负责审批。

【2021单II、2018单II】

项目法人负责对一般设计变更进行审查。【2021单II、2010单II】

审批对比

工程变更		设计变更	
一般	总监理工程师	一般	项目法人
重要	业主	较大	省级交通运输主管部门
重大	国家计划主管部门	重大	交通运输部

【2021 多 II】下列设计变更的情形中，属于较大设计变更的有（）。

- A. 连续长度 2km 以上的路线方案调整 B. 连接线的标准和规模发生变化
 C. 互通式立交的数量发生变化 D. 收费方式及站点位置、规模发生变化
 E. 分离式立交的数量发生变化

【答案】ABE

6.2.4 公路工程验收 ★★★

1. 公路工程竣（交）工验收依据

- 1) 公路工程验收阶段划分和验收阶段主要工作

公路工程验收分为交工验收和竣工验收两个阶段。

交工验收阶段，其主要工作是：检查施工合同的执行情况，评价工程质量，对各参建单位工作进行初步评价。【2023 单 II】

竣工验收阶段，其主要工作是：对工程质量、参建单位和建设项目进行综合评价，并对工程建设项目作出整体性综合评价。【2011 单 I】

2. 公路工程竣（交）工验收条件和主要内容

- 1) 公路工程交工验收

(1) 公路工程交工验收应具备的条件【2018 多 II、2013 多 I、2009 多 II、2005 案 I、2005 多 I】

① 合同约定的各项内容已全部完成。各方就合同变更的内容达成书面一致意见。

② 施工单位对工程质量自检合格。

③ 监理单位对工程质量评定合格。

④ 质量监督机构按“公路工程质量鉴定办法”对工程质量进行检测，并出具检测意见。检测意见中需整改的问题已经处理完毕。

⑤ 施工单位、监理单位完成本合同段的工作总结报告。

(2) 交工验收程序

① 施工单位完成合同约定的全部工程内容，且经施工自检和监理检验评定均合格后，提出合同段交工验收申请报监理单位审查。交工验收申请应附自检评定资料和施工总结报告。

② 监理单位审查同意后，应同时向项目法人提交独立抽检资料、质量评定资料、监理工作报告。

(3) 交工验收的主要工作内容【2004 多 I】

项目法人负责组织公路工程各合同段的设计、监理、施工等单位参加交工验收。路基工程作为单独合同段进行交工验收时，应邀请路面施工单位参加。【2022 单 II】

(4) 交工验收质量评定

合同段工程质量评分采用所含各单位工程质量评分的加权平均值。即工程各合同段交工验收结束后，由项目法人对整个工程项目进行工程质量评定，工程质量评分采用各合同段工程质量评分的加权平均值。【2019 单 I、2013 案 I、2012 案 I】

交工验收工程质量等级评定分为合格和不合格，工程质量评分值 ≥ 75 分的为合格， <75 分的为不合格。【2016 单 II、2014 单 II】

2) 公路工程竣工验收

(1) 竣工验收应具备的条件【2017 多 II、2013 多 II】

- ①通车试运营 2 年以上。
- ②交工验收提出的工程质量缺陷等遗留问题已全部处理完毕，并经项目法人验收合格。
- ③工程决算编制完成，竣工决算已经审计，并经交通运输主管部门或其授权单位认定。
- ④竣工文件已完成“公路工程项目文件归档范围”的全部内容。
- ⑤档案、环保等单项验收合格，土地使用手续已办理。
- ⑥各参建单位完成工作总结报告。
- ⑦质量监督机构对工程质量检测鉴定合格，并形成工程质量鉴定报告。

(2) 竣工验收准备工作程序【2022 案 II、2019 单 II、2015 单 I】

①工程质量鉴定等级为合格及以上的项目，负责竣工验收的交通运输主管部门及时组织竣工验收。

(3) 竣工验收的主要工作内容

竣工验收委员会由交通运输主管部门、公路管理机构、质量监督机构、造价管理机构等单位代表组成。国防公路应邀请军队代表参加。大中型项目及技术复杂工程，应邀请有关专家参加。项目法人、设计单位、监理单位、施工单位、接管养护等单位参加竣工验收工作。

项目法人、设计、施工、监理、接管养护等单位代表参加竣工验收工作，但不作为竣工验收委员会成员。

(4) 竣工验收质量评定

竣工验收工程质量评分采取加权平均法计算。其中交工验收工程质量得分权值为 0.2，质量监督机构工程质量鉴定得分权值为 0.6，竣工验收委员会对工程质量的评分权值为 0.2。

对于交工验收和竣工验收合并进行的小型项目，质量监督机构工程质量鉴定得分权值为 0.6，监理单位对工程质量评定得分权值为 0.1，竣工验收委员会对工程质量的评分权值为 0.3。

工程质量评分 ≥ 90 分为优良，小于 90 分且大于等于 75 分为合格， <75 分为不合格。【2022 案 II、2007 单 I】

第7章 相关标准

7.1 公路工程施工安全生产相关规定

7.1.1 公路工程施工安全生产条件 ★★

- (1) 任何单位和个人不得降低安全生产条件。
- (2) 施工单位应当根据工程施工作业特点、安全风险以及施工组织难度，按照年度施工产值配备专职安全生产管理人员，不足 5000 万元的≥1 名；5000 万元以上不足 2 亿元的按每 5000 万元不少于 1 名的比例配备；2 亿元以上的≥5 名，且按专业配备。【2018 案 I、2014 单 II、2010 案 I】
- (3) 施工单位在工程投标报价中应当包含安全生产费用并单独计提，不得作为竞争性报价。安全生产费用应当经监理工程师审核签认，并经建设单位同意后，在项目建设成本中据实列支，严禁挪用。
- (4) 从业人员中的特种作业人员应当按照国家有关规定取得操作资格证书，方可上岗作业。
- (5) 施工单位不应使用应当淘汰的、危及生产的施工工艺、设备和材料。
- (6) 公路水运工程施工现场的办公、生活区与作业区应当分开设置，并保持安全距离。办公、生活区的选址应当符合安全性要求，严禁在已发现的泥石流影响区、滑坡体等危险区域设置施工驻地。

【补充】公路考试可能涉及的特种作业及人员：

特种作业	人员
①金属焊接、切割作业	焊接工、切割工
②起重机械、施工电梯作业	起重机械司机（塔吊）、电梯司机、信号指挥工
③大型机动车辆驾驶	叉车司机、装载机司机
④爆破作业	爆破工
⑤隧道安全检查作业	瓦斯检验工
⑥采掘作业	凿岩机司机

7.1.2 公路工程施工单位安全生产责任 ★★

- (1) 施工单位应当按照法律、法规、规章、工程建设强制性标准和合同文件组织施工，保障项目施工安全生产条件，对施工现场的安全生产负主体责任。施工单位主要负责人依法对项目安全生产工作全面负责。

建设工程实行施工总承包的，由总承包单位对施工现场的安全生产负总责。分包单位应当服从总承包单位的安全生产管理，分包单位不服从管理导致生产安全事故的，由分包单位承担主要责任。

【补充】三类管理人员：

- (1) 施工单位主要负责人：企业法定代表人、单位总工（单位技术负责人）。
- (2) 项目负责人：项目经理、项目副经理、项目总工（项目技术负责人）。
- (3) 专职安全生产管理人员。

(2) 施工单位应当书面明确本单位的项目负责人，代表本单位组织实施项目施工生产。项目负责人对项目安全生产工作负有下列职责：（关键词：建立、制定）

- ①建立项目全员安全生产责任制，加强安全标准化建设并实施相应的考核与奖惩。
- ②按规定配足项目专职安全生产管理人员。
- ③结合项目特点，组织制定并实施项目安全生产规章制度和操作规程。
- ④组织制定并实施项目安全生产教育和培训计划。
- ⑤保证本项目安全生产投入的有效实施。
- ⑥依据风险评估结论，完善施工组织设计和专项施工方案。

⑦组织建立并落实安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防工作机制，督促、检查本项目安全生产工作，及时消除生产安全事故隐患整改情况。

- ⑧组织制定本合同段应急预案并定期组织演练。
- ⑨按要求及时、如实报告生产安全事故并合理组织自救。【2020 多 II】

(3) 施工单位的专职安全生产管理人员履行下列职责：（关键词：参与、落实）【2021 单 II、2019 单 I】

- ①组织或参与拟订本项目安全生产规章制度、操作规程和生产安全事故应急预案。
- ②组织或参与本项目安全生产教育和培训，如实记录安全生产教育和培训情况。
- ③组织开展本项目危险源辨识和评估，督促落实本项目重大危险源的安全管理措施。
- ④组织或参与本项目应急救援演练。
- ⑤检查本项目的安全生产状况，及时排查事故隐患，提出改进安全生产管理的建议。
- ⑥制止和纠正违章指挥、强令冒险作业、违反操作规程的行为。
- ⑦督促落实本项目安全生产整改措施。

(4) 施工单位应当在施工组织设计中编制安全技术措施和施工现场临时用电方案，对下列达到一定规模的危险性较大的分部分项工程编制专项施工方案，并附具安全验算结果，经施工单位技术负责人、总监理工程师签字后实施，由专职安全生产管理人员进行现场监督：

- ①基坑支护与降水工程。
- ②土方开挖工程。
- ③模板工程。
- ④起重吊装工程。
- ⑤脚手架工程。
- ⑥拆除、爆破工程。

(5) 施工单位应当将专业分包单位、劳务合作单位的作业人员及实习人员纳入本单位统一管理。

(6) 新进人员和作业人员进入新的施工现场或者转入新的岗位前，施工单位应当对其进行安全生产培训考核。

(7) 施工单位采用新技术、新工艺、新设备、新材料的，应当对作业人员进行相应的安全生
产教育培训，生产作业前还应当开展岗位风险提示。

7.1.3 公路工程项目施工安全风险评估 ★★★

1. 总体要求

公路工程项目施工应开展安全风险评估，该评估分为**总体**风险评估和**专项**风险评估两个阶段。
具体要求如下：

- (1) **总体风险评估**宜在项目施工**招标前完成**。
- (2) **专项风险评估**包括**施工前专项风险评估**、**施工过程专项风险评估**和**风险控制预期效果评价**等环节，贯穿整个施工过程。
- (3) 公路工程施工安全总体风险评估应将整个工程项目按照桥梁工程、隧道工程、~~边坡工程~~^{边坡工程}、基坑工程、大型临时工程和“两区三场”等重点区域划分为相互独立的作业单元，作为**总体风险评估对象**。
- (4) **总体风险评估**宜采用**专家调查法**和**指标体系法**等方法；**专项风险评估**可综合采用**安全检查表法**、**作业条件危险性评价法**（LEC法）、**专家调查法**、**指标体系法**、**风险矩阵法**等方法。
- (5) 施工安全风险评估工作包括以下几个步骤：**前期准备**、**现场调查**、**总体风险评估**、**专项风险评估**、**风险评估报告编制**、**风险评估报告评审**。
- (6) 总体风险评估和专项风险评估等级均分为四级：**低风险（I级）**、**一般风险（II级）**、**较大风险（III级）**、**重大风险（IV级）**。
- (7) 施工过程中的风险监控宜采用**信息化**、**智能化**、**可视化**方式。

2. 高速公路路堑高边坡工程施工安全风险评估 【2021案 I、2020单 I、2019案 I、2018案 I、2015案 I、2014案 I、2014案 II】

高速公路路堑高边坡工程施工安全风险评估【总结】

项目	内容
评估范围	不良地质、特殊岩土、居住区、地下管线分布区、高压塔
评估阶段	总体风险评估 、 专项风险评估
评估工作	制定评估计划、选择评估方法、开展风险分析、进行风险估测、确定风险等级、提出措施建议、编制评估报告（老船长经典秒杀口诀：洗厕防滑记忆高）
评估步骤	开展总体风险评估、确定专项风险评估范围、开展专项风险评估、确定风险控制措施
评估报告内容	编制依据、工程概况、评估方法、评估步骤、评估内容、评估结论、对策建议
评估对象	总体风险评估 全线的路堑工程整体（补充）
	专项风险评估 较大风险（III级）及以上的路堑段作为评估单元，以施工作业活动为评估对象
评估结论	总体风险评估 作为编制路堑边坡工程施工组织设计的依据（补充）
	专项风险评估 作为编制或完善专项施工方案的依据



评估时间	总体风险评估	项目开工前
	专项风险评估	路堑边坡分项工程开工前
评估组织	总体风险评估	建设单位
	专项风险评估	施工单位
评估费用	在项目安全生产费用中列支	
动态管理原则	当工程设计方案、施工方案、工程地质、水文地质、施工队伍等发生重大变化时，应重新进行风险评估	

3. 公路桥梁和隧道工程施工安全风险评估

1) 评估范围

(1) 桥梁工程【2023 单 I、2022 多 I】

①跨径 $\geq 150\text{m}$ 的钢筋混凝土拱桥。

②跨径 $\geq 140\text{m}$ 的梁式桥，跨径 $>400\text{m}$ 的斜拉桥，跨径 $>1000\text{m}$ 的悬索桥。

③墩高或净空 $>100\text{m}$ 的桥梁工程。

④采用新材料、新结构、新工艺、新技术的特大桥、大桥工程。

⑤特殊桥型或特殊结构桥梁的拆除或加固工程。

(2) 隧道工程【2023 单 I、2019 案 I、2016 案 II】

①穿越高地应力区、岩溶发育区、区域地质构造、煤系地层、采空区等工程地质或水文地质条件复杂的隧道，黄土地区、水下或海底隧道工程。

②浅埋、偏压、大跨度、变化断面等结构受力复杂的隧道工程。

③长度 $\geq 3000\text{m}$ 的隧道工程，VI、V 级围岩连续长度超过 50m 或合计长度占隧道全长的 30% 及以上的隧道工程。

④连拱隧道和小净距隧道工程。

⑤采用新技术、新材料、新设备、新工艺的隧道工程。

公路桥梁和隧道工程施工安全风险评估【总结】

项目	内容	
评估方法	风险指标体系法、作业条件危险性分析法	
评估工作	(同路堑高边坡)	
评估步骤	(同路堑高边坡)	
评估对象	总体风险评估	
	专项风险评估	
评估组织	总体风险评估	原则上由施工单位负责；当被评估项目含多个合同段时，由建设单位牵头组织
	专项风险评估	施工单位
评估费用	(同路堑高边坡)	
动态管理原则	(同路堑高边坡)	

2) 实施要求【2017 案 I】

(1) 专项风险等级在Ⅱ级(一般风险)及以上的施工作业活动(施工区段)的风险控制,还应符合下列规定:

(2) 重大风险源的监控与防治措施、应急预案经施工企业技术负责人和项目总监理工程师审批后,由建设单位组织论证或复评估。

(3) 施工单位应建立重大风险源的监测及验收、日常巡查、定期报告等工作制度。

(4) 当专项风险等级为Ⅳ级(重大风险)且无法降低时,必须提高现场防护标准,落实应急处置措施,视情况开展第三方施工监测;未采取有效措施的,不得施工。
唯一联系微信号3849178
3849178

7.1.4 公路工程施工生产安全事故报告 ★★

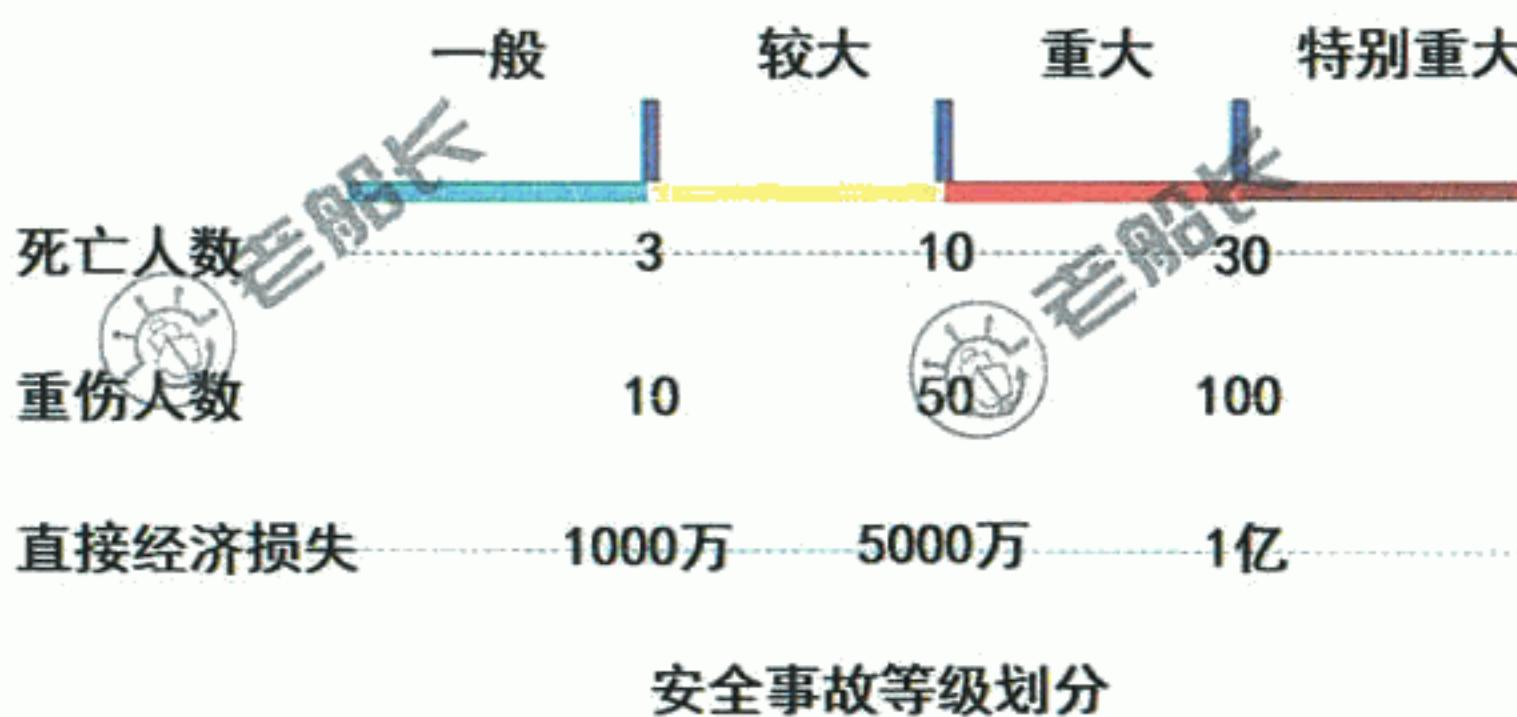
事故处理坚持“四不放过”(即事故原因未查清不放过、责任人员未处理不放过、整改措施未落实不放过、有关人员未受到教育不放过)。【2008 多 II、2005 案 I】

1. 事故分类及等级

(1) 根据《企业职工伤亡事故分类》,事故分 20 类:

①物体打击; ②车辆伤害; ③机械伤害; ④起重伤害; ⑤触电; ⑥淹溺; ⑦灼烫; ⑧火灾;
⑨高处坠落; ⑩坍塌; ⑪冒顶片帮; ⑫透水; ⑬放炮; ⑭火药爆炸; ⑮瓦斯爆炸; ⑯锅炉爆炸;
⑰容器爆炸; ⑱其他爆炸; ⑲中毒和窒息; ⑳其他伤害。

(2) 根据生产安全事故(以下简称事故)造成的人员伤亡或者直接经济损失,事故一般分为以下等级:【2023 案 II、2012 案 I、2011 案 I】



老船长经典秒杀口诀: 313, 151

2. 事故报告

(1) 事故发生后,事故现场有关人员应当立即向本单位负责人报告;单位负责人接到事故报告后,应当迅速启动事故应急预案,采取有效措施,组织抢救,防止事故扩大,减少人员伤亡和财产损失,并按照国家有关规定立即如实报告当地负有安全生产监督管理部门,不得隐瞒不报、谎报或者迟报,不得故意破坏事故现场、毁灭有关证据。【2019 案 II】

情况紧急时,事故现场有关人员可以直接向事故发生地县级以上人民政府负有安全生产监督管理职责的有关部门报告。

【总结】现场有关人员（立即）→施工单位负责人（立即）→有关部门。情况紧急时，有关人员可以直接向有关部门报告。

（2）报告事故应当包括下列内容：【2022 多 II】

- ①事故发生单位概况。
- ②事故发生的时间、地点以及事故现场情况。
- ③事故的简要经过。
- ④事故已经造成或者可能造成的伤亡人数（包括下落不明的人数）和初步估计的直接经济损失。
- ⑤已经采取的措施。

（3）事故报告后出现新情况的，应当及时补报。自事故发生之日起30日内，事故造成的伤亡人数发生变化的，应当及时补报。道路交通事故、火灾事故自发生之日起7日内，事故造成的伤亡人数发生变化的，应当及时补报。

精准押题微信3849178

7.1.5 公路工程施工项目安全生产监督管理 ★★

（1）公路工程施工期间，项目负责人必须在施工现场轮流带班生产。项目负责人原则上不得同时承担2个及以上施工合同段安全生产管理工作，确需兼任的，应当征得项目建设单位的书面同意。

（2）项目经理为公路工程施工合同段安全管理的第一责任人，对落实带班生产制度负全面领导责任。

（3）项目负责人因其他事务不能带班生产时，项目经理应指定其他项目负责人承担其带班工作，并提前向项目监理单位报备。

（4）项目负责人带班生产方式主要有：现场巡视检查、蹲点带班生产。

7.2 公路工程质量相关规定

7.2.1 公路工程质量事故管理 ★★

1. 公路工程质量事故的等级划分【2021 单 II、2020 单 II、2015 单 II、2006 案 I、2006 案 II、

2004 单 I】

根据直接经济损失或工程结构损毁情况（自然灾害所致除外），公路水运建设工程质量事故分为特别重大质量事故、重大质量事故、较大质量事故和一般质量事故四个等级；直接经济损失在一般质量事故以下的为质量问题。

（1）特别重大质量事故，是指造成直接经济损失1亿元以上的事故。

（2）重大质量事故，是指造成直接经济损失5000万元以上1亿元以下，或者特大桥主体结构垮塌、特长隧道结构坍塌，或者大型水运工程主体结构垮塌、报废的事故。

（3）较大质量事故，是指造成直接经济损失1000万元以上5000万元以下，或者高速公路项目中桥或大桥主体结构垮塌、中隧道或长隧道结构坍塌、路基（行车道宽度）整体滑移，或者

中型水运工程主体结构垮塌、报废的事故。

(4) 一般质量事故，是指造成直接经济损失 100 万元以上 1000 万元以下，或者除高速公路以外的公路项目中桥或大桥主体结构垮塌、中隧道或长隧道结构坍塌，或者小型水运工程主体结构垮塌、报废的事故。

2. 公路工程质量事故报告的规定

1) 公路工程质量事故报告的责任人

工程项目交工验收前，施工单位为工程质量事故报告的责任单位；自通过交工验收至缺陷责任期结束，由负责项目交工验收管理的交通运输主管部门明确项目建设单位或管养单位作为工程质量事故报告的责任单位。【2004 单 I】

2) 公路工程质量事故报告相关规定

一般及以上工程质量事故均应报告。

质量事故	报告
一般及以上	事故发生后，现场有关人员应立即向事故报告责任单位负责人报告。事故报告责任单位应在接报 2h 内，核实、汇总并向负责项目监管的交通运输主管部门及其工程质量监督机构报告
重大及以上	省级交通运输主管部门应在接报 2h 内进一步核实，并按工程质量事故快报统一报交通运输部应急办转部工程质量监督管理部门
特别重大	由交通运输部应急办会同部工程质量监督管理部门及时向国务院应急办报告

【总结】现场有关人员（立即）→责任单位负责人（2h）→有关部门。

7.2.2 公路工程质量监督管理相关规定 ★

(1) 建设单位提交的材料符合规定的，交通运输主管部门或者其委托的建设工程质量监督机构应当在 15 个工作日内为其办理工程质量监督手续，出具公路水运工程质量监督管理受理通知书。

(2) 交通运输主管部门或者其委托的建设工程质量监督机构可以采取随机抽查、备案核查、专项督查等方式对从业单位实施监督检查。

(3) 实施监督检查时，应当有 2 名以上人员参加，并出示有效执法证件。

(4) 监督检查过程中，检查人员发现质量问题的，应当场提出检查意见并做好记录。质量问题较为严重的，检查人员应当将检查时间、地点、内容、主要问题及处理意见形成书面记录，由检查人员和被检查单位现场负责人签字。

第3篇 公路工程项目管理实务

第8章 公路工程企业资质与施工组织

8.1 公路工程企业资质

8.1.1 设计企业资质 ★

1. 公路工程设计企业资质类别、等级的划分

资质类别	具体划分	资质等级
第一类	工程设计综合资质	工程设计综合甲级资质
第二类	公路行业设计资质	甲级资质
第三类	公路专业设计资质	甲级、乙级、丙级资质
第四类	特大桥专业设计资质	甲级资质
第五类	特长隧道专业设计资质	甲级资质
第六类	交通工程专业设计资质	甲级、乙级

8.1.2 施工企业资质 ★★

1. 公路工程施工企业资质类别、等级的划分【2016 多 I、2014 单 I、2011 单 I、2004 单 I】

资质类别	具体划分	资质等级
第一类	公路工程施工总承包企业	特级企业、一级企业、二级企业、三级企业
第二类	公路路面工程专业承包企业	
第三类	公路路基工程专业承包企业	一级企业、二级企业、三级企业
第四类	桥梁工程专业承包企业	
第五类	隧道工程专业承包企业	
第六类	公路交通工程专业承包企业	公路安全设施分项承包企业、公路机电工程分项承包企业

2. 公路施工企业承包工程范围【2023 案件押题】

公路工程施工总承包企业承包工程范围

企业等级	承包工程范围
特级企业	各级（公路、桥梁、隧道）
一级资质	各级（公路、桥梁），隧道（长度<3000m）
二级资质	一级标准以下公路，桥梁（单座桥长<1000m、单跨跨度<150m），隧道（长度<1000m）
三级资质	二级标准以下公路，桥梁（单座桥长<500m、单跨跨度<50m）

8.2 施工项目管理机构

8.2.1 项目管理机构的组建 ★★

公路工程施工项目的管理机构——项目经理部，是施工企业为了完成具体的路桥施工任务而设立的组织。由项目经理在企业的支持下组建并领导，进行项目管理的组织机构。项目经理部不具备法人资格，而是施工企业根据建设工程项目而组建的非常设的下属机构，负责施工现场的全面管理工作。

1. 公路工程施工项目经理部的组织结构模式

公路工程施工项目经理部的组织结构模式一般有四种，即直线式、职能式、直线职能式、矩阵式。目前主要采用的组织结构模式有直线式和直线职能式，大型项目可采用矩阵式。【2019 单 II、2011 单 I】

项目经理部应在项目启动前建立，在项目完成后或按合同约定解体。实行项目经理负责制，项目经理对公司和项目全面负责。项目经理部一般设置工程技术部、安全管理部、材料设备部、合同经营部、财务部、办公室六个职能部门。

老船长经典秒杀口诀：按几何尺寸裁菜板

2. 项目经理部的功能

(1) 项目经理部是代表施工企业履行工程承包合同的主体，是最终产品质量责任的承担者要代表企业对业主全面负责。【2019 单 II】

8.2.2 项目管理机构的工作内容 ★

项目管理机构的工作内容比较多，主要有以下几个方面的工作：

1. 进度管理
2. 技术质量管理
3. 安全环保管理
4. 物资管理
5. 机械设备管理
6. 分包管理
7. 成本管理

8.3 施工组织设计

8.3.1 公路工程项目施工组织设计编制 ★★

1. 公路工程施工组织设计的主要内容

1) 编制说明

2) 编制依据

3) 工程概况

- 4) 施工总体部署
- 5) 主要工程项目的施工方案
- 6) 施工进度计划
- 7) 各项资源需求计划。主要包括以下内容：**【2018 单 I】**
 - (1) 劳动力需求计划。
 - (2) 材料需求计划。
 - (3) 施工机械设备需求计划。
 - (4) 资金需求计划。

老船长经典秒杀口诀：人材机资

2. 公路工程施工组织设计的编制程序

- 1) 一般工程项目施工组织设计的编制程序

(1) 对工程项目设计图纸、合同、技术规范等进行分析研究，必要时进行相关资料的收集和调研。

- (2) 计算施工工程数量。
- (3) 选择施工方案，确定施工方法。
- (4) 编制工程进度计划。
- (5) 计算人工、材料、机具需要量，编制相关计划。
- (6) 确定临时工程，编制水、电、气、热供应计划。
- (7) 设计和布置施工平面图。
- (8) 确定技术措施计划与计算技术经济指标。
- (9) 确定施工组织管理机构。
- (10) 编制**质量、安全、环保和文明施工**措施计划。
- (11) 编写说明书。

3. 公路工程施工组织设计的评价与优化

- 1) 公路工程施工组织设计的评价

- (1) 分析劳动力需要量图

劳动力需要量图可以表明劳动力需要量与施工时间之间的关系，它是衡量施工组织设计是否合理的重要标志。

- (2) **劳动力不均衡系数**，即施工期**高峰**人数与施工期**平均**人数之比，接近于**1**为好。

- 2) 公路工程施工组织设计的优化

(1) 施工方案的优化，主要包括：施工**方法**的优化、施工**顺序**的优化、施工作业组织形式的优化、施工劳动组织优化、施工机械组织优化等。**【2023 多 I、2014 案 I】**

老船长经典秒杀口诀：方顺坐牢记

分工与协作是劳动组织优化的基本原理，**劳动组织**应符合下列**原则**：

- A. 班（组）内各工种及每个人的工作量达到**满负荷**。
- B. 投入项目人工日数**不超过**项目人力全员**计划的总数**。
- C. 施工队、班（组）^{内部}的工人技术平均**等级**不高于定额规定的平均等级。