

乐昌至广州高速公路坪石至樟市段

隧道二衬施工方案

编制：_____

审核：_____

同意：_____

中铁隧道集团乐昌至广州高速公路第 T10 协议段项目经理部

二〇一〇年十月

目 录

一、编制依据及标准	1
1.1 编制依据	1
1.2 编制标准	1
二、工程概况	2
2.1 设计概况.....	2
2.2 水文地质概要	4
2.3 人员组织概况.....	4
三、总体施工方案	4
3.1 总体施工安排	5
3.2 二衬施工次序	5
3.2 施工进度及计划	5
3.2.1 工期安排标准.....	5
3.2.2 总体工期安排.....	6
3.3 关键施工进度指标.....	6
四、施工工艺、方法、技术方法	7
4.1 施工工艺步骤	7
4.2 施工方法及技术方法	8
4.2.1 隧道初支断面净空测量.....	8
4.2.2 清底和基面处理.....	8
4.2.3 仰拱及仰拱填充施工方案.....	9
4.2.4 拱墙施工.....	11
4.2.5 防排水施工.....	16
4.2.6 钢筋施工.....	27
4.2.7 砼施工技术方法.....	31
五、质量确保方法	33
5.1 技术确保方法	33
5.2 制度确保方法	35
5.3 回填注浆施工.....	36
六、工器具、设备投入	37

七、施工安全确保方法	38
八、环境保护、水土保持确保体系	39
8.1 环境保护方法.....	40
8.2 水土保持方法.....	41
九、文明施工确保体系及确保方法	41
9.1 文明施工目标.....	41
9.2 文明施工确保体系.....	41
9.3 文明施工确保方法.....	42

一、编制依据及标准

1.1 编制依据

- 1、乐广高速公路 T10 标施工招标文件及招标补遗文件。
- 2、《乐广高速公路 T10 标标招标设计图纸》。
- 3、长基岭隧道施工设计图纸。

A、设计标准、规范：

- (1) ISO9001 标准及 GB/T19000 《质量管理体系和质量确保》；
- (2) 《混凝土结构设计规范》 GB50010-；
- (3) 《公路工程技术标准》(JTG B01-)
- (4) 《公路隧道施工技术规范》(JTJ F60-)

B、施工、验收标准及规范：

- (1) ISO9001 标准及我企业质量确保体系文件；
- (2) 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB50204-；
- (3) 相关国家、部颁发其它规范和标准。
- (4) 我单位在同类公路工程 and 广东公路工程施工取得经验及成熟技术、科技结果、施工工法。

1.2 编制标准

本施工方案以“说明具体、简单易懂、易被接收，保安全，保质量”为工作关键，根据“施工方案可行、施工技术优异、施工组织合理、方法适当，保障有力”指导思想，遵照下列标准编制本施工方案：

(1) 工期保障标准

依据业主对本标段工程工期要求，科学组织施工，合理配置资源，使该工程各工序施工衔接有序，资源利用充足，确保各关键节点工期和总工期。

(2) 技术方法更优标准

制订切实可行技术方法，采取新技术、新工艺，确保该项工程安全、质量达成优良标准。

(3) 经济合理性标准

针对工程实际情况，本着可靠、经济、合理标准比选施工方案，并配置充足资源，施工过程中实施动态管理，从而使工程施工达成既经济又优质目标。

(4) 环境保护标准

在施工场地部署、施工机械配置、施工方案选择方面必需和环境保护要求相结合，确保施工过程不对自然环境和人文环境产生破坏，实施文明施工，保护周围环境。

二、工程概况

2.1 设计概况

长基岭隧道为本标段控制工程，进口在一六镇，出口在龙归镇。隧道左、右线起讫里程分别为 ZK90+120~ZK94+040、YK90+125~YK94+065，分别长 3920m、3940m。洞门采取端墙式，均设计有 10m 明洞。另外，还包含有 5 个车行横洞、9 个人行横洞，5 处紧急停车带。隧道在低山地貌区，最大埋深 300m，隧道出口坡度 $40^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 。左右线隧道测设线间距 38m 左右，属分离式隧道形式。隧道地层复杂、断层发育，共有 14 条断层破碎带，出口端施工估计需穿越 7 条断层破碎带。

1、隧道平、纵断面设计

长基岭隧道设平曲线 1 个，无竖曲线。左线起点设计高程 158.889，终点设计高程 103.775；右线起点设计高程 158.677，终点设计高程 103.639，线路总体上由北向南下坡，左、右线坡度分别为 1.49%、1.485%。

2、隧道结构设计

隧道按新奥法原理设计，结构采取锚、网、喷、钢拱架组成早期支护和二次模筑砼相结合复合式衬砌型式；拱墙采取 C25 防水砼，抗渗等级大于 S8，仰拱采取一般 C25 砼。隧道主洞、紧急停车带内轮廓通常采取三心圆、曲边墙形式；隧道通常地段主洞采取 R-480cm、R-880cm 三心圆净空断面形式，单洞不设仰拱净空断面面积 109.2m^2 ，设仰拱净空断面面积 133.7m^2 ；考虑和通常地段主洞断面顺接要求，紧急停车带采取 R-480cm、R-1020cm、R-480cm 三心圆断面形式，设仰拱净空断面面积 164.3m^2 。

拱墙采取 1.5mm 厚单面自粘式 HDPE 复合式防水卷材。隧道净宽 15.5m，净高 5.0m。隧道结构断面示意图见图 2-1；各断面二衬结构设计参数见表 2-1；二次衬砌标准设计图见图 2-2。

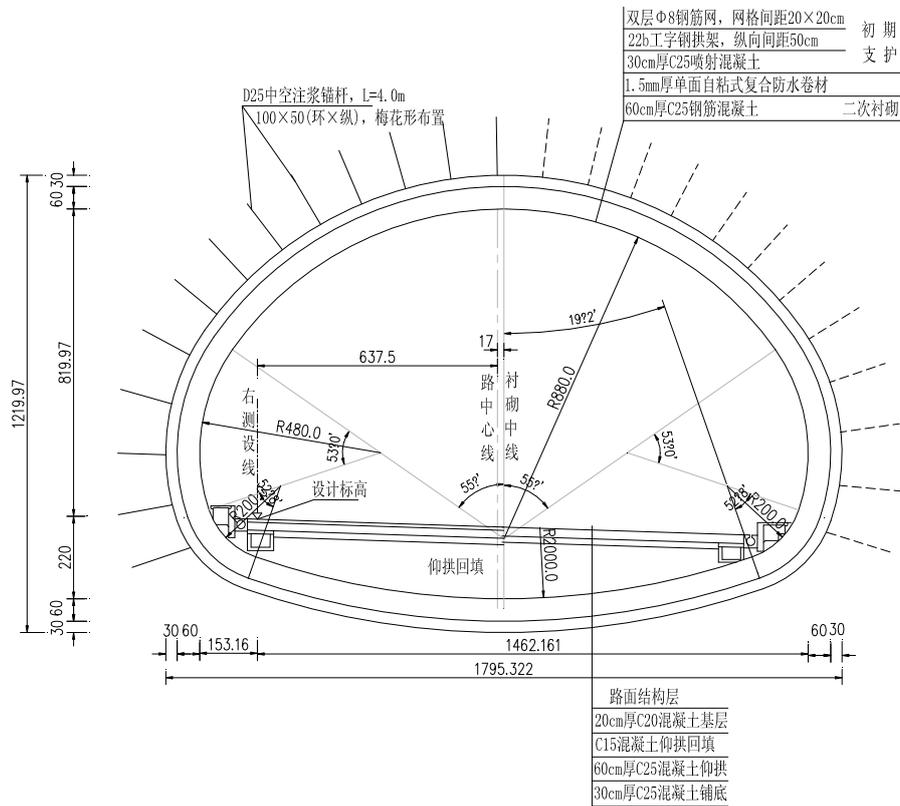


图 2-1 V级围岩地段隧道结构示意图

表 2-1 二衬结构设计参数表

围岩等级	二次衬砌 (cm)	
	拱、墙	仰拱
SQ	厚 70cm 钢砼	
S5a	厚 60cm 钢砼	
S5b	厚 55cm 钢砼	
S4a	厚 50cm 钢砼	厚 50cm 钢砼
S4b	厚 45cm 钢砼	厚 45cm 砼
S4c	厚 45cm 砼	—
S3a	厚 40cm 砼	—
S3b	厚 40cm 砼	—
ST4a	厚 60cm 钢砼	厚 60cm 钢砼
ST4b	厚 60cm 钢砼	厚 60cm 钢砼
ST3	厚 50cm 钢砼	—

S5a 复合衬砌配筋设计图

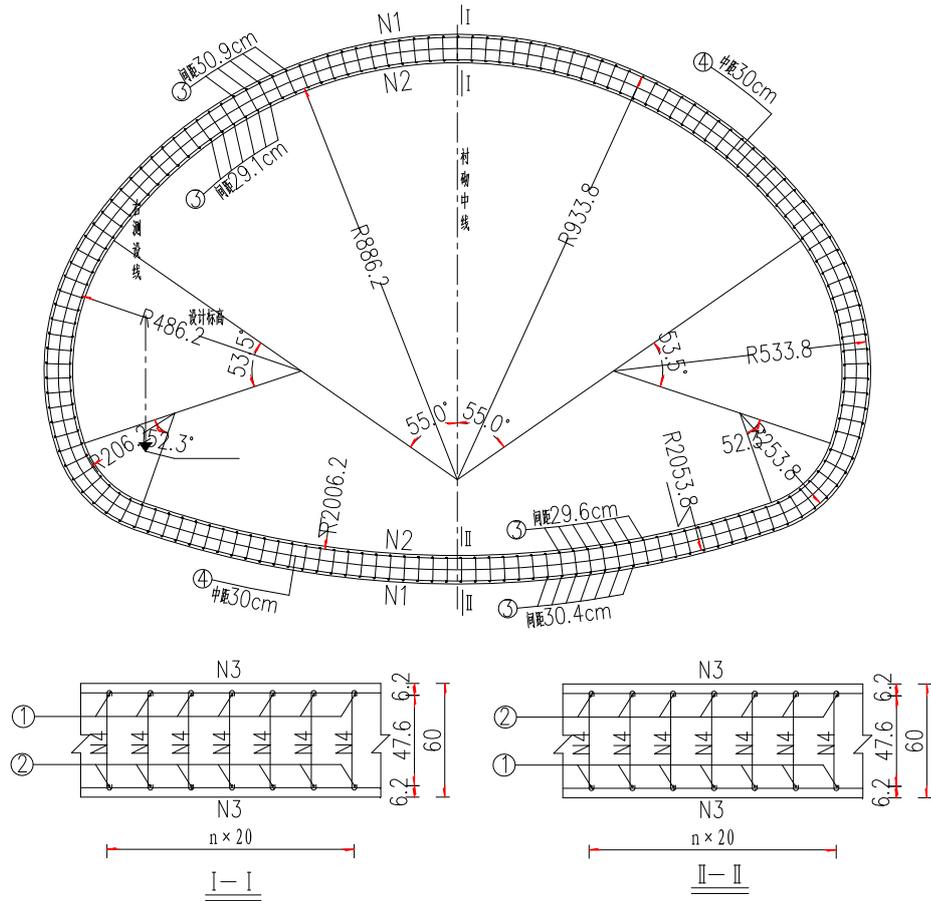


图 2-2 S5a 级围岩二次衬砌标准设计图

2.2 水文地质概要

隧道地下水为表层残坡积粉质黏土、碎石土中孔隙水、基岩风化带内裂隙水、结构裂隙水及岩溶水，水量大小受空隙率、溶蚀、裂隙发育程度及季节改变影响，补给起源关键为大气降水下渗补给，因为洞身较长，穿越地层时代较多，各岩性差异风化较显著，且有断裂经过，不一样类型结构面发育，具较强透水性，地表水顺各结构面渗透地下，成为丰富地下水水源，使得隧道区地下水较为发育，丰富地下水将影响隧道施工，施工时要注意排水、预防涌水。

2.3 人员组织概况

管理人员 20 人、开挖班 80 人、支护班 90 人、模板班 30 人、二次衬砌班 100 人，其中架子队队长曾建雄、总工钟玉明、质检员宋金峰。

三、总体施工方案

3.1 总体施工安排

因长基岭隧道为分离式隧道，故左、右洞施工相互间没有影响，依据各自隧道断面尺寸一致，左右洞分别配一套一般模板台车，加宽段模板台车经过一般模板台车加支撑，拼装出设计加宽段尺寸。

模板台车施工：隧道使用台车施工，台车设计总长 12m。台车搭接 10cm。每一循环台车衬砌长度为 11.9m。隧道环向施工缝为 11.9m 一道。水平施工缝设在路面下 0.15m 位置。

人行横洞采取搭设满堂红脚手架，车行横洞采取简易型钢台架作工作平台进行施工。模板均采用钢模板。

隧道防水施工：隧道内采取简易台架铺设防水材料。

隧道钢筋施工：集中钢筋加工厂加工，再运输至隧道二衬钢筋施工部位，采取防水板简易台架作为钢筋绑扎施工平台进行钢筋施工。

隧道二衬砼施工：砼输送泵自地面泵送砼至模板台车处，砼灌注以自密实为主，人工配合采取捣固棒震捣。

3.2 二衬施工次序

二次衬砌施工次序：仰拱和小边墙同时施工，仰拱、小边墙超前 50m，后期仰拱、边墙应流水线组织施工，拱墙基面处理、防水施工、钢筋绑扎、二衬砼浇注紧跟。图 3-1 所表示

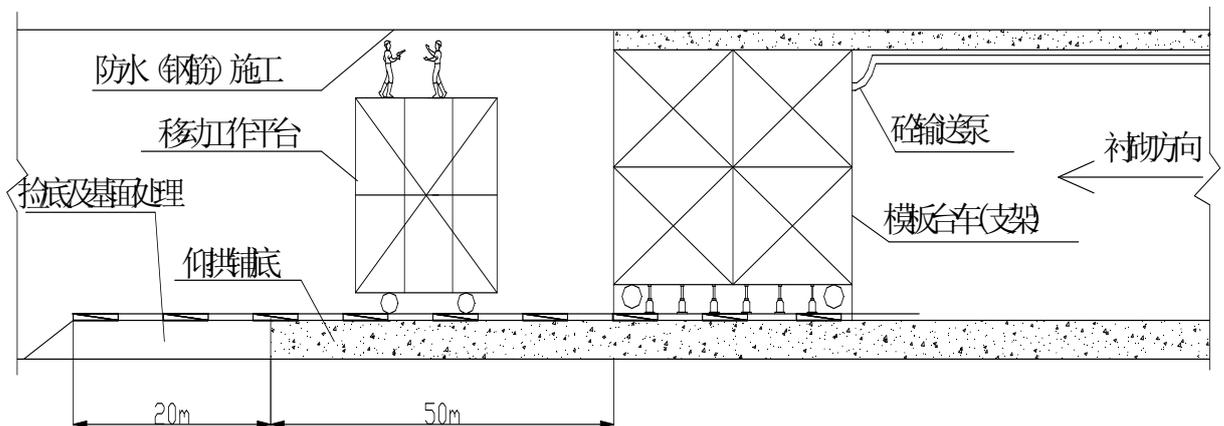


图 3-1 隧道二次衬砌施工示意图

3.2 施工进度及计划

3.2.1 工期安排标准

在确保协议总工期同时，确保施工安全、工程质量及环境保护、文明施工目标等全方面实现，完全履约；施工组织科学，工序安排合理，最大程度地降低施工相互干扰；尽可能开

展平行流水作业，以降低施工投入、缩短施工工期，尽可能做到关键工序均衡生产。

- 1、工期安排上严格根据招标文件对总工期相关要求进行。
- 2、合理安排施工次序，尽可能展开平行流水作业。

3.2.2 总体工期安排

长基岭隧道左、右线二衬计划完成工期分别以下。

左线二衬：11月26日~3月30日；①先施工 ZK93+992~ZK94+004，②往大里程施工 2 组二衬，③施工明洞衬砌，④ ZK93+992 往小里程方向施工二衬。

右线二衬：11月11日~3月30日；①先施工 YK94+027~YK94+039，②往大里程施工 2 组二衬，③施工明洞衬砌，④ ZK94+027 往小里程方向施工二衬。

3.3 关键施工进度指标

关键进度指标见表 3-1。

表 3-1 主体结构施工关键工程项目施工进度指标表

序号	项目	进度指标	备注
1	仰拱施工	2 天/段	前 4 组 2 段/周
2	拱墙（单洞单线段，台车）	2 天/段	前 4 组 2 段/周

四、施工工艺、方法、技术方法

4.1 施工工艺步骤

施工工艺步骤图 4-1 所表示

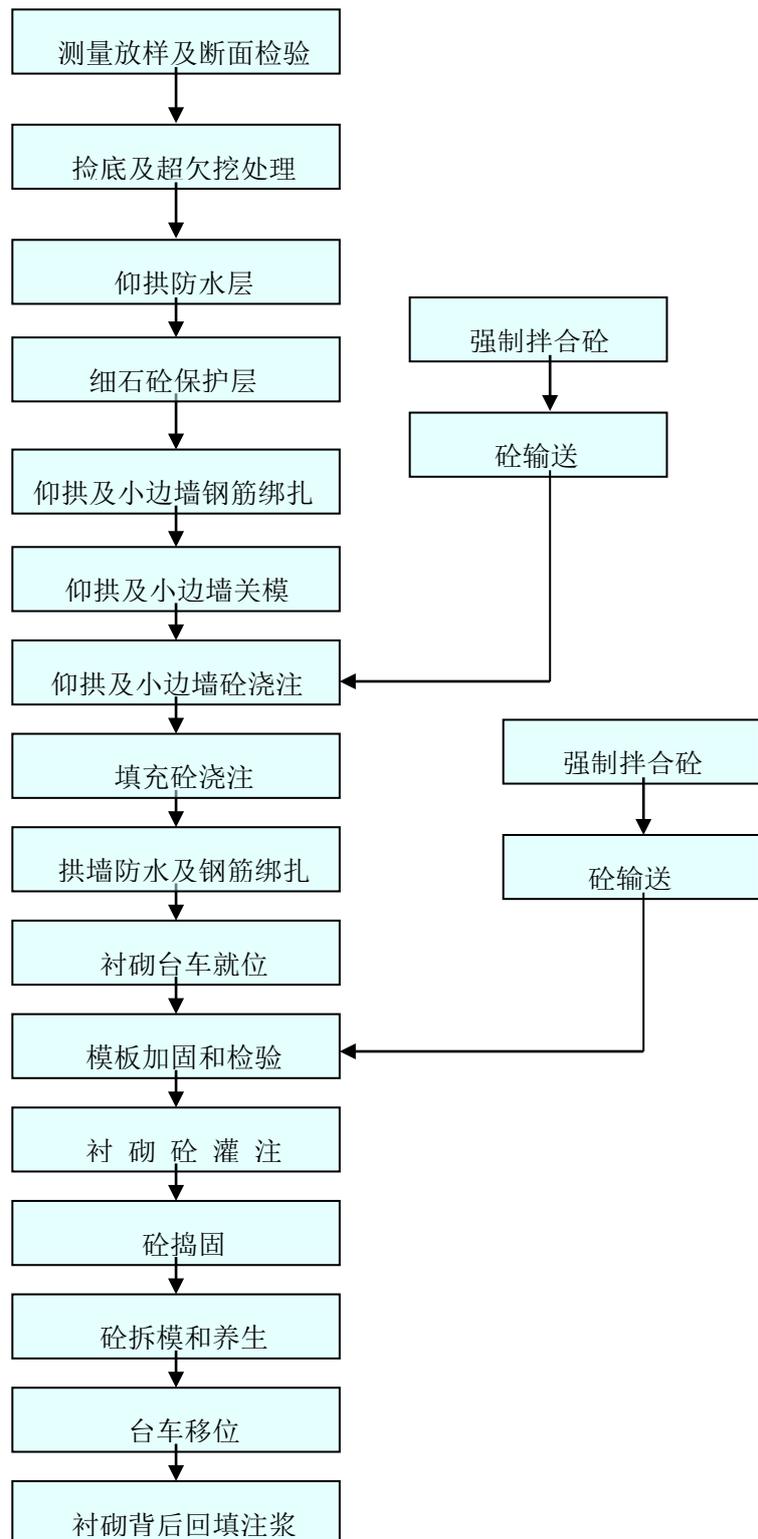


图 4-1 施工工艺步骤图

4.2 施工方法及技术方法

二次衬砌距掌子面安全距离：Ⅱ级围岩二次衬砌距掌子面距离小于 200m；Ⅲ

级围岩二次衬砌距掌子面距离小于 120m；IV 级围岩二次衬砌距掌子面距离 80~100m；V 级围岩二次衬砌距掌子面距离 60~80m。

长基岭隧道以采取复合式衬砌为主，明洞段采取明洞衬砌。IV 级围岩（S4a、S4b 支护形式）及 V 级围岩隧道均采用曲墙有仰拱衬砌断面形式，仰拱和仰拱填充足开施作；III 级围岩及 IV 级围岩（S4c 支护形式）均采用曲墙无仰拱衬砌断面形式。

隧道衬砌要遵照“仰拱超前、拱墙整体衬砌”标准，早期支护完成后，为有效地控制其变形，仰拱尽可能紧跟开挖面施工，仰拱填充采取栈桥平台以处理洞内运输问题，并进行全幅一次性施工。仰拱施做完成后，利用多功效作业平台人工铺设防水板，绑扎钢筋后，采取液压整体式衬砌台车进行二次衬砌，采取拱墙一次性整体灌注施工，最终完成整体道床施工。混凝土在洞外采取拌和站集中拌和，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。

4.2.1 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，对隧道净空进行检验，完成后将测量结果上报。提前对侵限部分进行处理，处理完成后进行复测，并经监理检验合格后方进行下一道工序。

4.2.2 清底和基面处理

- 1) 清底采取人工配合反铲挖机，清底过程中应注意对隧道初支保护。
- 2) 初支基面集中漏水部位进行注浆堵水，渗水部位施作防水砂浆刚性防水层或堵漏灵，做到无滴水、漏水、淌水、线流或泥砂流出，确保基面干燥、清洁。
- 3) 自拱顶向两侧将基面外露钢筋头、铁丝、锚管、排管、锚杆等尖锐物切除锤平，并用砂浆抹平顺，不得出现尖锐物。
- 4) 对基面凹凸不平处修凿及用砂浆抹平顺，不平整度最大为 3mm，拱部不平整度矢弦比小于 1/8，其它部位矢弦比小于 1/6。将基面阴、阳角处和棱角部位须用砂浆抹成圆弧，圆弧半径为 100mm。
- 5) 基面处理完，并经检验验收合格后，方可进行下一道工序施工。

仰拱采取移动式栈桥施工，但仰拱填充不和仰拱同时灌注，拱墙衬砌采取液压钢模衬砌台车施工，最终施工水沟电缆槽，必需地段采取回填注浆。洞内混凝土衬砌施工次序见图 4-2。

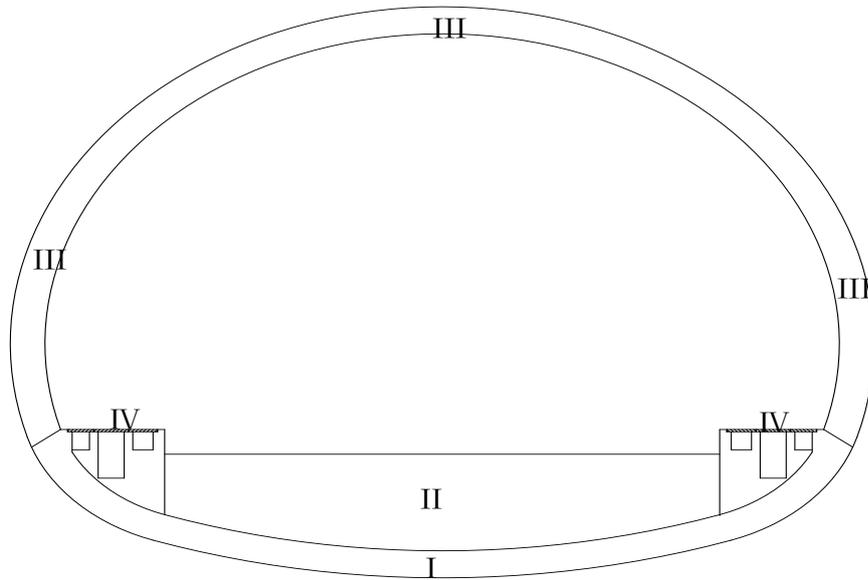
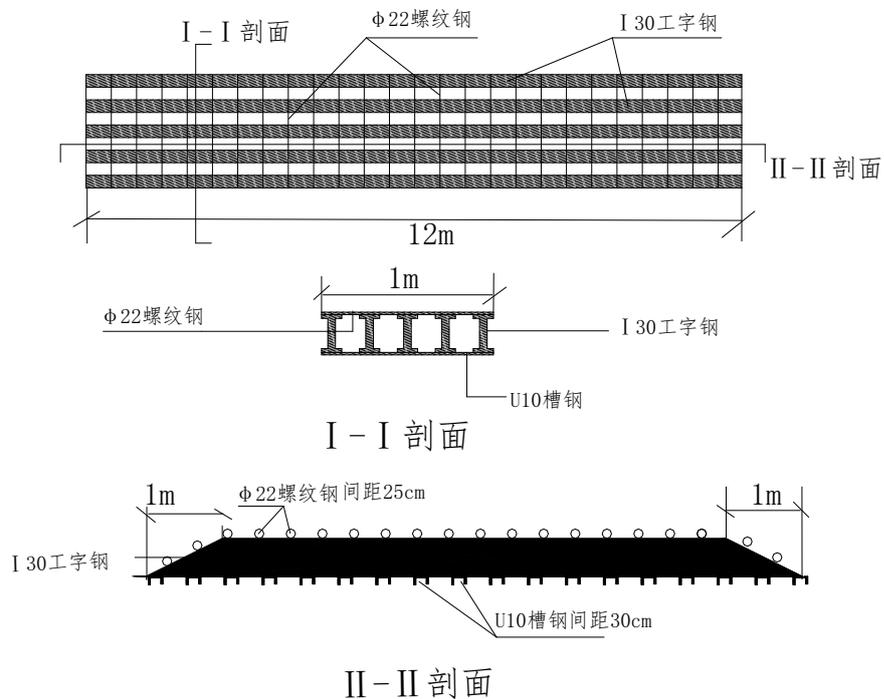


图 4-2 洞内混凝土衬砌次序图

4.2.3 仰拱及仰拱填充施工方案

为确保隧道施工平行作业，仰拱施工采取移动仰拱栈桥，栈桥 12m，采取 5 根 I30 工字钢加工，宽 1.0m，I30 工字钢上面用 $\Phi 22$ 钢筋连接焊牢，间距 25cm，底面用 [10 槽钢焊接，



以确保栈桥整体性，栈桥部署见图 4-3。

图 4-3 栈桥部署

仰拱和仰拱填充混凝土分幅分段浇筑，超前二次衬砌 20~30m，仰拱和仰拱填充不得同时浇筑，根据设计厚度一次灌注成型，通常浇筑段长小于 8m。仰拱填充浇筑时两边预留临时水沟。IV、V 级围岩包含仰拱混凝土浇筑、仰拱填充层浇筑；III 级围岩包含铺底混凝土浇筑。其工序框图分别见图 4-4、图 4-5。

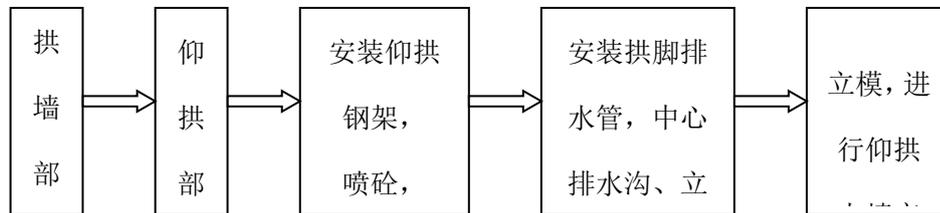


图 4-4 仰拱施工工序框

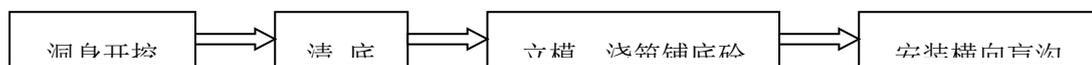


图 4-5 铺底施工工序框

(1) 测量放样

首先在隧道两侧边墙处打设导放点，导放点每 5m 打设一组，标高和该里程设计标高一致。再依据五寸台图进行放样开挖。

(2) 仰拱开挖应符合以下要求

依据测量放样进行隧底开挖，开挖轮廓和底部高程必需符合设计要求。隧底范围石质坚硬时，岩石部分突出部分（每 1m² 小于 0.1m²）侵入衬砌应小于 5cm。

(3) 在仰拱混凝土灌注前基底应做以下处理

清理基底虚碴、积水及其它杂物；采取高压风水对基面进行冲洗，确保基面洁净后方可关模浇筑混凝土。若仰拱设计有早期支护时，浇筑混凝土前必需对初支面采取高压风水进行冲洗。

(4) 仰拱及仰拱填充砼浇筑

仰拱和仰拱填充不得同时浇筑，要求仰拱终凝后进行填充混凝土浇筑。

仰拱紧跟下台阶施工，结合断面情况和现有施工技术，拟将仰拱及填充成二步施工。

第一步先施工仰拱，第二步施工仰拱填充。仰拱、仰拱填充施工断面见图 4-6

(5) 仰拱填充混凝土厚度及表面高程必需符合设计要求。

(6) 仰拱填充混凝土强度达成 5MPa 方可行人，强度达成 70% 强度后方可通行车辆。

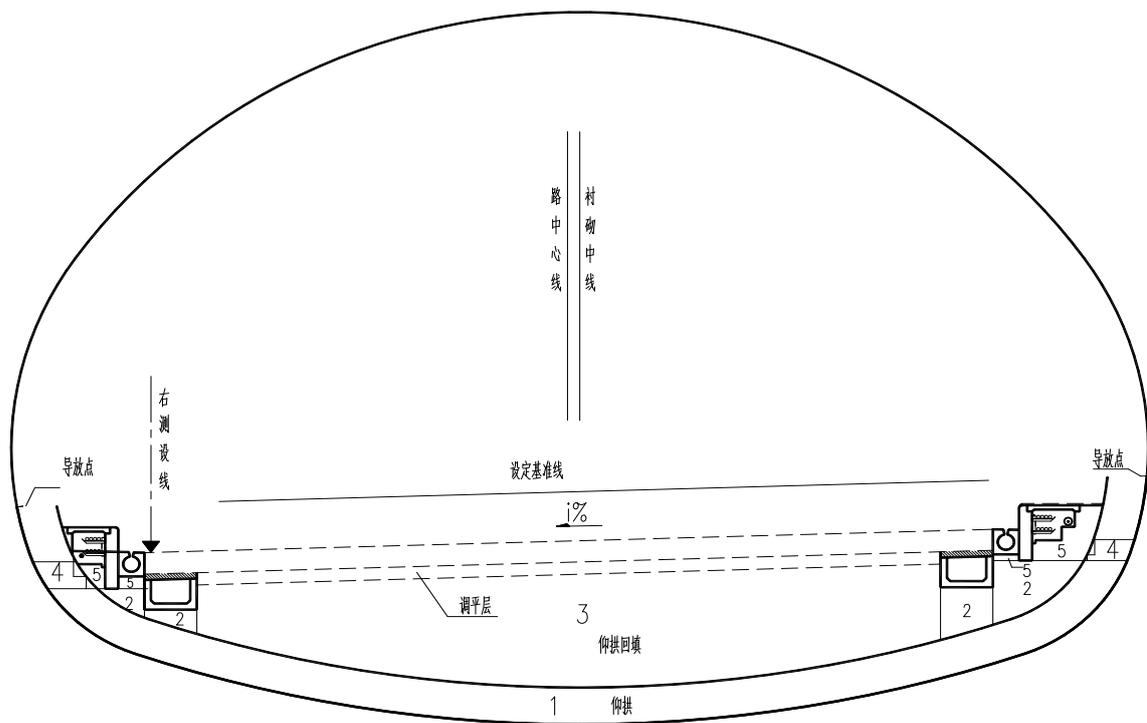


图 4-6 仰拱、仰拱填充施工断面

4.2.4 拱墙施工

(1) 拱墙测量放样

首先，检验边墙基础施作结构尺寸，检验是否满足拱墙衬砌净空和模板台车就位尺寸。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法线。中心线必需放在拱墙衬砌两个端头，放线长度以 11.90m（12m 长台车）为准，预留 10cm 模板搭接长度，中心线和就位高程点正确放在两个里程断面，且便于施工过程中点位可使用性。

(2) 拱墙施工方案

隧道在开挖、支护后，围岩变形达成收敛，即不变形、不沉降后即可进行衬砌施工。防水层铺设前要对开挖断面净空进行检验，欠挖部分进行处理，确保不侵入设计要求净空。同时对喷砼进行基层处理，基层平整度要求：凹凸处高差不得大于 5cm。

复合式衬砌要求隧道混凝土二次衬砌应在围岩收敛变形稳定后作为最好衬砌时机，但软弱围岩及断层破碎带处，因为其围岩自稳能力差，早期支护难以使其达成完全稳定，故依据支护情况及量测信息，为确保洞体稳定及施工安全，经监理工程师同意后立即进行二次衬砌，必需时紧跟开挖面。

正洞衬砌段落边拱模采取定制 12 米衬砌钢模板衬砌台车，经过调整液压元件，使模板正确对位。混凝土灌注经过灌注窗口，自下而上，从已灌段接头处向未灌方向，水平分层对称浇灌，边浇边捣，层厚不超出 40cm，相邻两层浇注时间不超出 1.5 小时，确保上下层混凝土在初凝前结合好，不形成施工冷缝，垂直自由下落高度控制不超出 2m，捣固采取附着式振捣器和插入式振捣器，安排专员负责，确保混凝土衬砌内实外光。

降低二次衬砌混凝土表面气泡，采取堵头板分层设排水孔排出泌浆水方法，混凝土在振捣过程中，产生泌浆水，轻易粘在模板上形成混凝土表面气泡。在堵头板上沿竖向每 20~30cm 设能够封闭孔（ $\phi 10\sim 14$ 螺钉孔即可），浇筑时依据混凝土层面，依序打开孔排水，排完水立即封孔。

衬砌台车由现场提供断面尺寸及功效要求，委托专业厂家加工，现场组装。衬砌台车含有足够强度和刚度，满足断面加宽及下锚段衬砌要求，而且立模方便。液压衬砌台车见示意图 4-7。

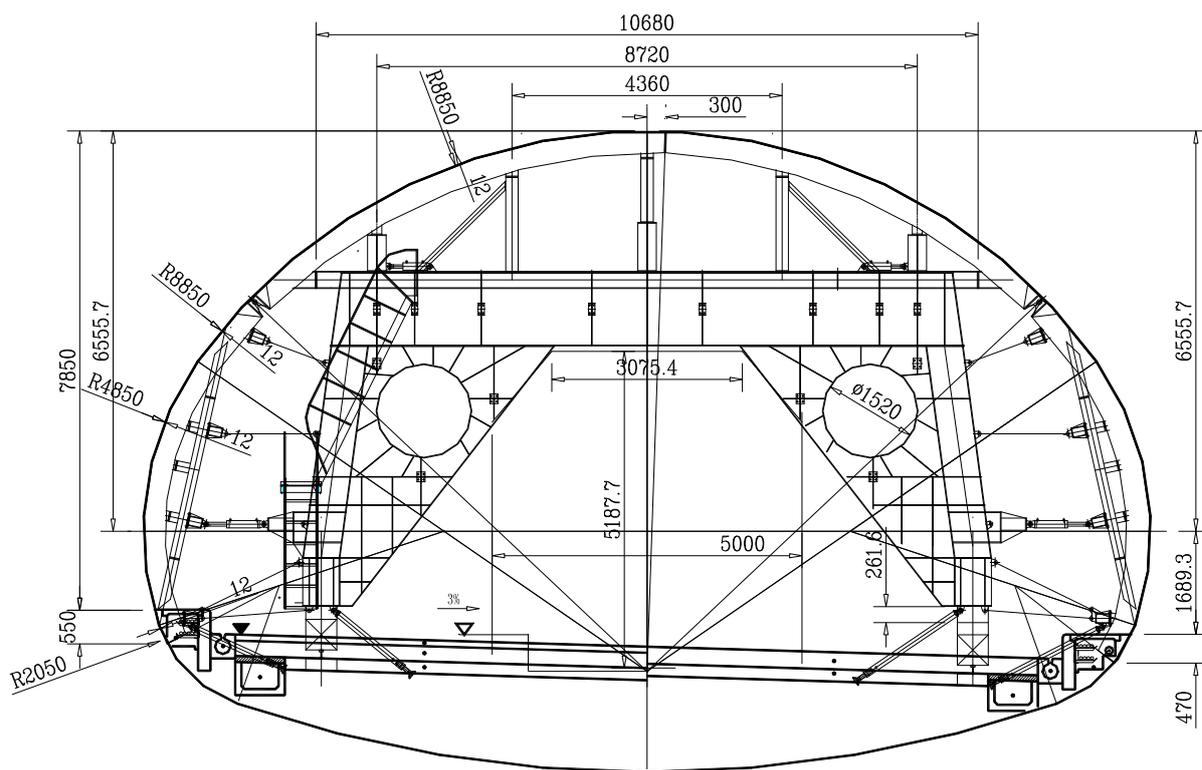


图 4-7 液压衬砌台车见示意图

预留洞室等结构物衬砌采取简易衬砌台架、组合钢模立模，泵送混凝土入仓。施工时，和正洞衬砌连接段预留出 1m 长，和正洞衬砌同时灌注。

混凝土灌注结束 12 小时后从挡头板浇水养护。拱墙衬砌施工工艺框图见图 4-8

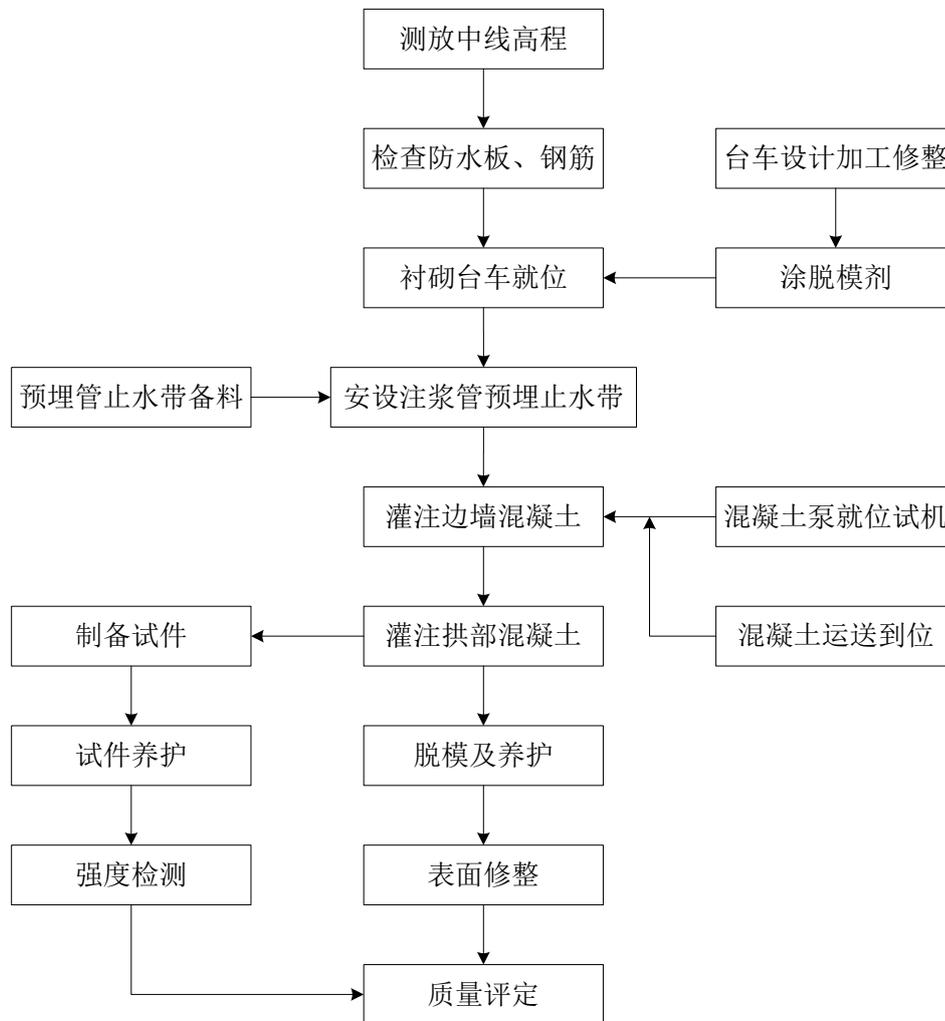


图 4-8 拱墙衬砌施工工艺框图

(3) 边墙基础、拱墙施工缝基面处理

在防水层铺设、防排水结构安装完成，经自检、监理检验、充气试验检验合格后，对边墙基础顶面清除焊渣、杂物等，然后用水进行冲洗，待水干后，涂界面剂。拱墙施工缝必需凿毛处理，同时用水清洗，理顺止水带。

(4) 台车就位

立模（台车就位）：依据放线位置，移动台车就位。台车就位后，按要求检验台车位置、尺寸、方向、标高、坡度、稳定性，放置接头止水带及界面剂和拱部注浆管，并安设好挡头模板再进行合格检验和经监理工程师签证，方可灌筑边拱混凝土。

1、台车就位前，首先检验模板台车各个部件，检验是否牢靠，模板强度、刚度是否满足施工需要，同时对模板台车拼装后结构净空尺寸进行检验、验收合格后，才能够投入使用。

2、台车就位前，对模板台车模板进行打磨处理，确保模板台车表面平整度、光洁度，用色拉油作为脱模剂，脱模剂涂刷一定要均匀，不能有油下流或聚集一团现象。

3、台车就位前，台车底部钢轨安装必需符合以下要求：首先必需确保钢轨安装后刚度要求，即钢轨在承受本身静荷载和砼浇注过程动荷载中，不能出现下沉。钢轨间距误差不能超出 5mm，满足台车行走，同时要用钢楔卡住台车轮，确保台车在浇注中不位移。

4、对有钢筋拱墙砼，钢筋上必需使用和设计保护层等厚高标号砂浆垫块，以确保钢筋保护层符合设计要求，二衬钢筋安装不能侵入净空。

5、台车就位以测量组放样点位为标准，台车安装必需稳固、牢靠，接缝严密，不得漏浆。模板和混凝土接触面必需清理洁净并涂刷隔离剂。

6、台车就位完成后，对台车进行检验，其许可偏差必需满足以下要求下表 4-1

序号	项目	许可偏差(mm)	检验方法
1	边墙脚平面位置及高程	±15	尺量
2	起拱线高程	±10	
3	拱顶高程	+10 0	水准测量
4	模板表面平整度	5	2m靠尺和塞尺
5	相邻浇筑段表面高差	±10	尺量

7、检验完成符合设计要求后，进行预埋件和挡头模板安装，预埋件关键有背贴式橡胶止水带、中埋式橡胶止水带、止水条。止水带采取 U 形钢筋盘条固定在挡头模板上,二分之一镶入模板,另二分之一需在挡头模板.并用钢筋进行固定、加固。带注浆管膨胀止水条采取预留安装槽。在模板拱顶（最高点）安设排气孔兼注浆孔。注浆孔设置间距 5~10m。挡头模板和止水带之间采取定型木板加工,止水带和支护面之间采取不等宽度模板组合而成，依据超挖实际情况组合。

(5) 砼浇筑

混凝土浇筑：灌筑边拱混凝土时，应由下向上对称灌筑，两侧同时或交替进行，边墙部位混凝土应采取埋管式浇注，由液压泵直接顶压入模，挤压顶升式浇注。拱部先采取退出式浇注，最终用压入式封顶。混凝土用附着式振捣器和插入式振捣器联合捣固，安排专员负责，确保混凝土内部密实，外部光滑。并注意保护好预埋于混凝土内部注浆管，预防其歪斜和倾倒，以确保二次衬砌后回填注浆能顺利进行。要配足备用捣固机具，预防因捣固机具发生故障，造成漏捣或捣固不实。混凝土灌筑必需连续进行，因故不能连续灌筑，间歇时间超出混凝土初凝时间时，必需按要求进行接茬处理。

(6) 混凝土结构自防水

二次衬砌采取自防水混凝土，抗渗等级不低于 S8，隧道 V、IV 级围岩断层破碎带水头压力小于 0.3Mpa 地段，抗渗等级不低于 S10，拱墙砼掺加防水剂，仰拱砼掺加高效抗裂防水膨胀剂。

1、准备工作: 在砼浇筑前, 必需检验输送泵是否完好, 拌合站运转情况是否正常, 砼罐车是否到位, 配合比、外加剂是否调整好。多种机具(捣固器等)是否准备好, 是否能用。

2、砼浇筑: 砼浇筑前, 先清洗边墙基础顶面, 清除杂质, 涂界面剂, 仔细检验台车模板表面平整度, 整齐情况。

3、关键技术方法

隧道衬砌砼为使衬砌砼抗渗等级大于设计要求等级, 达成内实外美, 不渗、不漏、不裂和砼表面无湿渍质量标准, 施工过程采取以下关键技术方法进行控制。

①、衬砌净空控制

在拱墙衬砌前, 对模板架立位置进行测量放样。模板架立位置比设计位置净空大 5cm, 对模板结构尺寸和衬砌净空进行检验, 对模板进行调整, 加固。

②、砼质量控制

精心试验钢材、水泥、粗细骨料、水、外加剂等原材料, 经试验后精心选择符合设计强度标准原材料进行配合比设计并不停优化。对隧道内渗水进行水质化验, 搞清它是否对砼有侵蚀性, 方便在配合比设计时采取对应方法, 如原材料选择等。施工中严格按配合比正确计量, 严格按配合比拌制砼, 必需采取自动计量搅拌站拌和, 采取重量法计量, 砼搅拌时间不能少于 3 分钟; 砼拌和完成后必需在要求时间内用完, 不然将重新进行试验检验或报废。砼浇筑全部采取泵送砼入模。脱模时间必需经试验确保砼强度达成 8MPa 以上后才能脱模, 脱模后立即进行养护, 养护时间不少于 14d。

③、拱顶混凝土密实度和空洞处理方法

A. 分层分窗浇注

泵送混凝土入仓自下而上, 从已灌筑段接头处向未灌筑方向。充足利用台车上、中、下三层窗口, 分层对称浇注混凝土, 在出料管前端加接 3~5m 同径软管, 使管口向下, 避免水平对砼面直泵。砼浇筑时自由倾落高度不能超出 2 米, 当超出时, 采取接长软管方法处理砼落差过高问题。

B. 采取封顶工艺

当混凝土浇筑面已靠近顶部(以高于模板台车顶部为界限), 进入封顶阶段, 为了确保空气能够顺利排除, 在预留注浆孔安装排气管(采取 $\phi 12.5\text{mm}$ 镀锌管), 排气管一端尽可能靠防水板顶部。将排气管另一端固定在模板台车内, 且固定牢靠。伴随浇筑继续进行, 当发觉有水(实为混凝土表层离析水、稀浆)自排气管中流出时, 即说明仓内已完全充满了混凝土, 停止浇筑混凝土, 疏通排气管和撤出泵送软管。

封顶混凝土时尽可能从内向端模方向灌注，以排除空气。后期（砼强度达成设计 70%以上）可利用排气管对拱顶因砼收缩产生空隙进行填实，回填灌浆压力控制在 0.1~0.5MPa。

C.浇筑过程中派专员负责振捣，确保砼密实，封顶前正确安装拱顶排气管，确保封顶时不出现空洞，并在后期利用此管进行压浆，使衬砌背后充填密实。

④、拆模和养护

砼拆模拱墙模板在砼强度达成 8Mpa 后方可拆模，拆模后进行洒水养护作业，养护期龄为 14 天。

⑤、其它技术方法

A. 严格控制混凝土从拌合出料到入模时间，当气温 20℃~30℃时，不超出 1h，10℃~19℃时不超出 1.5h。冬、雨季施工时，混凝土拌合运输和浇筑严格按保障方法和规范要求实施。

B.拆模养护：每循环脱模后立即对模板台车进行养护：清刷模板，对变形和麻面处进行整修和打磨，涂脱模剂。当边、拱混凝土强度达成 5MPa 时，方可拆模，拆模时间不可过早。拆模后立即进行洒水养护，养护时间不少于 14 天。

C.衬砌厚度、密实度及外观检测方法

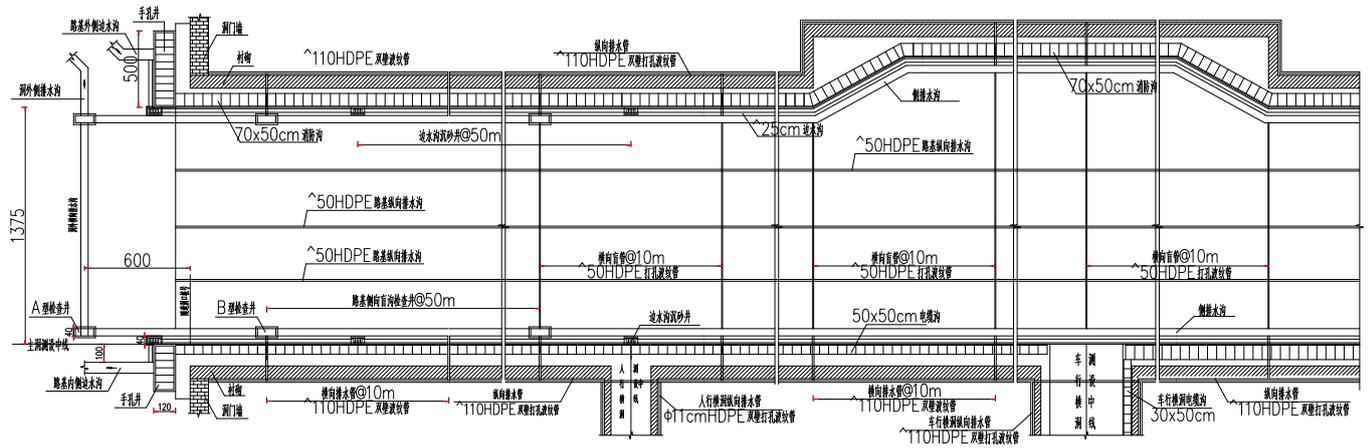
衬砌外观要目测平顺光滑，无蜂窝麻面。断面尺寸及中线、高程用钢尺配合经纬仪、水平仪量测，内轮廓必需符合设计要求。衬砌厚度检验采取雷达检测。密实度检验采取混凝土回弹仪，其强度检验采取同期制作混凝土试件，做抗压强度试验。

4.2.5 防排水施工

隧道防水关键是利用混凝土自防水能力，混凝土抗渗等级不得低于 S8。拱墙背后设置单面自粘式 HDPE 复合防水卷材，防水板厚度大于 1.5mm。隧道变形缝采取橡胶止水带止水，隧道施工缝采取膨胀橡胶止水条止水。

4.2.5.1 系统排水管布设

隧道排水平面部署图见图 4-9



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/646132204034010120>