

# 缙云山隧道洞身初期支护施工技术方案

一、编制根据与原则	1
1.1 编制根据	1
1.2 编制原则	1
二、工程概况	2
2.1 地形、地貌	2
2.2 气象、水文、地质条件	2
2.3 工程简介	3
2.4 人员准备	5
2.5 机械准备	5
2.6 材料及施工场地准备	6
2.7 施工进度安排	8
三、施工工艺及施工方法	8
3.1 施工工序流程	8
3.2 施工方法及技术措施	9
四、质量保证措施	31
4.1 质量目标	31
4.2 组织保证	31
4.3 质量保证体系	32
4.4 质量保证措施	33
4.5 质量检查人员与自检制度	34
五、安全保证体系及措施	35
5.1 安全目标	35
5.2 安全生产组织机构	35
5.3 建立安全保证体系	36
5.4 安全保证措施	37
六、环境保护及文明施工	39

6.1 环保施工目标.....	39
6.2 环境保护体系.....	39
6.3 环境保护措施.....	39
七、文明施工措施.....	40
7.1 文明目标.....	40
7.2 文明施工体系框图.....	40
7.3 管理措施.....	41
7.4 文明施工措施.....	41
八、季节性施工保证措施.....	42
8.1 雨季施工保证措施.....	42
8.2 夏季高温期的施工措施.....	44

# 缙云山隧道（进口端）二衬施工技术方案

## 一、编制根据与原则

### 1.1 编制根据

- 1、《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）；
- 2、《公路隧道施工技术规范》（JTG F10-2009）；
- 3、《公路隧道施工技术细则》（JTG/T F60~2009）
- 4、《公路工程质量检验评定标准》（JTG F80/1-2012）；
- 5、《公路工程施工安全技术规范》（JTG F90-2015）；
- 6、《钢筋焊接及验收规程》（JGJ 18-2012）；
- 7、重庆九永高速公路 JY1 合同段两阶段施工图设计文件；
- 8、《中交第一公路工程局有限公司施工方案管理办法》；
- 9、《公路工程施工工艺标准》中交一公局；
- 10、《施工现场临时用电安全技术规范》（JGJ 46-2005）；
- 11、《建筑机械使用安全技术规程》（JGJ 33-2012）；
- 12、《重庆市公路工程质量操纵强制性要求》（渝交委〔2015〕79号）；
- 13、《重庆市公路水运工程安全生产强制性要求》（渝交委〔2015〕81号）；
- 14、我部《实施性施工组织设计》。

### 1.2 编制原则

严格遵守法律法规、地方性要求、设计规范、施工规范与质量评定与验收标准。坚持技术先进性、科学合理性、经济适用性、安全可靠性与实事求是相结合；

1、在充分懂得设计文件的基础上，以设计图纸为根据，使用先进、合理、经济、可行的施工方案。

2、整个工程全过程对环境破坏最小，采取必要环境保护措施，避免周围环境的破坏。

3、充分应用先进的科学技术与施工设备，做到机械化作业、标准化作业、流水作业，坚持技术先进性、科学合理性、经济适用性、安全可靠相结合原则。

4、强化质量管理，树立优良工程观念，创一流施工水平，创精品工程。

5、实施项目法管理，通过对劳务、设备、材料、资金、方案、信息、时间与空间条件的优化处置，实现成本、工期、质量及社会效益的预期目标。

## 二、工程概况

### 2.1 地形、地貌

缙云山隧道呈近东西向横穿缙云山南段。缙云山为北碛东向条形山，山体狭长。工程布设段宽约 2.9Km。侵蚀构造低山呈单面山及列峰脊状低山形态，分布于山体两侧，东翼岭脊地势较低，最高点标高 654.50m，西翼岭脊地势较高，最高点标高 676.20m。溶蚀岩溶地形要紧为岩溶槽谷地形，在隧址区地貌上形成了南、北两个相对完整的岩溶槽谷。南北槽谷总长约 6Km，北槽谷地形分布高程在 480~558m，槽谷宽 350~460m。南槽谷地形分布高程在 511~575m，槽谷宽 50~530m，槽谷形态，宽度不一、多宽平、延伸远、落水洞较发育，并有溶蚀槽丘，槽洼等岩溶地貌形态。岩溶槽谷段为干谷，而两侧山体横向冲沟发育，冲沟发育密度约 0.5~1.0 条/Km，且常年有水。隧道穿过地带相对高差达 319m，隧道最大埋深约 276m。进洞口位于一斜坡中下部，斜坡坡向约 85°，地形坡角约 5-15°，局部形成基岩陡坎。左线出洞口位于一冲沟右岸斜坡中下部，冲沟走向约 242°，斜坡坡向 345~356°，坡角 22~33°，局部形成基岩陡坎。右线出洞口位于一冲沟中下部，冲沟走向约 241°，斜坡坡向 213~282°，坡角 22~31°，局部形成基岩陡坎。

### 2.2 气象、水文、地质条件

#### 1、气象条件

隧址区属亚热带温暖湿润区，气温高、湿度大、雨量充沛。廊道区多年平均气温 17.8℃，七月最高，一月最低，极端最高气温 41.1℃，极端最低气温-3.3℃。年平均降水量 1000~1200mm，最大日降雨量为 255.7mm，降雨集中在 5~9 月，占全年降水量的 65%以上。相对湿度多年平均值为 81%。据气象资料，公路廊道区冬季有雾、霜，通常雾日为 18~31 天，霜日 5~7 天，要紧出现在 1~2 月份。

## 2、水文条件

隧址区大型地表水体要紧为分布东侧的梁滩河、西侧的璧南河及测区周边的水库。东侧的常年性河流为梁滩河，由南向北发育，为嘉陵江的一级支流。梁滩河发育于沙坪坝区白市驿一带的缙云山东麓与中梁山西坡，由南向北流经西永镇、陈家桥镇，最后于北碚汇入嘉陵江。梁滩河全长 80.24km，流域面积 380km<sup>2</sup>，河口高程约 242.78m。璧南河发育于西侧璧山县境内河边镇一带的缙云山西麓与云雾山东麓，由北向南流经璧山县城、狮子镇、广普镇，最后于江津区油溪镇汇入长江，该河为长江的一级支流。璧南河在调查区邻近延伸 32.87Km，流域面积 750Km<sup>2</sup>。

隧址区地下水类型为松散岩类孔隙水、基岩(红层)裂隙水、碎屑岩孔隙裂隙层间承压水、碳酸盐岩岩溶水，其中以碎屑岩孔隙裂隙层间承压水与碳酸盐岩岩溶水为主。

## 3、地质条件

缙云山隧道横穿温塘峡背斜，该背斜走向北 15° 东，北段为并报华夏构造系，南至江津长江南岸的油溪镇，长 48Km，褶曲宽 3.00~6.00Km，为典型的线形褶曲。轴部地层为三叠系下统嘉陵江组 (T1j) 与三叠系中统雷口坡组 (T2l) 的可溶性碳酸盐岩类，两翼岩层由老至新依次出露三叠系上统须家河组 (T3xj) 与侏罗系下统的珍珠冲组 (J1z)、中一下统自流井组 (J1-2z)、中统新田沟组 (J2x) 与沙溪庙组 (J2s) 的泥岩夹砂岩、页岩等。隧址一带温塘峡背斜岩层产状较陡，西翼岩层走向北 10~20° 东，倾北西，倾角 42~50°；东翼岩层产状走向北 10~20° 东，倾南东，倾角 50~62°。

### 2.3 工程简介

中交一公局重庆九龙坡至永川高速公路（成渝高速公路扩能）JY1 合同段全长 6.12Km，起讫桩号 K0+000~K6+120。缙云山隧道进口位于江津区双福新区三界村冒水湖水库南侧，线路自东向西穿越缙云山中段。隧道进口距离双福镇约 3.6 公里，项目驻地于隧道洞口与双福镇之间，进洞口邻近有村级水泥公路通达，交通较为便利。

缙云山隧道设计为双向六车道分离式隧道。本标段隧道为分离式小净距隧道，分左右幅设置。隧道左线起讫桩号 ZK4+915~ZK6+117.5，长 1202.5m，隧道右线起讫桩号 K4+895~K6+120，长 1225m。隧道进口使用削竹式洞门，出口使用端墙式洞门。该隧道为三车道大断面隧道，围岩结构较差，设计为 III、IV、V 级围岩，其中左线 III 级围岩 257m，IV 级围岩 477.5m，V 级围岩 446m，明洞 22m；右线 III 级围岩 259m，IV 级

围岩 495m，V 级围岩 448m，明洞 23m。

缙云山隧道左右洞各级围岩长度及二衬支护参数如下表所示：

表 1 隧道左右洞二衬支护参数表

序号	起止桩号	围岩级别	长度 (m)	衬砌类型	二次衬砌			备注
					厚度 (cm)	主筋间 距	分布筋 间距	
1	ZK4+937-ZK5+043	V	106	XS5a	70	Φ28/20	Φ14/20	
2	ZK4+043-ZK5+073	V	30	S5	60	Φ22/20	Φ12/25	
3	ZK5+073-ZK5+150	IV	77	S4c	50	Φ22/25	Φ10/25	
4	ZK5+150-ZK5+200	III	50	S3	45			无钢筋
5	ZK5+200-ZK5+256	IV	56	S4c	50	Φ22/25	Φ10/25	
6	ZK5+256-ZK5+364	V	108	S5w	60	Φ22/20	Φ12/25	
7	ZK5+364-ZK5+418	IV	54	S4c	50	Φ22/25	Φ10/25	
8	ZK5+418-ZK5+438	III	20	S3	45			无钢筋
9	ZK5+438-ZK5+453	III	15	SJ3	45	Φ22/20	Φ10/25	
10	ZK5+453-ZK5+503	III	50	ST3	50	Φ22/20	Φ10/25	
11	ZK5+503-ZK5+585	III	82	S3	45			无钢筋
12	ZK5+585-ZK5+630	V	45	S5	60	Φ22/20	Φ12/25	
13	ZK5+630-ZK5+785	V	155	S5w	60	Φ22/20	Φ12/25	
14	ZK5+785-ZK5+868	IV	83	S4c	50	Φ22/25	Φ10/25	
15	ZK5+868-ZK5+947	V	79	Pr	70	Φ25/20	Φ14/20	
16	ZK5+947-ZK6+117.5	IV	170.5	S4c	50	Φ22/25	Φ10/25	
17	K4+918-K5+027	V	109	XS5a	70	Φ28/20	Φ14/20	
18	K5+027-K5+057	V	30	S5	60	Φ22/20	Φ12/25	
19	K5+057-K5+135	IV	78	S4c	50	Φ22/25	Φ10/25	
20	K5+135-K5+185	III	50	S3	45			无钢筋
21	K5+185-K5+281	IV	86	S4c	50	Φ22/25	Φ10/25	
22	K5+281-K5+367	V	96	S5w	60	Φ22/20	Φ12/25	
23	K5+367-K5+390.5	IV	23.5	S4c	50	Φ22/25	Φ10/25	
24	K5+390.5-K5+440.5	III	50	ST3	50	Φ22/20	Φ10/25	
25	K5+440.5-K5+455.5	III	15	SJ3	45	Φ22/20	Φ10/25	
26	K5+455.5-K5+574	III	118.5	S3	45			无钢筋

27	K5+574-K5+624	V	50	S5	60	Φ 22/20	Φ 12/25	
28	K5+624-K5+777	V	153	S5w	60	Φ 22/20	Φ 12/25	
29	K5+777-K5+868	IV	91	S4c	50	Φ 22/25	Φ 10/25	
30	K5+868-K5+948	V	80	Pr	70	Φ 25/20	Φ 14/20	
31	K5+948-K6+120	IV	172	S4c	50	Φ 22/25	Φ 10/25	

## 2.4 人员准备

生产副经理负责组织施工现场工作，人员现已全部到位，人员准备如下表所示。

表 2 项目管理人員安排表

序号	职务	数量(人)	职责
1	副经理	1	负责现场全面管理
2	项目总工	1	负责现场全面技术管理
3	技术负责人	1	负责现场技术管理
4	现场技术员	2	负责各工点现场技术管理
5	测量工程师	2	负责现场施工的监控量测
6	安全员	1	负责现场安全工作
7	合计	6	

本隧道施工，实行“三班倒”式流水施工。施工作业队伍按专业分成 5 个班组（见下表所示），施工高峰期各班组人数总与需达到 56 人。当进入雨季期后，在保证施工进度需要的前提下将对各个作业班组的人数进行适当调整，具体视工程进度情况而定。

表 3 施工人员安排表

序号	职务	人数	职责	备注
1	队长	1	负责现场施工管理	
2	领工员	2	负责现场施工工人管理	
3	工班长	6	负责现场施工技术管理	
4	钢筋班	10	负责二衬钢筋施工	
5	混凝土班	10	负责二衬混凝土施工	
5	电焊班	10	负责二衬钢筋焊接施工	
6	电工班	2	负责二衬施工电力保障	
7	机械班	5	负责二衬施工机械操作	
8	普工	10	负责二衬施工现场杂事	
9	合计	56		

## 2.5 机械准备

机械设备配套从隧道工程特点出发，本着既要与施工方法相匹配，又能满足施工需要的原则，结合质量工期要求，做到既先进，又经济，合理配备。拟投入本标段隧道洞身二衬施工的要紧机械设备见下表。

表 6 拟投入本工程的要紧施工机械

序号	设备名称	机械型号	功率	单位	数量	备注
1	整体模板台车	12m		台	2	
2	装载机	夏工 XG951	155kW	台	2	
3	轴流风机	BD-6-NO16	2×75kW	台	2	
4	钢筋切断机	6-40mm	5.5 kW	台	2	
5	交流电焊机	JW-50	3.5 kW	台	2	
6	通风机	SDS112K-4P-45	45KW	台	2	
7	变压器		800KVA	台	2	
8	变压器		500KVA	台	2	
9	变压器		315KVA	台	2	
10	作业台架	7.0m（自制）		台	2	
11	注浆机	HJB-6		台	3	
12	射钉枪			个	10	
13	自动爬行双缝焊机	F-H500		台	8	
14	吹风焊枪			个	8	
15	插入式捣固棒	Φ50		个	8	
16	插入式捣固棒	Φ30		个	8	
17	斧头、锤子			个	20	
18	钢丝钳			个	10	
19	铲子			个	20	
20	撬棍			个	20	
21	手锯			个	20	
22	电锯			个	4	
23	扳手			个	20	

## 2.6 材料及施工场地准备

### 1、材料试验准备

根据工程施工进度计划及施工组织安排，本着保证工程质量的原则。洞身二衬所使用的钢筋、混凝土等其他所需材料等均已通过抽样检验并报检合格，能够进场使用。

### 2、施工场地

为提升公路建设项目工程质量、安全管理及文明施工管理水平，规范公路建设项目现场管理工作与管理行为，确保工程质量、安全，生产及文明环保施工，本项目部建设以《中交集团视觉识别系统》、《重庆市高速公路标准化建设指南》与总承包部下发的标准化手册执行为准绳，结合现场实际情况，项目部缙云山隧道施工的设施建设进行了统一的部署与设计。

(1) 临时驻地：为便于集中管理，按照现场文明施工管理的要求，营造良好的工作环境，驻地租用民房，并在驻地、生产区与运输车辆里配备有效的防火与消防设施及一定数量的手持灭火器。

(2) 施工便道：结合隧道施工地理环境、地理位置与所涉及的地方社会环境因素，协调当地政府与村民，使用原乡村水泥公路，以便各类施工机械、材料的运输。

(3) 搅拌站：在 K3+750 段右侧 350m 处位置规划一个初喷站，距离隧道洞口 1500 米，面积约 1200m<sup>2</sup> 配备 HZS60 型搅拌机，负责洞内喷射混凝土。

(4) 钢筋加工场：在主线 K3+300 段路线右侧规划一个钢筋集中加工厂，负责洞内所有钢筋及钢拱架的加工、存放与安装任务。面积约 2880m<sup>2</sup>。

(5) 2 号弃土场：位于 K4+300 右侧 350m 处，占地约 65 亩，供 K4+500(冒水湖大桥桥尾)至 K4+915(缙云山隧道进口)段路基及缙云山隧道弃渣，容量约为 46.53 万方。

(6) 洞口设置门禁系统，左右侧适当位置作宣传牌布设并设置空压机房，库房、五牌一图等。详见附件。

### 3、施工用电

隧道进出口设置一台 1250KVA 的变压器，临时用电已接通，在接通之前进出口均使用发电机发电。并各配置一台 250kw/450kw 发电机作为备用，满足停电时正常施工。

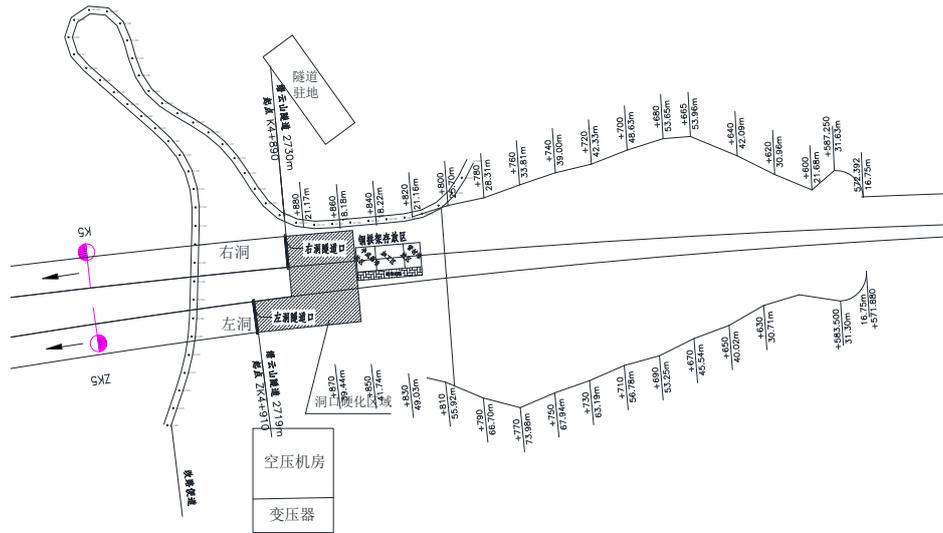
### 4、施工用水

根据我标段实际情况，我标段的隧道用水使用在 K5+170 右侧 420 米山窝处用抽水泵抽至隧道使用，水质检验合格，距离缙云山隧道进口 550 米。

### 5、施工排水

根据隧道涌水量预测，靠近洞口段及洞身段雨季涌水量较大。隧道为逆坡施工，施工时在隧道两侧设临时集水坑，用抽水泵将隧道水抽至集水坑再经三级沉淀池沉淀后排入沟谷。

临建设施布置见下图：



缙云山隧道临时设施布置图

## 2.7 施工进度安排

根据隧道总体施工计划，二衬施工进度计安排如下表所示：

表 5 二衬施工进度计划表

工程名称	长度 (m)	施工起止日期		备注
		开始日期	结束日期	
隧道二衬	2427.5	2016/4/20	2017/8/20	

## 三、施工工艺及施工方法

### 3.1 施工工序流程

隧道二衬的要紧流程如下图所示：

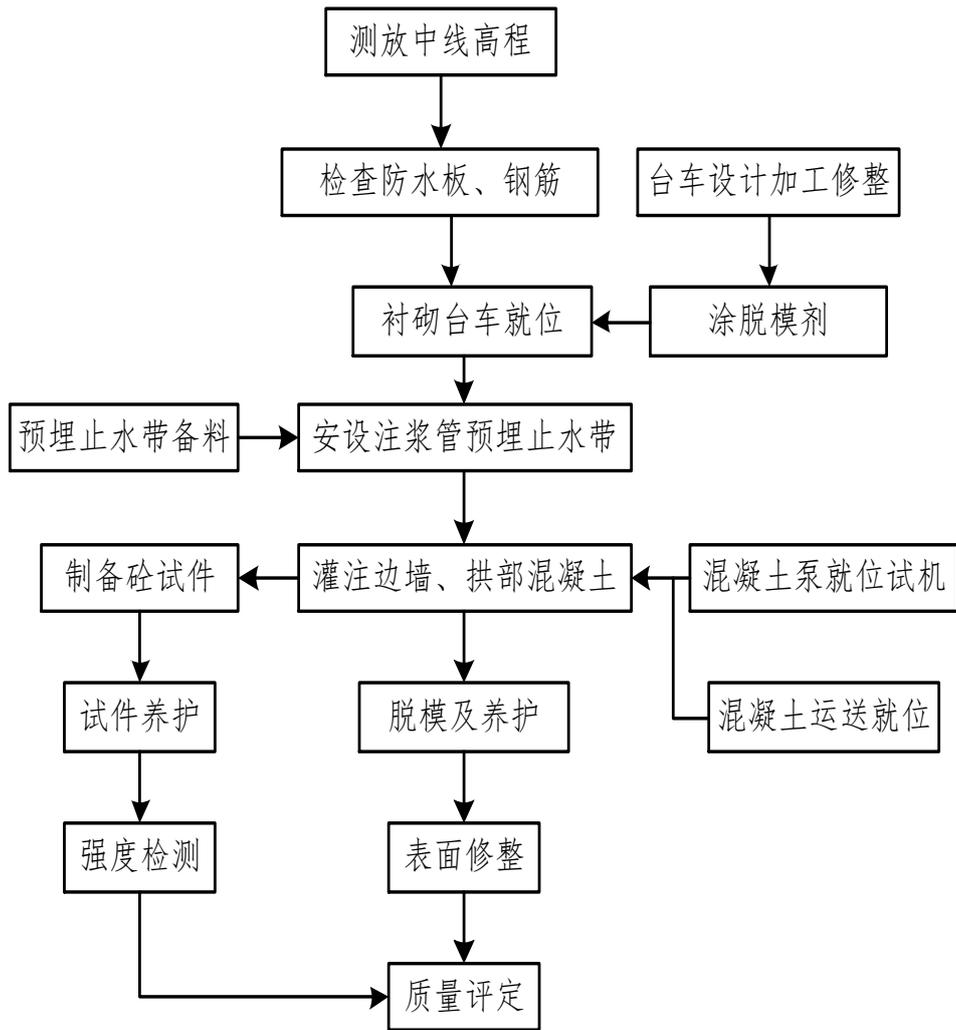


图 1 二衬要紧施工流程图

### 3.2 施工方法及技术措施

二次衬砌距掌子面安全距离：Ⅲ级围岩二次衬砌距掌子面距离不大于 120m；Ⅳ级围岩二次衬砌距掌子面距离 90m；Ⅴ级围岩二次衬砌距掌子面距离 70m。

小净距隧道施工中，二次衬砌宜在初期支护与围岩变形稳固后再浇筑。在满足围岩稳固前提下，先行洞二衬宜落后于后行洞掌子面 25m 以上，后续洞的初期支护（落底成环后的）宜超前先行洞的二衬 20m 以上。

缙云山隧道以使用复合式衬砌为主，明洞段使用明洞衬砌。Ⅳ级围岩及Ⅴ级围岩隧道均使用曲墙有仰拱衬砌断面形式，仰拱与仰拱填充分开施作；Ⅲ级围岩使用曲墙无仰拱衬砌断面形式。

隧道衬砌要遵循“仰拱超前、拱墙整体衬砌”的原则，初期支护完成后，为有效地操纵其变形，仰拱尽量紧跟开挖面施工，仰拱填充使用

栈桥平台以解决洞内运输问题，并进行全幅一次性施工。仰拱施做完成后，利用多功能作业平台人工铺设防水板，绑扎钢筋后，使用液压整体式衬砌台车进行二次衬砌，使用拱墙一次性整体灌注施工，最后完成整体道床施工。混凝土在洞外使用商混站集中拌与，混凝土搅拌运输车运至洞内，泵送混凝土浇筑，插入式捣固棒配合附着式振捣器捣固。衬砌台车由现场提供断面尺寸及功能要求，委托专业的厂家加工，现场组装。衬砌台车具备足够的强度与刚度，满足断面加宽及下锚段衬砌要求，同时立模方便。

预留洞室等结构物衬砌使用简易衬砌台架、组合钢模立模，泵送混凝土入仓。施工时，与正洞衬砌连接段预留出 1m 长，与正洞衬砌同时灌注。混凝土灌注结束 12 小时后从挡头板浇水养护。

### 3.2.1 隧道初支断面净空测量

在隧道二衬施工之前，先由测量组对隧道初支断面净空进行测量，对隧道净空进行检查，完成后将测量成果上报。提早对侵限部分进行处理，处理完成后进行复测，并经监理检查合格后方进行下一道工序。

### 3.2.2 拱墙测量放样

首先，检查边墙基础施作结构尺寸，检查是否满足拱墙衬砌净空与模板台车就位尺寸。如边墙基础结构侵入模板台车就位净空，应进行修凿处理。净空满足要求后，使用水准仪操平在隧道两边边墙基础上用红色油漆标出模板台车就位标高，使用全站仪在防水板标出隧道中心线及模板台车就位的法线。中心线务必放在拱墙衬砌的两个端头，放线长度以 11.90m（12m 长台车）为准，预留 10cm 的模板搭接长度，中心线与就位高程点精确放在两个里程断面，且便于施工过程中点位的可使用性。

### 3.2.3 防排水施工

隧道防水要紧是利用混凝土的自防水能力，混凝土的抗渗等级不得低于 P8。防水层由 1.5mm 厚 EVA 自粘防水卷材与 350g/m<sup>2</sup> 无纺布构成，沿隧道拱墙铺设，搭接宽度不小于 10cm。隧道变形缝使用背贴式橡胶止水带加中埋式橡胶止水带进行止水，两止水带间沉降缝内填入沥青软木板（厚 2.5cm），中埋式橡胶止水带外侧缝内填入麻丝沥青，二衬最外部分 5cm 聚硫双组分密封膏将沉降缝密封。隧道施工缝使用背贴式橡胶止水带加中埋式橡胶止水带进行止水。施工大样图如下所示：



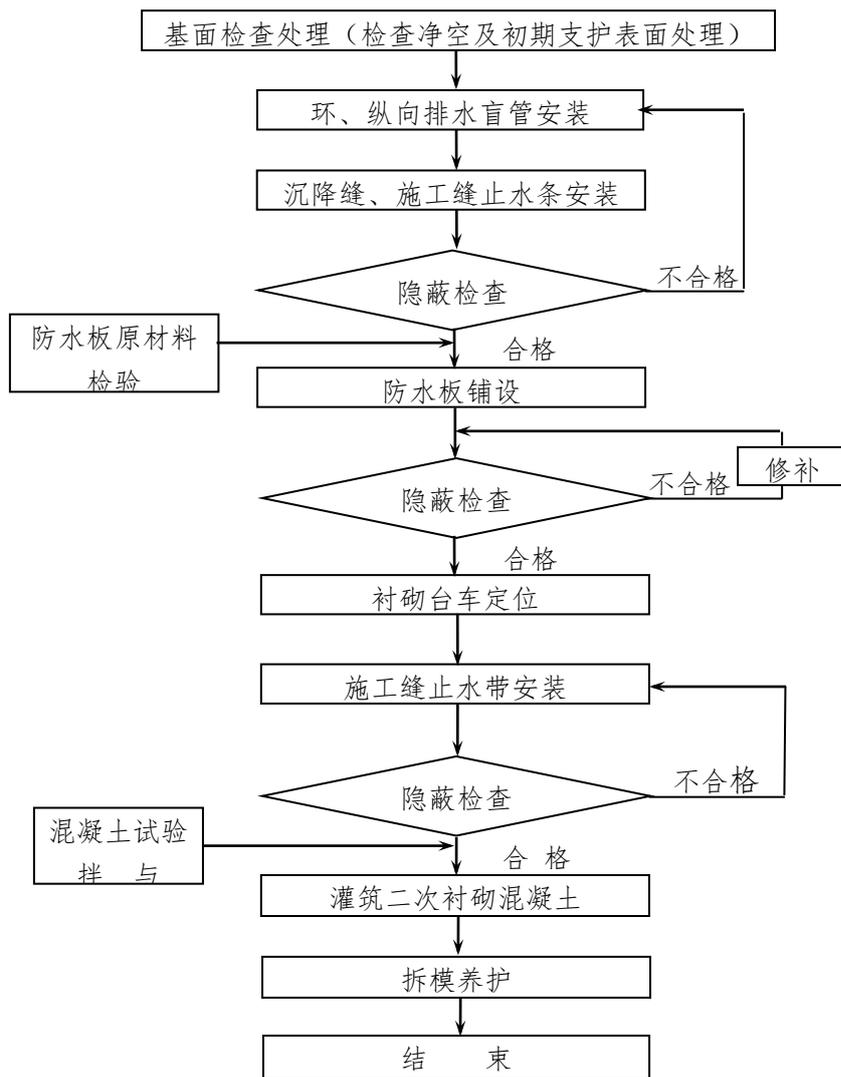


图3 隧道结构防排水施工工艺流程

## 2、环向排水盲管安设

先在喷射混凝土面上定位划线，线位布设原则上按设计进行，但根据洞壁实际渗水情况作适当调整，尽可能通过喷射层面的低凹处与有出水点的地方。沿线两侧钻定位孔，定位孔间距30~50cm，将膨胀螺栓打入定位孔，用铁丝将环向盲管定位于膨胀螺栓上，见排水盲管布置示意图。集中出水点处沿水源方向钻孔，然后将单根引水盲管插入其中，并用速凝砂浆将周围封堵，以便地下水从管中集中流出。

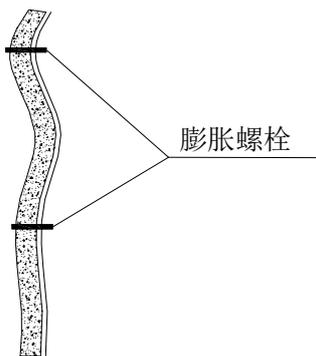


图 4 环向排水盲管固定示意图

### 3、纵向排水盲管安设

按设计位置在边墙底部测量放盲管设置线，沿线钻孔，打入膨胀螺栓，安设纵向盲管，用卡子卡住盲管，固定在膨胀螺栓上。

### 4、基面处理

基面处理要紧对初期支护表面的渗漏水，外露的突出物及表面凹凸不平处进行处理。

1) 处理基面渗漏水，使用注浆堵水或者埋设排水管直接排水到边沟，保持基面无明显漏水；

2) 对初期支护混凝土表面外露的锚杆头，钢筋尖头等硬物割除，其处理如图 5、图 6、图 7；

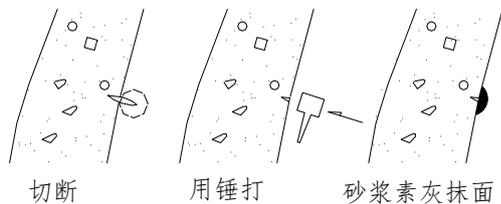


图 5 初期支护面处理

①对钢筋网等凸出部分，先切断后用锤铆平抹砂浆素灰。

②对有凸出的管道时，用砂浆抹平。

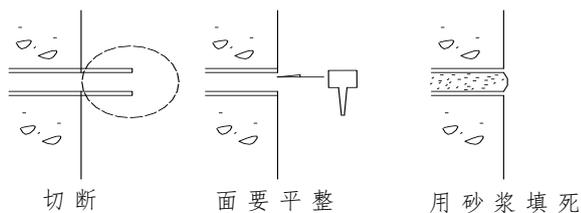


图 6 初期支护面处理

③对锚杆有凸出部位时，将初支面外露的锚杆切掉，并用砂浆抹平，局部凹凸量偏大处（矢跨比大于 1/6）要进行凿开，并用砂浆抹平，总体原则是，使初支面整体圆顺。

5、对初期支护表面凸凹不平处进行处理，使混凝土表面平顺，凸凹面满足  $D/L \leq 1/6$ （D 为两凸凹面间凹进深度，L 为两凸凹面间距离）。

#### 6、基面处理质量检查

净空检查用断面仪等仪器进行，检查支护断面是否满足设计尺寸，每 10 米检测一个断面，如不满足设计净空要求时，则加密检查，并对侵限部分严格按照规范要求进行处理。

初期支护表面应平整，无空鼓、裂缝、松酥，表面平整度用 2m 尺进行检查，其平整度  $\leq 20\text{mm}$ 。

#### 3.2.3.2 排水盲管施工

排水盲管包含环向排水盲管、纵向集水盲管、横向排水盲管，三者使用三通连为一体，形成完整的排水系统。其中纵向排水盲管在整个隧道排水系统中是一个中间环节，起着承上启下的作用，是关键环节。

环向、纵向排水盲管施工要紧有钻定位孔、锚栓安装、盲管铺设、安装等环节，其施工流程见下图 8。

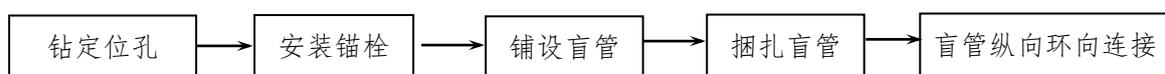


图 8 环向、纵向排水盲管施工工艺流程

#### 1、排水盲管布置

环向排水盲管沿纵向设置的间距根据设计要求进行布置，根据洞内渗、漏水的实际情况，在初期支护（喷射混凝土层）完成之前视情况埋设排水半管或者线形排水板，形成暗埋、永久式排水通道系统，将水引入隧道纵向排水管或者通过盲沟（管）引入排水沟排出洞外，在地下水较大的地段应加密设置排水盲管。

①对集中出水点，沿水源方向钻孔，然后将单根引水盲管插入其中，并用速凝砂浆将周围封堵，以使地下水从管中集中引出。

②当隧道开挖后在围岩表面有线流或者股流时，均设排水半管或者线形排水板，在排水管周围喷射厚度为 1~2cm 水泥砂浆后，再进行喷射混凝土作业。

③在无渗漏水地段有必要时，每隔一定间距，在其喷层表面上、下打设排水孔，安装排水半管或者线形排水板，使隧道在使用期内因地下水的迁移变化而产生的渗漏水能顺利排出洞外。

④纵向盲管安设的坡度务必满足设计要求。

## 2、施作步骤与方法

①按规定划线，以使盲管位置准确合理。

②钻定位孔，定位孔间距在 30~50cm。

③将膨胀锚栓打入定位孔。

④用无纺布包住盲管，用扎丝捆好；用卡子卡住盲管，然后固定在膨胀螺栓上。

⑤排水半管铺设时，利用工作平台，根据裂缝形状或者打孔位置，排水半管紧贴岩面，用水泥钉每隔 30cm 对称钉牢，然后喷射速凝水泥砂浆封固。

⑥对环、纵向排水盲管使用三通相连。

## 3、横向排水盲管施工

横向排水盲管是连接纵向排水管与侧排水沟的水力通道，通常使用硬质塑料管，其设置应符合设计要求，施工中先在纵向盲管上预留拼接，然后在仰拱及填充混凝土施工前接长至侧排水沟。

## 4、施工操纵要点

①划线时注意盲管尽可能走基面的低凹处与有出水点的地方。

②盲管用无纺布等渗水材料包裹，防止泥砂、喷混凝土料或者杂物进入堵塞管道。

③纵向盲管用防水卷材半裹，使从上部下流之水在纵向盲管位置尽量流入管内。

④隧道同一断面只能铺设一道排水半管，避免造成初期支护出现薄弱断面或者薄弱带。

⑤初期支护中埋设排水半管时，喷射混凝土应分为 2~3 层，施工中务必严格操纵各喷层厚度，保证排水半管埋设数量，避免凿槽或者返工。各层排水半管铺设或者

各喷层的间歇时间，务必在前一层喷射混凝土终凝后进行。

### 5、排水盲管安装质量检查

①盲管尽量与岩壁密贴，与支护的间距不得大于 5cm、盲管与支护脱开的最大长度不得大于 10cm。

②施工中三通管留设位置准确，接头应牢固。

③盲管无泥砂、喷混凝土料或者杂物堵塞，泄水孔通畅。

### 3.2.3.3 防水板铺设

#### 1、施工工艺流程

防水板铺设包含铺设准备、防水板固定、防水板焊接等环节。施工工艺流程如下图

8。

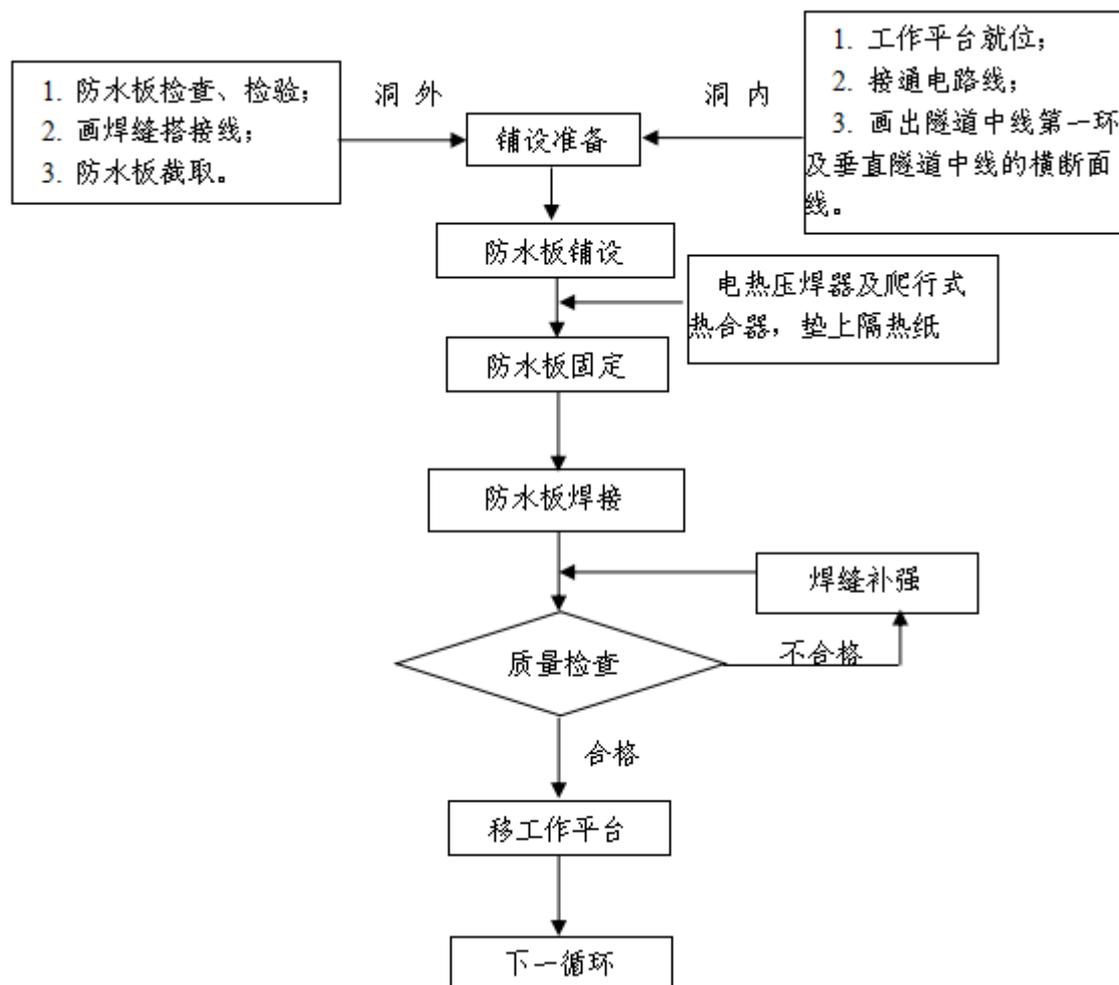


图 9 防水板施工工艺流程

#### 2、施作步骤与方法

## 1) 铺设准备

洞外检查、检验防水板质量，对检查合格的防水板，用特种铅笔划焊接线及拱顶分中线，并按每循环设计长度截取，对称卷起备用；洞内在铺设基面标出拱顶中线，画出隧道中线第一环及垂直隧道中线的横断面线。

防水板铺设宜使用专用台车铺设，台车应具备下列要求：

①防水板专用台车应与模板台车的行走轨道为同一轨道；轨道的中线与轨面标高误差应小于±10mm。

②台车前端应设有初期支护表面及衬砌内轮廓检查钢架，并有整体移动（上下、左右）的微调机构。

③台车上应配备能达到隧道周边任一部位的作业平台。

④台车上应配备辐射状的防水板支撑系统。

⑤台车上应配备提升（成卷）防水板的卷扬机与铺放防水板的设施。

⑥专用台车上应设有激光（点）接收靶。

## 2) 防水板铺设

防水板铺设应超前二次衬砌施工 9~20m，并设临时挡板防止机械损伤与电火花灼伤防水板，同时与开挖掌子面应保持一定的安全距离；

铺设前进行精确放样，弹出标准线进行试铺后确定防水板一环的尺寸，尽量减少接头；

使用从上向下的顺序铺设，下部防水板应压住上部防水板，松紧应适度并留有余量（按 1.08 考虑），保证防水板全部面积均能抵到围岩；

分段铺设的卷材的边缘部位预留至少 60cm 的搭接余量同时对预留部分边缘部位进行有效的保护；

关于横通道处防水板的铺设，如成形不好，须用浆砌片石或者模筑混凝土使其外观平顺后，方可铺设防水板，关于热合器不易焊接的部位用热风枪手工焊接，并确保其质量；

两幅防水板的搭接宽度不应小于 100mm，如图 10 所示：

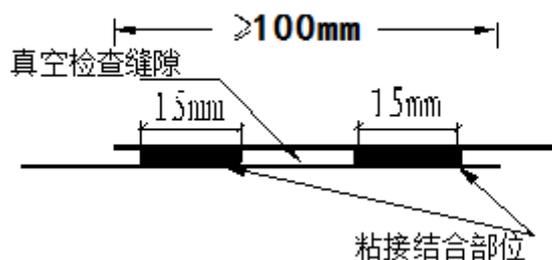


图 10 防水层焊接示意图

### 3) 防水板固定

防水板固定使用吊挂式施工，是通过预先在 EVA 复合式防水板中加设挂绳，然后在施工过程中，用射钉枪在喷射砼面上打入水泥钉，并将防水板上的挂绳系牢在打好水泥钉上即可。

### 4) 防水板焊接

焊接时，接缝处务必擦洗干净，且焊缝接头应平整，不得有气泡折皱及空隙；

防水板之间的搭接缝应使用双焊缝、调温、调速热楔式功能的自动爬行式热合机热熔焊接，细部处理或者修补使用手持焊枪；

开始焊接前，应用小块塑料片上试焊，以掌握焊接温度与焊接速度；

单条焊缝的有效焊接宽度不应小于 15mm；

防水板纵向搭接与环向搭接处，除按正常施工外，应再覆盖一层同类材料的防水板材，用热焊焊接。

在焊缝搭接的部位焊缝务必错开，不同意有层以上的接缝重叠（见图 11）。焊缝搭接处务必用刀刮成缓角后拼接，使其不出现错台；

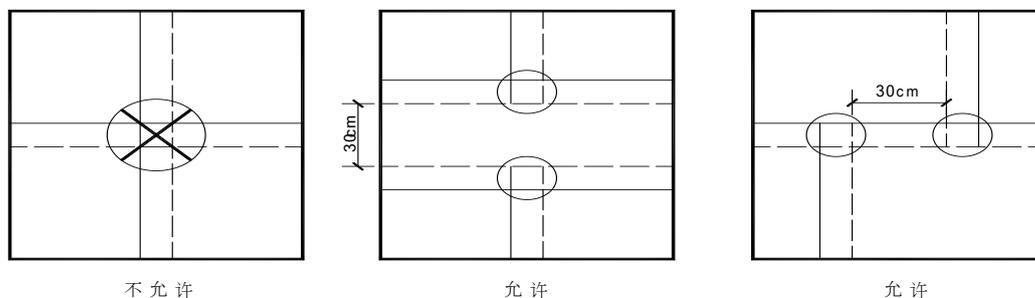


图 11 防水板搭接示意

焊缝若有漏焊、假焊应予补焊；若有烤焦、焊穿处与外露的固定点，务必

用塑料片焊接覆盖。

### 3、施工操纵要点

塑料板应存放在室内，库房应整洁、干燥、无火源、自然通风要好，并应远离高温热源及油脂等污物；

任何材料、工具、在铺设时应尽量远离已铺好的地段堆放；

安装垫圈要严格操纵方向与排列距离，避免安装时搭接困难；

挡头板的支撑物在接触到塑料防水板处务必加设橡皮垫层；

绑扎钢筋与安装模板及衬砌台车就位时，在钢筋保护层垫块外包土工布防止碰撞与刮破塑料板；

浇筑混凝土时，应防止碰击塑料板，二次衬砌中埋设的管料与防水板间距不小于5cm，以防止破旧塑料防水板，浇筑时应有专人观察，发现损伤应立即修补。

### 4、防水板施工质量检查

#### 1) 目测检验

用手将已固定好的塑料板上托或者挤压，检查其与喷射砼面的密贴程度及预留量，检查塑料板有无烤焦、焊穿、假焊与漏焊，焊缝宽度是否符合设计，焊缝表面是否平整光滑，有无波形断面。

#### 2) 充气检查

检查采取随机抽样的原则，环向焊缝每衬砌循环抽试2条，纵向焊缝每衬砌循环抽试1条。防水板的搭接缝焊接质量检查应按充气法检查，将5号注射针与压力表相接，用打气筒进行充气，当压力表达达到0.25MPa时停止充气，保持15min，压力下降在10%以内，说明焊缝合格；如压力下降过快，说明焊缝不严。用肥皂水涂在焊缝上，有气泡的地方重新补焊，直到不漏气为止。

### 3.2.4 钢筋施工

#### 1、钢筋加工与绑扎

钢筋按要求在钢筋加工厂统一加工，运输到现场，在台车上人工安装绑扎。根据测量操纵点先扎外层环向定位钢筋，用纵向筋将定位钢筋连接后，以纵向筋作为其他环向筋安扎根据

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要  
下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/886204235204011010>