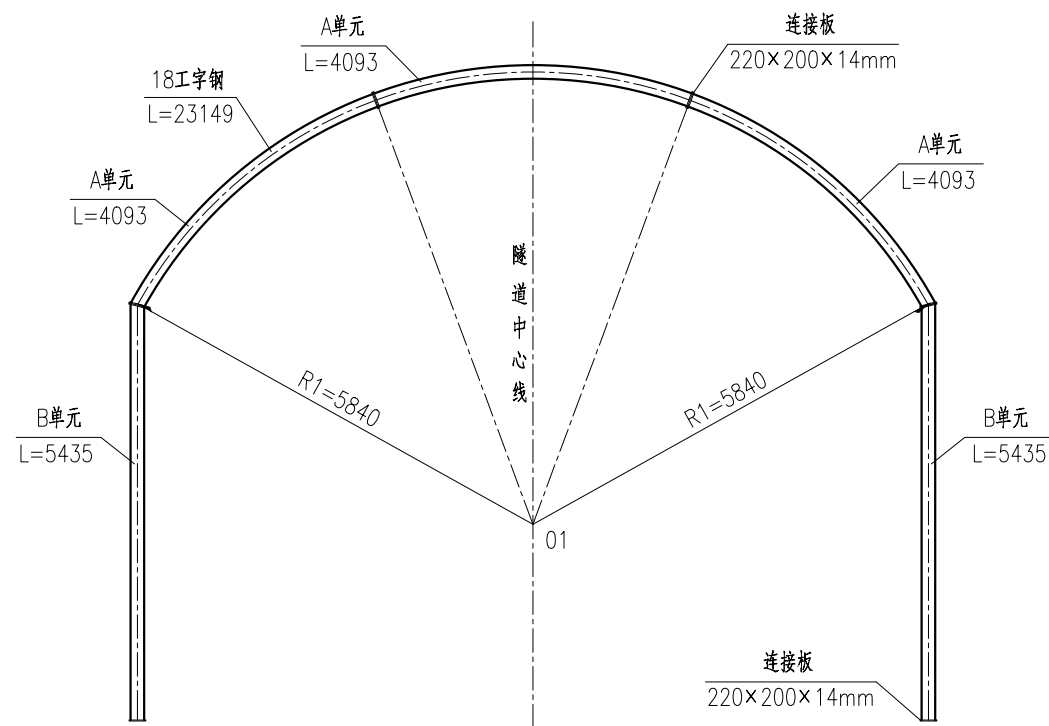
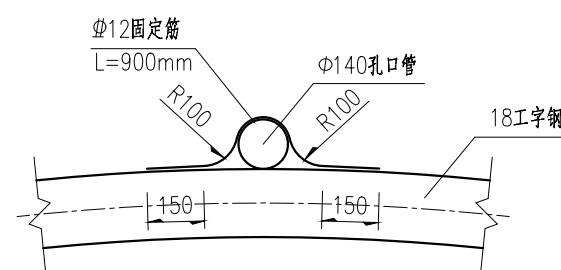


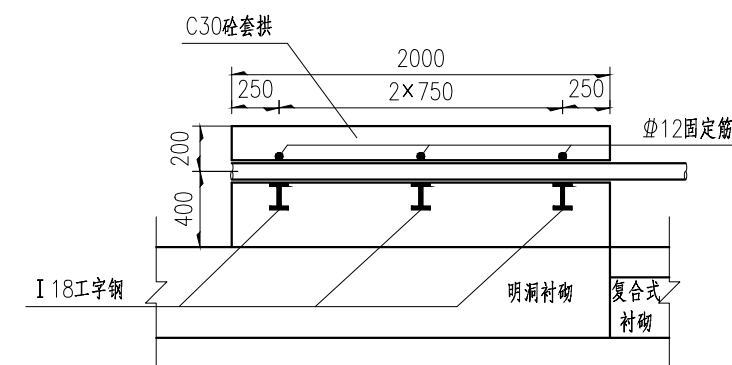
钢拱架大样



A大样

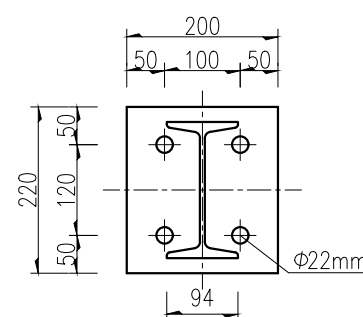


B大样



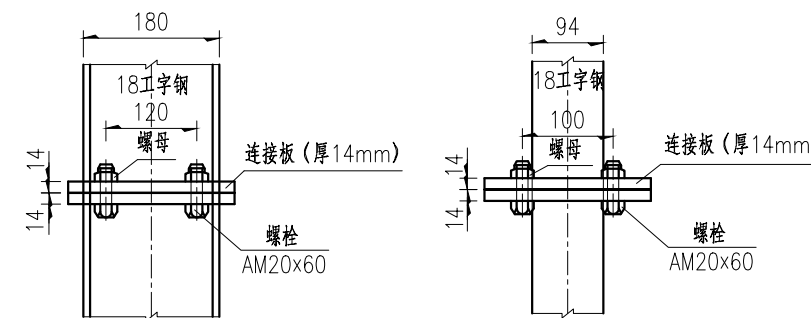
连接钢板大样

1: 10

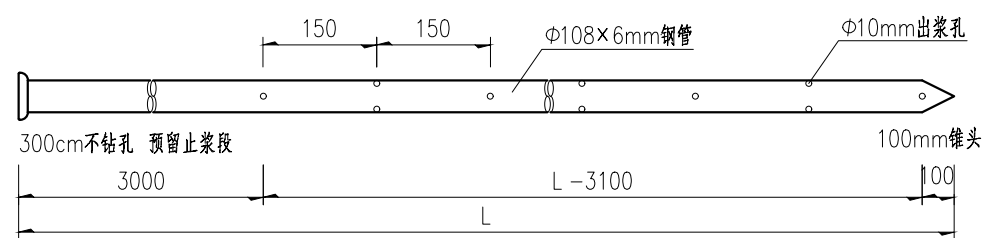


接头

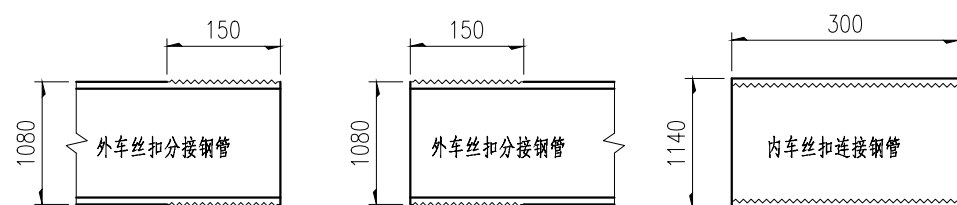
1: 10



钢花管大样



钢管连接接头示意图

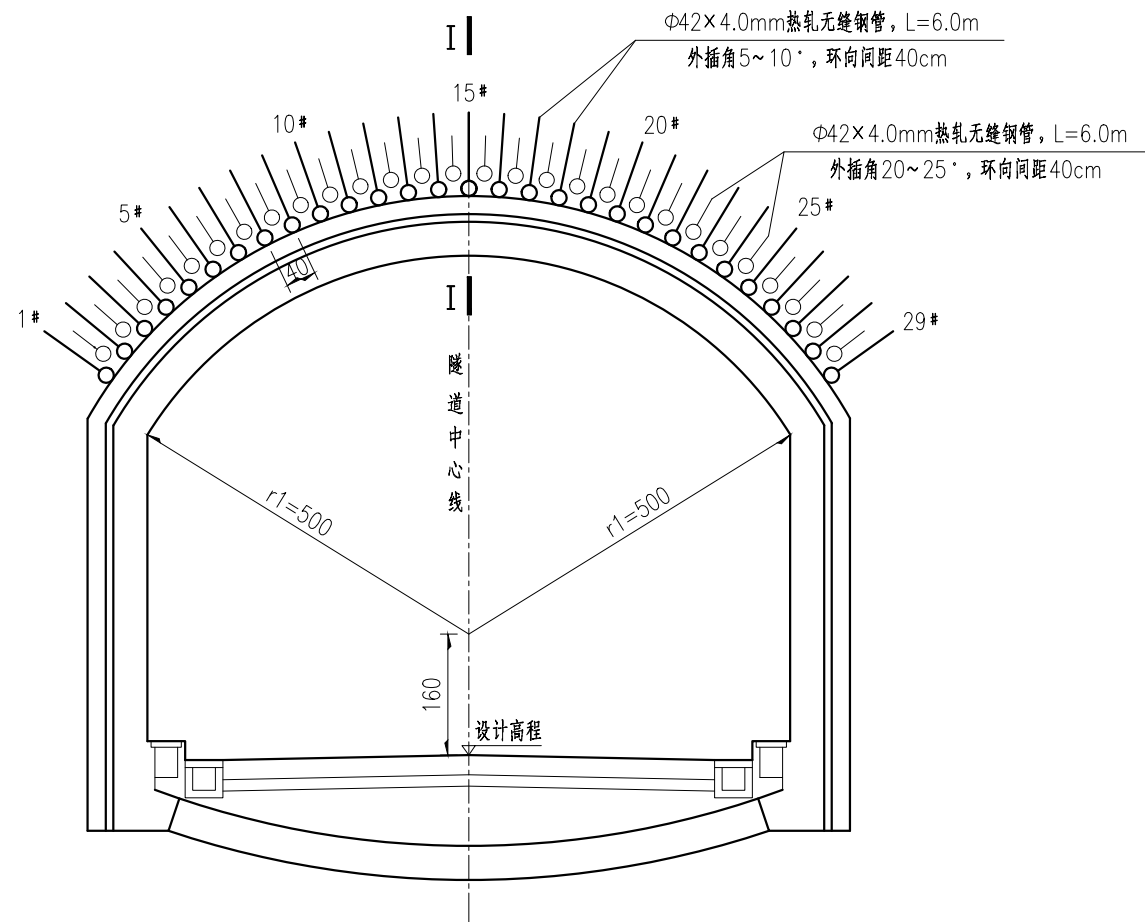


注：

- 1、本图尺寸均以毫米计。
- 2、套拱由60cm C30混凝土模筑而成，内部埋设3根I18工字钢架，同时预埋有Φ140mm钢管，作为管棚施工的导向管。

### 洞口双层超前小导管设计图

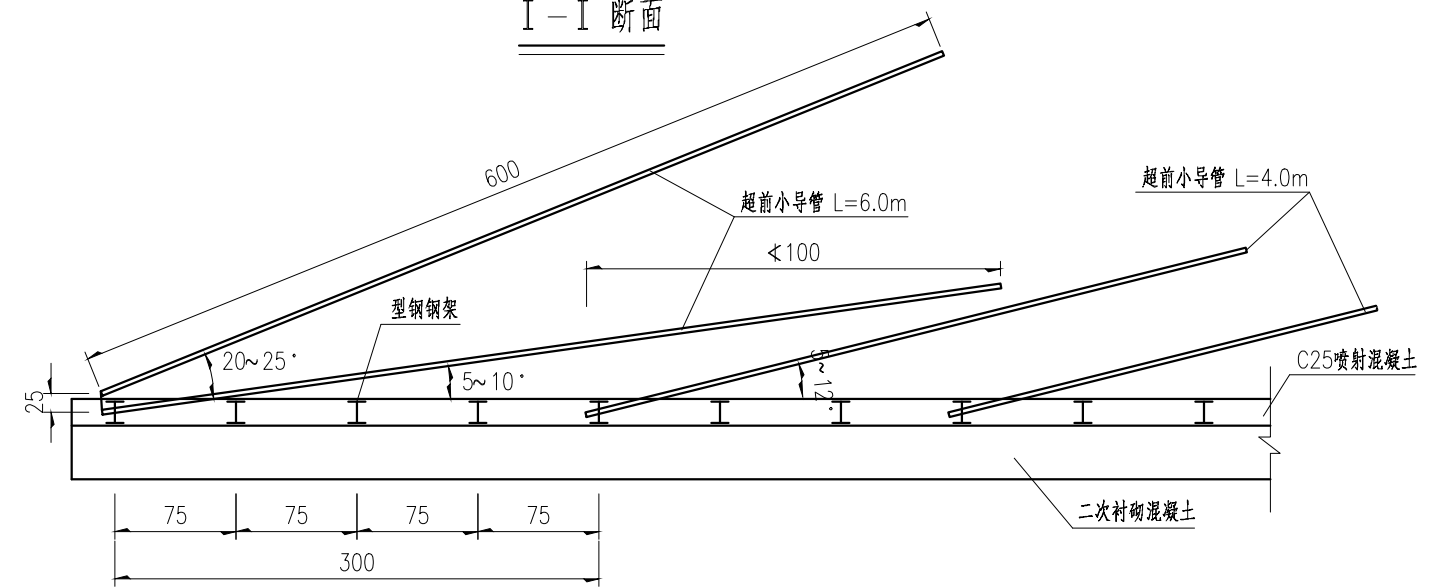
1: 100



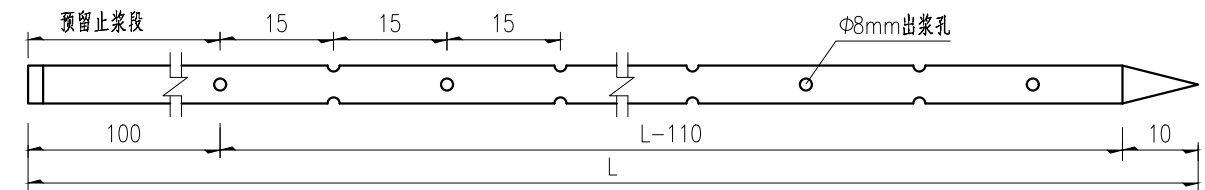
超前支护参数及数量表

超前支护类型	长度L(m)	每环钢管根数	每环钢管数量	每环注浆量	备注
双层 $\Phi 42 \times 4$ 注浆小导管	6.0	内层29, 外层28	342m	17.1m <sup>3</sup>	

### I-I 断面



### 钢管大样

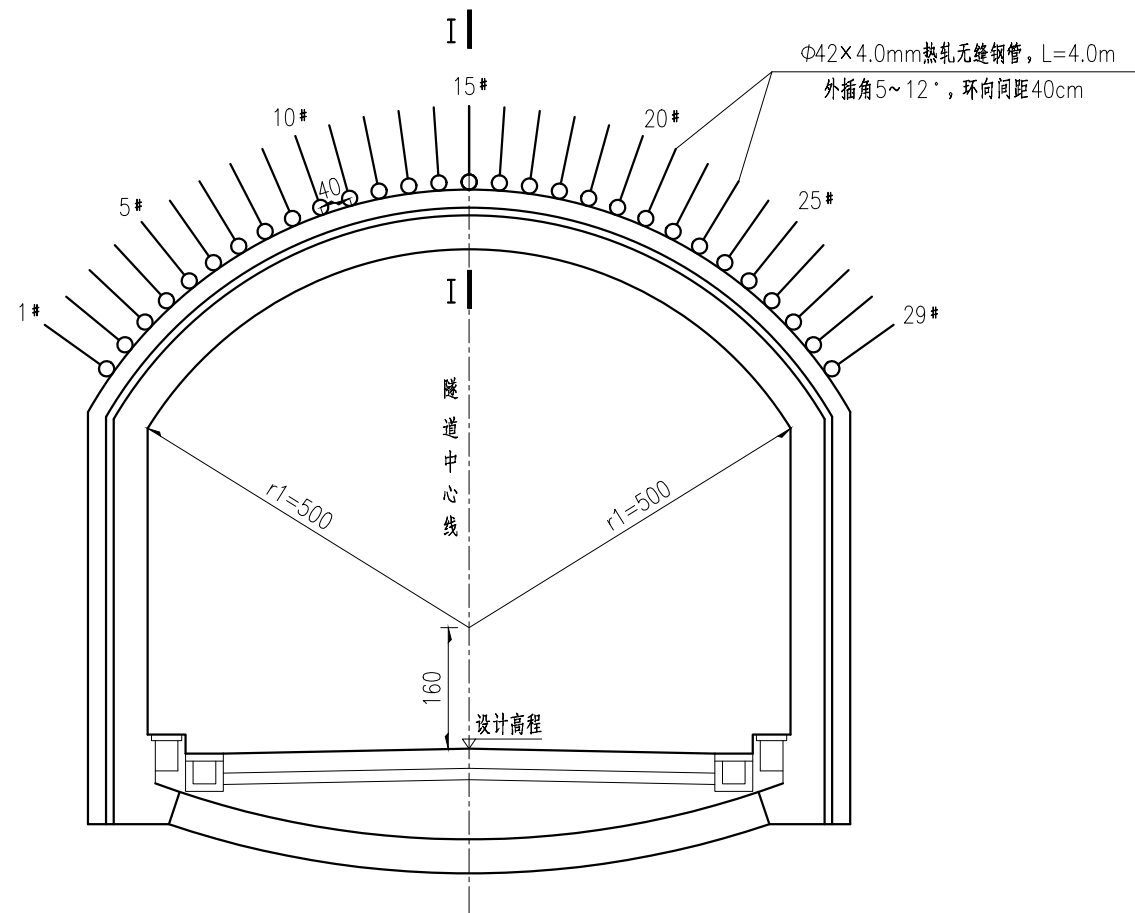


注:

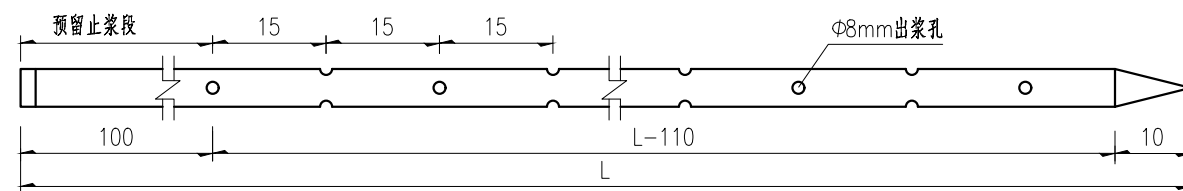
- 1、本图尺寸除钢管直径、壁厚以毫米计外,其余均以厘米计。
- 2、本图适用于隧道洞口加强地段,采用双层注浆小导管加固拱部软弱岩体。
- 3、超前小导管采用外径42mm、壁厚4.0mm热轧无缝钢管,单根长6.0m;钢管前端呈尖锥状,尾部焊上 $\Phi 6$ 加劲箍,管壁四周钻8mm压浆孔,但尾部有1.0m不设压浆孔,详见钢管大样图。
- 4、外层超前小导管与衬砌中线平行以 $20 \sim 25^\circ$ 仰角打入拱部围岩,内层超前小导管与衬砌中线平行以 $5 \sim 10^\circ$ 仰角打入拱部围岩,钢管环向间距40cm,内外侧层间距不小于25cm。
- 5、超前小导管注浆采用水泥浆液,注浆参数如下:
  - (1) 水泥浆水灰比: 1: 0.8~1
  - (2) 注浆压力: 0.5~1.0 Mpa
- 6、内层小导管尾端应固定在钢拱架上,施工中必须保证注浆质量。
- 7、注浆参数应通过现场试验按实际情况确定,注浆量按施工实际情况可作相应调整。
- 8、双层注浆小导管在洞口仅设置一环,其后采用单层注浆小导管,其搭接长度不小于2.0m。
- 9、本图未详之处,请参照有关注浆施工规范、规则办理。

### 超前小导管设计图

1: 100

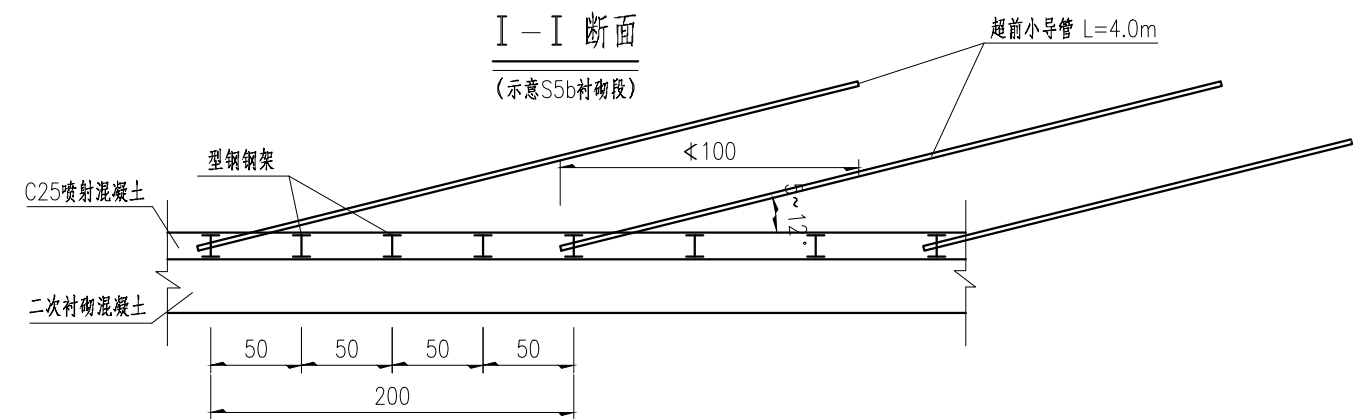
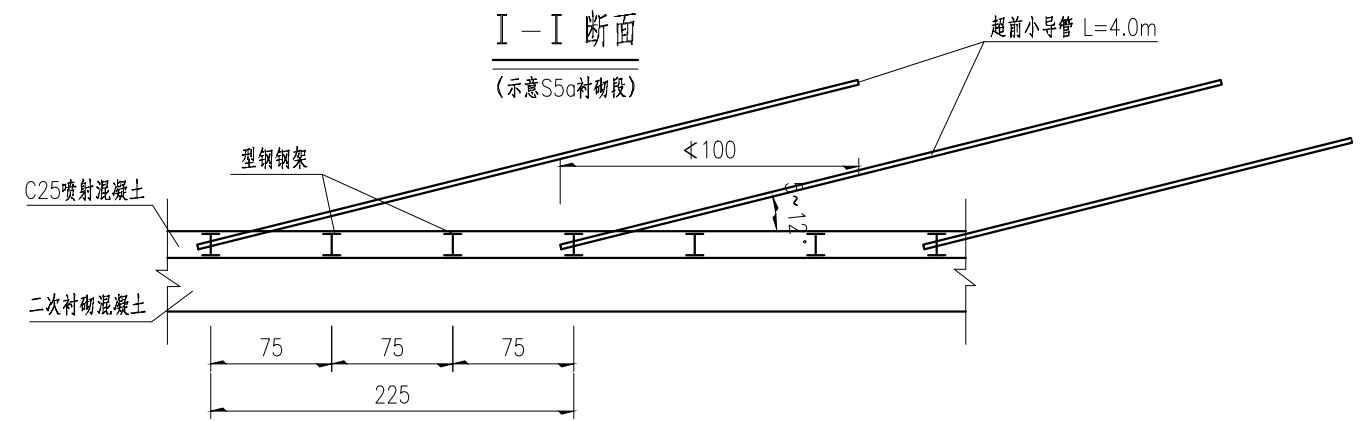


钢管大样



超前支护参数及数量表

适用情况	超前支护类型	长度L(m)	每环钢管根数	每环钢管数量	每环注浆量	每环间距
S5a	单层 Φ42×4 注浆小导管	4.0	29	116.0m/循环	4.29m <sup>3</sup> /循环	2.25m/循环
S5b	单层 Φ42×4 注浆小导管	4.0	29	116.0m/循环	4.29m <sup>3</sup> /循环	2.0m/循环

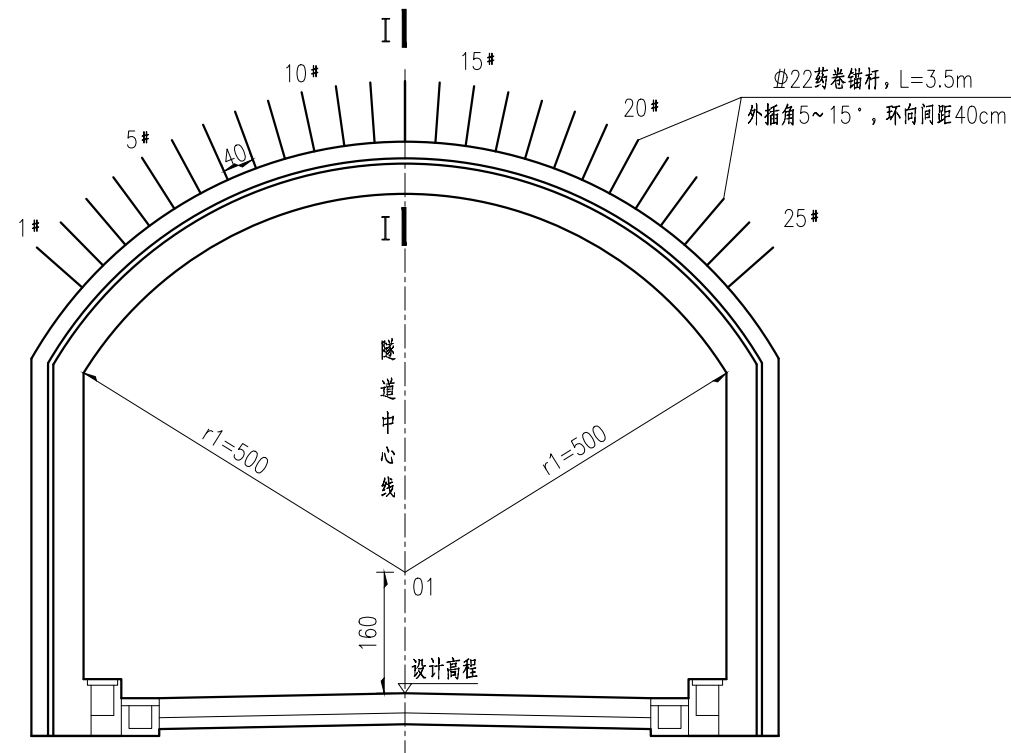


注:

- 1、本图尺寸除钢管直径、壁厚以毫米计外,其余均以厘米计。
- 2、本图适用于隧道V级围岩地段,加固拱部软弱岩体。
- 3、超前小导管采用外径42mm、壁厚4.0mm热轧无缝钢管,钢管前端呈尖锥状,尾部焊上Φ6加劲箍,管壁四周钻8mm压浆孔,但尾部有1.0m不设压浆孔,详见钢管大样图。
- 4、超前小导管施工时,钢管与衬砌中线平行以5~12°仰角打入拱部围岩,钢管环向间距40cm,超前小导管保持1.0m以上的纵向水平搭接长度。每打完一排钢管注浆后,开挖拱部及第一次喷射混凝土、架设钢架。
- 5、超前小导管注浆采用水泥浆液,注浆参数如下:
  - (1) 水泥浆水灰比: 1: 0.8~1
  - (2) 注浆压力: 0.5~1.0 Mpa
- 6、超前小导管尾端应固定在钢拱架上,施工中必须保证注浆质量。
- 7、注浆参数应通过现场试验按实际情况确定,注浆量按施工实际情况可作相应调整。
- 8、本图未详之处,请参照有关注浆施工规范、规则办理。

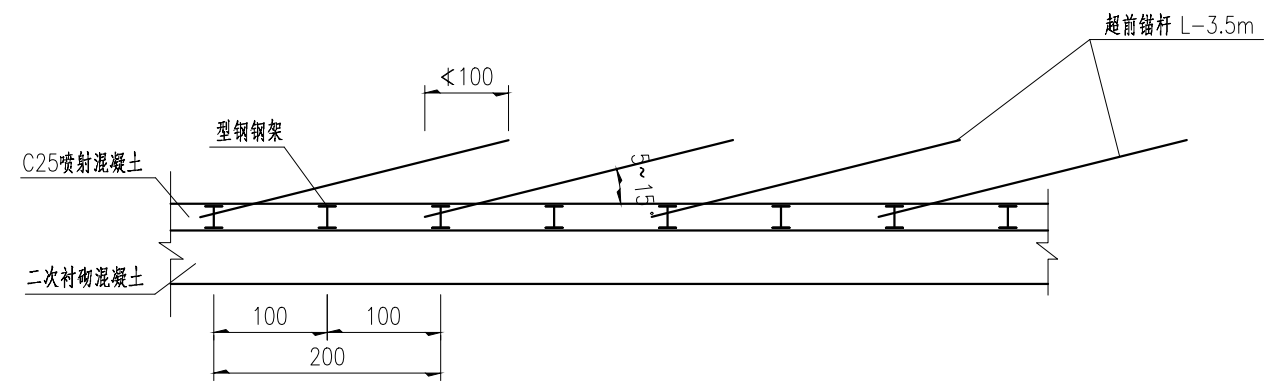
### 超前锚杆设计图

1: 100



### I-I 断面

(示意S4a)



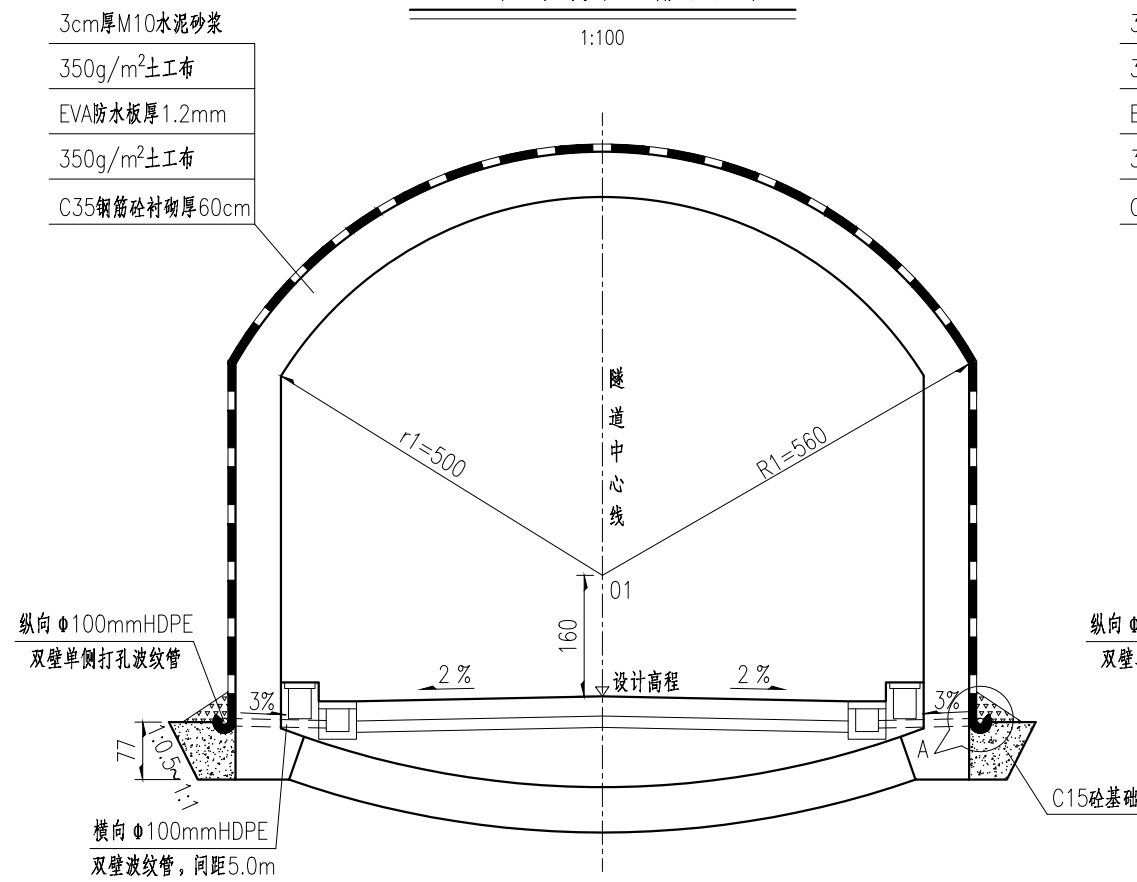
### 工程数量表

材 料	单 位	每 环	备 注
Φ22锚杆	m/kg	87.5/260.75	

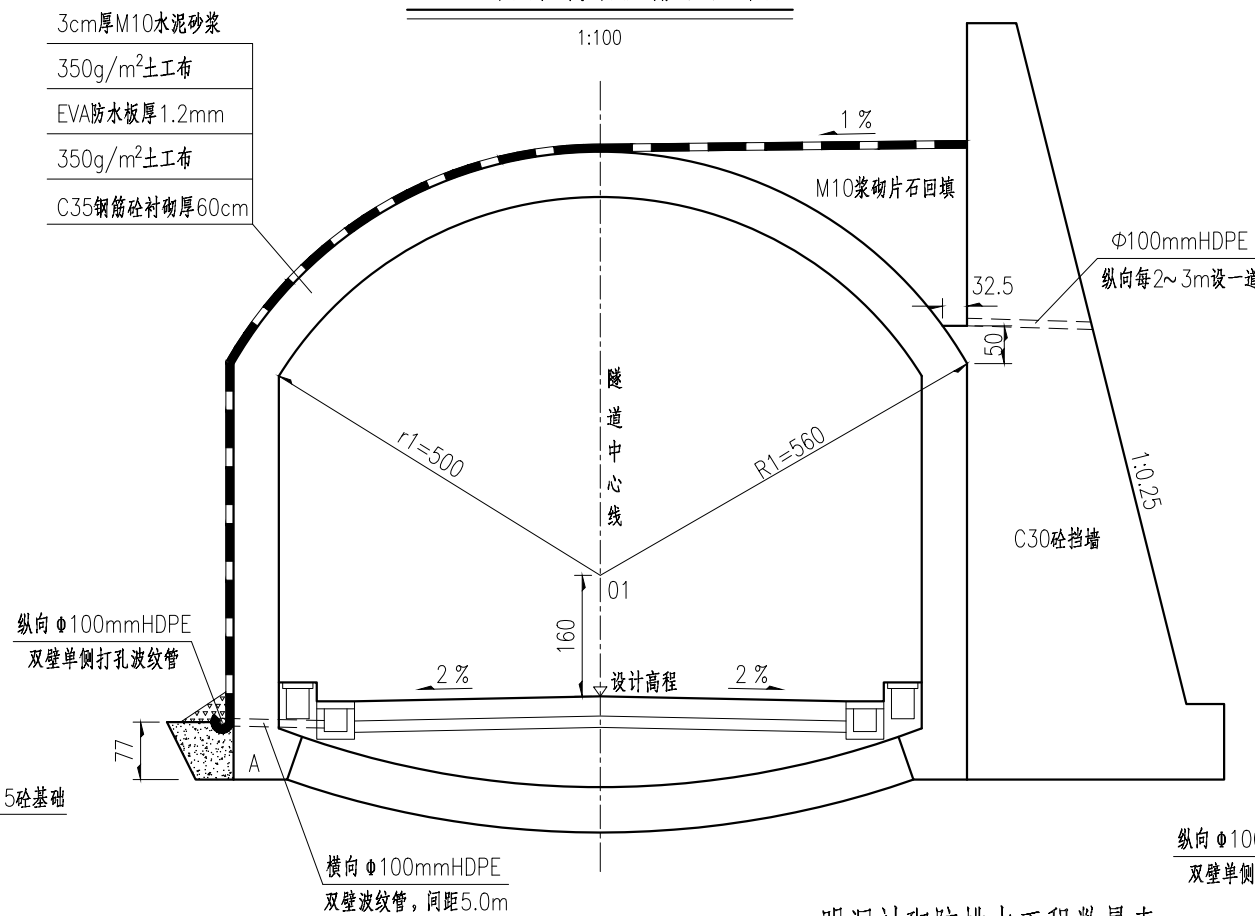
注:

- 1、本图尺寸除锚杆直径以毫米计外,其余均以厘米计。
- 2、超前锚杆用于Ⅳ级偏差围岩地段,加固拱部软弱岩体。
- 3、超前锚杆采用Φ22药卷锚杆,环向间距40cm,外插角约5°~15°,施工时应根据岩体节理面产状确定锚杆的最佳方向。
- 4、锚杆应保持不小于1.0m的搭接长度。

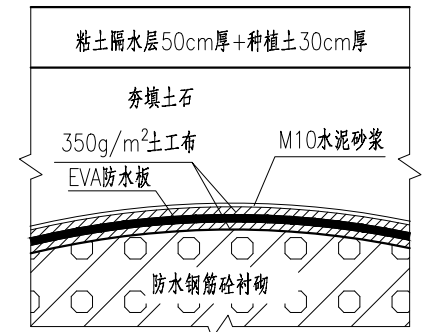
Sma(明洞)衬砌防排水设计图



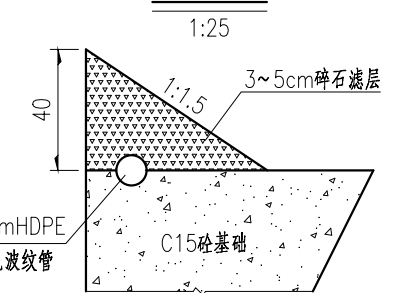
Smb(明洞)衬砌防排水设计图



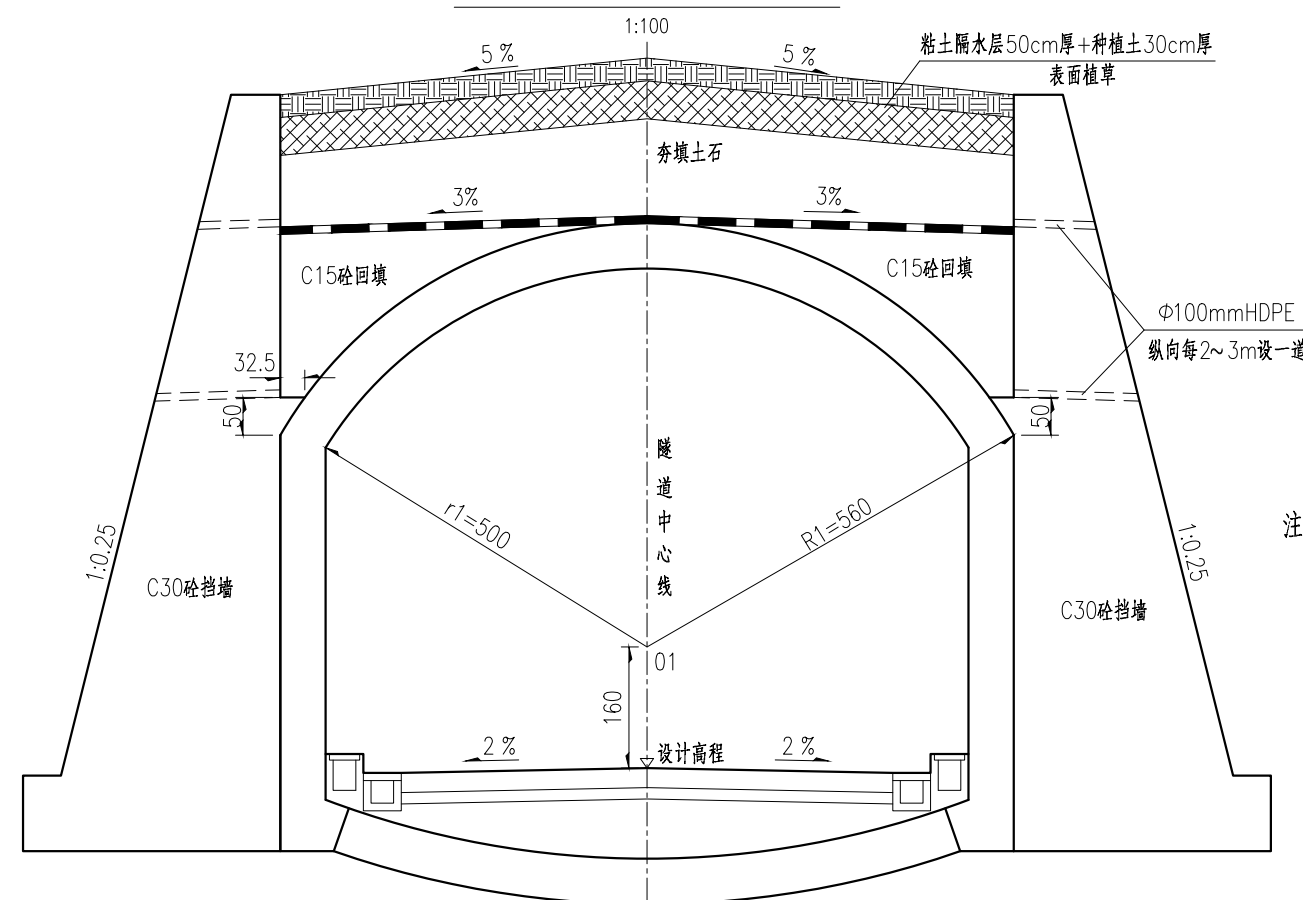
防水层示意图



A大样图



Sma(明洞)衬砌防排水设计图



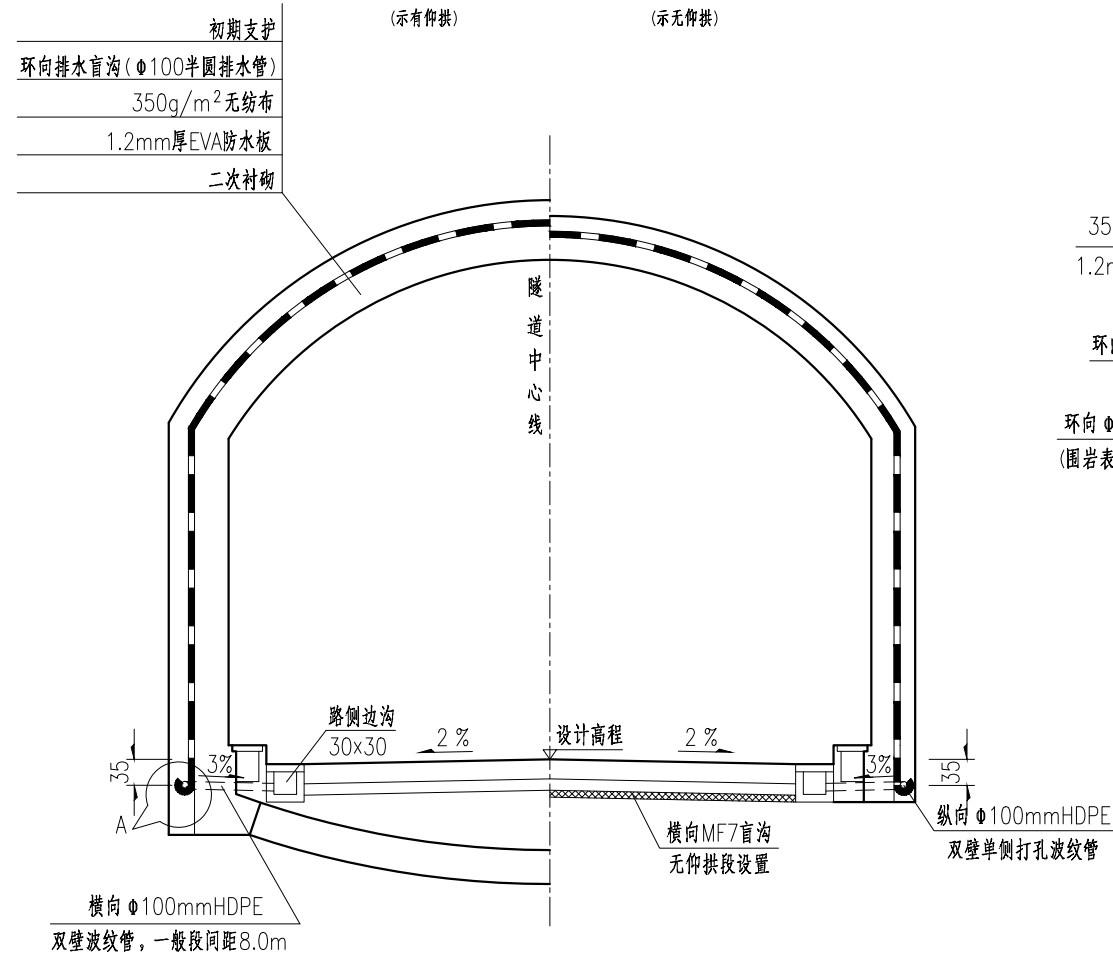
明洞衬砌防排水工程数量表

项目	衬砌类型	单位	明洞衬砌			备注
			Sma	Smb	Smc	
	350g/m <sup>2</sup> 无纺布	m <sup>2</sup>	44.8	32.4	20.0	每延米
	1.2mm厚EVA防水板	m <sup>2</sup>	22.4	16.2	10.0	每延米
	Φ100HDPE双壁打孔波纹管(纵向)	m	2.0	1.0	-	每延米
	Φ100HDPE双壁波纹管(横向)	m	2.6	1.3	-	每处
	Φ100HDPE双壁波纹管(泄水管)	m	-	2.8	5.6	每处
	三通接头	个	2	1	-	每处
	C15素混凝土	m <sup>3</sup>	1.1	0.55	-	每延米
	3~5cm碎石	m <sup>3</sup>	0.24	0.12	-	每延米

注:

- 1、本图尺寸除管径以毫米计外,其余均以厘米计。
- 2、明洞外沿铺设防水板加土工布,采用两布一板的方法铺设,即底层为土工布,中间为防水板,面层为土工布。
- 3、明洞背应敷一层3cm厚水泥砂浆保护层后方可填筑回填料,回填料表面铺设50cm厚粘土隔水层和30cm厚耕植土,表面植草绿化。
- 4、明洞边墙外侧设77cm高C15混凝土基座,其上设置纵向Φ100HDPE双壁单侧打孔波纹管,坡度与明洞纵坡相同。  
纵向管表层铺设级配碎石过滤层,碎石粒径3~5cm。
- 5、明洞段按5.0m间距设置横向引水管,将水引入边沟,横向管采用Φ100HDPE双壁波纹管。
- 6、偏压明洞耳墙处设Φ100HDPE双壁波纹管泄水,纵向设置间距为2.0~3.0m。

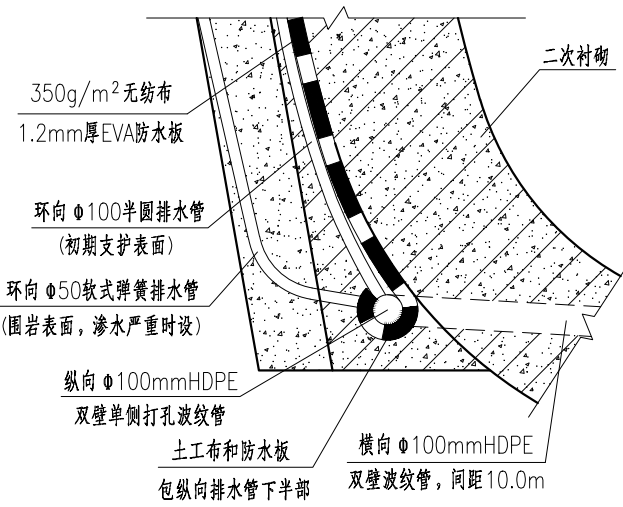
### 洞内衬砌防、排水布置



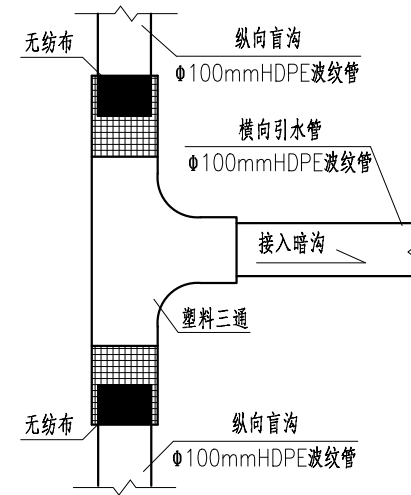
每延米(道)防水工程数量表

材料名称	规格或型号	单位	数量			备注
			S5a/S5b	S4a/S4b	S3	
土工布	350g/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	22.4/22.5	21.3	-	每延米
防水板	1.2mm厚EVA	m <sup>2</sup>	22.4/22.5	21.3	-	每延米
环向排水管	Φ100半圆排水管(初期支护表面)	m	22.6/22.7	21.5	21.2	每道
	Φ100半圆排水管(围岩表面)	m	23.1/23.3	21.9	21.4	每道
	Φ50HDPE单壁无孔波纹管(股状裂隙水)	m	11.2/11.4	10.65	10.5	每道
纵向排水管	Φ100HDPE双壁波纹管(单侧打孔)	m	2.0/2.0	2.0	-	每延米
横向排水管	Φ100HDPE双壁波纹管(不打孔)	m	2.4/2.5	2.3	-	每道
横向盲沟 (无仰拱段设)	MF7塑料盲沟	m	/	/	6.5	每道
	2~4cm级配碎石	m <sup>3</sup>	/	/	0.065	每道
	EVA防水板+土工布	m <sup>2</sup>	/	/	3.25	每道
三通接管	塑料管	个	4.0/4.0	4.0	-	每道

A大样图



三通管大样图



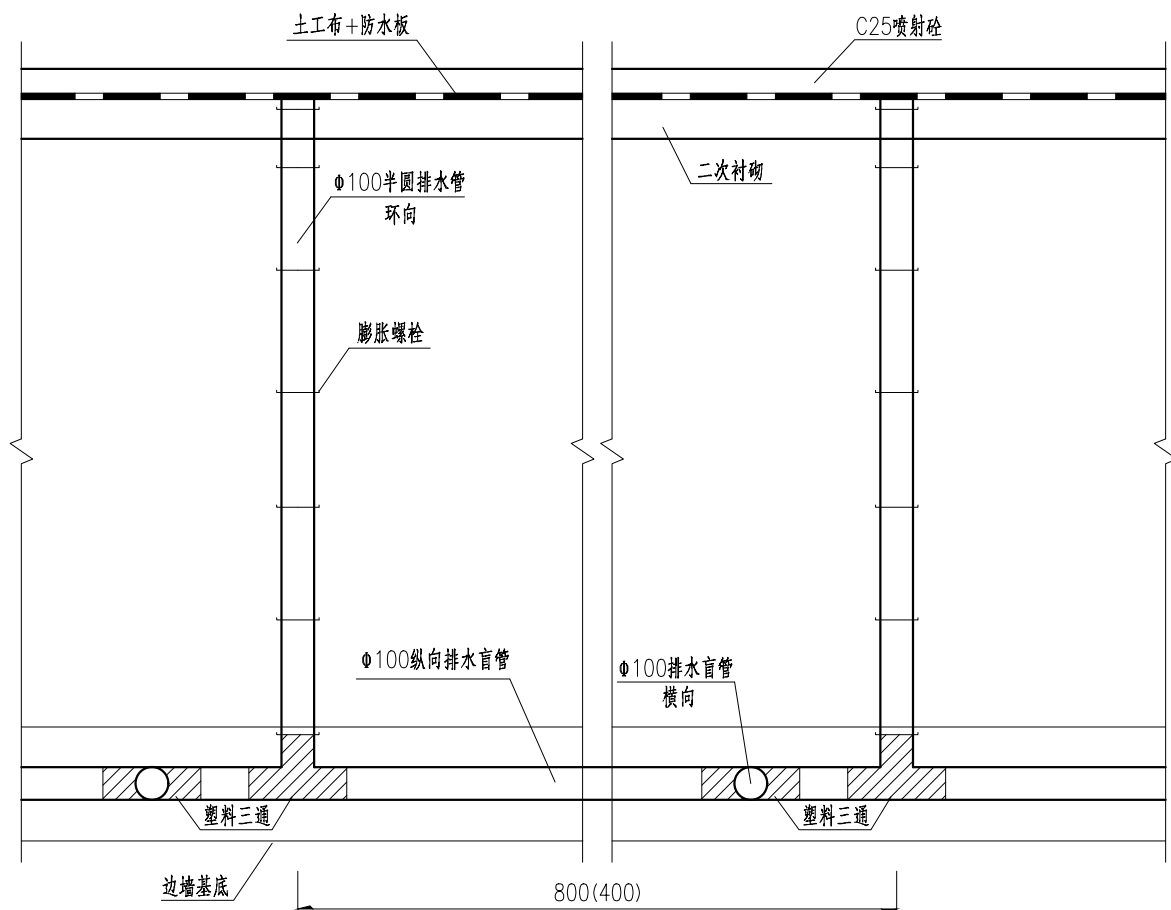
HDPE双壁波纹管技术指标表

项目	单位	指标
内径(ID)	mm	100
环刚度(SN8)	kN/m <sup>2</sup>	>8
冲击性能(TIR)	%	<10
环柔性	%	管材无破裂, 两壁无脱开, 内壁无反向弯曲
烘箱试验	kN	无分层、无开裂
密度	kg/m <sup>3</sup>	<1180
氧化诱导时间(200℃)	min	>20
蠕变比率		<4
弯曲模量	MPa	>1000
拉伸屈服应力	MPa	>20

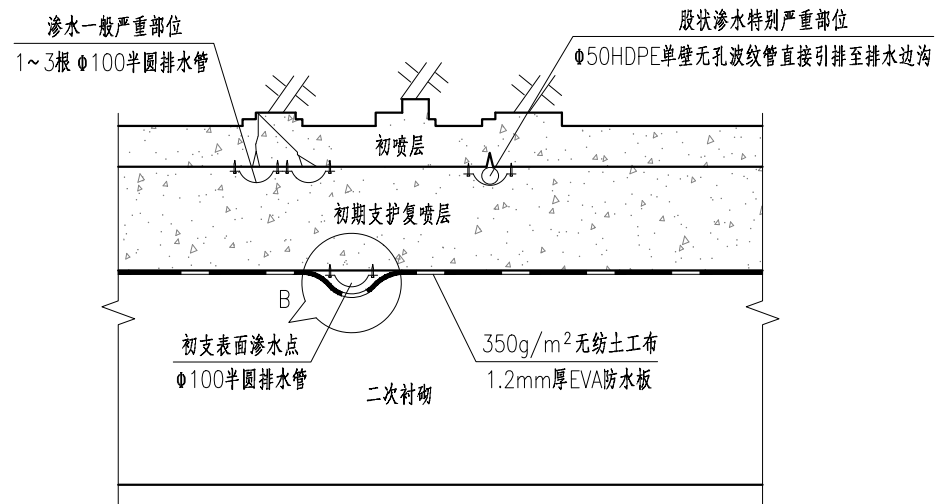
注:

- 隧道衬砌防排水原则: 防排结合、因地制宜、综合治理。
- 衬砌内外防排水设计:
  - 隧道两侧路缘带设30×30cm矩形边沟排除衬砌后渗水及路面清洗水, 边水沟纵向坡度与隧道纵坡一致, 洞内边水沟纵向每隔50m设检查井兼沉砂井一处。
  - 环向排水盲管采用Φ100半圆排水管, 管外包一层土工布将其覆盖住, 正常段每道一根, 其设置间距为:
    - 一般段按8m一道设计, 断层破碎带、不同岩性交界面处的间距按4.0m一道设计。
    - 环向盲管的纵向间距根据开挖后地下水情况可适当调整, 岩层渗水量大时一般2~3根并列一环; 对于股状渗水特别严重部位, 采用Φ50HDPE单壁无孔波纹管直接引排至排水边沟; 对于大面积淋水地段可在引水面上采用大幅防水板配合环向盲沟引排。
    - 盲沟至上而下铺设, 使之与初喷面密贴固定, 盲沟沟身不得侵入衬砌内, 否则应凿槽埋设。
    - 环向盲管与纵向排水管采用塑料三通联接。
  - 隧道边墙底纵向盲沟采用Φ100HDPE双壁单侧打孔波纹管, IV、V级围岩段埋设, 纵坡与隧道坡度相同; 横向排水管采用Φ100HDPE双壁波纹管, 设置间距与环向盲沟一致, 横向排水管横向坡度不小于3%; 地下水通过纵向、横向排水管汇入暗沟排出洞外; 纵、横向排水管用塑料三通联接, 接头处应外缠无纺布, 横向排水管应尽量靠近环向盲沟, 以便环向盲沟里的水能迅速汇入排水边沟。
  - 无仰拱段在砟垫层上, 距离砟面板横缝1m位置设置宽10cm, 深10cm的横向盲沟, 内埋设MF7横向盲沟, 用350g/m<sup>2</sup>无纺布包裹, 并将其用级配碎石(粒径为2~4cm)填埋, 盲沟上面铺宽50cm的EVA防水板; 盲沟与边沟的交角为90°, 盲沟设置间距与环向、横向排水管一致。
  - 在初期支护与二次模筑砟之间设置防水层, 防水层由1.2mm厚EVA防水板和350g/m<sup>2</sup>无纺土工布合成。
  - 二次衬砌环向施工缝和沉降变形缝均设背贴式止水带+中埋式橡胶止水带。
  - 衬砌混凝土采用防水混凝土, 防水等级不低于P8。
  - III级围岩段根据开挖后的渗漏渗水情况及二次衬砌是否施作综合确定设置纵向及横向盲沟的范围。
- 本图尺寸除注明者外, 其余均以厘米计。

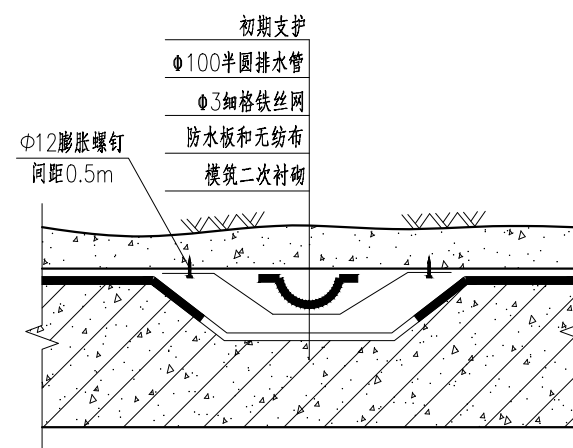
复合衬砌排水纵断面图



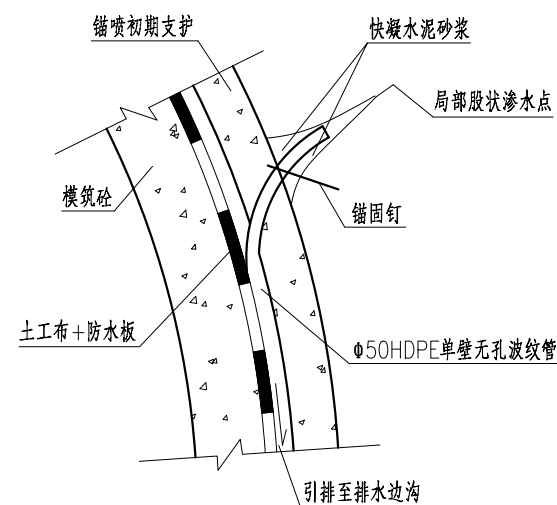
环向Φ100半圆排水管固定示意图



B大样图



股状渗水引排示意图



软式透水管技术指标表

项目	单位	指标
外径	mm	50
钢丝直径	mm	>1.6
钢丝间距	圈/m	>55
钢丝保护层厚度	mm	>0.3
滤布	纵向抗拉强度	kN/5cm >1.0
	纵向伸长率	% >12
	横向抗拉强度	kN/5cm >0.8
	横向伸长率	% >12
	圆球顶破强度	kN >1.1
	渗透系数K <sub>20</sub>	cm/s >0.1
耐压扁平率	等效孔径O <sub>95</sub>	mm 0.06~0.25
	1%	N/m >400
	2%	mm >720
	3%	mm >1480
	4%	mm >2640
5%	mm >4400	

EVA防水卷材技术指标表

项目	单位	指标
厚度	mm	1.2
断裂拉伸强度	MPa	>18
扯断伸长率	%	>650
撕裂强度	kN/m	>100
不透水性 (0.3MPa, 24h)		无渗漏
低温弯折性<		-35℃, 无裂纹
加热伸缩量	延伸	mm <2.0
	收缩	mm <6.0
热空气老化 (80℃, 168h)	断裂拉伸强度	MPa >16
	扯断伸长率	% >600
耐碱性 [Ca(OH) <sub>2</sub> 饱和溶液, 168h]	断裂拉伸强度	MPa >17
	扯断伸长率	% >600
人工候化	断裂拉伸强度保持率	% >80
	扯断伸长率保持率	% >70
刺破强度	N	300

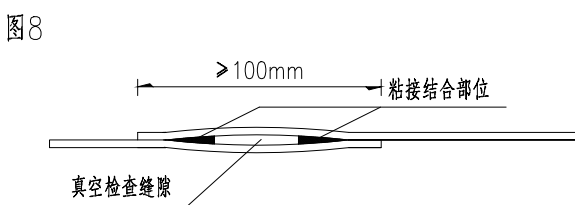
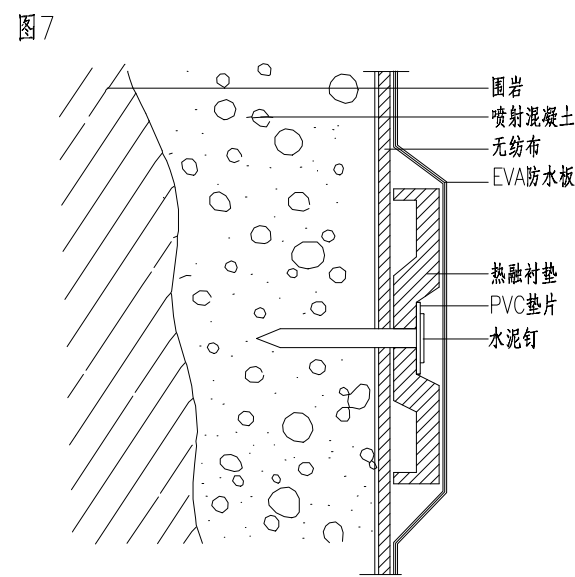
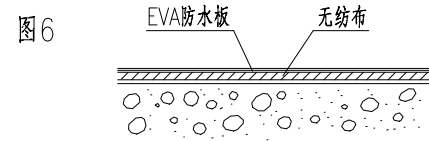
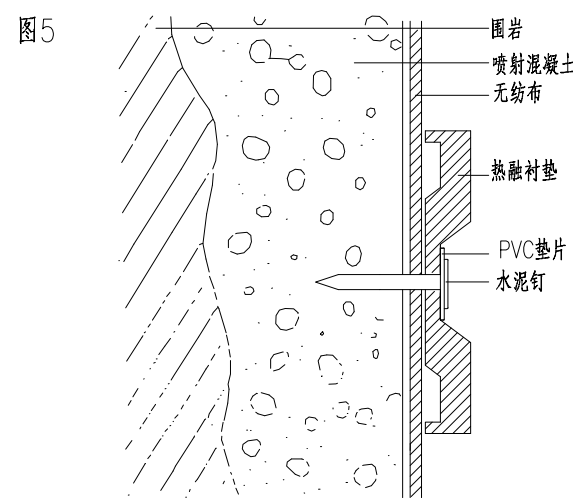
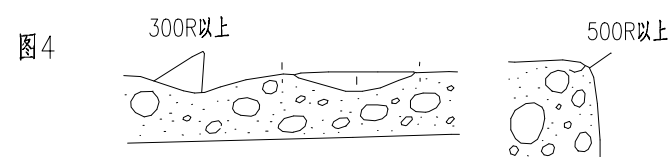
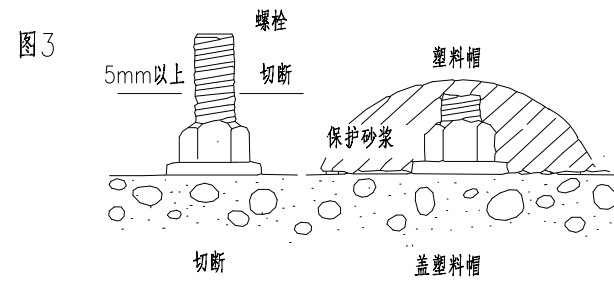
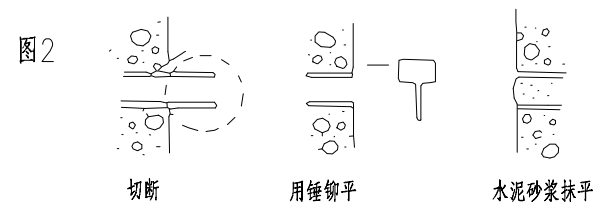
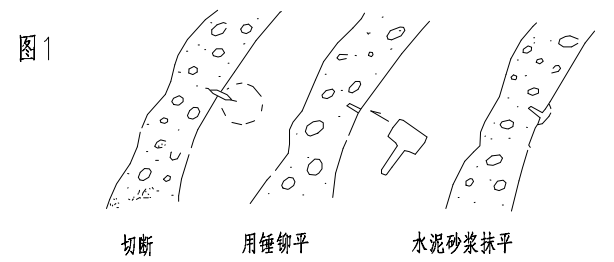
无纺布技术指标表

项目	单位	指标
厚度	mm	>2.8
单位面积质量	g/m <sup>2</sup>	350 (偏差 ±5)
纵横向断裂强度	kN/m	>20
纵横向断裂延伸率	%	>40
CBR顶破强力	kN	>3.9
纵横向撕破强力	kN	>0.56
等效孔径O <sub>95</sub>	mm	0.05~0.20
垂直渗透系数	cm/s	K × (10 <sup>-1</sup> ~ 10 <sup>-3</sup> )

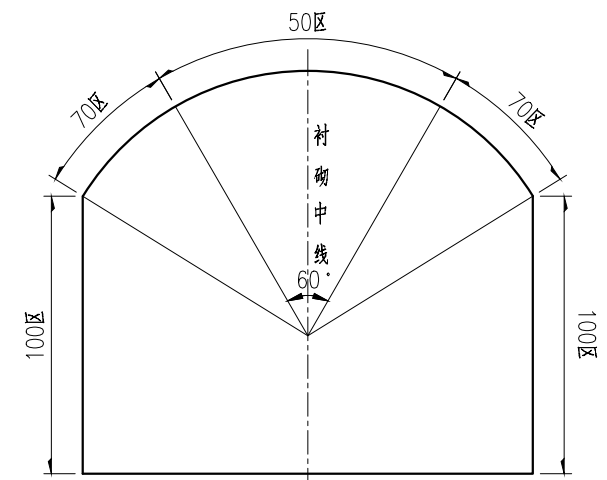
MF7塑料盲沟主要技术指标表

项目	单位	指标
外型尺寸	mm	>70x35
中空尺寸	mm	>70x10
重量	g/m	>430
空隙率	%	>82
抗压强度 Kpa	偏平率5%	kpa >70
	偏平率10%	kpa >100
	偏平率16%	kpa >160
	偏平率20%	kpa >220
外覆滤布 (无纺布)	g/m <sup>2</sup>	>350

注：  
1、本图尺寸除注明者外，其余均以厘米计。



PVC垫片环向间距分区图



PVC垫片间距 (a):  
 (1) 拱部50区: 环向间距50cm;  
 (2) 拱腰70区: 环向间距70cm;  
 (3) 边墙100区: 环向间距100cm.

施工程序:

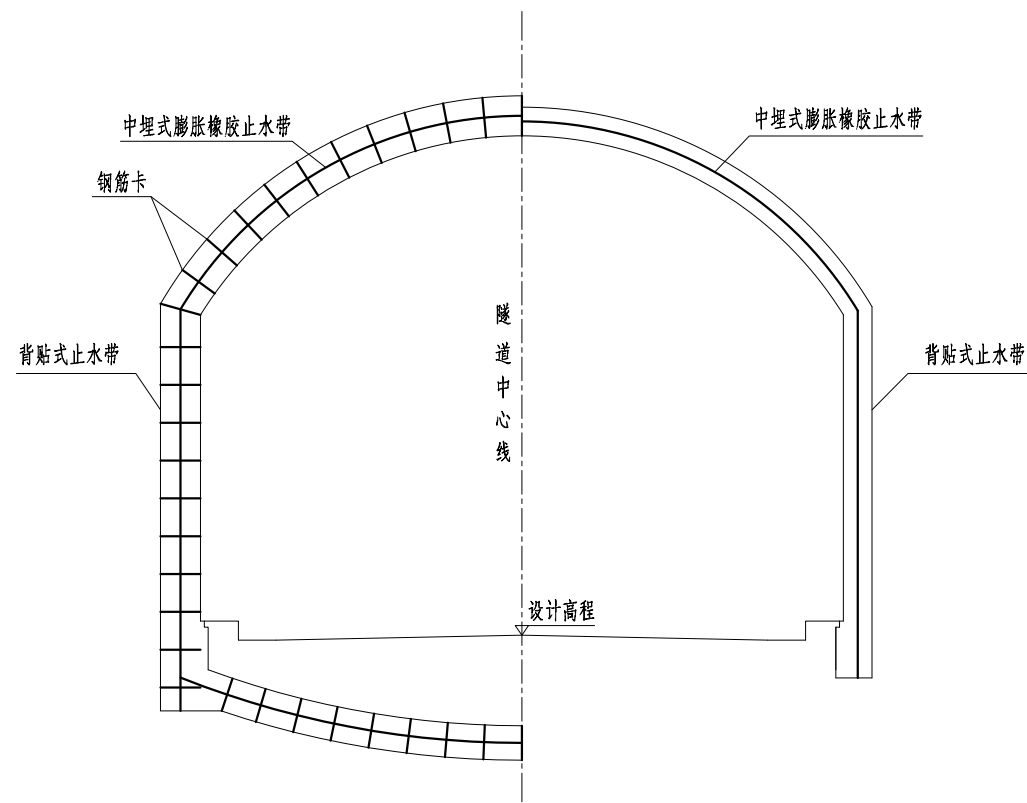
- 图1. 钢筋网等凸出部分, 先切断后用锤铆平, 然后用水泥砂浆抹平;
- 图2. 有凸出的管道时, 先切断、铆平后再用砂浆抹平;
- 图3. 锚杆有凸出部位时, 螺头顶预留5mm切断后, 然后盖塑料帽处理;
- 图4. 补喷混凝土使其表面平整圆顺, 凹凸量不得超过 $\pm 5\text{cm}$ ;
- 图5. 将无纺布土工布用衬垫固定在喷射混凝土表面, 然后用射钉枪射水泥钉锚固, 水泥钉长度不得小于50mm, 拱顶平均3~4点/ $\text{m}^2$ , 边墙平均2~3点/ $\text{m}^2$ ;
- 图6. 为了确保土工布有效发挥过滤和排水作用, 无纺布土工布与防水板采用分离式, 即先铺设土工布后再铺挂防水板;
- 图7. 铺设防水板时, 采用手动专用熔接器热熔在衬垫上, 两者粘结剥离强度不得小于防水板的抗拉强度;
- 图8. 防水板之间采用专用熔接器热熔粘结, 结合部位不得小于100mm, 且粘接剥离强度不得小于母体拉伸强度的80%。

注:

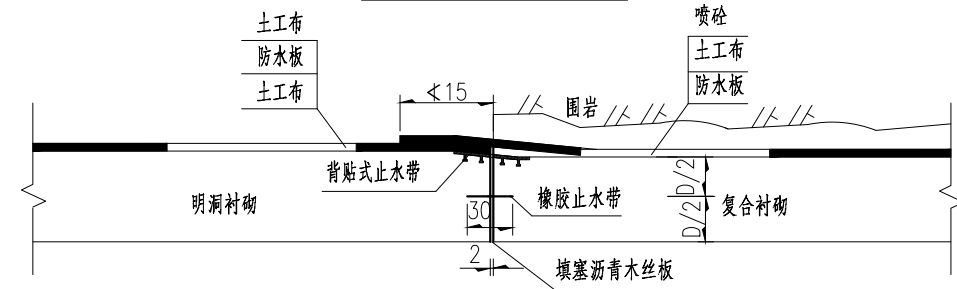
- 1、本图尺寸除注明者外, 其余均以厘米计。
- 2、铺设防水板时应环向进行, 不可绷得太紧, 尽量保证防水板完整无损; 防水板施工采用吊环法施工, 在断面发生变化处, 应做到防水层的连续性、连接的可靠性和耐久性, 施工中采取措施始终保持防水层与初期支护和模筑衬之间的密实。
- 3、防水板铺设前先清除锚杆、钢筋网等凸出物, 然后凿平并抹水泥砂浆找平, 确保喷射混凝土表面平整圆顺, 其平整度满足:  $D/L \leq 1/8$  (拱部)、 $D/L \leq 1/6$  (边墙), 其中D为初期支护表面两相邻凸面间凹进深度, L为初期支护表面两相邻凸面距离。
- 4、防水板焊接质量需采用充气法进行检测, 充气压力为0.25MPa, 15分钟内气压下降值小于0.025MPa。

半变形缝

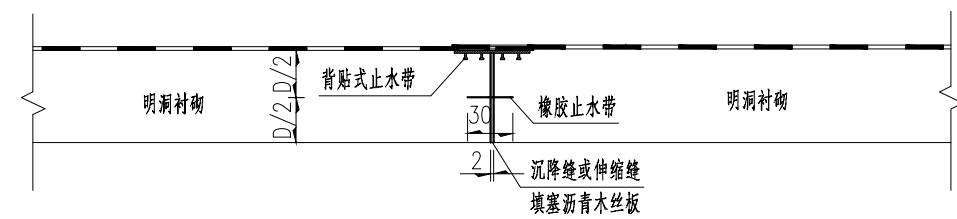
半施工缝



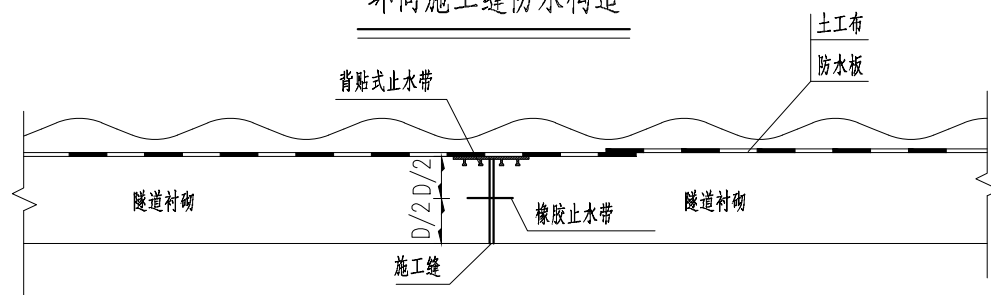
明洞、二次衬砌接缝



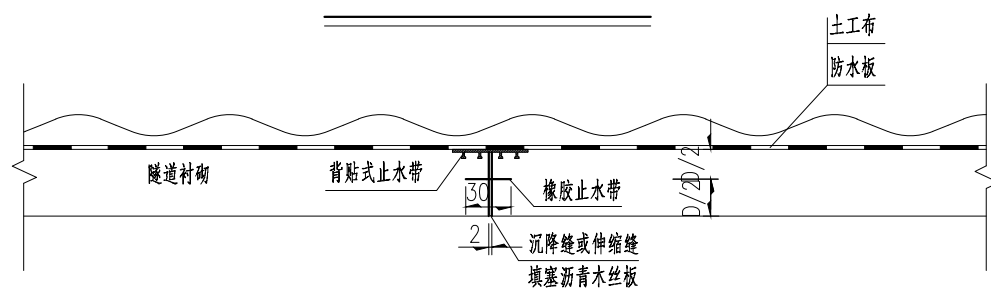
明洞沉降、伸缩缝



环向施工缝防水构造



沉降缝、伸缩缝防水构造



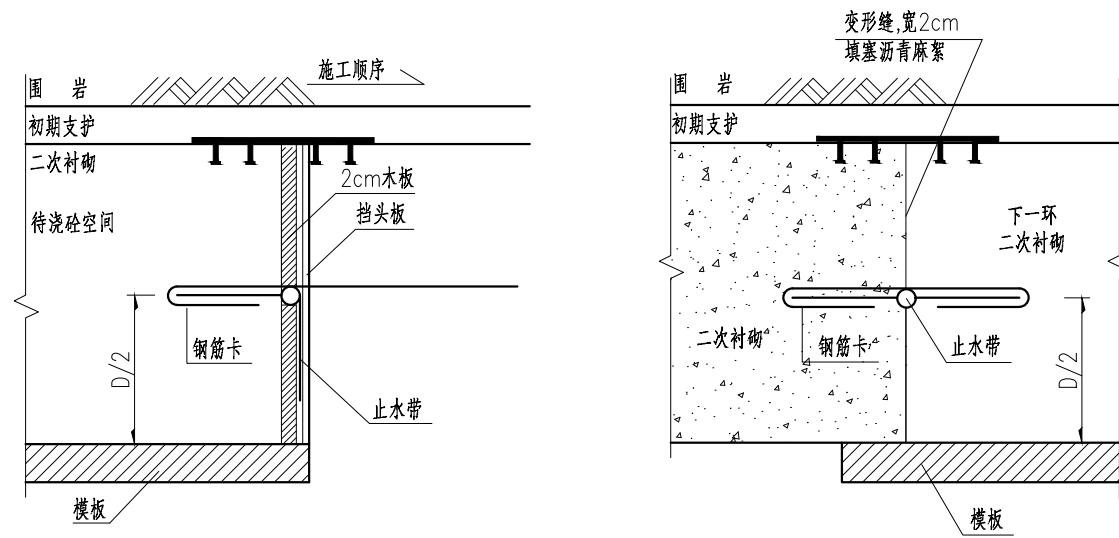
施工缝、变形缝防水材料表(每处)

衬砌类型	环向施工缝			变形缝			
	中埋式橡胶止水带	背贴式止水带	Φ8钢筋卡	中埋式橡胶止水带	背贴式止水带	Φ8钢筋卡	浸沥青木丝板
S5a/S5b	30.6/30.8m	22.1/22.2m	14.2/14.2kg	30.6/30.8m	22.1/22.2m	14.2/14.2kg	13.8/15.3m <sup>2</sup>
S4a/S4b/S3	21.1/20.9m	20.4/20.3m	9.7/9.7kg	21.1/20.9m	20.4/20.3m	9.7/9.7kg	8.5/7.3m <sup>2</sup>
明洞	31.1m	22.8m	14.5kg	31.1m	22.8m	14.5kg	18.7m <sup>2</sup>

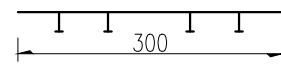
附注:

- 1、图中尺寸均以厘米计。
- 2、在明暗交界处、明洞范围内土石交界面以及洞内围岩变化处需设置变形缝，缝宽2cm。
- 3、施工缝设置止水带数量按8m一道计；中埋式止水带预埋于衬砌厚度的1/2处，有仰拱段全环设置，无仰拱段拱墙设置，图中D表示相应衬砌的厚度；背贴式止水带仅拱墙设置。
- 4、止水带施工时，应在先灌注的模筑砼端面上预留凹槽，将止水条在凹槽内安装牢固后再灌注新砼；中埋式膨胀橡胶止水带应用钢筋卡固定，钢筋卡沿隧道环向每隔50cm设一道。
- 5、防水板接头及背贴式止水带与防水板连接需用热焊双缝焊接牢固。
- 6、二次衬砌环向施工缝和沉降变形缝均设背贴式止水带+中埋式膨胀橡胶止水带。

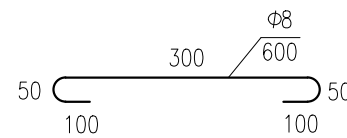
中埋式止水带安装示意图



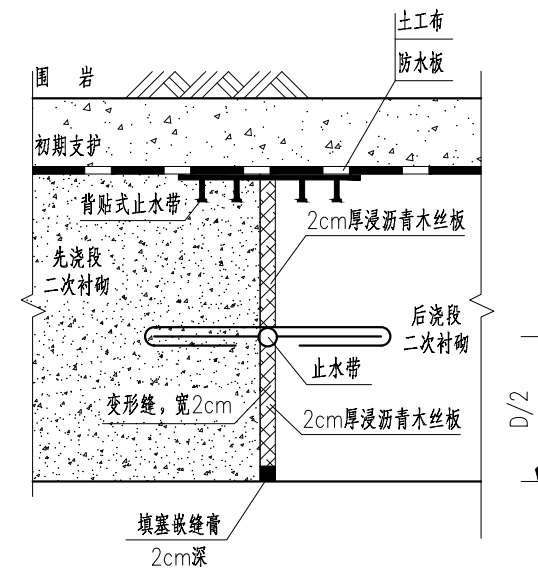
背贴式止水带



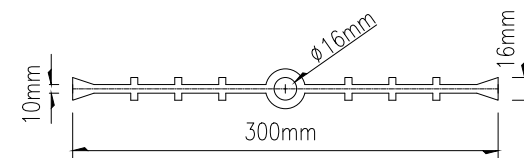
钢筋卡



沉降缝、伸缩缝构造大样



中埋橡胶止水带大样



背贴式止水带技术指标表

项 目	单 位	指 标	
宽度×厚度	mm	300×8	
硬度 (邵尔A)	度	60±5	
拉伸强度	MPa	>10	
拉断伸长率	%	>380	
压缩永久变形	70℃×24h, 25%	%	<35
	23℃×168h, 25%	%	<20
撕裂强度	KN/m	>30	
脆性温度	℃	<-45	
热空气老化 70℃×168h	硬度变化 (邵尔A)	度	<+8
	拉伸强度	MPa	>9
	拉断伸长率	%	>300
臭氧老化50×10 <sup>-6</sup> : 20%, (40±2)℃×48h		无裂纹	

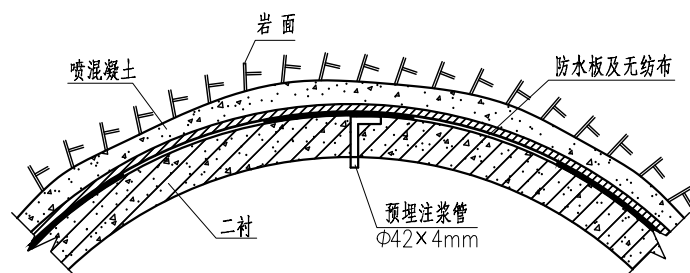
中埋式膨胀橡胶止水带技术指标表

项 目	单 位	指 标	
宽度×厚度	mm	300×8	
硬度 (邵尔A)	度	45±5	
拉伸强度	MPa	>3	
拉断伸长率	%	>350	
体积膨胀倍率	%	>400	
反复浸水试验	拉伸强度	MPa	>2
	拉断伸长率	%	>250
	体积膨胀倍率	%	>300
低温弯折 (-20℃×2h)		无裂纹	

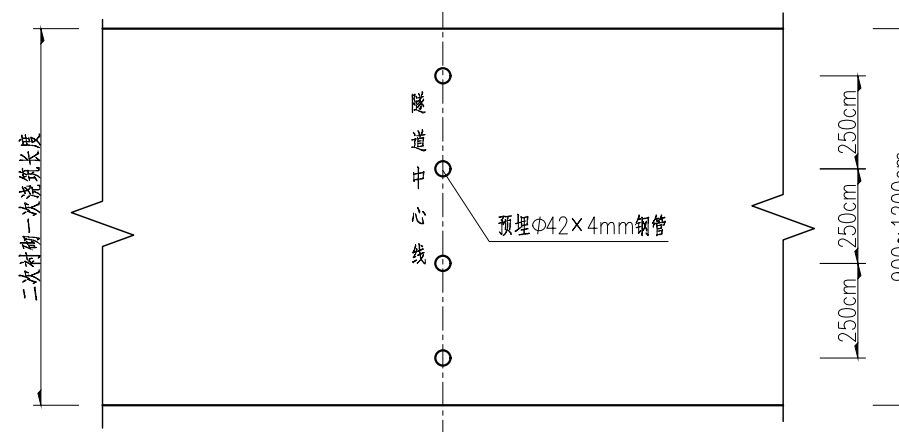
附注:

- 图中尺寸单位均以毫米计。
- 止水带安设工艺:
  - 沿衬砌方案轴线间隔0.5m在挡头板上钻一φ12钢筋孔, 将加工成型的钢筋卡由待模筑混凝土一侧向另一侧穿入内侧卡紧止水带之半, 另一半止水带平结在挡头板上, 定位钢筋环向间距0.5m。
  - 待模筑混凝土凝固后拆除挡头板, 将止水带靠中心钢筋拉直, 然后弯曲钢筋卡套上止水带, 模筑下一环混凝土。
- 图中D表示相应衬砌的厚度

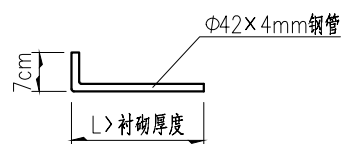
拱顶预埋注浆管布置图



拱顶预埋注浆管平面展开图



预埋注浆钢管



每延米拱顶注浆预埋工程数量表

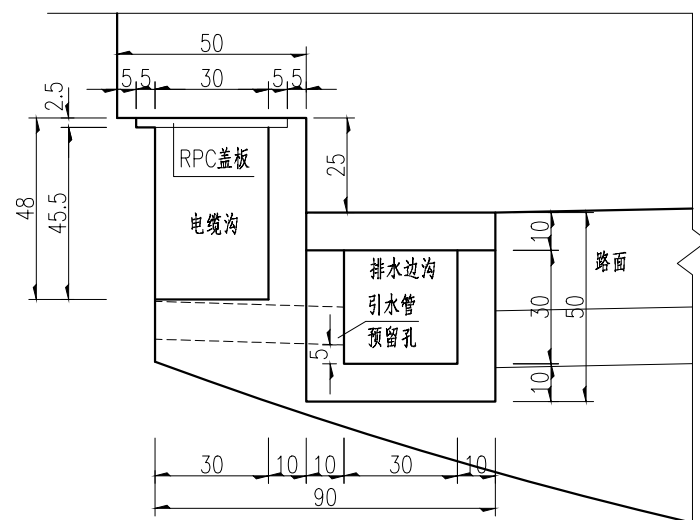
项 目	单 位	主洞数量
φ42×4小导管	m	0.23
M20水泥砂浆	m <sup>3</sup>	0.25

附注：

- 1、本图尺寸除管径以mm计外，余均以cm计。
- 2、当二次衬砌混凝土强度达到100%后，应通过预埋钢管注浆，确保拱部不存留空隙。注浆浆液为单液水泥砂浆，注浆压力不得大于0.1MPa。
- 3、注浆管长度L根据现场确定，注浆口与衬砌内表面齐平，并采用塑料包裹好，出浆口顶住防水板，使防水板紧贴喷层。
- 4、注浆采用M20水泥砂浆。
- 5、当模版台车长度不同时，需调整注浆管间距。
- 6、本图仅适用于二次衬砌与初期支护之间空洞。

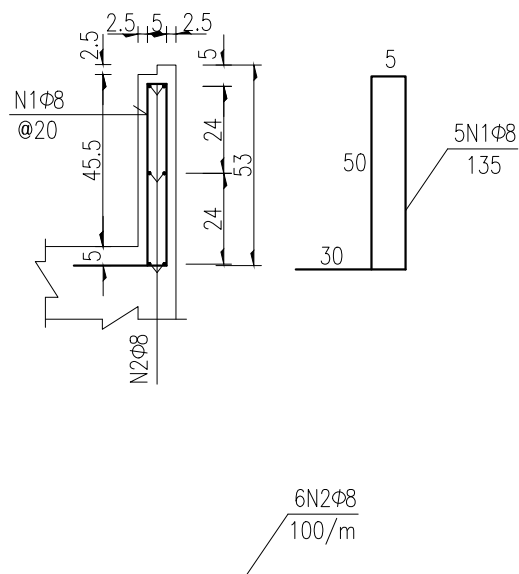
水沟、电缆沟布置图

设仰拱段 1:20



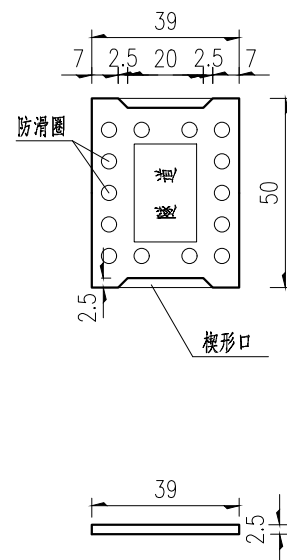
电缆沟侧壁配筋图

1:20



RPC盖板大样图

1:20



RPC混凝土材料性能指标

类型	抗压强度 (MPa)	抗折强度 (MPa)	弯曲弹性模量 (GPa)	燃烧性能	抗冻性能	设计荷载
R130	>130	>8	>40	A级	>F500	15kN/m <sup>2</sup>

RPC混凝土容许应力 (MPa) 值表

类型	轴心抗压强度	弯曲抗压强度	轴心受压	弯曲及偏心受压	弯曲受拉	纯剪应力
R130	115	110	44	55	9	9

电缆沟数量表(两侧每延米)

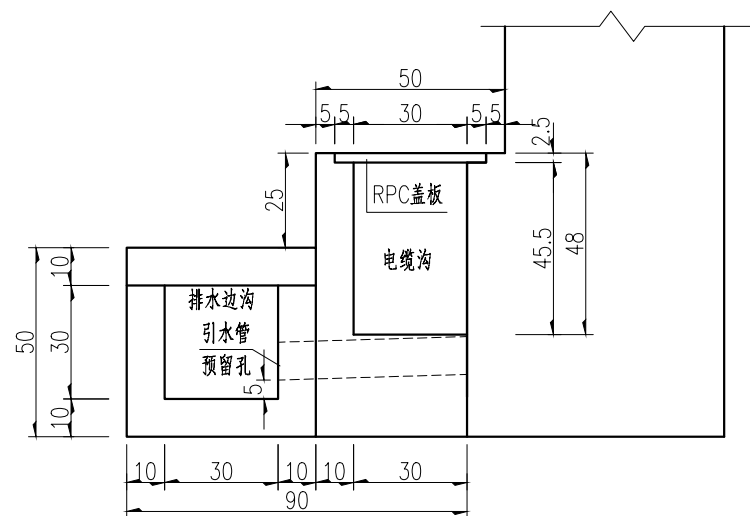
项 目	工程数量	备注
盖板	RPC混凝土 (m <sup>3</sup> ) 0.02	4块
沟身	C25砼 (m <sup>3</sup> ) 0.28/0.31	
	HPB300 (kg) 5.8	

注:

- 1、本图尺寸除钢筋直径以毫米计外,其余均以厘米计。
- 2、电缆槽槽身、排水边沟均采用C25砼现浇,水沟盖板采用C30砼预制安装;
- 3、边水沟每50m设检查井兼沉砂井一处。
- 4、洞内电缆槽、排水暗沟及蝶形污水沟的纵坡与路线纵坡相同。
- 5、电缆槽的侧壁及底板施工时应注意与衬砌的连接,施工时应将衬砌凿毛后再浇筑。
- 6、电缆槽盖板采用R130级预制活性粉末混凝土(RPC)盖板,厚度为2.5cm,由高活性的复合掺和料、水泥、石英砂、钢纤维等组成,经高温热合等工艺制备而成;采用工场预制,成品盖板抗压强度应不小于130MPa,抗折强度不应小于8MPa,且应进行相应试验验证。
- 7、电缆槽盖板水泥、骨料、钢纤维、添加剂、复合掺合料等材料应满足相应规范要求。
- 8、电缆槽盖板材料各性能指标须满足《活性粉末混凝土》(GB/T 31387-2015)的要求。
- 9、电缆槽盖板纵向每10块设置1块带企口的盖板,方便养护时盖板开启。
- 10、数量表中斜线上方为设仰拱段工程量,下方为无仰拱段工程数量。

水沟、电缆沟布置图

无仰拱段 1:20

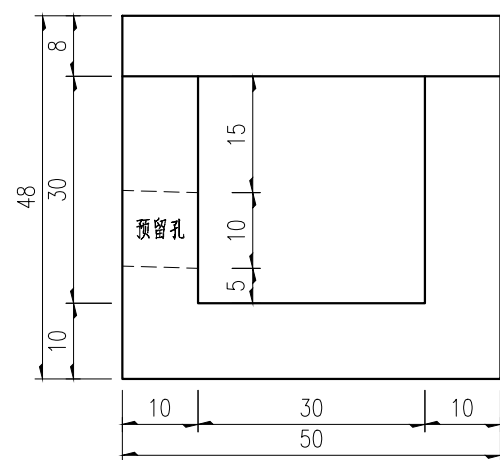


排水边沟数量表(两侧每延米/处)

项 目	工程数量	
	排水边沟(延米)	沉砂井(处)
盖板	C30砼 (m <sup>3</sup> ) 0.08	0.08
	HPB300 (kg) 3.56	3.56
	HRB400 (kg) 10.64	10.64
沟身	C25砼 (m <sup>3</sup> ) 0.22	0.24
	HPB300 (kg) 10.32	10.98

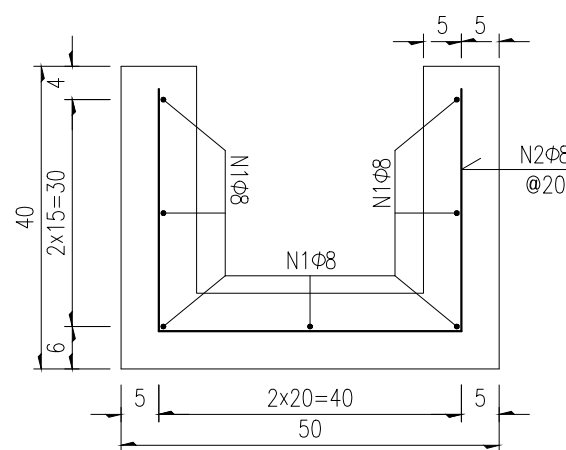
边水沟断面

1:10



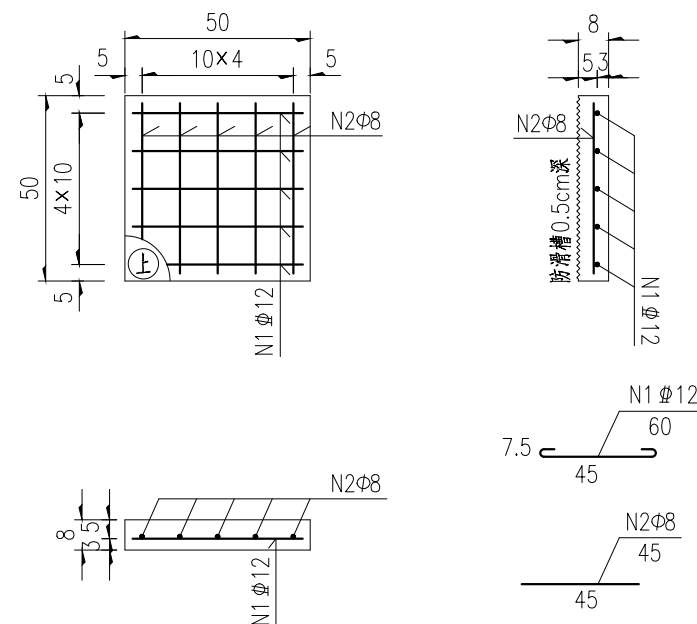
边水沟沟身配筋图

1:10

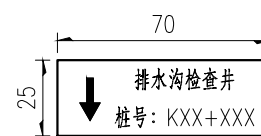


边水沟盖板配筋图

1:20

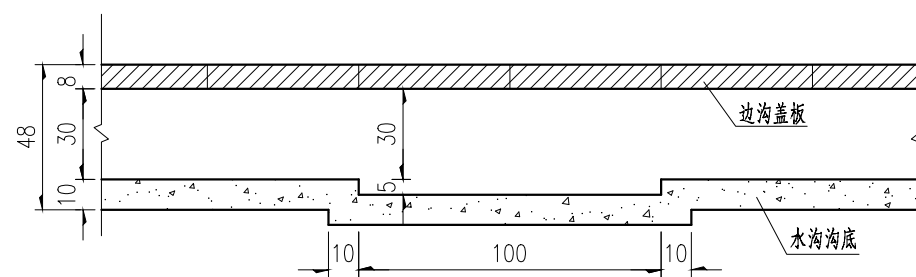


检查井标记牌大样图



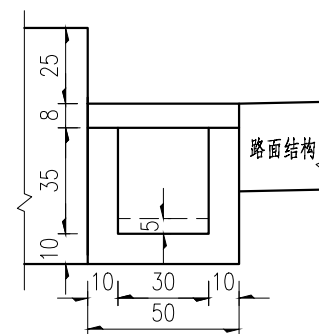
排水边沟检查井立面

1:25



排水边沟检查井断面

1:25

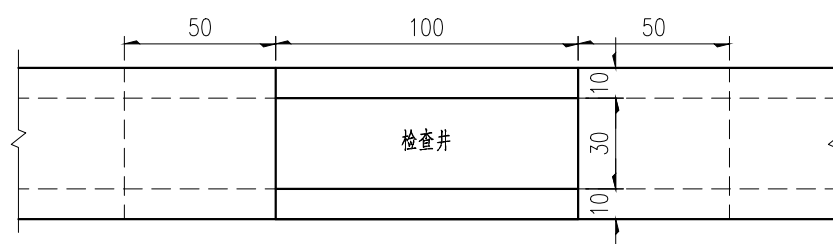


钢筋数量表

项 目	编 号	直 径 (mm)	根 数	每 根 长 (cm)	总 长 (m)	单 位 重 (kg/m)	总 重 (kg)	备 注
排水边沟沟身	N1	Φ8	5	121	6.05	0.395	2.39	每延米
	N2	Φ8	7	100	7	0.395	2.77	
边沟检查井沟身	N1	Φ8	5	131	6.55	0.395	2.59	每延米
	N2	Φ8	7	105	7.35	0.395	2.9	
排水边沟盖板	N1	Φ12	5	60	3	0.888	2.66	每块板
	N2	Φ8	5	45	2.25	0.395	0.89	

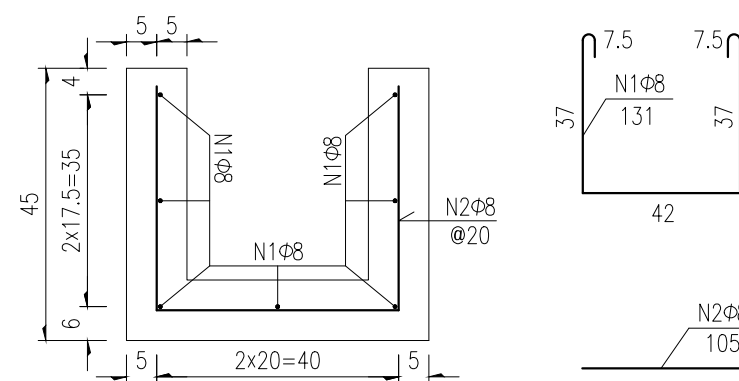
排水边沟检查井平面

1:25



排水边沟检查井配筋图

1:25

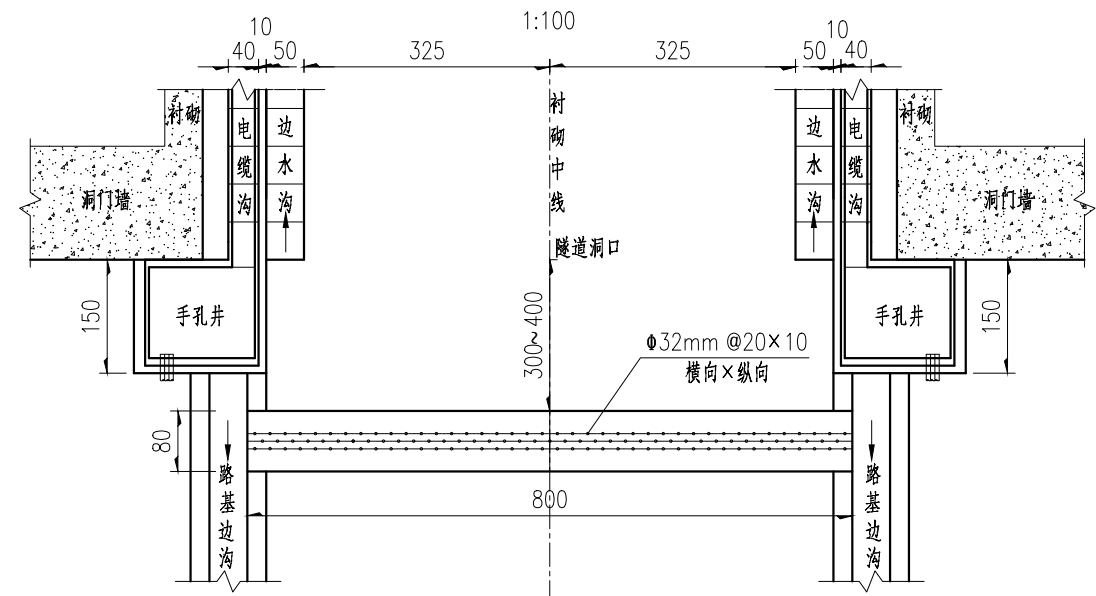


注:

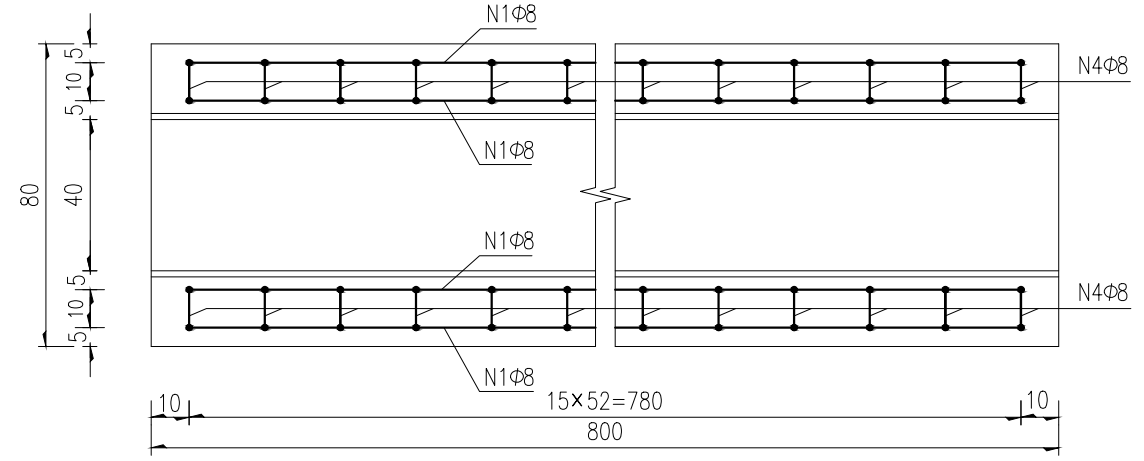
- 1、本图尺寸除钢筋直径以毫米计外，其余均以厘米计。
- 2、排水边沟优先采用现浇，每50m设沉砂井兼检查井一处。
- 3、盖板预制时顶面应做标记，防止安装时盖板倒置。
- 4、盖板表面防滑槽方向与N1主筋方向一致，避免安装时盖板反向。
- 5、边水沟施工时，应注意预留盲沟孔，确保横向盲沟水能顺畅引入。
- 6、方便需要时能迅速查找检查井位置，在隧道左右侧电缆槽侧壁做好明显标志，在电缆槽侧壁混凝土上雕刻检查井标牌，雕刻字体深度不小于5mm，并对标牌采用黄色底漆、红色字体进行标识。



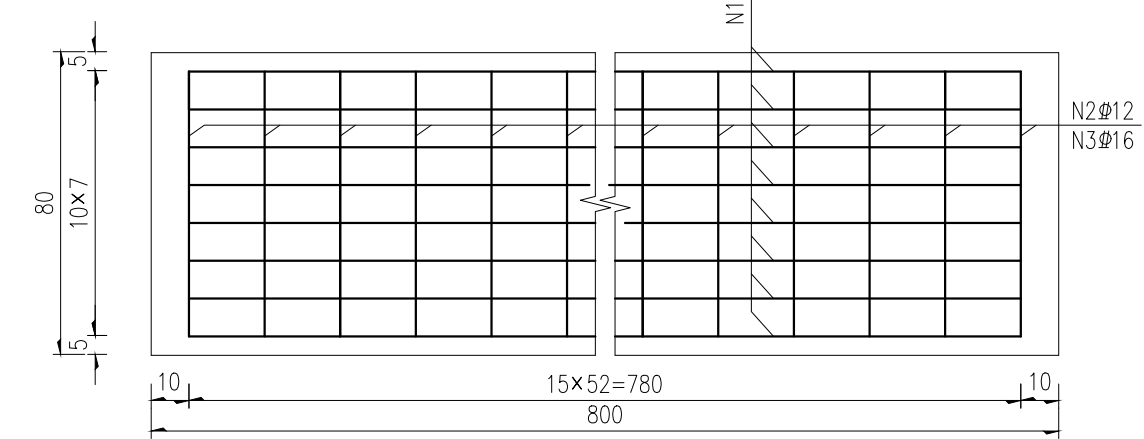
横向截水沟平面示意图



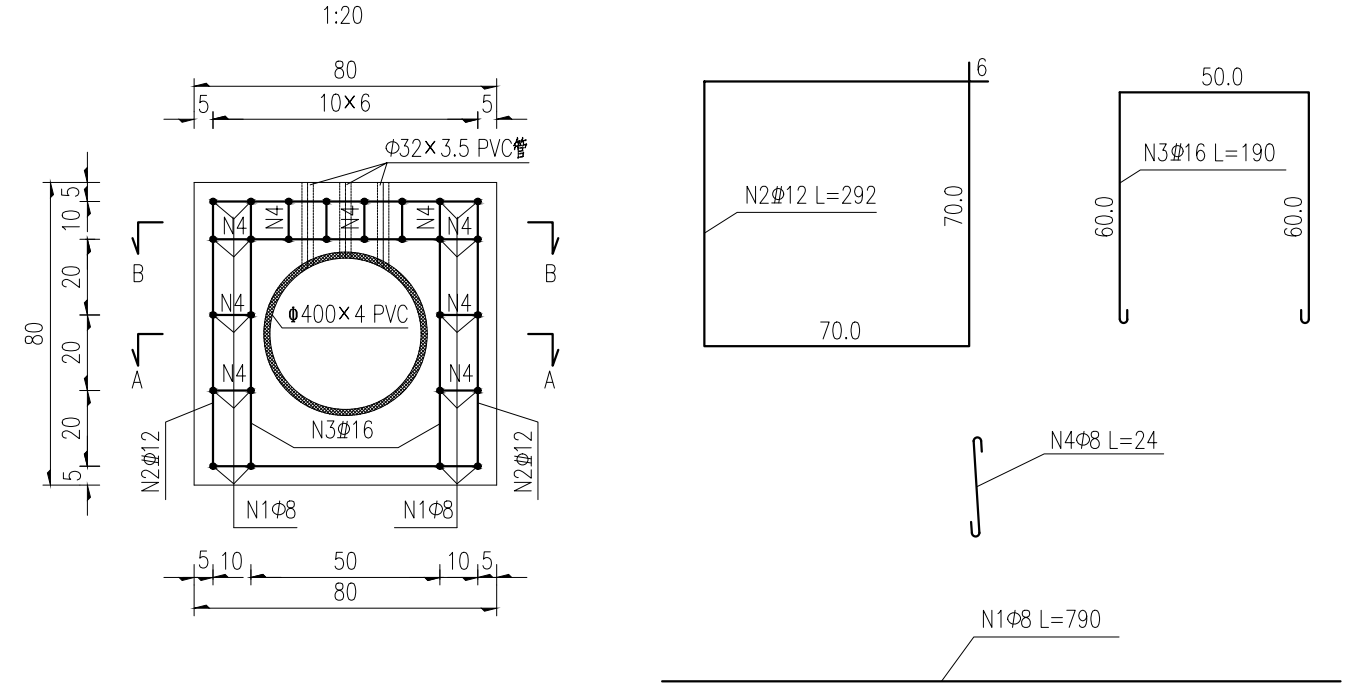
A-A  
1:20



B-B  
1:20



横向截水沟钢筋构造



钢筋明细表

编号	直径 (mm)	每根长 (cm)	根数	总长 (m)	延米重 (Kg/m)	总重 (Kg)
N1	Φ8	790	28	221.2	0.395	87.37
N2	Φ12	292	53	154.76	0.888	137.43
N3	Φ16	190	53	100.7	1.580	159.11
N4	Φ8	24	636	152.64	0.395	60.29

一处截水沟工程数量表

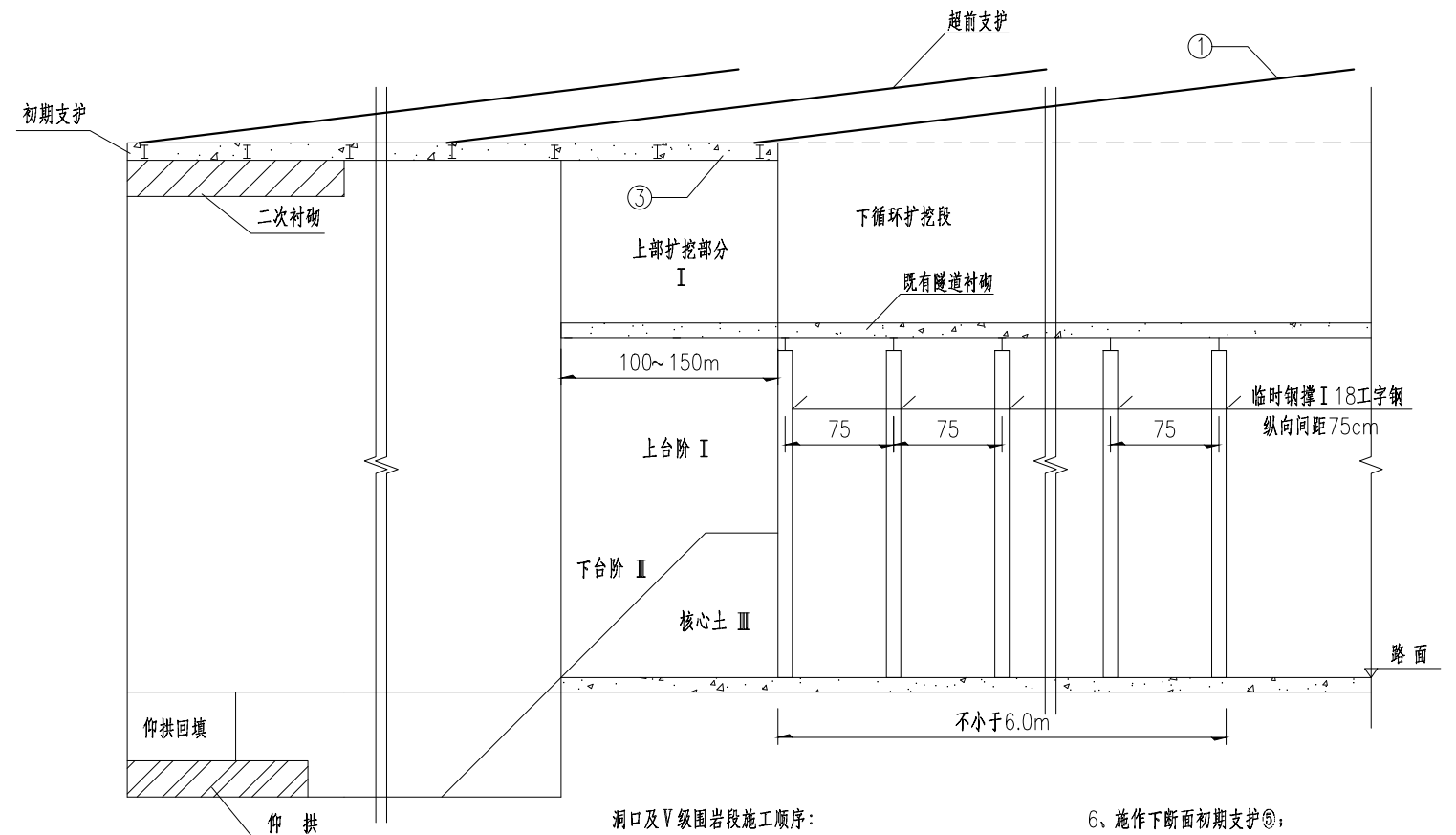
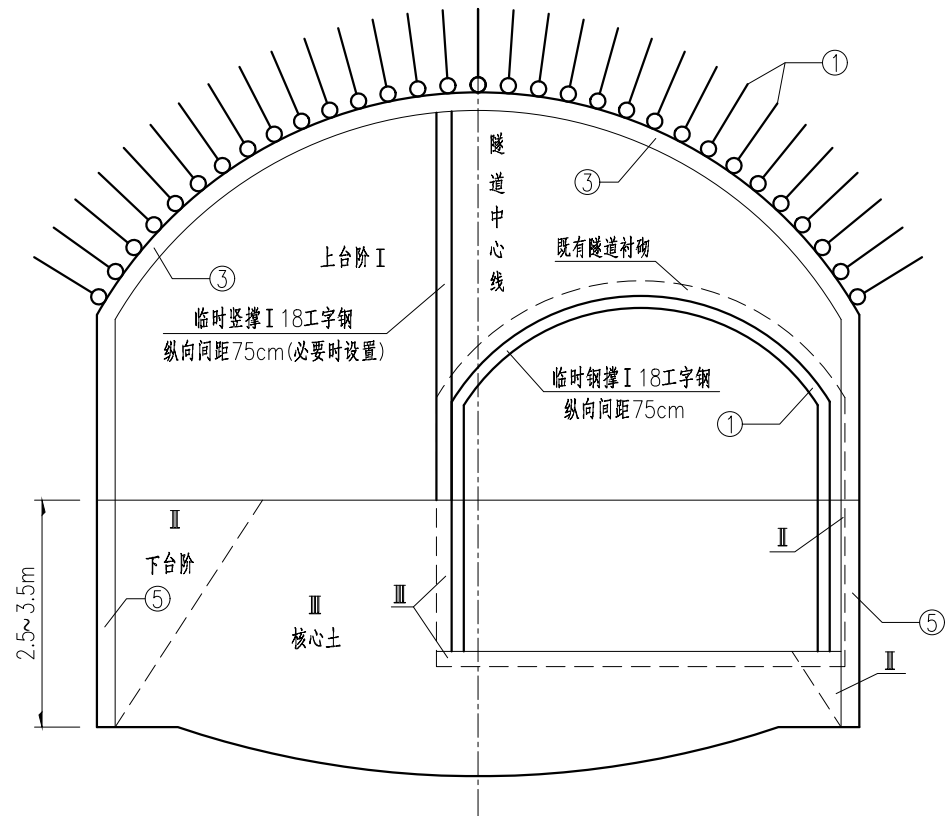
名称	单位	数量
C30混凝土	(m <sup>3</sup> )	4.12
Φ400×4 PVC管	(m)	7.90
Φ32×3.5 PVC管	(m)	53.23
HRB400钢筋	kg	296.54
HPB300钢筋	kg	167.66

附注:

- 1、图中尺寸单位除管径以毫米计外，余均以厘米计。
- 2、隧道洞口路面横向截水沟设置于隧道进洞口为下坡洞口处。
- 3、路面横向截水沟应设置在路面过渡板之外，避免相互影响。

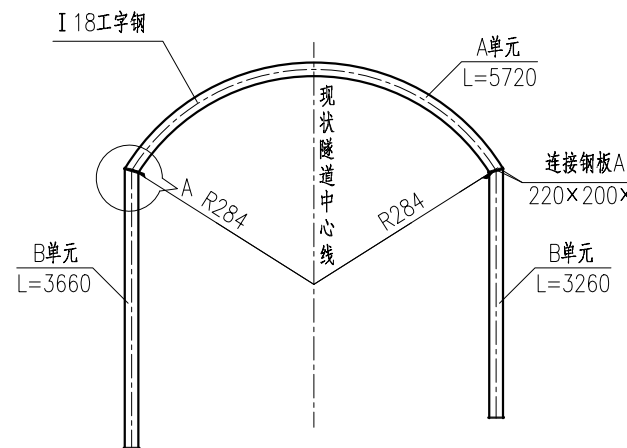
洞口及V级围岩段施工方案图

纵向施工示意图



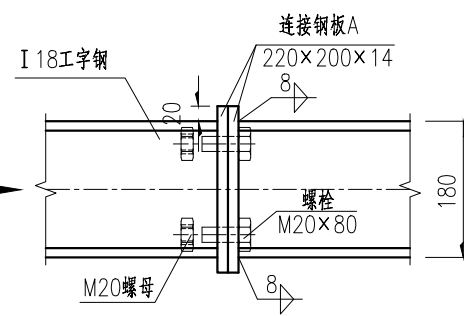
临时钢架组合安装图

1:100



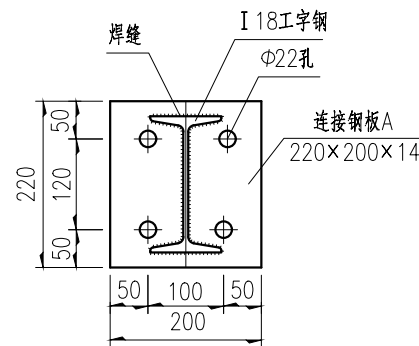
A大样图

1:10



E视图

1:10



工程数量表(每榀)

材 料	单 位	洞 口 及 V 级 围 岩 段	备 注
临时钢支撑 I 18工字钢	kg	305.17	-
连接钢板	kg	154.52	220×200×14
螺栓、螺母	套	8	M20×80
Φ22纵向连接钢筋	kg	33.97	L=950cm
临时竖撑 I 18工字钢	kg	123.13	必要时设置

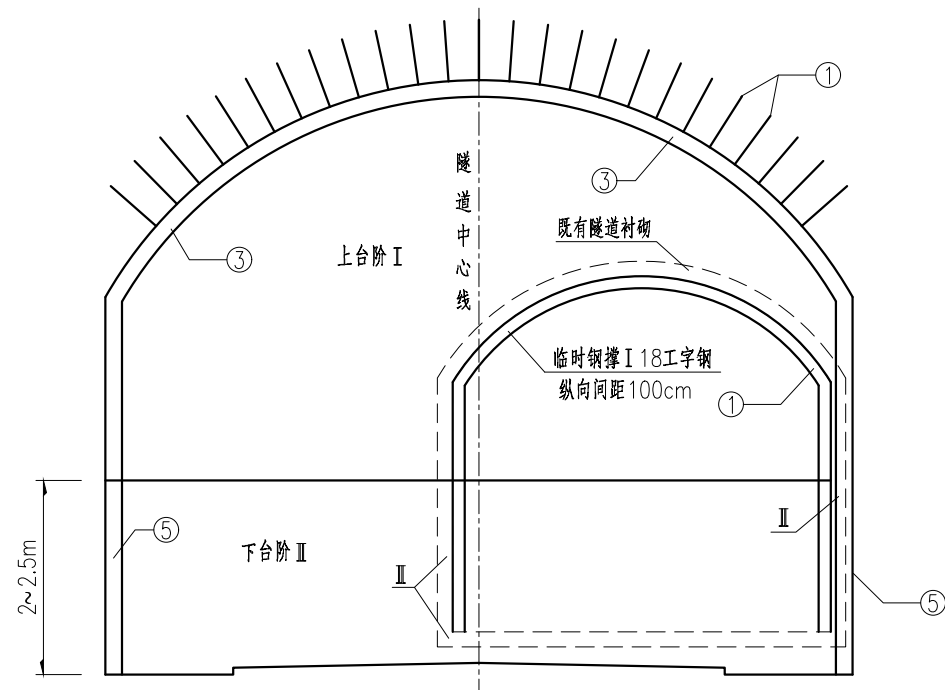
洞口及V级围岩段施工顺序:

- 1、施作超前支护①及临时钢撑加固;
- 2、开挖上断面 I 部、拆除既有隧道拱部衬砌;
- 3、施作上断面初期支护②;
- 4、根据需要设置临时竖撑;
- 5、拆除既有隧道外侧边墙衬砌,交错开挖下断面 II;
- 6、施作下断面初期支护⑤;
- 7、拆除中间临时竖撑(若有),开挖核心土及仰拱 III,拆除剩余既有衬砌;
- 8、施作仰拱及仰拱回填;
- 9、整体浇筑二次衬砌;
- 10、水沟、路面等附属施工。

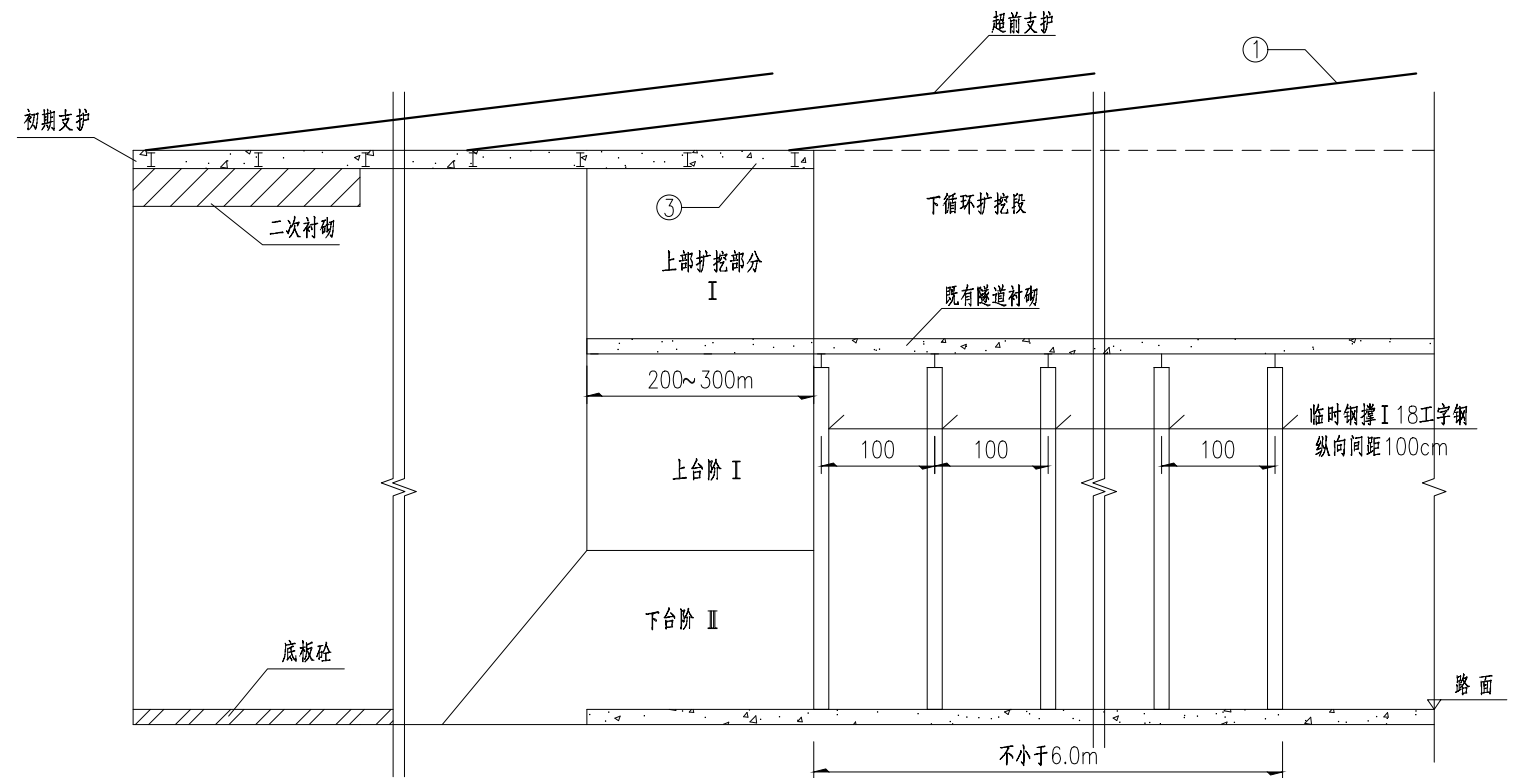
注:

- 1、本图尺寸均以厘米计。
- 2、本图适用于洞口及V级围岩段,洞口扩挖前应完成洞顶排水沟改造、超前支护及相邻段的临时加固。
- 3、洞口扩挖施工应先上后下、先两侧后中间的施工作业顺序;应先加固、后拆除。
- 4、扩挖前应对前端不开挖部分进行临时加固,临时加固采用在既有衬砌表面设置钢拱架支撑,其纵向间距为0.75m,钢支撑纵向加固长度不小于6.0m(即每循环开挖进尺末端至未开挖端不少于6.0m的加固范围)。
- 5、临时钢架与既有衬砌间的空隙不宜小于2cm,钢支撑尺寸需根据现场实测既有隧道断面进行调整,避免临时钢架尺寸过大或过小,临时钢支撑与既有衬砌间的空隙应采用钢板或混凝土块楔紧,确保临时钢架承受由既有衬砌传递下来的围岩压力;临时钢架之间采用Φ22纵向钢筋连接,连接钢筋的环向间距为100cm,连接钢筋应与钢架焊接牢固。
- 6、既有衬砌应分段拆除,每次拆除长度不宜大于1.5m,拆除时应减少对围岩的扰动、不得造成未拆除段掉块和坍塌。
- 7、一般情况下各分部开挖进尺不宜大于2榀钢架间距,各分部开挖掌子面应错开,错开距离不宜小于2m;实际开挖步距可根据监控量测结果适当调整。
- 8、开挖后应立即施作初期支护,初期支护强度达到设计规定后,可进行同一断面位置的其他分部的开挖。
- 9、应严格控制扩挖过程各施工阶段爆破炸药用量,并进行爆破振动监测和另一幅未扩挖隧道衬砌结构周边变形与位移的实时监控量测;施工过程中应加强地质跟踪调查等,做好施工记录,并及时整理、分析和反馈,实行动态施工。
- 10、其余未详部分见《公路隧道施工技术规范》(JTG/T 3660)的有关规定。

### IV级围岩段施工方案图



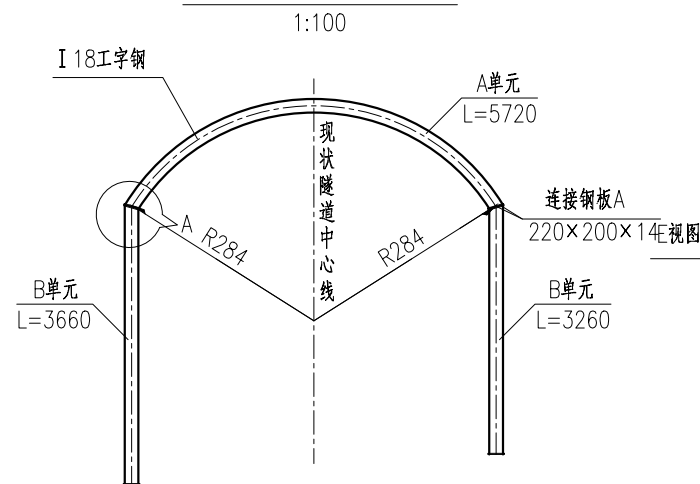
### 纵向施工示意图



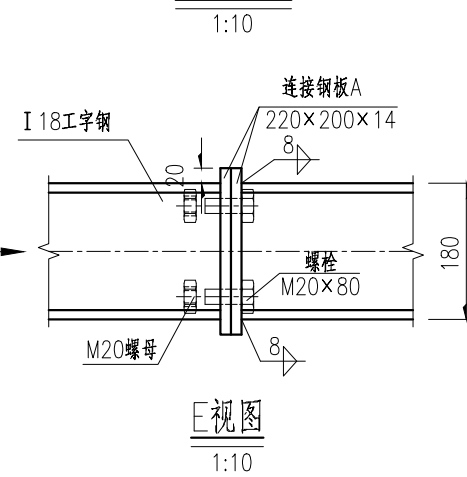
#### IV级围岩段施工顺序:

- 1、施作超前支护①及临时钢支撑加固;
- 2、开挖上断面I部、拆除既有隧道拱部衬砌;
- 3、施作上断面初期支护③;
- 4、拆除既有隧道边墙衬砌,开挖下断面II;
- 5、施作下断面初期支护⑤;
- 6、施作底板垫层;
- 7、整体模筑二次衬砌;
- 8、水沟、路面等附属施工。

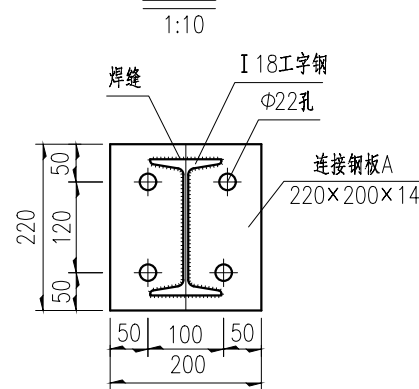
### 临时钢架组合安装图



### A大样图



### E视图



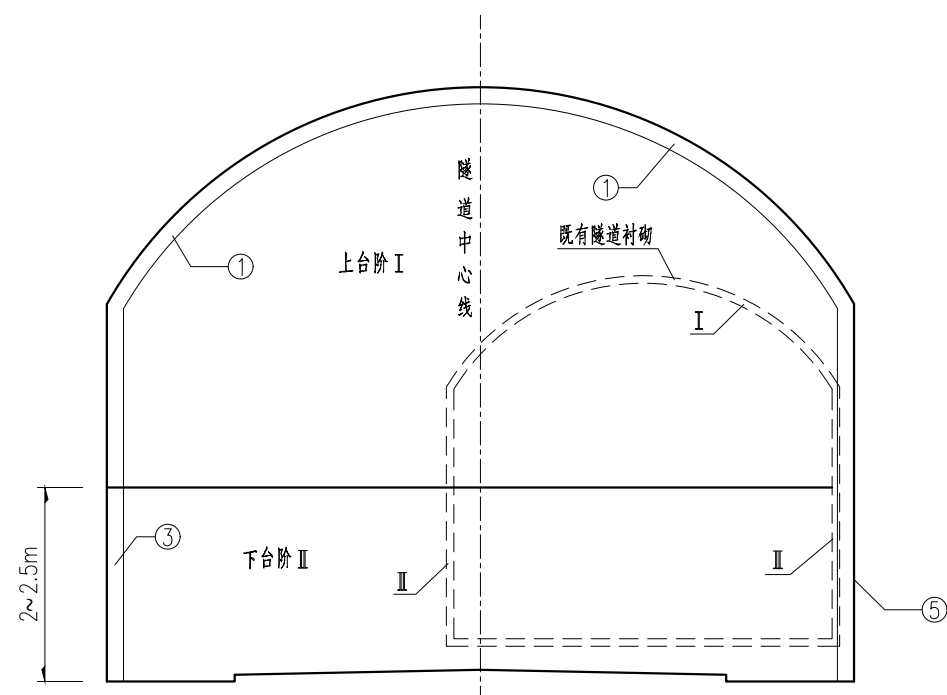
### 工程数量表(每榀)

材 料	单 位	IV级围岩段	备 注
临时钢支撑 I 18工字钢	kg	305.17	-
连接钢板	kg	154.52	220×200×14
螺栓、螺母	套	8	M20×80
Φ22纵向连接钢筋	kg	42.91	L=120cm

#### 注:

- 1、本图尺寸均以厘米计。
- 2、本图适用于IV级围岩段,扩挖前应完成超前支护及相邻段的临时加固。
- 3、扩建施工应先上后下、先两侧后中间的施工作业顺序;应先加固、后拆除。
- 4、扩挖前应对前端不开挖部分进行临时加固,临时加固采用在既有衬砌表面设置钢拱架支撑,其纵向间距为1.0m,钢支撑纵向加固长度不小于6.0m(即每循环开挖进尺末端至未开挖端不少于6.0m的加固范围)。
- 5、临时钢架与既有衬砌间的空隙不宜小于2cm,钢支撑尺寸需根据现场实测既有隧道断面进行调整,避免临时钢架尺寸过大或过小;临时钢支撑与既有衬砌间的空隙应采用钢板或混凝土块楔紧,确保临时钢架承受由既有衬砌传递下来的围岩压力;临时钢架之间采用Φ22纵向钢筋连接,连接钢筋的环向间距为100cm,连接钢筋应与钢架焊接牢固。
- 6、既有衬砌应分段拆除,每次拆除长度不宜大于3.0m,拆除时应减少对围岩的扰动、不得造成未拆除段掉块和坍塌。
- 7、一般情况下各分部开挖进尺不宜大于3榀钢架间距,各分部开挖掌子面应错开,错开距离不宜小于3.0m;实际开挖步距可根据监控量测结果适当调整。
- 8、开挖后应立即施作初期支护,初期支护强度达到设计规定后,可进行同一断面位置的其他分部的开挖。
- 9、应严格控制扩挖过程各施工阶段爆破炸药用量,并进行爆破振动监测和另一幅未扩挖隧道衬砌结构周边变形与位移的实时监控量测;施工过程中应加强地质跟踪调查等,做好施工记录,并及时整理、分析和反馈,实行动态施工。
- 10、其余未详部分见《公路隧道施工技术规范》(JTG/T 3660)的有关规定。

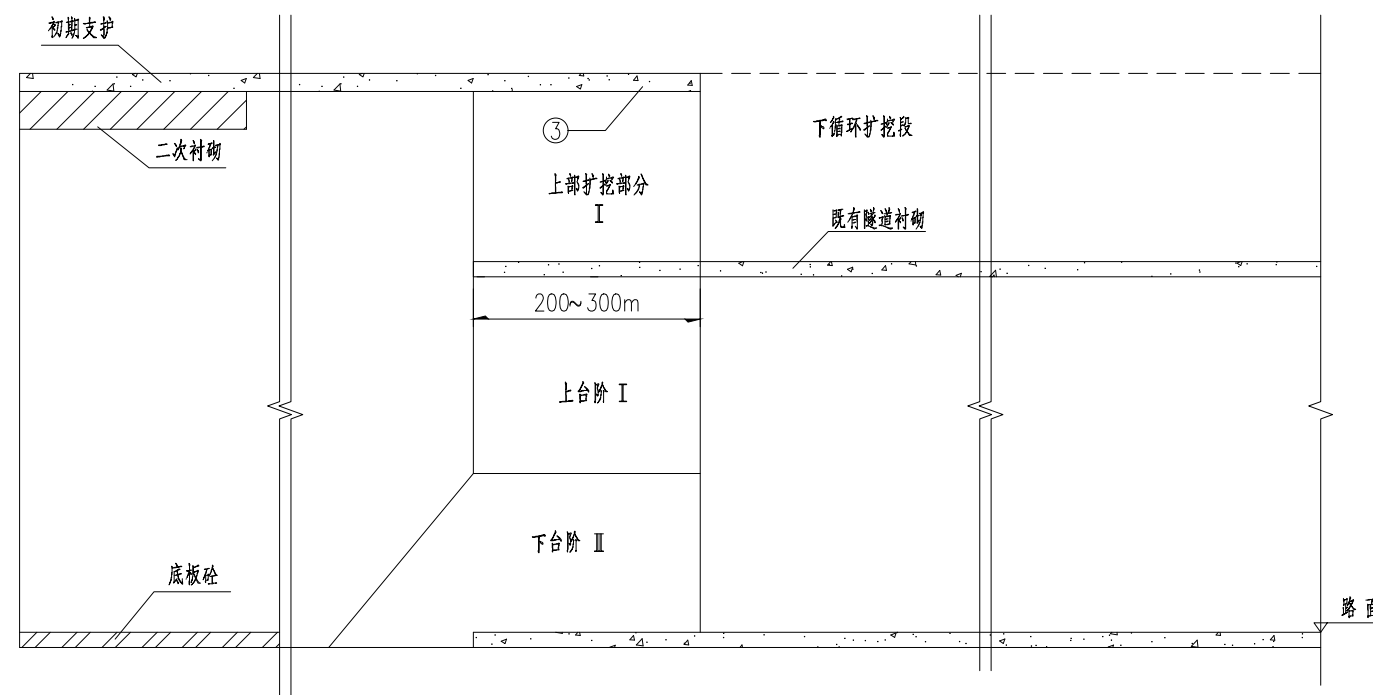
Ⅲ级围岩段施工方案图



Ⅲ级围岩段施工顺序:

- 1、开挖上断面 I 部, 拆除既有隧道拱部衬砌;
- 2、施作上断面初期支护①;
- 3、拆除既有隧道边墙衬砌, 开挖下断面 II;
- 4、施作下断面初期支护③;
- 5、施作底板垫层;
- 6、整体模筑二次衬砌;
- 7、水沟、路面等附属施工。

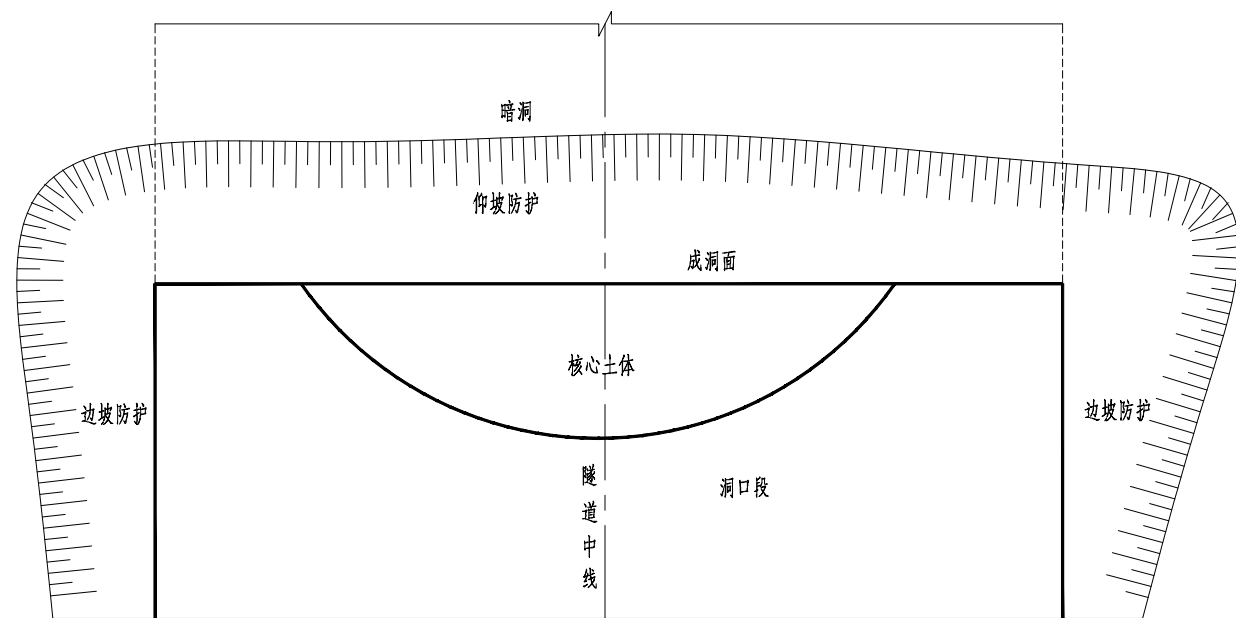
纵向施工示意图



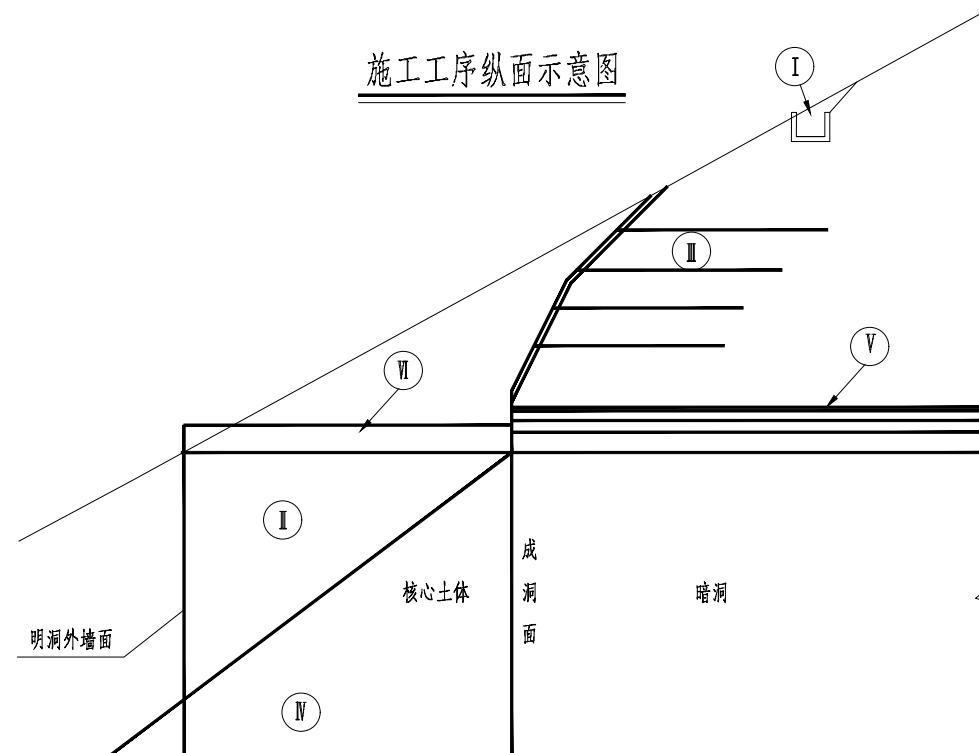
注:

- 1、本图尺寸均以厘米计。
- 2、本图适用于Ⅲ级围岩段, 扩建施工应先上下、先两侧后中间的施工作业顺序。
- 3、既有衬砌应分段拆除, 每次拆除长度不宜大于3.0m, 拆除时应减少对围岩的扰动、不得造成未拆除段掉块和坍塌。
- 4、一般情况下各分部开挖进尺不宜大于3.0m, 各分部开挖掌子面应错开, 错开距离不宜小于3.0m; 实际开挖步距可根据监控量测结果适当调整。
- 5、开挖后应立即施作初期支护, 初期支护强度达到设计规定后, 可进行同一断面位置的其他分部的开挖。
- 6、应严格控制扩挖过程各施工阶段爆破炸药用量, 并进行爆破振动监测和另一幅未扩挖隧道衬砌结构周边变形与位移的实时监控量测; 施工过程中应加强地质跟踪调查等, 做好施工记录, 并及时整理、分析和反馈, 实行动态施工。
- 7、其余未详部分见《公路隧道施工技术规范》(JTG/T 3660)的有关规定。

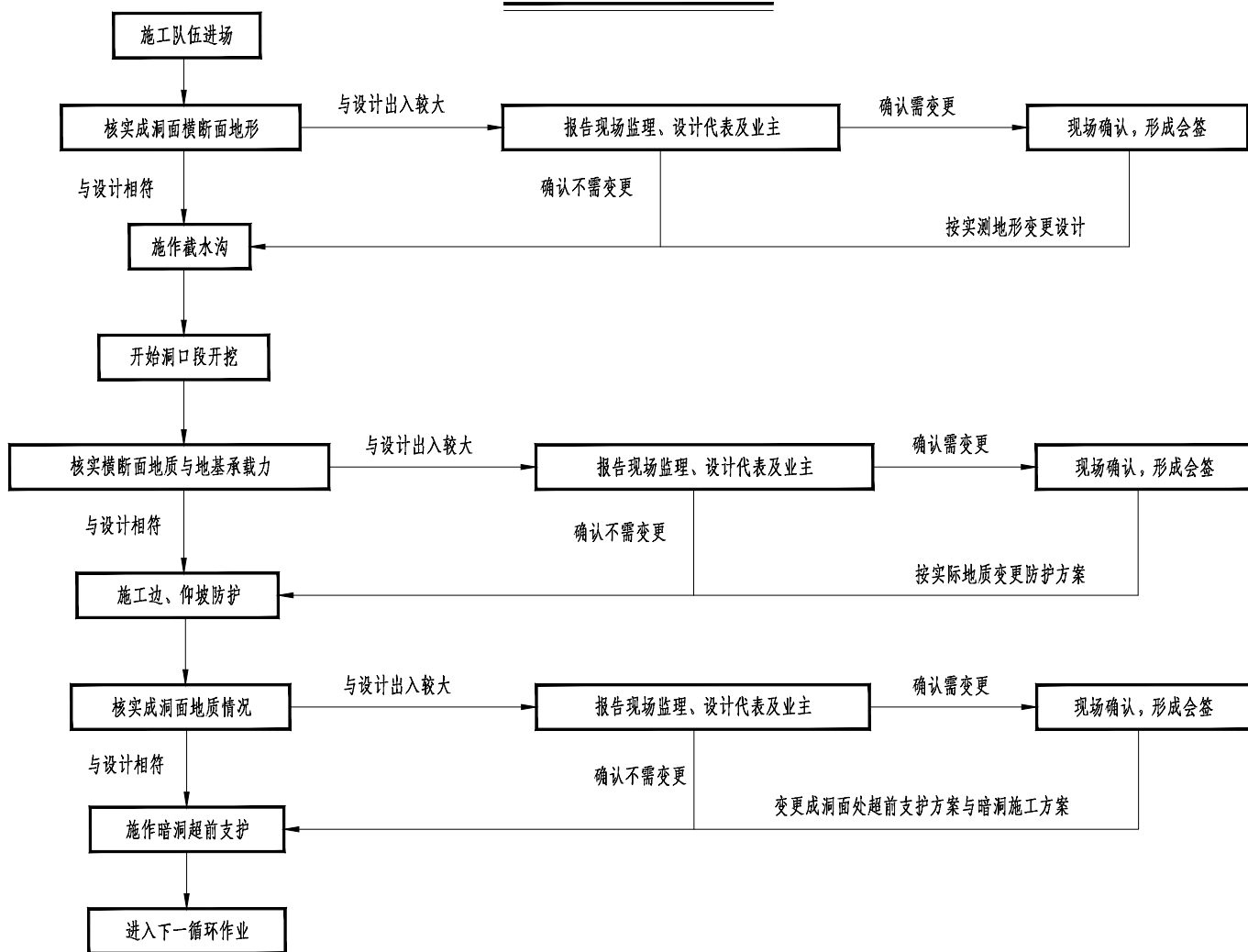
施工工序平面示意图



施工工序纵面示意图



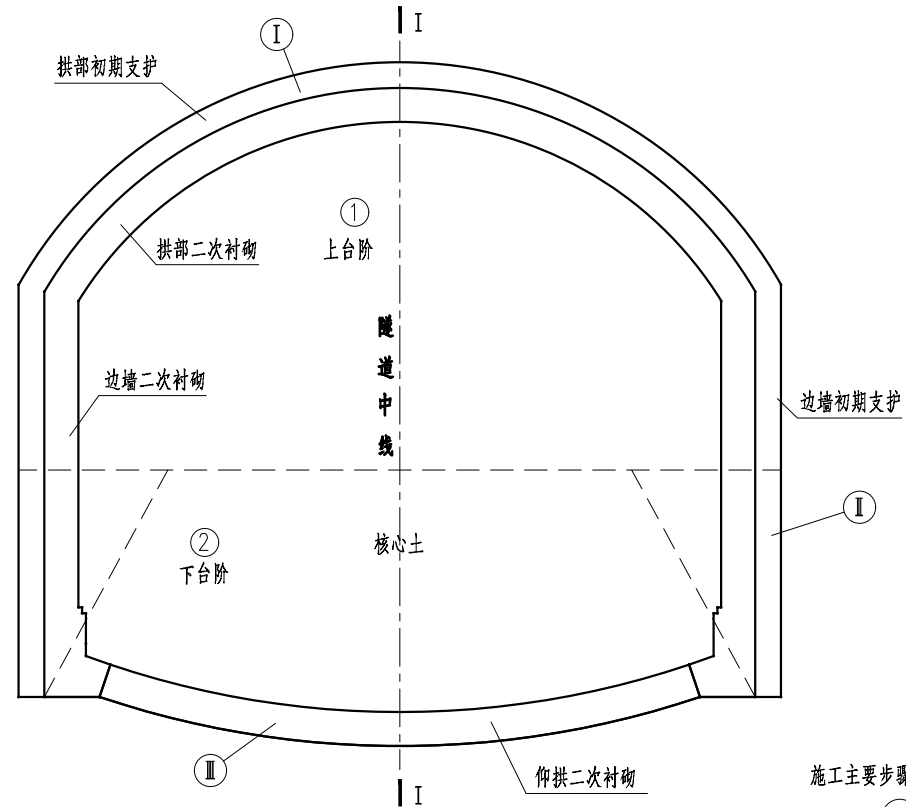
洞口段动态施工流程图



附注:

- 1、洞口段主要施工工序如下：
  - I. 施作洞顶截水沟；
  - II. 洞口段开挖（成洞面要求保留核心土）；
  - III. 施作边坡及仰坡临时防护工程（边开挖边防护）；
  - IV. 非核心土部分开挖至成洞面；
  - V. 开始暗洞的超前支护施工；
  - VI. 施作明洞段衬砌；
  - VII. 施作洞门、回填（筑临时挡墙，回填土至明洞顶）。
- 2、完成以上施工工序后才能进行下一步暗洞开挖。
- 3、洞口边、仰坡的开挖自上而下，需爆破则应采用控制爆破，并及时防护。
- 4、明洞回填应在明洞浇筑并达到设计强度之后进行。
- 5、明洞浇筑时应注意明洞口部外墙面应与洞门墙面相协调。
- 6、洞口段施工中应反复核实地形、地质及地基承载力是否与设计相同，若与设计不符需报告现场监理或业主确认是否需要变更处理。
- 7、施工单位根据洞口实际地形、地质做好洞口施工组织设计，报业主同意后，方可进行洞口施工。

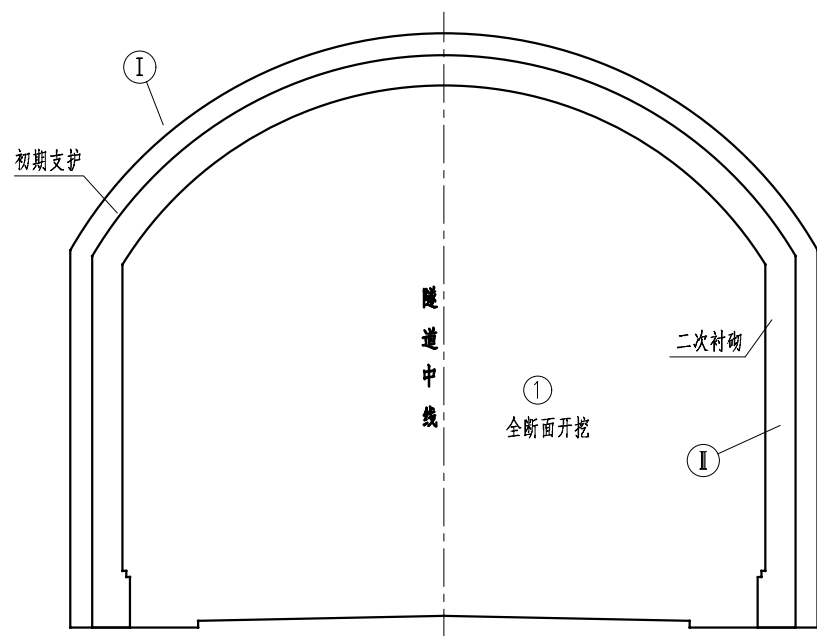
台阶法开挖示意图



施工主要步骤:

- ① 开挖导坑上半断面
- Ⅰ 上导坑拱部初期支护
- ② 开挖导坑下半断面
- Ⅰ 下导坑边墙初期支护
- Ⅱ 下导坑仰拱

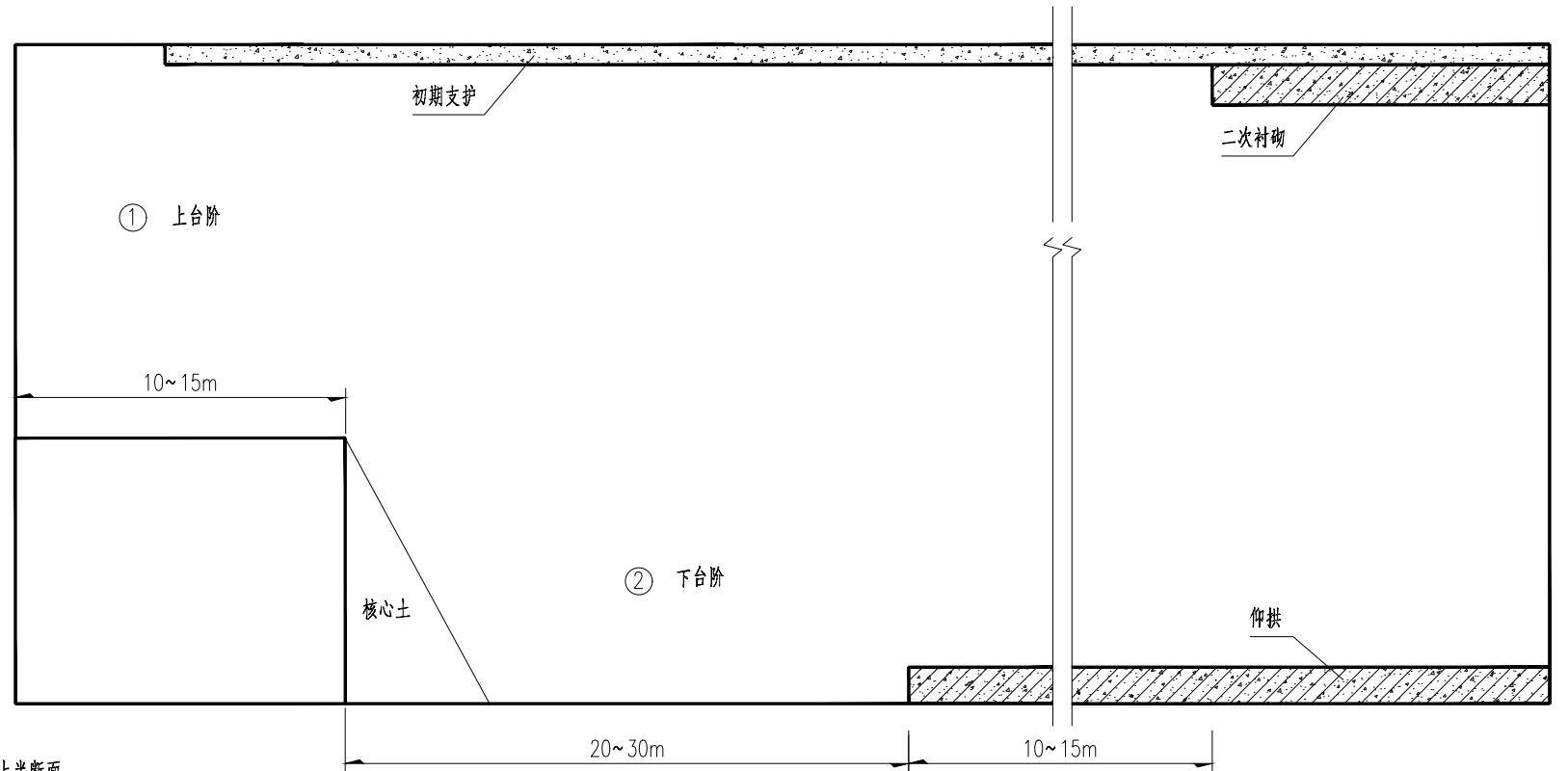
全断面开挖示意图



施工主要步骤:

- ① 全断面开挖
- Ⅰ 拱墙初期支护
- Ⅰ 一次浇筑二次衬砌

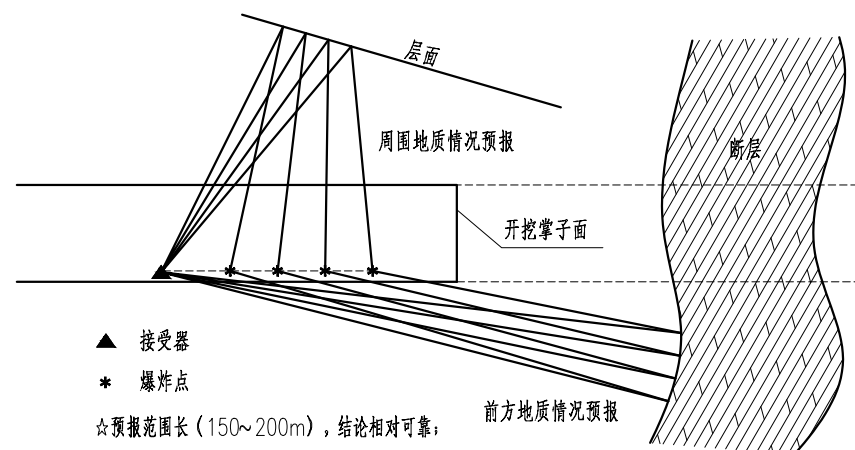
I-I



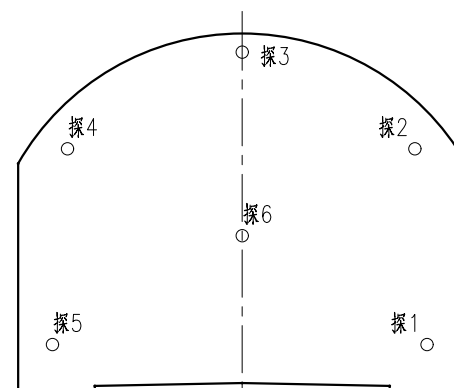
附注:

- 1、隧道开挖必须在超前支护完成后进行。
- 2、完成隧道开挖及初期支护后,应及时进行仰拱二次衬砌和仰拱填充。
- 3、根据监控量测结果确定进行边墙、拱部二次模注砼的浇筑。
- 4、仰拱衬砌、仰拱填充作业及养护时,需要架设临时仰拱钢栈桥,以保障施工顺利进行,仰拱严禁左右分幅施做,仰拱及仰拱填充应分别施做,严禁一次浇筑。
- 5、V、IV级围岩采用一般台阶法,台阶长度10~15m,一般开挖进尺为1.5~2.5m。
- 6、III级围岩段可采用全断面法开挖。
- 7、施工注意事项:
  - ①、在上部断面初期支护基本稳定后,才能进行下半断面开挖。
  - ②、要认真加固拱脚、施作锁脚锚杆,若拱脚处围岩软弱破碎时,需采取必要的注浆加固措施,确保拱脚的稳定。
  - ③、如遇地下水,先喷射混凝土封闭开挖面,然后打孔、插PVC管引排,再注浆适当封堵。
  - ④、量测工作必须及时,以观察拱顶、拱脚和边墙中部的位移值,二次衬砌的施作应满足下列要求:  
水平收敛速率小于0.2mm/d或拱顶位移速率小于0.15mm/d; 施做二次衬砌前的收敛量已达总收敛量的80%以上。
  - ⑤、在初期支护封闭成环且基本稳定的条件下,铺设复合防水卷材,最后全断面模筑二次衬砌,并注意有关预埋件的放置。
  - ⑥、当开挖揭示围岩级别划分与实际不符时,应及时改变设计参数与施工程序。

### TSP/TGP超前地质预报系统

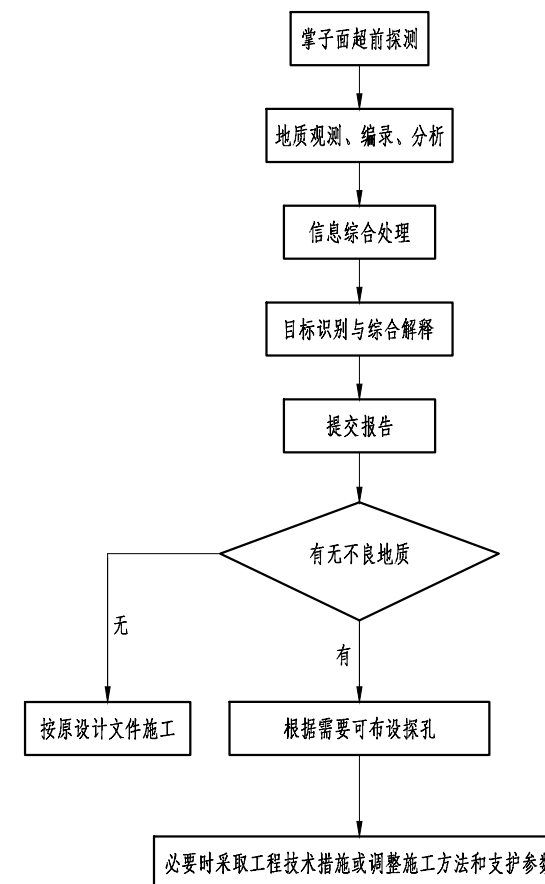


### 超前探孔

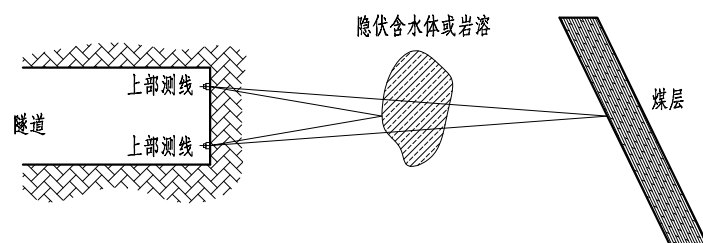
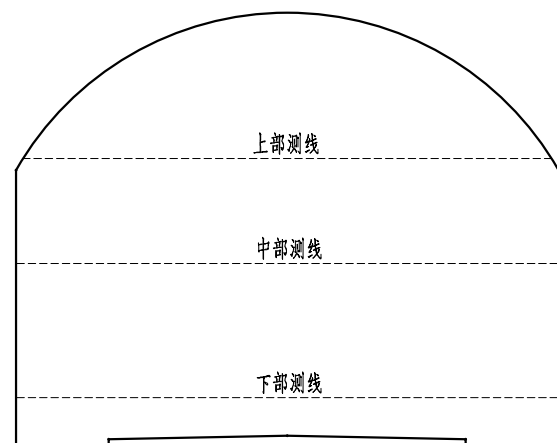


- △ 探孔全断面布设6个;
  - △ 探孔长30~50m;
  - △ 探孔采用Φ110mm孔径;
  - △ 探2、4、6号孔取芯。
- ☆ 对其它预测方法不良地质体的最后确认;
  - ☆ 可以获得地层、岩性、节理裂隙等特征;
  - ☆ 直接有效的探水方法;
  - ☆ 结论直观、可靠;
  - ☆ 成本高、施工干扰大。
  - ☆ 岩溶及地下水强烈发育地段采用。

### 施工流程示意图



### 地质雷达测线布置与原理



### 超前地质预报方式表

预报类型	超前地质预报等级			备注
	C1	C1	C1	
地质填充分析	✓	✓	✓	
远距物探	✓	✓	✓	TSP/TGP仪器
近距离物探	必要时	✓	✓	地质雷达、瞬变电磁仪等
超深炮孔	必要时	✓	✓	钻孔同一般的爆破孔
钻孔验证	必要时	必要时	✓	Φ110钻孔(必要时取芯)

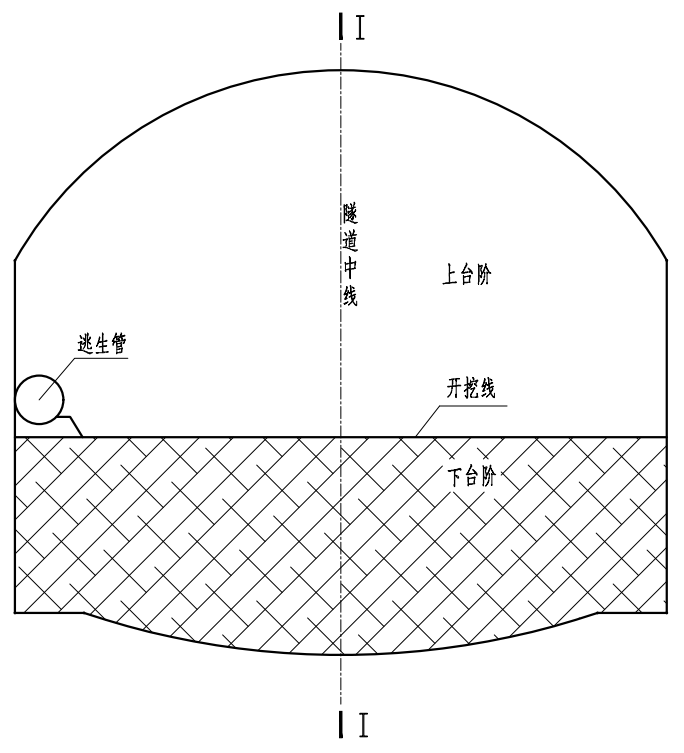
注:

- 超前地质预报指导思想: 以工程地质综合分析为核心, 坚持粗查与精查相结合, 物探与钻探相结合的原则, 并结合前期地勘成果及地质调查资料综合判定。
- 超前地质预报应由经验丰富的专业人员实施, 物探探测建议采用TSP/TGP、地质雷达等探测方法, 根据隧道工程地质条件及各种探测方法的优缺点, 各种方法配合使用。
- 超前地质预报分三个等级:
  - C1: 适用于工程地质条件简单的一般地段, 根据地勘成果一般不存在大的不良地质问题;
  - C2: 适用于不良地质较发育的地层, 如一般岩溶地层, 根据地勘成果, 该段落可能存在涌水、局部挤压破碎带等不良地质;
  - C3: 适用于重大不良地质较发育的地层, 主要是勘察已标明的不良地质体。如断层破碎带等进行进一步确认, 以便准确查明不良地质体的规模和空间方位, 为合理制定应对措施提供必要的基础资料, 防患于未然, 保证施工安全。

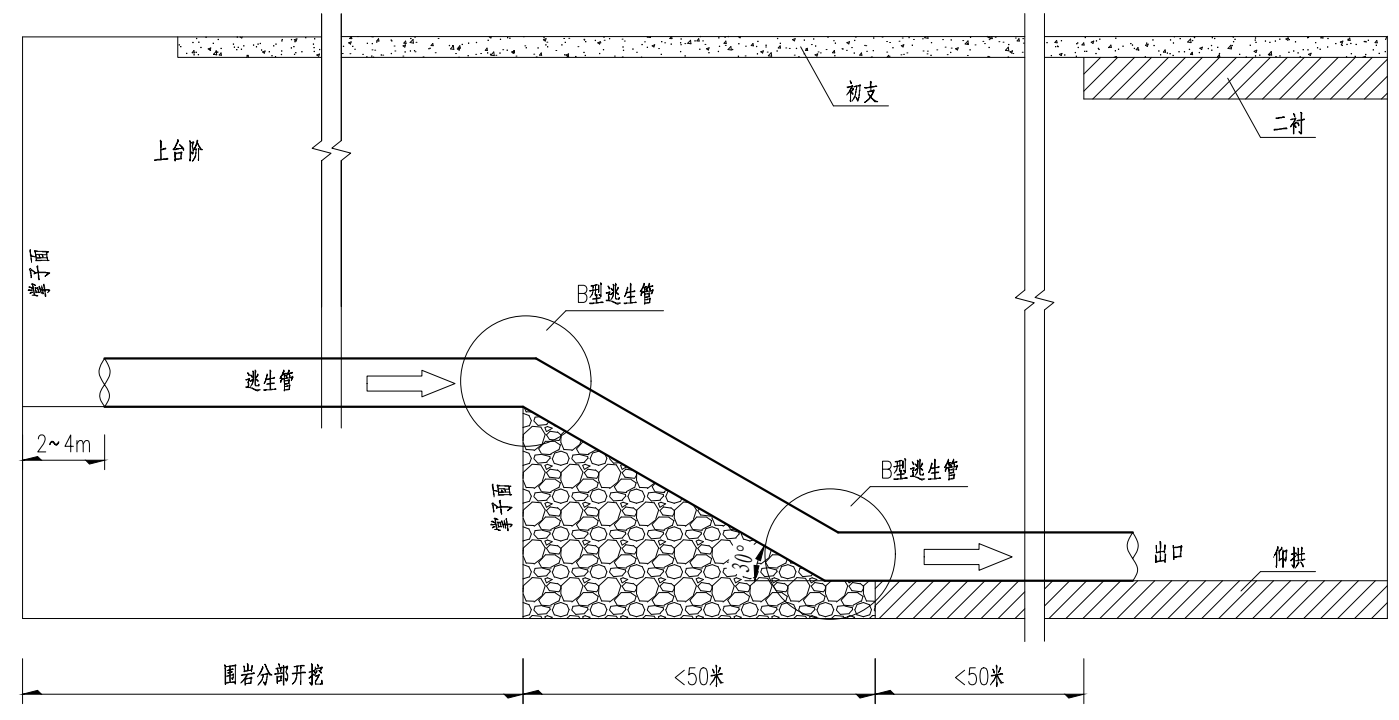
### 4、超前地质预报工作顺序:

- 隧道开挖爆破后立即进行地质调查并进行地质素描, 一般地段每10m记录一次, 地质发生变化时, 增加素描。
  - 利用TSP/TGP每隔100m左右探测一次, 粗略掌握掌子面前方不良地质分布情况。
  - 然后利用地质雷达或瞬变电磁仪在接近不良地质30m左右时探测一次, 进一步核实不良地质的分布情况。
  - 若物探方法初步判定前方有不良地质体, 当掌子面接近不良地质体20m左右时, 采用超深炮孔进行验证。当掌子面接近不良地质体10m左右时, 应钻孔验证。
  - 根据物探探测结果, 并结合前期地勘成果及地质调查资料, 综合判定不良地质体的范围与程度。
- 5、超前地质预报主要内容应包括: 节理密集带、软弱夹层及断层破碎带的位置与产状; 煤层及其他特殊岩土的分布情况; 岩溶、采空区及瓦斯发育情况; 富水断层、富水地层及富水溶洞的发育情况, 且超前地质预报可以用以校核围岩分级和围岩物理力学参数。

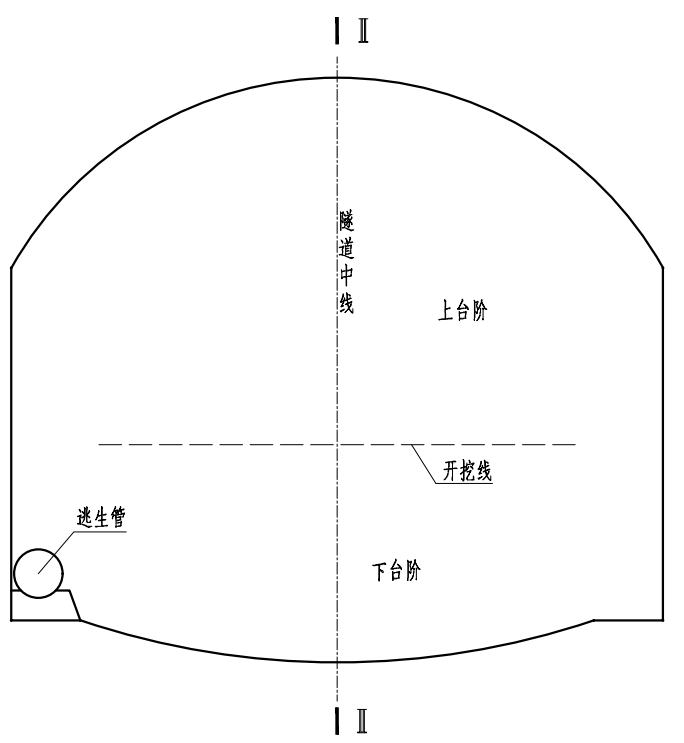
上台阶施工逃生管布置示意图



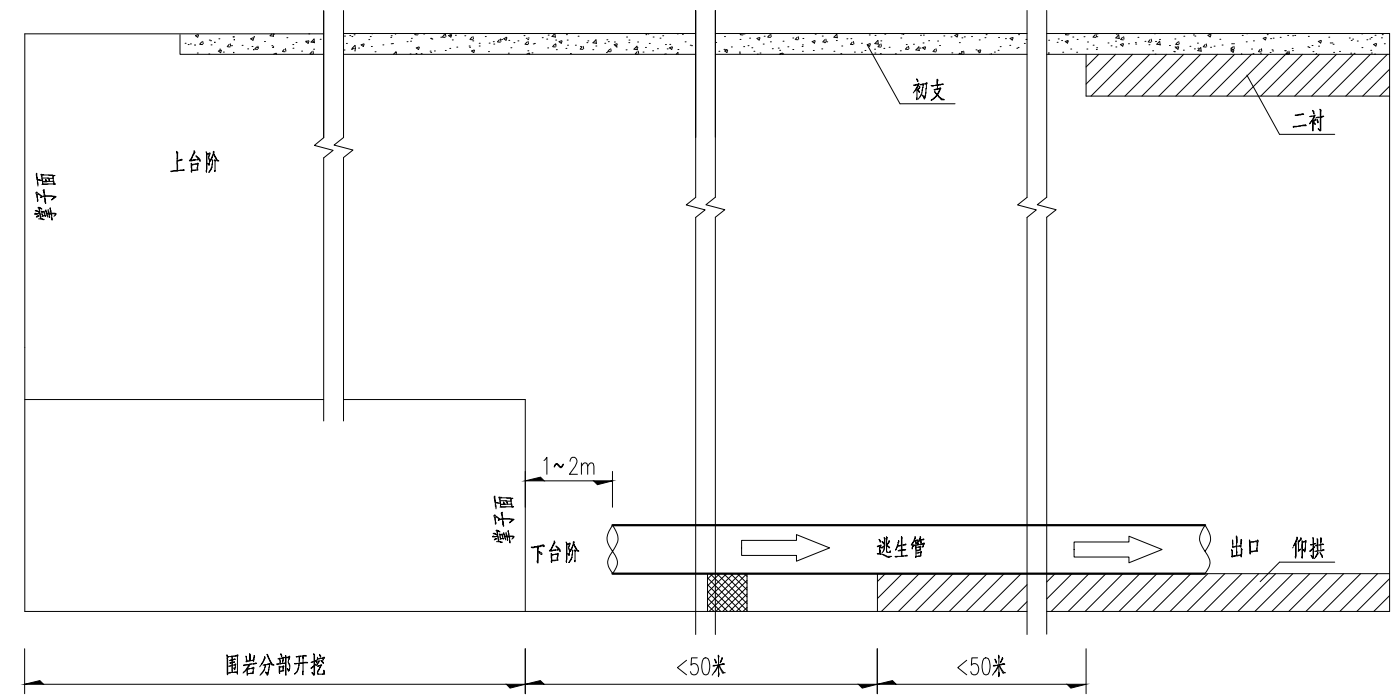
I-I



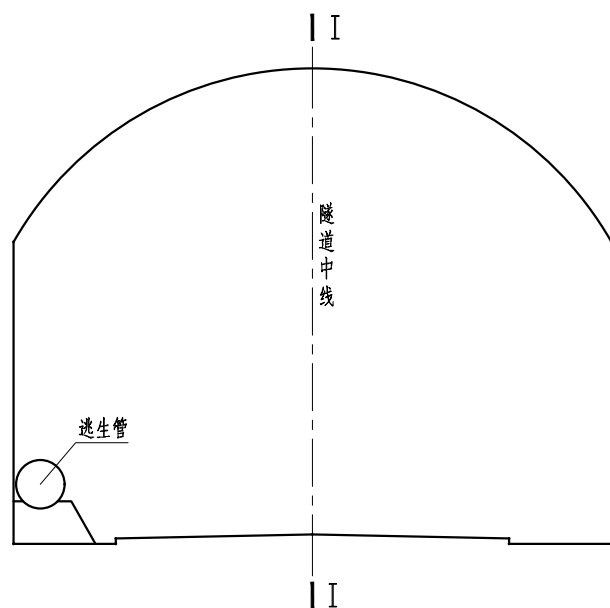
下台阶施工逃生管布置示意图



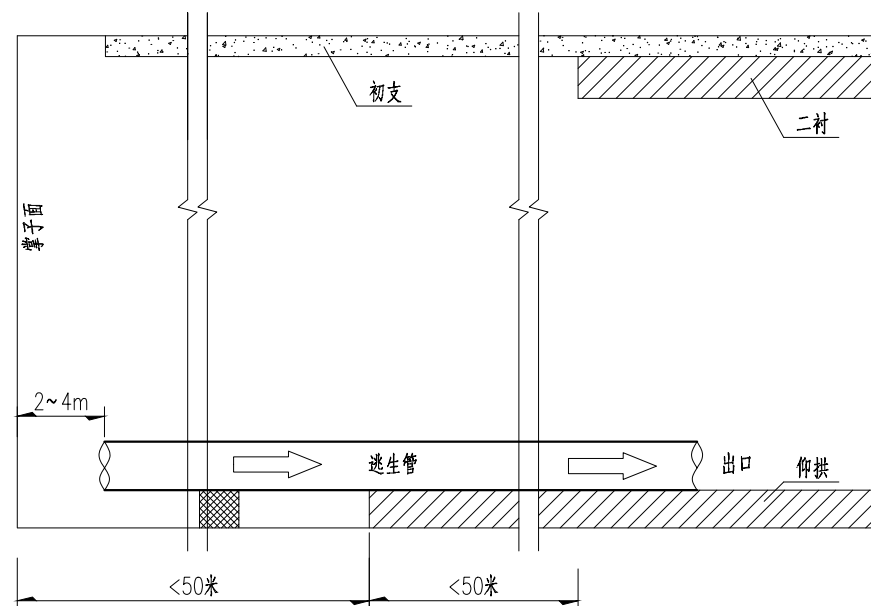
II-II



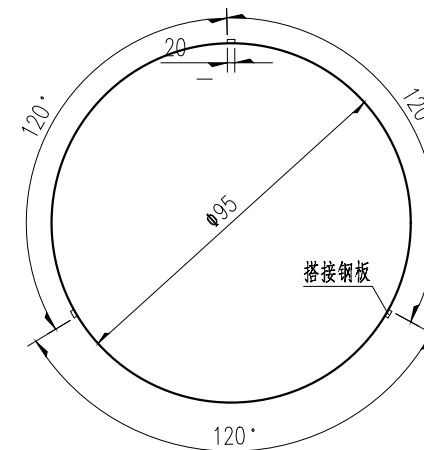
全断面施工逃生管布置示意图



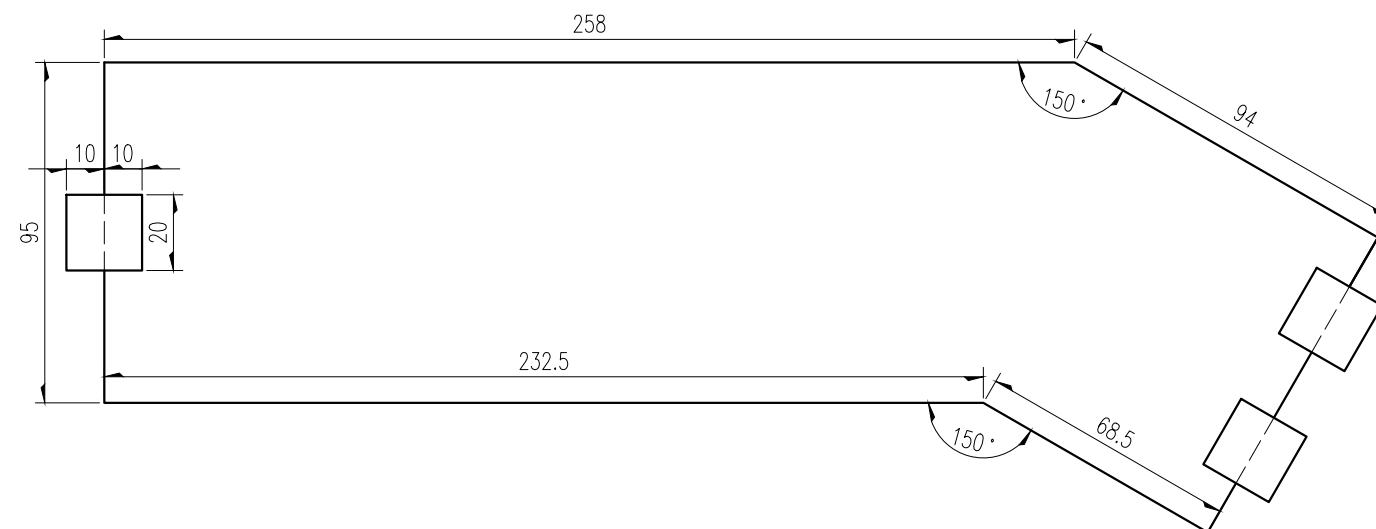
I-I



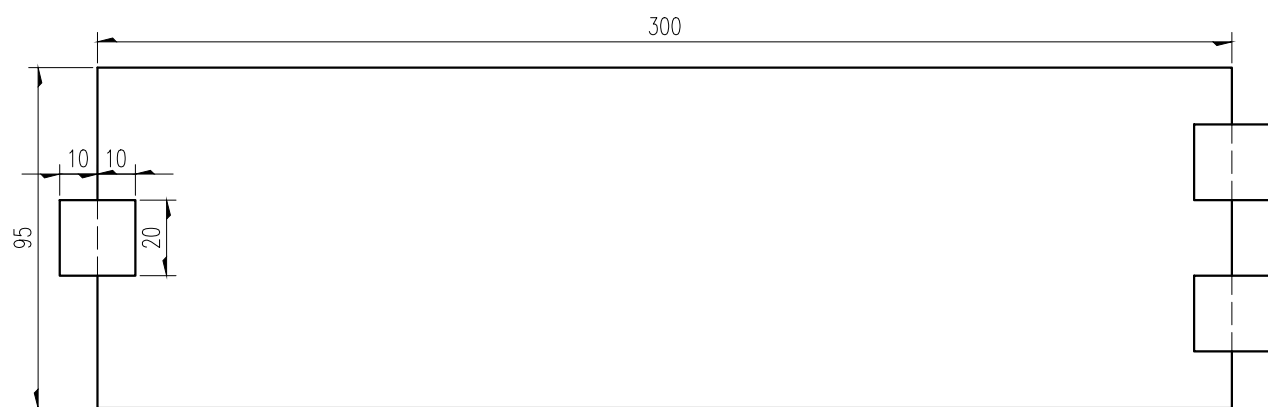
单节逃生管横断面图



B型逃生管纵断面示意图



A型逃生管纵断面示意图



注:

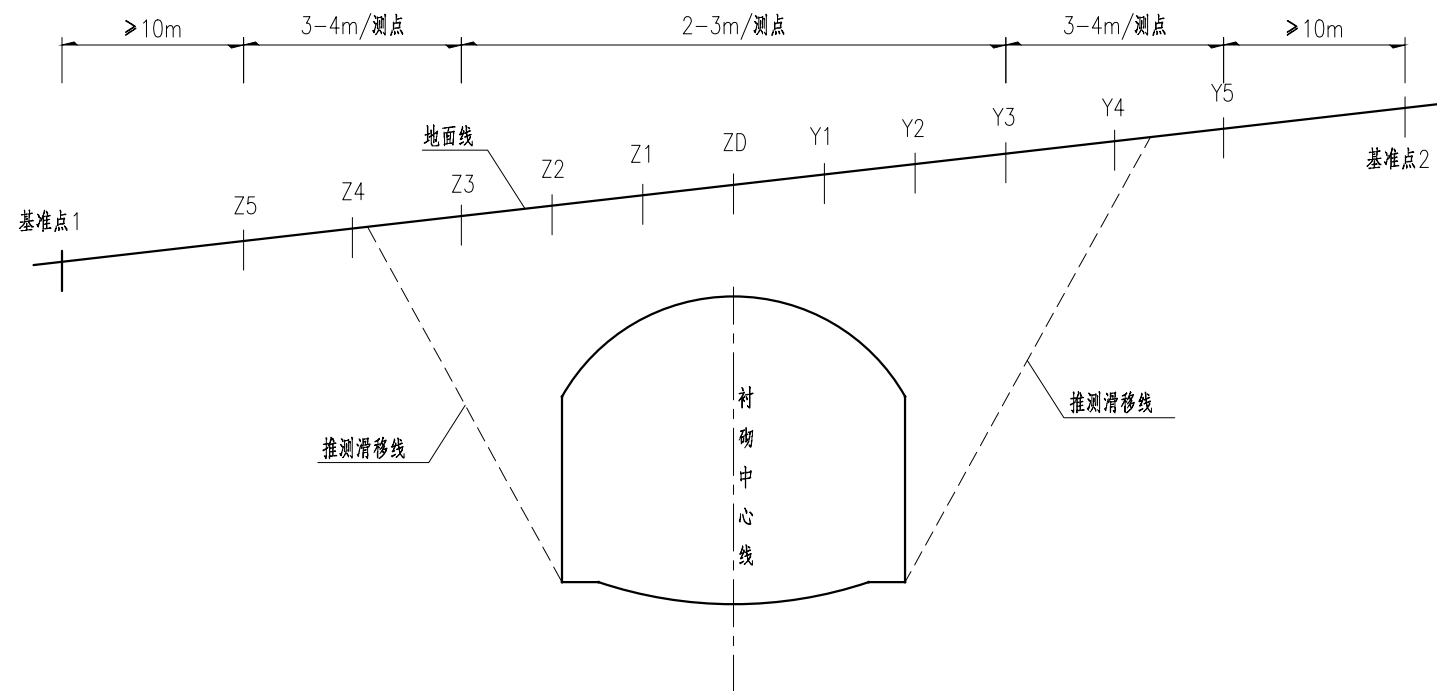
- 1、本图尺寸均以厘米计;
- 2、每道逃生管长150m,  $\Phi 950\text{mm}$ , 壁厚10mm;
- 3、在每节逃生管的端部焊接长为20cm的搭接钢板, 两端搭接钢板需错位焊接。
- 4、上台阶施工时的逃生管为两节B型逃生管和48节A型逃生管; 下台阶逃生管及全断面开挖时的逃生管为50节A型逃生管。

说明:

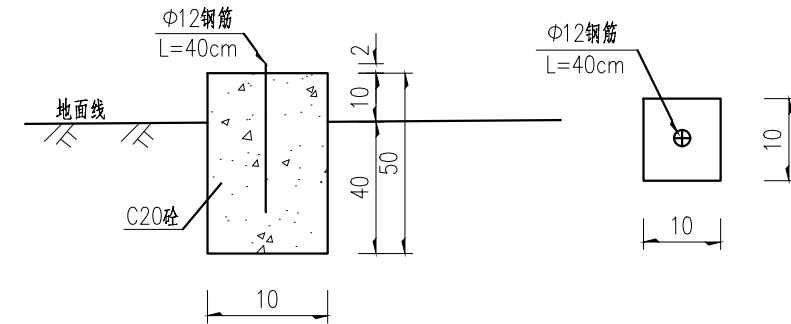
根据以往的经验教训, 当隧道内掌子面后方发生塌方等事故时容易造成施工人员被困洞内的情况; 为保证被困人员的安全, 快速、有效的实施救援, 最大限度的减小事故损失, 在隧道施工阶段应考虑相关工程措施及准备相关救援设施、设备。相关措施如下:

- (1) 隧道施工应规范, 严格执行相关规范、规程, 尽量避免安全事故的发生;
- (2) 在靠近掌子面处设置150m ( $\Phi 950\text{mm}$ , 壁厚10mm)长的逃生管, 在隧道内塌方时可作为被困人员的逃生通道;
- (3) 靠近掌子面长期保持拥有对讲机, 施工照明采用UPS供电照明;
- (4) 洞外准备临时钢架、木材、钻机、抽水机具等设施;
- (5) 施工单位应根据实际情况进行必要的防灾、救援演练, 以有效应对突发情况。

地表沉降测点布置示意图



控制桩大样



地表下沉量测断面纵向间距

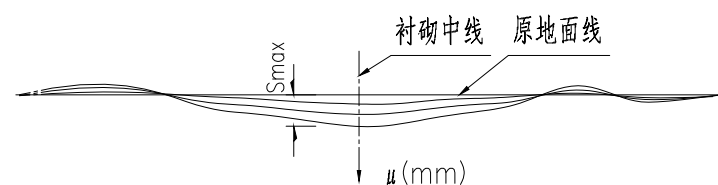
隧道埋深	纵向测点间距(m)	备注
$H > 2.5B$	视情况布设置量测断面	
$B < H < 2.5B$	10~20	
$H < B$	5~10	

注：B——隧道开挖宽度；H——隧道埋深。

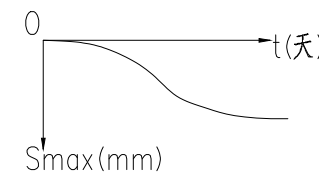
附注：

- 1、本图尺寸除注明者外均以厘米计。
- 2、隧道洞口浅埋偏压段、洞身浅埋段或有特殊要求的段落应该进行地表下沉监控量测，应在开挖工作面距离测量断面三倍隧道开挖宽度以前布设测点。
- 3、地表下沉量测应在开挖工作面距离测点不小于隧道埋深与开挖高度之和处开始，直到衬砌结构封闭，下沉基本停止时为止。
- 4、地表下沉量测宜与洞内周边位移和拱顶下沉量测布置在同一个横断面内。
- 5、地表下沉量测横向测点一般布置在4~6倍洞室宽范围，测点横向布置间距范围为2~5m，布置7~11个测点，隧道中线附近稍密，远离隧道中线处稍疏。
- 6、地表下沉量测用高精度全站仪及精密水准仪进行量测，量测精度为±1mm。
- 7、量测数据的整理：

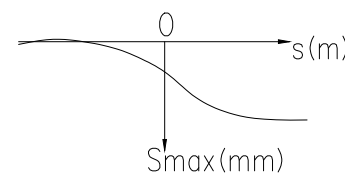
(1)绘制每一横断面沉降槽随时间的变化关系图。



(2)绘制每一横断面最大沉降量随时间的变化关系图。



(3)绘制每一横断面最大沉降量与开挖面距离关系图。



8、对横断面、纵断面沉降槽垂直位移进行回归分析，根据隧道顶部地表沉降及拱顶沉降值对土体内部垂直位移进行回归分析，根据回归分析数据求出每一断面沉降稳定值。

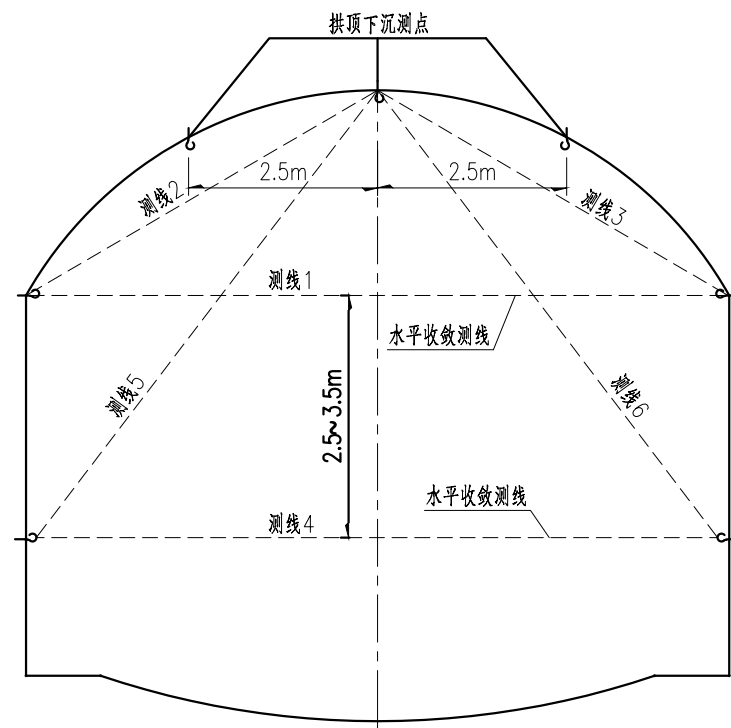
9、在整理资料时，若发现地表位移量过大或下沉速度无稳定趋势时，对下部结构应采取补强措施：

- (1)增加喷混凝土厚度，或加长加密锚杆，或加挂更紧凑更粗的钢筋网。
- (2)提前施作二次衬砌，要求通过反分析较核二次衬砌强度。
- (3)提前施作仰拱。

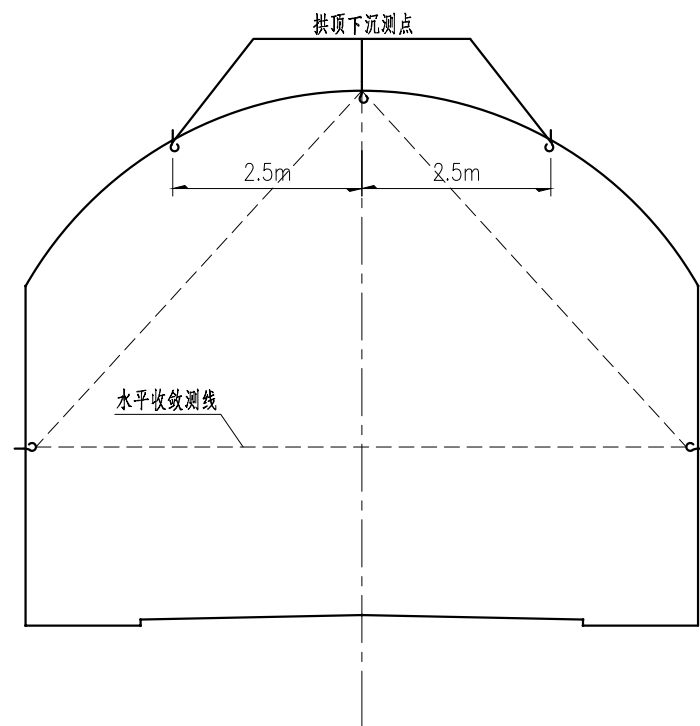
10、在整理资料时，若发现地表下沉速度具有稳定趋势时，可据此求出隧道结构初期支护及二次衬砌上的最终荷载，以便对结构的安全度作出正确的判断。

11、若经过对地表及隧道内的量测数据联合反分析后，发现初期支护或二次衬砌结构安全系数较大，在经过设计人员同意后，可对下一段与此地质类型相近的支护参数作适当调整。

台阶法开挖测点示意图



全断面法开挖测点示意图



隧道现场监控量测必测项目

项目名称	方法及工具	布置	测量精度	量测间隔时间			
				1天~15天	16天~1月	1月~3月	3月以后
洞内、外观察	现场观测、地质罗盘等	开挖后及初期支护后进行	—	—			
周边位移	各种类型收敛计、全站仪或其他非接触量测仪器	每5~100m一个断面，每断面2~3对测点	0.5mm(预留变形量>30mm时);	1~2次/天	1次/2天	1~2次/周	1~3次/月
拱顶下沉	水准仪、钢钎尺、全站仪或其他非接触量测仪器	每5~100m一个断面	1mm(预留变形量>30mm时)	1~2次/天	1次/2天	1~2次/周	1~3次/月
地表下沉	水准仪、钢钎尺、全站仪	洞口段、浅埋段(H<2.5B)，布置不少于2个断面，每断面不少于3个测点	0.5mm	开挖面距量测断面前后<2.5B时，1~2次/天；开挖面距量测断面前后<5B时，1次/(2~3)天；开挖面距量测断面前后>5B时，1次/(3~7)天。			
拱脚下沉	水准仪、钢钎尺、全站仪	富水软弱破碎围岩、流沙、软岩大变形、含水黄土、膨胀岩土等不良地质和特殊性岩土段	0.5mm	仰拱施工前，1~2次/天。			

注：B—隧道开挖宽度；H—隧道埋深。

隧道周边允许相对收敛值

允许相对收敛(%)	埋深(m)		
	<50	50~300	>300
V	0.20~0.80	0.60~1.60	1.00~3.00
IV	0.15~0.50	0.40~1.20	0.80~2.00
III	0.10~0.30	0.20~0.50	0.40~1.20

周边位移量测断面间距和每量测断面测线数

地段 围岩级别	断面间距(m)	洞身一般段	主洞特殊段落	
			洞口段	埋深小于2B
V	5~10	1条水平测线加2条斜测线	6条测线	6条测线
IV	10~30	2条水平测线	4~6条测线	4~6条测线
III	30~50	1条水平测线	—	6条测线

注：B为隧道开挖宽度

附注：

- 1、现场监控量测是新奥法隧道设计与施工的重要组成部分，它不仅能指导施工，预报险情，确保安全，而且通过现场量测获得围岩与支护结构的变形和工作状态信息(数据)，为优化结构设计、支护参数和施工工艺提供信息依据，为二次衬砌提出合理的施作时间，还能为隧道工程设计与施工积累资料，为今后的设计和施工提供类比依据，因此施工中必须按照《公路隧道施工技术规范》(JTG/T 3660-2020)及相关规范的要求做好监控量测工作。
- 2、监控量测分为必测项目和选测项目，必测项目在工程中必须按照一定频率进行量测，选测内容根据工程需要、围岩条件或业主要求等进行量测。
- 3、在施工初期阶段、地质条件较差地段、或者变形和位移速率较大时，应适当增加量测断面和量测频率。
- 4、在监控量测中若发现变形量较大或变形速率无收敛趋势时，应及时将量测信息反馈给设计，以便优化支护参数和采取补强措施，若经过各种量测数据联合进行反分析，发现初期支护或二次衬砌安全系数较大时，经设计人员同意后可对下一阶段相同地质条件下的支护参数进行适当调整。
- 5、量测元件安装时，量测断面应尽量靠近开挖面，与开挖面的距离应小于一次开挖进尺，且初始读数应在爆破后24小时内、下次爆破前完成。
- 6、根据量测资料可得出位移-时间曲线、位移速度-时间曲线，对量测资料进行回归分析，得出回归位移-时间曲线，当水平收敛位移速度为0.1~0.2mm/d、拱顶位移速度为0.1mm/d以下时，一般可认为围岩已基本稳定，此时可施作二次衬砌浇筑混凝土。
- 7、在施工初期，隧道初期支护按设计参数施作，经过一段时间量测得到可靠的监控量测资料后，可根据分析结果对施工方法、设计初期支护和二次衬砌参数等进行必要调整。
- 8、未尽事宜按《公路隧道施工技术规范》(JTG/T 3660-2020)及《公路工程施工安全技术规范》(JTG F90-2015)办理。

### 隧道现场监控量测选测项目

项目名称	方法及工具	布置	测量精度	量测间隔时间				
				1天~15天	16天~1月	1月~3月	3月以后	
选测项目	钢架内力及外力	支柱压力计或其它测力计	每个代表性地段1~2个断面, 每断面钢架内力3~7个测点, 或外力1对测力计	0.1MPa	1~2次/天	1次/2天	1~2次/周	1~3次/月
	围岩内部位移(洞内设点)	洞内钻孔中安装单点、多点杆式或钢丝式位移计	每个代表性地段1~2个断面, 每个断面3~7个钻孔	0.1mm	1~2次/天	1次/2天	1~2次/周	1~3次/月
	围岩内部位移(地表设点)	地面钻孔中安装各类位移计	每个代表性地段1~2个断面, 每个断面3~5个钻孔	0.1mm	同地表下沉要求			
	围岩压力	各种类型岩土压力盒	每个代表性地段1~2个断面, 每个断面3~7个测点	0.01MPa	1~2次/天	1次/2天	1~2次/周	1~3次/月
	两层支护间压力	压力盒	每个代表性地段1~2个断面, 每个断面3~7个测点	0.01MPa	1~2次/天	1次/2天	1~2次/周	1~3次/月
	锚杆轴力	钢筋计、锚杆测力计	每个代表性地段1~2个断面, 每个断面3~7根锚杆(索), 每根锚杆2~4个测点	0.01MPa	1~2次/天	1次/2天	1~2次/周	1~3次/月
	支护、衬砌内应力	各类混凝土内应变计及表面应力解除法	每个代表性地段1~2个断面, 每个断面3~7个测点	0.01MPa	1~2次/天	1次/2天	1~2次/周	1~3次/月
	围岩弹性波的速度	各种声波仪及配套探头	在有代表性地段设置	—	—			
	爆破振动	测振及配套传感器	邻近建(构)筑物	—	随爆破进行			
	渗水压力、水流量	渗压计、流量计	—	0.01MPa	—			
	地表下沉	水准测量的方法, 水准仪、铟钢尺等	有特殊要求段落	0.5mm	开挖面距量测断面前后<2.5B时, 1~2次/天; 开挖面距量测断面前后<5B时, 1次/(2~3)天; 开挖面距量测断面前后>5B时, 1次/(3~7)天			
	地表水平位移	经纬仪、全站仪	有可能发生滑移的洞口段高边坡	0.5mm	—			

注: B——隧道开挖宽度; h——隧道埋深。

### 位移速率施工管理

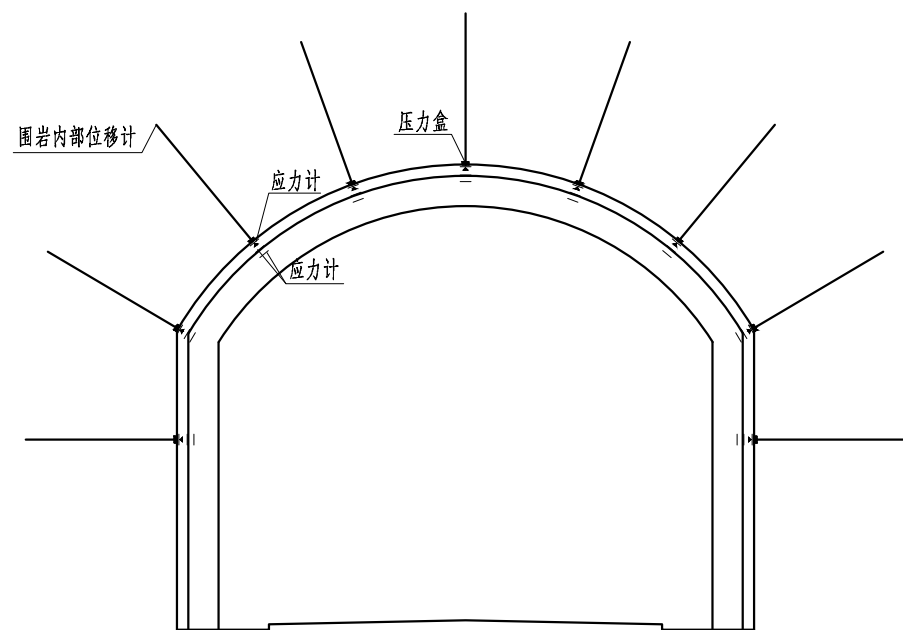
位移速率 (mm/d)	施工状态
<0.2	围岩稳定, 可以正常施工
1~0.2	围岩处于缓慢变形阶段
>1	围岩处于快速变形阶段, 密切关注围岩动态, 加强量测

### 位移时态曲线施工管理

管理位移加速度	时态曲线	施工状态
$d^2u/dt^2 < 0$	逐渐趋于平缓	围岩稳定, 可以正常施工
$d^2u/dt^2 \approx 0$	直线上升	围岩变形急剧增长, 无稳定趋势, 应加强支护, 必要时暂停掘进
$d^2u/dt^2 > 0$	出现反弯点	围岩处于不稳定状态, 立即停止掘进, 采取特殊措施

注: u为单次实测位移值; t为单次量测时间间隔。

### 选测项目测点布置方法



### 位移量测数据管理等级

管理等级	管理位移值	施工状态
II	$U < U_n/3$	围岩稳定, 可以正常施工
I	$U_n/3 < U < 2U_n/3$	围岩变形偏大, 密切注意围岩动态, 加强量测, 应加强支护
I	$U > 2U_n/3$	围岩变形很大, 立即停止掘进, 应采取特殊的措施

注: U为是实测位移值;  $U_n$ 为最大允许位移值。

附注:

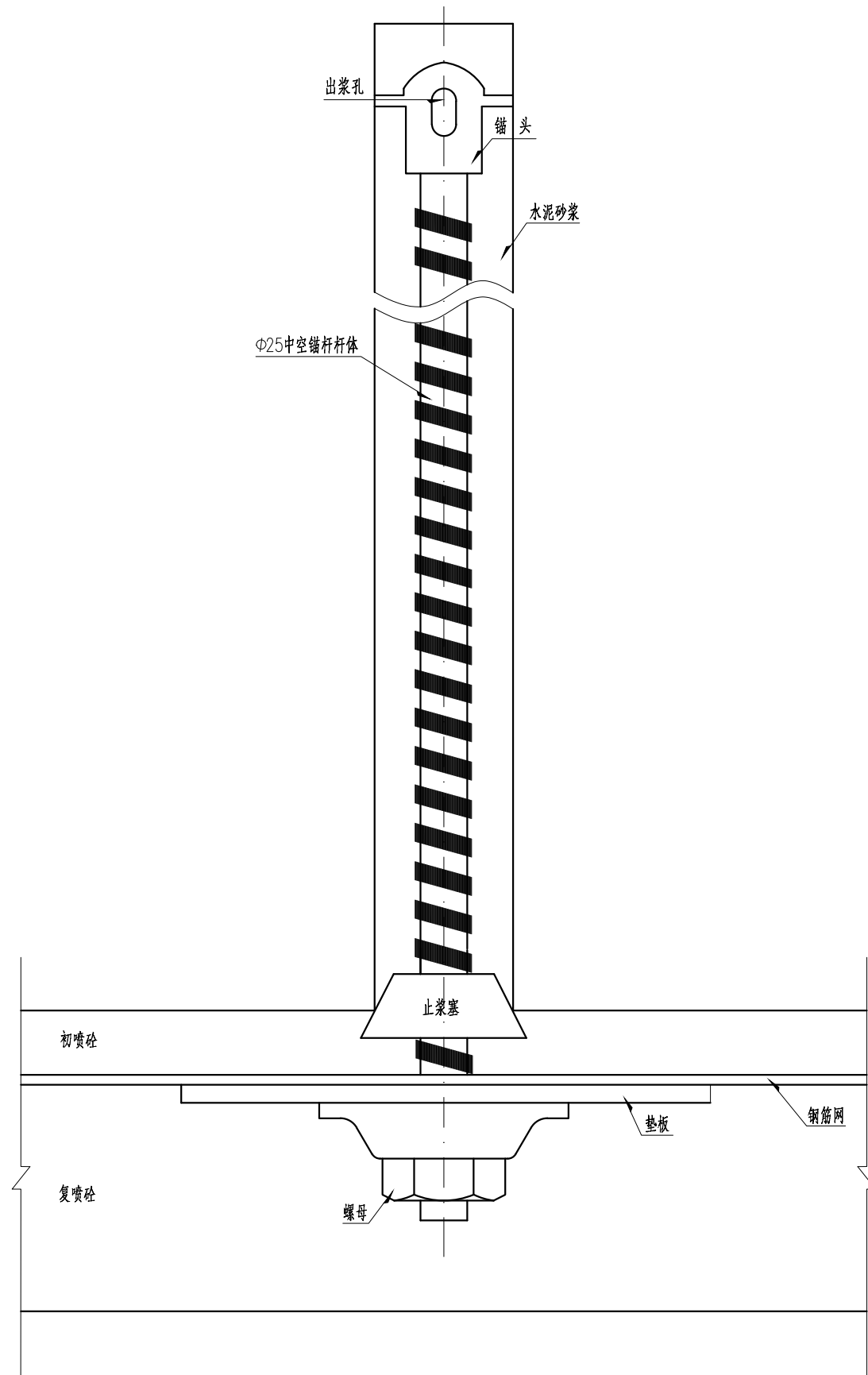
#### (一)量测资料整理

- 1、原始记录表(包括断面编号、测点设置时间、施工情况)及实际测点布置图。
- 2、绘制位移随时间变化的曲线——时态曲线。
- 3、绘制位移随开挖面距离变化的曲线——空间曲线。
- 4、绘制位移速度、位移加速度随时间及开挖面距离的变化图。

#### (二)量测数据应用

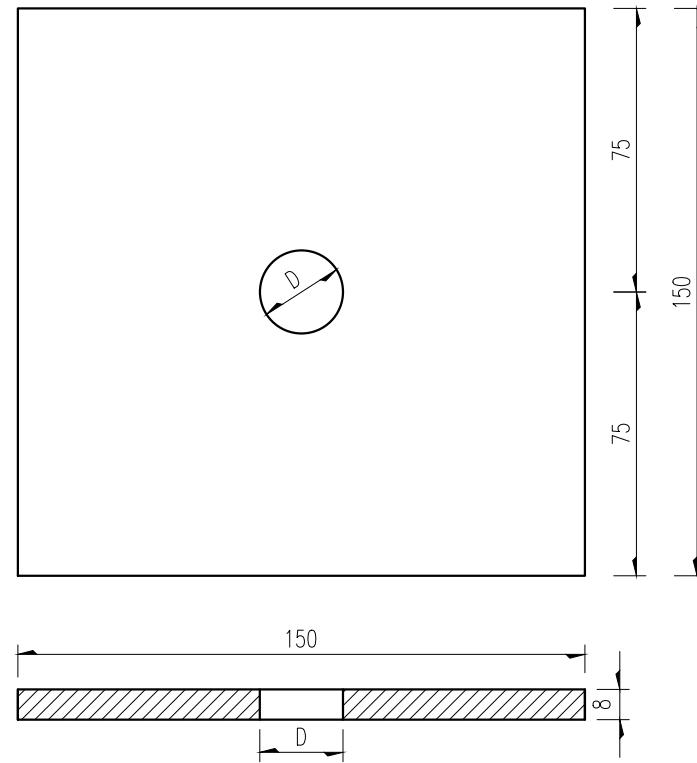
- 1、根据最大位移值进行施工管理
- 2、根据位移速率进行施工管理
- 3、根据位移时态曲线进行施工管理
- 4、深埋段二次衬砌施作条件
  - a.各测试项目的位移速率明显收敛, 围岩基本稳定。
  - b.已产生的各项位移已达预计总位移量的80%~90%。
  - c.周边位移速率小于0.1~0.2mm/d, 或拱顶下沉速率小于0.1mm/d。
  - d.初期支护表面无再发展的明显裂缝。
 当不满足上述条件, 围岩变化无收敛趋势时, 必须采取措施, 使初支支护基本稳定后, 才可施作二次衬砌, 或根据要求采用加强型衬砌及时施工。

Φ25中空注浆锚杆构造示意图



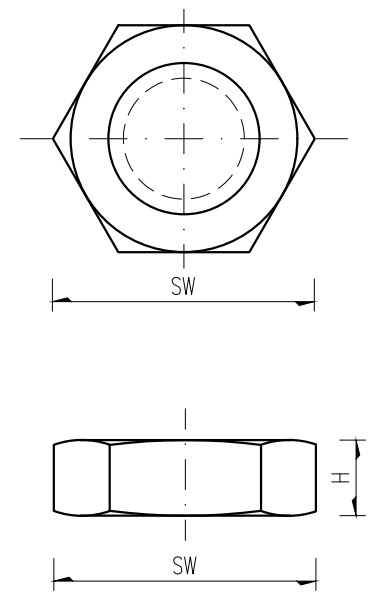
垫板大样图

示意



螺母大样图

示意



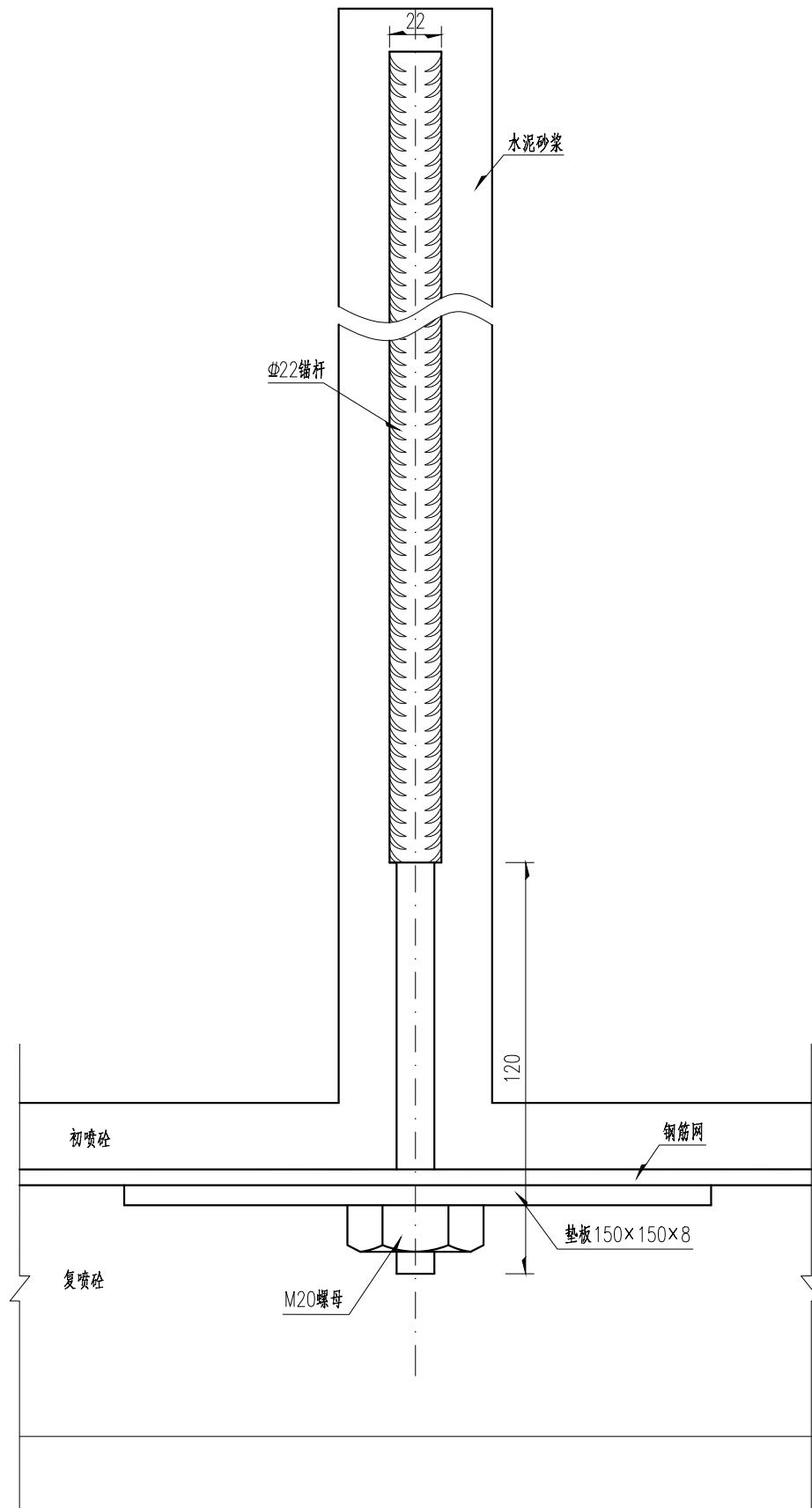
中空注浆锚杆技术参数表

型号	Φ25中空注浆锚杆
锚孔直径 (mm)	42
锚杆内/外直径 (mm)	14/25
截面积 (mm <sup>2</sup> )	300
单位重量 (kg/m)	2.3
抗拉强度 (N/mm <sup>2</sup> )	400
设计锚固力 (KN)	>100
锚杆垫板 (mm)	150x150x8
锚杆螺母 (mm)	SW=41,H=30

附注:

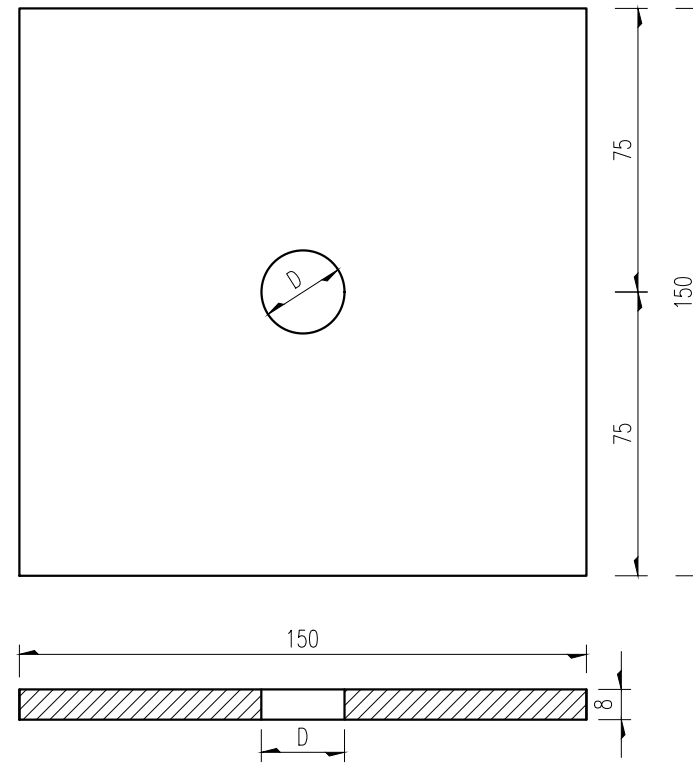
- 图中尺寸单位为毫米。
- 中空注浆锚杆施工工艺流程:
  - 锚杆安装: 钻孔, 用水和空气洗孔, 直至孔口返水或返气后安装锚杆。
  - 安装止浆塞、垫板和螺母, 临时固定锚杆体。
  - 注浆, 采用 1: 1 水泥砂浆, 水灰比 1: 0.4~1: 0.5, 砂子粒径不应大于 1.0mm。
  - 浆液灌注饱满, 水泥液体强度达到 5.0MPa 后, 拧紧螺母。
- 中空注浆锚杆施工质量检测:
  - 锚杆材料质量检测: 应符合技术参数表的相关技术要求。
  - 安装尺寸检测: 锚杆位置、方向、钻孔深度、孔径和孔形应符合《公路隧道施工技术规范》要求。
  - 锚杆拉拔力: 每 300 根锚杆至少随机抽样一组 (3 根), 同组锚杆的拉拔力平均值应大于或等于设计锚固力。同组单根锚杆的拉拔力不得低于设计值的 90%。
  - 浆液饱满度检测: 参照《隧道工程试验检测技术》有关规定执行。
- 说明未尽之处按相关规范、规定办理。

Φ22药卷锚杆构造示意图



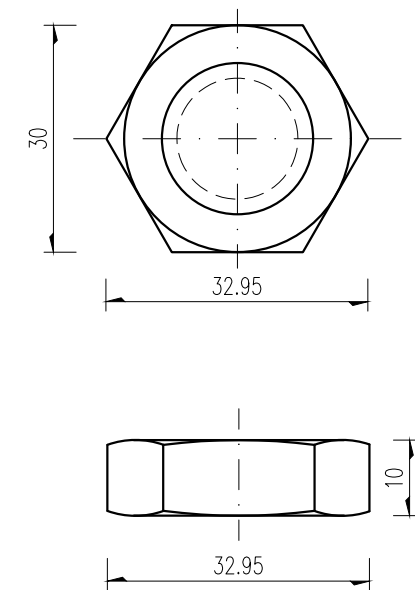
垫板大样图

示意



螺母大样图

示意



药卷锚杆技术参数表

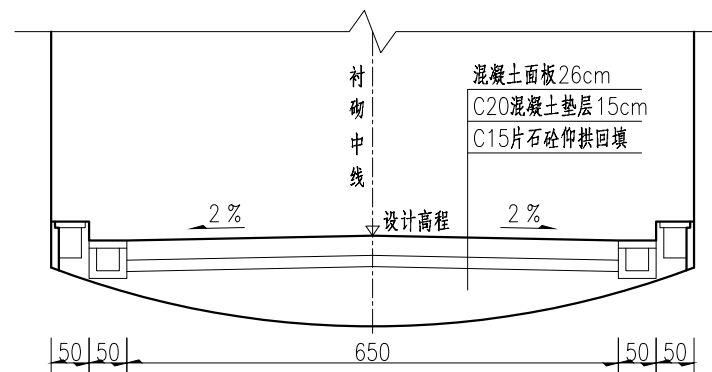
型号	Φ22锚杆	备注
杆体直径 (mm)	22	利用HRB400钢筋加工
锚孔直径 (mm)	42~50	
截面积 (mm <sup>2</sup> )	380	利用HRB400钢筋加工
单位重量 (kg/m)	2.98	
设计锚固力 (KN)	>100	检测拉拔力
抗拉强度 (N/mm <sup>2</sup> )	400	
锚杆垫板 (mm)	150x150x8	
锚杆螺母 (mm)	M20	

附注:

- 图中尺寸单位为毫米。
- 药卷锚杆施工工艺流程:
  - 锚杆加工、除锈、涂油。
  - 钻孔: 孔径42~50mm, 孔深不小于杆体有效长度且不大于有效长度30mm。
  - 锚固剂灌注, 安装锚杆: 在安装锚杆前, 先将“药卷”在水中浸泡, 保证吸足水化作用的水分, 但不能过久, 保证在水泥初凝前使用完毕。施工时, 可配合专用工具, 用锚杆的杆体将“药卷”匀速地顶入锚杆安装孔, 边顶边转动杆体, 使“药卷”水泥在杆体周围均布密实, 但不可过搅。待锚固剂装满后, 及时将杆体插入, 锚杆杆体插入孔内长度不得短于设计长度的95%。
  - 锚杆锚固力大于10KN (约30min) 后, 锚杆末端戴上垫板, 然后拧紧螺母。
- 药卷锚杆施工质量的检测:
  - 锚杆材料质量检测: 应符合参数表中的相关技术要求;
  - 安装尺寸检测: 锚杆位置、方向、钻孔深度、孔径和孔形应符合《公路隧道施工技术规范》要求。
  - 锚杆拉拔力: 每300根锚杆至少随机抽样一组 (3根), 同组锚杆的拉拔力平均值应大于或等于设计锚固力。同组单根锚杆的拉拔力不得低于设计值的90%。
  - 锚固剂饱满度检测: 参照《隧道工程试验检测技术》有关规定执行。
- 说明未尽之处按相关规范、规定办理。

隧道路面结构设计图(主洞设仰拱段)

1:100



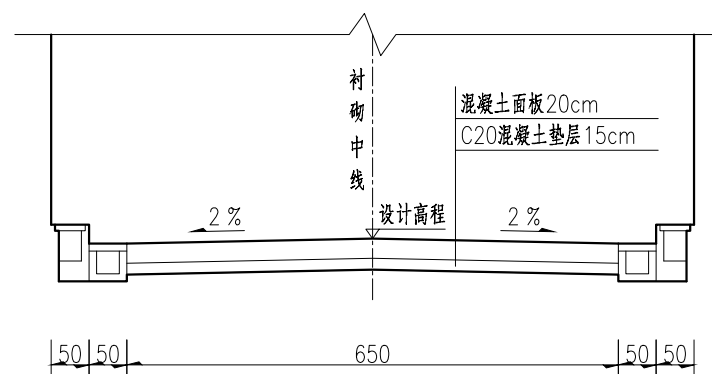
工程数量表(单洞每米)

项 目	单 位	数 量	备 注
水泥混凝土面层(厚26cm)	m <sup>2</sup>	6.5	
混凝土垫层(厚15cm)	m <sup>2</sup>	6.5	
HPB300钢筋	kg	2(256.1+1.221L)	L为隧道长度
HRB400钢筋	kg	2(461.1+6.7584L)	L为隧道长度

注: 包括两端洞口路面衔接处钢筋数量。

隧道路面结构设计图(主洞无仰拱段)

1:100

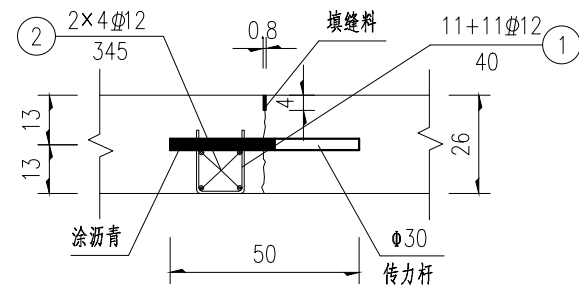


附注:

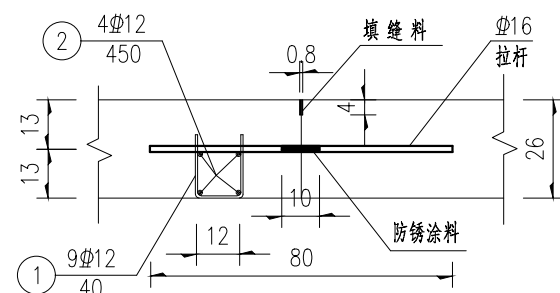
- 1、图中尺寸均以厘米计。
- 2、隧道内采用水泥混凝土路面，路面板采用26cm厚水泥混凝土，其设计抗弯拉强度不小于5.0MPa。
- 3、路面板下设15cm厚C20混凝土垫层兼整平层。
- 4、路面板纵向每5.0m设置一道缩缝，填缝采用聚胺胶脂。
- 5、未尽事宜参照《公路水泥混凝土路面设计规范》的要求执行。



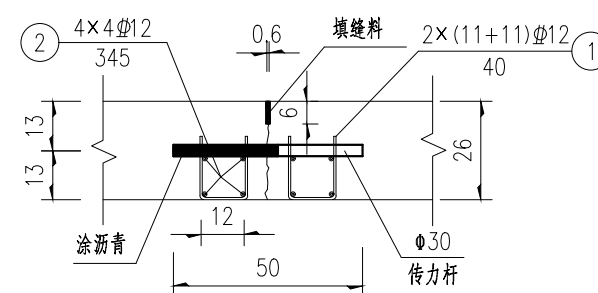
横向施工缝构造图



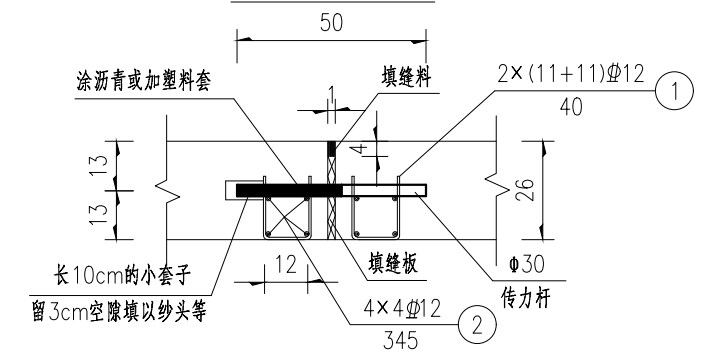
纵向施工缝构造图



横向缩缝构造图 (加传力杆型)



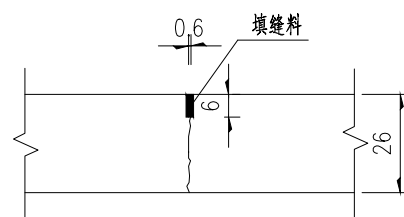
横向胀缝构造图



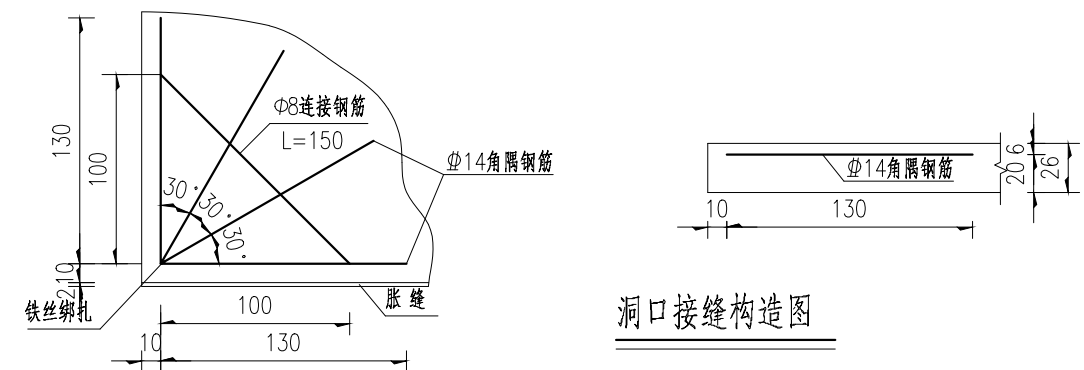
单洞一条横向施工缝钢筋数量表

名称	直径 (mm)	长度 (mm)	根数	共长 (m)	单位重 (Kg/m)	共重 (kg)	
支架钢筋	1	phi12	400	22	8.8	0.888	7.81
	2		3450	8	27.6	0.888	24.51
传力杆	phi30	500	22	11	5.55	61.05	

横向缩缝构造图 (假缝型)



90°板角补强钢筋布置图



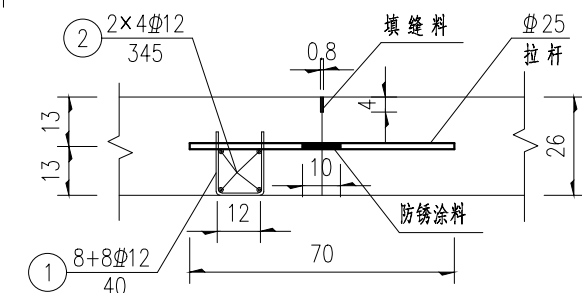
单洞一条横向缩缝钢筋数量表

名称	直径 (mm)	长度 (mm)	根数	共长 (m)	单位重 (Kg/m)	共重 (kg)
支架钢筋	phi12	400	44	17.6	0.888	15.63
		3450	8	27.6	0.888	24.51
传力杆	phi30	500	22	11	5.55	61.05
90°板角隅钢筋	phi8	1500	8	12.0	0.395	4.74
	phi14	2600	16	41.6	1.21	50.34

单洞每5米纵向施工缝钢筋数量表

名称	直径 (mm)	长度 (mm)	根数	共长 (m)	单位重 (Kg/m)	共重 (kg)
支架钢筋	phi12	400	9	3.60	0.888	3.20
		4500	4	18.00	0.888	15.98
拉杆	phi16	800	9	7.20	1.58	11.38

洞口接缝构造图



单洞一个洞口接缝钢筋数量表

名称	直径 (mm)	长度 (mm)	根数	共长 (m)	单位重 (Kg/m)	共重 (kg)
支架钢筋	phi12	400	18	7.2	0.888	6.39
		3450	8	27.6	0.888	24.51
拉杆	phi25	700	16	11.2	3.85	43.12
90°板角隅钢筋	phi8	1500	4	6.0	0.395	2.37
	phi14	2600	8	20.8	1.21	25.17

单洞一条胀缝钢筋数量表

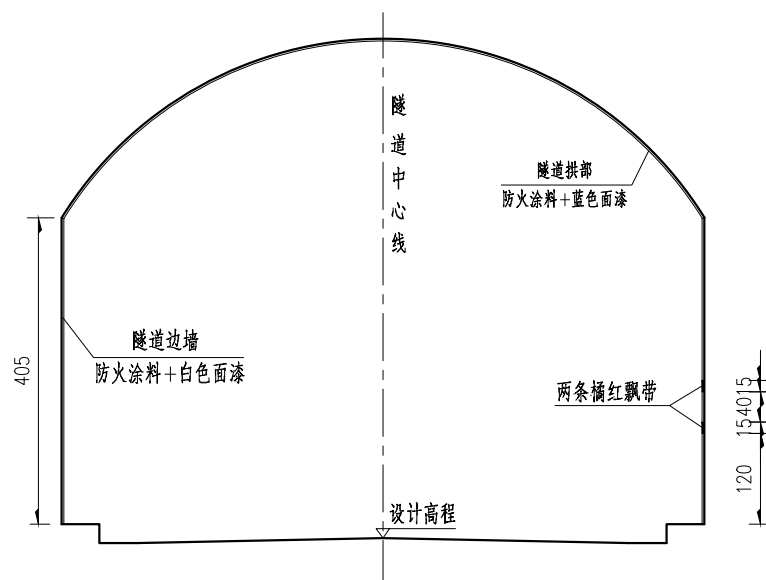
名称	直径 (mm)	长度 (mm)	根数	共长 (m)	单位重 (Kg/m)	共重 (kg)
支架钢筋	phi12	400	44	17.6	0.888	15.63
		3450	8	27.6	0.888	24.51
传力杆	phi30	500	22	11	5.55	61.05
90°板角隅钢筋	phi8	1500	8	12.0	0.395	4.74
	phi14	2600	16	41.6	1.21	50.34

注:

- 1、图中尺寸除钢筋直径以毫米计外,其余均以厘米计。
- 2、横向缩缝在临近胀缝处连续三条采用假缝加传力杆型,其余均采用假缝型。
- 3、施工缝采用平缝并设置拉杆,纵缝采用平缝加拉杆型。
- 4、施工缝仅在先浇侧路面内设置支架钢筋。
- 5、胀缝在隧道口设一道。
- 6、洞口接缝设置phi25拉杆,长70cm,间距按40cm布设,设单侧支架。
- 7、纵向施工缝拉杆采用phi16螺纹钢,长80cm;传力杆采用50cm长phi30的光圆筋。
- 8、在胀缝、施工缝和自由边的面层角隅及锐角面层角隅,边角处设角隅钢筋用于补强。
- 9、填缝采用聚胺胶脂。
- 10、填缝板、填缝料、防锈漆、绑扎铁丝及焊条等数量直接计入概算中,表中不再列出。

## 隧道洞内装饰方案设计图

1:100



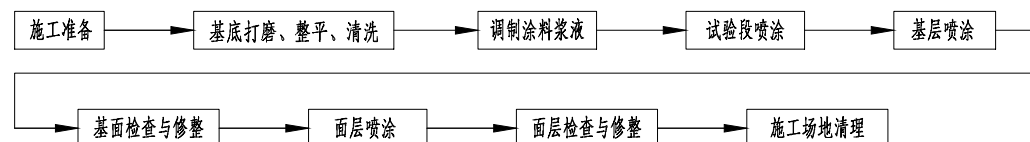
## 1、施工准备

正式装饰施工前，应先进行试喷涂，装饰试验段长度一般取100~200m，通过试验段的喷涂、粘贴施工，检验水性涂料的水灰比和水泥砂浆配合比，检验施工工艺是否符合相关质量、安全要求，必要时进行修正，检验结果经相关部门认可后方可进行规模施工。

施工前，应先检查衬砌表面是否存在渗漏水现象，渗漏水的地方要先采取必要的措施止水补漏。喷涂施工前，在作业区地面铺设防水板或彩条布，以防喷涂回填污染路面及盖板。

对衬砌表面凹凸不平的地方进行凿平、填补，对施工缝错台较大部分用凿子凿平，再用角磨机磨平整，错台较小的地方直接用角磨机打磨平整即可；对喷溅在衬砌表面的混凝土用小铲铲除，再用粗砂纸或角磨机打磨平整。对衬砌混凝土表面的油污，先用粗砂纸将油污清除，再用高压水枪对衬砌表面进行全面冲洗，以清除混凝土表面的浮尘和油污。对衬砌要打磨平整、清洗干净，并用配制的专用界面涂料涂刷，在表面喷涂1~2mm的界面涂料，待养护干燥后，再进行防水涂料施工。

## 2、装饰作业施工流程如下：



## 3、施工工艺

1) 喷涂厚度控制标志：取少量的调制好的料浆装入专用喷涂设备，在衬砌表面喷涂横条状厚度标志，间距一般为2.0m，作为喷涂施工厚度控制的参照物。

2) 基层打底喷涂：用喷涂机从隧道的腰部向顶部（由下而上）要求进行喷涂，为保证打底涂料和衬砌混凝土表面粘结牢固，在打底涂料中掺加一定的专用黏结剂，喷涂厚度一般控制在3~5mm。

3) 基层喷涂：为了保证打底基层基本凝固硬化，防止涂层开裂、起层、脱落，在打底基层喷涂施工18~24h后，方可喷涂基层。基层喷涂采用分层喷涂，喷涂顺序及压力控制同打底喷涂，喷涂是注意控制喷涂压力、速度和距离，保证厚度均匀，喷涂厚度根据材料性能确定，一般每次喷涂厚度以3~5mm为宜，避免喷层过厚，造成内外含水率差异过大而起层、空鼓、开裂等质量问题。当前一次喷涂基本干透（一般时间间隔不小于24h）后方可进行再次喷涂，如此循环，直至达到设计厚度。

4) 基层检查与修整：因喷涂机械及操作工艺等原因，喷涂局部会有厚度不足或不平整现象，在最后一次喷涂后，应立即对喷涂表面进行检查、找平、修整，使涂层表面平整光滑，并达到设计厚度。对局部开裂、起层、脱落的地方，应局部剔除补喷，修整补平。

5) 面层喷涂：在基层基本干透成型后（一般1~3天），经过检查，确认无开裂、起层、脱落等质量缺陷后，方可进行面层喷涂。按设计要求在不同的色区喷涂相应颜色的色漆，为避免喷涂后出现颜色不一致和色漆流坠现象，必须注意控制相同的喷涂压力，并注意保持喷枪头到涂层基面等距匀速施作，喷涂顺序应先拱部、后边墙，喷涂界面线要严格隔离。

## 隧道防水涂料的技术指标

项目	指标
在容器中的状态	经搅拌后呈均匀稠厚液体，无结块
干燥时间，表干/h	≤24
粘结强度/MPa	>0.1
干密度/(kg/m <sup>3</sup> )	<800
耐水性/h	经720h试验后，涂层不开裂、起层、脱落，允许轻微发胀和变色
耐碱性、耐酸性/h	经360h试验后，涂层不开裂、起层、脱落，允许轻微发胀和变色
耐冻融循环试验/次	经15次试验后，涂层不开裂、起层、变色
耐火极限/h	>2.0

## 每延米工程数量表

项目	单位	主洞	备注
隧道专用防水涂料	m <sup>2</sup>	18.3	
隧道专用防水涂料面漆	m <sup>2</sup>	18.3	
橘红色飘带	m <sup>2</sup>	0.6	

6) 隧道侧壁1.2米高位置刷两条橘红色飘带（宽15cm），间距40cm，贯通全隧道。

## 3、防水涂料性能要求

- 耐火极限时间不小于2h，受火2h后距混凝土表面25mm处钢筋温度不大于250℃，混凝土表面温度不大于380℃。
- 应采用厚型涂料，以便在施工后达到装饰隧道内壁的效果。
- 防水涂料应为无机型涂料，为保证常温及高温下不释放有害气体，涂料毒性实验指标应达到AG（安全一级）。
- 防水涂料与混凝土的粘结强度不小于0.15MPa，并要求在潮湿条件下不脱落、不开裂、不起层。
- 面层材料要去用建筑外墙性能涂料，并能用水和毛刷进行冲洗。

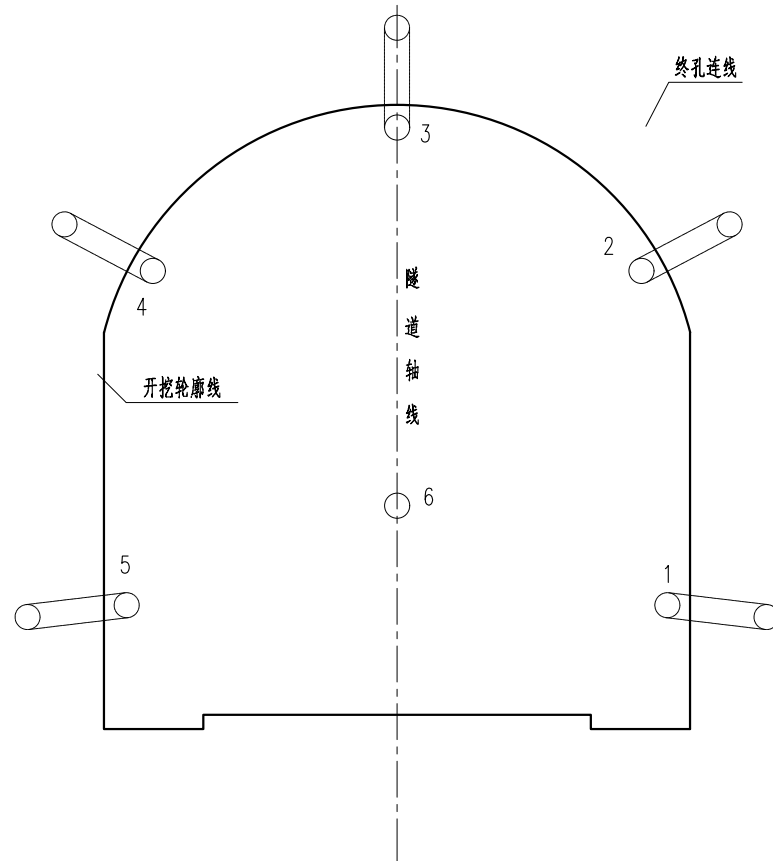
## 4、质量保证措施

- 防水涂料原料包装一经打开，应及时使用，若发现涂料受潮、结块，不得使用。
  - 在作业区地面铺设防水板或彩条布，以防止喷涂回填料污染路面及盖板。
  - 施工过程中注意保护高程控制点、装饰边线和厚度控制标志。
  - 厚层涂料一般采用分层喷涂方式，为保证前一次喷层干透，必须严格控制两层喷涂的时间间隔（一般不小于24h）。
  - 隧道防水涂料施工期间及施工后24h内，环境温度不得低于4℃，15~30℃效果更佳。
- 5、施工过程中应对表面清理、浆液调制、喷涂养护、回弹料利用、空鼓检测、接缝直线度、表面平整度等进行全面全过程检查。

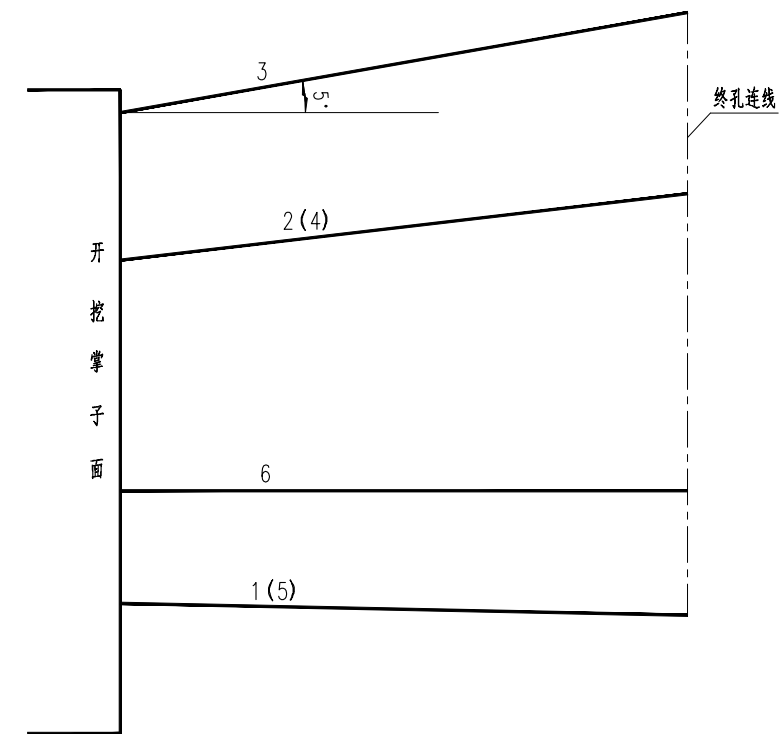
## 注：

- 图中尺寸均以厘米计；
- 本图为隧道洞内装饰方案设计图；
- 隧道洞内拱部采用喷涂≥12mm厚防水涂料+蓝色面漆进行装饰，检修道以上边墙采用喷涂≥12mm防水涂料+白色面漆进行装饰；
- 隧道喷涂专用防水涂料厚度宜要求≥12mm，且喷涂均匀，耐火时间不得低于2小时；
- 隧道内装饰涂层需具备附着力强、耐碱、防毒及可冲洗等性能；
- 隧道侧壁1.2米高位置刷两条橘红色飘带（宽15cm），间距40cm，贯通全隧道。

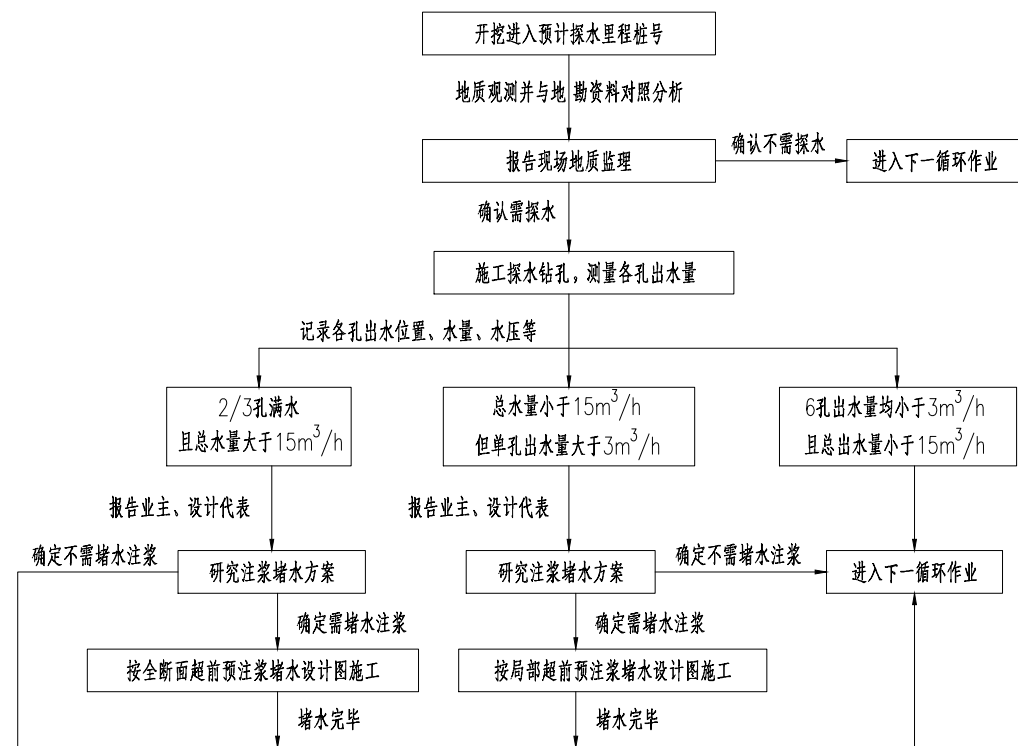
探水钻孔横断面布置图



探水钻孔纵断面布置图



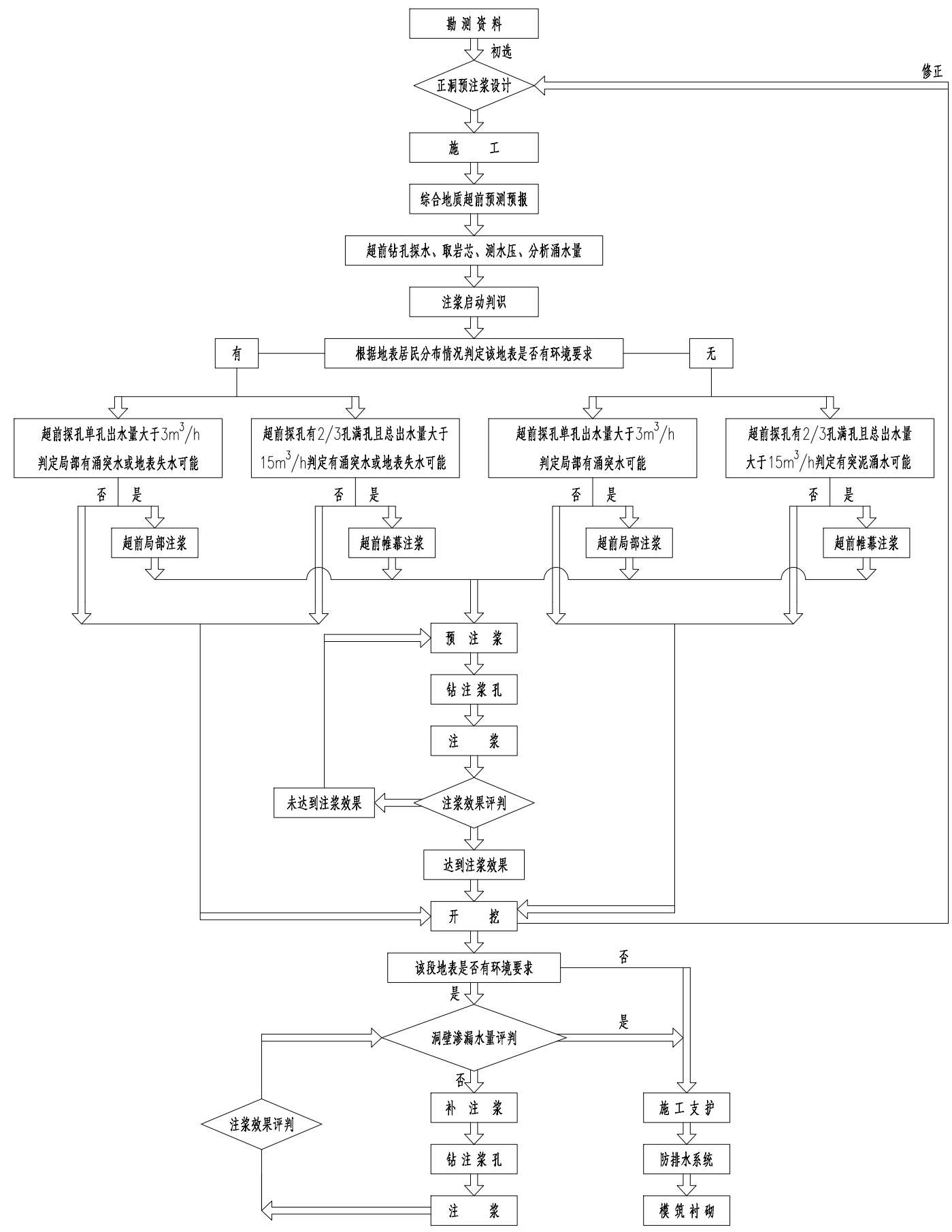
超前探水、堵水动态施工程序图



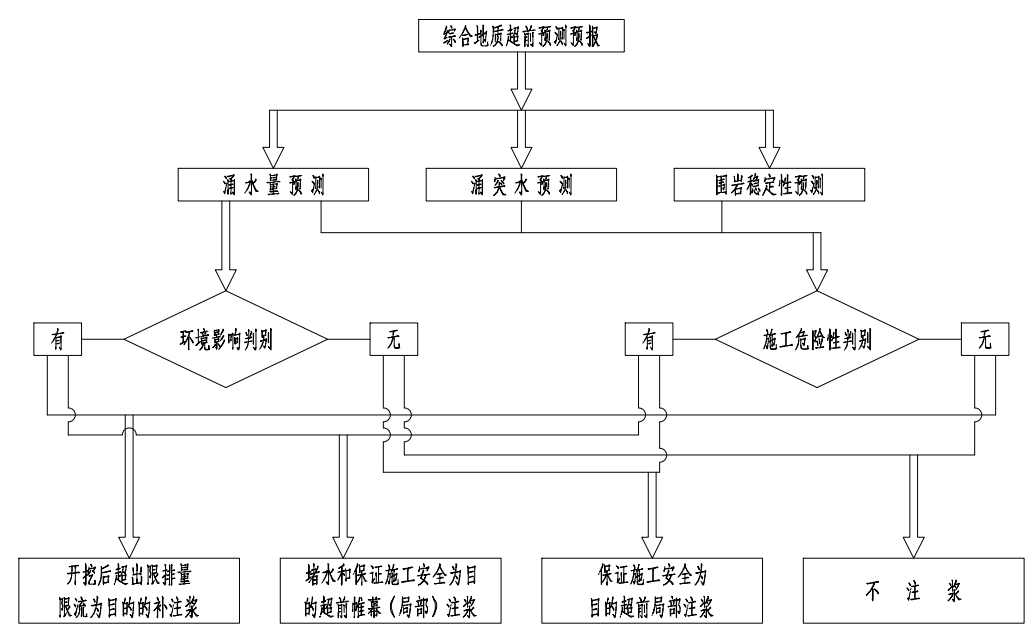
附注:

- 1、本图尺寸除注明者外,余均以厘米为单位。
- 2、超前探水利用开挖钻机台车施工探水孔。
- 3、每次探水段长35m,开挖30m,保留5m开始下一次探水。
- 4、探水孔要详细记录出水点位置、水量、水压等。
- 5、探水孔孔径(终孔)为55mm,钻孔外偏角为5°。
- 6、根据超前钻孔探水的结果,分别采取不同的措施进行下一循环工作,当探水孔有2/3孔满水且总水量大于15m<sup>3</sup>/h时,采用全断面超前预注浆堵水;当总水量小于15m<sup>3</sup>/h但个别孔出水量大于3m<sup>3</sup>/h时,采用局部堵水注浆;当6孔出水量均小于3m<sup>3</sup>/h且总水量小于15m<sup>3</sup>/h时,进入下一循环。
- 7、超前探水、注浆堵水的实施应严格按动态设计程序执行,计量按现场实际发生量。

注浆流程图



注浆方案选择框图



附注：

- 地下水处理原则
  - 地下水发育，施工时可能产生突泥涌水等危及施工安全的地段，采取“以堵为主，防突防涌”的治理原则，通过注浆堵水加固围岩，防止突泥突水，确保施工安全。施工中揭示有岩溶管道水、暗河，在不影响地表环境的前提下，采取“疏导引排水为主”治水原则。
  - 对隧道开挖导致地下水流失，有可能引起地表环境变化并影响到居民生产生活用水的段落，采取“以堵为主”的防水措施。
  - 其余地段采用“以排为主、堵排结合、因地制宜、综合治理”为原则。
- 注浆启动判别表
 

采用综合超前地质预报手段（TSP-202/203、红外线探水和地质雷达探测法）探测掌子面前方岩溶发育情况（规模、性质及位置等）、地下水赋存情况（水量及水压等），并用超前探孔进行验证，据此进行突水突泥危险性判别，鉴于地下水发育情况及岩体完整性难以量化，本设计提出根据超前探孔出水量及地表环境要求的判别标准，在施工中应根据掌子面前方地质信息进行综合分析。

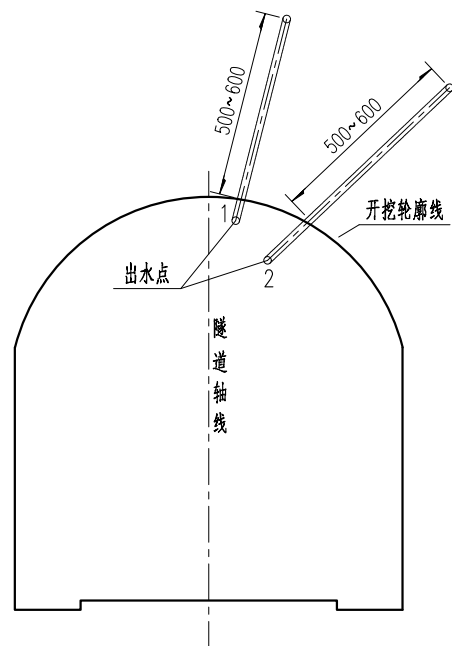
  - 地表无环境要求的地段
 

超前探孔单孔出水量大于 $3m^3/h$ ，判定有局部突水可能，则采取超前局部注浆，超前探孔有2/3孔满孔且总出水量大于 $15m^3/h$ ，判断全断面有突泥涌水可能，则采取超前帷幕注浆。
  - 对地表出露泉眼且供当地居民生产生活之中，有环境要求的地段
 

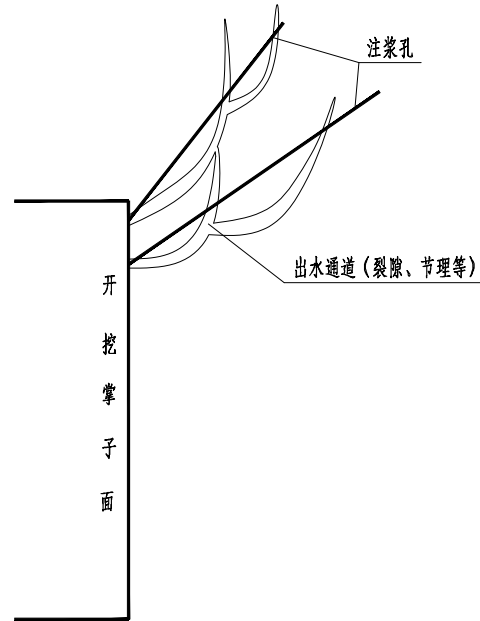
超前探孔单孔出水量大于 $3m^3/h$ ，判定有局部突水可能，则采取超前局部注浆，超前探孔有2/3孔满孔且总出水量大于 $15m^3/h$ ，判断全断面有突泥涌水可能，则采取超前帷幕注浆。

对地表出露泉眼的监测结果分析，如因隧道的开挖引起地表泉眼水量有明显下降时，应立即采取注浆堵水。

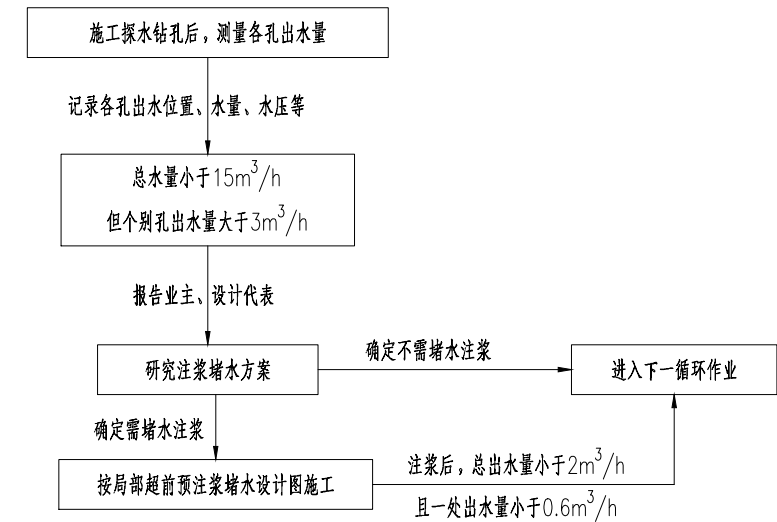
局部注浆横断面示意图



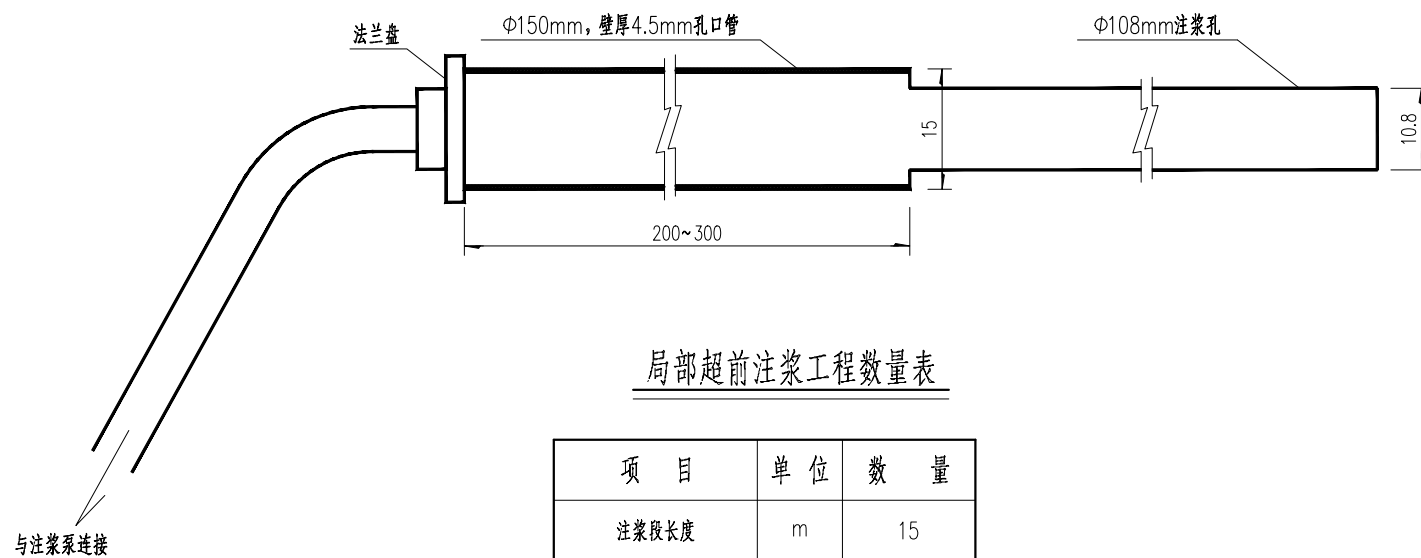
局部注浆纵断面示意图



局部预注浆堵水动态施工程序图



注浆孔大样图

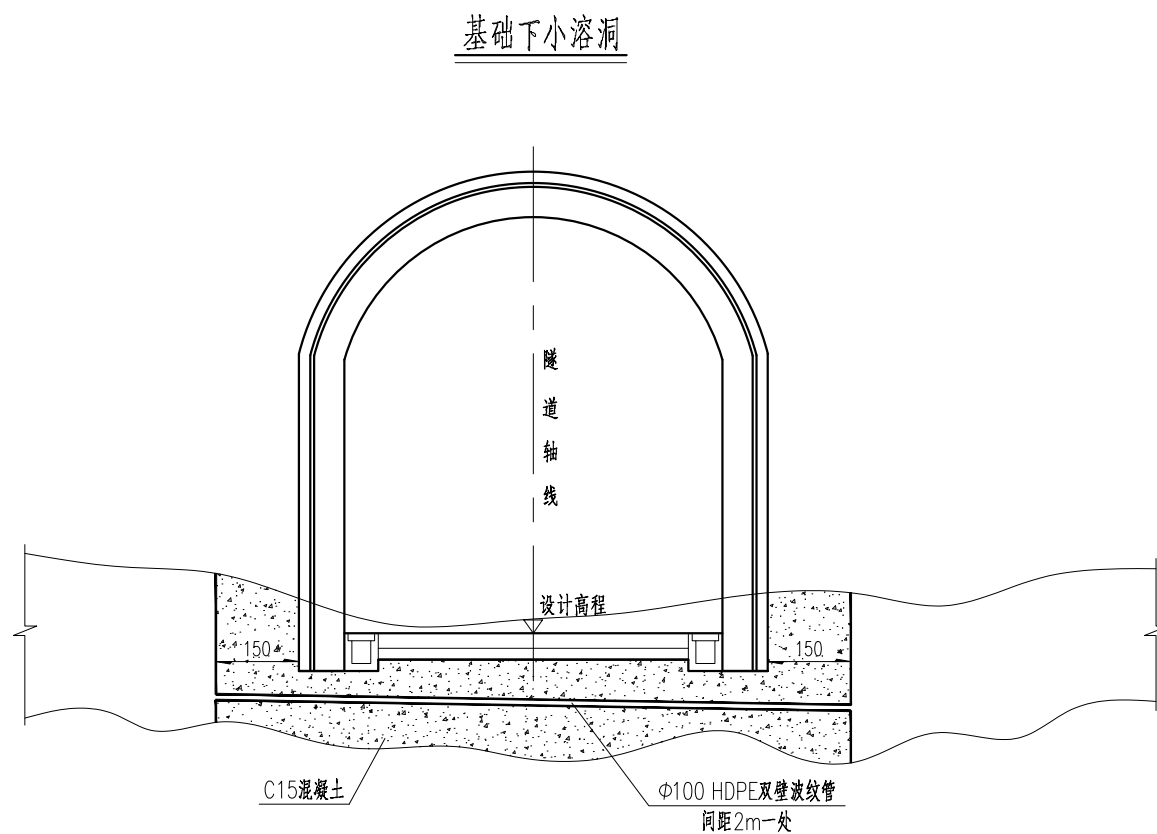
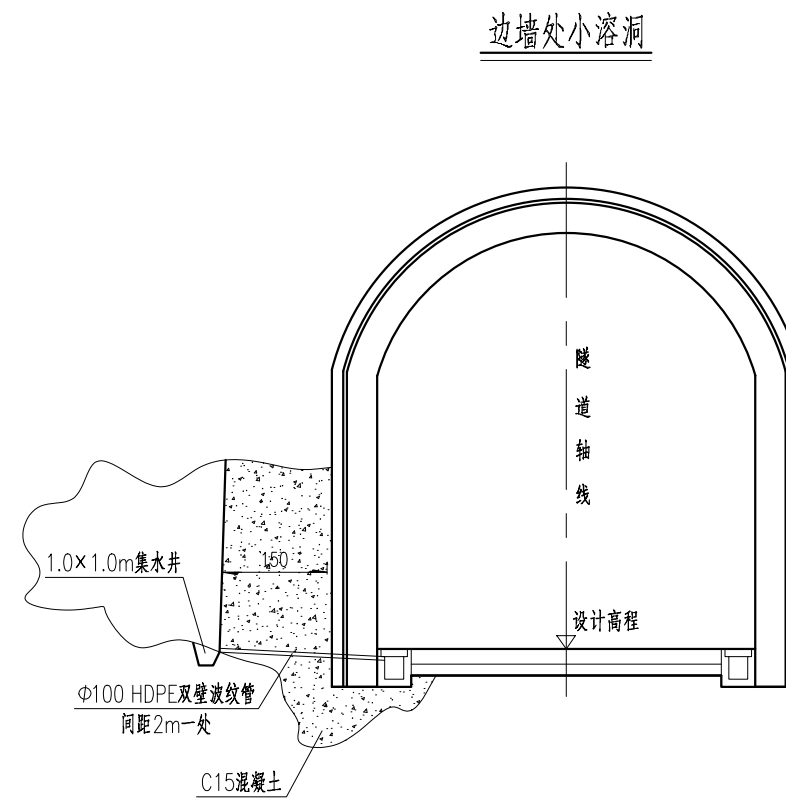
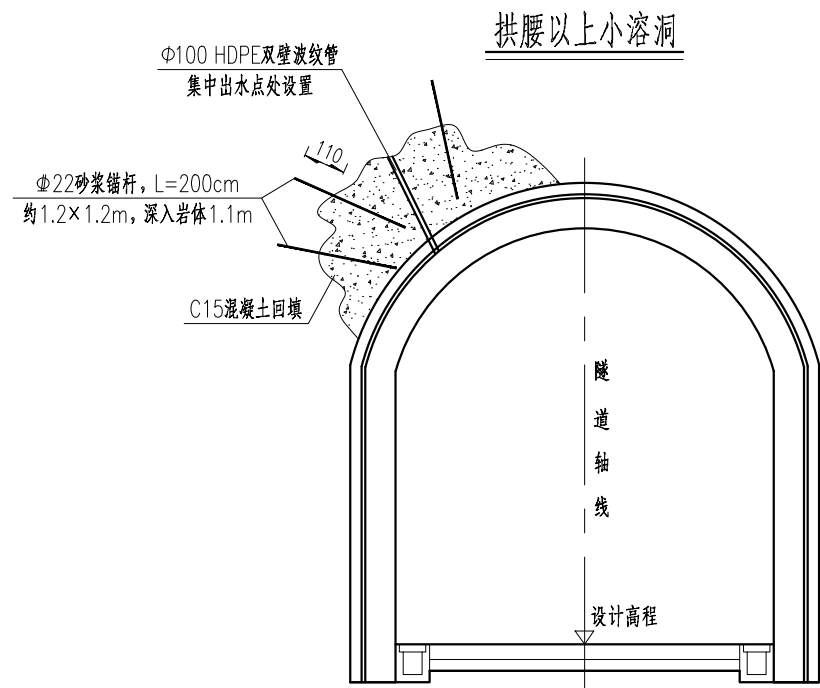


局部超前注浆工程数量表

项目	单位	数量
注浆段长度	m	15
注浆孔数/延长米	孔/m	6/90
水泥-水玻璃浆液	m³	4.5

附注：

- 1、本图尺寸除注明外，余以厘米为单位。
- 2、本图适用于超前探水孔中总出水量小于15m³/h但个别探水孔出水量大于3m³/h的情况。
- 3、注浆范围为：在出水通道范围内，隧道开挖外轮廓线以外5~6m，单孔注浆有效扩散半径R=3.6m，注浆结束最终压力为净水压力的2~3倍。
- 4、数量表中工程数量按每延米4个注浆孔计算，施工时可根据探水钻孔探明的出水点位置、水量和预注浆段岩层节理、裂隙发育情况，布置注浆孔个数和位置，注浆孔孔径为108mm，开孔孔径150mm。
- 5、注浆后，总出水量小于2m³/h且一处出水量小于0.6m³/h，即可结束注浆。
- 6、注浆材料主要采用单液浆，困难时采用水泥-水玻璃双液浆，水泥为425普通硅酸盐水泥，水灰比W/C=0.6~1.1，水泥浆与水玻璃体积比 1: 0.5，凝胶时间根据现场情况确定。
- 7、局部预注浆堵水段落根据地质详勘报告确定，实施时严格按照动态设计程序执行，计量按实际工程量。

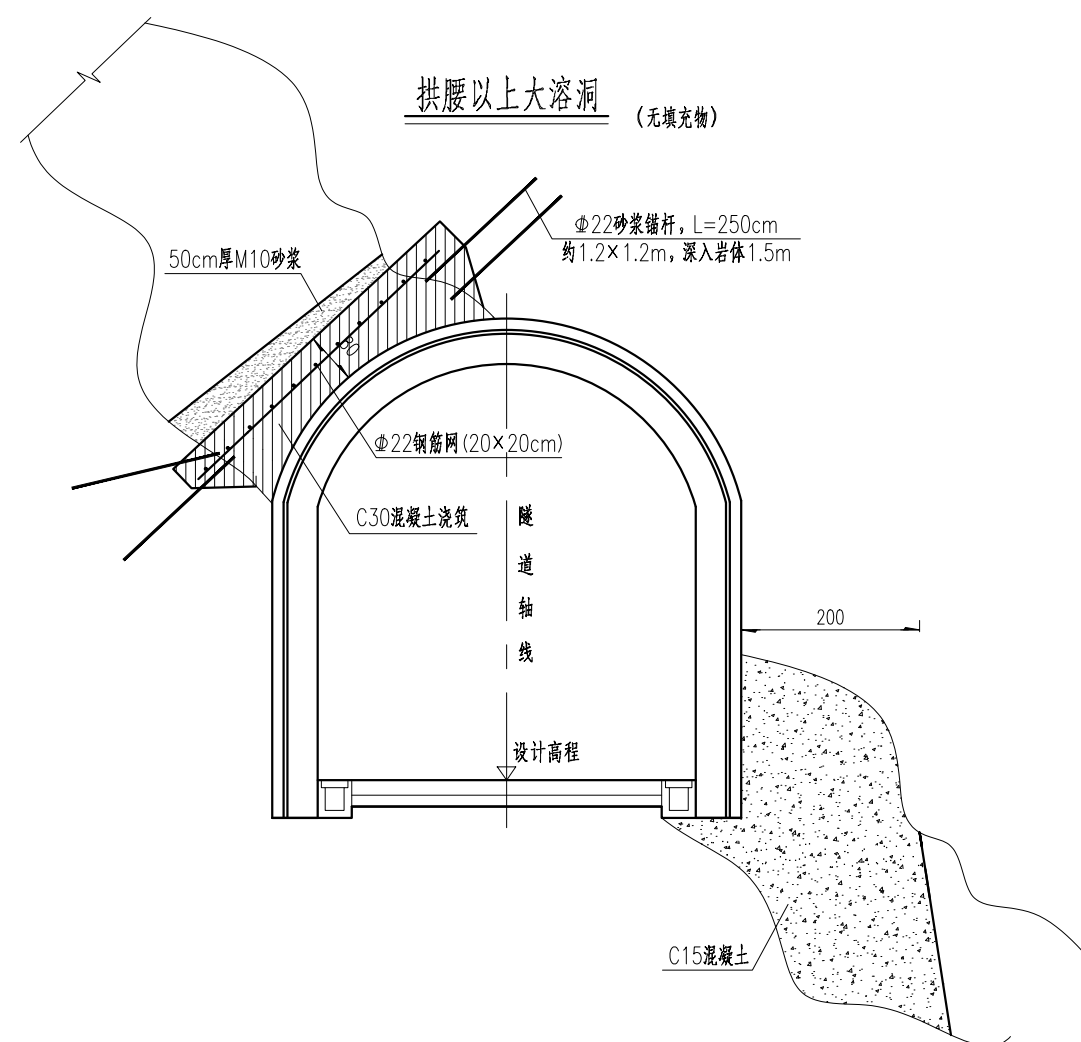
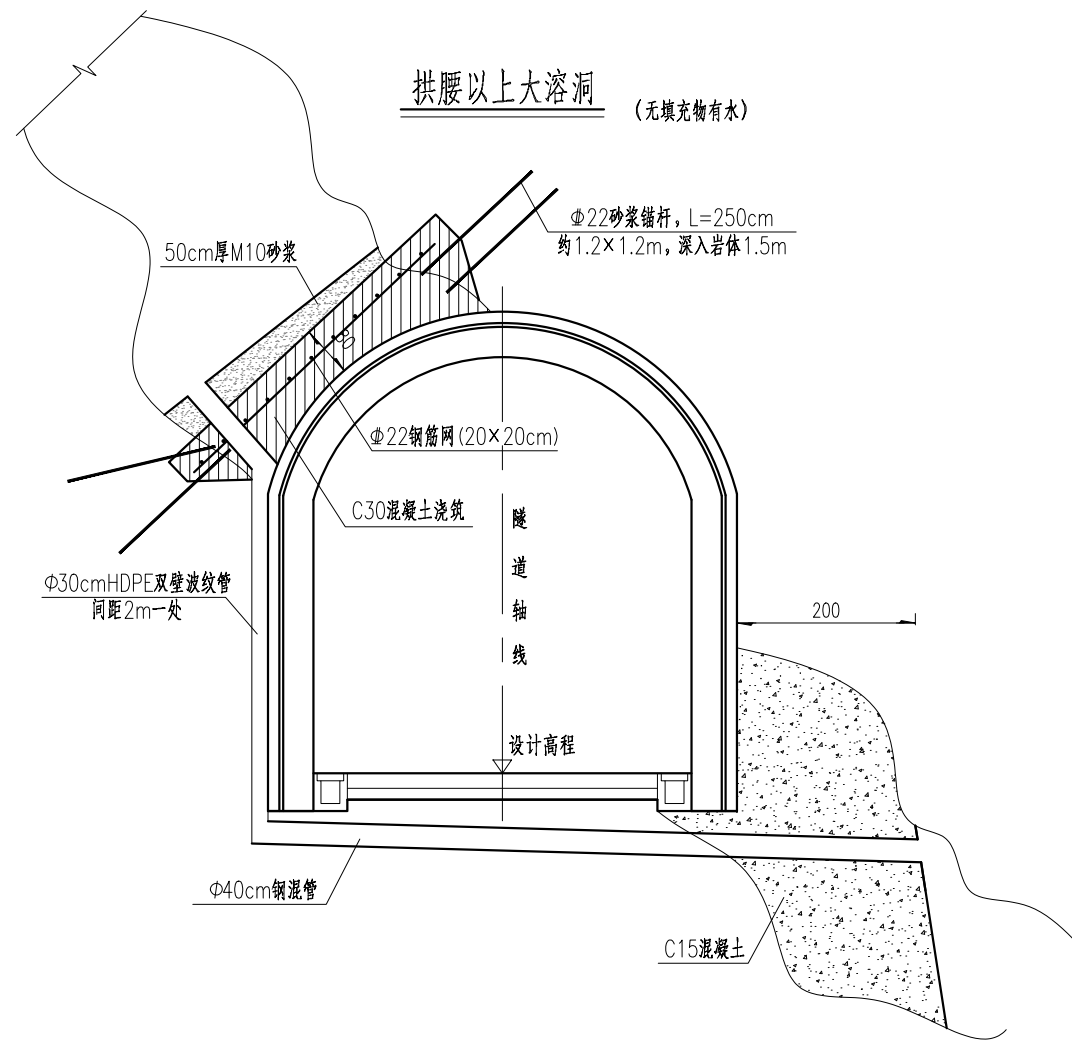


小溶洞处理每延米工程数量表

项 目	单 位	拱腰处溶洞	边墙处溶洞	基础下溶洞
C15混凝土回填	m <sup>3</sup>	10.25	12.8	25.0
Φ100 HDPE双壁波纹管	m	2.0	4.0	8.0

附注:

- 1、图中尺寸以厘米计。
- 2、本处理方案主要针对隧道开挖面外(拱腰以上、基础及路面下)的溶洞发育深度小于2.0m的地段,及在边墙处发育的溶洞,原则上采用回填方式处理。
- 3、主要有以下三种情况:
  - 1) 溶洞在拱腰以上发育:  
采用泵送C15混凝土回填,为避免回填混凝土对复合衬砌局部产生过大压力,根据溶洞大小,要求在其四周施作约1.2×1.2m间距的锚杆,锚杆深入围岩不小于1.0m。回填施工完后再施作喷射混凝土和钢筋网初期支护等。
  - 2) 溶洞在边墙处发育:  
采用C15混凝土回填,厚度不小于1.5m。每隔2m设置一处100mmHDPE透水管与侧水沟相连。
  - 3) 溶洞在基础及路面下发育:  
采用C15混凝土回填,如有充填物,必须挖除。每隔2m设置一处100mmHDPE透水管相通。
- 4、工程数量为处理溶洞所增加的初估数量,实际施工应根据溶洞的具体发育情况计量。



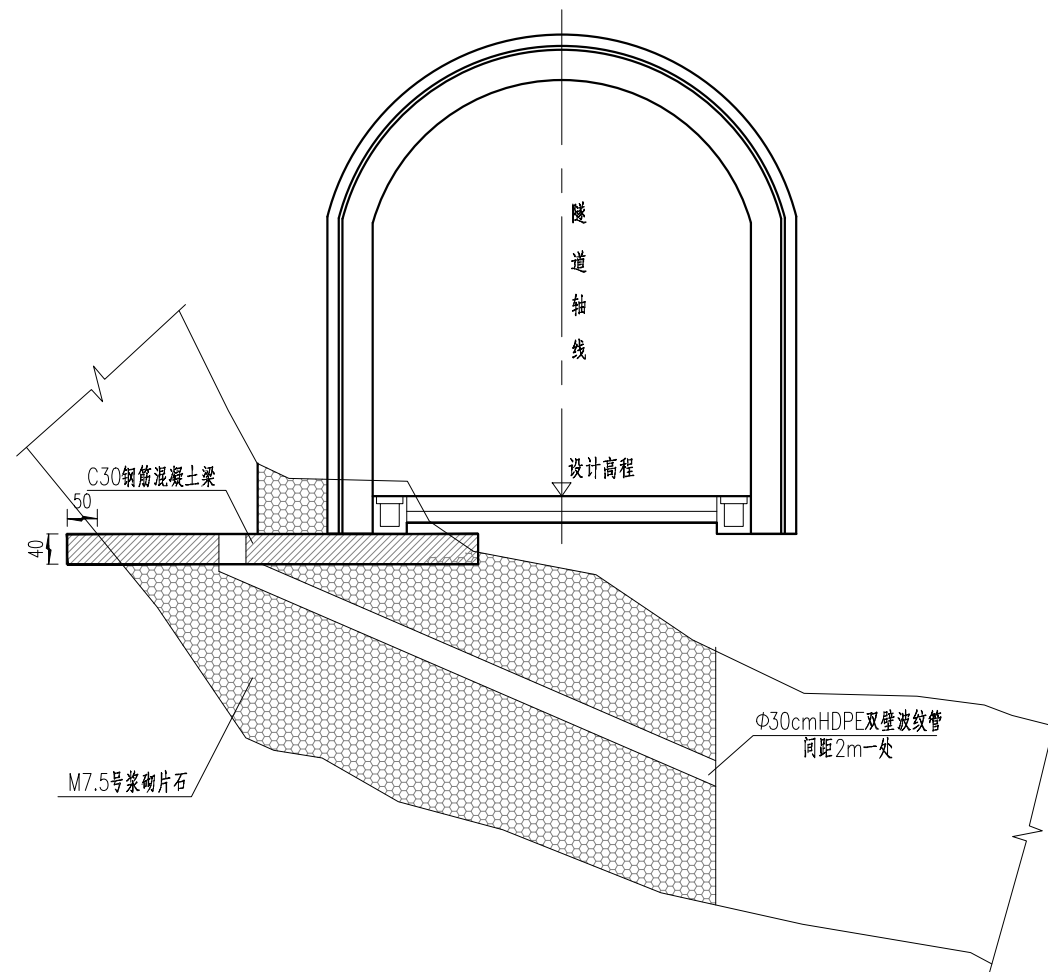
无填充物拱腰大溶洞处理每延米增加工程数量表

项 目	单 位	无填充物有水溶洞	无填充物无水溶洞
C30混凝土回填	m <sup>3</sup>	5.4	5.4
M7.5号浆砌片石	m <sup>3</sup>	38.9	
Φ22钢筋	kg	107.28	107.28
Φ22砂浆锚杆	kg	29.8	29.8
Φ30cmHDPE双壁波纹管	m	2.0	

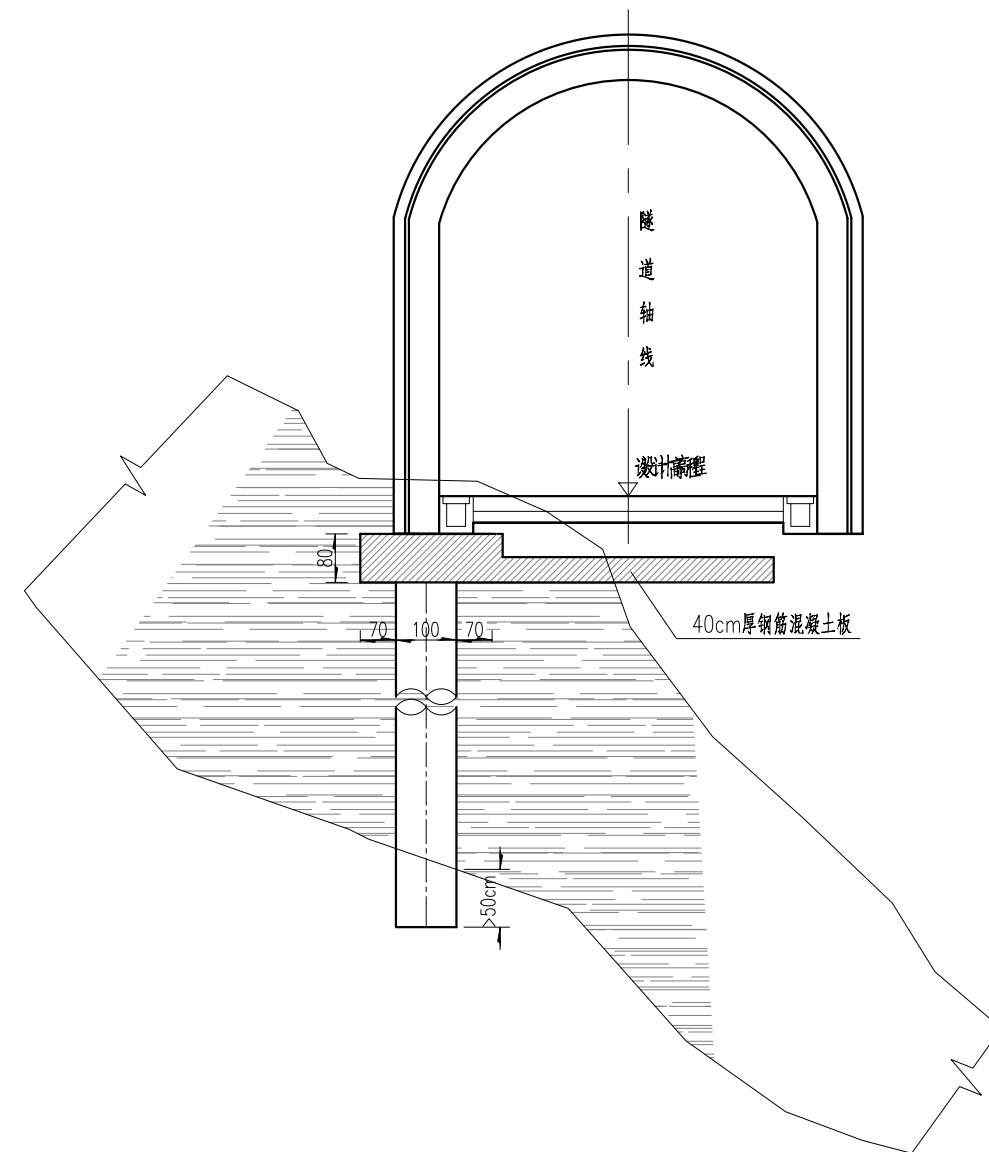
附注:

- 1、本处理方案主要针对拱腰以上隧道开挖面外溶洞发育深度大于2.0m，溶洞宽度小于隧道开挖面的处理方案。
- 2、主要有以下两种情况：
  - 1) 溶洞内无填充物有水：采用泵送C30混凝土浇筑，最薄厚度不小于80cm，要求两侧嵌入岩石内不小于50cm，并施作约1.2×1.2m间距的锚杆，锚杆深入围岩不小于1.5m。以上施工完后再施作原结构的喷射混凝土和钢筋网初期支护等。对此处隧道进行扩挖，埋设Φ30cmHDPE波纹管连通原溶洞水路。
  - 2) 溶洞内无填充物：采用泵送C30混凝土浇筑，最薄厚度不小于80cm，要求两侧嵌入岩石内不小于50cm，并施作约1.2×1.2m间距的锚杆，锚杆深入围岩不小于1.5m。以上施工完后再施作原结构的喷射混凝土和钢筋网初期支护等。施工时注意预埋Φ11cmHDPE波纹管。
- 3、工程数量为处理溶洞所增加的初估数量，实际施工应根据溶洞的具体发育情况计量。

基础及路面下大型溶洞（一）



基础及路面下大型溶洞（二）



基础及路面下大型溶洞处理每延米增加工程数量表

项 目	单 位	无填充物基底溶洞	有填充物基底溶洞
C30混凝土	m <sup>3</sup>	6.0	8.0
HPB300钢筋	kg	113.7	341.10
HRB400钢筋	kg	492.8	1478.40
Φ30cmHDPE双壁波纹管	m	0.5	
M7.5号浆砌片石	m <sup>3</sup>	35	

附注：

- 1、本处理方案主要针对基础及路面下大型溶洞，采用跨越处理方案。
- 2、主要有以下两种情况：
  - 1) 溶洞在某一方面宽度较窄：采用钢筋混凝土梁跨越，梁高50-100cm。施工时注意预埋Φ30cmHDPE透水管。
  - 2) 溶洞发育相对较宽：采用设扩大基础或桩基，并设钢筋混凝土梁跨越。施工时注意预埋Φ30cmHDPE透水管。
- 3、工程数量为处理溶洞所增加的初估数量，实际施工应根据溶洞的具体发育情况计量。