



2023佑森教育珠峰班直播课程

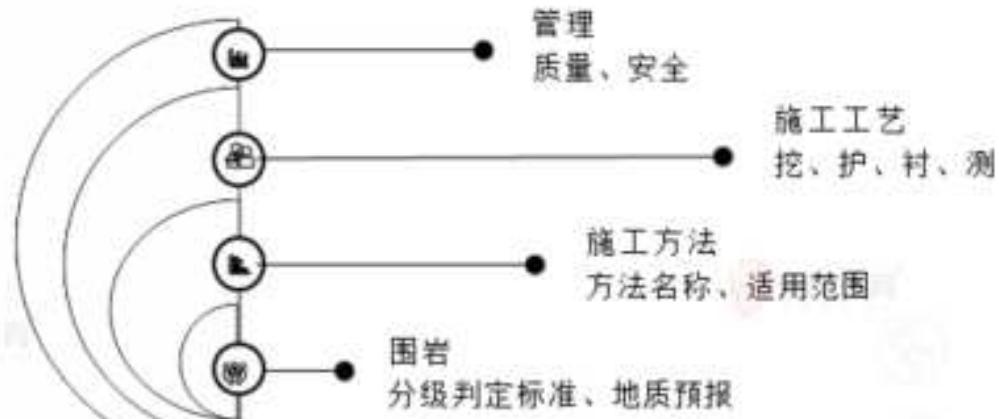
专用讲义

《隧道工程、交通工程、管理》

主讲：冯强

唯一联系微信3849178

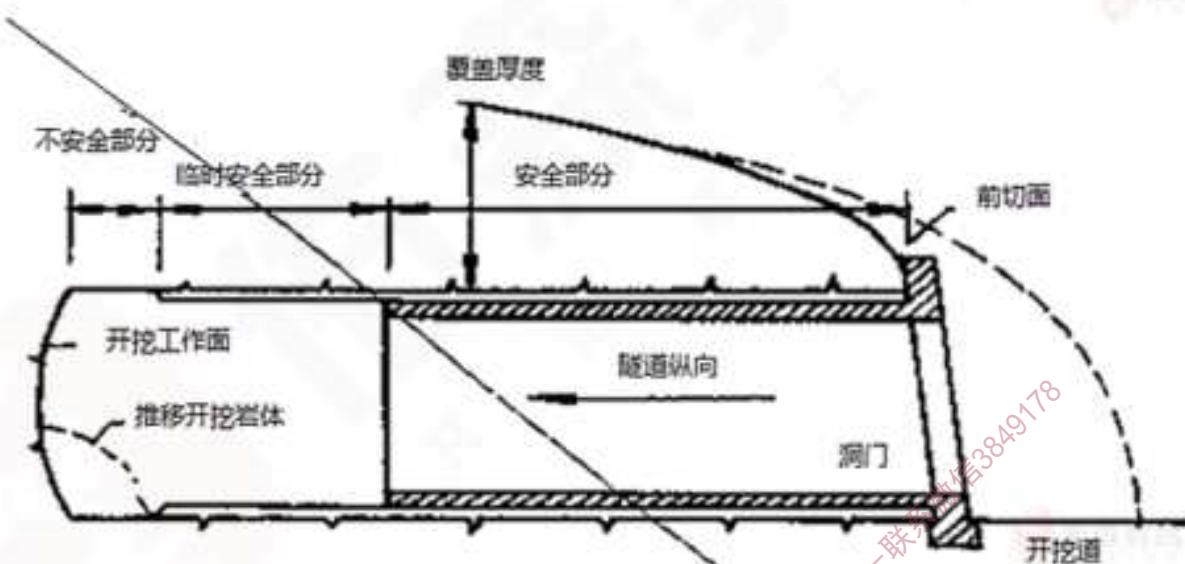
广州佑森教育科技有限公司



>>纵断面

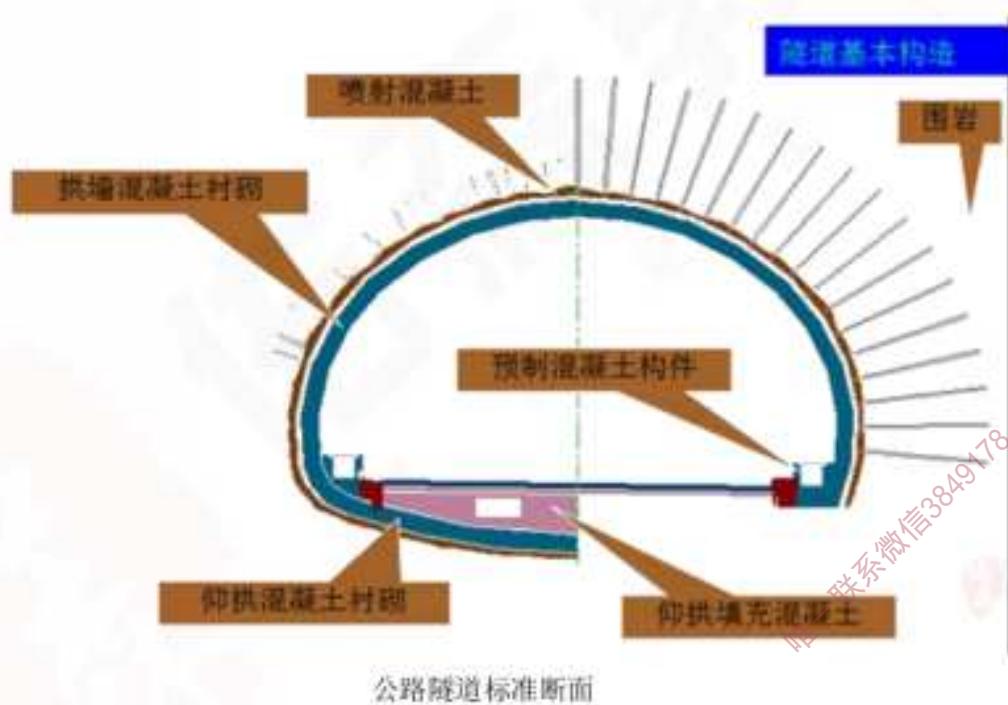
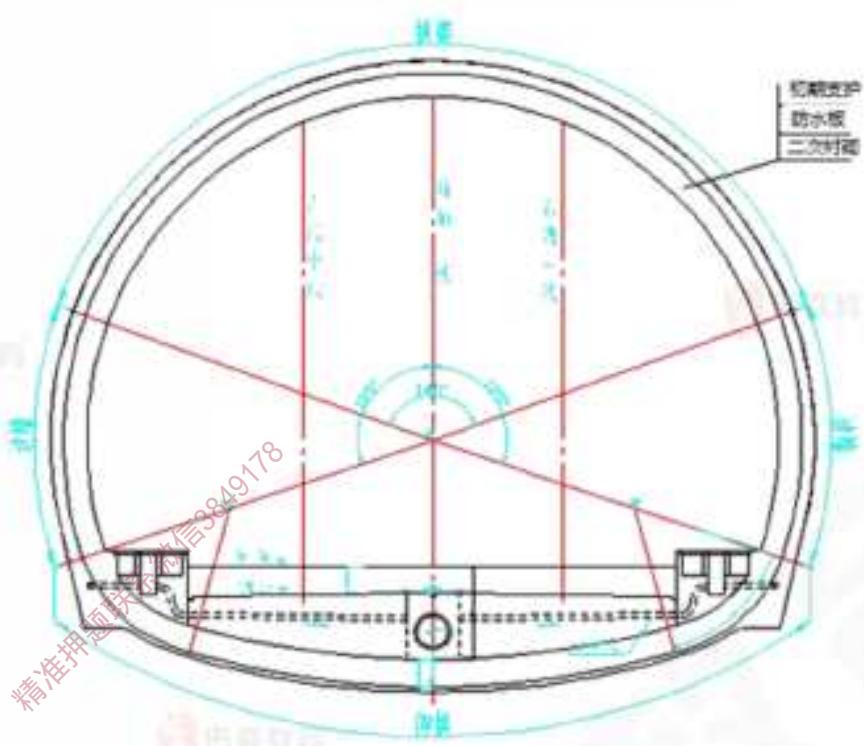
根据隧道施工阶段，即开挖支护状态，将隧道已二次衬砌段称为安全区；初期支护段称为临时安全区；开挖掌子面未支护段称为非安全区。非安全区非必要情况不要停留。

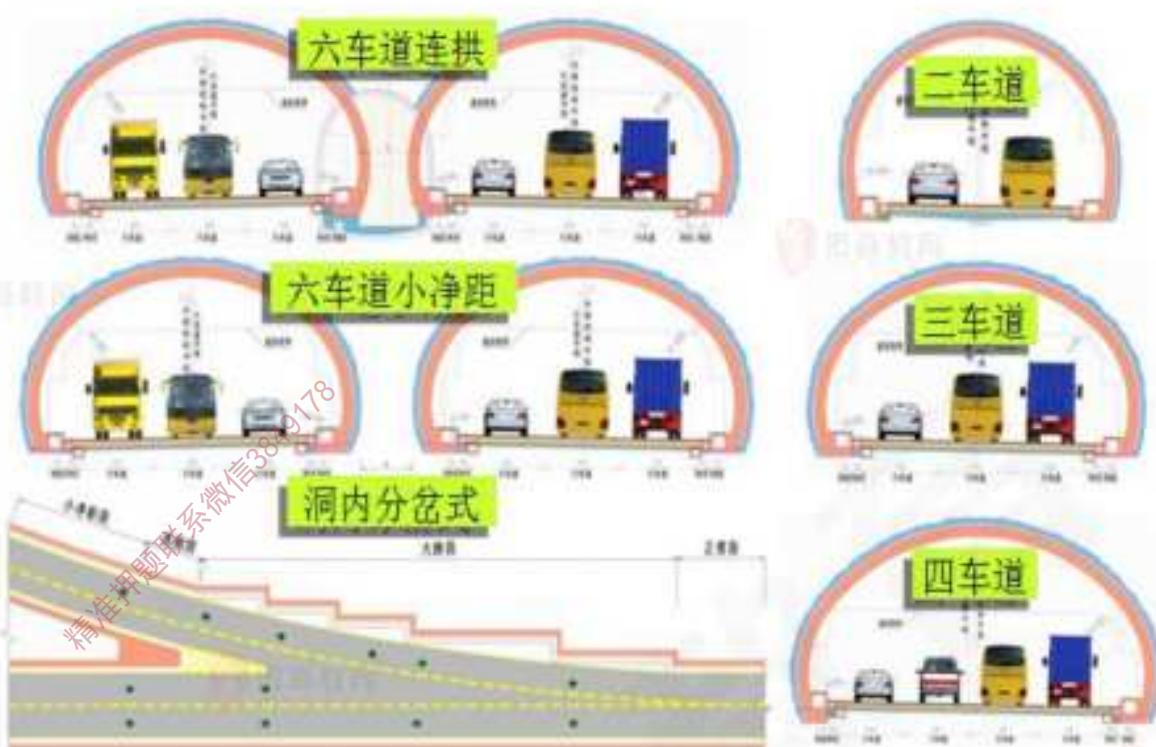
隧道坍塌主要因掌子面或左右边墙滑移引起坍塌，另外一个重要部位即在临时安全区内发生回头塌。发生回头塌的主要原因为：支护强度不够或支护不到位、中下台阶、仰拱一次性开挖进尺过大、围岩徐变、沉降变形累计到一定程度等情况，当支护结构无法支撑时将引起坍塌。初期支护背后空洞也是诱发回头塌的一个因素。



约定俗成的叫法：从小里程往大里程方向，左侧为左线，右侧为右线。







1B414010 隧道围岩分级与隧道构造

1B414011 隧道围岩分级

一、公路隧道围岩分级

围岩级别	围岩或土体主要定性特征	围岩基本质量指标 BQ
I 好	坚硬岩，岩体完整，巨块状或巨厚层状整体结构	>550
II	坚硬岩，岩体较完整，块状或厚层状结构； 较坚硬岩，岩体完整，块状整体结构	550~451
III	坚硬岩，岩体破碎，巨块（石）碎（石）状镶嵌结构；	450~351



围岩级别	围岩或土体主要定性特征	围岩基本质量指标 BQ
	较坚硬岩或较软硬质岩，岩体较完整，块状体或中厚层状结构	
IV	坚硬岩，岩体破碎，碎裂结构； 较坚硬岩，岩体较破碎——破碎，镶嵌碎裂结构； 较软岩或软硬岩互层，且以软岩为主，岩体较完整——较破碎，中薄层状结构	350~251
IV	土体：（1）压密或成岩作用的黏性土及砂性土 （2）黄土（ Q_1 、 Q_2 ） （3）一般钙质、铁质胶结的碎石土、卵石土、大块石土	
V	较软岩，岩体破碎 软岩，岩体较破碎-破碎 极破碎各类型岩体，碎、裂状，松散结构 一般第四系的半干硬-硬塑的黏性土及稍湿至潮湿的碎石土、卵石土、圆砾、角砾土以及黄土（ Q_1 、 Q_2 ）。非黏性土呈松散结构，黏土及黄土呈松软结构	<250
VI差	软塑型状黏性土及潮湿、饱和粉细砂层、软土等	

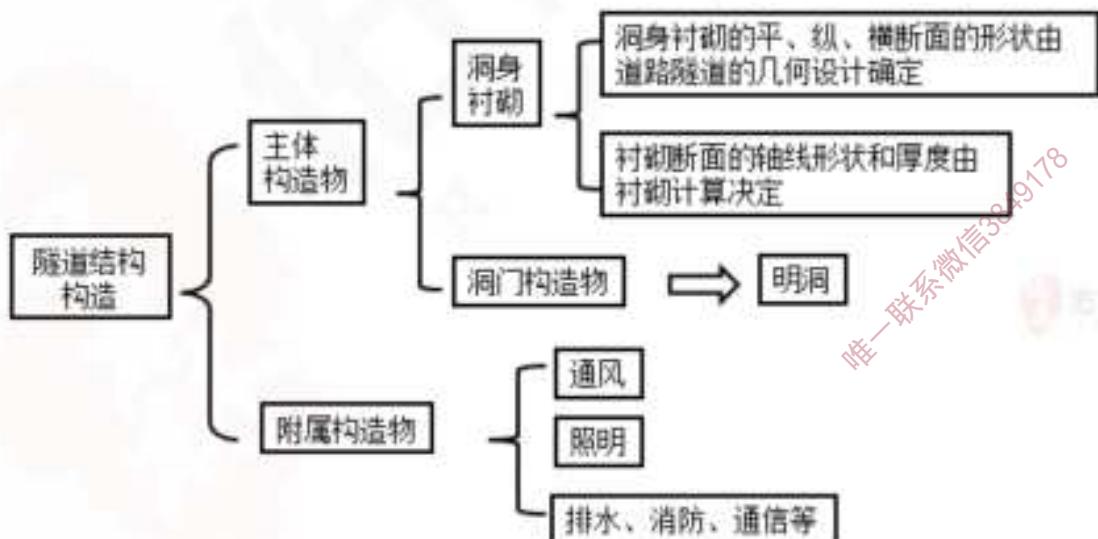
二、围岩级别的判定方法

3. 围岩详细定级时，如遇下列情况之一，应对岩体基本质量指标进行修正：

- (1) 有地下水；
- (2) 围岩稳定性受软弱结构面影响，且由一组起控制作用；
- (3) 存在高初始应力。

1B414012 公路隧道的构造

隧道结构构造



一、公路隧道的分类

1. 公路隧道按跨度分类

公路隧道按跨度进行分类，可分为小跨度隧道、一般跨度隧道、中等跨度隧道和大跨度隧道四类，具体分类标准见表 1B414012-1





按跨度分类	开挖宽度 B (m)	说明
小跨度隧道	$B < 9$	平行导洞、服务隧道、车行横洞、人行横洞、风道及施工通道
一般跨度隧道	$9 \leq B < 14$	单洞双车道隧道
中等跨度隧道	$14 \leq B < 18$	单洞三车道隧道、单洞双车道+紧急停车带隧道
大跨度隧道	$B \geq 18$	单洞四车道隧道、单洞三车道+紧急停车带隧道、其他跨度大于 18m 的隧道

2. 公路隧道按长度分类

公路隧道按长度进行分类，可分为特长隧道、长隧道、中隧道和短隧道四类，具体分类标准见表 1B414012-2

隧道分类	隧道按长度分类				表 1B414012-2
	特长隧道	长隧道	中隧道	短隧道	
隧道长度 L (m)	$L > 3000$	$1000 < L \leq 3000$	$500 < L \leq 1000$	$L \leq 500$	

二、洞门类型及构造

1. 洞门类型：为了保护岩（土）体的稳定和使车辆不受崩塌、落石等威胁，确保行车安全，~~应该~~根据实际情况，选择恰当的洞门形式，修筑洞门，并对边、仰坡进行适宜的护坡。洞门类型有：端墙式洞门、翼墙式洞门、环框式洞门、柱式洞门、台阶式洞门、削竹式洞门、遮光式洞门等。



端墙式（地形开阔，石质较稳定的地区）





翼墙式（洞口地质较差，山体纵向推力较大）

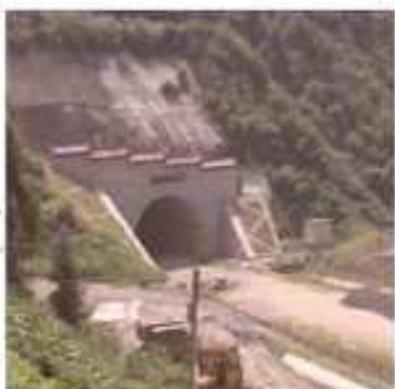


环框式（洞口石质坚硬稳定，地形陡峻无排水要求）



柱式洞门



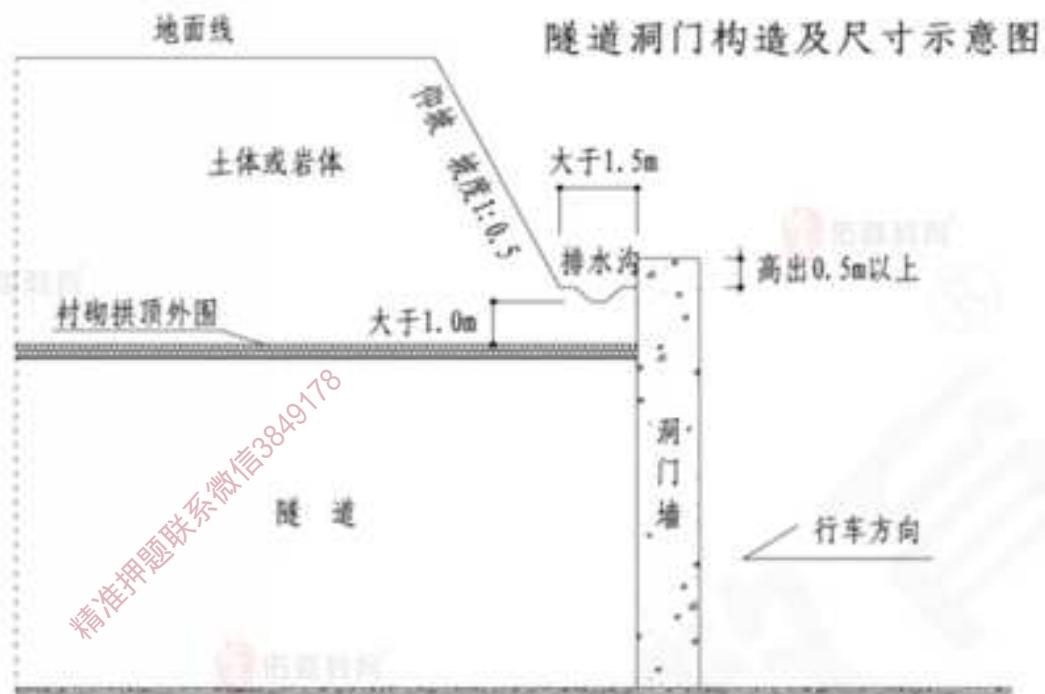


2. 洞门构造：

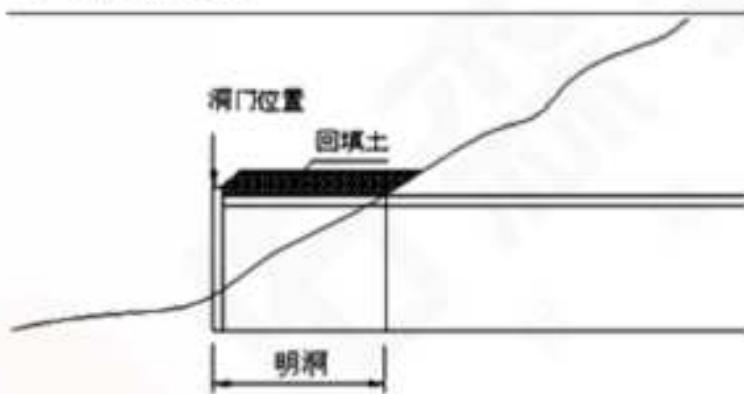
(1) 洞口仰坡坡脚至洞门墙背的水平距离不应小于 1.5m，防止仰坡土石掉落到路面上，危及安全。洞门端墙与仰坡之间的水沟的沟底至衬砌拱顶外围的高度不应小于 1.0m，以免落石破坏拱圈。洞门墙顶应高出仰坡坡脚 0.5m 以上，以防水流溢出墙顶，防止掉落土石弹出。

(2) 洞门墙应根据实际需要设置伸缩缝、沉降缝和泄水孔。





三、明洞类型及构造



地质差且洞顶覆盖层较薄，用暗挖法难以进洞时。





1. 明洞类型：洞顶覆盖层较薄，难以用暗挖法建隧道时，隧道洞口或路堑地段受塌方、落石、泥石流、雪害等危害时，道路之间或道路与铁路之间形成立体交叉，但又不宜做立交桥时，通常应设置明洞。明洞主要分为两大类，即拱式明洞和棚式明洞。

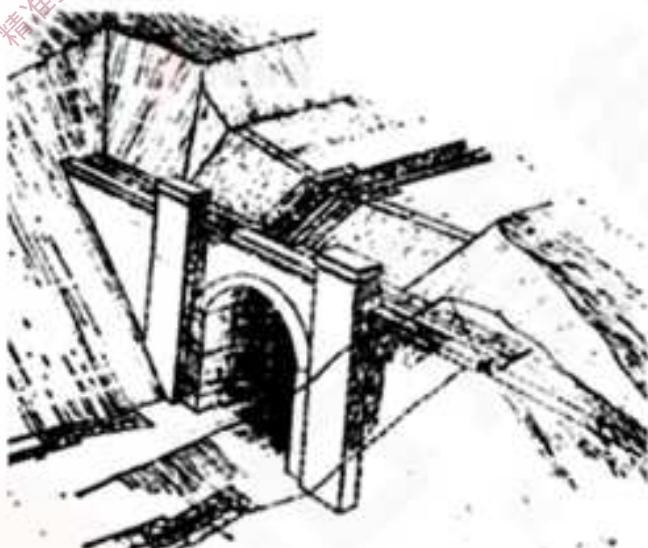
按荷载分布，拱式明洞又可分为路堑对称型、路堑偏压型、半路堑偏压型和半路堑单压型。

路堑对称型适用于洞顶地势平缓，路堑两侧地质条件基本相同。

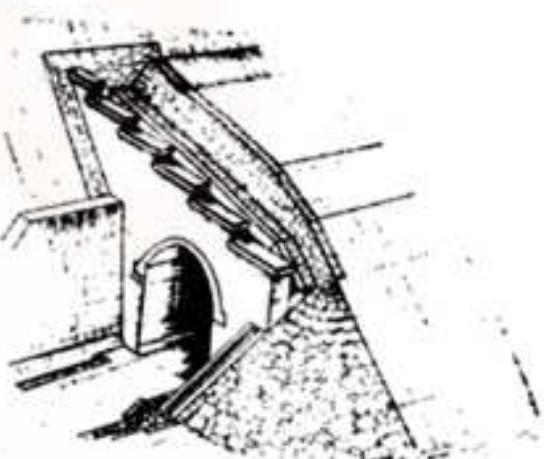




路堑偏压型适用于两侧山坡高差较大的路堑，高侧边坡有坍塌，落石或泥石流。

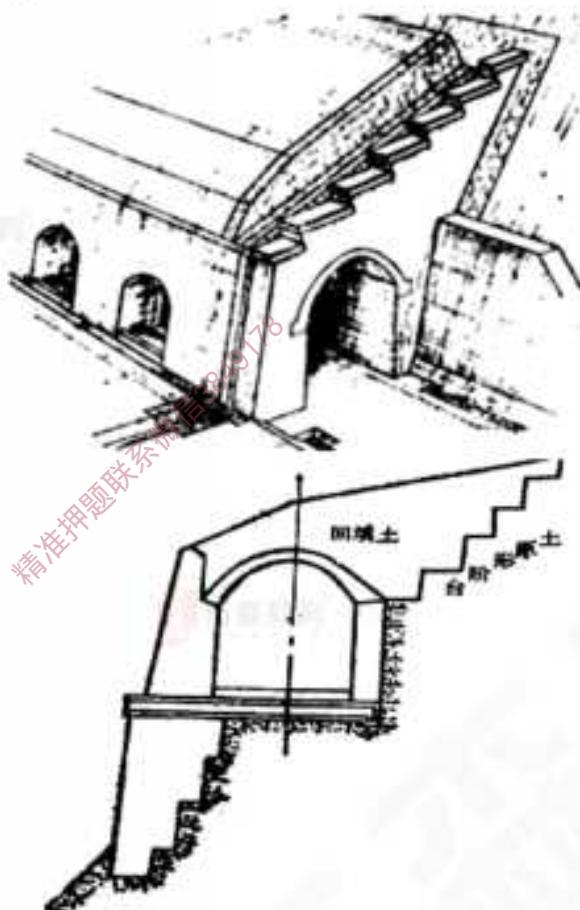


半路堑偏压型适用于半路堑靠山一侧边坡较高，有坍塌、落石或泥石流等不良地质现象，而外侧地面较宽敞和稳定。



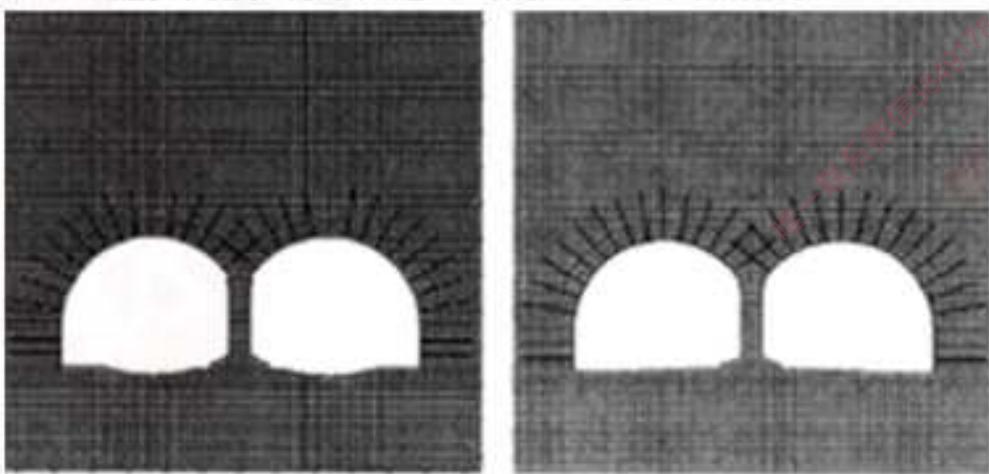


半路堑单压型适用于靠山侧边坡或原山坡有坍塌、落石等情况，外侧地形陡峭无法填土地段。



2. 明洞构造：

(1) 拱式明洞。拱式明洞主要由顶拱和内外边墙组成混凝土或钢筋混凝土结构，整体性较好，能承受较大的垂直压力和侧压力。内外墙基础相对位移对内力影响较大，所以对地基要求较高，尤其外墙基础必须稳固。必要时可加设仰拱。



(a) 带仰拱

(b) 无仰拱

(2) 棚式明洞。受地形、地质条件限制，难以修建拱式明洞时，边坡有小量塌落掉块，侧压力较小时，可以采用棚式明洞，棚式明洞由顶盖和内外边墙组成。顶盖通常为梁式结





构。内边墙一般采用重力式结构。当岩层坚实完整，干燥无水或少水时，为减少开挖和节约圬工，可采用锚杆式内边墙。外边墙可以采用墙式、刚架式、柱式结构。



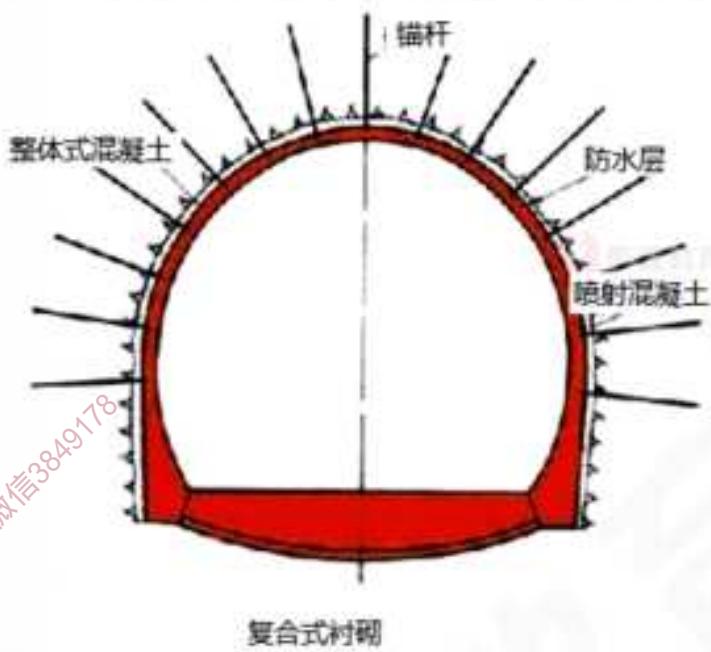
三、洞身类型及构造

1. 洞身类型：按隧道断面形状分为曲墙式、直墙式和连拱式等。





2. 洞身构造：分为一次衬砌和二次衬砌、防排水构造、内装饰、顶棚及路面等。



1B414020 隧道地质超前预报和监控量测技术

1B414021 隧道地质超前预报

三、公路隧道地质超前预报方法

隧道地质超前预报方法主要有：地质调查法、超前钻探法、物理勘探法（TSP、TGP 法或 TRT）、超前导洞法、水力联系观测。

1. 地质调查法适用于各种地质条件隧道超前地质预报。
2. 物理勘探法适用于长、特长隧道或地质复杂隧道的超前地质预报，主要方法包括有弹性波反射法、地质雷达法、陆地声纳法、红外探测法、瞬变电磁法、高分辨直流电法。
3. TSP 法适用于各种地质条件，对断层、软硬接触面等面状结构反射信号较为明显，预报距离 100~150m，重叠 10m 以上。
4. 地质雷达法适用于岩溶、采空区探测，也可用于探测断层破碎带、软弱夹层等不均匀地质体。（距离 10~20m）
5. 超前水平钻探每循环钻孔长度应不低于 30m，连续预报时，前后两循环孔应重叠 5~8m；可能发生突泥涌水的地段，超前钻探应设孔口管和出水装置，防止高压水突进；富含瓦斯的煤系地层或富含石油天然气地层应采用长短结合的钻孔方式进行探测。
7. 超前导洞法可采用平行超前导洞法和隧道内超前导洞法，两座并行隧道可根据先行开挖的隧道预测后开挖隧道的地质条件。
8. 当隧道排水或突涌水对地下水水源或周围建筑（构）物产生重大影响时，应进行水力联系观测。

四、公路隧道地质超前预报的分级

A 级：存在重大地质灾害隐患的地段。

B 级：存在中、小型突水突泥隐患的地段，较大异常。

C 级：水文地质条件较好的地段，发生突水突泥的可能性较小。

D 级：非可溶岩地段，发生突水突泥的可能性极小。

1 级预报可用于 A 级地质灾害—综合预报。

2 级预报可用于 B 级地质灾害，必要时进行超前水平钻孔。





3 级预报可用于 C 级地质灾害。以地质调查法为主，必要时进行超前水平钻孔。
4 级预报可用于 D 级地质灾害。采用地质调查法。

1B414022 隧道施工监控量测技术

一、监控量测的目的

通过对围岩和支护的变形、应力量测，为修改设计提供依据；分析各项量测信息，确认或修正设计参数。

二、量测内容与方法

1. 必测项目：

洞内、外观察：现场观测、地质罗盘等。

周边位移：各种类型收敛计。（5~50m）一个断面

拱顶下沉：水准测量的方法，水准仪、铟钢尺等。

地表下沉：水准测量的方法，水准仪、铟钢尺等。

（洞口段、掌子面）。2 断面，3 测点。

拱脚下沉：水准仪、铟钢尺、全站仪（仰拱施工前）

前半月	后半月	1~3 月	3 月以上
2 次/d	1 次/2d	2 次/周	3 次/月

3. 隧道开挖后应及时进行围岩、初期支护的周边位移量测、拱顶下沉量测；安设锚杆后，应进行锚杆抗拔力试验。当围岩差、断面大或地表沉降控制严时宜进行围岩体内位移量测和其他量测。位于Ⅳ~Ⅵ级围岩中且覆盖层厚度小于 40m 的隧道，应进行地表沉降量测。

5. 测点应距开挖面 2m 的范围内尽快安设，并应保证爆破后 24h 内或下一次爆破前测读初次读数。

三、量测数据处理与应用

2. 当位移—时间曲线趋于平缓时，应进行数据处理或回归分析，以推算最终位移和掌握位移变化规律。

3. 当位移—时间曲线出现反弯点时，则表明围岩和支护已呈不稳定状态，此时应密切监视围岩动态，并加强支护，必要时暂停开挖。

4. 隧道监控量测工作应根据控制基准建立预警机制。

I：采取措施：实测位移 $> 2/3 U_0$

II：加强支护 [$1/3 U_0 \sim 2/3 U_0$]

III：正常施工

缝：实行 I 级管理。

水：实行 II 级管理。

5. 二次衬砌的施作应在满足下列要求时进行：

（1）隧道水平净空变化速度及拱顶或底板垂直位移速度明显下降；

（2）隧道位移相对值已达到相对位移量的 90% 以上。

五、竣工文件中应包括的量测资料

1. 现场监控量测计划。

2. 实际测点布置图。

3. 围岩和支护的位移—时间曲线图、空间关系曲线图以及量测记录汇总表。

4. 经量测变更设计和改变施工方法地段的信息反馈记录。

5. 现场监控量测说明。

1B414030 公路隧道施工技术





IB414031 公路隧道洞口、明洞施工

一、洞口工程

1. 洞口土石方开挖与防护施工规定

- (1) 洞口边坡仰坡自上而下开挖，
- (2) 采用人工配合机械，减少对岩土体的扰动，严禁采用大爆破。
- (3) 临时防护应视地质条件、施工季节和施工方法等，及时采取喷锚等措施。



做好洞口防排水

2. 洞口截排水设施应符合下列规定：

- (1) 洞口截、排水设施应在雨季和融雪期之前完成。
- (2) 截水沟迎水面不得高于原地面。





3. 隧道洞门应在隧道开挖的初期完成，并应符合下列规定：

- (2) 洞门端墙砌筑与回填应两侧对称进行，不得对衬砌产生偏压。
- (5) 洞门的排水设施应与洞门工程配合施工，同步完成。
- (6) 洞门的排水沟砌筑在填土上时，填土必须夯实。

二、明洞工程

地形、地质条件、边仰坡稳定程度等与设计有差异时，应提出变更。宜边开挖边支护，并注意监测和检查山坡的稳定情况。

1. 明洞边墙基础施工规定

(2) 偏压和单压 明洞外边墙的基底，在垂直路线方向应按设计要求挖成一定坡度的斜坡，提高边墙抗滑力。

2. 明洞回填施工规定

(1) 明洞拱背回填应在外模拆除、防水层和排水盲管施工完成后进行；人工回填时，拱圈混凝土强度不应小于设计强度的 75%。机械回填时，拱圈混凝土强度不应小于设计强度。

(2) 明洞两侧回填水平宽度小于 1.2m 的范围应采用浆砌片石或同级混凝土回填。

(3) 回填材料不宜采用膨胀岩土。

(4) 回填顶面 0.2m 可用耕植土回填。

(1) 壁背回填应两侧对称进行。

底部应铺填 0.5~1.0m 厚碎石并夯实。

石质地层：

空隙不大，采用与墙身同级混凝土回填；

空隙较大，采用片石混凝土或浆砌片石回填密实。

土质地层：

墙背坡面开凿成台阶状，用干砌片石分层码砌，缝隙用碎石填塞紧密，不得任意抛填土石。

(6) 墙后有排水设施时，应与回填同时施工。

(7) 拱背回填应对称分层夯实，每层厚度不得大于 0.3m，两侧回填高差不得大于 0.5m，回填至拱顶齐平后应分层满铺填筑，回填至拱顶以上 1.0m 后，方可采用机械碾压。

(8) 单侧设有反压墙的明洞回填应在反压墙施工完成后进行。

(9) 回填时不得倾填作业。

(11) 洞门顶排水沟砌筑在填土上时，应在夯实后砌筑。

1B414032 公路隧道开挖

1. 开挖方式





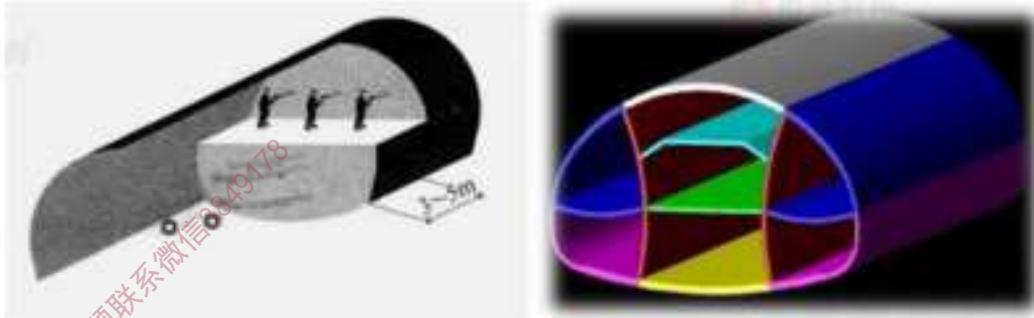
公路隧道的开挖方式主要有全断面法、台阶法、环形开挖预留核心土法、中隔壁法、双侧壁导坑法及中导洞法等。应根据隧道长度、断面大小、结构形式、工期要求、机械设备、地质条件等，选择适宜的开挖方案，并应具有较大适应性。

开挖方式：

全断面法（按设计断面一次基本开挖成形的施工方法）

台阶法

留核心土法、双侧壁导坑、（交叉）中隔壁、中导洞（此四种为分部开挖法）



全断面开挖方法

◆施工顺序



- ◆ (1) 钻孔台车钻眼、装药、联接导火线；
- ◆ (2) 台车退出、引爆炸药，开挖出整个隧道断面；
- ◆ (3) 排除危石（俗称“找顶”）；
- ◆ (4) 喷射拱圈混凝土，必要时安设拱部锚杆；
- ◆ (5) 装渣机将石渣装入运输车辆，运出洞外；
- ◆ (6) 喷射边墙混凝土，必要时安设边墙锚杆；
- ◆ (7) 根据需要可喷射第2层混凝土和隧道底部混凝土；
- ◆ (8) 量测、判断围岩和初期支护的变形，为支护参数修改提供依据；
- ◆ (9) 开始下一轮循环。

适应条件

- ◆ I ~ III级围岩的中小跨度隧道
- ◆ IV级围岩中跨度、III级围岩大跨度采取预加固措施后，也可采用。

施工特点

- ◆ 工序少、干扰少，便于施工组织管理；
- ◆ 开挖面大，便于机械化作业，爆破效果好（深眼爆破），进度快；
- ◆ 开挖一次成形，减少了爆破次数，对围岩扰动少；
- ◆ 地质适用范围较窄，要求地质条件较好，否则当地质条件变化时改变施工方法不易。

机械化施工的三条主要作业线

作业线	采用的大型机械设备
开挖作业线	钻孔台车、装药台车、装载机配合自卸汽车（无轨）、装渣机配合矿车及电瓶车或内燃机车（有轨）
喷锚作业线	混凝土喷射机、混凝土喷射机械手、喷锚作业平台、进料运输设备及锚杆灌浆机





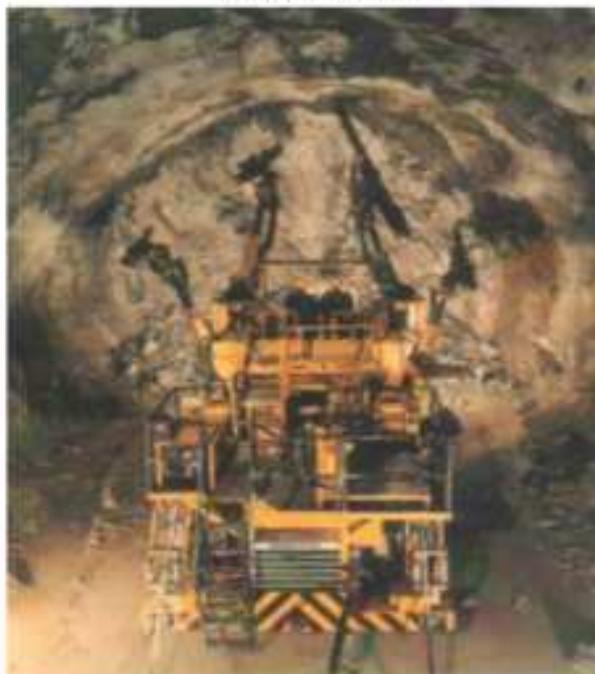
模筑衬砌作业线	兼设备
	混凝土拌合作业厂、混凝土输送车及输送泵、施作防水层作业平台、衬砌钢模台车



机械化出渣作业线



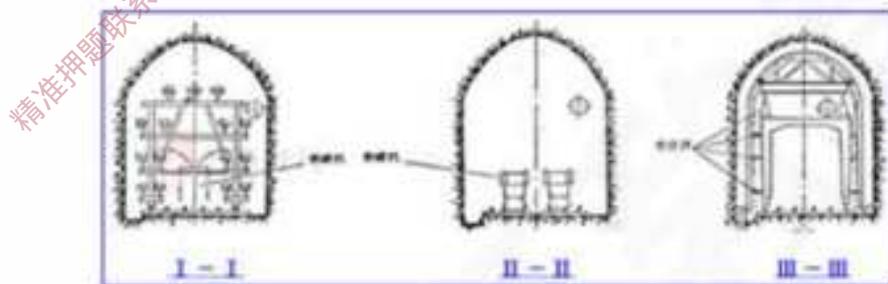
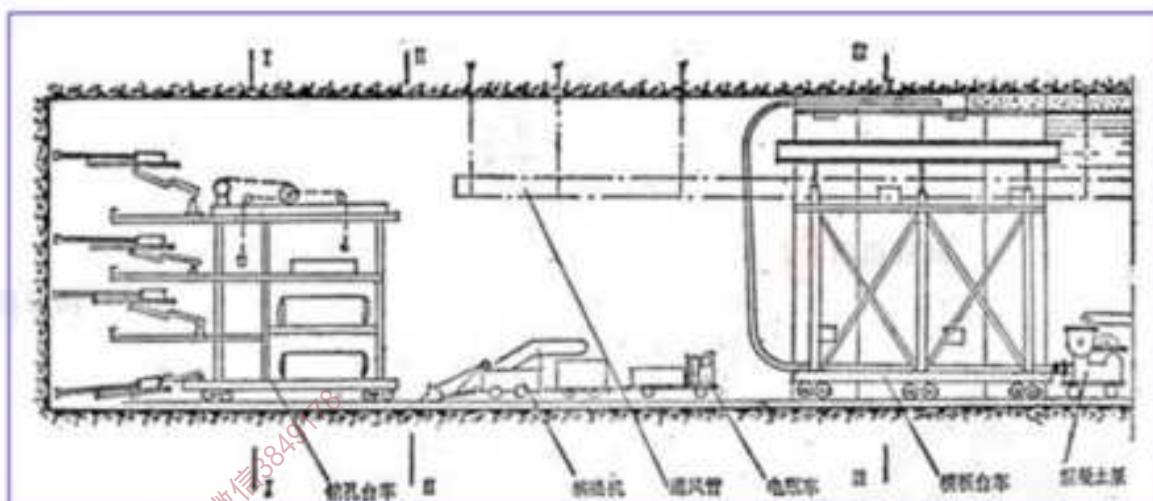
机械化衬砌作业线



四臂凿岩台车作业

唯一联系微信3849178

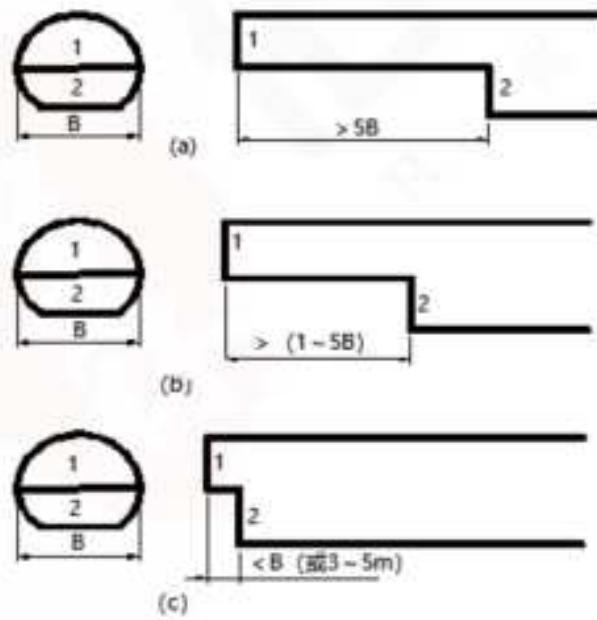




台阶开挖方法

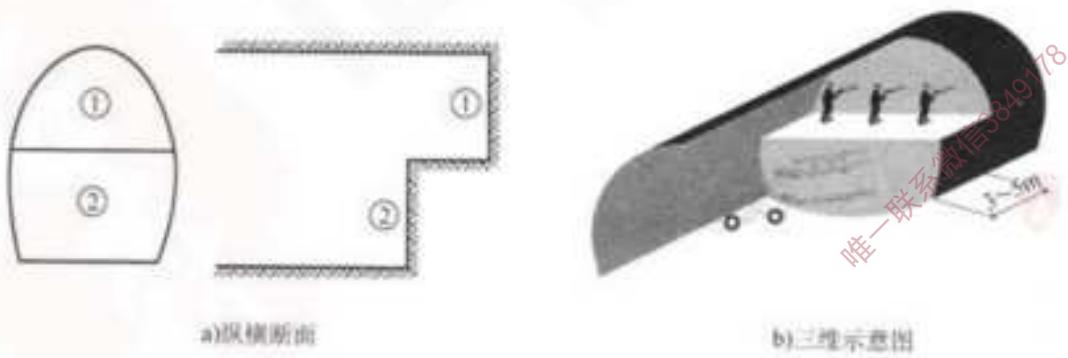
1. 特点

- ◆ 将断面分成上半断面和下半断面两部分，分别开挖
- ◆ 目前适用性最广的施工方法
- ◆ 随台阶长度的调整，几乎可用于所有地层——是主导方法





台阶法上导坑先贯通



a)纵横断面

b)三维示意图



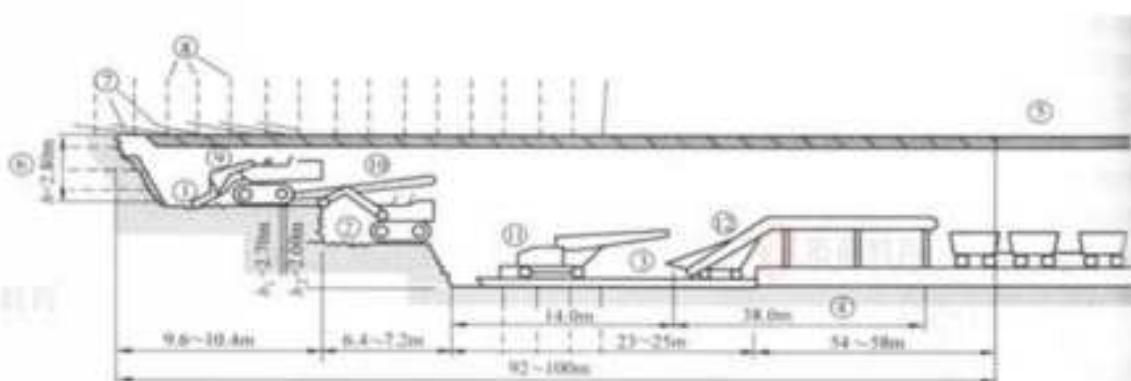
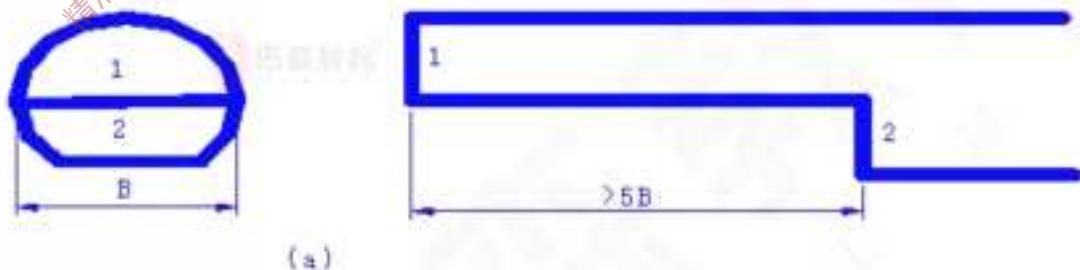


图 4-8 多层台阶法施工示意

①前臂吊臂 ②中臂吊臂 ③下台阶 ④通风机供风 ⑤浇筑衬砌 ⑥加掘开挖工作面锚杆
⑦超前锚杆 ⑧转向锚杆 ⑨挖掘机 ⑩装载机 ⑪运输机



◆作业顺序：

- (1) 开挖上半断面：钻眼—装药—爆破—锚喷—推石渣到下半断面
- (2) 开挖下半断面：将推下的石渣运出—钻眼—爆破—出渣—边墙锚喷
- (3) 整个断面完成

台阶法

◆台阶缩短：(1~1.5) B

◆特点：

①单车道隧道及围岩地质条件较好的双车道隧道可采用二台阶法施工，隧道断面较高、单层台阶断面尺寸较大时可采用三台阶法。

适用于：III~V 级围岩的中小跨度隧道，VI 级小跨度隧道在采用了有效的预加固措施后亦可采用台阶法开挖。





分部开挖方法

大断面化小部分按顺序开挖

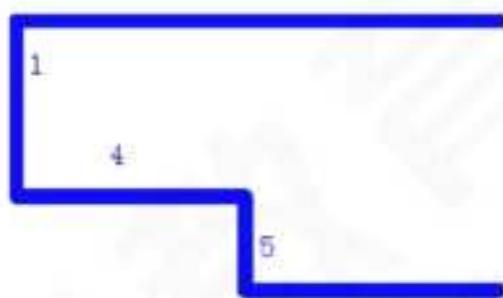
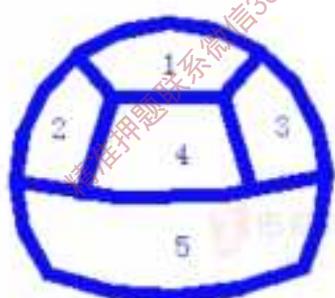
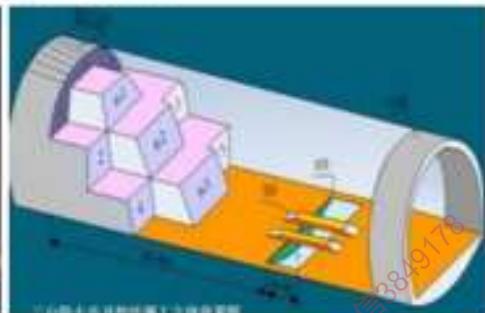


图6-3 环形开挖留核心土法

◆特点：

- ①每循环开挖长度宜为0.5~1.0m，核心土面积不应小于整个断面的50%。
适用于：V~VI级围岩或一般土质围岩的中小跨度隧道。



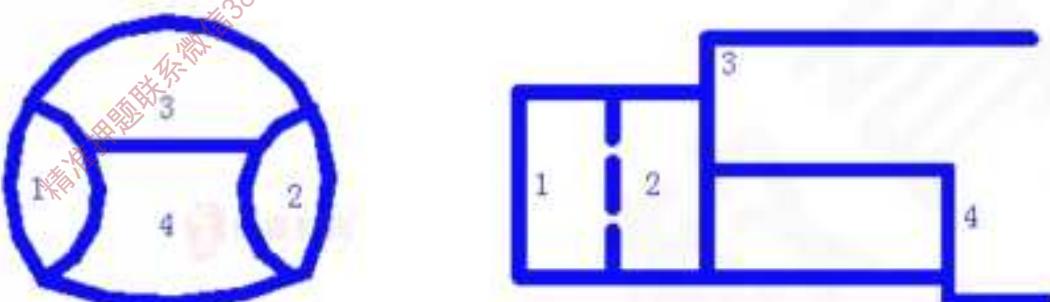


图6-5 双侧壁导坑法

◆特点：

- ①双导坑，使洞室最大开挖跨度更小，稳定性增加；
 - ②耗材增加；
 - ③进度慢。
- ◆适用：浅埋大跨度隧道及地表下沉量要求严格而围岩条件很差的情况



中隔壁法—CD 法—CenterDiaphragm

特点：

- ◆沿一侧自上而下分 2 部或 3 部进行
- ◆每开挖一部及时施作锚喷支护、安设钢架、施作中隔壁





- ◆底部设临时仰拱
 - ◆中隔壁墙依次分部连接
 - ◆开挖中隔壁墙的另一侧，步骤同上
- 适用于：围岩较差、跨度大、浅埋、地表沉降需要控制的场合



施工要求：

- ◆各部开挖时，周边轮廓尽量圆顺，减小应力集中
- ◆各部底部高程应与钢架接头一致
- ◆每部开挖高度约为3.5m
- ◆后一侧开挖应全断面及时封闭
- ◆左右两侧纵向间距一般为30~50m
- ◆中隔壁应为弧形或圆弧形



交叉中隔壁法

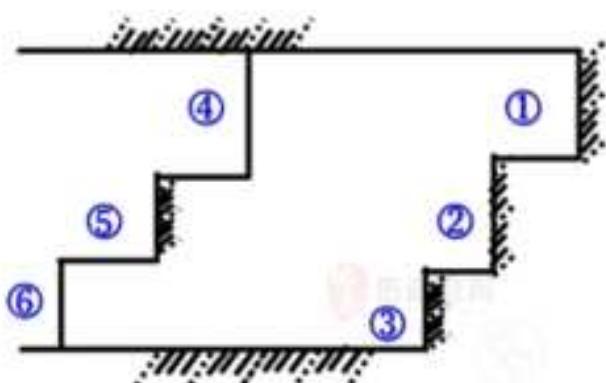
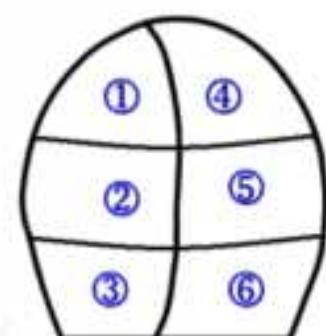
特点：

- ◆沿一侧自上而下分2部或3部进行
- ◆每开挖一部及时施作锚喷支护、安设钢架、施作中隔壁
- ◆底部设临时仰拱
- ◆完成1~2部后即开始另一侧1~2部的开挖及临时支护
- ◆形成左右两侧开挖及支护相互交叉的情形
- ◆适用于：围岩较差、跨度大、浅埋、地表沉降需要控制的场合

CD与CRD之比较

CD法



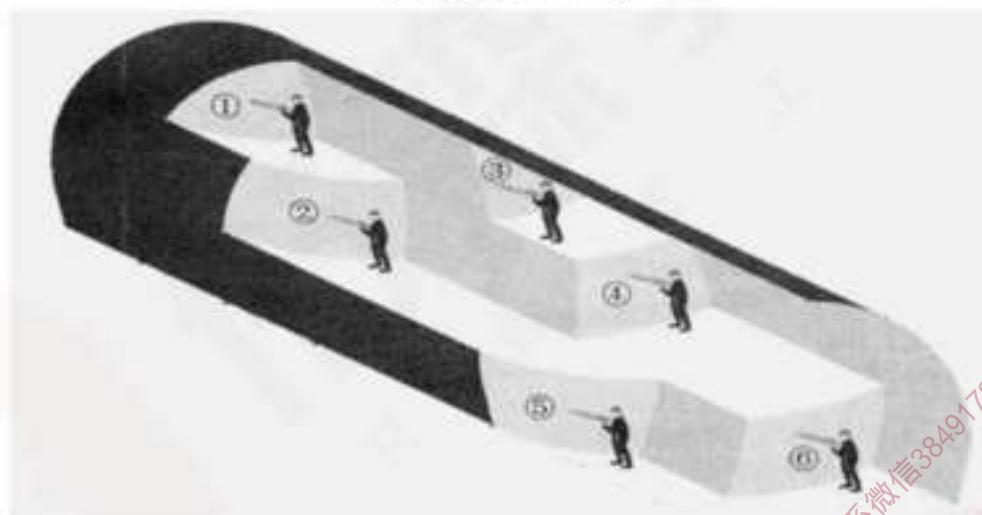


CRD 法

标准答案联系微信3849178

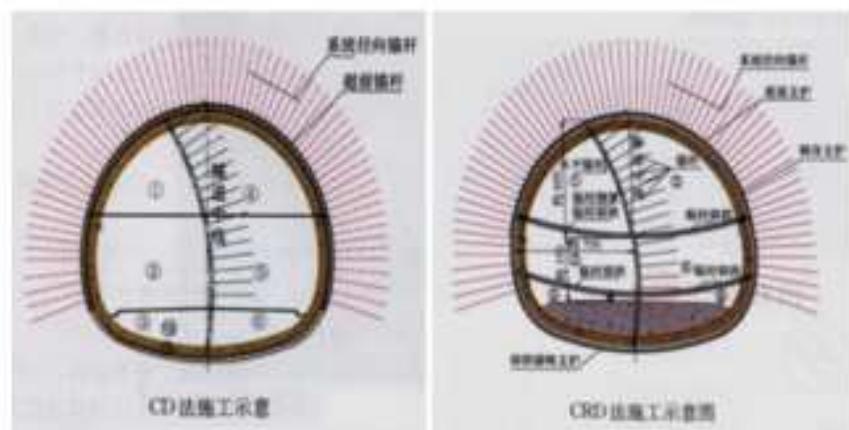


交叉中隔壁法三维图

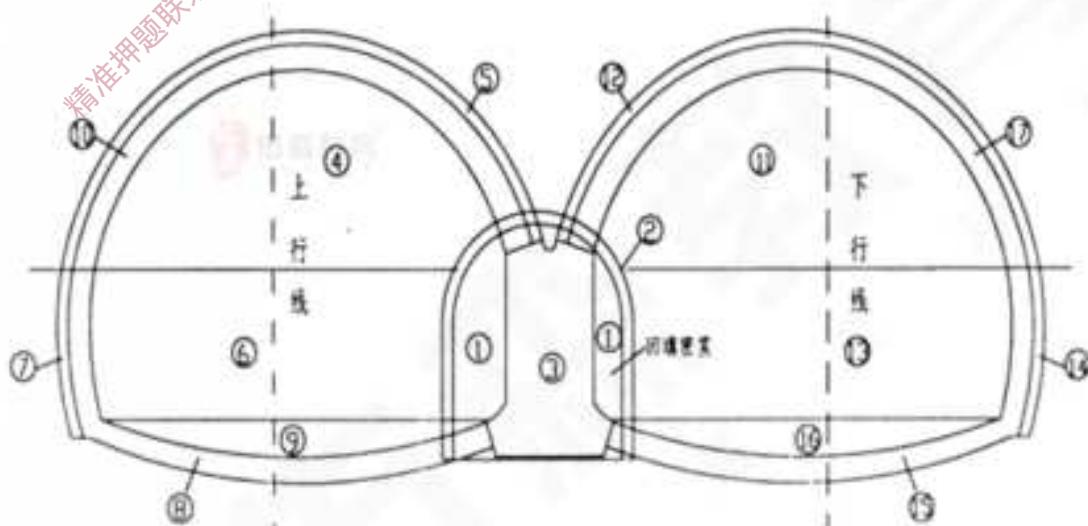


CRD 工法施工技术





中导洞法
适用于连拱隧道。



二、公路隧道开挖的要求

隧道开挖的主要方法是钻孔爆破法。开挖工作包括钻眼、装药、爆破等几项。开挖要求：

- 按设计要求开挖出断面（包括形状、尺寸、表面平整、超挖、欠挖等要求）。





2. 石碴块度（石碴大小）便于装渣作业。
3. 挖进速度快，少占作业循环时间。
4. 爆破在充分发挥其能力的前提下，减少对围岩的震动破坏。

采用全断面法、台阶法、环形开挖留核心土法、中隔壁法或交叉中隔壁法、双侧壁导坑法施工及仰拱开挖应符合相关规定，应严格控制欠挖，尽量减少超挖。

三、公路隧道超欠挖控制

1. 当岩层完整、岩石抗压强度大于 30MPa，并确认不影响衬砌结构稳定和强度时，允许岩石个别突出部分（每 $1m^2$ 内不宜大于 $0.1m^2$ ）欠挖，但其隆起量不得大于 50mm。
2. 应采取光面爆破、提高钻眼精度、控制药量等措施。
3. 开挖后宜采用 断面仪或激光投影仪 直接测定开挖面面积。
4. 当采用钢架支撑时，如围岩变形较大，支撑可能沉落或局部支撑难以拆除时，应适当加大开挖断面，预留支撑沉落量，保证衬砌设计厚度。
5. 超挖应回填密实。
 - (1) 拱部拥塞形成的超挖处理应编制方案，并经审批后按方案处理。
 - (2) 沿设计轮廓线的均匀超挖，有钢架时，可采用喷射混凝土回填，或增大钢架支护断面尺寸，使钢架贴近开挖轮廓，在施工二次衬砌时，以二次衬砌混凝土回填；无钢架时，可在施作二次衬砌时，以二次衬砌混凝土回填。
 - (3) 局部超挖，超挖量不超过 $200mm$ 时，宜采用喷射混凝土回填密实。
 - (4) 边墙部位超挖，可采用 混凝土 或片石混凝土回填。

四、钻眼爆破掘进施工技术要点

1. 布眼；2. 钻孔；3. 装药和填塞；4. 起爆；5. 通风排烟；6. 处理哑炮和险石；7. 装渣运输和弃渣。

（二）钻眼机具

隧道工程中常使用的凿岩机有 风动凿岩机 和 液压凿岩台车。

（三）炮眼布置和周边眼的控制爆破

掘进工作面的炮眼可分为掏槽眼、辅助眼和周边眼。

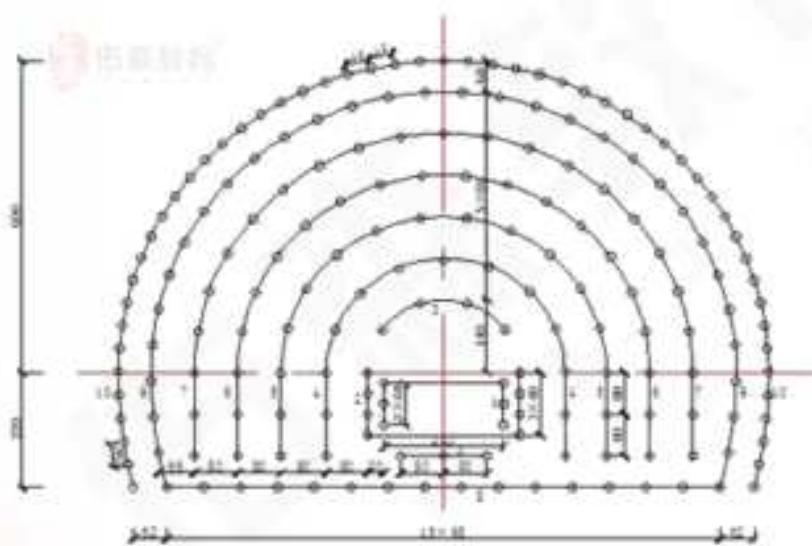
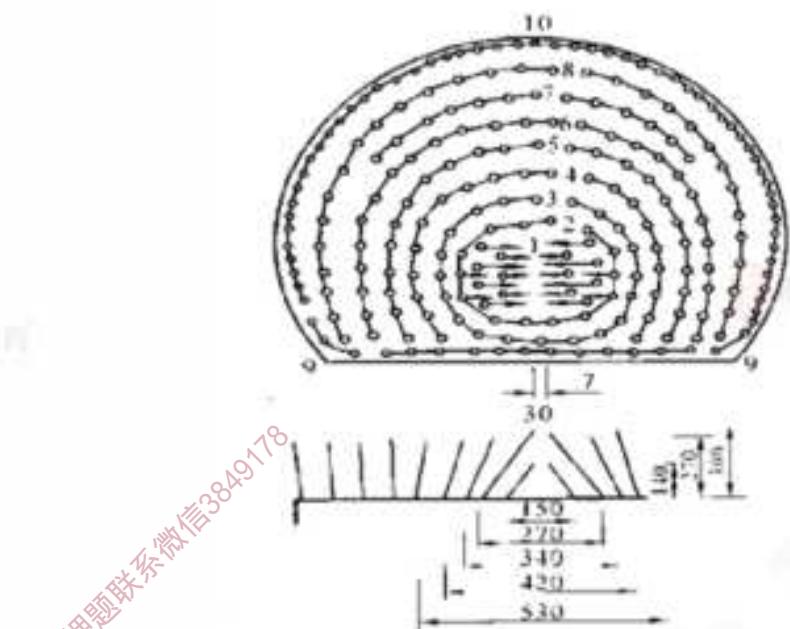


图 2-2-1 气腿式风动凿岩机



图 2-2-2 两臂凿岩台车(履带式、实腹式)





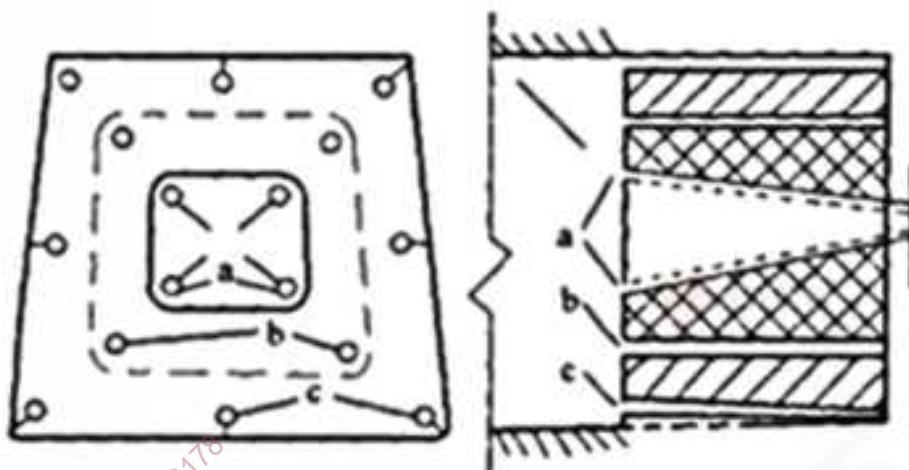


图 8-1 挖进爆破炮孔类型

a-掏槽孔；b-辅助孔；c-周边孔

1. 掏槽眼布置

掏槽炮眼深度要比其他炮眼深 10~20cm，以保证爆破后开挖深度一致。

掏槽方式总的可分为斜眼掏槽和直眼掏槽两大类。

(1) 斜眼掏槽：其特点是掏槽眼与开挖面斜交。常用的有锥形掏槽、楔形掏槽、单向掏槽，其中最常用的是垂直楔形掏槽。斜眼掏槽的优点是可以按岩层的实际情况选择掏槽方式和掏槽角度，容易把岩石抛出，而且所需掏槽眼的个数较少。缺点是眼深受坑道断面尺寸的限制，也不便于多台钻机同时凿岩。

(2) 直眼掏槽：直眼掏槽可以实行多机凿岩、钻眼机械化，从而为加快掘进速度提供了有利条件。

直眼掏槽：凿岩作业比较方便，不需随循环进尺的改变而变化掏槽形式，仅需改变炮眼深度：

斜眼掏槽则要随循环进尺的不同而改变炮眼位置和角度。直眼掏槽石碴抛掷距离也可缩短。所以目前现场多采用直眼掏槽。

2. 辅助眼布置

辅助眼的作用是进一步扩大掏槽体积和增大爆破量，并为周边眼创造有利的爆破条件。其布置主要是解决间距和最小抵抗线问题。一般最小抵抗线略大于炮眼间距。

3. 周边眼布置

周边眼原则上沿着设计轮廓均匀布置，间距和最小抵抗线应比辅助眼的小，以便爆出较为平顺的轮廓。

4. 周边眼的控制爆破

在隧道爆破施工中，首要的要求是炮眼利用率高，开挖轮廓及尺寸准确，对围岩震动小。

(1) 光面爆破的特点

主要标准是：

开挖轮廓成型规则，岩面平整；

岩面上保存 50% 以上孔痕，且无明显的爆破裂缝；

爆破后围岩壁上无危石。

隧道施工中采用光面爆破，对围岩的扰动比较轻微，增进了施工安全，并为喷锚支护创造了条件。

(2) 光面爆破的主要参数





光面爆破的主要参数包括周边眼的间距、光面爆破层的厚度、周边眼密集系数、周边眼的线装药密度等。

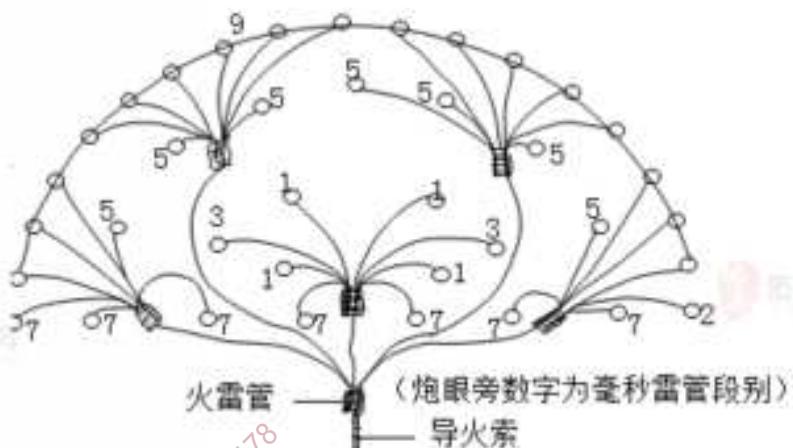


（三）预裂爆破及主要参数

在爆破的顺序上，光面爆破是先引爆掏槽眼，接着引爆辅助眼，最后才引爆周边眼；而预裂爆破则是首先引爆周边眼，使沿周边眼的连心线炸出平顺的预裂面。成洞过程和破岩条件不同，在减轻对围岩的扰动程度上，预裂爆破较光面爆破的效果更好一些。

预裂爆破适用于稳定性差而又要求控制开挖轮廓的软弱岩层。但预裂爆破的周边眼间距和最小抵抗线都要比光面爆破的小，相应地要增多炮眼数量，钻眼工作量增大。

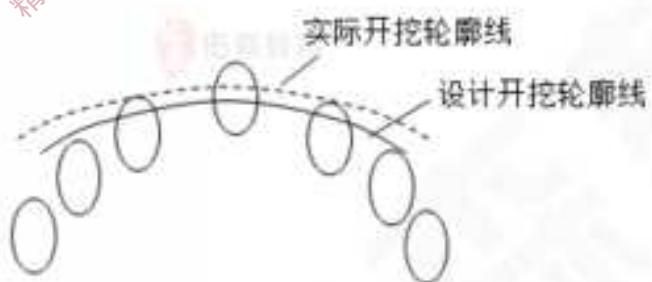




导爆管-非电雷管起爆网络之二

(1) 预留变形量

考虑到开挖后围岩因失去部分约束而产生向坑道方向的收缩变形，施工开挖轮廓线应在设计开挖轮廓线的基础上适当加大，称为预留变形量。



五、公路小净距及连拱隧道施工

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。常用于洞口地形狭窄或有特殊要求的中、短隧道以及长或特长隧道洞口局部地段。

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。

(2) 连拱隧道开挖宜先贯通中导洞、浇筑中隔墙，然后依次开挖主洞。中隔墙顶与中导洞初支间应用混凝土回填密实。

(3) 主洞开挖时，左右两洞开挖掌子面错开距离宜大于30m。

(4) 中隔墙混凝土模板宜使用对拉拉杆。

(5) 中隔墙混凝土施工时应加强对预埋排水和止水设施的保护。

(6) 导洞宽度宜大于4m。

六、公路隧道逃生与救援

1B414033 公路隧道支护与衬砌

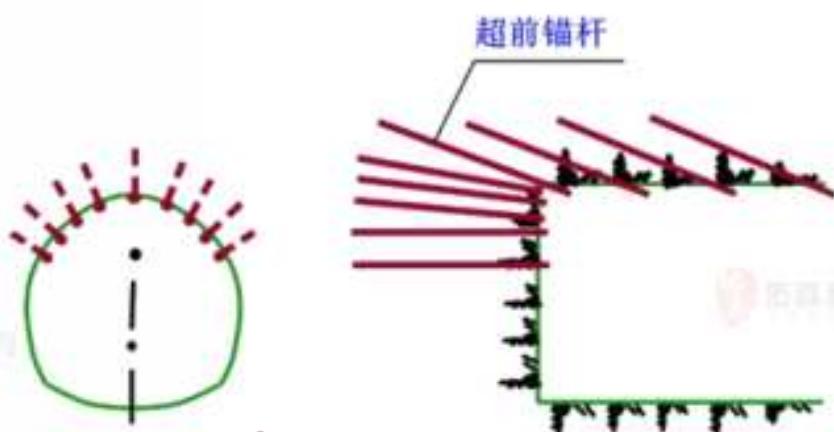
一、超前支护

常采用的超前支护措施有超前锚杆、插板、超前小导管、管棚及围岩预注浆加固等。

视围岩条件、涌水状况、施工方法、环境要求等情况而定。

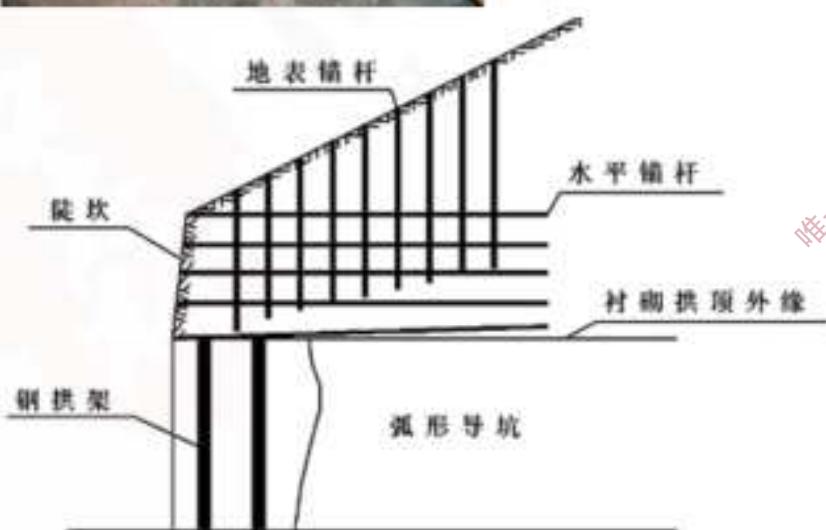
(一) 超前锚杆施工技术要点





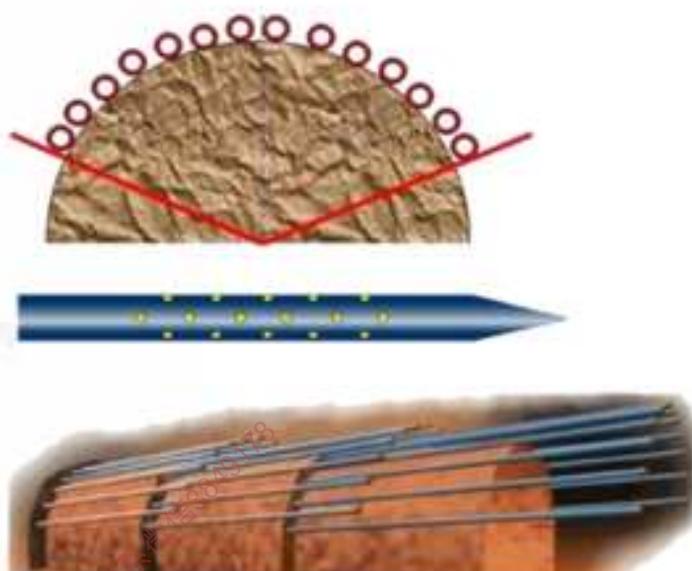
超前锚杆主要适用于隧道工程中，如土砂层地层、弱膨胀性地层、流变性较小的地层、裂隙发育的岩体、断层破碎带、浅埋无显著偏压的隧道等。也适用于采用中小型机械施工。

超前锚杆宜采用早强砂浆锚杆，锚杆可用不小于Φ22的热轧带肋钢筋。其超前量、环向间距、外插角等参数应视具体的施工条件而定。



(二) 管棚和超前小导管注浆施工技术要点





管棚施工示意图

管棚性能特点及适用条件

(1) 特点：

- >> 在一般无胶结的土及砂质围岩中，可采用插板封闭较为有效；
- >> 在地下水较多时，则可利用钢管注浆堵水和加固围岩。

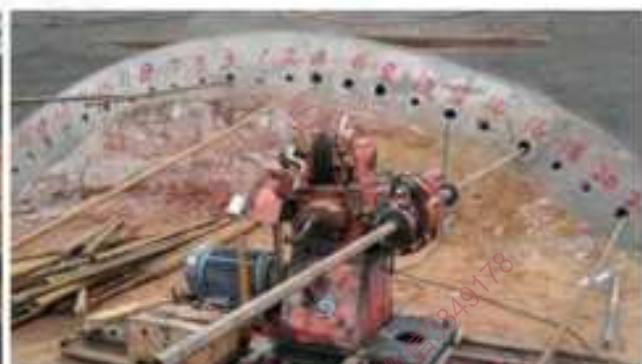
(2) 适用条件：

- >> 围岩压力来得快、来得大
- >> 对围岩变形及地表沉降要求严格
- >> 洞口围岩软弱破碎
- >> 利用钢拱架，沿开挖轮廓线，以较小外插角向前方打入钢管或钢插板
- >> 形成棚架，对前方围岩进行预支护
- >> 在管棚预支护保护下开挖



1. 利用钢拱架，沿开挖轮廓线，以较小外插角向前方打入钢管或钢插板
2. 形成棚架，对前方围岩进行预支护
3. 在管棚预支护保护下开挖





3. 设计及施工要点

- ① 工艺：设置管棚基底 → 水平钻孔 → 压（打）入钢管 → 开挖
- ② 长度：不宜小于 10m，一般为 10~40m
- ③ 管径：70~180mm，孔径比管径大 20~30mm
- ④ 环向间距：0.3~0.5m；外插角：1~5 度
- ⑤ 纵向搭接长度：不小于 3m
- ⑥ 钢管不得侵入开挖轮廓线

超前小导管注浆：

- ① 开挖前先用喷混凝土将开挖面和 5m 范围内隧道封闭
- ② 然后沿隧道周边打入带孔的纵向小导管





- ③向小导管内压浆，渗透到地层中
- ④浆液硬化后，在隧道周围形成一个加固圈
- ⑤在此加固圈防护下安全开挖



超前小导管性能特点及适用条件：加固和堵水；适用于一般软弱破碎围岩和地下水丰富的松软围岩。

超前小导管布置及安装

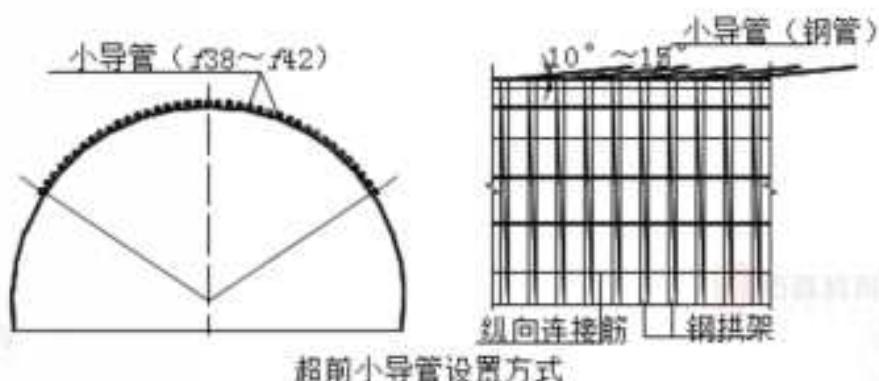
- ①小导管：一般采用直径 $\varphi 32\sim\varphi 50$ 的钢管，常用 $\varphi 42$ 钢管
- ②长度：3~5m，前端尖锥
- ③前端管壁每隔10~20cm交错钻眼，眼孔直径6~8mm
- ④钻孔直径：比管径大20mm以上
- ⑤环向间距：一般30~40cm
- ⑥外插角：10~30度，一般15度
- ⑦小导管应外露一定长度，以连接注浆管，并用塑胶泥封堵导管周围孔隙



超前小导管注浆：

小导管注浆属渗入性注浆，虽然钢管本身的支护能力不如管棚，但其注浆加固地层的效果比管棚好。它适用于较干燥的砂土层、砂卵（砾）石层、断层破碎带、软弱围岩浅埋段。





(三) 预注浆加固围岩施工技术要点

预注浆一般可超前开挖面 30~50m，可以形成有相当厚度的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岩层中，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、地表超前注浆和平导超前注浆三种方式。对于浅埋隧道，可以从地表向隧道所在区域打辐射状或平行状钻孔注浆；对于深埋长大隧道，可设置平行导坑。

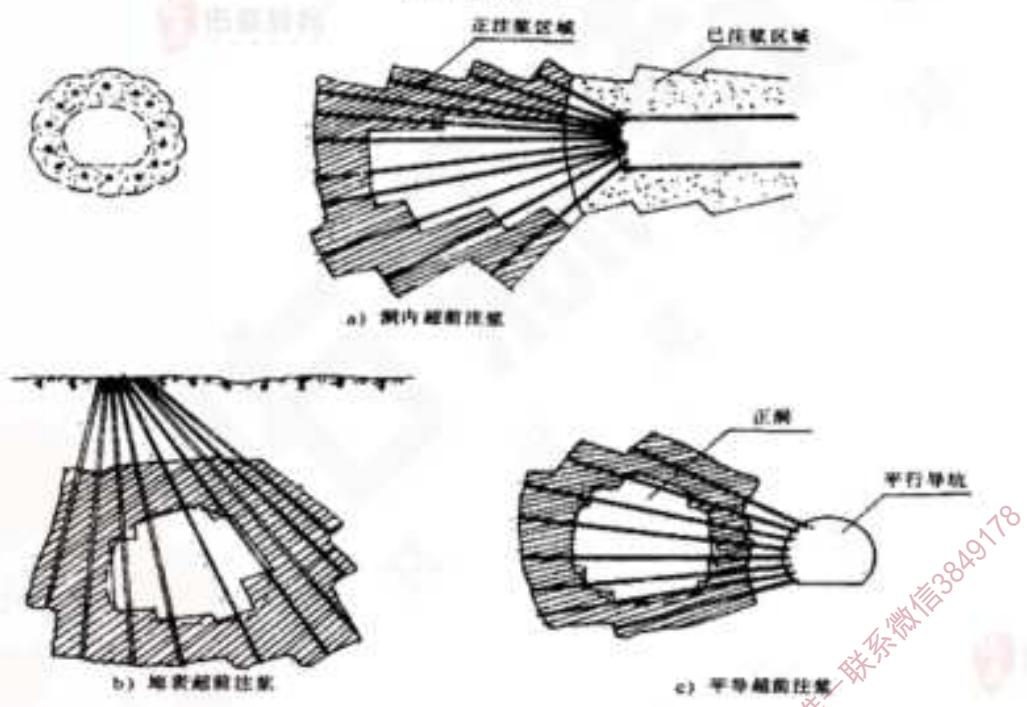


图 2-54 超前探孔帷幕注浆



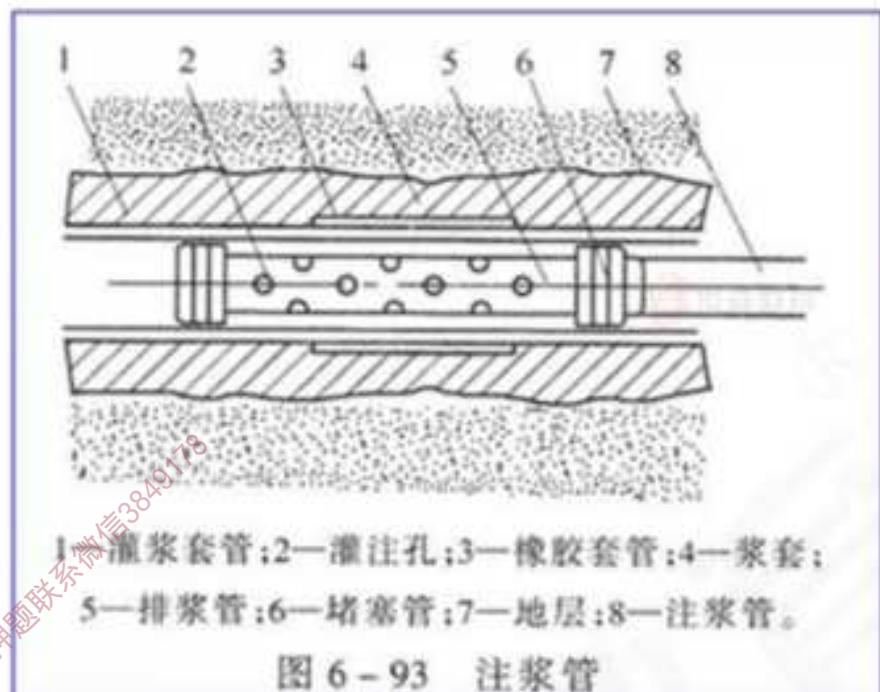


图 6-93 注浆管

二、初期支护

	喷混凝土	锚杆	钢支撑
材料强度的出现	出现需要时间	砂浆锚固方式时间	立即出现
配置形态(从洞内)	面	点	线
与围岩的密着	表面密着	内部密着	通过喷混凝土密着
其他特征	能够把压力传递到其他支护构件	具有改善围岩性质的效果	具有较大的弯曲韧性

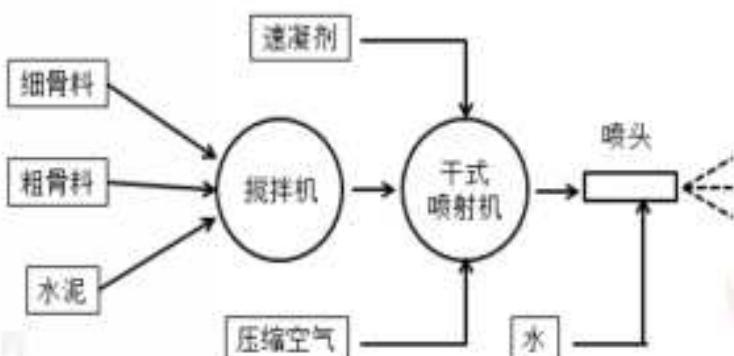
(一) 喷射混凝土

喷射混凝土的工艺流程有干喷、潮喷和湿喷。

喷射作业的机械(具)设备主要包括：混凝土喷射机、上料机、搅拌机、机械手、混凝土运送搅拌车、混凝土喷射三联机等。

1. 干喷法是将水泥、砂、石在干燥状态下拌合均匀，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，粉尘污染及回弹情况较严重，隧道内喷射混凝土施工不得采用干喷工艺。

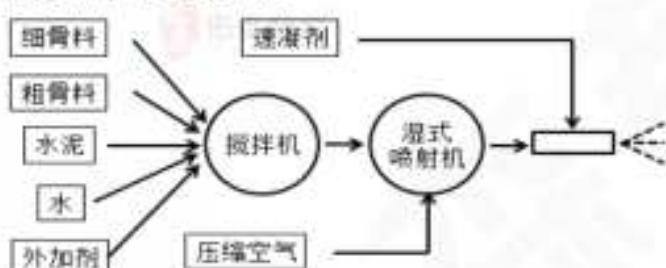




干喷、潮喷工艺流程

2. 潮喷法是将骨料预加少量水，使之呈潮湿状，再加水泥拌合，送至喷嘴处并与压力水混合后进行喷射的方法。与干喷相比，上料、拌合及喷射时的粉尘少。

3. 湿喷法是将水泥、砂、石和水在按比例拌合均匀，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。



湿喷工艺流程

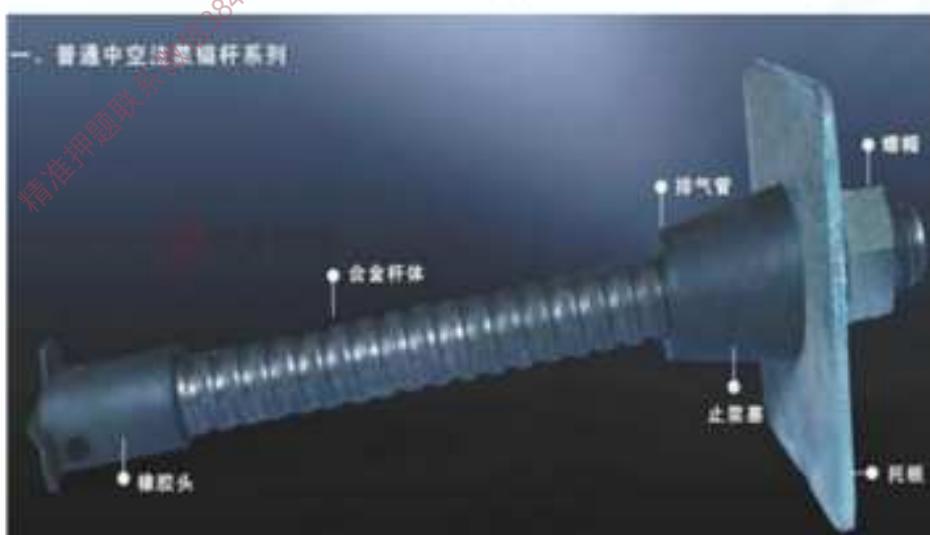
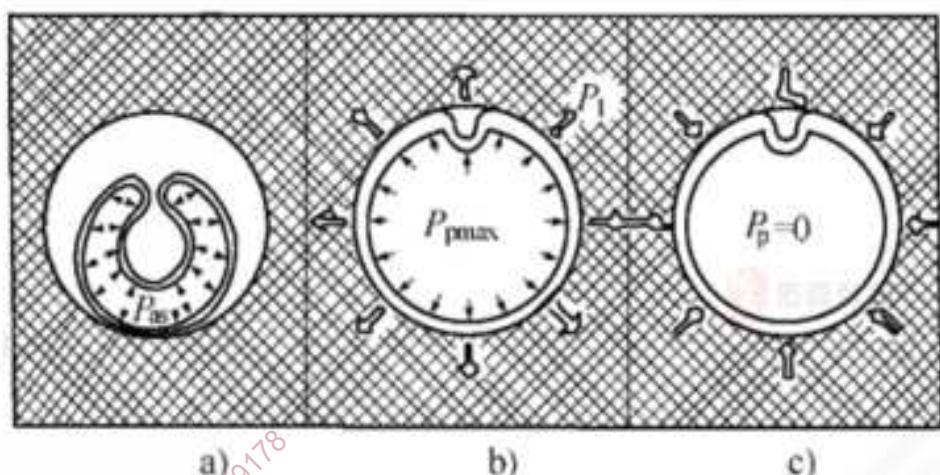


唯一联系微信3849178

(二) 锚杆

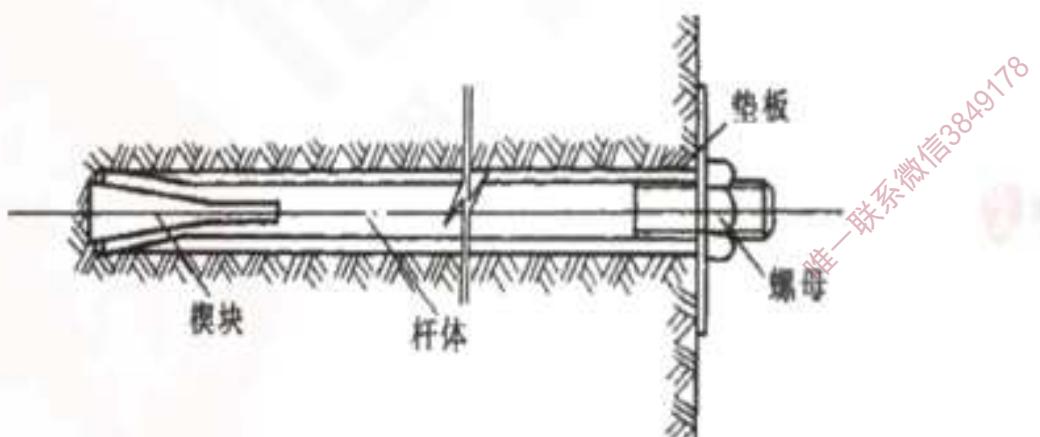
锚杆种类有砂浆锚杆、药卷锚杆、中空注浆锚杆、自进式锚杆、组合中空锚杆和树脂锚杆等。按照锚固形式可划分为全长粘结形、端头锚固体、摩擦形和预应力形四种。

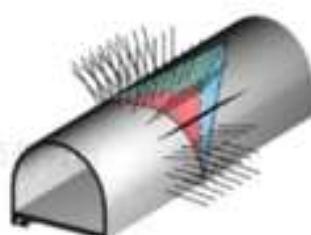
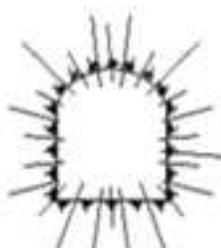




全长粘结型主要有普通水泥砂浆锚杆、树脂锚固锚杆、早强水泥砂浆锚杆、树脂锚杆、水泥卷锚杆、中空注浆锚杆和自钻式注浆锚杆等。

端头锚固型





锚杆的布置

- ◆ 锚杆宜垂直隧道周边轮廓布置，对水平成层岩层，应尽可能与层面垂直布置。
- ◆ 在岩面上锚杆宜成菱形排列，纵横间距为0.6~1.5m。
- ◆ 系统锚杆间距不宜大于锚杆长度的1/2，在V、VI级围岩中，锚杆间距宜为0.5~1.2m。

(三) 钢支撑

1. 钢拱架

2. 格栅钢架

- ◆ 对于自稳时间很短的V、VI级围岩隧道；
- ◆ 浅埋、偏压隧道；
- ◆ 隧道处于粉细砂、大面积淋水等地段；
- ◆ 为了抑制围岩过大的变形。



格栅钢架

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。

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。





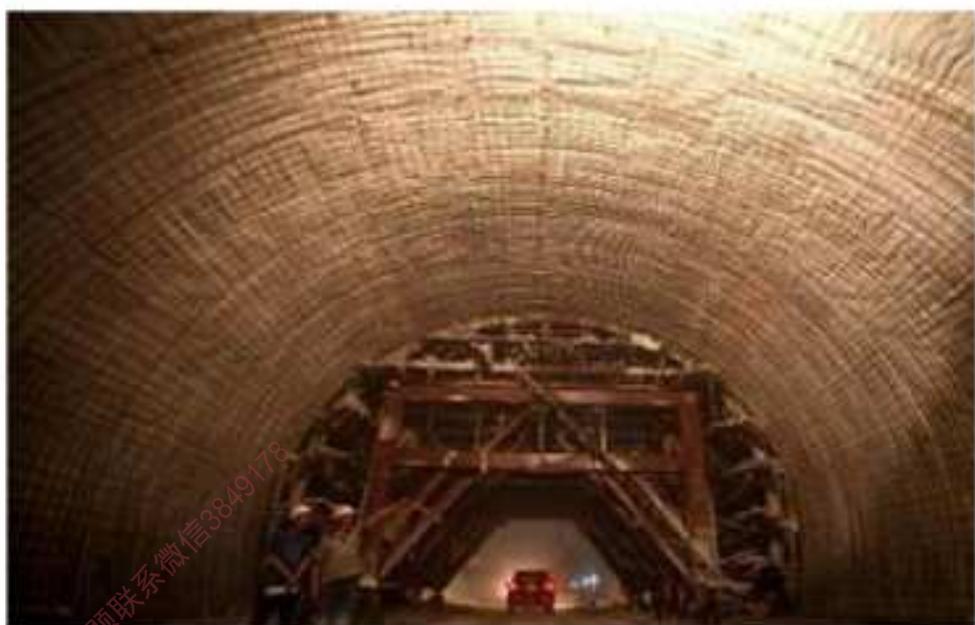
（四）锚喷支护

包括锚杆支护、喷射混凝土支护、喷射混凝土锚杆联合支护、喷射混凝土钢筋网联合支护、喷射混凝土与锚杆及钢筋网联合支护、喷钢纤维混凝土支护、喷钢纤维混凝土锚杆联合支护，以及上述几种类型加设型钢（或钢拱架）而成的联合支护。

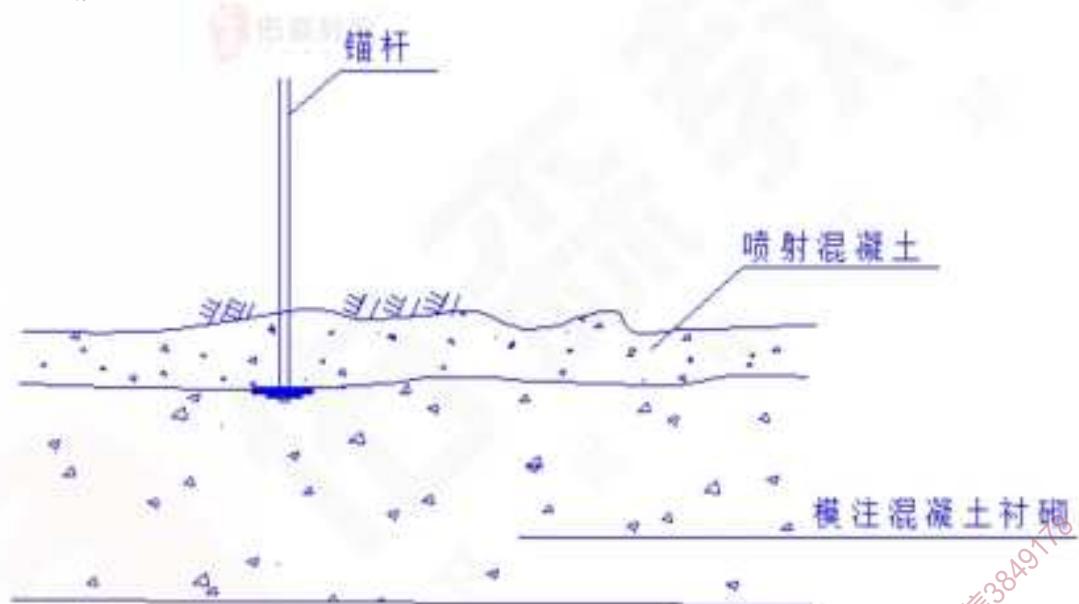
作为初期支护，目前在隧道工程中使用最多的组合形式是锚杆加喷射混凝土、锚杆加钢筋网再加喷射混凝土、钢架加锚杆加钢筋网再加喷射混凝土。

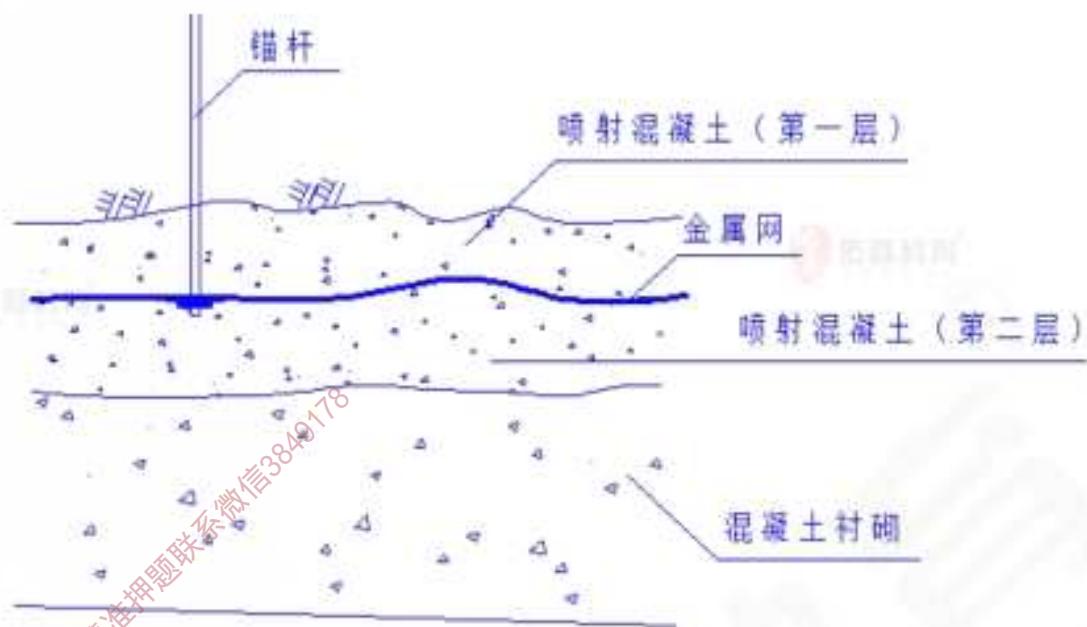
钢筋网及钢拱架要被喷射混凝土所包裹、覆盖，即喷射混凝土要将钢筋网和钢拱架包裹密实。





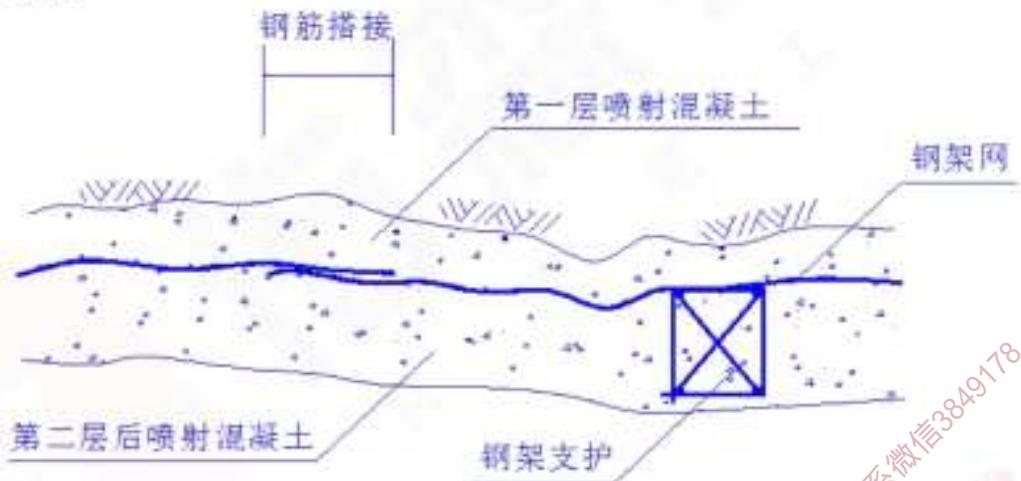
施工流程：初喷（4cm）→打锚杆→挂钢筋网→复喷（1-3次达到设计厚度）→二次衬砌

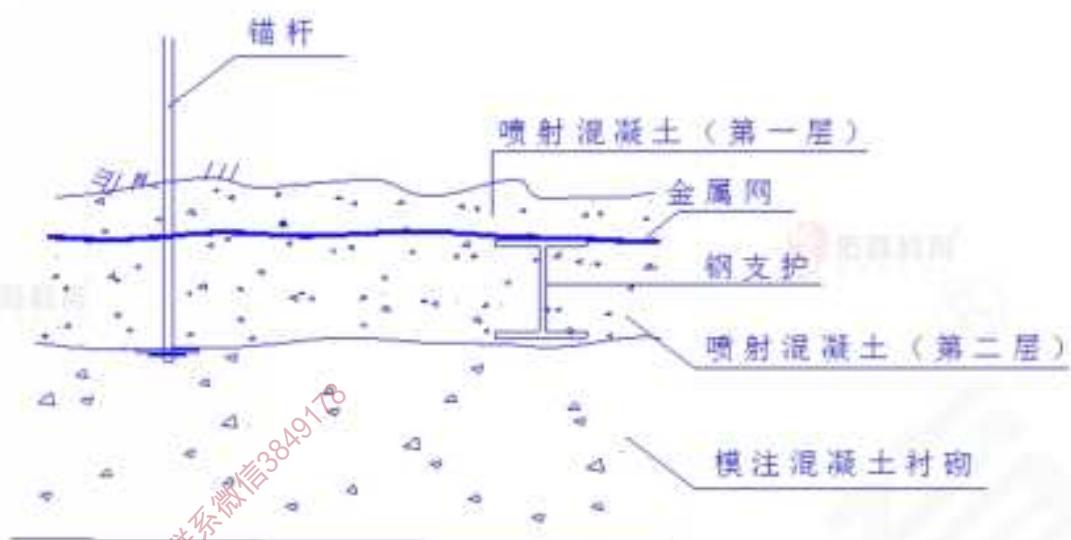




顺序 2: 初喷 (4cm) → 打锚杆 → 挂钢筋网 → 立钢拱架 → 复喷 (1-3 次达到设计厚度)
→ 二次衬砌

顺序 3: 初喷 (4cm) → 挂钢筋网 → 立钢拱架 → 复喷 (1-2 次) → 打锚杆 → 再复喷 (2cm)
→ 二次衬砌





三、模筑混凝土衬砌

单层衬砌中的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。

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、先墙后拱的顺序连续浇筑。在隧道纵向，则需分段进行，分段长度一般为8~12m。

1. 衬砌施工的准备工作

(1) 整体移动式模板台车

整体移动式模板台车采用大块曲模板、机械或液压脱模、背附式振捣设备集装成整体。

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



隧道二衬整体移动式模板台车

(3) 主洞模板施工

④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，振捣窗周边应加强，防止周边变形，窗门应平整、严密、不漏浆。

⑤顶模设置通气孔、注浆管。

(4) 特殊洞室模板施工





特殊洞室模板施工应满足下列要求：

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采用拼装模板施工时，应采用先墙后拱或全断面浇筑，不得采用先拱后墙浇筑。

3. 仰拱和底板施工

(1) 仰拱混凝土超前拱墙混凝土施工的超前距离，宜保持3倍以上衬砌循环作业长度。仰拱施工宜整断面一次成型，不宜左右半幅分次浇筑。底板混凝土可半幅浇筑，但接缝应平顺，做好防水处理。

(2) 隧道底部（包括仰拱），超挖在允许范围内应采用与衬砌相同强度等级混凝土浇筑。

(3) 仰拱以上的混凝土或片石混凝土应在仰拱混凝土达到设计强度的70%后施工。

(4) 仰拱和底板混凝土强度达到设计强度100%后方可允许车辆通行。

2. 混凝土施工

混凝土施工包括混凝土的配合比确定，混凝土搅拌、运输、浇筑、振捣和养护等内容。

(1) 混凝土配合比

①混凝土拌制前，应测定砂、石含水率，根据测试结果调整施工配合比材料用量。

②衬砌采用防水混凝土时，防水混凝土配合比和集料级配应经试验确定，可采用防水水泥或掺加增强密实性的外加剂。

③冬期施工的混凝土可掺加引气剂。

(2) 混凝土搅拌

衬砌混凝土应采用强制式混凝土搅拌机搅拌。

(3) 混凝土运输

①混凝土拌合物在运输过程中，应保持均匀性，不应产生分层、离析、撒落及混入杂物等现象；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。

(4) 混凝土浇筑

①混凝土浇筑应采用混凝土输送泵送料入模、均匀布料；混凝土入模温度应控制在5~32℃。

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。

(5) 混凝土振捣

①宜采用附着式和插入式振捣相结合的方式振捣。





②振捣不应使模板、钢筋和预埋件移位。

(6) 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隧道内空气湿度不小于 90% 时，可不进行洒水养护。

3. 仰拱衬砌、仰拱回填和垫层施工

(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 1.5 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。

四、公路隧道施工安全步距要求

(1) 仰拱与掌子面的距离，III 级围岩不得超过 90m，IV 级围岩不得超过 50m，V 级及以上围岩不得超过 40m。

(2) 软弱围岩及不良地质隧道的二次衬砌应及时施作，二次衬砌距掌子面的距离 IV 级围岩不得大于 90m，V 级及以上围岩不得大于 70m。

B414034 公路隧道防水与排水

防、排、截、堵相结合

一、施工防水

(一) 隧道洞口及辅助坑道洞（井）口排水系统应符合的要求

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。





洞顶截水沟

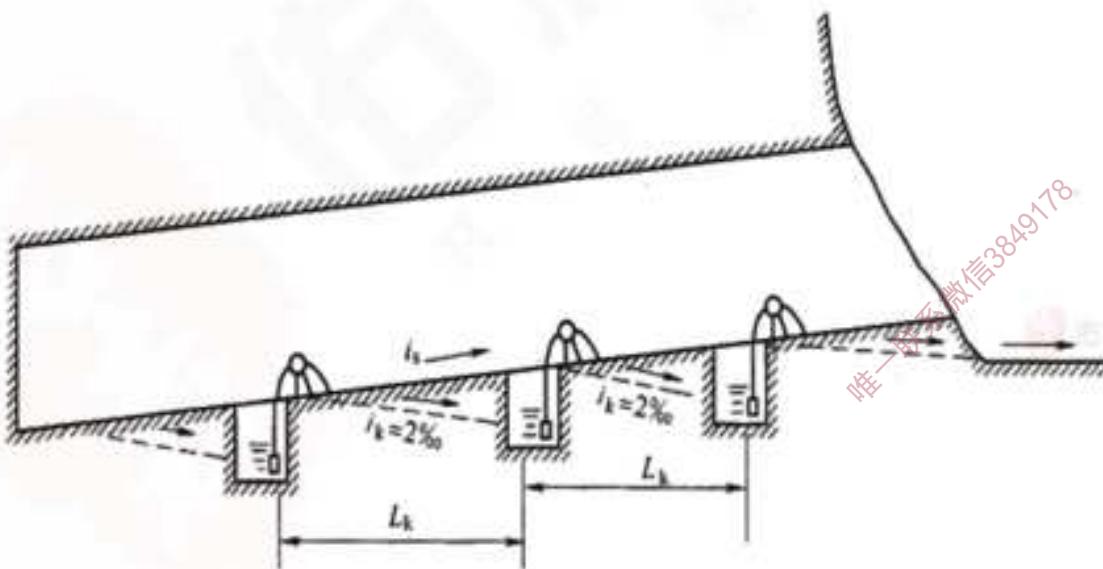
(二) 覆盖层较薄和渗透性强的地层, 地表水处理应符合的要求

6. 洞顶设有高压水池时, 水池位置宜远离隧道轴线, 水池应有防渗措施, 对水池溢水应有疏导设施。

7. 隧道地表沟谷(槽)、坑洼、钻孔、探坑等, 宜采用疏导、勾补、铺砌和填平等措施, 废弃的坑洞、钻孔等应填实密闭, 防止地表水下渗。

(三) 洞内反坡排水应符合的要求

井下工作水泵的排水能力应不小于1.2倍正常涌水量, 并应配备备用水泵; 井下备用水泵排水能力不应小于工作水泵排水能力的70%。



(四) 井点降水施工应符合的要求

(2) 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。

(3) 工作水泵的排水能力应不小于预测抽水量的1.2倍。

(5) 隧道施工期间围岩地下水位应保持在开挖线以下0.5m。

(五) 隧道施工有平行导坑或横洞时的排水要求





(六) 防突涌水措施

开挖面布置超前钻孔，预防水囊、暗河、高压涌水等的危害。

二、结构防排水

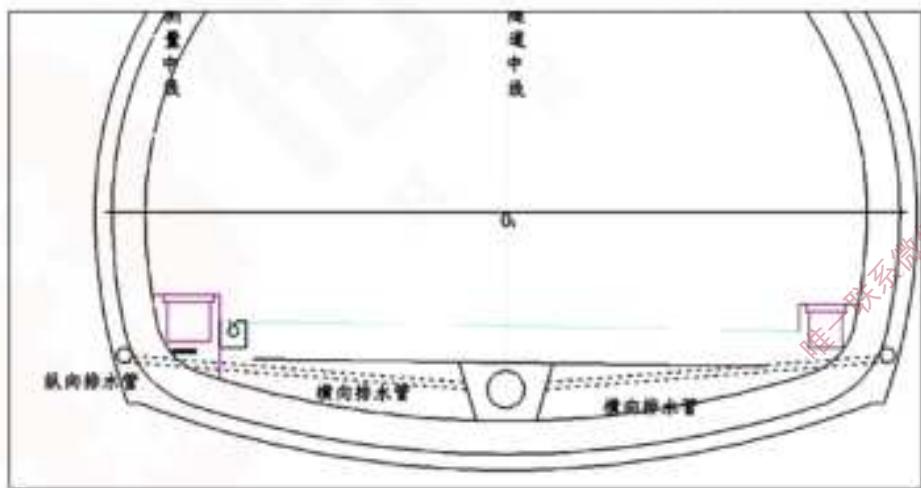
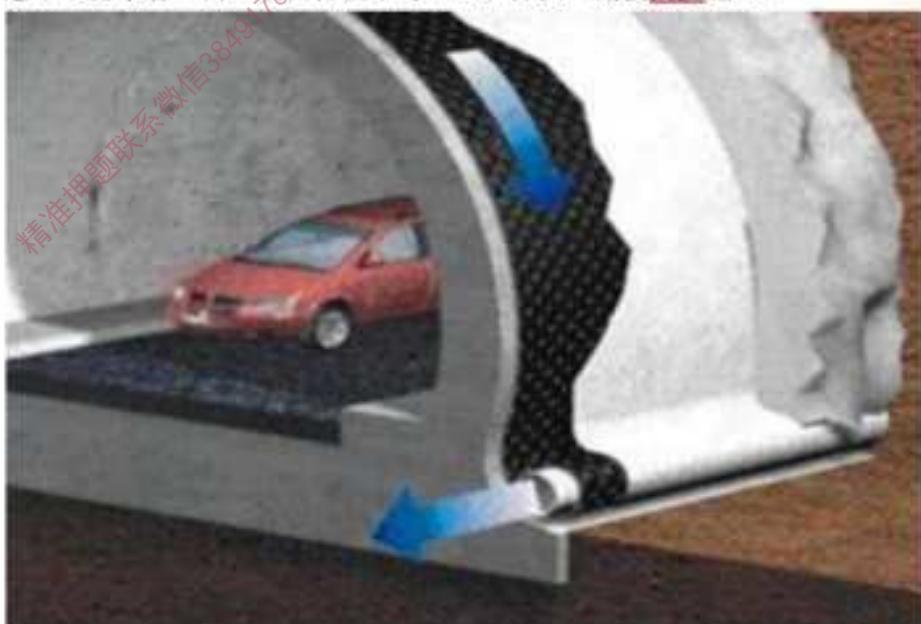
2. 纵、横、环向盲管、中心排水管（沟）的施工应符合的要求

③ 环向排水盲管应紧贴支护表面或渗水岩壁安设，排水盲管布置应圆顺，不得起伏不平。

④ 排水管系统应按设计连通形成完整的排水系统。管路连接宜采用变径三通方式，连接应牢固、畅通，安装坡度应符合设计要求。

⑤ 中心排水管（沟）基础的总体坡度、段落坡度、单管坡度应协调一致，并符合设计要求，不得高低起伏。

⑥ 中心排水管（沟）设在仰拱下时，应和仰拱、底板同步施工。



3. 防水板宜选用高分子材料，幅宽2~4m，厚度不宜小于1.5mm，并应符合设计要求，耐刺穿性好、柔性好、耐久性好。防水板铺设应超前二次衬砌施工1~2个衬砌段，并应与开挖掌子面保持一定距离。

(3) 防水板的搭接缝焊接质量应按充气法检查，当压力表达达到0.25MPa时停止充气。

三、注浆防水

1. 注浆防水方式的选择





富水区：全断面帷幕注浆或周边注浆。

围岩基本稳定：超前局部注浆。

有一定自稳能力：径向注浆。

2. 注浆防水施工要求

(5) 钻孔注浆顺序应由下往上、由少水处到多水处、隔孔钻注。

(6) 预注浆检查孔的渗水量应小于设计允许值，浆液固结达到设计强度后方可开挖。
径向注浆结束后应达到设计规定的允许渗漏量。

常用的结构排水设施有：盲沟→泄水孔→排水沟。

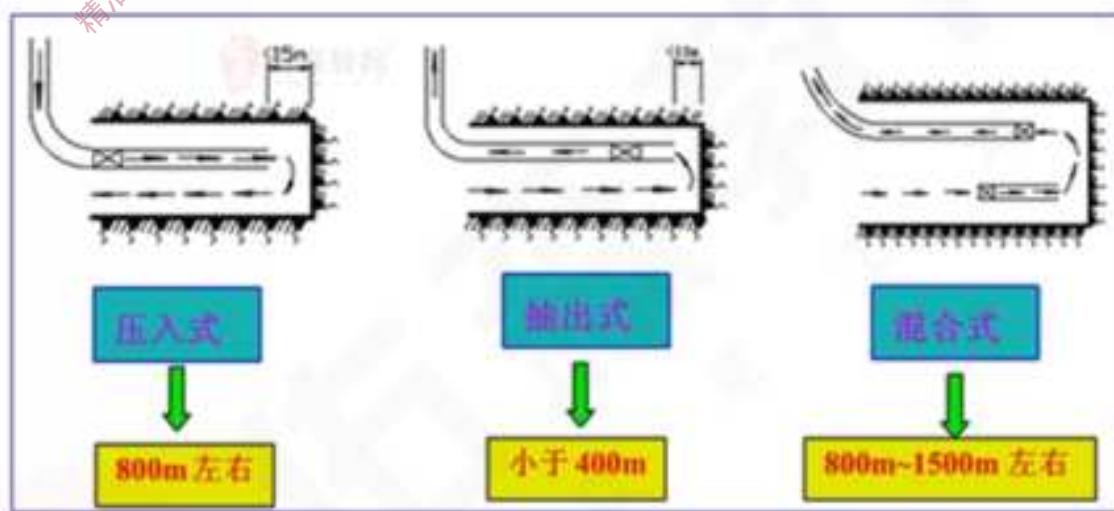
1B414035 隧道通风防尘及水电作业

一、通风

实施机械通风，必须具有通风机和风道，按照风道的类型和通风安装位置，有如下几种通风方式：

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。



通风方式

(1) 风管式通风



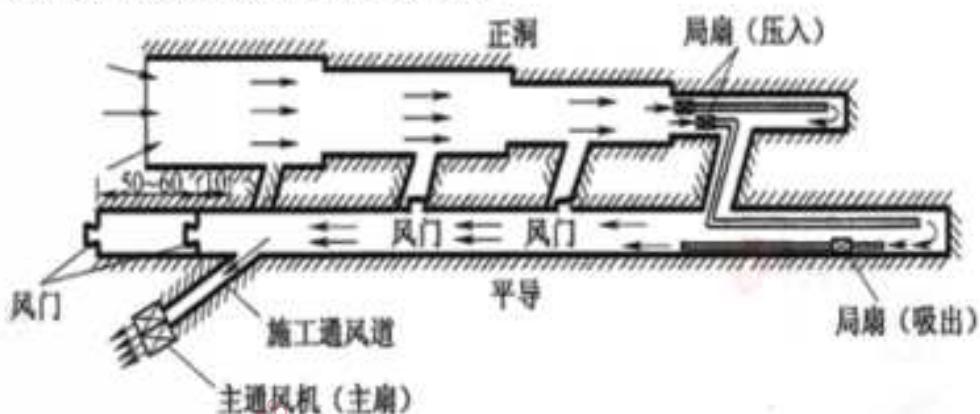
压入式通风

(2) 荫道式通风





利用巷道，适用于有平行导坑的长隧道。



(3) 风墙式通风

这种通风方式是利用隧道成洞部分空间，用砖砌或木板隔出一条风道，代替大直径风管，以缩短风管长度，而又能增大供风量满足通风要。

二、防尘

(一) 湿式凿岩标准化

湿式凿岩即打“水风钻”，根据风钻内的供水方式不同，又分为旁侧供水和中心供水两种。

4. 应先开水后开风，先关风后关水，凿岩时机体与钻钎方向应一致，不得摆动，以免卡断水针。

5. 在特别缺水地区，可用“干式捕尘”装置来代替湿式凿岩，但效果欠佳。

(二) 机械通风正常化

机械通风可稀释空气中的粉尘含量，是降低洞内粉尘含量的重要手段。因此在一般主要作业（钻眼、装渣等）进行期间应始终保持风机的运转。

(三) 喷雾洒水正规化

喷雾洒水不仅能降低围爆破、出渣等所产生的粉尘，还能溶解少量的有害气体（如二氧化碳、硫化氢等）并能降低温度，使空气清新。

三、供水

四、供电

1. 隧道供电电压应符合以下要求：

(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. 供电线路布置和安装应符合下列要求：

(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煤矿专用密封阻燃钢芯电缆，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。

1B414036 公路隧道辅助坑道施工

主要类型有竖井、斜井、平行导坑、横洞等。

辅助坑道与正洞交叉口施工应符合下列规定：





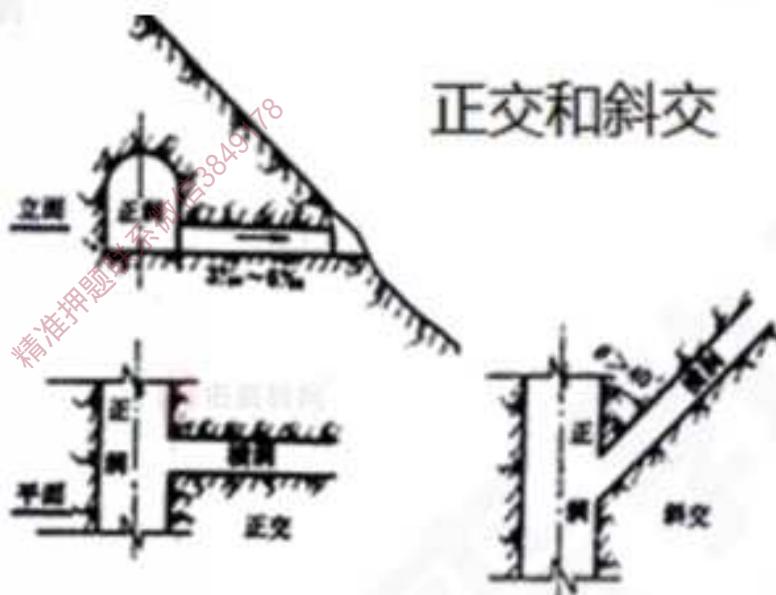
1. **先加固、后开挖**。根据地质情况，辅助坑道与正洞边墙相交的 **3~5m** 范围的初期支护应加强，必要时浇筑混凝土衬砌。

2. 辅助坑道进入正洞的门洞应浇筑钢筋混凝土（或型钢）“门架”或过梁。

3. 辅助坑道进入正洞后的挑顶施工，**应从外向内逐步扩大**，并始终保持逃生通道的畅通。

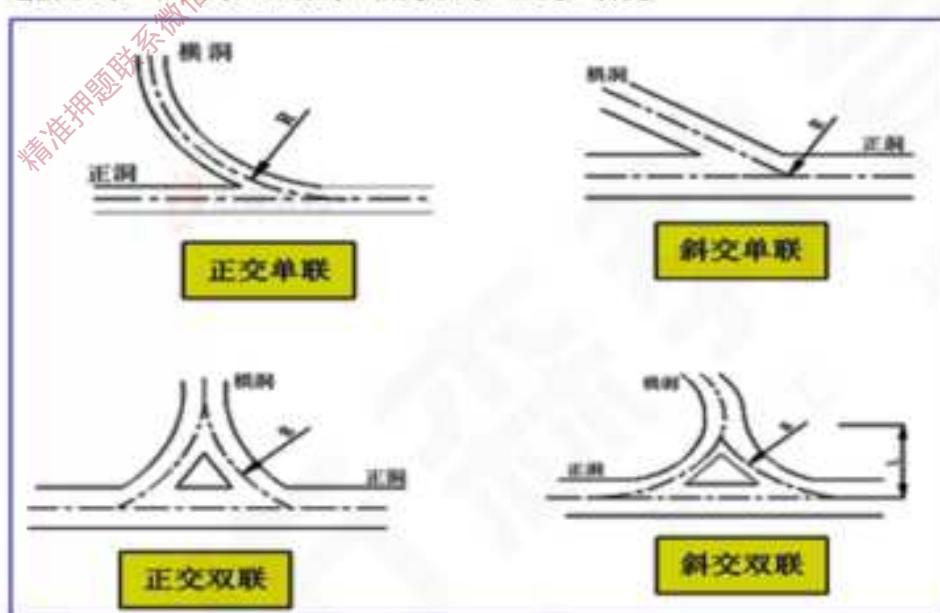
一、横洞与平行导坑

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。





连接形式：单联式、双联式、相交形式、正交、斜交



1. 当横洞开挖工作面与正洞的距离小于 10m 时，应调整爆破参数，降低循环进尺，减小爆破对正洞围岩的扰动。

平行导坑（平导）

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。平行导坑的横通道施工，应先加固交叉口后开挖。



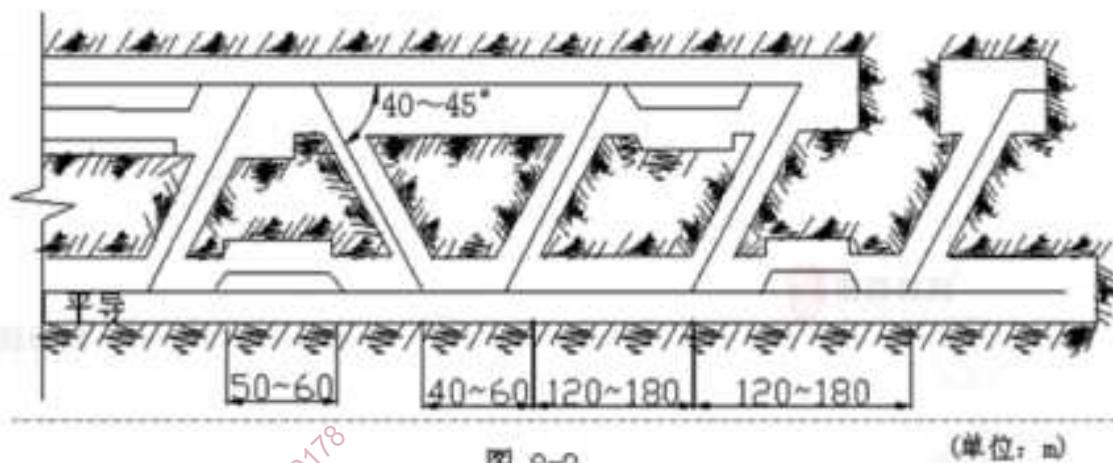
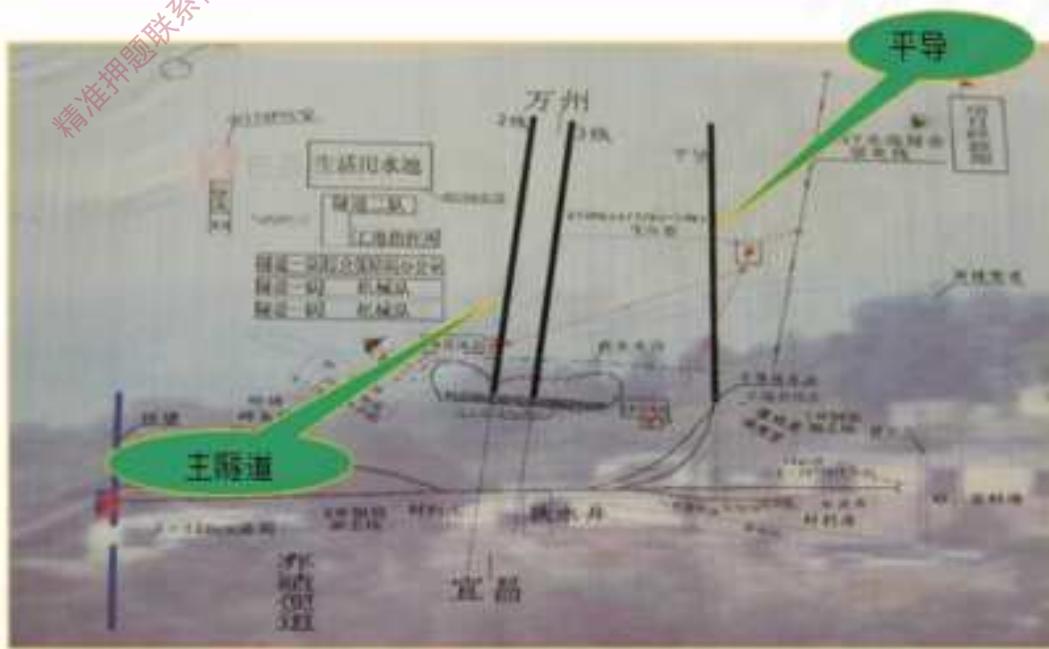


图 8-2.



优点：

- ◆增加正洞施工作业面；
- ◆具有提前探明地质情况，为正洞施工提供可靠地质资料；
- ◆布置“三管两路”，减少正洞施工干扰；
- ◆排水；
- ◆布置测量导线网；
- ◆和正洞组成巷道式通风系统。

三管：风管、给水管、排水管；

两路：动力和照明线路、人行道路及运输组织

二、斜井

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。



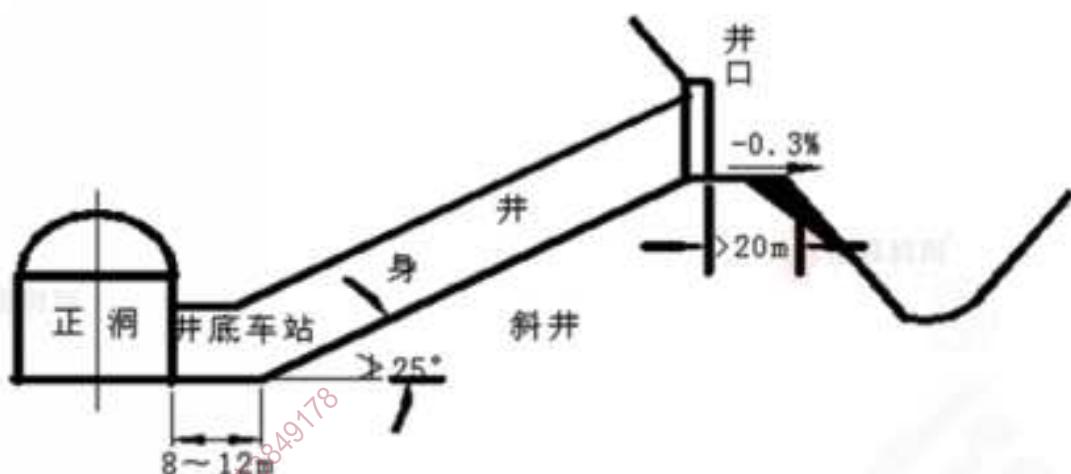
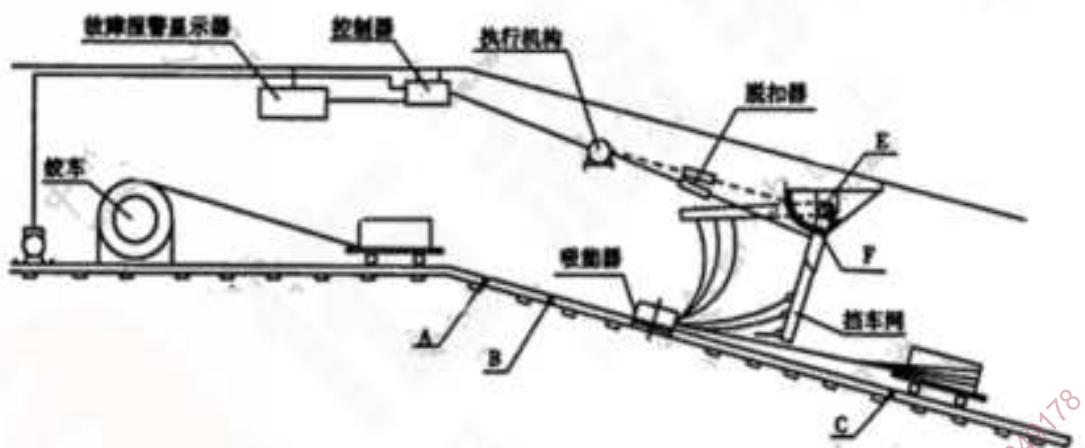
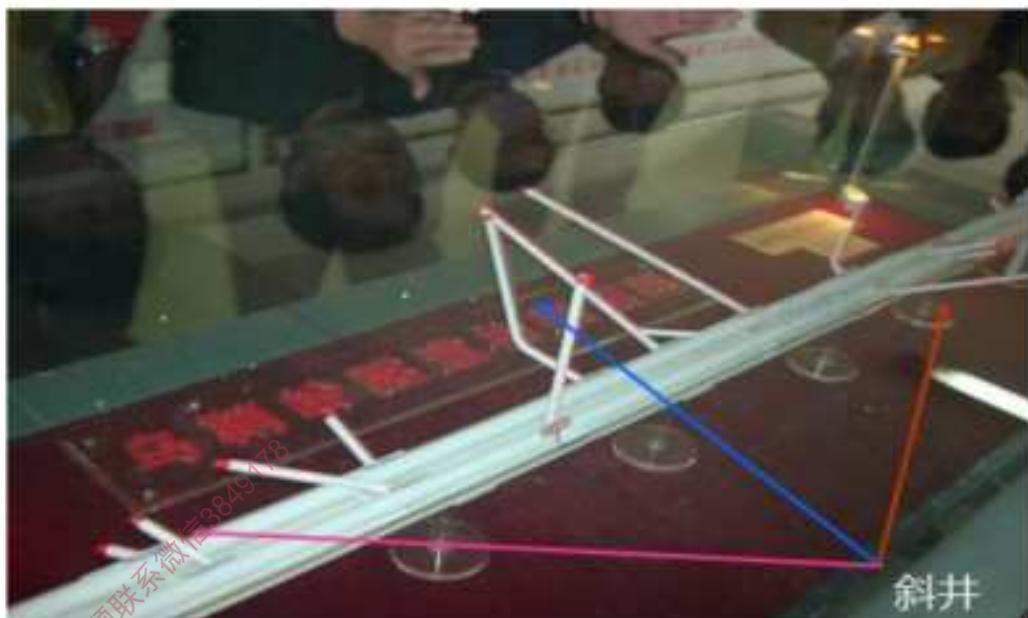


图 8-3

(2) 每个循环进尺都应检测其高程并控制井身的斜度，每隔 20~30m 应复核其中线、高程，确保斜井的位置正确。

(3) 斜井使用应严格按照设计要求及时支护。当斜井倾角大于 30° 且地质条件较差的斜井衬砌，其墙基的末端应做成台阶形式。斜井防水板和二次衬砌台车应采取地锚、丝杠等锚固防滑措施。





2. 斜井排水

(1) 斜井施工期间，视出水量大小设水仓或临时集水坑贮水，开挖工作面的积水用潜水泵先排到水仓（或临时集水坑），再用抽水机排出洞外；

(2) 正洞施工期间，斜井的出水沿水沟顺坡排到斜井底的水仓，与正洞排水汇集一起，用抽水机排出洞外，必要时斜井中间再设接力水仓。

(3) 有涌、突水可能的隧道，设备配置应考虑备用，电力应设置双回路，并有备用电源。

3. 斜井挑顶施工规定：

(2) 软弱围岩地段应进行预加固处理。

(3) 采用钻爆法掘进时应以减小单段最大爆破药量为原则降低对围岩的扰动。

(4) 可适当增大围岩预留变形量。





4. 斜井采用有轨运输时，应进行轨道、转载场、淹仓、水电系统、通风等设计，且人行道应设扶手。

(2) 提升绞车应有深度指示器及**自动示警**，设有防过卷装置

(4) 提升绞车与井口、井底均应有**联络信号装置**，并有专人负责。每次提升、下放、暂停应有明确的信号规定。

(5) 井口轨道中心必须设置**安全挡车器**，有专人管理并经常处于关闭状态，放车时方准打开。

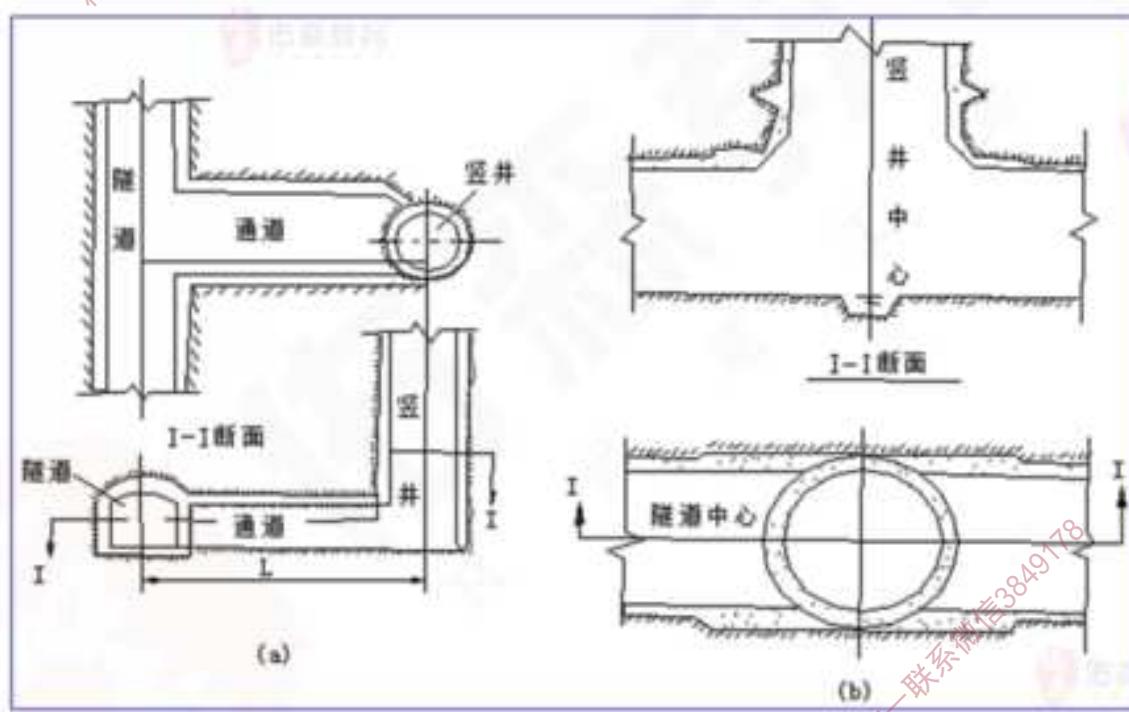
(6) 应每隔100m设置1处防**溜车装置**。在挡车器下方约5~10m及接近井底前10m处应各设一道防溜车装置。

(10) 严禁人员乘斗车上上下，当斜井垂直深度超过50m时，应有**运送人员的专用设施**。

三、竖井（自上往下单行作业、正洞掘进已超前斜井位置时，可采用自下往上的施工方法。）

布置原则：

- ◆ 竖井位置可设在隧道中心线一侧；
- ◆ 竖井中心与隧道中心之间的距离一般为15~20m；
- ◆ 竖井可设在隧道中心线上。





515米深的xx隧道大台竖井井口
竖井





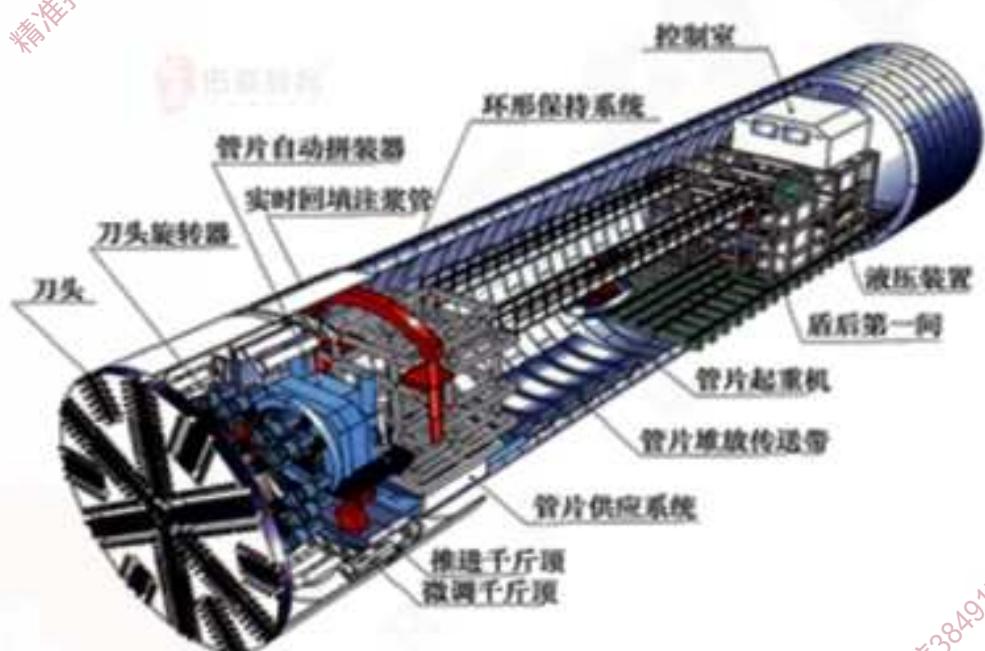
1. 井口的锁口圈应在井身掘进前完成。锁口圈应采用钢筋混凝土结构，并与下部井壁连成整体，作为井架基础时，应与井架结构连成整体；顶面应高出地面 0.5m。
2. 井身开挖宜采用直眼掏槽，岩层倾斜较大且裂隙明显，可采用楔形掏槽或其他形式掏槽。
3. 井口应配置井盖；井口应设防雨设施，通向井口的轨道应设挡车器；井口周围应设防护栏杆和安全门，防护栏杆的高度不得小于 1.2m。
4. 竖井井架应安装避雷装置。
5. 竖井装渣宜采用抓岩机。
6. 井口段、马头门及地质较差的井身地段宜采用钢筋混凝土衬砌，衬砌分节自下而上进行，并按需要设置壁座或安设锚杆。
7. 竖井作业应建立简单、可靠、联锁严密的信号系统。每一台提升绞车信号系统应独立。

1B414037 公路隧道盾构施工

一、盾构法工作原理

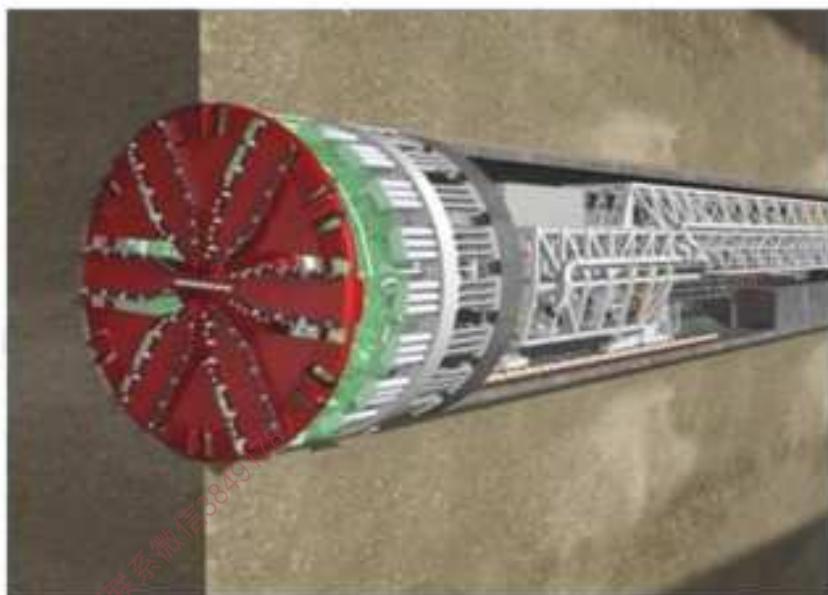
盾构法是暗挖法施工中的一种全机械化施工方法。它是将盾构机械在地层中推进，通过盾构外壳和管片支承四周围岩防止发生往隧道内的坍塌。同时在开挖面前方用切削装置进行土体开挖，通过出土机械运出洞外，靠千斤顶在后部加压顶进，并拼装预制混凝土管片，形成隧道结构的一种机械化施工方法。





唯一联系微信3849178

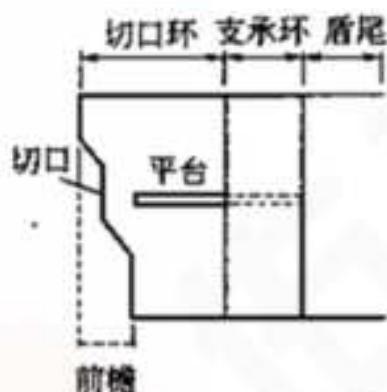




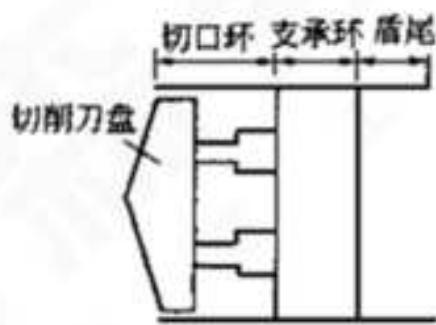
二、盾构机分类及适用范围

盾构机外形上看是一个大的钢管机，较隧道部分略大，它是设计用来抵挡外向水压和地层压力的。它包括三部分：前部的切口环、中部的支撑环以及后部的盾尾。

盾构的三大要素：开挖面稳定、掘进及排渣、管片衬砌及壁后注浆。



a) 全敞开式·部分敞开式盾构



b) 封闭式盾构

纵构盾剖图

大多数盾构的形状为圆形，也有椭圆形、半圆形、马蹄形及箱形等其他形式。

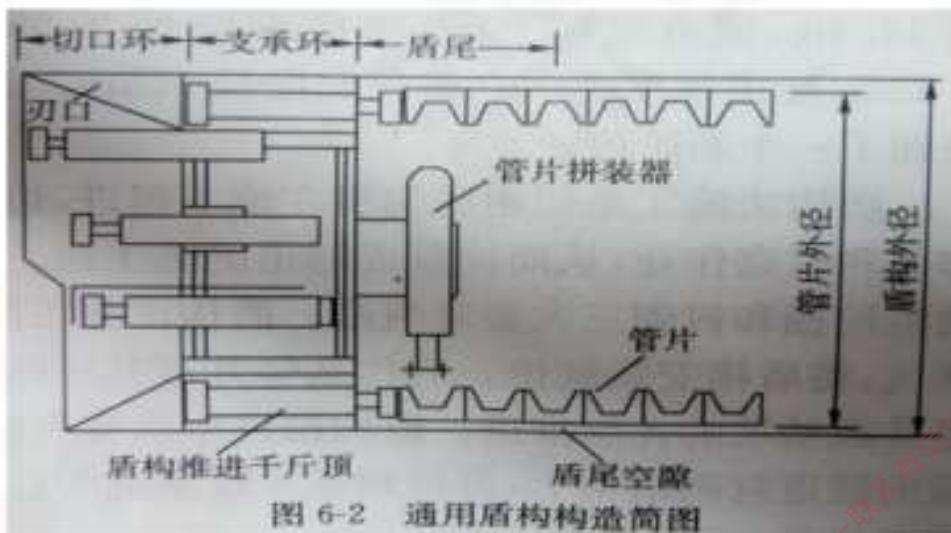




国内盾构施工常用的盾构形式：土压平衡盾构、泥水平衡盾构。

盾构整个施工过程：包含盾构始发、盾构掘进、掘进方向控制、壁后注浆、管片安装、盾构到达等6个主要施工工序。

通用机构一般由外壳、掘土机构、推进机构、挡土机构、管片组装机构、附属机构等组成。





挡土机构：

挡土机构是为了防止掘削时，掘削面地层坍塌和变形，确保掘削面稳定而设置的机构。该机构因盾构种类的不同而不同。

对泥水盾构而言，挡土机构是泥水舱内的加压泥水和刀盘面板。对土压盾构而言，挡土机构是土舱内的掘削加压土和刀盘面板。

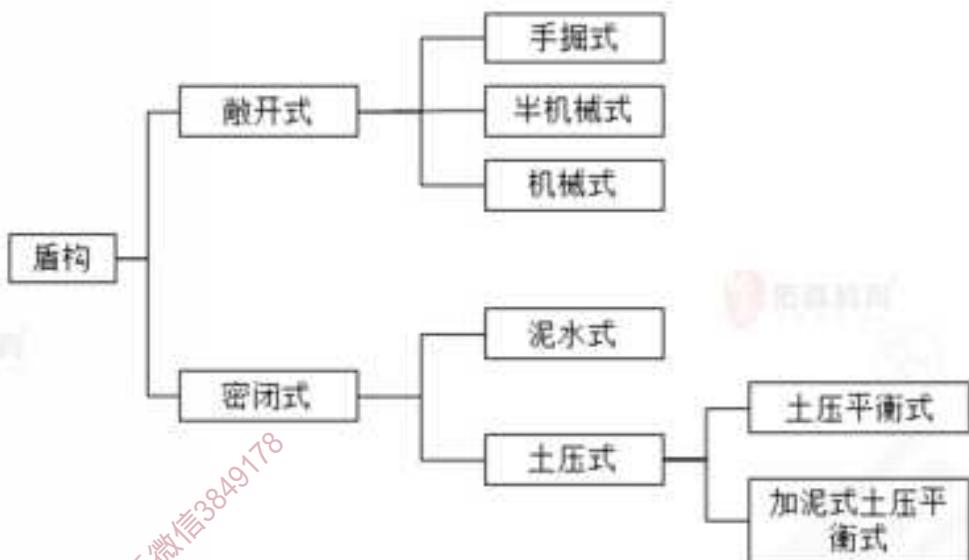
掘削机构：

对机械式盾构、封闭式（土压式、泥水式）盾构而言，掘削机构即掘削刀盘。



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、半机械式和机械式三种。各类盾构机的适用范围如下：





1. 手掘式盾构

手掘式盾构是最原始的一类盾构，其构造简单，配备较少，造价低。盾构顶部有活动前檐以支护上部土体，挖土由人工从上往下进行，每隔2~3m设一作业平台，可适应各种复杂地层，开挖面可根据地质条件全部敞开，也可采用正面支撑，随开挖随支撑。施工人员可观察到地层变化情况，遇到桩、孤石等地下障碍物时，比较容易处理，容易进行盾构纠偏，也便于在曲线段施工。



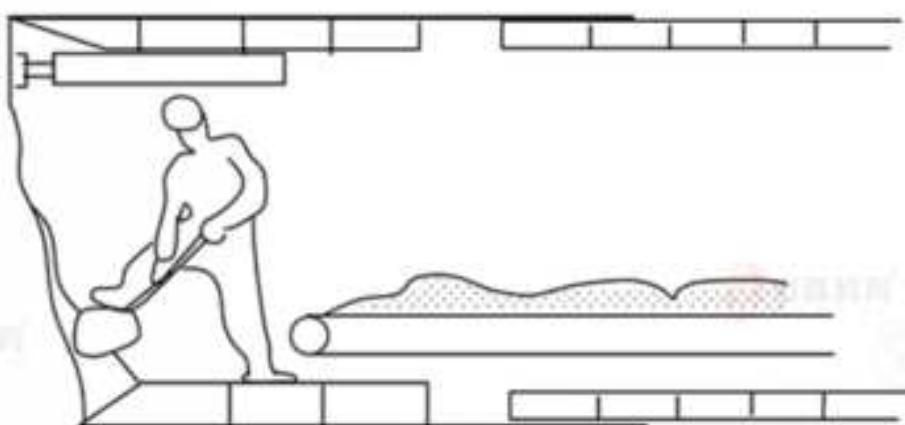
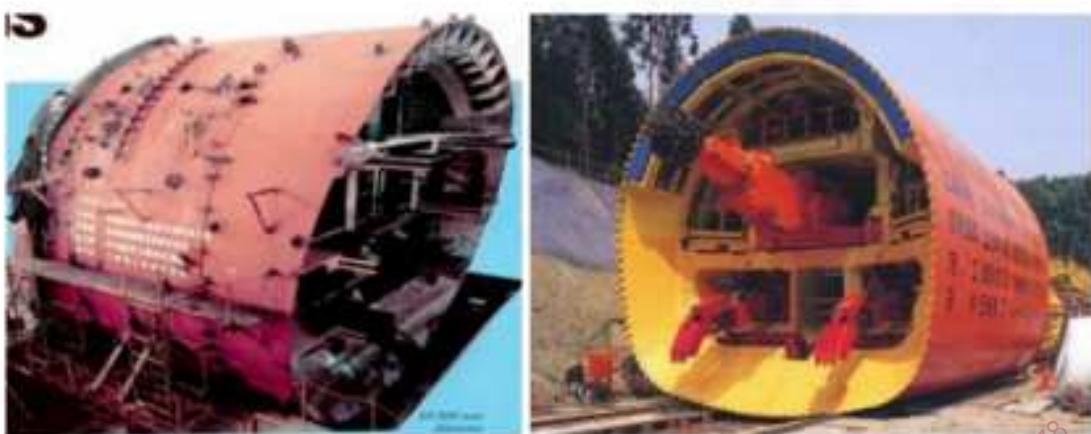


图 5-5-2 手掘式盾构构造

2. 半机械式盾构

在手掘式盾构正面装上挖土机械和出土装置，即成为半机械式盾构。挖土装置有铲斗式、切削式和混合式三种形式。铲土式适用于黏土和砂砾混合层，切削式适用于硬黏土和硬砂土层，混合式适用于自立性较好的土层，如遇土质坚硬可安装软岩掘进机的切削头子，其适用范围基本上与手掘式盾构一样。



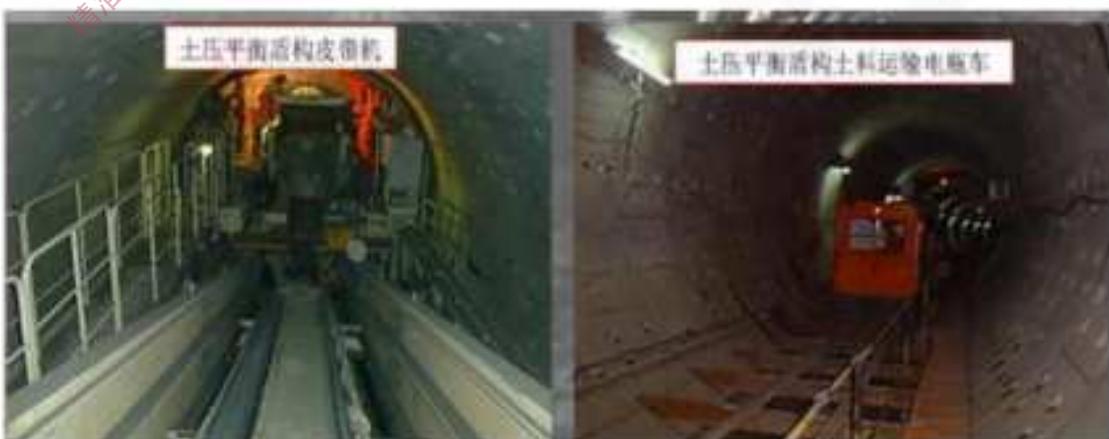
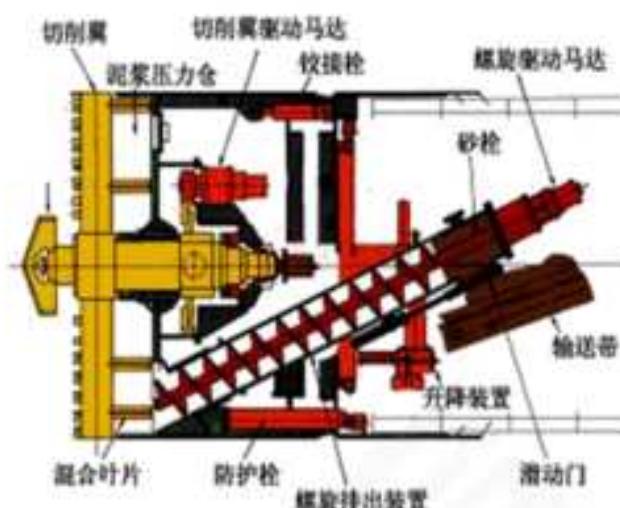
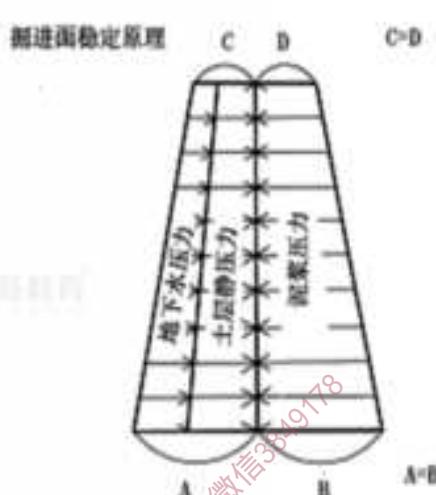
3. 机械式盾构

在手掘式盾构的切口环部分，安装与盾构直径大小相同的旋转大刀盘，对土体进行全断面开挖的盾构，称为机械式盾构。它适用于各类土层，尤其适用于极易坍塌的砂性土层中的长隧道，可连续掘进挖土。由刀盘切削产生的土经过刀盘上的预留槽口进入土舱，提升和流入漏斗后，再通过传送带运入出土车。这类盾构有作业环境好、省力、省时、省工、效率高、后续设备多、发生偏差时难纠偏、造价高等特点。

4. 土压平衡盾构

土压平衡盾构前端有一个全断面切削刀盘，盾构的中心或下部有长筒形螺旋运输机的进土口，其出土口在密封舱外。所谓土压平衡，就是用刀盘切削下来的土，如同压缩空气或泥水一样充满整个密封舱，并保持一定压力来平衡开挖面的土压力。



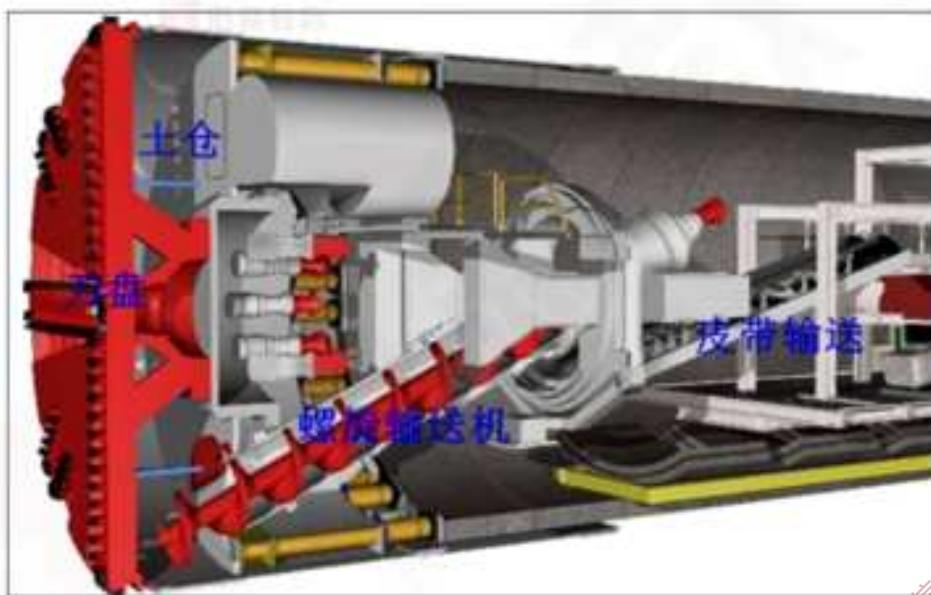
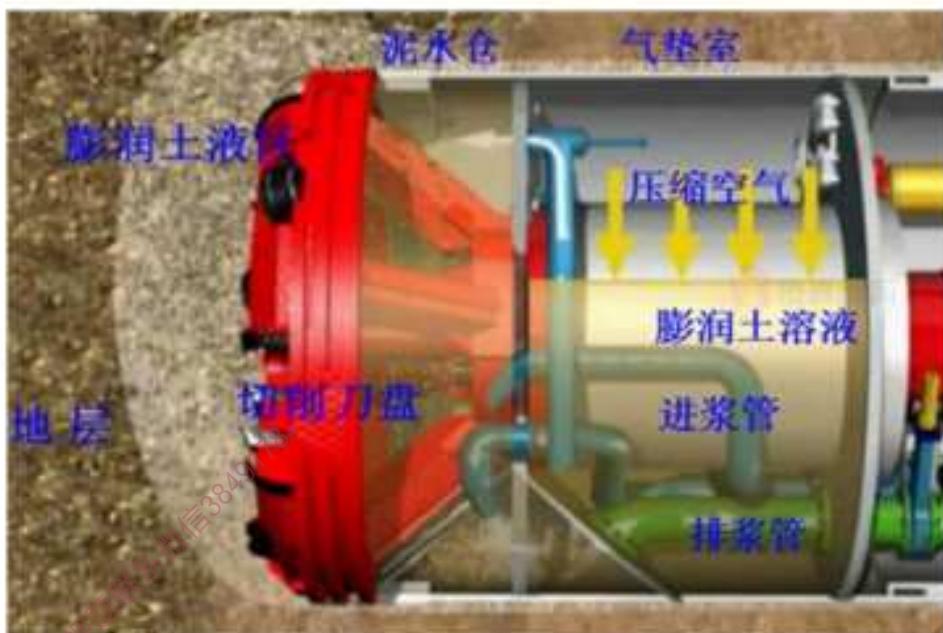


5. 泥水平衡盾构

泥水平衡盾构就是在机械式盾构大刀盘后面设置一道隔板，隔板与刀盘之间作为泥水室，在开挖面和泥水室中充满加压的泥水，通过加压作用，保证开挖面土体的稳定。盾构推进时开挖下来的土体进入泥水室，由搅拌装置进行搅拌。搅拌后的高浓度泥水用液体输送系统送出地面，把送出的浓泥水进行水土分离，然后把分离后的泥水再送入泥水室，不断循环使用，其全部工程均由中央控制台综合管理，可实现施工自动化。

其中土压平衡盾构和泥水平衡盾构应用较为广泛。





三、盾构施工

1. 盾构机运输、组装和解体

2. 盾构掘进

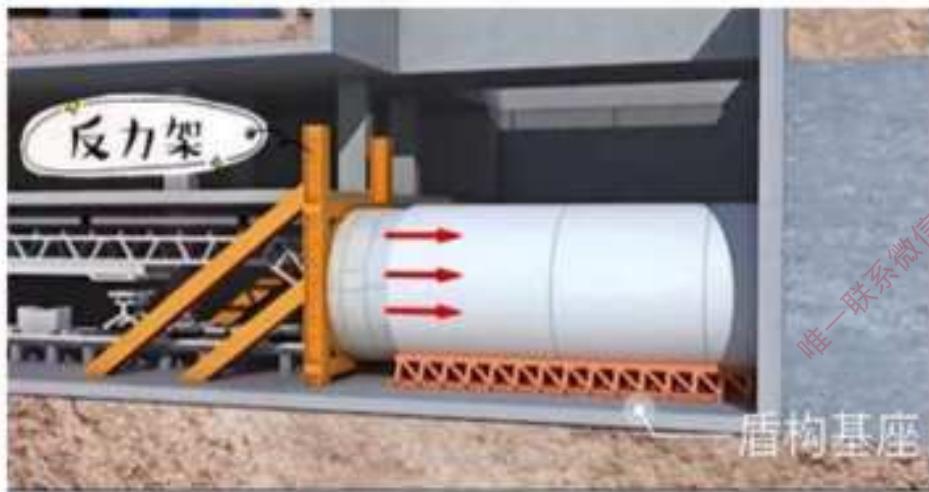
(1) 盾构始发及试掘进阶段应符合的要求

① 盾构始发前应验算盾构反力架及其支撑的刚度和强度，反力架应牢固支撑在始发井结构上；盾构反力架整体倾斜度应与盾构基座的安装坡度一致。





钢封门



③应拆除刀盘不能直接破除的洞门围护结构，拆除前始发工作井端头地基加固与止水效果应良好；拆除时，应将洞门围护结构分成多个小块，从上往下逐个依次拆除，拆除作业应迅速连续。

④洞门围护结构拆除后，盾构刀盘应及时靠紧开挖面。

⑤盾构始发时应在洞口安装密封装置；盾尾通过洞口后，应尽早稳定洞口。





盾构进洞前拆除封门（地下墙）

(2) 盾构正常掘进阶段应符合的要求：

①土压平衡盾构掘进，开挖土体应充满土仓，并应核算排土量和开挖量；泥水平衡盾构掘进，泥浆压力与开挖面水土压力、排土量与开挖量应保持平衡。掘进过程中，应采取防止螺旋输送机发生喷涌的措施。

③盾构机不宜长时间停机，盾构刀具检查和更换地点应选择地质条件好、地层稳定的地段。在不稳定地层更换刀具时，应采取地层加固或压气法等稳定开挖面措施。维修刀盘应对刀盘前方土体采取加固措施或施作竖井。

(3) 盾构到达接收阶段应符合的要求：

②盾构距到达接收工作井 15m内，应调整掘进速度、开挖压力等参数，减小推力、降低推进速度和刀盘转速，控制出土量并监测土仓内压力。

③隧道贯通前 10 环管片应设置管片纵向拉紧装置，贯通后应快速顶推并迅速拼装管片。同时应加强同步注浆和二次补充注浆，盾尾通过洞口后应及时密封管片环与洞门间隙。

3. 管片制作与拼装

(1) 管片制作应符合的要求

②管片应先进行试生产，并随机抽取 3 环 管片进行水平拼装检验，合格后方可正式生产。



③钢筋混凝土管片不得有内外贯通裂缝和宽度大于 0.2mm 的裂缝及混凝土剥落现象。

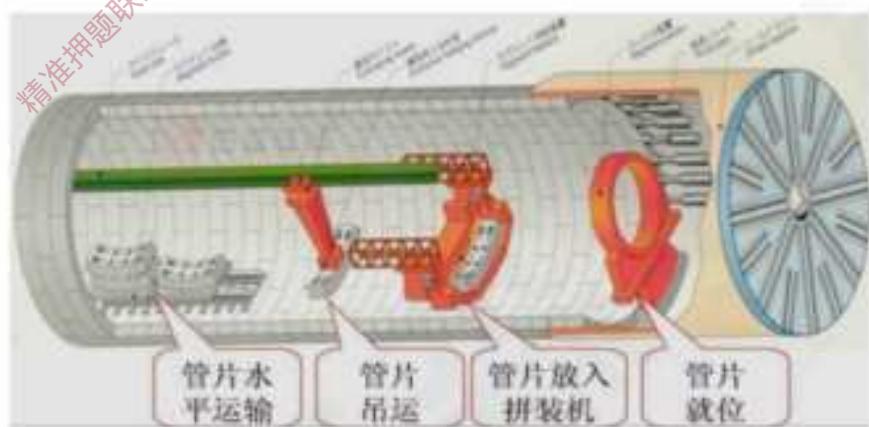




④混凝土管片应进行检漏抽捡测试，每生产 **200 环** 应进行水平拼装检验 1 次。



(2) 管片拼装应符合的要求

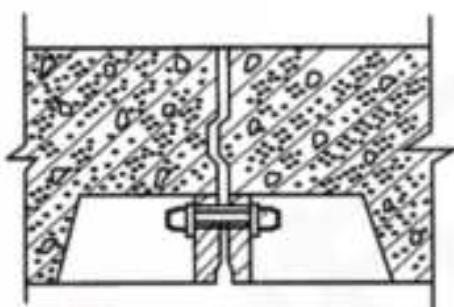




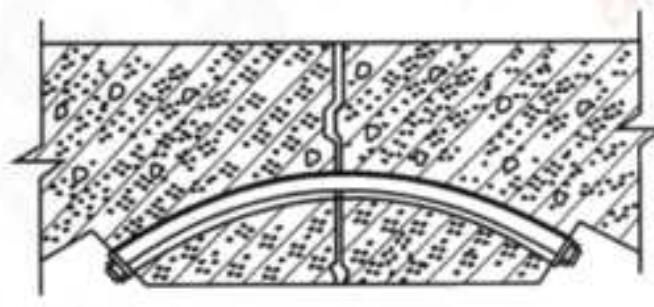
②应严格控制盾构机千斤顶的压力和伸缩量，并保持盾构姿态稳定。



③根据拼装要求逐块拼装，并及时连结成环。

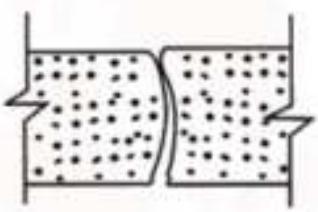


(a)

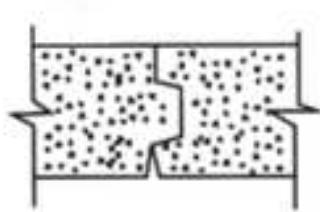


(b)

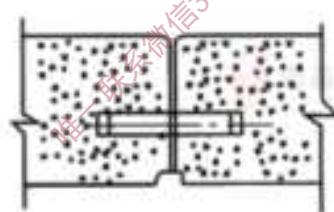
螺栓连接



(a)



(b)



(c)

无螺栓连接

⑤拼装管片时应防止管片及防水密封损坏。

⑥对已拼装成环的衬砌环应进行椭圆度检查。

4. 壁后注浆

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，注浆材料性能应符合设计要求。





5. 结构施工运输。

1B414040 特殊地段施工

1B414041 涌水地段施工特点

一、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；超前围岩预注浆堵水；轻型井点降水及深井降水。

二、采用辅助坑道排水时应符合的要求

1. 坑道应和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。

三、采用超前钻孔排水时应符合的要求

1. 应使用轻型探水钻机或凿岩机钻孔。

2. 钻孔孔位（孔底）应在水流上方。钻孔时孔口应有保护装置，以防人身及机械事故。

3. 采取排水措施，保证钻孔排出的水迅速排出洞外。

4. 超前钻孔的孔底应超前开挖面 1~2 个循环进尺。

四、超前围岩预注浆堵水应符合的规定

1. 注浆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 之间。

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。

五、轻型井点降水施工应符合的规定

1. 井点的布置应符合设计要求。当降水宽度小于 6m，深度小于 5m 时，可采用单排井点。井点间距宜为 1~1.5m。

2. 有地下水的黄土地段，当降水深为 3~6m 时，可采用轻型井点降水；当降水深度大于 6m 时，可采用深井井点降水。

4. 井点系统安装完毕后，应进行抽水试验，检查有无漏气、漏水情况。

六、深井井点降水施工应符合的要求

1. 在隧道两侧地表布置井点，间距为 25~35m。井底应在隧底以下 3~5m。

2. 做好深井抽水时地面的排水工作。

1B414042 塌方地段的施工特点

隧道开挖时，导致塌方的原因有多种：一是自然因素，即地质状态、受力状态、地下水变化等；二是人为因素，即不适当的设计，或不适当的施工作业方法等。

一、发生塌方的主要原因

1. 不良地质及水文地质条件

2. 隧道设计考虑不周

3. 施工方法和措施不当

二、隧道塌方的预防措施

1. 预防隧道塌方，选择安全合理的施工方法和措施至关重要。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。必须制订出切实可行的施工方案及安全措施。

2. (1) 全面了解设计提供的地质状况。(2) 加强超前地质预报工作。(3) 不良地质地段，应采取正确的开挖方法及有效的支护手段。

3. 为防止隧道塌方，隧道施工应符合下列要求：





(1) 应根据喷锚构筑法的基本要求进行开挖，合理选定开挖方法，同时采用光面爆破和预裂爆破技术，减少对围岩的扰动。

(4) 二次衬砌不得严重滞后初期支护，在软弱围岩地段宜紧跟开挖，III、IV级围岩中，应根据量测结果确定最佳施工时间。

(5) 认真开展监控量测工作，并及时反馈量测资料，指导施工。

三、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“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. 加强防排水工作：

(1) 地表沉陷和裂缝，应采用注浆填充和加固，或采用不透水土壤夯填紧密，开挖截水坑，防止地表水下渗进入塌体。

(2) 通顶陷穴口的地表四周应挖沟排水，搭设防雨棚遮盖穴顶；洞内衬砌通过塌方后，陷穴应及时回填，回填应高出原地面，并用黏土或浆砌片石封闭穴口，做好排水。

3. 隧道涌水塌方的处理要求

(1) 中小型塌方应将塌体自上而下全部清除。可选用刷坡卸载的方法，同时进行喷锚网加固。

(2) 大型塌方的塌体不必全部清除，可采取先挖台阶的形式清除一部分，再进行喷锚网加固，并在仰坡上适当位置设浆砌片石挡墙防护。

4. 当塌方是由于洞口附近的滑动体引起且有塌方发生后，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、预应力锚索以及抗滑桩。

5. 岩石类塌方：

① 矢跨比 $h/B < 0.7$ 时，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；

② 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。

6. 土质类塌方

(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。

1B414043 岩溶地段施工特点

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溶槽、裂缝和空洞以及由于空洞的顶部塌落使地表产生陷穴、洼地等类似现象和作用。

二、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) 宜采用分部开挖法。在II~IV级围岩，中小跨度隧道、溶洞占一小部分时，可采用全断面法。当溶洞出现在一侧，应先开挖该侧，待支护完成后，再开挖另一侧。

(3) 涌水可能增大时，应加强超前钻孔探测。对于岩溶发育地区的隧道，施工中应建立以长距离物探（地震波法）为宏观控制、钻探法为主，其他物探方式为辅，红外线探测连续施测的综合预报管理体系。

3. 隧道施工遇到溶洞时应采取的处理措施





- (1) 规模较大，含有丰富的地下水；采用封闭注浆。
- (4) 对已停止发育、无水的溶洞；采用混凝土、浆（干）砌片石回填封闭。拱部以上干、空溶洞，可采用喷锚支护加固、注浆、加设护拱及拱顶回填的方法进行处理。底板下溶洞，宜采用浆砌片石回填，但不得阻断过水通道。

(5) 施工中遇到一时难以处理的溶洞时，可采用迂回导坑绕过溶洞区，继续进行隧道施工，再行处理溶洞。

1B414044 瓦斯地段施工特点

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。

一、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。

二、瓦斯放出的类型

1. 瓦斯的渗出：有时带有一种嘶音。
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。
以上三种瓦斯放出形式，以第一种放出的瓦斯量为大。

三、防止瓦斯事故的措施

2. 瓦斯隧道钻操作业应符合的规定

- (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，炮眼深度不应小于0.6m，装药前炮眼应清除干净。
- (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。

(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，高瓦斯工点和瓦斯突出地段应配置高浓度瓦斯检测仪和自动检测报警断电装置，瓦斯隧道人员聚集处应设置瓦斯自动报警仪。

3. 瓦斯隧道通风应符合的规定

(3) 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。

(7) 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。

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、定点报警仪和手持式光波干涉仪。
- (2) 动火管理制度
- (3) 教育培训制度
- (4) 持证上岗制度

1B414045 流沙地段施工特点

一、加强调查，制订方案

二、因地制宜，综合治水





隧道通过流沙地段，处理地下水的问题，是解决隧道流沙、流泥施工难题中的首要关键技术。施工时，因地制宜，采用“防、截、排、堵”的治理方法。

三、先护后挖，加强支护

四、尽早衬砌，封闭成环

1B414046 岩爆地段施工特点

一、岩爆预报方法

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. 观察岩体表面的剥落、监听岩体内部发生的声音，通过地质的观察、素描，分析岩石的“动态特性”。

3. 采用工程类比法进行宏观预报。

二、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。

2. 中等岩爆地段，还可采用超前注水、防岩爆锚杆等措施。

3. 强烈岩爆地段，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。

三、岩爆隧道施工要求

4. 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；台车及装碴机械、运输车辆上宜加装防护钢板。

5. 开挖后应及时喷纤维混凝土封闭，厚度宜为5cm~8cm。

6. 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。

1B414050 隧道工程质量通病及防治措施

1B414051 隧道水害的防治

二、防治措施

1. 因势利导，给地下水以排走的出路，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，严格施工工艺。

1B414052 隧道衬砌病害的防治

一、隧道衬砌腐蚀病害

(一) 原因分析

(二) 预防措施

1. 坚持以排为主，排堵截并用，综合治水。

2. 用各种耐腐蚀材料敷设在混凝土衬砌的表面，作为防蚀层。

3. 在各种腐蚀病害较为严重的地段，除采取排水降低水压外，同时采用抗侵蚀材料作衬砌，使防水、防蚀设施与结构合为一体。

4. 在隧道的伸缩缝、变形缝和施工缝都设置止水带，从而达到防蚀的目的。

二、隧道衬砌裂缝病害的防治

(一) 原因分析

(二) 预防措施

1. 设计时应根据围岩级别、性状、结构等地质情况，确保衬砌具有足够的承载能力。

2. 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。

3. 钢筋保护层必须保证不小于3cm，钢筋使用前应作除锈、清污处理。





4. 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。

5. 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。

6. 村砌背后如有可能形成水囊，应对围岩进行止水处理，根据设计施作防水隔离层。

7. 村砌施工时应严格按要求正确设置沉降缝、伸缩缝。

1B414053 隧道超欠挖的防治

一、原因分析

1. 测量放样错误或误差较大

2. 钻孔操作台架就位不准确

3. 司钻工操作不熟练。

4. 装药量及装药结构不合理

5. 爆破网路连接不规范

6. 其他原因

围岩节理发育，层面倾角小，爆后拱顶呈方形塌落，而未能形成弧形，也会产生超挖。

二、预防措施

1. 提高对超欠挖问题的意识

2. 加强施工管理

3. 重视钻爆设计

为减少隧道的超欠挖，应采取光面爆破、预裂爆破或缓冲爆破等技术，它能最大限度地使开挖面符合设计轮廓线，同时减轻对围岩的扰动。为此采取以下措施：

(1) 应合理选择周边眼的眼距及周边眼的最小抵抗距。

(2) 应严格执行周边眼的药量，并采用合理的装药结构。

(3) 适当增加开挖断面底部两侧处辅助眼的药量，消除爆破死角，减少角隅处的欠挖。

(4) 爆破次序与爆破网路设计也是很重要的，前炮应为后炮创造较好的临空面。

质量控制关键点的设置：

9. 公路隧道施工中常见质量控制关键点

(1) 正确判断围岩级别，及时调整施工方案。

(2) 认真测量、检查和修正开挖断面，减少超挖。

(3) 制定切实可行的开挖方案，包括新奥法、矿山法的选择，炮孔布置、装药量每一循环的掘进深度。

(4) 严格遵循不同围岩级别的施工安全步距喷锚支护。

(5) 控制在开挖后围岩自稳定时间的 1/2 以内完成认真观测。

(6) 收集资料，做好施工质量的信息反馈。

质量检验：

隧道工程质量检验

(一) 隧道总体质量检验

实测项目：车行道宽度、内轮廓宽度、内轮廓高度（△）、隧道偏位、边坡或仰坡坡度。

(二) 喷射混凝土

实测项目：喷射混凝土强度（△）、喷层厚度、喷层与围岩接触状况（△）。





1B415000 交通工程

一、内容提要：

1B415000 交通工程	1B415010 交通安全设施
	1B415020 监控系统
	1B415030 收费系统
	1B415040 通信系统
	1B415050 供配电及照明系统

1B415010 交通安全设施

1B415011 交通安全设施的主要构成与功能

一、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。

二、各种交通安全设施的功能与构成

1. 交通标志

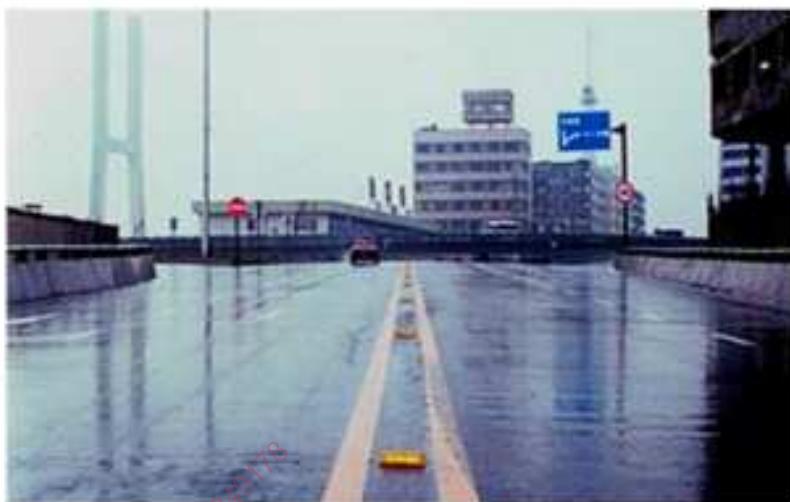
交通标志是用图形符号、颜色、形状和文字向交通参与者传递特定信息，用于管理交通的设施，主要起到提示、诱导、指示等作用。它主要包括警告标志、禁令标志、指示标志、指路标志、旅游区标志、作业区标志等主标志以及附设在主标志下的辅助标志。



2. 交通标线

交通标线的主要作用是传递有关道路交通的规则、警告和指引交通。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。





3. 护栏和栏杆

护栏和栏杆设置应体现宽容和适度防护的理念。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，中央分隔带护栏应与中央分隔带内的构造物、地下管线相协调。

路侧、中央分隔带内土基压实度不能满足护栏设置条件时（一般不宜小于 90%），或路侧护栏立柱外侧土路肩保护层宽度小于规定宽度时，应采取加强措施。



4. 视线诱导设施

视线诱导设施应能对驾驶人进行有效视线诱导，其结构形式和材料应尽可能降低误驶撞上的车辆和人员的伤害。

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

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。其材料和结构形式应适应当地的气候和环境特点。它主要

包括编织网、钢板网、焊接网、刺钢丝网、隔离墙以及常青绿篱等形式。

6. 防落网

防落网应包括防落物网和防落石网。

防落网应能阻止公路上的落物进入饮用水保护区、铁路、高速公路、需要控制出人的二级公路等建筑限界内，或阻止挖方路段落石进入公路建筑限界以内。

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。

避险车道应设置相关的交通标志、标线、护栏、视线诱导等交通安全设施，宜设置照明、监控等管理设施。

9. 其他交通安全设施

其他交通安全设施包括防风栅、防雪栅、积雪标杆、限高架、减速丘、凸面镜等。



1B415012 交通安全设施的施工技术要求

一、标志的施工技术要求

在加工标志的支撑结构时，应保证钻孔、焊接等加工在钢材镀锌之前完成。

二、标线、突起路标、轮廓标的施工技术要求

在标线工程正式开工前应进行实地试划试验。

在进行突起路标施工时，首先将设置位置的路面清洁干净，然后将环氧树脂均匀涂覆于突起路标的底部，涂覆厚度约为8mm，最后将突起路标压在路面的正确位置上。

三、护栏的施工技术要求

(一) 波形梁护栏

波形梁通过拼接螺栓相互拼接，并由连接螺栓固定于立柱或横梁上。护栏板的搭接方向应与行车方向相同。

(二) 混凝土护栏

1B415020 监控系统

1B415021 监控系统的主要构成与功能

一、监控系统的管理体制

省域内高速公路监控系统设有一个省级监控中心，在一条路段的管理公司内设一个路段监控分中心，对本路的交通监控设施直接进行集中管理，在路监控分中心下可以设几个基层监控单元（包括隧道或桥梁管理站、监控所等），对特长隧道、特大桥、或一定范围内的交通监控设施进行管理。

二、监控系统的主要构成

监控系统按其功能可分为九个子系统：交通（信号）监控子系统、视频监控子系统、调度（指令）电话子系统、火灾自动报警子系统、隧道通风控制子系统、隧道照明控制子系统、电力监控子系统、隧道紧急电话子系统、隧道广播子系统。

四、监控各子系统的功能和构成





（一）交通（信号）监控系统的功能与构成

1. 功能
2. 构成

一条路的交通信号监控系统通常由监控分中心和监控节点（若有的话）的计算机系统、外场设备以及传输通道等组成。

外场设备包括：车辆检测器、气象检测器、能见度检测器等数据采集装置；可变信息标志、可变限速标志、车道指示标志、信号灯等信息发布装置。

（二）视频监视系统的功能与构成

1. 功能
2. 构成

视频图像监视功能：选择与控制功能；具有视频图像录像、检索、回放功能；具有视频图像配置及管理功能；各级联网视频监控功能。

（三）火灾报警系统的功能与构成

1. 功能
2. 构成：

由人工和自动报警两个系统合成。

自动报警系统由洞内火灾自动检测设备、监控分中心（监控所）的火灾报警控制器以及传输通道等组成。

人工手动报警系统通常在隧道内每 50m 隔距的消防洞处设一个手动报警按钮。

（四）隧道通风控制系统的功能与构成

1. 功能
2. 构成

通风控制系统是根据一氧化碳/透过率检测器、风速风向检测器检测到的环境数据、交通量数据等控制风机的运转进行通风。

1. 功能
2. 构成

通风控制系统由监控分中心工作站、隧道本地控制器、风机、一氧化碳/透过率检测器、风速风向检测器以及传输通道等组成。

（六）电力监控系统的功能与构成

1. 功能
2. 构成

由变配电所自动检测或监控装置、远程通信装置、监控分中心（所）监控计算机系统以及它们之间的传输通道构成。

1B415022 监控系统主要设施的施工技术要求

一、设备安装通用要求

5. 室内布缆、布线，一般均在防静电地板下平行排列，不能交叉排列，每隔 0.5~1.0m 绑扎一处，电力电缆和信号电缆应分槽布设。

6. 对有静电要求的设备开箱检查、安装、插接件的插拔，必须穿防静电服或带防护腕，机架地线必须连接良好。

1B415030 收费系统

1B415031 收费系统的主要构成与功能

一、收费方式

当装有 ETC 车载单元（OBU）的车辆（以下简称 ETC 车辆）经过 ETC 门架时，车载单元 OBU 就和 ETC 门架路侧装置 RSU进行移动通信，完成双向认证，计算通行费额，车辆在不停车状态下自动完成分段计费和收费。





三、收费系统的总体框架全国联网收费系统由收费公路联网结算管理中心（以下简称部联网中心）、省（自治区或直辖市）联网结算管理中心（以下简称省联网中心）、区域/路段中心、ETC 门架和收费站等组成。

四、收费系统的主要构成

（一）部联网中心

部联网中心承担全国联网收费系统运营服务规则制定、跨省 ETC 通行费清分结算和其他交易拆分结算、通行介质与 ETC 发行认证和监管、系统数据汇聚与运行监测、费率与参数管理、安全和风险控制、联网收费稽查和信用管理、跨省争议交易与投诉处理以及用户服务等。

（二）省联网中心

1. **省内** 路段费率管理，收费数据的接收、汇总、统计，验证与省内 ETC 和 MTC 通行费的拆分结算等。

3. **协助部联网** 中心完成跨省现金和非现金拆分结算，跨省收费数据的上传、接收、验证和结算。

4. 与省内收费设施发行及服务机构的收费数据及用户信息的交互。

5. 省路网内 MTC 车辆的通行费计算，**辅助完成本省及跨省** 通行车辆特情处理。

9. 协助部联网中心开展联网收费稽查和信用体系建设。

（四）ETC 门架系统

1. 构成

车道控制器、RSU（含 ETC 天线、读写控制器）高清车牌图像识别设备、高清摄像机、供电设备、防雷接地、网络安全设备、工业以太网交换机等，经通信光纤和收费站三层交换机、站级门架服务器、收费工作站等组成光纤工业以太网环网保护。

（五）收费站系统

1. 构成

收费站系统由监控室的三层以太网交换机 ETC 门架管理服务器、磁盘阵列存储设备（IPSAN）、ETC 门架以太网交换机、多台工作站、收费站服务器、打印机等组成一个收费站局域网，车道控制机通过广场以太网交换机与站监控室的三层以太网交换机相连构成另一个收费站局域网，站局域网通过路由器和防火墙接入通信网络与区域/路段中心、省联网中心和部联网中心通信。

（六）收费站入口与出口车道系统

1. 构成

ETC 车道由车道控制器、车辆检测器、高清摄像机、ETC 路侧单元 RSU 和天线、自动栏杆、信息显示屏、收费终端（显示器、键盘）、非接触式 IC 卡读写器、票据打印机（出口）、报警设备、车道信号灯、雨棚信号灯、配电盘、接地装置以及相应车道软件等构成。

五、区域/段中心收费系统的其他子系统

还包括收费视频监视系统、内部对讲系统、安全报警系统、电源系统、称重及超限检测系统、车牌自动识别系统等。

区域/段（以下简称段）中心视频监视系统一般采用收费站和路段分中心二级监视方式。

1B415032 收费系统主要设施的施工技术要求

二、设备施工技术要求

4. ETC 门架系统的设备施工技术要求

（1）ETC 门架系统由上、下行双方向门架组成，上、下行双方向门架宜背向错开布置，距离宜不小于 **30m**，同时距离不宜过远。





(2) 省界 ETC 门架系统，上、下行方向可设置两个门架，同向两个门架最小间距应不小于 **500m**。

(4) ETC 门架系统前方 **500m** 处应设置预告标志和路面标记。

1B415040 通信系统

1B415041 通信系统的主要构成与功能

一、通信系统的主要构成

高速公路：光纤数字传输系统、语音交换系统、会议电视系统、呼叫服务中心、**紧急电话系统、有线广播系统、通信电源系统、光缆工程**及通信管道工程等组成。

省高速公路通信中心的通信系统主要由光纤数字传输系统、语音交换系统、**支撑网系统**、会议电视系统、呼叫服务中心和通信电源系统等组成。

1B415042 通信系统主要设施的施工技术要求

一、光、电缆线路施工要求

(一) 管道光、电缆的敷设

3. 光、电缆敷设：

(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。

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

(6) 光缆绕“8”字敷设时，其内径应不小于 2m。

(二) 光、电缆接续和电缆成端

1. 光缆接续

(1) 光缆接续前核对光缆程式、接头位置并根据预留长度的要求留足光缆。

(3) 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可缩管法、套管法和 V 形槽法。

二、通信设备的安装要求

(一) 机架安装

4. 机架应着力均匀，如不平整应用**油毡垫实**。电池体安装在铁架上时，应垫缓冲胶垫，使之牢固可靠。

(二) 布放电缆

2. 设备**电缆与电源线分开布设**，同轴射频线缆单独布设。

4. 芯线焊接时应端正牢固、配件齐全，两端必须有明显标志，没有错接、漏接，外观平直整齐。

(三) 敷设电源线

1. 交、直流电源的馈电电缆**必须分开布设**。

3. 采用**胶皮绝缘线**作直流馈电线时，每对馈电线应保持**平行**，正负线两端应有统一的红蓝标志。

1B415050 供配电及照明系统

1B415051 供配电及照明系统的主要构成与功能

一、供配电系统的主要构成

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、低压配电箱和接地系统**等构成。

(五) 接地系统

2. 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。

三、照明系统的构成





公路照明系统一般由低压电源线、配电箱（包括低压开关）、低压配电线、灯杆、光源和灯具组成。

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

1B415052 供配电及照明系统主要设施的施工技术要求

八、配电工程安装要求

（一）钢管敷设

1. 潮湿场所和直埋于地下时应采用厚壁钢管，干燥场所应采用薄壁钢管。

2. 钢管的内壁、外壁均应做防腐处理。

（二）塑料管敷设

1. 塑料管及其配件必须由阻燃处理的材料制成，不应敷设在高温和易受机械损伤的场所。

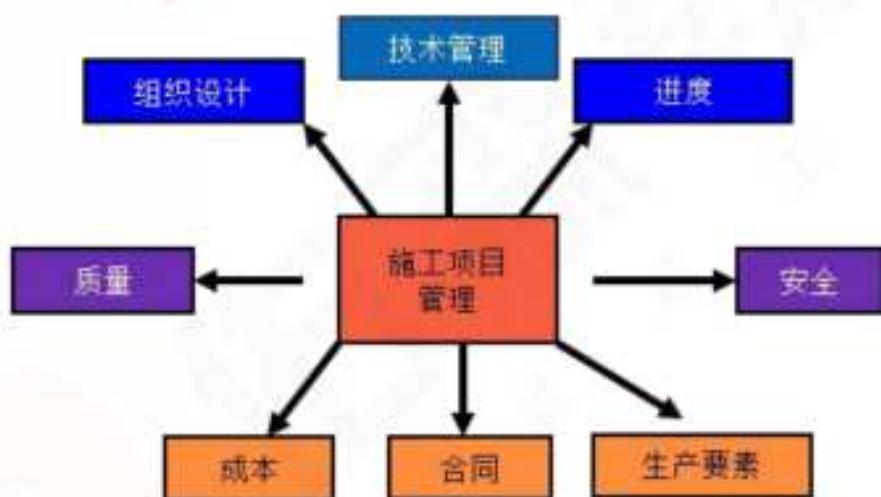
质量检验：

1B420042 公路工程质量检查与检验

五、交通安全设施质量检验

1B420000 公路工程项目施工管理

本部分知识框架体系



专题一、组织设计

一、知识框架体系

施工组织与部署	1B420011 公路工程项目施工组织设计的编制
	1B420012 公路工程项目施工部署

1B420010 公路工程项目施工组织与部署

1B420011 公路工程项目施工组织设计的编制

一、公路工程施工组织设计的主要内容

7. 各项资源需求计划

根据已确定的施工进度计划，编制各项资源需求及进场计划，主要有：

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。

二、公路工程施工组织设计编制的特点

（一）路基工程施工组织设计编制的特点

路基工程施工组织设计重点考虑：确定施工方法和土方调配；编制施工进度计划；确定工地施工组织；规定各工程队施工所需的机械数量。

1. 土方调配。根据路基横断面计算出土石方的“断面方数”，经复核后，即可进行土石方调配。调配时需考虑技术经济条件，尽量在经济合理的范围内移挖作填，使路堑和路堤中土石方数量达到平衡，减少废方与借方。

2. 施工方法的选择。按照土的种类、土方数量、运距、施工机械等具体条件，并根据工程期限和各种施工方法的技术经济指标来决定施工方法，正确地选用土方机械，并据以进行土方调配。

3. 施工进度计划的编制。施工方法和土方调配决定以后，即可计算得出路基工程的施工方数，然后根据所采用的施工定额，求出劳动力的工日数和施工机械的台班数量。其次，根据路基工程的施工期限安排工地的施工日期和施工程序，求出需要的工人人数和机械台数，最后确定工人和机械的劳动组织，并决定其转移的次序，保证在规定期限内完成路基施工任务。

（二）路面工程施工组织设计的编制的特点

2. 按均衡流水法组织施工

路面工程各结构层之间的施工是**线性流水作业方式**。

根据施工速度选择搭接类型【前道工序速度快于后道工序时选用开始到开始（STS）类型，否则用完成到完成（FTF）类型】，并根据各结构层施工速度和所需要的工作面大小计算出**搭接时距**，同时还要考虑到各结构层可能需要**技术间歇**时间的影响，以及路面各结构层的质量检验所需的时间等。

4. **布置好堆料点、运料线、行车路线。**

（三）桥涵工程施工组织设计的编制特点

4. 桥梁下部的桥墩施工时，如果设备或者模板数量有限，可采用流水施工方式组织施工。

相关时间参数：**流水节拍、流水步距、技术间歇。**

（四）隧道工程施工组织设计的编制的特点

1. 洞口场地平面布置

以洞口为中心的施工场地总布置应注意结合工程规模、工期、地形特点、弃渣场和水源等情况，本着因地制宜、充分利用地形、合理布置、统筹安排的原则进行，并应符合下列要求：

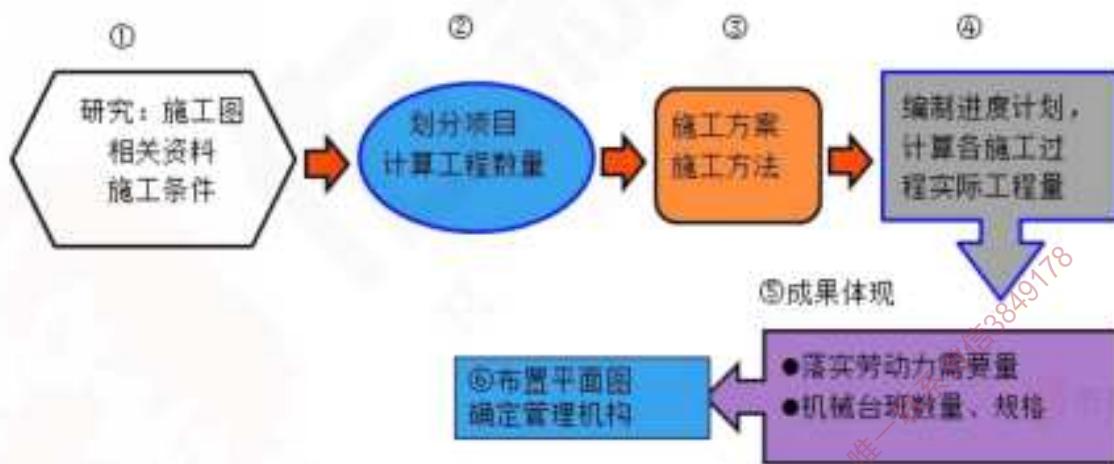






- ① 以**洞口为中心**布置施工场地。
(2) 辅道运输的弃渣线、编组线和联络线，应形成有效的循环系统。
(3) 长隧道洞外应有**大型机械设备安装、维修和存放的场地。**
(4) 机械设备、附属车间、加工场应相对集中。仓库应靠近公路，并设有专用线。

三、公路工程施工组织设计的编制程序



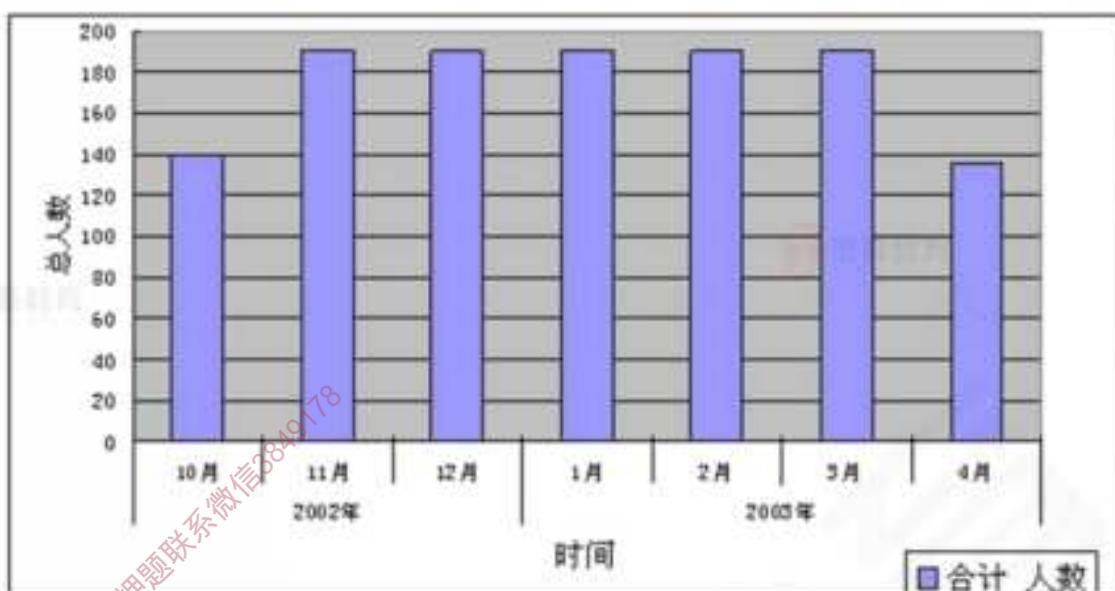
四、公路工程施工组织设计的评价与优化

(一) 公路工程施工组织设计的评价

1. 分析劳动力需要量图

在编制施工进度时，应以劳动力需要量均衡为原则，对施工进度作恰当安排和必要的调整。





2. 工程进度曲线（“S”曲线）

一般情况下，项目施工初期工程进度曲线的斜率逐渐增大，此阶段的曲线呈凹形。

在项目施工稳定期间，工程进度曲线的斜率几乎不变，故该阶段的曲线接近为直线。

项目施工后期，每天完成的工程量逐渐减少，施工投入也减少。曲线则为凸形。“S”曲线结合“香蕉”曲线进行施工中的进度、费用控制。

3. 分析主要技术经济指标

(1) 施工周期。

(2) 全员劳动生产率：

全员劳动生产率=完成的建安工作量(元)/全体职工平均人数

(3) 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。

(4) 综合机械化程度。

(5) “四新”项次及成果评价：比较采用新技术、新工艺、新材料、新设备的项次及成果。

(二) 公路工程施工组织设计的优化

2. 施工方案的优化

施工方案优化主要通过对施工方案的经济、技术比较，选择最优的施工方案，达到加快施工进度并能保证施工质量和施工安全，降低消耗的目的。

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。

顺序优化：各不同分项工程间的时间顺序（施工的先后）和空间顺序（施工的方向），以及它们相互间在时间上的搭接、空间上的交叉和时间空间的结合。

作业组织形式的优化是指作业组织合理采取顺序作业、平行作业、流水作业三种作业形式。

劳动组织优化：作业基本平衡、满负荷、平均等级不高于定额规定的平均等级、技术等级要成比例，搭配合理、工人施工水平不能低于规定的施工定额水平。

3. 资源利用的优化

资源利用的优化主要包括：物资采购与供应计划的优化、机械需要计划的优化。





IB420012 公路工程项目施工部署

一、公路工程施工部署

施工总体部署主要内容包括



（一）项目组织机构设置

1. 公路工程施工项目管理组织机构

公路工程施工项目的组织机构——项目经理部。

项目经理部是代表企业履行合同的主体，代表企业对业主全面负责。

3. 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。

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、财务部和办公室六个职能部门，职能部门设置和人员的配备应适应工作的需要。

（四）确定工程开展顺序

包含了工艺顺序和组织顺序，其中以组织顺序为主。

优先安排的有：

（1）按生产工艺要求，需先期投入生产或起主导作用的项目。

（2）工程量大、施工难度大、工期长的项目。

（3）运输系统、动力系统。

（4）服务区、收费站的办公楼及部分建筑等。

（5）采砂场、木材加工厂、各种构件加工厂、搅拌站等。

3. 顺序：先地下、后地上、先深、后浅、先主体、后附属，先结构、后装饰的原则进行。

二、公路工程施工总平面布置图的内容和设计原则

（二）公路工程施工总平面布置图的设计原则

1. 在保证施工顺利的前提下，充分利用原有地形、地物，少占农田，因地制宜，以降低工程成本。

2. 充分考虑**水文、地质、气象**等自然条件的影响，尤其要慎重考虑避免自然灾害（如洪水、泥石流）的措施，保护施工现场及周围生态环境。

3. 场区规划必须科学合理，应以生产流程为依据，并有利于生产的连续性。

4. 场内运输形式的选择及线路的布设，应力求材料直达工地，尽量减少二次倒运和缩短运距。

5. 满足施工进度、方法、流程、机械设备及科学组织生产的需要。

【案例】

背景资料：

某施工单位承接了某公路B合同段K8+000~K9+800的路基、路面、1座3×20m的简支梁桥和8道涵洞施工，合同工期为200天。该段土质以松散砂土和黏土为主，路基主要工程量见下表。

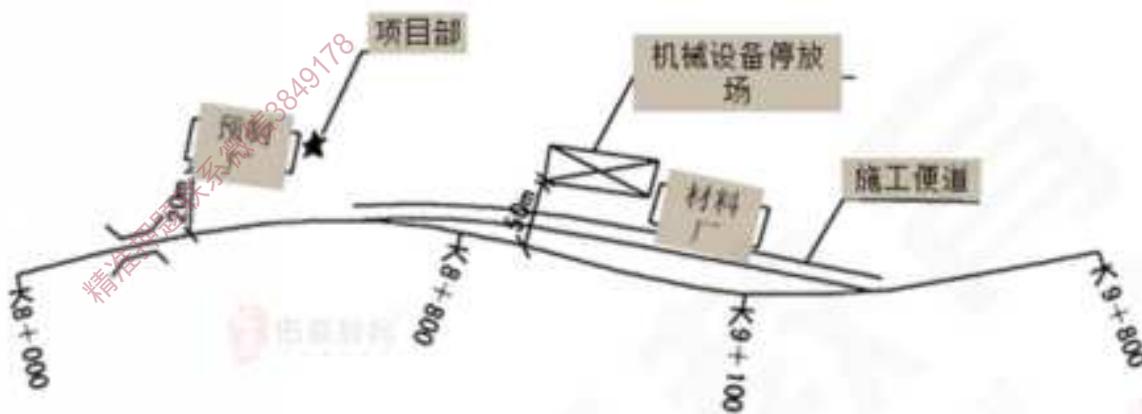




注：表中挖方为天然密实方，填方为压实方，天然密实方与压实方的换算系数为：土方 1.16，石方 0.92，假设换算系数不因土石混填而改变，调运方在经济运距内。

桩号	挖方 (m³)		备注
	土	石	
K8+000~K8+800	15000	5000	0
K8+800~K9+100	2000	0	2000 道路左侧 20~80m 范围内为一古滑坡体
K9+100~K9+800	0	0	24000

施工单位进场后，积极组织施工，并将路面分成三个段落组织流水作业，并绘制了施工平面布置示意图和网络计划，分别如下：



施工平面示意图

【问题】

指出平面布置示意图中临时设施和临时工程布置的不妥之处，并说明理由。

【答案】

不妥之处：将临时场地（机械设备停放场和材料场）和施工便道，布置在滑坡体内。因为这种布置会增加滑坡上的荷载而可能诱发滑坡。





图1 取土场位置平面示意图

专题二、进度

1B420020 公路工程进度控制

1B420021 公路工程进度计划的编制特点

一、公路工程进度计划的主要形式

1. 横道图

公路工程中常常在横道图的对应分项的横线下方表示当月计划应完成的累计工程量或工作量百分数，横线上方表示当月实际完成的累计工程量或工作量百分数。

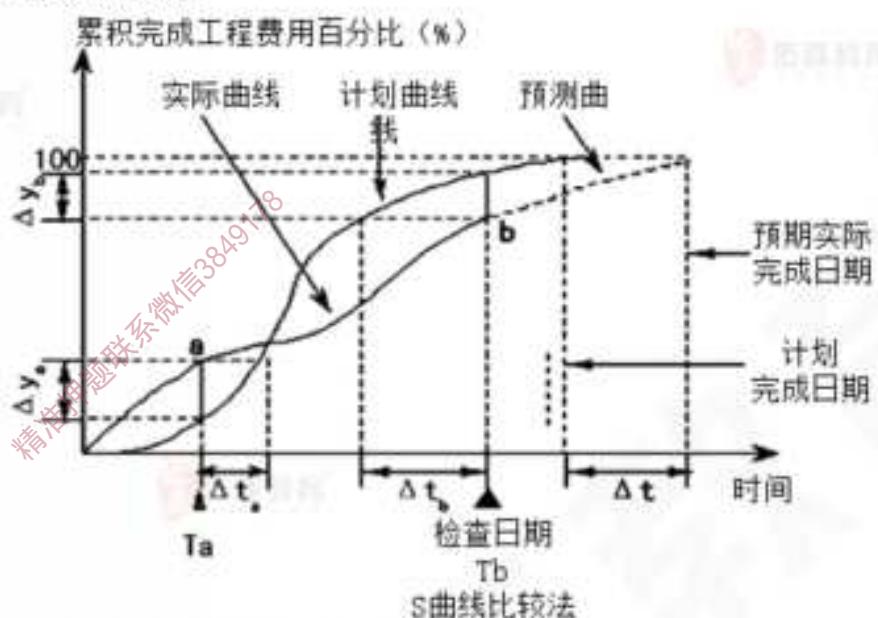
施工队	工作内容	时间 (d)																		
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
第一路面队	底基层																		15	
	基层																			
	面层	5																		
第二路面队	底基层																			
	基层																			
	面层																			

2. “S”曲线





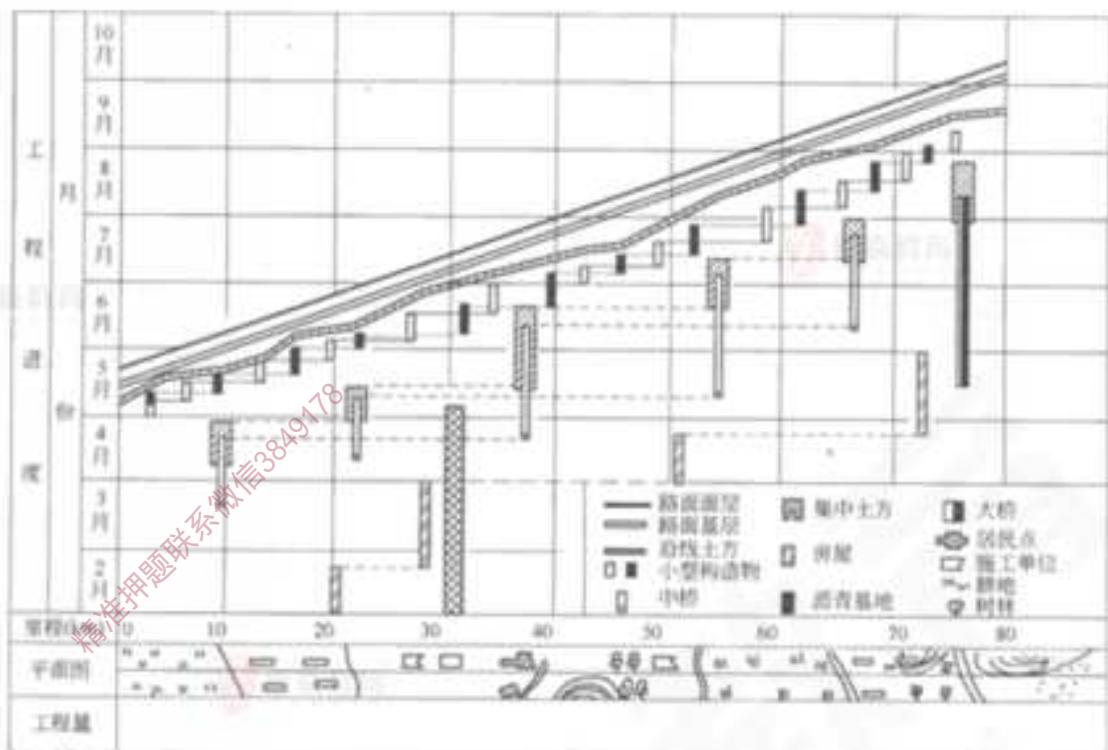
“S”曲线是以时间为横轴，以累计完成的工程费用的百分数为纵轴的图表化曲线。一般在图上标注有一条计划曲线和实际支付曲线，实际支付曲线高于计划曲线则实际进度快于计划，否则就慢；曲线本身的斜率也反映进度推进的快慢。有时为反映实际进度，另增加一条实际完成线（支付滞后于完成）。在公路工程中，常常将“S”形曲线和横道图合并在同一张图表中，称之为“公路工程进度表”，既能反映各分部（项）工程的进度，又能反映工程总体的进度。



3. 垂直图（也称斜条图、时间里程图）

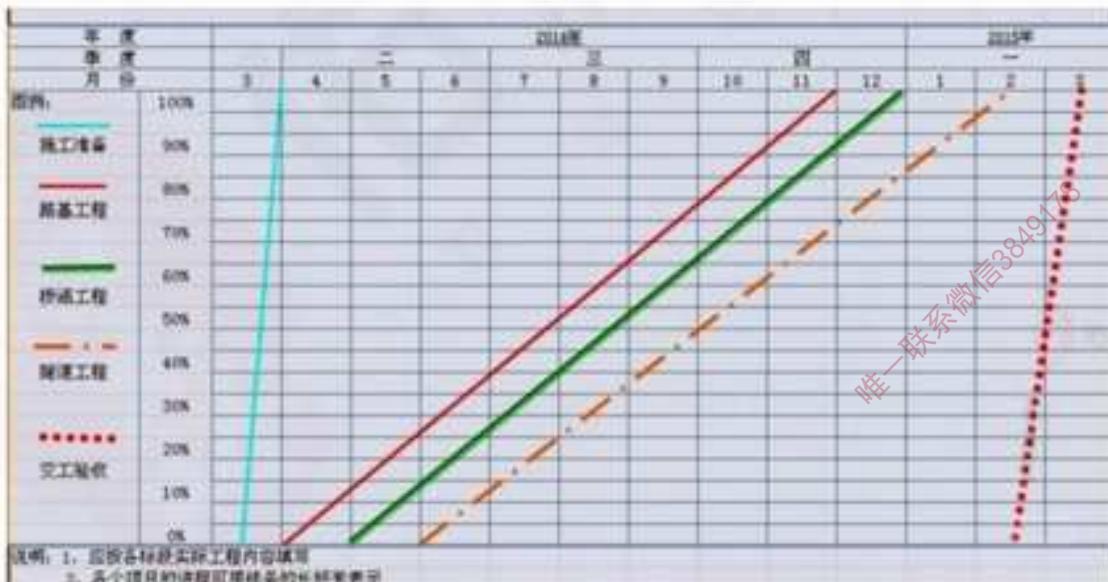
垂直图是以公路里程或工程位置为横轴，**以时间为纵轴**，而各分部（项）工程的施工进度则相应地以不同的斜线表示。在图中可以辅助表示平面布置图和工程量的分布。垂直图很适合表示公路、隧道等线形工程的总体施工进度。**斜率越陡进度越慢，斜率越平坦进度越快。**





4. 斜率图

斜率图是以时间（月份）为横轴，以累计完成的工程量的百分数为纵轴，将分项工程的施工进度相应地用不同斜率表示的图表化曲（折）线。事实上就是分项工程的“S”曲（折）线，主要是作为公路工程投标文件中施工组织设计的附表，以反映公路工程的施工进度。



5. 网络图

二、公路施工过程组织方法和特点

(一) 顺序作业法(也称为依次作业法)的主要特点:

1. 没有充分利用工作面进行施工，（总）工期较长。



2. 每天投入施工的劳动力、材料和机具的种类比较少，有利于资源供应的组织工作。
3. 施工现场的组织、管理比较简单。
4. 不强调分工协作，若由一个作业队完成全部施工任务，不能实现专业化生产，不利于提高劳动生产率；若按工艺专业化原则成立专业作业队（班组），各专业队是间歇作业，不能连续作业，材料供应也是间歇供应，劳动力和材料的使用可能不均衡。

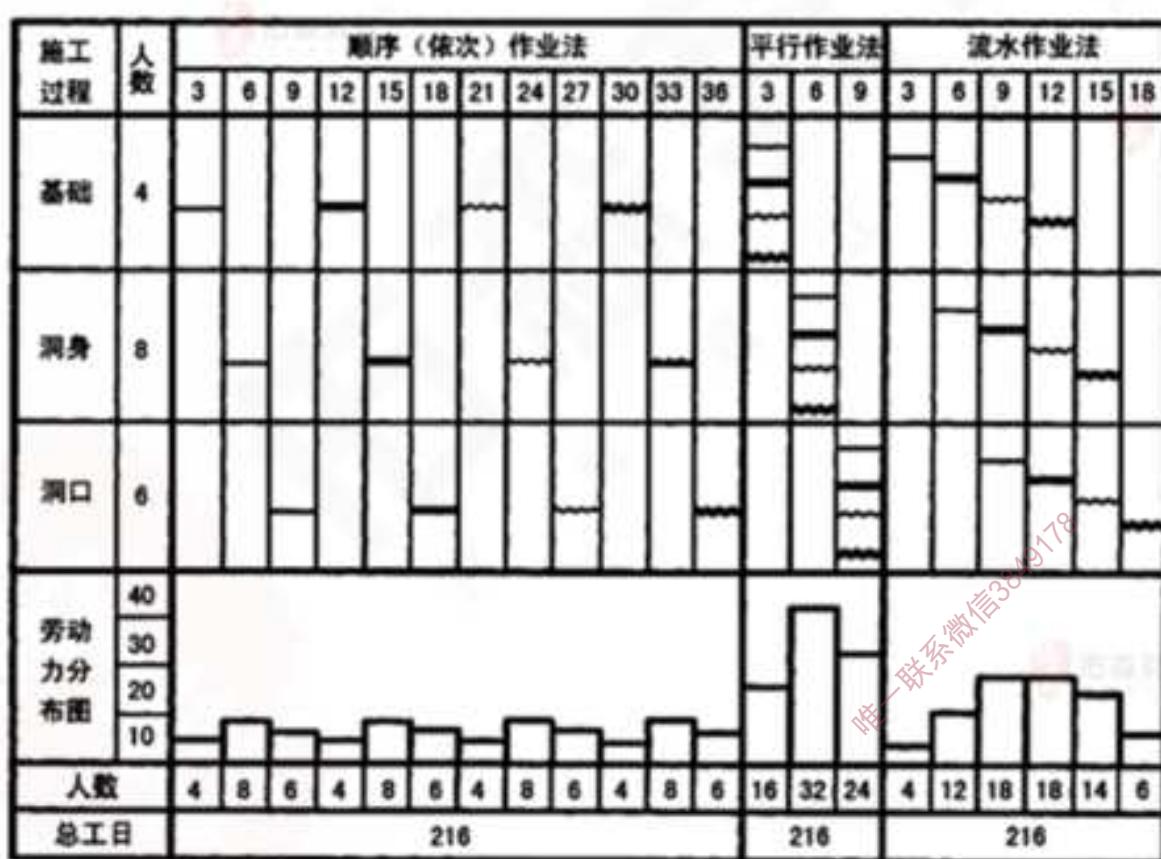
（二）平行作业法的主要特点

这种方法的实质是用增加资源的方法来达到缩短（总）工期的目的，一般适用于需要突击性施工时施工作业的组织。

（三）流水作业法的主要特点

1. 必须按工艺专业化原则成立专业作业队（班组），实现专业化生产，有利于提高劳动生产率，保证工程质量。
2. 专业化作业队能够连续作业，相邻作业队的施工时间能最大限度地搭接。
3. 尽可能利用工作面进行施工，工期比较短。
4. 每天投入的资源量较为均衡，有利于资源供应的组织工作。
5. 需要较强的组织管理能力。

这种方法可以科学地利用工作面，实现不同专业作业队之间的平行施工。



图例：—— 单线为第1座；—— 双线为第2座；—— 单波浪线为第3座；—— 双波浪线为第4座

图1B420021-1 三种基本施工组织方法比较图

三、公路工程常用的流水施工组织

（一）公路工程常用的流水参数





1. 工艺参数：施工过程数 n （工序个数），流水强度 V 。
2. 空间参数：工作面 A 、施工段 m 、施工层。
3. 时间参数：流水节拍 t 、流水步距 K 、技术间歇 Z 、组织间歇、搭接时间。

（二）公路工程流水施工分类

1. 按节拍的流水施工分类
 - (1) 有节拍（有节奏）流水；等节拍（等节奏）流水；异节拍（异节奏）流水。
 - (2) 无节拍（无节奏）流水。
2. 按施工段在空间分布形式的流水施工分类：流水段法流水施工；流水线法流水施工。

（三）路面工程的线性流水施工组织

一般路面各结构层施工的速度不同，从而持续时间往往不相同。

组织路面流水施工时应注意的要点：

1. 各结构层的施工速度和持续时间。要考虑影响每个施工段的因素，水泥稳定碎石的延迟时间、沥青拌合能力、温度要求、摊铺速度、养护时间，最小工作面的要求等。
2. 相邻结构层之间的速度决定了相邻结构层之间的搭接类型，前道工序的速度快于后道工序时选用开始到开始搭接类型；否则选用完成到完成搭接类型。
3. 相邻结构层工序之间的搭接时距的计算：时距=最小工作面长度/两者中快的速度。

【案例】

背景资料（线性流水）

某公路路面工程，里程桩号为 K5+000~K29+000，总长度为 24km。路面结构层分为级配砾石底基层、水泥稳定碎石基层、沥青面层（单层）。建设单位（业主）希望施工单位尽可能用最短时间完成该路面工程施工。施工单位根据自己的能力准备组织 2 个路面施工队平行施工以完成该路面工程。

每个路面施工队的施工能力相同各完成 12km。根据以往类似工程的施工经验，底基层专业队组（班组）施工进度（速度）200m/d（已经包含各种影响，下同）；水泥稳定碎石基层专业队组施工进度 150m/d，养护时间至少 7d，所需工作面的最小长度为 1000m；沥青面层专业队组施工进度为 160m/d，所需最小工作面长度 1200m。要求施工单位用最快方式，根据上述给定条件组织路面工程线性流水施工并绘制横道图。

【问题】

- (1) 评价采用 2 个路面施工队平行施工这种施工组织方式的前提条件和实际效果。
- (2) 计算各结构层工作的持续时间。
- (3) 分析和计算底基层与基层之间的搭接类型和搭接时距。
- (4) 分析和计算基层与面层之间的搭接类型和搭接时距。
- (5) 绘制路面工程线性流水施工横道图。

【参考答案】

(1) 平行施工作业方式的主要特点是进度快，所需的资源量大。采用 2 个路面施工队的前提条件是该施工单位要有足够的专业设备和人员（即足够资源量）。从背景材料的描述，该施工单位具备此条件。采用平行施工方式能达到缩短工期的要求，2 个路面施工队平行施工的组织方式能达到预期效果。

(2) 各结构层工作的持续时间计算为：

$$\text{底基层} = 12000 \div 200 = 60\text{d}, \text{基层} = 12000 \div 150 = 80\text{d}, \text{面层} = 12000 \div 160 = 75\text{d}.$$

(3) 因为底基层的速度快于基层，应选择 STS（开始到开始）搭接关系，搭接时距计算结果为 $1000 \div 200 = 5\text{d}$ 。

(4) 因为面层速度快于基层应选择 FTF（完成到完成）搭接关系。搭接时距计算应该除以两者中较快的速度，时距 $= 1200 \div 160 = 7.5\text{d}$ ，应该取 8d（只入不舍）。考虑到养护至少 7d，所以





$FTF = 8 + 7 = 15d$ 。工程工期 $= 5 + 80 + 15 = 100d$ 。

(5) 绘制路面工程线性流水施工横道图如下：

施工队	工作内容	时间 (d)																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
第一路面队	底基层																			15	
	基层																				
	面层	5																			
第二路面队	底基层																				
	基层																				
	面层																				

四) 通道和涵洞的流水段施工组织

在实际的公路通道和涵洞施工中，全等节拍流水较少见，更多的是异节拍流水和无节拍流水。对于通道和涵洞的流水组织主要是以流水段方式组织流水施工，而流水段方式的流水施工往往会有窝工（资源的闲置）或间歇（工作面的闲置）。

消除窝工和消除间歇的方法都采用累加数列错位相减取大差的方法，构成累加数列的方法，当不窝工的流水组织时，其流水步距计算是同工序各节拍值累加构成数列；当不间歇的流水组织时，其施工段的段间隔计算是同段各节拍值累加构成数列；错位相减取大差的计算方法，两种计算方法相同。

(1) 不窝工的无节拍流水工期 = 流水步距和 + 最后一道工序流水节拍的和 + 要求间歇和。

(2) 无多余间歇的无节拍流水工期 = 施工段间隔和 + 最后一个施工段流水节拍的和 + 要求间歇和。

(3) 有窝工并且有多余间歇的无节拍流水工期。

一般通过横道图来确定：如果是异节拍流水，往往是不窝工或者无多余间歇流水施工中的最小值。

五) 桥梁工程流水施工组织

多跨桥梁的桥梁基础或桥梁下部结构施工由于受到专业设备数量的限制，不宜配备多台，因此只能采取流水施工。桥梁的流水施工也是属于流水段法流水施工，应注意尽可能组织成有节拍的形式。其工期计算与通道涵洞相同。

【案例】

背景资料（流水段施工组织）

某工程有 5 座通道，每座通道的工序和流水节拍如下：

挖基 2d → 清基 2d → 浇基 4d → 台身 8d → 盖板 4d → 回填 6d。

浇基后至少要等待 4d 才能施工台身，台身完成后至少要等待 2d 才能进行盖板施工。

施工单位组织一个通道队，内设对应其 6 个班组进行流水施工。

【问题】

(1) 计算不窝工的流水工期。绘制流水横道图。

(2) 计算无多余间歇的流水工期。





(3) 有窝工而且有多余间歇流水时的流水工期是多少?

【参考答案】

(1) 计算不窝工流水时的流水工期。

该流水施工属于异节拍按照不窝工有间歇(即分别流水)的流水形式组织施工, 根据题意第三道工序与第四道工序之间的技术间歇 $Z^t=4$, 第四道工序与第五道工序之间的技术间歇 $Z^t=2$ 。

①各个工序之间的流水步距计算, 按照累加数列错位相减取大差的方法得:

$$K_1=2, K_2=2, K_3=4, K_4=24, K_5=4$$

②计算不窝工有多余间歇(分别流水)的流水工期

$$T=\sum K+\sum t+\sum Z=(2+2+4+24+4)+5\times 6+(4+2)=36+30+6=72\text{d}$$

③不窝工有多余间歇的流水横道图如图所示:



(2) 各施工段之间的时间间隔计算, 同段节拍累加错位相减取大差就等于流水节拍的最大值8。

计算无多余间歇的流水工期:

$$\text{流水工期}=\text{各施工段之间的间隔和}+\text{最后一个施工段流水节拍和}+\text{要求间歇和}=(5-1)\times 8+26+(4+2)=32+26+6=64\text{d}$$

(3) 有窝工而且有多余间歇流水时的流水工期取不窝工、无多余间歇流水的最小值=64d

四、网络计划在公路工程进度计划中的应用

(2) 结构物细部流水原本是衔接关系, 如果简化成各工序之间流水或者各施工段之间流水, 就变成了搭接关系。搭接时距选择和计算, 简化为不窝工流水时取 $STS=\text{相邻工作的流水步距}$, 不间歇流水时取 $STS=\text{段间间隔}$ 。

1B420022 公路工程进度控制管理

一、公路工程进度控制的系统原理

二、进度计划的审批

(一) 进度计划的提交

承包人应向监理工程师书面提交以下文件:

一份详细和格式符合要求的工程总体进度计划及必要的各项关键工程的进度计划;

一份有关全部支付的现金流动估算;

一份有关施工方案和施工方法的总说明(即通过施工组织设计提出)。





（二）进度计划的审查要点

1. 工期和时间安排的合理性

- (1) 施工总工期的安排应符合合同工期。
- (2) 各施工阶段或单位工程（包括分部、分项工程）的施工顺序和时间安排与材料和设备的进场计划相协调。
- (3) 易受冰冻、低温、炎热、雨季等气候影响的工程应安排在适宜的时间，并应采取有效的预防和保护措施。
- (4) 对动员、清场、假日及天气影响的时间，应充分考虑并留有余地。

2. 施工准备的可靠性

- (1) 所需主要材料和设备的运送日期已有保证。
- (2) 主要骨干人员及施工队伍的进场日期已经落实。
- (3) 施工测量、材料检查及标准试验的工作已经安排。
- (4) 驻地建设、进场道路及供电、供水等已经解决或已有可靠的解决方案。

3. 计划目标与施工能力的适应性

- (1) 各阶段或单位工程计划完成的工程量及投资额应与设备和人力实际状况相适应。
- (2) 各项施工方案和施工方法应与施工经验和技术水平相适应。
- (3) 关键线路上的施工力量安排应与非关键线路上的施工力量安排相适应。

三、进度计划的检查与调整

（一）进度计划的检查

1. 公路工程项目进度检查应包括下列内容：

- (1) 工作量的完成情况。
- (2) 工作时间的执行情况。
- (3) 资源使用及进度的互配情况。
- (4) 上次检查提出问题的处理情况。

2. 进度计划检查的方式：

- (1) 项目部定期地收集由承包单位提交的有关进度报表资料。
- (2) 由驻地监理人员现场跟踪检查公路工程的实际进展情况。
- (3) 由监理工程师定期组织施工现场负责人召开现场会议。
- (4) 上次检查提出问题的处理情况。

3. 进度计划检查的方法：

- (1) 横道图比较法。进行直观比较的方法。
- (2) “S”形曲线比较法。它是以横坐标表示进度时间，纵坐标表示累计完成任务量，而绘制出一条按计划时间累计完成任务量的“S”形曲线，将施工项目的各检查时间实际完成的任务量与“S”形曲线进行实际进度与计划进度相比较的一种方法。

(3) “香蕉”曲线比较法。“香蕉”曲线是由两条以同一开始时间、同一结束时间的“S”形曲线组合而成。其中，一条“S”形曲线是工程按最早完成时间安排进度所绘制的“S”形曲线，简称ES曲线；而另一条“S”形曲线是工作按最迟完成时间安排进度所绘制的“S”形曲线，简称LS曲线。

(4) 公路工程进度表（横道图法与“S”曲线法的结合）

工程进度表是反映每个月工程实际进度与计划进度的图表。工程进度表实现了横道图法与S曲线法的优势互补，取长补短。

(5) 前锋线比较法。它主要适用于时标网络计划。所谓前锋线是指在原时标网络计划上，从检查时刻的时标点出发，用点划线依此将各项工作实际进展位置点连接而成的折线。





前锋线比较法就是通过实际进度前锋线与原进度计划中各工作箭线交点的位置来判断工作实际进度与计划进度的偏差，进而判定该偏差对后续工作及总工期影响程度的一种方法。

有以下两种标定方法。

①已完成的实际工程量标定。

当一项工作的工程量确定后，其工作的持续时间与其工程量成正比。以该工作的总工程量在计划持续时间内全部完成为假设前提，用已完成的实际工程量表示实际进度点。

②按尚需时间来标定。

(6)一般网络图(无时标)进度检查的割线法——完工时点计算法

在检查时需记载实际进度情况，收集进度的实际信息与实际进度前锋线方法相同。

可用割线将正施工的各工作进行切割，只需关注被切割到的工作，通过对这些工作实际进度和计划进度进行计算比较和分析，找出进度偏差和工期影响程度，以及对后续工作的影响。

(二)进度计划的调整

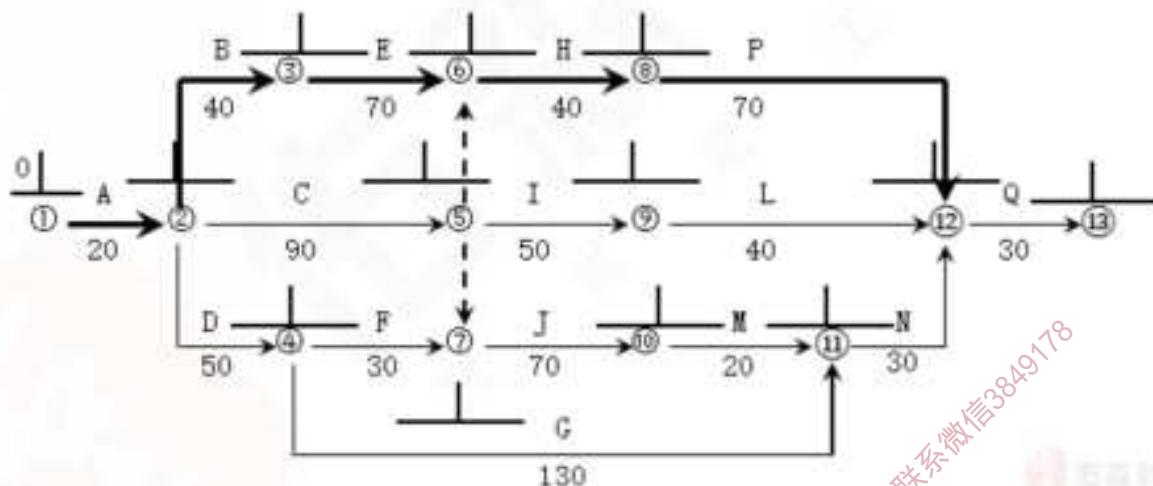
通常采用以下两种方法：

1. 改变某些工作间的逻辑关系
2. 缩短某些工作的持续时间

【案例】

背景资料：

某公路工程，合同工期 275d，施工合同签订后，施工单位向监理提交了如图所示的进度计划，并得到监理批准。



施工过程中，在第三个月末（第 90d 末）检查时发现：E 工作尚需 60d 完工，C 工作尚需 30d 完工，F 工作尚需 10d 完工，G 工作尚需 100d 完工。为满足业主坚持按合同工期完工的要求，施工单位首先将 P 工作（路面施工）由顺序改为两个施工段流水施工，基层每施工段为 24d，面层每施工段为 18d。在不改变除 P 工作之外网络计划逻辑关系的条件下，施工单位根据表 1B420022 按照经济性原则进行计划调整。

各工作的可压缩时间和费率表 表 1B420022						
工作	...	B	E	H	Q	...
可压缩天数	...	5	5	10	5	...
费率(万元/d)	...	0.1	0.2	0.3	1.0	...



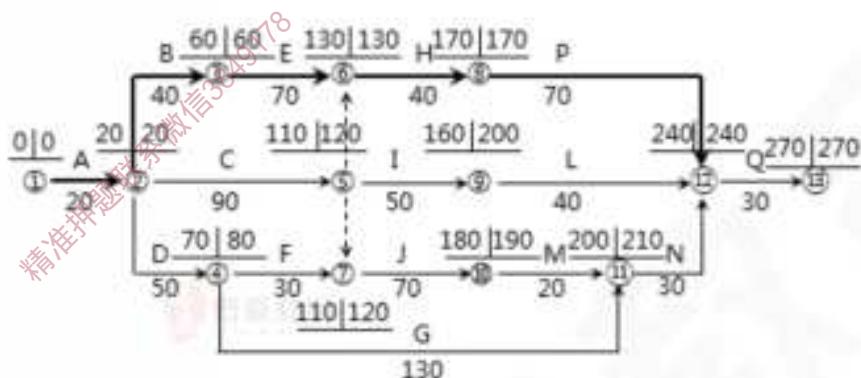


在G工作进行到一半左右，出现了合同中未标明的硬质岩石，导致施工困难。施工单位及时采取合理措施进行处理并通知了监理。因处理硬质岩石导致增加费用20万元、G工作延误25天，对此，施工单位在规定时间内提出了工期及费用索赔。

【问题】

- (1) 根据时间参数的含义说明F工作计划最早什么时间开始和完成？F工作计划最迟什么时间完成和开始？
- (2) 针对第三月末进度检查结果，评价各工作和工程的进度，并分析确定调整计划的最经济方案。
- (3) 针对G工作中出现硬质岩石的处理，分别指出施工单位提出的工期索赔25d及费用索赔20万元是否合理？并说明理由。

【参考答案】



(1) F工作计划最早开始为70，表示最早在第70d后（即71d早晨）开始施工；F最早完成为 $70+30=100$ d，表示最早在第100d末完成施工。F工作计划最迟完成=120d，表示最迟必须在第120d末完成施工；F工作计划最迟开始=120-30=90d，表示最迟必须在第90d后（即91d早晨）开始施工。

(2) 第三月末进度检查结果E工作延误=90+60-130=20d，C工作延误=90+30-110=10d，F工作延误=90+10-（70+30）=0d，说明按计划进行，G工作延误=90+100-200=-10d，说明提前10d。因为E关键工作而其他的非关键工作的（总）工期拖延量分别是C为120-120、F为100-120、G为190-210，三个都小于20，所以工程相对原计划工期将拖20d，但相对于合同工期只拖延15d，为满足业主按合同工期完工的要求，按照经济性原则进行如下工期压缩15d的计划调整：

施工单位首先将路面施工P工作变成流水施工，流水步距k=30；

P工作路面流水工期=30+（18+18）=66，P工作压缩了4d。

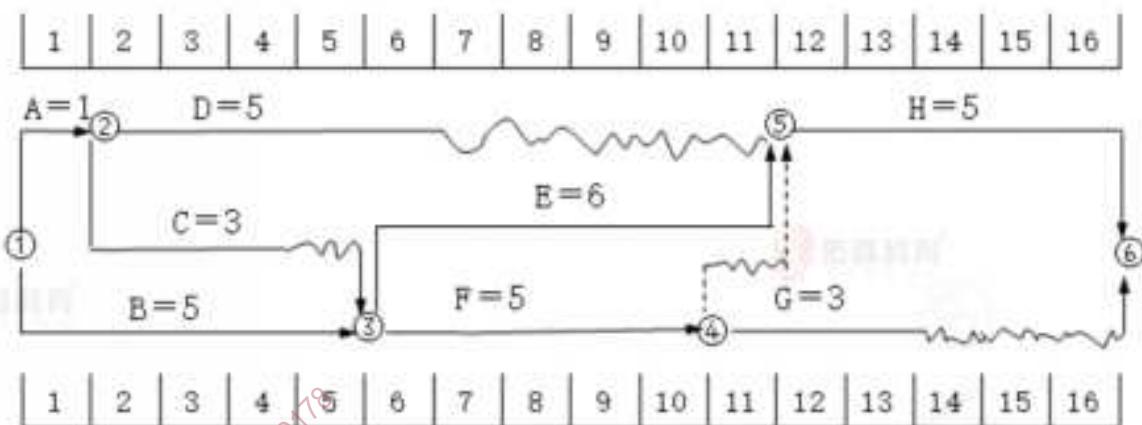
第三月末即第90d后，E工作加快5d，H压缩6d。

(3) 处理硬质岩石导致G工作延误25d提出的工期索赔25d不合理。因为原计划G工作有10d总时差=210-70-130，在第三月末时G工作提前了10d，因此相对于270d的工期有20d的总时差，如果相对于275d的合同工期则是25d的总时差。G工作进行一半时处理硬质岩石的开始时间大约是 $70+65=135$ d，是在第三月末以后发生的，所以提前的10d可以利用。相对于合同工期275d的25d的总时差可以消化这25d的延误，不会造成工程（总）工期拖延，不能索赔工期。

处理硬质岩石导致增加费用20万元，施工单位可以索赔。因为合同未标明硬质岩石是业主方的责任，所造成的费用增加理应获得补偿。处理费用索赔不需考虑该工作总时差的影响。

补充：时标网络图：





1B420030 公路工程项目技术管理



1B420031 公路工程施工技术准备

1B420032 公路工程施工图纸会审

一、概述

工程项目的图纸会审先由承包人项目总工组织技术及相关人员结合现场踏勘情况对施工图纸进行初审，并向驻地监理书面提出需设计澄清的问题。

二、图纸会审的主要内容

- (1) 核对图纸数量是否齐全，施工说明是否清楚准确、是否符合现有行业标准或规范要求。
- (2) 核算主要工程数量。
- (3) 核查水文、地质等资料。
- (4) 核算设计数据。
- (5) 核算稳定性、变形。
- (6) 核算设计对施工条件、施工方法和设备性能的考虑及要求。
- (7) 重大变更需通过图纸会审文件的形式加以确认。

三、图纸会审的组织方式

项目总工组织各专业技术管理人员认真核对施工图，提出需要澄清、解决和协调的问题，以书面形式报送监理单位并抄报业主，由监理或业主联系设计单位安排图纸会审。

四、图纸会审记录





图纸会审记录上应填写单位工程名称、建设单位、设计单位和主持单位及参加审核人员名单等。对会审提出的问题，凡是设计单位变更修改的，应在会审记录“解决意见”栏内填写清楚。

图纸未经过会审不得施工。

1B420033 公路工程施工方案管理

一、施工方案的特点和要求

1. 技术超前；2. 切实可行；3. 安全可靠；4. 经济合理；5. 技术先进。

二、施工方案的编制

1. 编制原则

- (1) 优先采用经过论证的四新技术。
- (2) 坚持“谁施工、谁编制、谁负责”的原则。

2. 施工方案编制内容

(3) 工艺流程及操作要点、关键技术参数与技术措施等。确定工艺程序，编制详细的施工工艺流程图，写明各工序的工艺要点及详细的质量标准、检验方法和频率。

(4) 施工技术方案设计图。设计图包括施工总体布置图；工程结构构件及临时设施安装图、移动路线图；关键构（部）件细部图、连接结构图；材料数量表；组装、连接要求；图纸说明。

三、施工方案的审批流程

1. 施工方案编制、审核和审批

一般施工方案：由施工单位或项目专业工程师编制，项目技术部门组织审核，由项目技术负责人审批；

重大施工方案：由项目技术负责人组织编制，施工单位技术管理部门组织审核，必要时组织相关专家进行论证，由施工单位技术负责人进行审批。

2. 方案会审的具体要点：

- (1) 施工方案编制的依据是否符合要求；
- (2) 施工方案是否符合有关法规要求；
- (3) 审查施工方案中的计算书；
- (4) 审查一些采用四新技术的内容；
- (5) 施工方案中的资源需求情况。

3. 专家论证：

- (1) 专项方案内容是否完整、可行；
- (2) 专项方案计算书和验算依据是否符合有关标准规范；
- (3) 安全施工的基本条件是否满足现场实际情况。

1B420034 公路工程施工技术交底

一、技术交底的分级要求

第一级：项目总工向项目各部门负责人及全体技术人员进行交底。

第二级：项目技术部门负责人或各分部分项工程主管工程师向现场技术人员和班组长进行交底。

第三级：现场技术员负责向班组全体作业人员进行技术交底。

二、技术交底的主要内容

三、技术交底的方法

1. 施工技术交底以书面的形式进行，可采取讲课、现场讲解或模拟演示的方法。
2. 负责第一级交底的项目总工在交底前应按照交底内容写出书面材料，交底后应由接受交底的人员履行签字手续。





3. 负责第二和第三级交底的交底人员在交底前应写出书面材料，并经项目总工审核，交底后应由接受交底的人员签认。

四、技术交底的其他要求

1. 技术交底应严格执行合同要求。
2. 如施工方案、工艺和技术措施等前提情况发生变化，应及时对交底内容作补充修改。
3. 技术交底应突出重点，具有针对性和可操作性，不流于形式。
4. 对于技术难度大、采用新技术的关键工序，对特殊隐蔽工程和质量事故、工伤事故多发易发工程部位及影响制约工程进度的关键环节，应重点交底。

【案例】

1. 背景

现某路桥公司在某地承建了一座特大型斜拉桥工程，工程开工前，项目部拟定了有关施工技术交底的要求如下：

- (1) 施工技术交底应按不同层次、不同要求和不同方式进行，应使所有参与施工的人员掌握所从事工作的内容、操作方法和技术要求。
- (2) 项目经理部的施工技术交底工作由项目经理组织和主持实施。
- (3) 项目总工负责向班组作业人员进行施工技术交底。

2. 问题

- (1) 技术交底分为几级？
- (2) 指出项目部拟定的有关施工技术交底要求中的错误，并改正。

3. 分析与答案

- (1) 技术交底应分为三级。
- (2) 项目经理部的施工技术交底工作应由项目总工程师组织和主持实施；现场技术员负责向班组作业人员交底。

1B420035 公路工程施工技术档案管理

一、概述

二、基本规定

1. 工程资料应实行分级管理，分别由建设、监理、施工单位主管负责人组织本单位工程资料的全过程管理工作。

2. 工程资料应真实、准确、齐全，与工程实际相符合，对工程资料不得进行涂改、伪造、随意抽撤或损毁等。

3. 分类与主要内容：

基建文件：监理资料：

施工资料：施工管理资料、施工技术文件、物资资料、测量资料、施工记录、验收资料、质量评定资料等。

4. 工程资料应为原件，应随工程进度同步收集、整理并按规定移交。

5. 施工合同中应对施工资料的编制要求和移交期限作出明确规定：施工资料应有监理单位或者建设单位的签字。

四、施工技术档案内容

1. 施工图表

变更设计一览表、变更图纸、工程竣工图。

2. 工程管理文件

图纸会审纪要、开工报告、分项工程开工申请单及附件、工程技术要求、施工组织设计、施工方案、技术交底。

3. 施工质量控制文件





4. 施工安全及文明施工文件
 5. 进度控制文件
 6. 合同管理及计量支付文件
 7. 施工原始记录
 8. 技术总结
- 概况、四新技术的推广、创新项目、关键技术、技术失误、专题技术总结。

1B420036 公路工程施工测量管理

一、公路工程施工测量管理内容

二、施工测量的三个阶段

施工测量工作分三个阶段，即开工准备阶段；交接桩、设计控制桩贯通复测、施工控制网建立、地形地貌复核测量。

施工阶段：施工放样测量、工序检查测量，施工控制网复测、沉降位移变形观测及安全监控测量。

竣工阶段：竣工贯通测量和工点竣工测量。

三、导线复测、水准点复测与加密

(一) 设计控制桩交接

由建设单位组织，监理单位参加，设计单位对施工单位进行现场交接桩工作，对设计平面控制桩和高程控制桩等逐一进行现场确认接收，做好交接记录，办理交接桩签认手续。

(二) 设计控制桩贯通复测

当复测成果与设计不相符时，应及时与设计沟通解决。完成后编制复测成果报告书，经监理、设计签字确认后使用。

(三) 导线、水准点的复测、加密

根据施工测量的需要，确定在设计控制网点的基础上进行加密或重新布设测量控制网点，相邻加密桩点保证通视且间距不宜超过300m。

四、施工放样测量及验收检测

2. 工序检查测量

工序检查测量是在工序作业过程中和作业完成后进行的位置、标高和尺寸检查测量，是对施工放样测量及施工偏差的复核，并为本道工序或下道工序提供修正的依据。

3. 竣工测量

主要任务是中线贯通测量、路基竣工测量、横断面竣工测量、桥梁竣工测量、埋设永久性基桩，并按规定设置护桩，提交路线曲线表、断链表、中线基桩表，统一里程与施工里程对照表等。

五、施工监测中的测量工作

(一) 高填深挖路基监测测量工作内容

1. 高填方路基监测

- (1) 稳定性监测：对路基原地表沉降、边桩位移测量。
- (2) 沉降量监测：对中桩、路肩、平台、坡脚等沉降量观测。
- (3) 地表水平位移量监测。
- (4) 挡墙位移监测：观测点埋设在挡墙顶面。

2. 深挖路堑监测

- (1) 边坡变形观测：变形观测墩埋设于断面边坡坡口线外2m。
- (2) 施工安全监测：监测点埋设于各级开挖平台坡脚处。

(二) 深基坑监测测量工作内容





一般包括：顶部水平位移、顶部沉降观测、立柱垂直位移、邻近建（构）筑物沉降；邻近地下管线水平及竖向位移。

六、施工测量复核、交底

（一）测量复核

1. 贯通测量及控制网测量不得少于两遍，并进行换手测量，测量成果必须经项目总工审核、监理工程师复核确认方可采用。

2. 重要工点，定位坐标及主要控制标高等测量内业准备计算资料必须采用不同方法进行计算核对，且经项目总工审核；其他工程定位及标高测量内业计算资料必须经测量负责人审核。

4. 现场测量数据处理计算资料必须换人复核。测量技术交底资料，必须由测量负责人和分管的主管工程师复核，工程技术部长审核后方可进行现场交底。

七、施工测量记录管理

1. 现场测量必须使用施工企业统一下发的测量记录簿记录。使用具有数据存储的测量仪器测量时仍需采用记录簿进行记录及计算。

2. 测量记录簿应结合工程实际情况分册管理。

3. 记录数据出错时，可用单横线划掉标记后在其上方重写，不得进行涂改、撕页。

八、测量仪器、工具的保养和使用管理

2. 测量仪器使用人员必须熟悉仪器性能和操作规程，并经培训合格后方可使用。仪器在使用中应配备防雨、防晒设施，严禁日晒雨淋。用完后必须擦拭干净再装箱存放。

1B420037 公路工程项目试验管理

一、工地试验室人员管理

2. 应保持试验检测人员相对稳定，因特殊情况确需变动的，应由母体检测机构报经建设单位同意，并向项目质监机构备案。

5. 应制订全员学习培训计划，定期或不定期地组织学习。

6. 应按照规定及时对试验检测人员进行年度信用评价。

二、工地试验室设备管理

4. 仪器设备应实施标识管理，分为管理状态标识和使用状态标识。管理状态标识包括设备名称、编号、生产厂商、型号、操作人员和保管人员等信息；使用状态标识分为“合格”、“准用”、“停用”三种，分别用“绿”、“黄”、“红”三色标签进行标识。

四、工地试验室档案管理

2. 人员档案应一人一档，内容包括个人简历、身份证件、毕业证、职称证、资格证、劳动合同、任职文件、培训和考核记录等。

3. 设备档案一般应按一台一档建立，对于同类型的多个小型仪器设备可集中建立一套档案，但每个仪器均应进行唯一性编号。设备档案包括设备履历表、出厂合格证、产品说明书、历次检定/校准证书或记录、维修保养记录、使用记录等内容。

五、工地试验样品管理

2. 如有必要，在取样的同时要留存满足复验需要的样品。取样应具有代表性，并有相应记录。

3. 样品应进行唯一性标识，确保在流转过程中不发生混淆且具有可追溯性。

六、工地试验外委管理

1. 工地试验室应加强外委试验管理，超出母体检测机构授权范围的试验检测项目和参数应进行外委，外委试验应向项目建设单位报备。

2. 接受外委试验的检测机构上年度信用等级为B级及以上。工地试验室应将接受外委试验的检测机构的有关证书复印件存档备查。



4. 工程建设项目的同一合同段中的施工、监理单位和检测机构不得将外委试验委托给同一家检测机构。

1B420040 公路工程施工质量管理

1B420041 公路工程质量控制方法及措施

一、公路工程质量控制的常用方法

(二) 现场质量检查控制

现场质量检查控制的方法主要有：测量、试验、观察、分析、记录、监督、总结改进。

1. 开工前检查；

2. 工序交接检查与工序检查；

3. 隐蔽工程检查；

4. 停工后复工前的检查；

5. 分项、分部工程完工后的检查；

6. 成品、材料、机械设备等的检查；

7. 巡视检查。

(三) 工程质量控制关键点

1. 质量控制关键点的设置：

(1) 施工过程中的重要项目、薄弱环节和关键部位。

(2) 影响工期、质量、成本、安全、材料消耗等重要因素的环节。

(3) 新材料、新技术、新工艺的施工环节。

(4) 质量信息反馈中缺陷频数较多的项目。

二、公路工程质量缺陷处理方法

(一) 质量缺陷性质的确定

1. 观察现场情况和查阅记录资料。

2. 检验与试验。

3. 专题调研。

(二) 质量缺陷处理方法

1. 整修与返工。

2. 综合处理办法。

1B420042 公路工程质量检查与检验

对结构安全、耐久性和主要使用功能起决定性作用的检查项目为关键项目，以下叙述以“△”标识。关键项目的合格率不得低于 95%（机电工程为 100%）；有规定极值的检查项目，任一单个检测值不应突破规定极值，否则该检查项目为不合格；一般项目合格率应不低于 80%。

六、质量检验评定

(二) 单位工程、分部工程和分项工程的划分

1. 单位工程

2. 分部工程

3. 分项工程

(三) 工程质量评定

1. 工程质量评定等级分为合格与不合格。

3. 分项工程质量评定合格应符合下列规定：(1) 检验记录应完整；(2) 实测项目应合格；(3) 外观质量应满足要求。

4. 分部工程质量评定合格应符合下列规定：(1) 评定资料应完整；(2) 所含分项工程及实测项目应合格；(3) 外观质量应满足要求。





5. 单位工程（同上）；（1）评定资料应完整；（2）所含分部工程应合格；（3）外观质量应满足要求。

6. 评定为不合格的分项工程、分部工程，经返工、加固、补强或调测，满足设计要求后，可重新进行检验评定。

7. 所含单位工程合格，该合同段评定为合格；所含合同段合格，该建设项目评定为合格。

1B420050 公路工程项目安全管理



1B420051 公路工程项目职业健康安全管理体系

一、风险源辨识、评估与管控

1. 风险等级





重大风险	特别重大安全事故
较大风险	重大安全事故
一般风险	较大安全事故
较小风险	一般安全事故

动态监测计划、每月不少于1次；
编制专项应急措施，每年度评估改进，1个月内备案。
初次、定期、动态

3. 风险辨识

全面辨识：每年不少于1次。

专项辨识：环节、要素发生重大变化或有特殊要求时开展。

评估组成员：

生产经营单位负责人或安全管理部负责人和相关业务部门负责人、2名以上相关业
领域具有一定从业经历的专业技术人员。

致险因素：从业人员、设施设备、应对措施、管理制度



工人意识



唯一联系微信3849178





二、机构、职责和权限

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**。



施工单位应当**书面**明确本单位的**项目负责人**。





督促项目安全生产费用的规范使用制度

三、教育与培训

2. 从业单位应当依法对从业人员进行安全生产教育和培训。未经安全生产教育和培训合格的从业人员，不得上岗作业。



公路水运工程从业人员中的特种作业人员应当按照国家有关规定取得相应资格，方可上岗作业。



3. (1) 生产经营单位应当进行安全培训的从业人员包括主要负责人、安全生产管理人员、特种作业人员和其他从业人员。

(2) 生产经营单位主要负责人和安全生产管理人员初次安全培训时间不得少于 32 学时。每年再培训时间不得少于 12 学时。





(3) 生产经营单位新上岗的从业人员，岗前安全培训时间不得少于 24 学时。

四、实施与控制（三必须、五同时）

(一) 规章制度与操作规程

1. 规章制度

2. 操作规程

生产经营单位的主要负责人组织制订本单位安全生产操作规程。

施工单位还应当向从业人员 **书面告知危险岗位** 的操作规程。

应制订从业人员安全操作规程 **学习和培训计划**，对培训效果进行 **考核或评价**。



(二) 专项方案与技术交底

1. 施工单位应当依据风险评估结论，对风险等级较高的分部分项工程 **编制专项施工方案**，并附安全验算结果，经施工单位技术负责人签字后报 **监理工程师** 批准执行。

专项施工方案应当由施工单位技术负责人审核签字、加盖单位公章，由总监理工程师审查签字、加盖执业印章后方可实施。

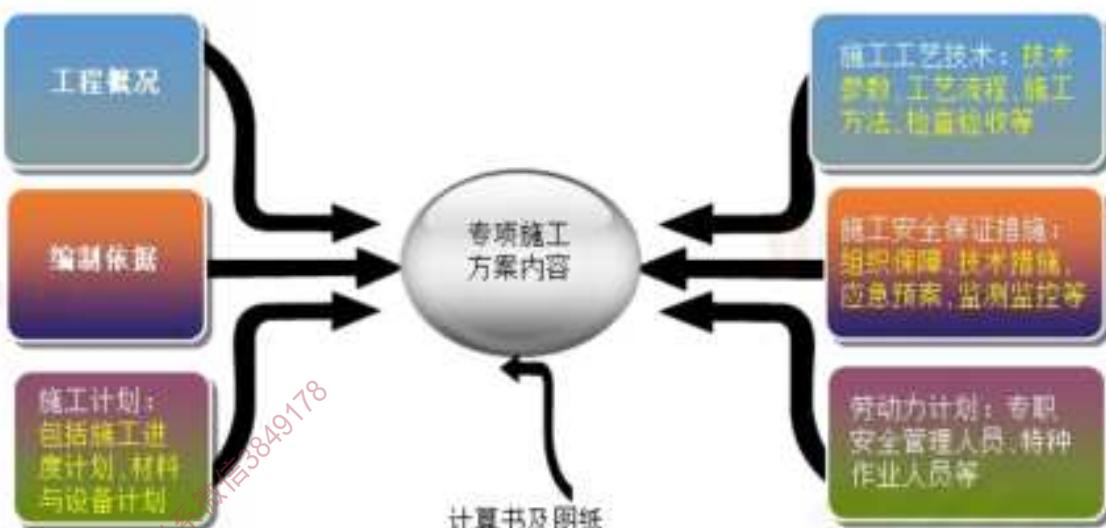
危大工程实行分包并由分包单位编制专项施工方案的，专项施工方案应当由总承包单位技术负责人及分包单位技术负责人共同审核签字并加盖单位公章。对于超过一定规模的危大工程，施工单位应当组织召开专家论证会对专项施工方案论证。

实行施工总承包的，由施工总承包单位组织召开专家论证会。专家论证前专项施工方案应当通过施工单位审核和总监理工程师审查。

危险性较大分部分项的工程

3. 专项施工方案应包括下列主要内容：





1B420052 公路工程安全隐患排查与治理

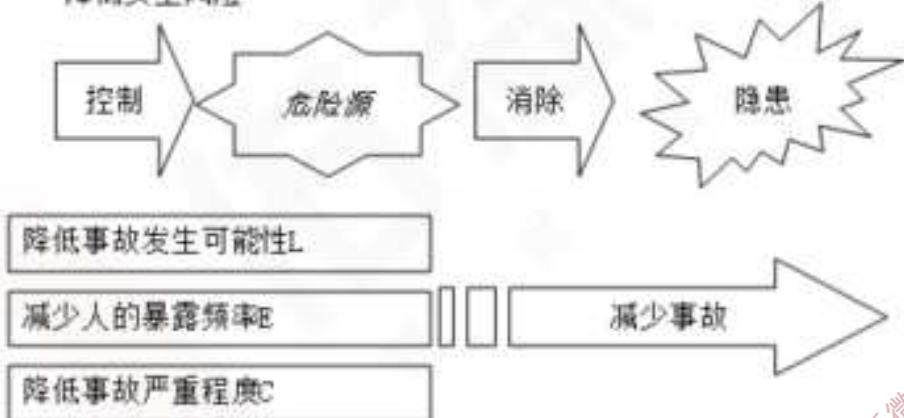
一、安全生产事故隐患排查的基本概念

安全生产事故隐患按照隐患的整改、治理和排除的难度及其影响范围为标准分为一般事故隐患和重大事故隐患。

可能造成重大人员伤亡和重大财产损失的事故隐患应当确定为重大事故隐患。

目的

降低安全风险

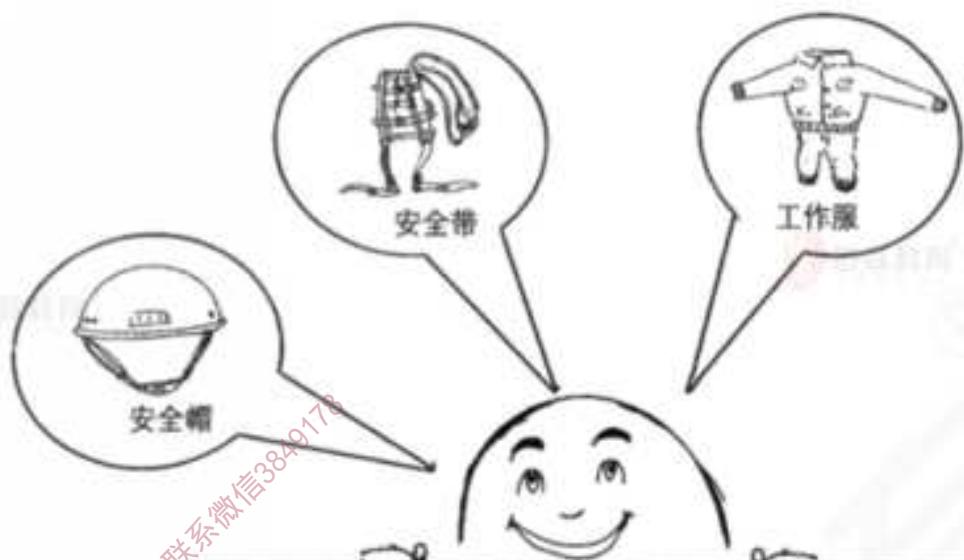


二、安全生产事故隐患排查的目标及内容

(一) “两项达标”

1. 施工人员管理达标: 一线人员用工登记、施工安全培训记录、安全技术交底记录、施工意外伤害责任保险等都要符合有关规定。
2. 施工现场安全防护达标: 施工现场安全防护设施和作业人员安全防护用品都要按照规定实行标准化管理。





个人防护用品的要求有哪些？

- 1) 进入工地必须戴安全帽，并系紧下颌带；女工的发辫要盘在安全帽内。
- 2) 在2米以上（含2米）的高处作业，应有可靠的安全防护，无法采取安全防护的情况下，必须系好安全带。
- 3) 作业时应穿“三紧”（袖口紧、下摆紧、裤脚紧）工作服。
- 4) 防护用具要经常检查，发现损坏及时更换或送修。



（二）“四项严禁”

1. 严禁在泥石流区、滑坡体、洪水位下等危险区域设置施工驻地。
2. 严禁违规进行挖孔桩作业。钻孔确有困难的不良地质区，设计单位要进行专项安全设计并按设计变更规定，经批准后实施。
3. **严禁长大隧道无超前预报和监控量测措施施工。**
4. 严禁违规立体交叉作业。





（三）“五项制度”

1. 施工现场危险告知制度。

分项工程施工前，施工单位负责项目管理的技术人员应当按规定对有关安全施工的技术要求向施工作业班组、作业人员详细说明，并由双方签字确认。

在上述场所应设置明显安全警示标志，在无法封闭施工的工地，还应当悬挂当日施工现场危险告示，以告知路人和社会车辆。

2. 施工安全监理制度。

3. 专项施工方案审查制度。

4. 设备进场验收登记制度。翻模、滑（爬）模等自升式架设设施，以及自行设计、组装或者改装的施工挂（吊）篮、移动模架等设施在投入使用前，施工单位应当组织有关单位进行验收，或者委托具有相应资质的检验检测机构进行验收。验收合格后方可使用。

5. 安全生产费用保障制度。不得低于建筑工程造价的1.5%的比例计取，且不得作为竞争性报价。根据安全生产实际需要，可适当提高安全费用提取标准。

三、安全生产事故隐患排查治理职责

项目施工单位是隐患排查治理的责任主体，项目施工单位的**主要负责人**对隐患排查治理工作**全面负责**。

施工单位**法定代表人、项目经理**是安全生产事故隐患排查治理的**第一责任人**，对管理范围内安全生产事故隐患排查治理工作负全面负责，并履行下列职责：

1. 制定安全生产事故隐患排查治理规章制度；
2. 全面组织安全生产事故隐患排查；
3. 保障安全生产事故隐患排查治理的资金投入；
4. 对排查出的安全生产事故隐患按照事故隐患等级分类登记，建立安全生产事故隐患排查治理台账，并按照职责分工实施监控治理；
5. 建立安全生产事故隐患报告和举报奖励制度；
6. 检查、督促及时消除安全生产事故隐患。





四、排查时机

安全生产事故隐患排查一般采取日常安全生产检查、综合安全检查、专项安全检查等方式进行。

五、排查记录

对排查出的事故隐患应分类登记，重大事故隐患现场应悬挂醒目目标示牌向社会公示，并报地方县级人民政府安全监督管理部门备案。

六、事故隐患整改

一般事故隐患由项目负责人组织相关人员立即整改。

重大事故隐患应当根据需要停止使用相关设备、设施，局部停产停业或者全部停产停业。

公路工程重大事故隐患清单

重大事故隐患必须由项目负责人组织编制“重大事故隐患治理方案”。治理方案应当包括以下内容：

1. 治理的目标和任务；
2. 采取的方法和措施；
3. 经费和物资的落实；
4. 负责治理的机构和人员；
5. 治理的时限和要求；
6. 安全措施和应急预案。

必要时应当组织专家对重大事故隐患整改治理方案进行论证，必须经项目负责人批准并进行安全技术交底后实施。

七、验收与评估

结论性意见应明确隐患是否消除或是否已降为可接受。





IB420053 公路工程项目应急管理体系

三、应急救援组织

施工单位建立的专（兼）职应急救援队伍应定期组织训练，确保救援人员具备相应的应急救援能力。

四、应急预案体系

应急预案体系由综合应急预案、专项应急预案和现场处置方案组成。

综合应急预案，是综合性工作方案，是总体工作程序、措施和应急预案体系的总纲。

专项应急预案，是指生产经营单位为应对某一种或者多种类型生产安全事故，或者针对重要生产设施、重大危险源、重大活动防止生产安全事故而制订的专项性工作方案。

现场处置方案，是指生产经营单位根据不同生产安全事故类型，针对具体场所、装置或者设施所制订的应急处置措施。

五、应急预案的编制

（一）总体要求

施工单位主要负责人负责组织编制和实施本单位的应急预案。

（四）应急预案内容

2. 生产经营单位危险性分析：危险源与风险分析，主要阐述本单位存在的重点危险源及风险分析结果。

3. 应急组织机构及职责：明确应急组织形式，构成单位或人员，并尽可能以结构图的形式表示出来；指挥机构及职责，明确应急救援指挥机构总指挥、副总指挥、各成员单位及其相应职责。应急救援指挥机构根据事故类型和应急工作需要，可以设置相应的应急救援工作小组，并明确各小组的工作任务及职责。

4. 预防与预警措施：危险源监控、预警提示信息、信息报告与处置等。

5. 应急响应

（1）响应分级。

（2）响应程序。根据事故的大小和发展态势，明确应急指挥、应急行动、资源调配、应急避险、扩大应急等响应程序。

（3）应急结束。

6. 信息发布

7. 后期处置：主要包括污染物处理、事故后果影响消除、生产秩序恢复、善后赔偿、抢险过程和应急救援能力评估及应急预案的修订等内容。

8. 保障措施

（1）通信与信息保障。

（2）应急队伍保障。

（3）应急物资装备保障。

（4）经费保障。

（5）其他保障。如交通运输保障、治安保障、技术保障、医疗保障、后勤保障等。

六、应急预案的评审

施工单位应当对编制的应急预案组织评审，并形成书面评审纪要。参加应急预案评审的人员应当包括有关安全生产及应急管理方面的专家。且评审人员与施工单位有利害关系的，应当回避。

八、应急预案备案

施工单位应当在应急预案公布之日起20个工作日内，按照分级属地原则，向属地安全生产监督管理部门和有关部门进行告知性备案。

九、应急预案实施





(一) 培训
(二) 演练：
根据事故风险特点，每年至少组织一次综合应急预案演练或者专项应急预案演练，每半年至少组织一次现场处置方案演练。

(三) 评估
1. 施工单位应当每三年进行一次应急预案评估。
2. 应急预案评估可以邀请相关专业机构或者有关专家、有实际应急救援工作经验的人员参加，必要时可以委托安全生产技术服务机构实施。

(四) 修订
(五) 落实
2. 发生事故时，施工单位应第一时间启动相应的应急响应，组织有关力量进行救援，并按照规定将事故信息及应急响应启动情况报告安全生产监督管理部门和其他负有安全生产监督管理职责的部门。

1B420054 公路工程项目安全管理措施

一、路基工程施工安全管理措施

(一) 路基挖（填）方工程
1. 取土场（坑）
(2) 取土场（坑）底部应平整并设有排水设施，取土场（坑）边周围应设置警示标志和安全防护设施，宜设置夜间警示和反光标识。
(3) 地面横向坡度陡于1:10的区域，取土坑应设在路堤上侧。
(4) 取土坑与路基间的距离应满足路基边坡稳定的要求，取土坑与路基坡脚间的护坡道应平整密实，表面应设1%~2%向外倾斜的横坡。
3. 路基高填方路堤施工应符合下列规定：
(1) 应及时施做边坡临时排水设施。
(2) 作业区边缘应设置明显的警示标志。
(3) 应进行位移监测。
4. 靠近结构物处挖土应采取安全防护措施。路基范围内暂时不能迁移的结构物应预留土台，并应设警示标志。

(二) 不良地质工程
2. 崩塌危岩体区域，应尽量在施工前将危岩体清除，或采取主动网、被动网防护，采用锚杆、锚索固定，设置挡土墙，采取灌浆固结或柔性支护等措施进行防治。
下方应设置安全警示标志，车辆通过前应仔细观察，确保安全后快速通过。危岩体下方施工时，应设专人警戒，设置有效的声音信号（如安全哨、对讲机等）。
3. 泥石流地段，应采取防排水、排导、清方、拦挡等综合处治措施。针对规模较大的泥石流采取支撑或排导的防治措施。

(三) 路堑高边坡施工风险控制措施
3. 在滑坡体上开挖土方应按照从上向下开挖一级加固一级的顺序施工，对滑坡体加固可按照从滑体边缘向滑体中部逐步推进加固、分段跳槽开挖施工，当开挖一级边坡仍不能保证稳定时应分层开挖分层加固。
4. 有加固工程的土质边坡在开挖后应在1周内完成加固，其他类型边坡开挖后应尽快完成加固工程，不能及时完成加固的应暂停开挖。
6. 施工车辆保证良好状况；合理确定土方装、运顺序和行驶路线；人车不混行；维修加固运土便道；大风、大雨、浓雾、雷电时应暂停施工。





7. 高边坡上作业人员应系安全带，施工人员身体不适、喝酒后不得上高边坡作业。大风、大雨、浓雾和雷电时应暂停作业。

9. 雷雨季节应采用非电起爆法。

10. 采取浅孔少装药、松动爆破等飞石少的方法，放炮前设专人警戒，定时爆破，不得用石块覆盖炮孔，爆破后 15 分钟后才能进入现场，按规定检查和处理盲炮，检查处理危石。

施工现场安全隐患—外业

高边坡存在坍塌隐患

违规立体交叉作业



《四个预应力锚固施工风险控制措施：

1. 锚索钻孔注浆后，要立即施工外部框架等结构，及时张拉，对边坡形成有效锚固作用。

2. 钻孔后要清孔，**锚索入孔后 1h 内注浆**。采用二次注浆加大锚固力。正式施工前应进行锚固力基本试验，对锚固力较小的地层应加大钻孔孔径和锚固段长度。

7. 脚手架高度在 10~15m 时，应设置一组（4~6 根）缆风索，每增高 10 米再增加 1 组，缆风索的地锚应牢固。

二、路面工程施工安全管理措施

2. 沥青储存地点应配备灭火器、消防沙等消防设施，并应设置警示标志。

4. 沥青混料拌合作业应符合下列规定：

(2) 拌合机点火失效时，应关闭喷燃器油门，并应通风清吹后再行点火。

(4) 沥青罐内检查不得使用明火照明。

(5) 沥青拌合站应配备灭火器、消防沙等消防设施。

三、桥梁工程施工安全管理措施

(一) 基坑施工风险控制措施：

2. 开挖中，出现基坑顶部地面裂缝、坑壁坍塌或涌水、涌沙时，必须立即停止施工，人员撤离危险区，待采取措施确认安全后，方可恢复施工。

4. 基坑外堆土时，**堆土应距基坑边缘 1m 以外，堆土高度不得超过 1.5m**。

6. 基坑内应设**安全梯或土坡道等攀登设施**。基坑周边应设防护栏杆。





施工现场安全隐患-外业

基坑开挖：四周未围蔽很易令人失足坠落，造成事故！



（二）支架现浇法施工风险控制措施：

1. 支架法施工前，应根据结构特点、混凝土施工工艺和现行的有关要求对支架进行施工专项安全设计，并制定安装、拆除程序及安全技术措施。
2. 支架立柱应置于平整、坚实的地基上，立柱底部应铺设垫板或混凝土垫块扩散压力；支架地基处应有排水措施，严禁被水浸泡。
3. 支架的立柱应设水平撑和双向斜撑，斜撑的水平夹角以 45° 为宜；立柱高于5m时，水平撑间距不得大于2m，并在两水平撑之间加剪刀撑。
4. 支架高度较高时，应设一组缆风绳。
5. 支架搭设应满足下列要求：
 - (2) 可调底座的调节螺杆伸出长度超过30cm时，应采取可靠的固定措施。
 - (4) 高于4m的满堂红支架，其两端和中间每隔四排立杆应从顶层开始向下每隔两步设置一道水平剪刀撑。
6. 支架搭设应满足下列要求：
7. 支架应按照施工设计要求的方法、程序拆除；严禁使用机械牵引、推倒的方法拆除。
8. 拆除作业应自上而下进行，不得上下多层交叉作业。



脚手架搭设不符合规范



一施工现场安全隐患



(三) 墩柱(塔)施工风险控制措施:

1. 翻模法施工风险防控措施:

(1) 高墩翻模施工应编制专项施工方案，并组织专家论证。

(5) 翻模施工设置安全护栏、通道、安全网等安全防护设施，高处作业时应正确使用安全带。

(7) 高墩施工人员上下必须使用之字形爬梯，安全网、防护栏等防护设施应安全可靠。

2. 起重设备应经有资质的单位检测合格，塔式起重机、钢丝绳、挂钩等满足安全要求，安全装置齐全、有效，操作人员持证上岗，严格按照操作规程操作。

8. 外附脚手架和悬挂脚手架应满铺脚手板或钢板网，脚手架外侧设栏杆、安全网或钢板网。底部满铺脚手板或钢板网，四周设置安全网或钢板网。每步脚手架间应设爬梯，人员应由爬梯上下，进行爬架工作应在爬架内上下，禁止攀爬模板脚手架或由爬架外侧上下。

11. 拆除模板应按先支的后拆，后支的先拆顺序进行拆除。作业区域下面应设警戒区域，设明显标志，防止人员进入。模板拆除不得采取硬撬。拆除的模板应随拆随清理，避免发生钉子扎脚、阻碍通行发生事故。

(四) 悬臂浇筑施工风险控制措施:

3. 浇注墩顶段（0#段）混凝土前，应对托架、模板进行检验和预压，消除杆件连接缝隙、地基沉降和其他非弹性变形。

4. 挂篮的抗倾覆、锚固和限位结构的安全系数均不得小于 2。

6. 挂篮行走滑道应平顺、无偏移；挂篮行走应缓慢，速度宜控制在 0.1m/min 以内，并应由专人指挥。

7. 挂篮安装后，应进行全面的安装质量检查，确认安装质量符合要求后，应按设计荷载进行加载试验，以检验挂篮的承载能力、测量弹性变形量和残余变形量、控制各段梁体的抛高量（预抬量或预拱度）；加载和卸载要分级进行。

10. 挂篮移动行走，在解除挂篮尾部锚固前，应先在挂篮尾部安装足够的平衡重，以防止挂篮倾覆；挂篮的移动行走应两端对称、缓慢地进行。并应加强观测，防止转角、偏位而造成挂篮受扭。

(五) 架桥机施工风险控制措施





2. 现场安装后须经专业的检测检验机构检验合格，发放使用证、挂验收合格牌后方可投入使用。

3. 在架梁过程中，施工现场必须根据环境状况设作业区，并设护栏和安全标志，必要时应设专人值守，严禁非施工人员入内。

5. 架桥机纵向运行轨道两侧规定高度要求对应水平，保持平稳。前、中、后支腿各横向运行轨道要求水平，并严格控制间距，三条轨道必须平行。

一施工现场安全隐患



13. 大雨、大雪、大雾、沙尘暴和六级（含）风以上等恶劣天气必须停止架梁作业。五级风以上严禁作业，必须用索具稳固架桥机和起吊天车，架桥机停止工作时要切断电源，以防发生意外。

15. 架桥机应设置避雷装置。

16. 在架桥机纵移或横移轨道两端，必须设置挡铁，以保证架桥机的移位安全。

四、隧道工程施工安全管理措施

1. 洞口失稳控制措施（见表 1B420054-1）：

洞口失稳控制措施表

1B420054-1

序号	作业内容	控制措施
1	监控量测	增加地表水下沉监控量测频率，分析洞口变形发展趋势
2	开挖	控制开挖量等，减少围岩扰动。超前支护应及时到位，严格按照设计施工，中间围岩开挖后及时封闭初期支护；临时支护拆除后，及时施做二次衬砌；同时在施工过程中，加强第三方监控量测，做到及时预警预控。采取合理的开挖断面高度，特别是用台阶开挖时，第一步开挖的台阶高度不宜超过 1/3 的开挖高度
3	支护	加强超前支护，提高支护结构整体性。支护结构脚部处理，提高基底承载力。
4	排水	洞口顶部做好防排水处理

2. 坍塌事故控制措施（见表 1B420054-2）：





坍塌事故控制措施表

1B420054-2

事故控制措施	等级IV	等级III	等级II
(1) 前期调查	①资料收集	收集相关地质资料及周边工程施工记录、事故记录（包括自然灾害）等。	最好收集上述资料
	②洞口段	对有关滑坡、岩体崩塌等观测	对是否需要观测进行论证
	③断层、破碎带	接近断层、破碎带时，应采用超前地质预报等方式进行确认。	
	④浅埋段	进行地表沉降、拱顶下沉等观测。	
(2) 开挖作业	①开挖方式	根据地质条件、施工条件选择适当的开挖方式，并根据情况进行超前支护。	不良地质条件下应讨论改变施工方法及是否进行超前支护。
	②危石	a) 应分段仔细检查爆破段并清除危石。 b) 钻孔作业前后、爆破后、废渣处理时及处理后，应进行仔细检查，并去除。 c) 地震后应检查以上地点。	
(3) 支护	喷射混凝土	开挖后迅速喷射混凝土。	
		根据情况对掌子面喷射混凝土。	
		根据情况二次喷射混凝土。	对于地质不良段应讨论确定
	锚杆	1) 锚杆应根据地质条件，采用固结性好并便于施工的方式打设。 2) 施工时，应进行拉拔试验确认其性能。	
	钢拱架支护	a) 缩短钢拱架的间隔	不良地质路段应缩小
		b) 扩大钢拱架断面	不良地质路段扩大
(4) 监控量测		c) 使用合适围岩条件的底板、垫板	不良地质路段应使用合适的底板、垫板
		d) 讨论钢拱架的形状是否合适	不良地质路段应讨论其形状
		a) 根据地质条件和施工情况进行适当的监控量测	
	b) 缩小监控量测间隔	不良地质路段应缩小	
	c) 增加监控量测频度	不良地质路段应增加频度	
	d) 根据监控量测、观察的结果，初期支护发生变形时，应采取有效的加固措施		
(5) 二次衬砌	讨论是否需要采用仰拱进行断面闭合及尽早浇筑衬砌等问题	不良地质路段应对是否闭合及尽早衬砌进行讨论	
	根据情况，可考虑是否采用临时性衬砌	应对临时衬砌进行讨论	
(6) 防坍塌的培训	应对以下内容进行相关培训：		
	a) 坍塌事故的危险性。 b) 防止事故发生对策及注意事项。		





- c) 检查方法(检查内容及时间)。
d) 发生险情时的应急措施

3.涌水突泥控制措施(见表 1B420054-3):

涌水突泥控制措施表

1B420054-3

事故控制措施	等级IV	等级III	等级II
(1) 前期资料收集	收集项目周围已完工和在建隧道工程出现涌水情况的资料		根据需要,对周围隧道工程出现涌水情况的资料进行收集
(2) 施工计划	在前期调查的基础上,选择适合地质条件的辅助施工方法,如钻排水孔、设置集水坑、降低地下水、止水施工法		必要时,选择适当的辅助施工方法
(3) 开挖作业	①水平钻孔:采取长距离钻孔,进行涌水调查及排水,根据需要可以改变开挖方式 ②集水坑:采用水平钻孔进行排水,作业途中有障碍时,应设置集水坑 ③止水施工法:排水较为困难时,使用帷幕注浆	①水平钻孔:采取长距离钻孔,进行涌水调查及排水,根据需要可以改变开挖方式 ②集水坑:采用水平钻孔进行排水,作业途中有障碍时,应设置集水坑 ③止水施工法:排水较为困难时,使用帷幕注浆	进行短距离钻孔 讨论集水坑是否设置 根据需要,部分地段进行帷幕注浆 根据需要,讨论是否进行帷幕注浆

五、高处作业安全管理措施

1.高处作业不得同时上下交叉进行。

高处作业人员不得沿立杆或栏杆攀登。高处作业人员应定期进行体检。

高处作业场所临边应设置安全防护栏杆。



2.高处作业场所的孔、洞应设置防护设施及警示标志。

3.安全网

(1)安全网安装应系挂安全网的受力主绳验收。安装和使用安全网不得系挂网格绳。安装完毕应进行检查、验收。

(3)作业面与坠落高度基准面高差超过 2m 且无临边防护装置时,临边应挂设水平安全网。作业面与水平安全网之间的高差不得超过 3.0m,水平安全网与坠落高度基准面的距离不得小于 0.2m。





(4) 安全带还应符合下列规定：

1) 安全带除应定期检验外，使用前还应进行检查。织带磨损、灼伤、酸碱腐蚀或出现明显变硬、发脆以及金属部件磨损出现明显缺陷或受到冲击后发生明显变形的，应及时报废。

2) 安全带应高挂低用，并应扣牢在牢固的物体上。

6) 安全绳有效长度不应大于 2m，有两根安全绳的安全带，单根绳的有效长度不应大于 1.2m。

7) 严禁安全绳用作悬吊绳。严禁安全绳与悬吊绳共用连接器，新更换安全绳的规格及力学性能必须符合规定，并加设绳套。

5. 吊篮应使用专业厂家制作的定型产品，不得自行制作吊篮。

(1) 高处作业吊篮安装拆卸工应按照有关规定经专业机构培训，并应取得相应的从业资格。

(2) 登高梯上端应固定，吊篮和临时工作台应绑扎牢靠。

(3) 吊篮和工作台的脚手板必须铺平绑牢，严禁出现探头板。

无安全爬梯及平台可用，人员冒险攀登

高空作业无安全网、不系安全带、盖梁无牢靠固定扶梯

施工现场安全隐患—外业



高空作业无安全网、不系安全带、盖梁无牢靠固定扶梯



无安全爬梯及平台可用，人员冒险攀登



上演空中飞人





高空临边没有防护设施



施工现场安全隐患外业



标准的基坑围护



桩机钻孔泥浆池安全围护

安全通道设置规范





安全通道设置规范



安全通道设置规范



良好的工作平台





装配式盖梁平台



良好的工作平台



装配式盖梁平台



箱梁挂篮的临边防护





六、水上作业安全管理措施

七、特种设备安全管理措施

1. 特种设备生产、使用单位的主要负责人应当对本单位特种设备的安全和节能全面负责。
2. 特种设备使用单位应当在设备投入使用前或者投入使用后 30d 内到设备所在地市以上的特种设备安全监督管理部门办理特种设备使用登记。
3. 特种设备定期检验
 - (1) 特种设备报检。特种设备使用单位应在特种设备检验合格 有效期届满前1个月 向特种设备检验检测机构 提出 定期检验要求(各特种设备的检验日期可从检验报告、合格标志查看)。
 - (2) 特种设备报检要求。起重机械报检时，必须提供保养合同、有效的作业人员证件。
 - (3) 特种设备换证。特种设备检验合格后，携带使用证、检验合格标志、检验报告、保养合同、保养单位的保养资质到有关主管部门办理年审换证手续。
4. 特种设备安全培训
5. 特种设备使用的相关记录





6. 特种设备现场安全管理

- (1) 悬挂使用登记证。特种设备使用登记证(可使用复印件)应置于特种设备旁边。
- (2) 安全标志、标识的张贴
 - ①警示标志、安全注意事项。
 - ②禁用标志。特种设备停用后，应将设备的电源断开，在设备显眼的地方张贴“禁止使用”的标志。
- (3) 重点监控特种设备标志。纳入本单位安全管理重点监控的特种设备，应在设备明显位置，标注“重点监控特种设备”。

八、其他安全管理措施

1. 触电事故预防管理措施

(2) 施工用电设备数量在5台及以上，或用电设备容量在50kW及以上时，应编制用电组织设计。施工现场临时用电工程专用的电源中性点直接接地的220/380V三相四线制低压电力系统，必须符合下列规定：

- ①采用三级配电系统。
- ②采用TN-S接零保护系统。
- ③采用二级保护系统。
- ④坚持“一机、一闸、一漏、一箱”。

(4) 雨天禁止露天电焊作业。

2. 机械伤害事故预防管理措施

3. 中毒事故预防管理措施

(1) 人工挖孔桩中，要进行毒气试验和配备通风设施。

(2) 严禁现场焚烧有害有毒物质。

4. 火灾事故预防管理措施

(1) 施工现场必须设置足够的消防设备。

5. 预防监控措施

①施工现场内严禁使用电炉子，使用碘钨灯时，灯与易燃物间距要大于30cm，室内不准使用功率超过60W的灯泡，最好采用低能耗、冷光源的节能灯。

②存放易燃气体、易燃物仓库内的照明装置一定要采用防爆型设备，导线敷设、灯具安装、导线与设备连接均应满足有关规范要求。

6. 暴风雨预防管理措施

(2) 预防监控措施

①基础土方施工应根据实际情况设置有效的排(降)水措施。

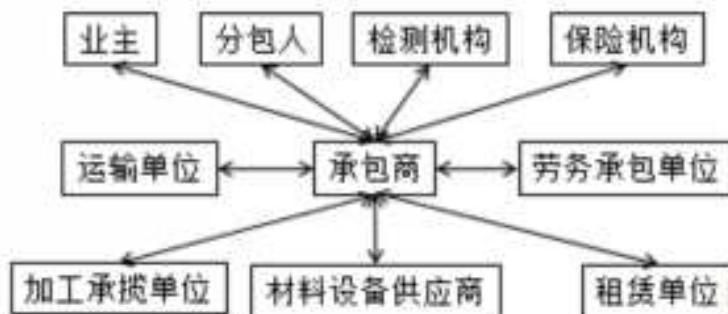
②六级以上大风严禁登高作业，塔式起重机、施工电梯等应按规定安装接地保护和避雷装置。

1B420060 公路工程施工合同管理

1B420061 公路项目的合同体系结构

承包商的这些合同都与工程承包合同相关，都是为了完成承包合同而签订的。





承包商的主要合同关系图

1B420062 公路项目施工合同的履行与管理方法

一、合同文件的优先顺序

解释合同文件的优先顺序如下：

1. 合同协议书及各种合同附件（含评标期间和合同谈判过程中的澄清文件和补充资料）。
2. 中标通知书。
3. 投标函及投标函附录。
4. 项目专用合同条款。
5. 公路工程专用合同条款。
6. 通用合同条款。
7. 工程量清单计量规则。
8. 技术规范。
9. 图纸。
10. 已标价工程量清单。
11. 承包人有关人员、设备投入的承诺及投标文件中的施工组织设计。
12. 其他合同文件。

二、公路工程施工合同的履行

1. 业主的合同履行

- (1) 业主的很多合同义务都是为承包商施工创造先决条件，如征地拆迁、“三通一平”、原始测量数据、施工图纸等。

三、承包商的施工合同管理

1. 认真编制投标文件。

- (1) 确定投标方式，联合投标还是独立投标。
- (2) 确定投标策略，根据掌握的信息，充分分析论证后决定是投保险标，还是投风险标。
- (3) 确定报价策略，根据具体评标办法采用相应的报价策略，特别注意不平衡报价技巧的灵活、适度运用。

1B420063 公路工程分包合同管理

二、分包工程的管理（监理）

1. 严格履行开工申请手续

分包工程在开工前承包人必须填报 **开工报审表**，并附有监理人审批并取得发包人同意的书面文件，由监理人审查其是否具备开工条件，确定是否批复其开工申请。

2. 将分包工程列入工地会议议程

3. 检查核实分包人实施分包工程的主要人员与施工设备



4. 对分包工程实施现场监督检查

三、分包合同管理

1. 分包合同的管理关系

发包人与分包人没有合同关系，发包人对分包合同的管理主要表现为对分包工程的批准。

监理人只与承包人有监理与被监理的关系，对分包人在现场施工不承担协调管理义务。只是依据施工合同对分包工作内容及分包人的资质进行审查，行使确认权或否定权；对分包人使用的材料、施工工艺，工程质量进度进行监督。

2. 分包工程的支付管理

分包人在合同约定的时间，向承包人报送该阶段施工的付款申请单，承包人经过审核后，将其列入施工合同的进度付款申请单内一并提交监理工程师审批。由监理工程师向承包人出具经发包人签认的进度付款证书。**发包人应在监理工程师收到进度付款申请单后的28天内，将进度应付款支付给承包人。**

~~分包人申请→承包人审核→提交监理工程师审批、证明→发包人支付承包人。~~

~~3. 分包工程的变更管理~~



4. 分包工程的索赔管理

【案例 1B420063】

1. 背景

某大型桥梁工程，发包方（简称甲方）通过邀请招标的方式确定本工程由承包商乙中标，双方签订了施工总承包合同。在征得甲方书面同意的情况下，承包商乙将桩基础工程分包给具有相应资质的专业分包商丙，并签订了专业分包合同。在桩基础施工期间，由于分包商丙自身管理不善，造成甲方现场周围的建筑物受损，给甲方造成了一定的经济损失，甲方就此事向承包商乙提出了赔偿要求。

另外，考虑到桥梁主体工程施工难度高，自身技术力量和经验不足等情况，在甲方不知情的情况下，承包商乙又与一家具有施工总承包一级资质的某知名承包商丁签订了主体工程分包合同，合同约定承包商丁以承包商乙的名义进行施工，双方按约定的方式进行了结算。

2. 問題

- (1) 承包商乙和分包商丙签订的桩基础工程分包是否有效?简述理由。
(2) 对分包商丙给甲方造成的损失,承包商乙承担什么责任?简述理由。
(3) 承包商乙将主体工程分包给承包商丁在法律上属于何种行为?《公路工程施工招标文件》(2018年版)要求承包人对专业分包除了遵守一般规定外,还必须遵守哪些规定?

3. 分析与答案

- (1) 有效。根据《公路工程施工招标文件》1.11 分包的规定：允许分包的工程范围仅限于非关键性工程或者适合专业化队伍施工的专业工程，桩基工程属于适合专业化队伍施工的专业工程。

- (2) 对分包商丙给甲方造成的损失，承包商乙承担连带责任。根据《建筑法》第29条规定，建筑工程总承包单位按照总承包合同约定对建设单位负责，分包单位按照分包合同的约定对总承包单位负责。总承包单位和分包单位就分包工程对建设单位承担连带责任。



(3) 承包商乙将主体工程分包给承包商丁在法律上属于违法分包行为。

① 允许专业分包的工程范围仅限于非关键性工程或者适合专业化队伍施工的专项工程。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。

② 承包人应向监理工程师提交专业分包人的资格能力证明材料，经监理工程师审查并报发包人批准后，可以将相应专业工程分包给该专业分包人。

③ 专业分包工程不得再次分包。

④ 承包人和专业分包人应当按照交通运输主管部门制定的统一格式依法签订专业分包合同，并履行合同约定的义务。

承包人应在工程实施前，将经监理工程师审查同意后的分包合同报发包人备案。

⑤ 专业分包人应当设立项目管理机构，对所分包工程的施工活动实施管理。项目管理机构应当具有与分包工程的规模、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专业分包人本单位人员。

⑥ 承包人应当建立和健全相关分包管理制度和台账，对专业分包工程的质量、安全、进度和专业分包人的行为等实施全过程管理，按照合同约定对专业分包工程的实施向发包人负责，并承担赔偿责任。专业分包合同不免除承包合同中规定的承包人的责任或者义务。

⑦ 专业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。

⑧ 承包人对施工现场安全负总责，并对专业分包人的安全生产进行培训和管理。专业分包人应将其专业分包工程的施工组织设计和施工安全方案报承包人备案。专业分包人对分包施工现场安全负责，发现事故隐患，应及时处理。

1B420064 施工阶段工程变更的管理

一、工程变更的概念及产生原因

包括设计变更、进度计划变更、施工条件变更、原招标文件及工程量清单中未包括的“新增工程”。

二、工程变更的基本类型

1. 取消合同中任何一项工作，但被取消的工作不能转由发包人或其他人实施，由于承包人违约造成的情况除外。

2. 改变合同中任何一项工作的质量或其他特性。

3. 改变合同工程的基线、高程、位置或尺寸。

4. 改变合同中任何一项工作的施工时间或改变已批准的施工工艺或顺序。

5. 为完成工程需要追加的额外工作。

三、变更程序

(一) 变更的提出

1. 监理工程师可向承包人发出变更意向书。

2. 监理工程师应按照合同约定向承包人发出变更指示。

3. 承包人可向监理工程师提出书面变更建议。

4. 若承包人收到监理工程师的变更意向书后认为难以实施此项变更，应立即通知监理工程师，对其说明原因并附详细依据。监理工程师与承包人和发包人协商后确定撤销、改变或不改变原变更意向书。

(二) 承包人的合理化建议

1. 均应以书面形式提交监理工程师。建议被采纳并构成变更的，应按合同约定向承包人发出变更指示。





2. 承包人提出的合理化建议给予奖励。

（三）工程变更的审批程序

工程变更通常实行分级审批的管理制度。

1. 一般工程变更的审批程序：



2. **重要**工程变更的审批程序。其审批程序是：监理工程师在下达工程变更令之前，一是要**报业主批准**，二是要同承包人协商确定变更工程的价格**不超过业主批准的范围**。如果超过业主批准的总额，监理工程师应在下达工程变更令之前请求业主作进一步的批准或授权。

3. **重大**工程变更的审批程序。业主在审批工程变更之前应事先取得国家计划主管部门的批准。

四、变更工程的造价管理

（一）变更估价

1. 承包人应在收到变更指示或变更意向书后的 **14d** 内，向监理工程师提交变更报价书。
3. 监理工程师应在收到承包人变更报价书后的 **14d** 内，按照合同约定变更价格。

（二）变更的估价原则

变更工程的单价原则，其一是约定优先原则，其二是公平合理原则。

【案例 1B420064】

1. 背景

某施工单位（乙方）与某建设单位（甲方）签订了公路工程施工承包合同，合同价款 1500 万元，其中包括中桥一座，基础采用扩大基础，上部结构为预应力混凝土 T 梁。开工前，施工单位提交了详细的施工组织设计并得到批准，合同规定，变更工程超过合同总价的 15% 时，监理工程师应与业主和承包人协商确定一笔管理费调整额。

2. 问题

（1）在进行桥梁工程基础开挖时，发现地基和设计不符，不能满足承载力的要求，承包商应该如何处理？

（2）在工程施工过程中，乙方根据监理工程师的指示就部分工程进行了变更施工，试问变更部分合同价款根据什么原则确定？

（3）签发交工证书时，监理工程师发现变更工程的价款累计金额为 302 万元，假设投标报价的管理费率为直接费的 10%，业主、监理工程师和承包人协商后确定管理费调整两个百分点，在其他工程内容不变的情况下，请问工程价款应如何调整？

3. 分析与答案

该案例考核承包商遇到工程地质条件发生变化时的工作程序以及工程变更价款的确定原则，当变更数量较大时管理费的调整方法。

（1）承包商应根据合同规定，及时通知甲方，要求对工程地质重新勘察并对设计进行变更，按变更后的设计图纸进行施工，并及时申报变更费用。

（2）变更部分合同价款根据下列原则确定：





- ①如果取消某项工作，则该项工作的总额价不予支付。
- ②已标价工程量清单中有适用于变更工作的子目的，采用该子目的单价。
- ③已标价工程量清单中无适用于变更工作的子目、但有类似子目的，可在合理范围内参照类似子目的单价，由监理工程师按合同约定商定或确定变更工作的单价。
- ④已标价工程量清单中无适用或类似子目的单价，可在综合考虑承包人在投标时所提供的单价分析表的基础上，由监理工程师按合同约定商定或确定变更工作的单价。
- ⑤如果本工程的变更指示是因承包人过错、承包人违反合同或承包人责任造成的，则这种违约引起的任何额外费用应由承包人承担。

(3) 当变更工程超过合同总价的15%时，超过部分的管理费应下调两个百分点。

管理费调整的起点为： $1500 \text{ 万元} \times (1+15\%) = 1725 \text{ 万元}$ ；

管理费调整部分的金额： $(1500 + 302 - 1725) \text{ 万元} = 77 \text{ 万元}$ ；

管理费调整部分的直接费为： $77 \text{ 万元} / (1+10\%) = 70 \text{ 万元}$ ；

调整后的工程价款为： $1725 \text{ 万元} + 70 \text{ 万元} \times (1+8\%) = 1800.6 \text{ 万元}$ 。

1B420065 公路项目施工索赔管理

一、工期延误的分类

(一) 按延误索赔结果划分

1. 可原谅可补偿的延误

由于业主或工程师的错误造成的工期延误。

2. 可原谅不可补偿的延误

由客观原因引起的工期延误。承包商可获得一定的工期延长作为补偿，得不到经济补偿。

3. 不可原谅的延误

不可原谅的延误是指由于承包商的原因引起的工期延误。

(二) 按延误是否处于关键路线上划分

1. 关键性延误

2. 非关键性延误

(三) 按照延误发生的时间划分

1. 单一性延误

2. 共同延误

二、共同延误的责任归属原则

(一) 初始事件原则

在多事件交叉时段中应判断哪一种原因是最先发生的。在初始延误发生作用的期间，其他并发的延误者不承担延误责任。

(二) 不利于承包商原则

在交叉时段内，只要出现了承包商的责任或风险，不管其出现次序，亦不论干扰事件的性质，该时段的责任全部由承包商承担。

(三) 责任分摊原则

(四) 工期从宽、费用从严原则

【案例 1B420065-1】

1. 背景

某道路工程施工采用了包工包料的合同，合同中约定，当工期发生共同性延误时，按照不利于承包商原则进行处理。工程施工过程中，在一个关键工作面上又发生了几种原因造成临时停工。6月20日~6月26日，承包人的施工设备出现了从未出现过的故障。





应于 6 月 24 日交给承包人的后继图纸直到 7 月 10 日才交给承包人；7 月 7 日～7 月 12 日施工现场发生了该季节罕见的特大暴风，造成了 7 月 11～7 月 14 的该地区的供电全面中断。

2. 问题

(1) 由于几种情况的暂时停工，承包人在 7 月 15 日向监理工程师提交延长工期 25d，成本损失费人民币 2 万元/d（此费率已经监理工程师核准）和利润损失费人民币 2000 元/d 的索赔要求，共计索赔款 55 万元。承包商的这些要求能否得到支持？

(2) 若承包人对因业主原因造成窝工损失进行索赔时，要求设备窝工损失按台班计算，人工的窝工损失按工日计价。该要求是否合理？应如何处理？

3. 分析与答案

(1) 可以批准的工期索赔 18d，费用索赔额为 26.4 万元人民币，原因如下：

① 6 月 20 日～6 月 29 日承包人的施工设备出现了从未出现过的故障，属于承包人应承担的风险，不应考虑承包人的费用索赔要求和工期顺延要求。

② 6 月 27 日～7 月 6 日，是由于业主迟交图纸引起的，为业主应承担的风险，可以考虑工期和费用的索赔，也应考虑承包人的利润要求，工期顺延 10 天，索赔额为 $10d \times 2 \text{ 万}/d + 10d \times 0.2 \text{ 万}/d = 22 \text{ 万元}$ 。

③ 7 月 7 日～7 月 12 日特大暴雨属于双方共同的风险，可以考虑承包人工期索赔，但不应考虑费用索赔要求，工期顺延 6 天。

④ 7 月 13 日、7 月 14 日的停电属于有经验的承包人无法预见的自然条件变化。为业主应承担的风险，可以考虑工期和费用索赔，也应考虑承包人的利润要求，工期顺延 2 天，索赔额为 $2d \times 2 \text{ 万}/d + 2d \times 0.2 \text{ 万}/d = 4.4 \text{ 万元}$ 。

(2) 不合理。窝工闲置的设备应按折旧费或停滞台班费或租赁费计价，不包括运转费部分；人工费损失应考虑这部分工作的工人调做其他工作时功效降低的损失费用，一般用工日单价乘以一个测算的降效系数计算这一部分损失，而且只能按直接成本费用计算，不包括管理费和利润。

【案例 1B420065-2】

1. 背景

某建设单位（甲方）与某施工单位（乙方）签订了施工合同，同时与某降水公司订立了工程降水合同。甲乙双方合同规定：采用单价合同，每一分项工程的实际工程量增加（或减少）超过招标文件中工程量的 25% 以上时调整单价；工作 B、E、G 作业使用的主导施工机械一台（乙方自备），台班费为 400 元/台班，其中台班折旧费为 50 元/台班，施工网络计划如图 1B420065 所示。

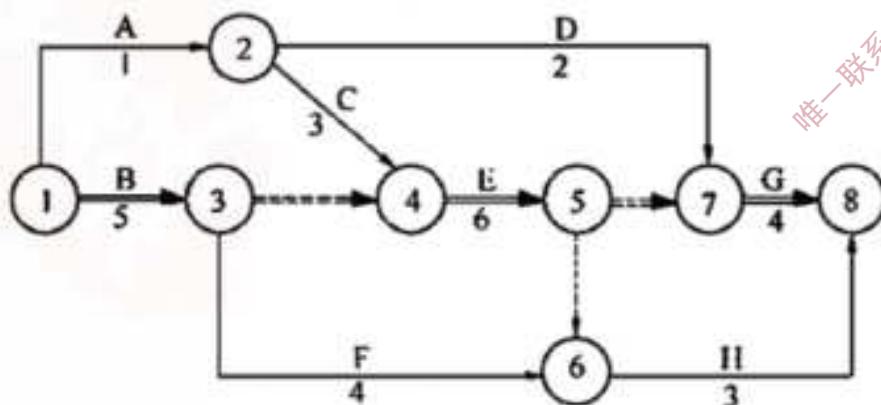


图 1B420065 施工网络计划图

甲乙双方约定 8 月 15 日开工。工程施工中发生如下事件：





- (1) 降水方案错误，致使工作 D 推迟 2d，乙方配合用工 5 个工日，窝工 6 个工日；
 (2) 因设计变更，工作 E 工程量由招标文件的 300m^3 增至 400m^3 ，超过了 25%，合同中该工作的单价为 $55 \text{元}/\text{m}^3$ ，经协商调整后综合单价为 $50 \text{元}/\text{m}^3$ ；
 (3) 为保证工程质量，乙方在施工中将工作 B 原设计尺寸扩大，增加工程量 15m^3 ，该工作综合单价为 $78 \text{元}/\text{m}^3$ ；
 (4) 在工作 D、E 均完成后，甲方指令增加一项临时工作 K，经核准，完成该工作需要 1d 时间，机械 1 台班，人工 10 个工日。

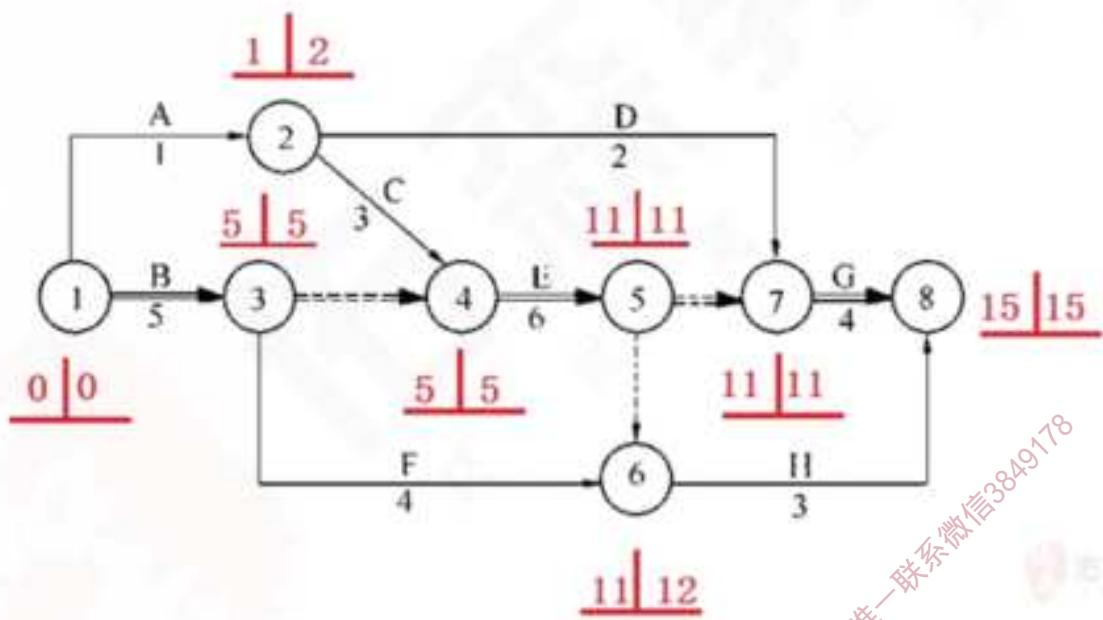
2. 问题

(1) 上述哪些事件乙方可以提出索赔或调整费用要求？哪些事件不能提出索赔要求？说明原因。

- (2) 每项事件工期索赔各是多少，总工期索赔多少天？
 (3) 工作 E 结算价应为多少？
 (4) 假设人工工日单价为 $120 \text{元}/\text{工日}$ ，合同规定窝工人工费补偿标准为 $80 \text{元}/\text{工日}$ ，因增加用工所需的管理费为增加人工费的 20%，工作 K 的综合取费为人工费的 80%。计算除事件 (2) 外合理的费用索赔金额。

3. 分析与答案

本案例考核合同的计价及价格调整方式，索赔的分类，索赔事件的责任划分，工期索赔、费用索赔的计算以及应用网络计划技术处理工程索赔的方法。



- (1) 事件 (1) 可提出索赔要求，因为降水工程由甲方另行发包，是甲方的责任。
 事件 (2) 可提出索赔要求，因为设计变更是甲方的责任，且工作 E 的工程量增加了 100m^3 ，超过了招标文件中工程量的 25%。
 事件 (3) 不应提出索赔要求，因为保证施工质量的技术措施费应由乙方承担。
 事件 (4) 可提出索赔要求，因为甲方指令增加工作，是甲方的责任。
 (2) 事件 (1)：工作 D 总时差 8d，推迟 2d 尚有总时差 6d，不影响工期，因此索赔 0d。
 事件 (2)：因工作 E 为关键工作，可索赔工期： $(400 - 300) \text{m}^3 / (300\text{m}^3/6\text{d}) = 2\text{d}$ ，





事件(4)：因E、G均为关键工作，在该两项工作之间增加工作K，则工作K也为关键工作，索赔工期1d。

总计索赔工期： $2+1=3d$

(3) 按原单价结算的工程量： $300m^3 \times (1+25\%) = 375m^3$ ；

按新单价结算的工程量： $400m^3 - 375m^3 = 25m^3$ ；

总结算价： $375m^3 \times 55 \text{ 元}/m^3 + 25m^3 \times 50 \text{ 元}/m^3 = 21875 \text{ 元}$ 。

(4) 事件(1)：人工费： $6 \text{ 工日} \times 80 \text{ 元}/\text{工日} + 5 \text{ 工日} \times 120 \text{ 元}/\text{工日} \times (1+20\%) = 1200 \text{ 元}$ ；

事件(4)：人工费： $10 \times 120 \times (1+80\%) = 2160 \text{ 元}$ ；

机械费： $1 \times 400 = 400 \text{ 元}$ ；

合计费用索赔总额为： $1200 \text{ 元} + 2160 \text{ 元} + 400 \text{ 元} = 3760 \text{ 元}$ 。

1B420070 公路项目施工成本管理

成本管理	IB420071 公路项目施工成本管理的内容
	IB420072 公路项目目标后预算编制
	IB420073 公路项目施工成本控制方法
	IB420074 公路项目施工成本核算方法

IB420071 公路项目施工成本管理的内容

一、施工成本管理的流程和主要管理内容



施工项目成本管理流程

二、公路项目施工成本计划的编制

1. 确定责任目标成本

编制施工成本计划的关键是确定责任目标成本，这是成本计划的**核心**，是成本管理所要达到的**目标**，成本目标通常以项目成本总降低额和降低率来定量地表示。

2. 施工成本计划的编制

工程项目施工成本计划应在**项目经理**的组织和主持下，根据**合同文件、企业下达的责任目标成本、企业施工定额、经优化选择的施工方案**以及生产要素成本预测信息等进行编制。具体的工作程序是：

计算各分部分项工程的计划工程量 → 计算人工、材料、机械使用量（施工定额） → 计算各分部分项工程的施工预算成本（企业或市场价格信息） → 计算其计划成本偏差。

现场计划成本偏差是指现场施工预算成本与责任目标成本之差，即：



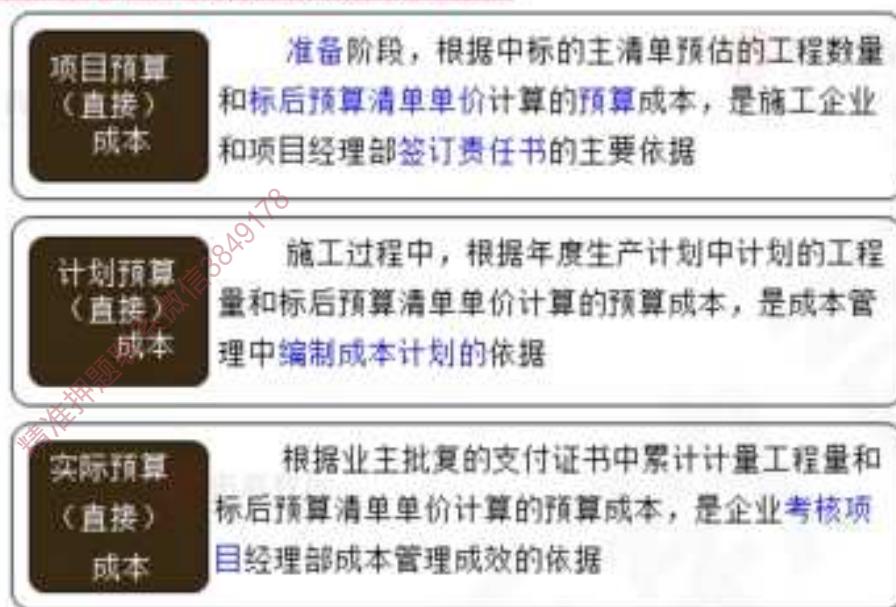


计划成本偏差=施工预算成本—责任目标成本

1B420072 公路项目标后预算编制

一、公路工程标后预算的概念

标后预算是指在施工企业中标后，施工前编制的施工预算。在中标的合同工程量清单基础上，将企业费用和项目施工费用重新分解后计算的项目施工总费用，包括直接费、设备购置费、措施费、专项费用以及现场管理费。



二、标后预算的费用构成

1. 标后预算总费用构成

标后预算的总费用与建筑工程费用组成相同。

建筑工程费用中的企业管理费分解为总部管理费和现场管理费。从项目管理的角度出发，标后预算的总费用可以划分为上缴企业费用、项目预算总成本、规费和税金四项。



图1B420072 项目标后总费用构成

项目预算总成本= Σ (标后预算清单单价×清单工程量)

标后预算清单单价=某工程细目 [单位直接费(或单位设备购置费)+单位措施费+单位现场管理费]

三、标后预算编制方法





(一) 直接费

工程量业主在工程量清单中已列明；标后预算清单细目的工程量与报价单中同一细目的工程量相同：

单位实体人工和机械的消耗数量一般采用**企业定额**计算；

材料消耗量可以根据设计数量和混合料目标配合比计算；

人工和机械台班的单价可以按照企业实际测算确定。

材料的预算单价应按实际采购单价并考虑一定场外运输损耗和**采购及保管费**等计算。

1. 人工费的计算

人工费=承包（分包）单价×承包（分包）工程量

如果项目经理部自己组织施工的，可按施工组织设计配备的生产工人数量、辅助生产工人数量和计划工期，结合其月平均工资和工资附加费进行测算。

人工费=(月平均工资+工资附加费)×用工数量×计划工期(月)

2. 材料费计算

材料费是指施工过程中耗用的构成工程实体的各种原材料、辅助材料、构（配）件零件、半成品、成品的用量以及周转材料摊销量，根据工程所在地的材料市场价格确定，**材料预算价格由材料原价、运杂费、场外运输损耗、采购及保管费组成，其中材料原价、运杂费按不含增值税（可抵扣进项税额）的价格确定。**工程实体材料费用=Σ(工程实体各种材料消耗×相应材料单价)

钢筋、钢绞线、型钢、管钢等材料消耗量=设计图纸的设计工程量×(1+经验损耗率)

混合料中各种原材料消耗量=设计图纸的设计工程量×工地实验室的生产配合比中该材料所占的比率×(1+经验损耗率)

经验损耗率可以根据施工过的同类项目的历史经验数据确定。

材料单价=(材料采购单价+运杂费)×(1+场外运输损耗率)×(1+采购及保管费率)-包装品回收价值

周转材料摊销费=周转材料设计数量×单价×摊销率×计划使用时间

周转材料单价=(材料的采购原价+运杂费)×(1+采购及保管费率)

周转材料摊销率按企业财务部门规定计算。

如周转材料为租赁的，则周转材料费按租赁合同的租金计算，一般计算式为：

租金=数量×租赁单价×租赁时间

3. 机械费的计算

(1) 自有机械

自有机械总费用=Σ某种机械型号的(不变费用+可变费用)

不变费用包括折旧费、检修费、维护费和安拆辅助费。

折旧费=设备原值×年折旧率×使用时间(年)

其中年折旧率按企业财务部门规定进行测算。检修费、维护费和安拆辅助费根据经验数据计算。

可变费用包括：燃、油料费、电费、机驾人员工资及其他费用，可按以下方法计算：燃油费包括汽油、柴油、重油和煤，根据各机械设备的吨·公里耗油量或小时耗油量测算总耗油量，或以经验数据测算总耗油量，再乘以各燃油料的市场单价计算。

电费根据机械设备铭牌标注的额定功率和预计使用时间计量用电量，再乘以电的单价得到。

机驾人员工资总额=(月平均工资+工资附加费)×人数×时间

养路费机车船使用税按实际缴纳计算。

(2) 租赁机械





根据租赁合同确定计算方法。

如果租赁合同约定机驾人员工资、油料、维修等使用费由项目经理部承担，则：

$$\text{机械租赁费} = \Sigma [(\text{机械租赁单价} + \text{使用费}) \times \text{租赁数量} \times \text{租赁时间}]$$

如果租赁合同约定机驾人员工资油料维修等使用费由出租方承担，则：

$$\text{机械租赁费} = \Sigma (\text{机械租赁单价} \times \text{租赁数量} \times \text{租赁时间})$$

（二）设备购置费

设备购置费是为满足公路初期运营、管理需要购置的构成固定资产标准的设备和虽低于固定资产标准但属于设计明确列入设备清单的设备费用，包括渡口设备，隧道照明、消防、通风的动力设备，公路监控、收费、通信、路网运行监测、供配电及照明设备等。

（三）措施费

措施费是指直接费以外施工过程中发生的直接用于工程的费用。其内容包括冬期施工增加费、雨期施工增加费、夜间施工增加费、特殊地区施工增加费、行车干扰工程施工增加费、施工辅助费、工地转移费等内容。

（四）专项费用

专项费用包括施工场地建设费和安全生产费。

1. 施工场地建设费。

按照工地建设标准化要求进行承包人驻地、工地实验室建设、办公、生活居住房屋和生产用房屋等费用；场区平整、场地硬化、排水、绿化、标志、污水处理设施、围墙隔离设施等费用，以及以上范围内各种临时工作便道、人行便道，工地临时用水、用电的水管支管和电线支线，临时构筑物、其他小型临时设施等的搭设或租赁、维修、拆除及清理的费用。

工地实验室所发生的属于固定资产的试验设备和仪器等折旧、维修或租赁费用以及施工扬尘污染防治措施费和文明施工、职工健康生活的费用。不包括红线范围内贯通便道、进出场的临时便道、保通便道。

2. 安全生产费包括完善、改造和维护安全设施设备费用，配备、维护、保养应急救援器材、设备费用，开展重大危险源和事故隐患评估和整改费用，安全生产检查、评价、咨询费用，配备和更新现场作业人员安全防护用品支出，安全生产宣传、教育、培训费用，安全设施及特种设备检测检验费用，施工安全风险评估、应急演练等有关工作及其他与安全生产直接相关的费用。

（五）现场管理费

现场管理费的计算。

1. 保险费。

2. 管理人员工资。

3. 工资附加费。以管理人员工资总额为基数，按一定比率进行测算。如：按 67% 的比率进行测算，即 $\text{工资附加费} = \text{管理人员工资总额} \times 67\%$

4. 指挥车辆使用费。

5. 通信费、办公费、水电费、差旅交通费、取暖降温费等根据项目的规模、计划工期和经验数据计算。

6. 不可预见费。

7. 其他费用。

（1）业务招待费按企业和财政部有关规定进行测算。

（2）投标费按实际发生计列。

（3）缺陷责任期费用根据工程规模、缺陷责任期时间和留守人员等情况，按经验数据测算。





1B420073 公路项目施工成本控制方法

一、公路工程项目成本控制方法

(一) 以目标成本控制成本支出

1. 人工费的控制
2. 材料费的控制
3. 周转工具使用费的控制
4. 施工机械使用费的控制
5. 现场管理费的控制

(二) 以施工方案控制资源消耗

(三) 用净值法进行工期成本的同步控制

(四) 运用目标管理控制工程成本

二、降低公路工程项目施工成本的方法和途径

1. 进行合同交底。
2. 项目经理部应认真研读合同文件。
3. 下达标后预算。
4. 制定先进、经济合理的施工方案。
5. 落实技术组织措施。
6. 组织均衡施工，加快施工进度。
7. 降低材料成本。
8. 提高机械利用率。

1B420074 公路项目施工成本核算方法

一、施工成本核算的内容

(一) 人工费的核算

职工福利费、工会经费、职工教育经费等工资附加费，应根据各个成本核算对当期实际发生或分配计入的工资总额，按规定计提并计入“人工费”项目。

工资性质的津贴，按规定应计入成本的奖金、劳动保护费等人工费，比照计件和计时工资的归集和分配方法，直接计入或分配计入有关成本核算对象的“人工费”项目。

(二) 材料费核算

(三) 机械使用费的核算

如果租入的施工机械是为两个或两个以上的工程服务，应以租入机械所服务的各个工程受益对象提供的作业台班数量为基数进行分配。

(四) 措施费的核算

(五) 间接费用的核算

间接费用是指现场施工管理费，主要有管理人员的工资、奖金和按比例计提上交企业的职工福利费、工会经费、教育经费、劳保统筹费，以及现场公共生活服务等费用。

1B420080 公路工程造价管理

造价管理	1B420081 公路工程工程量清单计价的应用
	1B420082 投标阶段合同价的确定
	1B420083 公路工程计量管理
	1B420084 公路工程施工进度款的结算
	1B420085 公路工程合同价款支付
	1B420086 公路工程竣工结算文件的编制

1B420081 公路工程工程量清单计价的应用





一、工程量清单的含义

工程量清单是招标单位（业主）将要招标的工程按一定的原则进行分解，以明确工程的内容和范围，并将这些内容量化而得到的一套工程项目表。

我国的公路工程项目招标，一般均由招标单位提供工程量清单。需要特别指出的是工程量清单中所列的工程数量是在实际施工生产前根据设计施工图纸和说明及工程量计算规则所得到的一种准确性较高的预算数量，并不是中标者在施工时应予完成的实际的工程量。业主应按实际工程量支付工程费用。

二、工程量清单的内容

（二）工程量清单的内容

按上述原则编制的工程量清单，其内容分为前言（或说明）、工程子目、计日工明细表和清单汇总表四部分。

1. 前言（或说明）

（1）约定计量规则中没有的子目，其工程量按照有合同约束力的图纸所标示尺寸的理论净量计算。

（3）本工程量清单中所列工程数量是估算的或设计的预计数量，仅作为投标报价的共同基础，不能作为最终结算与支付的依据。实际支付应按实际完成的工程量，由承包人按工程量清单计量规则规定的计量方法，以监理工程师认可的尺寸、断面计量，按本工程量清单的单价和总额价计算支付金额；或根据具体情况，按合同条款的规定，按监理工程师确定的单价或总额价计算支付额。

（6）工程量清单中所列工程量的变动，丝毫不会降低或影响合同条款的效力，也不免除承包人按规定的标准进行施工和修复缺陷的责任。

（7）图纸中所列的工程数量表及数量汇总表仅是提供资料，不是工程量清单的外延。当图纸与工程量清单所列数量不一致时，以工程量清单所列数量作为报价的依据。

（8）工程量清单中的每一子目须填入单价或价格，且只允许有一个报价。

（9）除非合同另有规定，工程量清单中有标价的单价和总额价均已包括了为实施和完成合同工程所需的劳务、材料、机械、质检（自检）、安装、缺陷修复、管理、保险、税费、利润等费用，以及合同明示或暗示的所有责任、义务和一般风险。

（10）工程量清单中投标人没有填入单价或价格的子目，其费用视为已分摊在工程量清单中其他相关子目的单价或价格之中。承包人必须按监理工程师指令完成工程量清单中未填入单价或价格的子目，但不能得到结算与支付。

（11）符合合同条款规定的全部费用应认为已被计入有标价的工程量清单所列子目之中，未列子目不予计量的工作，其费用应视为已分摊在本合同工程的有关子目的单价或总额价之中。

（12）承包人用于本合同工程的各类装备的提供、运输、维护、拆卸、拼装等支付的费用，已包括在工程量清单的单价与总额价之中。

2. 工程子目

工程量清单格式

子目号	子目名称	单位	工程数量	单价	合价或金额

3. 计日工明细表

业主可能有一些临时性的或新增加的项目，而且这种临时的新增项目的工程量在招投标阶段很难估计，希望通过招投标阶段事先定价，避免开工后可能发生时出现的争端，故需要以计日工明细表的方法在工程量清单中予以明确。





计日工明细表由总则、计日工劳务、计日工材料、计日工施工机械等方面的内容组成。

4. 工程量清单汇总表

再加上一定比例或数量（按招标文件规定）的暂列金额而得出该项目的总报价。

三、编写工程量清单注意事项

1. 将开办项目作为独立的工程子目单列出来

开办项目往往是一些一开工就要发生或开工前就要发生的项目，如工程保险、施工环境费、安全生产费、临时工程与设施、承包人驻地建设、施工标准化等。如果将这些项目包含在其他项目的单价中，到承包人开工时，上述各种款项将得不到及时支付。

2. 合理划分工程子目

3. 工程子目的划分要大小合适

5. 计日工清单或专项暂定金额不可缺少

计日工清单是用来处理一些附加的或小型的变更工程计价的，清单中计日工的数量完全是由业主虚拟的，用以避免承包人在投标时计日工的单价报得太离谱。

1B420082 投标阶段合同价的确定

一、投标报价编制原则

2. 以施工方案、技术措施等作为投标报价计算的基本条件。

3. 以反映企业技术和管理水平的企业定额作为计算人工、材料和机械台班消耗量的基本依据。

三、投标报价的计算方式

（一）投标报价的组成

投标报价的组成主要有直接费、措施费、企业管理费、利润、规费、税金和风险费等。

企业管理费，是指组织和管理工程施工所需的各项费用。由基本费用、主副食运输补贴、职工探亲路费、职工取暖补贴和财务费用等费用组成。

（二）标价的计算

投标报价计算有工料单价计算法和综合单价计算法两种。

（三）标价分析

标价分析评估可从以下几个方面进行：

1. 标价的宏观审核

用类比的方法，从宏观上判断初步计算的合理性。

2. 标价的动态分析

标价的动态分析是假定某些因素发生变化，测算标价的变化幅度，特别是这些变化对计划利润的影响。

3. 标价的盈亏分析

【案例 1B420082】

1. 背景

某山区公路工程，业主在招标时给出了工程量清单，要求采用工程量清单报价的方法进行报价，给出的工程细目共七部分。投标时，承包商在核算工程数量时发现桩基的设计数量比清单数量少，承包商为了降低报价，就对工程量清单进行了更改，按更改后的数量进行报价；在某桥梁工程报价时，承包商发现没有脚手架细目，认为业主有漏项，以后工程施工时再进行增项，在报价时未考虑此费用。各细目的单价确定后，承包商进行了汇总，得出了投标总价，写入了投标书。

2. 问题

（1）公路工程工程量清单的工程细目包括哪几部分？

（2）据上述材料，说出承包商投标时有无不妥之处，如有请指出，并说明理由。





3. 分析与答案

本案例考核工程量清单的组成部分，并要求掌握工程量清单报价的内容，对工程量清单的更改、工程细目包括的内容等有关规定必须清楚，以便正确地进行报价。

(1) 工程细目根据工程的不同部位分为总则、路基、路面、桥梁涵洞、隧道、安全设施及预埋管线、绿化及环境保护设施七部分。

(2) 有不妥之处：

①业主给定的工程量清单是承包商报价的基础，承包商不得擅自修改，发现与设计不一致时，可向业主申请澄清，根据业主的澄清文件进行更改，没有澄清的按清单数量报价。

②桥梁工程的脚手架等材料不单独设置细目，其费用在投标时需考虑，应包括在相应的工程细目综合单价中。

1B420083 公路工程计量管理

一、计量的概念

计量必须以净重为准。

二、工程计量程序

(一) 工程计量的组织类型

1. 监理工程师独立计量。

2. 承包人进行计量。

3. 监理工程师与承包人共同计量。

(二) 现场计量的程序

工程计量由承包人向监理工程师提出并附有必要的中间交工验收资料或质量合格证明。

监理工程师对工程的任何部分进行计量时，应事先通知承包人或承包人的代表。

计量工作可以由监理工程师和承包人双方委派合格人员在现场进行，也可以采用记录和图纸在室内按计量规则进行计算，其结果都必须经监理工程师和承包人双方同意，签字认可。

(三) 驻地监理工程师对计量结果的审查

驻地监理工程师对计量结果的审查包括两个方面：一是计量的工程质量是否达到合同标准；二是计量的过程是否符合合同条件。

(四) 总监理工程师代表处对工程计量项目的审定

三、工程量计量总原则

2. 任何工程项目的计量，均应按本规则规定或监理工程师书面指示进行。

3. 承包人应提供一切计量设备和条件，并保证其设备精度符合要求。

4. 除非监理工程师另有准许，一切计量工作都应在监理工程师在场情况下，由承包人测量、记录。有承包人签名的计量记录原本，应提交给监理工程师审查和保存。

5. 工程量应由承包人计算，由监理工程师审核。工程量计算的副本应提交给监理工程师并由监理工程师保存。

6. 除合同特殊约定单独计量之外，全部必需的模板、脚手架、装备、机具、螺栓、垫圈和钢制件等其他材料，应包括在工程量清单中所列的有关支付项目中，均不单独计量。

7. 除监理人另有批准外，凡超过图纸所示的面积或体积，都不予计量与支付。

【案例 1B420083】

1. 背景

某路基土、石方工程，主要的分项工程包括开挖土方、填方等，按《公路工程施工招标文件》（2018年版）合同文件范本签订的施工承包合同规定按实际完成工程量计价。根据合同规定，承包人必须严格按照施工图及承包合同规定的内容及技术规范要求施工，工程量由监理工程师负责计量，工程的总价款根据承包人取得计量证书的工程量进行结算。



2. 问题

(1) 根据该工程的合同特点, 监理工程师提出了计量支付的程序要求如下。先判断其正误, 并改正其不恰当和错误的地方。

- ①对已完成的分项工程向业主申请质量认证。
- ②在协议约定的时间内向监理工程师申请计量。
- ③监理工程师对实际完成的工程量进行计量, 签发计量证书给承包人。
- ④承包人凭质量认证和计量证书向业主提出付款申请。
- ⑤监理工程师复核申报资料, 确定支付款项, 批准向承包人付款。

(2) 在工程施工过程中, 当进行到施工图所规定的处理范围边缘时, 承包人为了使压实质量得到保证, 将压实范围适当扩大, 施工完成后, 承包人将扩大范围的施工工程量向监理工程师提出计量付款的要求。试问监理工程师是否同意计量, 为什么?

3. 分析与答案

本案例主要考核工程计量及工程款支付程序, 监理工程师在工程合同管理中的地位和作用。

(1) 计量支付程序要点:

- ①错。对已完成的分项工程向监理工程师申请质量认证。
- ②对。
- ③对。
- ④错。承包人凭质量认证和计量证书向监理工程师提出付款申请。
- ⑤错。监理工程师复核申报资料, 确定支付款项, 向业主提供付款证明文件。

(2) 监理工程师拒绝计量扩大范围的施工工程量, 拒绝原因:

①根据计量原则, 凡超过了图纸所示或监理工程师指示或同意的任何长度、面积或体积, 都不予计量。该部分的工程量超出了施工图的要求。

②该部分的施工是承包人为了保证施工质量而采取的技术措施, 一般在业主没有批准追加相应费用的情况下, 技术措施费用应由承包人自己承担, 应在投标时就在相应清单综合单价中考虑需增加的费用。

1B420084 公路工程施工进度款的结算

一、工程价款的主要结算方式

- 1. 按月结算。
- 2. 竣工后一次结算。
建设项目或单项工程全部建筑安装工程建设期在12个月以内, 或者工程承包价在100万元以下的, 可以实行工程价款每月月中预支, 竣工后一次结算。
- 3. 分段结算。即当年开工, 当年不能竣工。
- 4. 目标结算方式。
- 5. 双方约定的其他结算方式。

二、工程进度款的支付

2. 进度付款申请单

承包人应在每个付款周期末, 向监理工程师提交进度付款申请单, 并附相应的支持性证明文件。

4. 工程进度付款的修正





三、合同价款的调整

2. 工程价款价差调整的主要方法

(1) 工程造价指数调整法。

(2) 实际价格调整法。

(3) 调价文件计算法。

(4) **调值公式法**。此种调值公式一般包括固定部分、材料部分和人工部分，调值公式一般为：

$$P = P_0 \times (a_0 + a_1 A/A_0 + a_2 B/B_0 + a_3 C/C_0 + \dots)$$

五、工程拖期的价款调整

如果承包人未能在投标书附录中写明的工期内完成本合同工程，则在该交工日期以后施工的工程，**其价格调整计算应采用该交工日期所在年份的价格指数作为当期价格指数。**

如果延期符合合同规定的情况，则在该延长的交工日期到期以后施工的工程，**其价格调整计算应采用该延长的交工日期所在年份的价格指数作为当期价格指数。**

【案例 1B420084】

1. 背景

某承包商于某年承包某工程项目施工，与业主签订的承包合同的部分内容有：

(1) 工程合同价 2000 万元，工程价款采用调值公式动态结算。该工程的人工费占工程价款的 35%，需调值的材料费占 50%，不调值费用占 15%。具体的调值公式为：

$$P = P_0 \times (0.15 + 0.35 A/A_0 + 0.2 B/B_0 + 0.3 C/C_0)$$

式中 A_0 、 B_0 、 C_0 ——基期价格指数；

A 、 B 、 C ——工程结算日期的价格指数。

(2) 开工前业主向承包商支付合同价 10% 的预付款，开工预付款在进度付款证书的累计金额未达到签约合同价的 30% 之前不予扣回，达到签约合同价的 30% 之后，开始按工程进度以固定比例（即每完成签约合同价的 1%，扣回开工预付款的 2%）分期从各月的进度付款证书中扣回，全部金额在进度付款证书的累计金额达到签约合同价的 80% 时扣完。





(3) 合同中约定质量保证金为工程价款结算总额的 3%，工程缺陷责任期 1 年，质量保修期为 5 年。

(4) 合同约定各类保证金均以银行保函形式支付，承包商按要求缴纳了履约保证金。

(5) 合同中约定，工程进度款按月结算，当月完成工程量月底计量，下月中旬支付。

工资、材料价格指数表

表 1B420084

代号	A ₀	B ₀	C ₀
基期价格指数	100	120	130
代号	A	B	C
5 月指数	110	125	130
6 月指数	108	128	140
7 月指数	105	120	135
8 月指数	102	130	128
9 月指数	103	128	130

未调值前各月完成的工程情况为：

5 月份完成工程 300 万元，其中业主供料部分材料费为 20 万元。

6 月份完成工程 600 万元。

7 月份完成工程 700 万元，另外由于业主方设计变更，导致工程局部返工，造成损失 5 万元，重新施工增加费用 10 万元。

8 月份完成工程 400 万元，另有批准的索赔款 5 万元。

2. 问题

(1) 工程预付款是多少？

(2) 确定每月终业主应支付的工程款。

(3) 在工程竣工半年后，发生桥面漏水，业主应如何处理此事？

3. 分析与答案

本案例考核工程预付款、工程价款的调值公式结算方法和计算，以及工程保修金的处理等。因此，在进行计算之前，对上述内容要进行系统的学习，尤其是关于动态结算方法和计算。

(1) 工程预付款： $2000 \text{ 万元} \times 10\% = 200 \text{ 万元}$ 。

(2) 工程预付款的起扣点： $2000 \text{ 万元} \times 30\% = 600 \text{ 万元}$ 。

每月终业主应支付的工程款：

① 5 月份月终支付：

$$300 \times (0.15 + 0.35 \times 110/100 + 0.2 \times 125/120 + 0.3 \times 130/130) = 313 \text{ 万元}$$

扣留业主供材：20 万元

5 月份月终支付工程款： $313 - 20 = 293 \text{ 万元}$

② 6 月份月终支付

$$600 \times (0.15 + 0.35 \times 108/100 + 0.2 \times 128/120 + 0.3 \times 140/130) - [200 \times (300/2000) \times 100\% \times 2] = 578.65 \text{ 万元}$$

③ 7 月份月终支付：

$$700 \times [(0.15 + 0.35 \times 105/100 + 0.2 \times 120/120 + 0.3 \times 135/130) + 5 + 10] - [200 \times (700/2000) \times 100\% \times 2] = 595.33 \text{ 万元}$$

④ 8 月份月终支付：

$$400 \times (0.15 + 0.35 \times 102/100 + 0.2 \times 130/120 + 0.3 \times 128/130) + 5 = 412.62 \text{ 万元}$$

(3) 工程在竣工半年后，发生桥面漏水，由于在保修期内，业主应首先通知承包人进行修复，直至验收合格为止。承包人不能在合理时间内修复缺陷的，发包人可自行





修复或委托其他人修复，所需费用和利润的承担应按以下原则处理：监理人和承包人应共同查清桥面漏水的原因，经查明属承包人原因造成的，应由承包人承担修复和查验的费用。经查验属发包人原因造成的，发包人应承担修复和查验的费用，并支付承包人合理利润。

1B420085 公路工程合同价款支付

二、各种款项支付的约定

(一) 预付款

预付款包括开工预付款和材料、设备预付款。

1. 开工预付款的金额在项目专用条款数据表中约定(国内开工预付款金额一般应为 10% 签约合同价)。在承包人签订了合同协议书且承包人承诺的主要设备进场后，监理工程师应在当期进度付款证书中向承包人支付开工预付款。

承包人不得将该预付款用于与本工程无关的支出，监理人有权监督承包人对该项费用的使用，如经查实承包人滥用开工预付款，发包人有权立即向银行索赔履约保证金，并解除合同。

2. 材料、设备预付款按项目专用合同条款数据表中所列主要材料、设备单据费用的百分比支付。其预付条件为：

(1) 材料、设备符合规范要求并经监理人认可；

(2) 承包人已出具材料、设备费用凭证或支付单据；

(3) 材料、设备已在现场交货，且存储良好，监理人认为材料、设备的存储方法符合要求。

3. 预付款保函

承包人无须向发包人提交预付款保函。发包人向承包人支付的预付款，应按照合同规定使用，承包人提交的履约保证金对预付款的正常使用承担保证责任。

4. 预付款的扣回与还清

(1) 开工预付款在进度付款证书的累计金额未达到签约合同价的 30%之前不予扣回，在达到签约合同价 30%之后，开始按工程进度以固定比例（即每完成签约合同价的 1%，扣回开工预付款的 2%）分期从各月的进度付款证书中扣回，全部金额在进度付款证书的累计金额达到签约合同价的 80%时扣完。

(2) 当材料、设备已用于或安装在永久工程之中时，材料、设备预付款应从进度付款证书中扣回，扣回期不超过 3 个月。已经支付材料、设备预付款的材料、设备的所有权应属于发包人。

(二) 质量保证金的支付与返还

1. 交工验收证书签发后 14 天内，承包人应向发包人缴纳质量保证金。质量保证金可采用银行保函或现金、支票形式，金额应符合项目专用合同条款数据表的规定。采用银行保函时，出具保函的银行须具有相应担保能力，且按照发包人批准的格式出具，所需费用由承包人承担。

质量保证金采用现金、支票形式提交的，发包人应在项目专用合同条款数据表中明确是否计付利息以及利息的计算方式。

2. 发包人应按照合同约定方式预留保证金，保证金总预留比例不得高于工程价款结算总额的 3%。合同约定由承包人以银行保函替代预留保证金的，保函金额不得高于工程价款结算总额的 3%。

3. 在合同条款约定的缺陷责任期满时，且质量监督机构已按规定对工程质量检测鉴定合格，承包人向发包人申请到期应返还承包人剩余的质量保证金金额，发包人应在 14 天内会同承包人按照合同约定的内容核实承包人是否完成缺陷责任。

(三) 农民工资保证金的支付与返还





1. 为确保施工过程中农民工工资实时、足额发放到位，承包人应按照项目专用合同条款约定的时间和金额**缴存农民工工资保证金**。

2. 农民工工资保证金可采用银行保函或现金、支票形式。采用银行保函时，出具保函的银行须具有相应担保能力，且按照发包人批准的格式出具，所需费用由承包人承担。

（四）其他支付

5. 拖期违约损失赔偿金（违约罚金）

拖期违约损失赔偿金是因承包人原因，使得工程不能按期完工时，承包人应向业主支付的赔偿金。原则上其赔偿标准应与业主的损失相当。一般规定每逾期 1d，赔偿合同价的 0.01%~0.03%；同时也规定，赔偿总额不超过合同价的 10%。

6. 逾期付款违约金

1B420086 公路工程竣工结算文件的编制

二、工程量清单内结算的费用项目

1. 月进度付款

月进度付款=本月实际完成的合格工程数量×相应的单价

2. 计日工

合同中通常含有计日工明细表，表中列有不同劳务、材料、施工设备的估计数量，计日工单价由承包人报价，然后将汇总的计日工价合计在投标总价中。工程施工中，按监理人的指令进行。

在工程实施过程中，发包人认为有必要时，由监理人通知承包人以计日工方式实施变更的零星工作。其价款按列入已标价工程量清单中的计日工计价子目及其单价进行计算。

采用计日工计价的任何一项变更工作，应从暂列金额中支付。

3. 暂列金额

暂列金额在已标价工程量清单中列出，用于在签订协议书时尚未确定或不可预见变更的施工及其所需材料、工程设备、服务等的金额，包括以计日工方式支付的金额。

4. 暂估价

暂估价是用于支付必然发生但暂时不能确定价格的材料、设备以及专业工程的金额。

三、工程量清单外、合同内结算的费用项目

（二）质量保证金

1. 交工验收证书签发后 14 天内，承包人应向发包人缴纳质量保证金。质量保证金可采用银行保函或现金、支票形式，金额应符合项目专用合同条款数据表的规定。采用银行保函时，出具保函的银行须具有相应担保能力，且按照发包人批准的格式出具，所需费用由承包人承担。

质量保证金采用现金、支票形式提交的，发包人应在项目专用合同条款数据表中明确是否计付利息以及利息的计算方式。

2. 质量保证金的缺陷修复责任

如承包人不维修也不承担费用，发包人可按合同约定扣除质量保证金，并由承包人承担违约责任。承包人维修并承担相应费用后，不免除对工程的一般损失赔偿责任。由他人原因造成的缺陷，发包人负责组织维修，承包人不承担费用，且发包人不得从质量保证金中扣除费用。

3. 质量保证金的返还

承包人向发包人申请到期应返还承包人剩余的质量保证金金额，发包人应在 14d 内会同承包人按照合同约定的内容核实承包人是否完成缺陷责任。

四、公路工程交工和最终结算





(一) 公路交工结算

1. 承包人的交工支付申请

工程接收证书颁发后，承包人应按专用合同条款约定的份数和期限向监理工程师提交交工付款申请单。

监理工程师在收到承包人提交的交工付款申请单后的 14 天内完成核查，发包人应在收到后 14 天内审核完毕。

1B420090 公路工程施工现场临时工程管理

1B420091 项目部驻地建设

一、驻地选址

2. 用地合法，周围无塌方、滑坡、落石、泥石流、洪涝等自然灾害隐患，无高频、高压电源及油、气、化工等其他污染源。

3. 离集中爆破区 500m 以外，不得占用独立大桥下部空间、河道、互通匝道区及规划的取、弃土场。

二、场地建设

2. 自建房屋最低标准为活动板房，建设宜选用阻燃材料，搭建不宜超过两层，每组最多不超过 10 栋，组与组之间的距离不小于 8m，栋与栋之间的距离不小于 4m，房间净高不低于 2.6m。驻地办公区、生活区应采用集中供暖设施，严禁电力取暖。

三、硬件实施

1. 项目部一般设项目经理室（书记办公室）、项目总工程师办公室、项目副经理室办公室、各职能部门办公室、档案室、试验室、会议室等。

单位		名称	电话	传真	手机	QQ	邮箱
建设单位							
监督单位				13822222222	13822222222	13822222222	
设计单位				13822222222	13822222222	13822222222	
监理单位				13822222222	13822222222	13822222222	
施工单位				13822222222	13822222222	13822222222	
质量监督部门				13822222222	13822222222	13822222222	
安全监督部门				13822222222	13822222222	13822222222	
竣工日期							





精准押题联系微信3849178

唯一联系微信3849178





四、其他要求

1. 在适当位置设置临时室外消防水池和消防沙池，配置相应的消防安全标识和消防安全器材，并经常检查、维护、保养。
2. 驻地内应设置消防通道。
3. 生活污水排放应进行规划设计，设置多级沉淀池，通过沉淀过滤达到排放标准。
4. 驻地内应设置一个大型垃圾堆积池。
5. 驻地内应设有必要的防雷设施。
6. 驻地内标识标牌设置可参考图 1B420091-2。





安全防火专题展板

施工入口大门及六牌两图

六牌二图：工程概况牌，管理制度牌，廉政监督牌、消防保卫牌、安全生产牌，文明施工牌、施工现场平面图，工程效果图（或透视图）等。

 <p>重庆渝凤建设有限公司 重庆·中央公园项目 楼层图</p> <p>创建精品 全程环保</p> <p>遵规守法 构建和谐</p>	S1: 入口大门	 <p>S2: 六牌二图</p>
--	----------	---

唯一联系微信3849178





▶ 安全警示牌



驻地内标识标牌设置：项目名称牌、党工委名称牌、办公室门牌、宿舍门牌、项目管理制度牌（含职责牌）、廉政监督牌、工程简介牌、安全保障体系、质量保证体系、施工组织体系、文明施工牌、消防保卫牌、施工平面图、工程立体效果图、宣传栏。

1B420092 预制场布设

一、预制梁场布设

（二）场地布置形式

预制场的布置取决于现场的面积、地形、工程规模、安装方法、工期及机械设备情况等，条件不同，布置方法差异较大。以下是预制场的几种布置形式：

1. 路基外预制场。



路基外梁预制场布置示意图

2. 路基上预制场。

3. 桥上预制场。

（三）场地建设





1. 场地建设前施工单位应将梁场布置方案报监理工程师审批，方案内容应包含各类型梁板的台座数量、模板数量、生产能力、存梁区布置及最大存梁能力等。

2. 宜采用封闭式管理，场地内应按办公区、生活区、构件加工区、制梁区和存梁区、废料处理区等科学合理设置。

5. 每个预制梁场预制的梁板数量不宜少于300片。

(四) 预制梁板台座布设

1. 先张法施工的张拉台座不得采用重力式台座，应采用钢筋混凝土框架式台座。

2. 底模宜采用通长钢板，不得采用混凝土底模。

3. 存梁区台座混凝土强度等级不低于C20，台座尺寸应满足使用要求。用于存梁的枕梁应设在离梁两端面各50~80cm处，且不影响梁片吊装，支垫材质应采用承载力足够的非刚性材料，且不污染梁底。

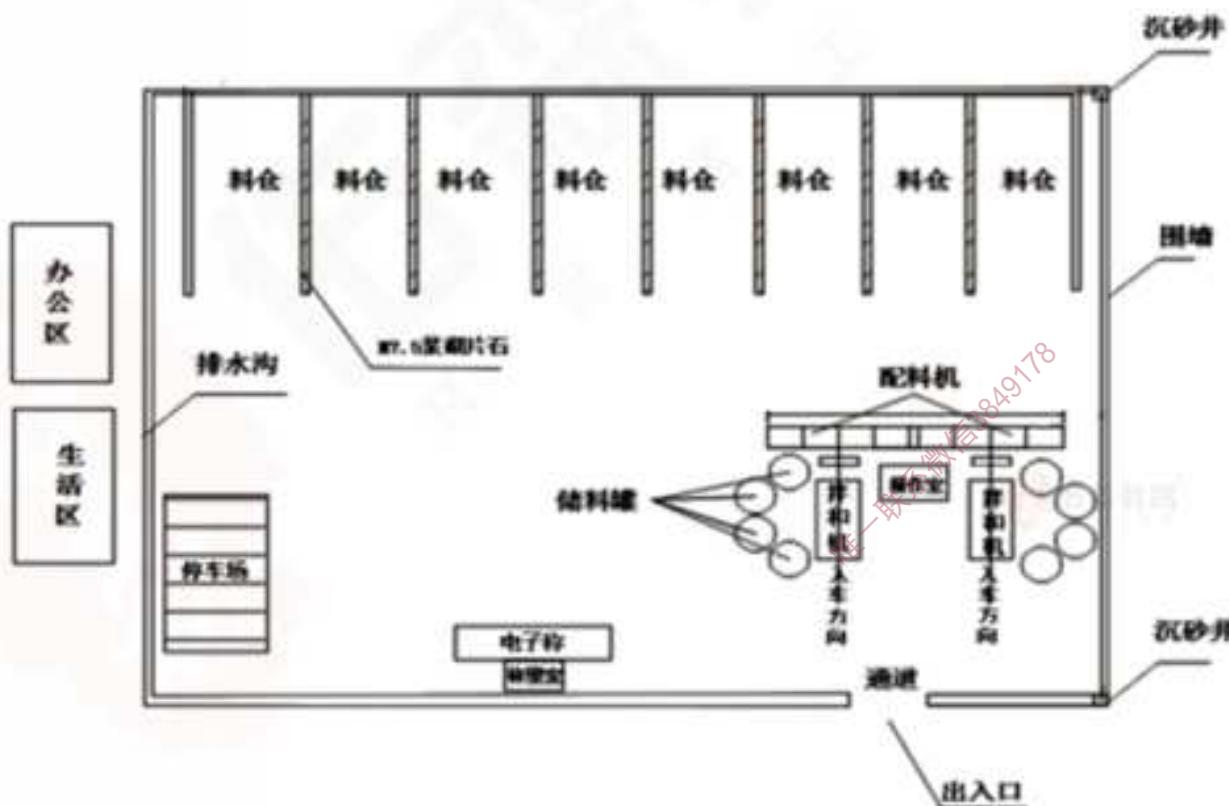
1B420093 拌合站设置

在公路工程中设置的拌合站分水泥混凝土拌合站、沥青混合料拌合站和稳定土拌合站。

二、场地建设

2. 拌合站建设应综合考虑施工生产情况，合理划分拌合作业区、材料计量区、材料库、运输车辆停放区、试验区、集料堆放区及生活区，内设洗车池（洗车台）、污水沉淀池和排水系统。

某水泥混凝土拌合站平面布置示意图



5. 拌合站各罐体宜连接成整体，安装缆风绳和避雷设施，每一个罐体应喷涂成统一的颜色，并绘制项目名称及施工单位名称，两者竖向平行绘制。





三、原材料堆放要求

4. 所有拌合机的集料仓应搭设防雨棚，并设置隔板，隔板高度不宜小于100cm。



储料场





佑你通关



四、拌合设备要求

1. 混凝土拌合应采用强制式拌合机，水、外掺剂计量应采用全自动电子称量法计量。禁止采用流量或人工计量方式。
2. 水稳拌合应采用强制式拌合机。
3. 荔青混合料采用间歇式拌合机，配备计算机及打印设备。

五、其他要求

1B420094 便道、便桥及临时码头建设

(二) 便桥建设

便桥的适用条件：当河窄、水浅时可选用墩架梁桥；当河宽且具备贝雷桁架部件时，可选用贝雷桥；由于任务紧急，临时桥梁的修建不能短期完成，或河水很深，河床泥土松软，桩基承载力不够且施工困难时，或河流通航，墩架梁桥净宽、净高不能满足要求时，可以考虑建造部分桥段易于拆散、组建的浮桥；当遇深山峡谷时，可选用索桥。

1. 墩架式梁桥

墩架式梁桥结构：



墩架式梁桥由基础、墩台、梁部结构和桥面组成。
墩架式梁桥基础常采用混凝土基础和钢性基础。
墩架式梁桥墩台常采用的墩台类型是：贝雷桁架墩、万能杆件墩和钢管桩桥墩，岸边桥台一般采用混凝土桥台。

2. 贝雷桥

贝雷桥是两片主桁架之间通过横梁联系，在横梁上面配置纵梁和桥板，并由撑杆及系材使其固定。两侧主桁架可由单排、双排或三排并列配置，也可架成双层和三层桁架，提高承载能力。

1B420100 公路工程施工机械设备的使用管理

1B420101 公路工程施工机械设备的生产能力及适用条件

一、土方机械

二、石方机械

(一) 凿岩机械

凿岩机械有凿岩机和钻孔机。

(二) 破碎及筛分机械

1. 破碎机械

破碎机械按结构特征可分为：颚式破碎机、椎式破碎机、锤式破碎机、反击式破碎机和辊式破碎机。

2. 砂石料的筛分设备

砂石料的筛分设备有干式和湿式两种。

三、压实机械

(一) 压实机械分类和生产能力

按压实作用原理分为静作用碾压机械、振动碾压机械和夯实机械三种类型。

1. 静作用碾压机械包括各种型号的光轮压路机、轮胎压路机（简称轮胎碾）、羊足压路机（简称羊足碾）、凸块压路机（简称凸块碾）及各种拖式压滚等。

2. 振动式碾压机械（简称振动碾）包括各种拖式和自行振动式。

3. 夯实机械：主要用于夯实土壤，夯实机械又分为冲击夯实和振动夯实两类。

四、路面机械

(二) 沥青混凝土摊铺机

1. 沥青混合料摊铺机的生产能力

生产能力计算：

沥青混合料摊铺机的生产率以每小时的吨数来计算，它按下列公式计算：

$$Q = h b v_0 \rho K_0 (\text{t}/\text{h})$$

式中 h ——铺层厚（m）； B ——摊铺带宽（m）；

v_0 ——摊铺工作速度（m/h）； K_0 ——时间利用系数；

ρ ——沥青混合料密度（ t/m^3 ）。

(五) 石屑撒布机、粉料撒布机

(六) 稳定土厂拌设备、稳定土拌合机

(七) 沥青场（站）设备、工程运输车辆

五、桥梁基础施工机械





(二) 桩工机械

桩工机械分为冲击式打桩机械和振动打桩机械两大类。

六、桥梁上部施工机械

(一) 预应力张拉成套设备

预应力张拉成套设备主要由千斤顶、油泵车、卷管机、穿索机和压浆机组成。

(二) 架桥设备

用于桥梁钢筋混凝土结构梁的吊装，主要有导梁式、缆索式和专用架桥设备。

1. 导梁式架桥设备

(1) 贝雷片组装成导梁的架桥设备通常称之为“公路常备架桥设备”；

(2) 用万能杆件组装成导梁的架桥设备在国内使用也较为普遍，可适应较大跨度预制梁的架设；

(3) 战备军用桥梁组装成导梁的架桥设备，因这种设备承载能力大，适用于大跨度桥梁的架设。

2. 缆索式架桥设备

3. 专用架桥设备（专用架桥机）

七、隧道施工机械设备

(一) 凿岩台机、臂式隧道掘进机

(二) 喷锚机械、衬砌设备

(三) 全断面隧道掘进机、盾构机

1B420102 公路工程主要机械设备的配置与组合

一、合理配置施工机械

对于施工期长的大型工程，常以年为计划时段。对于小型和工期短的工程，或特定在某一时段内完成的工程，可根据实际需要选取计划时段。

二、路基工程主要机械设备的配置

三、路面基层施工主要机械设备的配置

六、桥梁工程施工主要机械设备的配置

(三) 上部施工机械

1. 顶推法：主要施工设备有油泵车、大吨位千斤顶、穿心式千斤顶、导向装置等；

2. 滑模施工方法：主要施工设备有滑移模架、卷扬机油泵、油缸、钢模板等；

3. 悬臂施工方法：主要施工设备有吊车、悬挂用专门设计的挂篮设备；

4. 预制吊装施工方法：主要施工设备有各类吊车或卷扬机、万能杆件、贝雷架等；

5. 满堂支架现浇法：主要施工设备有各类万能杆件、贝雷架和各类轻型钢管支架等。

七、隧道工程施工主要机械的配置

2. 暗挖施工法机械配置：

(1) 钻孔机械：风动凿岩机、液压凿岩机、凿岩台车；

(2) 装药台车；

(3) 找顶及清底机械；

(4) 初次支护机械：锚杆台车、混凝土喷射机；

(5) 注浆机械（包括钻孔机、注浆泵）；





- (6) 装渣机械（包括轮胎式、履带式装载机、扒爪装岩机、耙斗式装岩机、铲斗式装岩机）；
- (7) 运输机械（包括自卸汽车、矿车）；
- (8) 二次支护衬砌机械：模板衬砌台车（混凝土搅拌站、搅拌运输车、混凝土输送泵）。

八、施工机械的现场管理

标准押题联系微信3849178

唯一联系微信3849178



精准押题联系微信3849178

唯一联系微信3849178



小佑题库



佑森网校

微信扫码关注 免费听课 在线刷题