

第一章 总 则

一、编制阐明

湖北沪蓉国道主干线是我国公路主骨架网“五纵七横”中的“一横”，湖北省宜昌至恩施高速公路是其重要的构成部分，同步也是湖北省高等级公路网规划“五纵三横一环”中重要的“一横”，是鄂西南地区必不可少的重要运送通道。

沪蓉西 21 协议段工程是该项目中施工条件最恶劣、难度最大的工程，其中庙垭隧道地处构造侵蚀、溶蚀峰丛槽谷、峰丛峡谷中山地貌区。进口段为支井河西岸，属构造侵蚀、溶蚀“V”形峡谷地貌，地面标高 670~1200m，相对高差约 530m，山坡陡峻，自然坡度多在 45° 以上，植被较发育；隧道洞身重要穿越碳酸盐构造侵蚀、溶蚀峰丛槽谷及峰丛洼地中山地貌区，山体呈浑圆状，峰顶标高一般 1300m 左右，最高 1420m，槽谷标高 1100~1200m，相对高差约 200~300m；出口段位于中坝侵蚀、溶蚀“箱”形槽谷地貌，地面标高 820~1000m，相对高差约 180m，谷地平缓，山坡陡峻，自然坡度多在 30° 左右，植被发育，多生长灌木林，水土保持很好。洞身及进洞口均无公路直达，交通极不便利。因此，我单位在中标进场后，积极组织人力设备，踏勘现场，研究方案，修建便道和施工场地，为工程的顺利动工做好准备。同步，为了给工程的开展提供指导，保证本工程优质、按期竣工，特制定此《庙垭隧道实行性施工组织设计》（如下简称《施组》），做为施工中的指导性方案和各项指标的检查评价原则。

二、编制根据

（一）沪蓉西高速公路第 21 协议段工程施工招标文献、设计图纸。

（二）我单位组织技术人员对施工现场及周围环境进行踏勘和调查后获得的详尽资料。

(三)中华人民共和国交通部现行公路设计规范、施工规范、施工技术规程、质量评估原则与验收措施。

(四)省、市人民政府及有关部门在施工安全、文明施工、环境保护及当地资源管理方面的规定与规定。

(五)业主及监督、监理单位针对本工程提出的详细的规定与原则。

(六)我单位拥有的同类工程的施工经验及设备和技术储备、施工能力。

三、编制原则

本《施组》重要遵照保证安全、保证质量、保证工期、控制污染、节省用地的原则进行编制，各项措施和原则的制定均以这五项原则为基本出发点。

第二章 工程概况

庙垭隧道位于恩施土家族苗族自治州巴东县境内，隧道进口位于野三关镇支井河村，出口位于大支坪镇中坝村。本隧道为分岔式隧道，宜昌端为从连拱隧道过渡到小间距的分岔形式，恩施端为原则间距上下分离式隧道，其中左线隧道长 2529m，右线隧道长 2510m。考虑隧道所处位置地形条件、地质条件、施工措施、综合造价等影响原因，庙垭隧道出口端大部分地段左右洞室测设线间距控制在 40m 左右。左右线隧道进出口及洞身段均位于直线或不设超高的圆曲线上。左右线隧道纵坡均为-2.09%的单向下坡。本隧道左右线隧道运行采用全纵向式机械通风方案。

一、构造型式

本隧道为部分上下线分离的四车道高速公路分岔隧道，宜昌端为从连拱隧道过渡到小间距的分岔形式，恩施端为原则间距上下分离式隧道，其中左线隧道长 2529m，右线隧道

长 2510m。隧道主洞单洞建筑限界净宽 9.75m，净高 5.0m

，采用三心圆曲墙式衬砌。在原则分离段（宜昌端）隧道内侧（左侧）检修道下设置一种尺寸为70×50的电缆沟，外侧（右侧）设一90×50的消防沟、电缆沟，在隧道路面下两侧均设置 ϕ 30cm侧式排水盲沟；在宜昌端分岔段，隧道外侧消防沟、电缆沟与原则分离段（恩施端）一致，内侧（左侧）电缆沟受净空限制采用变宽形式。

二、技术原则

- （一）公路等级： 高速公路
- （二）设计行车速度： 80km/h
- （三）隧道单洞建筑限界净宽：9.75m
- （四）隧道建筑限界净高： 5.0m
- （五）整体式路基宽度： 24.5m
- （六）分离式路基宽度： 2×12.5m

三、水文、地质概况

（一）地形地貌

隧道地处构造侵蚀、溶蚀峰丛槽谷、峰丛峡谷中山地貌区。进口段为支井河西岸，属构造侵蚀、溶蚀“V”形峡谷地貌，地面标高670~1200m，相对高差约530m，山坡陡峻，自然坡度多在45°以上，植被较发育；隧道洞身重要穿越碳酸盐构造侵蚀、溶蚀峰丛槽谷及峰丛洼地中山地貌区，山体呈浑圆状，峰顶标高一般1300m左右，最高1420m，槽谷标高1100~1200m，相对高差约200~300m；出口段位于中坝侵蚀、溶蚀“箱”形槽谷地貌，地面标高820~1000m，相对高差约180m，谷地平缓，山坡陡峻，自然坡度多在30°左右，植被发育，多生长灌木林，水土保持很好。

318国道从隧道北侧约8Km

处平行于拟建隧道延伸，有简易公路达隧道出洞口区中坝槽谷，洞身及进洞口均无公路直达，交通极不便利。

（二）地质构造

1、地质

隧道区大地构造部位处在新华夏系第三隆起带扬子准地台恩施台褶束单元，重要构造形迹展布方向为北东至北北东向。区域内褶皱重要为清太平复式向斜，向斜轴向北东至北北东，隧道区内重要构造形迹有支井河背斜、中坝倒转向斜及F16、F17、F18断层。

支井河背斜：发育于隧道进口段，系次级复式背斜北西翼，轴向北东，出露地层为 T_{1d}^2 碳酸盐岩，产状 $2023^\circ \angle 19^\circ$ ，路线与地层走向呈小角度斜交。

中坝倒转向斜：发育于隧道出口段，属强烈挤压形成的紧密型褶皱，轴向北北东，轴面倾南东，倾角 80° ，核部在中坝槽谷一线，地层为 T_{1j}^3 ，两翼地层为 T_{1j}^2 ，岩性均为碳酸盐岩类，岩层产状 $310^\circ \angle 70^\circ \sim 80^\circ$ ，轴面两侧产状一致，岩层发生倒转，路线与地层走向呈大角度斜交。

F16逆断层（堰塘湾断裂）：发育于ZK122+304处三叠系大冶组上段（ T_{1d}^2 ）薄～中层状灰岩中，为左旋逆断层，倾向NW，倾角 80° ，断裂带宽15m左右，地表串珠状落水洞发育，物探低阻异常，由碎裂岩、构造角砾岩等构成。

F17逆断层（木瓜水断裂）：发育于ZK122+304左侧200m处三叠系大冶组上段（ T_{1d}^2 ）薄～中层状灰岩中，为F16逆断层所切割，断裂带宽约30m，由碎裂岩、构造角砾岩等构成，为右旋逆断层，倾向 140° ，倾角 85° ，远离拟建隧道，对隧道施工无影响。

F18断层：发育于ZK122+730三叠系下统大冶组上段微晶灰岩（ T_{1d}^2 ）中，物

探低阻异常，断层两盘岩层产状差异大，地表岩溶发育。

隧道区岩石节理裂隙较发育，易与层面组合在薄层岩石中形成危岩体，对隧道围岩稳定性有一定影响。

2、地表水

本隧道为越岭隧道，隧道穿越支井河水系与中坝水系（七道沟水系）间的溶蚀峰丛槽谷及峰丛洼地中山区。洞身段地表水系不发育，无常年性地表水体，洞体上方地表主沟谷有叉斗坪窝坑(YK121+710)及尹家包瓦屋场(YK122+350)岩溶槽谷。主沟谷一般无地表径流，但溶蚀漏斗及串珠状落水洞发育，降水形成的地表面流汇集低洼处沿垂直岩溶管道入地下，转化为地下径流。

洞身段大气降水形成的地表面流汇集低洼处沿垂直岩溶管道灌入地下，转化为地下径流，是隧道涌（突）水的重要水源，对隧道施工影响较大；进、出口段的支井河及中坝河底面标高远低于隧道底面标高，地表河水对隧道无影响。

3、地下水

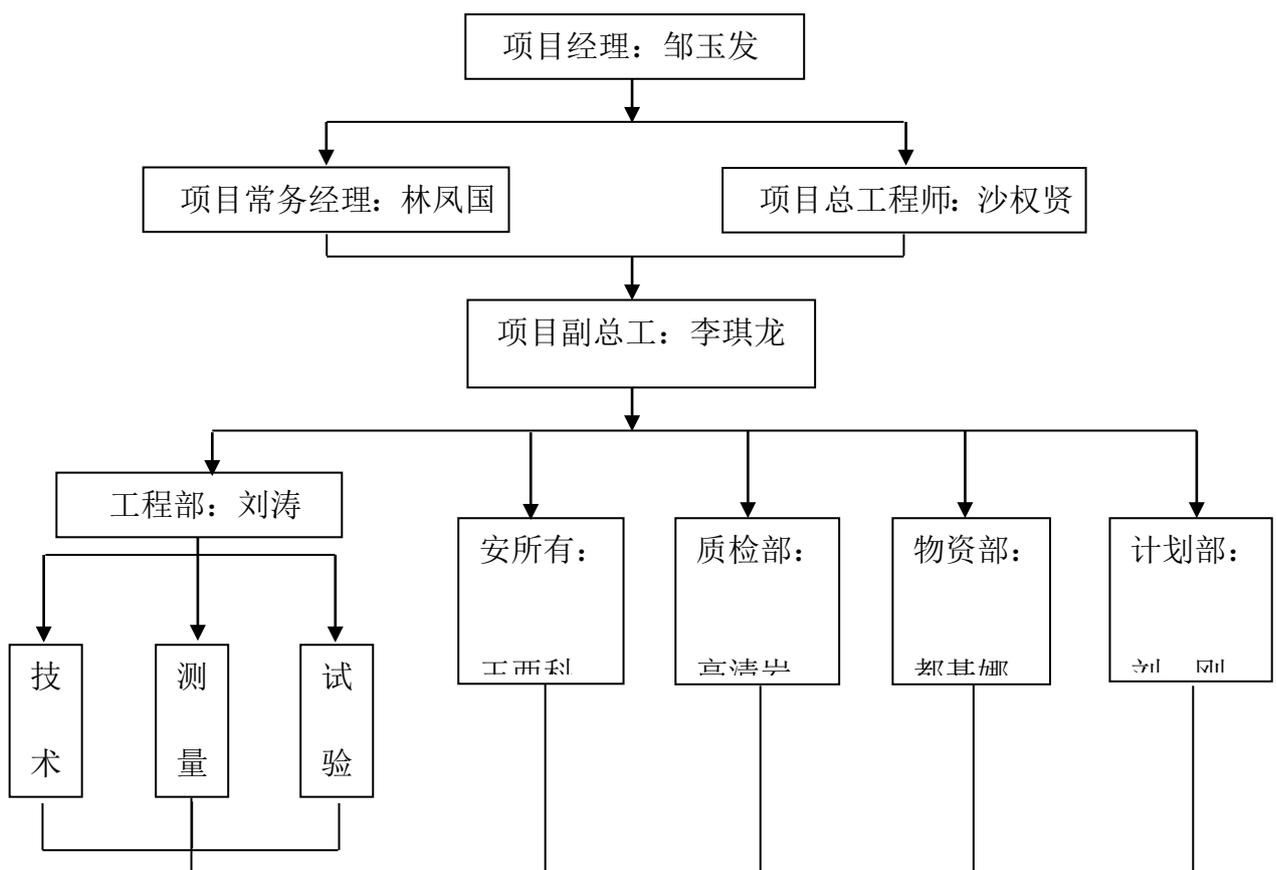
该隧道水文地质区东起支井河，西至中坝河，河流为SN、NE走向。地貌形态以中山为主，最高可达1420m以上。单元区内地下水重要接受大气降水补给。大气降水形成的地表面流沿地表岩溶汇集、灌入，补给地下水。地下水基本以地表分水岭为界，分水岭以东向南东迳流，以岩溶泉形式排泄于隧道区南侧支井河；分水岭以西向南西迳流，以岩溶泉形式排于中坝河（七道河）。地下水重要有孔隙水、构造裂隙水及岩溶水。孔隙水水量较小，仅于雨后局部坡面浅层出现，对隧道施工影响较小；构造裂隙水水量较大，物探低阻异常，断层两盘岩层产状差异大，地表岩溶发育，含导水性好，对工程施工影响较大；岩溶滞水水量较小，分布面积小，接受大气降水补给，迳流流程短，如下降泉形式分散泄于地貌突变处，对隧道施工无影响。

第三章 施工组织

一、组织机构

组织机构见下图《庙垭隧道施工组织机构图》。

庙垭隧道施工组织机构图



二、部门职能及人员职责

1、项目经理职责

经理对项目部各部门及下属施工单位的工作负全面领导责任，执行项目承包协议中由项目经理负责履行的各项条款。

2、总工程师职责

项目经理部总工程师在项目经理的领导下，对项目的技术和质量管理工作负责详细的组织和指导，直接对项目经理负责。

3、安所有

负责本项目的安全管理事务，是实现安全生产目的的重要活动机构。

4、质检部

贯彻执行国家、建设部和上级有关工程质量的方针、政策、指示、规程、规范、原则和各项制度，并以此为根据对施工质量进行检查和评估。

5、工程部

在总工程师带领下，负责本项目的技术工作，进行方案制定、技术交底、设计文献审核等有关事项，带领试验室和测量对工程进行技术把关。

6、计划部

认真贯彻党和国家的有关计划管理、记录管理、协议管理等政策、法规。负责工程项目任务分派、预算分割、项目评估、验工计价工作及竣工决算。

7、物资设备部

负责按设计、施工技术规定供应合格的建筑材料和机具配件，保证施工生产所需物资的及时、足量供应。

三、施工任务划分

现场配置 3 支施工队伍，根据各队伍的专业专长及施工能力划分施工任务，详细划分如下表列。

序号	施工队伍	任务划分
1	隧道一队	YK121+680-YK123+230
2	隧道二队	ZK121+680-ZK123+249
3	隧道三队	YK120+720-YK121+680、ZK120+720-ZK121+680

四、资源配置

1、劳动力组织

根据工程量、工期目的和气候条件，结合我单位综合施工能力进行人力配置，如下表。

序号	施工队伍	人力投入（人）						
		2023年 上六个 月	2023年 下六个 月	2023年 上六个 月	2023年 下六个 月	2023年 上六个 月	2023年 下六个 月	2023年 上六个 月

1	隧道一队	50	140	140	140	130	100	50
---	------	----	-----	-----	-----	-----	-----	----

2	隧道二队	30	140	140	140	120	120	80
3	隧道三队	25	100	200	200	200	140	80
合 计		105	380	480	480	450	360	210

2、设备投入

根据本工程的情况、施工组织总体安排及定额测算，结合我单位既有机械设备状况，将配置一定数量测量试验仪器，详见《投入本工程的重要材料试验、测量仪器设备表》；同步，分时期投入合适数量的机械设备，以满足生产需要，详见《庙垭隧道投入重要工程机械表》。

投入本工程的重要材料试验、测量仪器设备表

序号	仪器设备名称	规格型号	单位	数 量	备注
1	万能试验机	WE1000B	台	1	
2	压力试验机	NYL-2023	台	1	
3	砼钻孔取样机	HZ-20	台	1	
4	测力计		台	10	
5	电子天平	MF2023E	台	1	
6	中型烘箱	HWXZABIII	台	1	
7	调温调湿养护箱	YH-408	台	1	
8	脱模器	DTM-11	台	1	
9	台秤	1T	台	1	
10	水泥负压筛析仪	SXY-150B	台	2	
11	原则稠度仪	SE145	台	1	
12	托盘天平		台	3	
13	水泥胶砂流动度测定仪	国标	台	1	
14	水泥胶砂振动机	GZ-85	台	1	
15	水泥胶砂搅拌机	NRT-411	台	2	

投入本工程的重要材料试验、测量仪器设备表

序号	仪器设备名称	规格型号	单位	数量	备注
16	水泥净浆搅拌机	NJ-160	台	1	
17	水泥强度电动抗折机	DKN-6000	台	1	
18	砼抗折试验机	KZT-500	台	2	
19	砼回弹仪	HT-225	台	1	
20	雷氏沸煮箱	FZ-31	台	2	
21	凝结时间测定仪	FG-1	台	1	
22	净浆原稠度仪	DW-1	台	1	
23	养护箱		台	2	
24	应变控制式容许膨胀压缩仪		台	1	
25	砂石原则筛		台	1	
26	砼强制式搅拌机	30 立升	台	1	
27	砼振动台	YD-12	台	1	
28	砼渗透仪	HS-40	台	1	
29	砼收缩仪	SP-175	台	1	
30	砼含气量测定仪	HK-1	台	1	
31	砼贯入阻力仪	HC-80	台	1	
32	超声波检测仪	CTS-22A	套	2	
33	磁力探场仪	YC-500	套	1	
34	荷重传感器	LCD	台	2	
35	钢丝强度检测仪	GSJY-02	台	1	
36	锚具检查设备	MJJY-01	台	20	
37	激光全断面检测仪		台	1	
38	地质探测雷达		台	1	
39	全站仪	GPT-322	台	1	
40	全站仪	GPT6001	台	1	
41	电子经纬仪	J2	台	2	
42	水准仪	DS2023	台	5	

庙垭隧道投入重要工程机械表

序号	机械名称	规格型号	单位	数量	额定功率或容量	备注
1	挖掘机	PC-200	台	2	3m ³	
2	挖掘机	PC-220	台	2	3m ³	
3	挖掘机	CAT320C	台	1	3m ³	
4	挖掘机	EC210B	台	1	3m ³	
5	装载机	ZLC-50	台	3	3m ³	
6	装载机	厦工 50	台	2	3m ³	
7	装载机	ZL50F	台	2	3m ³	
8	推土机	180	台	1	160kW	
9	压路机	18t	台	1	18t	
10	电动空压机	20m ³	台	13	110kW	
11	内燃空压机	9 m ³	台	4	120kW	
12	内燃空压机	3 m ³	台	8	80kW	
13	内燃空压机	12 m ³	台	2	120kW	
14	发电机		台	3	50kW	
15	发电机		台	2	250kW	
16	发电机		台	1	60kW	
17	发电机		台	1	200kW	
18	变压器	1000kVA	台	1		
19	变压器	1300kVA	台	1		
20	风镐	G10 型	台	17		
21	冷弯机	Y132S-4	台	1	11kW	
22	冷弯机	自制	台	2	5.5×2	
23	电焊机	500 型	台	4	500A	
24	电焊机	BX1-400A	台	12	400A	
25	钢筋切断机	GQ40	台	3	2.2kW	
26	钢筋切断机	J3GC-400	台	1	2.2kW	
27	钢筋弯曲机	GW40	台	6	3kW	
28	砂轮切割机	J3G400A-2	台	3	2.2kW	
29	砂轮切割机	S3SL-300	台	1	1.5kW	
30	喷浆机		台	12		
31	砼拌和楼	HZS60	台	3	60m ³	
32	搅拌机	350 型	台	1	5.5kW	
33	搅拌机	JS-500	台	3	19.05kW	

庙垭隧道投入重要工程机械表

序号	机械名称	规格型号	单位	数量	额定功率或容量	备注
34	搅拌机	JZC-350	台	1	5.5kW	
35	搅拌机	S-250	台	1	4kW	
36	砂浆搅拌机	S-300	台	1	2.2kW	
37	砂浆搅拌机	TLD350	台	1	5.5kW	
38	碎石机	250×400	台	1	15kW	
39	碎石机	250×400	台	1	18.5kW	
40	碎石机	PE300×500	台	1	30kW	
41	破碎机	PC800×600	台	1	45kW	
42	打砂机		台	1	22kW	
43	打砂机	600×400	台	1	30kW	
44	打砂机	400×180	台	1	7.5kW	
45	钻床	ST-25A	台	2	7.5kW	
46	抽水机	400m	台	3	55kW	
47	清水泵		台	8		
48	湿式砼喷射机	SSP-6	台	1	8.25kW	
49	干式砼喷射机	PZ-5(B)K-1	台	12	5.5kW	
50	注浆泵	TTB50/3	台	6	4kW	
51	注浆泵	GUB3	台	1	5.5kW	
52	插入式振捣棒	50mm×6m	个	30	2.2kW	
53	加强泵	50BPZ-14	个	2	3kW	
54	加强泵	50BPZ-35	个	2	4kW	
55	自卸汽车	斯太尔 1491	台	4	15t	
56	自卸汽车	东风 140	台	1	15t	
57	自卸汽车		台	22	8t	
58	开挖台车	自制	台	9		
59	衬砌台车		台	3		
60	通风机	75kW×2	台	5	150kW	
61	风枪	T28	台	90		
62	输送泵		台	3		
63	附着式振动器		台	20		

五、施工进度计划

施工进度计划详见《庙垭隧道进口施工进度计划横道图》、《庙垭隧道进口施工进度计划双代号时标网络图》、《庙垭隧道出口左线施工进度计划横道图》、

《庙垭隧道出口左线施工进度计划双代号时标网络图》、《庙垭隧道出口右线施工进度计划横道图》、《庙垭隧道出口右线施工进度计划双代号时标网络图》。

第四章 总体施工方案

一、庙垭隧道所具有的工程特点

庙垭隧道位于恩施土家族苗族自治州巴东县境内，隧道进口位于野三关镇支井河村，出口位于大支坪镇中坝村。由于本隧道无既有的道路抵达隧道口，因此需在隧道进、出口分别修建施工便道，其中隧道出口需修建接长 7#便道的便道总长为 2 公里；进口需修建 6#便道 7 公里，最终需开凿 901m 施工横洞至隧道进口洞门。

二、施工准备工作安排

为保证本隧道施工任务的顺利完毕，隧道进洞前必须认真做好各项施工准备工作。

1、生产和生活临建设施

根据隧址处的现场实际状况，为减少施工开支，生活区可临时征用上山便道上侧荒地，用活动板房拼装生活区房屋。房屋的位置尽量靠近施工现场以便施工和管理。

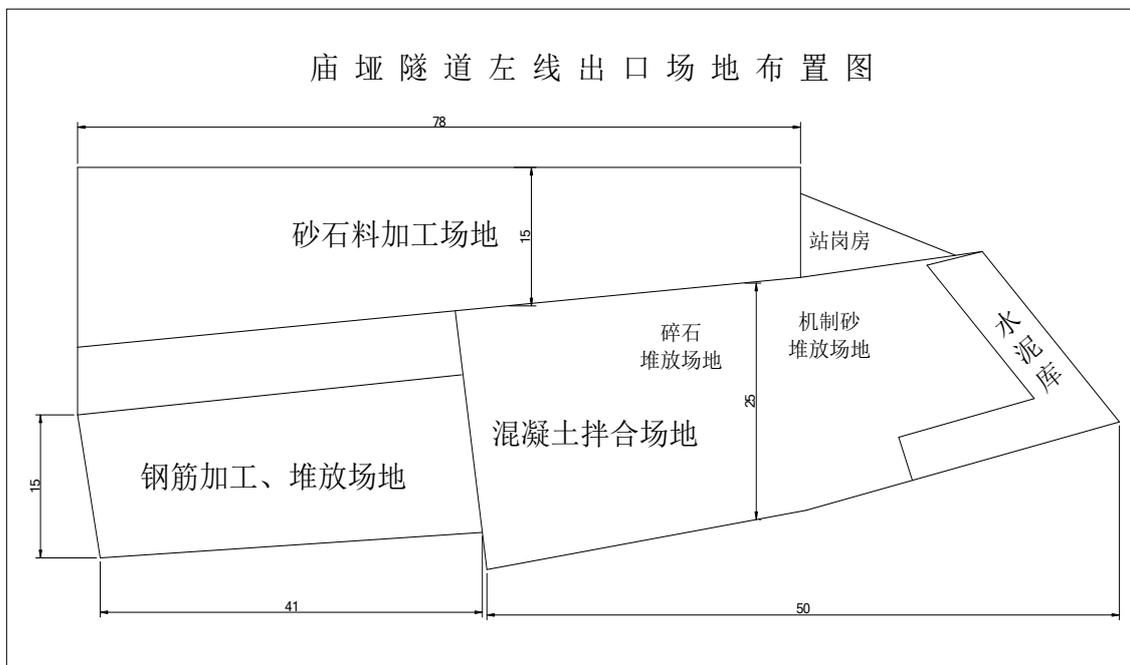
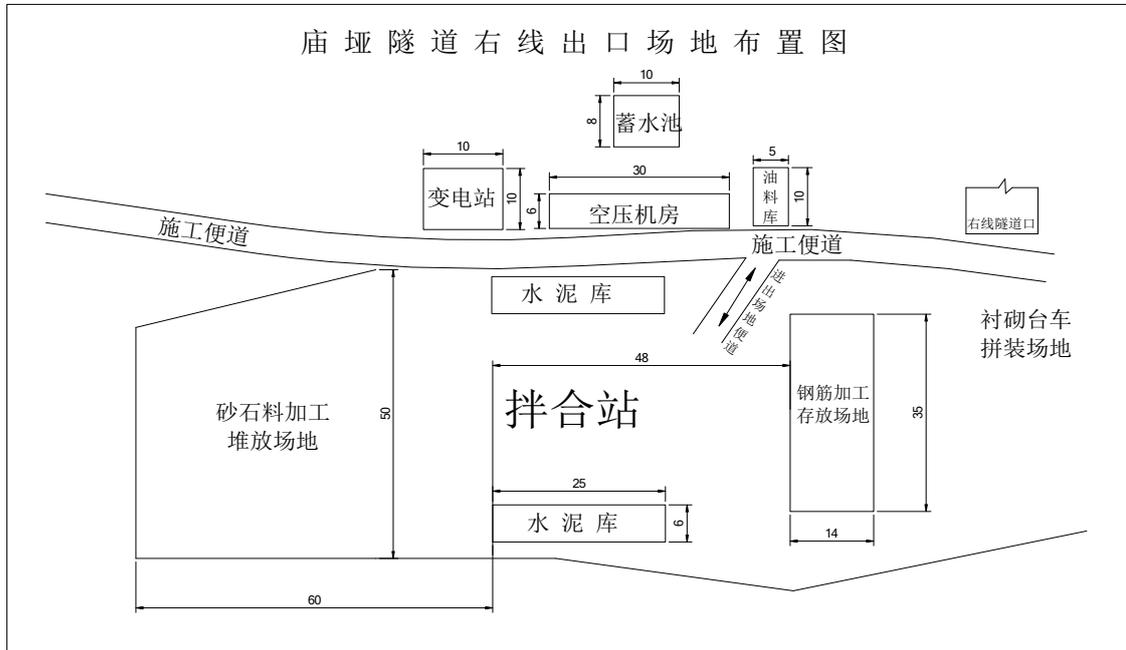
2、临时道路

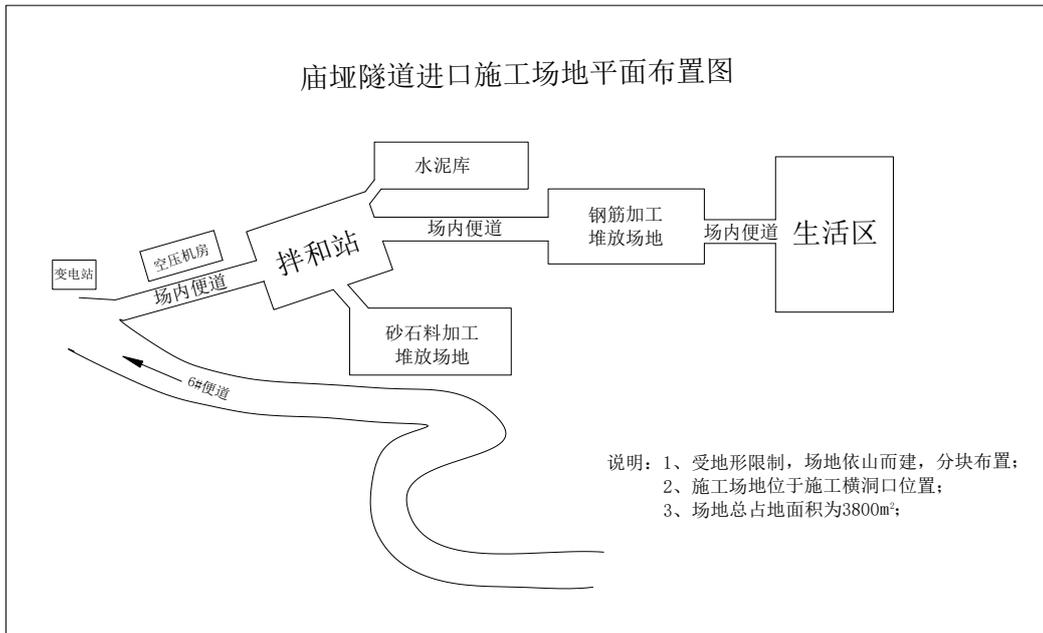
经项目部整体规划并结合施工现场的实际状况，隧道出口将顺接 7 号便道的村路加宽并根据测量数据选线修建上山便道 800 米，临时便道宽 5m，间隔 200m 左右将路基和路面加宽设置汽车会让处；隧道进口将 6#便道修至洞口位置，其中需修建施工横洞 901m。

3、场地平整

为施工需要在隧道出口左、右侧及进口各设置一种施工场地，出口施工场地占地 4200m²，进口施工场地由于受地形的限制占地 3800m²，场地经填土、平整、压实，并采用 10cm 厚 C₁₅

混凝土硬化地面，混凝土面应做出不小于2%的顺水坡，场地内布置应按设计规定布置，场地的周围设置排水沟，以排除场地内积水。场地布置图如下：





4、供水

每支隧道队伍在山腰建一高压蓄水池，蓄水池的容量为 80m³，负责供应拌和站、洞内及空压机的冷却循环用水。施工过程中由水泵向高压蓄水池内不停补充，隧道出口供水水源为距隧道洞口 5km 处的一处泉水，经调查，该水源能满足施工过程中两个洞口的施工及生活用水，为防止冬季施工水管受冻，将水管埋入地面如下 50cm；隧道进口水源为支井河河水，采用多级水泵抽入山顶高压水池。

5、施工用电

隧道出口右侧施工场地边缘设置一台 1300kVA 变压器，进口设置一台 1000kVA 变压器，能满足整个隧道施工的生产生活用电。

6、施工前控制测量

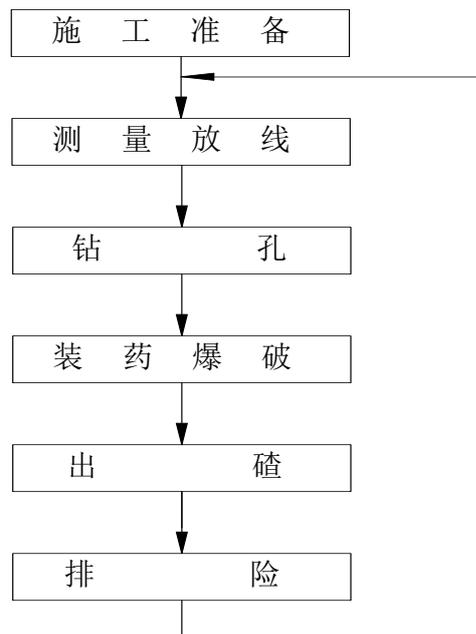
我标段已于 2023 年 6 月初完毕了庙垭隧道控制网的初测工作，进口的单支导线与出口的闭合导线于 6 月 26 日结束。根据设计院 9 月份给的资料进行了复测工作，复测成果均满足精度规定，能作为隧道开挖的控制点。

第五章 分项施工方案

第一节 洞口段开挖及明洞施工

一、洞口段开挖方案

结合本隧道的施工特点及工程地质状况,为保证隧道开挖安全和各个工序的顺利进行,在施工中严格按照设计及规范的规定施工,洞口及明洞段开挖施工工艺流程为:



1、施工准备:根据围岩类别进行钻爆设计,并选用与隧道石质状况相似的围岩进行爆破试验,为保证开挖后边坡的形状,爆破拟采用光面爆破;进行机械设备和机具的维修和保养,准备火工品等材料。

2、测量画线：在开挖断面上，用经纬仪确定方向，水准仪控制标高，用红油漆精确地将开挖设计断面的轮廓线画出来，再根据钻爆设计图绘出炮眼位置。

3、钻孔：围岩采用自制简易钻孔台车钻孔，钻孔时要有专人负责，指挥钻孔的位置、角度及间距等，扒渣时底渣要扒净。炮眼钻完后，在退钎时，钻杆最佳在孔中空钻一会儿，使残渣能随水流顺利排出。

4、清孔装药：钻眼完毕，按炮眼布置图检查，并做好记录，并用高压风将孔内泥浆、石粉等吹洗洁净，然后装药。

炸药采用 2#岩石硝铵炸药，假如个别地段有水且水量较大地段孔眼使用防水的乳化炸药。采用非电毫秒雷管起爆。装药人员分片定位，每个人负责某个区域要相对固定，严格按钻爆设计装药。

5、连结网络、起爆：装药结束后，必须仔细检查与否则有遗漏的孔眼和错位的雷管，检查无误后开始连结。起爆采用复式网络，以保证起爆的可靠性。导爆管连结要分组进行，每组 10-12 个，同级别连接雷管的段数要相似。

6、排险：待各个炮孔完全爆破没有烟尘后，由专人进行排险作业，用挖掘机或钢钎排除爆破面的危石、险石，保证下一循环爆破开挖的安全。

二、洞口段边坡防护方案

为防止围岩长期暴露在空气中风化及受雨水的影响产生滑塌，影响施工安全，在按设计坡度开挖完毕后及时按规定进行防护，防护措施为间距 1.2 米梅花形布置长度为 2.5 米的 20MnSi Φ 22 砂浆锚杆，锚杆尾部焊接 Φ 6 钢筋网（20×20cm）后喷射 10cm 后 C20 混凝土，如边坡较高，可合适将坡度放缓并在 10 米的高度上做宽度为 1.0 米的台阶，已保证边坡的稳定。多种防护措施的施工工艺如下：

1、锚杆及注浆施工

本隧道边坡锚杆设计，其目的为加固周围岩体，锚杆 20MnSi Φ 22 砂浆锚杆。在锚杆施工前，先要按设计规定定出孔位，砂浆锚杆的孔径应不小于杆体直径 15mm，即钻孔的直径不不小于 37mm，钻孔方向尽量与岩石垂直，孔钻好后应用高压风或高压水将孔眼冲洗洁净，并用塞子塞紧孔口，已防止石渣或泥土掉入钻孔内。

锚杆在洞外加工，严格检查其数量，规格和质量，去污除锈后备用。锚杆应按设计的尺寸截取，锚杆杆体露出岩面的长度，不应不小于喷层的厚度，外端不用垫板应先弯制弯头。

粘结砂浆应拌和均匀，并调整其和易性，随拌随用，一次拌和的砂浆应在初凝前用完。

注浆作业应遵照如下规定：

(1) 注浆时应堵塞孔口，注浆管应插至距孔底 5~10cm 处，随水泥砂浆的注入缓慢均匀拔出，随即迅速将杆体插入，注浆时一直保持注浆管口埋在砂浆内，以免浆中出现空洞。若插入杆体后孔口无水泥砂浆溢出，应将杆体拔出后重新注浆。

(2) 锚杆杆体应对中插入，插入后应在孔口将杆体固定。

(3) 注浆体积应略多于所需体积，插入杆体后可锤击或通过套筒用风钻冲击，使杆体强行插入钻孔。

(4) 杆体插入孔内长度不得短于设计长度的 95%，实际粘结长度亦不得短于设计长度的 95%，砂浆强度未到达设计的 70%时，不得随意碰撞和敲击。

锚杆施工由专职人员负责，并做好多种施工和质量记录。

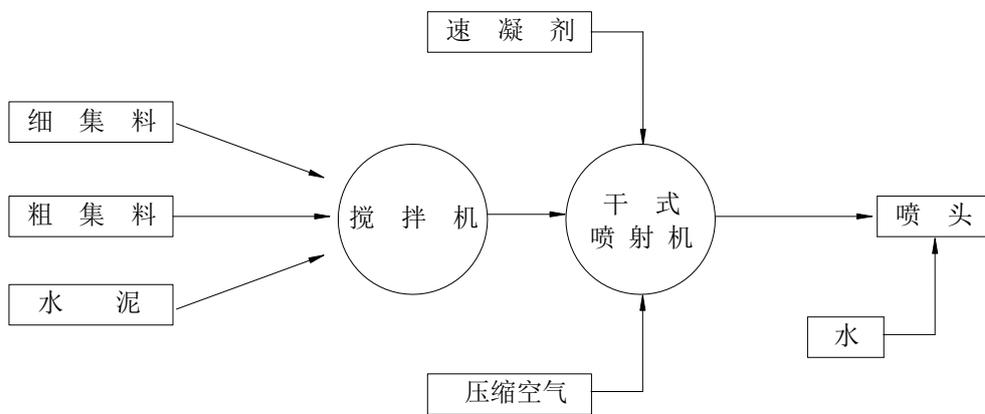
2、钢筋网施工

钢筋网根据设计的间距 (20×20cm) 采用在场地分片制作，现场焊接成型，焊接时必须有纯熟工人操作，保证焊点牢固，在喷射作业时钢筋网不变形，从而保证支护的质量。

3、喷射砼施工

喷射混凝土作业前，施工人员进入施工现场进行排险作业，撬落不稳定的石块，防止其振动后脱落发生危险。喷射前要先用高压水清洗受喷石，以保证砼与岩石间的粘结强度，充足发挥其加固围岩，封堵裂隙的作用。

本隧道边、仰坡防护喷射混凝土采用干喷作业，工艺流程如下：



喷射砼作业使用 HPH6 型喷射机，用搅拌机将集料和水泥拌和好，投入喷射机料斗，同步加入速凝剂，用压缩空气使干混合料在软管内呈悬浮状态，压送至喷枪，在喷头处加入高压水混合，以较高速喷射到岩面上。出料口垂直受喷石，距离控制在 80cm 左右，竭力减少回弹，回弹料不得再用于喷射作业。由于干喷是在喷嘴处将水与干拌和料混合，因此质量取决于作业人员的纯熟程度和能力，为保证混凝土喷射质量，本隧道出口负责喷射作业的工人均有几十年喷射经验。

干喷由于供应混合料，因此供料作业的限制少，使用的机械较简朴，机械清洗和故障处理轻易，但产生水泥和砂粉尘量较大，回弹量亦较大，施工中注意常常喷水除尘。

三、明洞段施工

本隧道进、出口各有 5 米长的明洞段, 进口里程为 K120+720~725, 出口里程为 YK123+220~225 和 ZK123+244~249。隧道明洞段施工前先对仰坡的表层松散土体和易剥落岩体, 按设计的宽度和坡度进行刷坡后进行爆破开挖, 开挖后应保证边、仰坡平顺无危石, 开挖完毕后为保持边、仰坡的稳定, 上半断面开挖完毕后应按设计规定进行锚喷及挂网施工。明洞的开挖和防护规定从上到下逐渐进行, 边开挖边防护, 防护工程未施做完毕不能进洞开挖。

1、明洞施工

明洞开挖应严格控制炮眼的间距和装药量, 保证开挖后的轮廓线满足设计规定, 防止超欠挖, 明洞边坡的防护应及时, 如边坡稳定性较差时, 应减少锚杆的间距和加长锚杆, 明洞衬砌在洞内爆破开挖不影响的情况下尽快施作, 在到达设计强度后及时回填。

(1) 明洞基础

开挖至设计基底标高后, 清理基坑虚渣杂物, 基底承载力先进行自检, 自检合格后报监理工程师, 经监理工程师检查合格后, 进行下一道工序。

(2) 明洞砼施工

采用钢拱架及大块组合钢模板, 钢筋骨架现场绑扎焊接成型, 砼在现场拌和, 插入式振捣器振捣, 衬砌混凝土厚度和质量应满足设计规定。

(3) 明洞防水层

铺设防水层时对明洞外表面用砂浆抹平, 明洞背部防水层采用 EVA 复合防水板, 外部均匀作 2cm 厚 M20 水泥砂浆保护层。

(4) 明洞背部回填

衬砌砼到达设计强度后, 回填明洞顶土方。采用小型蛙式打夯机以隧道轴线对称分层扎实, 扎实度 $\geq 93\%$ 。回填至拱顶后须满铺分层填筑, 回填时尤其注意不能砸坏防水层。

四、超前自进式锚杆施工

超前自进式锚杆合用于洞口软弱围岩地段及洞身岩溶强发育地段，以保证围岩稳定和施工安全。本隧道进洞采用超前自进式锚杆。

超前自进式锚杆采用R32N型，长度为6米，施工中锚杆与衬砌中线平行以仰角 $8\sim 12^\circ$ 打入拱部围岩，环向间距为50cm，每打完一排锚杆后，在锚杆的尾部支立钢拱架，钢拱架采用18号工字钢，工字钢的间距为0.75米，工字钢间沿环向每隔1米采用22钢筋连接，为保证钢拱架的稳定，在每榀钢拱架的墙腰位置各打入2根3.5锁脚锚杆，超前锚杆和锁脚锚杆的尾部焊接于钢拱架上，为保证开挖的安全，每次开挖进尺均应控制在1.5米以内，如围岩较差开挖应控制在1米以内，开挖拱部完毕后及时支立钢拱架及喷射混凝土，初期支护完毕后间隔不到4.5米再打另一排锚杆，每根锚杆的长度为6米，因此两排锚杆的搭接长度不不小于1.5米。

锚杆施打完毕后应用注浆机注入水泥—水玻璃浆液，为保证所注入浆液的质量，要有专人计量，严格按照设计的规定控制各成分的配合比及注浆参数，其中，水泥与水玻璃的体积比为1：0.5，水泥浆的水灰比为1：1，注浆压力为0.5~1 MPa。

进洞段III类围岩地段采用短台阶法开挖，上下台阶相距15米左右，光面爆破，每循环进尺控制在0.8~1.5米。开挖采用风枪打眼放炮，开挖完毕后立即施做初期支护。

第二节 洞身开挖

一、开挖措施

隧道施工中，开挖措施是影响围岩稳定的重要原因之一。因此，在选择开挖措施的同时，应对隧道断面的大小及形状、围岩的类别、围岩的工程地质与水文地质条件、隧道的埋置深度、支护条件、衬砌类型、工期规定、施工技术水平、机械配置能力、经济可行性等有关原因进行综合分析，并以施工安全为前提及以工程质量为关键，综合研究采用恰当的开挖措施。

隧道工程常用的施工措施，按开挖隧道的横断面分部情形来分，可分为全断面法、台阶法、分部法。

全断面法是指按设计开挖面一次开挖成型。

台阶法一般是将设计断面提成为上半断面和下半断面两次开挖成型。

分部法将隧道开挖断面进行分部开挖逐渐成型，并且将某部分超前开挖，故此可称为导坑超前开挖法。

二、掘进方式

隧道施工的掘进方式是指对坑道范围内岩体的破碎挖除方式。常用的掘进方式有钻孔爆破掘进、掘进机掘进、人工掘进三种掘进方式。本隧道采用的是钻孔爆破掘进。

三、出渣

出渣是隧道施工的基本作业之一。出渣作业能力的强弱，决定了它在整个作业循环中所占时间的长短（一般是40%~60%）。因此，出渣运送作业能力的强弱在很大程度上影响施工进度。

在选择出渣方式时应考虑隧道或开挖坑道断面的大小、围岩的地质条件、一次开挖量、机械配套能力、经济性及工期规定等有关原因综合考虑。

四、开挖施工方案

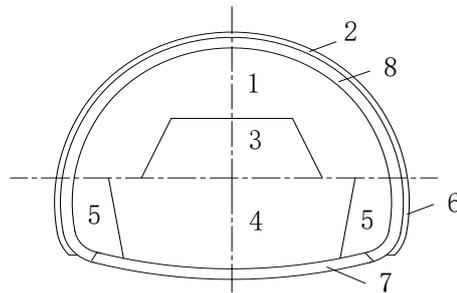
1、分岔段开挖

结合本隧道的施工特点及工程地质状况,为保证隧道开挖安全和各个工序的顺利进行,在施工中严格按照设计及规范的规定施工,本隧道开挖方案如下:

(1) II类围岩地段

本隧道分岔地段II类围岩为 YK120+920~YK121+030 YK122+295~YK122+385
YK122+705~YK122+815 YK123+025~YK123+105 ZK120+920~ZK121+030 ZK122
+275~ZK122+365 ZK122+695~ZK122+805 ZK123+005~ZK123+115 合计 810 米。

本隧道II类围岩开挖采用台阶分部法，又称环形开挖留关键土法，合用于一般土质或易坍塌的软弱围岩地段。上部留关键土可以支挡开挖工作面，及时施作拱部初期支护增强工作面的稳定性，关键土及下部开挖在拱部初期支护下进行，左右侧马口可交错开挖，开挖后及时施作初期支护，施工安全性很好。选用此种开挖措施可使上下台阶到达一倍洞跨，施工的机械化程度较高，可加紧施工进度。每天可开挖 2.5m。



施工次序如下：

1……上弧形导坑开挖

2……拱部初期支护

3……关键土开挖

4……下半部中央开挖

5……边墙开挖

6……边墙初期支护

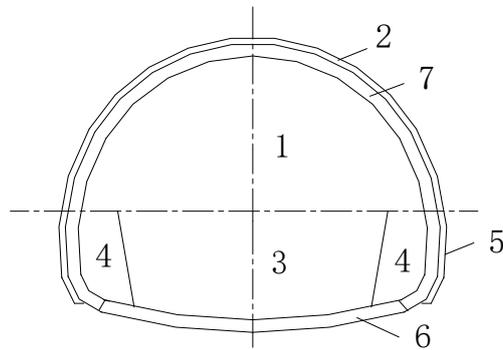
7……浇筑仰拱

8……防水及二次衬砌

(2) III类围岩地段

本隧道分岔地段III类围岩为 YK121+675~YK122+295 YK122+385~YK122+705
YK123+168~YK123+225 ZK121+675~ZK122+275 ZK122+365~ZK122+695 ZK123+
195~ZK123+244 合计 1976 米。

本隧道III类围岩开挖采用短台阶法施工。上台阶超前 15~25 米，合用于III类围岩，
可缩短仰拱封闭时间，改善初期支护受力条件，可使开挖具有足够的作业空间和较快的施
工速度，台阶有助于开挖面的稳定性，尤其是上部开挖支护后，下部作业则较为安全。每
天可开挖 3.5m。



1……上半部开挖

2……拱部初期支护

3……下半部中央开挖

4……边墙开挖

5……边墙初期支护

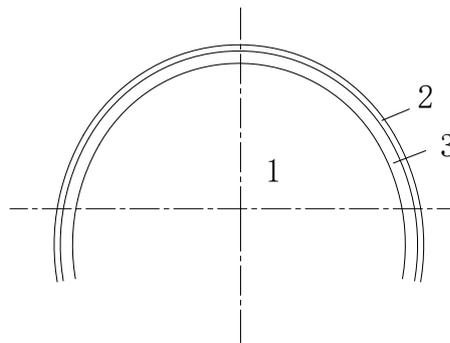
6……浇筑仰拱

7……防水及二次衬砌

(3) IV类围岩地段

本隧道分岔地段IV类围岩为 YK120+885.8~YK120+920 YK121+030~YK121+675
YK122+815~YK123+025 YK123+105~YK123+168 ZK120+885.8~ZK120+920 ZK121
+030~ZK121+675 ZK122+805~ZK123+005 ZK123+115~ZK123+195 合计 1911.4
米。

本隧道IV类围岩开挖采用全断面法施工。全断面法施工合用于IV类以上围岩的石质隧道。全断面开挖法有较大的作业空间，有助于采用大型配套机械化作业，提高施工速度，且工序少，干扰少，便于施工组织和管理。全断面法施工开挖工作面大，钻爆施工效率较高，采用深眼爆破可加紧掘进速度，且爆破对围岩的震动次数较少，有助于围岩的稳定。每天可开挖 8m。



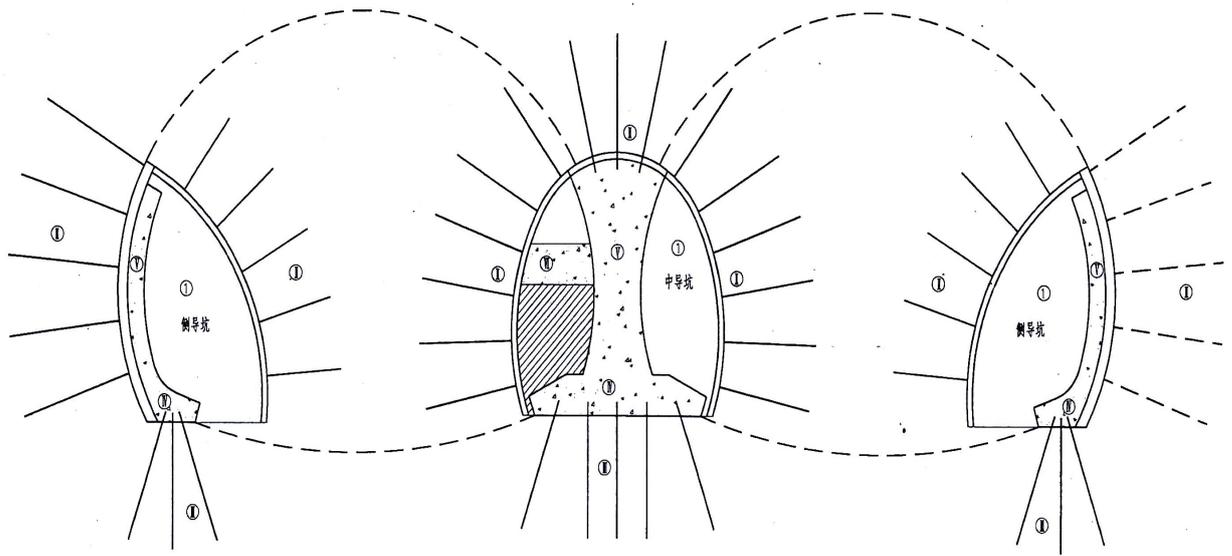
1……全断面开挖

2……初期支护

3……防水及二次衬砌

2、连拱段开挖

导坑施工工序示意图



(1) III类围岩

(K120+725~745)长 20m

①中导坑施工工序如下：

①-开挖中导坑，采用上下台阶法；

II-施作中导坑初期支护以及拱部加强锚杆；

III-施作基底加固锚杆；

IV-中导坑贯穿后，浇筑中隔墙基础，与基底锚杆同步施作；

V-浇筑中隔墙墙身；

VI-中隔墙侧边回填。

②侧导坑重要施工工序

在完毕中隔墙侧边回填后进行两侧导坑开挖。

①-先期施作超前支护，开挖侧导坑，采用上下台阶法；

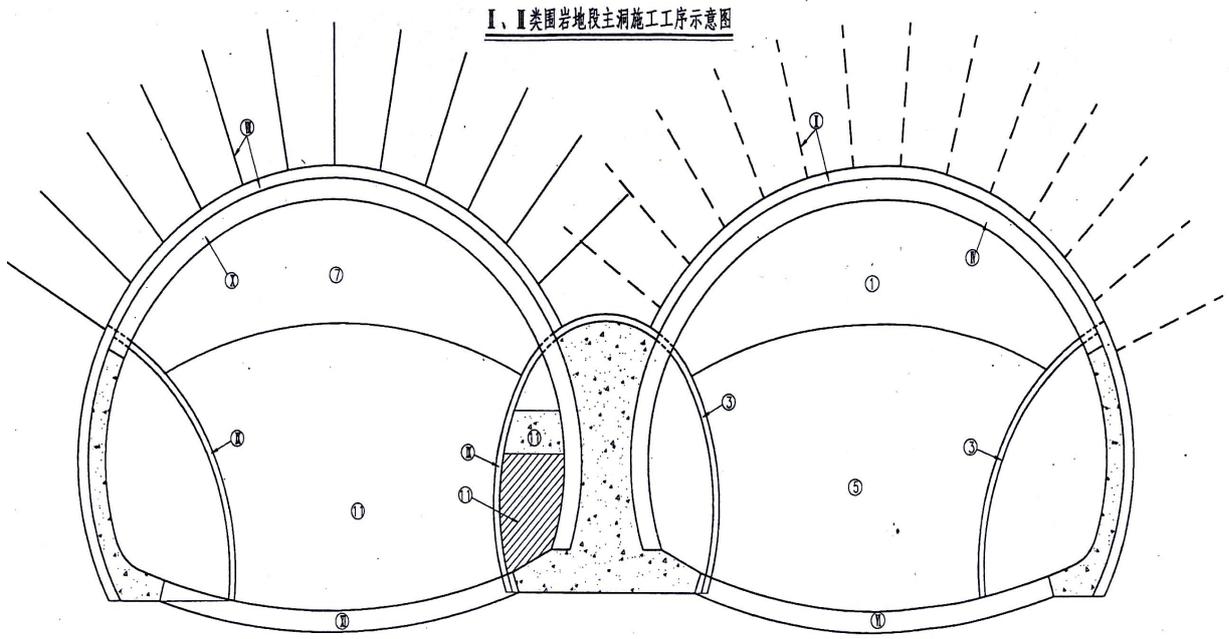
II-施作侧导坑外侧初期支护以及导坑支护；

III-施作基底加固锚杆；

IV-侧导坑贯穿后，浇筑侧边二次衬砌基础；

V-浇筑侧边二次衬砌墙身；

③主洞施工



右洞主洞重要施工工序如下：

①-采用弧形开挖法开挖右侧主洞上半断面；

II-施作拱部初期支护；

③-拆除中导坑右侧支护以及右侧导坑侧支护；

IV-浇筑拱部二次衬砌；

⑤-开挖关键土；

VI-浇筑仰拱衬砌；

左侧主洞重要工序如下：

⑦-采用弧形开挖法开挖左侧主洞上半断面；

VII-施作拱部初期支护；

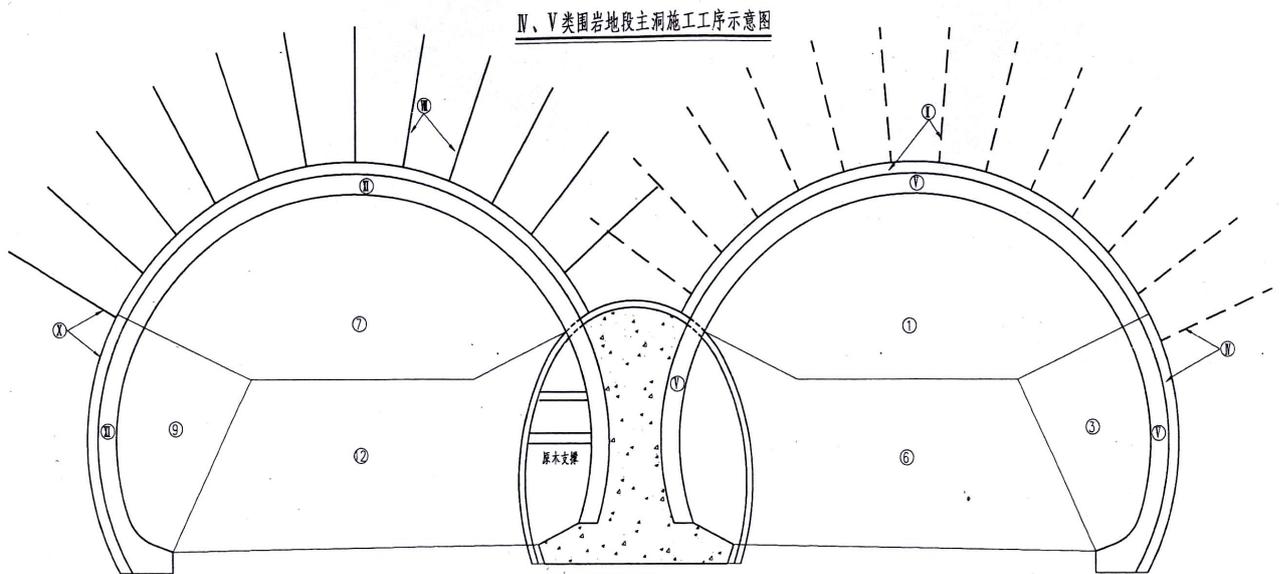
IX-拆除中导坑左侧上部支护以及左侧导坑内侧支护，长度为10米；

X-浇筑拱部二次衬砌；

⑩-开挖关键土以及拆除中导坑回填；

XI-浇筑仰拱衬砌。

(2) IV类围岩右侧主洞（YK120+745~920）共175m，重要施工工序如下：



①-采用弧形开挖法开挖右侧主洞上半断面；

II-施作拱部初期支护；

③-开挖下导坑；

IV-施作下导坑初期支护；

V-浇筑二次衬砌；

⑥-拆除中导坑右侧支护、开挖关键土；

左侧主洞（ZK120+745~920）共175m，重要施工工序如下：

⑦-采用弧形开挖法开挖左侧主洞上半断面

VII-施作拱部初期支护

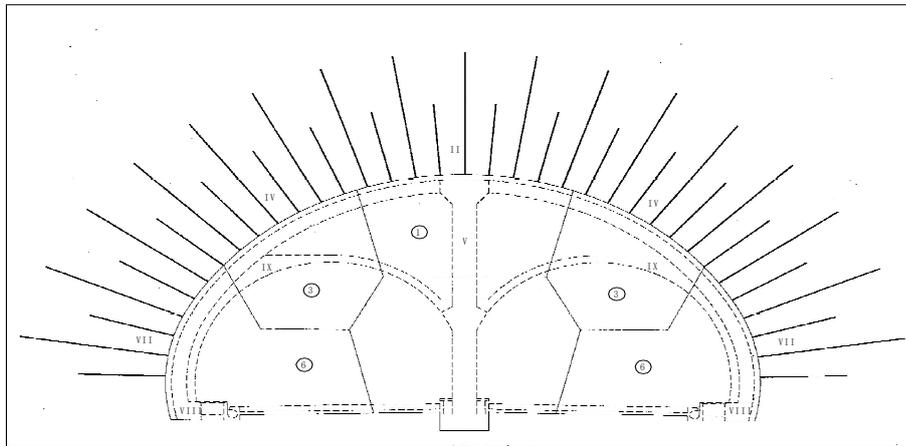
⑨-开挖下导坑；

X-施作下导坑初期支护；

XI-浇筑二次衬砌混凝土；

⑫-拆除中导坑左侧支护、开挖关键土。

(3) 洞口四车道大拱衬砌段



①-开挖上半断面拱部；

II-施作拱部初期支护；

③-开挖两侧拱腰；

IV-施作两侧拱腰初期支护；

V-浇筑上部中隔墙（下部中隔墙已在开挖中导坑时施工完毕）；

⑥-开挖两侧边墙；

VII-施作两侧边墙初期支护；

VIII-全断面施作二次衬砌；

IX-施作内部衬砌。

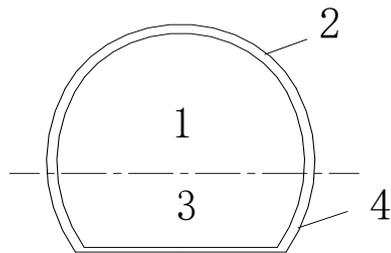
如开挖后，围岩尤其稳定性，可改为台阶法开挖，根据监控量测中收敛和下沉，详细状况施作临时仰拱。

3、施工横洞段开挖

考虑到支井河特大桥及庙垭隧道进口衬砌台车和施工材料能顺利进场，施工横洞断面应合适加大，可满足大型施工机械出渣规定。

施工横洞由于开挖断面较小，II、III类围岩采用台阶法开挖，IV类围岩地段采用全断面法开挖。

为施工安全起见，II类围岩段开挖采用微台阶法，上台阶超前3米，此种开挖措施可使断面闭合较快；III类围岩段开挖采用短台阶法，上台阶超前10m，此种开挖措施可缩短封闭时间，改善初期支护受力条件。IV类围岩段开挖采用全断面法。

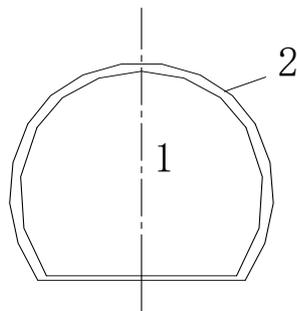


1……上半部开挖

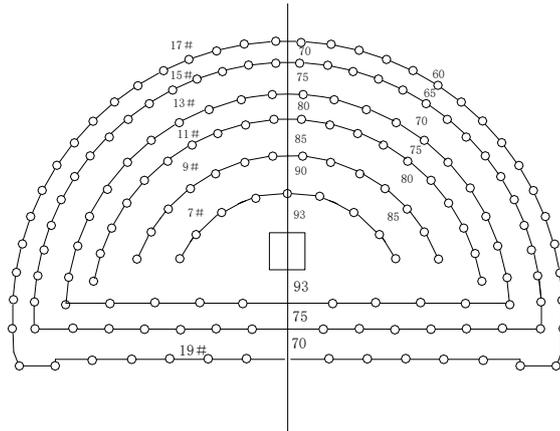
2……拱部初期支护

3……下半部开挖

4……边墙初期支护及路面



1……全断面开挖



注：5 段为掏槽眼，7、9、11、13、15 段为辅助眼，

17、19 段为周围眼

①施工准备：根据围岩类别进行钻爆设计，并选用与隧道石质状况相似的围岩进行爆破试验；进行机械设备和机具的维修和保养，准备火工品等材料。

②测量画线：在开挖断面上，用经纬仪确定方向，水准仪控制标高，用红油漆精确地将开挖设计断面的轮廓线画出来，再根据钻爆设计图绘出炮眼位置。

③钻孔：围岩采用自制简易钻孔台车钻孔，钻孔时要有专人负责，指挥钻孔的位置、角度及间距等，扒渣时底渣要扒净。炮眼钻完后，在退钎时，钻杆最佳在孔中空钻一会儿，使残渣能随水流顺利排出。

④清孔装药：钻眼完毕，按炮眼布置图检查，并做好记录，并用高压风将孔内泥浆、石粉等吹洗洁净，然后装药。

炸药采用 2#岩石硝铵炸药，假如个别地段有水且水量较大地段孔眼使用防水的乳化炸药。采用非电毫秒雷管起爆。装药人员分片定位，每个人负责某个区域要相对固定，严格按钻爆设计装药。

⑤

连结网络、起爆：装药结束后，必须仔细检查与有遗漏的孔眼和错位的雷管，检查无误后开始连结。起爆采用复式网络，以保证起爆的可靠性。导爆管连结要分组进行，每组 10-12 个，同级别连接雷管的段数要相似。

⑥通风排烟：起爆后，启动通风系统，向掌子面压送新鲜空气，吸出洞内爆破产生的烟尘。

⑦找顶、排险：通风 30 分钟，待爆破掌子面没有烟尘后，由专人进行找顶作业，用挖掘机或钢钎排除爆破面的危石险石，并向渣体喷水降尘。

2、爆破参数的选择及爆破安全

根据围岩特点合理选择周围眼距及周围眼的最小抵御线定出周围眼，辅助眼及掏槽眼眼位。按测量放样所定眼位进行打眼，打眼完毕后立即进行检查，保证炮眼长度与倾斜度符合规定。严格控制周围眼装药量，并尽量使装药量沿炮眼全长均匀分布。周围眼宜采用小直径药卷和低爆速炸药。采用毫秒微差雷管有序起爆，使周围爆破时有最佳的临空面。

钻凿周围眼的规定：

沿隧道设计轮廓线的炮眼间距误差不适宜不小于 5cm。周围眼外斜率不应不小于 5cm/m。周围眼与内圈眼距离误差（最小抵御线）不适宜不小于 10cm。除内圈眼的孔深宜比周围眼深 5—10cm 外，其他各类炮眼深度相差不适宜不小于 10cm，且基本处在同一平面上。

爆破器材的选择：光面爆破的周围眼应选择低爆速、低密度、低猛度、高爆力、小直径、传爆性好的炸药。爆破时应选用分段多，起爆同步性好的毫秒雷管或导爆索等。

严格控制超欠挖。当石质坚硬完整，并确认不影响衬砌构造稳定期，容许岩石个别凸出部分（ 1m^2 不不小于 0.1m^2 ）突入衬砌断面，但其隆起量不得不小于 5cm，拱、墙角以上 1m 范围内断面严禁欠挖。开挖轮廓线要预留支撑沉落量及变形量，以防止出现净空不够的状况，本隧道 II 类围岩预留 10cm。III 类围岩预留 7cm。IV 类围岩预留 5cm。

3、施工安全措施：

现场钻爆人员必须有防护设置（如胶鞋、安全帽、面罩等）。在高于 2 米

的平台进行钻爆作业或其他工种的作业人员必须挂安全带。安全带挂钩必须栓挂于安全、稳定的物体上。

爆破器材仓库必须离施工场所和居住区有足够的安全距离，并有专人看守，设有自动报警装置。爆破材料的进场，使用应有台帐，保证炸药使用安全。

施工爆破由专业爆破工负责，套拱开挖爆破必须设置警戒线。

洞内施工放炮后，必须进行通风，喷水等防烟、防尘后，人员方可进入排险作业。洞内采用机械式通风方案，本隧道在进口设置两台通风机，出口设置两台通风机，进口施工横洞设置一台通风机。通风机风管与电路、风水管路沿隧道洞壁分开布置。通风机由项目部统一购置，在洞内粉尘降到 $2\text{mg}/\text{m}^3$ 以内才容许工人进入洞内施工。

开挖使用的多种机械设备应在施工前检查，符合规定的机械才能进洞作业，出渣时多种机械应有人统一指挥，以免发生事故。各机械驾驶员必须理解该机械性能，挂牌上岗。洞内施工电线整洁，用电设备用电必须由专业电工接线，洞内开挖面 20 米范围内应使用 36 伏如下电压的电照明，防止发生多种触电事故。

六、施工所需人力和材料计划

施工所需的人力资源要根据施工进度状况做统筹安排，隧道一队计划上场人员为 140 人，隧道二队计划上场人员为 140 人，隧道三队计划上场人员为 200 人，局限性的人力资源从当地补充。人力资源配置如下表所示：

施工过程中所需的材料按照施工进度计划和现场的实际状况集中购置和运送，原材料按规范和施工规定在施工场地储存备用，同步加强施工组织和管理，按照流水施工的规定均衡的消耗原材料。

第三节 初期支护施工

一、初期支护技术要点

隧道开挖后，除围岩完全可以自稳而不必支护外，在围岩稳定能力局限性时，则需加以支护才能使其进入稳定状态，称为初期支护。若围岩完全不能自稳，体现为随挖随塌甚至不挖即塌，则需先支护后开挖，称为超前支护。

初期支护是为了处理隧道在施工期间的稳定和安全的一项工程措施，初期支护重要采用锚杆和喷射混凝土来支护围岩，锚喷支护属于柔性支护，它可以较便利地调整围岩变形，容许围岩做有限的变形，即容许在围岩塑性区内有适度的发展，以发挥围岩的自承能力，同步，喷射混凝土能全面及时地封闭围岩，这种封闭不仅制止了洞内潮气和水对围岩地侵蚀作用，减少了膨胀性岩体地潮解软化和膨胀，并且可以及时有效地制止围岩变形，使围岩较早地进入变形收敛状态。

但对于软弱破碎严重地围岩，其自稳能力差，开挖后规定初期支护具有较大的刚度，以制止围岩的过度变形和承受部分松弛荷载。钢拱架就具有这样的力学性能，可以提供较大的初期支护刚度。钢拱架可很好的与锚杆、钢筋网、喷射混凝土合理组合，构成联合支护，增强支护功能的有效性，且受力条件很好，对隧道断面变形的适应性好。

本隧道初期支护在 II 类围岩地段采用超前支护为超前小导管和自进式锚杆，初期支护为工字钢拱架及双层钢筋网锚喷支护，径向为 3m 长中空注浆锚杆，锚杆采用梅花形布置，纵向间距为 0.75m，环向间距为 1m。每天可完毕支护 2.5m。

III 类围岩进洞段采用 R32N 超前自进式锚杆，洞身中间部分采用超前锚杆，初期支护为洞口段工字钢拱架及双层钢筋网，径向为 3m 长中空注浆锚杆，锚杆采用梅花形布置，纵向间距为 0.75m 和 1.2m，环向间距为 1m。每天可完毕支护 3.5m。

IV 类围岩地段初期支护为 2.5m 长药卷锚杆，纵环向间距均为 1.2m，单层钢筋网及 10cm 厚 C20 喷射混凝土。每天可完毕支护 8m。

本隧道施工横洞超前支护 II、III 类围岩地段采用超前锚杆；支护 II 类围岩地段采用钢拱架及单层钢筋网，径向为 3m 长中空注浆锚杆，喷射混凝土的厚度为 24cm；III、IV 类围岩地段采用锚杆加钢筋网及 10cm 厚喷射混凝土。径向锚杆长度分别为 3m 和 2.5m 的药卷锚杆。

二、各施工工序的施工工艺

（一）超前支护

1、超前自进式锚杆

超前自进式锚杆合用于洞口软弱围岩地段及洞身岩溶强发育地段，以保证围岩稳定和施工安全。

超前自进式锚杆采用R32N型，长度为6米，施工中锚杆与衬砌中线平行以仰角 $8\sim 12^\circ$ 打入拱部围岩，环向间距为50cm

，每打完一排锚杆后，在锚杆的尾部支立钢拱架，钢拱架采用18号工字钢，工字钢按设计间距布置，为保证钢拱架的稳定，在每榀钢拱架的墙腰位置各打入2根3.5长锁脚锚杆，工字钢间沿环向每隔1米采用22钢筋连接，超前锚杆和锁脚锚杆的尾部焊接于钢拱架上，为保证开挖的安全，每次开挖进尺均应控制在1.5米以内，如围岩较差开挖应控制在1米以内，开挖拱部完毕后及时支立钢拱架及喷射混凝土，初期支护完毕后间隔不到4.5米再打另一排锚杆，每根锚杆的长度为6米，因此两排锚杆的搭接长度不不小于1.5米。

锚杆施打完毕后应用注浆机注入水泥—水玻璃浆液，为保证所注入浆液的质量，要有专人计量，严格按照设计的规定控制各成分的配合比及注浆参数，其中，水泥与水玻璃的体积比为1：0.5，水泥浆的水灰比为1：1，注浆压力为0.5~1 MPa。

2、超前锚杆

超前锚杆用于III类围岩地段，目的是加固拱部软弱岩体，保证开挖后的安全。

施工中，运用风枪按设计的规定和角度钻孔，锚杆的长度为3.5m，锚杆的环向间距按40cm布置，外倾角为10~15°，施工中钻孔大体沿着隧道的中线方向，施工中可根据岩体节理面产状确定锚杆的最佳方向。两排锚杆的搭接长度不不小于1.0m，即每次的开挖进尺不超过2.5m，尾端与系统锚杆焊接牢固。

3、超前小导管

超前小导管及注浆合用于软弱的II类地段，通过向围岩的孔隙内注入浆液来加固拱周软弱岩体。超前小导管采用外径42mm，壁厚3.5mm的热轧无缝钢管，钢管的前端做成尖锥状，尾部用钢筋加固，管壁四面按梅花状钻 $\phi 8$ mm压浆孔，尾部1米部分不设压浆孔，超前小导管施工时，钢管与衬砌中线平行，打入拱部围岩的仰角大概是14°，钢管的环向间距为40cm，钢管的长度为3.5m，每打完一排钢管注浆后，开挖拱部及第一次喷射混凝土，架设工字钢钢拱架，将钢管的尾部与钢拱架顶部相焊接，初期支护完毕后，间隔

2. 25m 再打第二排钢管，直到穿过 II 类围岩，超前小导管应保持至少 1.0m 的搭接长度。

小导管内压浆采用压浆机注入水泥浆液（添加水泥重量 5%的水玻璃）注浆参数如下：

(1) 水泥浆水灰比： 1：1

(2) 水玻璃浓度： 35 波美度； 模数： 2.4

(3) 注浆压力： 0.5~1.0MPa

钢管的尾部尽量与钢拱架顶部连接，特殊状况下，也可从钢拱架腹部穿过；注浆参数应通过现场的试验状况确定，注浆量按施工实际状况做对应的调整。

（二）初期支护

1、钢拱架和格栅拱架

钢拱架或格栅拱架在钢筋棚内现场制造，采用冷弯加工焊接而成。钢拱架采用工字钢制作，格栅拱架主筋采用 $\Phi 22$ 钢筋和加强筋焊接而成。钢拱架或格栅拱架加工后要进行试拼，拼装容许误差为：沿隧道周围轮廓线的误差不应不小于 $\pm 3\text{cm}$ ，平面翘曲应不小于 $\pm 2\text{cm}$ ，接头连接规定每榀之间可以互换，钢拱架或格栅拱架的截面尺寸应满足强度、刚度稳定性的规定。应按设计计算规定进行选材、加工、制作及检算验收等。

钢拱架或格栅拱架应按设计位置安设，钢架之间必须用钢筋纵向连接，拱脚安放位置必须牢固，钢拱架或格栅拱架与围岩之间应尽量靠近，留 2~3cm 间隙做为保护层，在安设过程中当钢拱架与围岩之间有较大的间隙时，应设垫块垫紧。

拱架应垂直于隧道中线，上下左右偏差应不小于 $\pm 5\text{cm}$ ，钢拱架的倾斜度应不小于 $\pm 2^\circ$ 。钢拱架的安设应在开挖后 2h 内完毕。

为以便安设，每榀拱架分节制作，分节安装，节数应与断面的大小和开挖措施相适应。每节钢架之间的接头刚度要保证。

钢架应架设在隧道横向垂直平面内，其垂直度容许误差为 $\pm 2^\circ$

。台阶法开挖时，钢架的拱脚应有一定的埋置深度，保证下台阶开挖后钢架之间的连接。为保证拱架的稳定，在每榀拱架的拱脚各施打 2 根锁脚锚杆。钢架应尽量多的与锚杆端头和钢筋网焊接，以增强其联合支护效应。喷射混凝土时应注意将钢架与岩面之间的间隙喷射密实。

2、系统锚杆

(1) $\Phi 22$ 砂浆锚杆

砂浆锚杆是以一般水泥砂浆做为粘结剂的全长粘结式锚杆。锚杆原材料的规格、品种、锚杆各部件质量及技术性能必须符合设计规定。

砂浆锚杆的施工要点：

1) 施工过程中所用砂浆的原材料必须是试验室检查合格，满足配合比规定的原材料。砂浆的配合比严格按试验室选用的并精确计量。

2) 钻孔方向宜尽量与岩层的重要构造面垂直。孔钻好后用高压水或高压风将孔眼冲洗洁净（若是向下钻孔，只能用高压风吹净水），并用塞子塞紧孔口，以防止石渣或泥土掉入钻孔内。

3) 粘结砂浆应拌和均匀，并调整其和易性，随拌随用，一次拌和的砂浆应在初凝前用完。

注浆作业的施工要点

1) 注浆时先将注浆管插至钻孔底；开始注浆后，渐渐均匀地将注浆管往外抽出，并一直保持注浆管口埋在砂浆内，以免浆中出现空洞。

2) 注浆开始或中途停止超过 30min 时，应用水润滑注浆罐及其管路。注浆孔口地压力不得不小于 0.4MPa。

3) 注浆时应堵塞管口，注浆管应插至距孔底 5~10cm 处，随水泥砂浆地注入缓慢匀

速拔出，随即迅速将杆体插入，若孔口无水泥砂浆溢出，应将杆体拔出重新注浆。

4) 锚杆杆体应对中插入，插入后应在孔口将杆体固定。如杆体插入有难度时，可用锤击或通过套筒用风钻冲击，使杆体强行插入钻孔。

5) 杆体插入孔内地长度不得短于设计长度的 95%，实际粘结长度亦不应短于设计长度地 95%。注浆与否饱满，可根据孔口与否有砂浆挤出来判断。

6) 砂浆未达到设计强度地 70%时，不得随意碰撞，一般 3d 内不得悬挂重物。锚杆安设后，不得随意敲击。

(2) $\Phi 22$ 药卷锚杆

药卷锚杆与一般水泥砂浆锚杆基本相似，所不一样的是药卷锚杆具有初期强度高，承载快，安装以便地长处。尤其在软弱、破碎、自稳时间短的围岩中更能显示出药卷锚杆的优越性。

药卷锚杆的施工要点：

1) 药卷的各项指标应满足设计规定。使用前应检查，规定无结块、未受潮。药卷的浸泡宜在清水中进行，随泡随用，药卷必须泡透。

2) 药卷应持续缓慢的送入孔底，并轻轻捣实，不得中途爆裂，如送药卷时中途受阻，应及时处理，若处理时间超过药卷的终凝时间，则钻孔作废。

3) 药卷直径宜较钻孔直径小 20mm 左右，锚杆杆体插入时应注意旋转，使药卷充足搅拌均匀。

4) 药卷的浸水时间是施工的关键，应根据所使用的药卷试验确定，时间一般为 1~2 分钟。

(3) D25 中空注浆锚杆

D25 中空注浆锚杆重要用于围岩条件较差且裂隙较发育地段的系统锚杆。注浆重要作用除做为锚杆的粘结材料外，另一目的是通过注浆泵的压力将水泥浆液压入破碎围岩的孔隙内，起到加固围岩，保持围岩整体性的作用。

D25 中空注浆锚杆的施工要点：

1) 钻孔直径应不小于锚杆直径 15mm 以上，钻孔方向应尽量垂直洞壁四面的围岩面，钻孔的深度要略不小于锚杆的长度，孔钻好后用高压风或高压水将孔内的石屑清除洁净。

2) 锚杆底部严禁与孔底顶紧，影响注浆效果。锚杆与孔口应安装止浆塞和钢垫板，并保证钢垫板和围岩密贴。锚杆的尾部与钢拱架或格栅拱架焊接牢固并预留 5cm 长度与注浆管连接。安装工序经检查合格后才能开始进行压浆施工。

3) 压浆的材料必须经试验检查合格，压浆材料的配合比必须严格按照选定的配合比进行施作，压浆机必须由专门的操作人员操作，注浆压力应控制在容许的范围内，注浆结束以注浆泵的压力表读数在规定的范围内且停止注浆后压力表的读数持续不回落，并保持终压 20 分钟卸下注浆管或持续注浆远远不小于设计的注浆量，并可判断浆液压入溶洞或前方有大的断层也可停止压浆。

4) 为防止压浆后浆液流出，卸下压浆管后及时封堵锚杆口后进行下一锚杆的压浆施工。

(4) R25 预应力锚杆

R25 预应力锚杆可以在较小的施工现场中作业。它具有施工工序紧密简朴，安装迅速以便的特点，是能立即起支护作用限制围岩松弛变形的锚杆。

R25 预应力锚杆的施工准备：

1) 检查锚杆的材料、类型、规格、质量以及性能与否与设计相符，如不满足设计规定立即更换。

- 2) 根据锚杆的类型及现场的围岩状况选择合理的钻孔机具。
- 3) 检查杆体的长度、连接配件的尺寸及各配件的配合状况。

R25 预应力锚杆安装施工要点：

- 1) 钻孔必须不小于设计孔径且孔圆而直，钻孔方向宜尽量与岩层重要构造面垂直。锚杆孔深不应不不小于锚杆的有效长度，且不应不小于杆体有效长度 30mm。
- 2) 锚杆插入钻孔时楔子不得偏斜或脱落，锚头必须楔紧，保证锚固可靠。安装杆体后应立即上好托板，拧紧螺帽。打紧楔块时不得损坏丝扣。
- 3) 锚杆推送就位后，即可进行安装千斤顶张拉，一般先用 20%~30% 得的预应力值张拉 1~2 次，促使各连接部位接触紧密，最终张拉值应有 5%~10% 的超张拉量，以保证预应力损失后仍能到达设计规定的有效预应力。张拉时千斤顶后严禁站人，以防不测。
- 4) 预应力无明显衰减时，才最终锁定，且 48h 内再检查。注浆应饱满，注浆结束后进行外锚头封盖。

第四节 防排水施工

一、防排水施工技术要点

水，不仅是影响公路隧道正常施工的原因之一，也是影响公路正常运行的重要原因之一。

在施工期间，地下水的作用不仅减少围岩的稳定性（尤其对软弱破碎围岩的影响更为严重），使得开挖十分困难，且增长了支护的难度和费用，甚至需采用超前支护或预注浆堵水和加固围岩的措施。此外，对地下水处理不妥，则也许导致更大的危害。

在运行期间，地下水常从混凝土衬砌的施工缝、变形缝、裂缝甚至混凝土孔隙等通道渗漏进隧道中，导致洞内通信、供电、照明等设备处在潮湿环境而发生锈蚀，或使路面积水或结冰，导致打滑，危及行车安全；总之，地下水的存在是必然的，但它对工程的危害是可以通过多种处理措施防止和减少的。

隧道在开挖时或喷射混凝土施工后，会有渗漏出现。本隧道防水工程采用浇筑抗渗混凝土与铺设 ECB/EVA 共挤防窜防水板相结合的措施。隧道防水板与初期支护之间环向采用 HC-3.5 半圆透水管，墙脚处纵向采用 $\phi 10\text{cm}$ 软式透水管，HC-3.5 半圆透水管与 $\phi 10\text{cm}$ 软式透水管在墙脚处用三通连接。在水流集中处铺设 Ω 型弹簧排水管与墙脚处 $\phi 10\text{cm}$ 软式透水管连接，通过 $\phi 10\text{cm}$ 横向软式透水管将初期支护与二次衬砌之间水排入路基两侧 $\phi 30$ 排水盲沟引出隧道外侧。为保证二次衬砌施工缝及变形缝处不漏水，分别在施工缝和变形缝处埋设带注浆管的橡胶止水条和中埋式止水带。

二、各施工工序的施工工艺

(一) ECB/EVA 共挤防窜防水板

1、ECB/EVA 共挤防窜防水板铺设前准备工作

(1) 测量隧道坑道开挖断面，对欠挖部位加以凿出，对喷射混凝土表面凹凸明显部位应分层喷射找平；外露的锚杆头及钢筋网头应齐根切除，并用水泥砂浆抹平。喷射混凝土表面凹凸明显部位（矢高与弦长之比超过 $1/6$ ）应修凿、补喷，使混凝土表面平顺。

(2) 应检查防水板有无断裂、变形、穿孔等缺陷，保证材料符合设计和质量规定。

(3) 检查施工机械设备、工具与否完好无缺，并检查施工组织计划与否科学、合理等。

2、ECB/EVA 共挤防窜防水板重要技术规定

(1) ECB/EVA 共挤防窜防水板及土工布技术指标表

序号	项目	单位	指标
1	幅度×宽度	mm	2300×1
2	抗拉强度	MPa	横向 ≥ 19 ，纵向 ≥ 21
3	断裂延伸率	%	横向 ≥ 650 ，纵向 ≥ 600
4	圆球顶破强度	N	≥ 1300

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/895042034224011230>