

新广武至原平高速公路雁门关隧道

施工组织设计

目 录

- 第一章 编制说明
- 第二章 工程概况
- 第三章 安全、质量、工期目标
- 第四章 工程特点、难点及对策
- 第五章 施工总体布置
- 第六章 设备、人员动员周期和设备、人员、材料运到施工现场的办法
- 第七章 主要工程项目的施工方案和施工方法
- 第八章 不良地质地段施工方法
- 第九章 各分部工程的施工程序
- 第十章 冬、雨期的施工安排
- 第十一章 创优规划、确保工程质量和工期的措施
- 第十二章 质量、安全保证体系及安全保证措施
- 第十三章 环境保护措施
- 第十四章 文明施工确保措施
- 第十五章 其他要说明的问题
- 附件

第一章 编制说明

第一节 编制依据

一、《二连浩特至河口国道主干线（山西境）新广武至原平高速公路雁门关隧道工程招标文件（第 6B 合同段）》。

二、招标文件提供的设计图、工程量清单等有关资料。

三、国家、交通部现行设计规范、施工规范、验收标准及有关文件。

四、招标期间招标单位与投标单位所有来往的函件及补遗资料。

五、我集团公司对施工现场实地勘察、调查资料。

六、我集团公司积累的成熟技术、科技成果、施工工艺方法及同类工程的施工经验。

七、我集团公司可调用到本合同段的各类资源。

第二节 编制范围

《二连浩特至河口国道主干线（山西境）新广武至原平高速公路雁门关隧道工程招标文件（第 6B 合同段）》所规定的雁门关隧道，包括路基土石方、隧道、排水、防护、绿化及环境保护等项目的全部工程内容。

第三节 编制原则

一、安全第一的原则

施工组织设计的编制始终按照技术可靠、措施得力、确保安全的原则确定施工方案，特别是断层等不良地质地段的隧道施工安全等。在安全措施落实到位，确保万无一失的前提下组织施工。

二、优质高效的原则

加强领导，强化管理，优质高效。根据我们在施工组织设计中明确的质量目标，贯彻执行 ISO9001 质量体系标准，积极推广、使用“四新”技术，确保创优规划和质量目标的实现。施工中强化标准化管理，控制成本，降低工程造价。

三、方案优化的原则

科学组织，合理安排，优化施工方案是工程施工管理的行动指南，

在施工组织设计编制中，对不同围岩类别的爆破掘进、不良地质条件的处理、两次模筑衬砌等关键工序进行多种施工方案的综合比选，在技术可行的前提下，择优选用最佳方案。

四、确保工期的原则

根据招标文件对本合同段的工期要求，编制科学的、合理的、周密的施工方案，采用信息化技术，合理安排工程进度，实行网络控制，搞好工序衔接，实施进度监控，确保实现工期目标，满足建设单位要求。

五、科学配置的原则

根据本合同段的工程量大小及各项管理目标的要求，在施工组织中实行科学配置，选派有隧道施工经验的管理人员和专业化施工队伍，投入高效先进的施工设备，确保流动资金的周转使用，并做到专款专用。选用优质材料，确保人、财、物、设备的科学合理配置。

六、合理布局的原则

从节省临时占地、减少植被破坏、搞好环保、防止水土流失、认真实施文明施工等多角度出发，合理安排生产及生活场地、房屋布局，做好环境保护和营区绿化。工程完成后，及时平整场地，恢复植被。

第四节 遵循的规范和标准

本投标文件施工组织设计遵循的主要规范、标准见表 1-1。

遵循的主要规范、标准表

表 1-1

序号	规范名称	编号
1	公路勘测规范	JTJ061-99
2	公路路基施工技术规范	JTJ033-95
3	公路隧道施工技术规范	JTJ042-94
4	公路隧道设计规范	JTJ026-90
5	公路工程施工安全技术规程	JTJ076-95
6	爆破安全规程	GB6722-1986
7	电力建设安全工作规程	SDJ65-82
8	钢结构工程施工及验收规范	GB50205-95

遵循的施工规范、标准表

表 1-2 (续)

序号	规范名称	编号
9	锚杆喷射混凝土支护技术规范	GBJ86-85
10	钢纤维混凝土结构与施工规程	CECS38: 92
11	公路路面基层施工技术规范	JTJ034-2000
12	公路土工试验规程	JTJ051-93
13	公路工程水泥混凝土试验规程	JTJ053-94
14	公路工程石料试验规程	JTJ054-94
15	公路工程金属试验规程	JTJ055-83
16	公路工程无机结合料稳定材料试验规程	JTJ057-94
17	公路工程集料试验规程	JTJ058-2000
18	公路路基路面现场测试规程	JTJ059-95
19	公路工程质量检验评定标准	JTJ071-98
20	公路工程竣工验收办法	(1995) 1081 文
21	混凝土泵送施工技术规范	JGJ/T10-95
22	公路水泥混凝土路面接缝材料	JT/T203-95
23	钢筋焊接及验收规程	JGJ18-96
24	普通混凝土配合比设计规程	JGJ55-96
25	水泥混凝土路面施工及验收规范	GBJ97-87
26	混凝土外加剂应用技术规范	GBJ119-88
27	硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥	GB/T175-92
28	普通碳素结构钢技术条件	GB/T700-1988
29	热轧钢板和钢带的尺寸、外形、质量及允许偏差	GB/T709-88
30	钢筋混凝土用热轧带肋钢筋	GB1499-98
31	用于水泥和混凝土中的粉煤灰	GB1596-91
32	钢筋混凝土用热轧光圆钢筋	GB13013-91
33	手持式电动工具的管理、使用、检查和维修安全技术规程	GB3787-83
34	道路硅酸盐水泥	GB13693-1992
35	道路工程制图标准	GB50162-92
36	碳钢焊条	GB/T5117-1995
37	低碳合金钢	GB/T5118-1995
38	污水综合排放标准	GB8978-1996
39	优质碳素结构钢技术条件	GB/T699-88
40	建筑石油沥青	GB494-85
41	排水用芯层发泡硬聚乙烯 (PVC-U) 管材	GB/T16800-1997

第二章 工程概况

第一节 工程概况

一、项目地点

雁门关隧道为全线最长的隧道，进口位于代县白草口乡东水泉村，出口位于上田乡新庄村。第6B合同段起讫里程桩号左线为ZK110+270~ZK112+840，长2570m；右线为YK110+200~YK112+825，长2625m。

二、地形地貌

隧址区位于恒山山脉西段，属构造隆起上升区，侵蚀和剥蚀作用强烈，地形破碎，山坡北陡南缓，植被少，山势陡峻，属中山区，山高一般为1500~1800m，相对高差300~800m。沟梁大部呈北北西向展布，山梁较宽，沟谷多呈“V”形，沟底卵砾石堆积。

隧道出口地形现状见图2-1。

三、气象

隧址区属温带大陆型半干旱气候，春冬期节多风寒冷，夏秋季节雨量集中。年平均气温15.4℃，最高月平均气温22.9℃（七月），最低月平均气温-8.5℃（一月），极端最高气温38.9℃（1961年6月10日），极端最低气温-24.5℃（1971年12月21日）；年平均降水量445.6mm，年内分布极不均匀，七、八两月降水量占全年的55%，最大年降水量673mm（1959年），最小年降水量219.3mm；年均蒸发量1817.4mm；年平均地面温度10.9℃；年均风速2.6m/s，最大风速20m/s（1976年12月17日）；无霜期172d。

根据代县和朔州气象台观测资料，隧道进口最大冻结深度130~150cm，隧道出口最大冻结深度98~120cm。

四、工程地质条件

（一）地层岩性

隧址区内广泛出露上太古界五台群会岗库组和店房台片麻岩组以



图 2-1 隧道出口地形现状图

及下古生界地层,五台期中酸性侵入岩余岗脑片麻岩组及吕梁期变质辉绿岩,辉绿岩墙分布其中。新尘界上更新统和全新统沿山前及沟谷零星分布。

太古界五台群金岗库组岩性主要为斜长角闪岩、含榴斜长角闪岩夹含榴角闪黑云变粒岩及两层磁铁石英岩和一层较稳定的含榴蓝晶二云斜长片麻岩。店房台片麻岩组为一套中细粒黑云斜长片麻岩、角闪黑云斜长片麻岩夹黑云变粒岩及斜长角闪岩。为隧道穿越的主要地层。

下古生界寒武~奥陶系馒头组~三山子组地层岩性依次为白云质泥岩、粉砂质泥岩、页岩、鲕粒灰岩夹生物碎屑灰岩及薄层状灰岩、泥晶灰岩、砾屑灰岩、含燧石结核细晶灰岩夹白云质泥灰岩。馒头组地层为隧道穿越的主要地层。

新生界地层零星分布于山前及沟谷地带,出露地层有上更新统亚砂土~亚黏土和全新统冲、洪积砂、砾、卵石地层。

隧址区内的岩浆岩主要为侵入岩,岩性为五台中期中酸性侵入岩金岗脑黑云角闪斜长片麻岩和变质伟晶岩脉,吕梁早期变质花岗岩和变质辉绿岩脉、吕梁晚期辉绿岩墙和伟晶岩脉。

(二) 地质构造

隧址区主要经历了五台期、吕梁期和燕山期构造的影响。五台期和吕梁期构造在变质岩系中主要表现为大型复式平卧褶皱的形成、叠加和改造。燕山期构造主要表现为寒武~奥陶系及五台群地层的脆性断裂。

褶皱发育于九层崖南部寒武系馒头组与五台群店房台片麻岩的接触地带。轴向呈北东向,南翼陡,北翼缓,是区内山南向北强烈挤压所致。

隧址区内共有断层 27 条,其中切穿洞轴线的 13 条(F5. F8. F9. F10. F11. F12. F14. F16. F18. F19. F20、F22. F23), 表现为高角度的正断层和逆断层,按走向分为北东东向和北西西向,主要为北东东向断层。其中 F5. F12. F16. F18. F19. F20 和 F22 断层均发育宽度不等的破碎带,带内岩体破碎,节理与构造裂隙密集发育,稳定性差,隧道穿越时容易发生掉块或大的坍塌现象。

节理在隧址区普遍分布。

(三) 隧道围岩情况

1. 按设计资料, 雁门关隧道左、右线断层分布情况见表 2-1. 表 2-2。

ZK110+270-ZK112+830 断层分布表 表 2-1

编号	里 程 (桩号)	长度 (m)	备 注
F16	ZK111+618~+649	31	地质图中断层分布 12 条, 其编号分别为 F9. F10. F11. F12. F13. F14. F16. F18. F20、F22. F23, 表列段落为工程施工影响较大者。另 F8. F9. F10 断层可能有突水出现。
F18-19	ZK111+760~+800	40	
F20	ZK112+050~+070	20	
F22	ZK112+625~+670	45	

YK110+200-YK112+815 断层分布表 表 2-2

编号	里 程 (桩号)	长度 (m)	备 注
F16	YK111+627~+657	30	地质图中断层分布 12 条, 其编号分别为 F9. F10. F11. F12. F13. F14. F16. F18. F20、F22. F23, 表列段落为工程施工影响较大者。另 F8. F9. F10 断层可能有突水出现。
F18-19	YK111+745~+780	35	
F20	YK112+030~+050	20	
F22	YK112+620~+665	45	

2. 按设计, 左、右线围岩类别划分见表 2-3 和表 2-4。

ZK110+270~ZK112+830 围岩划分表 表 2-3

里 程 (桩号)	长度 (m)	围岩类别	备 注
ZK110+270~+630	360	IV	I 类围岩 136m 占 5.3%; II 类围岩 545m 占 21.3%; III 类围岩 1299m 占 50.74%; IV 类围岩 580m 占 22.66%
ZK110+630~+850	220	II	
ZK110+850~ZK111+070	220	IV	
ZK111+070~+350	280	II	
ZK111+350~+618	268	III	
ZK111+618~+649	31	I	
ZK111+649~+760	111	III	
ZK111+760~+800	40	I	
ZK111+800~ZK112+050	250	III	
ZK112+050~+070	20	I	
ZK112+070~+625	555	III	
ZK112+625~+670	45	I	
ZK112+670~+785	115	III	
ZK112+785~+830	45	II	

YK110+200~YK112+815 围岩划分表 表 2-4

里 程 (桩号)	长度 (m)	围岩类别	备 注
YK110+200~+587	387	IV	I 类围岩 130m 占 4.97% II 类围岩 554m 占 21.18% III 类围岩 1309m 占 50.09% IV 类围岩 622m 占 23.76%
YK110+587~+810	223	II	
YK110+810~ZK111+045	235	IV	
YK111+045~+346	301	II	
YK111+346~+627	281	III	
YK111+627~+657	30	I	
YK111+657~+745	88	III	
YK111+745~+780	35	I	
YK111+780~ZK112+030	250	III	
YK112+030~+050	20	I	
YK112+050~+620	570	III	
YK112+620~+665	45	I	
YK112+665~+785	120	III	
YK112+785~+815	30	II	

五、隧址区水文地质条件

(一) 地表水

隧址区内无常年性河流，但分布有数量较多的泉水，其中较大的泉有九龙泉（66L/s）青龙泉（20L/s）等。新庄石峡沟和东水泉沟十多年前在雨期常暴发洪水，近年来未发生过。

(二) 地下水

隧址区地下水类型有松散岩类孔隙水、变质岩类裂隙水和碳酸盐岩岩溶裂隙水三种。根据雁门关隧道隧址区钻孔与泉水采样分析，碳酸盐岩岩溶水对混凝土无腐蚀性，变质岩裂隙水对混凝土为无~弱结晶类腐蚀（钻孔 ZK3 一带为弱结晶类腐蚀）。

采用径流模数法和水动力法分段计算隧道涌水量，左线隧道涌水量总计为 $2261.6\text{m}^3/\text{d}$ ($0.54\text{lm}^3/\text{d}\cdot\text{m}$)，右线隧道涌水量总计为 $2245.3\text{m}^3/\text{d}$ ($0.531\text{m}^3/\text{d}\cdot\text{m}$)。

六、隧址区地应力场

在雁门关隧道钻孔 ZK1、ZK2、ZK3、ZK4 和 ZK5 进行水压致裂法原地应力测量，结果表明：隧址区最大水平主应力方向为 NNE 向，与区域构造应力主压力方向基本一致，和隧道轴线夹角为 $4^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ；最大水平主应力值为 $3.42 \sim 20.91\text{MPa}$ ，隧址区内地应力变化大，且分布复杂。在变质岩深埋段，尤其是左线 ZK109+734~ZK110+628、右线 YK109+705~YK110+587 段，岩石性脆、强度高，ZK2 孔最大水平主应力达 20.91MPa ，隧道开挖时可能发生岩爆。影响地应力值的因素主要为埋深、岩性、构造和地形等。

七、地温

通过对雁门关隧道 ZK1、ZK3、ZK4 和 ZK5 钻孔的连续观测，随着深度的增加，地温相应升高。隧道段地温值为 $9 \sim 14.5^{\circ}\text{C}$ 。满足隧道施工作业要求。

八、地震烈度

根据《中国地震烈度区划图》(1990 年)资料，隧址区地震烈度为 VII 度。

九、不良地质现象

隧址区不良地质现象主要有断层涌水、软岩、断层破碎带、片理、岩溶等。

地下水：隧道开挖至 F9 和 F10 断层时，可能出现突水危险。ZK112+548~ZK112+788 和 YK112+557~YK112+806 段富存岩溶裂隙水，单宽涌水量 $2.416 \sim 2.532\text{m}^3/\text{d.m}$ ，涌水量较大，特别是 F22 断裂带，由于其一侧阻水，形成集水廊道，当洞室开挖至 F22 断层破裂带时，可能会发生严重的岩溶裂隙水突水。隧道洞身除出口端之外，均在地下水位以下，隧道开挖时，地下水涌向洞身，将会产生渗透压力，影响隧道围岩稳定。

膨胀性软岩：隧道 ZK110+678-ZK110+838、ZK111+788-ZK112+828 和 YK110+670-YK110+787、YK111+757-YK112+627 间围岩岩性为寒武

系馒头组泥页岩，据设计资料提示，软化系数为 0.19~0.40，吸水率为 2.25~2.94，线膨胀率为 2.78~3.47%，抗水、抗冻、抗风化性差，遇水易于软化和泥化，而且容易产生体积膨胀或较大的塑性变形。当有断层时，大气降水和上覆地下水可通过断裂导水入渗至泥页岩层，使工程地质条件进一步恶化，是工程施工难点之一。

断层破碎带：F12. F16. F18. F19. F20 和 F22 断层均为发育宽度不等的破碎带，断层破碎带内岩石多为角砾岩、碎块岩、断层泥等。带内岩体破碎、节理裂隙极发育，呈散体结构，力学强度低，稳定性差，洞身开挖时易产生掉块坍塌及涌水现象，是工程施工难点之二。

除地下水、软岩、断层破碎带对工程产生不利影响外，围岩片理结构产状以及岩溶对洞身开挖也会产生顺层剪切和突水现象，阻碍工程进展。开挖段落可能发生岩爆，在施工中也要引起高度重视。

第二节 主要技术标准

本项目按新建高速公路标准修建，其主要技术指标见表 2-5。

主要技术指标表

表 2-5

项目	指标	
里程桩号	左线 ZK110+270~ZK112+840	右线 YK110+200~YK112+825
公路等级	高速公路	
路线长度(km)	2.570	2.625
计算行车速度(km/h)	80	
路基宽度(m)	分离式路基	12.5
隧道建筑限界	分式式隧道	10.50×5.00m
设计荷载	汽车-超 20 级 挂车-120	
地震基本烈度	VII 度区	
衬砌结构形式	按新奥法原理设计，采用喷锚网复合式衬砌形式	

第三节 隧道设计概况

雁门关隧道为特长深埋直线隧道，洞内纵坡采用人字坡，按上、下行分离式断面设置，测设中线间距 50m。隧道内轮廓采用单心圆断面，洞身段衬砌结构按新奥法原理设计，初期支护采用喷、锚、网支护，两次衬砌采用现浇混凝土，并结合地层地质条件辅以长短管棚、超前锚杆

等预加固措施。隧道采用 EVA 水层防水，环向、纵向排水管引水，中心排水沟排水，对可能发生涌水的段落采用预注浆堵水与排放相结合的措施。洞门均采用端墙式，并作了景观设计。洞内采用水泥混凝土路面，衬砌内表面采用防火涂料喷涂。

第四节 本合同段主要工程数量

本合同段主要工程量见表 2-6。

本合同段主要工程数量表

表 2-6

项目	开挖土石方	喷混凝土	锚杆	模筑混凝土	防水层	喷涂	路面	洞门
单位	m ³	m ³	kg	m ³	m ²	m ²	m ²	座
数量	561269	26206	681603	81569	151575	106808	46000	2

第五节 支护参数

雁门关隧道复合式衬砌支护参数见表 2-5-1。

雁门关隧道复合式衬砌支护参数表

表 2-5-1

项 目		单 位	围 岩 类 别					
			I	II(浅埋)	II(深埋)	III	IV	V
喷射混凝土厚度	C25 混凝土	cm	25	25	20	15	12	8
径向锚杆	直 径	mm	Φ25	Φ25	Φ25	Φ25	Φ25	Φ22
	长 度	cm	400	350	350	300	250	200
	锚杆布置	cm	75×60	80×80	80×80	100×100	120×120	局部
钢 筋 网	直 径	mm	Φ8	Φ8	Φ8	Φ8	Φ8(局部)	Φ8(局部)
	钢筋布置	cm	20×20	20×20	20×20	20×20	20×20	20×20
钢 架	工字钢架	型号	120b	120a	I16			
	格栅直径	mm				Φ25		
	间 距	cm	60	80	80	100		
两次模注衬砌	C25 混凝土	cm				35	35	30
	C25 钢筋混凝土	cm	50	40	40			
仰拱厚度	喷 C25 混凝土	cm	25	25	20			
	C25 混凝土	cm				35		
	25C 钢筋混凝土	cm	50	40	40			
超前支护	类 型		Φ89 大管棚	Φ50 小导管	Φ50 小导管	Φ25 超前锚杆		
	间 距	cm	30	30	30	30		
	长 度	m	20	4.5	4.5	4.0		

第三章 安全、质量、工期目标

第一节 安全目标

杜绝因工亡人事故，避免重伤，因工年受伤率控制在 0.5% 以下。

第二节 质量目标

本合同段工程质量目标为：分部分项工程一次检查合格率 100%，优良率 95% 以上，确保工程质量等级达到优良标准。

确保本工程为精品工程、获鲁班奖。

第三节 工期目标

开工日期：2001 年 9 月 15 日。

竣工日期：2003 年 7 月 31 日，总工期为 22.5 个月，比建设单位要求的 24 个月工期提前 1.5 月。

第四章 工程特点、难点及对策

第一节 工程特点、难点

一、工程量大、工期紧

雁门关隧道是新原高速公路的重点控制工程，第 6B 合同段雁门关隧道左线 2.560km、右线 2.615km，共计 5.175km 长隧道。招标文件规定工期为 24 个月，为满足全线通车要求，我们计划用 22.5 个月完成本合同段工程，月完成进度平均为 230m，在 I、II、III 类围岩为主的地质条件下工期是相当紧张的。

二、工程地质复杂、不良地质地段较多

根据地质资料显示：隧址区广泛分布断层破碎带，岩溶较发育，隧道深埋地段地应力高，最大水平主应力达 20.91MPa，隧道开挖过程中可能发生岩爆，同时还有断层涌水、膨胀性软岩、片理等不良地质现象，对隧道施工造成相当大的难度。

三、现场条件较困难

根据对隧道现场的实地考察，本合同段出口即为第 7 合同段桥隧范围，且第 7 合同段先期上场施工，隧道北面已无场地可以利用，现场条件相当紧张，为尽量减少对第 7 合同段施工的干扰，本合同段的施工场地将受到较大的限制；另外，现场附近无可利用的水源，建设单位提供的水源井里距离现场 2km 远，管道铺设距离长，还需要中间加压。

第二节 施工对策

一、及早进洞，多开工作面、尽早实现贯通

加强洞口边坡防护，及早进洞，并尽快形成生产能力；同时本合同段内设计有三个断面较大的车行横洞，施工时将充分利用车行横洞的行车条件，增加工作面，采用多工作面互通式开挖方式，工序全面配套，突出贯通目标，加大人员、设备等资源投入，确保工期目标的实现。

二、加强地质预报和围岩监控量测、优化施工方案

成立专门的地质预报小组，采用先进的隧道地震波超前地质预报系统（TSP202）和三维非接触量测新技术，加强隧道地质预报和围岩监控量测工作，及时反馈信息，以确定科学、合理的掘进方式和掘进参数，优化施工方案。对处于断层破碎带的Ⅰ类围岩地段，由于其最大长度为45m，采取长大管棚穿过断层带的超前加固方式；对于Ⅱ、Ⅲ类围岩采用台阶法开挖，喷、锚、网支护，及时封闭成环，并结合地质条件辅以管棚、超前锚杆等预加固措施。

三、科学规划、合理投入、保障施工生产

根据隧道出口区现有地形条件，科学规划，将出口左线侧面的台阶地进行必要的挡墙防护、整平后用作隧道施工的加工、生产区，生活营区及办公区选择在洞口南侧的山脚坡地；给水管路做保温处理，并在给水管路中间设加压泵站，并派专人值班，保障施工用水的供应；配备足够数量的先进钻、挖、装、运及支护、衬砌设备，全力保障施工生产。

四、加强施工调度、合理安排劳力、周密计划材料

隧道出口由于受第7合同段的限制，正洞施工又采取左右线互相利用车行横道增加工作面，施工干扰势必很大，出碴又要远运，因此在施工中将加强作业循环与施工交叉的协调与指挥等施工调度工作；对劳动力进行动态安排，科学、合理地转换施工工序；提前做好全方位多工作面的施工用料计划、采购、检验；全方位保障施工生产的顺利进行。

五、加强施工现场的标准化管埋，突出质量与安全目标，确保工期

雁门关隧道工程规模大、设计标准高、技术较复杂、工期紧。为了高标准、高质量、高效率地按期完成施工任务，我们将在施工中加强现场文明施工管理，建立标准化作业制度，杜绝施工安全事故，切实落实提前实现工期目标的承诺，以高度的责任心和使命感投入到施工生产中，加快大运高速公路建设、造福山西人民。对全体参建员工进行针对性的教育，做到上标准岗、干标准活，创全线文明工地，获国优鲁班奖。

第五章 施工总体部署

第一节 施工部署的总体思路

在本合同段施工过程中，以高起步、高标准、高质量、高效益的“四高”为总体目标，精心组织，精细正规，精益求精铸精品。

一、两个“确保”

一是确保安全和质量目标，二是确保工期目标。

二、达到“三高”

高标准控制施工全过程（用检测控制工序，以工序控制过程，以过程控制整体）；高效率建设本合同段工程；高水平建成本合同段工程（一次达标，一次成优）。

三、坚持“四先”

在实施中，用先进的设备和科学的配置来满足设计规范和建设单位、监理工程师要求；用先进的技术与工艺来保证质量要求；用先进的组织管理方法，结合本合同段工程特点，统筹考虑，科学安排；用先进的思想观念来统一全体参建职工的认识，不凭老经验、老方法办事，把创优目标全面贯彻到施工的每一个环节。

四、狠抓重点、难点工程

对施工中的重点、难点工程，始终放在突出位置狠抓不放，根据我集团公司多年从事类似工程的施工经验，对浅埋地段、断层破碎带、岩溶、岩爆等不良地质地段等，提前预研，优化方案，择优选用，充分发挥我集团公司的施工优势，创出一流水平。

五、试验先行

根据本合同段工程特点，对两次衬砌、路面施工等项目先做样板工程，确保工艺参数的可靠性，报监理工程师审批后，方可施工。

六、全过程监测、信息化施工

做好隧道施工的超前地质预报和监控量测,对各道工序进行全过程的跟踪监测,并及时反馈施工全过程的各类信息,以便更好地指导施工。

第二节 施工组织管理机构

一、施工组织管理机构

为安全、优质、按期完成本合同段的施工任务,本着精干、高效的原则,我单位计划抽调理论和实践经验丰富、业务能力强、综合素质高的技术、管理、行政人员及具有丰富隧道施工经验的施工队伍完成本合同段的施工任务。按项目法组建本合同段工程管理机构,全面负责本合同段工程的施工组织管理工作。

项目经理部下设六部一室(工程技术部、安全监察部、质量监察部、计划部、财务部、设备物资部、综合办公室,工程技术部下设中心试验室和测量班),分别负责本合同段工程项目的施工技术、安全、质量、计划、财务、物资设备保障、材料试验与检验、行政管理等工作,全面保证本合同段工程建设任务的优质、高效完成。

详细组织机构参见本投标书附表 1。

二、管理职责

(一) 项目经理部

项目经理部代表中铁十八局集团有限公司负责对本合同段工程实施组织、指导、协调与监控,对建设单位负全责。项目经理是集团公司董事长的被授权人,在有关《二连浩特至河口国道主干线(山西境)新广武至原平高速公路雁门关隧道工程(第 6B 合同段)》的实施、完成与缺陷修复等方面以中铁十八局集团有限公司的名义执行一切与此有关的事务。

(二) 项目经理

(1)项目经理是本合同段工程安全保证的直接责任人,负责建立健

全安全生产保证体系，建立和实施安全生产责任制，确保各项安全活动的正常开展。

(2)项目经理是本合同段工程质量保证的直接责任人，负责组织开展质量体系活动，确立本项目质量目标，组织编制实施性施工组织设计。贯彻执行国家方针、政策、法规，坚持全面质量管理，推进各项质量活动正常开展，确保产品质量稳定提高，满足建设单位要求，争创名牌工程。组织向建设单位提供质量依据，处理监理工程师、建设单位提出的有关质量方面的要求。负责对工程项目进行资源配置，保证质量体系在本合同段工程上的有效运行及对人、财、物等资源的需要。

(3)项目经理是本合同段工程文明施工的直接责任人，负责施工现场全面的文明施工管理，组建施工现场的文明施工领导小组，并结合本合同段工程特点，制定文明施工管理细则。

(4)项目经理是本合同段工程工期保证的直接责任人，负责按批准的施工计划，全面组织实施，并根据工程进度，适时调整资源配置，确保阶段、整体工期目标的实现。

(三) 项目副经理

配合项目经理管理施工生产。在施工中严把安全质量生产关，抓好施工中安全质量工作，把安全质量生产责任制落实下去；抓好施工生产计划的落实，处理施工出现的具体问题；并负责处理现场经理部中的一些日常工作。

(四) 项目总工程师

对本合同段工程质量、施工技术、计量测试负直接技术责任，指导施工队工程技术人员开展有效的技术管理工作；提出贯彻改进工程质量的技术目标和措施。负责新技术、新工艺、新设备、新材料及先进科技成果的推广和应用。具体负责组织对本合同段工程项目施工方案、施工组织设计及质量计划进行编制及经批准后的实施。对施工中可能存在的质量通病及其纠正、预防措施进行审核。解决工程质量中的关键技术和

重大技术难题。负责本合同段工程项目的验工计价。

对本合同段工程的劳动保护和安全生产的技术工作负责，结合工程特点及施工进度，及时下达劳动保护和安全生产技术方案措施，并认真贯彻落实。

（五） 工程技术部

负责本合同段工程项目的施工过程控制；制定施工技术管理办法及工程项目的施工组织设计及调度工作；对测量、试验、量测监控等专项技术工作负领导责任并直接指导。负责技术交底、过程监控，解决施工技术疑难问题；参与编制竣工资料和进行技术总结，组织实施竣工工程保修和后期服务；组织推广应用新技术、新工艺、新设备、新材料，努力开发新成果。

（六） 安全监察部

安全监察部负责依据安全目标制定本合同段整个工程的安全管理工作规划，负责安全综合管理，编制和呈报安全计划、安全技术方案和具体安全措施，并在施工中认真贯彻落实。组织每周、每月安全检查，发现事故隐患，及时监督整改。负责安全检查督促，负责对危险源点提出预防措施，定期对施工队进行安全教育，关键工序提出安全施工防范的技术交底。

（七） 质量监察部

质量监察部依据总部质量方针和本合同段工程质量目标，制定质量管理工作规划，负责质量综合管理，行使质量监察职能。确保产品在生产、交付及安装的各个环节以适当的方式加以标识，并保护好检验和试验状态的标识。负责产品的标识和可追溯性、最终检验和试验、不合格品的控制、质量记录的控制，按照质量检验评定标准，对本合同段全部工程质量进行检查指导；负责全面质量管理，组织工程项目的 QC 小组活动。

（八） 计划部

负责对本合同段工程项目承包合同的管理。按时向建设单位报送有关报表和资料。负责本合同段工程项目施工计划制定、实施管理，根据施工进度计划和工期要求，适时提出施工计划修正意见报项目领导批准执行。负责验工计价工作。

（九） 设备物资部

负责物资采购和物资管理及制定本合同段工程项目的物资管理办法，检查指导和考核施工队的物资采购和管理的工作。负责本合同段工程项目全部施工设备的管理工作，制定施工机械、设备管理制度。在总部设备物资管理部门的指导下，参与设备的安装、检验、验证、标识及记录。参加本合同段工程项目验工计价，对各施工单位的材料消耗和机械使用费用情况提出计量意见，评价各单位机械设备管理情况。

（十） 财务部

负责本合同段工程项目的财务管理、成本核算工作。参与合同评审，组织开展成本预算、计划、核算、分析、控制、考核工作。参加工程项目验工计价，指导各施工单位开展责任成本核算工作。

（十一） 中心试验室

负责本合同段工程项目检验、试验、交验及不合格品的检验控制，按检验评定标准对施工过程实施监督并对检验结果负责。负责现场各种原材料试件和混凝土试件的样品采集和测试、检验及质量记录。根据现场试验资料，提出各种混凝土的施工配合比，土方施工最佳含水量等试验数据，并在施工过程中提出修正意见报批准执行。负责工程项目的计量测试工作，并负责工程项目的检验、测量和试验设备的核定、校准及使用管理工作。

（十二） 测量班

负责根据建设单位和监理工程师提供的三角网点、水准网点等数据

测设本合同段工程的施工控制网,负责工程施工各阶段的施工放样等测量工作。

(十三) 综合办公室

主要处理项目经理部一切日常工作,负责党政、文秘、接待及对外关系协调等工作。

第三节 劳动力部署、任务划分及主要技术力量

一、劳动力部署及任务划分

为优质高效地完成本合同段全部工程施工任务,根据本标段隧道特点以及相应的工程数量,合理配置劳动力资源,拟安排上场 8 个施工队,各施工队专业技工人数比例控制在 75%以上。在中标后,将迅速组织施工队伍上场,并根据工程需要适时调整,上场劳动力总人数为 900 人。

施工队伍安排见表 5-1。

施工队伍安排表

表 5-1

序号	施工队名称	人数 (人)	专业技工所 占比例(%)	任务划分
1	隧道掘进一队	128	78	负责左线隧道及所有车行横洞、人行横洞开挖
2	隧道衬砌一队	132	72	负责左线隧道及所有车行横洞、人行横洞衬砌
3	机械一队	84	94	负责左线隧道及所有车行横洞、人行横洞出碴及材料运输
4	综合保障一队	98	80	负责左线隧道路面和排水及所有车行横洞、人行横洞的风水电和洞口路基及其他辅助作业
5	隧道掘进二队	118	78	负责右线隧道开挖
6	隧道衬砌二队	148	72	负责右线隧道衬砌
7	机械二队	94	94	负责右线隧道出碴及材料运输
8	综合保障二队	98	80	负责右线隧道路面和排水设施风水电及其他辅助作业
合计		900	79.7(平均)	

逐月总劳动力直方图见图 5-1。

二、主要技术力量

为优质高效地完成本合同段的施工任务，在接到中标通知书后，我们将选派一批理论和实践经验丰富、业务素质高、综合能力强并且有良好敬业精神的隧道施工技术和施工管理人员，分配在项目经理部和各施工队，充实和加强对本合同段工程的工程施工技术管理。共计投入不同专业工程技术人员 115 人。

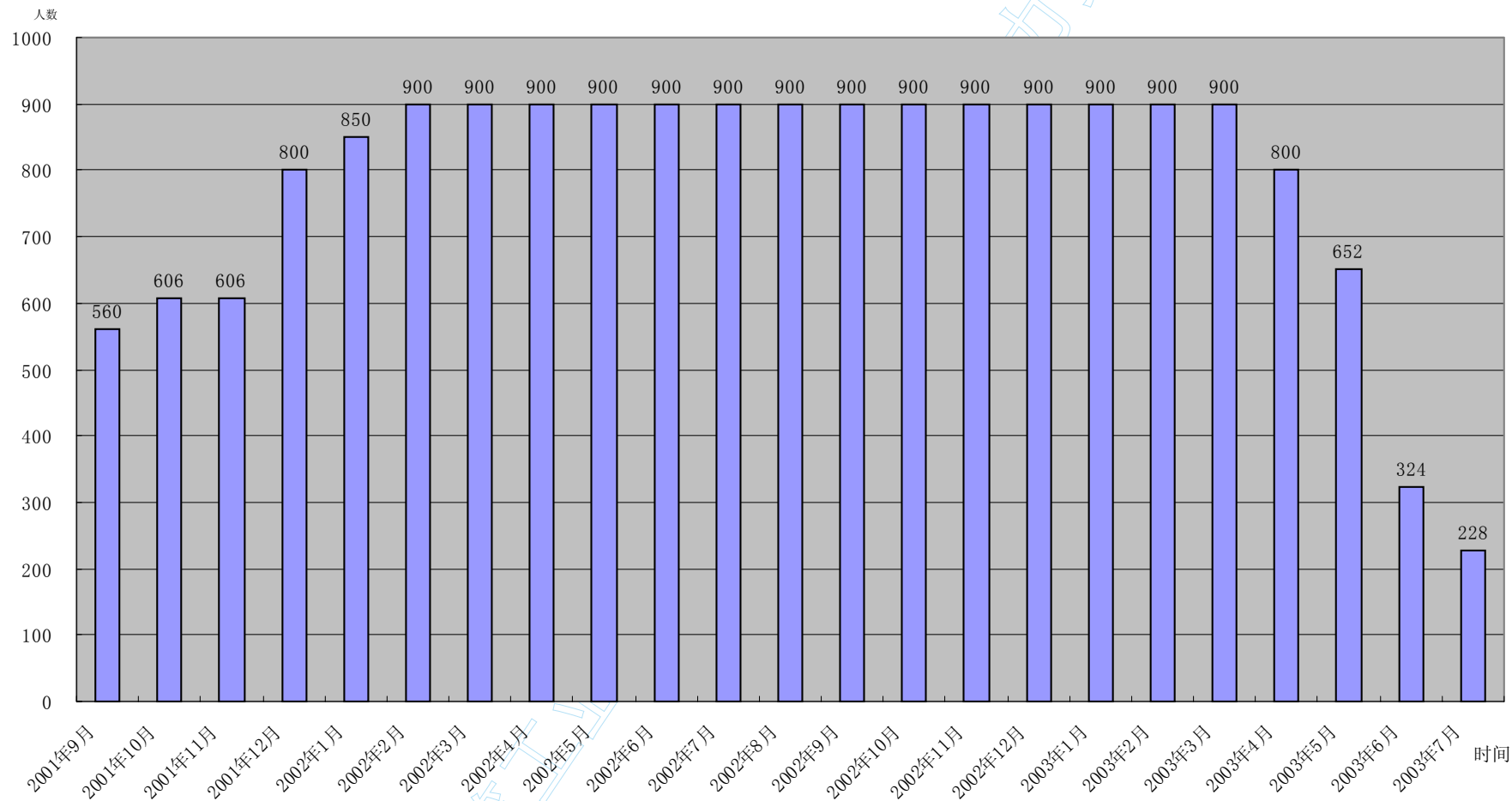


图 5-1 逐月总劳动力直方图

拟投入本合同段工程的施工技术人员数量见表 5-2。

投入本合同段工程的施工技术人员数量表

表 5-2

人 员	技术 级 别				合 计
	高级工程师	工程师	助理工程师	技术员	
人数	23	14	16	62	115
占总人数比例 (%)	2.4	1.5	1.7	6.4	12.0

第四节 施工进度计划

一、总体施工进度安排

本合同段工程计划总工期为 22 个半月，比建设单位要求工期提前一个半月，总体施工进度计划分为三个阶段：

第一阶段：施工准备阶段，主要完成施工便道、便桥、供水、供电、生产生活用房、交接桩橛和本合同段线路复测及控制测量、复核技术资料、混凝土配合比的选择及进场材料的试验、办理征地拆迁以及解决通讯、组织机械设备、人员、材料进场等。

第二阶段：主体工程施工阶段，主要完成隧道内全部工程。

第三阶段：工程收尾移交阶段，主要完成隧道内清理、修补、竣工资料整理编制及交验等工作。

二、各分项工程具体施工进度安排

为确保工期目标的实现，施工中必须切实做好施工顺序安排，按照平行流水作业方式，多工作面展开施工。

第五节 主要施工机械及材料试验、测量、质检仪器设备配备

一、主要施工机械

(一) 设备配置的原则

(2) 优选精良设备，并合理匹配，形成综合生产能力；

具体分项施工进度安排使用梦龙施工软件编制施工总体进度横道图和施工总体进度网络图。

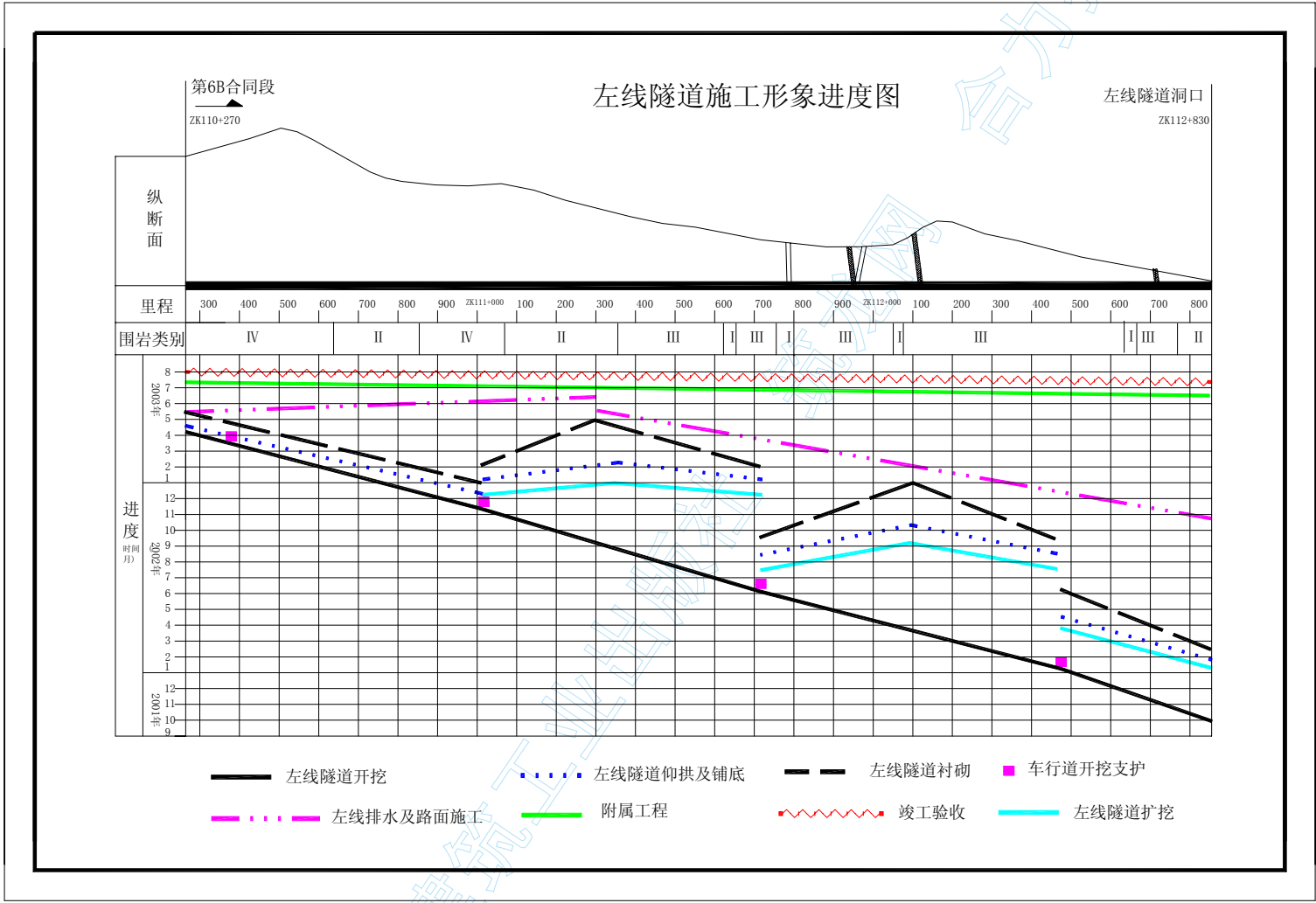


图 54 《左线隧道施工形象进度图》、

(2)设备能力大于进度指标要求的能力；

(3)同类设备尽可能采用同厂家设备，以方便配件供应和维修。

(二) 主要施工机械配置

主要施工机械由我单位设备物资部统一调配，以满足本合同段工程需要。主要施工机械见本投标书附表 3。

二、主要材料试验、测量、质检仪器设备配备

材料检验、测量、质检仪器设备配备见本投标书附表 4。

第六节 施工准备与临时工程及施工总平面布置

一、施工准备

中标后，我们将安排专人负责配合建设单位与有关单位搞好本合同段的临时用地及征地拆迁工作。并立即组织精测人员对设计控制桩进行复测，并将测量结果上报监理工程师及有关部门。做好材料试验等开工前的各项准备，上报开工报告。

（一）调查施工环境

调查有关工程特征与要求的资料；调查线路所在地区自然条件资料；调查施工地区的经济技术条件；了解当地交通运输能力及交通运输状况；调查当地地材生产供应能力与价格；了解当地民俗、风土人情；调查当地卫生防疫情况，调查其他有可能对施工产生影响的各种因素。

（二）规划安排

编制实施性施工组织设计和施工方案；编制施工计划安排；做好施工机械设备及主要的检测、测量仪器设备的配置；做好施工任务划分。

（三）施工现场准备

完成“三通一平”；确定临时占地计划；搞好生产设施及施工营地建设。

（四）作业条件准备

组织物资的采购、进货与管理；编制施工成本控制计划；雨期、冬期等季节性施工的特殊准备；组织施工设备机械进场；组织施工队伍进场。

（五）技术准备

会审图纸；进行测量桩橛交接，并布置施工阶段的测量控制网；线路及构造物位置的施工放样；对施工队进行开工前技术交底和培训；组织职工学习有关技术文件并进行安全教育；对原材料进行各项检测试

验；选定施工所用的各种配合比。收集施工技术资料；组织有关部门对开工前的工程技术资料进行收集、整理、分类、成册，做到资料齐全，准备充分。

对下列项目进行重点审核：项目说明书、工程数量、设备及主要材料规格数量是否与设计图纸相符，设计图纸是否齐全。

二、临时工程

（一） 施工便道、便桥

1. 便道

经过现场考察，建设单位已修建了施工便道至本合同段，中标后我方将从既有便道新修 200m 施工便道至洞口及生活区，便道宽度 6m，路面采用砂石土平整碾压夯实而成，路基外侧设简易排水沟，全合同段便道及施工用的既有道路均安排专人养护。

2. 便桥

本合同段拟在 ZK112+840 左侧选择合理位置修建施工便桥，便桥宽 6m（每侧预留人行道 0.8m），以满足工程施工的需要。墩台身采用 C20 片石混凝土，施工便桥采用工字钢搭设，上铺方木和木板，桥两侧设防护栏杆。在 ZK112+960 右侧合理位置修建跨越沟谷兼排洪圆管（ $4\phi 1.8\text{m}$ ）施工便涵，涵长 10 横延米。

（二） 施工、生活用电

建设单位负责将 10kV 高压电送至隧道口 500m 以内，我方在雁门关隧道出口左线左侧修建高压中心配电站，配送四路高压电源分别进入左、右线洞，当正常电源因事故停电时，另一路备用电源自动投入，中间设一处联络开关，也可实现分段运行、分段计量的运行方式。

洞外设置 10kV 的高压开闭所，并配备一台 600kVA 和一台 500kVA 变压器及配套低压配电屏，供施工和通风、照明使用。左右线洞内施工工作面后方各设一台 400kVA 变压器随工作面延伸，按 420m 交替设置。

同时配备 $3\times 250\text{kW}$ 的柴油发电机组作为上场初期的临时电源，并

作为备用电源应急使用。

（三） 施工、生活用水

建设单位已在距洞口 2km 的新庄提供水源井，现场施工和生活用水通过铺设供水管路至现场，在高于洞口 130m 的地点修建一座 100m^3 的高压水池，生活水池另设。供水井附近设泵站，中间设加压泵站，保证供水。高压水池进水管采用 $\phi 100$ 的钢管，出水管采用 $\phi 150$ 的钢管。

另外配备一套变频恒压供水设施作为辅助供水系统。

（四） 施工通信

项目经理部安装 2 部长途程控电话，同时安装一台 48 门自动交换机，主要管理人员配备移动电话，以保证与建设单位、监理及其他工程所需的联络，现场指挥人员、测量人员配备对讲机（对讲机频率报当地公安部门批准后使用），两隧道靠掌子面一定位置各安装一台移动式有线电话，与洞口值班室相联，以满足施工需要。

（五） 生产设施

1. 混凝土拌合站

本合同段混凝土采用现场集中生产，根据实际混凝土需求量的计算，施工高峰期混凝土最大用量为 $274\text{m}^3/d$ ，按此高峰需求量配备两座生产能力为 $25\text{m}^3/h$ 的自动计量拌和站，其实际生产能力按 60% 计算为 $30\text{m}^3/h$ ，每天按 12h 工作时间计算为 $360\text{m}^3/d$ ，可以满足施工混凝土的需求量。拌和站内场地进行硬化处理，用于砂、碎石堆放。

2. 材料场

设置一个约 1800m^2 的材料场，主要用于储存钢材、木材，材料场附近设钢筋加工车间，面积约 400m^2 。

设置水泥库一间，砖墙结构、油毡石棉瓦屋盖形式，地面设 30cm 的架空层，防止水泥受潮，面积 600m^2 ；

设置地下柴油和汽油库各一个，占地 300m^2 采用砂埋油罐的形式，四周设围栏，并与其他材料库距离 50m 左右；设置配件及其他材料仓库一间，砖瓦结构形式，面积约 120m^2 。

在距洞口 80m 处设雷管和炸药库各一个，约 80m^2 ，雷管库、炸药

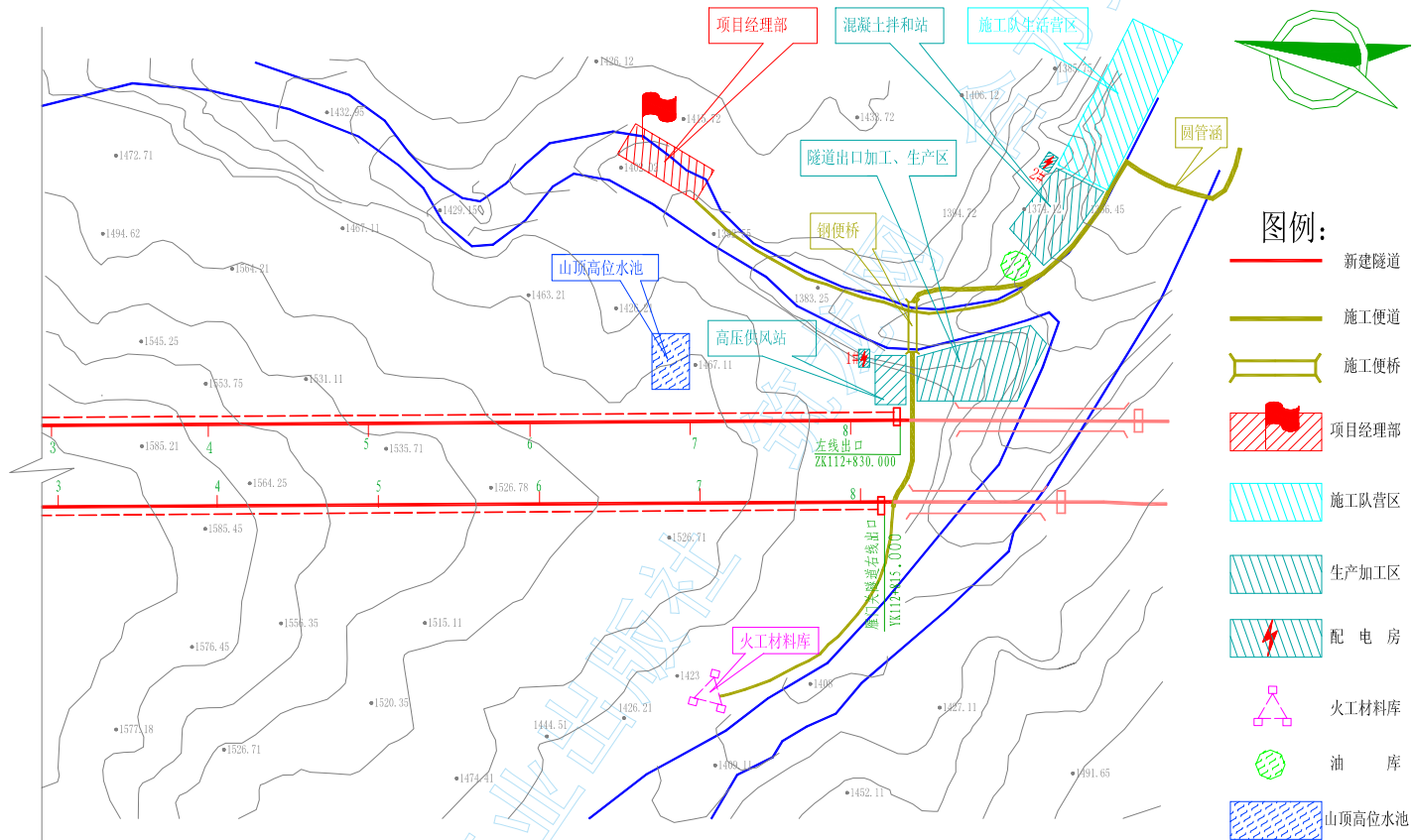


图 5-6 施工总平面布置示意图

库、看守房，成三角形布置，间距 240m。

(六) 生活、办公设施

项目经理部及现场经理部住房采用新建砖瓦房。各施工队根据劳力安排采用砖瓦建筑与临时活动板房结合的结构建筑。

三、施工总平面布置

施工总平面布置本着因地制宜，便于施工，少占农田，安全渡汛的原则布置。见图 5-6。

第七节 主要材料供应计划

一、主要材料需求量

主要材料需求量见表 4-7-1。

主要材料需求量表

表 5-6

序号	材料名称	单位	数量
1	钢材	t	10980
2	水泥	t	75564
3	砂、石料	m ³	174286
4	油料	t	8369
5	炸药	t	411

二、主要材料供应计划

主要材料按提前一个月备料的原则，满足现场施工需要。

(一) 钢材供应计划

钢材逐月供应计划直方图见图 5-7。

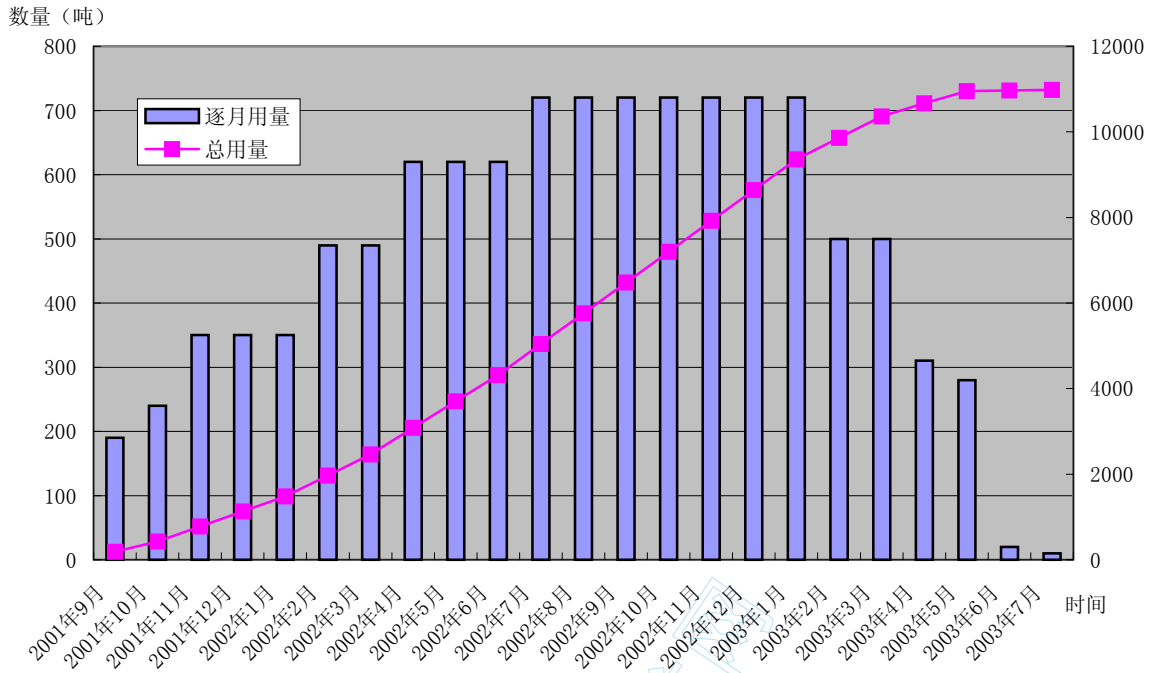


图 5-7 钢材逐月供应计划直方图

(二) 水泥供应计划

水泥逐月供应计划直方图见图 5-8。

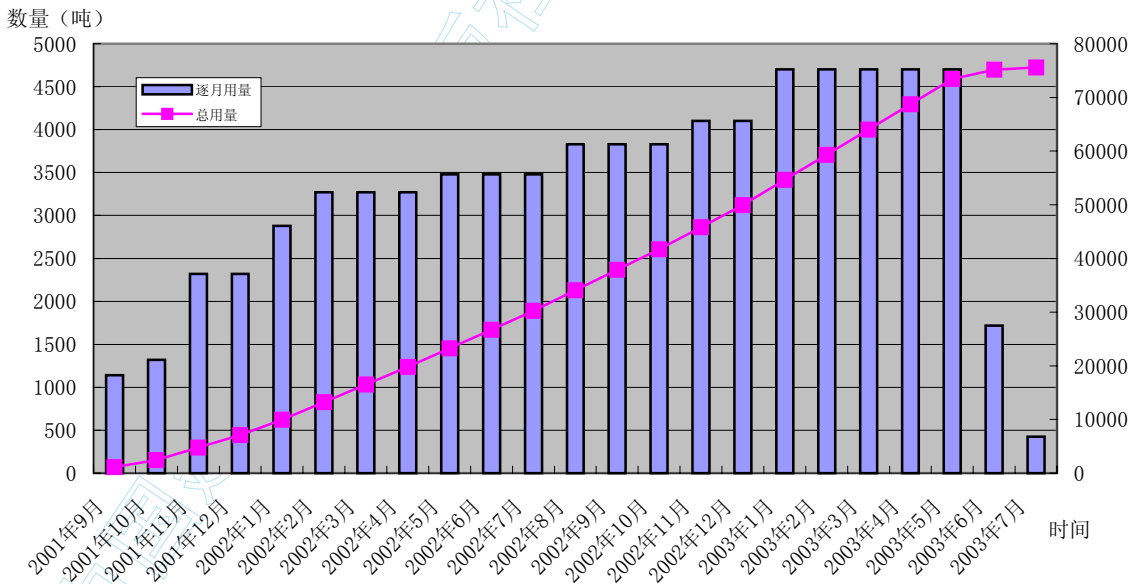


图 5-8 水泥逐月供应计划直方图

(三) 砂石料供应计划

砂石料逐月供应计划直方图见图 5-9。

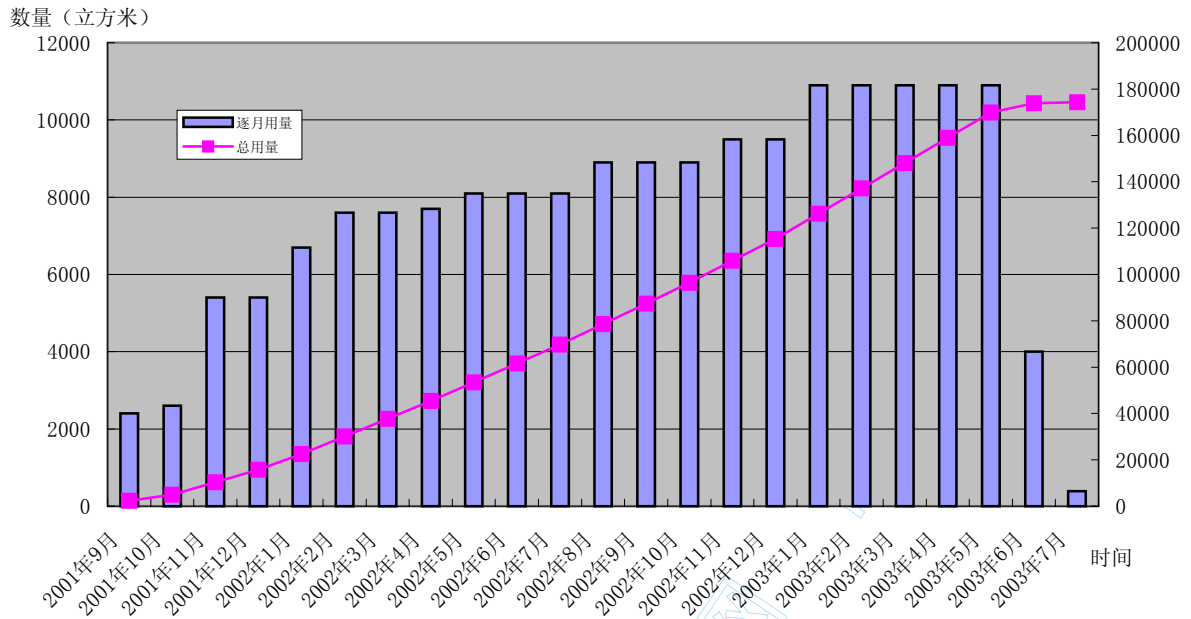


图 5-9 砂石料逐月供应计划直方图

(四) 油料供应计划

油料逐月供应计划直方图见图 5-11。

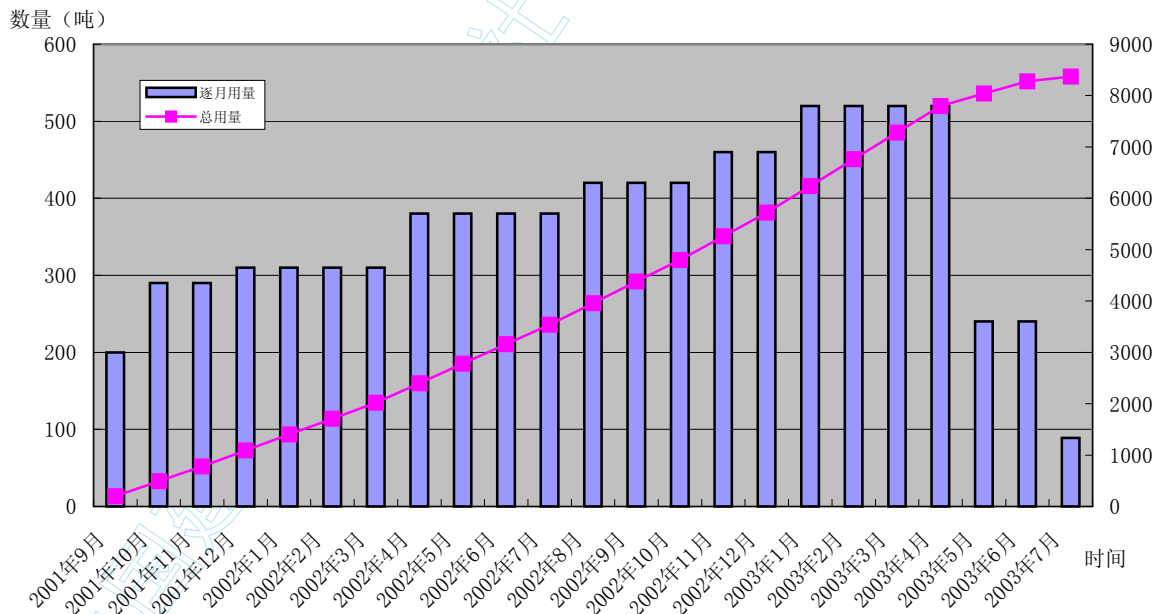


图 5-7-4 油料逐月供应计划直方图

(五) 炸药供应计划

炸药逐月供应计划直方图见图 5-7。

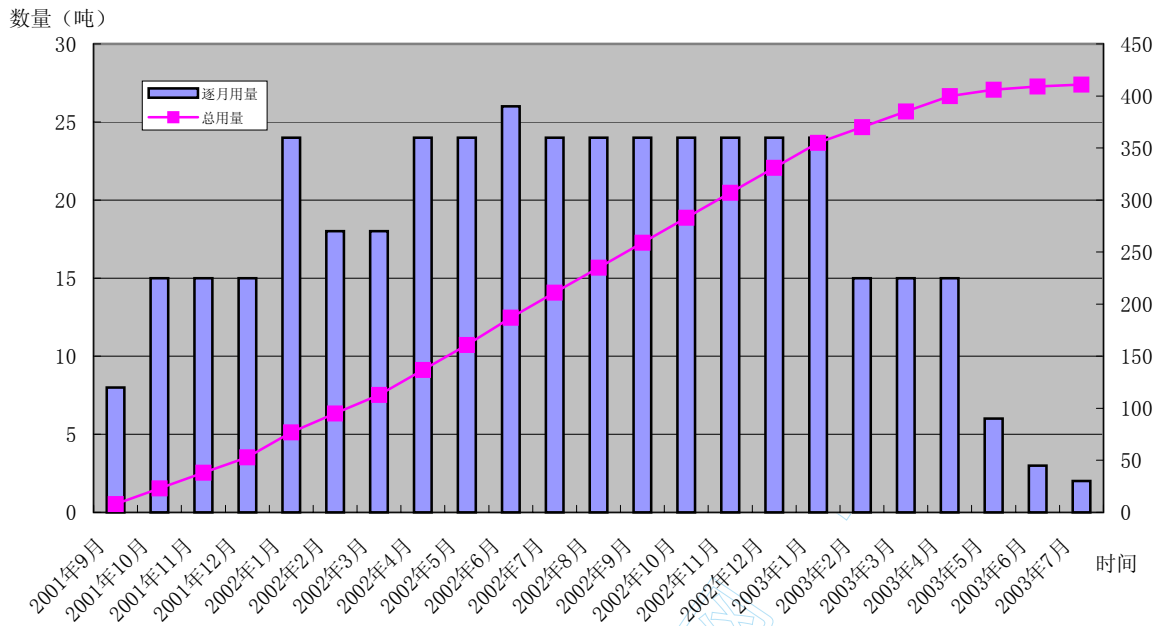


图 5-11 炸药逐月供应计划直方图

第八节 后勤保障及紧急处理措施

一、后勤保障

(一) 机械设备保障

我单位一旦接到该项目中标通知书，立即调遣足够的先进的隧道机械设备进入该工程现场，成立专业机械队，组织维修技术较强的机械设备维修工程，平常备足常用件、易损件。做到各种机械设备“开机正常、停机保养”。同时与各生产厂家保持联系，及时处理关键性机械故障，确保机械设备利用率达到 85% 以上。

(二) 物资材料保障

物资材料按设计及建设单位要求，根据国家颁布的行业标准进购合格品。物资材料部门与施工计划、技术部门随时保持联系，对施工生产所需的物资材料做到提前计划，提前进购，对有特殊要求的材料，必须根据施工进度按时进购，库存积压时间不得超过有效使用期。各种物资材料应分类堆放，做好标识，先来先用，专材专用，杜绝标识不清、堆

码混乱、建材混用的现象。

（三） 医疗卫生保障

健康的体魄是完成施工生产的前提。确保每一位参建职工的身体健
康是我们企业一直追求的目标，我们将在项目点建立具有一定医疗技术
水平的医疗所，选派具有一定医疗技术的内外科医生常驻现场，配备常
用医疗器材，并根据工程项目的特殊性配备必要的应急器材和药品，做
到常见病和一般急救能在现场处理。

下大力气抓好施工现场的卫生工作，成立卫生工作领导小组，定期
进行卫生检查，由医疗所组织，对生活区、工作区定期进行必要的消毒
工作。按标准修建澡堂、厕所。各种生产废弃物和生活垃圾进行掩埋，
预防各种传染病的发生。

（四） 生活保障

由于该工程远离集市、乡村，地处荒野，为确保施工人员的生活所
需，以队为主体建立职工食堂，项目总部指定专用生活车辆，确保生活
日用品的采购和平价代销。生活管理人员应选派责任心强的人员担任，
粮油、蔬菜采购应新鲜，禁购腐烂变质的食品，确保工作人员饭菜可口。

（五） 思想保障

关心每一位职工的身心健康，教育内部职工处理好与当地群众的关系。
足额逐月发放工人工资。严禁拖欠工资现象，确保施工队伍稳定，
施工干劲高昂，工程项目按期完成。

二、 紧急处理措施

本合同段工程主要是隧道施工，安全工作的重点放在预防隧道塌
方、洞内施工用电、机械车辆事故等方面，充分考虑洞内工作面狭窄、
能见度较低、视线不好等因素带来的安全隐患，为安全顺利完成该项目
工程，首先是从技术上采取先进稳妥的施工方案。如地质超前预报、超
长管棚及小导管支护、锚杆、挂网、喷射混凝土、钢、支撑等初期支护
措施。现场加强施工调度指挥、专职电工、安全员负责专项工作等措施

外，我们还准备以下应急处理措施：

(1)建立应急工作领导小组，由项目经理任组长，负责处理一切突发事件。

(2)落实值班车辆司机，确保应急工作需要。

(3)保证通讯畅通。

(4)工作车间、工区、生活区备足防火砂、灭火器。

(5)火工品专人看守，安装警报器。

(6)在河床流域修建的临时工程，应备足够防洪袋，修建防洪墙。

(7)医疗所建立值班制度，落实值班医生。

一旦发生人为不可抗拒的特殊事故，由应急工作领导小组统一指挥，各有关人员全力配合，协同作战，首先把人身安全放在第一位，努力减少突发事件带来的损失。充分利用现场医疗所对伤员机械急救处理再送往附近医院治疗，对工程机械“专家会诊”，并与设计、建设、监理单位商讨相应的对策，采取科学合理的整治措施进行工程机械维修。

因该工程项目所处地域山势陡峭，植被稀少，汛期沟谷内可能会产生泥石流和山洪，应加强工程本体以外的防汛防洪工作。

另外，加强施工区域内的防火、防盗等综合社会治安治理工作，确保国家财产和个人人身安全。

第六章 设备、人员动员周期和设备、人员、材料

运到施工现场的方法

第一节 设备人员动员周期

我单位接到中标通知书后,将立即组织项目经理部全体人员和机械设备的上场工作。签定合同后,3d 内由项目经理带领技术、安全、质量、计划、财务、设备物资等部室人员共 65 人组成先遣组进入现场迅速展开工作,5d 内调配急需的施工人员 460 名和隧道开挖设备、推土机、运输车、测量仪器等设备到达工地。项目经理部其余人员及配套设备 10d 内全部到达现场,其他机械设备、人员根据工程进度安排,陆续上场,确保满足施工需要。

第二节 设备、人员和材料运到現場的方法

为本标段调配的设备、人员、材料通过铁路、公路运至工地。

凿岩设备和混凝土设备将从河北、天津已完工的工地通过火车、汽车运至工地现场,支架、模板就近调运或加工。其他机械设备分别从陕西、北京、河北等地通过汽车、火车运到工地现场。施工主要材料如钢材、水泥,均联系大厂产品并报监理工程师同意后分批进场检验,采用火车、汽车运到现场;碎石采用自己加工或建设单位指定石场,砂子采用建设单位指定砂场,各种地材均须检验合格后采集使用,采用汽车运到现场。

第七章 主要工程项目的施工方案和施工方法

第一节 总体施工方案

雁门关隧道为复合式衬砌设计，按喷锚构筑法施工。本合同段左线和右线分别由两洞口向分界点掘进。施工过程中采用超前预报系统进行地质超前勘探。为充分利用车行横洞作为辅助导坑，增加工作面，实现长隧短打，加快施工进度，提前贯通分界里程。主体工程采用“左洞半断面超前，右洞全断面稳进，分部开挖作业，平行交错跟进，衬砌完善配套”多工作面推进的施工方案。总体实施掘进（钻爆、无轨运出碴）支护（管棚、拌、运、锚、喷）衬砌（拌、运、灌、振捣）三条机械化作业线。通风采用大功率通风机、大口径软管、压入式长大隧道供风技术。

I类围岩采用人工配合反铲式短臂挖掘机开挖。

II类围岩采用YT28风动凿岩机打眼；III、IV类围岩采用H174、H178两臂、三臂液压钻孔台车打眼，非电毫秒雷管光面爆破。

超前支护采用液压钻孔台车及ZtGZ-60/120注浆机施作长大管棚及超前导管，初期支护采用YSP45锚杆钻机打注浆锚杆，TK96-1湿式混凝土喷射机喷射混凝土，人工架立钢支撑，出碴运输采用CAT966D及ZL50C装载机装碴，济南斯太尔、瑞典A20、重庆铁马15~19t自卸汽车完成无轨运输施工。

衬砌混凝土采用混凝土自动计量拌和楼，混凝土搅拌运输车，混凝土输送泵、大模板整体液压衬砌台车（自制）完成全断面衬砌一次成型。

路面混凝土和洞内喷涂施工采用集中时间、机械化流水作业，一次施工，一次成优。

第二节 隧道工程施工

一、洞口工程

(一) 施工方案

根据我集团公司多年隧道施工的经验及雁门关隧道出口位置的具体情况，经过经济性、安全性、可行性综合分析比较后，决定进洞前先完成地表排水系统，采取分层开挖，分层支护，自上而下，边挖边护的洞口加固处理方法：洞口仰坡、明洞边坡采用锚、网喷混凝土加固技术，明洞挖方在满足机械开挖的条件下，使用挖掘机开挖，装载机配合自卸车装运弃碴至指定弃碴位置，人工辅助修坡。不能直接用机械开挖的次坚石采用定向弱爆破，人工辅助机械装运弃方。进洞采用先施工作超前小导管，短进尺，弱爆破，快循环，早封闭的施工方案。

(二) 施工方法

洞口工程开挖及施工步骤见图 7-1。

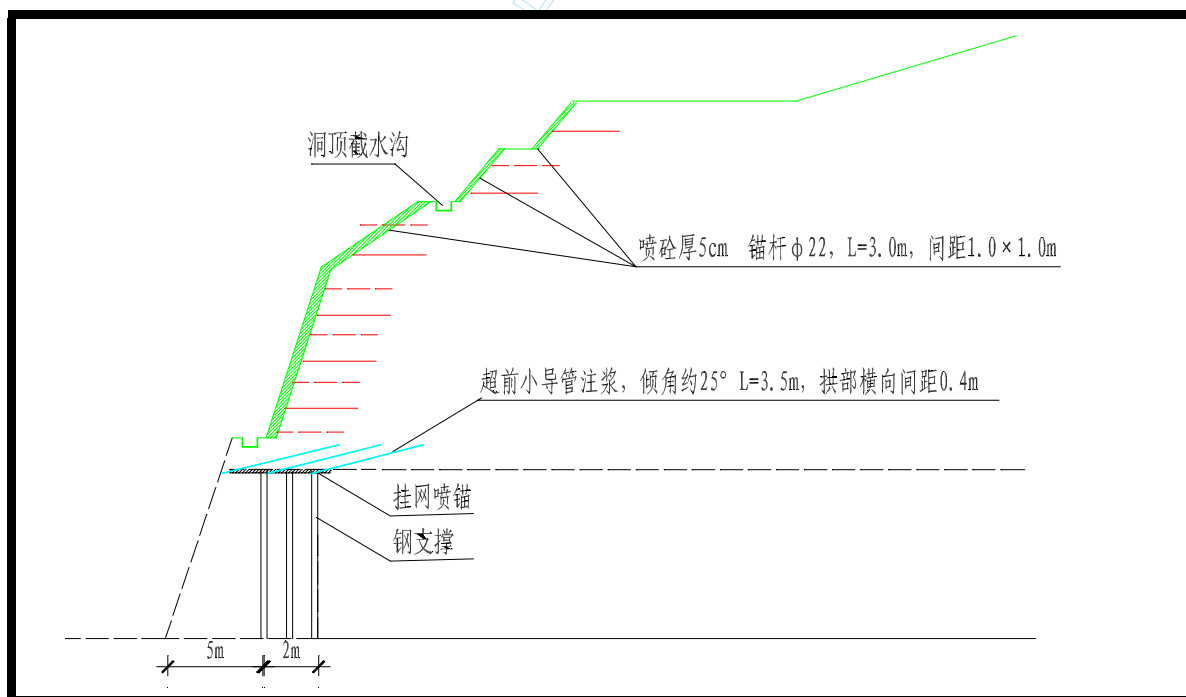


图 7-1 洞口工程施工示意图

(1)首先开挖并施作洞口边仰坡截水沟，以截排地表水，截水天沟

距边仰坡开挖边缘不小于 5m，沟底纵坡不小于 3%。排水沟与路基排水系统相衔接。

(2)开挖洞口顶部及明挖部分土石方，开挖土石方均自上而下进行，能用机械直接作业的，均选用机械开挖，人工配合。机械或人工不能直接开挖的土石方，采用浅孔台阶控制爆破开挖。开挖形成的坡面按设计要求及时进行封闭防护，避免长时间暴露，造成坡面坍塌。

(3)沿开挖轮廓线打超前小导管(长 3.5m) 注浆，小导管间距 40cm，并外露 1m 以便于与钢格栅相连接。

(4)用 II 类围岩的施工方法开挖暗洞 2m，完成支护体系。

(5)定位放线，组装台车，绑扎钢筋，浇筑明洞及暗洞钢筋混凝土。

(6)混凝土达到设计要求时拆模，施做明洞防水层，两侧对称回填。

二、洞门施工

雁门关隧道左线洞门为端墙结构，右线洞门为偏压式结构，设计有外装修，同时洞门及地表做了景观美化设计，因此在明洞施工完，安排合理时间进行左右线洞门施工，并做好景观设计。同时恢复植被，搞好绿化。

三、正洞洞身工程

(一) 开挖作业

隧道开挖作业根据不同围岩类别分别采取不同的开挖方法。

其中左线隧道开挖方法见表 7-1；

右线隧道开挖方法见表 7-2。

左线隧道分段开挖方法表

表 7-1

序号	里程 (桩号)	长度 (m)	围岩类别	开挖方法	支护形式
1	ZK110+270~+630	360	IV	全断面	$\phi 22$ 砂浆锚杆、网喷混凝土
2	ZK110+630~+850	220	II	短台阶半断面	超前小导管、型钢支撑、 $\phi 25$ 砂浆锚杆、网喷混凝土
3	ZK110+850~ ZK111+070	220	IV	全断面	$\phi 22$ 砂浆锚杆、网喷混凝土

续表

4	ZK111+070~+350	280	II	短台阶半断面	超前小导管、型钢支撑、 $\phi 25$ 砂浆锚杆、网喷混凝土
5	ZK111+350~+618	268	III	半断面正台阶	超前锚杆注浆、 $4 \times \phi 25$ 格栅，钢架支撑、网喷混凝土
6	ZK111+618~+649	31	I	双侧壁导坑	长管棚、型钢支撑、锚杆、网喷混凝土
7	ZK111+649~+760	111	III	半断面正台阶	超前锚杆注浆、 $4 \times \phi 25$ 格栅，钢架支撑、网喷混凝土
8	ZK111+760~+800	40	I	双侧壁导坑	长管棚、型钢支撑、锚杆、网喷混凝土
9	ZK111+800~ ZK112+050	250	III	半断面正台阶	超前锚杆注浆、 $4 \times \phi 25$ 格栅，钢架支撑、网喷混凝土
10	ZK112+050~+070	20	I	双侧壁导坑	长管棚、型钢支撑、锚杆、网喷混凝土
11	ZK112+070~+625	555	III	半断面正台阶	超前锚杆注浆、 $4 \times \phi 25$ 格栅，钢架支撑、网喷混凝土
12	ZK112+625~+670	45	I	双侧壁导坑	长管棚、型钢支撑、锚杆、网喷混凝土
13	ZK112+670~+785	115	III	半断面正台阶	超前锚杆注浆、 $4 \times \phi 25$ 格栅，钢架支撑、网喷混凝土
14	ZK112+785~+830	45	II	双侧壁导坑	超前小导管、型钢支撑、 $\phi 25$ 砂浆锚杆、网喷混凝土

右线隧道分段开挖方法表

表 7-2

序号	里 程 (桩号)	长度 (m)	围岩类别	开挖方法	支护形式
1	YK110+200~+587	387	IV	全断面	$\phi 22$ 砂浆锚杆、网喷混凝土
2	YK110+587~+810	223	II	短台阶半断面	超前小导管、型钢支撑、 $\phi 25$ 砂浆锚杆、网喷混凝土
3	YK110+810~ ZK111+045	235	IV	全断面	$\phi 22$ 砂浆锚杆、网喷混凝土
4	YK111+045~+346	301	II	短台阶半断面	超前小导管、型钢支撑、 $\phi 25$ 砂浆锚杆、网喷混凝土
5	YK111+346~+627	281	III	半断面正台阶	超前锚杆注浆、 $4 \times \phi 25$ 格栅, 钢架支撑、网喷混凝土
6	YK111+627~+657	30	I	双侧壁导坑	长管棚、型钢支撑、锚杆、网喷混凝土
7	YK111+657~+745	88	III	半断面正台阶	超前锚杆注浆、 $4 \times \phi 25$ 格栅, 钢架支撑、网喷混凝土
8	YK111+745~+780	35	I	双侧壁导坑	长管棚、型钢支撑、锚杆、网喷混凝土
9	YK111+780~ YK112+030	250	III	半断面正台阶	超前锚杆注浆、 $4 \times \phi 25$ 格栅, 钢架支撑、网喷混凝土
10	YK112+030~+050	20	I	双侧壁导坑	长管棚、型钢支撑、锚杆、网喷混凝土
11	YK112+050~+620	570	III	半断面正台阶	超前锚杆注浆、 $4 \times \phi 25$ 格栅, 钢架支撑、网喷混凝土
12	YK112+620~+665	45	I	双侧壁导坑	长管棚、型钢支撑、锚杆、网喷混凝土
13	YK112+665~+785	120	III	半断面正台阶	超前锚杆注浆、 $4 \times \phi 25$ 格栅, 钢架支撑、网喷混凝土
14	YK112+785~+815	30	II	双侧壁导坑	超前小导管、型钢支撑、 $\phi 25$ 砂浆锚杆、网喷混凝土

(二) 钻爆设计

II、III类围岩段台阶法开挖爆破设计见图 7-2；IV类围岩段全断面开挖爆破设计见图 7-3。

(三) 作业循环时间

1. I 类围岩及 II 类浅埋双侧壁导坑法开挖作业循环时间见表 7-3。

I 类围岩及 II 类浅埋双侧壁导坑法开挖作业循环时间表 表 7-3

序号	工序名称	I 类围岩及 II 类浅埋
1	测量	30min
2	管棚施作	240 min (按进尺平均到每一循环)
3	左侧壁导坑开挖	90 min
4	左侧壁导坑支护	210 min
5	右侧壁导坑开挖	90 min
6	右侧壁导坑支护	210 min
7	中间上部开挖	90 min
8	中间上部支护	210 min
9	中间下部开挖	90 min
10	中间下部支护	180 min
11	循环进尺	1.5 m
12	日进尺	1.5 m
13	月均进尺	45 m

2. II类围岩半断面开挖作业循环时间见表 7-4。

II类围岩台阶法开挖作业循环时间表

表 7-4

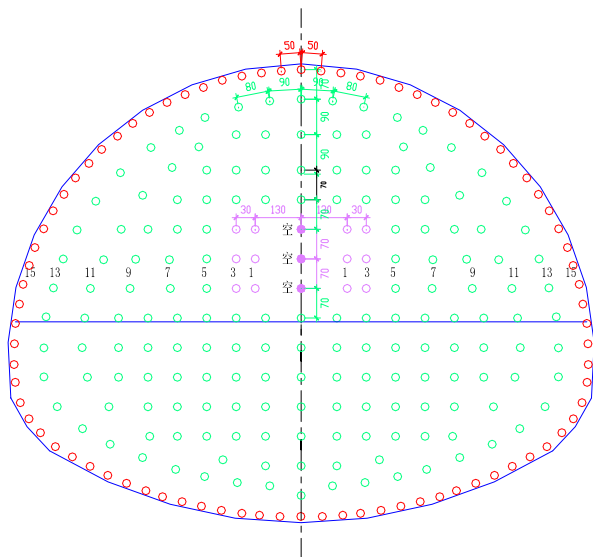
序号	工序名称	II类围岩
1	测量	30min
2	超前小导管	180min (按进尺平均到每一循环)
3	钻孔	240 min
4	装药爆破	120 min
5	通风排烟	30
6	清理危石	30 min
7	初喷	30 min
8	出碴	180min
9	支护	240min
10	循环进尺	2m
11	日进尺	2.67m
12	月均进尺	80m

3. II类围岩半断面开挖作业循环时间见表 7-5。

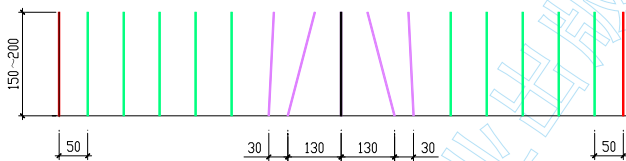
II类围岩半断面开挖作业循环时间表

表 7-5

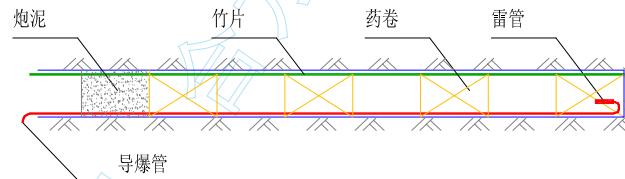
序号	工序名称	II类围岩
1	测量	30min
2	超前小导管	180min（按进尺平均到每一循环）
3	钻孔	150 min
4	装药爆破	100 min
5	通风排烟	30min
6	清理危石	30 min
7	初喷	30 min
8	出碴	100 min
9	支护	200 min
10	循环进尺	2m
11	日进尺	3.4m
12	月均进尺	100m



II、III类围岩短台阶开挖钻爆设计示意图



II、III类围岩单式楔形掏槽示意图



周边眼不偶合装药结构示意图

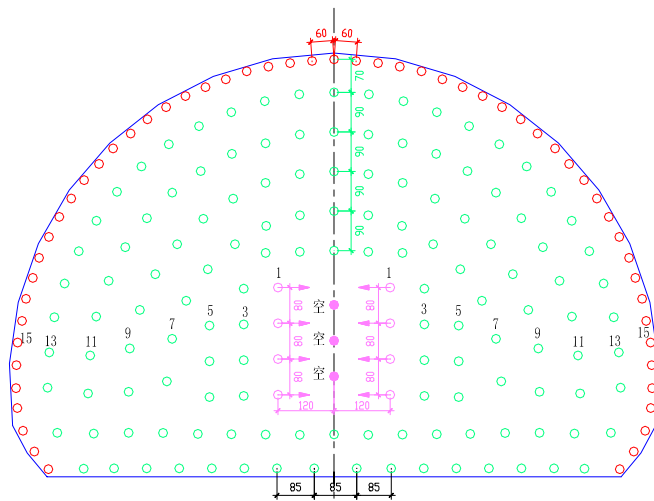
光面爆破参数表

开挖部位的跨度	周边眼爆破参数								
	炮眼直径 (mm)	炮眼直径		最小抵抗线 (m)	炮眼密集系数		装药集中度 (kg/m)		
		光面眼	预裂眼		光面眼	预裂眼	光面眼	预裂眼	
拱部	≤m	35~45	450~550	400~500	0.5~0.6	0.8~0.9	0.8~0.85	0.15~0.25	0.15~0.2
	>5m	35~45	500~600	400~500	0.7~0.8	0.8~0.9	0.8~0.9	0.15~0.25	0.15~0.2
边	墙	35~45	550~650	500~600	0.7~0.8	0.8~0.9	0.8~0.9	0.2~0.28	0.2~0.28

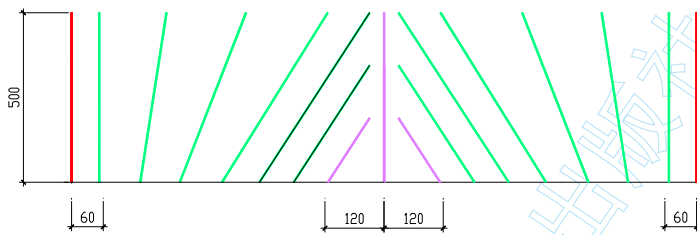
说明:

- 1类围岩地段开挖采用人工配合挖掘机开挖为主;必要时参照II类围岩进行短台阶或超段台阶开挖爆破。
- 2、图中1、3、5、7、9、11、13、15为毫秒雷管段号,其余数字单位为cm。
- 3、II类围岩上半断面采用侧壁导坑开挖时,掏槽形式改为两侧菱形掏槽,其钻爆参数在现场进行试验后确定,以达到最佳效果。

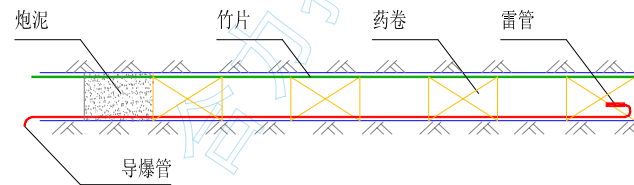
图7-2 II、III类围岩爆破示意图



IV类围岩全断面开挖钻爆设计示意图



IV类围岩复式楔形掏槽示意图



周边眼不偶合装药结构示意图

光面爆破参数表

开挖部位的跨度 (m)	周边眼爆破参数								
	炮眼直径 (mm)	炮眼直径		最小抵抗线 (m)	炮眼密集系数		装药集中度 (kg/m)		
		光面眼	预裂眼		光面眼	预裂眼	光面眼	预裂眼	
拱部	≤m	35~45	500~600	450~550	0.5~0.7	0.9~1.1	0.9~0.95	0.2~0.3	0.2~0.3
	>5m	35~45	600~700	450~550	0.7~0.9	0.8~1.0	0.9~0.95	0.2~0.28	0.2~0.3
边墙		35~45	600~700	500~600	0.6~0.8	0.8~1.0	0.9~0.95	0.2~0.28	0.2~0.3

说明:

本图单位尺寸为cm。其中1、3、5、7、9、11、13、15为毫秒雷管段号。

图 7-3 IV类围岩爆破设计图

4. III类围岩台阶法开挖作业循环时间见表 7-2-6。

III类围岩台阶法开挖作业循环时间表

表 7-6

序号	工序名称	III类围岩
1	测量	30min
2	超前锚杆	120min（按进尺平均到每一循环）
3	钻孔	180min
4	装药爆破	100min
5	通风排烟	30
6	清理危石	30min
7	初喷	30min
8	出碴	180min
9	支护	150min
10	循环进尺	3m
11	日进尺	5.0m
12	月均进尺	150m

5. III类围岩半断面开挖作业循环时间见表 7-7。

III类围岩半断面开挖作业循环时间表

表 7-7

序号	工序名称	III类围岩
1	测量	30min
2	超前锚杆	120min（按进尺平均到每一循环）
3	钻孔	130min
4	装药爆破	80min
5	通风排烟	30
6	清理危石	30min
7	初喷	30min
8	出碴	100min
9	支护	120min
10	循环进尺	3m
11	日进尺	6.7m
12	月均进尺	200m

6. IV类围岩全断面开挖作业循环时间见表 7-8。

IV类围岩全断面开挖作业循环时间表

表 7-8

序号	工序名称	IV类围岩
1	测量	30min
2	钻孔	180min
3	装药爆破	120min
4	通风排烟	30min
5	清理危石	30min
6	出碴	180min
7	支护	150min
8	循环进尺	4m
9	日进尺	8.0m
10	月均进尺	240m

(五) 光面爆破施工工艺

1. 放样布眼

钻眼前，测量人员要用红铅油准确绘出开挖面的中线和轮廓线，标出炮眼位置，其误差不得超过 5cm。在直线段，可用 3~5 台激光准直仪控制开挖方向和开挖轮廓线。

2. 定位开眼

采用钻孔台车钻眼时，台车与隧道轴线要保持平行。台车就位后按炮眼布置图正确钻孔。对于掏槽眼和周边眼的钻眼精度要求比其他眼要高，开眼误差要控制在 3cm 和 5cm 以内。

3. 钻眼

钻工要熟悉炮眼布置图，要能熟练地操纵凿岩机械，特别是钻周边眼，一定要有丰富经验的老钻工司钻，台车下面有专人指挥，以确保周边眼有准确的外插角（眼深 3m 时，外插角小于 3° ；眼深 5m 时，外插角小于 2° ），尽可能使两茬炮交界处台阶小于 15cm。同时，应根据

眼口位置及掌子面岩石的凹凸程度调整炮眼深度,以保证炮眼底在同一平面上。

4. 清孔

装药前,必须用由钢筋弯制的炮钩和小于炮眼直径的高压风管输入高压风将炮眼石屑刮出和吹净。

5. 装药

装药需分片分组按炮眼设计图确定的装药量自上而下进行,雷管要“对号入座”。所有炮眼均以炮泥堵塞,堵塞长度不小于 20cm。

6. 联结起爆网路

起爆网路为复式网路,以保证起爆的可靠性和准确性。联结时要注意:导爆管不能打结和拉细;各炮眼雷管连接次数应相同;引爆雷管应用黑胶布包扎在离一簇导爆管自由端 10cm 以上处。网路联好后,要有专人负责检查。

7. 瞎炮的处理

发现瞎炮,应首先查明原因。如果是孔外的导爆管损坏引起的瞎炮,则切去损坏部分重新连接导爆管即可;但此时的接头应尽量靠近炮眼。如因孔内导爆管损坏或其本身存在问题造成瞎炮,则应参照《公路隧道爆破安全规程》有关条款处理。

8. 质量检验标准

(1) 超欠挖。爆破后的围岩面应圆顺平整无欠挖,超挖量(平均线性超挖)应控制在 10cm(眼深 3m)和 13cm(眼深 5m)以内。

(2) 半眼痕保存率。围岩为整体性好的坚硬岩石时,半眼痕保存率应大于 80%,中硬岩石应大于 70%,软岩应大于 50%。

(3) 对围岩的破坏程度。爆破后围岩上无粉碎岩石和明显的裂缝,也不应有浮石(岩性不好时应无大浮石),炮眼利用率应大于 90%。

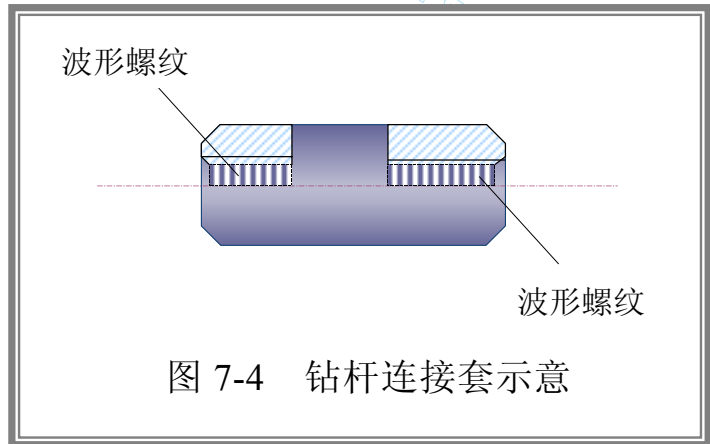
（六）超前支护施工方法及工艺流程

1. 超前长管棚注浆预支护施工方法及工艺流程

（1）钻深孔工艺流程。钻深孔工艺流程图见附图 5-1。

（2）钻深孔的操作要点。

液压台车的钻杆长度为 4.3m、5.525m，钻深孔时必须接杆。因此，随着孔深的增长，需要对回转扭距、冲击功及推力进行控制和协调，尤其要严格控制推力，不能过大。



为了确保钻杆接头有足够的强度、刚度和韧性，钻杆联结套应与钻杆材质相同，两端加工内螺扣（配合钻杆首尾端外螺扣），联结套的壁厚 $\geq 10\text{mm}$ 。钻杆连接套见图 7-4。

为防止钻杆在推力和振动力的双重作用下，上下颤动，导致钻孔不直，钻孔时，应把扶直器套在钻杆上，随钻杆钻进向前平移。

1) 台车就位固定后，由测量工站在台车臂托蓝上准确画出钻孔位置。

2) 施钻时，台车大臂必须顶紧在掌子面上，以防止过大颤动影响施钻精度。

3) 钻机开孔时钻速宜低，钻进 20cm 后转入正常钻速。

4) 第一节钻杆钻入岩层，尾部剩余 20~30cm 时停止钻进，人工用两把管钳卡紧钻杆（注意不得卡丝扣），钻机低速反转，脱开钻杆。钻机导轨退回原位，人工装入第二根钻杆，并在钻杆前端安装好联结套，钻机低速送至第一根钻杆尾部，方向对准后联结成一体。

5) 起拱线以上的孔位，由于台车大臂离地面较高，不便装卸钻杆，

这时应将大臂落下，人工在地面安好钻杆后，大臂重新升起就位。

6)每次接长钻杆，均可按上述方法进行。

7)换钻杆时，要注意检查钻杆是否弯曲，有无损伤，中心水孔是否畅通等，不符合要求的应更换，以确保正常作业。

8)引导孔直径应比棚管外径大 15~20mm，孔深要大于管长 0.5m 以上。

9)钻孔达到要求深度后，按同样方法拆卸钻杆，钻机退回原位。

(3) 顶管的工艺流程

1)顶管工艺流程，顶管工艺流程图见图 5-2。

2)顶管工艺及作业要点。采用大孔引导和棚管钻进相结合的工艺，即先钻大于棚管注浆的引导孔，然后利用钻机的冲击和推力（顶进棚管时凿岩机不使用回转压力，不产生扭距）将安有工作管头的棚管沿引导孔顶进，逐节接长棚管，直至孔底。

(A)管件制作：棚管采用 $\Phi 89$ 普通钢管，钢管节长为 6m，管棚长度 20m，因此必须接长。棚管接长时先将前一根钢管顶入钻好的孔内再联结。事先加工好的管节联结套，要预先焊接在每节钢管两端，便于联结。第一根钢管前端焊上合金钢片空心钻头，以防管头顶弯或劈裂。见管节联结套示意图 7-5。

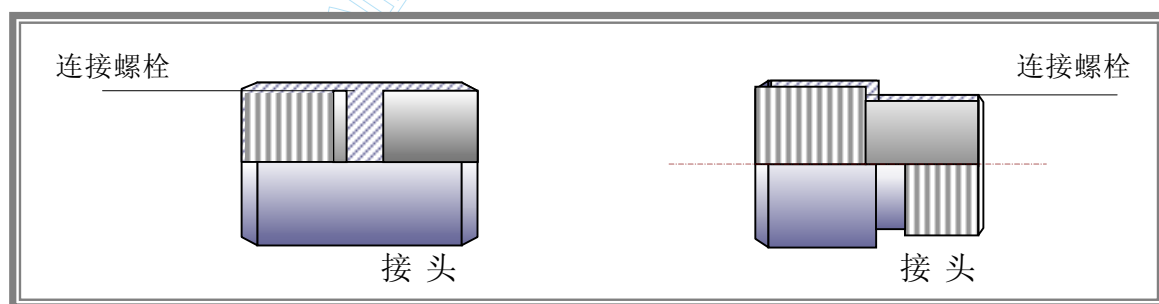


图 7-5 管节联结套示意图

接长管件应满足管棚受力要求，相邻管的接头应前后错开，避免接头在同一断面受力。

使用 H174 双臂液压钻孔台车施作大管棚施工时，一个大臂用于钻引导孔（ $\phi 102$ 冲击钻头、见示意图 7-6），另一大臂用于顶进 $\phi 89$

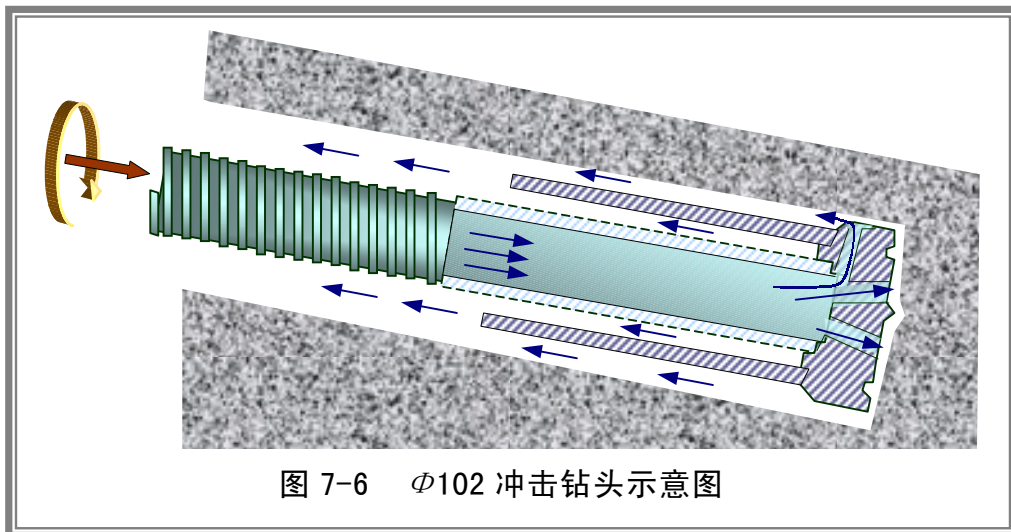


图 7-6 $\phi 102$ 冲击钻头示意图

棚管。在顶管大臂的凿岩机上必须安装与管棚直径相应的钢管顶进联接套（见示意图 7-7），并在大臂上改换特制钢管扶直器（见示意图 7-8）。待引导孔钻好后，使用顶管大臂进行顶进作业。

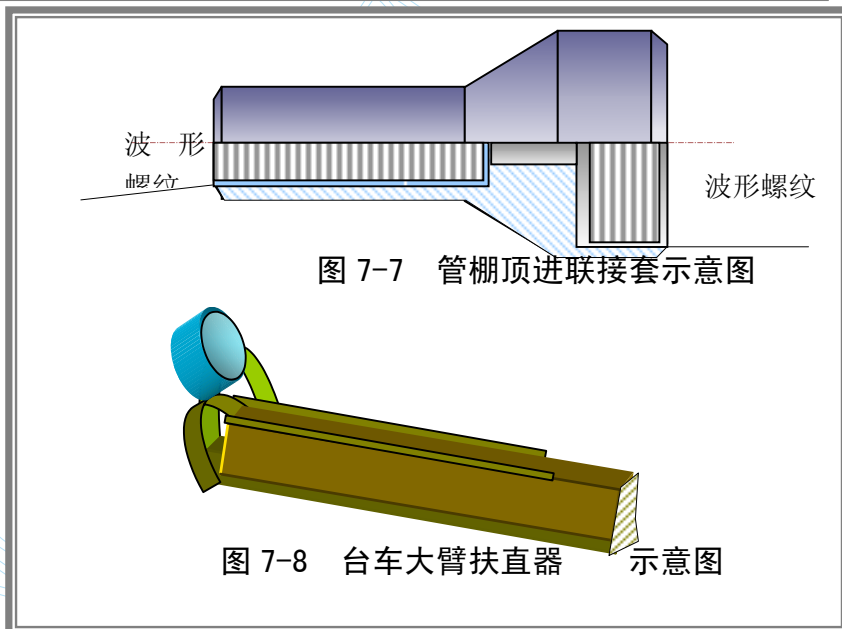


图 7-7 管棚顶进联接套示意图

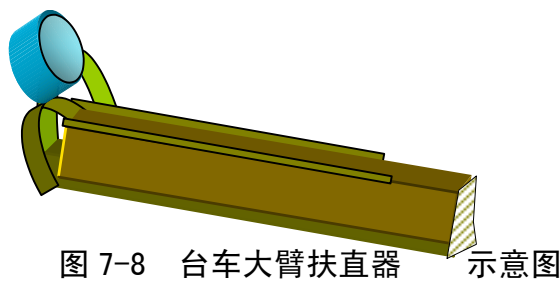


图 7-8 台车大臂扶直器示意图

(B) 顶管作业：

将钢管安放在大臂上后，凿岩机对准已钻好的引导孔，低速推进钢管，其冲击压力控制在 $1.8\sim 2.0\text{MPa}$ ，推进压力控制在 $4\sim 6\text{MPa}$ 。

(C) 接管：当前一根钢管推进孔内，孔外剩余 $30\sim 40\text{cm}$ 时，开动凿岩机反转，使顶进联结套与钢管脱离，凿岩机退回原位，大臂落下，人工装上后一节钢管，大臂重新对正，凿岩机缓慢低速前进对准前一节钢管端部（严格控制角度），人工持链钳进行钢管联结，使两节钢管在联结套处联成一体。凿岩机再以冲击压力和推进压力低速顶进钢管。

(D) 棚管补强：为了加强管棚的刚度和强度，按设计将管棚钢管全

部打好后，应先用钻头掏尽钢管内残碴，进行钢管补强。补强方法：一般地段，在钢管内注入水泥砂浆，形成钢管混凝土；坍方及围岩破碎且富水地段，钢管内先放置 $\Phi 20$ 钢筋笼，再向管内注水泥浆（水灰比 1:1）或水泥—水玻璃浆液（双液比 1:0.5，水玻璃浓度为 30~35Be）。

（4） 机具设备和劳动力组织

1) 机具设备

机具设备见表 7-9。

管棚施工机具设备表

表 7-9

序号	设备名称及规格	单位	数量	备 注
1	H174 液压钻孔台车	台	1	双臂、瑞典产
2	汽车	台	1	运料
3	交流电焊机	台	1	
4	2TGZ-60/210 注浆机	台	1	锦西注浆泵厂产
5	链钳	把	2	
6	管钳	把	2	
7	大号扳手	把	2	
8	大锤	把	1	
9	钻杆	根	5	
10	$\phi 102$ 冲击钻头	个	2	钻引导孔用
11	$\phi 76$ 冲击钻头	个	2	掏管用
12	钻杆联结套	个	4	购置
13	钢管顶进联结套	个	2	自制
14	注浆混合器	个	2	自制

2) 劳动力组织。分为 2 个工班进行作业，每工班 12 人，其中：施工指挥 1 人，施工技术指导 1 人，测量工 1 人（负责布孔、定位、量测、质量检查），台车凿岩机司机 1 人（负责钻孔、下管），普通工 4 人（负责装卸钻杆、装接钢管），电工 1 人（负责供水供电），电焊工 1 人，汽车司机 1 人（负责运料），洞外调度 1 人。

2. 超前小导管施工方法及工艺流程

根据设计，小导管选用 $\phi 50$ 焊管， $L=4.5\text{m}$ ，小导管布置沿隧道开挖轮廓线向外倾斜，外插角一般为 $5^\circ \sim 6^\circ$ 。注浆压力应根据地层致

密程度决定，一般为 0.5~1.0MPa，纵向前后相邻两排小导管搭接的水平投影长度一般不宜小于 1.0m，环向间距根据设计取 30cm。

(1) 施工工艺。施工工艺流程见附图 5-3。

(2) 施工要点。双排管或多排管布置时，为避免串浆，可分层施工，即先打一排管，注完浆后再打下一排管。

1) 施工准备

熟悉设计图纸；调查分析地质情况，按可灌比或渗透系数确定注浆类型；渗入性注浆要通过实验确定注浆半径、注浆压力、单管注浆量，选取导管间距；加工导管，准备施工器材；准备施工队伍，培训施工人员。

2) 钻孔打小导管。测量放样，在设计孔位上作标记。用钻孔台车或手持风钻钻孔后，将小导管沿孔打入；如地层松软也可用钻孔台车或手持风钻直接将小导管打入。对砂土类，可用 $\Phi 20$ 钢管制作吹风管，将吹风管缓缓插入土中用高压风射孔，成孔后将小导管插入。

3) 注浆

单液注浆：

采用单液注浆泵 UB-3 型注浆。注浆前先喷混凝土封闭掌子面以防漏液，对于强行打入的钢管应先冲清管内积物，然后再注浆。注浆顺序由下而上，浆液可用拌和机搅拌，亦可用人工搅拌。小导管单液注浆示意图见图 7-9。

水泥浆水灰比为 1.5:1、1:1、0.8:1 三个等级，浆液由稀到浓逐级变换，即先注稀浆，然后逐步变浓直到 0.8:1 为止。考虑到注浆后需尽快开挖，注浆宜用普通水泥或早强水泥，拌浆时可掺入减水剂。

渗入性注浆按试验所确定的压力及注浆量施工，无试验条件时按注浆半径 20cm，由大到小调整，选定压力及注浆量。劈裂、压密注浆按有效固结厚度大于 40cm，在施工中由大到小，逐步选取最佳注浆压力及注浆量。注浆宜选用压力 4.0MPa 以上的高压注

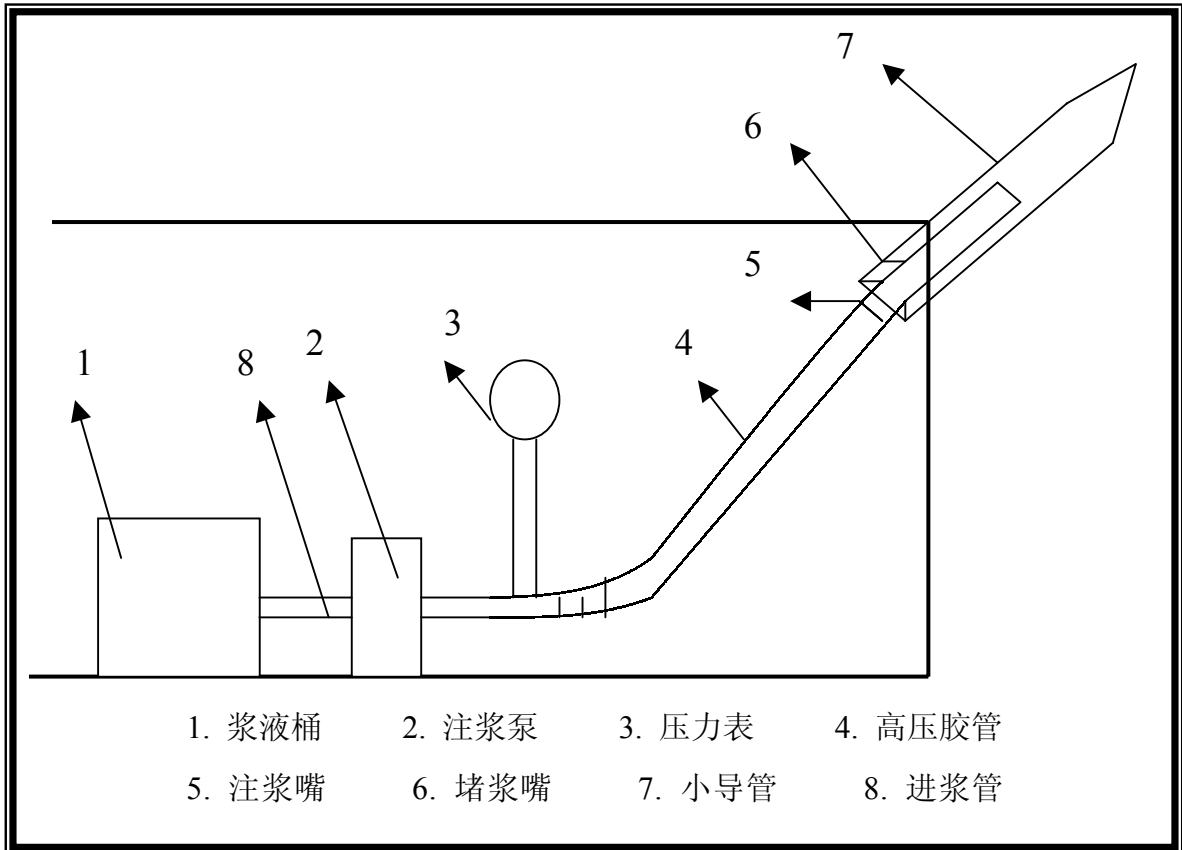


图 7-9 小导管单液注浆示意图

浆泵。当采用额定注浆压力为 1.5MPa 的 UB-3 型注浆泵时，压力达到 1.5MPa 后，将注浆泵停下，等待几分钟后，若压力降到 0.6MPa 以下，再继续注浆，这样反复几次直到压力不能下降为止。

注完浆的钢管要立即堵塞孔口，防止浆液外流。

水泥—水玻璃双液注浆

采用 ZTG-60/120 型双液注浆泵注浆。在地下水丰富或有淤泥、流砂等复杂地质条件下，宜选用水泥—水玻璃双液注浆，注浆时将有两种不同的浆液分放在两个容器内，使用双液注浆泵或两台注浆泵按配合比分别吸入两种浆液，两种浆液在混合器混合后注入注浆管。水泥—水玻璃双液注浆工艺示意图详见图 7-10。

注水泥—水玻璃双液浆时，水泥浆水灰比为 1:1，水玻璃模数为 2.4，水玻璃浓度为 35 波美度，水泥、水玻璃浆体积比为 1:0.5，注浆初压为 0.5MPa，终压为 2.0~2.5MPa。初凝时间可用不同配合比和少量磷酸氢二钠来控制。

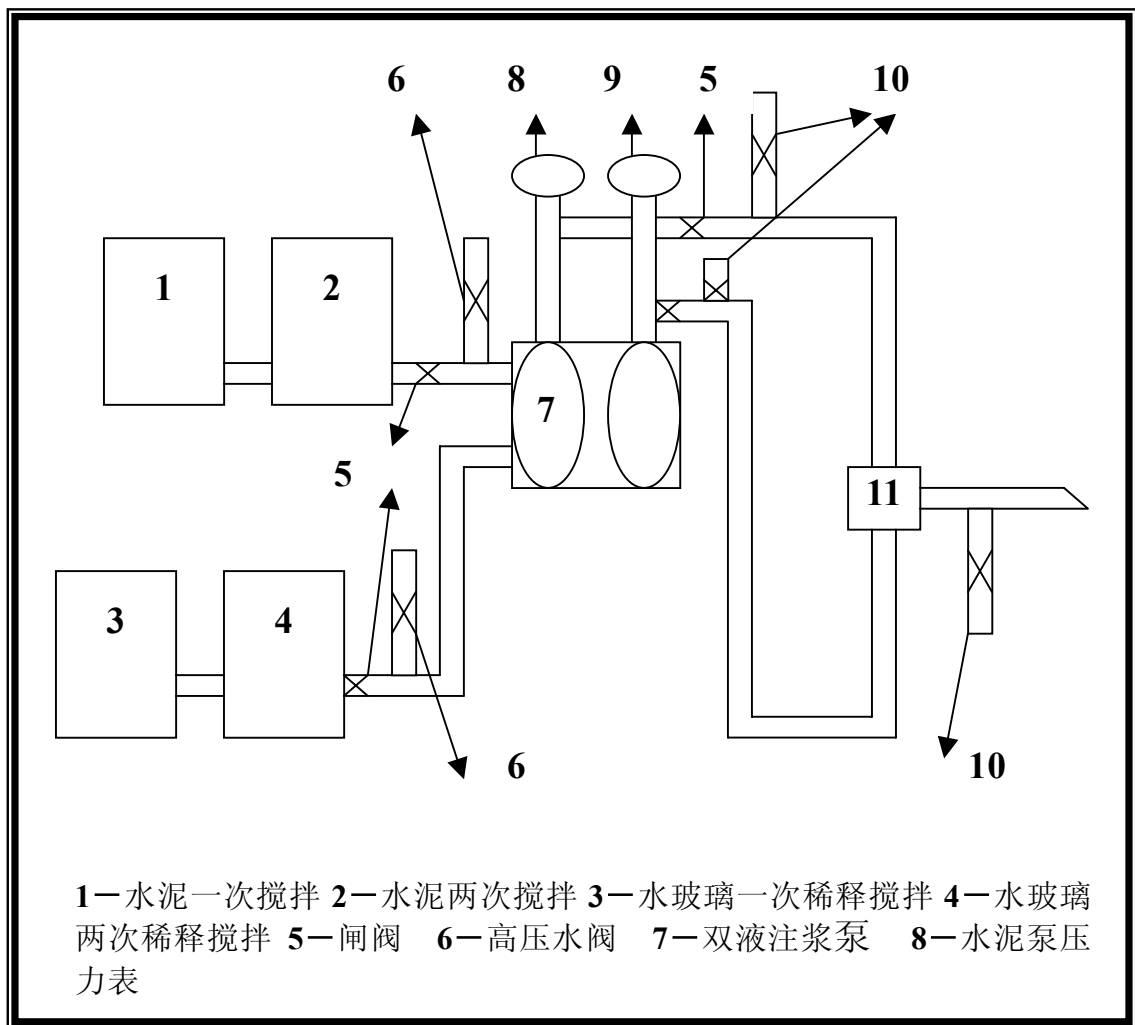


图 7-2-10 水泥—水玻璃双液注浆工艺示意图

4) 注浆异常现象的处理。在注浆过程中，经常发生浆液从其他孔中流出的现象，这种现象称为串浆。发生串浆时，在有多台注浆机的条件下，应同时注浆，无条件时应将串浆孔及时堵塞，轮到该管注浆时，再拔下堵塞物，用钢丝或细钢筋将管内杂物清除并用高压风或水冲洗，然后再注浆。

单液注水泥浆压力突然升高，可能发生了堵管，应停机检查。当堵管时，要敲打并滚动以疏通注浆管，无法疏通时要补管。

水泥与水玻璃双液注浆压力突然升高，则关停水玻璃泵，进行单液注浆或注清水，待泵压正常时，再进行双液注浆。

水泥浆单液或水泥与水玻璃双液注浆进浆量很大，压力长时间不升高，则应调整浆液浓度及配合比，缩短凝胶时间，进行小泵量低压力注

浆或间歇式注浆，使浆液在裂隙中有相对停留时间，以便凝胶，但停留时间不能超过混合浆的凝胶时间。

(3) 质量标准：导管在开挖轮廓线上按设计位置及角度打入。渗入性注浆施工时，孔位误差不得大于 5cm；角度误差不得大于 2° ；劈裂、压密注浆施工时，孔位误差不得大于 10cm，角度误差不得大于 3° （角度用地质罗盘仪检查）。超过允许误差时，应在距离偏大的孔间补管、注浆。

钢管实际打入长度不得短于平均每根实际打入长度 30cm，否则，开挖 1.0m 后补管、注浆。

检查钻孔、打管质量时，应画出草图，对孔位编号、逐孔、逐根检查并认真填写记录。

渗入性注浆单孔注浆量不得少于平均每孔注浆量的 80%，劈裂、压密注浆单孔浆量不得少于平均每孔注浆量的 60%，超过偏差必须补管、注浆。

注浆过程中，要逐管填写记录，标明注浆压力、注浆量、发生情况及处理过程。

固结效果检查宜在搭接范围内进行，主要检查注浆量偏少和有怀疑的钢管，要认真填写检查记录。渗入性注浆通过钻孔检查厚度，小于 30cm 时，应补管、注浆，劈裂、压密注浆采用小撬棍或小锤轻轻敲打钢管附近，判断固结情况，并配合风钻钻速测试，检查注浆范围，固结不良或厚度不够时，要补管、注浆。

开挖过程中，要随时观察注浆效果，分析测量数据，发现问题后必须停工处理。

3. 自进式锚杆超前支护施工

采用 YSP45 锚杆钻机钻孔，专用注浆泵或 ZTGZ-60/120 注浆泵注浆施工。

(1) 施工工艺。施工工艺流程图见附图 5-5。

(2) 双液预注浆的参数设计

1) 注浆压力

一般为地下水静水压的 2~3 倍，同时应考虑岩层的裂隙阻力，根据现场情况试验后确定。但瞬间最高压力值不应超过 0.5MPa。

2) 浆液的扩散半径 r 的确定

根据已有资料进行工程类比及现场硿体注浆试验情况选定注浆压力范围，确定浆液扩散半径 r 的大小。

3) 注浆孔距 D 与排距 L 的计算

$$L = D \sin 60^\circ$$

$$D = 2r \cos 30^\circ$$

4) 单孔注浆量 $Q_{\text{注}} = \pi r^2 h \eta \beta$

式中： r ——浆注扩散半径 (m)

h ——压浆段有效长度 (m)

η ——岩石裂隙率

β ——浆液在裂隙内的有效充填系数

5) 洞内注浆结束的标准

达到下述两种情况之一者即可停止单孔注浆施工。

(A) 注浆压力达到 0.35MPa

(B) 单孔浇筑量达 1000kg

(七) 隧道初期支护工艺与方法

1. 网喷混凝土工艺。在喷射混凝土之前要按照规范和标准对开挖断面进行检验，按湿喷工艺施工。采用成都产 TK961 型湿喷机。

(1) 工艺流程

湿式喷射混凝土工艺流程图见附图 5-4 (湿式喷射混凝土施工工艺框图)。

(2) 施工要点

1) 选用普通硅酸盐水泥，细度模数大于 2.5 的硬质洁净砂或粗砂，粒径 5~12mm 连续级配碎(卵)石，化验合格的拌合用水。

2) 喷射混凝土严格按设计配合比拌和。配合比及搅拌的均匀性每班检查不少于两次。

3) 喷射前，认真检查隧道断面尺寸，对欠挖部分及所有开裂、破碎、出水点、崩解的破损岩石进行清理和处理，清除浮石和墙角虚碴，并用高压水或风冲洗岩面。

4) 喷头距岩面距离以 1.5m~2.0m 为宜，喷头应垂直受喷面，喷射钢支撑附近和有钢筋网时，可将喷头稍加偏斜，角度大于 70°。喷射路线应先边墙后拱部，分区、分段“S”形运动，喷头作连续不断的圆周运动，后一圈压前一圈 1/3，螺旋状喷射。

5) 喷射混凝土作业采取分段、分块，先墙后拱、自下而上的顺序进行。喷射时，喷嘴做反复缓慢的螺旋形运动，螺旋直径约 20—30 cm，以保证混凝土喷射密实。

6) 隧道喷射混凝土厚度 > 5 cm 时分两层作业。第二次喷射混凝土如在第一层混凝土终凝 1h 后进行，需冲洗第一层混凝土面。初次喷射注意先找平岩面。

7) 喷射混凝土终凝 2h 后，进行喷水养护，养护时间不少于 7d。

8) 喷射混凝土后开挖时，下次爆破距喷射混凝土完成时间的间隔，不得小于 4h。

9) 有水地段喷射混凝土采取如下措施：

当水点不多时，可设导管引排水后再喷射混凝土；当涌水量范围较大时，可设树枝状导管后再喷混凝土；当涌水严重时可设置泄水孔，边排水边喷混凝土。增加水泥用量，改变配合比，喷混凝土由远而近逐渐向涌水点逼近，然后在涌水安设导管，将水引出，再向导管附近喷混凝土。

当岩面普遍渗水时，可先喷砂浆，并加大速凝剂掺量，保证初喷后，再按原配比施工。当局部出水量较大时采用埋管、凿槽、树枝状排水盲沟措施，将水引导疏出再喷混凝土。

10) 当喷射混凝土局部凹凸不平尺寸大于下述要求时应进行处理
即： 墙 $D/L=1/6$

拱 $D/L=1/8$

式中： L —喷射混凝土相邻两凸面间的距离

D —喷射混凝土两凸面凹进的深度

2. 挂网

按设计要求加工钢筋网，钢筋网采用 $\phi 8$ 钢筋网（ $20\text{cm} \times 20\text{cm}$ 网格），洞外分块预制，洞内铺挂，随开挖面起伏铺设，同定位锚杆固定牢固。钢筋网与受喷面的间隙以 3cm 左右为宜，混凝土保护层大于 2cm 。

3. 自进式锚杆施工工艺

自进式锚杆施工工艺见超前支护。

4. 砂浆锚杆

(1) 早强砂浆锚杆。采用 YSP45 锚杆钻机钻孔，ZW 早强锚固剂锚固。锚杆尾部设丝扣，安装钢垫板。

ZW 锚固剂使用方法为：

1) 将药卷浸入清水 1min 后取出（以软而不散为度）；

2) 将锚固卷逐个用炮棍装入孔内捣实；

3) 利用凿岩机的冲击力打入锚杆旋转直至浆液流出。装锚固剂长度不得少于孔长 $1/3$ 。

(2) 普通砂浆锚杆。采用 YSP45 锚杆钻机钻孔，搅拌机拌制普通砂浆，牛角泵浇筑。施工工艺见附图 5-6（砂浆锚杆施工工艺框图）。

注浆压力控制在 $0.5 \sim 1.0\text{MPa}$ ，并注意随时排除孔中空气，对长锚杆按我局《深锚杆排气注浆工法》实施。

5. 型钢钢架及格栅钢架制作与安装

(1) 制作：本合同段型钢钢架有 I20a、I20b、I16 型号及 $4 \times \phi 25$ 格栅钢架，因初期支护需用量较大，故需在现场建加工车间，进行现场加工。型钢采用弯轨机冷弯， $\phi 25$ 格栅现场拼装加工。根据不同断面需要，精确放样下料，分节焊制而成，连接板用 Q235 钢，厚度不

小于 20mm。栓孔用钻床定位加工，螺栓、螺母采用标准件，焊接及加工误差应符合有关规范。加工成型后的格栅和型钢进行详细标识，分类堆放，做好防锈蚀工作后待用。

(2) 安装：根据不同断面，选用不同形式的钢架支撑。机械运至安装现场，人工作业平台配合装载机安装，安装时应注意钢架的垂直度，防止出现左前右后或前倾后倒现象。安装时，新安装的钢架应同超期安设的纵向焊接，使之成为整体。安装施工工艺见附图 5-7。

(八) 出碴运输

采用挖掘机 CAT966D，ZR50C 侧卸装载机，济南斯太尔、瑞典 A20、重庆铁马 15~19t 自卸车配合，无轨运输一次性将洞内弃碴运至指定弃碴场，弃碴场事先应按设计要求做好防护。

四、洞身衬砌

(一) 衬砌分类及施工方法

本合同段洞内衬砌按复合式衬砌设计，衬砌分类及施工方法见表 7-10，各类围岩衬砌结构见图 7-11。

衬砌分类及施工方法表

表 7-10

围岩类别	桩号里程	长度 (m)	衬砌类型	施工说明	
I 类围岩	左线	ZK112+680~ ZK112+615	65	I 类复合式	1 采用定型钢模板整体衬砌台车定位浇筑。 2. 浇筑前，在拱顶防水板处预埋塑料管 1 根，作检查和注浆口。 3. 预留变形量 20cm。
		ZK112+080~ ZK112+040	40		
		ZK111+810~ ZK111+750	60		
		ZK111+659~ ZK111+608	51		
II 类围岩	右线	YK112+675~ YK112+610	65		
		YK112+060~ YK112+020	40		
		YK111+790~ YK111+735	55		
		YK111+667~ YK111+617	50		

衬砌分类及施工方法表

表 7-2-14 (续)

围岩类别		桩号里程	长度 (M)	衬砌类型	施工说明
II 类围岩	左线	ZK112+830~ ZK112+825	5	明洞	1. 明洞采用 43kg/m 钢轨制作内拱架, 钢管弯制外拱架组成外支撑体系, 拉杆联成整体。 2. 采用建筑钢模板内外立模, 泵送混凝土施工。 3. 明洞两侧碎石土应分层夯填, 保证回填密实性和洞身的均匀受力。 4. 黏土隔水层施作完毕, 应及时覆盖种植土, 安排时间尽早植草绿化。
	右线	YK112+815~ YK112+810	5		
	左线	ZK112+825~ ZK112+775	50	II 类浅埋复合式	1. 整体钢模板衬砌台车定位浇筑钢筋混凝土。 2. 同 I 类预留检查和注浆口。 3. 预留变形量 15cm。
	右线	YK112+810~ YK112+775	35		
	左线	ZK111+360~ ZK111+060	300	II 类复合式	1. 整体钢模板衬砌台车定位浇筑钢筋混凝土。 2. 同 I 类预留检查和注浆口。 3. 预留变形量 12cm。
		ZK110+860~ ZK110+620	240		
右线	YK111+356~ YK111+035	321			
	YK110+820~ YK110+577	243			
III 类围岩	左线	ZK112+775~ ZK112+680	95	III 类复合式	1. 施工方法同 II 类围岩。 2. 预留变形量 8cm。
		ZK112+615~ ZK112+080	535		
		ZK112+040~ ZK112+810	230		
		ZK111+750~ ZK111+659	91		
		ZK111+608~ ZK111+360	248		

衬砌分类及施工方法表

表 7-2-14 (续)

围岩类别		桩号里程	长度 (M)	衬砌类型	施工说明				
	右线	YK112+775~ YK112+675	100	III 类 复合式					
		YK112+610~ YK112+060	550						
		YK112+020~ YK111+790	230						
		YK111+735~ YK111+667	68						
		YK111+617~ YK111+356	261						
		IV 类围岩	左线			ZK111+060~ ZK110+860	200	IV 类 复合式	1. 施工方法同 II 类围岩。 2. 预留变形量 8cm。
						ZK110+620~ ZK110+270	350		
YK111+035~ YK110+820	215								
右线	YK110+577~ YK110+200		377						

(二) 仰拱、铺底

软弱围岩隧道采用仰拱与铺底先行的施工方案,仰拱与铺底同时施作,距开挖工作面相距 50~100m,实践证明,及时施作仰拱,起到早闭合,防塌方,同时能保证洞内道路的畅通,对搞好洞内排水、搞好文明施工、防止隧道基底软化等都是非常有利的。仰拱施做,势必影响到车辆的运行,为此采取防干扰简易平台作为过渡通道,以保证掌子面正

常施工。仰拱防干扰简易平台示意图见图 7-12。铺底采用定型加长模板，预留中心排水管位置。

中国建筑业出版社
筑龙网
合力打造

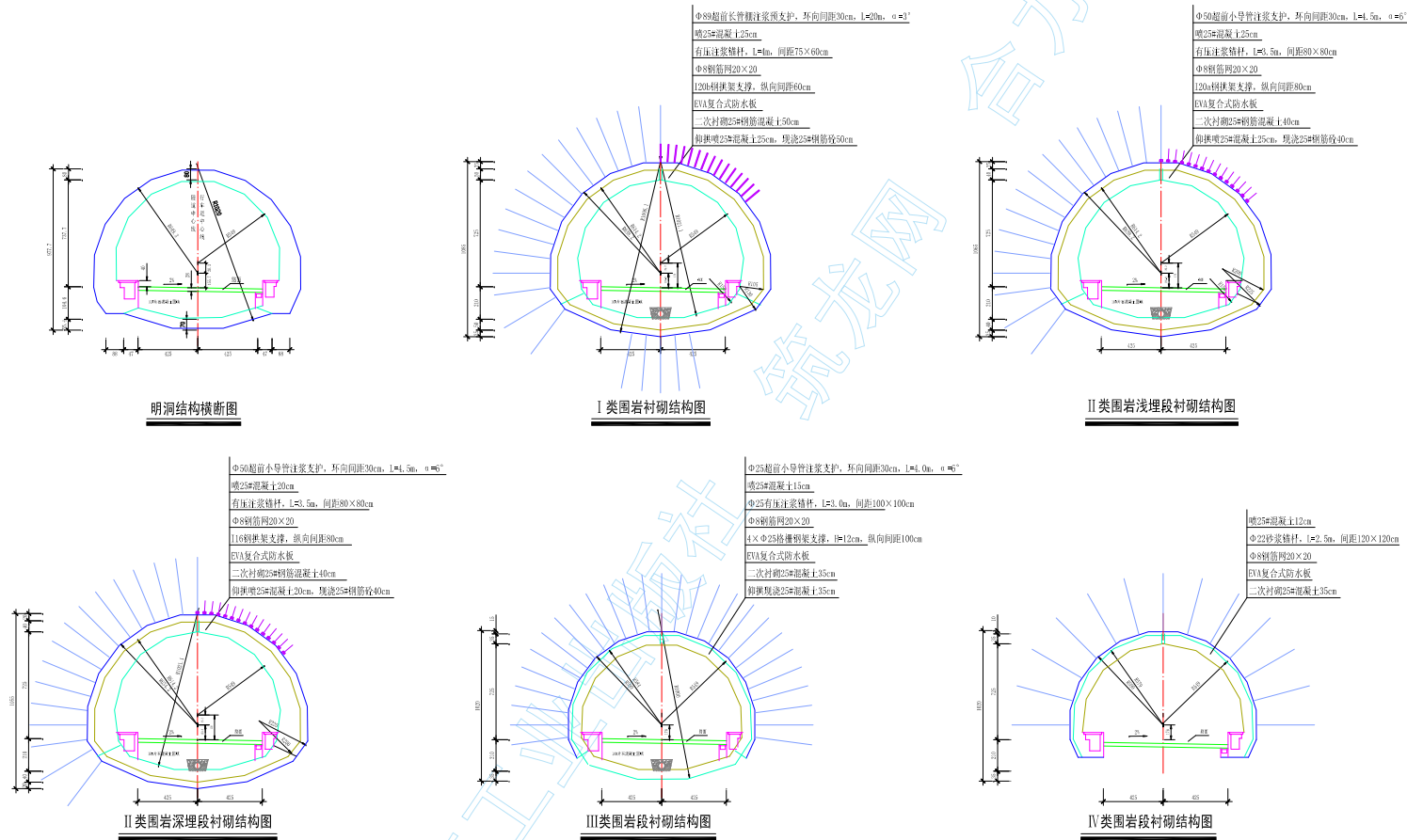


图 7-11 各类围岩段衬砌结构图

说明:

- 1、本图尺寸以 cm 计;
- 2、施工注意事项严格按设计资料和设计图纸的规定施作。

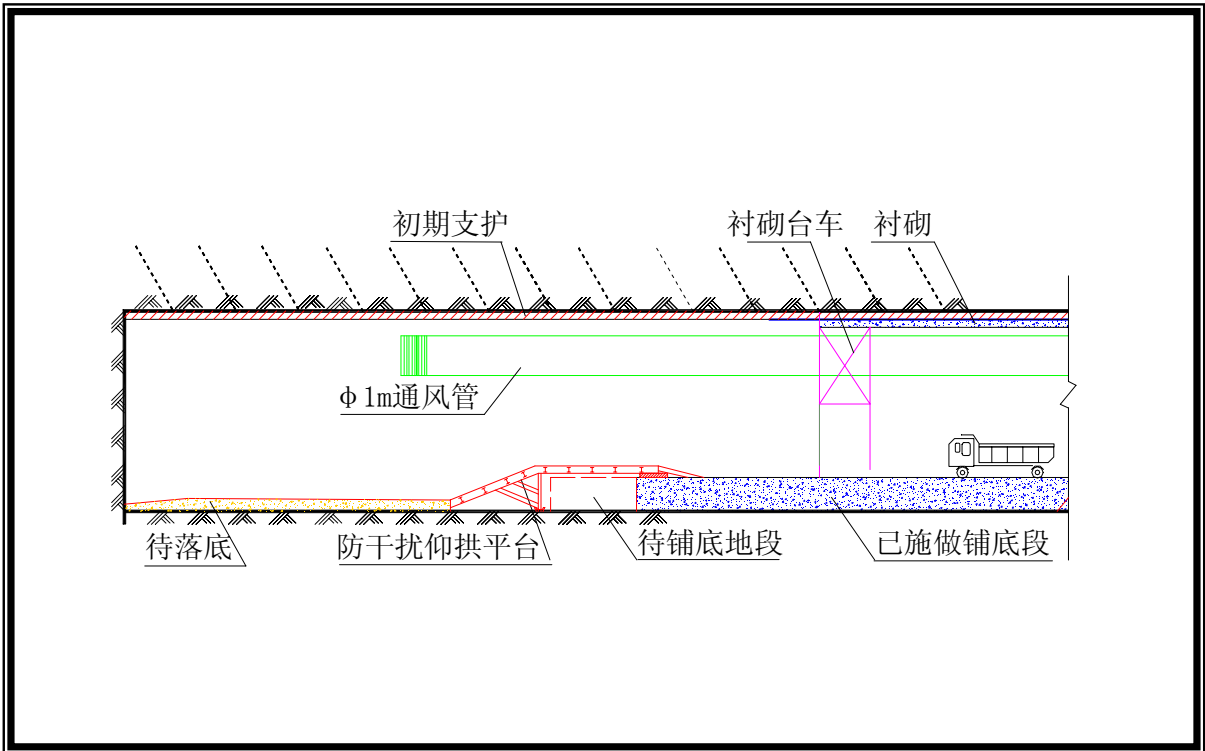


图 7-12 仰拱防干扰简易平台示意图

1. 仰拱施工防干扰作业平台

仰拱施工防干扰作业平台技术参数见表 7-11

表 7-11

序号	项 目	技术参数	备 注
1	J 结构主跨/m	10	
2	行车道宽度/m	2.9	
3	前坡道长度/m	9.7	
4	后坡道长度/m	2.97	
5	前、后坡道坡度	1:5	
6	允许通过重量/t	30	
7	车辆最大行使速度/(km/h)	5	
8	平台移动方式	轨行、外力牵引	
9	仰拱一次浇筑长度/m	10	
10	结构外形尺寸	24.3m×4.8m×0.9m	长×宽×高
11	结构自重/t	18	
12	平台下部作业高度/m	1.7	满足仰拱施工的作业空间要求

2. 施工工艺

仰拱施工防干扰作业平台施工工艺流程图见附图 5-8。

3. 主要施工工序

(1) 边墙基底及水沟混凝土施工：对要施工地段仰拱的边墙基底及水沟部位先清底，然后立模进行混凝土施工。

(2) 仰拱平台就位：在水沟底部位铺设钢轨，钢轨间距为 4500mm，然后将平台后坡道用倒链拉起，用装载机将仰拱平台前坡道拖起，缓慢拖至预定位置，上紧卡轨器。

(3) 清底、立模及混凝土施工：仰拱平台就位后，进行人工清底，将平台下仰拱底部虚渣清理干净，抽出积水。然后架立仰拱堵头模板。浇筑仰拱及隧道填充混凝土时，采用运输车将混凝土运至仰拱平台，向中间及两侧倾倒，或直接用混凝土输送泵送至仰拱模板内。用混凝土振捣棒将混凝土摊平、振捣。

(4) 混凝土养护及平台拖移：混凝土浇筑完毕后，进行自然养护或洒水养护，达到可以通行运输车辆的强度，然后拖移平台进入下一个仰拱施工。

(三) 防水板铺设

防水板铺设采用无钉铺设工艺。

1. 施工工艺流程

铺设无钉防水板防水施工工艺流程见附图 5-9。

2. 施工方法

(1) 防水板洞外下料及焊接：防水板按环进行铺设。根据开挖方法、设计断面、规范规定的搭接尺寸及一个循环的长度来确定防水板的下料尺寸；将剪裁好的防水板平铺，按规范要求搭接，再焊接成一个循环所需要的防水板；对焊接好的防水板进行抽样检查，合格后将一个循环的防水板卷成筒状待用。

(2) 防水板的铺设：铺设防水板在铺设台架上进行。铺设台架

采用结构简单的临时支架，可用万能杆件拼装，也可使用工地现有的材料加工制作。上部采用 $\phi 108$ 钢管或槽钢弯成与隧道拱部形状相似的支撑架，用丝杠与台架连接，以便其升降；走行部分采用轨行式，轨距与衬砌钢模台车一致。操作程序如下：

- 1) 将防水板铺设台架移至作业地段就位；
- 2) 沿隧道拱顶中心线纵向铺设尚未充气的圆柱形气囊；
- 3) 在支撑架上纵向铺设悬承用的 $\phi 6$ 圆钢拉丝和 8 号钢丝；
- 4) 将一个循环长度卷成筒状的防水板置于支架中央，放开防水板使之自由垂落在支撑架两侧；
- 5) 旋转丝杠将支撑架升起，使防水板尽量紧贴隧道壁面；
- 6) 给气囊充气；
- 7) 卸掉上一循环固定悬承拉丝的膨胀螺栓，将上一循环的拉丝露头与本循环的悬承拉丝逐根相连，张拉钢丝将防水板与壁面贴紧，之后将悬承拉丝的另一端固定在临时膨胀螺栓上。
- 8) 悬承顺序为先拱后墙、自上而下进行，考虑到拱部受力较大及悬承拉丝有一定的弹性变形，拱顶及两侧拱脚各设 2 道 $\phi 6$ 圆钢悬承。
- 9) 相邻循环防水板之间的搭接缝，采用 15cm 宽的三合板置于锚喷面与前一组防水板端头作为焊接平面，边焊边沿环向移动三合板，焊接完成后撤出三合板。
- 10) 旋转丝杠下降支撑架，放掉气囊中的空气，取出气囊。

3. 施工要点及注意事项

(1) 防水板铺设前，喷混凝土表面处的钢筋头和锚杆头先切除，再用手持砂轮机磨平，对凹凸不平部位应修凿喷补，使混凝土表面平顺，有局部渗水处，应进行处理。

(2) 防水板按环向铺设，焊接工序与固定工序应紧密配合，一般先焊接，后固定。

(3) 防水板铺设的搭接宽度为 10cm，焊接宽不小于 2cm，漏焊、假焊处应补焊，若有烤焦、焊穿处，应用同样的防水板焊贴覆盖或按监

理工程师指示办理。

(4) 固定防水板采用胶热焊接，胶垫与胶垫之间防水层不得绷紧，要保证板面与喷射混凝土密贴。

(5) 铺设防水板地段距开挖工作面，不得小于爆破所需要的安全距离，整体衬砌浇筑混凝土时，不得损坏防水层。

(6) 在整体衬砌浇筑混凝土前，检查板面和底层密贴情况，搭接焊缝质量，填写质量检查记录，经监理工程师批准后方可继续施工。

(四) 洞身衬砌

本合同段隧道按喷锚构筑法设计，根据经验两次模注衬砌时间应在围岩量测净空变化速率小于 $0.2\text{mm}/\text{d}$ ；变形量已达到预计总变形量的 80%以上；且变形速率有明显减缓趋势时，方可进行，即适时衬砌。

1. 衬砌设备配置

1) 衬砌台车：

隧道采用拆装式整体钢模液压衬砌台车衬砌。见图 7-13。

2) 混凝土的拌制：采用自动计量混凝土拌合楼，集中生产混凝土。

3) 混凝土的运输：隧道采用混凝土运输车运输，输送泵泵送混凝土，插入式振捣器振捣密实。

4) 衬砌台车定位：采用 STZ 型激光准直仪导向，现场设工程测试实验室，配齐试验技术人员和设备，负责各种原材料及混凝土的试验工作，确保混凝土衬砌内实外美，断面尺寸准确无误，一次达标。

2. 两次模筑衬砌施工工艺流程

两次模筑衬砌施工工艺流程见附图 5-10。

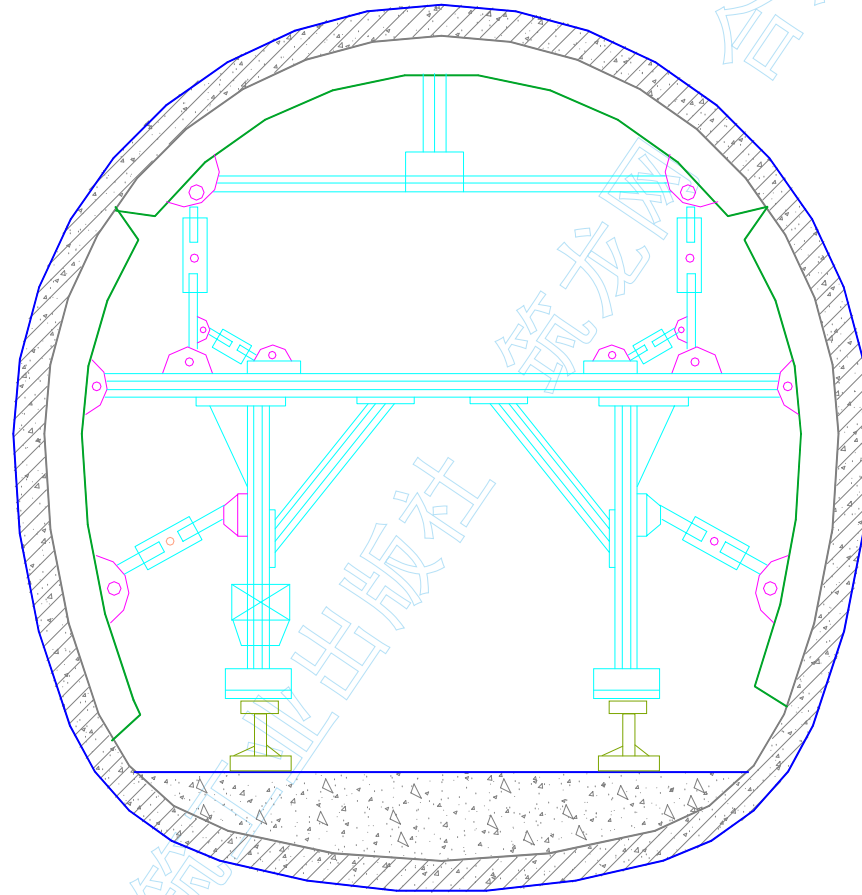


图 7-13 衬砌台示意图

3. 衬砌施工工艺

(1) 两次衬砌应在围岩和初期支护变形基本稳定后施作应符合下列条件：

- 1) 隧道周边变形速率有明显减缓趋势；
- 2) 水平收敛（拱脚附近）速度小于 $0.2\text{mm}/d$ ，拱顶下沉速度小于 $0.15\text{mm}/d$ ；
- 3) 施作两次衬砌前的总变形量，已达预计总变形量的 80%以上；

(2) 台车控制标准

- 1) 轨道中心距 3.9m ，允许误差 $\pm 1\text{cm}$ ；
- 2) 轨面标高比隧道路面中心高 15cm ，允许误差 $\pm 1\text{cm}$ 。
- 2) 两侧电缆沟盖板以下部分，人工立模先行浇筑。
- 4) 台车就位时，先调顶模中心标高，然后由顶模支撑梁上横向丝杠调整台车中线符合要求。最后由侧向丝杠电动调节边模张开度，调整到位后放下翻转模和底脚斜撑丝杠加固。

(3) 两次衬砌混凝土混合料由自动计量拌和站生产，混凝土坍落度控制在 $13\sim 18\text{cm}$ ，并掺加 FDN-440 缓凝减水剂和防水添加剂，有防腐要求时，要增加防腐剂，以确保混凝土质量。要注意运输过程中的坍落度损失。

(4) 两次衬砌混凝土浇筑前应检查以下几点

- 1) 复查台车模板及中心高是否符合要求，仓内尺寸是否符合要求；
- 2) 台车及挡头模安装定位是否牢靠；
- 3) 止水带、止水条安装是否符合设计及规范要求；
- 4) 模板接缝是否填塞紧密；
- 5) 脱模剂是否涂刷均匀；
- 6) 基仓清理是否干净，底脚施工缝（如有）是否处理；
- 7) 输送泵接头是否密闭，机械运转是否正常。
- 8) 混凝土采用分层、对称浇筑，每层浇筑厚度不得大于 1m 。两侧

高度差控制在 50cm 以内，输送软管管口至浇筑面垂距控制在 1.5m 以内，以防混凝土离析。浇筑过程要连续，避免停歇造成“冷缝”，间歇时间一般不得超过 1h，否则按施工缝处理。

9) 当混凝土浇至作业窗下 50cm 时，应刮净窗口附近的脏物，涂刷脱模剂，窗口与面板接缝处涂腻子予以保证紧密结合，不漏浆。

10) 采用以 ZW-50 型插入式捣固棒机械捣固为主，人工小铲插边、木锤模外敲振为辅，定人、定点、分区进行，标准为混凝土不下沉，不冒气泡，表面开始泛浆。即防漏振，致使混凝土不密实，又防过振，混凝土表面出现砂纹。特别是内模反弧部分要确保捣固充分，避免出现气孔现象。

11) 封顶采用顶模中心封顶器接输送管，按从里向外的顺序逐渐封顶。当挡头板上观察孔有浆溢出，即封顶完成。

12) 拆模：当最后一盘封顶混凝土试件现场试压达 5MPa 时，即可拆模。拆模时，要小心谨慎，以免缺棱掉角现象发生。

13) 拆模后，若发现缺陷，不得擅自修补，由技术人员共同研究确定方案后及时处理。

（五）隧道防排水

本合同段隧道防排水包括洞口段防排水和洞身防排水施工。施工中防排水采取“以排为主，截、堵、防、排相结合”的综合治理措施，与永久防排水统一考虑。

1. 洞口段防排水

洞口段防排水结合地形在洞口洞顶设截水沟，防止雨水对坡面及洞口的危害，对地面洞穴要及时封堵，保证排水畅通，不影响洞口施工。

2. 洞身防排水

洞身段采用 EVA 防水板与土工布（一膜一布）组成防水层防水，环向透水软管集引水由纵向排水管，横向引水管水排到中心水沟中。当隧道内可能发生涌突水地段，先超前探水查明前方地下水分布与水量

后，辅以预注浆堵水与排放相结合的措施，将绝大部分地下水尽可能封堵在围岩外，少量水由洞内顺坡施工时，沿两侧挖排水沟排出洞外。对工作缝、沉降缝、变形缝均设橡胶止水带止水，路面水流入路侧的边沟中排到洞外，中心水沟出水口采用保温圆包头出水口措施。

明洞段采用外贴防水层防水，顶面回填黏土隔水层。

3. 隧道结构防渗漏的关键技术

隧道结构防排水是关系到工程质量、运营安全的重要因素。在本隧道施工中采取下列有效技术措施。

1) 开挖采用光面爆破技术，保证开挖面圆顺，是结构防水的基础。

施工中，严格爆破设计与试验，选择适宜的参数，控制钻孔工艺，确保开挖光面爆破残眼率，使围岩爆破开挖面圆顺。

2) 对岩面渗水预先进行有效处理。

具体做法：大股水流用插管引导；较弱裂隙股水用塑料网格夹无纺布引导；大面积严重渗水以 PCE 膨胀剂防水砂浆抹赋，将渗水集中，然后开槽引排。

3) 富水地段采用预注浆进行有效固结止水。

根据设计，ZK112+548~ZK112+788 和 YK112+577~YK112+806 段，赋存岩溶水，单宽涌水量 $2.416\sim 2.532\text{m}^3/\text{d}\cdot\text{m}$ ，涌水量较大，特别是 F22 断层突发漏水可能发生，做好施工阶段地质预报的同时，采用超前 WT25 中空注浆加固地层并止水，其他富水的断层带地段采用超前小导管进行预注浆。

4) 利用喷射混凝土作为结构防水的关键环节。

采用湿喷工艺，喷射路线自下往上喷，喷射范围每次长 $1.5\sim 2.0\text{m}$ ，高 $1\sim 1.5\text{m}$ ；复喷划分区段，每段长 6m 左右，先喷平凹面，后喷凸面。确保喷射厚度符合设计要求。

5) 对衬砌环节缝认真处理。

在衬砌台车设计时，设计出定型挡头板，制作安装严密，确保接缝无漏浆，无杂物，同时在施工接缝处设置橡胶止水带。

6) 采用先进的防水混凝土施工工艺

(A)防水混凝土所用水泥应具有泌水少、水化热低等性能。采用防水添加剂。

(B)防水混凝土应当采用中砂，含泥量不应大于 3%，泥块含量不应大于 0.5%

(C)粗骨料含泥量不应大于 1%，泥块含量不应大于 0.25%

(D)防水混凝土配合比应通过实验确定。选定配合比时，其抗渗压力应比设计要求提高 0.2MPa，水灰比不得大于 0.60。

(E)防水混凝土应采用机械搅拌、机械振捣，搅拌时间不得小于 2min。

(F)防水混凝土终凝后，应及时养护。养护时间不得少于 14d。

(G)防水混凝土除检查强度外，还应检验抗渗防水性能。并保证其抗渗等级不低于设计要求。

7) 采用先进的衬砌混凝土工艺，确保衬砌结构自防水。

施工中采用自动计量拌合楼拌合混凝土，泵送混凝土入模，机械振捣，防止冷缝。确保衬砌的“四度一无”，“四度”：平整度、光洁度、密实度、厚度；“一无”：无渗漏。

8) 加强衬砌防水设计施工，确保施工质量。

9) 认真做好中心排水沟施工，形成隧道内立体排水体系。

4. 防排水施工

防排水施工工艺流程图见附图 5-11。

(1) 环向弹簧盲管施工

在地面将 3 根弹簧盲管并排用无纺布包好绑在 50cm 宽的细格钢丝网上，然后在所要安装弹簧盲管的岩面部位，每隔 1m 钉间距为 50cm 的两枚悬挂锚钉，锚钉露出岩面的部位一般不能高于弹簧盲管的直径，接着利用操作平台，从一侧向另一侧用钢丝将绑好的弹簧盲管密贴岩面固定在悬挂锚钉上。每道弹簧盲管的端头要有 10cm 左右的富余量，以便与纵向排水管搭接。

(2) 纵横向排水管和中心水沟的施工

在衬砌施工前，将基底清理干净后，把纵向排水管连接好，每隔 10m 用三通接管与横向排水管的另一端连接在中心水沟处。弹簧盲管的两端头贴岩壁放在纵向排水管的梅花眼处。最后在无纺布和防水板施工时一并将纵向排水管半包围扣在墙脚基底，以保证裂隙水很顺利地汇入排水管中。中心水沟的各节接缝间用沥青或橡胶垫全周密闭。

(3) 无纺布和防水板的施工

无纺布要环向铺设，用射钉枪将无纺布钉在初期支护的混凝土表面上，相邻两环之间搭接宽度不小于 10cm，其接头不能在同一截面上。

铺设 EVA 防水板采用无钉铺设施工工艺。

五、洞内附属构筑物

(一) 应急停车带施工

本合同段应急停车带 6 处，左、右隧道各 3 处，均位于 III、IV 类围岩地段。开挖跨度比原断面增加 3m，开挖时宜采取短开挖，加强支护和围岩量测，混凝土衬砌制作变截面模板，以满足隧道净空断面渐变需要。

(二) 车行横洞、人行横洞施工

本合同段内有车行横洞 4 座，人行横洞 3 座。车行横洞根据“多工作面互通施工方案”的要求，正洞施工至相应位置及时进行开挖和衬砌。人行横洞施工在不影响整体工期及其他工序的前提下，可滞后安排。

1. 开挖方法

采用 YP28 风动凿岩机凿眼，全断面光面爆破一次开挖成型。开挖时，前三排炮应遵循“短开挖、多打眼、少装药”的原则，周边眼间距 30cm，隔眼装药。第一排炮进尺控制在 1.5m 内，第二排炮控制在 2.0m 内，第三排炮控制在 2.5m 内，以防爆破危及正洞边墙。

2. 出碴

采用小型机具，人工配合出碴至正洞位置，大车倒运至弃碴场。

3. 支护

按设计同正洞相同围岩支护工序。

4. 衬砌

利用 P43 钢轨按衬砌轮廓加工定型拱架，轨行型钢作业平台支撑，建筑钢模板立模，木模挡头板封堵，泵送混凝土浇筑，振捣棒振捣，进行全断面整体施工。

六、洞内施工辅助作业

（一）洞内施工排水

雁门关隧道出口段为 1.84% 的上坡，在左右洞两侧开挖排水沟，沟宽 40cm，洞内岩溶水和污水可通过排水沟自流出洞外。为减少污染，需在洞外修建污水处理池，经净化沉淀后，排入沟谷中。对于多工作面开挖产生的施工废水可以在洞内设集水井汇水，由泵逐级抽水至侧沟后自流排出洞外。

（二）洞内施工供风、通风与防尘

鉴于本隧道的实际情况，经现场考察及审阅图纸后决定，该合同段施工供风、通风以管道通风为主，加强机械废气净化，减少污染源，并按我局《降尘净毒工法》实施。

1. 洞内施工供风

施工供风采取在洞口侧安装 $20\text{m}^3/\text{min}$ 电动空压机 8 台组，建高压风站，通过 $\phi 200$ 钢管接至各施工部位，由高压橡胶风管再连接到风动机具进行施工。

2. 洞内施工通风排烟

（1）采用压入式通风，其工艺流程图见附图 5-12

（2）隧道通风标准

1) 洞内空气含氧量不得少于 20%，并保证洞内施工人员每人每分钟能获得 4m^3 的新鲜空气。

2) 粉尘允许浓度：每立方空气中，含有 10%以上游离 SiO₂ 的粉尘必须在 2mg 以下。

洞内有害气体最高允许浓度（单位：PPm）

CO:	0.0024%
NO ₂ :	0.00025%
SO ₂ :	0.0005%
H ₂ S:	0.00066%
NH ₃ :	0.004%
CH ₄ :	1%
CO ₂ :	1.5%

洞内通风风速大于 0.3m/s。

（3）通风系统设计

1) 确定工作面需风量

工作面需风量主要由以下几项指标控制：一是洞内最小风速控制风量 Q_1 ；二是按 CH₄ 涌出量控制风量 Q_2 ；三是按洞内人员控制风量 Q_3 ；四是按洞内柴油设备控制风量 Q_4 ；五是按排除炮烟控制风量 Q_5 。

A、按洞内最小风速控制风量

$$Q_1 = VS$$

式中：

V——巷道最小风速，取 0.3m/s；

S——巷道开挖面积

B、按洞内人员控制风量

$$Q = WN$$

W——每人每分钟耗风量，取 $W=4\text{m}^3/\text{min}$ ；

N——洞内作业人数

C、按洞内柴油设备控制风量

$$Q_4 = mk$$

式中

m ——风量指标，千瓦功率所需空气量，取 $m=3\text{m}^3/\text{min.kW}$ ；

D、按排除炮烟控制风量

$$Q_5 = 2.25 (GA^2L^2\psi b)^{1/3}/tp^2 \quad。$$

T ——通风时间，min

G ——同时爆破的炸药量，kg

A ——开挖断面面积， m^2

L ——临界长度，m, $L=12.5Gbk/Ap^2$

ψ ——淋水系数，取 0.6

b ——炸药爆破时的有害气体生成量，取 40

p ——风管漏风系数，取 1.5；

由以上算式风量计算结果，取最大者为工作面需风量。

2) 确定系统风压

A、通风风机确定：

洞口设置的通风机最小总供风量 $Q_{机} = PQ_{需}$

式中 P 为管路系统的漏风系数，取 1.5；

B、系统风压确定

动压损失：取 110Pa；

沿程损失： $R=6.5a.L/D$

式中： R ——压力沿程损失；

a ——摩擦阻力系数，取 0.0016；

L ——风管长度，按单口通风施工最远距离计（m）；

D ——风管直径。在施工条件允许的情况下，取开挖面积的 1/25~1/20 为柔性风管的过风面积，以此确定风管。

$$H_{需} = R \times Q_{机} (Q_{机}/P) + 110$$

$H_{需}$ ——系统所需风压。所选机型风压 $H_{机} \geq H_{需}$ ，根据 $Q_{机}$ 、 $H_{需}$ 的计算结果，参考风机性能曲线选择风机，要求风量、风压处于被选择风机的高效区内。

(4) 风机、风管选型

通过上述计算，决定选用天津风机厂生产 TZ63-12.5 型子午加速风机（风量：1800m³/min，全压 2800Pa，电机功率 110kW）及 ϕ 1.4m WSFG 型通风软管（全断面衬砌台车上加工固定钢管，软式通风管过台车时由此换接渡过）。

（5） 风机、风管安装及维护

1) 安装风机：洞外风机安装位置距洞口为 25~30m，支架应稳固结实，尽量保证风管、风机在同一直线上。风机位于洞口外上风向位置，避免洞内压出废气循环进入风机形成两次污染。风机出口设置加强型柔性或变径管与风管连接，风机和风管接口处法兰间加密封垫。

2) 安装风管：风管必须采用 WSFG 型软管。要求风管具有防水、阻燃、抗静电性能。每节风管 25~30m 长，接头为拉链式，以实现防漏降阻。

风管吊挂必须做到平、直、稳、顺、紧。即：在水平面上无起伏，在垂直面无弯曲，风管无褶皱、无扭曲。作业时，先由测量人员算出风管位置，并每隔 5m 算出锚杆位置。台车打眼后安装 1.5m 长锚杆。

布 ϕ 6 钢筋拉线，用紧线器张紧，用尼龙绳捆在锚杆上，风管吊挂在拉线下。

掌子面选用短节旧风管，远离掌子面则可更换长节新风管。为克服长期使用风管疲劳造成长度延伸、挠度增大，每月进行一次系统检查，每 300m 为一个检查调整段，风管拉紧后去除多余部分。遇有拐弯处，风管要缓慢拐弯过渡，转角大于 120°。

3) 通风系统的维护：稳定通风技术队伍，实现防漏降阻，推广防尘技术。掌子面安装水幕降尘器，做到机械净化、喷雾降尘和个人防护为主要内容的综合防尘。

健全通风管理制度，使工作内容制度化，工作标准规范化，并制定相应奖惩措施，并严格执行。

通风机应有专人值守，按规程要求操作风机，如实填写记录。加强通风系统的维护管理工作，风机与风管的性能必须做到合理匹配。

通风机使用前应卸去废油，换注新黄油，以后每半月加注一次。

风机应连续运转，尽量减少停机次数。

风管出现破洞，要及时粘补，较大的破口可先缝再粘补。

风管每隔一段距离要设放水孔。

3. 施工防尘方案

施工防尘采用水幕降尘和个人带防尘口罩相结合，在距掌子面 30m 外边墙两侧各放一台水幕降尘器，爆破前 10min 打开阀门，放炮 30min 后关闭。详细方案见图 7-14 所示。

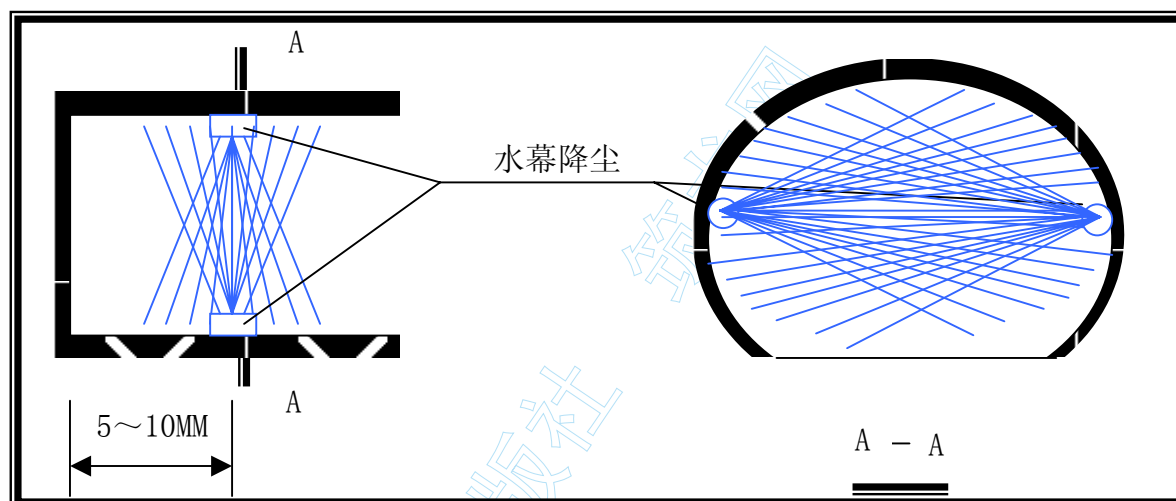


图 7-14 水幕降尘施工示意图

(三) 施工风、水、电布置

施工风、水、电布置见图 7-15。

七、现场监控量测

(一) 地质超前预报

雁门关隧道地质较复杂，分布断层多。做好地质超前预报对工程施工安全有极其重要的意义。经在综合分析，我们决定采用 TSP202 隧道地震波超前地质预报系统，对雁门关隧道出口段施工进行地质超前预报。

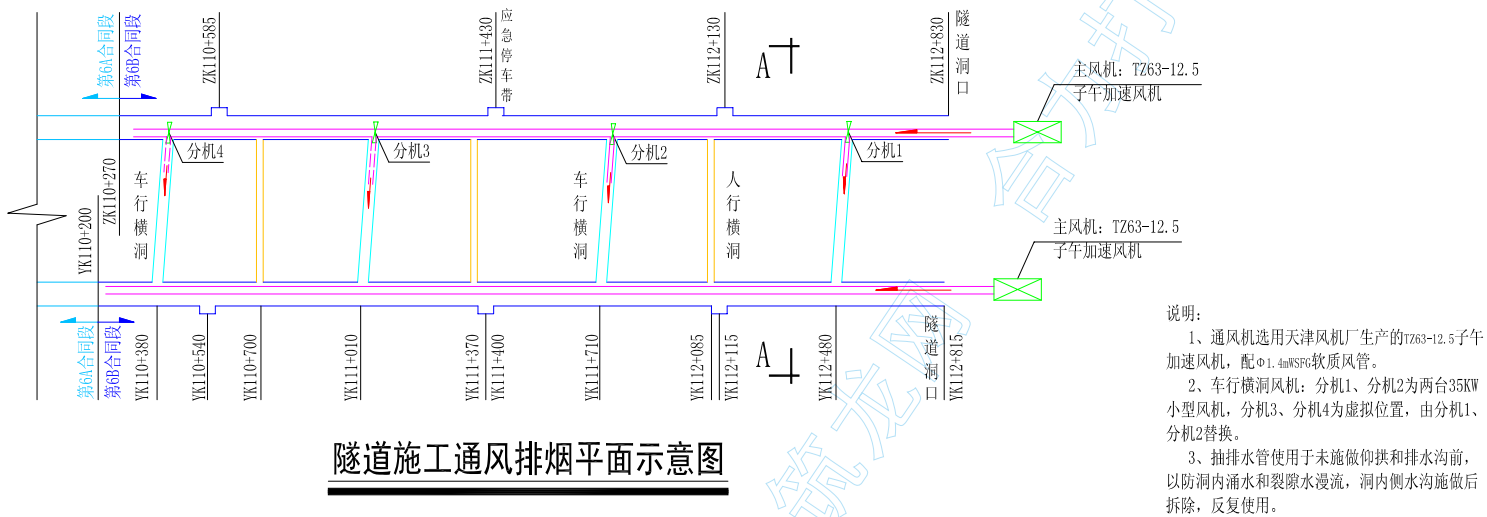
1. 预报原理

TSP202 超前地质预报系统是利用地震波在不同均匀地质体中产生

的反射波特性和时间来预报隧道掘进面前方及周围临近区域地质状况的。它是在掌子面后方边墙上一定范围内布置一排爆破点，依此进行微弱爆破，产生的地震波信号在隧道周围岩体内传播，当岩石强度发生变化，比如有断层或岩层变化时，会造成一部分信号返回（见图 7-16），界面两侧岩石的强度差别越大，反射回来的信号也越强。返回的信号被经过特殊设计的接收器接收转化成电信号并进行放大，根据信号返回的时间和方向，通过专用数据处理软件处理，就可以得到岩体强度变化界面的方位。

2. 数据采集

洞内数据采集包括打接收器孔和爆破孔、埋置接收器管、连接接收信号仪器及爆破接收信号等过程。



隧道施工通风排烟平面示意图

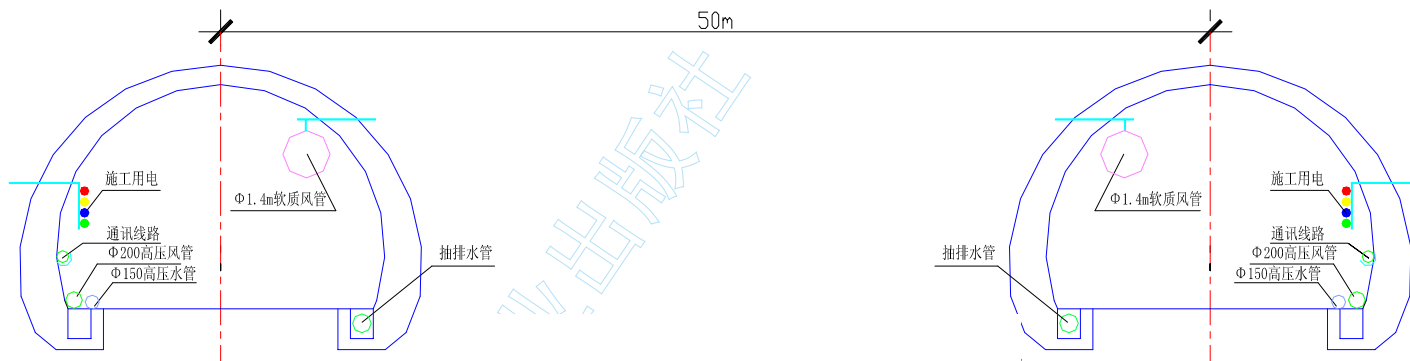


图 7-15 隧道洞内风水电布置示意图

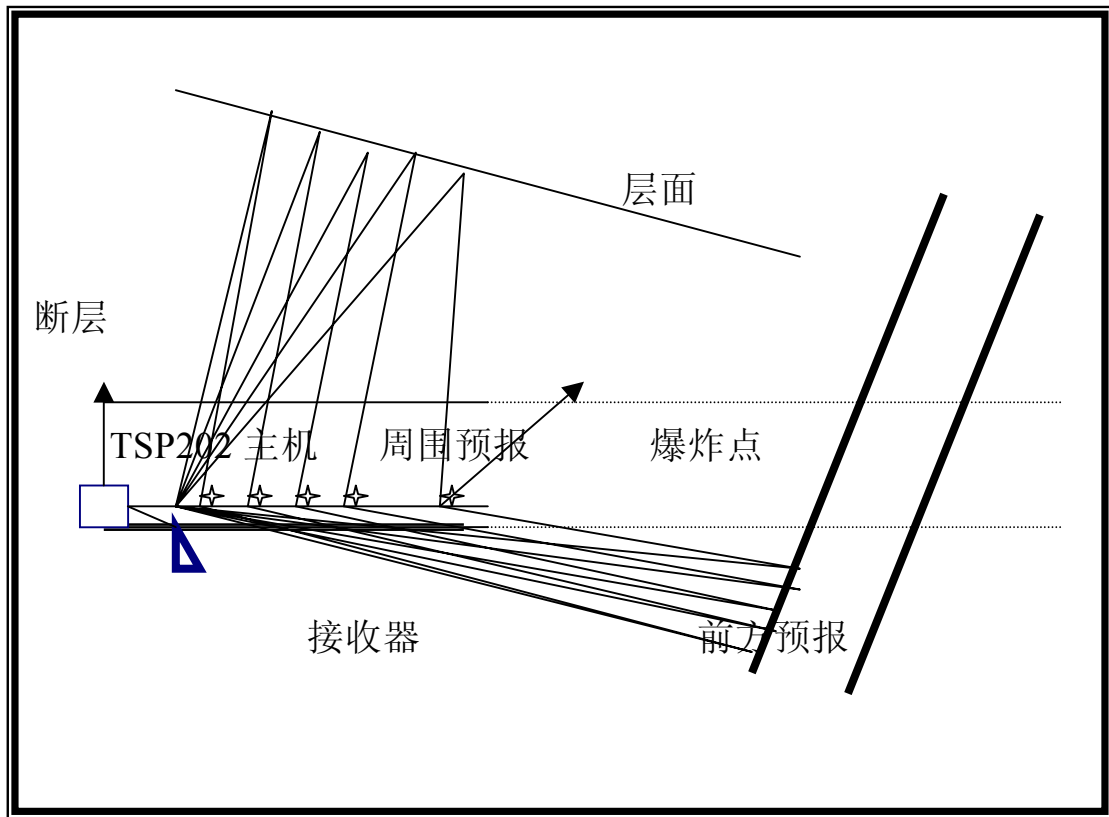


图 7-16 隧道地震波超前地震预报示意图

TSP202 超前地震预报系统洞内爆炸的接收器孔和爆破孔不是在掌子面上，而是在掌子面附近的边墙上，一般情况下，它是一个接收器孔和 24 个爆破孔组成。接收器距掌子面约 55m，最后一个爆破孔距掌子面约 0.5m。爆破孔间距 1.5m，孔深 1.5m，孔径 19~45mm，孔口距隧底约 1.0m，向掌子面方向倾斜约 10° ，向下倾斜 $10\sim 20^\circ$ ；接收器与第一个爆破孔间距 20m，接收器孔深 2.4m，孔径 32~45mm，孔口距隧底 1.0m，向洞口方向倾斜约 10° ，向下倾斜 $10\sim 20^\circ$ 。

为使接收器能与周围岩体很好地藕合以保证采集信号的质量，采集信号前至少 12h 时应将一个保护接收器的接收器套管插入孔内，并用含两种特殊成分的不收缩水泥砂浆使其与周围岩体很好地粘结在一起。每个爆破孔装药量 10~40g，根据围岩软硬和完整破碎程度以及距接收器位置的远近而不同。若地震情况特别复杂，有时需要在隧道另一边墙上也布置一个接收器和 24 个爆破孔，通过左右边墙所测资料的对比分析，

得出较为准确的判断结果。

3. 数据处理

将洞内采集的地震数据传输到室内计算机上，应用 TSP202 数据处理软件进行地震波分析处理：波形处理、预报计算、预报输出。根据所掌握的地质资料，判断出岩体强度变化界面节理密集带、断层还是岩性分界面。

4. 地质超前预报工艺流程

地质超前预报工艺流程见附图 5-13。

5. 预报工作注意事项

(1) 为保证预报长度、预报精度，提高预报质量，在一切可能的情况下尽量减少环境噪声，爆破接收信号时隧道内应停止一切施工作业。

(2) 确定好采样间隔和采样数目。

(3) 安放接收器一定要与周围岩体很好地藕合，以保证采集信号的质量，其方法用早强膨胀水泥砂浆，使接收器与岩体粘贴好。

(4) 优化作业程序，科学组织施工，采取不停工采集数据，为隧道掘进赢得时间。

(5) 对爆破炸药作震源对预报结果的影响要引起重视。

(二) 洞内施工监控量测

施工监控量测是在隧道开挖过程中，使用各种量测仪表和工具对围岩变化情况和支护结构的工作状态进行量测，及时提供围岩稳定程度和支护结构可靠性的安全信息，预见事故和险情，作为调整和修改支护设计的依据，并在复合式衬砌中，依据量测结果确定两次衬砌施做时间。

根据雁门关隧道围岩的多样性及不良地质地段多的特点，为加强施工过程的监控量测，确保施工安全，我们拟采用信息化施工监控量测技术和实用的量测围岩应力-应变方法，控制围岩变形，掌握准确的数据，修正参数，指导施工。

1. 各类围岩量测项目

监测项目分必测项目（A类）和选测项目（B类）。必测项目是用来判断围岩的变化情况和支护结构工作状态的经常性量测。选测项目是用来判断隧道围岩松动状态、喷锚支护效果和积累资料为目的的量测。各类围岩量测项目见表 7-12。

围岩量测项目表

表 7-12

项目 围岩条件	洞内 观察 (A)	净空 变位 (A)	拱顶 下沉 (A)	地表 下沉 (B)	围岩 位移 (B)	锚杆 轴力 (B)	衬砌 应力 (B)	锚杆 拉拔 试验 (B)	围岩 条件 (B)	洞内收 敛性 (B)
硬岩(III~IV)	×× ×	×× ×	×× ×	×	×	×	×	×	×	×
软岩 (I~II)	×× ×	×× ×	×× ×	×	×× ×	×× ×	××	×	××	×
土砂	×× ×	×× ×	×× ×	×× ×	×	×	×	××	×× ×	×

注：×××——必进行项目；××——应进行项目；×——必要时进行项目。

2. 运用隧道三维非接触量测新技术方法

在隧道工程中，工程测试技术越来越受到重视，但围岩净空位移量测基本上还是沿用 20 世纪 60~70 年代的量测方法，一般采用钢尺式收敛计，挂钢尺抄平等接触方式进行。这种方法具有成本低、简便可靠、能适应恶劣环境等优点，但采用此种方法有以下几点不利因素：该法对施工干扰大；由于人为因素对测量精度影响较大，测量质量不稳定，容易产生人为错误，不能保证施工安全；测速慢，从而更加大了对施工的干扰；当跨度大于 15m 时，由于钢尺的抖动、拉伸、温差等因素及工作条件恶化使测量无法进行。以上这些都使钢尺式收敛计越来越难以满足现代隧道快速、大跨、安全施工的技术要求，因此，在施工中我们从高精度、简单实用、快速准确的原则出发采用非接触观测。

(1) 非接触观测原理

非接触观测是以光学/电磁方式远距离测定结构上点位的三维坐标。由于无须接近测点，该法避免了传统接触式观测必须触及测点才能观测的缺点，是隧道变形观测技术的发展方向。

在施工中我们采用全站仪自由设站，全站仪自由设站是仪器从任一未知点上设站观测若干已知点的方向和距离，通过坐标变换求得该测站上仪器中心的坐标，然后以此测出其余新点的坐标。由于仅使用一台测量仪器且仪器测站可以自由设置不需要造点对中，同时观测数据可通过现场计算机快速处理，因此全站仪自由设站法对于在隧道狭窄空间内进行精度要求较高的实时变形观测作业是很适合的。

(2) 观测系统：自由设站三维变形非接触观测系统由观测主机全站仪、反射靶标以及计算机组成。

(3) 观测要点

1) 目标点与测站设置

(A) 基准点：基准点用于建立三维坐标系，要求稳固不动，其坐标可根据现场情况自行设置而不必测量(如用于建立绝对三维位置坐标系则需先测定基准点的坐标，对于变形作业一般无此要求)。在隧道在隧道出口设置 4 个地面基准点，其中 2 点为校核点；在洞内衬砌上设置后视点，用于坐标传递。地面基准点用混凝土浇筑而成，埋置深度 1m，采用对中杆及圆棱镜观测。洞内后视点由变形点反面粘贴反射膜片而成。

(B) 变形点

变形点为设置在结构上用于监测结构变形的测点。隧道在洞内衬砌上共设置了 180 个变形测点，每断面 3 个，分别位于墙脚（路面以上 1m）起拱线以上 0.5m 及拱顶处。变形点由薄钢板（2.5mm 厚）弯成直角形状并用膨胀螺栓锚固在衬砌表面上而成，反射膜片裁成 70mm 方片粘在钢板上。变形点的观测距离为 29-85m，反射膜片与仪器光轴的倾斜角度不大于 30 度。

(C) 测站

仪器测站在洞内设置了 4 个，洞外设置了 2 个。洞内测站设于边墙电缆槽上。为避免车辆振动干扰以及安全起见，观测时测站附近设置了防护区。由于是自由设站，测站上仪器无需对中。但为了消除膜片倾斜对测距的影响，测站位置大致固定（即在测站处做一标记，每次观测仪器均架在该处）。

2) 观测：观测前，把全站仪的各项轴系误差及指标差进行准确调校。观测时，打开仪器的角度改正及补偿器功能，并对仪器进行气压和温度的气象改正。观测采用记录测量模式，所有观测数据均存储在 GRM10 模块内。

为了确保观测精度，采用三次重复设站，每次设站采用双盘测回结合三次重复照准的冗余观测方法，即每一测站上分别用两个盘位连续、重复照准三次目标点，得 23 个观测值，然后取其平均值作为一次设站观测的结果。

(4) 观测精度及观测结果的评定

1) 观测量的实际观测误差

观测量为水平方向 H 、竖直角 V 和斜距 D ，其观测误差用标准差 S 评定，双盘位连续照准三次的观测量平均值 \bar{X} 的标准差按下式计算：

$$s_x = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 [X_1(i) - \bar{X}_1]^2}{3(3-1)} + \frac{\sum_{i=1}^3 [X_2(i) - \bar{X}_2]^2}{3(3-1)}}$$

式中 X_1, X_2 —— I、II 盘观测量 $X_1(i), X_2(i)$ 的平均值。

2) 三维坐标/收敛基线的观测精度

对于目标量 F （三维坐标/收敛基线长） $=\{H, V, D\}$ ，观测量平均值误差 $S_{\bar{H}}, S_{\bar{V}}, S_{\bar{D}}$ 对 F 的一次观测的影响 S_F 可由误差传播率计算得出，则三次重复设站的平均值 \bar{F} 的精度为：

$$S_{\bar{F}} = S_F / \sqrt{3}$$

而平均值 \bar{F} 的精度还可根据目标量三次设站的实测结果，按贝塞尔式给出：

$$S_{\bar{F}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 (\bar{F} - F_i)^2}{3(3-1)}}$$

根据观测的实际观测误差以及三次重复设站的实测结果,分别按上述计算与实测方法对隧道三维坐标和收敛基线的观测精度进行评定。

3) 变形观测精度

净空变形的观测结果 u_i 为三维坐标/收敛基线的初始观测值 \bar{F}_0 与当前观测值 \bar{F}_i 之差, 即 $u_i = \bar{F}_0 - \bar{F}_i$, 则在等精度条件下, 其观测精度为 $S_u = \sqrt{2} \cdot S_{\bar{F}}$ 。

4) 变形观测结果的评定

按 A 类不确定度方法给出重复设站的变形观测的最终结果为:

$$U_i = u_i \pm k_{p,v} \cdot S_u$$

式中, u_i 为净空实际变形的范围值, 其置信概率为 p (一般取 95%)。对于正态分布, 覆盖因子 $k_{p,v} = t_{p,v}$ (由 t -分布表查取)。对于三次重复设站, 自由度 $v=2$ 。

5) 净空变形观测成果: 根据观测结果可得出: 净空收敛变形、净空周边点位移; 根据收敛及周边点位移的观测结果, 可对隧道的净空变形形态进行评估及变形预测。采用非线性回归和灰色理论对观测结果进行预测, 建立三种预测模型进行综合分析预测即:

模型 I $u = A \cdot e^{-B \cdot t^{-r}}$

模型 II $u = \frac{1}{A + B \cdot t^{-r}}$

模型 III $\hat{u}^{(0)}(t+1) = (1 - e^A) \cdot [u^{(0)}(1) - \frac{B}{A}] \cdot e^{-A \cdot t}$

上述式中, I、II 为回归预测模型, 采用时间 t 加权最小二阶乘计算参数 A 、 B 、 r , 权函数为 $w = t / \sum t$ 。III 为 GM (1, 1) 灰色模型所确定的预测方程。

3. 运用各种量测仪表和工具监控量测方法

(1) 测试要点

1) 洞内观察：开挖工作面的观察，在每个开挖面进行，特别是软弱围岩条件下，开挖后应立即进行地质调查，并绘出地质素描图。若遇特殊不稳定情况时，应派专人进行不间断观察。

2) 围岩位移量测：围岩位移量测是在钻孔中埋入单点或多点位移计以测试岩体内部各点的相对位移。围岩位移量测断面纵向间距一般为净空变化量测断面间距的 3~5 倍。

3) B 类量测项目：主要用于验证预设计的合理性和探讨与支护衬砌的受力机理，作为 A 类量测的补充，用以调整和改变设计。B 类量测宜在施工初期阶段进行。量测断面布置原则上应设在有代表性地质地段。

4) 净空变化量测和拱顶下沉量测：净空变化量测和拱顶下沉量测在同一断面上进行。量测断面的间距与隧道长度、围岩条件、开挖方法等多种因素有关，一般按表 7-13 选用。

净空变化量测和拱顶下沉量测间距表 (mm)

表 7-13

围岩类别	洞口附近	浅埋地段	施工初期阶段	取得效果后
V、IV	10~15	10~15	20	50
III	10	10	15	20
II	5	5	10	10~20
I	5	5	10	10~20

(2) 测点布置和量测

1) 净空量测测点布置

净空变化量测基线在横断面上的布置见表 7-14 和图 7-18 所示。以水平基线量测为主，必要时设置斜基线。

净空变化量测基线布置表

表 7-14

	一般地段	特殊地段			
		洞 口	埋深小于 2D	膨胀或偏压地段	实施 B 类量测地段
全断面	1~2 条水平基准线	1~2 条水平基准线	三条三角形基线	三条基线	三条基线
短台阶	2 条水平基准线	2 条水平基准线	四条基线	四条基线	四条基线

注：D 为开挖宽度

2) 净空量测

(A) 把净空变位仪的短杆固定在施测的两测点的岩体内。

(B) 根据围岩条件确定量测间距。

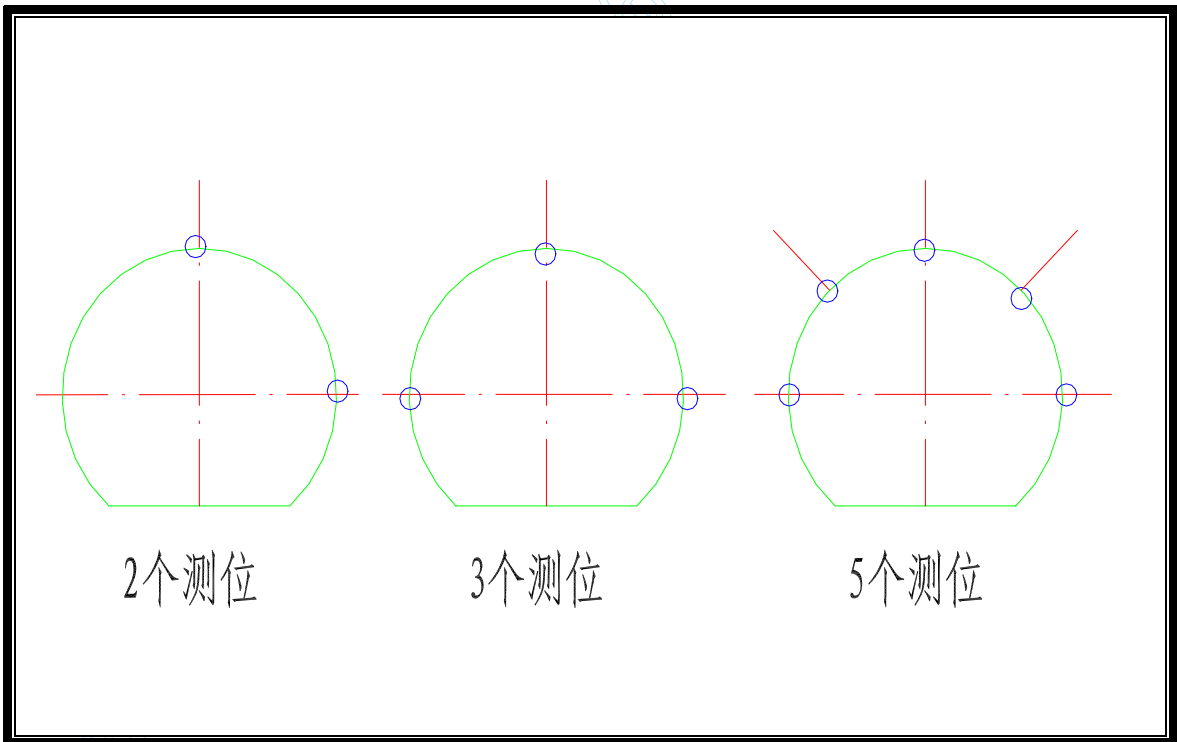
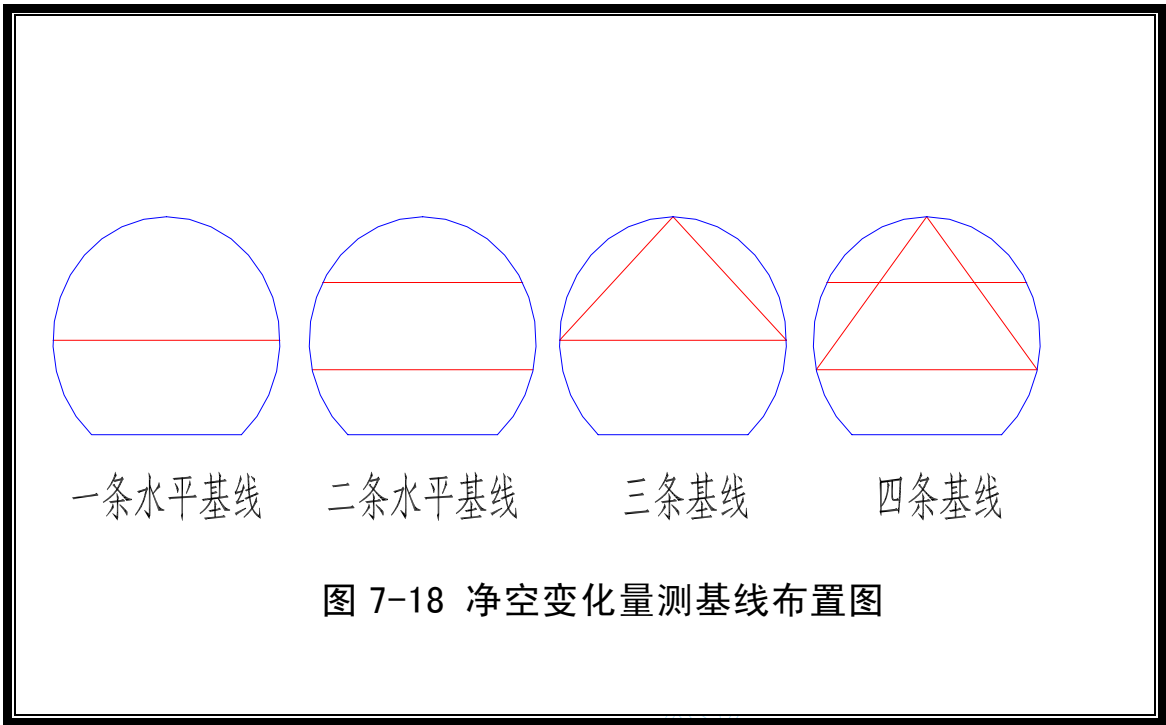
(C) 量测精度：在变位量比较小的情况下，一般为 0.1mm，在变位量比较大的情况下为 1 mm。

3) 拱顶下沉测点布置：拱顶下沉量测测点，一般布置在拱中和两测拱腰，每断面布置三点，当受通风管或其他障碍时，可适当移动位置。

4) 围岩位移和锚杆轴力量测。根据围岩条件和工程重要程度，每断面设置 2~5 个测点，见图 7-2-19。

(3) 量测频率和结束量测的时间

1) 量测频率主要根据位移速率和测点距开挖面距离而定，一般按表 7-2-18 选定，即元件埋设初期测试频率要每天 1~3 次，随着围岩渐趋稳定，量测次数可以减少，当出现不稳定征兆时，应增加量测次数。



位移量测频率表

表 7-15

位移速率 (mm/d)	距开挖工作面距离(B 为洞室宽)	量测频率
>5	(0~1) B	1~3 次/d
1~5	(0~2) B	1 次/d
0.5~1	(2~4) B	1 次/d
0.2~0.5	(2~5) B	1 次/1~3d
<0.2	(2~5) B	1 次/1~15d

2) 结束量测的时间：当围岩达到基本稳定后，以 1 次/3 日的频率量测 2 周，若无明显变形，则可结束量测。

第三节 路基工程施工

本合同段路基工程主要集中在两隧道洞口，均为挖方工程，其中 ZK112+830~+840 计 10m。挖硬土 2463m³；YK112+815~+825 计 10m。挖硬土 384m³，软石 512m³，次坚石 1664m³。考虑总体工程需要，该挖方工程同洞口工程挖方同时进行，挖方用于平整洞外场地，剩余部分运至弃渣场。

路基挖方后，两侧水沟及边坡应及时施作浆砌圬工，必须用监理批复的砂浆配合比及合格的原材料，砌体砂浆饱满，不得有通缝和重缝。严格按规范，确保洞口排水畅通。路面在隧道施工结束前做必要的硬化处理，最后按设计施作达标。

第四节 路面工程施工

本合同段洞内混凝土路面由 C10 混凝土调平层和 C40 混凝土路面组成。其中 C10 混凝土调平层 6855.5m³，C40 混凝土路面 44780m³。

一、工艺流程

路面施工工艺流程见附图 5-14。

二、施工方法

本工程采用混凝土集中拌合、混凝土运输车输送、机械摊铺、整平、

振捣、真空吸水、抹光，工人切割机刷缝、滚动压纹机压纹、。

三、施工工艺要点

1. 混凝土路面施工技术标准高，必须按照设计图纸和监理工程师的指示，在验收合格的基层上施工水泥混凝土路面板。

2. 水泥混凝土路面面层全面开工前，必须对混凝土各项材料进行取样试验，只有在满足有关规范要求的情况下并在监理工程师到场时，按批准的施工方案施工，首先施工不小于 200m² 的试验路段，使用正常的全部设备，从而取得试验数据，对于不合理的进行修正，取得监理工程师的批准后，再开始全面施工。

3. 混凝土所用材料必须经自检和监理检验合格后方可报验，其物理性质和化学成份应满足设计要求。

4. 混凝土配合比

在试验路段开工前最少 14d，将其拟用于本工程的混合料配合比方案提交监理单位批准。并得到监理的批准后方可应用。

5. 钢筋的制备

钢筋按设计设置，横向缩缝及胀缝装设传力杆应与中线及路面平行，偏差不大于 5cm，传力杆长度的一半再加上 5cm，涂一层沥青，并在涂沥青的一端加一个预制的盖套，内留 30 cm 的空隙，填以纱头或泡沫塑料，传力支撑装置应在铺筑路面之前装设好，并得到工程师的批准。纵向缩缝和纵向施工缝装设的拉杆亦应在混凝土摊铺前装设好，两侧各 40cm 的长度内涂以防锈涂料。

钢筋混凝土工程中所有钢筋的设置及绑扎都应经监理工程师检查签证后才能浇筑混凝土。

6. 混凝土的拌合及运输

(1) 混凝土在集中拌合站进行拌制，采用批准的配合比。

(2) 混凝土运输：采用混凝土运输车运输。

7. 立模

采用高度与混凝土板的厚度一致的特制钢模板，立模的平面位置高

程应符合设计要求，并支立稳固，接头和模板与基层接触处均不得漏浆。模板与混凝土接触的表面涂隔离剂。

8. 混凝土路面的摊铺

采用摊铺机摊铺，先用插入式捣固棒振捣实后，再用振动梁振实刮平、抹光机抹面，用槽器滚动压纹机压纹。

9. 真空吸水施工

为确保混凝土路面的施工质量，防止收缩裂缝出现，提高表层强度及耐磨性，在混凝土摊铺振捣形成后，立即在混凝土表面覆盖上真空吸垫，经过真空产生负压，将混凝土内多余水分和空气吸出。其施工要点如下：

(1) 真空吸水作业前，先铺放尼龙过滤布，布边应距路面边 8~10mm；布面拉平，少皱纹，折叠等现象，然后覆盖气垫薄膜，检查密封边是否与混凝土表面相结合。

(2) 将真空泵吸口用软管与吸垫吸口接通，启动真空泵开始吸水作业。开机的同时要计时、量水、观察和控制泵上真空值的变化，随时进行检查是否有漏气现象。

(3) 真空吸水时间要严格控制，并以剩余水灰比来检验真空吸水效果，吸水时间短会降低效果，特别是吸垫接头处的水分更少，甚至不可能出现弹簧层；吸水时间过长，则使混凝土加速初凝，给抹面造成困难，根据我们的施工经验应控制在 20min 为好。

(4) 结束吸水工作前，真空度应逐渐减弱，防止在混凝土内部留下出水道路，影响混凝土的密实度。

(5) 真空吸水作业完成后，用滚杠或振动梁再振一次，以保持表面平整，增强板面强度的均匀性。随后用抹光机抹面，并进行拉毛等工作。

10. 养生

混凝土板做面完毕，应及时养护。采用草袋在混凝土终凝后覆盖于混凝土板表面，每天应均匀洒水，经常保持潮湿状态；养护期为 14~

21d, 养护期间, 禁止一切车辆通行, 28d 内禁止大型车辆通行。

11. 接缝施工

混凝土路面施工之前 28d, 向监理工程师提交一份整个工程范围的平面图, 示出混凝土路面设置的全部接缝的部位。

(1) 横向施工缝只有在混凝土作业中断 30min 时才设置施工缝, 施工缝的位置设在胀、缩缝处。采用平缝加传力杆, 并应垂直中线, 按图修筑。当横向施工缝与横向缩缝分开设置时, 其距离不小于 2.0m。

(2) 横向伸缩缝应横过路面全宽设置, 缩缝的施工方法采用切缝法, 当混凝土强度达到设计强度 25%~30% 时, 采用切缝机进行切割, 在规定部位之外, 不允许出现任何横向裂缝。锯缝完成后, 立即彻底清除所有锯屑和杂物, 利用灌入式填缝法, 填缝料按图纸规定办理。

(3) 纵向施工缝采用平缝, 在混凝土的厚度量 1 / 2 处设置拉杆, 缝槽用填缝料予以填封。

12. 检测

施工后立即检测路面的抗折强度, 纵横缝顺直度, 平整度, 相邻板高差, 纵坡高程, 横坡、宽度、厚度、长度、槽深。外观检查: 混凝土表面不得有脱皮、印痕、裂缝、石子外露和缺边掉角现象; 路面侧面顺直, 曲线圆滑; 路面压槽纹理适宜。

13. 施工注意事项

(1) 铺筑的混凝土的温度不应低于 10℃ 或高于 32℃。当蒸发率的数据超过 0.75kg / m²h 时, 需采取防止水分损失的预防措施。

(2) 摊铺工作一旦开始, 混凝土铺筑工程就不得中断。如果停工时间延续超过 30min 时, 就应申报一个监理工程师批准的施工横缝, 膨胀缝、缩缝或薄弱面 3m 以内不得出现施工横缝。

第五节 洞内喷涂工程施工

本合同段隧道内轮廓全部采用全断面防火涂料进行喷涂内装。全洞主体喷涂面积为 106606m², 涂层采用耐火时间不小于 1.5h 的涂料。根据施工工序的安排, 在路面工程全部完成后施作。

施工操作过程如下：

(1)对喷涂材料认真进行试验，测试标准，取得可靠的性能参数，做好施工准备。

(2)对左、右线洞内衬砌做全面细致质量调查，达到喷涂要求的部位，定位走行式作业平台。

(3)布置好运料车、喷枪、打气泵等喷涂所需机具和劳力，并进行再次检查各工序和设备性能情况。

(4)具备施工时，开机工作，专人指挥，对喷涂地段进行连续作业，达到设计要求后，经检查质量合格后，再转入下一部位重复作业。

第六节 施工中的试验与检测

一、检测程序

检测分三级进行，“跟踪检测”、“复检”、“抽检”，分别由工程队、项目经理部、监理和建设单位质检中心实施。检测程序见图 7-20。

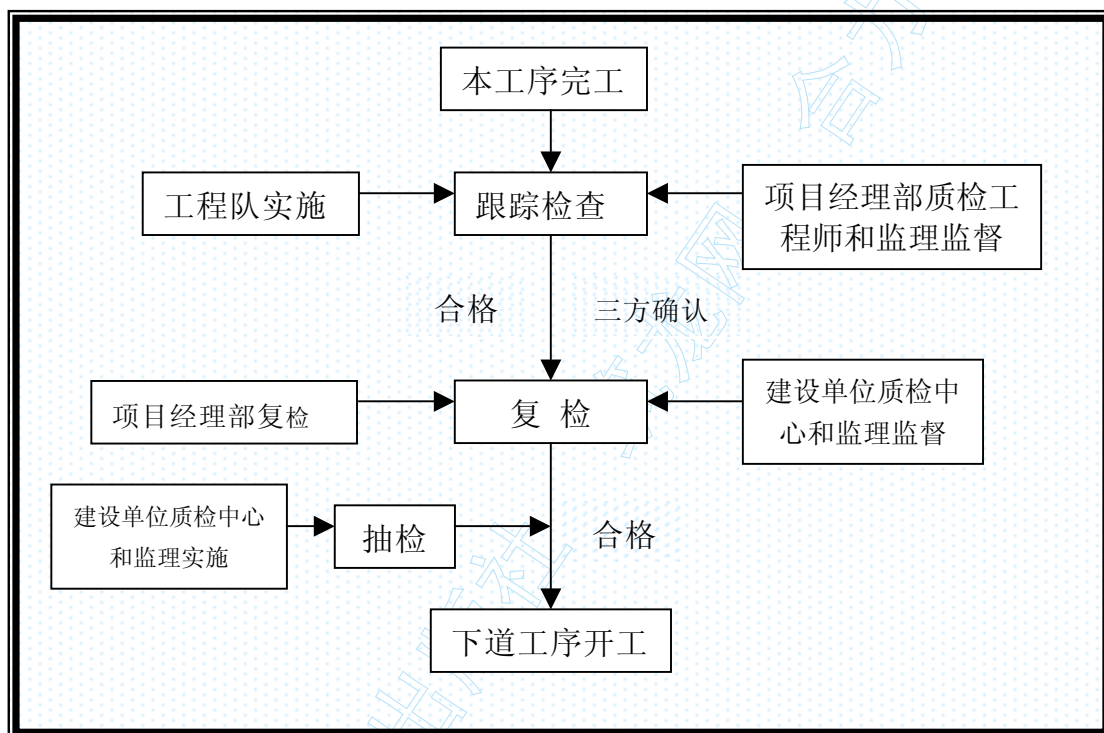


图 7-20 检测程序图

二、检测机构

项目经理部设中心试验室，各工程队配试验员。负责本标段工程项目的检验、试验、交验、及不合格品的检验控制，按检验评定标准对施工过程实施监督并对检验结果负责；负责现场各种原材料试件和混凝土试件的样品采集和测试、检验及质量记录。根据现场试验资料，提出各种混凝土的施工配合比，土方施工最佳含水量等试验数据，并在施工过程中提出修正意

见报批准执行；负责工程项目的计量测试工作，并负责工程项目的检验、测量和试验设备的核定、校准及使用管理工作；负责工程项目的控制测量、施工测量和施工放样工作。在施工技术部指导下，对合格产品进行验工量测计量。

三、砌体检测

浆砌片石护坡、护面墙检查项目见表 7-16。

护坡、护面墙检查项目及允许偏差表

表 7-16

项次	检查项目	规定值或允许值	检查方法
1	砂浆强度 (MPa)	在合格标准内	按《公路工程质量检验评定标准》附录 F 检查
2	顶面高程 (mm)	±50	每 50m 用水平仪检查 3 点, 不足 50m 时至少 3 点
3	表面平整度 (mm)	30	用 2m 直尺检查, 护坡每 50m ³ 处, 每个锥坡 3 处
4	坡度	不陡于图纸规定	每 50m 用坡度尺抽量 3 处
5	厚度 (mm)	不小于图纸规定	每 100m 检查 3 处
6	底面高程 (mm)	±50	每 50m 用水准仪检查 3 点

四、隧道检测

(一) 洞门检测

洞门端墙、翼墙的检查项目见表 7-17。

(二) 开挖断面检测

严格控制开挖断面，不应欠挖。洞身开挖允许偏差值见表 7-18。

(三) 喷射混凝土的质量检查

(1) 喷射过程中应及时检查喷射层厚度，当表面有松动、开裂、下坠、滑移等现象时，应及时清除重喷。

(2) 混凝土时与岩层粘结情况，可用重敲击检查，当有空鼓、脱壳

时，应及时凿除，洗净重喷。

洞门端墙、翼墙的检查项目及允许偏差表

表 7-17

项次	检查项目		规定值与允许误差	检查方法
1	混凝土强度和砂浆强度 (MPa)		在合格标准内	按《公路工程质量检验评定标准》附录 D、F 检查
2	平面位置 (mm)	浆砌	50	每 20m 用经纬仪检查 3 点
3		混凝土	30	
4	顶面高程 (mm)	浆砌	20	每 20m 用水准仪检查 1 点
5		混凝土	10	
6	表面平整度 (mm)	浆砌	±20	每 20m 用 2m 直尺检查 3 处
7		混凝土	±10	
8	断面尺寸 (mm)		不小于图纸规定	每 20m 用尺量两个断面
9	基础底面高程 (mm)	石质	+50,-200	每 20m 用水准仪检查 1 点
10		土质	±50	
11	墙面坡度		不陡于图纸规定	每 20m 用吊垂线检查 3 处

洞身开挖检查项目及允许偏差表

表 7-18

项次	检查项目		规定值或允许值	检查方法
1	拱部开挖 (mm)	破碎岩、土 (I、II 类围岩)	平均 100, 最大 150	每 20m 用尺量 1 个断面
		中硬岩、软岩 (III、IV 类围岩)	平均 150, 最大 200	
		硬岩 (VI 类围岩)	平均 100, 最大 200	
2	宽度 (mm)	每侧	+100, -0	每 20m 用尺量, 每侧 1 处
		全宽	+200, -0	
3	边坡、仰拱、隧底超挖 (mm)		平均 100	每 20m 用水准仪沿中线检查 1 处

(3) 喷射过程中应及时检查混凝土的回弹量率和实际配合比。

(4) 每喷 50~100m³ 混凝土，应制作不少于一组试件，不足 50m³ 时，也应作一组试件，当材料或配合比变更时应分别制作试件。

(5) 喷射混凝土强度检查试件的制作，可采用喷大板切割法，当不具备切割条件时，也可用边长为 100mm 的无底钢模，在其内喷射混凝土的方法制作试件，当对强度有怀疑时，可采用凿方切割法或钻芯取样法制作试件。

4. (四) 复合衬砌检测

(1) 用仪器量测或用检查车等在直线地段每 50m、曲线地段每 20m 和需要加测断面处，检验一次隧道的中线、高程、内轮廓（隧道净空），确保符合设计要求。

(2) 每隔 5~10m 采用钻凿孔、电测法或红外光自动扫描测距仪量测一个断面，检查两次衬砌模筑混凝土的厚度，必要时用地质雷达进行检查，使混凝土的厚度符合设计要求。

(3) 两次衬砌模筑混凝土的表面平顺美观。

5. 抗渗混凝土检测

(1) 水泥具有泌水少、水化热低等性能；水泥用量大于 $300\text{kg}/\text{m}^3$ 。

(2) 细骨料：采用中砂；
含泥量小于 3%、泥块含量小于 0.5%；

(3) 粗骨料：采用连续粒级，最大粒径小于 40mm；
含泥量小于 1%、泥块含量小于 0.25%。

(4) 混凝土数量不足 250m^3 时，制作抗渗检查试件 1 组（6 个）；超过 250m^3 不足 500m^3 时制作 2 组。当使用的材料、配合比或施工工艺变更时，均另行制作检查试件；采用养护期不少于 28d，也不超过 90d 试件的试验结果，作为抗渗性检验的评定依据。

五、钢材检测

1. 进场检验

(1) 每批钢筋有同一牌号、同一炉罐号、同一规格、同一交货状态组成，每 60t 为一批，任选 3 根钢筋，各截取一组试样，每组 3 个试件，一个试件用于拉力试验（屈服强度、抗拉强度及延伸率）；一个试件用于冷弯试验；一个试件用于可焊性试验。。

(2) 检查每批钢筋的外观质量。钢筋表面不得有裂纹、结疤和折叠；表面的凸块和其他缺陷的深度和高度不得大于所在部位的允许偏差(带肋钢筋为横肋的高度)；测量本批钢筋的直径偏差。

(3) 当试样中有 1 个试验项目不符合要求时，另取双倍数量的试件对不合格项目做第二次试验；当仍有 1 根试件不合格时，则该批钢筋为不合格。

2. 加工检查

(1) 钢筋加工弯制前调直，钢筋的弯制和末端的弯钩符合设计要求。

(2) 钢筋加工的允许偏差。详见表 7-19。

加工钢筋的检查项目及允许偏差表

表 7-19

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法
1	受力钢筋顺长度方向加工后的全长	± 10	按受力钢筋总数 30% 抽查
2	弯起钢筋各部分尺寸	± 20	抽查 30%
3	箍筋、螺旋筋各部分尺寸	± 5	每构件检查 5~10 个间距

(3) 电弧焊焊接接头的允许偏差。详见表 7-20。

钢筋电弧焊接接头检查项目及允许偏差表

表 7-20

编号	项目	接头型式	
		帮条焊	搭接焊
1	帮条对焊接中心的纵向偏差 (mm)	$0.5d$	
2	焊接处钢筋轴线交角 ($^{\circ}$)	4	4
3	焊接处钢筋轴线偏心 (mm)	$0.1d$	$0.1d$
4		3	3
5	焊缝厚度 (mm)	$+0.05d$	$+0.05d$
6	焊接宽度 (mm)	$+0.1d$	$+0.1d$
7	焊接长度 (mm)	$-0.5d$	$-0.5d$
	横向咬边深度 (mm)	0.5	0.5
8	在长 $2d$ 焊缝表面上的气孔及夹渣	数量 (个)	2
		面积 (mm^2)	6

注：“*d*”为焊接钢筋的直径。

4. 钢筋安装允许偏差。详见表 7-21。

钢筋安装检查项目及允许偏差表

表 7-21

项次	检查项目		规定值或允许值	检查方法	
1	受力钢筋间距 (mm)	两排以上排距	±5	每构件检查两个断面,用尺量	
		同排	梁板、拱肋		±10
			基础、锚碇、墩台、柱		±20
		浇筑桩	±20		
2	箍筋、横向水平钢筋、螺旋筋间距 (mm)		0, -20	每构件检查 5~10 个间距	
3	钢筋骨架尺寸 (mm)	长	±10	按骨架总数 30%抽查	
		高、宽或直径	±5		
4	弯起钢筋位置 (mm)		±20	每骨架抽查 30%	
5	保护层厚度 (mm)	柱、梁、拱肋	±5	每构件沿模板周边检查 8 处	
		基础、锚碇、墩、台	±10		
		板	±3		

第八章 不良地质地段施工方法

第一节 地下水地段施工方法

地下水富水地段主要存在于断层破碎带,为了不使隧道出现涌水现象必须对该地段地层进行加固止水等措施。鉴于地层地下水含量丰富,拟采用深孔预注浆方法,进行止水和加固围岩。采用短台阶法施工按设计要求进行钢支撑、锚喷支护。

一、深孔预注浆施工

(一) 深孔预注浆的基本参数

注浆孔的布置正面、平面、纵剖面、孔底浆液扩散范围分别见图 8-1. 图 8-2. 图 8-3. 图 8-4。

注浆孔沿隧道周边轴向辐射状布孔,开口孔径为 $\Phi 102\text{mm}$,孔深 4.5m;下孔口管,管长 3.5m,管径 $\Phi 89\text{mm}$ 。全断面布置 30 个注浆孔。

(二) 作业程序及要点

1. 超前地质预报

超前地质预报是制定施工方案和设计注浆参数的主要依据,因此对地质情况必须准确地超前预报,使用 TSP202 地质预报系统探测出断层带的位置,在接近断层带时,采用超前钻孔得到断层的地质资料。

通过钻孔进行以下工作:

- (1) 收集分析钻孔的排碴;
- (2) 记录分析钻孔台车的推进压力及钻速;
- (3) 记录分析钻杆不同长度时的涌水量的大小;
- (4) 工作面岩石素描,测定围岩层理、节理的走向。
- (5) 在拱顶、拱脚和隧道中下部分别设超前钻孔,孔深 20m,孔径 $\Phi 65\text{mm}$,用液压钻孔台车钻孔。推断工作面前方的地质构造、岩性、水源位置及水量大小。

2. 止浆墙的设置

由于工作面围岩较软弱,注浆时有一定的压力(6~8MPa),这样

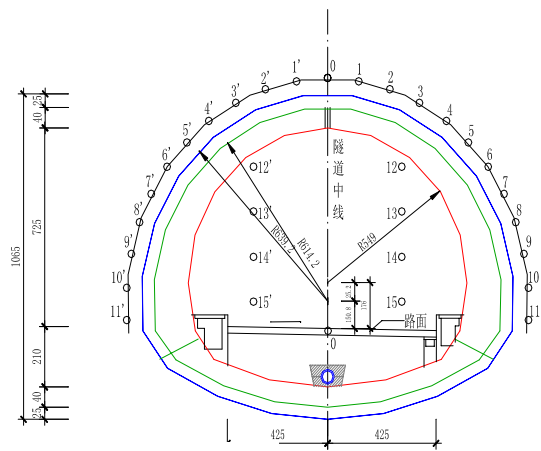


图 8-1 注浆孔口布置正面示意图

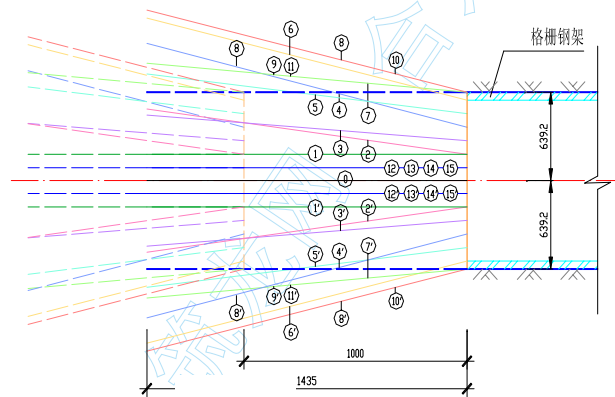


图 8-2 注浆孔平面布置示意图

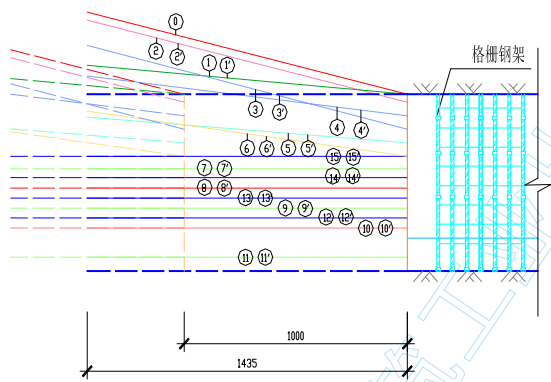


图 8-3 注浆孔立面布置示意图

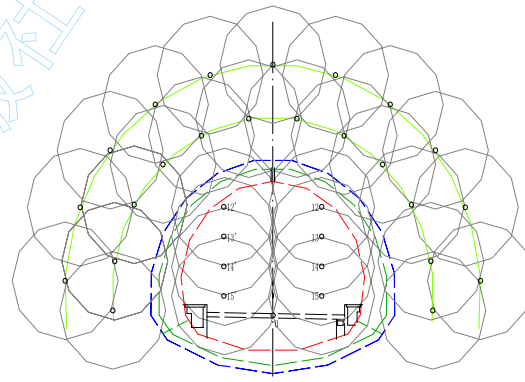


图 8-4 注浆孔底浆液扩散范围示意图

工作面易坍塌，而且会引起漏浆，严重影响注浆效果和施工安全。因此工作面处必须设置止浆墙。先在掌子面钻孔，下注浆用孔口管，钢筋网焊在孔口管上，在喷射 15~20cm 厚混凝土，形成止浆墙。

3. 钻孔作业

按设计要求准确地测出隧道开挖轮廓线及孔口位置，用红油漆画出，其误差不得大于 10cm。为控制钻孔角度、在钻杆尾部安装一定的钻杆（4.5m、5m 及 5.2m）进行钻孔。

钻孔完毕，按钻杆联结的相反程序拆除钻杆，钻机退回原位。

液压钻孔台车钻孔时推进压力在 2~4MPa 之间。

注浆孔用 $\Phi 102\text{mm}$ 的钻头开孔，孔内安装 $\Phi 89\text{mm}$ 的无缝钢管作孔口管，深钻时用 $\Phi 65\text{mm}$ 的钻头。

孔口管安装在注浆孔的口端，梅花形布置，孔口管的作用是注浆时保护附近的岩石不坍塌，并防止浆液外溢。

4. 注浆作业

(1) 注浆材料

1) 水泥：采用 42.5 级普通硅酸盐水泥。

2) 水玻璃：浓度 42~45Be'，密度 1.42~1.45 的水玻璃原液。

3) 水：采用饮用水，pH 值在 4~9 之间， SO_4 含量不超过 1%，水温不低于 6℃。

(2) 双液浆的配制

1) 水玻璃稀释。根据施工要求，将出厂高浓度的水玻璃加水稀释到所须的波美度，稀释后的水玻璃溶液要用波美度计来测其波美度，检查是否符合要求。

2) 水泥浆的配制。根据设计水灰比，先将所需的水倒入拌料容器中，在不停的搅拌下倒入水泥，搅拌均匀后备用。

3) 缓凝剂的配制。缓凝剂一般配制成 10%浓度的溶液。

4) 水泥浆掺缓凝剂的配制。先加入扣除缓凝剂溶液水量后的水，在搅拌条件下加入缓凝剂溶液，最后加入水泥，在搅拌 5min，然后注

入贮浆池备用。

(3) 注浆参数的选定

- 1) 注浆压力：最终压力 6~8MPa，持续 5min；
- 2) 单孔注浆扩散半径： $R=2\sim 3\text{m}$ ；
- 3) 注浆扩散范围：开挖轮廓线以外 3.5~5.0m；
- 4) 注浆速度：60~80m/min；
- 5) 注浆量：围岩破碎严重，涌水量大时，单孔注浆量 8~15m³。

(4) 注浆

孔口管焊接带丝口的接头，以便安装混合器，混合器和注浆管相连接。

清洗钻孔，将孔内的碴子冲掉，保证注浆畅通。注水 2~3min，使围岩孔隙畅通。对于软弱、富水断层带的围岩体，先注纯水泥浆，注入一定量或达到一定压力后，再注入双液浆，如注纯水泥浆时大量漏浆，可先注双液浆，再注纯水泥浆，最后注双液浆。

达到设计压力后，持续 5min 后结束注浆。拆除注浆部件和设备，清洗保养。

在注浆过程中对注浆时间、注浆量、压力变化以及围岩、止浆墙的变化进行详细的记录。

当有的部位钻孔过程中涌水量很小，就一次钻到设计深度，然后进行全孔一次注浆；如在钻孔过程中发生大量涌水，就停止钻孔，进行注浆，注完浆后，在向里钻孔再注浆，最后达到设计深度。

二、开挖与支护

1. 开挖方法

在注浆加固后，采用短台阶法施工台阶长度为 3~4m。开挖采用人工风镐配合机械开挖，每循环进尺 0.5~1m，先上半断面，后下半断面，交替进行。

2. 支护

由于设计采用大管棚双液注浆支护，因此在进行深孔预注浆时，利

用大管棚代替周边的注浆孔进行注浆加固。上半断面开挖后，立即按设计要求进行钢支撑、打锚杆、挂网、喷混凝土支护，迅速封闭围岩。接着进行下半断面施工，并且将仰拱部位也开挖好，作好初期支护。

第二节 软岩地质地段施工

一、软岩的特性及相对措施

本合同段左右线隧道共有 2108m 的软岩地质地层，软岩的特性是遇水软化，变形快，承载力差，因此施工时针对软岩的特点应采取以下措施：

- (1) 疏通地表排水沟，堵塞地表裂缝，以防止地下水的渗漏。
- (2) 及时排除洞内涌水。
- (3) 超前加固围岩以阻止地下水的渗流。
- (4) 预先加固基础，以防止结构产生较大的变形和沉降。
- (5) 缩小开挖断面，以减少洞室周边收敛，防止土体深部拉裂而产生过大的松散荷载。
- (6) 及时有效地施作支护结构，形成封闭的支护环防止围岩进一步风化软解。

二、施工方法

(1) 先派人在地表进行勘察，查找地表裂缝，测量裂缝的位置，分析裂缝的渗水对隧道的影响，并采用黏土堵塞裂缝。

(2) 对于洞内的地下水采用注浆止水和引排结合的办法，设计上已对软弱围岩地段采用了超前大管棚和小导管注浆等加固措施，在大管棚和小导管内注入水玻璃和水泥浆即可以加固围岩，又可以起到止水作用。施工中根据围岩情况，隧道的中下部周边适当地增加超前注浆导管。

在隧道的两侧，每 50m 设置一对集水坑，先用小型抽水机将水抽到最近的集水井，然后用大型抽水机将水排至洞外。

(3) 开挖与支护施工：为了减小开挖断面，及时封闭围岩，采用双侧壁导坑法开挖支护。

(4) 由于软岩的松散土压力很大，拱脚基础的稳定关系到整个结构的稳定。因此，在侧壁导坑基础初期支护完成后，在仰拱与墙脚的结合部位增加 6 根注浆锚杆，并且在断面推进 5~10m 后及时地进行仰拱衬砌，以增强基础的承载力。

见软岩基础加固示意图 8-5。

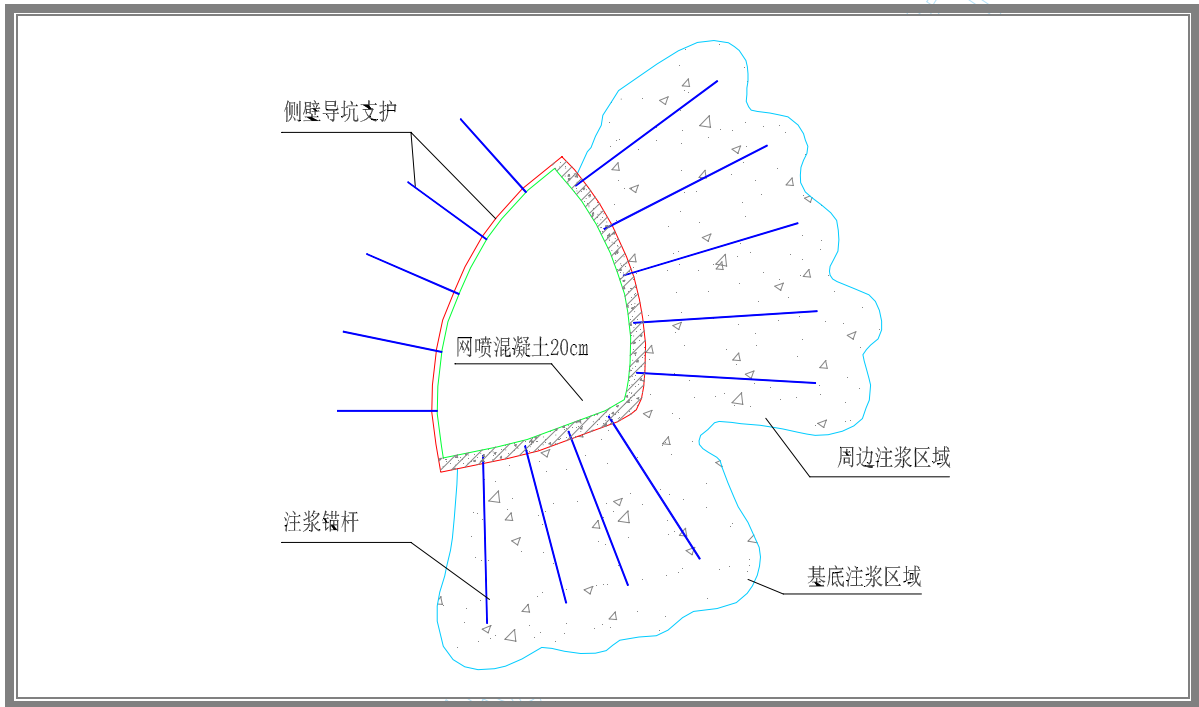


图 8-5 软岩基础加固示意图

5. 根据量测结果及时进行两次衬砌。

第三节 断层破碎带施工

本合同段共穿越 14 条断层带，根据地质资料显示，断层带地质条件十分恶劣，且有大量的地下水。如处理不好，可能造成大的坍塌，将严重影响工程进度和质量。因此，对断层带采用前述的管棚预注浆法加固围岩，用管棚注浆穿越断层，形成安全的支护体系。

开挖时采用人工配合机械开挖，以减少对围岩的扰动。

第四节 岩溶地段施工

根据地质资料显示，本合同段隧道可能穿越岩溶地段，对于小的岩溶在开挖后采取清理回填的方法处理；对于跨度大且与地表漏斗相连的

岩溶地段，不便于清理，采取注浆固结岩溶破碎体，双侧壁导坑法施工。
见双侧壁导坑法开挖断面示意图 8-6。

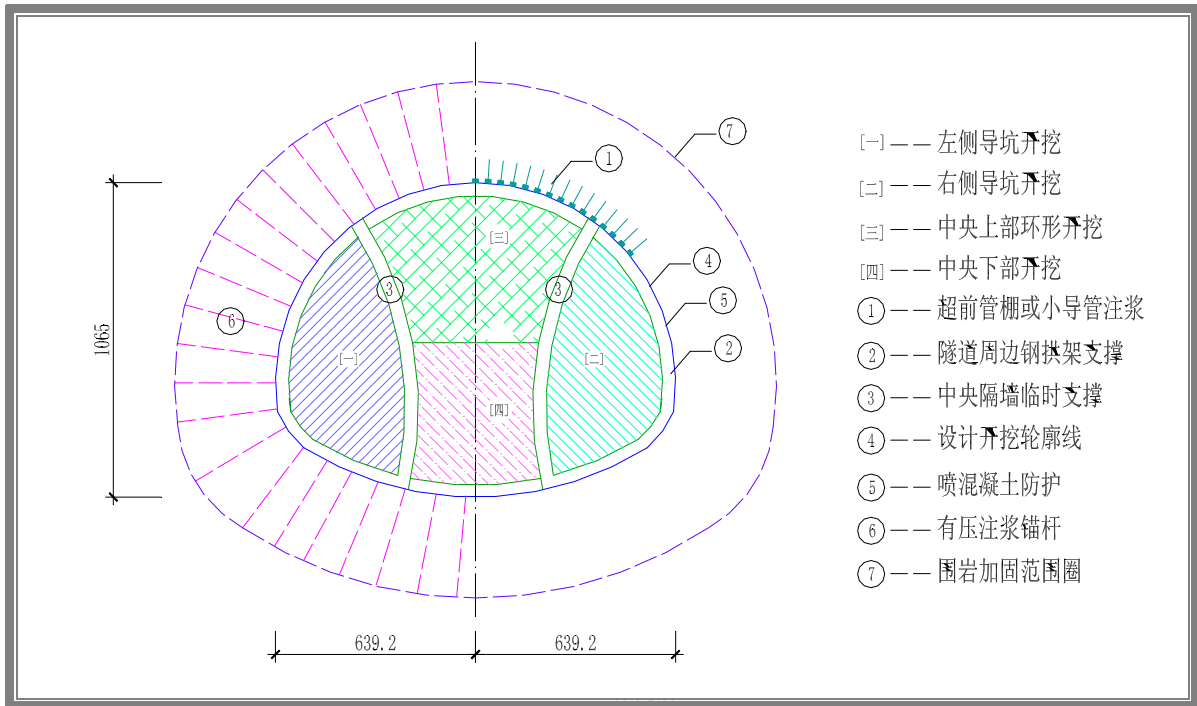


图 8-6 双侧壁导坑法开挖断面示意图

第五节 膨胀围岩地段施工

隧道多处穿过膨胀性泥岩地层，由于泥岩具有遇水膨胀的特性，因此在施工中，着重于治理地下水和控制施工用水。

一、治理地下水

(1) 利用设计采取的超前管棚和超前锚杆进行注浆，堵塞岩石裂隙，减少地下水的渗流。

(2) 在开挖后立即喷混凝土，封闭洞壁和掌子面，封闭透水层通向膨胀围岩的通路，隔绝膨胀岩与空气中水分接触。

(3) 防止透水层中的地下水向膨胀围岩中流动，在透水层和膨胀围岩的交界处进行注浆，以形成止水帷幕，隔绝地层，使其不产生水压的变化。必要时在邻近交接处的透水层中设置排水孔。

二、严格控制施工用水

(1) 由于采取钻爆施工，钻孔时需要使用大量的水，而水是膨胀围

岩发生膨胀的外因，因此，膨胀围岩尽量减少钻爆而改用机械开挖。如必须钻爆施工，则对用水量进行控制。

(2) 加强排水工作：在掌子面附近设置集水井，挖排水沟将掌子面施工用水和渗流水引至集水井，用抽水机排出洞外。

三、施工方法

采用台阶法开挖，施工程序及施工方法详见第七章。

第六节 岩爆地段施工

隧道穿越了部分极硬岩地段，该段地应力较大，容易形成岩爆，因此我们将采取以下措施进行施工：

一、加强岩爆区段的支护与安全措施

(1) 增设临时防护设施，给主要设备安装防护网和防护棚架，给施工人员配发钢盔、防弹背心等，必要时在掌子面加挂钢丝网。

(2) 喷钢纤维混凝土，由于钢纤维混凝土具有较大的柔性和抗剪能力，因此，能够承受较大的变形而不使表面开裂。

(3) 根据设计及时锚网喷联合支护。

(4) 岩爆非常剧烈时，为了安全，在安全距离进行躲避，直至岩爆平静。

(5) 加强巡回清撬爆裂的危石，确保人员设备安全。

二、调整围岩的应力状态及岩体特性

采用特殊施工措施，调整围岩的应力状态及岩体特性，主动消除或减轻岩爆。

(1) 喷高压水

爆破后立即向工作面及附近洞壁岩体喷洒高压水，以降低岩体的强度，增强塑性，减弱岩体的脆性，降低岩爆的剧烈程度；同时可以起到降温除尘的作用。必要时利用炮孔和锚杆孔向岩体深处注水，以取得更加效果。

(2) 改善施工方法

1) 深孔爆破改为浅孔爆破，减少一次装药量，拉大不同部位炮眼的雷管段位间隔，延长起爆时间，减轻爆破对围岩的影响，减小爆破动应力场的叠加，从而降低岩爆的频率和强度。

2) 改变洞室的开挖断面形状，把洞室直接或近似开挖成相应于岩爆后围岩稳定的洞室形状，从而减小岩爆的程度。

3) 在强烈岩爆区用台车打应力释放孔。

(3) 超前应力解除

台车在工作面钻眼时，在掌子面周边拱线处钻两排 4.5~5.0m 深的炮眼（间距 40~50cm，外插 25°~35°），炮眼间隔装药 500~700 克 $\Phi 40\text{mm}$ 的 4 号抗水铵梯炸药，并与掌子面同时起爆。这样，可以在拱部 2~3m 以上的岩体内部形成一个爆破松动圈，截断岩体内部应力的集中，从而减小洞室岩体的切线应力，借助岩体可形成一个支护圈。

见超前应力解除断面示意图 8-7。

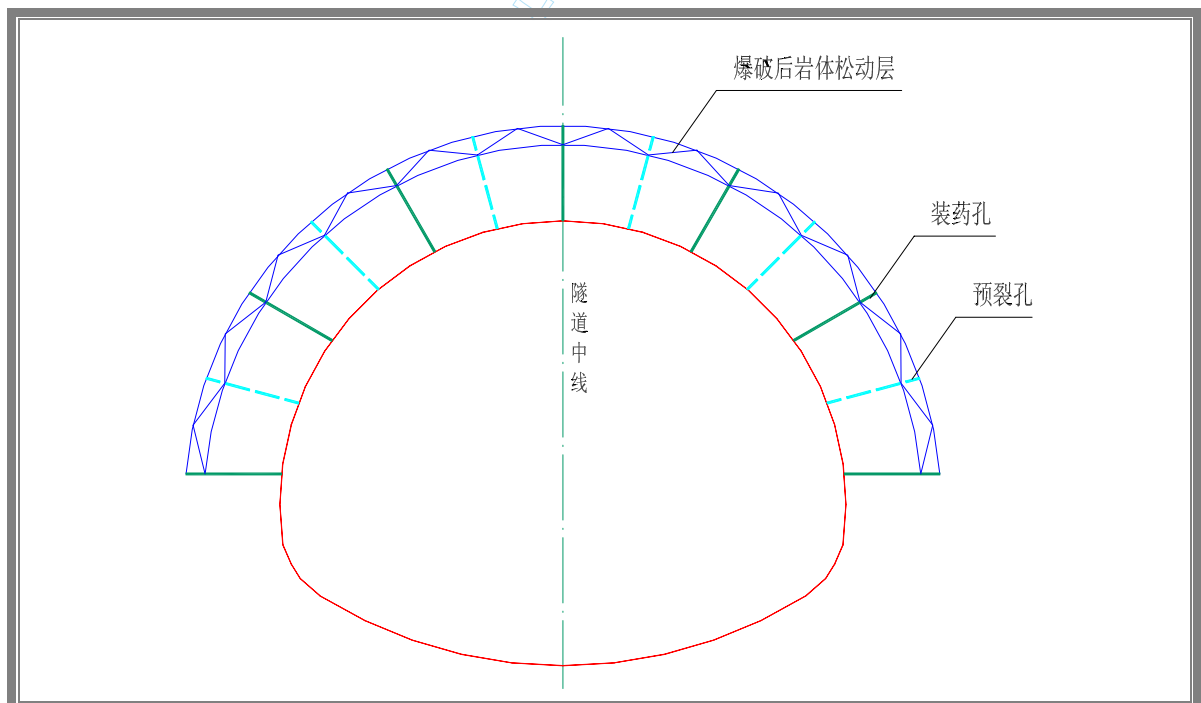


图 8-7 超前应力解除断面示意图

第七节 防止拱顶坍塌、洞壁失稳的措施

雁门关隧道地质多变,不良地质地段施工可能发生拱顶坍塌、涌水、洞壁失稳等影响施工安全和施工进度的地质病害,针对上述可能发生的现象,我们将采取以下措施。

一、做好超前地质预报

认真做好超前地质预报工作,采用先进的 TSP202 系统,结合设计资料,真实掌握前方施工区段不良地质情况,及时修正施工参数,制订切实可行的施工方案进行施工。

二、加强超前支护及注浆、网喷混凝土施工质量

加强超前支护及注浆、网喷混凝土施工质量,对各种不良地质地段做到超前加固,有针对性地选用开挖方法及手段,坚持做到“少扰动、弱爆破、强支护、快封闭、紧衬砌”施工原则,以有效的方法减少病害的发生。

三、加强调查与分析

对预料不到的地质病害,及时与建设单位、监理工程师和设计人员进行认真的调查和分析,找出原因,原因,确定统一的施工方案,认真组织实施。

四、加强科技先导

加强科技先导,重视监控量测,合理安排施工工序,杜绝盲目抢工期、赶进度的做法,做到“安全第一、文明施工、质量创优”,防止各类事故的发生。

第九章 各分部工程的施工顺序

本合同段左右线隧道全长 5175m，洞口场地狭窄，可利用场地少，地质构造复杂，不良地质多见，软弱围岩占全长的比例 52.14%，工程内容多，工程量大，标准高，工期紧。存在相当大的施工困难，为确保实现工期目标，力争提前，施工中必须多工作面同时展开，多工序平行流水作业。为避免施工过程中出现相互干扰，必须切实做好各分项工程的施工顺序安排。

第一节 施工顺序安排原则

一、施工总原则

充分利用车行横洞作为辅助导坑，增加工作面，采用“左洞半断面超前，右洞全断面稳进，分部开挖作业，平行交错推进，衬砌完善配套”互通关联的多工作面施工方案。

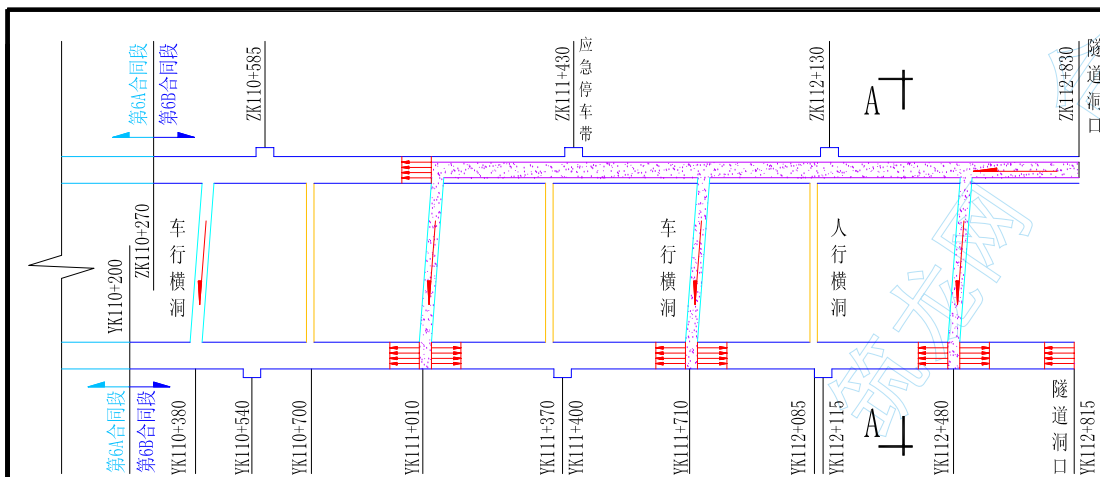
二、具体原则

- (1) 突出开挖重点，及早进场，及早进洞，全面展开；
- (2) 强化支护，左洞半断面超前，右洞全断面推进，加快形象进度；
- (3) 尽快利用车行横洞，增加辅助工作面，展开多面施工；
- (4) 合理调度，交叉利用横通道，减少干扰；
- (5) 仰拱先行，衬砌紧跟，增加投入，快速安全；
- (6) 统筹安排，合理计划，均衡生产，科学管理，确保工期。

第二节 施工顺序安排

一、总体施工顺序

雁门关隧道 6B 合同段总体施工顺序见图 9-1，平面开挖施工顺序见图 9-2。



6B合同段车行、人行、应急停车带所处段围岩类别一览表

序号	里程桩号	围岩类别
8	YK110+380(车行洞)	IV
9	YK110+700	II
10	YK110+010(车行洞)	IV
11	YK111+370	III
12	YK111+710(车行洞)	III
13	YK112+085	III
14	YK112+480(车行洞)	III
4	YK110+540	IV
5	YK111+400	III
6	YK112+115	III
10	YK110+585	IV
11	YK111+430	III
12	YK112+130	III

图例：

 表示全断面整体推进
 表示半断面超前掘进
 箭头方向代表施工前进方向

说明：

- 1、为充分利用车行横洞，给隧道施工增加工作面，施工时以左线隧道上半断面超前掘进并进行初期支护，至第一车行横洞相应里程时，进行车行横洞开挖左线上半断面继续超前。
- 2、利用左线隧道出碴运料向右线隧道开挖车行横洞，至右隧中心位置，向隧道口及洞深进行全断面整体施工（此为增加第一工作面）。
- 3、从左线隧道向洞深处分界继续开挖超前半断面至第二车行横洞相应位置，向右线隧道开挖车行横洞，至左线隧道中心位置，向隧道口及洞深继续全断面整体推进（此为增加第二工作面）。
- 4、按上述方法增加第三工作面。
- 5、施工中应把初期支护做好，同时应把通风排烟和施工排水作为重点。
- 6、右洞整体推进时，仰拱超前，衬砌紧跟，完善配套，尽早利用，为左洞紧跟扩挖，尽快成洞，创造通道。
- 7、左、右线隧道利用车行横洞增加了工作面，成为互通效应，可提高工效，缩短工期。

隧道多工作面互联开挖示意图

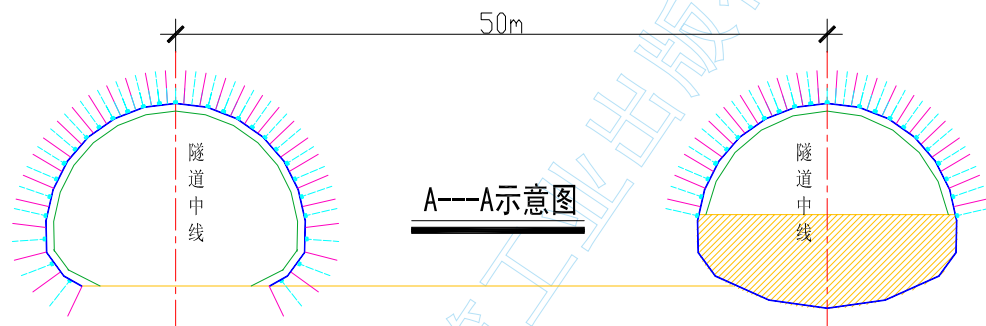


图 9-1 隧道开挖顺序设计图

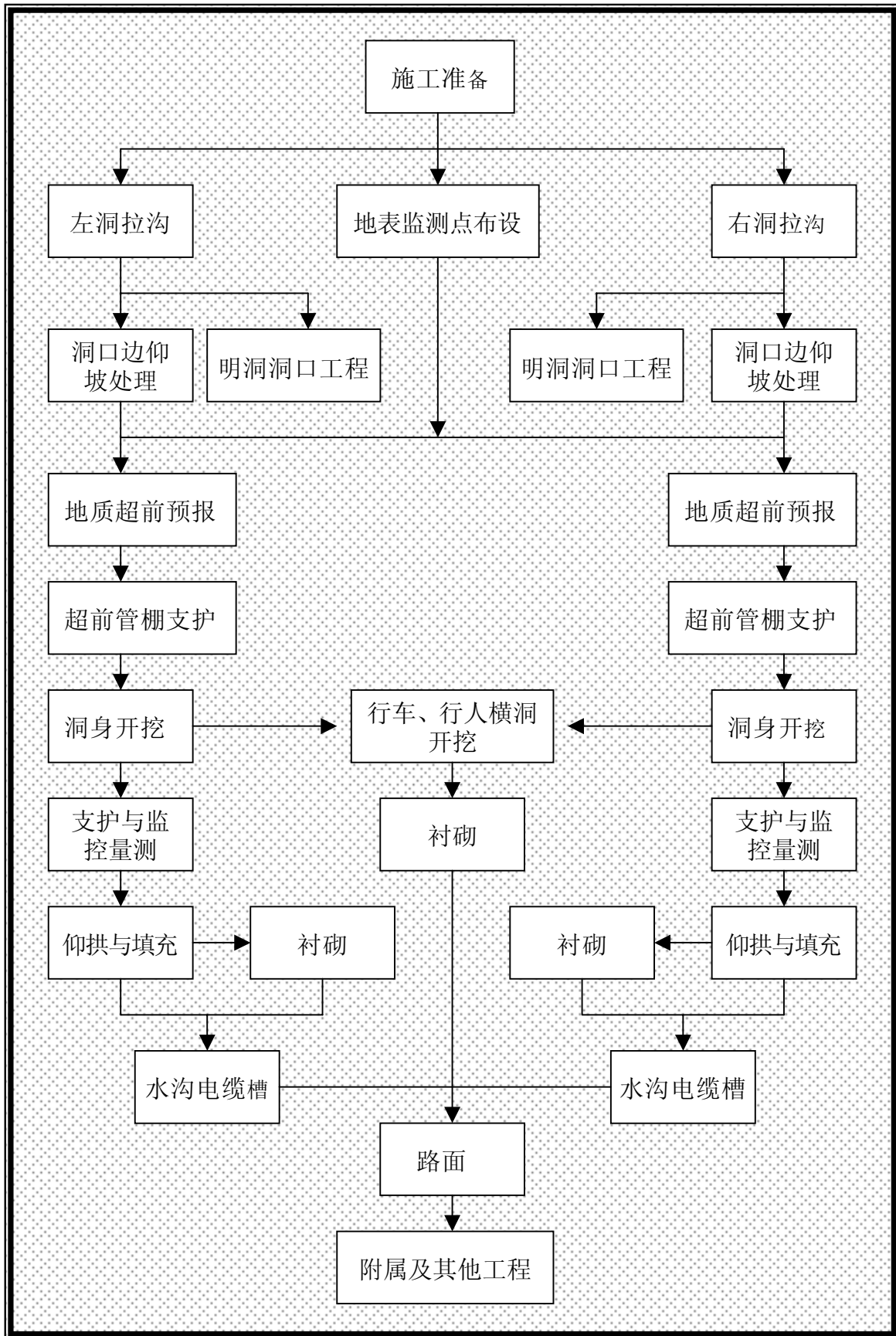


图 9-2 总体施工顺序图

二、各主要分项工程的施工顺序

(一) 洞口工程

1. 洞口土石方开挖

洞口土石方开挖施工顺序见图 9-3。

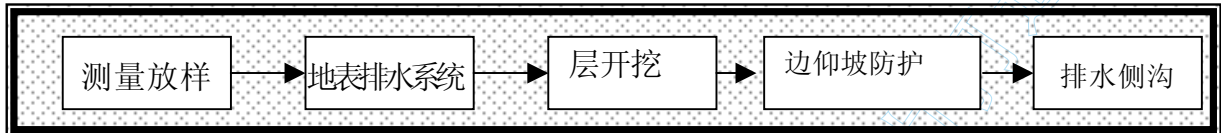


图 9-3 洞口土石方开挖施工顺序图

2. 明洞施工

明洞施工顺序见图 9-4。

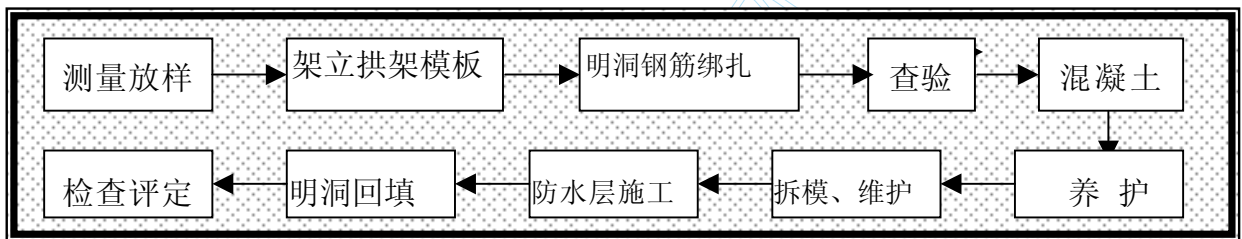


图 9-4 明洞施工施工顺序图

3. 洞身开挖

洞身开挖施工顺序见图 9-5。

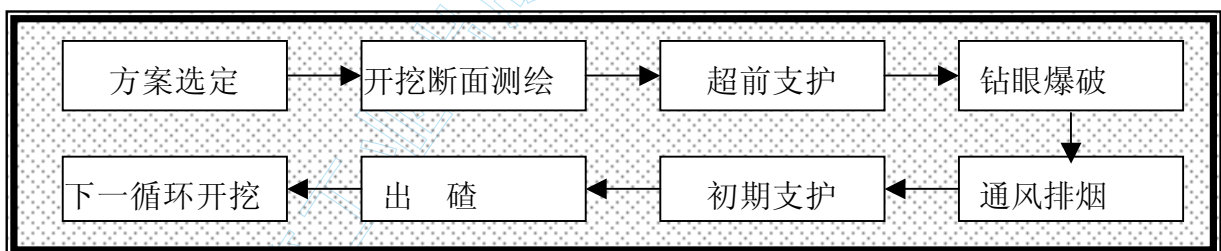


图 9-5 洞身开挖施工顺序图

4. 超前支护

超前支护施工顺序见图 9-6。

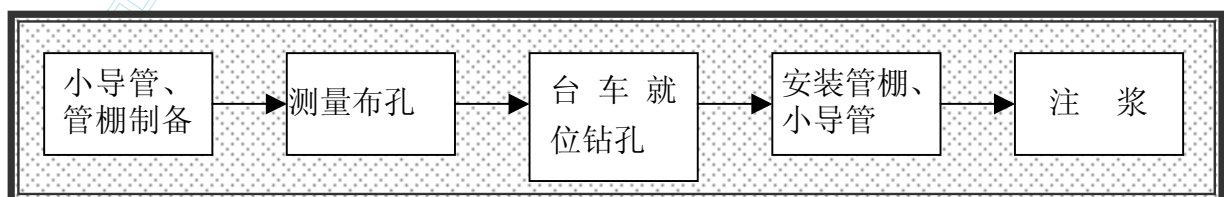


图 9-6 超前支护施工顺序图

5. 初期支护

初期支护施工顺序见图 9-7。

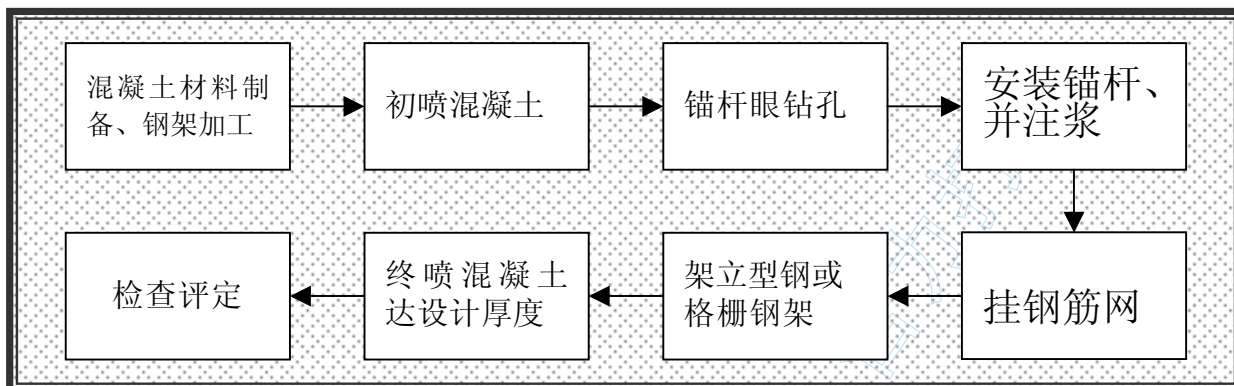


图 9-7 初期支护施工顺序图

6. 仰拱填充

仰拱填充施工顺序见图 9-8。



图 9-8 仰拱填充施工顺序图

7. 两次衬砌

两次衬砌施工顺序见图 9-9。

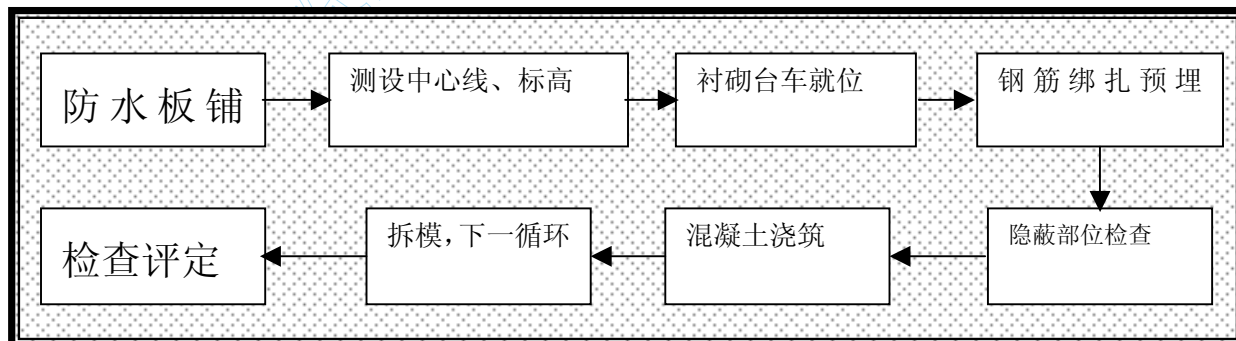


图 9-9 两次衬砌施工顺序图

8. 洞内混凝土路面

洞内混凝土路面施工顺序见图 9-10。

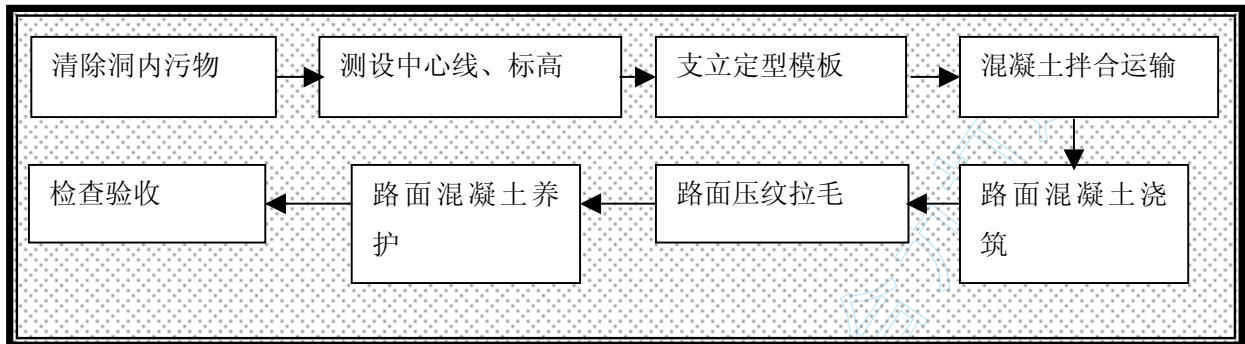


图 9-2-10 洞内混凝土路面施工顺序图

第十章 冬、雨期的施工安排

第一节 冬期施工安排

一、冬期施工安排

室外日平均气温连续 5d 稳定低于 5°C 时，即进入冬期施工。

根据气象资料显示，代县地区最低月平均气温 -8.5°C （一月），极端最低气温 -24.5°C （1971 年 12 月 21 日），为保证施工质量，受冬期低温影响较大的洞门施工安排在 2002 年 5 月施工，明洞施工在 2001 年 11 月以前施工完成，错开冬期。

冬期施工期间，按规范规定采取相应措施，做好冬期施工防护。

二、冬期施工措施

冬期施工测温与保温措施

(1) 施工现场在入冬前建立测温组织，每日对大气温度、混凝土温度、砂浆温度进行观测。项目技术负责人负责本工程的测温工作，并派专人测温。专职测温人员要认真负责，测试数据真实可靠。

(2) 试验人员每天至少测量 3 次环境温度，棚罩内温度每 2h 测一次。

(3) 测温时间和所测温度值详细记录，整理归档。每天、每施工段停止测温后，由技术人员审阅测温记录签字后交技术负责人审查。技术员定期将测温记录归入档案，以备存查。

(4) 测温人员保持与供热、保温人员联系，如发现供热故障或保温措施不当使温度急剧变化或降温过快等情况，立即向技术负责人报告进行处理。

(5) 水源及消火栓提前做好保温工作，防止受冻；暂设工程的水管、供热管在入冬前做好保温维持工作，保证冬期施工时能正常供水供热。

(6) 搅拌机棚、水泵房、操作棚搭设好暖棚，准备好必要的取暖设备。

冬期施工外加剂的试验与管理措施

(1) 外加剂掺入的数量，每天至少检查 1 次。

(2) 冬期施工的外加剂，其技术指标必须符合相应的质量标准，并有产品合格证。同时补做试验，确认合格后方准使用。

(3) 新品种外加剂，应做掺外加剂混凝土和空白混凝土强度对比试验及其他有关外加剂性能的对比试验。

(4) 冬期搅拌混凝土和砂浆使用的外加剂配置与掺加设专人负责，认真做好记录。

(三) 冬期混凝土质量保证措施

1. 混凝土的材料

(1) 混凝土所用水泥采用硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥，出厂时间不超过 2 个月。

(2) 骨料中没有雪块、冰块，并且清洁、级配良好，质地坚硬。

(3) 混凝土用水采用饮用水，外加剂采用早强减水剂（钻孔桩混凝土除外）。

2. 混凝土搅拌

(1) 原材料加热。在自然气温不低于 -8°C 时，只加入热拌合水。在自然温度较低时，加热骨料，首先是砂，其次是石子。水采取电加热器在贮水箱中加热；骨料采取蒸汽直接加热，在砂堆中插入蒸汽花管，直接排放蒸汽。

(2) 投料顺序。先投入骨料和加热的水，搅拌至 40°C 左右时，加入水泥搅拌至规定时间。

(3) 搅拌时间根据现场气温、施工条件和养生方法，进行热量损失估算和试验确定。

(4) 在保证混凝土必要的和易性的同时，尽量采用较小的水灰比。

(5) 用热材料拌制的混凝土，外加剂的掺量按规范要求严格控制。

3. 混凝土的运输及浇筑

运输时间尽量缩短，混凝土运输车覆盖保温被，保证入模混凝土温度在 15℃ 以上。

4. 混凝土养生

本合同段冬期施工的混凝土工程基本为洞内部分，受低温影响不大，主要采用在混凝土浇筑后覆盖保温被养护。

5. 混凝土冬期施工质量检查

(1) 冬期施工的混凝土，除按有关规定进行质量检查与控制外，还对混凝土用水和集料的温度、硬化过程中的混凝土温度、环境温度、养生期限等进行控制、检查和测量。

(2) 试件组数，除按规定外，再增加 2~4 组补充试件，进行同条件养护，检查混凝土不同时期的强度，指导施工。

(四) 钢筋质量保证措施

1. 钢筋冷拉时，用冷拉率控制。
2. 钢筋闪光对焊在钢筋加工车间进行，钢筋加工车间作好防风、防雪措施。雪 d 不得在现场进行施焊，必须焊接时，采取有效遮蔽措施。
3. 绑扎好的钢筋用枕木垫起，并进行遮盖。

第二节 高温季节、雨期施工安排

一、高温季节、雨期施工总体安排

1. 在雨期来临前，做好对现场的清理、整治，对施工便道的维护，做好防排水设施的建设和防汛物资、器材的准备，对全体职工开展雨期施工注意事项的教育，安排防汛值班人员，制定值班制度。

2. 高温季节施工时采取相应的措施，确保在高温条件下混凝土工程的质量。

二、雨期施工措施

(一) 雨期施工组织措施

(1) 项目经理部成立防汛抗洪领导小组，在雨期、汛期，各施工队

在项目经理部统一领导下，组成应急突击队，明确责任，落实到人。

(2)加强组织领导，有针对性的进行抗洪防汛安全教育，提高广大职工的抗洪防汛意识和警觉性。

(3) 在雨期、汛期到来之前，开展抗洪防汛大检查，重点检查抗洪防汛方案是否可行，职工住房环境、设备停放地点、材料储存场所等是否安全可靠，排水、防水设施是否齐备等。并认真执行雨期、雨后两检查制度。

(4) 积极与当地气象局联系，及时收集气象信息，并向各施工队发布信息。

(5)坚持值班制度，遇有险情及时组织力量抢修，并及时与当地政府取得联系。

(6) 汛期加强与其他兄弟单位的联系，互相配合，相互支持。

(二) 雨期施工技术措施

(1) 加强对隧道左、右侧峡谷的排水处治，保证其排水畅通，同时对项目经理部及驻地背后山坡进行检查，预防泥石流发生。

(2) 场地排水：施工现场根据地形对场地排水系统进行合理布置，以保证水流畅通，不积水，并防止四周水倒流进入场内。

(3) 道路：施工现场主要运输道路路基碾压坚实，做好硬化处理并满足排水要求，保证雨后正常交通。

(4) 防汛器材、工程防雨材料、防护用品及抽排水设备准备齐全。

(5) 机电设备的电闸箱采取防雨、防潮等措施，并安装好接地保护装置。

(6) 对大型机械设备进行全面检查，使其符合规程要求。

(7) 对不宜遭受雨淋的原材料、半成品采取保护措施。

(8) 混凝土拌制时，测定砂、石料含水量，并保证拌制过程中不受雨淋。

(9) 专人负责已施工段及现场设施的防护，发现问题及时解决，减少对施工的影响。

三、高温季节施工措施

(一) 加强劳动保护

在高温季节做好室外作业人员的劳动保护，及时发放防暑降温用品，保证人员身体健康，加强对设备的维修保养，保证设备的正常工作状态。

(二) 混凝土配制与搅拌

(1) 材料要求：拌和水采用冷却装置，对水管及水箱加遮阴和隔热措施，在拌和水中加入碎冰。对水泥、砂、石料遮阴防晒，并在砂石料上喷水降温。

(2) 配合比中考虑坍落度的损失。

(3) 掺入减水剂减少水泥用量，提高混凝土早期强度。

(4) 掺入粉煤灰，减少水泥用量。

(5) 拌和设备尽可能遮阴，并尽量缩短拌和时间。

(三) 混凝土的运输和浇筑

(1) 采用混凝土搅拌车，运输中慢速搅拌。

(2) 混凝土施工准备充分，保证连续施工；尽量缩短混凝土从拌和机到入仓的传递时间及浇筑时间，混凝土初凝后，立即进行养护。

(3) 混凝土浇筑温度控制在 32°C 以下。

(4) 对模板、钢筋采取喷水降温。

(四) 混凝土养护

(1) 采用自动喷水系统洒水养护，湿养护不间断。

(2) 路面混凝土浇筑完成后，立即覆盖清洁的塑料膜，初凝后撤去，用草帘覆盖，并保持潮湿状态 $7d$ 。

第十一章 创优规划、确保工程质量和工期的措施

第一节 创优规划

一、总体规划

开工必优，一次成优，全面创优。

确保本合同段工程质量达到《工程质量检验评定标准》优良标准，确保本工程为精品工程、获鲁班奖。

二、具体规划

- (1) 工程一次交验合格率达到 100%，优良率达 95%以上。
- (2) 消除质量通病。
- (3) 杜绝因工亡人事故，避免重伤，因工受伤率控制在 0.5%以下。
- (4) 确保于 2003 年 7 月 31 日（总工期 22.5 个月，比建设单位要求的 24 个月工期提前 1.5 个月）完成本合同段全部工程任务。
- (5) 本合同段建设工地创山西省级文明工地。
- (6) 确保达到环境保护和水土保持的要求。

第二节 创优规划落实措施

一、建立健全创优组织

建立以项目经理李洪奇为组长、项目总工程师张立军为副组长的创优领导小组，质量监察部具体负责本合同段工程的创优工作，工程技术部协助工作，各施工队队长和主管技术的副队长负责各自管段项目的质量创优工作。

二、创优规划落实措施

在项目上场之初建立一整套完善的创优管理制度，和本合同段工程的质量监察与管理协调进行，并采取相应的切实可行的落实措施，有计划、有步骤、有针对性、有序地实现本合同段工程项目的创优目标。

1. 细化措施、责任到人

根据本合同段工程路基、隧道施工的特点、规模、工程地质等实际

情况，分别制定详细的创优目标和措施，并将各项目、各分部、各分项工程、各施工工序、各环节等创优标准确定并落实到各具体负责的施工队，明确责任到施工队、作业工班和个人。

2. 勤检查、细检验

根据制定的详细创优目标和本合同段工程实际进度，按照下表对本合同段所有工程项目的施工及时检查；并严格按照规范标准详细检验，对于关键部位按照比现行规范标准高一级的标准要求检验。建立细致的创优档案，及时记录各项目创优的进度、安全、质量等实际情况，为落实创优规划所确定的创优目标提供必要的、详细的数据，以便及时指导和管理。项目创优档案记录表见表 11-1。

创优档案记录表

表 11-1

序号	项目	分部工程	分项工程	安全情况	创优目标		实际质量情况		要求进度指标	实际进度指标	创优负责人	作业班(工班长)	作业人员
					合格率	优良率	合格率	优良率					
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
1													

3. 跟进管理、奖罚分明

建立相应配套的创优奖惩制度，明确到具体施工的作业工班和个人。根据实际的创优目标完成情况，严格实行奖优罚劣的制度。对于没有达到创优标准的工序或分项工程，组织工程技术部、安全监察部、质量监察部等相应的专业技术人员、管理人员、作业负责人等研究分析原

因，并确定整改和预防措施，以整改本道工序和指导其他项目的相应工序的操作，从细处、从源头保证创优目标的实现。

4. 做好创优过程管理，确保总体创优目标的实现

在创优领导小组的统一部署下，做好本合同段工程创优工作的过程管理，通过各项目分部分项工程的优质完成来保证本合同段全部工程创优目标的实现。

三、隧道工程创优规划落实措施

(1) 严格按照新奥法施工。

(2) 采用综合地质预测预报及量测监控技术，提供及时可靠的技术数据，保证隧道安全、优质施工。

(3) 做好隧道进洞前的各项准备工作，保证优质生产。

(4) 做好及时的地质预报工作，为开挖掘进提供详尽的地质情况，根据不同的地质情况，及时调整开挖和支护方式，指导施工生产。

(5) 采用穿行式台车衬砌，保证衬砌质量和混凝土表面良好的观感质量。

(6) 做好对已衬砌地段的成品保护，杜绝污染和破坏。

(7) 水沟、电缆槽的安装严格按设计文件施工，在保证正常使用的前提下做到整齐、美观。

第三节 确保工程质量的措施

坚持“百年大计，质量第一”的方针，按照 ISO9001 标准和高速公路工程质量管理的特点，制定完善的工程管理制度，建立有效的质量保证体系，从保证质量的组织措施、管理措施和控制措施三方面严格入手，在单位工程的分部分项施工工序技术上严格把关，以达到工程质量创优规划及目标的实现。

一、质量管理组织机构与管理体系

(1) 项目经理部设专职的质量监察部，负责本合同段工程的全部质量管理工作。

(2) 建立纵成线、横成网的严密工程质量组织与管理体系。按项目经理部、施工队、工班分工负责，层层落实。

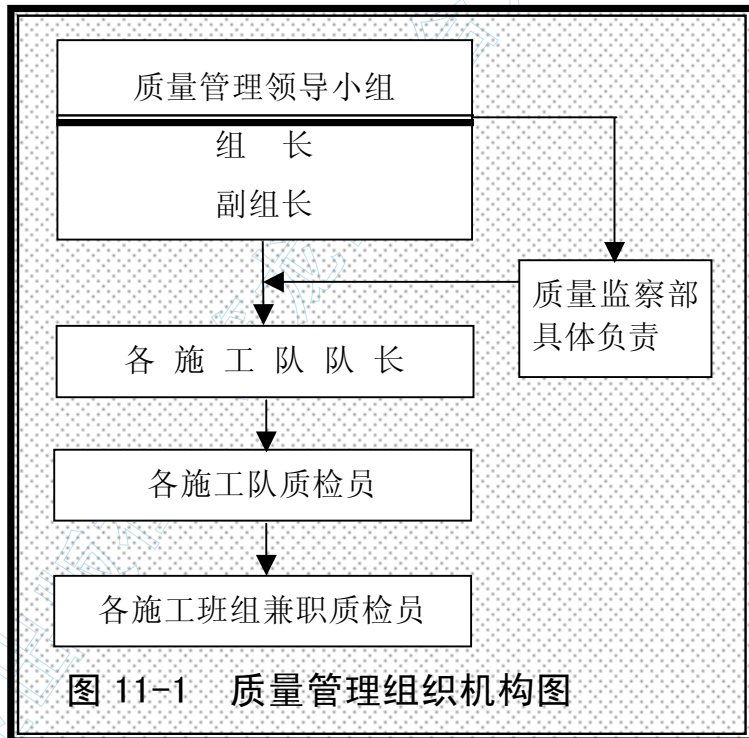
(3) 在项目经理和总工程师的领导下，由专职质检工程师组成质量监察部负责质量管理工作。各施工队设专职质检员，各工班设兼职质检员。

(4) 质量监察部每月组织一次质量检查，每季度由总工程师组织一次质量检查，召开一次工程质量总结分析会。

(5) 施工队每天进行中间检查及竣工质量检查并评出质量等级。

(6) 班组坚持“三检制”，自检合格后，专职质检员进行全面检查验收。然后由项目经理部质检工程师请监理工程师验收签认。

质量管理组织机构见图 11-1。



二、质量保证管理措施

1. 加强质量教育

(1) 不断加强对职工进行有关质量法规的教育，增强全员的质量责任意识，使创建优质工程真正成为每个建设者的自觉行动。

(2) 深入开展“一学、五严、一追查”（学法规、严守设计标准、严守操作规程、严用合格产品、严格程序办事、严格履行合同；追查责任者）和“质量月”活动，充分发动职工群众，切实履行法定的质量义务，做到依法经营。

2. 加强技术培训

定期或不定期的组织职工开展岗位技能培训，学习有关规范、标准和操作规程，进行“四新”（新技术、新材料、新工艺、新设备）成果的技术培训和推广。

3. 建立全面质量管理体系

全面质量管理体系及质量计划流程见图 11-2. 图 11-3。

4. 积极开展 QC 小组活动

采取自愿结合或行政组织等多种方式，做好质量管理小组的活动组织、资料管理、成果推广总结工作。结合本合同段隧道施工特点，从现场实际情况出发，成立提高工序质量和工程质量的 QC 小组，真正解决本合同段隧道、路基等施工中的关键质量问题，提高工程质量，降低物能消耗，提高经济效益。

5. 建立质量情报信息网络

质量情报信息，主要是指反映工程项目在施工过程中各个环节的工程质量和工作情况，同时还包括新材料、新技术、新工艺、新标准等。为搞好工程项目质量目标管理，保证和有效控制工程质量，工程施工管理人员、技术人员、质量检查人员经常深入施工现场，及时、准确掌握大量第一手质量情报信息资料。做到及时收集、及时反馈、及时分析、及时应用，以便更好地保证工程质量。

三、质量保证控制措施

工艺控制措施

(1) 单位工程开工前，认真编制施工组织设计，经监理工程师审批后，严格按照施工组织设计施工。

(2) 主要分部、分项工程编制施工方案，科学地组织施工。

(3) 在施工过程中，经常检查施工组织设计及施工方案落实情况，以确保施工生产正常进行。

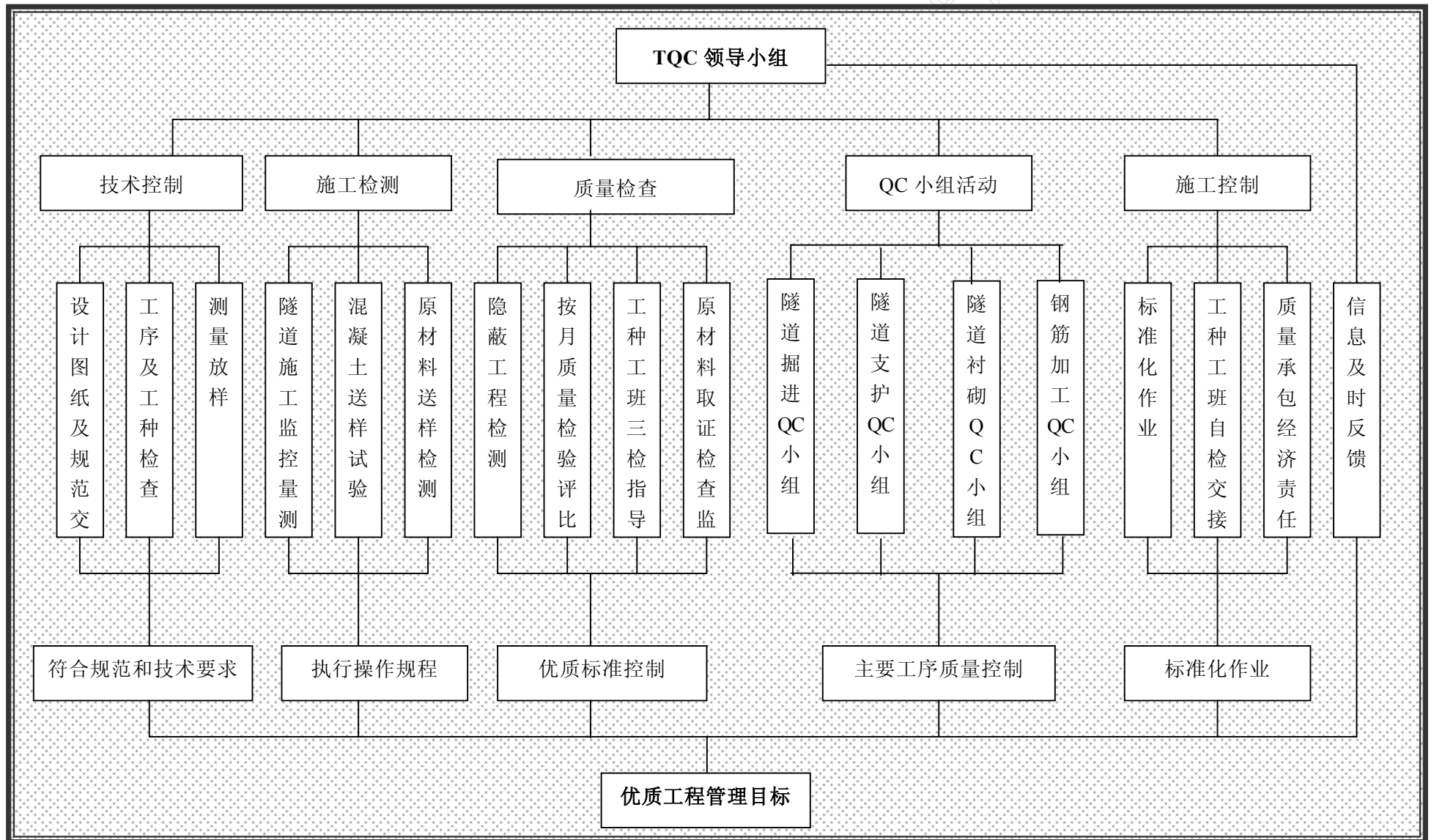


图 11-2 全面质量管理体系图

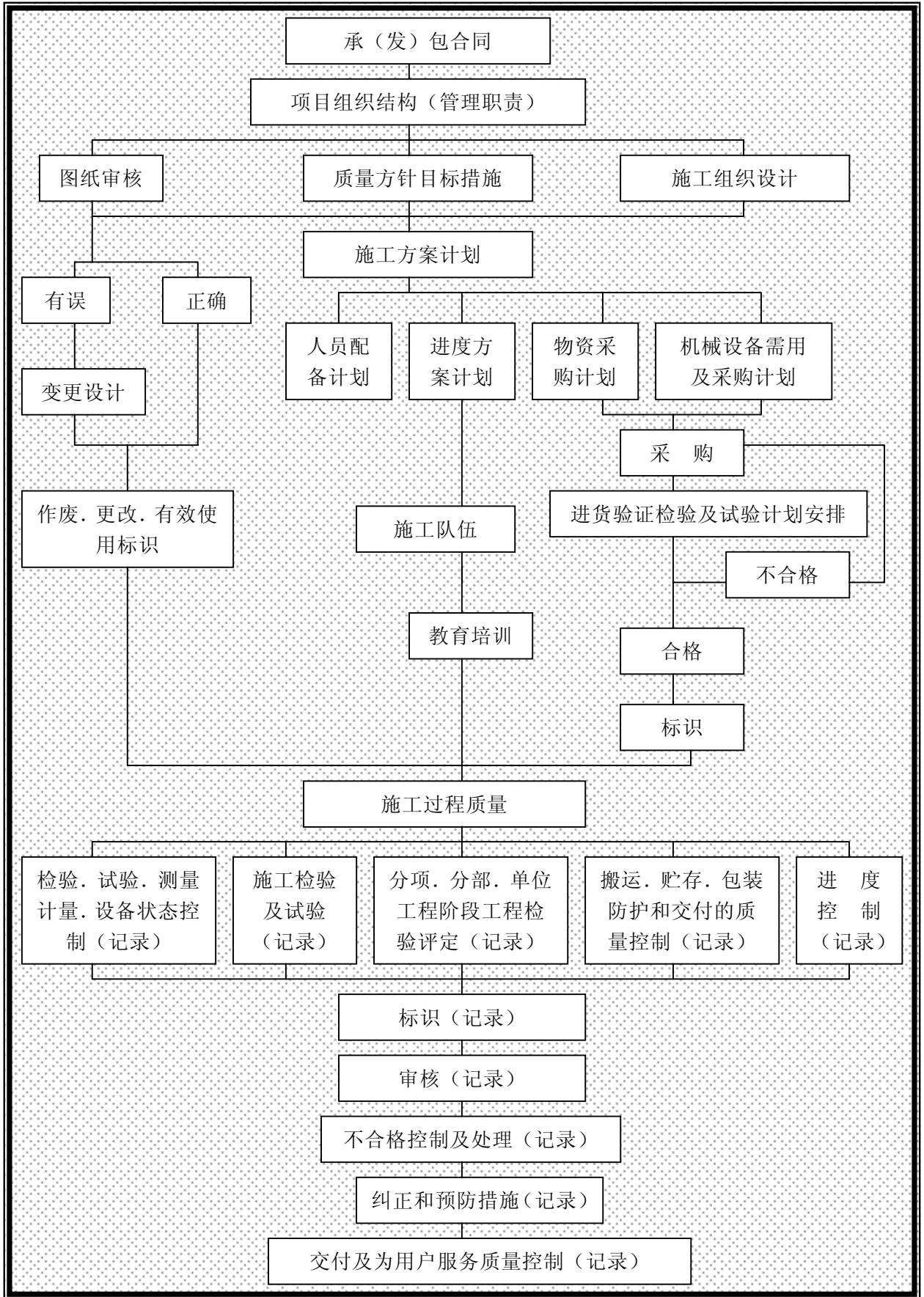


图 11-3 项目质量计划流程图

工程材料控制措施

工程材料和辅助材料（包括构件、成品、半成品），都将构成建筑工程的实体。保证工程材料按质、按量、按时的供应是提高和保证质量的前提。因此，对采购的原材料、构（配）件、半成品等材料，建立健全进场前检查验收和取样送检制度，杜绝不合格材料进入现场。

施工操作控制措施

施工操作者必须具有相应的操作技能，重点部位工程以及专业性很强的工种，操作者必须具有相应工种岗位的实践技能，做到考核合格、持证上岗。按已明确的质量责任制检查落实操作者的落实情况，各工序实行操作者挂牌制，促进操作者提高自我控制施工质量意识。整个施工过程中，做到施工操作程序化、标准化、规范化，贯穿工前有交底、工中有检查、工后有验收的“一条龙”操作管理方法，确保施工质量。

进度和质量关系的控制措施

实施工程项目施工与管理过程中，正确处理质与量的关系。生产指标（任务）进度（任务）完成后，必须检验质量是否合格。坚持好中求快，好中求省，严格按标准、规范和设计要求组织、指导施工。

四、隧道工程质量保证措施

（一）开挖质量保证措施

(1) 在软弱地层中，开挖循环进尺恪守短进尺、弱爆破、快封闭的原则。

(2) 最大限度的利用围岩本身具有的支承能力，采取对围岩扰动少的开挖方法和方式。

(3) 开挖过程中严格按设计控制开挖断面，不得欠挖，最大允许超挖量拱部为 15cm，边墙 10cm。当出现超挖时，严格按照设计、规范规

定的材料回填密实，并做好回填注浆。

（二）爆破质量保证措施

(1) 根据地质条件、开挖断面、开挖方法、掘进循环进尺、钻眼机具和爆破器材等进行钻爆设计，审定批准后，严格按设计施工。并根据爆破效果，及时修整有关参数。

(2) 采用湿式钻孔法钻孔，钻孔前将作业面清出实底。

(3) 钻眼深度、角度按设计施工，掏槽眼眼口间距误差和眼底间距误差不得大于 5cm；辅助眼深度、角度按设计施工，眼口排距、行距误差不得大于 10cm；周边眼间距误差为 5cm，外斜率不大于孔深的 3~5%，眼底不超出开挖断面轮廓线 10cm；周边眼至内圈眼的排距误差不得大于 5cm；除掏槽眼外所有炮眼底确保在同一垂直面上。

(4) 装药前将炮眼内泥浆、石粉吹洗干净，经检查合格后装药，严格控制装药量。

（三）超前支护质量保证措施

1. 超前管棚

(1) 钻孔前，按设计精确画出钻孔位置。

(2) 钻孔台车应在技术人员和测量工的指导下摆正大臂，按设计调整好钻孔角度。开钻时速度要慢，待钻杆进入岩体 20cm 左右后，常速钻进。

(3) 钻孔平面误差 $\leq 15\text{cm}$ ，钻孔角度误差 $\leq 0.5^\circ$ 。

(4) 控制钻孔角度，尤其接长钻杆后钻进角度应严格控制。成孔要孔壁圆、角度准、孔身直、深度够。

(5) 台车大臂送管时，要检查管节两端联结丝扣，有脱扣和裂纹的管节不得使用。

(6) 棚管四周钻 $\phi 10$ 出浆孔眼（靠掌子面一端 2m 不钻），孔间距 50~60cm。管内放置钢筋前，应掏孔清除管内残物。

(7) 注浆时应正确掌握浆液配比，并使浆液在管内充填密实。

(8) 大管棚接头处要错开，以利整体受力。

2. 超前锚杆

在未扰动而破碎的岩层、结构面裂隙发育的块状岩层或松散渗水的岩层中，需采用注浆超前锚杆支护。

(1) 锚杆间距根据围岩状况确定，地质变化时，锚杆参数也随之变化。

(2) 锚杆与毛洞轴线的夹角根据地质条件确定，并严格控制夹角范围。

(3) 钻锚杆孔前，根据设计要求和围岩情况，定出孔位，做好标记。

(4) 钻孔确保圆直，孔位位置、深度、孔径符合设计要求。

(5) 锚杆原材料型号、规格、品种、各部件质量及技术性能符合设计要求，注浆及锚固剂材料质量确保合格。

(6) 灌浆锚杆安装前除去油污锈蚀，安装时孔内浇筑砂浆饱满，浇筑后锚杆长度不大于喷射混凝土的厚度。

3. 超前小导管

(1) 小导管安装：

1) 小导管间距根据围岩状况确定，采用单层小导管时，其间距为200~400mm；当采用双层小导管时，其间距为400~600mm。

2) 上下两层或前后排小导管错开布置，上下层排距不宜大于其长度的1/2，前后排小导管的搭接长度不小于1m。

3) 小导管的外插角根据注浆胶结拱的加固厚度确定，宜为 10° ~ 20° 。

4) 导管安装前，将工作面封闭严密，并正确测放出钻设位置后方可施工。

(2) 小导管注浆：

1) 注浆前应喷射混凝土封闭作业面。防止漏浆，喷射厚度不宜小于50mm。

2) 注浆材料根据地质条件、注浆目的和注浆工艺全面考虑，但确

保满足下列要求：浆液流动性好，固结后收缩小，具有良好的粘结力和较高的早期强度；结石体透水性低，抗渗性能好；当水有侵蚀作用时，采用耐侵蚀材料。

3) 注浆过程中根据地质、注浆目的等控制注浆压力，注浆终压应为注浆压力的 2~3 倍，并派专人做好记录。注浆结束后检查其效果，不合格者应补注浆。注浆达到需要的强度后方可进行开挖。

4) 注浆过程中注浆顺序由拱脚向拱顶逐管注浆。

(四) 初期支护质量保证措施

1. 锚杆网喷混凝土支护

(1) 锚杆的类型和布置，必须符合设计要求，锚杆钻孔保持直线，并与所在部位的岩层主要结构面垂直。

(2) 锚杆安装前，除去油污锈蚀并将钻孔吹洗干净。

(3) 每根锚杆的锚固力不得低于设计要求，每 300 根抽样一组进行抗拔试验，每组不少于 3 根。

(4) 钢筋网随受喷面起伏铺设，与受喷面的间隙为 3cm。钢筋网的喷混凝土保护层厚度不得小于 2cm。

(5) 钢筋网与锚杆或其他固定装置连接牢固，网片之间搭接长度不小于 200mm，在喷射混凝土时钢筋不得晃动。

(6) 锚杆、钢筋网安装经检验合格后，及时喷射混凝土，并确保在 4h 内不得进行爆破作业。

2. 喷射混凝土

(1) 喷射混凝土作业分片依次进行，喷射作业自下而上，先喷钢架支撑与拱墙壁间混凝土，后喷两拱架之间混凝土。

(2) 混凝土喷设采取分层喷射，后一层喷射在前一次喷射混凝土终凝后进行。

(3) 喷射混凝土时，喷头垂直于受喷面，喷头离受喷面的距离保持在 0.6~1.2m 之间。

(4) 喷射混凝土的表面确保密实、平整，无裂缝、脱落、漏喷、

漏筋、空鼓、渗漏水等现象。

（五） 隧道防水质量保证措施

隧道渗漏水是隧道质量隐患的主要病害之一，在隧道施工中，我们将贯彻“以排为主、防、排、堵结合”综合治理的原则，按照设计要求放足各种防水板、止水带、导水管等防水材料，并针对具体情况增加防水设施及材料，制定专项施工方法及工艺，成立专项攻关小组，解决隧道渗漏问题。

1. 防水层施工条件

- （1）卷材防水层的原材料其质量必须符合设计要求。
- （2）铺设卷材的基层确保坚实、平整，不得有突出的尖角、筋头和凹坑或表面起砂现象。
- （3）表面确保清洁干燥，无污物、无明显漏水点。
- （4）防水施工确保由从事防水施工的专业队伍来完成，操作人员有防水专业上岗证书。

2. 防水层施工

- （1）防水层的施工必须在初期支护变形基本稳定和衬砌浇筑混凝土前进行，以防损坏。
- （2）塑料类防水板正式铺设前，先进行铺设试验、分析、选择合理的技术参数，制定操作规程，确保防水层铺设质量。
- （3）铺设防水层前先处理好喷射混凝土的渗漏，对喷射混凝土基面出现渗水部位，如渗水不严重，采用补喷方式；如渗水较严重时，采取打孔、插入塑料管并固定，引排到侧向水沟位置。

3. 衬砌防水

进行两次浇筑衬砌，认真组织混凝土计量，运输、浇筑、振捣、养护施工，严格施工工艺，标准化、规范化操作。

（六） 衬砌质量保证措施

混凝土衬砌必须做到内实外美，光洁明快，直线段平直，曲线段圆

顺，无蜂窝、麻面、跑模、烂根。模板缝横平竖直，环节缝、施工缝处理达标。

1. 采用电力自动走行、液压升降、大块整体模板衬砌台车进行衬砌，衬砌时对于施工缝等薄弱环节的处理要制定特殊措施，衬砌混凝土掺加外加剂，提高混凝土的密实度及各项性能，模板采用先进的脱模剂，保证混凝土的外观质量。

2. 混凝土浇筑时，采取分层、水平、对称浇筑，振捣器不得触及防水层、钢筋和模板。

3. 挡头板按设计衬砌断面用木板正规制作，支立规范牢固，与混凝土壁间缝隙嵌堵紧密。每两组衬砌间的环节缝错台不得大于 3mm。

4. 混凝土衬砌中途因故中断时，及时将混凝土扒平且外高内低，成辐射状。续灌前凿除表面浮浆及松动石子，先铺一层高于原混凝土强度等级的砂浆。

5. 混凝土浇筑至墙拱交接处，间歇 1~1.5h，混凝土必须振捣密实，确保混凝土质量。

6. 混凝土浇筑时，采取分层、水平、对称浇筑，振捣器不得触及防水层、钢筋和模板。

(七) 保证混凝土与钢筋混凝土工程质量的措施

混凝土拌合前，对水泥做碱-集料反应试验，合格后再用于施工。

1. 原材料质量保证措施

混凝土是由各组成材料合成的人工复合材料，各组成材料的质量情况将影响混凝土的质量。因此，建立主要原材料综合检验网络，以确保对混凝土质量的控制。

2. 钢筋工程质量保证措施

为确保对钢筋工程的加工制作质量控制、焊接的质量控制、绑扎的质量控制，建立钢筋工程质量控制程序，见图 11-4。

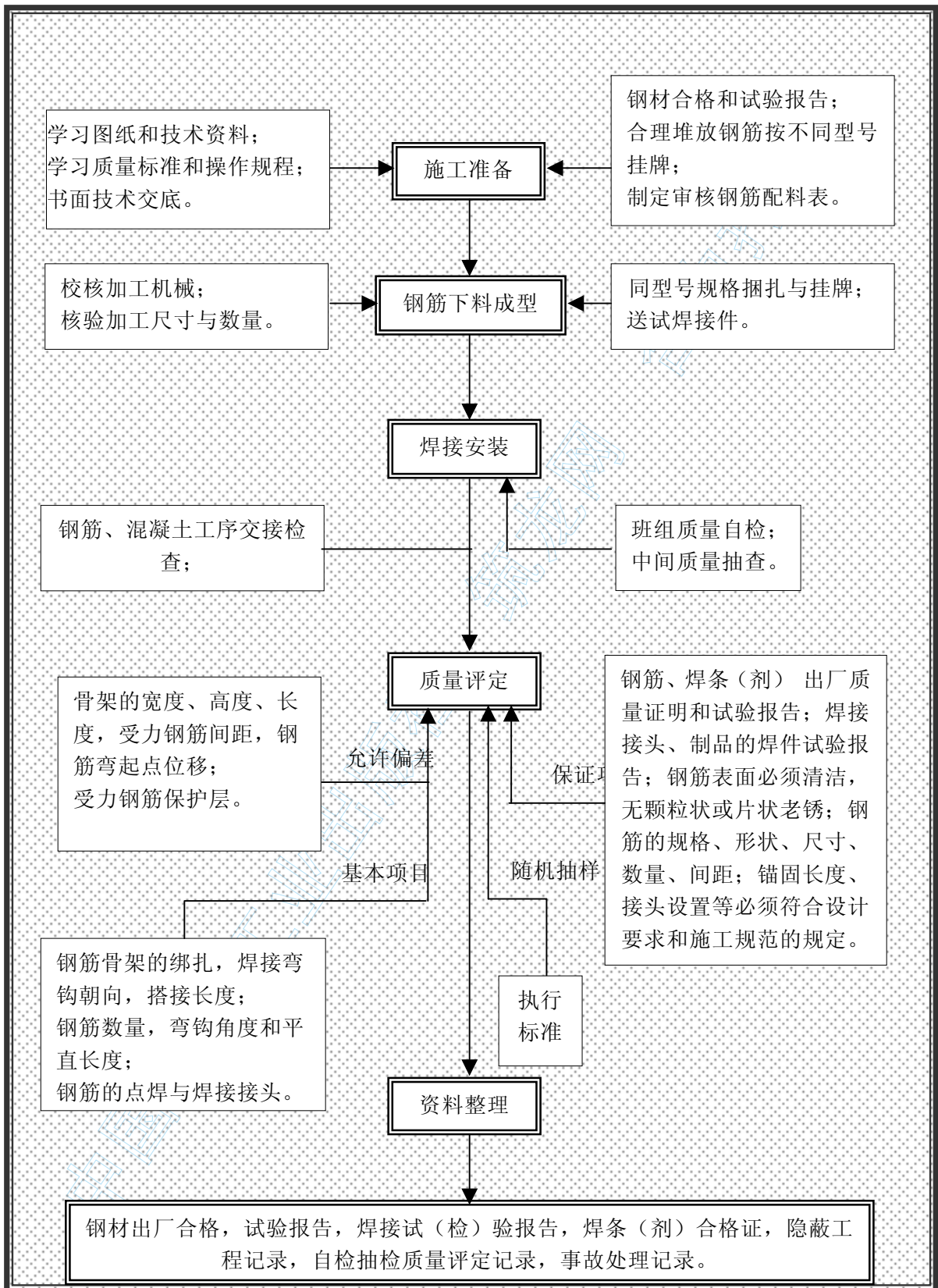


图 11-4 钢筋工程质量控制程序图

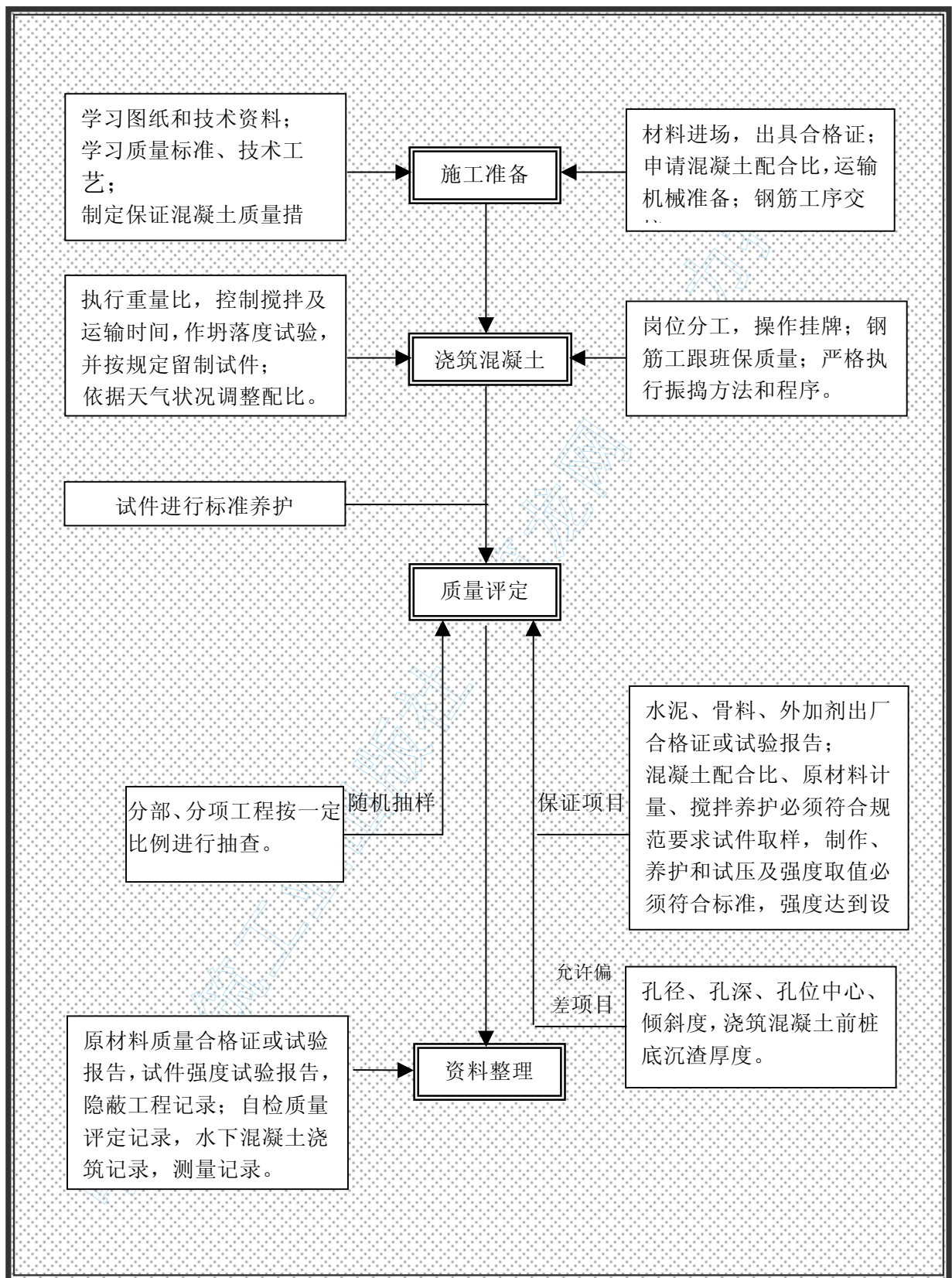


图 11-5 混凝土工程质量控制程序图

3. 混凝土工程质量保证措施

为确保混凝土的配合比、拌制、运输、浇筑、养护、拆模满足设计和规范要求，建立混凝土工程质量控制程序，见图 11-5。

(八) 保证模板工程质量的措施

为保证混凝土结构、构件的位置、形状、尺寸符合要求，保证工程结构和构件各部分形状尺寸和相互位置的正确，满足混凝土具有设计要求的强度和密实度，模板接缝不漏浆，建立模板工程质量控制图，见图 11-6。

五、保证路基工程质量的措施

路堑施工先做好堑顶截、排、吊水沟，并随时注意检查。

- (1) 开挖区保持排水系统通畅，并与原排水系统相适应。
- (2) 堑顶为土质或软弱夹层的岩石时，天沟及时铺砌或采取其他防渗措施，保持边坡稳定。
- (3) 堑顶及开挖面排出的水，不得危及附近建筑物、路堤、农田等。
- (4) 开挖时从上到下进行，严禁掏底开挖。弃土不得造成建（构）筑物偏压。
- (5) 在岩层的走向、倾角不利边坡稳定及施工安全的地段，顺层开挖，不得挖断岩层。
- (6) 石质路堑开挖采用预留光爆层或实施预裂爆破或光面爆破，保证边坡稳定美观。
- (7) 路堑坡面平顺，无明显的局部高低差、无凸悬危石、浮石、碴堆、杂物。边坡空洞及凹槽嵌补，做到嵌体稳固，表面平顺，周边葑严。
- (8) 侧沟的开挖和砌筑，不能随路堑坡脚线任意弯曲，以线路中线路基宽度和标高进行控制，确保直线地段路基肩顺直，曲线地段路基肩圆顺。

(9) 浆砌片石或块石砌筑水沟时，砌体厚度、泄水孔位置、间距、伸缩缝位置等满足设计，砂浆饱满，组砌方法正确。

中国建筑工业出版社
筑龙网
合力打造

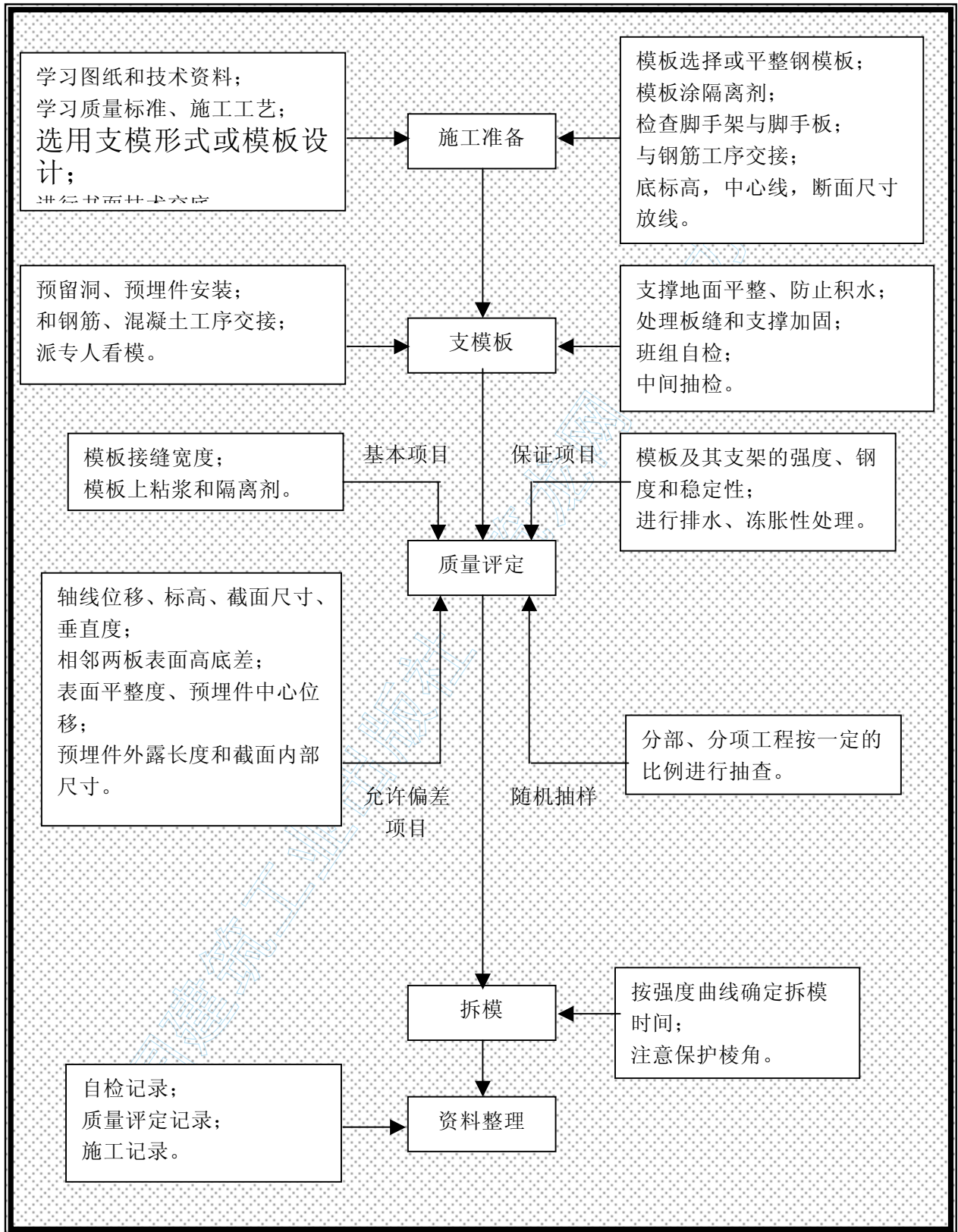


图 11-6 模板工程质量控制程序图

六、保证隐蔽工程质量的措施

隐蔽工程施工完毕后,由工班长在隐蔽验收记录中填写工程的基本情况,由施工队技术负责人签字,并邀请项目工程技术负责人、质量检查员和建设、监理单位现场代表,重要或特殊部位还邀请设计单位和质量监督单位派员参加,共同对隐蔽工程进行检查验收。对于隐检中提出的质量问题进行认真处理,经复验符合要求后,方可办理签证手续,进行下道工序施工。

第四节 确保工程工期的措施

一、保证工期方案

科学合理地安排施工工序和施工进度,并在实施过程中及时调整进度计划;加强组织管理及协调;保证技术、人、材、物、机供给;积极推广“四新”技术和建立竞争机制。保证工期方案见图 11-4-1。

二、保证工期的组织措施

(一) 发挥优势,全力保障施工生产

发挥机械化施工优势,选配合理配套的施工机械,建立合理的机械保养、维修体系,保证施工机械的完好率;同时,建立强有力的后勤保障体系,保证各种物资、设备按时足额到位;搞好工作和生活环境建设,全方位保障施工生产。

(二) 抓好控制工程、加强网络计划管理

针对左右线隧道及车行横洞的布置情况,尽量增加工作面,应用网络技术,合理安排施工顺序抓住关键线路。对施工重点优先安排,增加设备、人力、物力、财力的投入,确保分项分部工程按期完成。使施工计划做到日保旬,旬保月,月保年的高效完成。同时,在保证质量、安全的前提下,尽可能开展多工序同步施工、平行作业,控制作业循环时间,合理安排作业层次,减少雨期等不利因素对施工的影响,利用有利时机加快施工进度。

(三) 科学组织,加强协作

随着施工情况的不断变化,及时分析控制工期的关键线路,合理调剂人力、物力、财力和机械配置,使施工进度紧跟计划。加强调度统计工作,减少各道工序间的衔接时间,充分利用各个工作面,避免出现窝工现场。协调好各业务科室的工作,加强协作配合,理顺上下关系,对施工现场的需求和需解决的问题及时反映、及时解决,避免影响施工进度。解决好冬、雨期施工问题,合理安排施工生产。

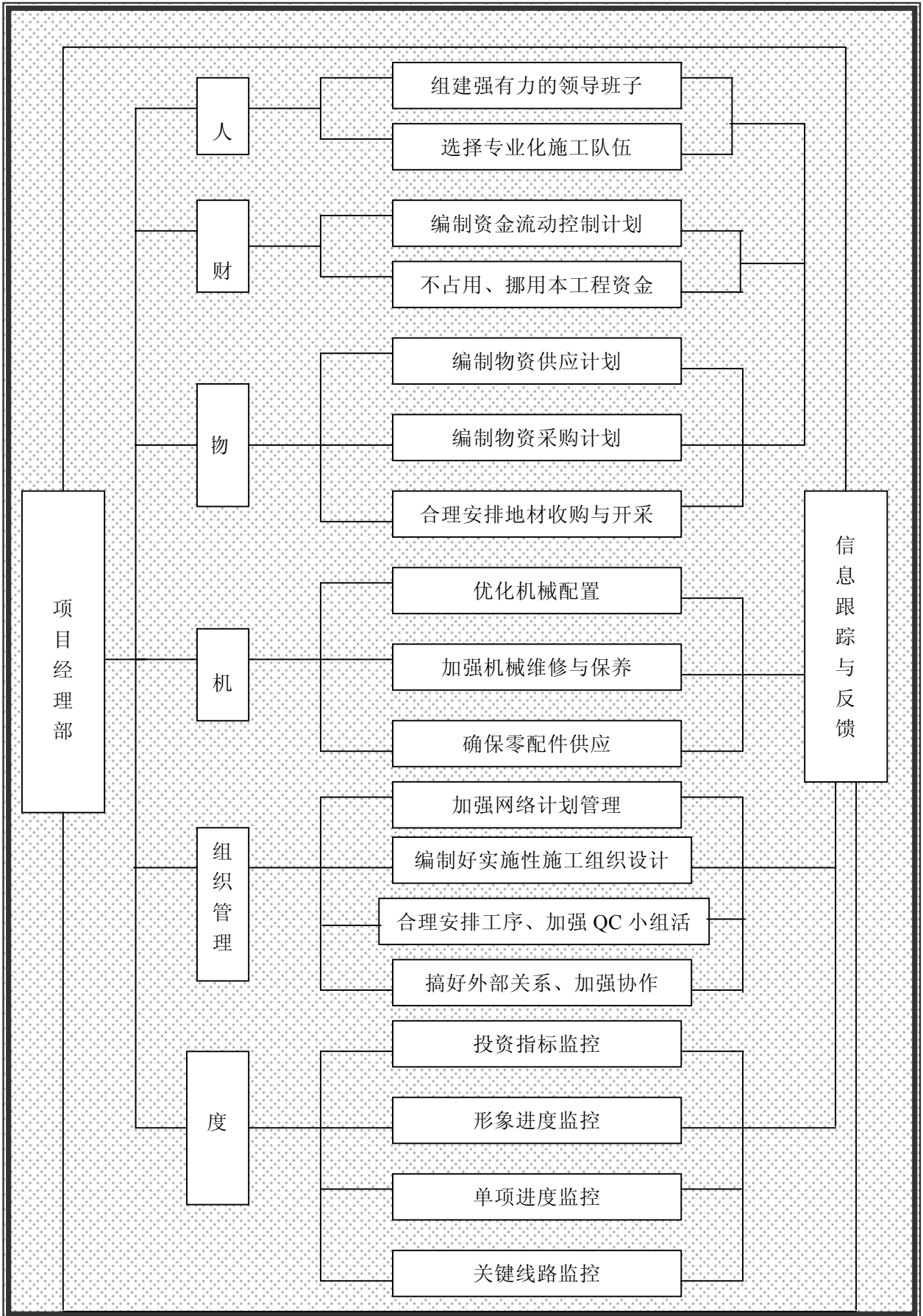


图 11-7 工期保证方案

（四） 抓好资金管理，确保资金投入

管理利用好工程资金，保证各项施工活动得以正常进行；确保资金投入，提供强有力的资金保障；确保建设资金专款专用。

（五） 搞好对外关系，确保施工生产顺利进行

在施工中理顺与建设单位、监理工程师、地方的工作关系，确保施工生产顺利进行。

三、保证工期的技术措施

（一） 编制好实施性施工组织设计

我们将加强施工计划的科学性，运用网络技术、系统工程等新技术原理，根据本合同段工程的技术特点、现场实际情况等编制详细的、切实可行的实施性施工组织设计，选择最优施工方案，使工程施工做到点线明确、轻重分明、计划可靠、资源配置合理。

施工过程中采用超前预报系统进行地质超前勘探。充分利用车行横洞作为辅助导坑，增加工作面，实现长隧短打，加快施工进度，提前贯通分界里程。主体工程采用“左洞半断面超前，右洞全断面稳进，分部开挖作业，平行交错跟进，衬砌完善配套”多工作面推进的施工方案，确保工程按期完工。

（二） 组织措施

组织强有力的指挥领导班子，科学组织合理安排，超前考虑。以“干一项工程，树一块牌子，留一方美誉，添一处美景”为指导思想，深入现场，了解情况，解决主要矛盾，坚持用一流的思想，一流的管理，一流的质量，一流的速度安全按期完成。

快速进场，迅速展开。中标后，将迅速组建项目经理部，主要施工队伍、施工机械设备作到“三快”，即“进场快、施工准备快、开工快”，本着先施工后生活、先通后善的原则，保证主体工程顺利开工。

（三） 管理保障措施

1. 加强施工管理，向管理要工期，要效益。要强化施工调度，搞好施工协调，解决问题要快。做到重、难点早下手、重点抓，争分夺秒，尽快突破。以确保工期。

2. 合理增加投入。在人员上，要选派具有丰富施工经验的专业化施工队伍；在设备上要选用新型、施工能力强的机械投入施工。确保工程优质、快速的竣工。

（四） 资金保证措施

为保证资金合理、有效地用于本工程建设，确保本项目资金不外流，我方在建设单位指定的银行开设工程项目资金专户，与建设单位、银行签定资金管理协议，自觉接受建设单位及银行对工程建设资金的管理、监督和检查，决不挪用工程建设资金，以确保工程在资金方面的有利保障。

（五） 对施工进度进行监控

施工进度采用如下监控方法：投资指标监控法、形象进度监控法、单项进度指标监控法、关键线路网络监控法。根据施工组织设计或建设单位、监理及其他有关的工期要求，适时根据工程进展，调整资源配置，实现工期目标。对关键工序、关键项目强化跟踪指导，跟踪监测。

1. 投资指标监控法

根据本合同段工程总的投资计划，编制与施工进度相对应的逐月投资安排计划，并比较施工中实际每月完成与计划完成的投资差距，分析差距原因，分析差距产生的单位、分部和分项，采取相应的对策，从宏观控制到微观控制，并绘制投资管理控制曲线。

2. 形象进度监控法

对分项、分部工程编制每旬、每月、每季、每年的施工形象进度计划，在施工中及时掌握实际每旬、每月、每季、每年所达到的形象进度，看实际完成与计划完成工程量的差距，分析差距产生的原因，采取相应对策，同时建立工程管理曲线。

3. 单项进度指标监控法

及时统计施工中各项实际进度指标，掌握情况，并与施工组织设计确定的各项进度指标进行比较。发现实际指标低于计划指标时，采取调整工序、增加投入等相应措施，确保单项进度指标的实现，实现日保旬，旬保月、月保季、季保年；从微观控制到宏观控制。

4. 关键线路监控法

根据施工组织设计确定的施工进度网络图，明确关键线路，在施工组织上，狠抓关键工序，并根据工程进展的变化，实施动态管理，适时调整网络图，明确不同阶段的关键工序，采取相应的有效对策。关键线路分层次，关键工序保关键点，关键点保关键线路，关键线路保总工期。

（六） 积极推广先进经验和先进技术，提高劳动生产率。

积极推广先进经验和先进技术，提高劳动生产率。向“四新”要质量，要进度。

第十二章 质量、安全保证体系及安全保证措施

第一节 质量保证体系

二连浩特至河口国道主干线（山西境）新广武至原平高速公路雁门关隧道工程（第 6B 合同段）包含有路基土石方、隧道、排水、防护等工程项目，其工程量较大，工期较紧，为保证按期、优质完成本合同段的施工任务，我们将坚持“百年大计，质量第一”的方针，按照 ISO9001 系列标准和公路交通工程质量管理的特点，制定完善的工程管理制度，建立以项目经理为组长，项目总工程师为副组长，工程技术、质量、安全、物资供应、设备管理等部门负责人和有关人员参加质量管理领导小组，建立健全质量保证体系。质量保证体系见图 12-1。

同时针对本合同段隧道施工特点和项目内容，积极开展 QC 小组活动，使用 PDCA 循环方法，定期分析质量管理与工程质量情况，找出影响工程质量的主要因素，虚心听取设计与监理工程师的意见，改进措施，并付诸实施，以确保本工程达到既定的质量目标。

第二节 质量保证与控制方案

从保证质量的组织措施、管理措施和控制措施三方面严格入手，在单位工程的分部分项施工工序技术上严格把关，以达到工程质量创优规划及目标的实现。

质量保证与控制方案见图 12-2。

第三节 安全保证体系

为确保施工安全，建立健全各项安全规章制度，做到依法办事；加强安全教育，提高广大职工的安全意识和防范安全事故的能力；及时开展安全生产大检查，消除事故隐患；建立高效、精干的安全组织机构，制定切实可行的安全技术措施，在施工中严格执行；并从技术上入手，针对实际情况，及时解决施工中的安全问题，以达到安全目标的实现。创建山西省安全标准化工地。

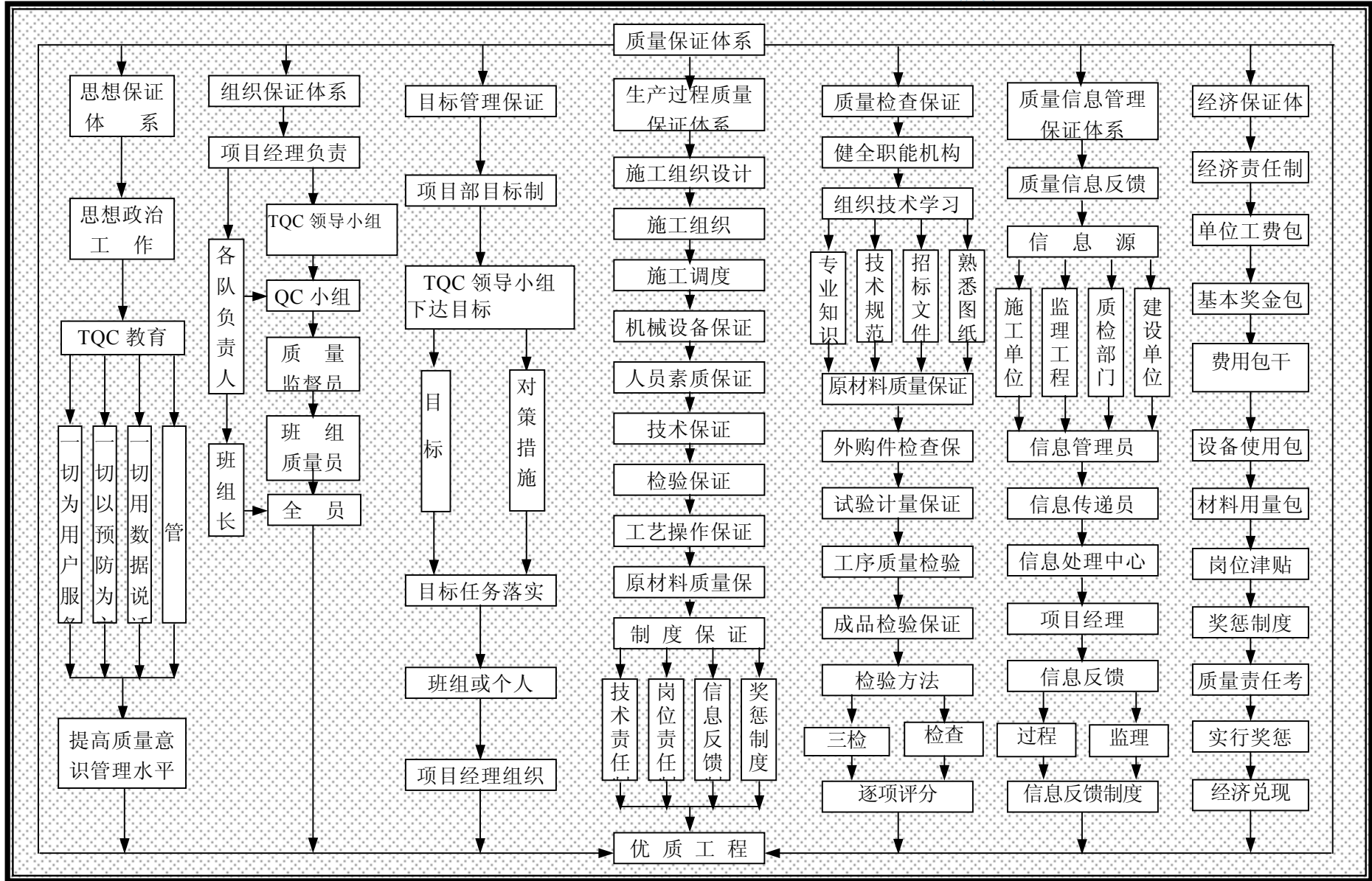


图 12-1 质量体系保证图

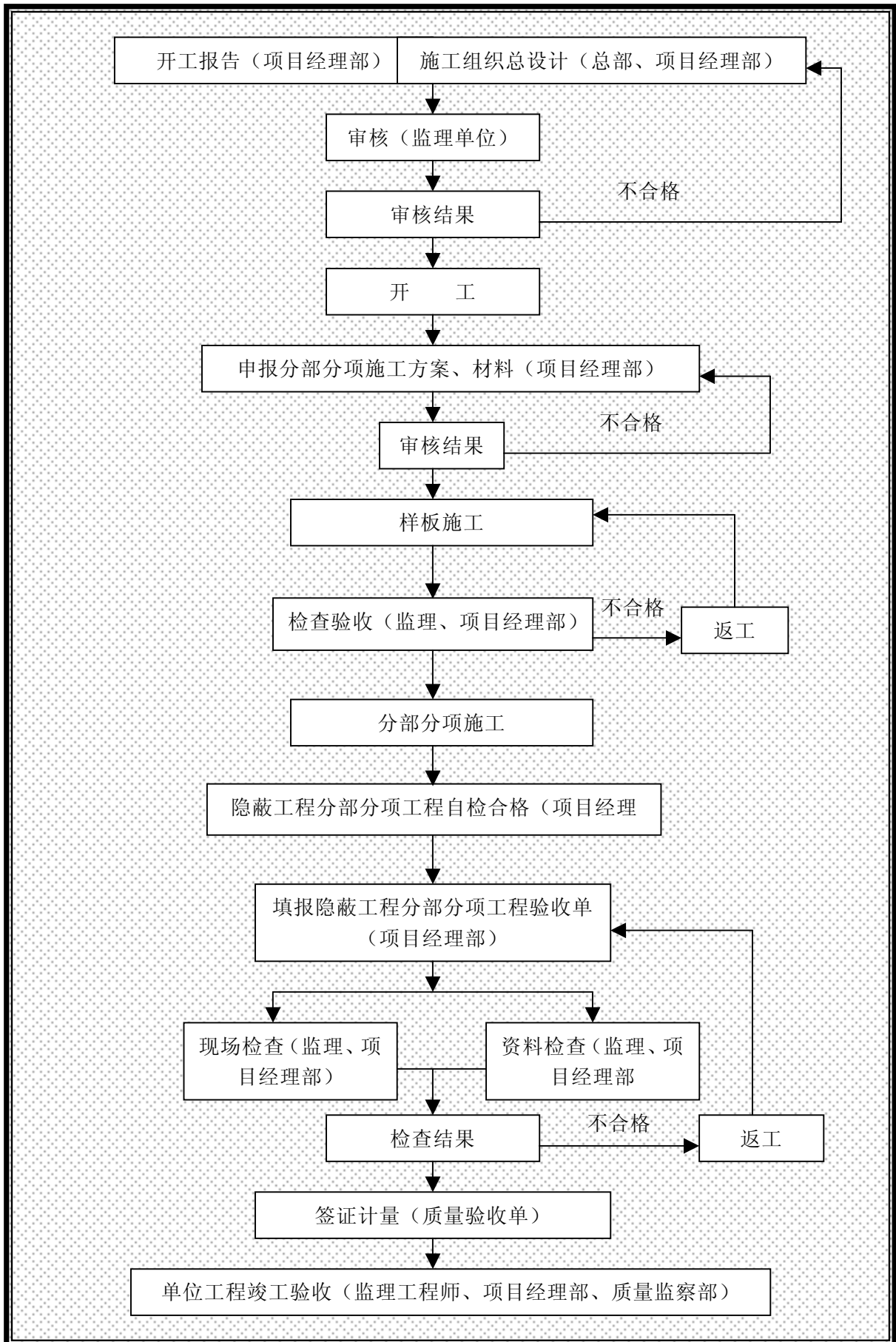


图 12-2 质量保证与控制方案

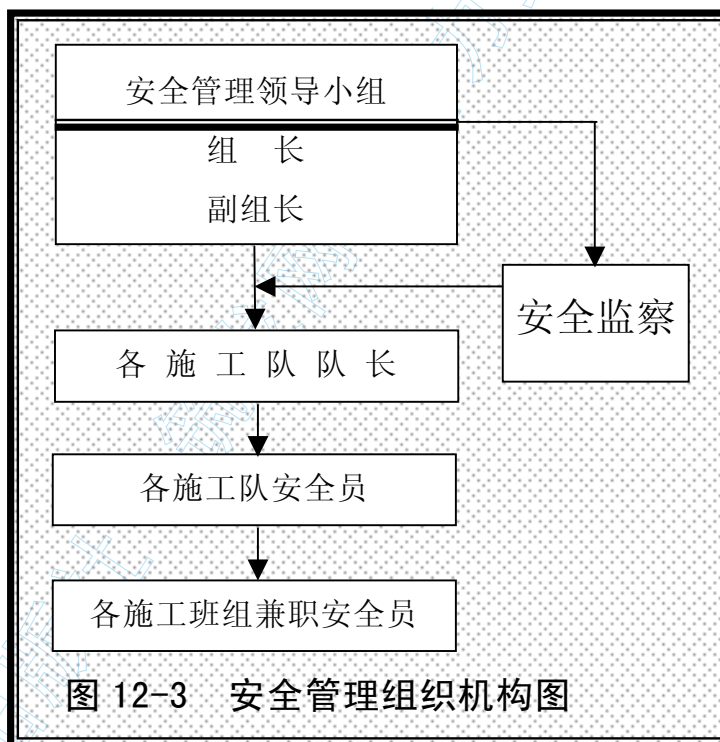
质针对上述情况，本合同段施工本着“抓生产必须抓安全，以安全促生产”的指导思想。按照“五项”（综合治理、管生产必须管安全、一票否决权、从严治理、标准化管理）原则，建立安全保证体系见图 12-3。

（一）成立以项目经理为组长、项目总工程师为副组长的安全领导小组。由专职工程师组成安全监察部具体负责本合同段工程项目的全部安全监察和管理工作的，各施工队设专职安全员，各工班设兼职安全员，从而形成一个健全的安全保证体系。安全管理组织机构图见图 12-3-1。

（二）安全生产领导小组主要负责贯彻执行国家有关安全施工的方针政策、法令、规章制度和上级有关规定，组织和推动施工中的安全工作。

（三）专职安全员的职责是认真贯彻执行上级有关安全施工的规定，推动和组织安全工作，在业务上接受上一级安全管理部门的领导。

（四）工班兼职安全员协助工班长组织安全活动，进行现场安全检查，组织学习安全规程、制度及上级颁发的有关文件，模范遵章守纪，对违章作业者进行批评教育，指导班组人员正确使用个人防护用品等。



第四节 安全保证措施

安全生产是施工项目重要的控制目标之一，也是衡量企业的施工管理水平的重要标志，为确保施工安全，我们将建立健全各项安全规章制度，做到依法办事；加强安全教育，提高广大职工的安全

意识和防范安全事故的能力；及时开展安全生产大检查，消除事故隐患；建立高效、

精干的安全组织机构，制定切实可行的安全技术措施，在施工中严格执行；并从技术上入手，针对实际情况，及时解决施工中的安全问题，以达到安全目标的实现，创建安全标准化工地。

一、安全生产管理制度

（一）建立安全生产责任制

选派具有建设部一级项目经理资质证书的项目经理担任本合同段项目经理。

各级领导、各职能部门、管理人员、技术人员及操作人员均认真贯彻执行国家劳动保护政策、法令、法规和上级指示、决议，认真落实安全生产负责制，各级单位第一管理者为本级第一责任人，逐级负责，确保万无一失。做到领导认识到位、管理到位、责任到位。对其职责范围内的安全生产工作负责任。明确规定各职能部门、各级人员在安全管理工作中所承担的职责、任务和权限，形成一个“人人讲安全、事事为安全、时时想安全、处处要安全”的良好施工氛围。

（二）建立持证上岗制度

安全员、质量员、试验员等管理人员和特殊工种操作工人佩带胸牌并持证上岗。

胸牌贴有本人照片并标明单位、岗位职务、姓名、编号，胸牌尺寸为 9.50cm×6.5cm，字体一律为黑色，底色为白色。

（三）明确安全生产目标

在开工前，明确安全生产总目标，并根据总目标制定分阶段、分项安全目标及相应的安全措施，确保安全目标的实现。

（四）建立安全奖惩制度

根据规定对安全生产工作做出成绩的单位和个人给予奖励，对于违

章施工的单位和个人给予处罚，并追查责任。

（五）坚持安全检查制度

建立定期检查与不定期抽查相结合的安全检查制度，查安全隐患、查事故苗头，消除不安全因素。通过安全检查增强广大干部职工的安全意识，促进企业对劳动保护和安全生产方针、政策、规章制度的贯彻执行，解决安全生产上存在的问题。

1. 检查组织

成立以项目经理为首的安全检查组，建立、健全安全检查制度，有计划、有目的、有整改、有总结、有处理地进行检查。

（1）安全监察部每旬组织一次质量检查，每月由总工程师组织一次安全检查，召开一次安全生产总结分析会。

（2）施工队每天进行施工安全检查并做好详细记录，提出保持或改进措施，并落实实行。

（3）发现违反安全操作规程时，各级安检人员有权制止，必要时向主管领导提出暂停施工、进行整顿的建议。

2. 检查类型

采取定期检查和不定期检查。

定期检查：施工队每天进行安全检查，并做好详细记录，提出保持或改进措施，加以落实。项目总工程师和安全监察部每旬组织一次安全检查。项目经理每月组织一次安全检查，召开一次安全生产分析总结会。

不定期检查：按照施工生产的不同阶段安排不定期检查，具体为施工准备工作安全检查；季节性安全检查；节假日前后安全检查；专业性安全检查和专职安全人员日常检查进行。

3. 安全检查内容

坚持以自查为主，互查为辅，边查边改的原则；主要查思想、查制度、查纪律、查领导、查隐患、查事故处理。结合季节特点，重点查防触电、防高空坠落、防机械车辆事故、防火、防雷击等措施的落实。

4. 检查方法和手段

采取领导和群众相结合，自查和互查相结合，定期和经常性检查相结合，专业和综合检查相结合及对照安全检查表检查等方法 and 手段进行安全检查。

(六) 坚持教育培训制度

1. 加强全员安全教育和技术培训考核

施工前，按照“技规”、“行规”等有关施工安全的规定，制定相应的施工安全措施，组织全体施工人员认真学习，并贯彻执行，使项目经理部各级领导和广大职工认识到安全生产的重要性、必要性。懂得安全生产、文明生产的科学知识，牢固树立“安全第一，预防为主”的思想，自觉地遵守各项安全生产法令和规章制度，保证施工生产按计划、有秩序的进行，确保施工安全。

2. 加大安全教育培训的力度

加强全员的安全教育和技术培训考核，使各级干部和广大职工认识到安全生产的重要性、必要性，掌握安全生产的科学知识，牢固树立“安全第一，预防为主”的思想，克服麻痹思想，自觉地遵守各项安全生产法令和规章制度，严格执行操作规程。

(1) 新工人入场安全教育

1) 项目经理部教育。内容包括：一般教育（即新工人入场教育的意义和必要性；建筑施工的特点及它给劳动者的安全带来的不利因素；当前安全生产情况）；安全生产法规和安全知识教育（即建筑法、消防法、宪法、刑法有关条款，建设部、交通部颁布的施工企业安全生产条例、规定，陕西省和西安市等地方政府和安全行政主管部门发布的有关安全生产规定，总部、项目经理部有关安全生产管理的规定及细则，国家有关部门关于重伤事故范围的意见等）；建筑工程施工时容易发生的伤害事故及其预防。

2) 施工队教育。教育内容：《建筑工人安全技术操作规程》有关规定；建筑工程现场的安全管理规定细则；本合同段基本情况、安全生产的重点和必须遵守的安全事项等。

3) 班组教育。教育内容：本班组生产工作概况、工作性质及范围；个人从事生产工作的性质，必要的安全知识，各种机具设备及其安全防护设施的性能和作用；本工种的安全操作规程；容易发生事故的部位及劳动防护用品的使用要求等。

(2) 特种作业人员安全生产教育

1) 特种作业人员不但进行一般安全教育，而且严格按照《特种作业人员安全技术考核管理规则》(GB5306-85)号文接受本工种的安全生产教育和技术培训，经考核合格后，方可持证上岗。

2) 定期对特殊作业人员进行复审，合格后方可继续上岗。

3) 采用新技术、使用新设备、应用新材料、推行新工艺前向有关人员进行安全知识、技能、意识的专项安全教育。

3. 各级领导干部和安全管理干部的安全生产培训

1) 定期轮训各级领导干部和安全管理干部，提高政策水平和业务水平，熟悉安全技术、劳动卫生业务知识，做好安全生产工作。

2) 培训主要内容。安全生产的重大意义；国家有关安全生产的方针、政策、规定；安全生产法规、条例、标准；本合同段工程施工生产的工艺流程、主要危险因素以及预防重大伤亡事故发生的主要措施；企业有关安全生产的规章制度、安全纪律以及保证措施；各级领导在安全生产中的职能、任务以及如何管理；编制、审查安全技术措施计划及施工组织设计的安全技术措施的基本知识等。

4. 安全生产的经常性教育

在做好对新工人、特种作业人员安全生产教育和各级领导干部、管理干部的安全生产培训的同时，把经常性的安全教育贯穿于生产管理工作的全过程，并根据接受教育对象的不同特点，采取多层次、多渠道、多方式进行。内容包括：安全生产宣传教育；普及安全生产知识宣传教育；适时安全教育。

(七) 坚持开展群众性的安全管理活动

根据实际情况采取不同的形式组建安全管理 TQC 小组，严格按照 PDCA 循环的四个阶段（即：计划、实施、检查、处理四个阶段）八

个步骤（调查分析现状，找出问题，分析各种影响因素，找出主要影响因素，针对主要影响因素制定措施；执行措施，检查工作效果，巩固措施、制定标准，将遗留问题转入下一个循环等八个步骤），制定出每旬、每月的活动计划，规定每次活动的时间、内容、目标等，并组织实施，直至达到解决问题的目的。

（八） 事故申报制度

严格执行国务院《关于企业职工伤亡事故和处理》的规定，认真做好意外职工伤亡、施工机具损坏等事故统计、报告、调查和处理工作。

所有事故在规定的时间内申报。对事故进行详细调查，并写出事故调查处理报告。

二、 安全生产技术措施

针对工程特点、施工环境、施工方法、劳动组织、作业方法、使用的机械、动力设备、变配电设施、以及各种安全防护设施等制定切实可行的安全施工技术措施。

1. 施工安全技术措施必须在开工前编制，并经过审批后实施。
2. 经过批准的安全技术措施具有技术法规的作用，在施工中严格执行。
3. 安全技术措施中的各种安全设施、防护设置的实施列入施工任务单，责任落实到班组或个人，实行验收制度。
4. 技术负责人、安全技术人员经常深入工地检查安全技术措施的实施情况，及时纠正违反安全技术措施的行为、问题。
5. 各级安全部门以安全技术措施为依据，以安全法规和各项安全规章制度为准则，经常性地对工地实施情况进行检查，并监督各项安全技术措施的落实。
6. 对安全技术措施的执行情况，建立严格的奖惩制度。

三、 施工现场及临时工程安全保证措施

（一） 施工现场

(1) 施工现场以有利于生产、方便职工生活为原则，符合防洪防汛、防火、防雷等安全要求，具备安全生产、文明施工的条件。

(2) 施工现场内设置醒目的安全警示标志；防火、防洪、防风及防雷击等安全设施完备，且定期检查，如有损坏，及时修理。

(3) 现场运输道路平整、畅通、排水设施良好；特殊、危险地段设置醒目的标志，夜间设有照明设施。

(4) 施工现场内各种材料分类码放整齐稳固，拆除的模板、钢管及其他废旧物品及时清理，以保持现场的整洁有序。

(5) 发电机房、变电所，采取必要的安全防护措施，严禁用易燃材料修建。

(6) 对环境有污染的设施和材料设置在远离人员居住区的较为空旷的地点，必要时配有防污染设施。

(二) 场内交通及水电设施

(1) 施工便道与其他机动车道的平交道，应经有关部门批准，并设置路标及防护措施，另外派专人负责指挥。

(2) 施工便道在穿越现场区域的高压线等电力通讯地段设置交通标志，大型施工机械及特种车辆通过时设有专人负责指挥。

(3) 施工便道平整无坑洼；路面高过自然地面 20cm，低洼地段适当加高；面层用碎石铺垫，并派专人维护。

(4) 工地施工用水和饮用水在施工前对水质进行化验鉴定，并采取相应的处理和防护措施。饮用水要经过净化，达到现行卫生部的《生活饮用水卫生标准》之规定。

(5) 工地内合理布置排水沟。排水沟不得妨碍工地内的交通。

(三) 临时电力及照明线路

(1) 变压器设在施工现场边角处，并设围栏；根据用电位置，在主干线电杆上装设分线箱。

(2) 在施工现场专用中性点直接接地的电力系统中，采用 TZ-S 接零保护系统，电气设备的外壳与专用保护零线连接。不得在同一供电系统中有的接地，有的接零。

(3) 工地内架设的电力及照明线路，其悬吊高度及距工作地点的水平距离按当地电力部门的规定执行。

(4)工地内的电线按标准架设。不得将电线捆在无瓷瓶的钢筋、树木、脚手架上；露天设置的闸刀开关装在专用配电箱里，不得用钢丝或其他金属丝替代保险丝。

(5)生活区室内照明线路用瓷夹固定，电线接头牢固，并用绝缘胶布包扎；保险丝按实际用电负荷量装设。

(6)电工在接近高压线操作时，必须符合安全距离。

(7)使用高温灯具时，与易燃物的距离不得小于1m，一般电灯泡距易燃物品的距离不得小于50cm。

(8)移动式电动机具设备用橡胶电缆供电，经常注意理顺；跨越道路时，埋入地下或穿管保护。

(9)电器设备的传动带、转轮、飞轮等外露部位必须安设防护罩。

四、施工测量安全保证措施

(一) 一般情况下的安全保证措施

(1)雷雨及大雾天气，不进行野外施工测量。

(2)道路泥泞及爬山时，必须穿防滑鞋。

(3)测量人员在高处作业时，系好安全带。

(4)安置仪器应避开落石、坍塌和其他不安全地区。

(5)测量钉桩时，注意周围行人的安全，不对面使锤。钢钎和其他工具不随意抛掷。

(二) 特殊情况下的安全保证措施

(1)密林丛草间进行施工测量时，遵守护林防火规定，严禁烟火，并预防有害动物、植物伤人。

(2)测量人员在高压线附近工作时，保持足够的安全距离。

(3)在陡坡及危险地段测量时系好安全带，脚穿软底鞋。

五、隧道施工安全保证措施

(一) 钻孔安全保证措施

(1)钻眼前，首先检查工作面是否处于安全状态，灯光照明是否良

好，支护、顶板及两帮是否牢固，有无松动的岩石，如有松动的岩石及时支护或清除；检查加固操作平台，确保钻眼平台不变形不垮塌。

(2) 凿岩机钻眼时，采用湿式或带有捕尘器的凿岩机。

(3) 风钻钻眼前，对设备工具作下列检查，不合格的立即修理或更换：机身、螺栓、卡套、弹簧、支架是否完好；管路是否良好，连接是否牢固；钻杆有无不直、带伤以及钎孔是否有堵塞孔现象。

(4) 使用支架的风钻钻眼时，确保将支架安置稳妥。站在碴堆上钻眼时，注意石碴的稳定，防止操作中滑塌伤人。

(5) 严禁在残眼中继续钻眼；严禁在工作面拆卸修理钻孔工具。

(6) 进洞施工人员必须戴安全帽、防护手套、穿工作服；电工和电钻工穿绝缘鞋和戴绝缘手套。

(二) 爆破施工安全保证措施

(1) 洞内爆破作业做到统一指挥信号，人员撤离到安全距离外，不受有害气体冲击。其安全距离为：掘进坑道内不少于 200m；相邻的平行坑道内不少于 100m。

(2) 隧道施工放炮，由取得“安全技术合格证”的爆破工担任，严格防护距离和爆破警戒。放炮后 10min 才准许人员进入工作面，经找顶清除危石、锚喷支护后方可继续施工。

(3) 每日放炮时间及次数根据施工条件明确规定，装药离放炮时间不应过久。爆破前爆破人员严格检查爆破网络，确保一次起爆。

(4) 遇到下列情况严禁装药爆破：照明不足；工作面岩石破碎尚未支护；发现可能有大量岩溶、岩爆及高压水涌出地段。

(5) 爆破后必须经过通风排烟，且其相距时间不少于 15min，并经过以下各项检查和妥善处理，其他工作人员才准进入工作面。有无瞎炮及可疑现象，有瞎炮必须由原爆破人员按规定处理；有无残余炸药或雷管；顶板两帮有无松动石块；支护有无损坏与变形。

(6) 装炮时严禁火种，严禁明火点炮，严禁装药与打眼同时进行。

(7) 两端工作面接近贯通时，加强两端的联系与统一指挥。当两端

工作面距离余留八倍循环进尺时，停止一端作业，并将人员机具撤走，在安全距离处设立警告标志。

(8) 抓好现场管理，搞好文明施工，经常保持现场管线整齐。灯明、路平、无积水，对易燃、易爆等危险品按规定保存和堆放，并注明标志，严格发放制度。切实作好防洪、防火、防中毒、防淹亡等工作。杜绝重大伤亡，减少一般性事故。

(三) 装碴与运输安全保证措施

(1) 运输车辆严禁人、料混装。

(2) 机械装碴时，坑道断面尺寸必须满足装碴机械安全运转，并符合下列要求：装碴不准高于车厢；装碴机与运碴车之间不准有人；为确保运碴车就位良好和安全进出，派专人指挥。

(3) 运输车辆限制速度规定见表 12-1

运输车辆限制速度规定表

表 12-1

项目	作业地段	非作业地段	成洞地段
正常行车	10 km/h	20 km/h	20 km/h
会车	5 km/h	10 km/h	10 km/h

(4) 洞口、平交道口和狭窄的施工场地，设置“缓行”标志，必要时安排人员指挥交通。

(5) 车辆行使遵守下列规定：严禁超车；同向行驶车辆保持 20m 的距离，洞内能见度较差时，加大距离；车辆启动前必须了望与鸣笛；驾驶室不得搭载其他人员；车辆不得带故障运行。

(6) 车辆在洞内行驶时，施工人员必须遵守下列规定：不准与车辆机械抢道；不准扒车、追车和强行搭车。

(7) 洞内倒车与转向，必须开灯，鸣笛并派专人指挥。

(四) 临时支护安全保证措施

遵照公路隧道施工安全规则及相应的规范，为确保安全，还应采取以下措施：

(1) 施工期间现场负责人会同有关人员对各部位支护定期检查。在

不良地段，每班指定专人检查，当发现支护变形或损坏时，立即修整加固。

(2) 严禁将支撑放在虚碴或软弱的岩石上，软弱围岩地段底面加设垫板或垫梁，并加木楔塞紧。

(3) 洞内水平坑道与辅助坑道连接处，加强支护或及早进行永久衬砌。

(4) 对开挖后自稳程度很差的围岩或喷射混凝土尚未达到一定强度即趋失稳的围岩或喷锚后变形量超过设计允许值以及发生突变的围岩，采取及时加强临时支护措施。

(5) 对洞内拱顶和地表布置的测点定期观测，发现洞内和地表位移值等于或大于允许位移值，以及地面或洞内出现裂缝时，必须立即通知作业人员撤离现场，待制订处理措施后再施工。

(6) 对喷锚地段的危石及时处理完毕，脚手架、防护栏杆、照明设施确保符合安全要求。

(7) 喷射机械定机、定人、定岗，认真执行安全操作规程，坚持交接班，并作好记录。

(8) 针对长大管棚施工特点和要求，参照有关安全规则制定安全规章制度。

(9) 加强对围岩进行动态监控量测，实行信息化管理，科学组织施工。

(10) 拆卸钻杆时，要统一指挥，明确联络信号，扳钳卡钻方向应正确，防止管钳及扳手打伤人。

(11) 钢管内注浆时，操作人员应戴口罩、眼镜和胶手套。

(12) 要有良好的照明条件。

(五) 衬砌施工安全保证措施

(1) 衬砌台车下的净空确保运输车辆正常通行，并悬挂明显的缓行标志。

(2) 使用台车必须注意下列条件：

台车走行轨中心线必须与隧道中心线重合，两侧轨面在同一水平面；台车上不准堆放料具；工作台上底板必须满铺；混凝土两端挡头板，安装牢固可靠不漏浆，浇筑时两侧对称进行，不得使台车受到偏压；台车前后轮的相反方向固定牢靠，防止位移。

（六） 洞内通风与防尘安全保证措施

- (1) 隧道施工的通风设专人管理。
- (2) 通风机运转时，严禁人员在风管的进出口附近停留。
- (3) 通风机停止运转时，任何人不得靠近通风软管行走和在软管旁边停留，不准将任何物品放在通风管或管口上。
- (4) 风管与掌子面距离不得大于 50m。
- (5) 喷射混凝土采用湿喷，严禁在隧道中使用干式凿岩机。

（七） 洞内防火与防水安全保证措施

- (1) 施工区域设置有效而足够的消防器材，放在易取的位置并且设立明显标志。各种器材做到定期检查补充和更换，不得挪用。
- (2) 洞内严禁明火作业与取暖。
- (3) 在雨期前进行防洪及洞顶地表水检查，防止洪水灌入洞内。
- (4) 对地表水丰富和地质条件复杂的地层，在施工时制定妥善的排水措施，备足排水设备。

（八） 洞内电气设备安全保证措施

- (1) 洞内电气设备的操作，必须符合下列规定：非专职电工不得操作电气设备；手持式电气设备的操作手柄和工作中接触的部位，设有良好的绝缘。使用前进行绝缘检查。
- (2) 电器（气）设备外露和传动部分，必须加装遮拦或防护罩。
- (3) 36V 以上的供电设备和由于绝缘损坏可能带有危险电压的设备的金属外壳、构架等，必须有接地保护。
- (4) 直接向洞内供电的馈线上，严禁设自动重合闸，手动合闸时必须与洞内值班人员联系。

六、行车安全保证措施

1. 车辆运输坚持“三个合理安排”、“五定”、“五上路”的方法。

(1) “三个合理安排”，即合理安排运输计划，合理安排车辆，合理安排装卸。(2) “五定”，即定人、定车、定任务、定行车路线、定物资类别。(3) “五上路”，即干部跟车上路、政治学习上路、思想工作上路、安全检查上路、修理工跟车上路。

2. 做好司机的安全、管理教育和技术培训，加强专业技术培训，定期举办汽车驾驶员和汽车修理工培训。在职司机人员坚持每周一次技术课，认真抓好安全行车和法纪教育，使司机养成遵章守纪、安全行车的好作风，落实安全责任制。做好各种工程车辆的检修与维护、消除事故隐患。

3. 坚持“四项车管制度”。

(1) 检查制度：坚持日常检查、途中检查、修理保养质量检查、安全检查制度。(2) 保养制度：坚持定程保养、换季保养和四化保养制度。(3) 修旧利废制度。(4) 车场日制度。

4. 搞好配件管理，确保正常供应。

5. 做好各种工程车辆的检修与维护、消除事故隐患，不使用带病设备。加强现场修理，对机械故障和配件损坏随时进行修理和更换，保证现场的设备完好率。

6. 严格执行“三定”保养制度。定人、定位、定项分工保养。合理确定保养周期，突出保养重点。及时清洁三滤（空气滤芯、柴油滤芯、机油滤芯）和燃油油路，发现问题及时修理更换。

7. 尽量减少机械设备的接地压力，防止机械沉陷。

8. 施工时，指派专人负责各种机械设备安全作业范围监督、检查，杜绝伤人事故的发生。

七、电器设备安全操作保证措施

施工现场临时用电编制施工组织设计，按《施工现场临时用电安全技术规范》(JGJ46-88)的要求进行设计、验收和检查，进行安全技术交底，并建立、健全安全用电管理制度，严格落实“防止误触带电体、防

止漏电、实行安全电压”三项技术措施。

使用高压电器，采取加强外绝缘措施。其他电工产品均满足施工要求。避雷器选用适于本地区的避雷器。

低压电器设备有足够的的可靠性及提高分断能力延长触点寿命；空气开关、热继电器注意确定恰当的额定电流值；控制电动设备温升等。

(1) 施工用电采用“三相五线”制，按“一机一闸一漏保”防护。

(2) 变压器设在施工现场边角处，并设围栏；根据用电位置，在主干线电杆上装设分线箱。

(3) 在施工现场专用中性点直接接地的电力系统中，采用 TZ-S 接零保护系统，电气设备的外壳与专用保护零线连接。不得在同一供电系统中有的接地，有的接零。

(4) 工地内的电线按标准架设。施工现场内电线与其所经过的建筑物或工作地点保持安全距离，现场架空线与建筑物水平距离不小于 10cm，跨越临时设施时垂直距离不小于 2.5m。同时，加大电线的安全系数，施工现场内不架裸线。不得将电线捆在无瓷瓶的钢筋、树木、脚手架上；露 d 设置的闸刀开关装在专用配电箱里，不得用钢丝或其他金属丝替代保险丝。

(5) 生活区室内照明线路用瓷夹固定，电线接头牢固，并用绝缘胶布包扎；保险丝按实际用电负荷量装设。使用高温灯具时，与易燃物的距离不得小于 1m，一般电灯泡距易燃物品的距离不得小于 50cm。

(6) 电工在接近高压线操作时，必须符合安全距离。

(7) 移动式电动机具设备用橡胶电缆供电，经常注意理顺；跨越道路时，埋入地下或穿管保护。电器设备的传动轮、转轮、飞轮等外露部位安设防护罩。

(8) 各种电动机械设备，均设可靠有效的安全接地和防雷装置，严禁非专业人员操作机电设备。每台电气设备设开关和熔断保险，严禁一闸多机，各种电器设备均要采取接零或接地保护。凡是移动式 and 手持电动工具均在配电箱内装漏电保护装置。

(9) 照明线路按标准架设，不准采用一根火线与一根地线的做法，不借用保护接地做照明零线。

(10) 对从事电焊工作的人员加强安全教育，懂得电焊机两次电压不是安全电压等基本知识。各类电焊机的机壳有良好的接地保护。电焊钳设有可靠的绝缘，不准使用无绝缘的简易焊钳和绝缘把损坏的焊钳。在狭小场地或金属架上作业时，设绝缘衬垫将焊工与焊件绝缘。

(11) 施工中若有人触电，不得用手拉触电人，立即切断电源，采取救护措施。

(12) 变配电室严禁使用易燃的材料修建，建筑结构符合防火、防水、防漏、防盗、防小动物窜入及通风良好的要求。

八、卫生防疫措施

采取有效的措施，预防流行病的发生。

(1) 以预防为主，加强宣传教育，使广大职工充分认识到卫生防疫的重要性。

(2) 保持施工区域和生活区的环境卫生，及时清理垃圾，并运至指定地点进行处理。

(3) 施工现场和生活区设置足够的临时卫生设施，并定期清扫处理。

(4) 根据工地具体情况，配备一定数量的、有急救和现场医疗经验的医务人员。

九、安全保卫措施

(1) 建立健全安全保卫制度，落实治安、防火管理责任人。

(2) 施工人员统一佩戴工作卡，做到持证上岗。

(3) 进入施工现场的人员一律戴安全帽，遵守现场的各项规章制度。

(4) 建立严格来访制度。

(5) 经常对工人进行法纪和文明教育，严禁在施工现场打架斗殴及进行黄、赌、毒等非法活动。

第十三章 环境保护措施

第一节 环保、水保总体方案

二连浩特至河口国道主干线（山西境）新广武至原平高速公路雁门关隧道工程（第 6B 合同段）隧址区基本为山地，山上覆盖有灌木等植被，基本无裸露地表。上场后，我们将遵守国家有关环境保护的法律、法规和规章，并按本合同的有关规定，做好施工区的环保、水保工作，防止由于工程施工造成的环境污染和破坏。对环保、水保工作将做全面规划，综合治理。会同监理工程师及时与当地环保、水保机构取得联系，遵守有关控制环境污染的法规，从组织管理、防止和减轻水、大气污染、施工噪声振动控制、水土保持、生态环境保护、粉尘控制等多方面加以控制。工程完工后的规定期限内，拆除全部临时房屋和施工临时设施，清除施工区和生活区及其附近的施工废弃物，并按建设单位批准的环境保护措施计划完成环境恢复。搞好污水处理，防止污染水质，做好水土保持。

第二节 组织措施

一、成立环保、水保领导小组，制定环保措施，项目经理部、队分级管理，并配专（兼）职环保管理人员，负责检查、监督各项环保工作的落实。环保、水保组织机构见图 13-1。明确各级、各部门在环境保护工作中的职责分工，专门负责检查、督促各项环保工作。见环境保护责任保证体系图 13-2。

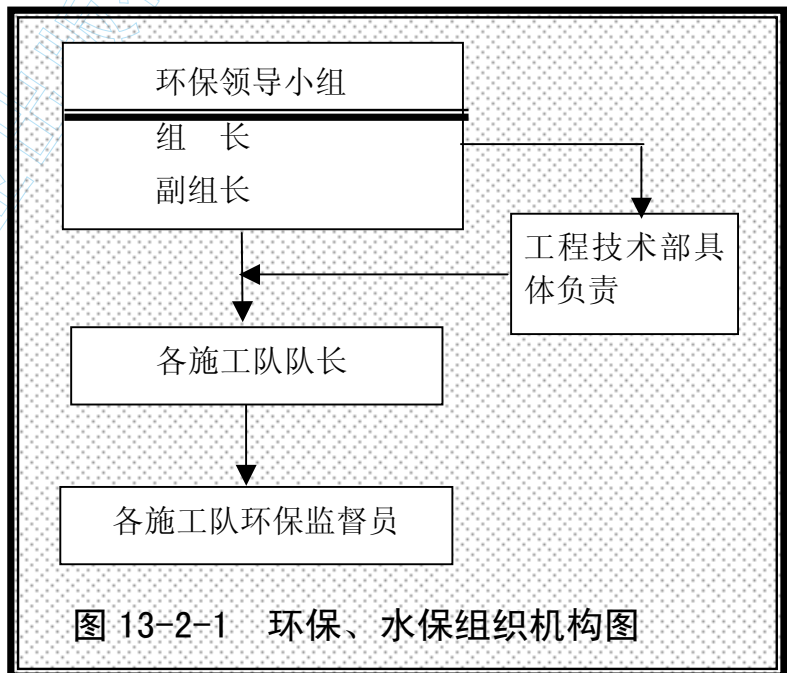


图 13-2-1 环保、水保组织机构图

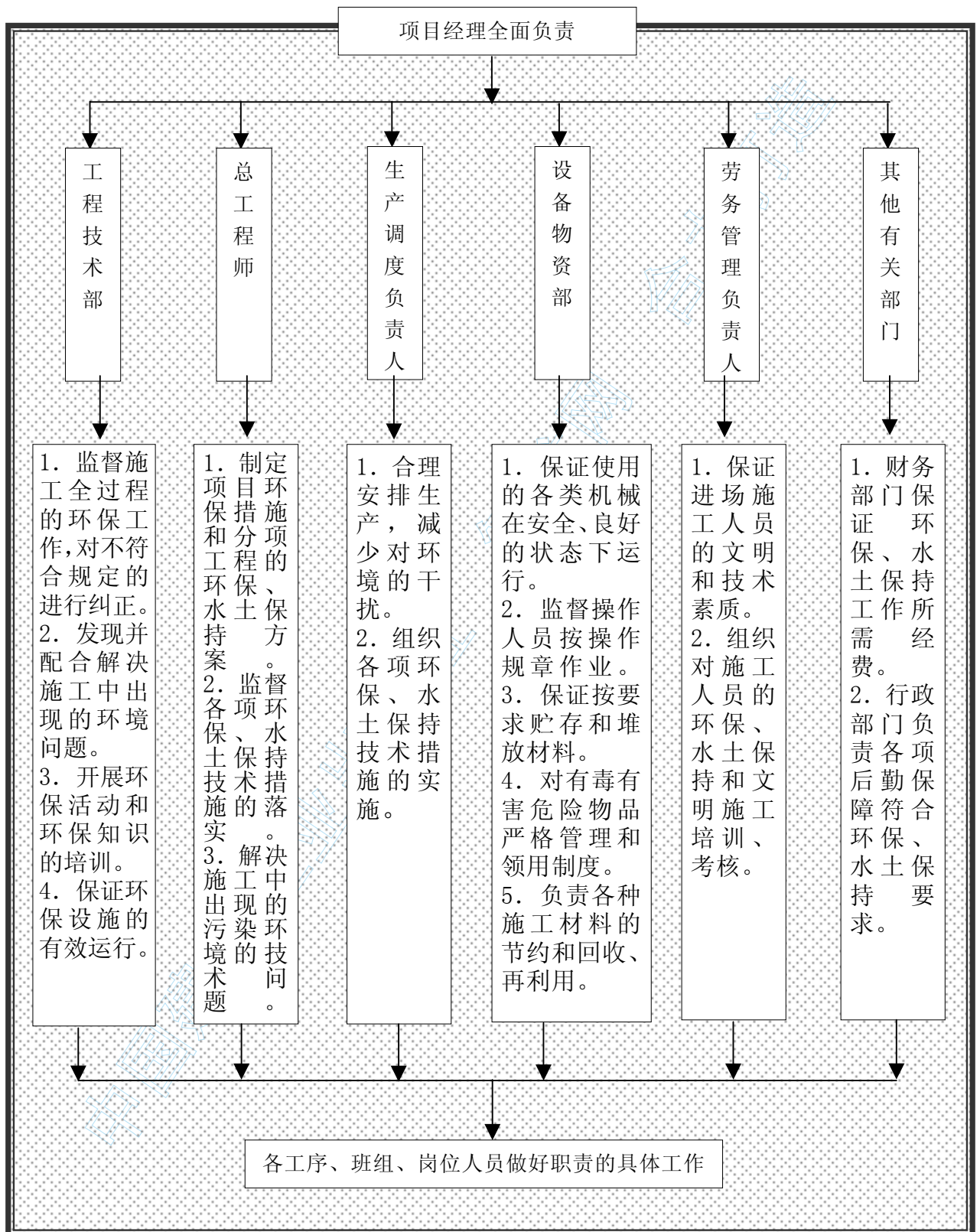


图 13-2 环保、水保责任体系图

(二) 建立、健全施工过程中环境管理体系和各项环境管理规章制度。见图 13-3. 环境管理逻辑框图。

(三) 加强对施工人员进行环保知识教育与管理, 使人人心中都明确环保工作的重大意义, 积极主动地参与环保工作, 自觉遵守环保的各项规章制度。

(四) 提高全员水土保持意识, 加强监督管理。主动接受地方主管部门的监督与指导。

第三节 技术措施

一、环保、水土保持计划

(1) 核实、确定施工范围内的环境敏感点, 施工过程的重大环境因素。明确施工范围内各施工阶段应遵循的环保法律、法规和标准要求。

(2) 在编制《施工组织设计》和分阶段《施工方案》时有相应的施工区和生活区环境保护措施计划。

(3) 在《施工计划》中安排环境保护的具体工作任务, 包括方案、措施、设施、工艺、设计、培训、监测、检查等项目, 计算环境保护工作的工作量并作出经费预算。

4. 做好施工现场开工前的环保准备工作, 对开工前必须完成的环保工作列出明细表, 明确要求, 逐项完成。在开工前完成工地排水和废水处理设施的建设, 在生活营地设置污水处理系统, 并配备临时的生活污水汇集设施, 防止污水直接排入排灌系统; 保证工地排水和废水处理设施在整个施工过程的有效性, 做到现场无积水、排水不外溢、不堵塞、水质达标。

5. 对隧道弃碴和路堑挖方按规定弃置, 并采取必要的措施防止弃土流失。

二、环境保护措施

(一) 水、大气环境保护措施

(1) 在施工区和生活区设置污水处理系统, 不将有害物质和未经处

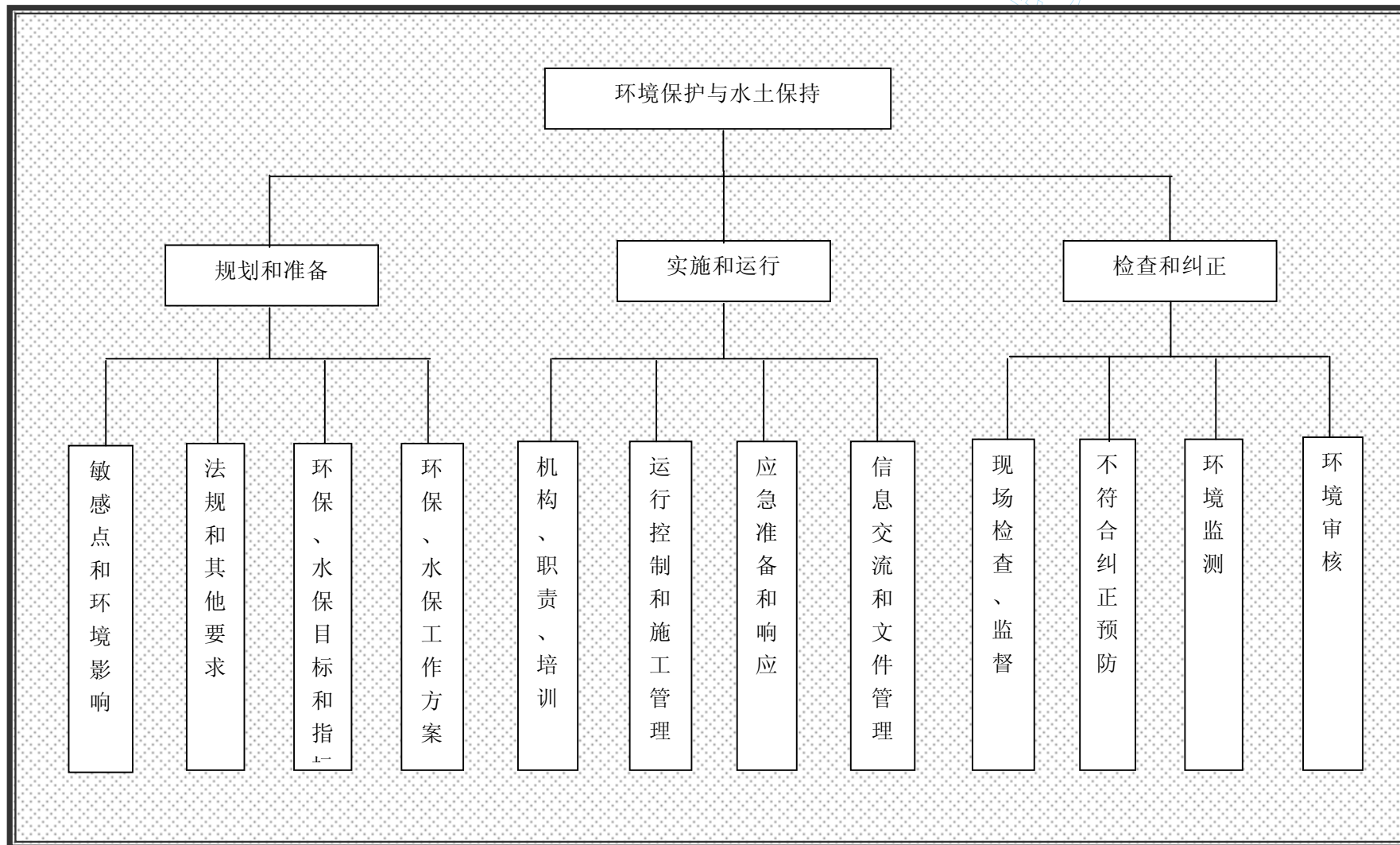


图 13-3 环境保护和水土保持逻辑管理框图

理的施工废水直接排放。并备有临时的污水汇集沉淀设施（见图13-3-1），过滤施工、生活排水。

(2) 保护施工区和生活区的环境卫生，定期清除垃圾，集运至当地环保部门指定的地点掩埋或焚烧处理。

(3) 在施工区和生活区设置足够的临时卫生设施，定期清扫处理。

(4) 施工现场如设置油料库，库房地、墙面做防渗漏处理，指派专人负责油料的储存、使用、保管，防止油料跑、冒、滴、漏污染土质、水体。

(5) 对柴油机安装防漏油设施，对机壳进行覆盖围护，避免漏油污染。

(6) 对施工便道，定期压实地面和洒水，减少灰尘对周围环境的污染。装卸有粉尘的材料时，采取洒水湿润或遮盖，防止沿途撒漏和扬尘。

(7) 施工中采取保护措施，保护饮用水源不受施工活动造成的污染。

（二）施工噪声、振动的控制

设备选型优先考虑低噪声产品，设备底座设置防振基础。采取措施或改进施工方法，使施工噪声、振动达到施工场界环境标准。

(1) 施工组织采用三班制作业，使工人每个工作日实际接触噪声的时间符合国家卫生部和劳动总局颁发的允许工人日接触噪声时间标准的规定。

(2) 选择低噪声设备即对移动性设备噪声超标的一律不用；对固定式高噪声设备，在选型时严格比较噪声大小。

(3) 改革施工工艺和设备，机械尽可能采用液压设备或以摩擦压力代替机械振动。

(4) 合理布置各种施工工作区和生活工作区，利用距离、隔墙使噪声大幅度自然衰减。

(5) 出入现场的机械、车辆做到不鸣笛，不急刹车；加强设备维修，定时保养润滑；并对与施工无关的人员和车辆加以控制，以避免或减少

噪声。

（三） 粉尘控制

(1) 对施工现场地面，定期进行压实或洒水，减少灰尘对周围环境的污染。易于引起尘害的细料堆，予以遮盖或适当洒水。

(2) 不在施工现场烧有毒、有害和有恶臭气味的物质。

(3) 装卸有粉尘的材料时，采取洒水湿润或遮盖，防止沿途撒漏和扬尘。

（四） 植被与生态环境保护

1. 临时占地生态环境保护

(1) 布置大、小临时工程时尽量选用荒地，加强对临时工程用地的生态环境保护。

(2) 对于裸露的地表进行植草和种植树木绿化等进行覆盖。

(3) 做好施工场地周围的植被保护，禁止破坏。

2. 取、弃碴场生态环境保护

(1) 在弃碴时由专人指挥、堆放整齐、边坡平整，并设挡墙，进行绿化。

(2) 施工过程中杜绝向设计的专用弃碴场以外地点倾倒弃碴和弃土。

第十四章 文明施工保证措施

文明施工是表现企业形象与管理水平的一种良好的方式,本合同段工程紧邻第 7 合同段,施工单位及人员较多,因此做好文明施工显得尤为重要。

第一节 文明施工方案

为加强施工现场管理,提高文明施工水平,创建文明工地,结合本标段实际情况,成立文明施工领导小组,加强对施工现场、机械、现场安全、保卫、卫生等方面的管理。争创山西省级文明工地。

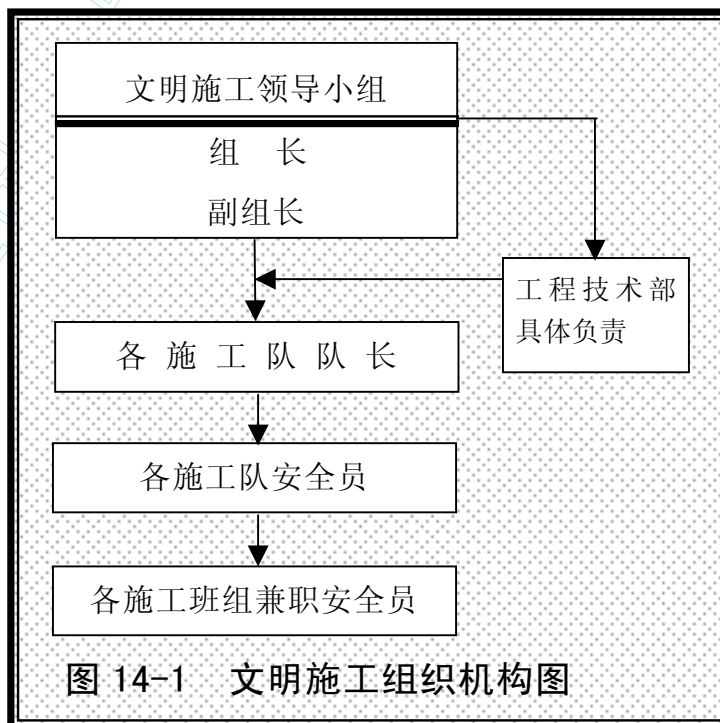
第二节 文明施工措施

一、组织领导

(1) 成立以主管施工生产的项目副经理为组长的文明施工领导小组。对施工现场的文明施工进行监督、指导、检查,对违反文明施工的行为,有权责令限期整改或停工整顿,甚至处罚。

(2) 各施工队成立以队长为组长的施工现场文明施工小组,负责各施工区域内施工现场的文明施工管理工作,并结合实际情况制定文明施工管理细则。

文明施工领导小组组织机构见图 14-2-1。



二、现场管理

施工现场管理是施工生产的核心,文明施工直接影响企业的形象。

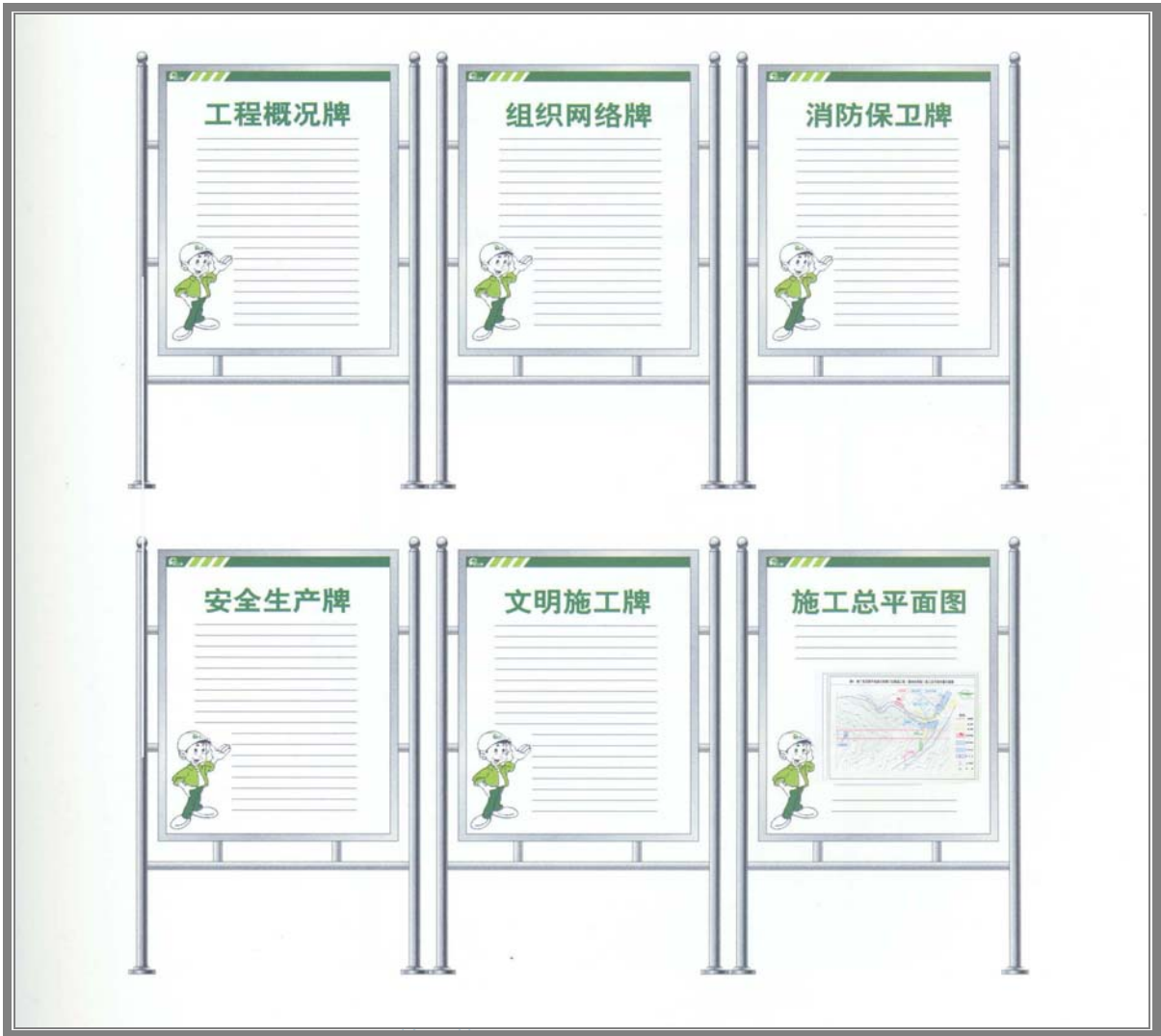


图 14-3 标牌示意图

施工营地设置整齐美观的围墙，并按总部文明施工管理规定，在征得建设单位同意后，在围墙上间隔布置工程名称等。围墙示意图见图 14-4。



图 14-4 围墙示意图

水泥混凝土拌合站设置标有混凝土理论配合比、施工配合比、每盘混凝土各种材料用量、外加剂名称及用量、坍落度等内容的公告牌。

各类公告牌、标志牌包括施工公告牌、指路标志、减速标志、危险标志、安全标志等。

(4) 建立文明施工责任区，划分区域，明确管理人，实行挂牌制，做到现场清洁整齐；食堂卫生符合卫生标准。

(5) 对各类水泥混凝土拌合场场内地面进行硬化，保证施工现场场地平整，道路坚实畅通，设置相应的安全防护设施和安全标志，周边设排水设施；人行通道的路径避开作业区，设置防护，保证行人安全；基础、管道等施工完后及时回填平整，清除积土。

(6) 施工现场临时水电派专人管理，不得有长流水、长明灯。

(7) 施工现场的临时设施，包括生产、办公、生活用房、仓库、料场以及照明、动力线路等，严格按施工组织设计确定的位置布置、搭设或埋设整齐。

(8) 施工操作地点和周围保持清洁整齐，做到活完脚下清，工完场地清，丢洒的砂浆、混凝土等生产过程中产生的建筑垃圾及时清运到指定地点，保证施工现场的整齐、干净、卫生。施工现场严禁乱堆垃圾及余物。在适当的地点设置临时堆放点，并定期外运。并且采取遮盖防漏措施，运送途中不得遗撒。

(9) 针对施工现场情况设置宣传标语和黑板报，并适时更换内容，切实起到表扬先进、促进后进的作用。

(10) 对施工便道进行维护保养，保证晴雨通车，经常清扫、洒水，防止尘土飞扬，影响当地居民群众的正常生活、生产活动。

(二) 现场物资管理

(1) 现场物资材料供应按计划进场，既保证施工生产使用又避免因进料过多而造成无处堆放。

(2) 对进入现场的物资材料应分类堆放整齐有序，部分采取搭盖顶棚或覆盖。

(3) 砂浆、混凝土在搅拌、运输、使用过程中，做到不洒、不漏、不剩。

(4) 对成品进行严格的保护措施，严禁污染损坏成品。

(三) 现场机械管理

(1) 现场使用的机械设备，按平面布置规划固定点存放，遵守机械安全规程，经常保持机身及周围环境的清洁；机械的标记、编号明显，安全装置可靠。

(2) 清洗机械排出的污水设有排放措施，不得随地流淌。

(3) 在使用的搅拌机、砂浆机等旁设沉淀池，不得将水直接排入沟渠等处。

(4) 确保装运建筑材料、土石方、建筑垃圾等的车辆，在行驶途中不污染道路和环境。

(四) 办公、生活设施

(1) 办公室干净、卫生、整齐。职工宿舍做到通风、明亮、保暖、隔热，地面采用水泥砂浆铺地面砖。

(2) 职工食堂干净、卫生，锅台、锅灶用瓷砖贴面，食堂工作人员在上岗前到当地防疫部门进行健康检查，在取得健康合格证后上岗，操作时穿戴工作服、帽，食物容器上有生熟标记，餐具经过严格消毒。设施防蝇、防鼠措施，职工饮水桶加盖加锁。

(3) 厕所派专人管理，生活垃圾及时处理，有条件的工地设立职工浴室和诊所。

(五) 建设工地良好的文明氛围

(1) 对职工经常性进行文明施工教育，建设一支高素质的职工队伍，提高文明施工措施。

(2) 经常性地对职工进行职业理想、职业责任、职业纪律、职业技能为主要内容的职业道德教育，培养职工良好的职业道德。

(3) 处理好与当地人民群众的关系，积极参与当地精神文明建设。

（六）现场安全、保卫、卫生

(1) 建立健全安全保卫制度，落实治安、防火工作。严格按照公安、消防部门的要求设置防火设施，定期对灭火器等消防设施进行检查，保证防火设施的使用功能。

(2) 施工人员统一佩戴工作卡，做到持证上岗。

(3) 进入现场施工人员一律戴安全帽，遵守现场的各项规章制度。

(4) 经常对工人进行法纪和文明教育，严禁在施工现场打架斗殴及进行黄、赌、毒等非法活动。

(5) 生活区内根据人员情况，设置厕所及淋浴室。并派人专门负责清洗，保证无异、臭味。

(6) 项目经理部设卫生所，负责工地员工的医疗保健，作好防病治病，开展医疗卫生宣传。

第十五章 其他要说明的问题

第一节 做好廉正建设的措施

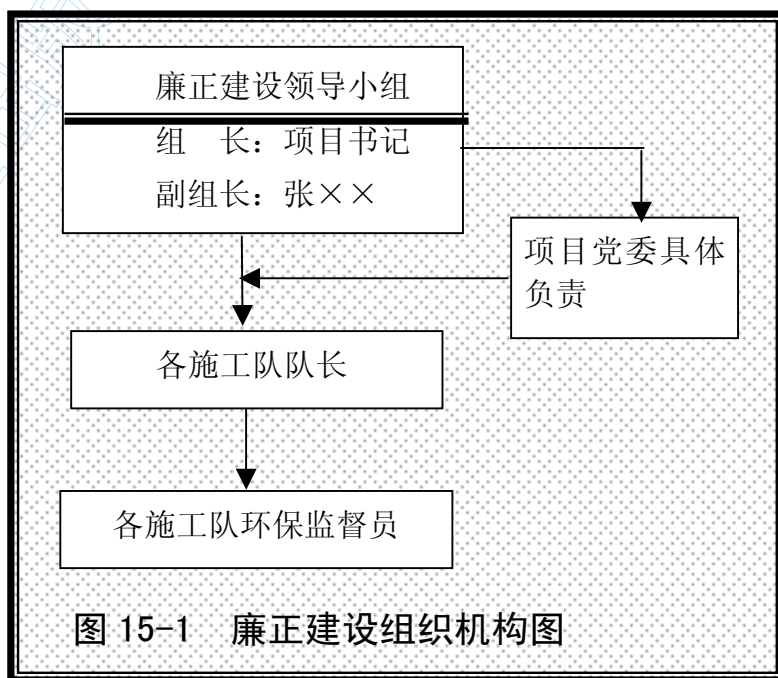
二连浩特至河口国道主干线新广武至原平高速公路雁门关隧道工程(第 6B 合同段)是本段线路的重点工程,作为能参加该项国家重点建设的单位,不但要在施工工期、施工安全、工程质量等方面取得良好的社会信誉,而且还要在施工中建立良好的路地关系,树立良好的国家大型企业形象,因此就要求参加施工的各级领导干部,全体员工在强化文明施工的同时,加强各级人员的思想教育、纪律教育、党性教育,切实加强党风廉正建设。为确保廉正建设在施工现场得到认真贯彻落实,特制定以下措施。

一、加强学习与教育

认真组织各级领导干部学习中央纪委下发的《廉正准则及相关条例》要求,加强有关廉正建设的教育,做好廉洁自律工作。

二、成立廉正建设领导小组

项目经理部设置党风廉正建设领导小组,由项目书记任组长,项目班子成员和一些党员干部与职工群众为成员(见廉正建设组织机构图 15-1-1),对工程建设进行廉正监管;同时由廉正建设领导小组对项目机构逐级签定个人廉正建设包保责任书,实行动态考



核、民主评议,做为人事任免和奖惩的依据。

三、完善各项规章制度，切实落实执行

完善项目经理部各项管理制度，做到有章可循，杜绝各类违法违纪现象的发生，对任何违法违纪行为，一律严肃查处，直至追究其法律责任。

四、加强财务管理、严格财务制度

严格财务管理制度，严格财务审批手续，对项目经理部和施工队财会人员进行业务和思想考核，合格后由集团公司财务部直接委派，在施工中严格执行各项财务制度，加强财务管理，以次规范施工纪律。

五、开展民主评议、实行群众监督

建立项目经理部民主生活会制度，建立制度化的定期会议制度，用“三讲”教育的形式，在各级干部中经常开展警示教育活动，并时刻使每一个党员干部特别是领导干部处于执法监督之中，保持良好的生活作风和工作作风。

六、做到依法经营

处理好对外经营工作，做到说话办事有理、有利、有节，防止腐败滋生，正常的公务活动严格按标准实施；反对以权谋私、行贿受贿，既不违章、也不害人，做到依法经营，经得起市场经济的考验。

七、积极开展批评与自我批评

建立《领导干部报告个人重大事项台帐》，提倡领导干部自查自律，积极开展批评与自我批评，在一定的时间和范围内予以公布，并接受群众和社会、建设单位的监督。

第二节 施工与设计、地方及相临标段的配合方案

一、施工与设计相配合方案

为使工程能够顺利进行，达到质量和工期目标，我们将积极与设计单位配合，为此，施工时要做到以下几点：

1. 施工前积极与设计单位联系，认真搞好技术交底，充分了解设

计意图。

2. 施工中严格遵守设计，按设计图纸施工。现场实际情况若与设计图纸不符时，积极与设计单位联系，进行考察，研究对策，搞好变更设计。

3. 对在施工中遇到的重大技术难点，主动邀请设计单位和其他有关专家，共同商讨，确定方案。

4. 施工后认真编制竣工资料，对在施工中应用到的新技术、新材料、新工艺、新设备，加以总结，形成工法，并反馈给设计单位。

二、施工与地方相配合方案

（一）处理好与当地政府的关系

1. 尊重地方政府

（1）施工准备阶段和进点初期，及时走访各级地方政府，熟悉政府及其部门的职责和业务范围，了解办事程序和习惯做法，掌握当地政府的政策规定，建立联系，进行必要的调查研究，为施工队伍进场顺利开工奠定基础。

（2）谦虚谨慎，主动服从各级地方政府的指导，以取得地方政府的配合和支持。根据需要，邀请当地政府及其有关部门参加施工例会、施工调度会，加强沟通联系。

2. 依靠地方政府

施工过程中，若发生受阻，一方面及时控制事态；另一方面报请地方政府，取得地方政府的支持，由地方政府协调解决。退场前，及时向地方政府通报、协商退场撤点方案，确定移交事项，取得地方政府的理解和支持，帮助顺利撤点退场。

3. 说话算数，取信于人

凡是地方政府委办的事情，都尽力办妥；凡是答应了的事情，都应信守承诺。若确实无力解决的问题，及时说明缘由，解释清楚。

（二）处理好与当地人民群众的关系

1. 在内部管理上，思想教育和严格管理双管齐下，堵塞漏洞，防

止违反群众纪律的现象发生。一旦发生，从严从快处理，不姑息迁就。

2. 施工进场前搞好社情、乡俗调查，对职工进行教育，使职工尊重当地风俗习惯，主动与群众搞好关系，增进团结。

3. 配合地方政府，充分利用当地的广播、电视、报刊等新闻媒介，大力宣扬人民群众积极支援公路建设的先进典型，引导群众关心和支持施工建设。

4. 利用施工间隙为群众兴办公益事业，取得群众的信任。

三、施工与相临标段的配合

本标段与第7合同段紧临，为保证施工生产顺利进行，我们将与兄弟施工单位密切配合、加强沟通，共同建设好本段工程。

第三节 文物保护措施

一、施工中，发现有历史文物、古墓葬、古生物化石及矿藏等，立即停工，及时向当地政府、文物及有关管理部门报告。

二、采取严密的专人看守与保护措施，绝不允许人员移动及损坏任何这类物品。

三、配合文物管理部门做好必要的其他保护。并将对文物遗迹的各类现场保护情况及时书面报告建设单位。

第四节 抗洪防汛技术组织措施及方案

一、抗洪防汛方案

加强组织领导，有针对性的进行抗洪防汛安全教育，提高广大职工的抗洪防汛意识和警觉性。在汛期到来之前，开展抗洪防汛大检查，重点检查抗洪防汛方案是否可行，职工住房环境、设备停放地点、材料储存场所等是否安全可靠，排水、防水设施是否齐备等。并认真执行雨期、雨后两检查制度。

二、组织技术措施

1. 项目经理部成立防汛抗洪领导小组，由书记兼职负责。在汛期，各施工队在项目经理部统一领导下，组成抗洪防汛突击队，明确责任，

落实到人，做好防汛抗洪工作。

2. 施工现场合理布置，制定防汛预案，以防万一，确保人员安全。

3. 汛期到来之前，防汛器材、防雨材料、防护用品、抽排水设备等材料备足，配备发电机确保供电，以防汛期交通受阻，影响工程正常施工。

4. 与当地气象部门保持联系，掌握气象动态，及时了解汛情，以便做好整体工作安排和防雨防汛工作。

5. 坚持汛期防汛抗洪值班制度，遇有险情及时组织力量抢修，并及时与当地政府取得联系。

6. 汛期加强与其他兄弟单位的联系，互相配合，确保安全渡汛。

第五节 成品保护措施

1. 合理安排施工工序，避免或减少工序间的损害和污染，凡下道工序对上道工序会产生损坏或污染的，先采取有效的成品保护措施，防止发生交叉污染和损坏，否则不许开工。一旦发生成品的损坏或污染，及时处理或清除。

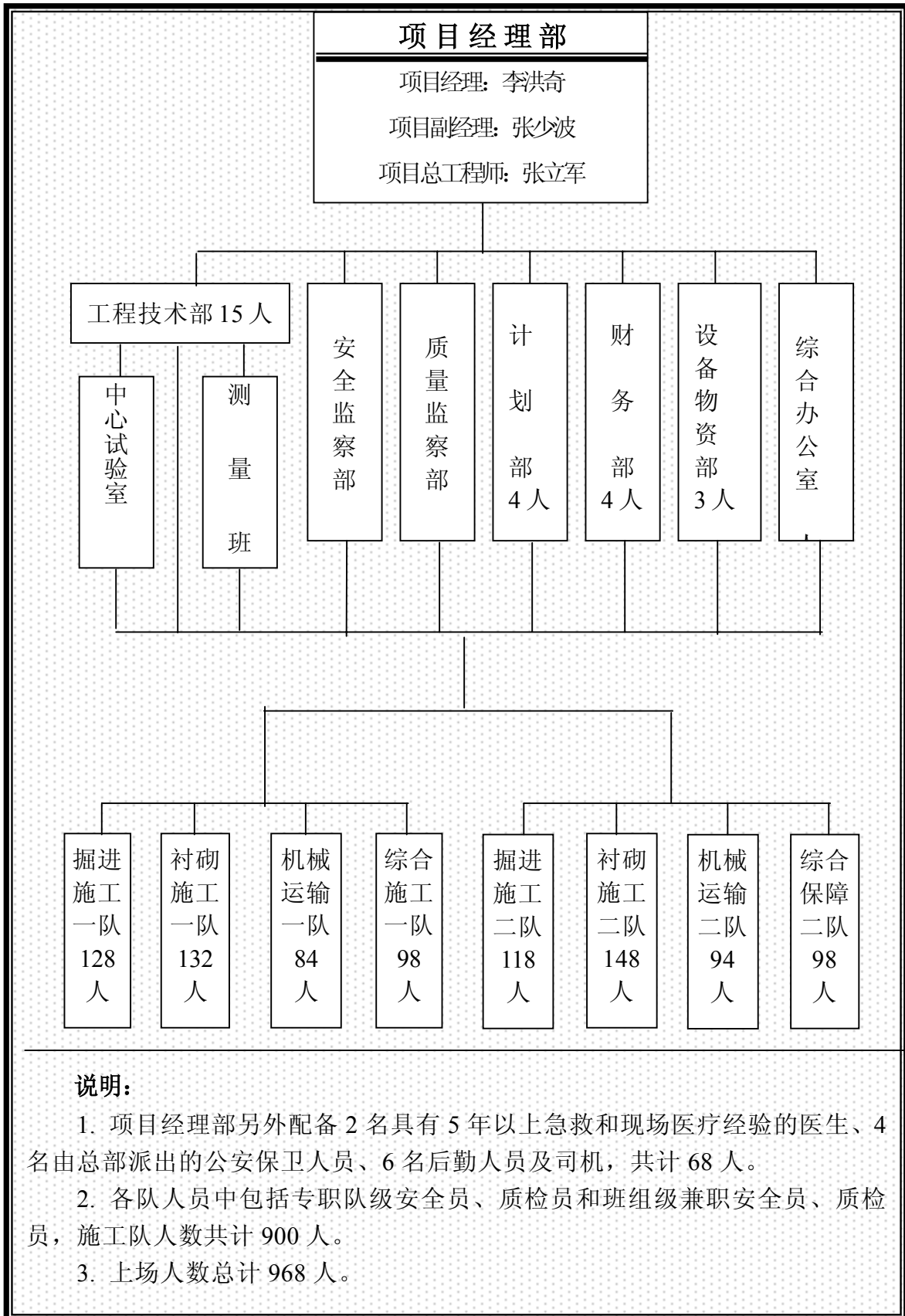
2. 成品、半成品及原材料堆放。严格按施工组织设计中平面布置划定的位置堆放成品、半成品及原材料，堆放确保整齐有序，保护良好。

3. 测量防线后及时施工，以免所放线迹模糊不清。

4. 施工时所有控制桩及标高控制桩随着施工过程加以妥善保护，如果对工程施工造成障碍时，及时补测并重新立桩。

拟为承包本合同工程设立的组织机构图

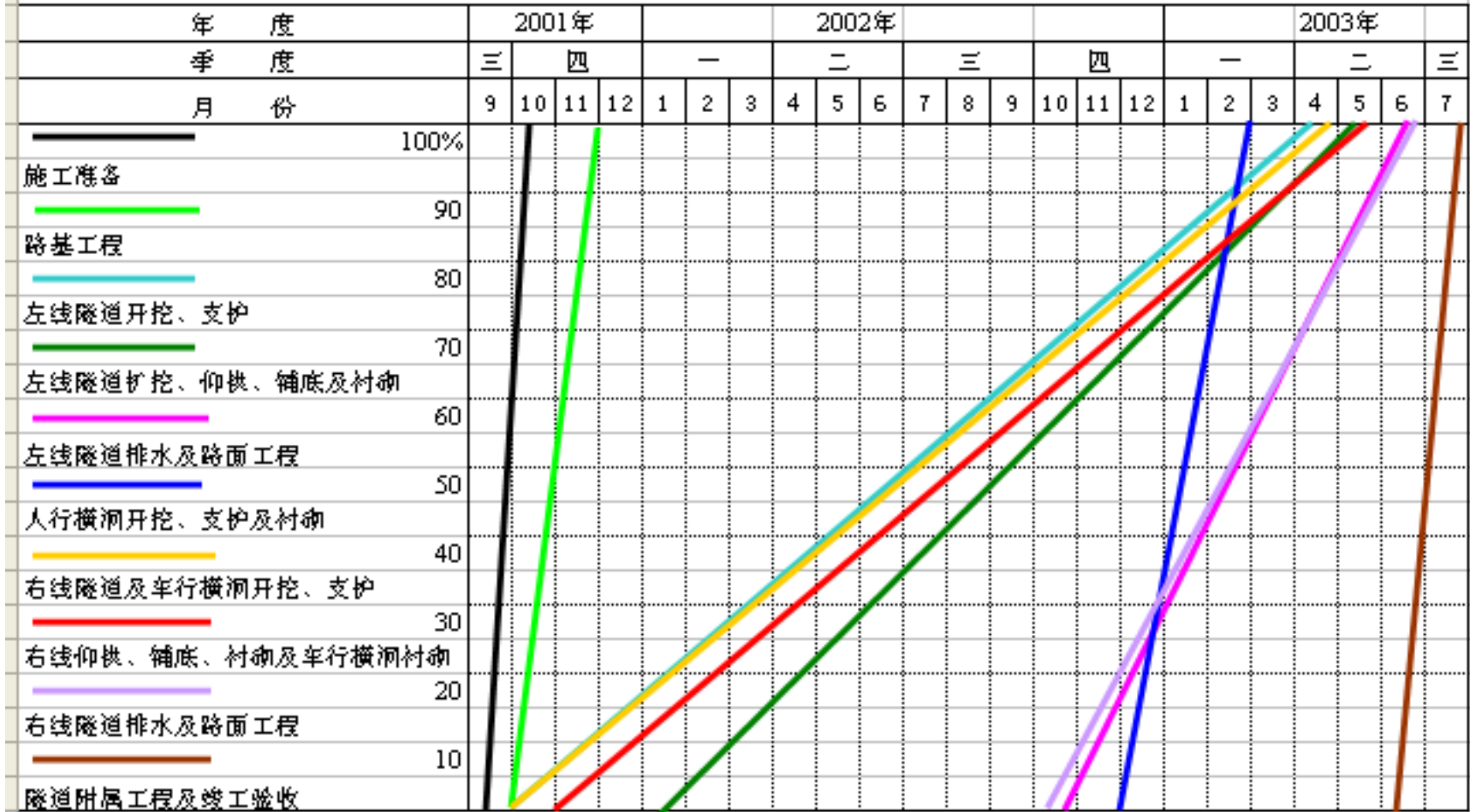
附表 1



分项工程进度率计划（斜率图）

附表2

第 6B 合同段



说明：各个项目的进程可用线条的长短来表示。

主要施工机械表

附表 3

设备名称	型号、产地国	功率、吨位、容积	单位	数量(台)				设备寿命(年)	使用年限(年)
				合计	自有	租赁	新购		
凿岩台车	H174 瑞典		台	2	2			12	3
凿岩台车	H178 瑞典		台	2	2			12	5
锚杆台车	H530 芬兰	30m	台	2	2			12	3
锚杆钻机	YSP45		台	6	6			8	1.7
钢模台车	自制			4	4			4	1
凿岩机	YT28			30	30			4	0.5
湿喷机	TK961 成都			4	4			4	1
注浆泵	郑州 ZTG-60/120			3	3			8	2
注浆泵	UB-3 型			2	2			4	1
灰浆搅拌机	WJW3 太原			2	2			6	2
挖掘机	PC300-6C 日本	220kW 1.25m ³		2	2			8	2.5
短臂挖掘机				2	2			6	1
推土机	TY220 山东	190m ³ /H		2	2			8	1.2
推土机	TD850 陕西	162 kW		2	2			8	3
装载机	ZL50C 柳州	220kW 3m ³		4	4			8	2
装载机	CAT966D 美国	62kW 3.5m ³	1	3	3			8	2
混凝土拌合楼	HZS-25 阜新	25m ³ /h		2	2			8	1.5
混凝土搅拌机	JZC350 山东	12m ³ /h		4	4			8	1
混凝土运输车	MR45-T 华东	6m ³		6	6			8	1.8
混凝土输送泵	HBT60 沈阳	60m ³ /h		4	4			8	1
混凝土振捣器	景县	Z50		60	60				0.5
自卸车	斯太尔 济南	206kW 19t		8	8			2	1

续表

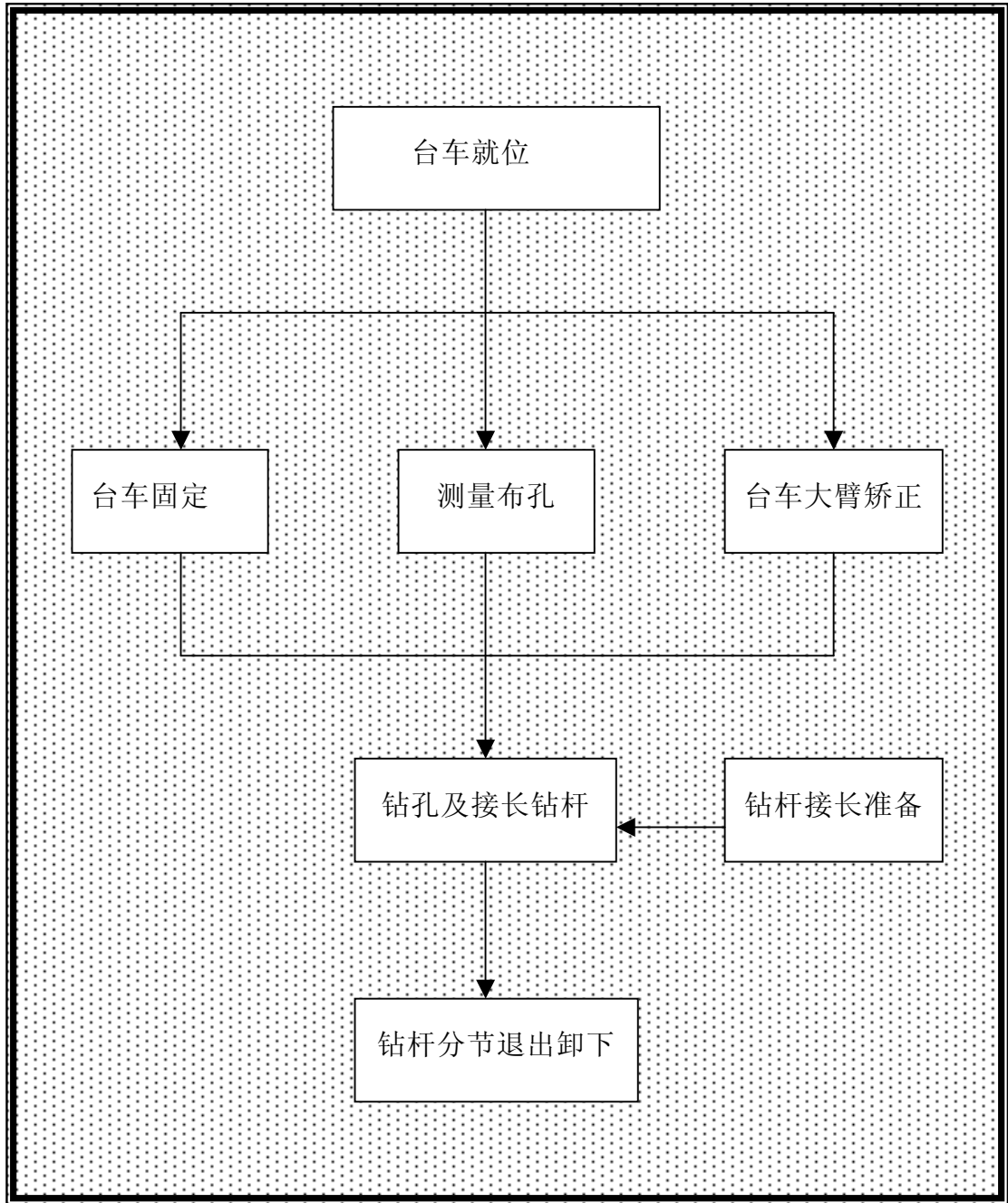
自卸车	A20 瑞典	206kW 19t		10	10			10	0.5
自卸车	重庆铁马	206kW 15t		8	8			10	2
翻斗车	徐州	1t		4	4			10	1
油罐车	BQ1130FJ 北京	5t		2	2			6	3
汽车起重机	QY16C 徐州	16t		2	2			8	3
通风机	tZ63-12.5 天津	1800 m ³ /min		2	2			8	2
通风机	天津	35kVA		2	2			8	3
空压机	徐州	4L-208		8	8			8	3
发电机	200GF 天津	250kVA		3	3			11	2
变压器	JS-630 成都	500kVA		1	1			4	0.5
变压器	成都	400kVA		2	2			4	0.5
变压器	成都	600kVA	台	1	1			4	0.5
多级水泵	D155-30×5 太原	H=150m Q=155m ³ /h		8	8			6	1
变频恒压供水设备	涿州			1	1			8	1
自吸泵	6ZX-2 北京 0			10	10			3	0.5
自吸泵	SS-50 山东			12	12			3	0.5
自吸泵	6hs-9 上海			8	8			3	0.5
钢筋切割机	GQW40 山东	4.0kW		3	3			5	1.8
钢筋弯曲机	GQW40 山东	3.0	台	3	3			5	2
钢筋对焊机	UN75 沈阳	N1-75kW	台	2	2			8	2
电焊机	BX500 山东		台	6	6			4	1
防水板焊接器	浙江		台	4	4			6	1
洒水车	SZQ5130 十堰		台	1	1			6	3
内燃空压机	VY9/7 柳州		台	2	2			8	1.6
混凝土摊铺机	HtG6000		台	2	2			8	2
光轮压路机	YZ18 徐州		台	1	1			8	2
振动压路机	YZK200 洛阳		台	1	1			8	2
平地机	PY160B 天津		台	1	1			8	1.3
稳定土拌和站	WLQ300 山东		台	1	1			8	2
打气泵			台	8	8			3	0.5

拟投入本合同段主要测试仪器、设备表 附表 4

序号	仪器设备名称 (种类、型号、产地)	数量	出厂 年份	设备完 好程度	功率 (kW)	能力
1	液压万能材料试验机 WE-300KN 济南	1	1998.11	良好	1.5	
2	电动压力试验机 YE-2000KN 无锡	1	1999.6	良好	1.5	
3	混凝土抗渗仪 HS-40 天津	1	1998.5	良好	0.5	
4	混凝土振动台 1m ²	1	1999.9	良好	0.5	
5	混凝土砂浆比长仪	1	2000.2	良好		
6	混凝土标养设备 北京	1	1999.10	良好	3.1	
7	混凝土钻孔取样机 天津	1	1998.7	良好	0.5	
8	混凝土含气量测定仪 SQ-1 北京	1	2000.5	良好		
9	水泥净浆搅拌机 SJ-160B 无锡	1	2000.6	良好	1.0	
10	水泥胶砂搅拌机 无锡	1	1999.12	良好	1.0	
11	水泥胶砂振实台 GI-85B 无锡	1	1999.5	良好	0.5	
12	水泥抗折试验机 DKZ-600 无锡	1	1999.5	良好	1.0	
13	水泥负压筛析仪 FSY-150 无锡	1	2000.1	良好	1.0	
14	水泥胶砂流动度仪 电动 无锡	1	2000.7	良好	0.5	
15	水泥安定性沸煮箱 CF-A 无锡	1	1999.5	良好	3.0	
16	水泥加速养护箱 SY-84B 无锡	1	1999.6	良好	2.0	
17	水泥比表面积测定仪 NtB 无锡	1	2000.7	良好		
18	水泥凝结时间测定仪 无锡	1	1998.9	良好		
19	水泥软练胶砂试模 40×40×160 无锡	6	1998.11	良好		
20	水泥抗压夹具 无锡	1	1999.5	良好		
21	砂子筛 0.08-10mm 上虞	1	1999.2	良好		
22	石子筛 2.5-100mm 上虞	1	2001.1	良好		
23	砂石振筛机 XSBP 上虞	1	2000.11	良好	0.8	

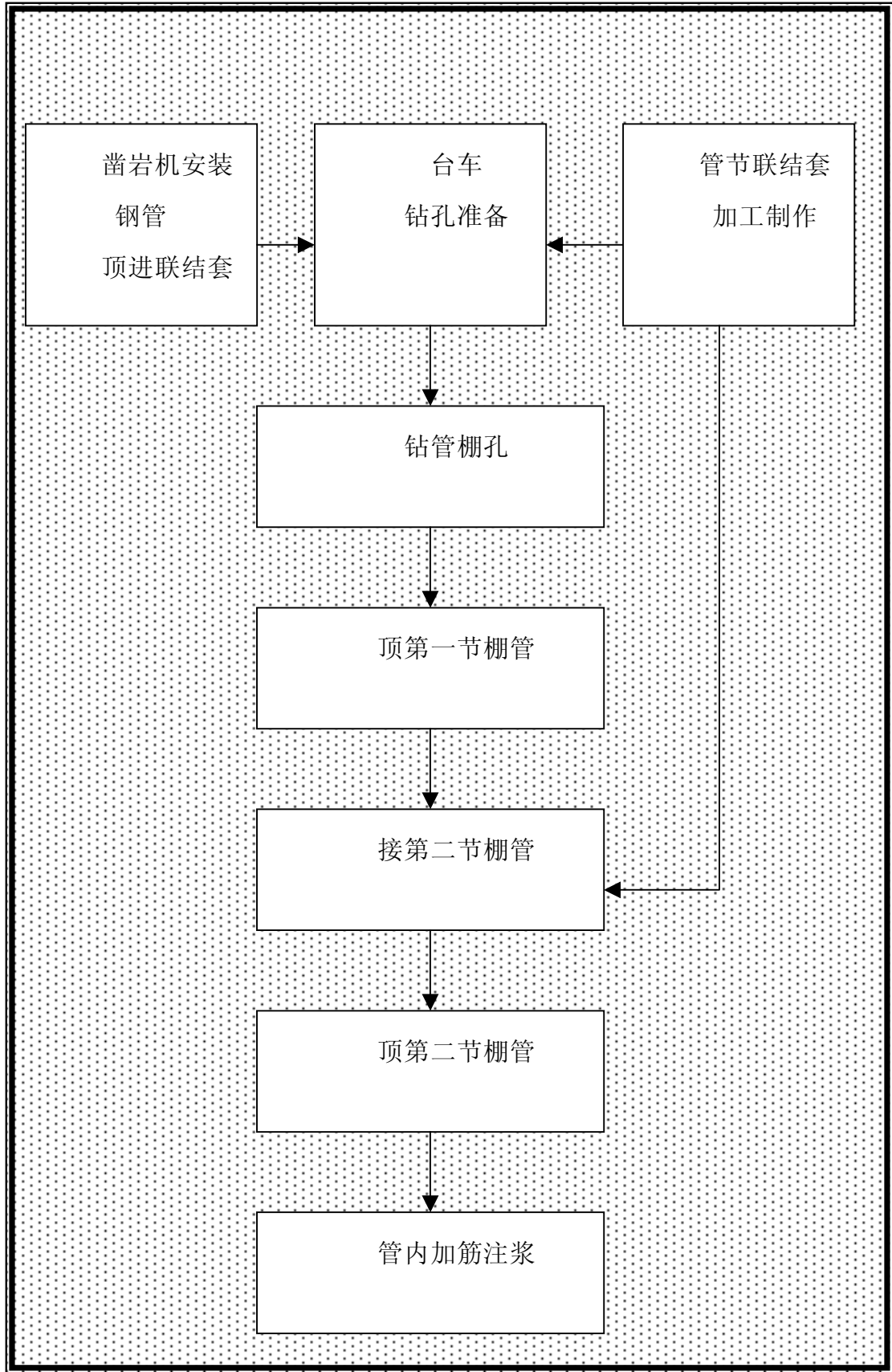
续表

24	砂石容积升	1-20L	上虞	1	2000.12	良好		
25	标准测力计	2000KN	天水	1	1999.6	良好		
26	活塞式压力计		沧州	1	1999.7	良好		
27	洛氏硬度仪		吴忠	1	1999.10	良好		
28	标准击实仪	DJD-2	南京	1	1998.12	良好	1.0	
29	分析天平	0.0001g	上海	1	1998.11	良好		
30	电热鼓风干燥箱	550×450	重庆	3	1999.12	良好	2.0	
31	电热恒温干燥箱	350×350	重庆	2	1998.11	良好	2.5	
32	低温冰箱	-30℃	日本	1	1999.7	良好	2.0	
33	瞬态动力应变仪		武汉	1	1998.11	良好		
34	含水量测定仪	tSC-1		1	1998.11	良好		
35	全站仪	540A	瑞典	2	1999.9	良好		
36	经纬仪	DJ2	北京	4	1998.11	良好		
37	水平仪	S ₃	北京	4	2000.10	良好		
38	收敛计	ZW-1		4	1998.11	良好		
39	物探仪			1	1998.12	良好		
40	挂钩式钢尺			4	1999.5	良好		
41	断面仪			1	1999.11	良好		
42	镭射水平仪			2	2000.6	良好		
43	激光准直仪	StZ		4	2000.5	良好		
44	陀螺仪			2	200.4	良好		
45	tSP202 地质雷达系统		德国	1	1998.11	良好		
46	混凝土试模	20×20×20		30	1999.10	良好		
	南京							
47	砂浆试模	10×10×10	南京	15	1999.10	良好		
48	弯沉仪		南京	2	2000.3	良好		

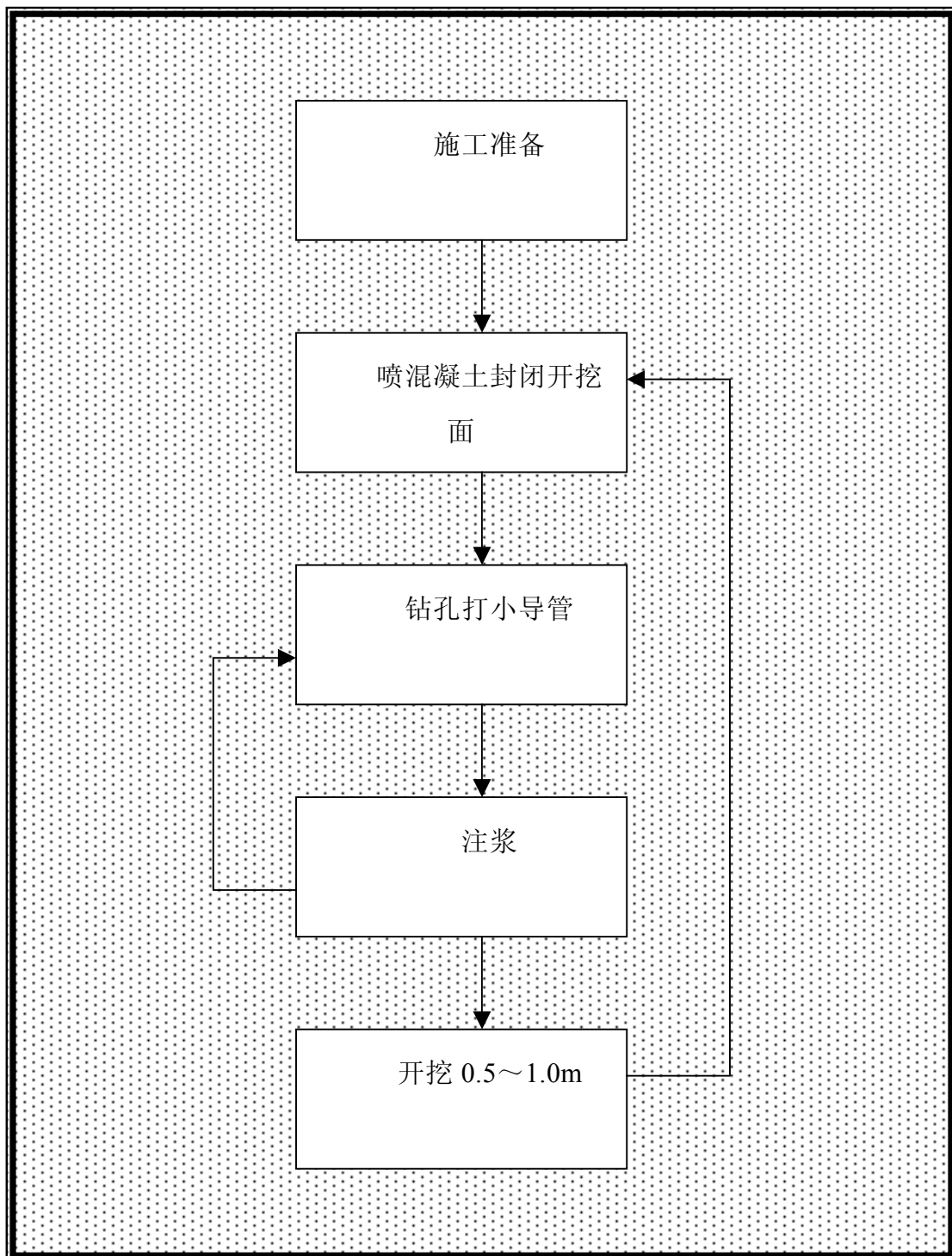


附图 5-1 钻深孔工艺流程图

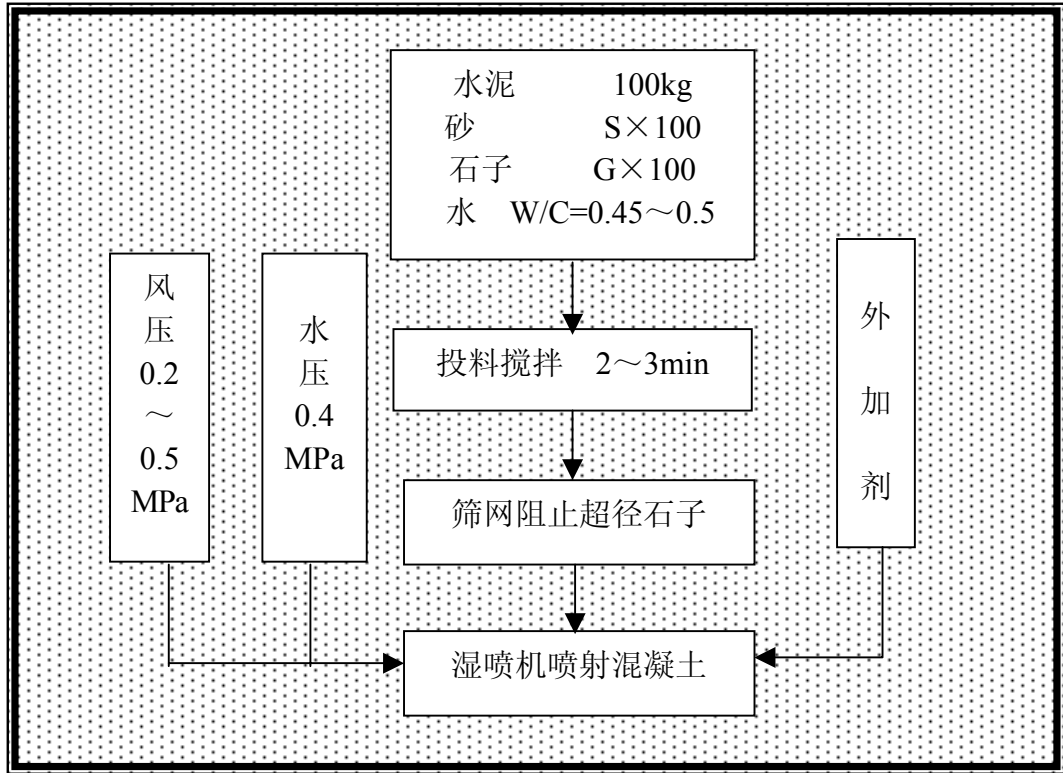
中国建



附图 5-2 顶管工艺流程框图

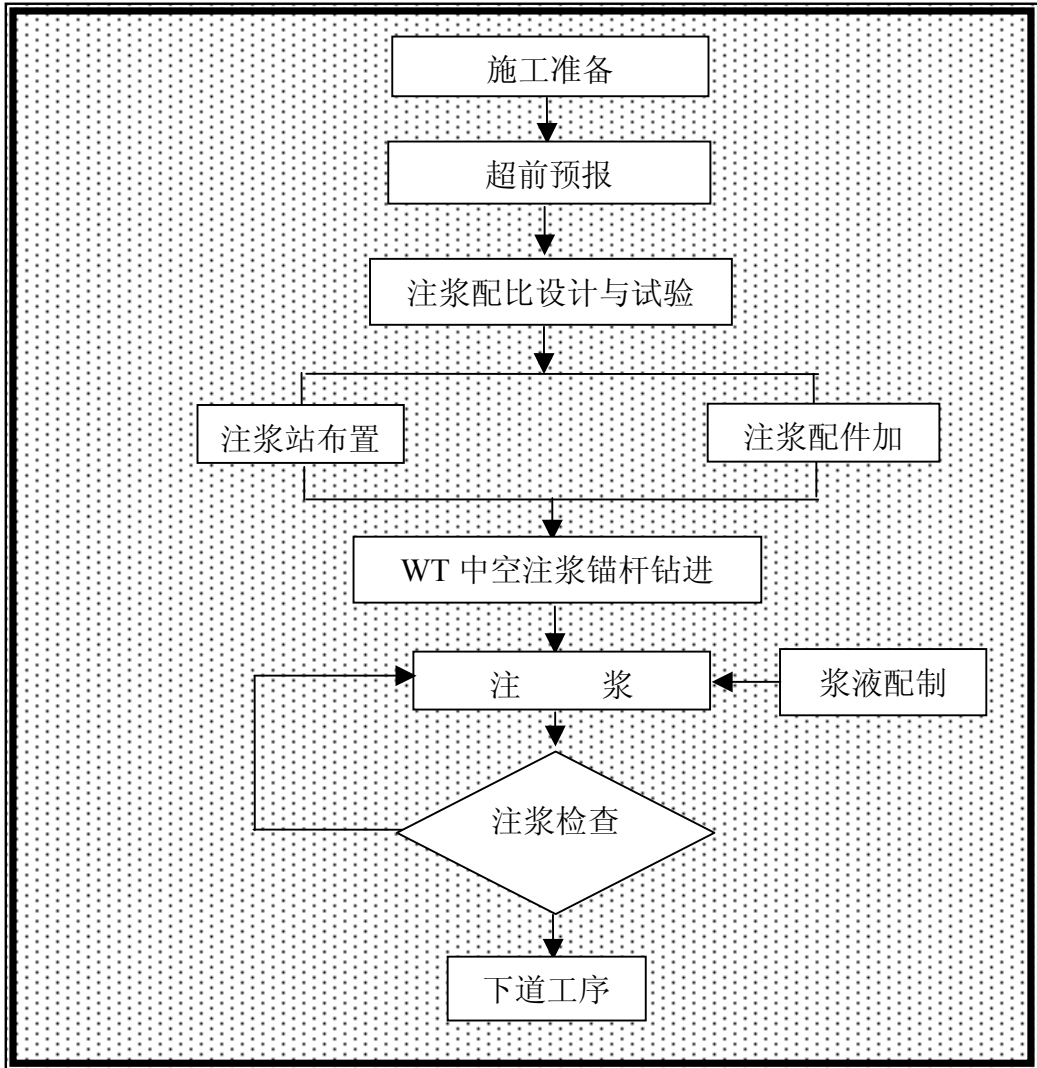


附图 5-3 小导管注浆施工工艺框图

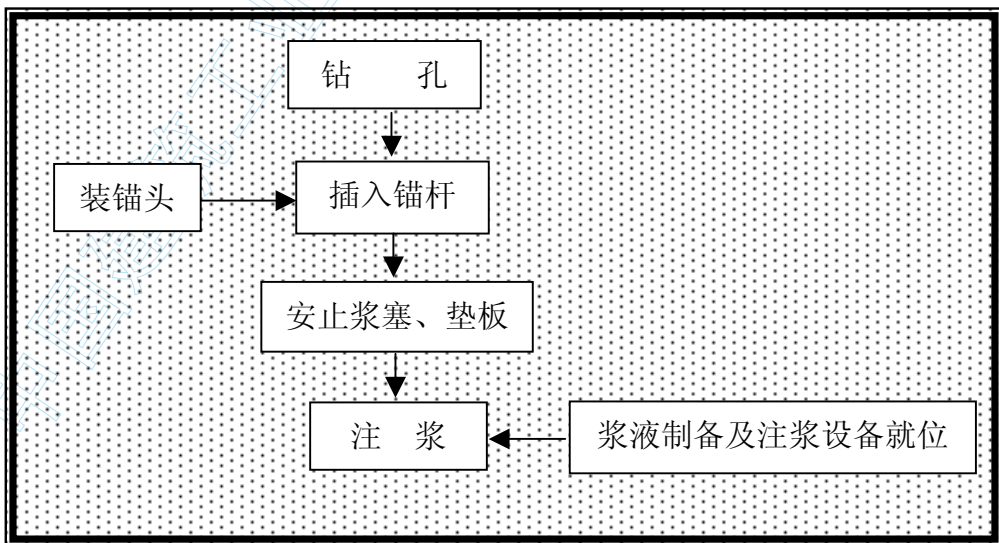


附图 5-4 湿式喷射混凝土工艺框图

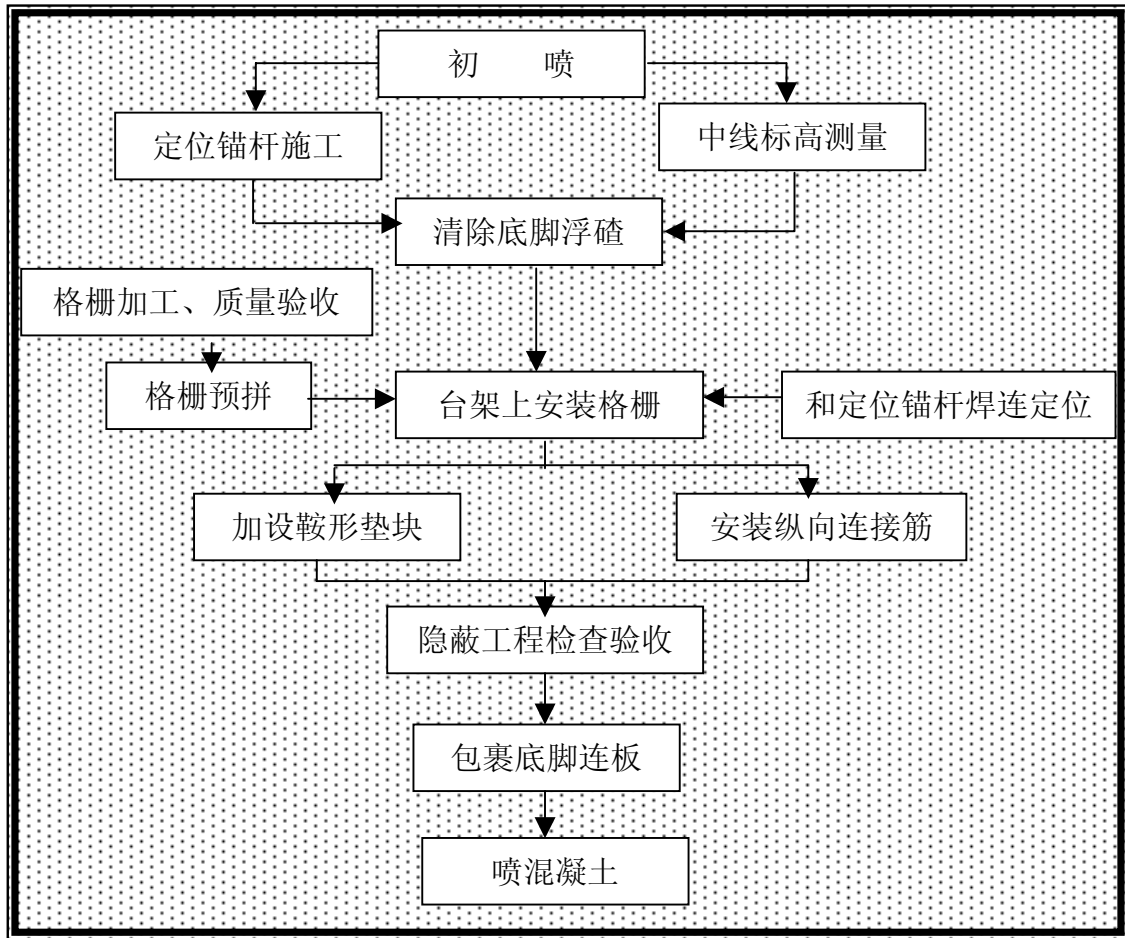
中国建筑工业出版社



附图 5-5 自进式锚杆施工流程图



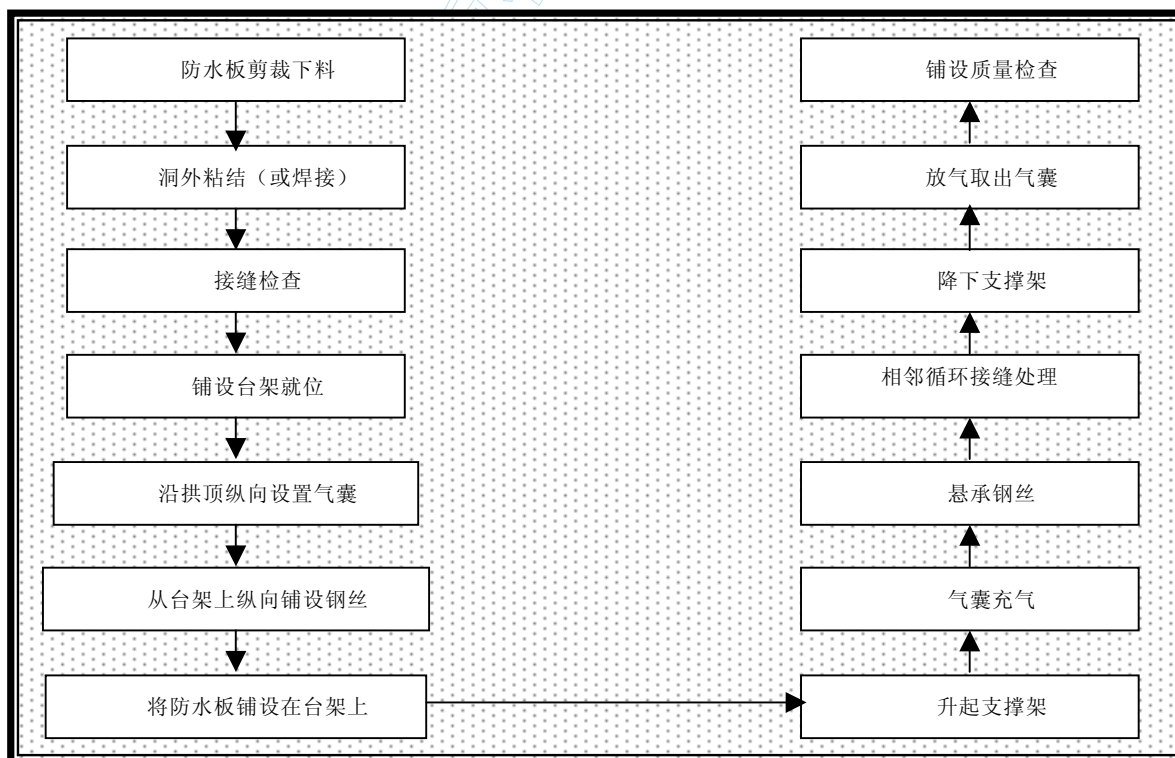
附图 5-6 砂浆锚杆施工工艺框图



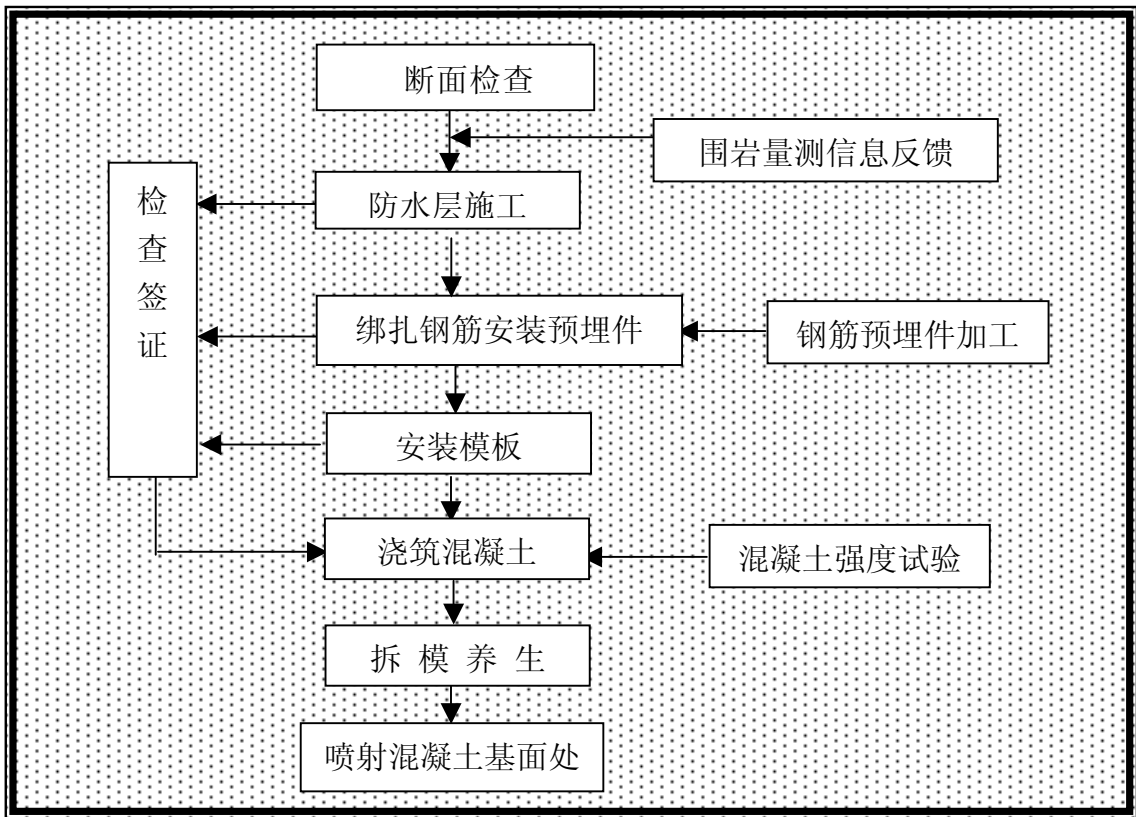
附图 5-7 型钢和格栅钢架安装工艺流程图



附图 5-8 防干扰作业平台施工工艺流程图

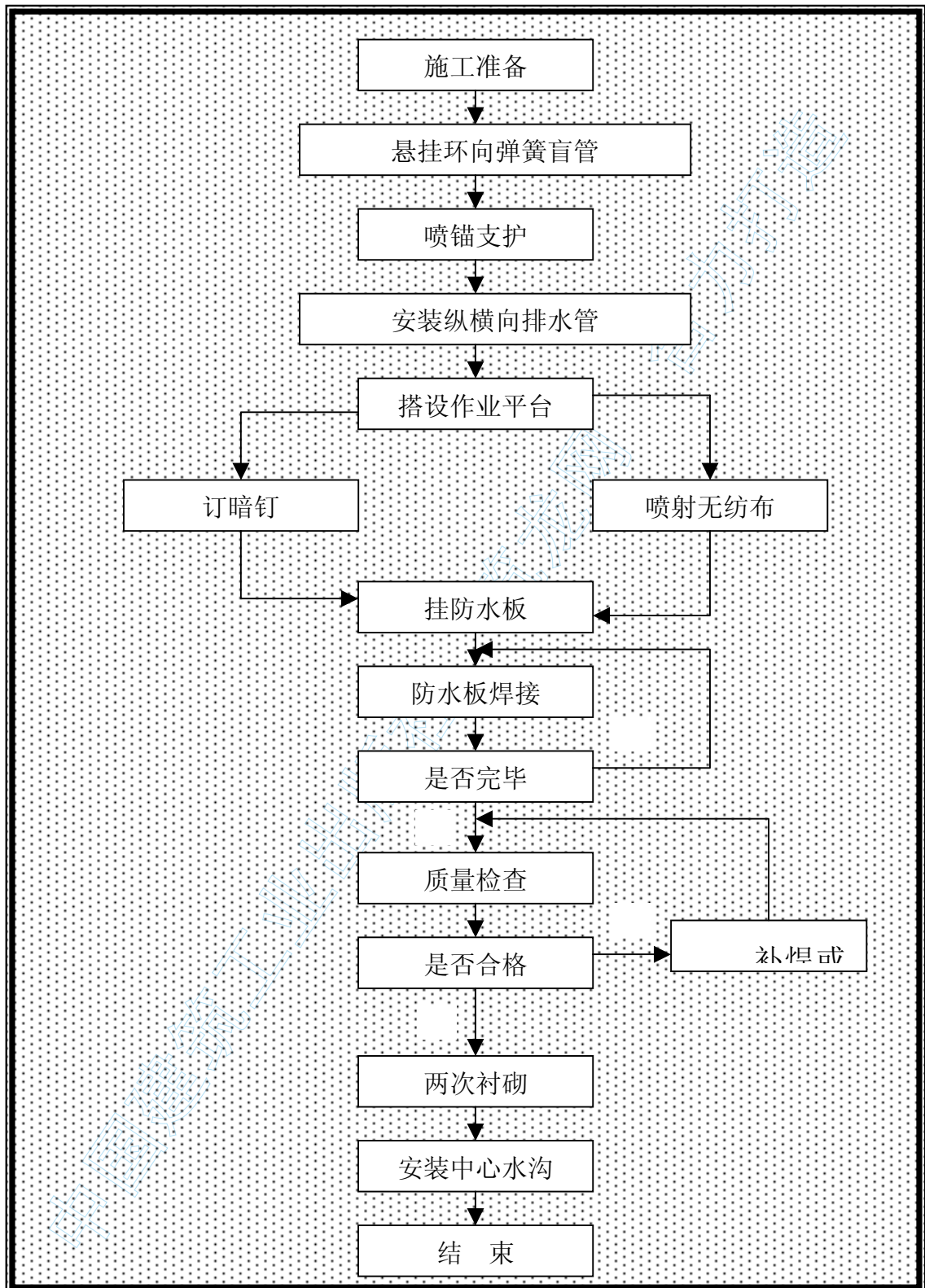


附图 5-9 无钉铺设防水板施工工艺框图

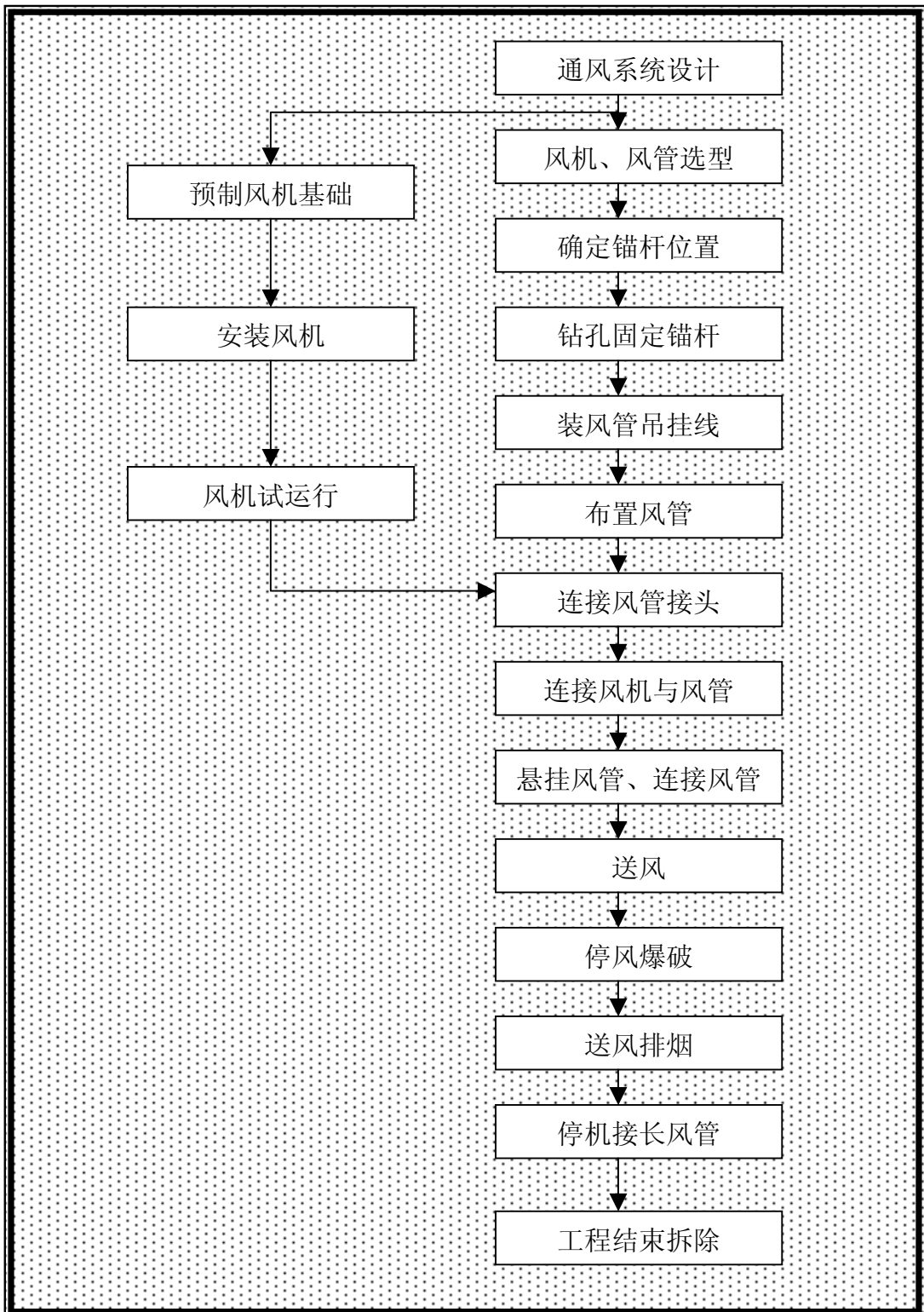


附图 5-10 两次模筑衬砌工艺框图

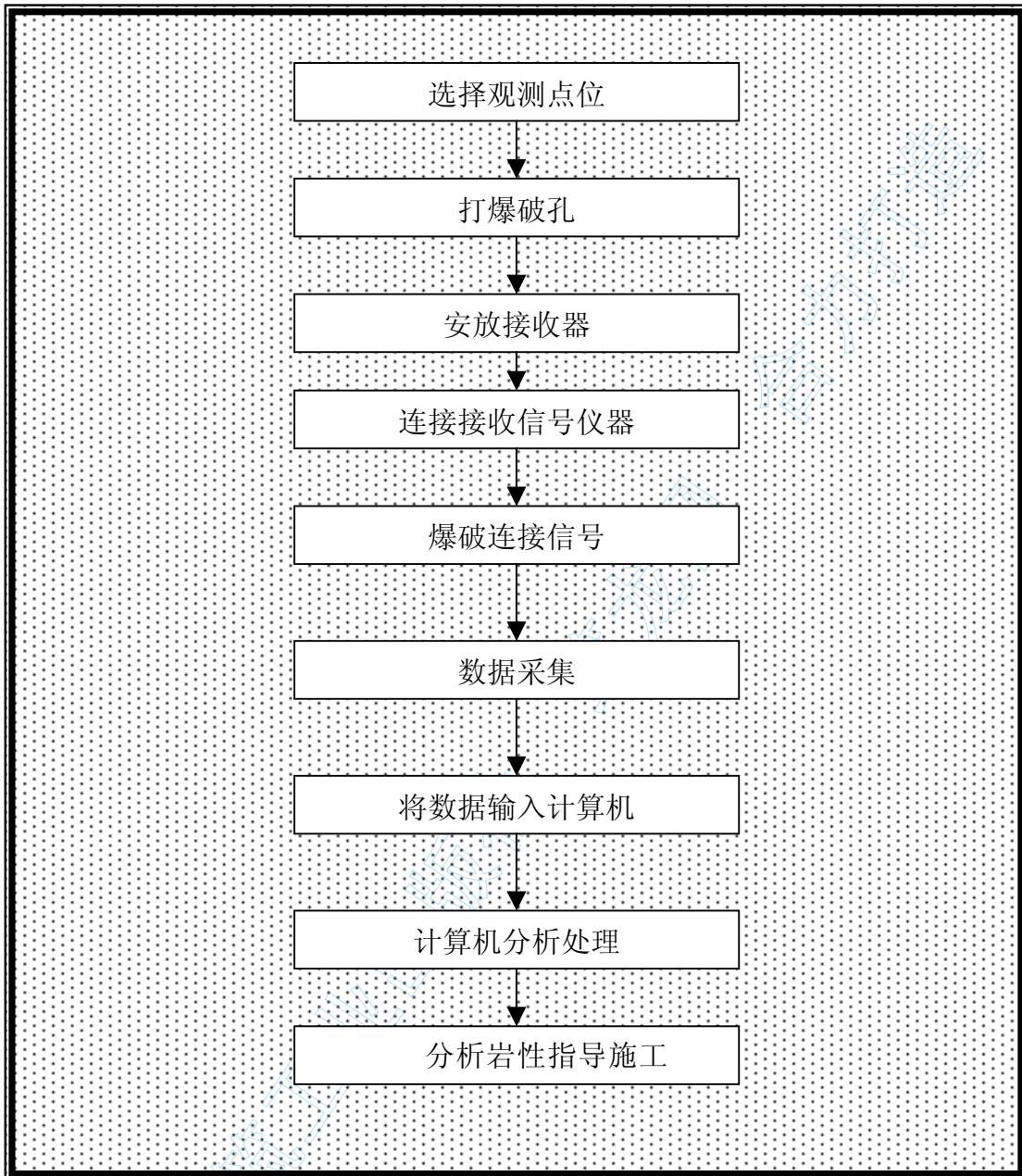
中国建筑工业出版社



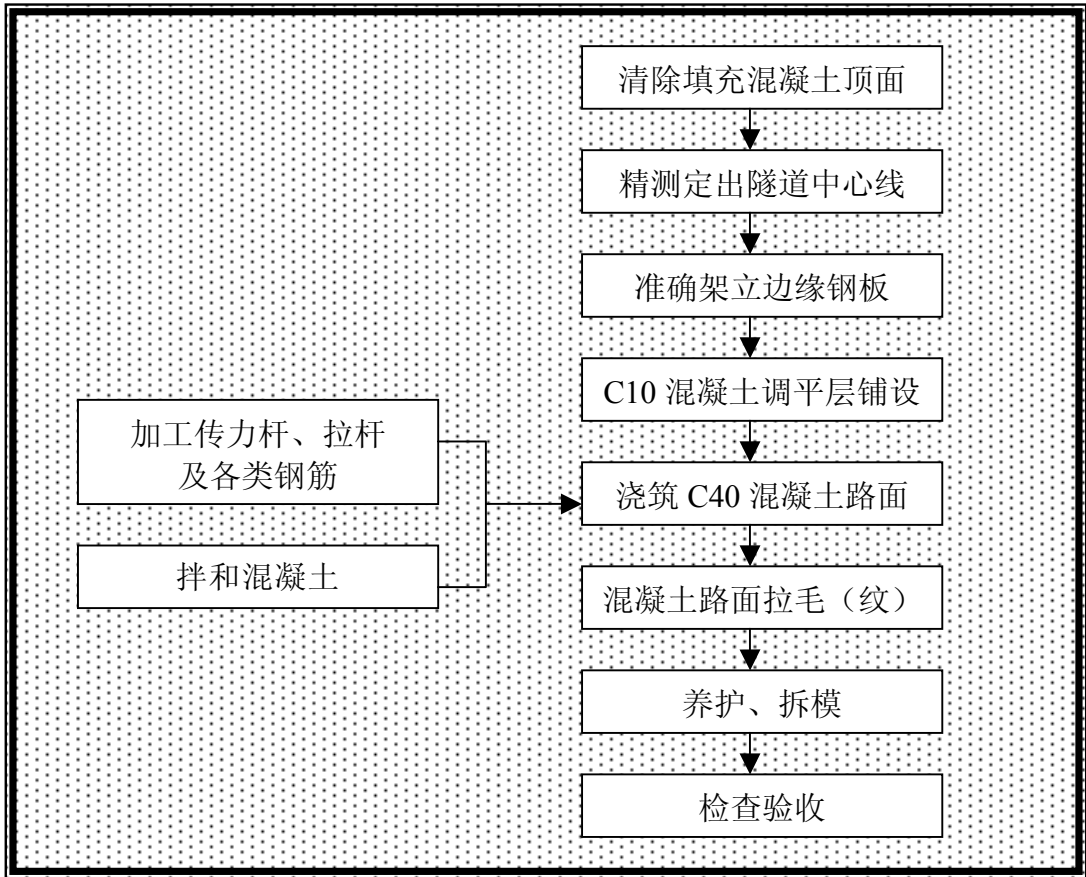
附图 5-11 防排水施工工艺框图



附图 5-12 通风作业施工工艺流程框图



附图 5-13 地质超前预报工艺流程图



附图 5-14 路面施工工艺流程图

中国建筑工业出版社

临时用地计划表

附表 6

用途	面积 (m ²)				需用时间 年月日至年 月日	用地位置		
	菜地	水田	旱地	果园		桩号 (ZK112+)	左侧 (m)	右侧 (m)
一、临时工程								
1. 便道			1200		2001.9.15~ 2003.7.31			
2. 便桥			150		2001.9.15~ 2003.7.31	840	60	
3. 便涵			60		2001.9.15~ 2003.7.31	960	120	
二、生产及生活临时设施								
1. 临时住房			3500		2001.9.15~ 2003.7.31	960	200	
2. 办公等公用 房屋			360		2001.9.15~ 2003.7.31	960	170	
3. 水泥库			600		2001.9.15~ 2003.7.31	940	140	
4. 砂石料场			3000		2001.9.15~ 2003.7.31	940	100	
5. 油库			300		2001.9.15~ 2003.7.31	850	800	
6. 炸药库			240		2001.9.15~ 2003.7.31	710		850
7. 材料场			1800		2001.9.15~ 2003.7.31	860	100	
8. 钢筋加工间			400		2001.9.15~ 2003.7.31	900	120	
9. 配件库			120		2001.9.15~ 2003.7.31	820	20	
10. 空压机房			200		2001.9.15~ 2003.7.31	825	25	
12. 医务室			120		2001.9.15~ 2003.7.31	830	100	
13. 机械停放场			1200		2001.9.15~ 2003.7.31	920	120	
14. 配电所			600		2001.9.15~ 2003.7.31	810	200	
15. 高位水池			60		2001.9.15~ 2003.7.31	710		110
租用面积合计			13910					

外供电力需求计划表

附表 7

合同段：6B

用电位置		计划用电	用途	需用时间	备注
桩号	左或右	数量 (kwh)		年 月至 年 月	
ZK112+900		548600	用于生活用电	2001.09~2003.07	
ZK112+830		5755614	用于左线洞口、洞内开挖支护施工	2001.09~2003.04	含左线路基
YK112+815		5799718	用于右线洞口、洞内开挖支护施工	2001.09~2003.04	含右线路基
ZK112+830		761579	用于左线洞内衬砌施工	2002.01~2003.04	
YK112+815		767414	用于右线洞内衬砌施工	2002.02~2003.05	
ZK112+830		63229	用于左线路面施工	2002.10~2003.06	
YK112+815		63714	用于右线路面工程	2002.10~2003.07	