



二建、监理、一建、一造、二造、安全、消防、咨询、检测课程押题联系QQ/微信：3849178

全国统一服务热线：4008-751-750

## 2023年佑森教育珠峰班直播课程

# 专用讲义

## 《隧道工程》

主讲：冯强

名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178



UPDF  
www.UPDF.CN



累计 **70000<sup>+</sup>** 通关学员  
佑森教育，有口皆碑

名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178





UPDF

WWW.UPDF.CN

(20个考点)





UPDF

WWW.UPDF.CN

## (重要程度三指数)

隧道围岩分级	围岩分级
	围岩分级别的判定方法

2020年考察内容BQ的中文名称，分值2分，案例题。

2022年考察隧道围岩分级，分值2分，多选题。





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 一、公路隧道围岩分级（2018案例二级、2013案例一级、2006单选二级）

隧道围岩分级是设计、施工的基础。施工方法的选择、衬砌结构类型及尺寸的确定、隧道施工劳动定额、材料消耗标准的制订都要以围岩分级作为主要依据。公路隧道围岩分级见下表。

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	坚硬岩（饱和抗压极限强度 $R_b > 60\text{MPa}$ ），岩体完整，巨块状或巨厚层状整体结构	> 550	坚硬、完整
II	坚硬岩 ( $R_b > 30\text{MPa}$ )，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	坚硬、较完整；较坚硬、完整
III	坚硬岩，岩体较破碎，巨块（石）碎（石）状镶嵌结构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	450~351	坚硬、较破碎；较坚硬、较完整
IV	坚硬岩，岩体破碎，碎裂（石）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	坚硬、破碎；较坚硬、较破碎
V	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、卵石土、大块石土	< 250	较软、破碎；软、较破碎—破碎；极破碎
VI	较软岩，岩体破碎 软岩，岩体较破碎—破碎 极破碎各类岩体，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一般碎、卵石土、圆砾、角砾土及黄土 ( $Q_3, Q_4$ )。非黏性土呈松散结构，黏性土及黄土呈松软结构		软塑状黏性土、饱和粉细砂层、软土
累计	软塑状黏性土及潮湿、饱和粉细砂层、软土等		





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 三、围岩级别的判定方法

1. 隧道围岩分级的综合判断方法宜采用两步分级，并按以下顺序进行：

(1) 根据岩石的坚硬程度和岩体完整程度两个基本因素的定性特征和定量的岩体基本质量指标BQ，综合进行初步分级。  
(2020案例一级、2019单选二级、2013单选二级)

(2) 对围岩进行详细定级时，应在岩体基本质量分级基础上考虑修正因素的影响，修正岩体基本质量指标值。按修正后的基本质量指标BQ，结合岩体的定性特征综合评判、确定围岩的详细分级。

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BQ进行修正：(2021多选二级)

- (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。





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 课后总结

隧道围岩分级	围岩分级	I 坚硬、完整 > 550 II 坚硬、较完整；较坚硬、完整 III 坚硬、较破碎；较坚硬、较完整 450-351 IV 坚硬、破碎；较坚硬、较破碎 350-251 V 较软、破碎；软、较破碎-破碎；极破碎 < 250
	围岩级别判定方法	(1) 初步分级 定性：坚硬程度、完整程度 定量：岩体基本质量指标BQ (2) 详细定级 BQ修正因素：详细定级水软高





公路隧道的构造	隧道分类
	洞门
	明洞
	洞身

2021年考察洞门识图，分值5分，案例题。





## 公路隧道结构构造

公路隧道结构构造，由主体构造物和附属构造物两大类组成。主体构造物通常指洞身衬砌和洞门构造物，附属构造物是主体构造物以外的其他建筑，是为了运营管理、维修养护、给水排水、供蓄发电、通风、照明、通信、安全等而修建的构造物。（2013单选一级、2007单选二级）





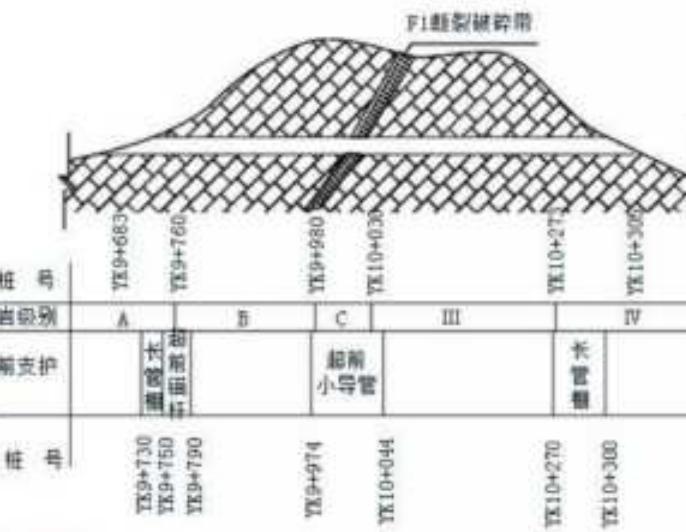
UPDF

WWW.UPDF.CN

构造

## 二、公路隧道的分类

- 按跨度：小跨度隧道 ( $B < 9m$ )、一般跨度隧道 ( $9 \leq B < 14m$ )、中等跨度隧道 ( $14 \leq B < 18m$ )、大跨度隧道 ( $B \geq 18m$ )。
- 按长度：特长隧道 ( $L > 3000m$ )、长隧道 ( $1000m < L \leq 3000m$ )、中等隧道 ( $500m < L \leq 1000m$ )、短隧道 ( $L \leq 500m$ )。



通关口诀：

按跨度，跨度九一四一八

按长度，短中长特、五一—

名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178





UPDF

WWW.UPDF.CN

构造

## 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，选择恰当合理的洞门形式，修筑洞门，并对边、仰坡进行适当的护坡。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。（2021案例一级、2013多选一级）



通关口诀：端翼环柱、台削遮

累计 **70000+** 通关学员

佑森教育，有口皆碑

名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178





UPDF

WWW.UPDF.CN

构造



累计 **70000<sup>+</sup>** 通关学员  
佑森教育，有口皆碑

名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178







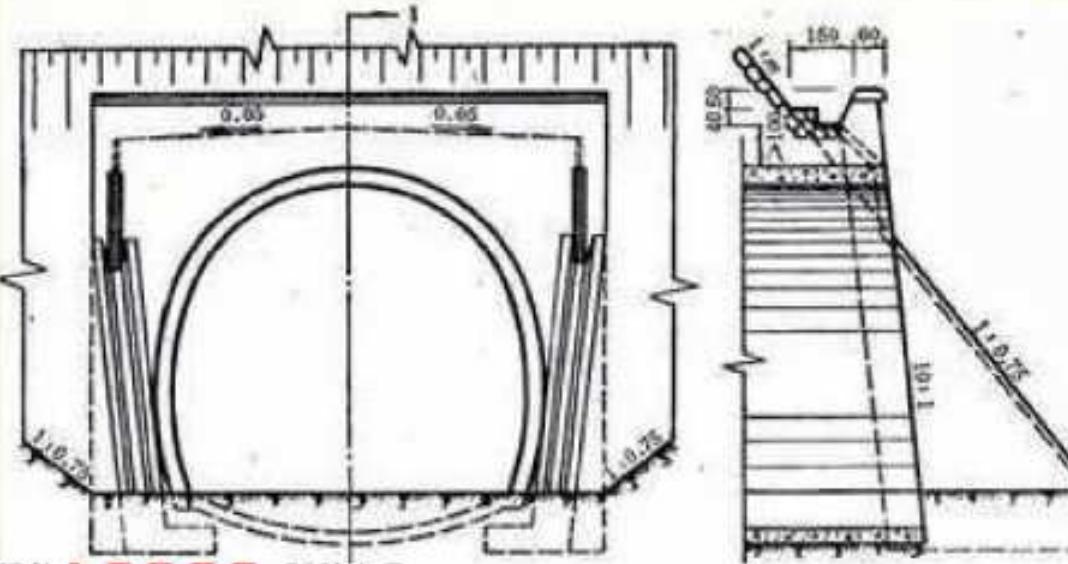
UPDF

WWW.UPDF.CN

构造

## 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，以防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，也可防止掉落土石弹出。
- (2) 洞门墙应根据实际需要设置伸缩缝、沉降缝和泄水孔，以防止洞门变形；洞门墙的厚度可按计算或结合其他工程类比确定，但墙身厚度最小不得小于0.5m。



名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178



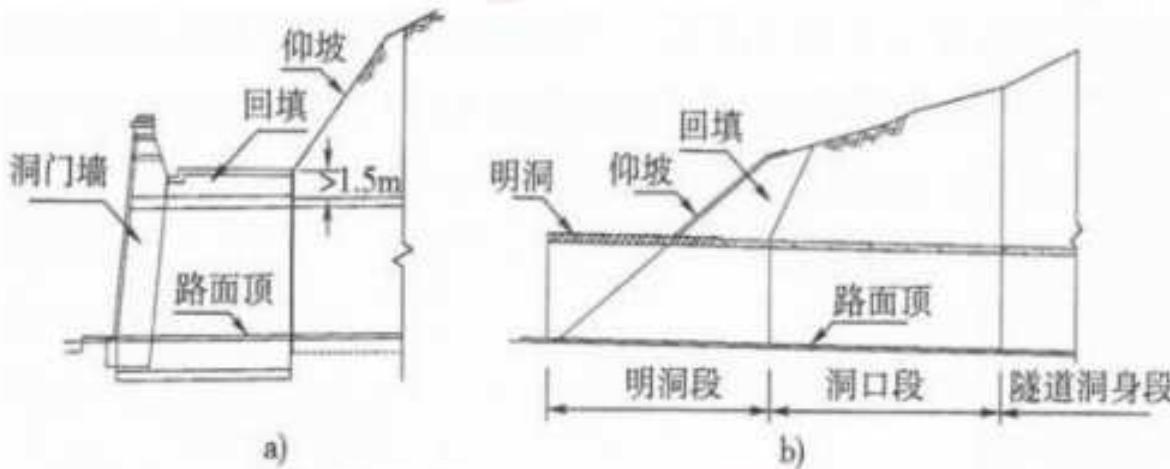


UPDF

WWW.UPDF.CN

## 三、明洞类型及构造

1. 明洞类型: 洞顶覆盖层较薄, 难以用暗挖法建隧道时, 隧道洞口或路重地段受塌方、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。 (2012案例二级)



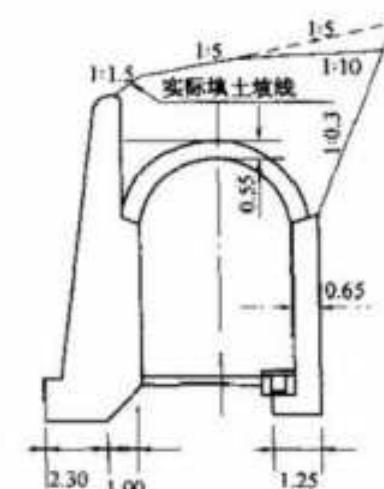
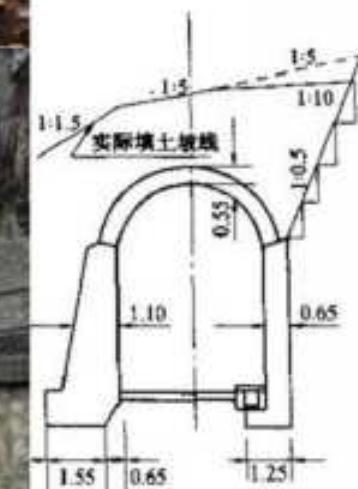


UPDF

WWW.UPDF.CN

构造

明洞主要分为拱式明洞和棚式明洞两大类。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。按构造，棚式明洞又可分墙式、刚架式、柱式和悬臂式。（2015单选二级、2012案例二级）





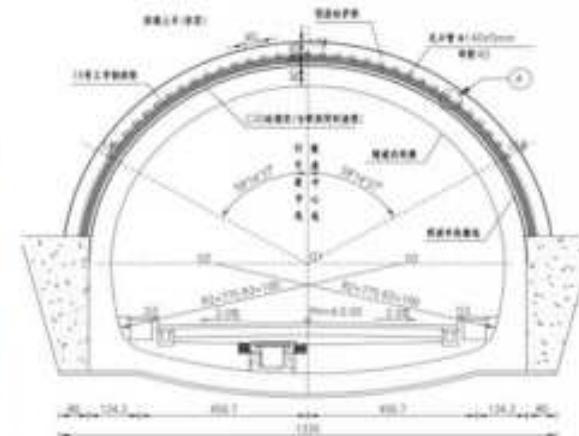
UPDF  
WWW.UPDF.CN

WWW.UPDF.CN

1B4 100% 的初造

## 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。必要时还可加设仰拱。通常用作洞口接长衬砌的明洞，以及用明洞抵抗较大的塌方推力、范围有限的滑坡下滑力和支撑边坡稳定等。



累计**70000<sup>+</sup>**通关学员  
佑森教育，有口皆碑

名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178



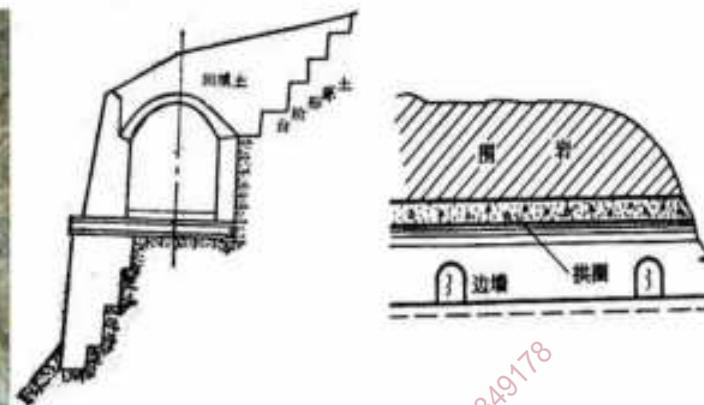


UPDF

WWW.UPDF.CN

构造

(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，并应置于基岩或稳固的地基上。当岩层坚实完整，干燥无水或少水时，为减少开挖和节约均工，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。





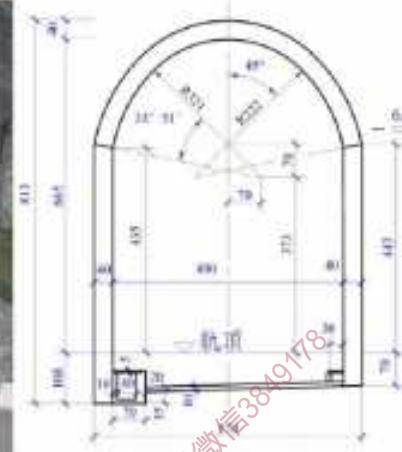
UPDF

WWW.UPDF.CN

构造

#### 四、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。 (2015案例一级)





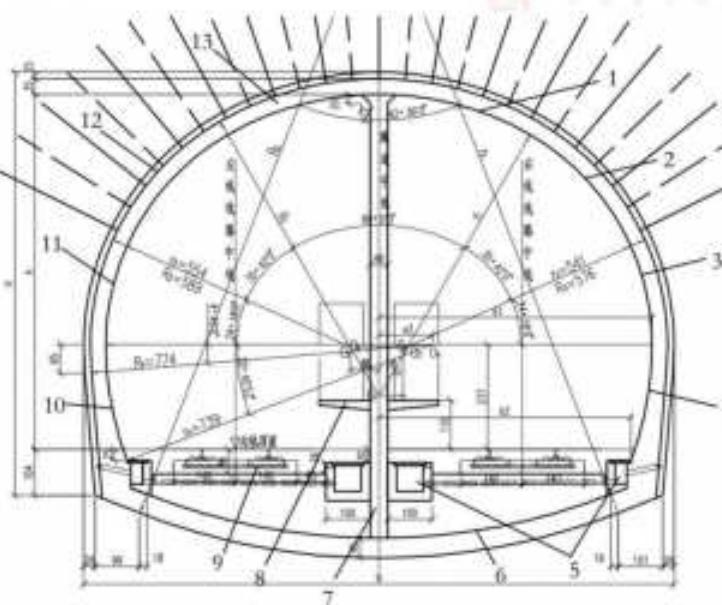
UPDF

WWW.UPDF.CN

构造

#### 四、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。 (2015案例一级)





UPDF

WWW.UPDF.CN

公路隧道的构造

## 课后总结

公路隧道的构造	构造	主体构造物 洞身衬砌+洞门构造物 附属构造物
	分类	按跨度：跨度九一四一八 按长度：短中长特、五一三
	洞门	类型：端翼环柱、台削遮 构造：1.5m、1.0m、0.5m
	明洞	类型 拱式 按荷载分布：路堑对称（偏压）型、半路堑偏（单）压型 棚式 按构造：墙式、刚架式、柱式、悬臂式（前三对应外边墙） 构造 拱式：对地基要求较高（类型拱桥）
	洞身	按隧道断面形状分为：曲墙式、直墙式、连拱式

累计 70000+ 道通关学员

佑森教育，有口皆碑





UPDF

WWW.UPDF.CN

章节动态

## 隧道地质超前预报（重要程度两指数）

隧道地质超前预报	目的
	内容
	方法
	分级

2018年考察A级地质灾害，分值1分，单选。

2019年考察中、小型突水泥的地段地质灾害分级，分值1分，单选。

2021年考察物理勘探法包括内容，分值1分，单选。





UPDF

WWW.UPDF.CN

超前预报

公路隧道施工应加强施工地质工作，以达到地质预测预报的目的。常规地段应实施跟踪地质调查，不良地质地段应进行超前地质预报。地质预测预报应作为必备工序纳入施工组织管理。

## 一、公路隧道地质超前预报的目的

跟踪地质调查与超前地质预报，应达到下列主要目的：

1. 在施工前期地质勘察成果的基础上，进一步查明掌子面前方一定范围内围岩的地质条件，进而预测前方的不良地质以及隐伏的重大地质问题。
2. 为信息化设计和施工提供可靠依据。
3. 为降低地质灾害发生风险提供预警。
4. 为编制竣工文件提供可靠的地质资料。





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 超前预报

### 二、公路隧道地质超前预报的内容

超前地质预报应包括(但不限于)以下内容:

1. 地层岩性，重点为软弱夹层、破碎地层、煤层及特殊岩土等。
2. 地质构造，重点为断层、节理密集带、褶皱轴等影响岩体完整性的构造发育情况。
3. 不良地质，特别是溶洞、暗河、人为坑洞、放射性、有害气体、高地应力、高地温、高岩温等发育情况。
4. 地下水，特别是对岩溶管道水、富水断层、富水褶皱轴及富水地层。





UPDF

WWW.UPDF.CN

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 法、TGP 法和 TRT 法）、超前导洞法、水力联系观测。（2012案例二级、2011案例一级）

1. 地质调查法是隧道施工超前地质预报的基础，适用于各种地质条件隧道超前地质预报，调查内容应包括隧道地表补充地质调查和隧道内地质调查。





UPDF

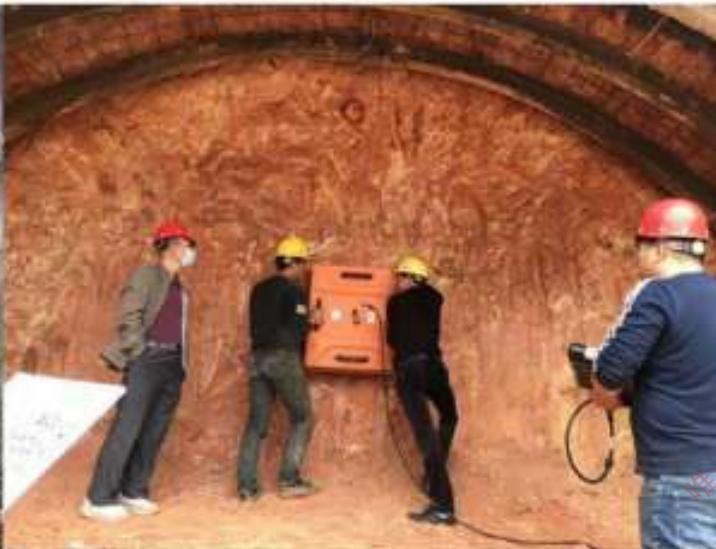
WWW.UPDF.CN

## 超前预报

2. 物理勘探法适用于长、特长隧道或地质条件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、陆地声呐法、红外探测法、瞬变电磁法、高分辨直流电法。（2021单选一级）
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，每次预报的距离宜为100—150m，连续预报时，前后两次应重叠10m以上。（2021单选二级）
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，在岩溶不发育地段每次预报距离宜为10—20m，在岩溶发育地段预报长度可根据电磁波波形确定，连续预报时，前后两次重叠不应小于5m。



累计 **70000+** 通关学员  
佑森教育，有口皆碑



**地质雷达**  
法

名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 超前预报

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，防止高压水突出；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。
6. 富水构造破碎带、富水岩溶发育地段、煤系或油气地层、瓦斯发育区、采空区以及重大物探异常地段等地质复杂隧道和水下隧道必须采用超前钻探法预报、评价前方地质情况。（2021单选二级）



累计 **70000<sup>+</sup>** 通关学员  
佑森教育，有口皆碑

名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178



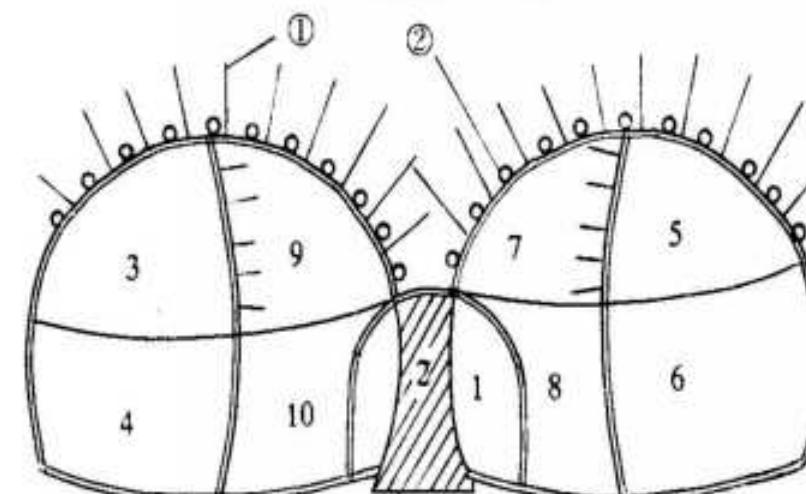


UPDF

WWW.UPDF.CN

隧道超前预报

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。



累计 **70000<sup>+</sup>** 通关学员  
佑森教育，有口皆碑

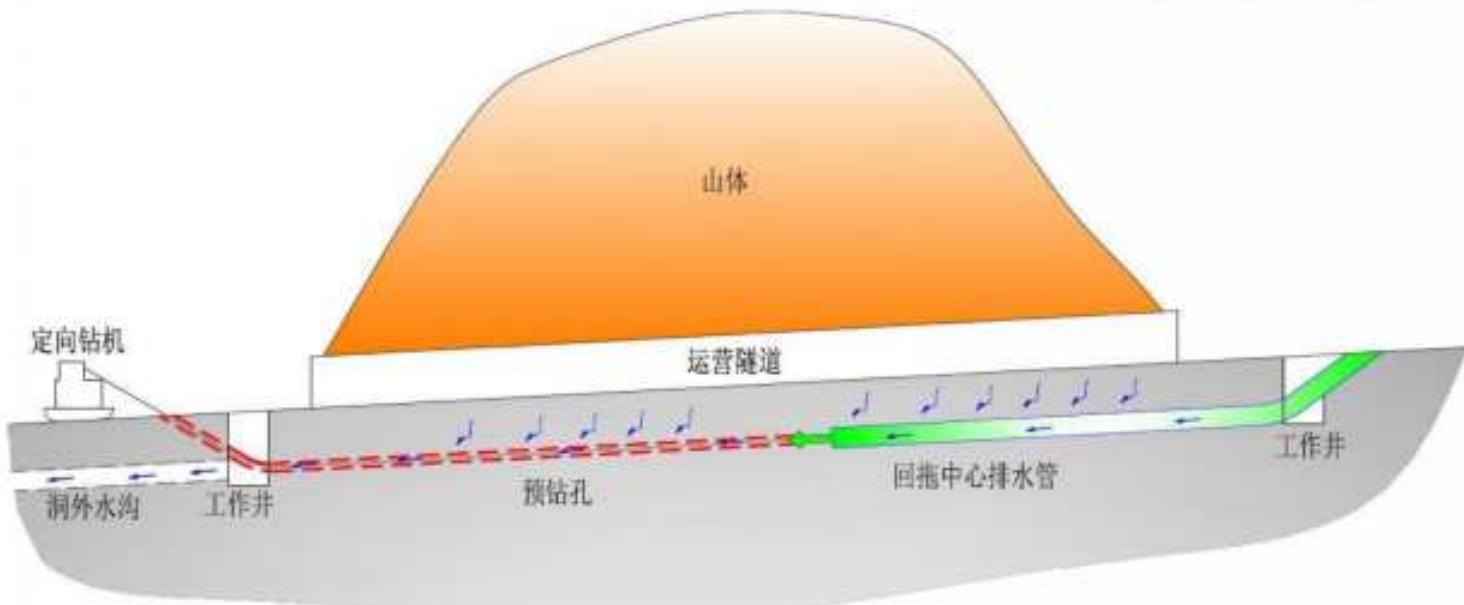
名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178





1B4  
隧道超前预报

8. 当隧道排水或突涌水对地下水资源或周围建(构)筑物产生重大影响时，应进行水力联系观测。





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 公路隧道地质超前预报

### 四、公路隧道地质超前预报的分级（2019单选一级、2018单选一级）

根据地质灾害对隧道施工安全的危害程度，地质灾害分为以下四级：

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。

C级：发生突水突泥的可能性较小。

D级：发生突水突泥的可能性极小。

不同地质灾害的预报方式可采用：

1级预报可用于A级地质灾害。综合预报。

2级预报可用于 级地质灾害。必要时进行超前水平钻孔。

3级预报可用于 级地质灾害。以地质调查法为主，必要时采用红外探测和超前水平钻孔。

4级预报可用于 级地质灾害。采用地质调查法。





UPDF

WWW.UPDF.CN

隧道地质超前预报

## 课后总结

隧道地质超前预报	预报方法 (预报钻地洞堪水)	<b>地质调查法</b> : 基础 <b>物理勘探法</b> 包括: 弹性波反射法、地质雷达法、陆地声呐法、红外探测法、瞬变电磁法、高分辨直流电法 <b>TSP</b> : 断层、软硬接触面; 距离100-150m,重叠>10m <b>地质雷达法</b> : 岩溶、采空区; 距离10-20m,重叠≥5m <b>超前钻探法</b> : 水、气; ≥30m,重叠5-8m <b>超前导洞法</b> : 平行、隧道内 <b>水力联系观测</b> : 隧道排水或突涌水对外部有重大影响											
	分级	<table> <tr> <td>A级</td><td>重大</td><td>1</td></tr> <tr> <td>B级</td><td>中小</td><td>2</td></tr> <tr> <td>C级</td><td>较小</td><td>3</td></tr> <tr> <td>D级</td><td>极小</td><td>4</td></tr> </table>	A级	重大	1	B级	中小	2	C级	较小	3	D级	极小
A级	重大	1											
B级	中小	2											
C级	较小	3											
D级	极小	4											





UPDF

WWW.UPDF.CN

章节动态

隧道施工监控量测技术	目的
	内容与方法
	数据处理与应用
	竣工文件中应包括的测量资料

从2016年-2022年未出题





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 量测技术

### 、监控量测的目的

监控量测是施工工艺流程中的一个重要工序，应贯穿施工的全过程。监控量测应达到下列目的：

1. 掌握围岩和支护的动态信息并及时反馈，指导施工作业。
2. 通过对围岩和支护的变形、应力量测，为修改设计提供依据。
3. 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（2021多选二级、2018案例二级、2017单选二级、2014多选一级、2011单选一级、2010案例一级、2009单选二级）

1. 量测项目分必测项目和选测项目





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 隧道现场监控量测技术

## 隧道现场监控量测必测项目

序号	项目名称	方法及工具
1	洞内、外观察	现场观测、地质罗盘
2	周边位移	收敛计、全站仪
3	拱顶下沉	水准仪、钢钢尺、全站仪
4	地表下沉	
5	拱脚下沉	



名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178

佑森教育，有口皆碑



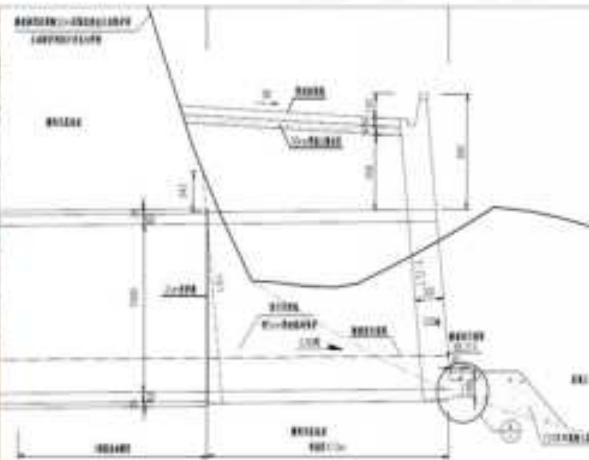


UPDF

WWW.UPDF.CN

## 量测技术

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。
4. 量测部位和测点布置，应根据地质条件、量测项目和施工方法等确定。
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。
6. 测点的测试频率应根据围岩和支护的位移速度及离开挖面的距离确定。





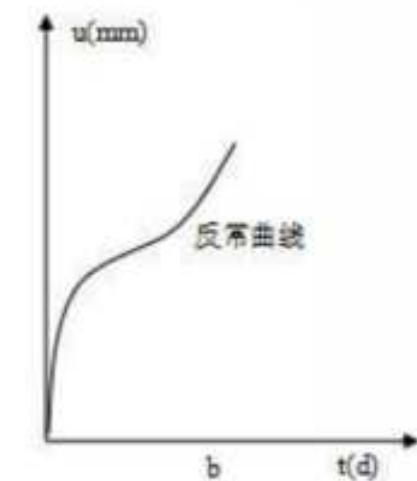
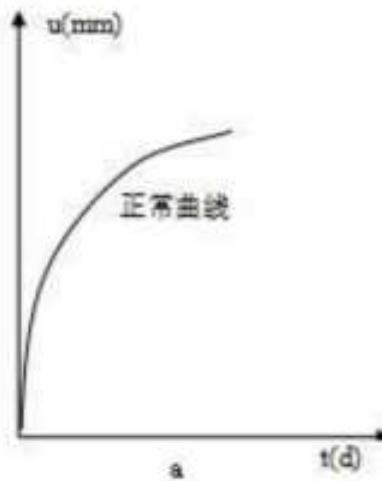
UPDF

WWW.UPDF.CN

量测技术

## 二、量测数据处理与应用

- 应及时对现场量测数据绘制时态曲线(或散点图)和空间关系曲线。
- 当位移—时间曲线趋于平缓时，应进行数据处理和回归分析，以推算最终位移和掌握位移变化规律。
- 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。（2013案例二级、2011案例一级）





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 量测技术

4. 隧道监控量测工作应根据控制基准建立预警机制，可实行分级管理。

管理等级	管理位移 (mm)	处理建议
Ⅲ	$U < (U_0/3)$	正常施工
Ⅱ	$(U_0/3) \leq U \leq (2U_0/3)$	综合评价设计、施工措施，加强监控量测，必要时采取相应工程对策
Ⅰ	$U > (2U_0/3)$	暂停施工，采取相应工程对策

注： $U$ ——实测位移值； $U_0$ ——设计极限位移值。

遇到下列情况之一时，也应提出预警并分级管理。

- (1) 支护结构出现开裂，实行Ⅰ级管理；
- (2) 地表出现开裂、坍塌，实行Ⅰ级管理；
- (3) 渗水压力或水流量突然增大，实行Ⅱ级管理；
- (4) 水体颜色或悬着物发生变化，实行Ⅱ级管理

通关口诀：开裂一级、遇水二级

累计 **70000+** 通关学员

佑森教育，有口皆碑

名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178





## 量测技术

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。





## 量测技术

### 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。





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 隧道施工监控量测技术

## 课后总结

隧道施工监控量测技术	必测项目	洞内、外观察 现场观测、地质罗盘 周边位移 收敛计、全站仪 拱顶下沉 地表下沉 拱脚下沉
	测点相关	量测部位和测点布置依：地质条件、量测项目、施工方法 测点安设位置：距开挖面2m内 初次读数：爆破后24h内或下一次爆破前 测试频率依据：围岩和支护的位移速度、离开挖面的距离
	数据处理应用	反弯点 表明：围岩和支护已呈不稳定状态 措施：密切监视围岩动态、并加强支护，必要时暂停开挖





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 隧道施工监控量测技术

## 课后总结

隧道施工监控量测技术	分级管理	位移管理等级 (U—实测位移值; U0—设计极限位移值) III $U < (U_0/3)$ II $(U_0/3) \leq U \leq (2U_0/3)$ I $U > (2U_0/3)$ : 暂停施工 也应预警并分级管理情况: 开水一二
	二衬施作要求	(1) 水平净空变化速度计拱顶或底板垂直位移速度明显下降 (2) 位移相对值已达到相关位移量的90%以上





UPDF

WWW.UPDF.CN

章节动态

公路隧道洞口、明洞施工	洞口
	明洞

2020年考察洞门施工规定，分值1分，单选题。

2022年考察公路隧道洞口、明洞施工P246（10），分值10分，案例题。





UPDF

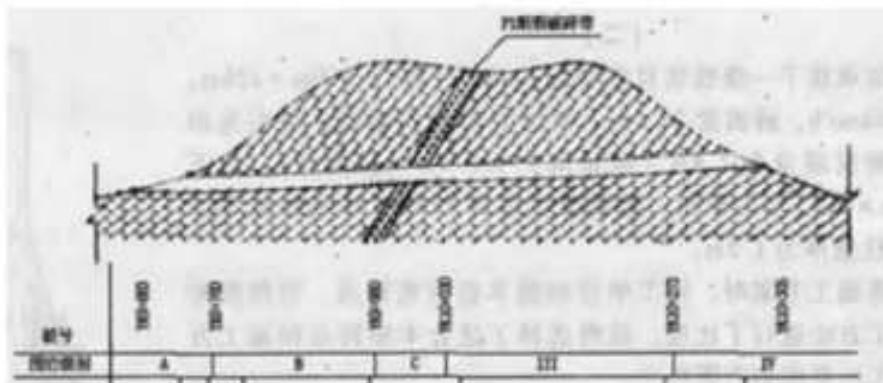
WWW.UPDF.CN

## I、明洞施工

### 一、洞口工程

洞口工程是指洞口土石方、边仰坡、洞门及其相邻的翼墙、挡土墙及洞口排水系统等。

隧道洞口开挖前，应结合设计文件，遵循“早进晚出”的原则，复核确认明暗分界位置的合理性，控制边仰坡开挖高度。





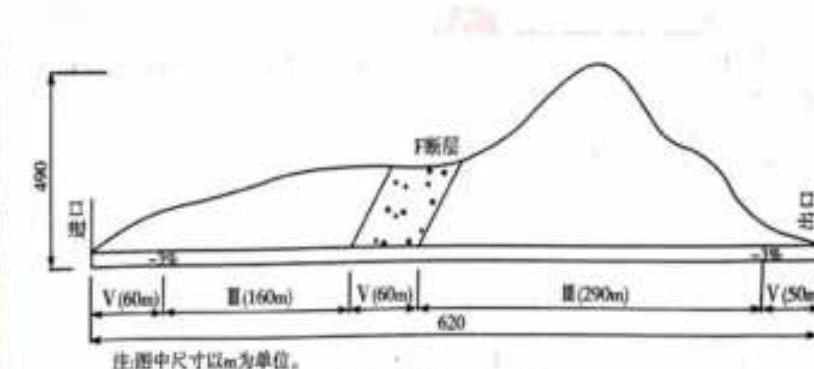
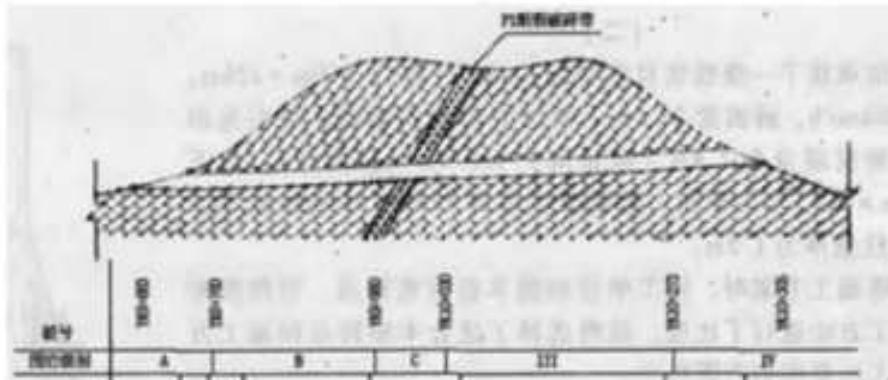
UPDF

WWW.UPDF.CN

## 1、明洞施工

### 1. 洞口土石方的开挖与防护施工规定

- (1) 洞口边坡及仰坡应自上而下开挖，不得掏底开挖或上下重叠开挖。
- (2) 宜采用人工配合机械开挖，或者采用控制爆破措施减少对边坡、仰坡及围岩的扰动，严禁采用大爆破。





UPDF  
WWW.UPDF.CN

WWW.UPDF.CN

## 1、明洞施工

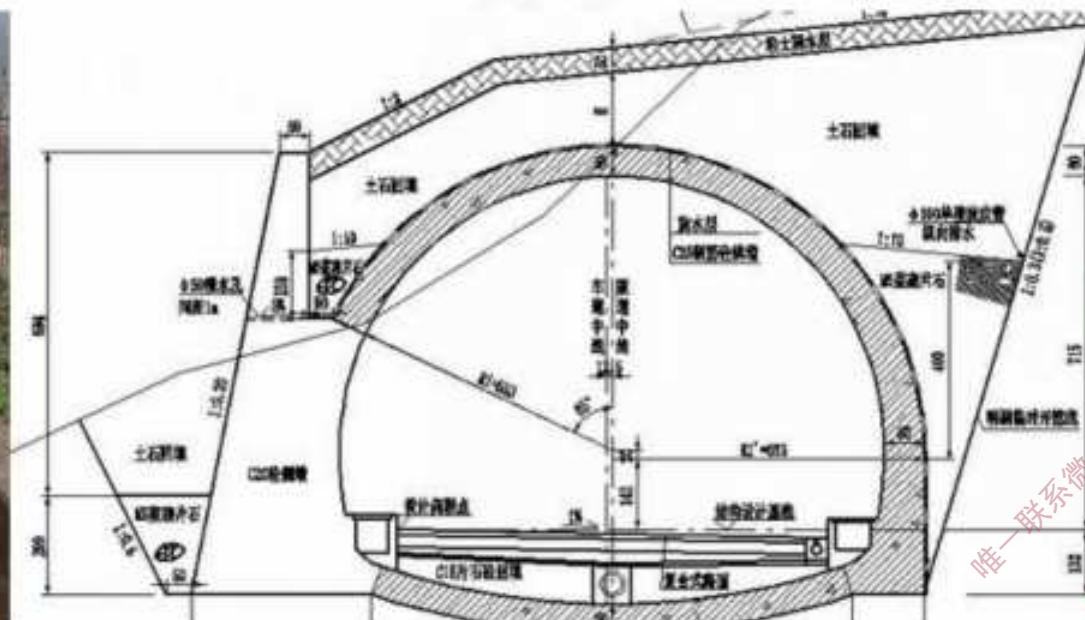
## 2. 洞口截排水施工规定

(3) 洞口截排水设施应在雨期和融雪期之前完成。

3. 隧道洞门应在隧道开挖的初期完成，并应符合下列规定：(2020单选一级)

(2) 洞门端墙的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。



累计**70000<sup>+</sup>**通关学员  
佑森教育，有口皆碑

名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178





UPDF

WWW.UPDF.CN

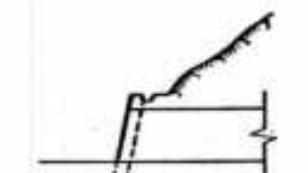
## 二、明洞工程



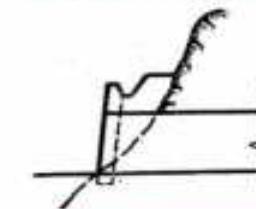
精准押题联系微信3849178



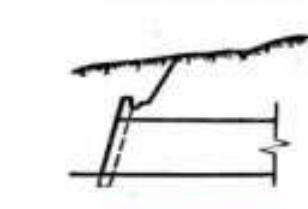
内轮廓线圆心标注示意图



矩形进洞时洞口纵断面示意图



矩形下部带形明洞纵断面示意图



矩形洞口纵断面示意图



名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前二页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178

佑森教育，有口皆碑





UPDF

WWW.UPDF.CN

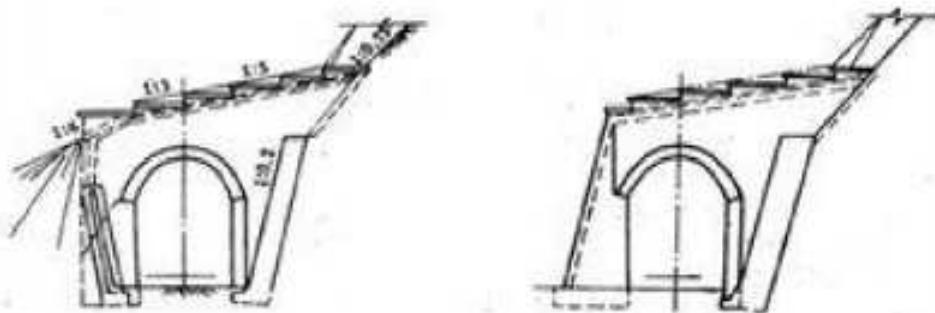
## 1、明洞施工

### 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。



图1-1 公路隧道主体构造物组成  
a) 落身;b) 洞门;c) 明洞



半路堑偏压型明洞

累计 **70000<sup>+</sup>** 通关学员  
佑森教育，有口皆碑

半路堑单压型明洞

名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178

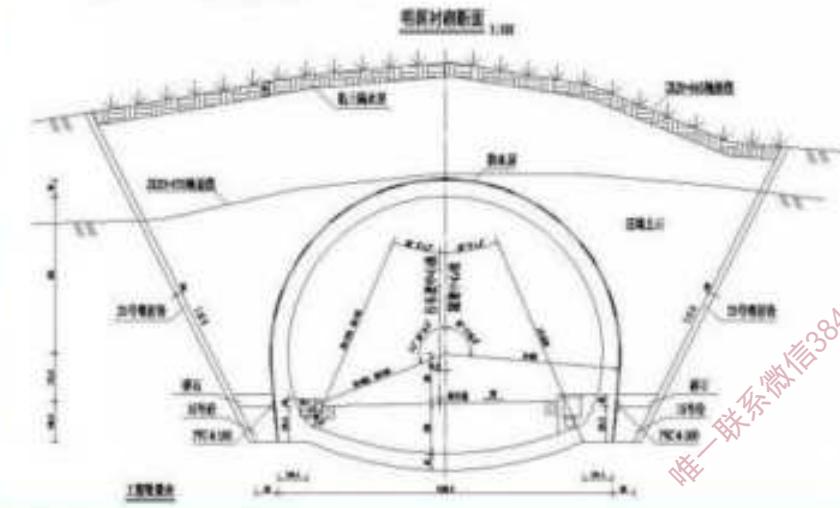




## 1、明洞施工

### 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。





UPDF

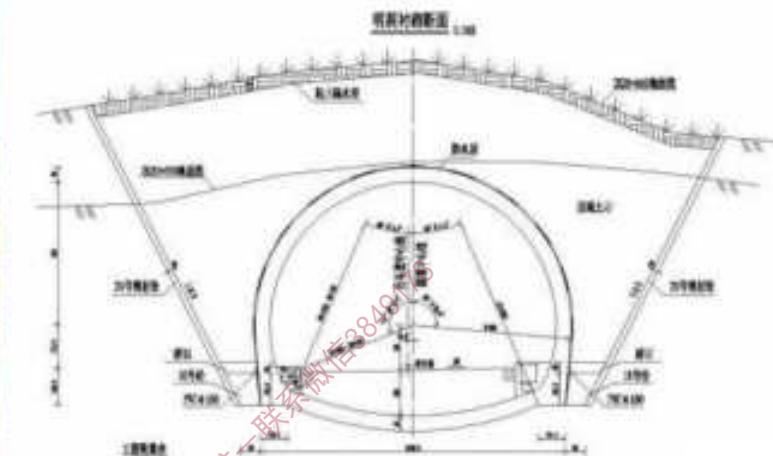
WWW.UPDF.CN

## 1、明洞施工

(5) 墙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，然后向上回填。石质地层中墙背与岩壁空隙不大时，可采用与墙身同级混凝土回填；空隙较大时，可采用片石混凝土或浆砌片石回填密实。土质地层，应将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，回填至拱顶以上1.0m后，方可采用机械碾压，回填土压实度应符合设计规定。





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 1、明洞施工

- (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。

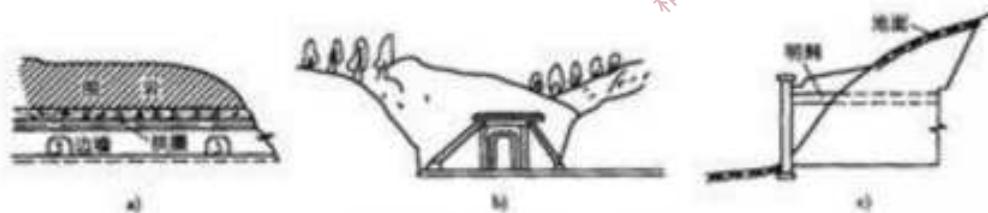
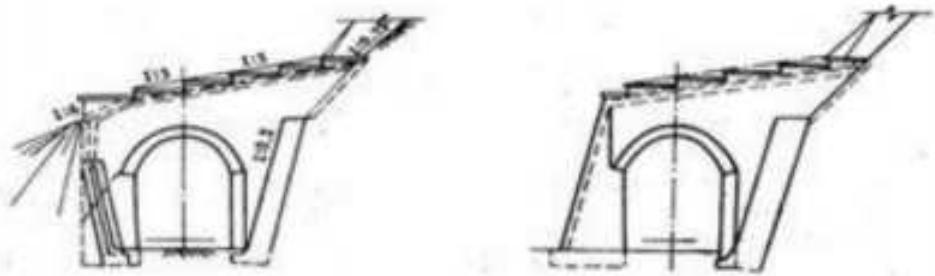


图1-1 公路隧道主体构造物组成  
a) 隧身;b) 隧门;c) 明洞



半路堑偏压型明洞

半路堑单压型明洞





UPDF

WWW.UPDF.CN

## I、明洞施工

### 课后总结

公路隧道洞口、明洞施工	洞口	<p>原则：早进晚出 开挖 边、仰坡：自上而下；不得掏底或上下重叠严禁大爆破 截排水 在雨期和融雪期之前完成</p>
	明洞 (回填)	<p>拱圈混凝土强度 人工：≥设计强度的75% 机械：≥设计强度（即100%） 两侧水平宽度 &lt; 1.2m 范围回填：浆砌片石或同级混凝土 顶面0.2m回填：可用耕植土 拱背回填 对称分层 厚度≤0.3m、高差≤0.5m 机械碾压：拱顶以上1.0m后</p>





UPDF

WWW.UPDF.CN

章节动态

公路隧道开挖	开挖方式及适用范围
	开挖需求
	超欠挖控制
	钻眼爆破施工要点
	小净距及连供隧道施工
	逃生与救援

2016年考察隧道施工爆破作业安全技术要求（已删），分值2分，多选题。

2018年考察开挖方式及适用范围，分值6分，案例+多选。

2019年考察炮眼痕迹保存率（已删），分值4分，案例题。

2020年考察小净距隧道；光面爆破的特点，分值6分，案例+单选。

2021年考察隧道超欠挖控制；隧道施工顺序，分值7分，案例题。

2022年考察公路隧道开挖P248，分值11分，案例+单选。

累计  
70000+  
通关学员

佑森教育，有口皆碑

名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178





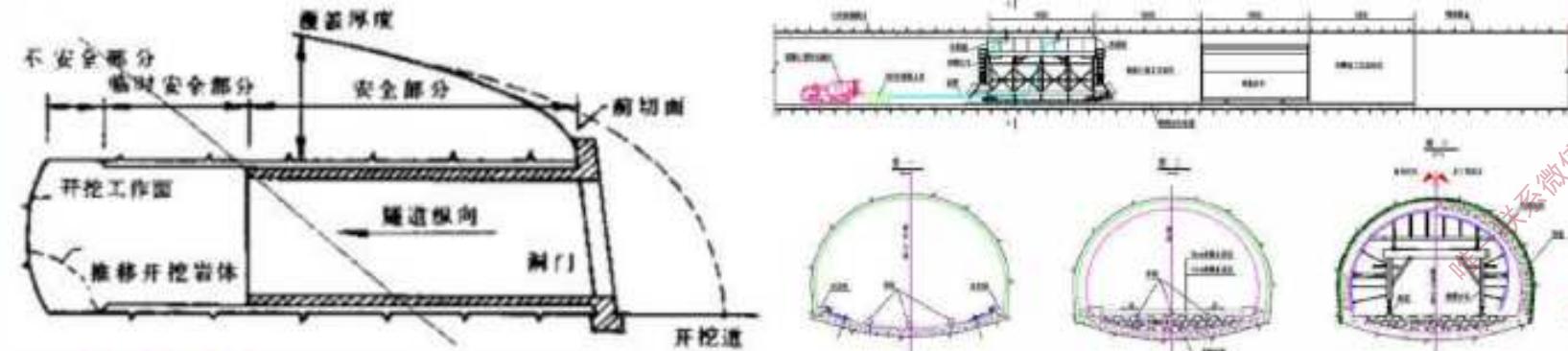
UPDF

WWW.UPDF.CN

一、公路隧道主要开挖方式及适用范围（2021单选二级、2020多选二级、2019案例二级、2018案例一级、2018多选一级、2017案例二级、2015案例一级、2015单选一级、2013案例一级、2013多选一级、2012单选二级、2011案例一级、2010案例一级、2010单选二级、2009单选一级、2005多选一级）

## 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、交叉中隔壁法、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。



累计 100000 通关学员

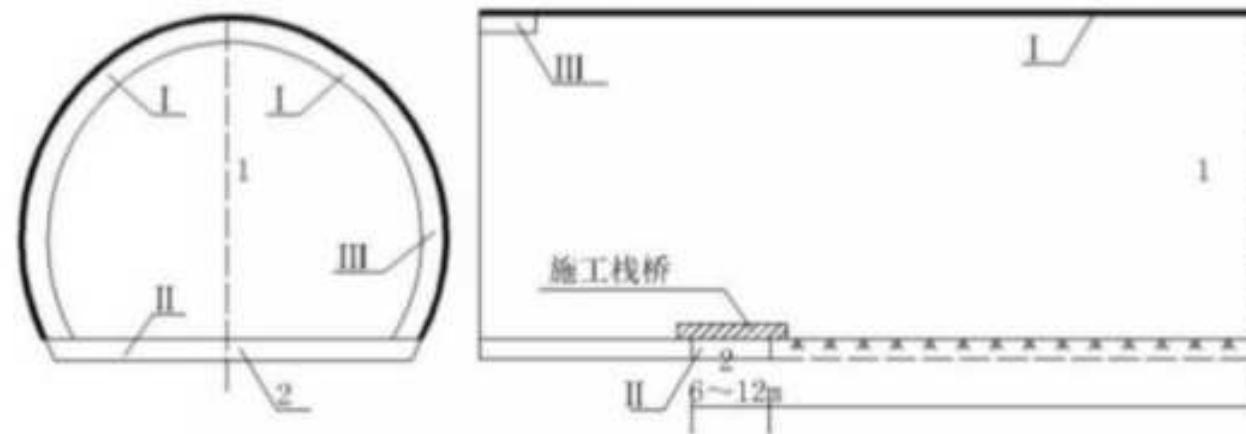
佑森教育，有口皆碑

名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178





(1) 全断面法：按设计断面一次基本开挖成形的施工方法。



1—开挖；I—初期支护；2—检底；II—铺底混凝土；III—拱墙混凝土





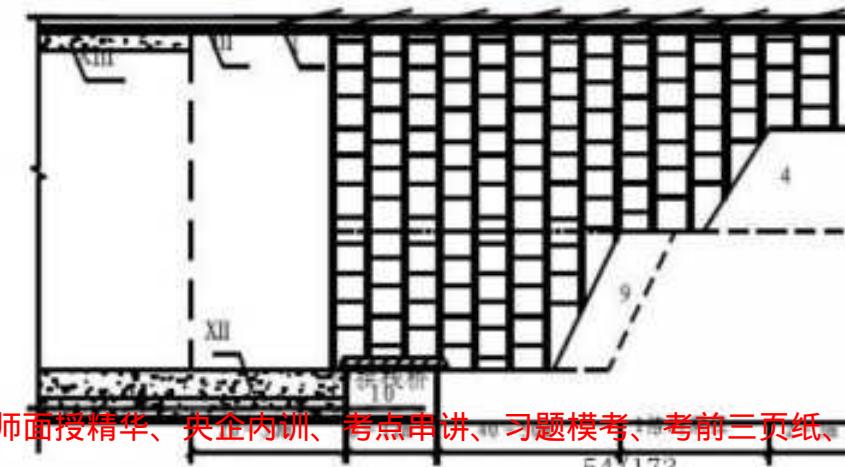
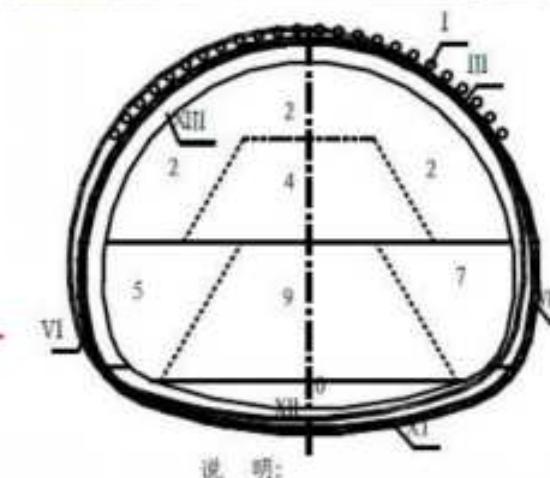
UPDF

WWW.UPDF.CN

(2) 台阶法：先开挖上半断面，待开挖至一定距离后再同时开挖下半断面，上下半断面同时并进的施工方法。台阶法分为二台阶法、三台阶法。

### 【小佑加油站】

台阶长度：超短台阶（3-5m）；短台阶（5-50m）；长台阶（>50m）。





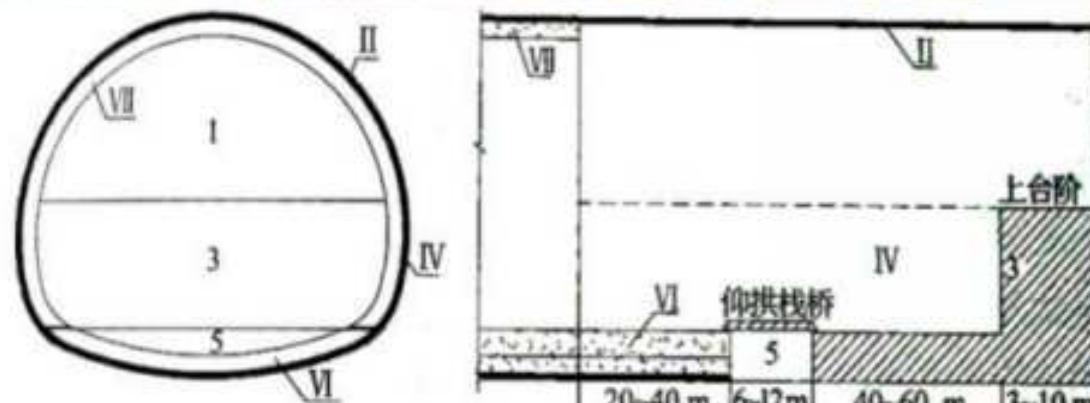
UPDF

WWW.UPDF.CN

(2) 台阶法：先开挖上半断面，待开挖至一定距离后再同时开挖下半断面，上下半断面同时并进的施工方法。台阶法分为二台阶法、三台阶法。

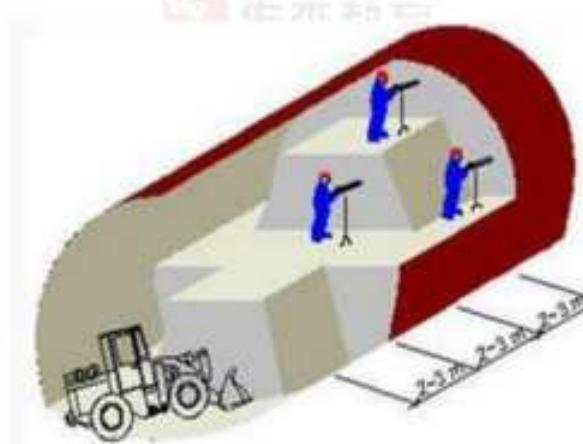
### 【小佑加油站】

台阶长度：超短台阶（3-5m）；短台阶（5-50m）；长台阶（>50m）。 通关口诀：三五五零

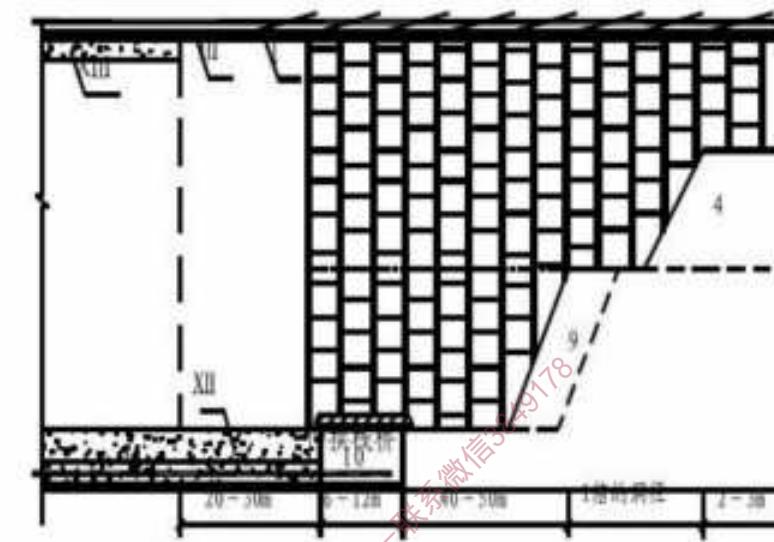
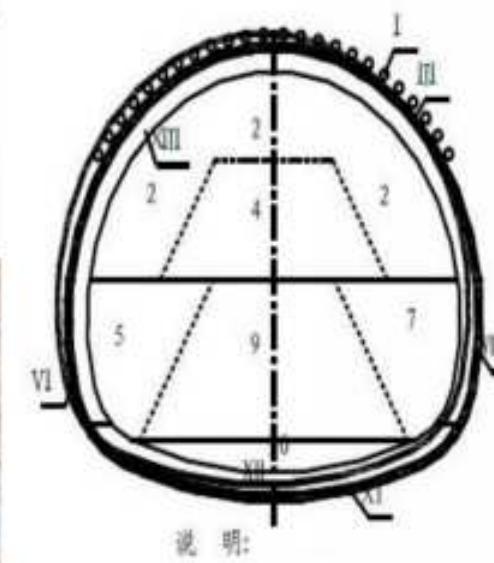




(3) 环形开挖预留核心土法: 先开挖上台阶成环形, 并进行支护, 再分部开挖中部核心土、两侧边墙的施工方法。



环形开挖留核心土法





(4) 中隔壁法(CD法)：在软弱围岩大跨隧道中，先开挖隧道的一侧，并施作中隔壁墙，然后再分部开挖隧道的另一侧的施工方法。

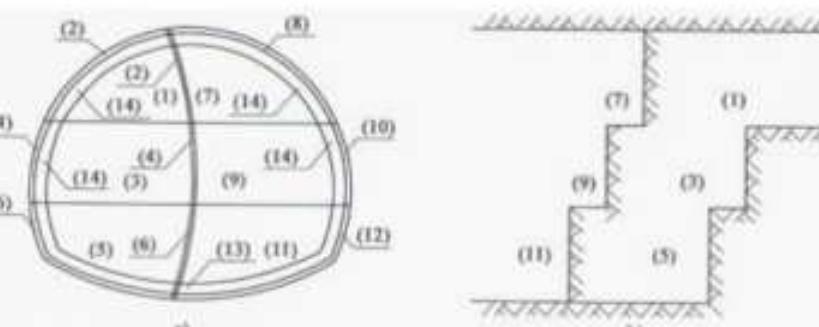
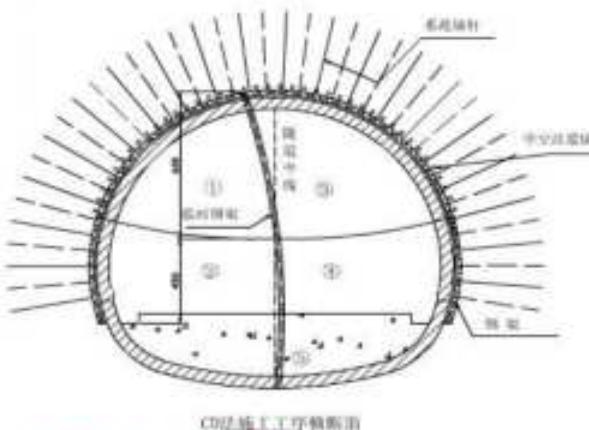
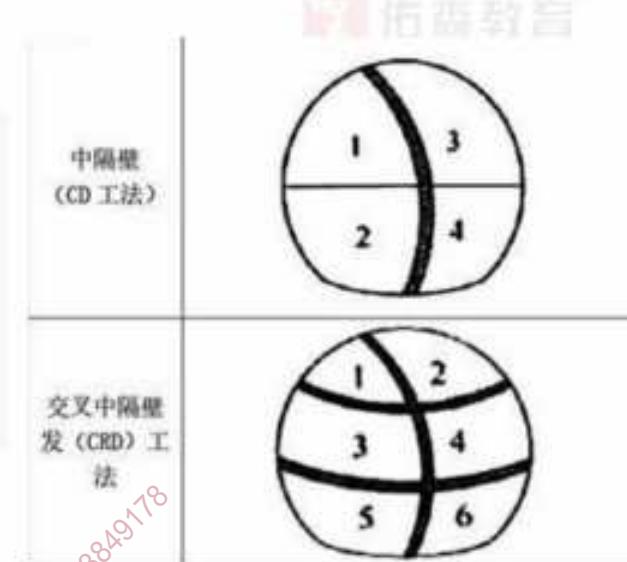


图 7-26 中隔壁法(CD 法)施工工序横断面及纵断面示意图

a) 横断面

b) 纵断面

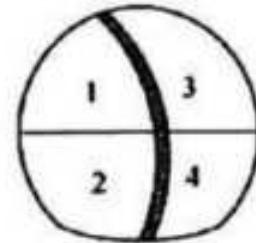




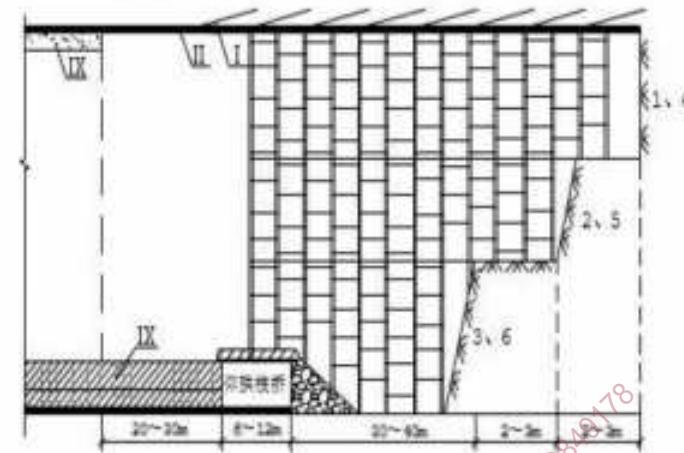
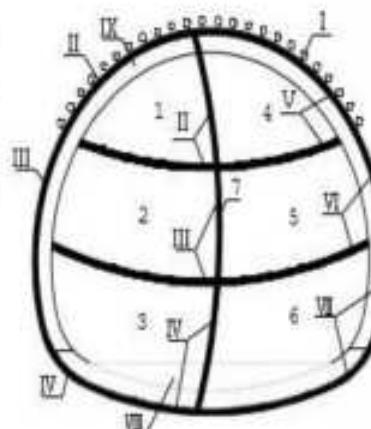
(5) 父义中隔壁法(CRD法)：是一种在中隔壁法的基础上增加临时仰拱，更快地封闭初支的施工方法。



中隔壁  
(CD工法)



交叉中隔壁  
法(CRD工  
法)





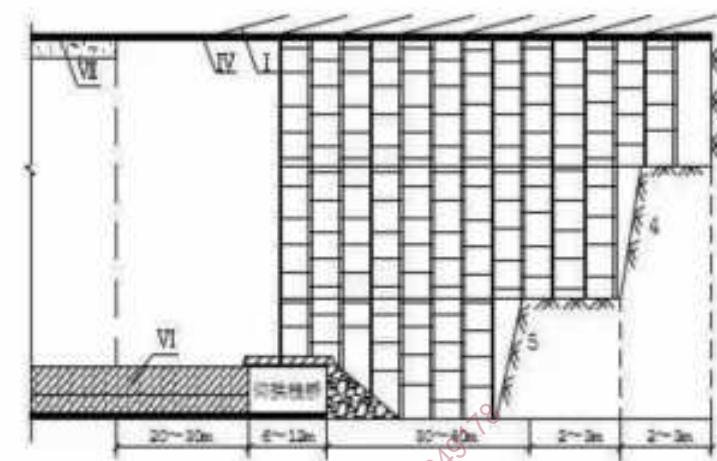
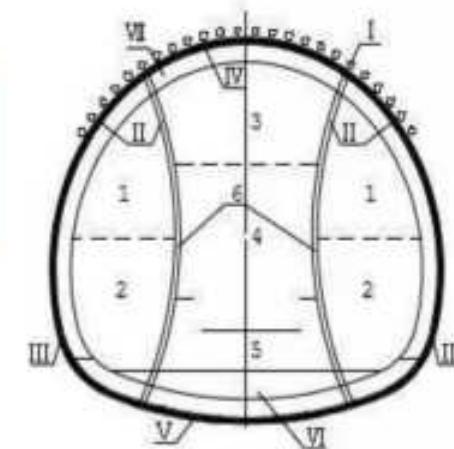
UPDF

WWW.UPDF.CN

(6) 双侧壁导坑法：先开挖隧道两侧的导坑，并进行初期支护，再分部开挖剩余部分的施工方法。



海沧海底隧道A2标双侧壁导坑施工段



累计 100000 通关学员

佑森教育，有口皆碑

名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178

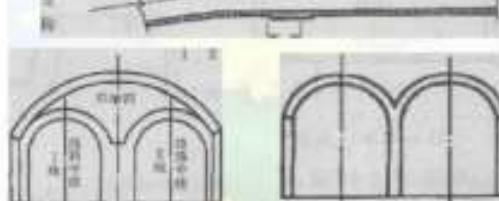




UPDF

WWW.UPDF.CN

(7) 中导洞法：在连拱隧道或单线隧道的喇叭口地段，先开挖两洞之间立柱(或中墙)部分，并完成立柱(或中墙)混凝土浇筑后，再进行左右两洞开挖的施工方法。





## 2. 适用范围

- (1) 全断面法适用于 I—III 级围岩的中小跨度隧道 IV 级围岩中跨度隧道和 III 级围岩大跨度隧道在采用了有效的预加固措施后，也可采用全断面法开挖。
- (2) 台阶法适用于 III—IV 级围岩的中小跨度隧道，V 级围岩的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。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，台阶长度宜为隧道开挖跨度的 1—1.5 倍。V
- (3) 环形开挖预留核心土法适用于 IV—V 级围岩或一般土质围岩的中小跨度隧道，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%。





(4) 中隔壁法(CD法)或交叉中隔壁法(CRD法)适用于围岩较差、跨度大、浅埋、地表沉降需要控制的场合。





UPDF

WWW.UPDF.CN

(5) 双侧壁导坑法适用于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。

(6) 中导洞法适用于连拱隧道。



累计 **70000<sup>+</sup>** 通关学员  
佑森教育，有口皆碑

名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178





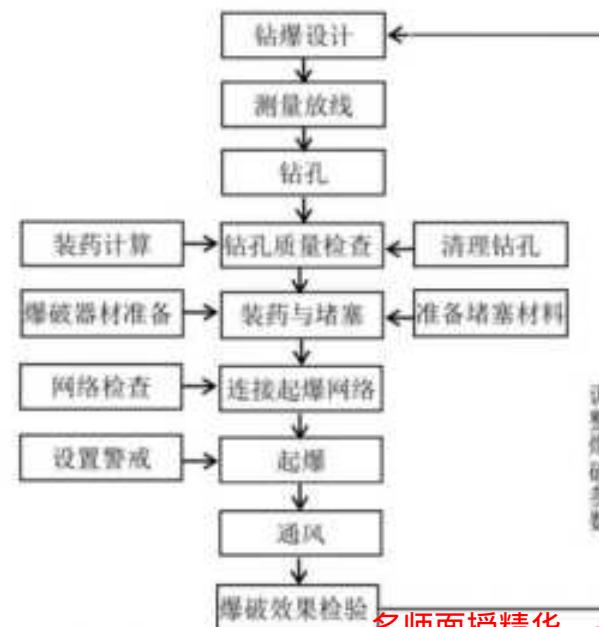
UPDF

WWW.UPDF.CN

## 二、公路隧道开挖的要求（2014单选二级、2007单选一级）

隧道开挖的主要方法是钻孔爆破法。对于开挖工作应做到下面几点要求：

2. 石碴块度(石碴大小)便于装碴作业。
3. 掘进速度快，少占作业循环时间。
4. 减少对围岩的震动破坏，减少对施工用具设备及支护结构的破坏，并尽量节省爆破器材消耗。应严格控制欠挖，尽量减少超挖。





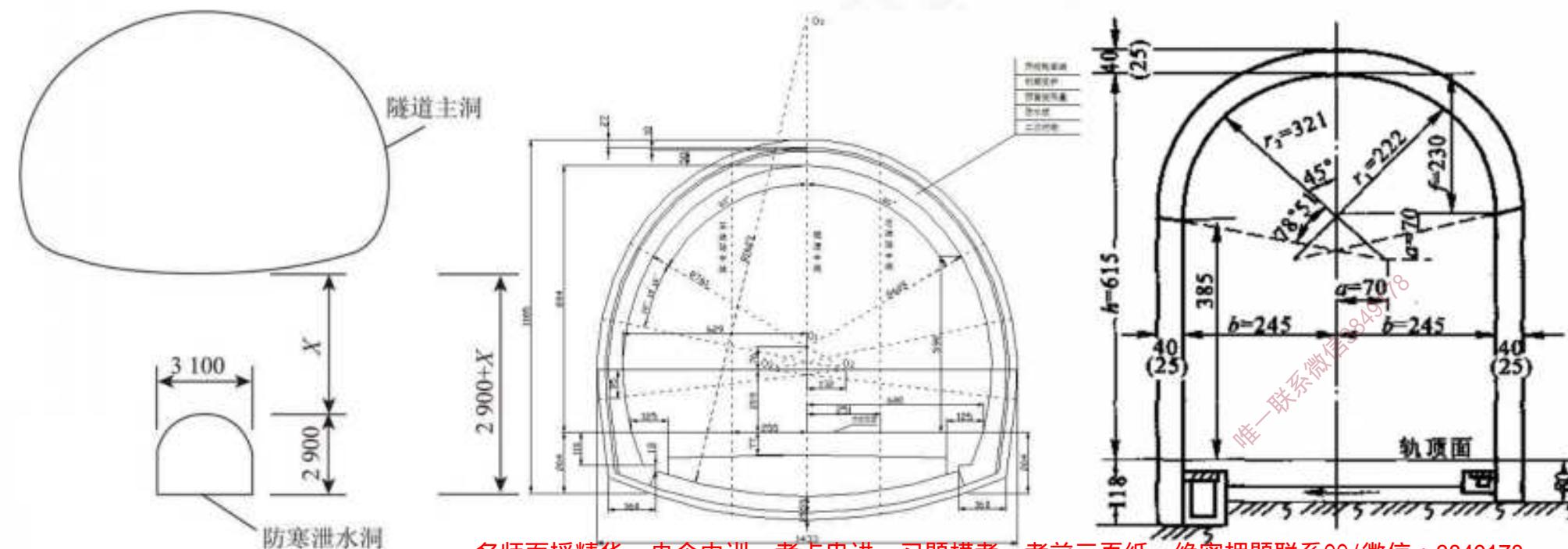
UPDF  
WWW.UPDF.CN

WWW.UPDF.C

## 二、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内不宜大于 $0.1\text{m}^2$ )欠挖，但其隆起量不得大于50mm。拱脚、墙脚以上1m范围内及净空图折角对应位置严禁欠挖。（2021案例一级）

2. 应采取光面爆破、提高钻眼精度、控制药量等措施，并提高作业人员的技术水平。



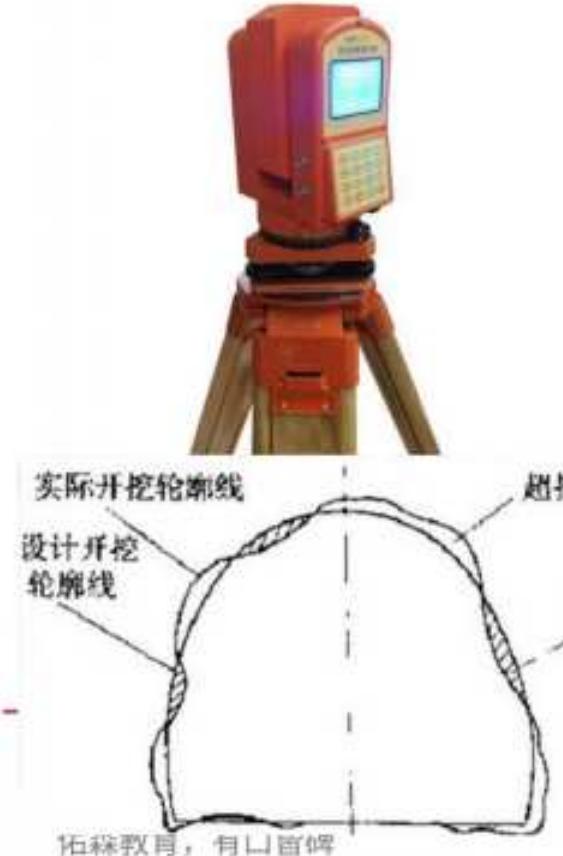


UPDF

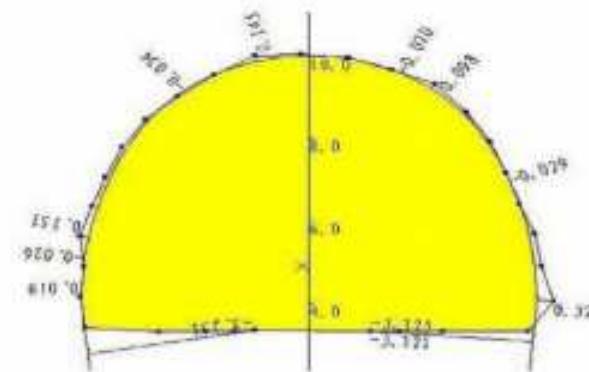
WWW.UPDF.CN

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，并绘制断面图。

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。



### 一、断面检查





## 5. 超挖应回填密实，符合下列规定：

- (1) 拱部现塌形成的超挖处理应编制方案，经审批后的按方案处理。
- (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，可在施工二次衬砌时，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

钻眼爆破掘进是公路隧道最常采用的掘进方式。

##### (二) 钻眼机具

隧道工程中常使用的凿岩机有：风动凿岩机、液压凿岩台车。





UPDF

WWW.UPDF.CN

### (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。

#### 1. 掏槽眼布置

掏槽眼的作用是将开挖面上某一部位的岩石掏出一个槽，以形成新的临空面，为其他炮眼的爆破创造有利条件。掏槽炮眼一般要比其他炮眼深10—20cm，以保证爆破后开挖深度一致。

掏槽眼可分成斜眼掏槽、直眼掏槽两大类。

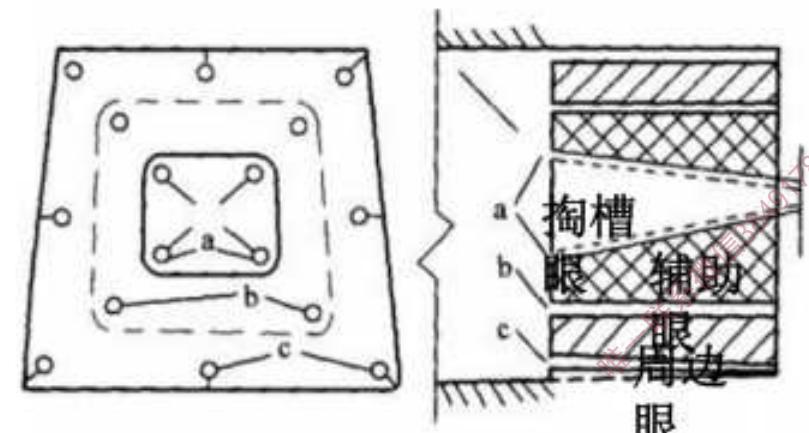
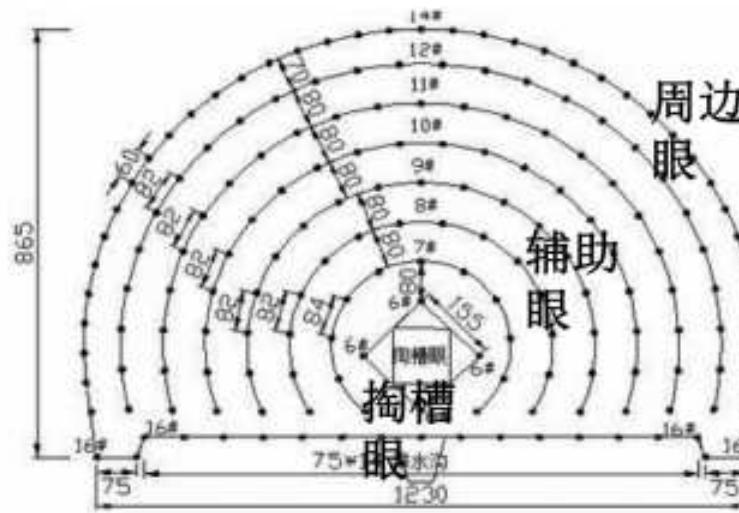


图 8-1 掘进爆破炮孔类型

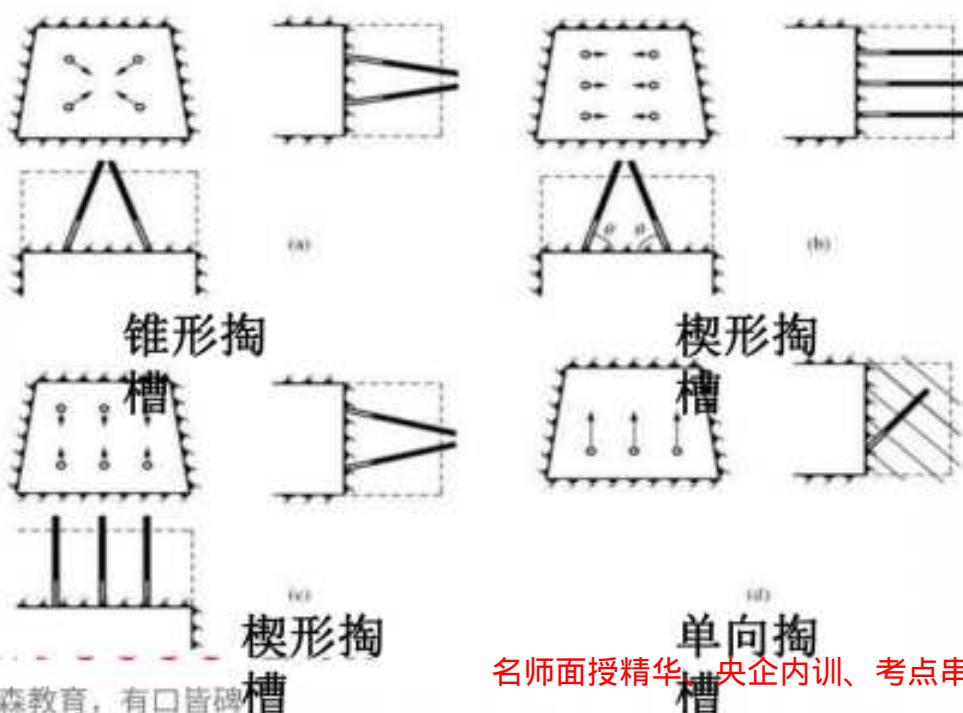




UPDF

WWW.UPDF.CN

- (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和钻眼机械化,从而为加快掘进速度提供了有利条件。直眼掏槽石碴抛掷距离也可缩短,所以目前现场多采用直眼掏槽。





UPDF

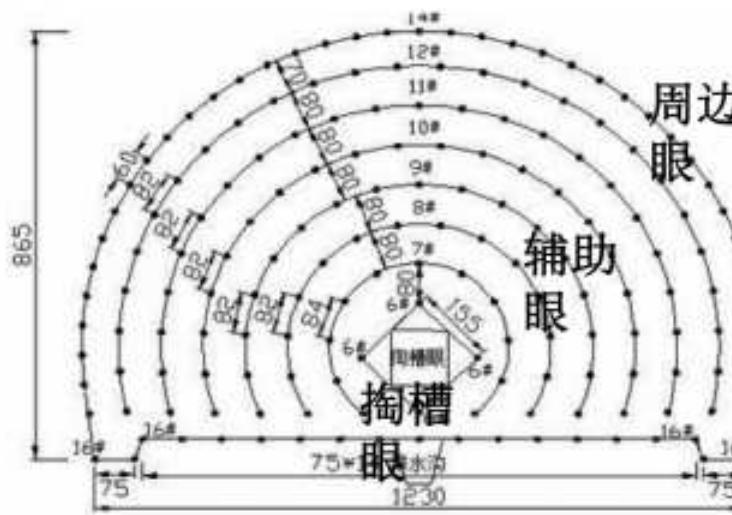
WWW.UPDF.CN

## 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，这可以由工地经验决定，一般最小抵抗线略大于炮眼间距。

## 3. 周边眼布置

周边眼的作用是爆破后使坑道断面达到设计的形状和规格。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。

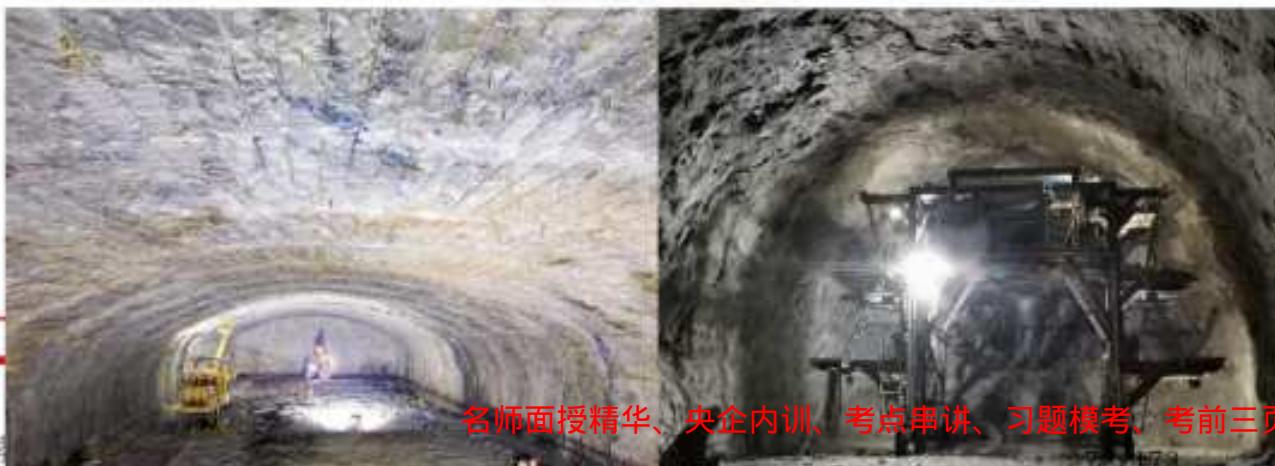


### (1) 光面爆破的特点（2021单选二级、2020单选一级）

光面爆破是指爆破后断面轮廓整齐，超挖和欠挖符合规定要求的爆破，其主要标准是：

- ①开挖轮廓成型规则，岩面平整；
- ②岩面上保存50%以上孔痕，且无明显的爆破裂缝；
- ③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；大大地减少了超欠挖量，节约了大量的混凝土和回填片石，加快了施工进度；围岩壁面平整、危石少，减轻了应力集中现象，避免局部塌落，增进了施工安全，并为喷锚支护创造了条件。



名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178





UPDF

WWW.UPDF.CN

## (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。

## (3) 预裂爆破及主要参数

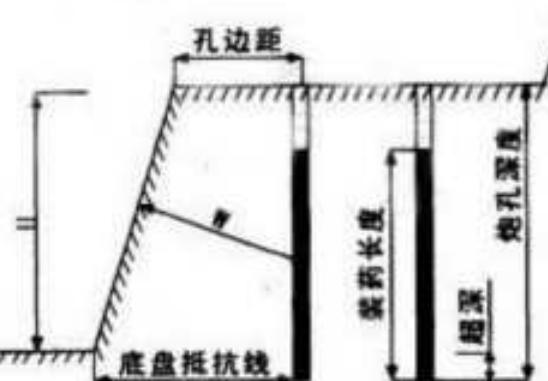
爆破的顺序：（2013案例一级、2012单选一级、2009案例一级、2006单选一级）

光面爆破：掏槽眼—辅助眼—周边眼；

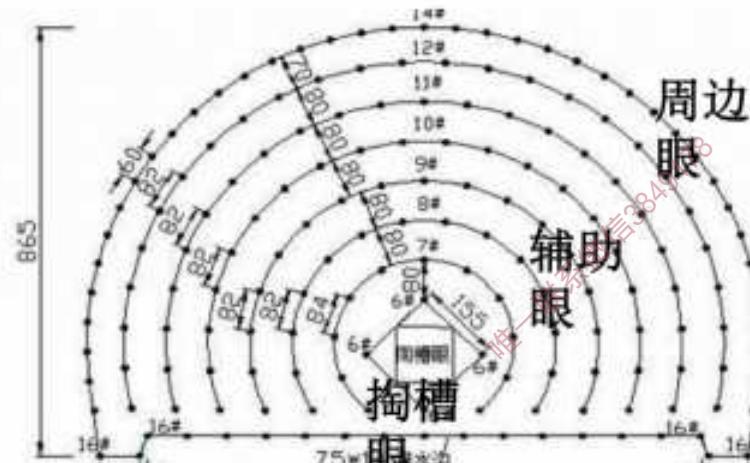
预裂爆破：周边眼—掏槽眼—辅助眼。

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。

通关口诀：间距、厚度、密集线



台阶爆破参数示意图





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 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。

围岩级别	I	II	III	IV	V	VI
最小净距 (m)	$1.0 \times B$	$1.5 \times B$	$2.0 \times B$	$2.5 \times B$	$3.5 \times B$	$4.0 \times B$

注:  $B$ —隧道开挖断面的宽度。





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 2. 连拱隧道施工

连拱隧道按中墙形式不同分为整体式中墙和复合式中墙两种形式。

连拱隧道开挖要求：

- (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。
- (3) 主洞开挖时，左右两洞开挖掌子面错开距离宜大于30m。
- (6) 导洞宽度宜大于4m



累计  
70000+  
通关学员  
佑森教育，有口皆碑



名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178





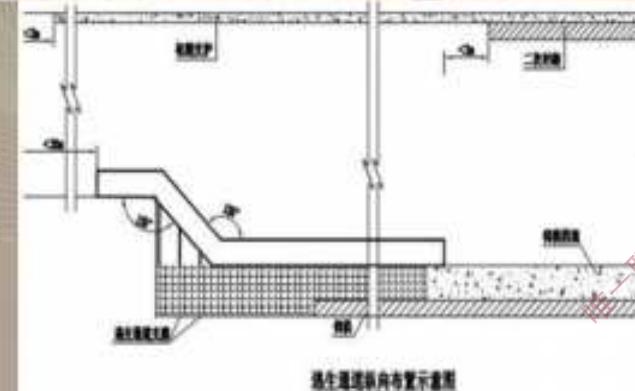
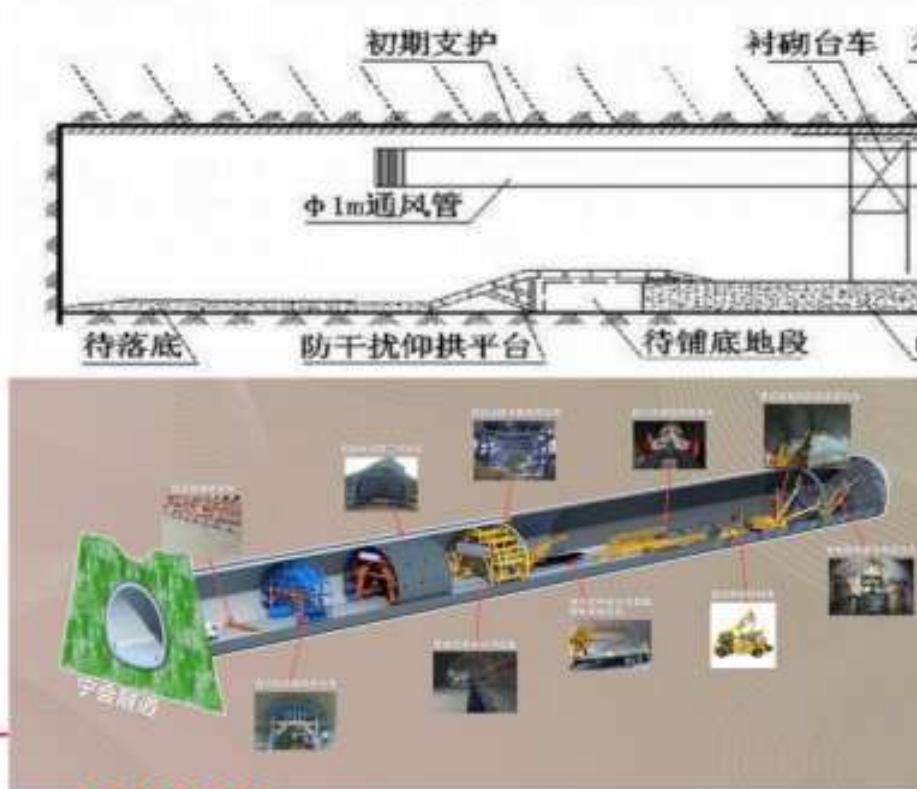
UPDF

WWW.UPDF.CN

## 六、公路隧道逃生与救援

6. 软弱围岩隧道开挖掌子面至二次衬砌之间应设置逃生通道，随开挖进尺不断前移，逃生通道距离开挖掌子面不得大于20m。逃生通道内径不宜小于0.8m。（2021案例、2021单选二级）

精准押题联系微信3849178



累计 70000 通关学员  
佑森教育，有口皆碑

名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 课后总结

公路隧道开挖	开挖方式及适用范围	(1) 全断面	I—III级中小跨度，IV级中跨度和III级大跨度预加固后
		(2) 台阶法	二台阶法、三台阶法 III—IV级中小跨度，V级小跨度预加固后 台阶长度划分：三五五零（超短、短、长） 台阶长度宜为：跨度的1-1.5倍
		(3) 环形开挖预留核心土法	IV—V级 循环开挖长度：0.5-1.0m 核心土面积： $\geq 50\%$
		(4) 中隔壁法(CD)	围岩较差、跨度大、浅埋、地表沉降需要控制
		(5) 交叉中隔壁法(CRD)法	临时仰拱，围岩较差、跨度大、浅埋、地表沉降需要控制
		(6) 双侧壁导坑法	浅埋大跨度隧道及地表下沉量要求严格而围岩条件很差

累计70000+通关学员

佑森教育，有口皆碑





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 课后总结

公路隧道开挖	开挖方式及适用范围	(7) 中导洞法 连拱隧道
	开挖要求	主要方法：钻孔爆破法 严格控制欠挖、尽量减少超挖
	超欠挖控制	严禁欠挖：拱脚、墙脚以上1m范围内；净空图折角对应位置 测定开挖面面积仪器：断面仪、激光投影仪 超挖 (1) 拱部坍塌：编制方案 (2) 均匀 有钢架 ①喷射混凝土回填 ②增大钢架支护断面尺寸、二次衬砌混凝土回填 无钢架 二次衬砌混凝土回填 ③局部<200mm：喷射混凝土 ④边墙：混凝土、片石混凝土
	通关学员	70000+





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 课后总结

公路隧道开挖	钻眼爆破	<p>钻研机具：风动凿岩机、液压凿岩台车          炮眼：掏槽眼、辅助眼、周边眼（识图）          掏槽眼：斜眼掏槽、直眼掏槽          光面爆破主要参数：周边厚度、密集密度          爆破顺序          光面：掏槽眼-辅助眼-周边眼          预裂：周边眼-掏槽眼-辅助眼</p>
	小净距及连拱隧道	<p>最小净距：IV 2.5、V 3.5（前后递减0.5）          连拱隧道：掌子面错开距离：&gt; 30m</p>
	逃生与救援	<p>逃生通道位置：掌子面至二次衬砌（范围识图）          逃生通道距掌子面：≤20m          逃生通道内径：≥0.8m</p>





UPDF

WWW.UPDF.CN

章节动态

公路隧道开挖	开挖方式及适用范围
	开挖需要
	超欠挖控制
	钻眼爆破施工要点
	小净距及连供隧道
	逃生与救援

2016年考察隧道施工爆破作业安全技术要求（已删），分值2分，多选题。

2018年考察开挖方式及适用范围，分值6分，案例+多选题。

2019年考察炮眼痕迹保存率（已删），分值4分，案例题。

2020年考察小净距隧道；光面爆破的特点，分值6分，案例+单选题。

2021年考察隧道超欠挖控制；隧道施工顺序，分值7分，案例题。





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 与衬砌

### 、超前支护

隧道施工过程中，当遇到软弱破碎围岩时，其自支护能力是比较弱的，经常采用的超前支护措施有超前锚杆、插板、超前小导管、管棚及围岩预注浆加固等。（2021单选一级、2016单选一级）



通关口诀：锚杆、插板、小导管，管棚围岩预注浆

累计 **70000<sup>+</sup>** 通关学员  
佑森教育，有口皆碑

名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178





## 与衬砌

## 1. 超前锚杆

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

超前锚杆宜采用早强砂浆锚杆。

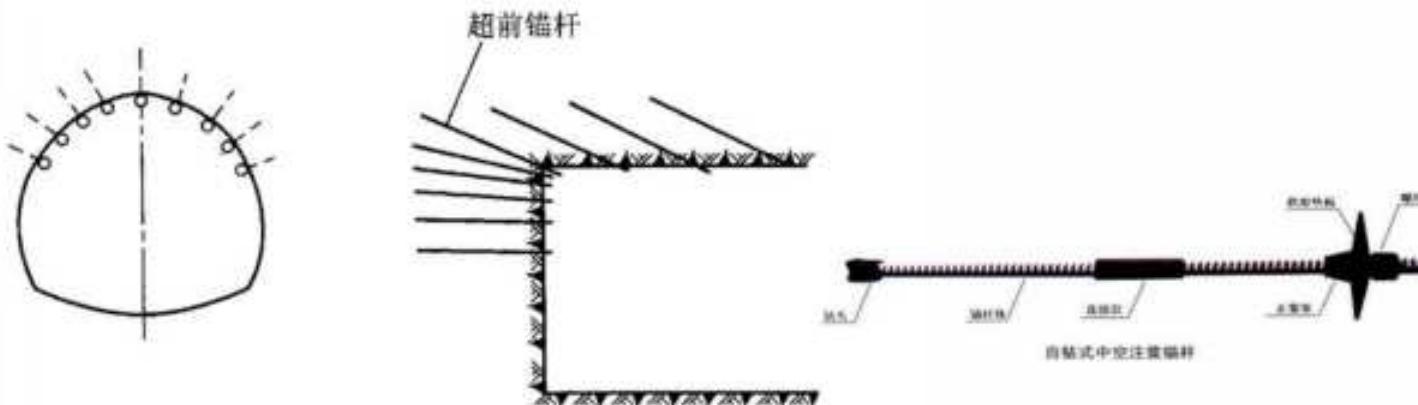


图 6-4-1 超前锚杆预锚固围岩





UPDF

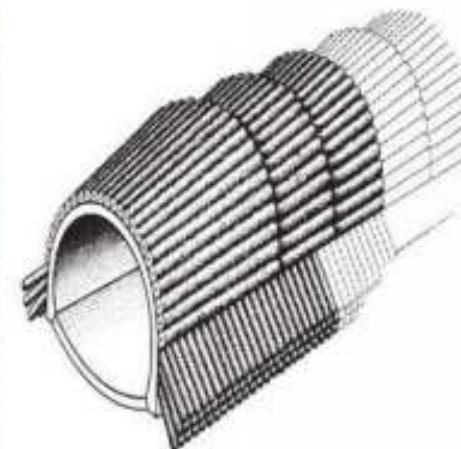
WWW.UPDF.CN

## 1B411010 公路隧道支护与衬砌

### 2. 管棚和超前小导管注浆

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

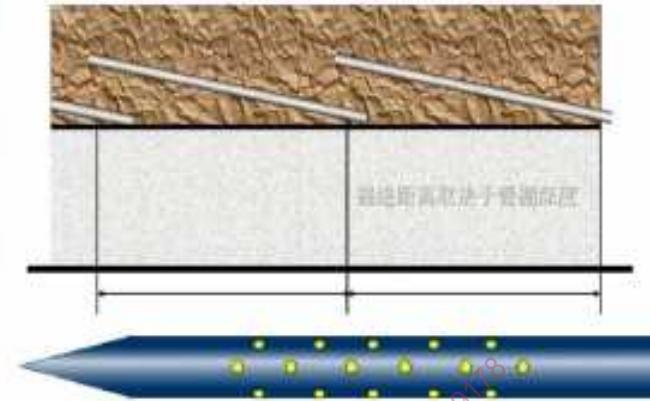
(2011单选一级)





## 与衬砌

管棚钢管直径一般为 $\phi 70$ — $\phi 180$ 习惯上称直径大于 $\phi 89$ 的管棚为大管棚，直径小于 $\phi 89$ 的为中管棚。管棚按长度可分为短管棚(长度小于10m的小钢管)和长管棚(长度为10—40m，直径较粗的钢管)。



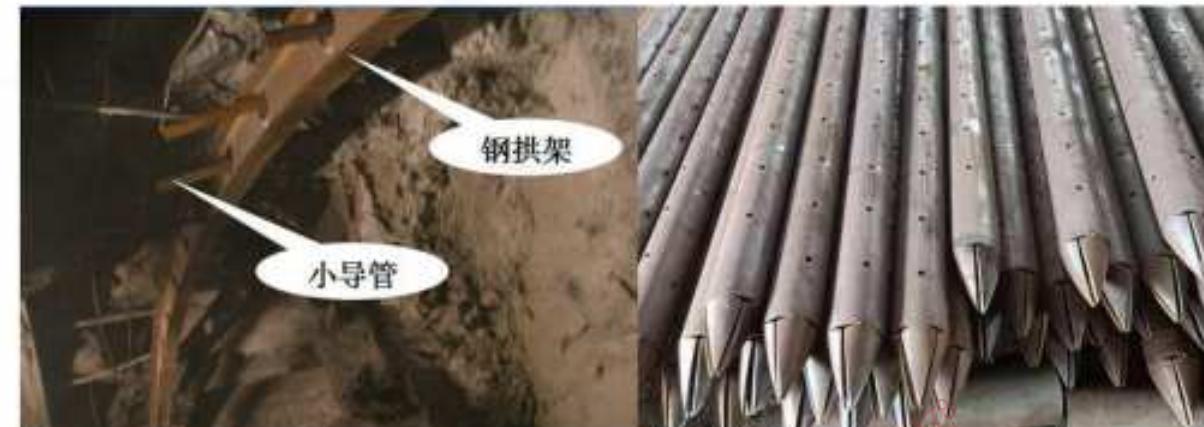
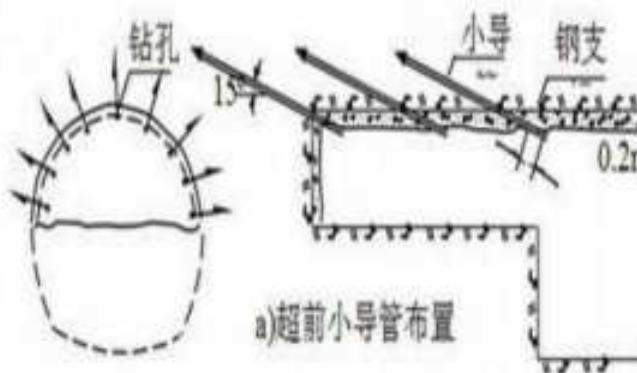


UPDF

WWW.UPDF.CN

## 与衬砌

超前小导管注浆不仅适用于一般软弱破碎围岩，也适用于地下水丰富的松软围岩。但超前小导管注浆对围岩加固的范围和强度是有限的，在围岩条件特别差而变形又严格控制的隧道施工中，超前小导管注浆常常作为一项主要的辅助措施，与管棚结合起来加固围岩。（2015案例一级、2015单选一级）





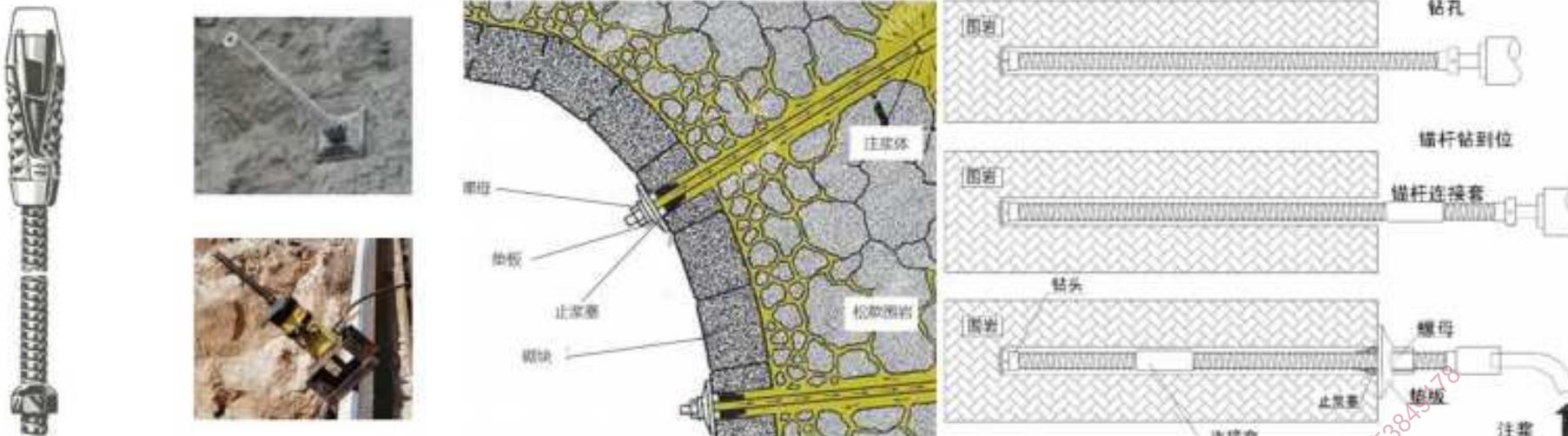
UPDF

WWW.UPDF.CN

## 与衬砌

小导管一般采用直径Φ32—Φ50钢管，常用钢管，管长一般为3—5m。

自进式注浆锚杆(又称迈式锚杆)是将超前锚杆与超前小导管注浆相结合的一种超前措施，它是在小导管的前端安装了一次性钻头，从而将钻孔和顶管同时完成，缩短了导管的安装时间，尤其适用于钻孔易坍塌的地层。





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 与衬砌

### 3. 预注浆加固围岩

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

预注浆一般可超前开挖面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地层中，也更适用于采用大中型机械化施工。

预注浆加固围岩有洞内超前注浆、地表超前注浆和平导超前注浆三种方式





UPDF

WWW.UPDF.CN

1B4 公路边坡支护与衬砌

## 【小佑加油站】锚杆在初期支护中的施工顺序:【2021案例一级】

- A. 无钢架: ①初喷混凝土—挂钢筋网—打锚杆—复喷混凝土;  
②初喷混凝土—挂钢筋网—复喷混凝土—打锚杆。
- B. 有钢架: 初喷混凝土—挂钢筋网—立钢拱架—复喷混凝土—打锚杆





## 与衬砌

### 1、喷射混凝土





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 与衬砌

喷射混凝土的工艺流程有：干喷、潮喷和湿喷。

- (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，质量不稳定，很多地方已禁止使用干喷法施工。
- (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。
- (3) 湿喷法是将水泥、砂、石和水按比例拌合均匀，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。目前施工现场湿喷法使用的较多。

(2020案例一级、2018案例二级)





UPDF

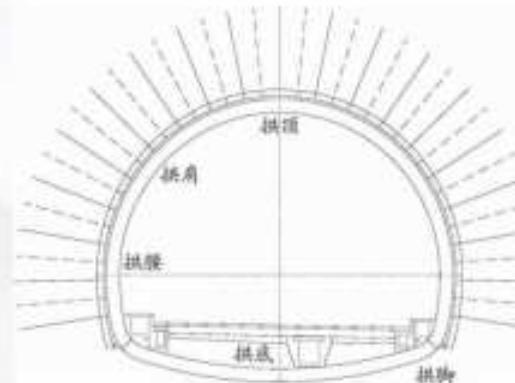
WWW.UPDF.CN

## 与衬砌

### 2. 锚杆

锚杆是用钢筋或其他高抗拉性能的材料制作的一种杆状构件。锚杆种类有砂浆锚杆、药卷锚杆、中空注浆锚杆、自进式锚杆、组合中空锚杆和树脂锚杆等。按照锚固形式可划分为全长粘结形、端头锚固形、摩擦形和预应力形四种。

(2021多选二级)



通关口诀：全长端头摩擦预

累计 **70000<sup>+</sup>** 通关学员  
佑森教育，有口皆碑

名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 与衬砌

### 3. 钢支撑

钢支撑具有承载能力大的特点，常常用于软弱破碎或土质隧道中，并与锚杆、喷射混凝土等共同使用。钢支撑按其材料的组成，可分为钢拱架和格栅钢架。（2019案例一级）





UPDF

WWW.UPDF.CN

1B4

(1) 钢拱架 (2013单选一级)

与衬砌

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



累计 **70000<sup>+</sup>** 通关学员  
佑森教育，有口皆碑

名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178





(2) 格栅钢架

格栅钢架是由钢筋经冷弯成形后焊接而成。

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





## 1B41101 地质围岩与衬砌

### 4. 锚喷支护

锚喷支护是目前通常采用的一种围岩支护手段。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。





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 与衬砌

### 三、模筑混凝土衬砌（二次衬砌）

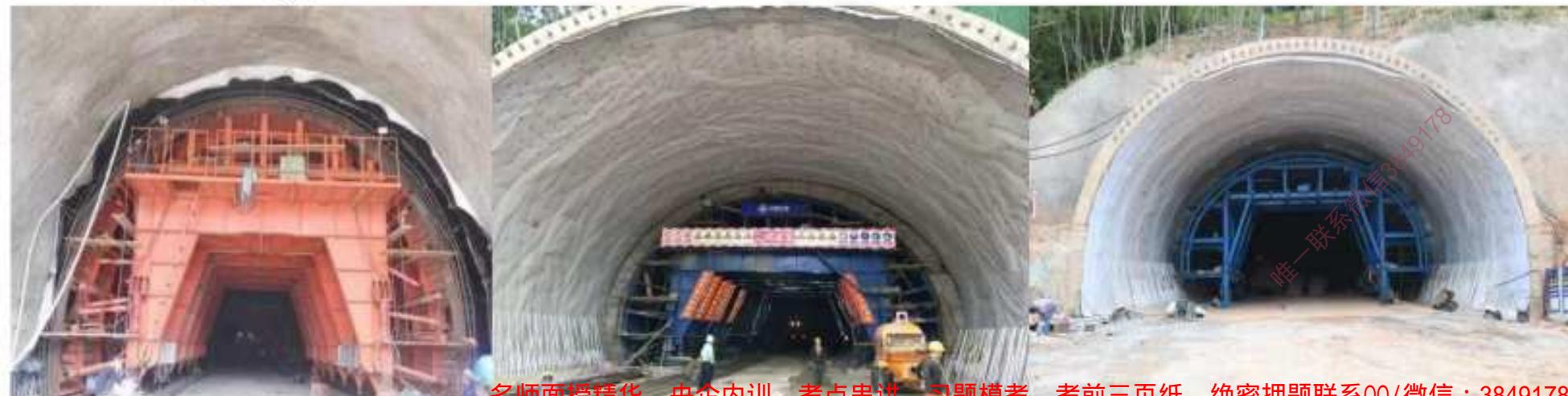
单层衬砌中的现浇整体式混凝土衬砌常用于一级围岩中。复合式衬砌中的二次衬砌，除了起饰面和增加安全度的作用外，也承受了在其施工后发生的外部水压，软弱围岩的蠕变压力，膨胀性地压，或者浅埋隧道受到的附加荷载等。

（2014单选一级）

模筑混凝土衬砌的施工技术要点如下：

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

（2014单选一级）



佑森教育，有口皆碑





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 与衬砌

### 1. 衬砌施工的准备工作

#### (1) 整体移动式模板台车

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





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 与衬砌

### (3) 主洞模板施工

- ①隧道主洞模筑混凝土衬砌施工宜采用全断面衬砌模板台车。（2015单选一级）
- 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。（2021案例二级）
- ⑤全断面衬砌模板台车就位应以隧道中线为准，按路线方向垂直架设。
- ⑥顶模设置通气孔、注浆管。





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 与衬砌

### (4) 特殊洞室模板施工

- 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。





## 与衬砌

### 2. 混凝土施工

(2) 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，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。



累计 **70000<sup>+</sup>** 通关学员  
佑森教育，有口皆碑

名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178



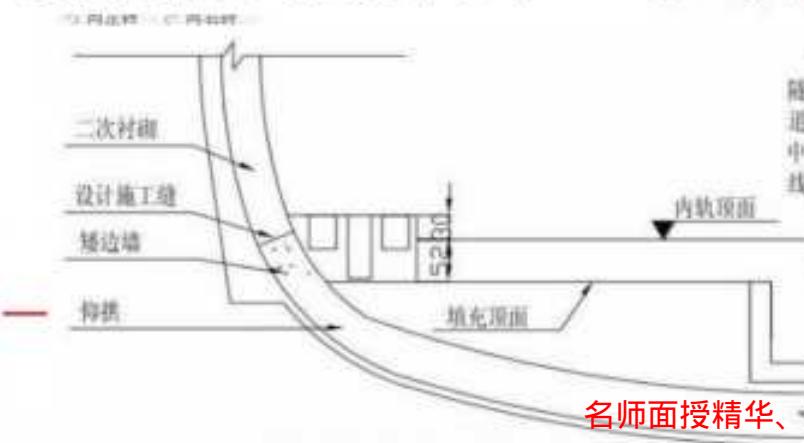


## (4) 混凝土浇筑

- 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。

## (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。





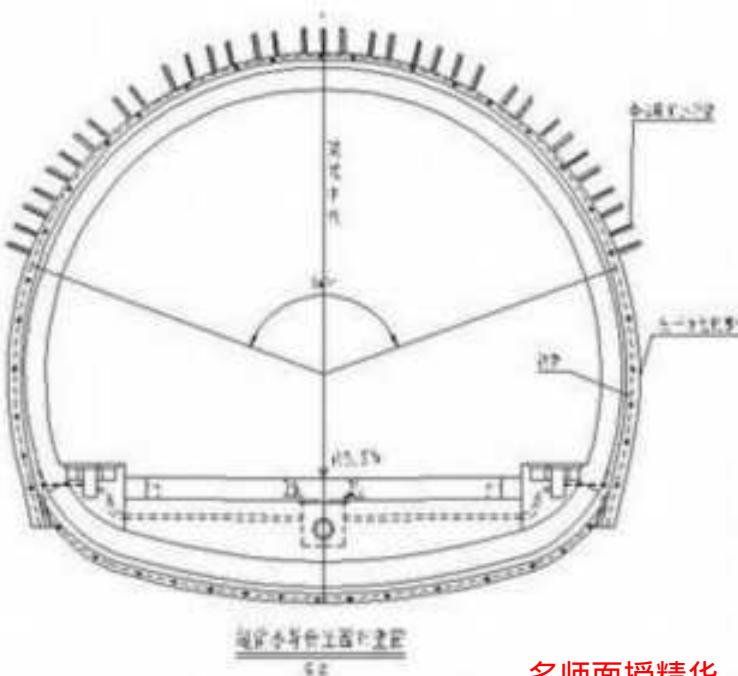
UPDF

WWW.UPDF.CN

## 与衬砌

### 3. 仰拱衬砌、仰拱回填和垫层（2020案例一级、2020单选二级、2019案例一级）

- (1) 仰拱混凝土衬砌应先于拱墙混凝土衬砌施工，超前距离应根据围岩级别、施工机械作业环境要求确定，一般不宜大于拱墙衬砌浇筑循环长度的2倍。
- (2) 仰拱初期支护喷射混凝土及仰拱填充混凝土不得与仰拱衬砌混凝土一次浇筑。
- (3) 仰拱衬砌混凝土应整幅一次浇筑成形，不得左右半幅分次浇筑，一次浇筑长度不宜大于5.0m。





UPDF

WWW.UPDF.CN

1B4 公路防护支护与衬砌

- (4) 仰拱和仰拱填充混凝土应在其强度达到 $2.5\text{ MPa}$ 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。





UPDF

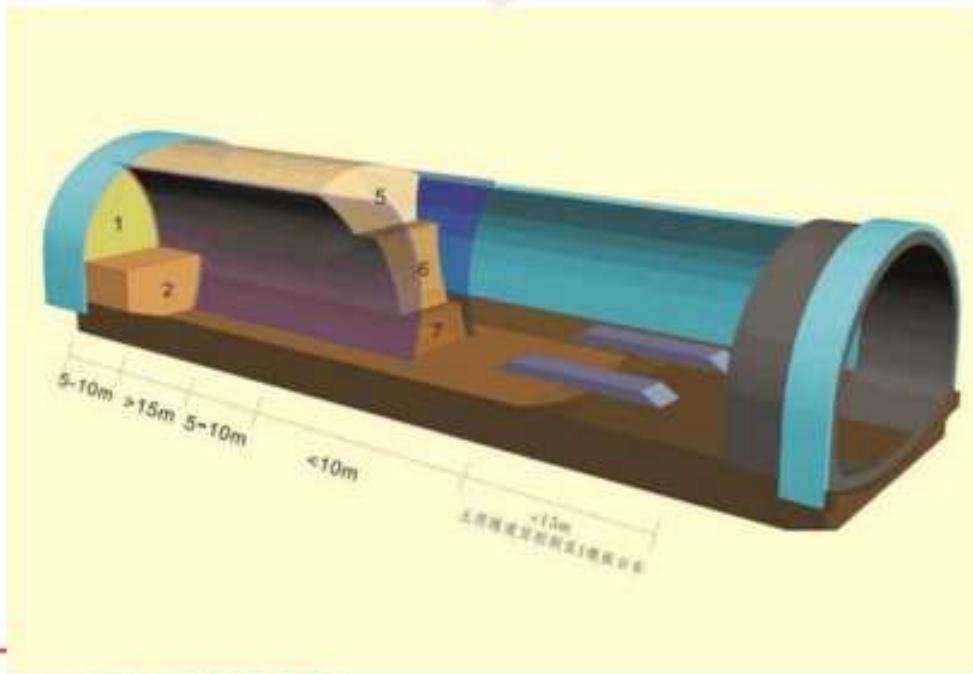
WWW.UPDF.CN

## 与衬砌

### 四、公路隧道施工安全步距要求（2021案例二级、2019案例一级、2019案例二级）

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

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. 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。





公路隧道支护与衬砌	超前支护 (开挖之前)	<p>包括：锚杆插板小导管、管棚围岩预注浆</p> <p>超前锚杆：地下水较少</p> <p>管棚：压力来的快、大</p> <p>超前小导管注浆</p> <p>一般软弱破碎围岩、地下水丰富</p> <p>辅助措施</p> <p>预注浆加固围岩</p> <p>有压地下水、地下水丰富</p> <p>超前开挖面：30-50m</p> <p>3种方式：（洞内、地表、平导）超前注浆</p>
-----------	-------------	---





UPDF

WWW.UPDF.CN

课后总结

## 与衬砌

公路隧道 支护与衬砌	初期支护（一次衬砌）	<p><b>【补充】锚杆在初支中工序</b></p> <p>喷射混凝土</p> <p>干喷：粉尘回弹严重、禁用</p> <p>潮喷</p> <p>湿喷：使用多</p> <p>锚杆</p> <p>锚固形式划分：砂浆药卷中空进、组合中空与树脂钢支撑</p> <p>钢拱架 立即承载</p> <p>格栅钢架 冷弯；密贴</p> <p>锚喷支护：锚杆+喷混、+钢筋网、+钢架</p>
	模筑混凝土衬砌（二次衬砌）	<p>衬砌施工顺序：由下到上、先墙后拱</p> <p>主洞</p> <p>设备：全断面衬砌模板台车</p> <p>振捣窗</p> <p>间距：纵<math>\leq 3m</math>、横<math>\leq 2.5m</math></p> <p>尺寸：<math>\geq 0.45m * 0.45m</math></p>

累计 70000+ 通关学员

佑森教育，有口皆碑

名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178





UPDF

WWW.UPDF.CN

课后总结

## 与衬砌

公路隧道 支护与衬砌	模筑混凝土衬砌（二次衬砌）	<p>衬砌施工顺序：由下到上、先墙后拱 主洞 混凝土施工 仰拱衬砌、仰拱回填、垫层 仰拱衬砌超前拱墙衬砌距离≤拱墙衬砌循环长度2倍 仰拱初支、仰拱填充不得与仰拱衬砌一次浇筑 仰拱衬砌应整幅一次浇筑成型（一次浇筑长度≤5m） 仰拱和仰拱填充拆模强度要求：<math>\geq 2.5 \text{ MPa}</math>（同桥梁侧模拆除） 仰拱填充和垫层通车强度要求：100%</p>
	安全步距	<p>仰拱距掌子面：III级≤90m、IV级≤50m、V级及以上≤40m 二衬距掌子面：IV级≤90m、V级及以上≤70m</p>





UPDF

WWW.UPDF.CN

课后总结

公路隧道 支护与衬砌	模筑混凝土衬砌（二 次衬砌）	<p>顶模设置：通气孔、注浆管 台车就位以隧道中线为准 混凝土施工 运输 分层离析处理：二次快速搅拌 严禁加水 运至浇筑地点应检测：坍落度 浇筑 设备：混凝土输送泵 入模温度：5—32°C 混凝土浇筑高差：两侧≤1m、同一侧≤0.5m 拱、墙连续浇筑、不得（先拱后墙、先矮边墙） 养护 时间：≤7d（加引气剂（翻倍）≤14d 湿度≥90%：可不洒水</p>
---------------	-------------------	--





UPDF

WWW.UPDF.CN

课后总结

公路隧道防水与排水	施工防排水
	结构防排水
	注浆防水

名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178

累计 **70000<sup>+</sup>** 通关学员  
佑森教育，有口皆碑





## 水与排水

隧道防排水应遵循“防、排、截、堵相结合，因地制宜，综合治理”的原则。

### 一、施工防排水

#### 1. 隧道洞口

(1) 边坡、仰坡坡顶的截水沟应结合永久排水系统在洞口开挖前修建。

(2) 洞外路堂向隧道内为下坡时，路基边沟应做成反坡，向路堑外排水。

2. 覆盖层较薄和渗透性强的地层，洞顶设有高压水池时，水池位置宜远离隧道轴线。



累计 **70000** 通关学员  
佑森教育，有口皆碑

名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 与排水

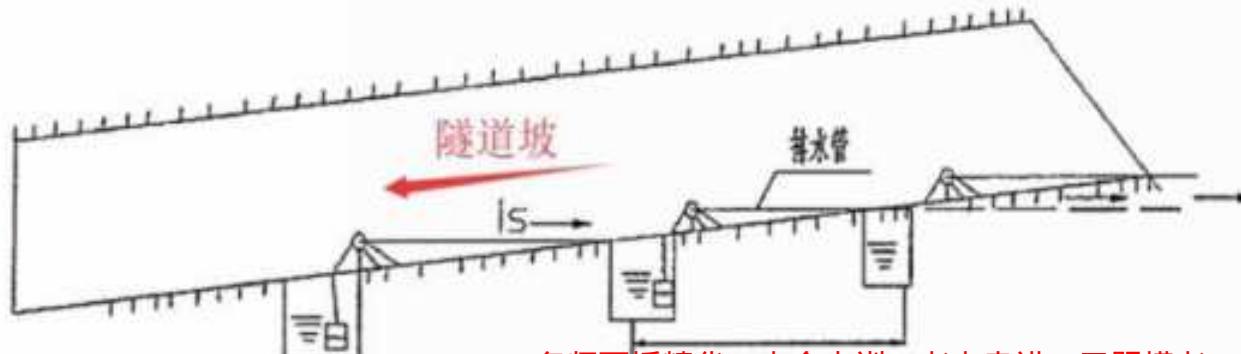
### 3. 洞内反坡排水应符合的要求

- (3) 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%（2021案例二级）

### 4. 井点降水

洞内涌水或地下水位较高时，且影响隧道施工时，可采用井点降水法和深井降水法处理，井点降水施工应符合下列要求：（2014单选二级）

- (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。



名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178



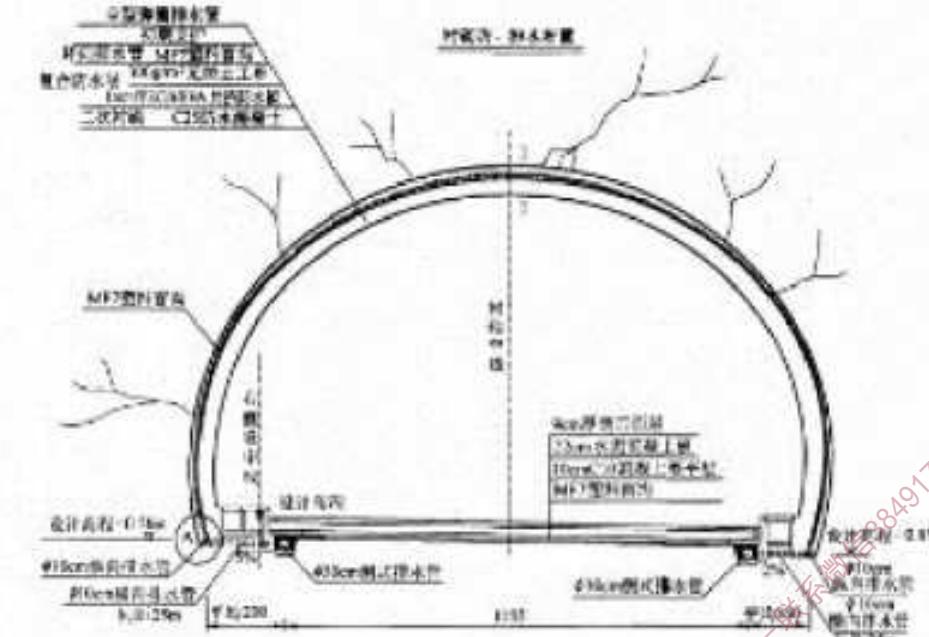
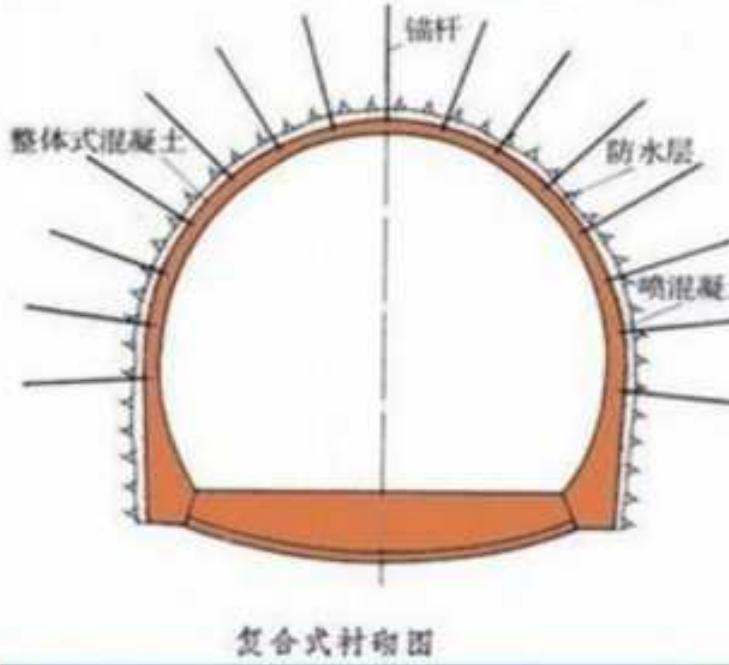


UPDF

WWW.UPDF.CN

## 与排水

## 二、结构防排水（2021案例二级）





UPDF

WWW.UPDF.CN

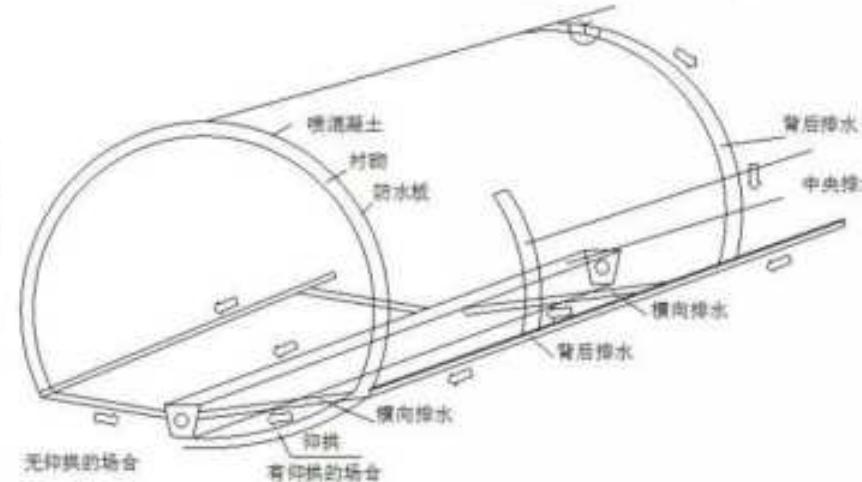
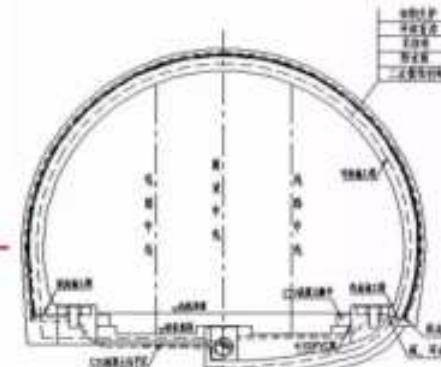
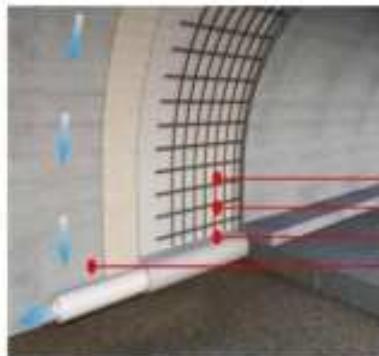
## 与排水

### 中心排水管(沟)

#### 【小佑加油站】

识图：纵向排水盲管、环向排水盲管、竖向排水盲管、中心排水管（沟）、边沟。

中心排水管(沟)设在仰拱下时，应和仰拱、底板同步施工。





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 与排水

防水板宜选用高分子材料，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。初期支护表面应平整，无空鼓、裂缝、松酥，对支护表面外露的坚硬物和局部渗漏水处应先进行处理，不平处用喷射混凝土或砂浆找平。

防水板铺设应符合以下要求：

(1) 防水板铺设宜采用专用台架。





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 与排水

(2) 防水板应无钉铺设，并留有余量，防水板与初期支护或岩面应密贴。

(3) 防水板的搭接缝焊接质量应按充气法检查，当压力表达达到 $0.25\text{MPa}$ 时停止充气，保持 $15\text{min}$ ，压力下降在 $10\%$ 以内，焊缝质量合格。

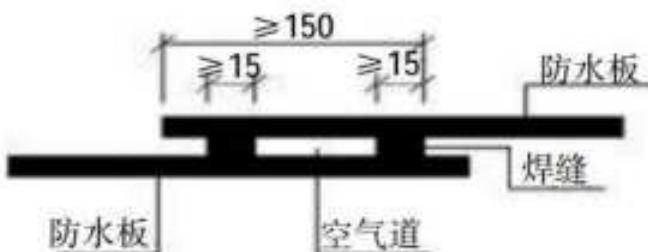
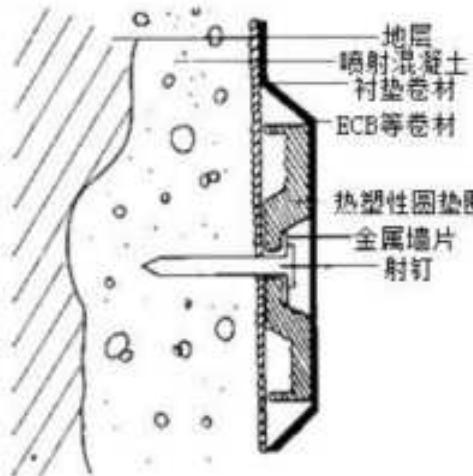


图 3 防水板搭接做法

名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178





精准押题联系微信3849178





UPDF

WWW.UPDF.CN

与排水

## 二、注浆防水

### 1. 注浆防水方式的选择

- (1) 掌子面前方存在较高水压的富水区，宜采用全断面帷幕注浆或周边注浆。
- (2) 掌子面前方围岩基本稳定，但局部存在一定的水流掌子面宜采用超前局部注浆。
- (3) 围岩有一定自稳能力，开挖后水压和水量较小，但出水量超过设计允许排放量时，宜采用径向注浆。

### 2. 注浆防水施工要求

- (4) 注浆压力应根据水文地质条件合理确定，宜比静水压力大 0.5MPa—1.5MPa。
- (5) 钻孔注浆顺序应由下往上、由少水处到多水处、隔孔钻注。





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 公路隧道防水与排水

## 课后总结

公路隧道防水与排水	施工防排水	<p>洞外路堑向隧道内为下坡：边坡做反坡 高压水池远离轴线 洞内外返坡排水 水泵排水能力：<math>\geq 1.2</math>倍正常涌水量 备用水泵：<math>\geq</math>工作水泵排水能力70% 洞内涌水或地下水位较高：井点降水法、深井降水法</p>
	结构防排水	<p>【补充】识图：初期支护、防水层、二次衬砌、纵向排水盲管、环向排水盲管、竖向排水盲管、中心排水管（沟）、边沟 中心排水管（沟）设在仰拱下：应和仰拱、底板同步施工 防水板 铺设设备：专用台架 厚度：<math>\geq 1.5\text{mm}</math>、无钉铺设、焊缝质量检查：充气法</p>





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 公路隧道防水与排水

### 课后总结

公路隧道防水  
与排水

注浆防水

#### 方式选择

钻孔注浆顺序：由下往上、由少水到多水、隔孔钻注





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 隧道通风防尘及水电作业（重要程度两指数）

### 章节动态

隧道通风防尘及水电作业	通风
	防尘
	供电

2017年考察隧道施工通风方式，分值1分，单项选择题。

2019年考察湿式凿岩水、风操作顺序，分值1分，单项选择题。





UPDF

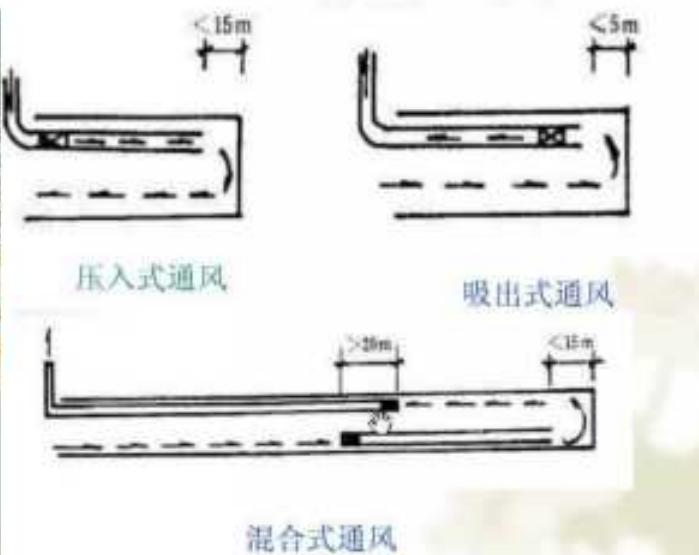
WWW.UPDF.CN

及水电作业

## 一、通风（2017单选一级、2006多选一级）

### 1. 风管式通风

风流经由管道输送，分为压入式、抽出式和混合式三种方式。



累计 **70000<sup>+</sup>** 通关学员  
佑森教育，有口皆碑

名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178





UPDF

WWW.UPDF.CN

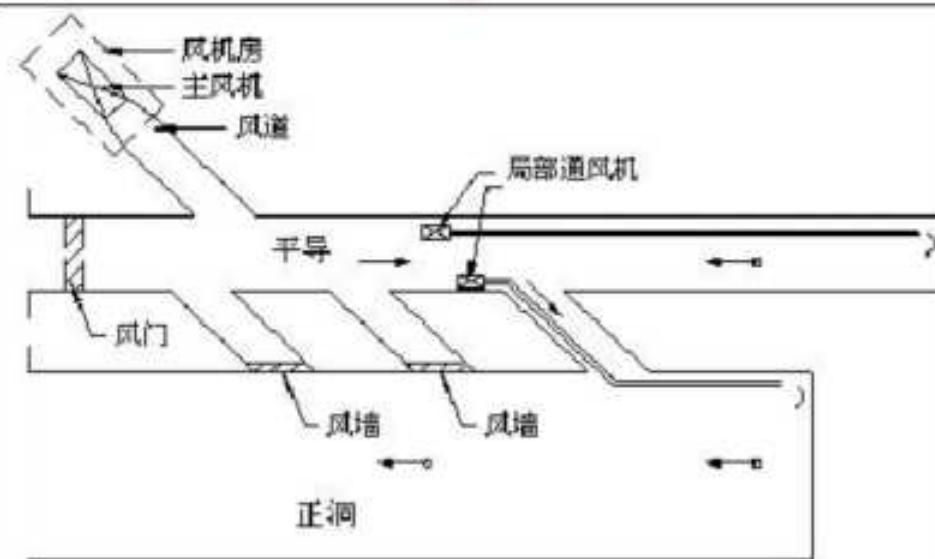
## 及水电作业

### 2. 巷道式通风

这种方法适用于有平行坑道的长隧道

### 3. 风墙式通风

这种方法适用于较长隧道。当管道式通风难以解决又无平行导坑可以利用。





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 及水电作业

### 二、防尘

#### 1. 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。 (2019单选一级)





UPDF

WWW.UPDF.CN

及水电作业

## 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. 洞外变电站宜设在洞口附近，并应靠近负荷集中地点和设在电源来线一侧。

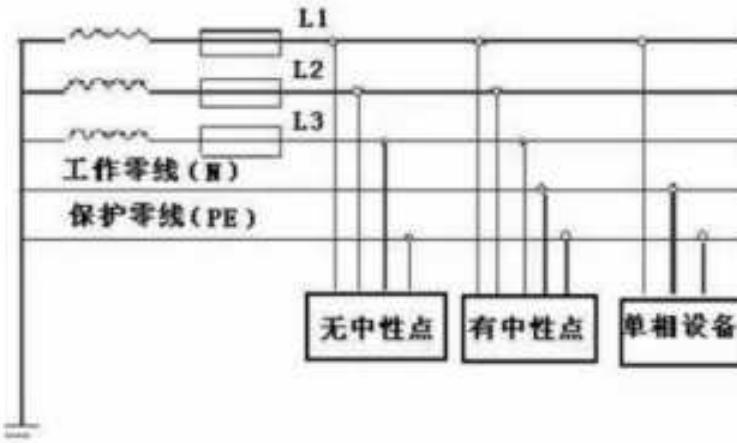


图 1 三相五线制接线

名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178

70

佑森教育，有口皆碑





## 1B411030 施工现场防尘及水电作业

### 3. 供电线路布置和安装要求：(2010单选一级)

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

### 4. 短隧道应采用高压至洞口，再低压进洞。

### 5. 瓦斯地段的照明器材应采用防爆型，开关应设在送风道或洞口。





UPDF

WWW.UPDF.CN

隧道通风防尘及水电作业

## 课后总结

隧道通风防尘及水电作业	通风	风管式：压入式、抽出式、混合式 巷道式：有平行导坑长隧道 风墙式：较长隧道、无平行导坑
	防尘	按供水方式：旁侧供水、中心供水 先开水后开风、先关风后关水
	供电	电压 供电线路：三相五线 动力设备：三相380V 照明 成洞段和不作业地段：220V 瓦斯地段： $\leq 110V$ 一般作业地段： $\leq 36V$ 手提作业灯：12-24V





隧道通风防尘及水电作业	供电	成洞地段固定线路：胶皮线 施工地段临时电线路：橡套电缆 井：铠装电缆 瓦斯地段 密封阻燃铜芯电缆、不得用皮线 沿侧壁铺设、不得悬空架设 照明：防爆型 开关位置：送风道、洞口 短隧道：高压至洞口、底压进洞
-------------	----	---





公路隧道辅助坑道施工

横洞、平行导坑

斜井

竖井

2016年考察斜井和横洞（仅需知道增加工作面），分值0分，案例题。





UPDF

WWW.UPDF.CN

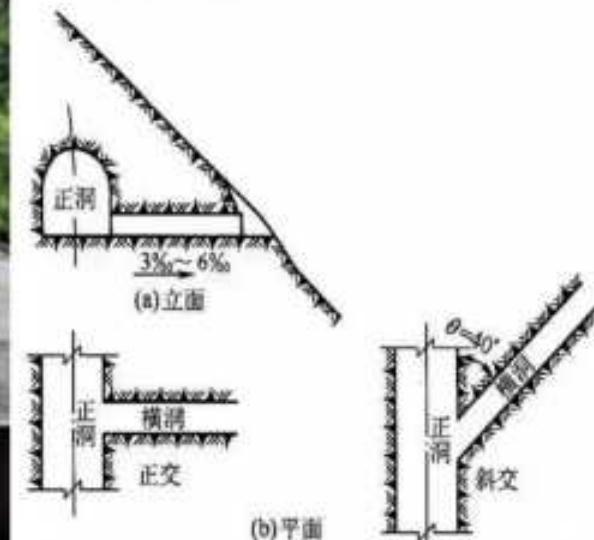
## 1B4 施工技术 坑道施工

主要类型有竖井、斜井、平行导坑、横洞等。

### 一、横洞与平行导坑

#### 【小佑加油站】

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。





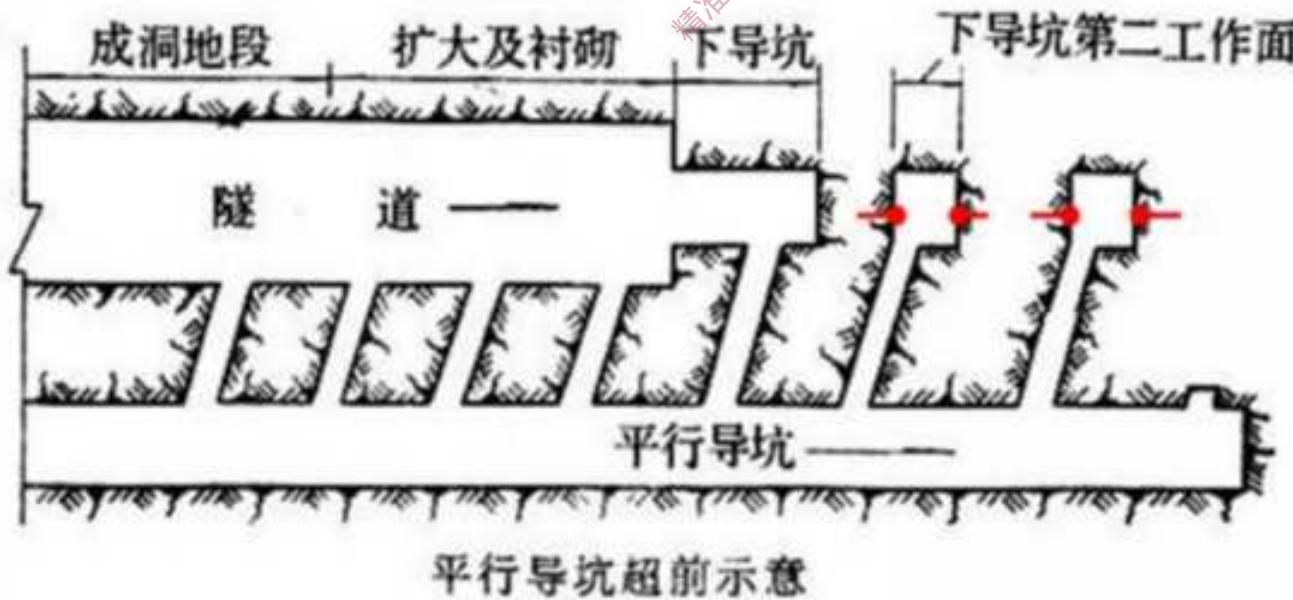
UPDF

WWW.UPDF.CN

## 坑道施工

小佑加油站

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的导坑。



累计 **70000<sup>+</sup>** 通关学员  
佑森教育，有口皆碑

名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178





UPDF

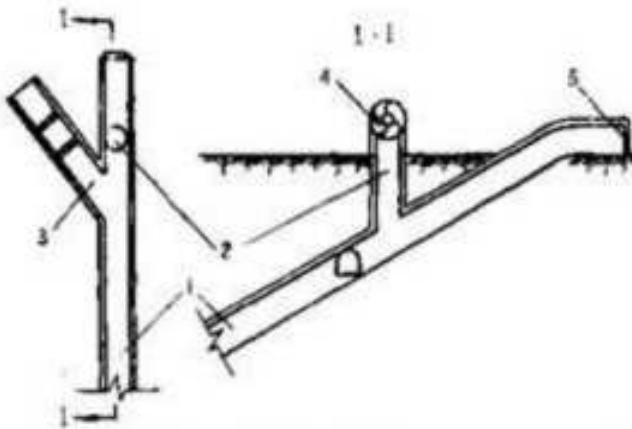
WWW.UPDF.CN

## 坑道施工

### 二、斜井

#### 【小佑加油站】

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。





UPDF

WWW.UPDF.CN

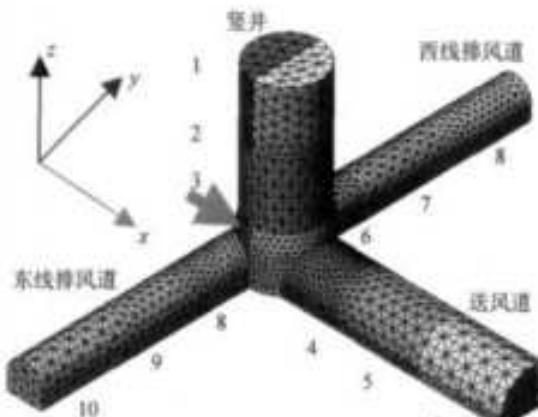
## 坑道施工

### 三、竖井

#### 【小佑加油站】

当隧道较长而某些地段埋置较浅时，可采用竖井来增辟工作面。

1. 井口的锁口圈顶面应高出地面0.5m。





## 课后总结

公路隧道辅助坑道施工

横洞、平行导坑  
斜井  
竖井 锁口圈顶高出地面：0.5m





UPDF

WWW.UPDF.CN

章节动态

公路隧道盾构施工	盾构法工作原理
	盾构机分类及适用范围
	盾构施工

累计 **70000<sup>+</sup>** 通关学员  
佑森教育，有口皆碑

名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178



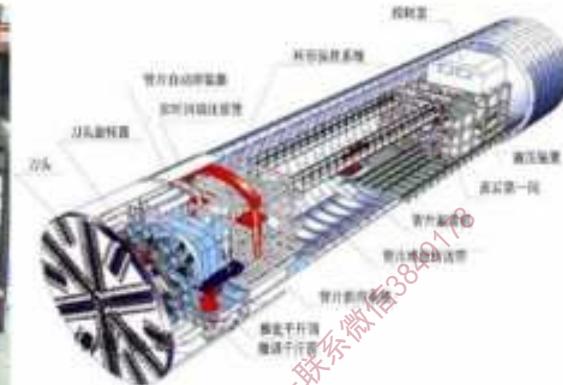


### 一、肩钩法工作原理

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。

### 二、盾构机分类及适用范围（2012单选二级、2006单选一级、2004单选一级）

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。



累计**70000<sup>+</sup>**通关学员  
佑森教育，有口皆碑

名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178





## 盾构施工

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。





UPDF

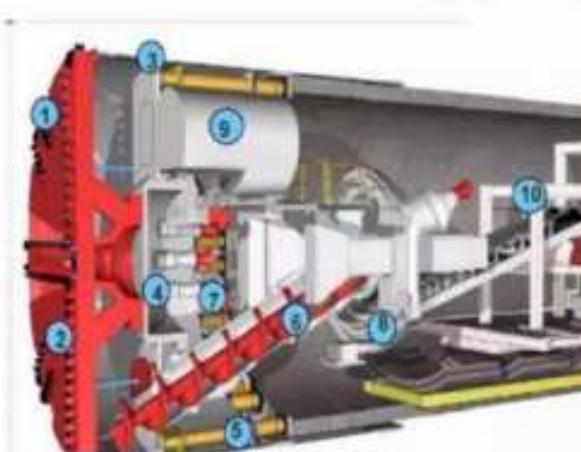
WWW.UPDF.CN

施工

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。



- 1. 刀盘
- 2. 刀具
- 3. 盾壳
- 4. 大轴承
- 5. 主推千斤顶
- 6. 螺旋机
- 7. 刀盘驱动马达
- 8. 管片拼装机
- 9. 人闸
- 10. 台车





UPDF

WWW.UPDF.CN

盾构施工

### 三、盾构施工

#### 2. 盾构掘进

(1) 盾构应在始发段50—100m进行试掘进。

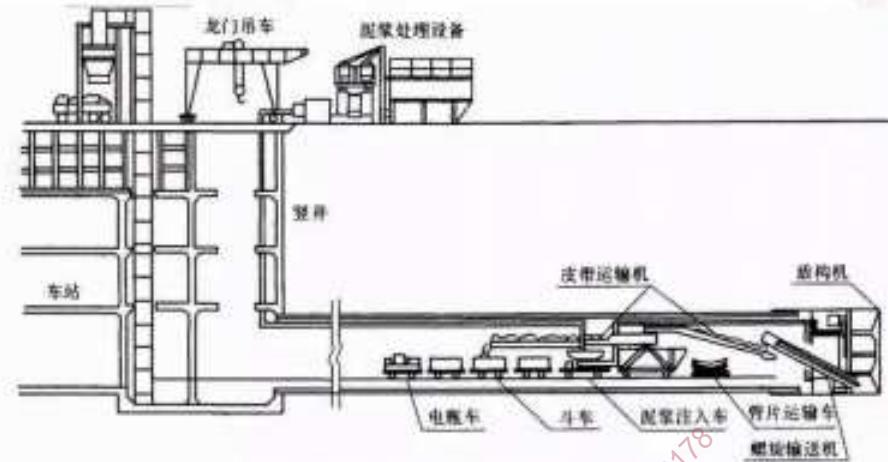
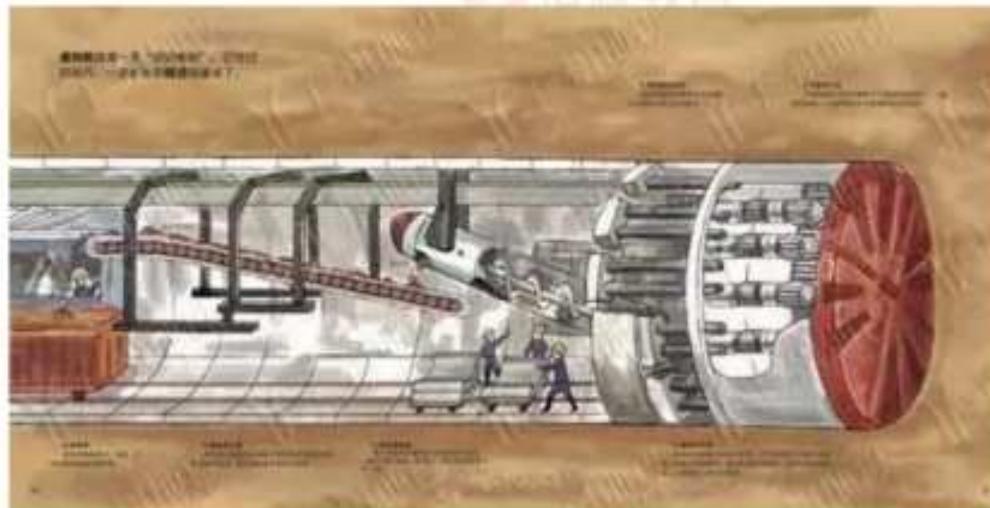


图 1K413012-5 盾构法施工示意图





1B4 公路隧道盾构施工

(3) 隧道贯通前10环管片应设置管片纵向拉紧装置。



累计 **70000<sup>+</sup>** 通关学员  
佑森教育，有口皆碑

名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178





### 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。
- ④ 混凝土管片应进行检漏抽检测试，每生产200环应进行水平拼装检验1次。





UPDF

WWW.UPDF.CN

盾构施工

## 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。





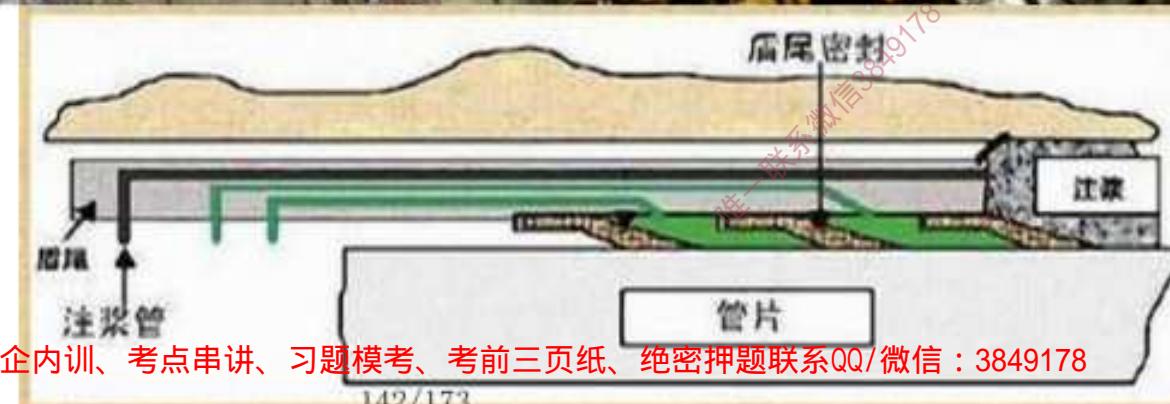
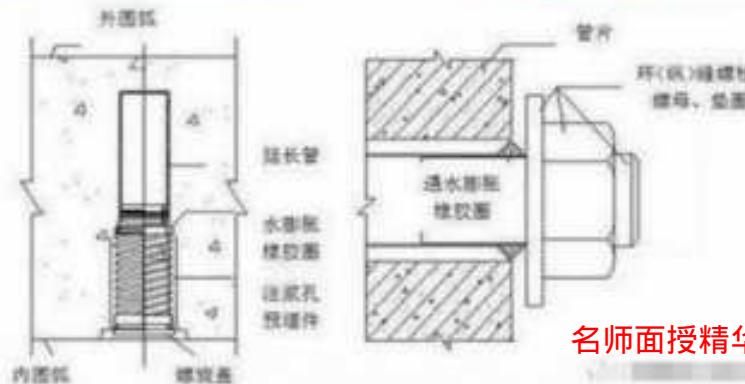
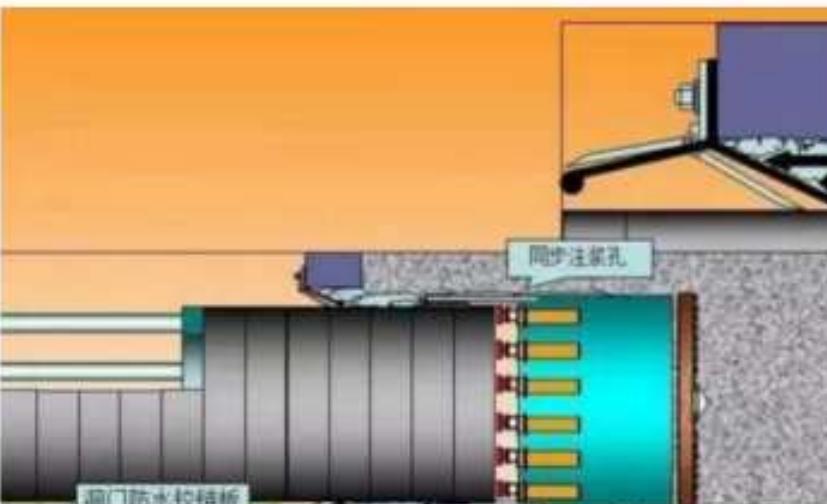
UPDF

WWW.UPDF.CN

盾构施工

## 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。





UPDF

WWW.UPDF.CN

公路隧道盾构施工

## 课后总结

公路隧道盾构施工

支撑四周围岩：盾构外壳、管片  
顶进：千斤顶  
盾构机组成：切口环、支撑环、盾尾  
盾构机分类  
密闭式：土压式、泥水式  
敞开式：手掘式、半机械式、机械式  
试掘进：始发段50-100m  
贯通前：10片管片纵向拉紧  
管片制作与拼装  
试生产、抽3环拼装检验  
每生产200检验1次  
壁后注浆：同步注浆、补充注浆





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 章节动态

特殊地段施工	涌水
	塌方
	岩溶
	瓦斯
	流沙
	岩爆

2017年考察隧道容易发生塌方的地段，分值2分，多选题。

2021年考察瓦斯隧道，分值5分，案例题。





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 特点（重要程度两指数）

### 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；超前小导管预注浆堵水；超前围岩预注浆堵水；轻型井点降水及深井降水。（2015案例一级、2013案例一级）

### 二、采用辅助坑道排水

1. 坑道应与正洞平行或接近平行。
2. 坑道底标高应低于正洞底标高。
3. 坑道应超前正洞10—20m，至少应超前1—2个循环进尺。



累计 **70000<sup>+</sup>** 通关学员  
佑森教育，有口皆碑

名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178





## 特点（重要程度两指数）

### 三、采用超前钻孔排水（2014单选一级）

1. 应使用轻型探水钻机或凿岩机钻机。
2. 钻孔孔位(孔底)应在水流上方。
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。





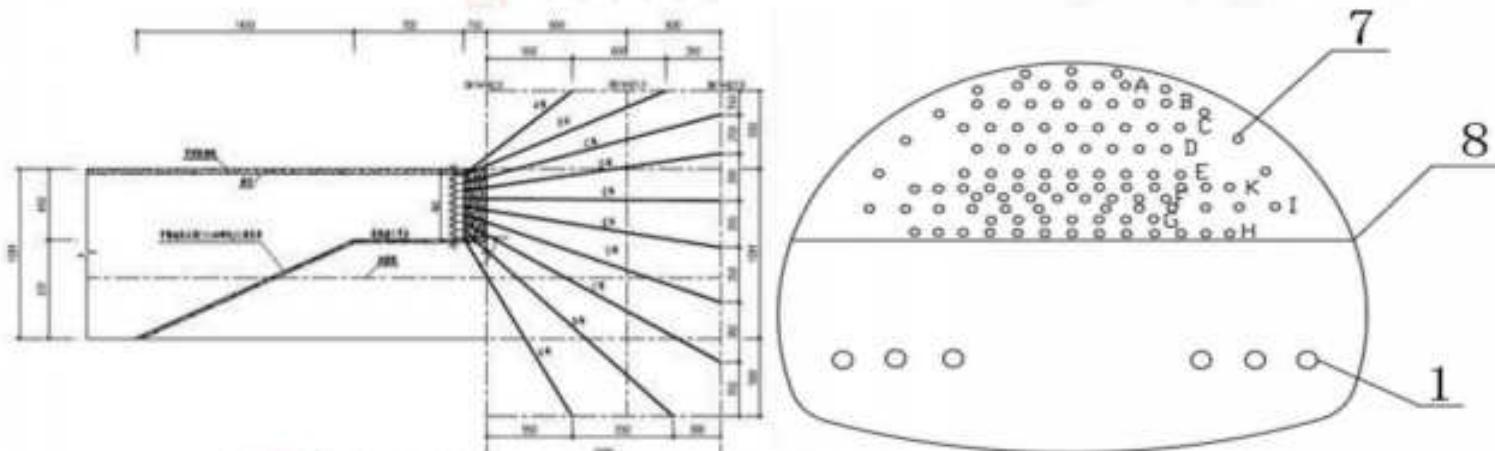
UPDF

WWW.UPDF.CN

## 特点（重要程度两指数）

### 四、超前围岩预注浆堵水

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。





## 二建特点（重要程度两指数）

### 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。





## 二特点（重要程度两指数）

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。由于塌方往往会给施工带来很大困难和很大经济损失。因此，需要尽量注意排除会导致塌方的各种因素，尽可能避免塌方的发生。





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 特点（重要程度两指数）

### 2. 隧道设计考虑不周

#### 3. 施工方法和措施不当

- (1) 施工方法与地质条件不相适应；地质条件发生变化，没有及时改变施工方法；工序间隔安排不当；施工支护不及时，地层暴露过久，引起围岩松动、风化，导致塌方。
- (2) 喷锚支护不及时，喷射混凝土的质量、厚度不符合要求。
- (3) 按新奥法施工的隧道，没有按规定进行量测，或信息反馈不及时，决策失误、措施不力。
- (4) 围岩爆破用药量过多，因震动引起明塌。
- (5) 对危石检查不重视、不及时，处理危石措施不当，引起岩层明塌。





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 二、隧道塌方的特点（重要程度两指数）

### 三、隧道塌方的预防措施

1. 在掘进到地质不良围岩破碎地段，应采取“先治水、短开挖、弱爆破、强支护、早衬砌、勤量测”的施工方法。

（2013案例二级、2006单选一级）

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，级Ⅲ、Ⅳ围岩中，应根据量测结果确定最佳施作时间。

4. 为防止隧道塌方，施工现场管理应符合下列要求：

(1) 严格按照设计文件及施工组织设计要求进行施工，未经批准，不得擅自改变开挖方法及支护形式。





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 二建施工管理特点（重要程度两指数）

### 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“治塌先治水、治塌先加强”的原则，采取喷锚支护、注浆、管棚、加强二次衬砌、设置护拱等技术措施，不失时机、不留隐患地进行处理。
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。





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 二特点（重要程度两指数）

5. 岩石类塌方的围岩级别一般为II—IV，岩体以未风化或轻度风化的岩层为主，节理较发育，塌体呈碎石状、黏土及砂的含量较少，一般不超过30%，未塌方的围岩呈相对稳定状态。塌方规模一般为中、小型，个别为大型塌方，塌方数量不超过 $5000m^3$ ，处理时应符合下列规定：

(1) 根据塌体内塌腔的矢跨比，采取不同的处理措施：

- ①当矢跨比 $h/B < 0.7$ 时，可采用外层初期支护(W)加内层初期支护(N)再加防护的方法进行处理；
- 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。

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



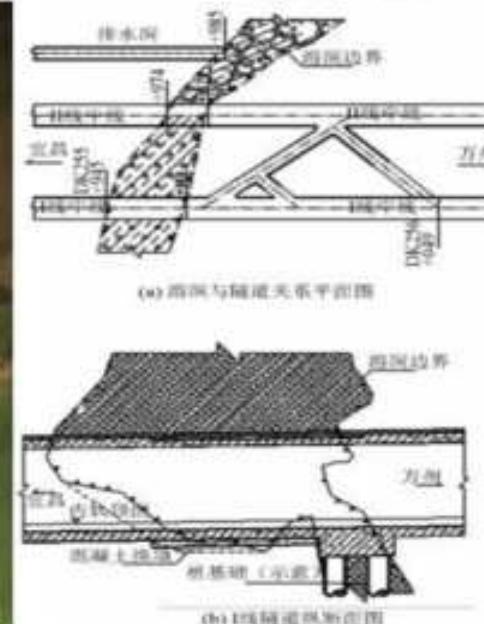


UPDF

WWW.UPDF.CN

## 二建施工管理特点（重要程度一指数）

岩溶是指可溶性岩层，如石灰岩、白云岩、白云质灰岩、石膏、岩盐等，受水的化学和机械作用产生沟槽、裂缝和空洞以及由于空洞的顶部塌落使地表产生陷穴、洼地等类现象和作用。溶洞是以岩溶水的溶蚀作用为主，间有潜蚀和机械塌陷作用而造成的基本水平方向延伸的通道。溶洞是岩溶现象的一种。





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 特点（重要程度一指数）

### 一、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) 开挖方法宜采用分部开挖法。在Ⅱ—Ⅳ级围岩条件下，中小跨度隧道、溶洞仅占隧道开挖断面内一小部分时，可采用全断面法开挖。当溶洞出现在隧道一侧，应先开挖该侧，待支护完成后，再开挖另一侧。

(2) 应提早作好处理岩溶的方案，并准备足够数量的排水设备和物资。

(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。

(4) 岩溶段爆破开挖时，宜采用多打眼、打浅眼、多分段的措施，严格控制单段起爆药量和总装药量，控制爆破震动。





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 二、瓦斯的特点（重要程度二指数）

瓦斯是地下坑道内有害气体的总称，其成分以沼气（甲烷CH<sub>4</sub>）为主，一般习惯即称沼气为瓦斯。当隧道穿过煤层、油页岩或含沥青等岩层，或从其附近通过而围岩破碎、节理发育时，可能会遇到瓦斯。

### 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（9.5爆炸最强烈）；瓦斯浓度大于14%—16%时，一般不爆炸，但遇火能平静地燃烧。

### 二、瓦斯放出的类型

从岩层中放出瓦斯，可分为三种类型：

1. 瓦斯的渗出：它是缓慢、均匀、不停地从煤层或岩层的暴露面的空隙中渗出，延续时间很久，有时带有一种嘶声。
2. 瓦斯的喷出：比上述渗出更强烈，从煤层或岩层裂缝或孔洞中放出，喷出的时间有长有短，通常有较大的响声和压力。
3. 瓦斯的突出：在短时间内，从煤层或岩层中，突然猛烈地喷出大量瓦斯，喷出的时间，可能从几分钟到几小时，喷出时常有巨大轰响，并夹有煤块或岩石。

以上三种瓦斯放出形式，以第一种放出的瓦斯量为大。

累计  
70000+  
通关学员  
佑森教育，有口皆碑

名师面授精华、央企内训、考点串讲、习题模考、考前三页纸、绝密押题联系QQ/微信：3849178





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 二建施工管理特点（重要程度二指数）

### 三、防止瓦斯事故的措施

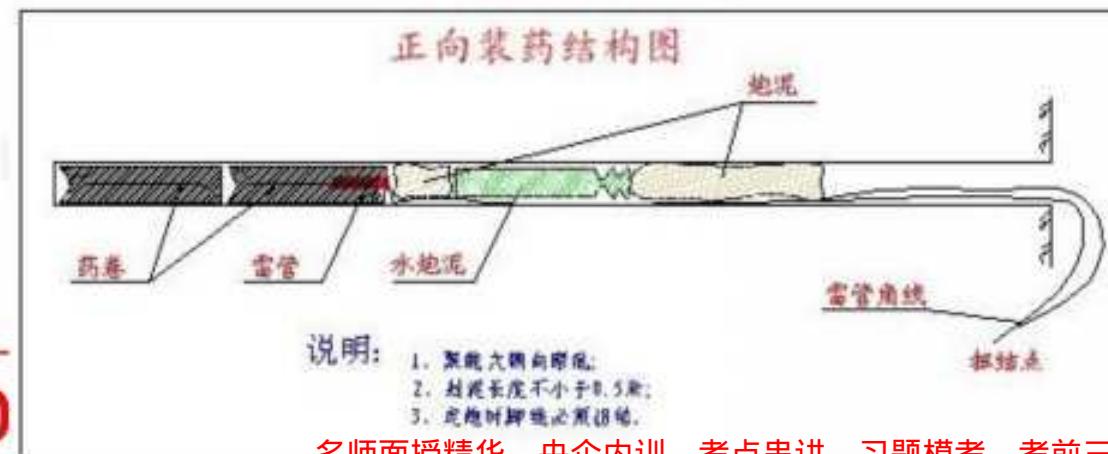
#### 1. 瓦斯隧道施工组织应符合的规定

- (1) 施工前应编制防治瓦斯的专项施工方案、超前地质预报方案、通风设计方案、瓦斯监测方案、应急预案和作业要点手册等。

#### 2. 瓦斯隧道钻爆作业应符合的规定

- (1) 工作面附近20m以内风流中瓦斯浓度必须小于1%，必须采用湿式钻孔，炮眼深度不应小于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。

累计  
7000

佑森教育，有口皆碑





## 特点（重要程度二指数）

- (3) 爆破网络必须采用串联连接方式，不得并联或串并联。
- (4) 起爆电源必须使用防爆型起爆器，应安装在新鲜风流中，并与开挖面保持200m左右距离，同一开挖面不得同时使用两台及以上起爆器起爆。
- (5) 炮眼封泥不严或不足时，不得进行爆破，炮泥应采用黏土炮泥，严禁用煤粉、块状材料或其他可燃性材料作炮泥。
- (6) 揭煤爆破15min后，应由救护队员佩戴防毒面具或自救器到开挖工作面，查看爆破效果、检测瓦斯浓度、巡查通风及电路，如有煤尘超标、电路破损、通风死角、瞎炮残炮等危险情况必须立即处理，在确认安全后方可通知送电、开启局部风机。
- (7) 通风30min后，由瓦斯检测人员检测工作面、回风道瓦斯浓度，当瓦斯浓度小于1%、二氧化碳浓度小于1.5%时，解除警戒，允许施工人员进入作业面。
- (8) 隧道内各作业面应配备瓦斯检测仪，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。





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 二特点（重要程度二指数）

### 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。
- (4) 按瓦斯绝对涌出量计算的风量，应将洞内各处的瓦斯浓度稀释到0.5%以下；巷道式通风的回风道瓦斯浓度应小于0.75%。
- (5) 防止瓦斯聚积的风速不宜小于1m/s，对瓦斯易聚积处应实施局部通风。
- (6) 施工期间应连续通风，因故障原因停风时，必须撤出人员、切断电源。恢复通风前，必须检测瓦斯浓度，符合规定后才可启动机器。
- (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。
- (8) 应采用抗静电、阻燃的风管。





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 特点（重要程度二指数）

### 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：洞内严禁使用明火，严禁将火柴、打火机、手电筒及其他易燃品带入洞内。
- (3) 教育培训制度：进洞人员必须经过瓦斯知识和防止瓦斯爆炸的安全教育。抢救人员未经专门培训不准在瓦斯爆炸后进洞抢救。
- (4) 持证上岗制度：瓦斯检查人员必须挑选工作认真负责、有一定业务能力、经过专业培训的考试合格者，进行监测工作。





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 二、流沙防治特点（重要程度一指数）

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

### 一、加强调查，制订方案

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

### 二、因地制宜，综合治水

### 三、先护后挖，加强支护（2010多选一级）

#### 1. 隧道开挖应符合的要求

(1) 流沙地段隧道宜采用超短台阶、环形开挖预留核心土法人工开挖。

### 四、尽早衬砌，封闭成环





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 特点（重要程度二指数）

### 、岩爆预报方法

隧道开挖过程中，可采用下列方法进行岩爆预报：

1. 以超前探孔为主，辅以地震波法、电磁波法、钻速测试等手段。
2. 观察岩体表面的剥落、监听岩体内部发生的声响，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，软化表层，促使应力释放和调整。
2. 中等岩爆地段，除可采用轻微岩爆地段的措施外，还可采用超前注水、防岩爆锚杆等措施。
3. 强烈岩爆地段，除可采用轻微岩爆地段和中等岩爆地段的措施外，还可采用在地面钻孔注水的方法大范围软化围岩、超前应力解除爆破、小导洞超前、超前锚杆、钢架支撑等措施。





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 特点（重要程度二指数）

### 三、岩爆隧道施工要求

1. 应做好发生岩爆的时间、位置、强度、类型及数量等记录，总结岩爆规律。
2. 应采用光面爆破技术，使隧道周边圆顺，减少应力集中；严格控制装药量，减少对围岩的扰动。
3. 控制循环进尺，采用短进尺，一般情况下，每循环进尺宜控制在1.0—1.5m，最大不得大于2m。
4. 中等强度以上岩爆地段宜采用凿岩台车及喷混凝土台车施工；台车及装碴机械、运输车辆上宜加装防护钢板，避免岩爆弹射块体伤及操作人员和砸坏施工设备。
5. 超前注水孔宜布置在隧道边墙及拱部开挖断面轮廓线外10—15cm范围内，并向孔内灌高压水，软化围岩，加快围岩内部的应力释放。
6. 开挖后应及时喷纤维混凝土封闭，厚度宜为5—8cm。





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 特点（重要程度二指数）

- 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。

### 四、发生岩爆应采取的处理措施

- 停机待避，待安全后进行工作面的观察记录，如岩爆的位置、强度、类型、数量以及山鸣等。
- 增加及时受力的摩擦型锚杆（不能代替系统锚杆），锚杆应装垫板。
- 及时喷纤维混凝土，厚度宜为5—8cm。

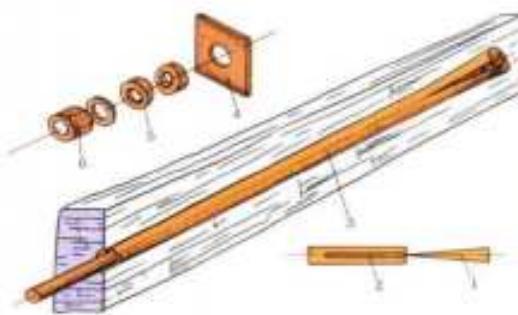


图 4.3-4 楔缝式锚杆  
1—楔子；2—套筒；3—杆体；4—托板；5—纤维；6—套筒





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 课后总结

特殊地段施工	涌水	辅助施工方法(各种方法要点)
	塌方	原因 预防措施 处理措施
	岩溶	处理措施
	瓦斯	瓦斯的燃烧和爆炸性 瓦斯放出的类型 防止瓦斯事故的措施
	流沙	先治水、直接用超短台阶、环形开挖预留核心土法人工开挖
	岩爆	预报方法 施工技术措施 施工要求 岩爆处理措施 (3步)
		唯一联系微信3849178





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 隧道工程质量通病及防治措施

## 章节动态

隧道工程质量通病及防治措施	水害
	衬砌病害
	超欠挖

2018年考察衬砌裂缝形成原因，分值1分，单选题。

2019年考察衬砌裂缝病害防治，分值2分，多选题。

2020年考察衬砌裂缝形成的原因，分值2分，多选题。

2021年考察导致隧道超欠挖的原因，分值2分，多选题。





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 防治（重要程度一指数）

### 一、原因分析（2020单选二级）

1. 隧道穿过含水层的地层
2. 隧道衬砌防水及排水设施不完善

### 二、防治措施（2016单选二级）

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





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 的防治（重要程度一指数）

### 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为衬砌，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。





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 二、隧道衬砌裂缝病害的防治（重要程度一指数）

### 二、隧道衬砌裂缝病害的防治

#### （一）原因分析（2020多选一级、2018单选一级）

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

#### （二）预防措施（2019多选一级）

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. 钢筋保护层厚度必须保证不小于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。





## 隧道衬砌病害的防治（重要程度一指数）

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





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 防治（重要程度一指数）

### 一、原因分析（2021多选一级）

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。





UPDF

WWW.UPDF.CN

## 防治（重要程度一指数）

### 二、预防措施

1. 提高对超欠挖问题的认识
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。实际上应将平滑度作为衡量超欠挖的重要指标，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矩。
- (2) 应严格控制周边眼的药量，并采用合理的装药结构。
- (3) 适当增加开挖断面底部两隅处辅助眼的药量，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。





UPDF

WWW.UPDF.CN

JL-B414030 隧道工程质量

## 课后总结

隧道工程质量通病及防治措施	水害	原因分析
	衬砌病害(裂缝)	<p>原因：围岩压力不均、衬砌背后局部空洞、衬砌厚度严重不足、混凝土收缩、不均匀沉降及施工管理  <b>预防措施</b>            钢筋保护层厚度：<math>\geq 3\text{cm}</math>            宜采用较大的骨灰比、降低水胶比            混凝土拆模时、内外温差：<math>\leq 20^\circ\text{C}</math>            质量措施：锚杆加固、碳纤维加固、骑缝注浆、凿槽嵌补、直接涂抹</p>
	超欠挖	原因分析





精准押题联系微信3849178



小佑题库



佑森网校

微信扫码关注 免费听课 在线刷题

唯一联系微信3849178