

土采用分三段施工。第一、二段（830.00m 以下、830.00~860.00m）二期混凝土在一期混凝土浇筑完成后，即进行门槽安装及二期混凝土回填施工，中间设简易封闭平台避免施工干扰；第三段（845.00~886.00m）在一期混凝土施工完成后进行。

7.9.2 硅粉混凝土施工

本标泄洪洞泄流底板及部分边墙采用高标号硅粉混凝土衬砌，以有效控制高速水流的冲磨及气蚀破坏。硅粉混凝土施工工艺要求较高，与一般混凝土有较大差别，需增加较多劳动力及辅助工作，其在拌和出料、中转运输、平仓振捣均较一般混凝土施工困难；本标泄洪洞底板为反弧段，为满足混凝土浇筑表面的平整度要求，对底板模板精确度要求较高。

根据硅粉混凝土的特殊施工工艺要求及其相对于一般混凝土所特有的粘滞、触变性质，硅粉混凝土施工从混凝土拌和、运输、立模、浇筑入仓、振捣及养护等各个环节进行控制，以保证其施工质量。

7.10 混凝土外观质量控制措施

7.10.1 预防措施

混凝土外观质量预防措施主要包括：保证混凝土表面平整度、垂直度和光洁度；控制混凝土表面蜂窝、气泡、麻面、错台、挂帘的出现；防止表面裂缝的出现；保持表面混凝土颜色一致。

一、保证表面平整度、垂直度和光洁度

保证混凝土表面平整度、垂直度和光洁度，使用优质的模板和合理的施工工艺是关键。本标工程进水口永久外露混凝土施工采用悬臂大模板施工，从手段上保证混凝土外观质量。

面板的刚度是保证混凝土表面平整度、垂直度的先决条件，模板在重复使用前应进行刚度校准，对变形过大的模板停止使用；为保证分层印迹线水平贯通及竖向板缝印迹线垂直，从而达到设计横平竖直的要求。模板安装时，要求模板定位孔严格按照设计图纸进行测量放样，避免墙面印迹线及爬锥孔错位，影响墙面整体效果。为延长模板使用寿命和方便脱模，应使用脱模剂。为保证混凝土外观颜色一致，不可将两种不同类型的脱模剂混用。

为处理好层间水平印迹线，达到墙面美观的效果，在水平分缝处采用压条施

工方案。压条选择截面规格为 50×30mm 的角钢，将角钢固定在模板板面上，角钢下边线与浇筑分层线平齐（或略低），角钢下边线采用测量控制，保证贯穿性的“横平”。

为保证垂直沉降缝分缝垂直，采用在沉降缝处嵌木条的施工方法。在已浇块堵头模板拆除后，在沉降缝处将截面为 10×2cm 的大木条用膨胀螺栓固定在已浇混凝土上，再将截面为 2×1.5cm 的小木条用钉子固定在大木条上，安装待浇块模板，进行混凝土浇筑。在混凝土达到强度拆模后，将预埋在混凝土中的小木条取出，形成一条宽 2cm 左右的垂直缝。沉降缝的垂直度直接影响外墙的美观，施工时对堵头模板的垂直度及待浇块小木条的安装严格采用测量控制，防止浇筑层间的错台，确保缝线“垂直”。

二、控制表面蜂窝、麻面、气泡、错台及挂帘的出现

控制表面蜂窝、麻面、气泡，首先根据浇筑部位钢筋密集程度选择合理的混凝土配合比、级配，其次采取合理的入仓方式，混凝土入仓后立即振捣，不允许出现仓面混凝土堆集。振捣采用高频振捣器并辅以软轴振捣器，振捣时，以混凝土泛出浮浆、无明显气泡冒出且不显著下沉为准，不允许过振或漏振，确保混凝土拆模后内实外光。振捣过程中，防止振捣器直接冲击模板和埋件，以免造成模板损坏和埋件移位。

为减少混凝土表面错台、挂帘的出现，要求模板与模板之间及模板下部与老混凝土之间加固紧密，保证模板结合处不留缝隙。采用常规小模板的仓号，要保证模板与模板之间拼接紧密，模板加固支撑有足够刚度，以免浇筑时出现漏浆、跑模或模板变形过大。

加强混凝土浇筑的过程控制，随时进行模板变形监测，发现模板变形及时调整。根据普通大模板的使用经验（以浇筑层 3.0m 为例），浇筑 0.5m、1.5m 时，分别紧固一次模板支撑系统，收仓时，再紧固一次模板支撑系统，每次紧固量根据大模板的使用经验确定，以有效防止错台、“鼓肚”等缺陷发生。

三、防止表面裂缝出现

合理的温控措施能有效防止混凝土表面裂缝的出现。具体的温控措施详见“混凝土温度控制”。

四、保持表面颜色一致

保持混凝土表面颜色一致，要求水泥、粉煤灰及外加剂品种尽量选用同一厂

家的产品，脱模剂的选择也应尽量是同一类型的。保持模板表面清洁，不许有任何污物对保持表面颜色一致也很重要。此外，施工过程中对已浇筑好的永久外露面积采取有效的保护措施，避免油污对外观颜色的影响或其它硬物对外观的磨损、破坏。

7.10.2 混凝土补救措施

补救措施指拆模后对混凝土表面出现的错台、挂帘、蜂窝、麻面、模板拉筋头及模板定位孔等缺陷的修补，以满足外观质量及使用要求。

一、错台修补

对错台大于 2cm 的部分。先用扁平凿按 1:30（垂直水流向错台）和 1:20（顺水流向错台）坡度凿除，并预留 0.5~1.0cm 的保护层用电动砂轮打磨平整，与周边混凝土保持平顺连接；错台小于 2.0cm 的部位，直接用电动砂轮按相同坡度打磨平整。根据以往施工经验，对错台的处理再混凝土强度达到 70%后进行。

二、蜂窝、麻面及挂帘修补

对超过规定的蜂窝、麻面，先进行凿除，然后将填补面冲洗干净，涂刷一道水灰比为 0.4~0.5 的浓水砂浆，再回填微膨胀砂浆，最后压实填平；对超标的气泡，先凿成深度不小于 2.0cm、边长不小于 4.0cm 的小坑，再用微膨胀砂浆填补；挂帘用扁平凿和砂轮凿除、磨光，先用粗砂子磨平，再用细砂子磨光。

三、模板拉筋头处理

永久外露面的模板拉筋头用电动砂轮沿混凝土表面切割，先用粗砂子磨平，再用细砂子磨光，最后在钢筋头表面涂刷一层环氧基液。模板拉筋头严禁用电焊或气焊进行切割，以免损坏混凝土表面。

四、悬臂模板孔洞回填

先将孔洞冲洗干净，并用钢丝刷将孔洞周边刷毛，涂刷一道水灰比为 0.4~0.5 的浓水砂浆，再回填微膨胀砂浆，并拍打密实，直至泛浆，再抹平、养护。

五、修补注意事项

修补材料应符合下列要求：修补厚度小于 2.0cm 时选用聚合物水泥砂浆或树脂砂浆；厚度 2.0~5.0cm 时选用水泥基砂浆；厚度为 5.0~15cm 时选用一级配混凝土；厚度大于 15cm 时选用二级配混凝土。选用的修补材料与基底材料的弹性模量、线膨胀系数相近。

为保证修补面颜色与混凝土颜色一致，选用与混凝土材料相同的产品，修补

砂浆的水灰比与粉煤灰掺量不能大于被修补混凝土的相应值，以保证修补材料的强度等性能满足设计要求。

对修补好的混凝土面应采取覆盖措施，保证修补面的湿润养护，避免阳光直射，水分过快蒸发而影响修补质量。

7.11 混凝土抽样质量检验与缺陷处理

7.11.1 混凝土质量检验

在混凝土浇筑过程中，按照有关规范规定和监理工程师的指示，在出机口和浇筑现场进行混凝土取样试验，并向监理工程师提交以下资料：

- 一、选用材料及其产品质量证明书；
- 二、试件的配料、拌和试件的外形尺寸；
- 三、试件的制作和养护说明；
- 四、试验成果及其说明；
- 五、不同水胶比与不同龄期的混凝土强度曲线及数据；
- 六、不同掺和料掺量与强度关系曲线及数据；
- 七、各种龄期混凝土的容重、抗压强度、抗拉强度、极限拉伸值、弹性模量、泊松比、坍落度和初凝、终凝时间等试验资料。

八、28d 龄期混凝土的抗冻、抗渗指标，抗冻、抗渗检验试件每 1000m³ 成型一组。

7.11.2 混凝土表面的修整

- 一、有模板的混凝土结构表面修整

有模板混凝土浇筑的成型偏差不得超过表 7-15 规定的的数据或监理工程师规定的要求。

混凝土结构表面的允许偏差

表 7-15

顺序	项目	混凝土结构的部位(mm)	
		外露表面	隐蔽内面
模板平整度			
1	相邻两面板高差	3	5
2	局部不平(用 2m 直尺检查)	5	10

3	结构物边线与设计边线	10	15
4	结构物水平截面内部尺寸	±20	
5	承重模板标高	±5	
6	预留孔、洞尺寸及位置	10	

混凝土表面蜂窝凹陷或其它损坏的混凝土缺陷按监理工程师指示进行修补，修补前用钢丝刷或加压水冲刷清除缺陷部分，或凿去薄弱的混凝土表面，用水冲洗干净，采用比原混凝土强度等级高一级的砂浆填补缺陷处，并予抹平，修整部位加强养护，确保修补材料牢固黏结，色泽一致，无明显痕迹。

混凝土浇筑块成型后的偏差不得超过模板安装允许偏差的 50%-100%，特殊部位（溢流面、门槽等）应按施工图纸的规定。

二、非模板混凝土结构表面的修整

各种无模板混凝土表面的允许平整度偏差，见表 7-16。

无模板混凝土表面允许平整度偏差

表 7-16

项 目		建筑物部位	允许平整度偏差(mm)
1	整平板修整	混凝土表面抹平	3
2	木模刀修整	渐变表面	3
		表面突变	3
3	钢质修平刀修整	渐变表面	3
		地板抹面，不规则度	3
4	帚 处 理	施工图纸规定部位	3
5	水道无模表面	隧洞进口段	2.5
		隧洞出口段	2.5
		闸门底槛	2.5

根据无模混凝土表面结构特性和不平整度的要求，采用整平板修整、木模刀修整、钢制修平刀修整等不同施工方法和工艺进行表面修整。

为避免新浇混凝土出现表面干缩裂缝，采取混凝土表面喷雾，保持混凝土表面湿润和降低水分蒸发损失。喷雾时要求雾滴直径达到 40-80 μ m，以防止混凝土表面泛出水泥浆液，保湿连续进行。

三、预留孔混凝土

为施工方便或安装作业所需预留的孔穴，在完成预埋件埋设和安装作业后，采用与周围建筑物材质相一致的混凝土或砂浆予以回填密实。

预留孔在回填混凝土或砂浆之前，先将预留孔壁凿毛，并清洗干净和保持湿润，以保证新老混凝土结合良好。回填混凝土或砂浆振捣密实，以保证埋件黏结牢固，以及新老混凝土或砂浆充分黏结，外露的回填混凝土或砂浆表面必须抹平，并进行养护和保护。

7.12 混凝土施工机械与劳动力

7.12.1 混凝土施工机械

根据各部位建筑物的结构特点，结合我局施工能力，本标混凝土施工主要施工机械设备见表 7-17。

混凝土浇筑主要施工机械设备表

表

7-17

序号	机械设备名称	型号、规格	单位	数量	备注
1	拌和楼	HZD120	座	1	设计生产能力 105m ³ /h
2	拌和站	HZS90	座	1	设计生产能力 60m ³ /h
3	圆筒门机	10/30t	台	2	发电洞进水塔
4	4.0 m ³ 吊	WD-400	台	2	
5	塔机	C7050 20t	台	2	发电洞进水塔
6	塔机	C7022 16t	台	2	泄洪洞进水塔
7	混凝土泵	HB60	台	4	
8	混凝土泵	HB30	台	10	备用 2 台
9	混凝土泵车	BSF 22.09	台	1	
10	混凝土搅拌运输车	6.0m ³	辆	12	
11	混凝土搅拌运输车	3.0m ³	辆	2	
12	自卸汽车	15t	辆	30	
13	载重汽车	5t	辆	4	
14	载重汽车	10t	辆	2	
15	汽车吊	16t/8t	辆	1/1	

序号	机械设备名称	型号、规格	单位	数量	备注
16	汽车吊	25t	辆	1	
17	汽车吊	100t	辆	1	
18	摇臂扒杆	100t	台	1	
19	卷扬机	5t	台	4	
20	卷扬机	10t	台	2	
21	棒式振捣器	Φ100/Φ50	台	40/3	
22	附着式振捣器		台	12	
23	真空溜槽		套	6	
24	针梁钢模台车	10m	套	1	放空洞
25	针梁钢模台车	10m	套	2	发电洞

7.12.2 劳动力安排

根据施工进度安排和混凝土浇筑强度要求,本标混凝土施工需要配置人员如下:管理人员 20 名,施工工长 15 名,质检员及旁站 15 名,钢筋工 120 名,模板工 90 名,机械设备操作手及其他人员 200 名,混凝土工程施工高峰人数约 460 人。

7.13 混凝土施工质量与施工安全保证措施

7.13.1 混凝土施工质量保证措施

一、管理措施

混凝土施工前确立项目副经理和管理人员名单,负责混凝土拌制、运输、模板安装以及实施混凝土浇筑有关的组织管理工作,保证混凝土料的连续供应和按施工工艺组织施工,从而保证混凝土的浇筑质量。

浇筑混凝土前,首先组织施工人员按施工组织设计制定的混凝土施工工艺、施工技术性能等特点和施工条件,实行班组技术交底。项目副经理负责组织相应施工机具,为混凝土施工的实施作提前布置。项目部的质量保证部、技术部指定专人负责相应部位的混凝土浇筑质量和混凝土的质量检验及监督。

项目经理部相关的质量、技术和物资部等,组织现场小组专职负责落实混凝土的供应和施工工艺组织,特别是拌合站配料的施工质量。

混凝土浇筑施工实行质量承包责任制,个人利益与工程施工的经济效益直接

挂沟，项目部制定相应的奖励措施，以调动相关人员群众性质量攻关和合理化建议活动。

二、技术措施

混凝土的质量形成过程分为：原材料的选定、配合比设计、拌合及运输、浇筑四个阶段，其中原材料的选定和混凝土配合比设计是混凝土本身质量形成的重要阶段，要采取科学的、严格的试验手段和管理措施，使混凝土的本身质量得到有效的控制；而混凝土的拌合和运输，以及浇筑阶段影响混凝土质量的因素较多，为确保本工程混凝土质量，采取如下措施保证混凝土的运输及浇筑质量。

(1) 原材料质量控制

外购材料（钢筋、水泥、粉煤灰、外加剂等）必须有出厂合格证，并由试验室对原材料进行抽样试验，不合格原材料严禁使用。

对外购材料，制定严格的质量管理规定，规范采购行为，做到有法可依；

在选供货厂家时，首选国有大厂，坚持供货主渠道；对业主指定供货的厂家，在定货合同上明确材料质量标准、验收方法及质量责任；

做好材料验收及保管工作，并对材料进行，未经复检或复验不合格的材料不得发放或用于本工程；领料单位在领料的同时，向供货单位索要出厂材质证明和复验报告。

(2) 混凝土拌和质量控制

混凝土施工前，现场试验室根据各部位混凝土浇筑的施工方法及性能要求，进行混凝土配合比设计，确定合理、先进的混凝土配合比。

拌合站每次搅拌前，应检查拌合计量控制设备的技术状态，以保证按施工配合比计量拌合，还应根据材料的状况及时调整施工配合比，准确调整各种材料的使用量，接受监理及业主的监督。

加强拌和设备的维修保养，使设备处于完好状态；

从拌合站运至施工现场的混凝土应先检查随车提供的配合比通知单是否符合现场当前所需的混凝土配合比要求，再检查混凝土的坍落度等是否满足入模要求，否则不得在本工程中使用，重新处理合格后才能使用。

(3) 混凝土单元工程施工质量控制

编制施工要领图，主要依据混凝土机械设备的生产能力、仓面尺寸以及常态混凝土不同的部位，确定浇筑块的宽度、层高，并综合考虑混凝土温度的控制、

细部结构的施工难易程度以及混凝土道路（通道）布置是否畅通，力求机械设备调配灵活安全，在便于作业的条件下实现快速、保质保量的施工。

1) 基础面或施工缝处理质量控制

本工程基础主要为砂岩、煤质页岩互层，对于节理、裂隙切割形成的光面采用人工凿毛；断层和泥化夹层根据出露宽度按宽深比 1:1~1:2 掏槽；基础面无松动、空鼓岩块，并冲洗干净、无积水；

混凝土施工缝采用人工凿毛或高压水冲毛，表面无乳皮、成毛面、冲洗干净、无积水、无积渣杂物。

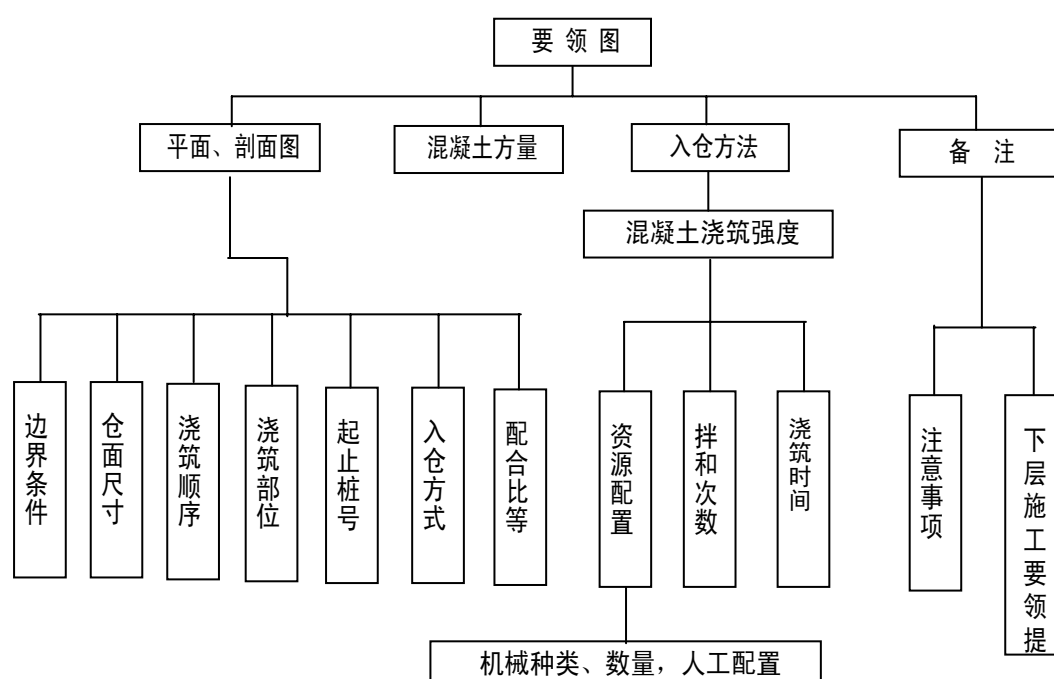


图 7-19 混凝土施工要领图

2) 模板制作及安装的质量控制

常规钢模板应使用专门的连接件支立，并在浇筑前涂刷脱模剂；

模板严格按照设计测量放点支立。支立固定完毕进行复测，确保建筑物位置及偏差满足设计及规范要求；

对进水塔胸墙、牛腿、龙抬头顶拱等重要部位的模板，对其刚度、支撑加固方法和牢靠程度、面板的光洁平整度、接缝的密实度等进行重点检查，并做好详细的施工记录；

设定监测控制点，进行浇筑过程中的变形移位观测。确保浇筑过程模板的变

形及位移控制在规范允许的范围之内；

混凝土浇筑过程中，指派专人监护模板，对过程中的位移进行及时的调整及加固。

3) 钢筋加工及安装质量控制

工程用钢筋品种、数量应符合设计要求。

加工使用前，在加工现场复查钢筋外观质量，表面油渍、漆污、锈皮及鳞锈清除干净，确保其与混凝土的握裹力。

在检验钢筋工程时，审查钢筋出厂材质证明和复验报告单；

对重要部位如胸墙、牛腿等的钢筋位置由测量进行检测，以保证其位置准确；

所有焊工必须经过培训、考核合格后持证上岗。

4) 混凝土浇筑质量控制

混凝土铺料厚度控制在 30~50cm，吊罐距离模板控制在 1.5m 左右，以免仓面初凝和碰撞模板；

隧洞边顶混凝土应对称下料，混凝土振捣至不冒气但不得过振为准，以免引起混凝土中粗骨料下沉；

洞内混凝土模板要待混凝土温度下降至与洞内气温相差很小，接近 20℃且达 70%强度后才能拆除。拆除模板后，洒水养护至少 10d 以上；

混凝土浇筑过程中，质量检查人员随时进行巡回检查监督；

做好浇筑记录，施工质量责任坚持“谁施工，谁负责”的原则；

设专人负责混凝土的养护。

5) 其它质量控制措施

冷却水管、接缝灌浆系统安装完毕进行通风或通水检查；混凝土浇筑完毕，接触、接缝灌浆系统立即进行通风或通水复检，发现堵塞，采取措施进行处理；

混凝土浇筑过程中，设置专人值班对预埋件维护；

加强气象监测和气象预报，及时根据出机口混凝土的温度控制范围，采取相应的运输、浇筑、养护等环节的温控措施，以满足设计和规范规定要求。

三、检验措施

每次拌制、浇筑混凝土前由专人进行以下项目的检查，并做好记录。

检查混凝土配合比、配料单，检查原材料（如水泥、外加剂、粗细骨料及含水量、水等）是否符合规定要求，如有变化应及时调整配合比或禁止拌制；

检查各原材料掺量与外加剂掺量，每班抽查不少于 5 次并做好记录；
记录有关混凝土生产过程的各项参数。如拌合速度、搅拌时间等；
检查混凝土塌落度是否符合要求，此项工作应随机抽样。但每班不得少于 3 次；

测定并记录混凝土生产时温度和混凝土运输到工地的时间及温度；

检查并监督试件制作的全过程；

检查试件的养护条件及试验设备是否符合要求。

四、混凝土质量检验程序

混凝土质量检验程序流程如图 7-20 所示。

7.13.2 混凝土施工安全保证措施

一、机械设备使用安全

(1) 在工程区内行驶和进行运输作业的车辆安全管理与施工安全管理规定。在交通要道及交叉路口设醒目标志牌及专职车辆安全指挥人员；

(2) 所有机械操作人员必须持证上岗，按照操作程序正确操作，严禁违章作业，杜绝酒后上机，起重机操作人员必须按照安全要求正确指挥及操作；

(3) 施工现场应实施机械安全管理安装验收制度，机械安装要按照规定的安全技术标准进行检测。所有操作人员要持证上岗。使用期间定机定人，保证设备完好率；

(4) 混凝土运输车辆及钢筋、模板等运载车辆均不准超载、超宽、超高运输；

(5) 运输车应文明行驶，不抢道、不违章，隧洞内行驶速度不能超过 15km/h，施工区内行驶速度不能超过 25 km/h；

(6) 各类进洞车辆必须处于完好状态，制动有效，严禁人料混载；

(7) 在洞内作业地段装卸衬砌材料时，人员与车辆不得穿行；

(8) 拆除混凝土输送软管或管道，必须停止混凝土泵的运行；

(9) 指挥人员统一指挥信号，信号要鲜明、准确，门机及塔机驾驶人员应听从指挥。

二、承重架安全

(1) 工作台、踏板、脚手架的承重量，不得超过设计要求，并应在现场挂牌标明。脚手架与工作台的木板应铺设严密，木板的端头必须搭在支点上；

(2) 脚手架杆、架板的质量要符合使用要求，腐朽、折裂、虫蛀、枯节及易断者均不得使用；

(3) 承重架绑扎或焊接必须牢固，大风雪后检查架子是否变形，发现问题及时进行处理加固；

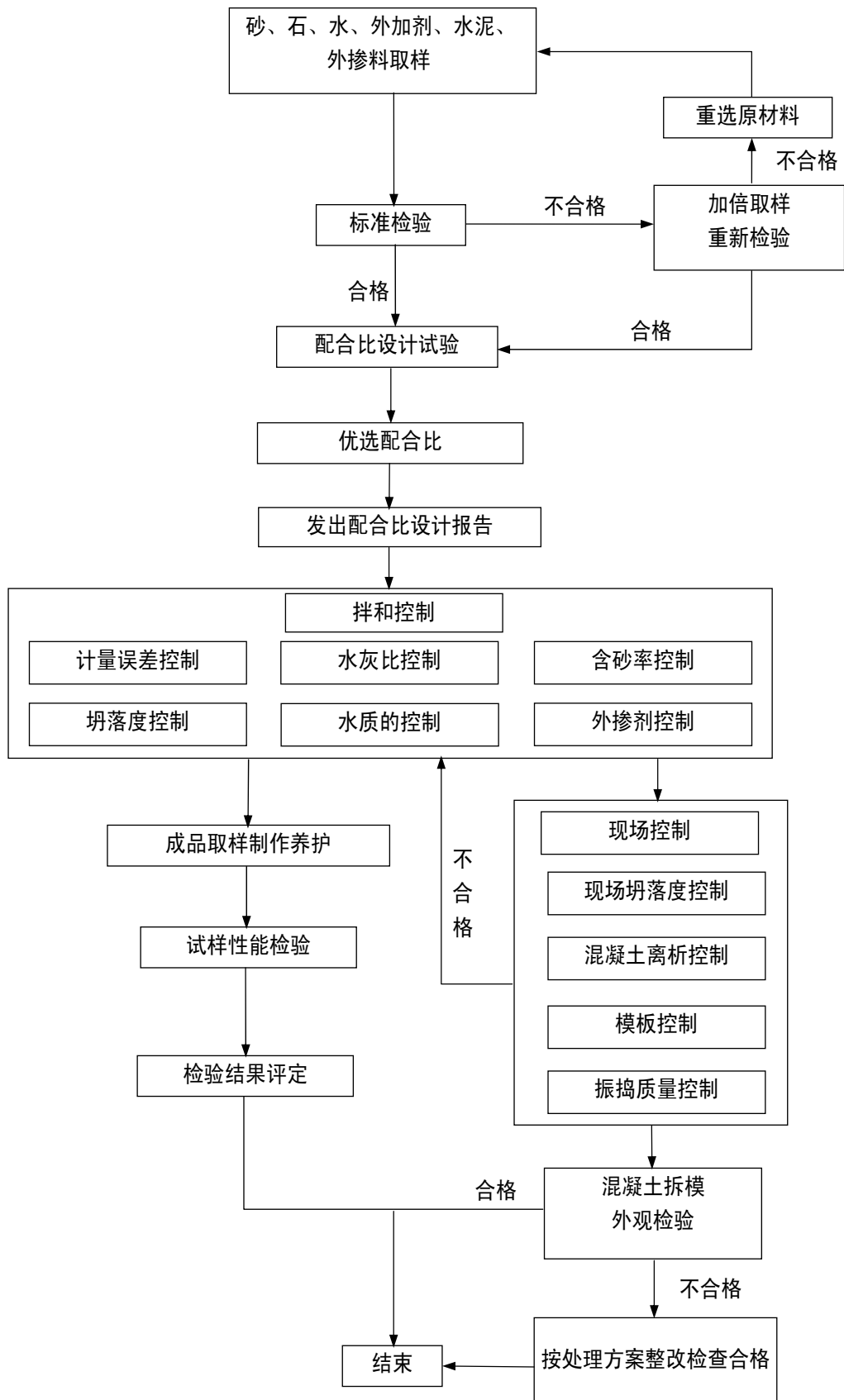


图 7-20 凝土质量检验程序框图

(4) 脚手架拆除自上而下进行，严禁数层同时拆除，当拆除某一部分时，防止其它部分坍塌；

(5) 栏杆、梯子与整体配合拆除，不得先拆；

(6) 承重的立柱、横杆要等其承担的全部结构拆除后进行拆除。

三、现场施工的协调与安全管理

(1) 混凝土工程开工前，由质量安全部门编制实施性安全施工组织设计，对进水口洞内混凝土浇筑等作业，编制和实施专项安全施工组织设计，确保施工安全。

(2) 实行逐级安全技术交底制，由项目经理部组织有关人员进行详细的混凝土施工安全技术交底，凡参加安全技术交底的人员要履行签字手续，并保存资料，质量安全部专职安全员对安全技术措施的执行情况进行监督检查，并作好记录。

(3) 针对混凝土工程施工特点，对所有从事管理和生产的人员施工前进行全面的安全教育，重点对专职安全员、班组长、从事特殊作业的架子工、起重工、电工、焊接工、机械工、机动车辆驾驶员等进行安全培训教育。

(4) 根据混凝土施工具体情况，在施工准备前、施工危险性大、季节性变化、节假日前后等应进行检查，并要有项目部领导值班。对检查中发现的安全问题，按照“三不放过”的原则立即制定整改措施，定人限期进行整改。

(5) 对混凝土工程施工发生的每一起安全事故，不论大小，都要追究到底，直到所有防范措施全部落实，所有责任人全部得到处理，所有施工人员都取得了事故教训。

(6) 通过安全教育，增强职工安全意识，树立“安全第一，预防为主”的思想，并提高职工遵守施工安全纪律的自觉性，认真执行安全检查操作规程，做到：不违章指挥，不违章操作，不伤害自己，不伤害他人，不被他人伤害，达到提高职工整体安全防护意识和自我防护能力。

四、瓦斯预防措施

(1) 建立安全保证体系。根据招标文件所提供的不良地质条件和有害气体资料我局在实施合同工作范围的施工中，为全面履行合同，建立安全保证体系。

(2) 施工人员认真进行防瓦斯知识学习。

(3) 保证通风质量。

(4) 严格瓦斯检查制度，配备 JWG-I 型光学瓦斯检测仪，指定专人定时检查瓦斯，并设置 AZJ-91 微型瓦斯检测报警仪，瓦斯浓度超过规定值时停止作业，断电进行处理。

洞内照明与用电设施要符合防爆要求。

洞内严禁施焊作业。

(7) 施工时制定详细的安全技术措施。

编写：周

迅

第八章 1#、2#泄洪排砂洞改造

8.1 施工特性

8.1.1 工程项目及工程量

紫坪铺水利枢纽工程设有两条导流洞，计划在 2004 年 10 月 1 日~2005 年 4 月 30 日枯水期改建成泄洪洞。导流洞断面采用马蹄形，钢筋砼衬砌，衬砌后高、宽均为 10.7m。泄洪洞龙抬头施工时，在泄洪洞与导流洞结合处的三岔段预留 15m 保护层，以确保导流洞在汛期有压流状态下洞壁的稳定性。1#导流洞堵头长 30m，桩号为导 0+151.74~0+181.74，泄洪洞预留保护层桩号为泄 0+128.95~0+143.85；2#导流洞堵头长 38m，桩号为导 0+235.77~0+273.77，泄洪洞预留保护层桩号为泄 0+159.48~0+173.92。

1#、2#泄洪排砂洞改造工程包括以下工作内容：出口挑流鼻坎改造、导流洞堵头段封堵及砼回填、泄洪洞龙抬头段保护层导井施工及扩挖、洞身衔接段砼回填、渐变段改造等，其中导流洞堵头段封堵为工程的重点和难点，并且为了该段回填灌浆和接触灌浆，在封堵时预留灌浆廊道，增加了施工工序和工程量。改造工程主要工程量详见表 8-1。

泄洪排砂洞改造工程主要工程量表

表 8-1

序号	工程项目	单位	工程量		备注
			1#泄洪洞	2#泄洪洞	
一	挑流鼻坎改造				
1	底板 C ₂₅ 砼拆除	m ³	205	146	
2	底板砼凿毛	m ²	563	279	
3	底板插筋	根	750	533	Φ25, L=2m
4	C ₂₅ 砼	m ³	2139	1149	
5	C ₅₀ 硅粉砼	m ³	268	182	
二	龙抬头改造段				
1	石方井挖	m ³	120	120	保护层导井开挖(断面: 2×4m)
2	石方洞挖	m ³	11130	16310	保护层厚 15m
3	C ₂₅ 砼	m ³	4700	5800	

序号	工程项目	单位	工程量		备注
			1#泄洪洞	2#泄洪洞	
三	堵头段封堵				
1	底板插筋	根	42	43	Φ28, L=3.5m
2	钢筋网制安	t	0.8	0.8	@20×20cm
3	回填灌浆	m ²	426	427	顶拱 120° 范围
4	接缝灌浆	m ²	1200	1200	
5	C ₂₀ 砼	m ³	4125	4125	二级配和三级配
四	洞身衔接段改造				
1	C ₂₅ 砼拆除	m ³	2028	1145	
2	砼凿毛及接缝灌浆	m ²	2459	2594	
3	C ₂₅ 砼	m ³	4302	4375	

8.1.2 地质条件

1#泄洪排砂洞改造段位于沙金坝向斜北西翼，围岩中无断层通过，穿越地层为微风化三迭系须家河组 J33xj12-①层含煤屑的中~细粒岩夹粉砂岩及 Lc 煤质页岩，隧洞围岩分类以Ⅲ类为主，其中 Lc 煤质页岩厚 2~4m，为层间剪切破碎带，隧洞围岩分类为 V 类；堵头段围岩以Ⅲ类为主，砼回填段将穿越 Lc 煤质页岩。围岩中构造裂隙较发育的主要有 4 组，裂隙张开 1~3mm 左右，与层面裂隙相切，岩体呈镶嵌结构。

2#泄洪排砂洞改造段位于沙金坝向斜北西翼，岩层产状为 N10~20° E/SE，∠35~40°，岩层产状与导流洞轴线近于平行或呈锐角相交；堵头段及回填段靠近靠近向斜轴部，无断层通过。堵头前隧洞围岩中有 L9 层间剪切破碎带通过，该煤质页岩厚度达 13m，为 V 类围岩；堵头段及回填段穿过地层为微风化带三迭系须家河组 J33xj12-③，J33xj12-④层中厚层状含煤中细粒砂岩夹薄层泥质粉砂岩、页岩、煤质页岩。岩体中主要发育三组裂隙，其中一组裂隙为优势裂隙，延伸较长，局部段形成裂隙密集带。

8.1.3 施工条件

1#、2#泄洪洞非结合段开挖及砼浇筑于 2003 年 4 月~10 月完成，1#导流洞 2004 年 10 月 1 日下闸（此时 2#导流洞过流），1#泄洪洞改造要求在 2005 年 3

月 31 日完成；2#导流洞 2004 年 12 月 1 日下闸（此时冲砂放空洞过流），2#泄洪洞改造于 2005 年 4 月 31 日完成。等强 1 个月后，1#、2#泄洪洞均要求在汛前投入运行，工期仅 4~5 个月，非常紧张。

8.1.4 工程特点

一、工期紧、时间短

改建期间只能通过一条冲砂放空洞过流，而冲砂放空洞过流断面直径 Φ 4.4m，过流能力十分有限，故两条泄洪洞改造势必在 2005 年 5 月汛期前完成，要求 1#泄洪洞改造施工工期为 6 个月，2#泄洪洞改造施工工期仅为 5 个月。

二、工序多，场地狭窄，各工序之间相互干扰

泄洪洞改造包括龙抬头 15m 保护层开挖、堵头段封堵、衔接段改造及出口挑流鼻坎的改造及渐变段改造，而洞内工作场地狭窄，出口挑流鼻坎施工影响交通，施工工序多，间相互干扰较大。

三、施工通道少：导流洞封堵改建主要利用下游出口通道，施工干扰大，影响施工进度。

四、各工序占用时间长：堵头段砼施工和冷却灌浆时间要求 3 个月左右，同时，由于泄洪洞改造完后即要求过流，砼 28 天龄期也将占用直线工期，这样两条泄洪洞改造的实际施工时间仅为 4~5 个月；

五、施工难度大、质量要求高：由于泄洪洞与导流洞结合段属高速水流区，有较高的过流要求，对砼质量要求高。

8.1.5 施工工期

1#泄洪洞 2004 年 10 月 1 日下闸后开始改造，2005 年 3 月 31 日改造结束并投入运行，施工工期 6 个月；2#泄洪洞 2004 年 12 月 1 日下闸后开始改造，2005 年 4 月 31 日改造结束并投入运行，施工工期 5 个月。

8.2 施工方案比较

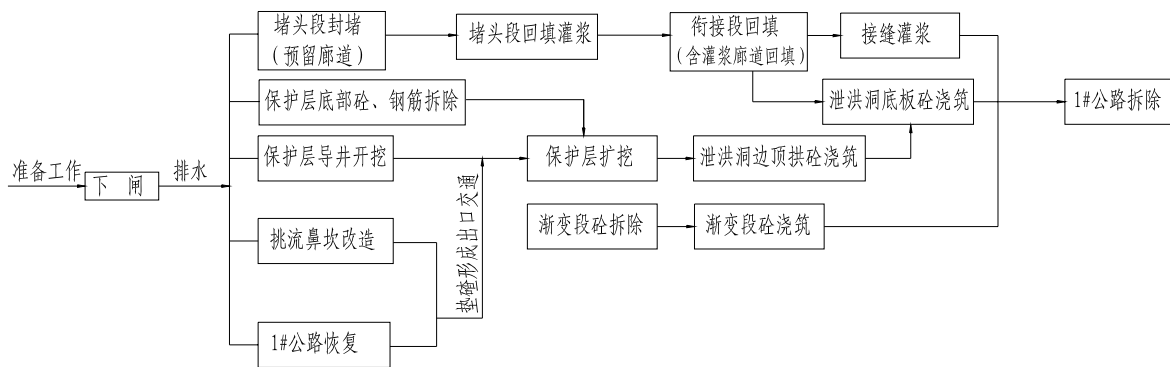
在泄洪洞与导流洞非结合段开挖时，预留 15m 保护层，以保证导流洞过流期间有压流状态下洞壁的安全，下闸后，从泄洪洞进口进洞进行保护层导井开挖及扩挖，另一方面，在导流洞出口挑流鼻坎改造前将施工机械设备进入导流洞内，在出口挑坎改造期间进行洞内堵头段封堵。

我局也曾考虑通过打开导流洞 1#施工支洞进洞进行施工的方案，但由于 1#导流洞下闸改造时，2#导流洞仍在过流，而且 1#公路经导流洞出口处在导流洞过流期间无法恢复交通。另一方面，施工支洞堵头拆除工程量大，后期再次封堵占直线工期，对工期较紧的泄洪洞改造项目来说，该方案可行性较小。

8.3 施工程序及进度安排

以 1#导流洞为例，1#导流洞 2004 年 10 月 1 日下闸后，立即进行堵头段砼施工、保护层导井开挖、挑坎改造和 1#公路的恢复，并且在 11 月前完成以上项目，2004 年 11 月主要进行保护层大面扩挖，12 月 1 日至 2005 年 1 月 15 日进行衔接段改造，2005 年 1 月 15 日至 3 月 15 日进行泄洪洞洞身段砼浇筑，2 月 1 日至 3 月 31 日进行接缝灌浆施工。

具体施工程序及施工进度安排详见图 8-1 和表 8-2。



说明：1.本程序仅反映下闸后的施工安排；
2.风水电布设、导流洞修补、砼拆除凿毛等工作穿插于主要项目间进行。

图 8-1 泄洪洞改造程序图

8.4 施工布置

8.4.1 泄洪洞进口交通

利用 5#公路作为外部交通，通过泄洪洞进口，在龙抬头段底板设置人行爬梯，满足导流洞与泄洪洞结合段预留 15m 保护层导井及扩挖施工及材料运输要求。

8.4.2 导流洞出口 213 国道

利用导流洞出口顶部 213 国道作为外部交通，1#公路未恢复时，从 213 国道▽776 高程沿坡面搭设真空溜筒至导流洞出口底板，满足堵头段砼及出口挑流鼻坎砼同时施工的砼运输要求。另沿坡面搭设人行踏步，满足人员上下及材料运输

要求。

表8-2 泄洪洞改造施工进度表

施工部位	施工项目	时间横道图															
		2004年								2005年							
		10月		11月		12月		1月		2月		3月		4月			
上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬			
一、1#泄洪洞																	
1.龙抬头改造	保护层导井开挖																
	保护层扩挖																
2.堵头段封堵	砼浇筑(含部份泄洪洞洞身砼)																
	砼封堵																
	回填灌浆																
3.衔接段改造	接触灌浆																
	砼拆除及凿毛																
	砼浇筑(含部份泄洪洞洞身砼及灌浆廊道回填)																
4.出口挑坎改造																	
二、2#泄洪洞																	
三、1#公路	1#公路恢复																
	1#公路拆除																

8.4.3 1#公路的恢复

导流洞导流期间，1#公路被拆除，导流洞进口下闸后，快速恢复1#公路的交通，先填筑至1#导流洞出口，待2#导流洞下闸后，再进行2#导流洞段1#公路的恢复施工。挑坎改造完成并达到强度后，利用石碴填筑反弧段，形成进洞的交通条件，以满足洞内开挖出碴，砼及材料运输要求。同时1#公路路堤兼作出口枯期围堰。

8.4.4 风、水、电供应

一、风的布置：下闸前在泄洪洞龙抬头段布设一台12m³空压机(型号为ZV-12/7)，以满足泄洪洞龙抬头段15m保护层导井开挖及大面扩挖施工的用风要求；导流洞进口下闸后出口挑流鼻坎改造前，在导流洞堵头段布设一台12m³空压机，以满足堵头段砼回填、衔接段砼回填、渐变段改造等施工的用风要求；在导流洞出口处设一台12m³空压机，以满足导流洞出口挑流鼻坎改造施工的用风要求。

二、水的布置：从213国道上50m³水池引一趟Φ50水管，从导流洞出口进洞引至工作面，解决堵头段封堵、衔接段回填、渐变段改造及出口挑流鼻坎改造等施工用水问题；从6#公路▽825高程50m³水池引一趟Φ50水管，从泄洪洞进

口引至工作面，解决泄洪洞龙抬头改造 15m 保护层开挖及洞身段砼浇筑。

三、电的布置：导流洞堵头段封堵、衔接段回填、渐变段改造及出口挑流鼻坎改造施工等施工用电从导流洞出口引进；泄洪洞龙抬头 15m 保护层施工用电与龙抬头改造开挖、浇筑施工用电相同。

8.5 施工工艺及施工方法

8.5.1 开挖与砼拆除

一、泄洪洞保护层导井施工

在导流洞下闸后进行堵头混凝土施工的同时，从泄洪洞进口进入洞内，至上而下开挖施工长×宽=2×4m 的溜碴竖井。竖井开挖采用 YT-28 气腿钻钻孔，浅孔爆破，并在竖井对应顶拱部位设天锚，通过 5T 卷扬机带动滑轮进行简易提升，开挖洞碴至泄洪洞保护层平面进行临时堆放，待竖井施工完成后，与扩挖施工石碴一起从导流洞出口工作面运至碴场。导井施工详见图 8-2。

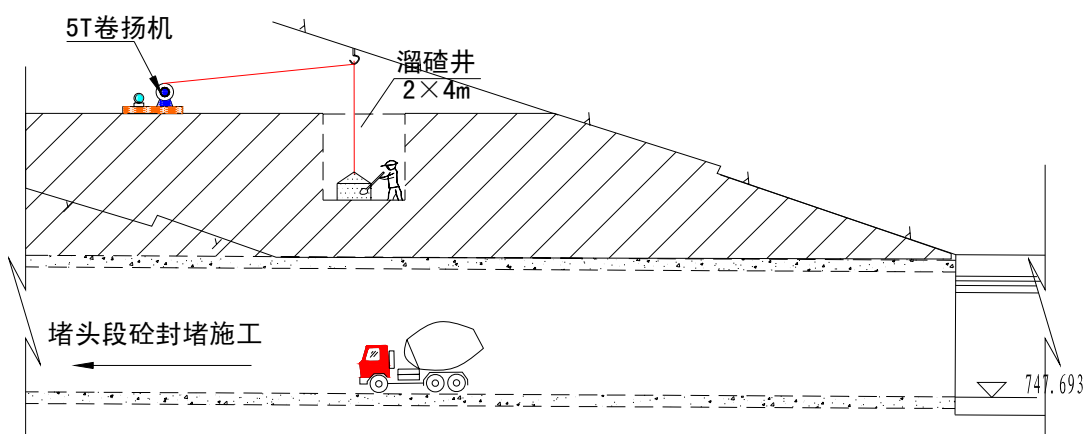


图 8-2 泄洪洞保护层导井开挖方法图

二、泄洪洞保护层扩挖

由于泄洪洞改造工期紧张，在导流洞堵头段混凝土浇筑完成前半个月，便开始进行大面扩挖。保护层开挖采用 YT-28 气腿钻钻孔，孔径 $\Phi 45\text{mm}$ ，浅孔梯段爆破，设计周边采用光面爆破，非电毫秒微差爆破网络起爆。出碴采用 ZL50C (3.0m^3) 侧卸式装载机在导流洞内挖装，15t 自卸汽车运输。前期由于堵头段正在进行砼封堵，利用开挖石碴垫施工道路，待堵头段砼浇筑完成后从导流洞出口二次倒运至碴场。

由于该区域支护工程量相对较小，地质情况相对较好，开挖的同时，临时支护紧跟掌子面，具体的支护方法参见第六章《隧洞开挖与支护》中相关内容。

保护层扩挖施工详见图 8-3。

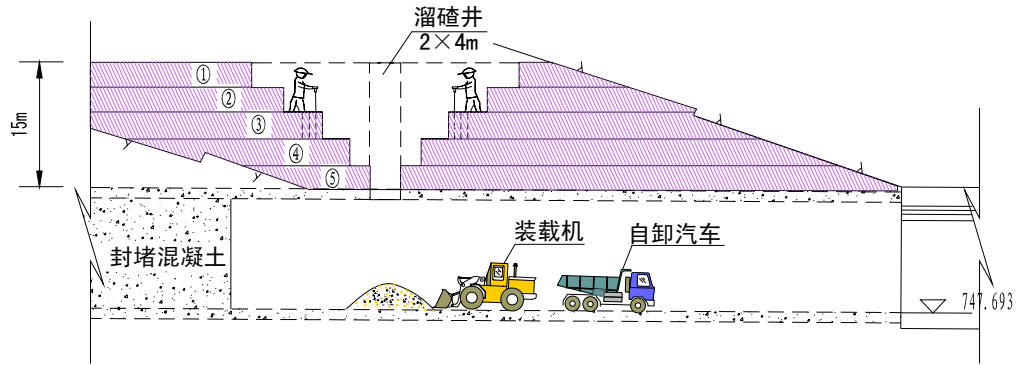


图 8-3 泄洪洞龙抬头段保护层开挖施工方法图

三、衔接段及出口挑流鼻坎砼拆除

砼拆除范围：衔接段混凝土拆除内容包括导流洞顶拱结合部位 1.0m 厚的钢筋混凝土拆除、渐变段打掉面层 0.3m 厚的混凝土；挑流鼻坎砼拆除范围为原导流洞出口底板 30cm 厚混凝土。

四、砼拆除

从底部搭设管架施工平台进行造孔施工。采用 YT-28 气腿钻钻孔，孔径 $\Phi 45\text{mm}$ ，孔距 50mm，浅孔爆破。设计周边增设 2 排孔径 $\Phi 45\text{mm}$ 的减震孔，非电毫秒微差爆破网络起爆。严格控制爆破单响药量，减小爆破振动对结构混凝土和隧洞灌浆区的影响。由于砼拆除量较小，且此时 1#公路未恢复交通，故暂不出碴，人工手推车临时堆放，待 1#公路恢复后，再采用 ZL50C (3.0m^3) 侧卸式装载机挖装，15t 自卸汽车二次倒运至指定碴场。在选择临时堆放场时，以不影响其它施工为原则。钢筋人工割除。

五、砼凿毛

砼凿毛采用人工风镐处理，使原砼出现较粗糙的麻面，便于与新浇砼紧密结合。

8.5.2 钢筋工程

底板插筋：挑流鼻坎与堵头段均设有底板插筋，分别为 $\Phi 25$ ， $L=2\text{m}$ 和 $\Phi 28$ ， $L=3.5\text{m}$ ，采用 YT-28 手风钻造孔，回填满水泥砂浆后，人工插入钢筋并摇动，

使钢筋充分被砂浆包裹。

泄洪洞洞身钢筋：在钢筋加工厂加工成型后，采用 15T 平板运输车运至工作面，在立模前搭满堂脚手架，严格按设计图纸和相关规范人工进行钢筋安装。

8.5.3 砼施工

(1) 堵头段砼封堵

在出口挑流鼻坎改造施工前，先通过导流洞出口通道驶入两台 6m^3 罐车，由于前期 1#公路恢复工作未完成，故砼从拌和楼拌制并运至 213 国道 $\nabla 776$ 平台上，通过真空溜筒溜至洞内汽车，通过“接力”的办法进行砼水平运输，直至 1#公路恢复为止。

封堵砼为 C20 二级配和三级配两种砼，其中 C20 三级配砼 5691m^3 ，位于导流洞洞身 8m 高范围；C20 二级配砼 2559m^3 ，位于导流洞顶拱及灌浆廊道回填。由于 1#、2#导流洞砼堵头段长分别为 30m 和 38m，分两段进行回填，其中 1#导流洞分段长度为 20m 和 10m，2#导流洞分段长度为 25m 和 13m，并对施工缝作凿毛处理。堵头段高度达 13m，分层进行浇筑，分层高度 2~3m。该段施工详见图 8-4。

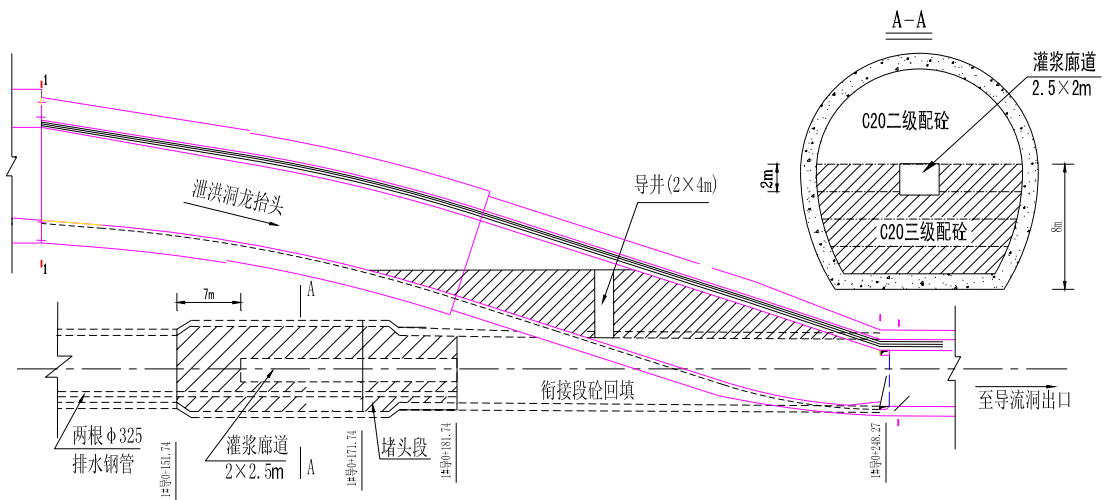


图 8-4 泄洪洞堵头段砼分层分块示意图

C20 三级配砼浇筑施工方法：采用 20m 自行式皮带输送机入仓，当高度不够时利用泄洪洞保护层开挖石碴，采用 ZL50 装载机进行垫碴，形成操作平台。砼入仓后 $\phi 100$ 振动棒振捣至密实。该段施工详见图 8-5。

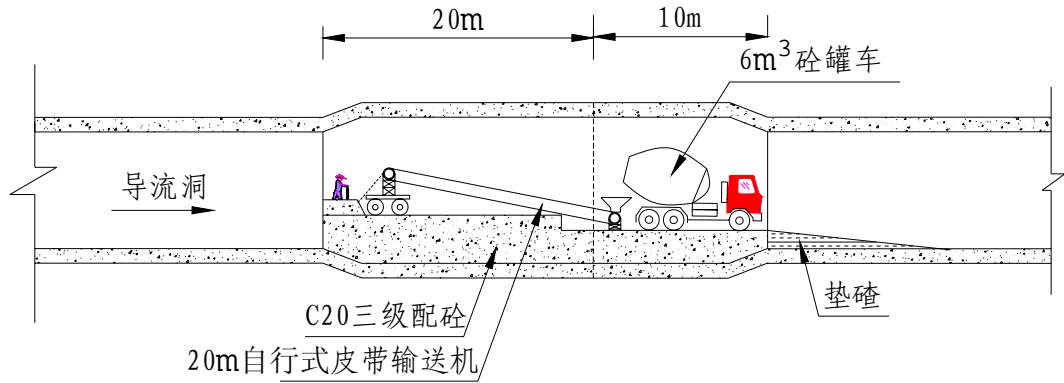


图 8-5 泄洪洞堵头段 C20 三级配砼浇筑示意图

C20 二级配砼浇筑施工方法：导流洞堵头段顶拱及灌浆廊道回填时，1#公路已恢复交通，6m³ 砼罐车可直接运至工作面，为了不影响其它工作面施工，在距导流洞渐变段改造段下游 5m 处用 HB30 砼泵输送入仓， $\phi 100$ 振动棒振捣至密实。具体布置如图 8-6 所示。

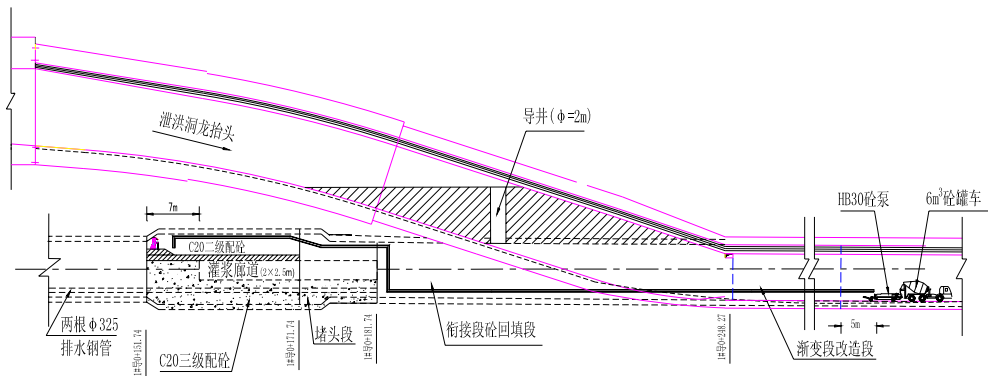


图 8-6 泄洪洞堵头段 C20 二级配砼浇筑示意图

砼封堵时在距堵头段端头 7m 处开始预留一条宽 \times 高=2.5 \times 2m 的灌浆廊道（廊道中心线与导流洞中心线重合），采用普通钢模板立模预留，并对堵头段预埋的灌浆管一端伸入顶拱，另一端插入廊道壁，浇筑后拆模并立即进行廊道四周凿毛处理，并对预埋灌浆管进行保护。待导流洞堵头段回填灌浆完成后，在衔接段砼回填时对灌浆廊道用 C20 二级配砼进行封堵。另封堵期间，对于渗水采用两根 $\phi 325$ 排水钢管预埋在堵头段底部，待堵头段封堵施工完成后，再对排水钢管进行堵塞。

(2) 导流洞与泄洪洞衔接段砼回填

在导流洞堵头段砼施工后，泄洪洞洞身段砼施工前进行衔接段砼回填。砼回

填前先进行灌浆廊道回填，灌浆廊道砼回填采用 C20 二级配砼，方量约 270m³，衔接段砼为 C25 砼，方量约 4302m³。1#导流洞桩号导 0+181.74~0+248.27，2#洞桩号为导 0+273.77~0+329.8。衔接段砼回填时，1#公路已恢复交通，故砼拌和楼拌制后，6m³ 砼罐车通过 1#公路从出口工作面运至现场，HB30 砼泵送入仓， Φ 100 振动棒振捣至密实。

衔接段回填砼顶部反弧段与泄洪洞洞身砼相接部份，施工时预留台阶，台阶高度 30~40cm，宽 100cm，台阶上预留插筋 Φ 25，L=1.5m，并且在砼浇筑后进行凿毛处理，以便与洞身砼紧密结合，如图 8-7 所示。

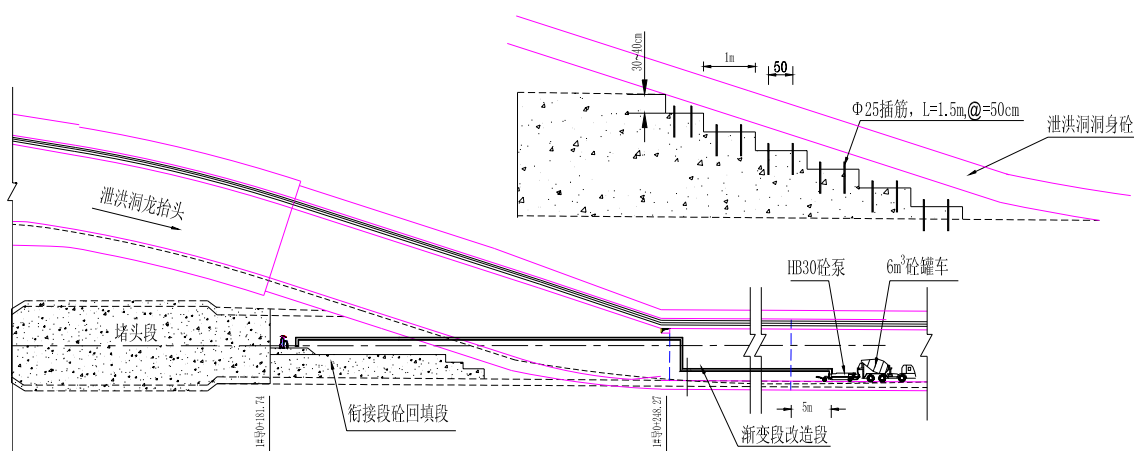


图 8-7 泄洪洞与导流洞衔接段砼回填施工示意图

由于有 20m 皮带输送机运输设备，为节约成本，降低砼水化热，以利于砼温度控制，建议泄洪洞与导流洞衔接段砼底层约 5m 范围内采用 C25 三级配砼，利用皮带输送机入仓，其余部位采用 C25 二级配砼，砼泵送入仓。

(3) 洞身砼浇筑

该部位砼具有坡度较陡、结构变化复杂、工艺要求较高的施工难度大的特点，针对不同部位采用不同施工方法：对渐变段改造采用散装普通钢模板施工方法，对反弧段采用先底板再边墙、最后顶拱的施工程序，底板采用滑模、顶拱采用组合桁架模板、边拱采用组合大钢模板进行施工。

导流洞渐变段改造将原马蹄形断面补浇砼筑后形成马蹄形向城门洞形渐变，按照设计边线立模，侧墙补浇砼均为直墙，大面采用普通钢模板，局部辅以小三角体木模板。拌和楼拌制砼后，6m³ 砼罐车运至洞内，HB30 砼泵送入仓， Φ 100 振动棒振捣至密实。由于该部位高度较大，为保证钢模强度，采用分层浇筑，每

次分层高度控制在 5m 左右。如图 8-8 所示。

泄洪洞反弧段洞身砼浇筑采用先边墙、再顶拱、最后底板的施工程序。采用 $\Phi 48\text{mm}$ 脚手架和钢排架支撑定型钢模板分三次衬砌完成。衬砌的程序为先浇底板低标号混凝土，再浇底板面层及边墙高标号混凝土，顶拱跟进施工。浇筑分段长度为 9.0m，相邻浇筑段间采用止水片连接。底板采用滑模施工、边墙采用组合大模板施工，顶拱采用木排架支撑的方法。模板采用 8t 汽车吊吊装，汽车吊不能控制部位，预埋地锚，采用导链安装。施工方法如图 8-9 所示。

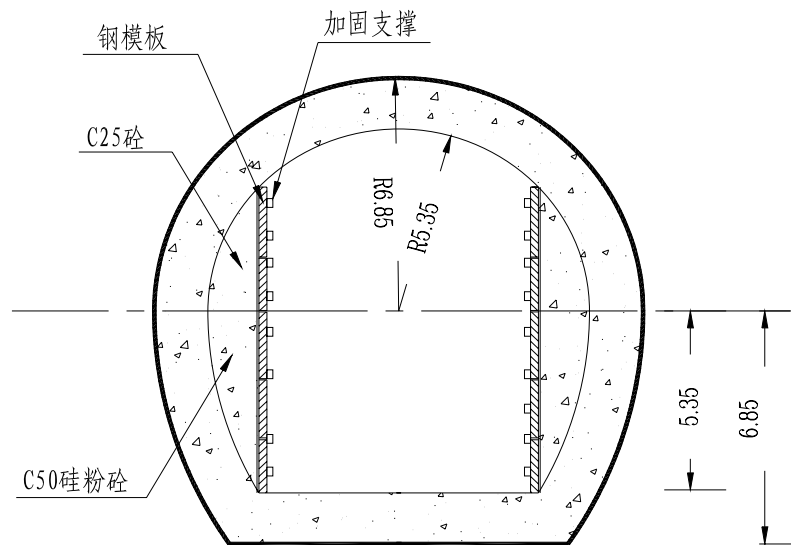


图 8-8 导流洞渐变段改造示意图

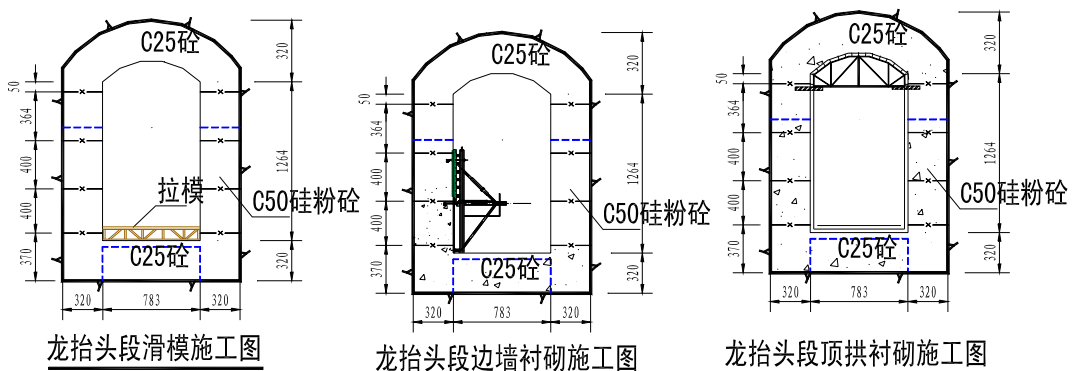


图 8-9 泄洪洞龙抬头反弧段砼衬砌施工方法图

砼均采用从拌和楼拌制后，6m³ 砼搅拌车运输，HB30 砼泵输送入仓，Φ100 插入式振动棒振捣至密实。

(4) 出口挑流鼻坎改造

由于出口挑坎结构呈双向曲线变化，安装定型模板进行施工，先浇筑底板 C25 砼，再浇筑 50cm 厚 C50 硅粉砼，最后浇筑边墙砼。由于该处结构对水流流态控制起关键作用，因此对砼成形严格要求。底板 C25 砼浇筑时，立悬空模板，将该部份 C25 砼施工成台阶状，并预埋插筋，便于底板 C50 硅粉砼浇筑时模板安装。按设计边线加工一套定型木模板，在 C25 砼浇筑并凿毛后进行安装。边墙砼采用普通钢模板进

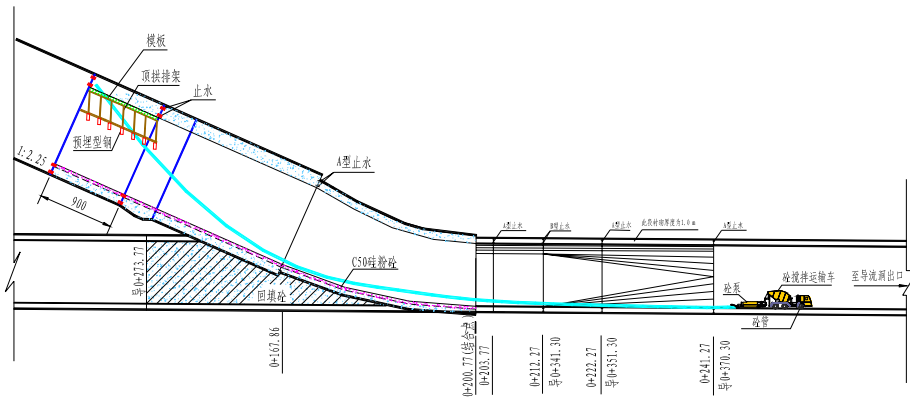


图 8-10 泄洪洞龙抬头反弧段砼衬砌施工示意图

行施工。

砼采用拌和楼拌料，6m³ 砼罐车运至 213 国道（高程▽776），利用真空溜槽进行砼垂直运输，入仓后人工进行平仓，并用 Φ100 插入式振动棒和 Φ50 软轴振动棒结合振捣至密实。出口挑坎施工见图 8-11。

骨料级配，加优质的掺和料和外加剂以适当减少单位水泥用量。

三、控制浇筑层最大高度和最小间歇时间：泄洪洞改造段工程砼浇筑最大高度一般控制在 1.5~2m 范围，最小间歇时控制在 3~5 天。

四、通水冷却降温

通水冷却降温主要适用于导流洞堵头封堵混凝土，水源采用岷江河水。

(1) 初期冷却：埋管应在混凝土浇筑开始后通水，通水时间由计算确定，一般为 10~15 天。混凝土温度与水温之差不超过 25℃，冷却时混凝土日降温幅度不应超过 1℃，对于 $\phi 25\text{mm}$ 水管，管中流速为 0.6m/s，水流方向应每天改变一次，使浇筑块体均匀冷却。

(2) 后期冷却（接缝灌浆阶段）：浇筑块体应达到监理工程师或施工图纸指定的灌缝温度和缝面允许张开度时，才允许灌浆。为使混凝土尽快达到稳定温度以进行接缝灌浆，根据现场温度测定确定是否进行后期通水冷却。

五、低温季节混凝土温控措施

在低温季节，当气温低于设计控制温度时，严禁浇筑混凝土。若必须浇筑，则应采用保温措施并经监理工程师和设计单位同意方可施工。

冬季 0~5℃ 温度之间，对于出口挑流鼻坎改造属洞外作业，可根据施工具体情况采用铺草袋或覆盖保温被保温，对于洞内施工，温度相对稳定，可不用采取特别保温措施，但在砼拌制和运输时采取相应措施，如砼拌制时掺温水搅拌、砼运输时砼罐车不断搅拌等。

六、温度监测

采用埋在混凝土中的电阻式温度计或热电藕测量混凝土温度并将每周的温度测量记录报送监理工程师，其内容包括混凝土浇筑温度和混凝土内部温度。

8.6.3 硅粉砼施工时应注意的问题

泄洪洞泄流底板及部分边墙、出口挑流鼻坎底板采用 C50 硅粉混凝土衬砌，以有效控制高速水流的冲磨及气蚀破坏。硅粉混凝土施工工艺要求较高，与一般混凝土有较大差别，需增加较多劳动力及辅助工作，其在拌和出料、中转运输、平仓振捣均较一般混凝土施工困难；泄洪洞底板为反弧段，为满足混凝土浇筑表面的平整度要求，对底板模板精确度要求较高。

根据硅粉混凝土的特殊施工工艺要求及其相对于一般混凝土所特有的粘滞、触变性质，硅粉混凝土施工从混凝土拌和、运输、立模、浇筑入仓、振捣及养护

等各个环节进行控制，以保证其施工质量。

8.7 混凝土外观质量控制措施

混凝土外观质量控制措施包括预防和修补措施，分别叙述如下：

一、混凝土外观质量预防措施

- (1) 保证表面平整度、垂直度和光洁度
- (2) 控制表面蜂窝、麻面、气泡、错台及挂帘的出现
- (3) 防止表面裂缝出现
- (4) 保持表面颜色一致

二、混凝土补救措施

(1) 错台修补

对错台大于 2cm 的部分。先用扁平凿按 1:30（垂直水流向错台）和 1:20（顺水流向错台）坡度凿除，并预留 0.5~1.0cm 的保护层用电动砂轮打磨平整，与周边混凝土保持平顺连接；错台小于 2.0cm 的部位，直接用电动砂轮按相同坡度打磨平整。根据以往施工经验，对错台的处理再混凝土强度达到 70%后进行。

(2) 蜂窝、麻面及挂帘修补

对超过规定的蜂窝、麻面，先进行凿除，然后将填补面冲洗干净，涂刷一道水灰比为 0.4~0.5 的浓水砂浆，再回填微膨胀砂浆，最后压实填平；对超标的气泡，先凿成深度不小于 2.0cm、边长不小于 4.0cm 的小坑，再用微膨胀砂浆填补；挂帘用扁平凿和砂轮凿除、磨光，先用粗砂子磨平，再用细砂子磨光。

(3) 模板拉筋头处理

永久外露面的模板拉筋头用电动砂轮沿混凝土表面切割，先用粗砂子磨平，再用细砂子磨光，最后在钢筋头表面涂刷一层环氧基液。模板拉筋头严禁用电焊或气焊进行切割，以免损坏混凝土表面。

(4) 悬臂模板孔洞回填

先将孔洞冲洗干净，并用钢丝刷将孔洞周边刷毛，涂刷一道水灰比为 0.4~0.5 的浓水砂浆，再回填微膨胀砂浆，并拍打密实，直至泛浆，再抹平、养护。

三、其余请参考第七章《混凝土工程》相关内容。

编写：王仁

强

第九章 钻孔灌浆及排水孔施工

9.1 概述

9.1.1 工程项目及工程量

本标段的钻孔灌浆和排水孔施工主要包括进水塔，冲砂放空洞挑流鼻坎基础固结灌浆；1、2号泄洪排砂洞，冲砂放空洞和1、2、3、4号引水隧洞洞身固结灌浆；1、2号泄洪排砂洞、冲砂放空洞和1、2、3、4号引水隧洞回填灌浆及洞内的环形帷幕灌浆；1、2、3、4号引水隧洞钢板衬砌段的接触灌浆；1、2号导流洞堵头，1、2号泄洪排砂洞进水塔，1、2、3、4号引水隧洞进水塔之间和进水塔内垂直施工缝的接缝灌浆。

主要工程项目及工程量见表9-1。

主要工程项目及工程量表

表9-1

工程部位	回填灌浆 (m ²)	接缝(触)灌浆 (m ²)	洞室固结灌浆 (m)	基础固结灌浆 (m)	帷幕灌浆 (m)	排水孔 (m)
导流洞堵头	853	2400	853			
1#泄洪排砂洞	2003	2459	3900	1656	1998	1383
2#泄洪排砂洞	2428	2594	4500	1323	3330	1483
冲砂放空洞	4593		5070		520	3971
进水塔(口)	10	3928		10274		
引水隧洞	16747	7356	32426	363	4800	10333

9.1.2 施工布置

9.1.2.1 施工道路

利用土建及混凝土施工道路。

9.1.2.2 水泥浆制浆、输浆系统

本标段根据施工时段共设置5座集中制浆站，分别布置在1#泄洪洞、2#泄洪洞进口、进水口、冲砂放空洞出口和引水隧洞出口附近(编号分别为1#、2#、3#、4#、5#)。制浆站采用 $\phi 48\text{mm}$ 架子管搭设成承重平台结构，帆布围墙、石棉瓦盖顶。

制浆站建筑面积各 80m²，1#、2#、3#、4#、5#制浆站分别配备 2 台 ZJ-400 型高速搅拌机制浆，1 台 J-600 型搅拌机储浆，1 台 BW200 型中压泥浆泵输浆，生产能力 9000L/h。分别供应相应部位的灌浆施工用浆。制浆固相材料采用重量法称量。集中制浆站制备水灰比为 0.5:1 的纯水泥浆液，浆液必须搅拌均匀，采用 NJ-1 型泥浆比重称测量浆液密度和马氏漏斗测量浆液粘滞度等参数。采用高速搅拌机搅制普通浆液，搅拌时间不少于 30s。输浆流速控制在 1.4~2.0m/s，各灌浆地点应测量来浆密度，并根据各灌浆点的不同需要调制使用。浆液在使用前应过筛，自制备至用完的时间应小于 2h。浆液温度保持在 5~40℃

输浆系统采用中转站接力方式，在各洞室灌浆施工时沿洞室壁铺设 Φ50mm 输浆管，输浆管每隔 200m 设一中转站，中转站布置一台 J600 储浆搅拌机，各个灌浆施工机组用浆从储浆搅拌机经双层搅拌机调配使用。

9.1.2.3 风、水、电及通讯系统

风、水、电原则上由本标设立的供风、水、电系统供应，钻孔灌浆施工时就近取用。

隧洞内钻孔灌浆时沿洞壁半周分别架空布设风、水、电、供浆等管线路。对外通讯使用直拨电话，场内通讯使用程控电话，施工面现场通讯使用对讲机进行，钻灌作业信号可通过电铃传达。

9.1.2.4 排污

钻灌施工时，在各施工部位下游处设置几道“U”形小型临时集水排污池，对施工中产生的废水、废浆、钻碴集中进行沉碴、净化处理后，弃至监理人指定地点。

9.1.2.5 办公及生活用房

由本标工程统一布置。

9.1.3 施工特性

本标段钻孔灌浆施工点多面广，特别是环形帷幕施工受施工场地限制，机械布置困难；1#、2#导流洞堵头接缝灌浆受堵头施工时间的限制，接缝灌浆需采取特别的施工措施。

9.2 回填灌浆

本标段回填灌浆主要包括 1#、2# 泄洪排砂洞，冲砂放空洞及引水隧洞的洞顶回填灌浆。

9.2.1 施工程序

回填灌浆按施工图纸或监理人的指示划分灌浆区段分序加密进行，将隧洞每50m左右长度分为一个区段，每一区段的端部封堵严密。回填灌浆孔分两序施工，先施工I序孔后施工II序孔。I序孔与II序孔分类编号。同一区段内的同次序孔全部钻出后进行灌浆。灌浆施工从隧洞较低一端向较高的一端推进。

导流洞堵头段回填灌浆采用2次回填的方式，即堵头段除前7m采用全断面混凝土封堵外，其余段预留回填灌浆廊道，堵头混凝土浇筑完成满足回填灌浆施工条件后进行第一次回填灌浆，待接缝灌浆管路安装和廊道混凝土封堵完成后对廊道进行回填灌浆。

9.2.2 施工机械

采用KHYD-40A型电动凿岩机造孔，BW200中压泥浆泵灌浆。

9.2.3 施工方法

采用搭设排架进行回填灌浆施工，混凝土衬砌段的回填灌浆通过埋入衬砌混凝土中的预埋管进行钻孔。混凝土浇筑前，预埋管按钻孔要求的位置和方位用钢筋固定。钢管衬砌段的回填灌浆从钢管预留孔中进行钻孔。遇有围岩塌陷、溶洞、超挖较大等特殊情况，应在该部位预埋灌浆管，其数量不少于2个，位置由监理人现场确定。

采用孔口阻塞纯压式灌浆法施工。灌浆过程中严密监视衬砌的变形。I序孔灌注0.5:1的水泥浆液，II序孔灌注1:1和0.5:1两个比级的浆液。空隙大的部位灌注水泥砂浆，但掺砂量不大于水泥重量的200%。灌浆压力根据监理人或施工图纸确定。回填灌浆因故中断时，应及早恢复灌浆，中断时间大于30min，则应清洗至原孔深后恢复灌浆，此时若灌浆孔仍不吸浆，则应重新就近钻孔进行灌浆。

在规定压力下，灌浆孔停止吸浆，并继续灌注5min即可结束灌浆。灌浆结束后，应先关闭孔口闸阀，再停泵，待孔内浆液初凝后才拆除孔口闸阀。

所有的灌浆孔和检查孔在灌浆作业结束后，清除孔内污物，采用浓浆将全孔封堵密实和抹平，露出衬砌表面的预埋管应割除。

9.2.4 质量检查

在该部位灌浆结束7天后，便可进行质量检查。

采用钻孔注浆法进行检查。即向孔内注入水灰比为 2:1 的水泥浆, 在规定压力下, 初始 10min 的注入量不超过 10L 为合格。

检查孔的数量占灌浆孔总数的 5% 左右, 其位置由监理人根据灌浆情况现场确定。

9.3 基础固结灌浆

本标段基础固结灌浆主要包括 1#、2#泄洪排砂洞进口底板, 进水口底板, 进水塔背及埋管段基础等部位的固结灌浆施工, 孔深 7~30m 不等。

9.3.1 施工程序

固结灌浆在相应部位混凝土浇筑 2m 以上, 且强度达到 50% 设计强度后进行, 灌浆孔按分序加密的原则分两序进行施工, 先施工 I 序孔, 再施工 II 序孔,

9.3.2 施工机械

钻孔采用 XY-2PB 钻机钻进。低压固结灌浆采用 BW200 中压泥浆泵灌浆, 高压固结灌浆采用 SGB6-10 高压泥浆泵灌浆。采用 GJY-III 灌浆自动记录仪对灌浆过程进行控制。

9.3.3 施工方法

(1) 钻孔

采用 XY-2PB 地质钻机从预埋管中进行钻孔。混凝土浇筑前, 预埋管按钻孔要求的位置和方位用钢筋固定。灌浆前按要求进行钻孔冲洗和裂隙冲洗。

(2) 灌浆

灌浆方式: 采用自上而下分段循环式灌浆, 射浆管距孔底不大于 50cm。

灌浆压力: 低压固结灌浆压力 0.4~0.6Mpa, 高压固结灌浆灌浆压力 1.0~1.2 Mpa, 灌浆压力根据设计规定或施工前期的生产性试验确定。

灌浆段段长: 灌浆孔的段长小于 6m 时, 采用全孔一次灌浆法灌注, 大于 6m 时采用循环钻灌法灌注。对层间剪切破碎带, 灌浆段长根据成孔情况确定灌浆段长。

为防止砿面抬动, 固结灌浆原则上采用一泵灌一孔, 当相互串浆时, 采用群孔并联灌注, 但并联孔数应少于 3 个, 并控制灌浆压力。

灌浆结束条件: 在规定压力下, 当注入率不大于 1L/min, 群孔灌浆不大于 2L/min 时, 延续灌注 30min, 便可结束灌浆。

(3) 封孔：采用“压力灌浆封孔法”对灌浆孔进行封孔。

9.3.4 质量检查

固结灌浆质量检查以分析检查孔压水试验成果为主，结合分析灌浆资料和检查孔的钻孔取芯情况以及相关测试成果为辅的方法进行综合评定。

检查孔的数量为灌浆孔总数的 5%，其位置由监理人确定。

检查孔取芯钻孔采用 $\Phi 91\text{mm}$ 合金钻头钻进，计算岩芯获得率并加以描述。

检查孔压水试验在该部位灌浆结束后 7d 进行，采用自上而下分段卡塞进行压水试验，试验采用“单点法”，按“SL62-94 灌规”附录 A 执行。

固结灌浆的压水试验成果以透水率表示，其孔段的合格率在 80% 以上；不合格孔段的透水率值不超过设计规定值的 50%，且不集中，灌浆质量认为合格。

9.4 洞室固结灌浆

9.4.1 施工机械

采用 QZJ-100B 潜孔钻机造孔，BW200 型中压泥浆泵灌注。GJY-III 灌浆自动记录仪控制灌浆过程。

9.4.2 施工程序

固结灌浆在相应部位的回填灌浆完成后进行。对于需要进行环形帷幕灌浆施工的部位，在形成施工面后，先行安排环形帷幕灌浆所在的灌区的回填灌浆和固结灌浆，以给帷幕灌浆施工提供必要的施工时间。

灌浆按环间分序，环内加密的原则分两序施工，遇有地质条件不良的地段，经监理人批准可增为三序。相邻 I 序环孔灌浆结束后方可进行中间的 II 序环孔的施工。

9.4.3 施工方法

(1) 钻孔

采用 KHYD-40A 型电动凿岩机从预埋管中钻孔的方法。在衬砌混凝土浇筑前，混凝土浇筑前，预埋管按钻孔要求的位置和方位用钢筋固定。

(2) 灌浆

采用 BW200 型中压泥浆泵循环式阻塞灌浆法施灌，灌浆过程中严密监视混凝土的抬动变形。灌浆优先采用单孔灌浆，当相邻孔发生串浆或吸浆量较小时，采用多孔并联灌注，并控制灌浆压力。只容许同一环上的灌浆孔并联灌浆，孔位

保持对称。

(3) 封孔

灌浆工作结束后，排除孔内积水和污物，采用“压力灌浆法”进行封孔，封孔灌浆水灰比为 0.5：1，灌浆压力为该孔最大灌浆压力。

9.4.4 质量检查

固结灌浆的质量检查以压水试验成果、岩体波速成果评定。检查孔的位置由监理人根据灌浆情况确定，一般布置在岩体较为破碎，地质条件复杂，以及灌浆情况出现异常的部位。

9.5 帷幕灌浆

本标段帷幕灌浆包括 1#、2#泄洪排砂洞，冲砂放空洞，1#、2#、3#、4#引水隧洞的环形帷幕灌浆。帷幕设置 2 排，排距 1.5m,梅花型布置。

9.5.1 施工程序

帷幕灌浆孔按分序加密的原则进行钻灌。由两排组成的帷幕先施工下游排孔，后施工上游排孔。每排内的灌浆孔分为 I、II、III 三个次序逐次序进行钻灌。各孔按自上而下分段施工。

帷幕灌浆采用孔口封闭灌浆法施工，其施工工艺流程为：钻孔定位→ Φ 76mm 钻头钻进（第一段）→钻孔冲洗→压水试验→孔内阻塞法灌浆→灌注孔口管→待凝→ Φ 56mm 钻头钻进（第二段）→钻孔冲洗→压水试验→孔口封闭灌浆→循环钻灌以下孔段至终孔→封孔

9.5.2 施工机械

环形帷幕水平孔及下斜孔采用 XY-2PB 型地质钻机造孔，上倾孔采用 KHYD-40A 型电动凿岩机辅助造孔；灌浆采用 SGB6-10 型高压泥浆泵灌注，GJY-III 型灌浆自动记录仪对灌浆过程进行控制；孔斜控制采用 KXP-1 型测斜仪。

9.5.3 施工方法

(1) 钻孔

采用搭设排架作为灌浆施工平台，地质钻机配合合金钻头或电动凿岩机从预埋管中钻进，开孔孔径为 Φ 80mm，终孔孔径为 Φ 56mm。钻孔位置偏差不得大于 10cm，孔深应不低于设计规定深度。钻孔必须保证孔向准确，严格控制孔斜，每钻进 5~10m 进行孔斜测量，测斜仪器为 KXP- I 型。

钻孔结束后应进行钻孔冲洗，冲净孔内岩粉、杂质，直至回水澄清后便可结束，孔内沉积物厚度不得超过 20cm。

灌浆前用压力水进行裂隙冲洗，直到回水清净 10min 后为止，冲洗压力为灌浆压力的 80%，若该值大于 1Mpa 时，则采用 1Mpa。

对先导孔每孔段在裂隙冲洗后均要进行“单点法”压水试验。其余灌浆孔段均进行简易压水试验，并按“SL62-94 灌规”附录 A 执行。

(2) 灌浆：

灌浆方式：采用孔内循环孔口封闭灌浆法施工，用 GJY-III 型灌浆自动记录仪进行记录，射浆管距孔底不大于 50cm。

灌浆压力：按设计规定执行。

灌浆段长：灌浆孔按 2m、3m、5m、5m... 的段长分段，如遇特殊情况段长可适当缩减或加长，但不得大于 10m。

浆液配比：灌浆浆液水灰比采用 5:1、3:1、2:1、1:1、0.8:1、0.6:1、0.5:1 七个比级，开灌水灰比采用 5:1。

浆液变换原则：灌浆浆液应由稀到浓逐级变换。当灌浆压力保持不变，注入量持续减少时，或当注入量保持不变而灌浆压力持续升高时，不得改变水灰比。当某一比级的浆液注入量已到 300L 以上，或灌注时间已达到 1h，而灌浆压力和注入率均无显著改变时，应加浓一级水灰比浆液灌注。当注入率大于 30L/min 时，可根据具体情况越级变浓。

灌浆结束条件：在规定压力下，当注入率不大于 0.4L/min 时，继续灌注 60min，或不大于 1L/min 时，继续灌注 90min，便可结束灌浆。

特殊情况处理：灌浆过程中如发现表面冒浆、漏浆、应根据具体情况采取表面封堵、嵌缝、低压、浓浆、间歇灌浆等措施处理；如发现串浆时，则应将串浆孔塞住，待受灌孔灌浆结束，再对串浆孔进行扫孔、冲洗、灌浆；有涌水的孔段，灌浆前应测记涌水压力与流量，据涌水情况采取速凝浆液、待凝、浓浆结束、压力灌浆封孔、屏浆、闭浆等措施综合进行处理。

(3) 封孔

采用“分段压力灌浆封孔法”封孔。

9.5.4 质量检查

帷幕灌浆质量检查以分析检查孔压水试验为主，结合钻孔、取芯资料、灌浆记录和测试结果等评定质量。

帷幕检查孔的数量为灌浆孔总数的 10%，一个单元工程内至少应布置一个检查孔，其位置由监理人员确定。

检查孔取芯钻孔采用 $\Phi 91\text{mm}$ 合金钻头钻进，计算岩芯获得率并加以描述。

检查孔压水试验在该部位灌浆结束后 14d 进行，采用自上而下分段卡塞进行压水试验，试验采用“五点法”，按“SL62-94 灌规”附录 A 执行。

检查孔各孔段压水试验结束后，计算其透水率是否符合设计标准。砵与基岩接触段及下一段的合格率为 100%，再以下各段合格率均应在 90% 以上，不合格孔段的透水率不超过设计规定值的 100%，且不集中，灌浆质量认为合格。

9.6 接缝（触）灌浆

本标段接缝（触）灌浆包括导流洞堵头，1#、2#泄洪排砂洞洞身衔接段，1、2 号泄洪排砂洞进水塔，1、2、3、4 号引水隧洞进水塔之间和进水塔内垂直施工缝的接缝灌浆。

9.6.1 施工程序

当接缝灌浆处混凝土强度超过规定强度，且混凝土温度小于浆液温度时。方可开始接缝灌浆。进水塔施工缝和塔体之间的接缝灌浆，应安排在冬季低温时进行。在进水塔的任何施工缝和塔间缝两侧的混凝土块平均温度低于设计要求的温度最大值 5 天后，方可对该施工缝和塔间缝实施接缝灌浆。混凝土温度由安放在混凝土块中心或按监理人要求安放在混凝土块的其他位置的温度计来测量。

1#、2#导流洞堵头的接缝灌浆，只有当混凝土温度低于 10°C 时才能开始。混凝土的温度，用沿堵头轴线、导流洞衬砌与堵头混凝土接触面周围布置的以及按监理人要求布置和的温度计来测量。

9.6.2 施工机械

接缝灌浆施工采用 BW200 型中压泥浆泵进行灌浆，GJY-III 型灌浆自动记录仪控制灌浆全过程。

9.6.3 施工方法

1#、2#堵头接缝灌浆受施工时间的限制，采用引管法进行灌浆施工。堵头混凝土施工时，按施工图纸埋设灌浆管路系统，用 $\Phi 38$ 钢管作为灌浆主管经三通

与预埋管相接并将灌浆主管接出至泄洪排砂洞。待堵头混凝土温度降至 10℃ 以下后进行接缝灌浆施工。

其他部位的接缝灌浆施工采用塑料拔管方法形成灌浆管路，在每层后浇块混凝土拔管后，对升浆管路进行通水检查和冲洗并在灌浆前对灌浆系统派专人进行检查和维护。

接缝灌浆应依次从低处向高处进行。以保证收缩缝隙完全充填，并使残存空气从未灌浆的孔中排出。灌浆应连续进行，直到不吸浆持续 10min 终止。当浆液从相邻钻孔中流出，表明收缩缝已经完全充填时，应堵塞该灌浆孔。

9.6.4 质量检查

接缝灌浆质量检查，以分析灌浆记录为主，结合钻孔取芯和槽检等的质检成果进行评定。

接缝灌浆质量检查在灌区灌浆结束 28 天后进行，钻孔取芯，压水试验和槽检工作，选择被评定为较差的灌区进行。孔检、槽检结束后予以回填密实。

9.7 钢衬接触灌浆

本标段钢衬接触灌浆包括 1#、2#、3#、4#引水隧洞钢管衬砌段的接触灌浆。

9.7.1 施工程序

由出口向进口的方向进行钢衬接触灌浆施工。

9.7.2 施工机械

灌浆采用 BW200 中压泥浆泵，补孔钻孔采用手提式磁力电钻。

9.7.3 施工方法

(1) 灌浆孔

灌浆孔为钢管加工时按施工图纸所示的孔位和结构要求预留的灌浆孔。

为保证接触灌浆的质量，在灌浆孔钢管外壁加焊补强板，补强板设有内螺纹，出厂时在内螺纹上抹油防锈，并加旋孔塞保护螺纹。浇筑混凝土前，在补强板上抹油，防止补强板与混凝土黏结灌不进浆。该部位的回填灌浆和固结灌浆钻孔时旋开孔塞，旋上保护圈，防止钻孔时打坏螺纹。

(2) 灌浆

灌浆施工采用脚手架管搭设施工平台，平台上满铺马道板。接触灌浆前，采用稍高于灌浆压力的水（其压力不高于抗外压的安全压力）挤开补强板与混凝土

间的缝隙。

灌浆采用循环灌浆法，单排作一序孔，双排作二序孔。一序孔灌浆时，二序孔作排气兼出浆孔。二序孔灌浆时，留顶上一孔排气及出浆。浆液水灰比为（1~0.45）：1。缝隙越大，浆液越浓，二序孔浆液较稀。

在规定的压力下，最大浓度浆液停止吸浆 5min 后停灌。

（3）封孔

接触灌浆后，旋下保护圈，清除灌浆孔中的杂物，旋上孔塞及防渗石棉，烤干预留焊缝坡口，以补强板作外出垫板，封焊灌浆孔，

9.7.4 质量检查

灌浆结束 3~7 天后，会同监理人用锤击法进行灌浆质量检查。其脱空范围和强度应满足施工图纸的要求，否则按监理人的要求进行处理。

9.8 排水孔施工

本标段排水孔主要包括 1#、2#泄洪排砂洞，冲砂放空洞，1#、2#、3、#4#

设备名称	型号及	单	数	功率（KW）	自有或	购置
------	-----	---	---	--------	-----	----

引水隧洞的出口边坡排水孔及 1#、2#排水廊道的排水孔的施工。

洞内排水孔钻孔在相应部位的灌浆结束后进行；边坡排水孔在相应部位的支护结束后，利用其已搭好的排架进行钻孔。

钻孔使用 QZJ-100B 型潜孔冲击钻机，用地质罗盘仪测量孔向。

钻孔中遇上剪切破碎带，下入 PVC 排水管及反滤体。

9.9 设备配置

主要施工机械设备见表 9—2

主要施工机械设备表

表 9—2

				单机功率	总功率		
地质钻机	XV-2PB	台	8	15	120	自有	1999
潜孔钻机	QZJ-100B	台	10			自有	1999
电凿岩钻机	KHYD-40A	台	3	2.2	6.6	自有	2001
高速搅拌机	ZJ-400	台	6	5.5	33	自有	1999
储浆搅拌机	J-600	台	6	3	18	自有	1999
配浆搅拌机	JJS-2B	台	10	3	30	自有	1999
高压泥浆泵	SGB6-10	台	4	18.5	74	自有	1999
中压泥浆泵	BW200	台	9	15	135	自有	1999
砂浆泵	100/15	台	2	7.5	15	自有	1999
灌浆记录仪	GJY-III	台	10			自有	2000
测斜仪	KXP-1 型	台	2			自有	2000
载重汽车	5T	台	1			自有	1998
轻型汽车	1.5T	台	1			自有	1998

9.10 质量保证措施

(1) 贯彻执行 GB/T19002-ISO9002-1994：质量体系标准，严格按照本局制定的质量体系文件运作。

(2) 项目负责人为第一质量责任人，项目部成立质量管理领导小组，配置专职质量检验员。各职能部门负责人及机长为相应职权范围内第一质量责任人，将质量管理工作逐层分解，逐项落实，层层监督，分级管理。

(3) 建立健全“三检制”并认真贯彻执行。

(4) 所有设备操作人员和记录人员必须执证上岗，其它人员必须经过培训，经考试合格后方可上岗。

(5) 施工之前，必须对施工图纸及技术要求进行会审，根据施工图纸及技术要求编写施工技术措施和质量计划，并将施工技术措施和质量计划要求对施工人员进行详细的交底。

(6) 施工中所用的主要材料在使用之前必须进行检验或试验，合格并经监理人批示后方可使用。

(7) 施工过程中各种用于检验、试验和有关质量记录的仪器、仪表必须定期进行检验和标定。

(8) 施工过程中必须严格按监理人批示的施工技术措施进行施工。下一道工序必须在上一道工序经过“三检”后、再经过监理人检查验收，合格后方可进行。

(9) 施工过程中遇到特殊情况，应严格按设计有关要求编写出具体的处理方案，及时报监理人批示，并严格按监理人批示方案执行。

(10) 专职质检员跟踪检查全过程的施工质量，发现问题及时整改。

(11) 建立质量奖惩制度，奖优罚劣，充分利用经济杠杆的调整作用。

(12) 加强学习、及时总结施工经验，做好质量责任的宣传教育工作。

以有关行业标准和规程规范以及“SDJ249. 1-88 标准”中有关规定及设计要求作为工程质量检查与等级评定的标准。

编写：蒋

万江

第十章 建筑工程

10.1 施工特性

本标建筑工程主要施工部位包括：

1#、2#闸房（建筑面积分别为 998m² 和 772 m²）

观测房（建筑面积 70m²）

进水口快速门液压泵房（建筑面积 260m²）

进水口楼梯 1#、2#出口（建筑面积分别均为 10m²）

1#、2#控制房（建筑面积分别为 215m² 和 93m²）

主要工作内容为以上部位屋面及地面施工项目：C20 地面砼、C30 框架砼及普通砖砌体、钢筋制安、一般砂浆抹面及卷材防水层施工。主要工程量详见表 10-1。

建筑工程工程量清单

表 10-1

序号	工程项目	单位	工程量	备注
1	C ₂₀ 地面砼	m ³	30.74	
2	C ₃₀ 砼	m ³	1307.2	
3	砖砌体	m ³	982.7	
4	钢筋	t	195.3	
5	型钢	t	37.7	
6	地面、屋面砂浆抹面	m ²	5007	1:2 水泥砂浆, 厚 20mm
7	内墙砂浆抹面	m ²	6828	1:2.5 水泥混合砂浆, 厚 25mm
8	外墙砂浆抹面	m ²	3414	1:2.5 水泥混合砂浆, 厚 25mm
9	顶棚砂浆抹面	m ²	2276	1:2.5 水泥混合砂浆, 厚 20mm
10	屋面卷材防水层	m ²	2731	

施工项目在实施过程中严格执行国家现行相关规范、标准图集的要求。

10.2 屋面防水工程

10.2.1 适用范围

本节适用于 1#、2#闸房、观测房、进水口快速门液压泵房、进水口楼梯 1#、2#出口、1#、2#控制房等屋面防水工程施工实施。

10.2.2 施工工艺

(1) 施工准备

施工前，应编制防水工程施工方案或技术措施报送监理人审批。

(2) 材料要求

各类原材料、拌合物、制品和配件按施工图纸及监理人的规定选用，各类材料的外观质量及物理性能应符合表 10-2~10-4 的要求。

高聚物改性沥青防水卷材的外观质量要求

表 10-2

项 目	外观质量要求	项 目	外观质量要求
断裂、皱折、孔洞、剥离	不允许	胎体未浸透、露胎	不允许
边缘不整齐、砂砾不均匀	无明显差异	涂盖不均匀	不允许

高聚物改性沥青防水卷材的物理性能

表 10-3

项 目		性能要求			
		聚脂毡胎体	麻布胎体	聚乙烯膜胎体	玻纤毡胎体
拉伸性能	拉力 (N)	≥400	≥400	≥50	≥200
	延伸率 (%)	≥30	≥5	≥200	≥3
耐热度 85±2℃, 2h		不流淌, 无集中性气泡			
柔性 (-5~-25℃)		绕规定直径圆棒无裂纹			
不透水性	压力 (Mpa)	≥0.2			
	保持时间 (min)	≥30			

改性沥青密封材料的质量要求

表 10-4

项 目		质 量 要 求	
		改性石油沥青密封材料	改性煤焦油沥青密封材料
黏结延伸率 (%)	(不浸水)	-	≥250
	(浸水 24 小时)	-	≥200
黏结性 (25±1℃拉伸) (mm)		≥15	-
耐热度 (80℃, 5h) (mm)			
柔性 (℃)		-10℃无裂纹	-20℃无裂纹
回弹率 (%)		-	≥80
施工度 (25±1℃, 5s) (mm)		沉入量≥22	-

(3) 工艺流程

“基层处理→设标志块、嵌木隔条→找平→收光、养护→防水层”。

(4) 施工

a、屋面工程采用高聚物改性沥青防水卷材防水屋面，冷粘结法铺贴；屋面接缝密封防水采用改性沥青防水卷材，冷凝法施工。

b、屋面坡度小于 3% 时，卷材宜平行屋脊铺贴，上下层之间不得相互垂直铺贴，铺贴立面或大坡面卷材时胶粘剂应满涂，并尽量减少短边搭接，立面卷材收头的端部要裁齐，压入预留凹槽内，用压条或垫片钉压固定，最大钉距应不大于 900mm，并用密封材料将凹槽嵌填封严。

c、卷材搭接宽度应符合表 10-5 的要求。

卷材搭接宽度要求

表 10-5

搭接方向	短边搭接宽度 (mm)		长边搭接宽度 (mm)	
	满粘法	空铺法 点粘法 条粘法	满粘法	空铺法 点粘法 条粘法
高聚物改性沥青防水卷材	80	100	80	100

10.2.3 质量控制

(1) 从选材、施工工艺、成品保护等方面进行全过程质量控制，要求屋面檐口平直，天沟和斜沟表面平直、坡度均匀，雨水口周围及屋面与突出屋面结构的连接处密封严实。

(2) 找平后表面平整度应大于 $\pm 5\text{mm}$ ，并不得有酥松、起砂、起皮现象。

(3) 穿过屋面防水层的管道、设备、预埋件应在屋面防水层施工前安装完毕，不得事后上眼打洞。

(4) 松散材料保护层、涂料保护层应覆盖均匀、黏结牢固，刚性整体保护层与发防水层间应设置隔离层应铺砌平整，勾缝严密，其分格缝的留设应正确。

(5) 卷材铺贴方法和搭接顺序应符合规定，其搭接宽度应正确，接缝应严密，并不得皱折、鼓泡和翘边；密封材料与基层应黏结牢固；密封部位应光滑、平直，不得有鼓泡、龟裂等现象，保护后覆盖应严密。

(6) 屋面工程的细部构造应满足有关规定和规范，做到封固严密，不得开缝。

(7) 竣工后屋面不得有积水、渗漏现象。

10.3 砖砌体及框架砼施工

10.3.1 适用范围

本节规定适用于闸房、观测房、进水口快速门液压泵房、进水口楼梯出口、控制房等房屋工程的施工，本房屋工程多采用普通粘土砖墙结合 C₃₀ 钢筋砼框架，工程施工严格遵照国家标准 GB5101、GB2542、GB50203、GB343 和 GB1499 规范规定执行。

10.3.2 施工工艺

(1) 施工准备

施工前，应编制房屋工程普通粘土砖墙及 C₃₀ 钢筋砼施工方案或技术措施报送监理人审批。

(2) 材料要求

1) 普通粘土砖：规格为长×宽×高=240×115×53mm，其取样、检验及测试应符合引用标准 GB5101 和 GB2542。

- 2) 普通硅酸盐水泥：满足 GB175 相关要求。
- 3) 熟石灰：至少 92%水化，且与水用机械搅拌成浆，在使用之前至少保持原状 15min。
- 4) 砂料：砂料应洁净坚硬且符合表 10-6 的级配要求。

砖砌砂浆的砂料级配要求

表 10-6

筛号	8	16	30	50	100	200
筛眼孔	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	0.075
过筛百分比	95~100	60~100	35~70	20~40	10~25	0~10

- 5) 水：水源应新鲜、清静、不含油质、酸碱盐类及有机物杂质。
- 6) 砂浆：所有砖砌砂浆应符合引用标准 GBJ50203 及图纸中注明的砂浆标号。
- 7) 钢筋：按施工图纸要求配筋，钢筋应具有可变形的边杆，其材料应满足引用标准 GB343 的要求。
- 8) 锚固：砖砌体与相邻混凝土的锚固联接应采用符合引用标准 GB1499 的二级钢筋。

(3) 工艺流程

测量放线→拌制砂浆（或 C30 砼）→砌筑砖墙（或浇筑砼）→安装配筋或锚筋→砌筑砖墙（或浇筑砼）→安装预制混凝土过梁→……

(4) 施工

- 1) 用测量仪器按图纸要求将建筑物的控制点直行测量并作上标记，按控制点进行测量放线；
- 2) 采用 2 台 0.5m³ 移动式拌和机进行拌料（C30 砼和砂浆），搭设脚手架操作平台，人工手推车运至施工现场，利用简易吊装系统（如滑轮组等）进行垂直运输。
- 3) 砌筑前先对粘土砖进行充分浇水润湿，使其吸水率不超过每分钟 20 毫升。浇筑砼前立模并加固，经监理人检查合格后方进行浇筑。
- 4) 砌筑砖墙采用“三七缝砌法”的组砌形式，使砖墙交错呈“工”字形。砌筑方法可采用括浆法、挤浆法、三一砌砖法（即使用大铲、一块砖、一铲灰、一揉挤的砌筑法），使所有砖块的水平面及两头抹满砂浆。砼浇筑采用人工入仓

后，插入 $\phi 50$ 软轴振动棒，进行充分振捣。

5) 除了伸缩缝应嵌缝而不用砂浆外，所有砖缝用砌筑砂浆按设计要求进行勾缝。勾缝前，浇水冲刷墙面浮灰和清除灰缝表层不实部分，待砖墙表皮略见风干时，再开始勾缝。勾缝用 1:1.5 水泥砂浆，稠度以勾缝镏子挑起不落为宜，勾凹缝深度为 4~5mm，作到切口整齐；勾完缝应扫缝，先水平缝、后竖缝顺缝扫。

6) 所有转角及隔墙联接处均用预制角形或 T 形钢筋加固，钢筋搭接长度至少 150mm，配筋至少 2 根 $\phi 2$ 或 $\phi 4$ 钢筋，宽度比墙小 50mm。墙体孔洞的上下边处布筋至少伸进洞边 150mm，圬工配筋在结构缝应断开。与混凝土墙或柱相接的粘土砖墙及隔墙应用燕尾锚筋与混凝土墙或柱拉结固定，拉结筋间距 500mm 或按要求设置。燕尾锚固筋按施工图纸所示预埋在混凝土墙或柱内。

7) 圬工墙上所有的方孔洞应使用预制混凝土过梁，过梁的断面尺寸及配筋应符合设计要求，过梁伸进两边长度不小于 200mm。

10.3.3 质量控制

(1) 时宜采用小面跟线，当挂线长度超长时，应加腰线，用腰线砖的灰缝厚度调整平直度。

(2) 砌筑时，灰浆要铺平，摆砖要跟线，每块砖要摆得横平竖直，应经常检查表面平整度，做到三匹一吊，五匹一靠。

(3) 砌筑砖墙时，灰缝砂浆应饱满，每砌完一层应进行一次竖缝刮浆塞缝工作，以提高砌体强度。

(4) 每砌几层砖中，沿墙角 1m 处，用线锤吊一次竖缝的垂直度。沿墙面每隔一定距离，用线锤引测，在竖缝处弹墨线，每砌一步架或一层墙后，将墨线向上引伸，以避免出现游丁走缝的现象。

(5) 砼振捣应适当、密实，严禁出现漏振、过振现象发生。

10.4 地面垫层砼施工

10.4.1 适用范围

本节适用于本工程闸房、观测房、液压泵房、进水口楼梯步出口及控制房等房屋建筑 C20 地面垫层砼。

10.4.2 垫层砼施工

混凝土垫层采用 C20 混凝土，水泥采用普通硅酸盐水泥和矿渣硅酸盐水泥，砂采用中砂或中粗砂，石料采用坚硬的石料，其粒径不大于垫层厚度的 2/3；混凝土配合比应通过试验选定，并需经监理人批准；砼采用 0.5m³ 移动式拌和机进行拌制，5T 自卸汽车运输，人工进行平仓，大面积浇筑混凝土垫层应设置浇筑缝，混凝土应分区进行浇筑，层厚不得小于 60mm，铺平后采用表面式振捣器振实；混凝土浇筑完毕后应进行洒水养护，待强度达到 1.2MPa 后，方可进行上层施工。

10.5 一般抹灰工程

10.5.1 适用范围

本节适用于室内、室外墙身砌体工程、室内顶棚工程的一般内外装饰工程抹灰作业实施。

10.5.2 材料及施工准备

(1) 施工准备

抹灰作业实施前，必须将监理工程师指定的抹灰样品送请监理工程师鉴定和选择。

(2) 材料要求

石灰为气硬性石灰（生石灰中粘土杂质含量应小于 8%），生石灰的含渣量不得大于 50%，块状生石灰熟化成石灰粉时，宜用不大于 3×3mm 的筛子滤过，并贮存在沉淀池中，石灰的熟化时间不少于 15 天；含有未熟化颗粒和已冻结风化的石灰膏不得使用；抹灰用细骨料及水应符合普通混凝土施工的有关规定；一般抹灰均采用普通硅酸盐水泥。

(3) 施工工艺

① 工艺流程

“基层处理→打巴子桩→做护角→底层砂浆→中层砂浆→抹罩面灰”。

② 施工要求

若监理工程师未另作规定，外墙抹灰用水泥砂浆采用 1(水泥):3(砂)拌制，所有内墙和平顶抹灰用混合砂浆采用 1(水泥):1(石灰):4(砂)拌制。

抹灰工程采用的砂浆品种，若监理工程师未另作规定，应符合下列要求

房间内外墙（包括墙面、屋檐、勒脚、女儿墙）含有涂料面层的底层抹灰和楼梯底面吊顶抹灰用水泥砂浆；混凝土板和墙（无表面涂料的混凝土墙面）的抹灰底层用混合砂浆；“泰伯”板面层抹灰用水泥混合砂浆。

抹灰层的平均总厚度

地面及屋面：20mm；内墙：25mm；外墙：25mm；顶棚：20mm。涂抹水泥砂浆每遍厚度一般为5~7mm；涂抹石灰砂浆和混合砂浆每遍厚度为7~9mm。

抹灰作业应在上下水管等各种管道及预埋铁件安装后自上而下进行，抹灰前应安装好门窗框、水落管的铁箍、电线绝缘的托架等。

砂浆中掺用外加剂时，其掺入量应由试验确定。

轻钢龙骨等其他结构与砖石结构、混凝土结构等相接处基体表面的抹灰，应先铺钉金属网，并绷紧牢固。金属网与各基体的搭接宽度不应小于100mm。

抹灰前，砖石、混凝土等基体表面的灰尘、污垢和油渍等，应清除干净，并洒水湿润；抹灰前，应先检查基体表面的平整度，并用与抹灰层相同砂浆设置标志或标筋；抹灰前，应检查钢、木门窗框位置是否正确，与墙连接是否牢固，连接处的缝隙应用水泥砂浆或水泥混合砂浆（加少量麻刀）分层嵌塞密实。

平整光滑的混凝土表面，如设计无要求时，可不抹灰，用刮腻子处理。

室内墙面、柱面和门洞口的阳角宜用1:2水泥砂浆做护角，其高度不应低于2m，每侧宽度不应小于50mm；室内抹灰工程，应待上下水、煤气等管道安装后进行。抹灰前必须将管道空越的墙洞和楼板洞填嵌密实；散热器和密集管道等背后的墙面抹灰，定在散热器和管道安装前进行，抹灰面接槎应顺平。

外墙抹灰工程施工前，应安装好门窗框、阳台栏杆和预埋铁件等，并将墙上的施工孔洞堵塞密实；外墙窗台、窗楣、雨篷、阳台、压顶和突出腰线等，上面应做流水的坡度，下面应做滴水线或滴水槽，滴水槽的深度和宽度均不应小于10mm，并整齐一致。

砂浆的抹灰层，在凝结前，应防止快干、水冲、撞击和振动；凝结后，应采取防止玷污和损坏。

水泥砂浆的抹灰层，应在湿润的条件下养护。冬施施工，抹灰砂浆应采取保温措施，涂抹时，砂浆的温度不宜低于5℃；砂浆抹灰层硬化初期不得受冻；气温低于5℃时，室内抹灰所用的砂浆应掺入混凝土防冻剂，其掺量应由试验确定，

做涂料墙面的抹灰砂浆中，不得掺入含氯盐的防冻剂；冬期施工，抹灰层可采取加温措施加速干燥。如采用热空气时，应设通风设备排除湿气。

10.5.3 质量要求

- (1) 内墙体抹灰等级为中级；
- (2) 灰浆与结构粘结可靠，表面平整，不得有砂眼；
- (3) 抹灰作业实施遵照国家标准规范 JGJ73-91 及 TJ301-88 中的有关规定执行；
- (4) 一般抹灰砂浆的配合比，按设计要求，一般抹灰砂浆各层的稠度应符合设计要求及骨料粒径要求，水泥砂浆及掺有水泥或石膏拌制的砂浆，应控制在初凝前用完。

编写：王仁

强

第十一章 金属结构设备及安装工程

11.1 压力钢管制作与安装

11.1.1 施工特性

一、工程项目及工程量

(1) 工程项目及范围

本章工作内容包括本合同施工图纸所示的地下埋管和回填钢管四条直径 $\Phi 7.0\text{m}$ 发电引水压力钢管的直管、弯管、渐变管及其部件（以下统称钢管）的制作和安装。

发电引水压力钢管斜管段倾角 60° ，钢管材质 Q345C，管壁厚度分别为 24、26、32、40mm。1#、3#钢管由下平段直管和渐变管组成，2#、4#钢管由上弯段、下弯段、斜直段、下平段直管和渐变管组成。工作内容包括钢管制造安装所需所有焊材及其它消耗性材料的采购，钢管制造、运输、安装，管外壁涂刷水泥浆、管内壁喷锌以及环氧沥青防锈底漆和面漆。

(2) 工程量

钢管制作安装总工程量为 4619t。钢管各部位工 程量分布情况见表 11-1-1

钢管制作安装工程量分布表

表 11-1-1

序号	部位	厚度(mm)	重量(面积)	备注
1	上弯管	壁厚 24 mm	191t	
2	斜直管	壁厚 24 mm	199t	倾角 60°
3	下弯管	壁厚 26 mm	206t	
4	渐变管	壁厚 26 mm	96t	
5	水平直管	壁厚 26 mm	2131t	
6	水平直管	壁厚 32 mm	1458t	
7	水平直管	壁厚 40 mm	132t	
8	渐变管	壁厚 40 mm	206t	
9	钢管外壁涂装水泥砂浆	/	19321m ²	
10	钢管内壁喷锌	涂料底层厚 250 μ m	19260m ²	
11	钢管内壁环氧沥	涂料底层厚 150 μ	19260m ²	

	青防锈底漆	m		
12	钢管内壁环氧沥 青防锈面漆	金属底层厚 150 μ m	19260m ²	

二、施工条件

(1) 场地条件

由业主提供的下游施工场地（3#场地）具备钢管厂建厂条件，占地面积 50 亩，距钢管安装现场约 3 公里。

(2) 交通条件

钢管厂至钢管安装现场的运输条件比较方便，经原 213 国道→紫下大桥→8#路→下游围堰→1-2#路→直接到达隧洞出口 733.00 高程，路面及桥梁承载均满足钢管运输要求。

三、施工单位责任与任务

(1) 承包人应负责采购本工程钢管制造和安装所需的焊接材料、连接件和涂装材料，并按本技术条款相关的规定，对上述材料和连接件进行检验和验收。

(2) 承包人应负责本工程钢管的制造和安装，包括本章规定进行钢管制造、焊接、试验、运输、安装、涂装、灌浆、以及质量检查和验收等全部工作。

(3) 承包人应指派持有上岗证的合格焊工和无损检测人员，进行焊接和检验工作，并按本章相关的规定，进行焊接工艺评定。

四、施工方案

所有钢管均在现场钢管加工厂内加工成 2.0 米 1 小节，再组装成 4.0 米长 1 大节。用 40t 平板拖车运至安装现场，再用履带吊卸车翻身吊至主洞运输轨道上用卷扬机、滑车等将其滑移就位进行安装。1#、3#以钢管上游侧渐变管和主厂房上游侧处的钢管作定位节依次向中间进行安装；2#、4#以下平段靠近下弯段第一大节及主厂房上游侧处的钢管作为定位节依次向上游和下游进行安装。

五、施工进度安排

计划于 2003 年 1 月 1 日开始筹建钢管厂，2003 年 3 月 16 日开始制造钢管，2003 年 5 月 15 日开始首节钢管安装。2004 年 12 月中旬钢管安装全面结束，具体安排见 11.1.7 节内容。

11. 1. 2 施工布置

一、钢管加工厂布置

根据钢管制造总体方案及施工进度计划，拟在II标 3#场地内修建一占地面积约 28000 m²的钢管加工厂，具体位置见施工总平面布置图。厂内布置 30t 臂式吊车 1 台，回转半径 37m。安装四辊卷板机和数控切割机各 1 台；设置 6m³ 空压机 2 台，用于厂区供风；在数控切割车间设置 1 台 5t 电动葫芦，卷板车间和单节钢管对圆生产线内共设置 2 台 10t 龙门吊用作瓦片卷制和单节钢管对圆过程中的吊运。自动焊车间两侧墙用砖墙封闭，两端设置活动防风、保温棚布；防腐车间为全密闭性；单节和大节对圆平台设活动防风、防雨棚，以利雨天、大风天气或低温天气时的施工。防腐车间、仓库、作业间、机加工房等生产性砖木结构房屋建筑面积 320m²；卷板车间、自动焊车间、防腐车间数控车间及刨边车间钢屋架工作棚 860 m²。主要施工布置见图 11-1-1 所示，钢管厂平面布置示意图见图 ZPP-CII（投）-11-1。

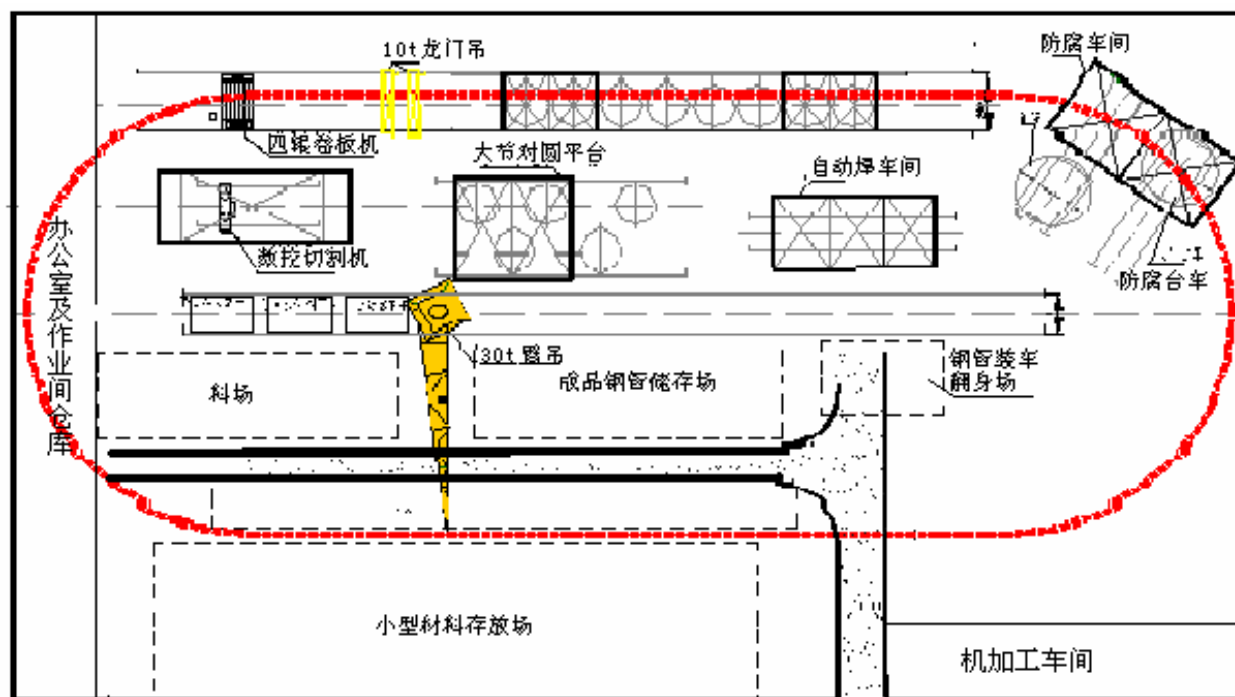


图 11-1-1 钢管厂场地布置图

二、施工道路

钢管经原 213 国道→紫下大桥→8#路→下游围堰→1-2#路→直接到达隧洞出口 733.00 高程，路面及桥梁承载情况见下表 11-1-2。

钢管运输路面及桥梁情况表

表

11-1-2

名称	路宽	起始高程	最大纵坡	路面结构	承载情况
213 国道	7.5-8.0	775-780	8%	泥结石	汽 80 挂 120
紫下大桥	/	/	/	/	汽 80 挂 120
8#路	8-10	740-1300	8%	泥结石	汽 80 挂 120
下游围堰堰顶公路	12	751	/	泥结石	汽 40 挂 100
1-2#路	7.5-8.0	751-735	8%	泥结石	汽 40 挂 100

11. 1. 3 压力钢管制作

一、制作方案

钢板运至施工现场钢管加工厂后，用半自动切割和数控切割机下料；用 3000×45 四辊卷板机进行卷制；在对圆平台上用压缝器拉紧器等进行对圆和大节组装。直管的纵环缝用手工焊封底，碳弧气刨清根埋弧自动焊焊接；弯管、锥管纵环缝采用手工电弧焊接；直管的加劲环采用埋弧自动焊接；锥管、弯管的加劲环采用手工焊和二氧化碳焊接。在现场防腐车间进行喷砂防腐和涂刷水泥砂浆。钢管制作主要吊装设备有 30t 臂吊、5t 电动葫芦、10t 龙门吊。

钢管制作工艺流程图见框图 11-1-1。

二、材料采购及质量控制

钢管制作和安装所需的焊接材料、连接件和涂装材料的每一批材料到货后经自检和监理工程师验收签认后，方准使用。

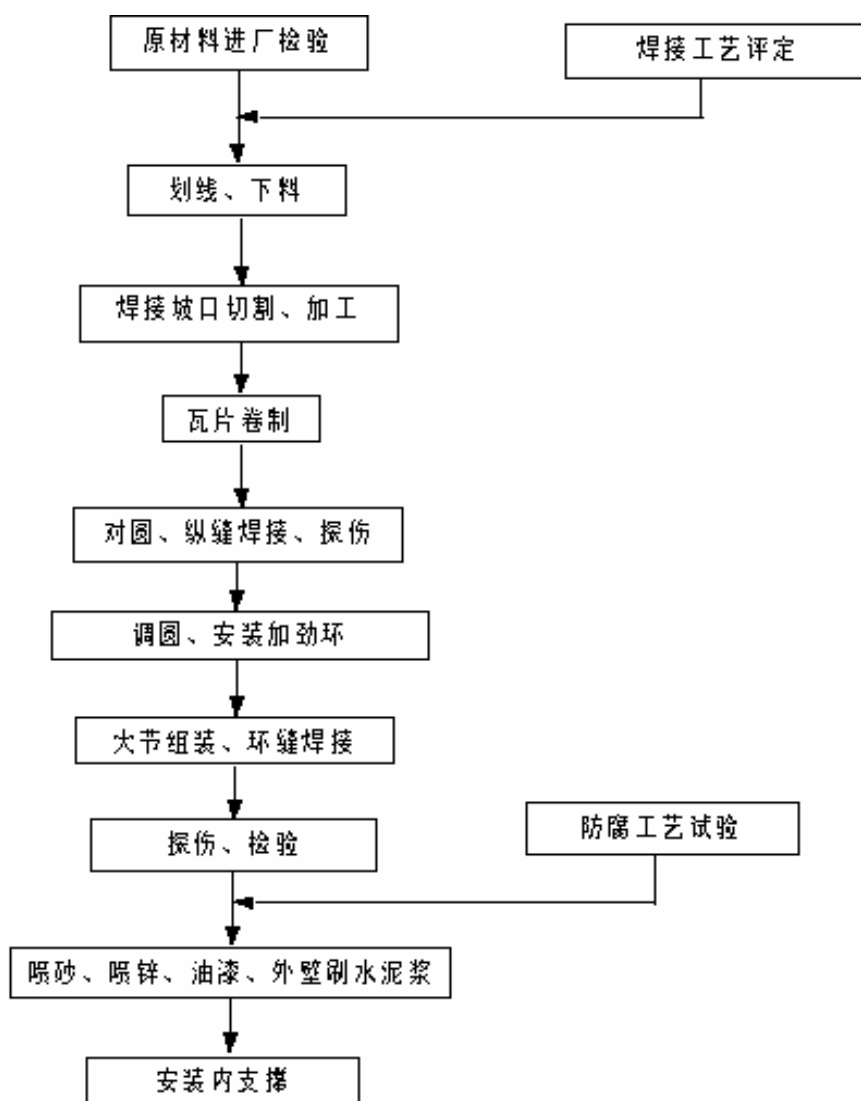
(1) 钢板

钢板由业主供货，交货方式为在钢管加工厂，从卸车开始由我方负责保管、加工厂内运输、使用等全部工作。

1) 批钢材入库验收时，向监理工程师提交产品质量证明书，并接受监理工程师的检查，没有产品合格证件的钢材不得使用。

2) 有钢板均由我方负责进行抽样检验。每批钢板抽样数量为 2%，且不少于 2 张，同一牌号、同一质量等级、同一炉罐号、同一品种、同一尺寸、同一热处理制成的钢板可列为一批，检验成果报送监理工程师。

3) 板抽样检验项目应包括：表面检查、化学成分、力学性能、并按 JB4730-94



框图 11-1-1 钢管制作工艺流程图

及第一号修改单要求做超声波探伤检查。合格标准为：低合金钢Ⅲ级。

4) 板按钢种、厚度分离存放，并作明显标识，存放垫离地面平放，做好防雨雪、防污染和防腐蚀措施。存放钢板的地面应平整坚实，地面垫方木再放钢板，钢板表面盖帆布保护。

(2) 焊接材料

1) 焊接材料的品种与母材材质和焊接方法相适应，手工电弧焊采用自贡电焊条厂生产的大西洋牌电焊条，型号为：CHE5015，焊条直径为 $\phi 2.5 \sim 4.0\text{mm}$ ；埋弧自动焊丝选用 H08MnA 焊丝和 HJ431 焊剂。通过抽样检验和焊接工艺试验，

确认焊材满足施工质量要求后方可正式投入使用,并将抽样检验成果及产品质量证明书、使用说明书提交监理工程师。

2) 焊接材料存放和运输过程中,密封防潮。存放的库房内要通风良好,室温不低于 5℃,相对湿度不应高于 70%,并定时记录室温和相对湿度。焊接材料存放在密闭的仓库内。

(3) 金属喷涂材料

金属喷涂材料选用河南洛阳中船 725 研究所厂生产的涂料。

1) 金属喷涂材料满足施工图纸的要求 SL105-95 的规定,封闭层涂料满足 SL105-95 第的规定。

3) 每批到货的金属喷涂料和封闭层涂料均附有产品质量证明书和使用说明书,说明书的内容包括各种金属材料的纯度等。

(4) 涂装材料

涂装材料选用河南洛阳中船 725 研究所厂生产的底漆和面漆。

1) 涂装材料严格按施工图纸要求的型号进行采购,涂料的化学性能、黏结强度和耐久性等满足施工图纸的要求。涂装材料存放在密闭的库房内。

2) 每批到货涂料应有制造厂的质量证明书和使用说明书,使用说明书的内容包括:涂料特性、配比、使用设备、干硬时间、再涂时间、养护、运输和保管办法等。

3) 按照说明书的要求进行防腐工艺试验,确认涂装质量符合要求后再投入使用,将检验成果和质量证明书以及使用说明书提交监理工程师。

(5) 连接件

连接件的品种和规格与施工图纸相符,并应具有产品质量证明书。施工单位将连接件的质量证明书提交监理工程师。

四、钢管制作主要施工方法

(1) 下料、焊接坡口制备

1) 坡口型式:钢管制作、安装坡口按设计图纸规定执行。我局过去承建的如天生桥一级、小关子、扬村等电站压力钢管施工过程中,制作的纵缝、环缝对接坡口采用不对称“X”型坡口;安装环缝坡口采用带背板的 160“V”型坡口。曲线板坡口切割完后,用砂轮机将影响坡口质量的毛刺、缺口和表面的氧化皮磨掉;切割完后的坡口尺寸极限偏差符合图纸或 GB985-88 和 GB986-88 图样的规定。

2) 将钢板平放于下料平台上, 利用经过校验的钢盘尺和粉线进行划线, 钢板划线满足表 11-1-3 的规定。直管管节钢板的切割均采用半自动切割机进行, 弯管、渐变管及加劲环等曲线板采用数控切割机进行切割, 切割过程中注意监控切割机行走轨迹, 控制火焰能率和氧气纯度, 以保证切割质量。弯管、渐变管等特殊管节的钢板用 30t 臂吊吊至数控切割车间两端后, 用 5t 电动葫芦将其吊至数控切割平台上进行切割, 切割完的钢板再用 5t 电动葫芦吊出数控切割车间。数控切割车间及焊接车间钢屋架结构布置图见图 ZPP-C II (投) -11- 2。

钢板划线极限偏差

表

11-1-3

序号	项目	极限偏差 (mm)	序号	项目	极限偏差 (mm)
1	宽度、长度	±1	3	对应边相对差	1
2	对角线相对差	2	4	矢高	±0.5

- 3) 直管环缝间距不小于 500mm。
- 4) 相邻管节纵缝间距大于板厚的 5 倍且不小于 100mm。
- 5) 加劲环以不同半径分两次切割, 以提高加劲环与钢管组装质量。
- 6) 同一管节上相邻纵缝间距不小于 500m。
- 7) 根据设计图纸的要求切割灌浆孔和制备灌浆孔背板。
- 8) 凑合节在每块瓦片长度方向预留 200mm 余量, 圆周方向预留 50mm 余量。
- 9) 坡口加工完毕立即涂刷无毒且不影响焊接性能和焊接质量的坡口防锈涂料。一般采用 20 μ m 后的 704 号无机富锌漆。

(2) 卷板

1) 板卷制前, 将压辊和钢板表面杂物清理干净, 利用 10t 龙门吊将钢板放上四辊卷板机进行瓦片卷制。四辊卷板机可直接进行压头, 卷制的瓦片直边较小, 可不设压头工装。钢板卷制顺序: 先卷板端、后卷中部, 严格控制钢板端部弧度, 防止对圆后局部内凹或外凸, 控制钢板中心与卷板机轴辊中心垂直度, 防止瓦片扭曲。

2) 同一种厚度的钢板尽量采用同样多的压延次数, 确保钢板延伸率一致。卷板时不允许锤击钢板及用火焰校正弧度。

3) 卷板方向与钢板的压延方向一致。

4) 瓦片卷制完毕后, 将瓦片立放, 用弦长 1.5m 的样板检查瓦片与样板间的弧度, 每一块瓦片检查上、中、下三个部位, 卷制完毕后的瓦片对装前, 需检查弧度及扭曲度, 如不符合要求, 需修弧合格后再进行组圆。采用弦长为 1.5m 的弧度样板检查, 瓦片与样板的间隙小于 2.5mm。

5) 瓦片卷制完毕双吊点均匀着力进行吊装, 防止着力不平衡造成瓦片变形。存放瓦片的地面平整、坚实。

(3) 对圆、大节组装

1) 单节钢管对装及大节钢管组装均在用工字钢组成的“米”字形对圆平台上进行, 用精度较高的水准仪定期复测对圆平台顶面不平度控制在 2mm 以内。对圆平台全部安全可靠接地。对圆平台结构布置图见图 ZPP-C II (投) -11-3

2) 对圆、大节组装主要用压缝器、拉紧器、楔子板等工具进行施工, 不得直接锤击或用其它损坏钢板的器具进行校正。

3) 用经过校验的钢盘尺、样板、钢板尺等检查钢管组装后的圆度(至少测两对直径)和两端管口周长、纵缝处弧度、管口平面度以及纵缝处错牙情况。纵、环缝对口错边量小于规范规定值; 管口平面度小于 3mm; 管节实测周长与设计周长差小于 $\pm 3D/1000$ 且不大于 $\pm 24\text{mm}$; 相邻管节周长差不大于 10mm。

4) 直管大节组装重点控制直线度、环缝间隙以及环缝错牙情况; 弯管大节组装通过吊锤球的办法, 利用钢板尺测量环缝至锤线的距离来决定弯管角度的正确性, 环缝至锤线的距离通过预先计算求得。

5) 在钢管管节上加焊卡具、吊耳等附加物时, 应注意不伤及母材, 焊接质量应保证起吊时不损伤钢管和产生过大的局部应力。拆除时用火焰在距管壁 3mm 处切割, 并用砂轮机磨平, 严禁锤击。临时附件拆除时更应注意预留 2~3mm 高度, 切割后用砂轮机磨平。

6) 调圆、安装加劲环(止水环)

加劲环安装在单节钢管调圆后进行, 预先在加劲环安装位置下部间距 500~1000mm 处分别焊上托板, 用 10t 龙门吊或臂吊将单块加劲环吊装就位, 利用门架、楔子板调整加劲环与管壁的间隙及垂直度。若钢管圆度超标或加劲环内圈弧度不符合要求, 不可强行组装, 需处理合格后再组装。组装时重点控制加劲环与管壁的间隙及垂直度, 垂直度用角尺测量, 加劲环、止水环的接头与钢管纵缝应

错开 100mm 以上。加劲环、止水环与管壁的组合缝为双面连续焊缝。

(4) 焊接

1) 焊接工艺评定

进行焊接工艺评定是确保工程质量的一项重要措施。在钢管制造前，根据图纸、技术条件、结构特点、施工条件及工艺要求进行焊接工艺评定，以解决在具体条件下实施合格焊接工艺的问题。焊接工艺评定执行标准为 DL5017-93《压力钢管制造安装及验收规范》。

①选用与钢管主材相适应的焊接材料对 Q345C 钢材进行焊接工艺评定试验，试板厚度选择符合规范要求并适用于本标所有压力钢管。

②对每种钢材的每类试板分别进行对接缝、角焊缝和组合焊缝试验。试焊的位置应包含现场作业中所有的焊接部位，评定的试件按施工图纸的要求作相应的预热、后热或焊后热处理。

③对接焊缝试板长度不小于 800mm，宽度不小于 300mm，角接焊缝的的试板高度不小于 300mm。

④在试板上打上试验程序编号钢印和焊接工艺标记。试验程序和焊接工艺编制详细说明。试验前，针对采用钢板牌号、厚度、焊接方法、焊接材料牌号、坡口型式拟定包括坡口加工、组对、清理、预热温度、层间温度、后热温度时间、焊接参数、焊接位置、焊接层数和道数、线能量范围、焊后消除应力热处理规范以及全部检查、试验项目和程序的评定方案报监理批准后执行。

⑤作焊接工艺评定用的焊接设备和仪表处于正常工作状态，施焊者由理论水平和实际操作技能较高的焊工担任。

⑥作评定用的钢材和焊接材料与钢管制作实际使用的钢材和焊接材料相同。

⑦对接接头试样机械评定项目、数量以及所有试件样坯的制备、试样尺寸、试样尺寸、试验方法、合格标准均按 DL5017-93 规范执行。

⑧试板焊接完毕，施工单位会同监理工程师按规范要求对试板焊缝全长进行外观检查 and 无损探伤检查，并进行力学性能试验。试板力学性能试验、对接试板评定项目和数量、试验方法符合 DL5017-93《压力钢管制造安装及验收规范》的规定。

⑨根据焊接工艺试验参数填写“焊接工艺评定报告”报送监理工程师审批，依据评定结果制定“焊接工艺规程”作为指导焊接生产的依据。

2) 焊接条件

① 参加压力钢管一、二类焊缝焊接的焊工必须持有与本标段压力钢管焊材种类、焊接方法与焊接位置相适应的合格证上岗，若持有合格证的焊工中断焊接工作 6 个月以上者应重新进行考试。

② 焊接材料按要求进行烘焙，烘焙温度应符合规范规定，焊条放在保温筒内随用随取。焊条的重复烘焙次数不超过两次。

③ 风速大于 8m/s 时和环境温度低于 -50°C 、相对湿度大于 90%以及雨天和雪天露天施工采取有效措施（加保温棚和防风、防雨棚）后再进行施工。

④ 焊前将坡口两侧各 50~100 mm 范围内的氧化皮、铁锈、油污及其它杂物清理干净，每一焊道焊完后清除干净焊渣后再施工。

⑤ 施工前按照监理批准的焊接工艺评定成果编制焊接工艺计划。焊接工艺计划内容包括：焊接位置和焊缝设计；焊接材料的型号、性能；熔敷金属的主要成份，烘焙和保温措施；焊接顺序；焊接层数和道数；电力特性；定位焊要求和控制变形措施；预热措施；后热消应措施；生产性焊接工艺试验；质量检验的方法和标准；焊接工作环境要求。

3) 预热

钢管焊接前进行预热可使接头附近的温度梯度平缓，减少残余应力、热应力和收缩应力的产生，可防止裂纹出现和减小变形、减小热影响区的硬化程度、防止氢脆化引起的裂纹、同时可减少气孔的形成和熔敷金属中氢的含量。

对于环境温度低于 5°C 时或板厚大于 32mm 的低合金结构钢焊缝焊接前用远红外温控加热仪对焊缝两侧进行预热，预热温度由试验确定，一般为 $100\sim 130^{\circ}\text{C}$ ，预热宽度以焊缝中心线两侧各 3 倍板厚，且不小于 100mm 为宜。需预热的焊缝在定位焊前也要进行预热，较主缝预热温度高 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ ，定位焊可采用氧、乙炔焰加热，以焊接处为中心，至少在 150mm 范围内预热。焊接过程中层间温度控制在 $150\sim 200^{\circ}\text{C}$ 为宜。用表面温度计测量焊缝预热温度，距焊缝中心线两侧 50mm 处对称测量，每条焊缝不应少于 3 对测点。当气温在 $0\sim 15^{\circ}\text{C}$ 时，钢管焊接前作适当预热（ $10\sim 20^{\circ}\text{C}$ ）。需预热的焊缝在热状态下进行背缝清根。

4) 焊接

① 焊接工艺要求

. 平段以及斜管段直筒钢管的纵缝采用埋弧自动焊接，环缝手工焊内侧封底、

外侧清根后，用埋弧自动焊焊接。

- 弯管段钢管纵缝采用、环缝采用手工电弧焊接。
- 低合金结构钢一类焊缝中的定位焊缝用碳弧气刨全部清除。
- 所有焊缝尽量保证一次性连续施焊完毕，严格按“焊接工艺规程”的要求进行所有焊缝的焊接。
- 施焊前，对主要部件的组装进行检查，有偏差时及时校正。
- 为尽量减少变形和收缩应力，在施焊前选定合适的定位焊焊点和焊接顺序，从构件受约束较大的部位开始焊接，向约束较小的部位推进。
- 双面焊接时在单侧焊接后进行清根并打磨干净，再继续焊另一面，对需预热后焊接的钢板，在清根前预热。
- 纵缝焊接设引弧和熄弧用的助焊板，不在母材上引弧和熄弧，定位焊的引弧和断弧在坡口内进行。
- 多层焊的层间接头错开并避开纵缝位置。
- 每条焊缝一次连续焊完，当因故中断焊接时，采取防裂措施（加保温棚布）。在重新焊接前，将表面清理干净，确认无裂纹后，方可按原工艺继续施焊。
- 直管钢管加劲环采埋弧自动焊焊接，锥、弯管加劲环采用二氧化碳气体保护焊和手工电弧焊焊接，以提高工效。
- 拆除引弧板和断弧板时不伤及母材，拆除后将残留的焊疤打磨修整至与母材表面齐平。
- 焊接完毕，焊工进行自检。一、二类焊缝自检合格后在焊缝附近用钢印打上钢号，并作好记录。

② 定位焊

定位焊应在后焊的一面坡口内焊接，正缝焊完后应将背缝的点焊段刨掉再焊。定位焊位置距焊缝端部 30mm 以上，其长度在 50mm 以上，间距为 100~400mm，厚度不宜超过正式焊缝高度的二分之一，最厚不宜超过 8mm。施焊前，认真检查定位焊质量，如有裂纹、气孔、夹渣等缺陷及时清理干净再焊。

③ 纵缝焊接

直管纵缝用手工焊内侧封底后，外侧用碳弧气刨清根，外侧手工焊接完毕。组装加劲环，再进行大节组装后，内侧用埋弧自动焊焊接。每节钢管的所有纵缝手工焊接时同时作多层多道小规范分段退步焊工艺，焊接过程中观察焊缝处变形

情况，随时调整焊接顺序减小变形。埋弧自动焊接时，在焊缝的两端分别焊引弧板和熄弧板，严禁在母材上引弧和熄弧。为防止钢管纵缝埋弧自动焊接时产生外凸现象，焊接前在焊缝外部施加一定的外力减小变形。弯管纵缝采用手工电弧焊接。

④ 环缝焊接

直管环缝用手工焊在内侧封底再进行一层填充焊后，外侧用碳弧气刨清根。大节组装检查合格后，焊上适当数量的拉板，翻身吊至自动焊车间。先用埋弧自动焊焊接环缝内侧，再用埋弧自动焊焊接环缝外侧。弯管环缝全部采用手工电弧焊接，先焊内侧至坡口深度 $2/3 \sim 3/4$ ，外侧清根，外侧焊完后再将内侧焊接完毕。环缝采用手工电弧焊接或手工电弧焊封底时，安排 6~8 人同时对称作多层多道分段退步焊接，多层多道焊的焊缝接头位置错开并避开纵缝位置。用碳弧气刨进行清根时刨枪与焊缝成一定的夹角保证清根质量。环缝外侧焊接时，施工人员及埋弧自动焊机在钢管顶部，调整台车转速与送丝速度匹配。清根后，第一层采用小规范进行自动焊接，防止焊穿。内侧环缝和纵缝焊接时，施工人员和埋弧自动焊机均在钢管内侧。采用专用变压器提供焊接电源，防止其它设备运行时，引起电压波动，从而影响焊缝质量。

需预热的焊缝在施焊前用远红外温控加热仪进行加热，将加热片均布于钢管外侧的焊缝两侧。钢管焊接过程中，利用车间两端的防风、防雨棚布来保证施工场所无穿堂风通过或雨、雪进入焊接场所。

⑤ 焊接线能量控制

焊接线能量的大小对钢管焊接部位的冲击韧性有很大影响，直接影响钢管的运行质量。

对于厚度大于 25mm 的低合金结构钢焊接前作焊接工艺试验，确定线能量范围，一般控制在 16-40KJ。依据焊接工艺试验对焊条规格、焊接规范、焊接速度、每根焊条焊接焊缝的长度范围均作出相应规定，用于指导焊接生产。自动焊焊接时的线能量通过自动焊机上的电流、电压表以及确定的焊接速度求出；手工焊接时的线能量测定用直流嵌形电流表或焊机上的电流表测出电流，再根据当时的焊接电压和焊接速度，算出线能量。也可对某种钢材通过线能量试验，规定焊接时每根焊条应焊接的长度算出。

⑥ 层间温度的控制

层间温度的控制是获得优良焊缝金属的必要条件。层间温度偏高，焊缝强度下降，晶粒粗大，低温冲击韧性下降，影响钢管的整体质量。层间温度过低，不易熔化，导致焊缝熔合不好，影响焊缝质量，对钢管的整体质量也会造成影响。所有焊缝应尽量保证一次性连续施焊完毕，若因不可避免的因素确需中断焊接，在重新焊接前，必须再次预热，预热温度不得低于前次预热的温度。

⑦焊缝表面成形的质量控制

钢管制作纵环缝焊接过程中，除保证焊缝焊接质量外，表面成形质量控制也必不可少，盖面焊时控制焊条（焊丝）位置及焊接规范。以使焊缝表面成形均匀整齐、美观。

5) 焊接检验

① 焊缝分类

一类焊缝：包括所有主要受力焊缝，如：管壁纵缝、主厂房内明管环缝、凑合节合拢环缝、岔管管壁的纵缝和环缝、加强构件（包括支撑环以及岔管的肋和梁）的对接焊缝及其与管壁间的组合缝、闷头与管壁的连接焊缝。

②二类焊缝：包括次要的受力焊缝，如：管壁环缝、加劲环的对接焊缝及其与管壁间的组合焊缝。

③三类焊缝：包括受力很小，且修复时不致停止发电或供水的附属构件焊缝。

④ 外观检查

所有焊缝均按 DL5017-93 的规定进行外观检查。

⑤ 无损探伤

- 进行探伤的焊缝表面的不平整度应不影响探伤评定，高出部分用砂轮磨平。
- 焊缝无损探伤遵守 DL5017-93 的规定。
- 焊缝无损探伤的抽查率按施工图纸规定采用。若施工图纸未规定时按表 11-1-4 确定探伤比例。抽查部位按监理工程师的指示选择在容易产生缺陷的部位，并抽查到每个焊工的施焊部位。

- 无损探伤的检验结果（包括射线探伤的摄片）在检验完毕后 48h 内报送监理工程师。

- 监理工程师复查检验结果后，或根据焊接工作情况，施工单位将积极配合增加检验项目和检验工作量，包括采用着色渗透和磁粉探伤等。

- 对一二类焊缝按表 11-1-4 的比例进行无损探伤检查。

二类焊缝无损探伤检查比例表

表

11-1-4

办法	钢 种	低 合 金 钢		高 强 钢	
	焊 缝 类 别	一 类	二 类	一 类	二 类
一	射线探伤抽查率 (%)	25	10	40	20
二	超声波探伤抽查率 (%)	100	50	100	100
	射线探伤抽查率 (%)	5	超声波探伤有可疑波形时复验	10	5

6) 焊缝缺陷处理

① 焊缝内部或表面发现有裂纹时，进行认真分析，找出原因，制定措施后方可焊补。

② 焊缝内部缺陷用碳弧气刨或砂轮将缺陷清除并用砂轮修磨成便于焊接的凹槽，焊补前要认真检查，如缺陷为裂纹，则用磁粉探伤或渗透探伤，确认裂纹已经消除方可焊补。

③ 当焊补的焊缝需要预热、后热时，则焊补前按前述规定进行预热，焊补后按规定进行后热。

④ 根据检测结果确定焊缝缺陷的部位和性质，制定缺陷返修措施再处理缺陷，返修后的焊缝按规定进行复验，同一部位的返修次数不宜超过两次，若超过两次找出原因，制定可靠技术措施报监理工程批准后实施焊接，并作出记录。

7) 管壁表面缺陷修整

① 在管壁上严禁有电弧擦伤，如有擦伤应用砂轮将擦伤处作打磨处理，并认真检查有无微裂纹。

② 管壁表面的局部凹坑若其深度不超过板厚的 10%，且不超过 2mm 时，使用砂轮机打磨，使钢板厚度渐变过渡，剩余钢板厚度不得小于原厚度的 90%；超过上述深度的凹坑施工单位编制焊补措施报监理工程师，按监理工程师批准的措施进行焊补。焊补前用碳弧气刨或砂轮将凹坑刨成或修磨成便于焊接的凹槽，再行焊补。缺陷焊补若需预热或后热，按规定执行。焊补后用砂轮机将焊补处磨平，并认真检查有无微裂纹。

8) 钢管附件安装

检查合格的钢管，组焊灌浆孔背板和环缝背板。控制环缝背板与钢管的角焊缝焊角高和均匀性，确保安装焊缝的焊接质量。环缝背板另计量考虑。

9) 喷砂、喷锌、涂装

钢管防腐蚀的质量，直接影响钢管的使用寿命和重涂周期。施工单位在钢管涂装作业前，向监理工程师提交涂装工艺措施，措施内容包括涂装材料的施涂方法，使用设备、质量检验和涂装缺陷的修补措施等。钢管防腐由具有合格资质的河南濮阳防腐公司进行施工。喷砂除锈在密闭的防腐车间进行。

①表面预处理

钢管立放于防腐台车上，用卷扬机牵引至密闭车间进行，除锈前将钢材表面的焊渣、毛刺、油污等污物用钢丝刷、砂轮机清理干净，钢管内壁用无尘、洁净、干燥、有棱角的铁砂喷射除锈。喷射用的压缩空气利用气水分离器过滤，除去油水。除锈标准 Sa2.5 级，用照片目视或与试板比较评定，表面粗糙度 Ra60~100um。当钢材表面温度低于露点以上 3℃，相对湿度高于 85%时，不进行表面预处理。埋管外壁涂刷水泥浆，应达到 Sa1 级。

喷刷后的表面不再用手触摸，防止再度污染，施喷涂料前，使用钢丝刷和真空吸尘器清除残留砂粒等杂物。作业人员带纤维手套，若不慎用手触接已清理好的表面，立即用溶剂清洗钢管表面。

②金属喷涂

· 金属喷涂的锌丝直径、纯度以及表面质量均符合规范要求，锌丝应光洁、无锈、无油、无折痕，直径为 2.0~3.0mm。除锈合格后的钢材表面在 2h 内尽快喷涂，晴天或较好的大气条件下不超过 12h。

· 金属喷涂时空气相对湿度不得超过 85%，环境温度不得低于 10℃，钢材表面温度高于大气露点 3℃ 以上。

· 用清洁干燥的压缩空气进行钢管表面的金属喷涂，其压力不得小于 0.4Mpa。喷枪嘴距工件表面的距离一般为 100~200mm，喷枪尽量与基体表面成直角，最小不得小于 45°。通过控制喷枪移动的速度来控制每一层的喷涂厚度为 25~80 μm，一般分两次喷涂。喷涂的厚度均匀，各喷涂带之间应有 1/3 的宽度重叠。各喷涂层间的喷枪走向相互垂直，交叉覆盖。上一层涂层表面温度降到 70℃后，再进行下一层喷涂。

· 钢管内壁金属喷涂厚度为 250 μm。

· 金属喷涂完毕，进行外观检查，涂层表面均匀，无杂物、起皮、鼓包、孔洞、凹凸不平、粗颗粒、掉块及裂纹等现象。遇有少量夹渣可用刀具剔刮，如缺陷面积较大，铲除重喷。

· 金属喷涂检查合格，及时用图样规定的涂料进行封闭；涂装前将涂层表面的灰尘清理干净，涂装在涂层尚有一定温度时进行，如涂层已冷却，可将涂料适当加温。

· 金属涂层厚度检查方法如下：

用磁性测厚仪在一个面积为 1dm² 的基准面上测量 10 点涂层厚度，取实测 10 个值的算术平均值。测点分布应符合规范要求；根据钢管管径大小和管节长度不同，每节钢管表面可布置 3~12 个基准面；· 实测的涂层厚度小于设计值的 80%时，进行补喷涂。

· 金属涂层结合性能检查

用硬质刀具将涂层切割成 15mm×15mm 的方格子。切割时刀具与涂层表面约保持 90°，切割时涂层距基体表面必须完全切断；在格子状涂层表面帖上粘胶带，用 500g 负荷的辘子或用手指压紧，手持胶带一端，按与涂层表面垂直的方向，以迅速而又突然的方式将粘胶带拉开，检查涂层是否被胶带粘起而剥离；涂层的任何部位都未与基体金属剥离为合格，如涂层有破断发生在涂层间，而不是涂层与基体的界面上，基体未裸露，亦认为合格。

③涂料涂装

· 按设计图纸或厂家说明书要求进行涂装工艺试验后，再进行钢板表面的喷涂，涂装材料的品种以及层数、厚度、间隔时间、调配方法均严格按照说明书进行。

· 除锈合格的表面在 4 小时内用高压无气喷涂法进行表面涂料喷涂，采用“二底二面”法施工。涂料喷涂前，调合均匀，底漆喷涂后，待表干达到要求后再喷涂下一层漆。

· 为防止起层或脱落，在环境温度较低的情况下密闭车间内用电炉进行适当加温，以保证环境湿度符合要求。

· 喷涂涂料的压缩空气用气水分离器过滤去除油水，喷射压力不得小于 0.4Mpa，保证附着力不受影响。各喷涂层间喷枪按垂直交叉覆盖法进行施工。

· 用针孔检测仪检查表面针孔，用涂层测厚仪检查涂层干膜厚度应符合图纸

规定，85%的测点厚度不应小于图纸规定，达不到规定厚度的测点涂膜厚度不能小于规定厚度的85%。用胶带检测涂层附着力。

· 当空气中相对湿度超过85%、钢材表面温度低于大气露点以上3℃以及说明书规定的不利环境，均不得进行涂装。

· 施涂后的钢管吊放过程中避免受损伤，并防止高温灼热及不利气候条件的有害影响。安装环缝坡口两侧涂刷车间防锈底漆。

10) 安装内支撑

防腐合格的钢管在管内壁用 $\phi 89 \times 8$ 钢管安装“米”字形内支撑。内支撑分别焊在距上、下游管口400mm处。

11) 成品检验贮存

经检查，钢管几何尺寸、焊缝外观、内部质量、防腐质量合格后（检查项目见表11-1-5），由质检部门检验经监理工程师确认后签发单元产品质量合格证。吊运至平整坚实的地面立式存放，吊装过程中防止碰撞损坏钢管，管口下部垫方木保护坡口。

钢管制作主要质量检查项目表

表 11-1-5

序号	检查项目	检验标准	检验方法
1	管口平面度	<3mm	拉粉线
2	相邻管口周长差	<10mm	钢盘尺
3	实测与设计周长差	$\pm 3D/1000$ ，且不大于 ± 24	钢盘尺
4	纵、环缝对口错边量	$10\% \delta$ ，且 $\leq 2\text{mm}$	钢板尺
5	纵缝处弧度（纵缝与样板间隙）	<4mm	样板
6	钢管圆度	$3D/1000$ ，且 $< 30\text{mm}$	钢盘尺
7	焊缝外观	不允许裂纹、气孔、咬边、未焊满等缺陷存在	放大镜
8	焊缝内部质量	按要求比例探伤，一类B I为合格，二类B II为合格	探伤仪
9	加劲环与管壁垂直度	$\leq 0.02H$ 且 $< 5\text{mm}$	角尺
10	涂层外观质量	颜色一致，无皱皮，流挂、起泡、脱层等缺陷	肉眼
11	涂层厚度	85%点满足设计要求，未满足设计厚度的点漆膜厚度不低于设计厚度的85%	涂层测厚仪
12	涂层附着力	胶带撕掉贴划口部位，涂层无剥落	刀具、胶带

五、钢管制作质量检查与验收

钢管管节和附件全部制作完成后，施工单位在钢管安装工程开始前 56 天向监理工程师提交钢管管节和附件的验收申请报告并同时提交以下各项验收资料：

- (1) 钢管管节和附件清单；
- (2) 钢材、焊接材料、连接件和涂装材料的质量证明书、使用说明书和试验报告；
- (3) 焊接程序和工艺报告；
- (4) 焊缝质量检验结果；
- (5) 缺陷修整和焊缝缺陷处理记录；
- (6) 钢管管节和附件的尺寸偏差检查记录；
- (7) 涂装质量检验记录等。
- (8) 经监理工程师审查同意后，组织对钢管管节和附件的验收，验收合格后由监理工程师签发钢管制作产品质量合格证。

11. 1. 4 压力钢管运输

一、场内公路运输

利用厂内 30t 臂式吊车将大节钢管吊起平放于 40t 平板拖车上，用钢丝绳、倒链等牢固封车（在钢绳与钢管间加设垫块，防止钢管表面漆膜或管壁受到损坏）。将钢管倒运至其它场地储存或直接运至现场进行安装。

运输线路如下：原 213 国道→紫下大桥→8#公路→下游围堰→1-2#公路→运至厂房上游侧 735.000 高程上，用 30t 履带吊将钢管卸车翻身吊至钢管运输轨道上，用卷扬机牵引就位进行安装。钢管公路运输示意图见图 11-1-2。

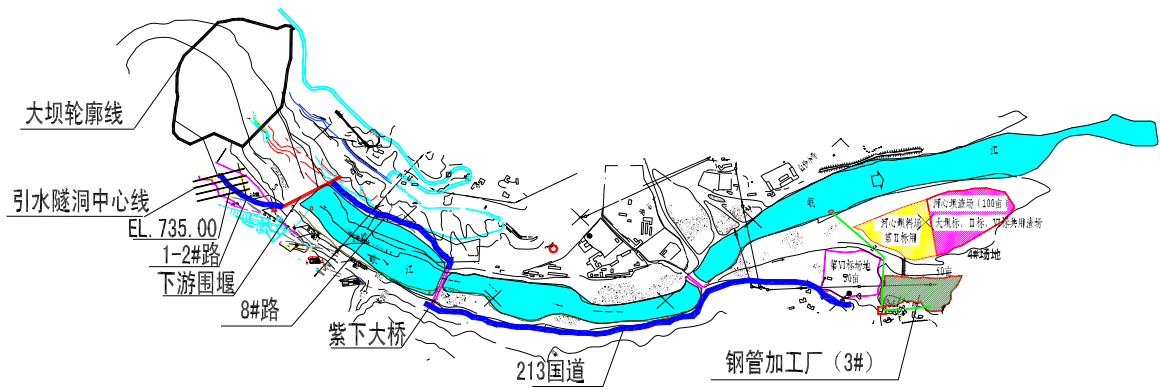


图11-1-2 钢管公路运输示意图

公路运输路面纵向坡度不宜大于 7%，若大于 7%，拖车前面用牵引车。横向坡度不宜大于 3%，若大于 3%，路面需垫渣找平，再进行钢管的运输。运输钢管的车辆行驶速度一般控制在 8~15km 以内。

二、现场转运

钢管从加工厂运至 1-2#路 735.00 高程引水隧洞出口位置后用 30t 履带吊卸车翻身吊运至钢管运输轨道上用卷扬机牵引就位进行安装。

三、洞内运输

(1) 钢管洞内运输吊装施工设施布置

在每条钢管安装位置下部混凝土支墩上，预埋插筋并安装 43kg/m 重轨，轨距 4.2m；在每条引水发电隧洞出口布置 1 台 10t 卷扬机和 1 台 5t 卷扬机；在 2#、4#引水发电洞上平段渐变段部位洞顶设置一组天锚和 2~3 组地锚，用于钢管斜坡段运输时倒向。在上平段适当位置扩挖一旁洞用于搁置 2 台 10t 卷扬机和 1 台 5t 卷扬机等设备，旁洞尺寸：(长)4.0m×(宽)2.0m×(高)2.2 m。钢管运输施工方法图见图 ZPP-C II (投)-11-4。

(2) 水平段钢管主洞运输

钢管在上下平段的运输，利用 10t 卷扬机溜放、5t 卷扬机牵引，两台卷扬机配合动作，将钢管运至安装位置。水平段钢管滑移示意图如下图 11-1-3 所示。

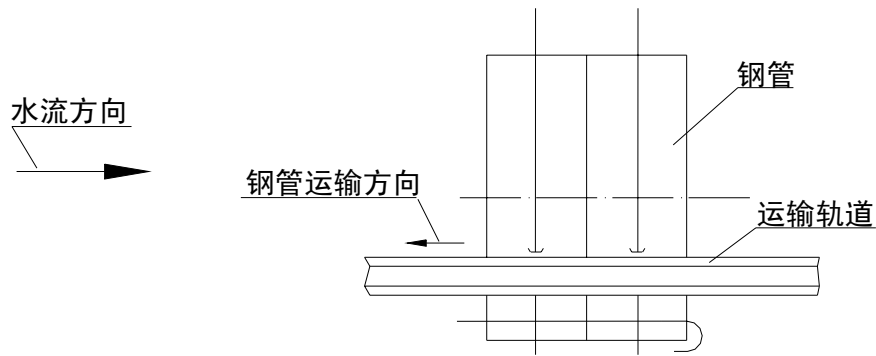


图11-1-3 水平段钢管滑移示意图

(3) 上、下弯段及斜坡段钢管主洞运输

2#、4#发电洞上、下弯段及斜坡段钢管从下平段运至上平段储存，待安装时再逐一下放就位进行安装调整。钢管向上运输时卷扬机的牵引和溜放方向与钢管下放时的方向相反。

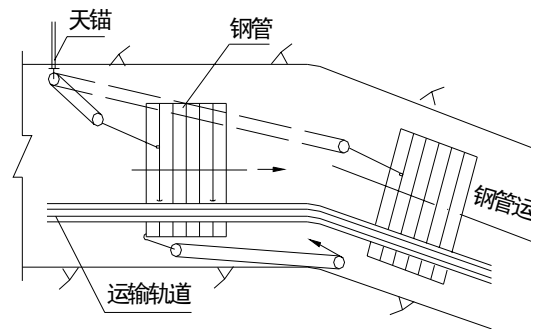


图11-4 钢管在上弯段滑移示意图

上、下弯段及斜坡段钢管运至主洞上平段靠近上弯段处后，将两台 10t 卷扬机上的滑轮组吊索通过主洞上平段顶部的天锚滑轮组件

挂在钢管水平中心偏上部位焊固在加劲环上的吊鼻上溜住，将 5t 卷扬机上的滑轮组吊索挂在钢管底部。绞紧溜放的钢丝绳，再绞动 5t 卷扬机牵引钢管向前滑行，同时配合 10t 卷扬机放松溜放的滑轮，进入斜坡段后，凭自重下滑，便可拆除牵引的滑轮组，由溜放的滑轮组控制下放至安装位置，卸下索具，准备下一节钢管的运输。滑移铁鞋及轨道面注意经常涂抹黄油，以利润滑。上、下弯段及斜坡段钢管下滑示意图如图 11-1-4 所示。

11. 1. 5 压力钢管安装

一、钢管安装总体方案

钢管运输轨道选用 43kg/m 重轨，为保证钢管运输及安装过程中的稳定性，拟定轨道跨距 4.2m。在混凝土支墩上预埋插筋，间距 1.5m，露出混凝土面 200~300mm，在钢筋上焊接钢板支撑轨道，安装轨道重点控制跨距及两轨顶面高差。通过洞壁上的锚杆将钢管四周加固，首装节钢管加固用 I 18#，其余管节用角钢加固。顺钢管安装轴线方向每间隔 4 米加固 1 圈，加固材料不能焊在管壁上，只能焊在加劲环或止水环上，定位节钢管的两端管口均要加固。

2#、4#发电洞钢管理管部分以下弯段靠近下平段的第一大节钢管作为定位节依次向上游和下游进行安装。回填钢管以厂房上游墙靠近蜗壳（预留一凑合节位置）侧的一大节钢管作定位节向上游进行安装。瓦片凑合节设在 1-2#路上游侧位置。

1#、3#发电洞钢管理管部分以上游侧渐变管作定位节向下游进行安装，回填钢管以厂房上游墙靠近蜗壳（预留一凑合节位置）侧的一大节钢管作定位节向上游进行安装。瓦片凑合节设在 1-2#路上游侧位置。。

钢管安装均在钢管内支撑上搭设平台进行调整、压缝和焊接。凑合节以瓦片的形式在现场安装。

二、压力钢管安装施工方法

（1）钢管安装控制点布置

除定位节、弯、锥管起始点外，每间隔 20m 需在隧洞混凝土底板上设置一组测量控制点，即钢管安装中心、里程点和高程点，并作好标记、注意保护。钢管安装中心线和里程点设在隧洞底板上，高程点设在两侧洞壁上。

（2）钢管安装调整

钢管安装质量要求：钢管的直管、弯管与设计轴线的平行度误差不大于 0.2%D；始装节管口的里程偏差不超过±5mm，弯管起点里程不超过±10mm，始装节两端管口的垂直度偏差不超过±3mm；钢管安装后管口圆度偏差不大于 5D‰，且不大于 40mm。

1) 定位节安装

钢管就位后，利用倒链、千斤顶等工具将钢管管节中心、高程调整至安装位置，利用拉紧器、压缝器、楔子板等调整压缝，控制焊缝间隙的均匀性及管壁错牙。钢管的中心、高程、里程调整合格后加固定位焊接用 18#工字钢在两端的加劲环上直接加固，不能伤及母材。定位节两端管口的垂直度通过拉粉线的办法测量。

2) 上、下弯段钢管调整

依据测量控制点测放出各管节安装方向、管口位置的高程、中心、里程点，利用钢琴线、钢盘尺测量各管

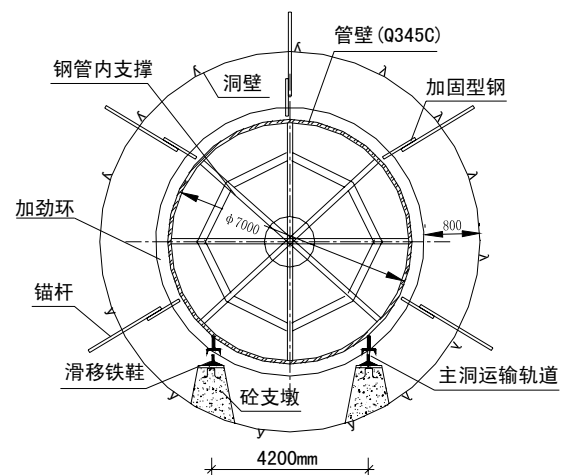


图11-1-5 隧洞埋管安装内外支撑示意图

节安装几何尺寸与设计尺寸偏差符合要求后，加固定位焊接。

(3) 斜坡段钢管安装

先将测量放的钢管中心线用粉线连成一条线，利用吊锤球的办法确定钢管安装的下中心和上中心吻合，从上中心吊锤球至管口底部，利用钢盘尺测量下中心至锤线的距离，可以确定钢管倾斜度是否符合设计要求，合格后将钢管两侧用 L100×100×10 角钢加固稳定后，对钢管环缝进行定位焊接，定位焊接对称施焊。

埋管段钢管安装内、外加固及轨道布置如图 11-1-5 示意。

(4) 回填钢管安装

回填钢管安装在底板混凝土浇至 735.088 高程后进行施工，以厂房上游侧靠近蜗壳的一大节（与蜗壳联接出预留一节凑合节位置）钢管作定位节向上游进行安装，回填钢管与埋管联接处的凑合节设置在 1-2# 公路上游侧。浇筑 735.088 高程以下混凝土时在钢管安装位置两侧预埋 18# 工字钢，轴向间距为 4.0 米，用于钢管安装时的加固，回填钢管安装加固材料用 L100×80×10 角钢。回填钢管安装加固支撑布置图见图 11-1-6。

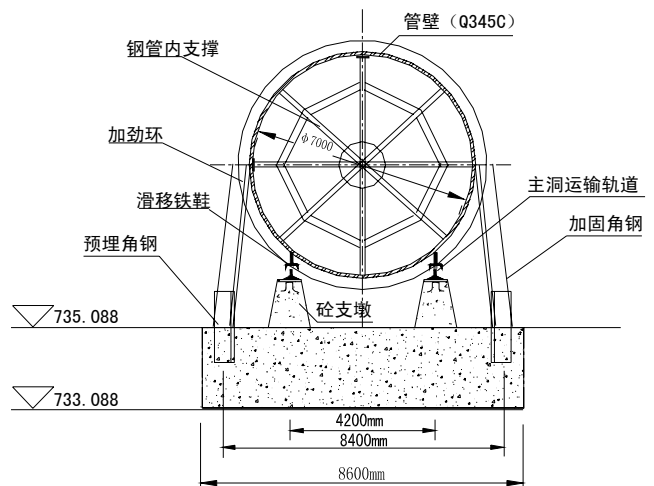


图11-1-6 回填段钢管安装加固示意图

(5) 凑合节的安装

凑合节以瓦片形式运至安装现场，以实际尺寸确定瓦片的周向和长度方向的尺寸再下料，保证凑合节安装纵缝、环缝间隙均匀一致。凑合节多余部分的切除用多向切割机进行切割。

(6) 钢管安装焊缝焊接

- 1) 钢管安装焊缝的焊接条件和焊接要求与钢管制作阶段一样。
- 2) 现场焊接钢管环缝前校测钢管位置和管口圆度，若发现安装偏差超过规定值时，及时纠正并经监理认可后再施焊。
- 3) 钢管安装环缝焊接用手工电弧焊接，6~8 个焊工对称施焊的原则进行，内侧焊接，外侧用碳弧气刨清根，用砂轮机修磨坡口，再焊接。
- 4) 环缝焊接除图样有规定者除外，逐条焊接，不跳越，不强行组装。

5) 用架管、帆布搭好防风棚，环境温度低于 5℃或板厚大于 32mm 时的低合金钢焊接，用远红外加热装置对焊缝两侧进行均匀预热，预热温度 100℃~150℃，用点温计测量焊缝两侧温度，碳弧气刨清根在热状态下进行。

6) 凑合节最后一条合拢焊缝焊接时，层间用风铲锻打消除应力。

7) 尾工、防腐

钢管安装完后清除管内所有杂物，灌浆孔堵焊，壁厚大于 32mm 的钢板堵焊灌浆孔前需预热，预热要求同定位焊。将焊疤、高点等用砂轮机磨平，上述部位及焊缝两侧除锈后补刷油漆。待混凝土强度达到要求后，再拆除支撑，支撑割用砂轮磨平后补刷油漆。

三、钢管安装质量检验

钢管安装的质量检查主要包括钢管安装几何位置检验、焊接检验和涂装质量的检验。

(1) 经测量钢管的中心、高程及里程均符合图纸和规范要求。

(2) 焊接质量检验

钢管安装过程中每条焊缝在自检合格后报请监理工程师进行检查和验收，不合格的焊缝应进行返修和重新检验。

1) 焊前检查

① 焊前检查钢管的安装位置符合规范和图纸规定并是否可靠加固。

② 检查钢管安装环缝间隙是否均匀并符合设计和工艺图纸的规定，根部间隙能否满足焊接要求。若过大应先用焊条堆焊并打磨至符合要求；若过小，用砂轮修磨直至符合要求为止。

③ 焊接备性能是否稳定，焊接电源是否可靠。

④ 烘焊条干箱内烘焙的焊条是否与应焊钢管主材材质相适应，烘焙温度是否达到规定值。

⑤ 参与钢管焊缝焊接的焊工是否是持证上岗。

⑥ 焊缝坡口两侧的铁锈、油污和其它杂质是否清理干净。

⑦ 的焊缝应检查预热温度是否均匀，是否达到规定的预热温度。

2) 过程检查

① 检查焊工是否采用对称分段退步焊工艺。

② 检查焊接工艺参数是否符合焊接工艺规程的规定。

③检查焊工控制焊接线能量是否符合规范规定。即检查每个焊工焊完一根焊条的时间和焊缝长度。

④检查焊工是否采用小规范多层多道焊工艺。

⑤检查焊条牌号、规格是否适用于当前焊缝的焊接。

⑥检查焊工所用的焊条是否是经烘焙后装在保温筒内随用随取。

⑦检查焊接电源是否稳定。

⑧检查焊缝层间温度是否符合规定。

⑨检查有无在焊缝内填充金属材料的现象发生。

⑩每层焊道焊接完毕，检查是否有未焊透、未熔合、夹渣、气孔等缺陷出现。若有，应处理合格后，才能进行下一层焊道的焊接。

3) 外观检查

①检查焊缝有否表面夹渣、未焊满、表面气孔、飞溅和焊瘤等缺陷存在，若有则按规定处理合格。

②检查焊缝宽度是否符合规范要求，盖过每边坡口 2~4mm，且平缓过度。

③检查焊缝余高是否符合规范要求，0~3mm。

④检查焊缝两边咬边是否超标，深不超过 0.5，连续长度不超过 100，两侧咬边累计长度不大于 10%全长焊缝。

4) 内部探伤检查

①焊缝内部探伤在焊接完成 24h 以后进行。

②焊缝无损探伤长度占焊缝全长的百分比应不少于表 11-1-2 的规定。如设计文件和设计图样另有规定，则按设计规定执行。

③焊缝局部无损探伤部位包括全部丁字焊缝及每个焊工所焊焊缝的一部分。

④在焊缝局部探伤时，如发现有不允许缺陷，在缺陷方向或在可疑部位作补充探伤，如经补充探伤还发现有不允许缺陷，则对该焊工在该条焊缝上所施焊的焊接部位或整条焊缝进行探伤。

(3) 涂层质量检验

钢管的现场涂装结束后，进行自检，自检合格后会同监理工程师对钢管表面的涂装质量进行检查和验收，检查范围包括焊缝两侧的现场涂装部位和管节出厂前涂装面的损坏部位和管壁焊补打磨部位，不合格的进行返修，重新处理再检验直至合格，监理签字认可为止。

11. 1. 6 完工验收

一、质量检查和验收

(1) 钢管材料的检查和验收

钢管制造和安装所需的钢材、焊接材料、连接件和涂装材料等均按本章 11.1.3 (三) 的规定进行检验和验收。每批材料和连接件均须经监理人签认后方可使用。

(2) 钢管制造质量的检查和验收

钢管管节和附件全部制成后，承包人应在钢管工程开始安装前 56 天，向监立人提交钢管管节和附件的验收申请报告，并同时提交以下各项验收资料：

- 1) 钢管管节和附件清单；
- 2) 钢材、焊接材料、连接件和涂装材料的质量证明书、使用说明书或试验报告；
- 3) 焊接程序和工艺报告；
- 4) 焊缝质量检验结果；
- 5) 缺陷修整和焊缝缺陷处理记录；
- 6) 钢管管节和附件的尺寸偏差检查记录；
- 7) 涂装质量检验记录；
- 8) 经监理人审查同意后，组织对钢管管节和附件的验收。验收合格后由监立人签发质量合格证书。

(3) 钢管安装质量的检查和验收

1) 在钢管安装过程中，承包人应会同监理人对每条现场焊缝进行检查和验收。不合格的焊缝应进行返修和重新检验，直至监理人认为合格为止。验收记录应经监理人签人。

2) 钢管的现场涂装工作结束后，承包人应会同监理人对钢管面的涂装质量进行检查和验收，检查范围包括焊缝两侧的现场涂装部位和管节出厂前涂装面的损坏部位。不合格的涂装面应进行返修和重新检验，直至监理人认为合格为止。验收记录应经监理人签认。

二、钢管工程的完工验收

钢管工程全部完工后，当工程具备下列条件时，向发包人和监理人提交钢管工程完工验收申请报告：

(1) 已完成了合同范围内的全部单位工程以及有关的工作项目，经监理人同意列入保修期内完成的尾工项目除外。

(2) 已按规定备齐了如下符合合同要求的完工资料（一式六份）：

- 1) 工程实施概况和大事记；
- 2) 已完工程移交清单；
- 3) 永久工程竣工图；
- 4) 列入保修期继续施工的尾工工程项目清单；
- 5) 未完成的缺陷修复清单；
- 6) 施工期的观测资料；

7) 监理人指示应列入完工报告的各类施工文件、施工原始记录（含图片和录相资料）以及其它应补充的完工资料。

(3) 已按监理人的要求编制了在保修期内实施的尾工工程项目清单和未修补的缺陷项目清单 以及相应的施工措施计划。

11. 1. 7 施工进度计划

一、钢管制作安装进度计划编制的依据和原则

(1) 编制依据

- 1) 招标文件提供的发电隧洞衬砌完毕时间，结合土建工程协调施工。
- 2) 有关压力钢管制作、安装的规程规范。

3) 我局以往的施工经验，如天生桥一级水电站引水隧洞压力钢管工程（直径 $\Phi 8.2\text{m}$ ，材质 16MnR，斜坡段倾角 50° ）、华能小关子电站引水发电压力钢管和管桥钢管制作与安装工程（直径 $\Phi 6.5\text{m}$ ，材质 16MnR）天生桥二级水电站引水发电压力钢管工程（直径 $\Phi 8.0\text{m}$ ，材质 HITEN610u2），杨村水电站压力钢管制作与安装工程（直径 $\Phi 4.2\text{m}$ ，材质 16Mn）。阿坝洲铜钟电站钢管制作与安装（直径 $\Phi 7.0\text{m}$ ，材质 Q345C）。

4) 钢管制作安装施工技术方案。

(2) 计划编制原则

- 1) 充分响应招标文件要求的原则；
- 2) 精心组织、精心施工、保证质量、创造最大效益的原则；
- 3) 保证设备安装多面工作、力求均衡生产的原则；
- 4) 保证施工人员、施工设备合理利用的原则；

- 5) 符合环境保护的原则;
- 6) 保证装工作连续性施工的原则;
- 7) 保证本合同工作承包商与其他承包商之间协调工作及与其它工区协调工作的原则;

二、进度计划

(1) 进度计划编制说明

1) 本进度计划是根据业主提供的招标文件中规定的发电洞衬砌完毕的时间,并与土建工作进行充分协调后进行编制的。

2) 综合考虑该工程施工总进度要求及钢管制作安装强度要求以及招标文件提供的场地条件(2003年1月1日),计划表中安排2003年1月1日进行钢管厂的筹建工作,2003年3月15日钢管厂全面建成投产。2003年4月1日完成4#机厂房上游侧渐变管制作。2003年5月15日开始钢管安装,2004年12月中旬钢管安装全面结束。

(2) 进度计划

1) 钢管制作计划

根据施工总进度计划和压力钢管制作安装总工程量以及钢管制作施工方案、业主提供施工场地的时间,拟定于2003年1月1日初开始筹建钢管厂,2003年2月15日开始制作4#发电洞与蜗壳接口的12米钢管和2#发电洞上、下弯段及斜坡段钢管(约580t),2003年3月15日钢管厂全部建成,2003年5月15日前完成上述钢管的制作并将2#发电洞上、下弯段及斜坡段钢管运至上平段洞内储存;2003年7月15日前完成4#发电洞上、下弯段及斜坡段钢管制作并将其运至洞内储存。因此建厂期间充分做好施工设备、施工人员、施工电源、照明电源、施工用材料以及钢管制作用钢板的准备工作,同时组织焊工及防腐施工人员进行焊接工艺评定和防腐工艺试验。

2) 钢管安装计划

钢管安装分两个工作面分别于2003年5月15日(2#发电洞)和2003年7月15日(4#发电洞)进行施工。厂房上游侧进口12m钢管分别按4#、3#、2#、1#的顺序于2003年4月、5月、6月、7月穿插在两个工作面中进行安装。

第一工作面:2#发电洞下弯段钢管安装→2#发电洞斜坡段钢管安装→2#发电洞上弯段钢管安装→2#发电洞下平段埋管安装→2#发电洞下平段回填钢管安装

→1#发电洞下平段埋管安装。→1#发电洞下平段回填钢管安装。

第二工作面： 4#发电洞下弯段钢管安装→4#发电洞斜坡段钢管安装→4#发电洞上弯段钢管安装→4#发电洞下平段钢管安装→4#发电洞下平段回填钢管安装→3#发电洞下平段回填钢管安装→3#发电洞下平段回填钢管安装。

钢管安装月平均强度 220t。

压力钢管制作安装进度计划详见“紫坪铺水利枢纽工程钢管制作安装进度计划表 ZPP-C II（投）11-5”

三、保证施工进度计划实施的措施

- (1) 钢管厂一旦具备建厂条件，立即组织人员进行钢管厂的筹建工作。
- (2) 随时了解土建进度，充分做好钢管安装的各种准备工作。
- (3) 钢管制作、安装前，编制施工组织设计和施工技术方案、措施，报监理工程师审批，以免影响施工。
- (4) 凡是土建交出工作面的安装部位，立即组织劳动力和机械设备进行施工。
- (5) 提前做好各种临时设施，如钢管厂筹建、钢管运输轨道制安等准备工作，确保进度计划如期实施。
- (6) 现场调度配置先进的通讯设备，以便对现场施工作出准确、快捷的协调和指挥，保证进度计划的顺利实施。
- (7) 施工前作详细的技术、质量、进度和安全交底，使全体施工人员明确任务和自己的岗位职责。
- (8) 根据钢管制作、安装进度计划编制月计划、周计划和单项工程施工计划，并严格按照该计划制定的工期和工艺程序进行施工。及时分析、总结各阶段进度计划的完成情况，对影响进度计划的因素不断采取改进措施，确保计划的顺利完成。
- (9) 做好安全防护措施，钢管安装焊缝焊接时设置隔离层，严防焊接过程中上、下层作业引起机械设备和人身伤亡事故。
- (10) 做好施工现场施工照明。
- (11) 数控切割和焊接作业场配备防晒、防雨雪、防风设施。
- (12) 组织精干的、技术素质高的施工队伍。
- (13) 配置先进的、技术性能优良的施工设备，如数控切割机、埋弧自动焊

机和 CO2 气体保护焊机。

(14) 参加业主项目部、监理单位、设计单位召开的工程会议，及时落实会议决定。

(15) 为监理单位提供检测服务。

(16) 及时做好施工材料及工、器具供应。

四、业主提供的钢板供货时间

由业主提供的钢板在 2003 年 1 月 10 日陆续到达钢管加工厂，以便进行焊接工艺评定和防腐工艺试验。

11. 1. 8 资源配置

一、劳动力组织

压力钢管制安施工高峰期计划 150 人，计划在现场施工的管理人员 15 人，技术工人 125 人；其中：下料 6 人、切割 7 人、卷板 4 人、铆工 26 人、电焊 20 人、自动焊 18 人、起重 18 人、油漆 8 人、电工 4 人、司机 8 人、机加工 2 人、探伤 4 人；其他 10 人。

二、施工设备配置

(1) 设备配置依据和原则：

- 1) 依据总进度计划和钢管制造安装进度计划和钢管制造安装工程量；
- 2) 依据施工单位施工队伍的技术素质；
- 3) 依据施工方案；
- 4) 满足施工进度、质量、安全要求的原则；

(2) 钢管制作安装机械设备配置见表 11-1-6。

压力钢管制作安装主要施工设备表

表 11-1-6

序号	设备名称	设备型号	单位	数量	功率 (KW)	备注
1	臂式吊车	DMQ540TM/30t	台	1	215	
2	汽车吊	25t/8t	台	1/1		
3	四方履带吊		台	1		
4	电动葫芦	5t	台	1		
5	四辊卷板机	3000×45	台	1	55	
6	车床	CW6110A/1500	台	1	15	

序号	设备名称	设备型号	单位	数量	功率(KW)	备注
7	数控切割机	PHOENLXDP-5	台	1	20	
8	龙门吊	10t	台	2	40	
9	半自动切割机	CG1-30	台	8	2.5×8	
10	远红外加热温控仪	LWK-36×220-B	台	2	180	
11	硅整流多头焊机	ZPG6-1200	台	2	95×2	
12	碳弧气刨	ZX7-800	台	4	3×4	
13	交流弧焊机	DX3-300A	台	6	2×6	
14	逆变式直流焊机	ZX7-400S	台	20	4×20	
15	焊条烘干箱	ZYHC-100	台	3	8×4	
16	空压机	6m ³ /min	台	2	5.5×2	
17	空压机	2m ³ /min	台	4	3.5×4	
18	滚焊台车	HGZ-30	个	4	5.5×4	
19	埋弧自动焊机	MZ1-1250	台	5	25×5	
20	焊剂烘干箱	YXH ₂ -200	台	2	5×2	
21	X探伤机	XXG3005	台	2	/	
22	超声波探伤仪	CTS-22	台	3	/	
23	数字式超声波探伤仪	PXUT-211	台	1	/	
24	卷扬机	JM-10	台	6	/	
25	卷扬机	JM-5	台	4	/	
26	平板拖车	40t	辆	1	/	自重 30t
27	载重汽车	15t	辆	4	/	
28	载重汽车	8t/5t	辆	1/1	/	
29	高压无气喷涂机	GPQ7C 型	台	2	/	
30	经纬仪	T2	台	1	/	
32	水准仪	S3	台	1	/	
33	二氧化碳气体保护焊机	PC20-50	台	2	5	
34	涂层测厚仪	LAT-A	把	1	/	
35	黑白度计	XMD-8	只	1	/	

序号	设备名称	设备型号	单位	数量	功率(KW)	备注
36	多向气割机	CG1-13	台	1	/	

11. 1. 9 质量安全保证措施

一、质量管理体系和措施

(1) 按 ISO9002 族质量标准监理健全质量管理体系，确定质量方针，编制质量管理手册。

(2) 施工质量须符合技术条款规定和有关规程规范的技术规定。及时收集、整理施工原始记录、资料、说明、整编报表和竣工资料，分析施工质量和工作质量的动态信息，制定改进施工质量的措施，提高质量管理水平。

(3) 工区配备专职的质检员对钢管制作安装质量进行跟踪检验。各班组配备兼职质检员对本班组施工质量进行控制。

(4) 钢管制作和安装过程中，严格实行“工序质量传递卡”制度，不合格的产品决不允许转入下一道工序。每道工序的质量负责人必须在工序质量传递卡上签字确认本工序质量已符合规范要求。下一道工序可拒绝接收不符合规范要求的产品进行施工。每一工序均按要求对产品质量进行自检并如实填写质量记录表。通过动态的“工序质量传递卡”和静态的质量记录表，对整个施工过程实行全面质量管理，确保钢管制作安装质量达到优良标准。

(5) 参加由业主组织的有关压力钢管制造和安装的协调会议，并认真贯彻落实贯彻执行会议精神。

(6) 做好图纸会审和技术交底工作，在施工班组配备技术人员，随时了解、掌握和解决现场施工技术问题，施工技术人员必须熟练掌握国家标准、规范。

(7) 提高全体员工的质量意识，牢固树立质量第一的观点，普及全体员工全面质量管理教育，加强技术培训，坚持先培训后上岗，促进施工质量水平不断提高。

(8) 坚持合格电焊、探伤、起重等特殊工种持证上岗制度。

二、施工过程中的质量监控

(1) 施工准备的检查

1) 钢材、电焊条、油漆等主要材料必须具有出厂合格证，其技术参数需符

合技术要求，不合格的材料不允许使用。

2) 测量控制网点必须达到规定的精度要求。所有测量、计量工具应满足施工精度要求，且经鉴定合格后才能使用。

3) 钢管焊接前，制定焊接工艺措施，并报经监理工程师审批。施工中严格按工艺措施执行，并在施工过程中监控。

(2) 施工过程中的质量控制

1) 施工过程中严格按施工图纸及设计文件进行，如遇有与设计图纸不相符时，应报告设计单位和监理工程师进行修正，待取得文字依据后再继续施工。

2) 施工过程中加强施工工序的衔接，每道工序按照“三检制”的程序进行检查。隐蔽工程和关键部位的检查，在监理工程师终检后方可进行覆盖或进入下一道工序。施工中坚持工序质量传递卡制度，不合格的产品决不允许传入下一道工序。

3) 严格把好质量关，在施工过程中发生质量缺陷或事故时，坚持“三不放过”的原则，深入现场认真分析，严肃处理。重大的质量事故应立即报告项目经理和总工程师，会同设计人员、监理工程师同意签字后再组织实施。

4) 工区对工程施工质量必须做到奖惩严明，并贯彻质量与经济挂钩的原则，对施工质量作出贡献的单位和个人给予奖励，对造成的质量事故应认真调查、分析，找出事故原因，对事故的责任人或单位给予处罚。

(3) 质量活动

开展质量活动(QC)小组，加强质量教育，进行质量分析、交流、总结，定期召开质量现场会，进行质量评比，形成质量竞赛。不断优化施工工艺，采用新技术、新方法提高质量水平。

对施工中出现的质量问题，采取三不放过原则：即问题出现的原因未查清不放过；未制订处理工艺或措施不放过；事故责任人和职工未受教育不放过。

(4) 质量档案管理工作

设立专人负责质量资料保管，保存好原始记录，材料证明书、设备合格证、质量返修记录等，按规定格式如实填写施工质检报告，提供详实的施工记录报告，仔细绘制竣工图，竣工资料及时送监理工程师审定认可。

(5) 质量奖罚措施

明确岗位职责，确定质量责任人，钢管制作安装工程施工前，层层签订质量目标责任书，把经济与质量挂起钩来，对质量实行严格奖罚措施，对各单元工程

实行质量责任承包制，将质量指标纳入工资奖金发放考核，按工程质量等级发放工资奖金。

三、安全保证措施

(1) 施工中必须坚持“安全第一，预防为主”的方针，认真贯彻“安全生产，人人有责”的原则，坚持执行国家有关安全生产的法律、法规和方针政策。

(2) 施工人员应认真履行自己的安全施工职责。在施工班组配备兼职安检员，负责施工中的安全检查工作，经常检查本班的工作场所、施工机械、工器具等完好情况。施工班组认真组织每周一次的安全日活动，并做好记录。

(3) 对汽油、油漆、氧气、乙炔等化工危险材料的运输及保管制定相应的规程，并严格执行，杜绝事故发生。

(4) 在工区内行驶和进行运输作业的车辆都必须遵守有关机动车辆安全管理与施工安全规定。

(5) 生产、生活与公用设施配备消防设施与器材，临时工棚的安全需符合消防规定，并配备足够的消防器材，防止火灾事故的发生。

(6) 加强用电管理和雷击防护，供用电设施要有可靠的安全的接地装置，对变压器等重要设施采取可靠有效的防雷措施。

(7) 钢管运输前应确认其超高、超长、超宽情况，仔细考察运输途径路况，沿线建筑物、架空线路等影响程度，并制订相应措施。运输车辆状态应良好，运输过程中专人指挥，确保运输的安全。运输前均需上报运输措施监理工程师审批后方可实施。

(8) 钢管吊装前，应根据钢管参数，制订安全可靠的吊装措施，并报经监理工程师审批。起吊设施处于良好使用状态，钢丝绳需满足规范要求，现场设计焊接的吊耳布置应合理且经过强度计算。如采用门架等吊装，其门架、卷扬机、地锚等均需进行准确计算，并满足起重规范要求。吊装过程中，应专人指挥，整个过程应缓慢进行，在不同部位有专人监护，保证设备平稳吊装，不与周围物体碰撞，确保设备吊装安全。吊装就位后，在确认钢管已落实或已可靠固定后，才允许摘钩。

(9) 钢管焊接时上、下层间应搭设牢固且密闭效果好的隔离层，防止施工人员受伤。

(10) 雨天施工时，加强施工人员的安全监护管理，电焊机、电源、开关等

电器设备均需设置防雨罩，工作场所搭设雨棚或采取其它防雨措施。高温天气需采取可靠的防暑降温等劳动保护措施。

(11) 钢管防腐作业环境的通风状况应良好，减少粉尘污染对人体的伤害。

11. 1. 10 引用规程规范

- 一、《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级》GB11345-89；
- 二、《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》GB8923-88；
- 三、《压力容器用钢板》GB54-1996；
- 四、《厚度方向性能钢板》GB5313-85；
- 五、《钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级》GB3328-87；
- 六、《埋弧焊焊接坡口的基本型式与尺寸》GB986-88；
- 七、《气焊、手工电弧焊及气体保护焊焊缝坡口的基本型式与尺寸》GB985-88；
- 八、《碳素结构钢》GB700-88；
- 九、《低合金高强度结构钢》GB/T1591-94；
- 十、《水电站压力钢管设计规范（试行）》SD144-85；
- 十一、《水工金属结构防腐蚀规范》SL105-95；
- 十二、《压力钢管制造安装及验收规范》DL5017-93；
- 十三、《电站建设施工及验收技术规范 钢制承压管道对接焊接接头射线检验》DL/T5069-96；
- 十四、《压力容器无损检测》JB4730-94 及第一号修改单；
- 十五、《钢制压力容器磁粉探伤》JB3965-85；
- 十六、《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》SL62-94；
- 十七、《浸透探伤方法》ZJB-04005-87；
- 十八、《低合金焊条》GB5118-1995；
- 十九、《焊接用钢丝》GB1300-77；

11. 2 闸门及启闭机安装

11. 2. 1 施工特性

一、工程项目及工程量

(1) 工程项目及范围

本标负责的闸门及启闭机的安装项目包括闸门门叶、拦污栅、门（栅）槽埋

件、启闭机机械和电气设备、吊箱及起升机构、止水充压装置，以及与本合同项目有关的拉杆、锁定装置、自动挂脱梁、移动式启闭机轨道、吊箱导轨、液压管道、基础埋件、各种电缆及埋管等附属设施。安装工作还包括合同规定的各项设备调试和试运转工作，以及试运转所必需的各种临时设施的安装、拆除和临时电源的提供。

(2) 工程量

闸门及启闭机安装共计 7436t，其中闸门安装共计 5715t（14 扇闸门，17 套拦污栅），各类启闭机安装 1721t，详见表 11-2-1：

闸门及启闭机安装工程量表

表

11-2-1

部位	序号	项目名称	单位	数量	工程量 (t)	备注
1#导流洞封堵门	1	平面滑动闸门	扇	1	236	含拉杆装置 5t
	2	锁锭台车、门井顶盖板	套	1	19	
	3	固定卷扬式启闭机 2×3600KN	台	1	200	
2#导流洞封堵门	1	平面定轮闸门	扇	2	240	含拉杆装置
	2	锁锭台车、门井盖板	套	1	26	
	3	固定卷扬式启闭机 4000KN	台	1	72	
	4	固定卷扬式启闭机 2000KN	台	1	46	
1#泄洪排砂洞事故门	1	平面定轮闸门	扇	1	285	含加重箱约 110t
	2	锚板、锚筋、锚杆等	套	1	11	预埋在二期混凝土中
	3	门槽埋件及其它埋件	套	1	162	
	4	锁锭台车	套	1	6	
	5	固定卷扬式启闭机 4500KN	台	1	175	
	6	电动桥机 500KN	套	1	50	
	7	轨道安装 P50	双 10m	2.5	4	
1#泄洪排砂洞工作门	1	弧形闸门	扇	1	348	含止水冲压装置重 7t
	2	锚板、锚筋、锚杆等	套	1	13	预埋在二期混凝土中
	3	门槽埋件及其它埋件	套	1	298	

	4	油压启闭机、泵站、管道、电器设备及附件 4500KN/1500	套	1	65	
	5	固定卷扬式启闭机 400KN	台	1	12	
	6	吊箱、运行机构及埋件	套	1	58	
2#泄洪排砂洞事故门	1	平面滑动闸门	扇	1	129	
	2	锚板、锚筋、锚杆等	套	1	10	预埋在二期混凝土中
	3	门槽埋件及其它埋件	套	1	146	
	4	锁锭台车	套	1	6	
	5	固定卷扬式启闭机 2×3600KN	台	1	200	
	6	电动桥机 500KN	套	1	50	
	7	轨道安装 P50	双 10m	2.5	4	
2#泄洪排砂洞工作门	1	潜孔弧形闸门	扇	1	290	
	2	锚板、锚筋、锚杆等	套	1	8	预埋在二期混凝土中
	3	门槽埋件及其它埋件	套	1	213	
	4	油压启闭机、泵站、管道、电器设备及附件 4500KN/1000	套	1	62	
	5	固定卷扬式启闭机 400KN	台	1	12	
	6	吊箱、运行机构及埋件式启闭机	套	1	45	
冲砂放空洞事故门	1	平面定轮闸门	扇	1	200	含拉杆重 83t
	2	闸门压重			44	
	3	锚板、锚筋、锚杆等	套	1	9	预埋在二期混凝土中
	4	门槽埋件及其它埋件	套	1	99	
	5	锁锭台车	套	2	8	
	6	油压启闭机、泵站、管道、电器设备及附件 4500KN	套	1	40	
冲砂放空洞工作门	1	弧形闸门	扇	1	92	含止水冲压装置约 7t
	2	锚板、锚筋、锚杆等	套	1	5	预埋在二期混凝土中
	3	门槽埋件及其它埋件	套	1	96	
	4	油压启闭机、泵站、管道、电器设备及附件 2000KN/1500	台	1	22	

	5	手动桥机 200KN	台	1	9	
	6	轨道及附件安装 P24	双 10m	2.1	2	
电站进口拦污栅	1	平面滑动拦污栅	套	17	391	
	2	锚板、锚杆等	套	32	192	
	3	栅槽埋件及其它埋件	套	32	480	
	4	锁定梁	套	11	3	
电站进口检修门	1	平面滑动闸门	扇	1	86	分 3 节
	2	锚板、锚筋、锚杆等	套	4	24	预埋在一期混凝土中
	3	门槽埋件及其它埋件	套	4	248	
	4	锁锭台车	套	4	4	
	5	双向门机	台	1	548	含轨道重 26t, 自动挂脱梁 2 套 20t
	6	轨道安装 QU120	双 10m	9		
电站进口快速门	1	平面滑动闸门	扇	4	647	含拉杆装置 248t
	2	锚板、锚筋、锚杆等	套	4	52	预埋在一期混凝土中
	3	门槽埋件及其它埋件	套	4	244	
	4	锁锭台车	套	4	8	
	5	油压启闭机、泵站、管道、电器设备及附件 2000KN/1500	台	4	208	
	6	吊箱及运行机构、轨道及附件	套	1	235	含 4 套吊箱并导轨

(3) 施工单位任务与责任

1) 参与设备出厂前的验收并在合同规定地点接收发包人提供的设备，与发包人一起根据设备清单共同进行开箱检验、清点，办理移交手续，与发包人一起在验收文件上签字。

2) 按合同要求负责在设备交货地点对到货的设备进行卸车、搬运、保管、储存，并负责交货地点或保管地点至工地现场的运输工作，承担由于上述工作不当造成的损失。

3) 负责表 11-2-1 所列全部设备的现场安装工作，包括设备调试和试验、试运转，并负责提供安装所需的人工、材料、设备、安装和检测设备、仪器及器具，

以及负责完工验收前的维护工作。

4) 承担全部安装设备的施工安装期维护保养和本合同保修期内的缺陷修复工作。

二、施工条件

(1) 场地条件

上游业主提供的占地 30 亩 (1#) 场地, 具备建立金结设备存放拼装场地的条件, 场地距安装现场的平均运距约 3.0Km。

(2) 交通条件

闸门及启闭机运输主要施工道路: 213 国道、3#路、5#路、7#路及 1#、2#泄洪排砂洞交通桥和引水洞进水塔交通桥。路面宽均在 7.5m 以上, 最小承载能力为汽 20 挂 100, 完全满足闸门及启闭机设备运输要求。道路及桥梁特性表详见表 11-2-3。

三、施工方案

电站进水塔双向门机用 127t 吊车安装, 闸门埋件及启闭机用双向门机吊装。1#、2#导流洞金结设备用 75t 汽车吊吊装、移动就位进行安装; 1#、2#泄洪排砂洞进口金结设备用 75t 汽车吊吊装就位进行安装; 冲砂放空洞进口金结用双向门机吊装就位进行安装; 冲砂放空洞出口金结用 75t 汽车吊吊装移动就位进行安装; 小型设备及埋件用土建塔机或已安装桥机吊装就位进行安装; 部分吊装不到位的设备用卷扬机、滚杠、滑车等移动就位进行安装。

四、施工进度安排

计划于 2004 年 1 月开始金结设备安装, 2004 年 11 月底闸门及启闭机安装工作全面结束, 具体安排见闸门及启闭机设备安装施工进度计划表 ZPP-C II (投)-11-8。

11.2.2 场地布置

在 1#场地规划金属结构及设备存放拼装场, 占地面积 26000m², 具体布置详见施工总平面布置图。场内布置 1 台 DMQ540/30 型臂式吊车和 1 台 75t 汽车吊(租凭), 铺轨道铺设长度 2×150 米。场内规划 1000~2000m² 作钢结构等制作场。生产房屋建筑面积 150m², 敞棚库 850m², 钢结构平台 220m²。

11.2.3 闸门及启闭机运输与吊装

一、金结设备的最大外形尺寸与重量见表 11-2-2。

设备最大尺寸与重量表

表 11-2-2

序号	名 称	最大运输单元件尺寸 长×宽×高(mm)	最大运输单 元件重量(t)
1	1#导流洞封堵门(4节)	2100×3700×12800	65
	1#固定卷扬式启闭机	3500×2500×10500	40
2	2#导流洞封堵门(3节)	7700×5200×2000	43
	2#固定卷扬式启闭机	2600×2600×4700	30
3	1#泄洪排砂洞事故门(5节)	7800×3200×2000	50
	1#固定卷扬式启闭机	3500×3500×8000	40
4	1#泄洪排砂洞工作门	11500×3600×2000	55
	1#固定卷扬式启闭机	φ 1400×3350	41
5	2#泄洪排砂洞事故门(3节)	8400×3750×2000	40
	2#固定卷扬式启闭机	3500×2500×10500	40
6	2#泄洪排砂洞工作门	12000×3100×1800	50
	2#固定卷扬式启闭机	φ 1300×14000	38
7	冲砂放空洞事故门	1780×6630×3300	45
8	电站进口检修门(3节)	1780×3100×8950	30
	双向门机	—	40
9	电站进口快速门(3节)	8880×3500×11340	42
10	液压启闭机	φ 1200×1400	45

二、道路与运输

(1) 闸门启闭机运输路线见“图 11-2-1 闸门启闭机设备运输路线布置图”

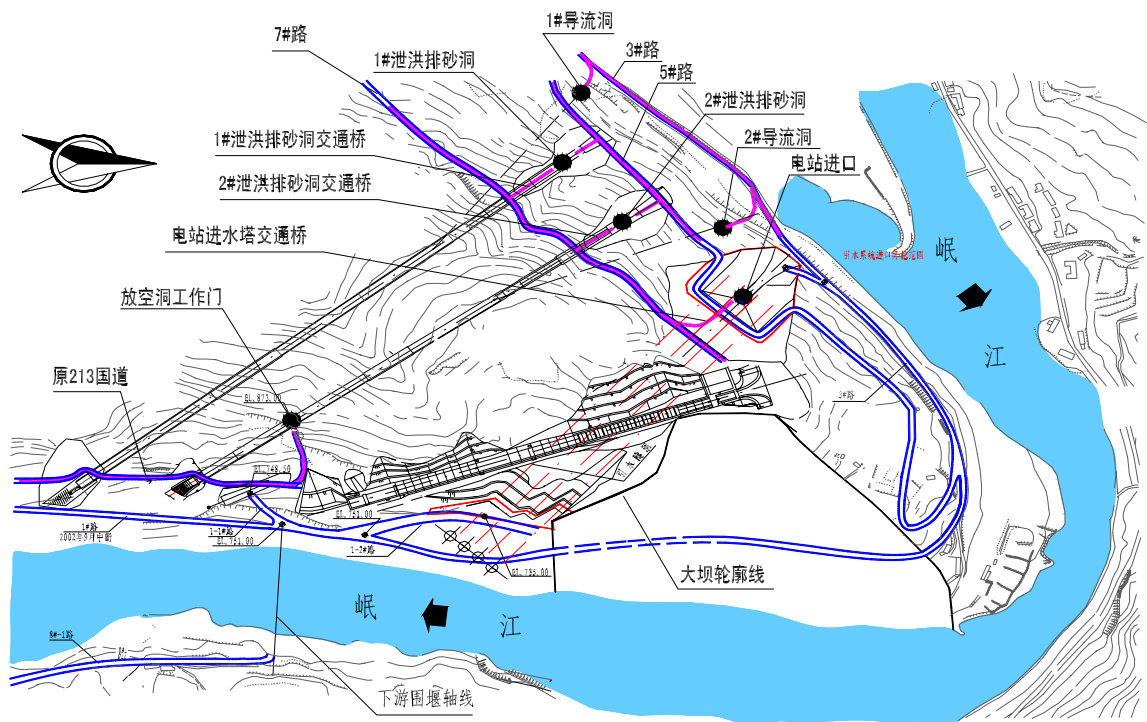


图11-2-1 闸门启闭机设备运输路线布置图

闸门及启闭机运输道路特性见表 11-2-3。

闸门及启闭机运输道路特性表

表 11-2-3

名称	路宽	最大纵坡	路面结构	承载情况
213 国道	7.5-8.0	8%	泥结石	汽 80 挂 120
3#路	7.5-9.0	10%	泥结碎石路面	汽 40 挂 100
5#路	7.5-9.0	1%	泥结碎石路面	汽 40 挂 100
7#路	7.5-9.0	5%	泥结碎石路面	汽 40 挂 100
1#泄洪排砂洞 进水塔交通桥	7.0	—	—	汽 20 挂 100
2#泄洪排砂洞 进水塔交通桥	7.0	—	—	汽 20 挂 100
引水洞进水塔 交通桥	7.0	—	—	汽 20 挂 100

三、闸门及启闭机运输与吊装

闸门及启闭机设备由存放场至工作面运输方案：设备单件重量超过 40t 的用 90t 平板拖车运输，15t 至 40t 的部件用 40t 平板拖车运输，15t 以下用 15t 或 5t 载重汽车运输。

(1) 电站进水口金结设备运输吊装方案

电站进水口金结布置断面见图 11-2-2。

1) 电站进水口金结设备运输线路：

金结拼装堆放场→213 国道→3#路→7#路→电站进水口坝顶下游侧交通桥至安装现场（坝顶 885.40 高程）。

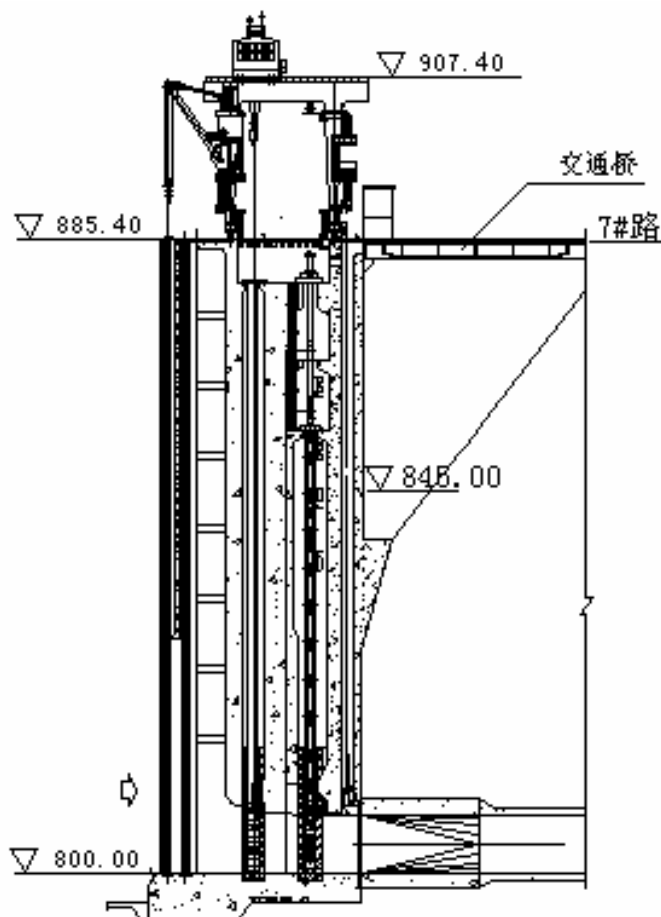


图11-2-2 电站进口金结断面布置图

2) 电站进水口金结设备卸车吊装

混凝土浇至 885.400 高程后，用土建 16t 塔机或双向门机吊装电站进水口各部位门槽及栅槽埋件和拦污栅进行安装。在 4#机坝顶进行双向门机的安装，用 127t 汽车吊安装双向门机，127t 汽车吊吊重 43t 时，吊高 30m，回转半径 1.25m；双向门机最重 40t，最大件宽 2.12m（半径为 1.06m），127t 汽车吊完全满足吊装要求；用坝顶双向门机吊装进口事故门、进口检修门门叶；用 75t 汽车吊吊装快速门液压启闭机。

(2) 1#、2#导流洞进口金结设备运输与吊装

1#、2#导流洞进口金结设备断面布置图见 11-2-3。

1) 1#、2#导流洞金结设备运输线路:

金结拼装堆放场→213 国道→3#路→4#路→电站进水口坝顶下游侧交通桥至安装现场 (导流洞进口闸室高程: 1#导流洞 775.00 高程, 2#导流洞 772.00 高程)。

2) 1#、2#导流洞金结设备卸车与吊装

混凝土浇至 787.00 (2#导流洞 784.00) 高程后, 用 75t 汽车吊吊装固定卷扬启闭机各部件至安装平台上, 用卷扬机、滑车、滚杠、油压千斤顶等辅助就位进行安装。导流洞封堵门门叶在 4#路与闸室相邻处用 75t 汽车吊卸车后, 用卷扬机、滑车、滚杠等将其移动至闸门孔口上方, 用已安装好的固定卷扬启闭机将其翻身吊入门槽孔口进行组拼。

75t 汽车吊吊重 70t, 吊高 1m 时, 回转半径 1.9m, 1#导流洞封堵闸门最重件为 65t, 最宽 2.1m (一半宽为 1.05m), 从 90t 平板拖车 (车箱高 1.0m) 上卸车至地面, 75t 汽车吊完全满足吊装要求。

75t 汽车吊吊重 40t 时, 吊高为 12m, 回转半径为 1.6m; 1#导流洞固定卷扬启闭机最重 40t, 吊高为 12m, 最宽 2.5m (一半宽为 1.25m), 75t 汽车吊完全满足吊装要求。

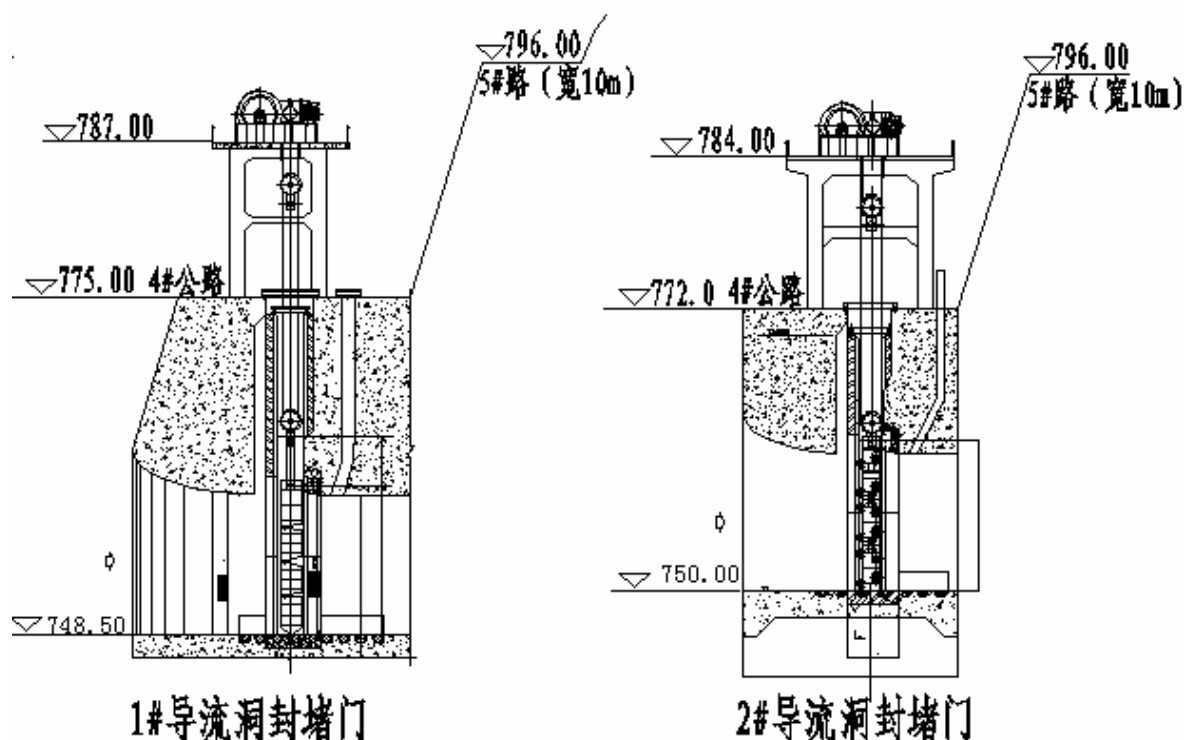
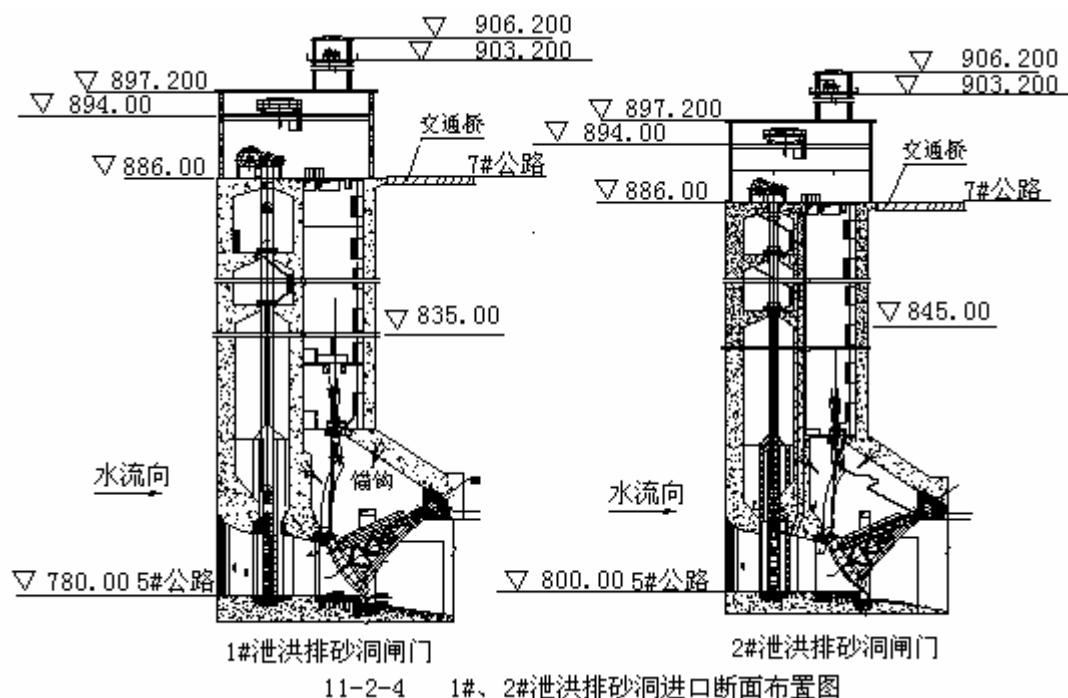


图11-2-3 1#、2#导流洞进口金结设备断面布置图

(3) 1#、2#泄洪排砂洞进口金结设备运输与吊装

1#、2#泄洪排砂洞进口断面布置图 11-2-4。



1) 1#、2#泄洪排砂洞金结设备运输线路

① 事故门、固定卷扬启闭机、液压启闭机、桥机运输线路

金结拼装堆放场→213 国道→3#路→7#路→闸室下游侧交通桥→至闸室旁 (886.00 高程)

② 工作门运输线路

金结拼装堆放场→213 国道→3#路→5#路→泄洪排砂洞进口底板 (1#洞 780.00 高程, 2#洞 800.00 高程)。

2) 1#、2#泄洪排砂洞进口金结设备卸车与吊装

① 桥机、事故门、固定卷扬启闭机、液压启闭机吊装

在进行闸室顶板 897.200 高程混凝土浇筑的同时预埋适当数量型钢天锚,用于完成桥机安装过程中的吊装任务。用 75t 汽车吊将闸门单节门叶分别吊至 868.600 高程平台上存放,先进行 886.00 高程固定卷扬式启闭机的安装,用已安装好的固定卷扬式启闭机完成闸门组拼工作。工作门液压启闭机用桥机进行吊装。

② 工作门卸车、吊装

闸室混凝土浇至 806.856 高程后,用 90t 拖车将门叶分解件分别运至泄洪排砂洞进口底板(1#洞 780.00 高程,2#洞 800.00 高程)。用 75t 汽车吊卸车,用洞室的卷扬机、滑车等将其牵引至工作闸室,用卷扬机、天锚、孔口上的横梁、滑车组、导链等组拼、安装闸门。

(4) 冲砂放空洞进口金结设备运输与吊装

冲砂放空洞进口断面布置图见 11-2-5。

1) 冲砂放空洞进口金结设备运输线路:

金结拼装堆放场→213 国道→3#路→7#路→电站进水口坝顶下游侧交通桥至安装现场(进口顶部 885.40 高程)。

2) 冲砂放空洞进口金结设备卸车与吊装

冲砂放空洞事故门及液压启闭机用坝顶双向门机卸车将其吊装就位进行安装。

(5) 冲砂放空洞出口金结设备运输与吊装

冲砂放空洞出口工作闸室断面布置图见 11-2-6。

1) 冲砂放空洞出口金结设备运输线路:

金结拼装堆放场→原 213 国道→工作门闸室端部 770.797 高程

2) 冲砂放空洞出口金结设备卸车与吊装

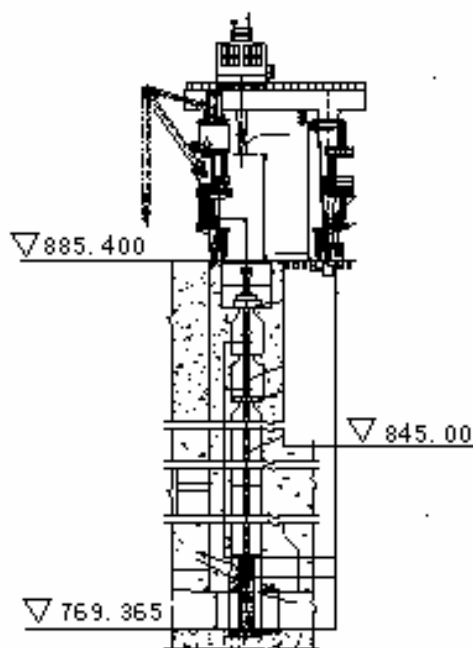


图 11-2-5 冲砂放空洞进口断面图

冲砂放空洞出口顶拱混凝土浇筑时,在顶部打 1 组天锚,用于完成手动桥机

安装过程中的吊装任务。闸门运至闸室端部 770.797 高程用 75 t 汽车吊卸车将其吊装就位，存储保护妥当后，浇筑 770.797 平台，顶部做好安全防护措施后，再用卷扬机、

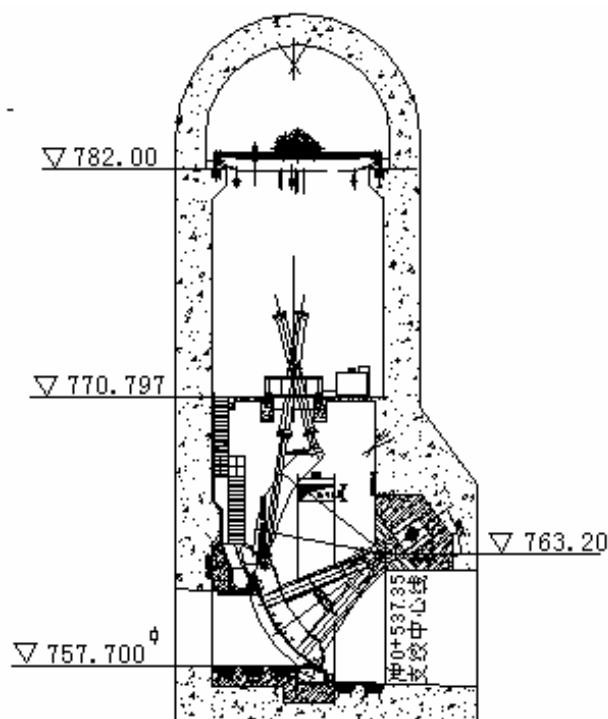


图11-2-6 冲砂放空洞工作门闸室断面图

天锚、滑车组、倒链等调整安装闸门。液压启闭机在 770.797 平台用 75t 汽车吊吊装就位进行安装。

11.2.4 闸门（拦污栅）及埋件安装

闸门及拦污栅安装施工部位有：电站进水口，1#、2#导流洞进口，1#、2#泄洪排砂洞进口，冲砂放空洞进口，冲砂放空洞出口。所有闸门、启闭机构件到货后对照到货清单检查是否完好、完整。在安装完毕的闸门焊缝处以及漆膜损伤处进行补漆。

一、电站进水口闸门及埋件安装

电站进水口闸门（拦污栅）及埋件安装施工总工程量：2372t。

（1）电站进水口金结埋件安装

电站进水口金结埋件包括：拦污栅埋件、检修门埋件、快速门埋件，均属平面闸门埋件。底坎顶面高程：800.00m，坝顶高程 885.400m。混凝土浇至坝顶等强后进行埋件安装，按 4#、3#、2#、1#的顺序进行安装。

1) 平面闸门埋件的结构特点

平面闸门埋件由底坎、主轨、反轨、门楣等组成，检修门埋件含侧导轨，快速门埋件含端衬。安装时重点控制底坎顶面高程、止水座板跨度以及门槽宽度等。

2) 平面闸门埋件安装方案

闸门埋件 15t、5t 汽车运至现场后，由土建 20t 塔机卸车，在平台上进行分类预组装，检查合格后，按先底坎后主、反侧轨的顺序依次由下向上逐节吊装调整、加固、焊接。

3) 平面闸门埋件安装工艺流程：见框图 11-2-1。

4) 平面闸门埋件安装要点：

①对照图纸清点设备数量及质量符合要求。

②检查埋件埋设部位一、二期混凝土结合面是否凿毛、清洗，预留插筋规格、数量、位置是否符合要求。

③闸门埋件安装用经过校验的测量器具进行测量，不锈钢接头用不锈钢焊条焊接。

④闸门埋件安装完毕，用钢筋将其与预埋插筋牢固焊接，加固时注意焊接顺序并检查变形，随时调整焊接顺序控制变形。加固的钢筋不能超过埋件工作表面。

⑤闸门埋件安装主要质量控制指标：闸门工作面至孔口及门槽中心线的距离（门槽大跨及小跨尺寸）；门槽垂直度；接头处的错牙情况。

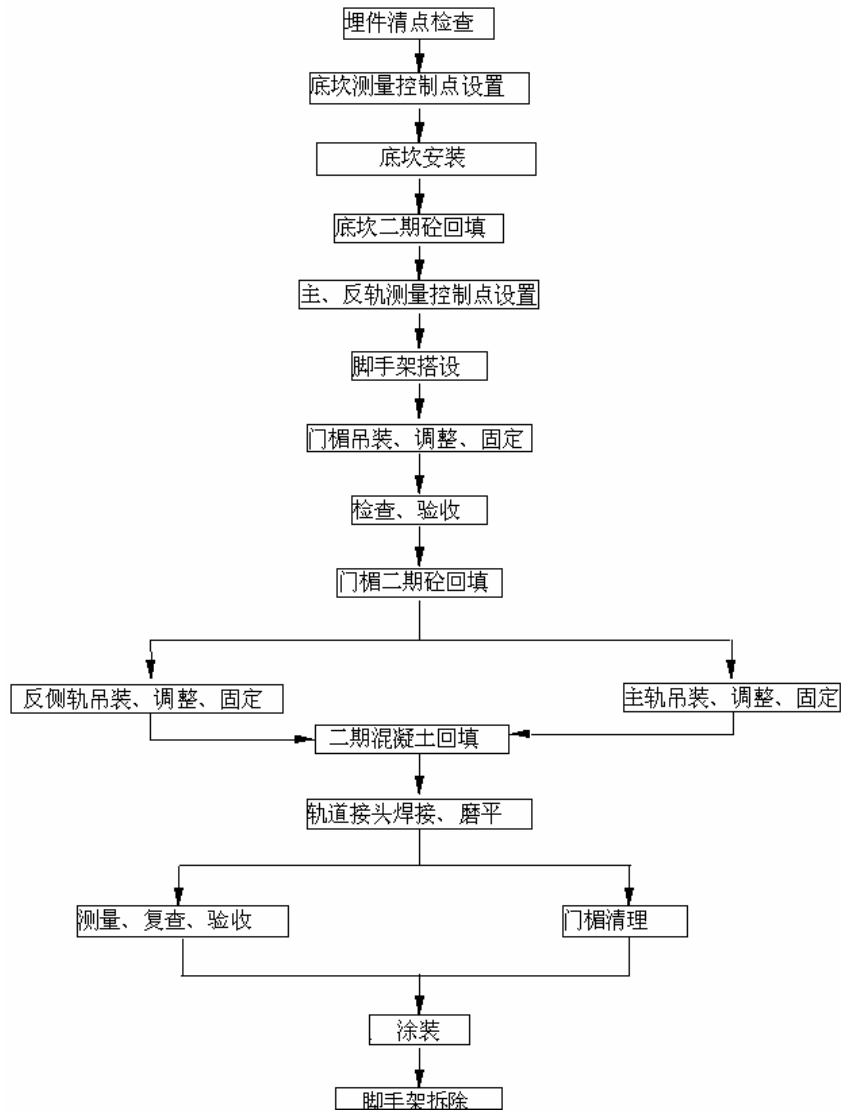


图 11-2-1 平面闸门埋件安装工艺流程

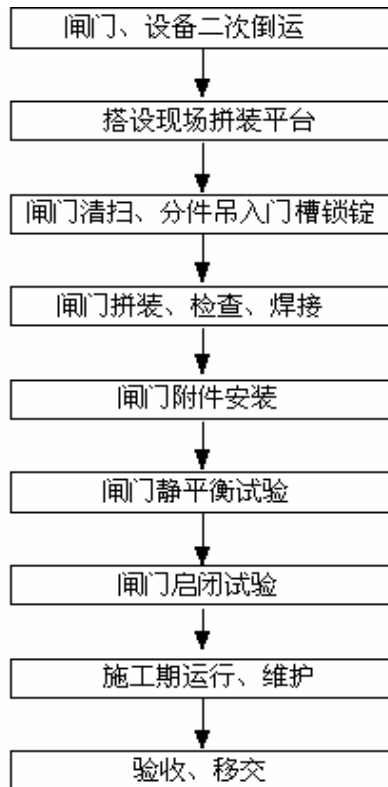
⑥埋件安装完毕对所有的工作表面进行清理，并在工作部位抹上润滑油。

(2) 电站进水口检修门安装

1) 安装方案

电站进口检修门为潜孔式平面滑动门，共 1 扇，重量 86t，由 3 节门叶组成，最重件重：30t，最大外形尺寸：1780×3100×8950 (mm)，节间销轴联接，带充水阀装置，闸门支撑型式为钉板铜塑滑道支撑。由 40t 拖车运至坝顶 885.40 高程后，用双向门机卸车，在 4#机门槽孔口上部进行闸门组拼。

2) 平面闸门安装工艺流程：见框图 11-2-2。



框图 11-2-2 平面闸门安装工艺流程图

3) 平面闸门安装工艺要点

①门体在门槽孔口上部进行立式拼装，拼装时注意对准预组时作的标记，以保证拼装质量；

②门体拼装检查合格后安装附件并检查支承跨度，顶止水中心到门体底缘距离、两侧止水中心距、侧挡块间距等主要尺寸和支承滑块的共面性，其误差不得大于施工图纸规定；

③顶、侧止水和支承滑块安装时应参考门槽埋件安装后复测的数值，以保证水封压缩量达到设计要求；

④水封用专用钻头钻孔；

⑤门体吊入门槽前，清除门槽埋件和门叶上的所有杂物，特别应清除不锈钢水封座板面上的水泥浆；

⑥在滑道支承面上涂沫润滑油脂；门体无水升降试验时，在水封部位浇水润滑以防损坏止水橡皮。

4) 闸门整体拼装后焊接

销轴连接的闸门在组拼好后及时连接好定位销轴，连接销轴时上下对称均匀

紧固，严禁将一根销轴完全紧固后再安装其余销轴。需焊接的部位按如下工艺进行焊接：

①门体拼装焊接工作在拼装形位、尺寸检查合格后进行并由合格焊工施焊，焊条应匹配并烘干；

②闸门焊接应由偶数焊工按照由中间向四周对称发展的原则施焊，要求焊接速度均等、焊接规范相近；

③闸门焊接过程中应利用架设钢琴线和水准仪等方法对焊接变形进行监测，发现不正常情况时应合理调整焊接工艺；

④闸门焊接后首先进行焊缝外观质量检查，合格后按 DL/T5018-94 规范要求作超声波探伤检查，超声波探伤执行 GB11345-89 标准。

5) 闸门整体组拼完成后，安装充水阀等附件，附件位置和安装精度应符合设计图纸和规范要求。

6) 闸门升降试验利用双向门机操作。

(3) 电站进水口快速门安装

电站进口快速门为潜孔式平面滑动门，共 4 扇，总重 648t，每扇门由 3 节门叶组成，最重件重：42t，最大外形尺寸：8880×3500×1340 (mm)，节间为销轴联接，带充水阀装置，闸门支撑型式为钉板铜塑滑道支撑。闸门分解件由 90t 拖车运至坝顶 885.40 高程后，用双向门机卸车，分别在每孔门槽孔口上部进行闸门组拼。组拼工艺和焊接要求以及附件安装要求与进口检修门要求类似。用双向门机进行闸门的升降试验。

(4) 电站进水口拦污栅安装

电站进口拦污栅共 17 套，重量 391t，每套拦污栅由 3 节栅体组成。由 15t 载重汽车运至坝顶 885.40 高程后，用双向门机回转吊或土建 20t 塔机卸车，分别在每孔栅槽孔口上部进行栅叶组拼。栅叶安装要求应符合设计图纸及规范要求。

二、1#、2#导流洞进口封堵闸门安装

1#导流洞封堵门安装施工时段：2004 年 4 月底以前将闸门组装并锁锭于 772.78m 高程上，用门槽顶盖板封顶，2004 年 10 月下闸封堵，立即拆卸动滑轮与拉杆的连接轴，封闭两个通气孔顶部，将其中一个通气孔顶部用 $\phi 100$ 的排气

管接至 785.5m 高程以上。

2#导流洞封堵门安装施工时段：2004 年 9 月开始安装闸门，2004 年 12 月 1 日下闸封堵右孔闸门，水位升至 774.7m 下闸封堵右孔闸门。

两个导流洞封堵闸门下闸具体操作程序严格按设计施工图纸执行。

1#、2#导流洞封堵门安装总工程量：521t。

(1) 1#导流洞封堵门安装

1#导流洞封堵门为潜孔式平面滑动门，共 1 扇，总重 236t，由 4 节门叶组成，最重件重：65t，最大外形尺寸：2100×3700×12800 (mm)，节间销轴联接，带充水阀装置，闸门支撑型式为钉板铜塑滑道支撑。由 90t 拖车经 4#路运至闸室旁 775.00 高程后，用 75t 汽车吊卸车，用滚杠、卷扬机、滑车等将闸门平移至门槽孔口上部，用已安装好的固定卷扬式启闭机将闸门翻身吊至门槽孔口上部进行组装。安装方案及工艺流程与电站进口检修门相似。

(2) 2#导流洞封堵门安装

2#导流洞封堵门为潜孔式平面滑动门，共 2 扇，总重 240t，每扇门由 3 节门叶组成，最重件重：43t，最大外形尺寸：7700×5200×2000 (mm)，节间销轴联接，带充水阀装置，闸门支撑型式为定轮-钢滑块联合支撑。由 90t 拖车经 4#路运至闸室旁 772.00 高程后，用 75t 汽车吊卸车，用滚杠、卷扬机、滑车等将闸门平移至门槽孔口上部，用固定卷扬式启闭机将闸门翻身吊至门槽孔口上部进行组装。安装方案及工艺流程与电站进口检修门相似。

三、1#、2#泄洪排砂洞进口事故闸门及埋件安装

1#、2#泄洪排砂洞进口闸门及埋件安装总工程量：755t。

(1) 1#、2#泄洪排砂洞事故门埋件安装

1#、2#泄洪排砂洞事故门埋件属平面闸门埋件，底坎顶面高程：780.00m，门槽顶部高程 886.00m。混凝土浇至 863.600 高程等强后将埋件吊入孔口锁锭封闭孔口后进行埋件安装。

1) 平面闸门埋件的结构特点

平面闸门埋件由底坎、主轨、反轨、门楣、底衬、侧衬、端衬、顶衬板等组成，安装时重点控制底坎顶面高程、止水座板跨度以及门槽宽度等，其余各构件安装及验收严格按 DL5017-93《闸门制造安装及验收规范》执行。

2) 平面闸门埋件安装方案

闸门埋件 15t、5t 汽车运至现场后，由土建 20t 塔机卸车，在金结拼装场事先进行分类预组装，检查合格后，按先底坎后主、反侧轨的顺序依次运至现场由下向上逐节吊装调整、加固、焊接。

3) 平面闸门埋件安装工艺流程及安装控制要点见进水口金结平面闸门埋件安装部分。

(2) 1#、2#泄洪排砂洞事故门安装

1#泄洪排砂洞事故门为潜孔式平面简支滚动轴承定轮门，共 1 扇，总重 285t，每扇门由 5 节门叶组成，最重件重：50t，最大外形尺寸：7800×3200×2000(mm)，节间销轴联接，带充水阀装置，闸门支撑型式简支滚动轴承定轮。

2#泄洪排砂洞事故门为潜孔式平面滑动门，共 1 扇，总重 129t，每扇门由 3 节门叶组成，最重件重：40t，最大外形尺寸：8400×3750×2000 (mm)，节间销轴联接，带充水阀装置，闸门支撑型式钉板铜塑滑道支撑。

当泄洪排砂洞进口混凝土浇至 874.40 (2#为 877.20) 高程后，用已安装好的桥机将闸门分节门叶吊至此孔口锁锭。当混凝土浇至拱顶时，用顶部天锚安装桥机，用桥机安装固定卷扬式启闭机，用固定卷扬式启闭机进行闸门的整体组拼、吊装与调试。闸门安装方案及工艺流程与电站进口检修门类似。

(3) 1#、2#泄洪排砂洞工作门埋件安装

当 1#、2#泄洪排砂洞闸室混凝土浇至 806.856 (2#浇至 826.102) 高程后，将闸门埋件用土建 20t 塔机吊至闸室安装位置，封闭孔口进行埋件初步调整安装，将止水座板等调整好，待闸门安装调整完闭再作最后固定焊接。

1) 弧形闸门埋件的结构特点

弧形工作门埋件由底坎、导向轨、顶楣、下游侧衬、下游底衬、上游底衬、上游侧衬和上游顶衬、水封座板封、支铰钢梁组成。

2) 弧门埋件安装工艺流程：见框图 11-2-3。

3) 弧形闸门埋件安装卸车、吊装

弧门埋件用 15t、5t 汽车运至泄洪排砂洞进口底板后，用土建 20t 塔机卸车吊运至安装工作面，超过 20t 的重件用 40t 拖车运至进口底板后，用 75t 汽车吊卸车，用闸室内的卷扬机、滚杠、滑车组等将其平移至闸室内，再用闸室内的卷扬设备等将其吊至安装位置进行安装。

4) 检测器具：钢琴线、水平尺、水准仪、钢盘尺、300mm 钢板尺。

5) 弧门埋件安装主要方法与技术措施

弧门埋件安装一般要求与平面闸门相同。

①固定铰座检查

按设计图纸检查两支铰座中心跨度尺寸和中心孔的同心度，如与设计图和DL/T5018-94 规范允许偏差不符应书面呈报监理人，在安装前进行处理。

②安装控制基准点测放

测量控制点由专业测量队伍测放，复测后再使用。测量用的仪器、钢盘尺等经国家一级计量单位周期检定。

③底坎安装与调正

底坎安装时以两侧墙上的底坎中心高程控制点为准，用千斤顶、拉紧器、水平尺进行调正，合格后焊接固定。底坎安装前应重点检查局部不平度，超标应矫正合格后再进行安装。底坎安装主要控制项目：局部不平度、两端高程差、工作面在孔中心方向的倾斜度。

④侧轨安装

侧轨安装主要控制工作面到孔口中心距、垂直度、局部平面度、曲率半径，施工时应监测两侧轨的跨距及同一高程两轨工作面连线与门槽中心线的平行度。侧轨安装采用悬挂钢琴线的方法进行调正，同时用钢盘尺直接通过已检查合格的支铰中心点进行检测，测水平、垂直距离选择同一基准点，减少测量误差，必要时使用拉力计配合测量。加固时采用适当的焊接顺序防止变形。

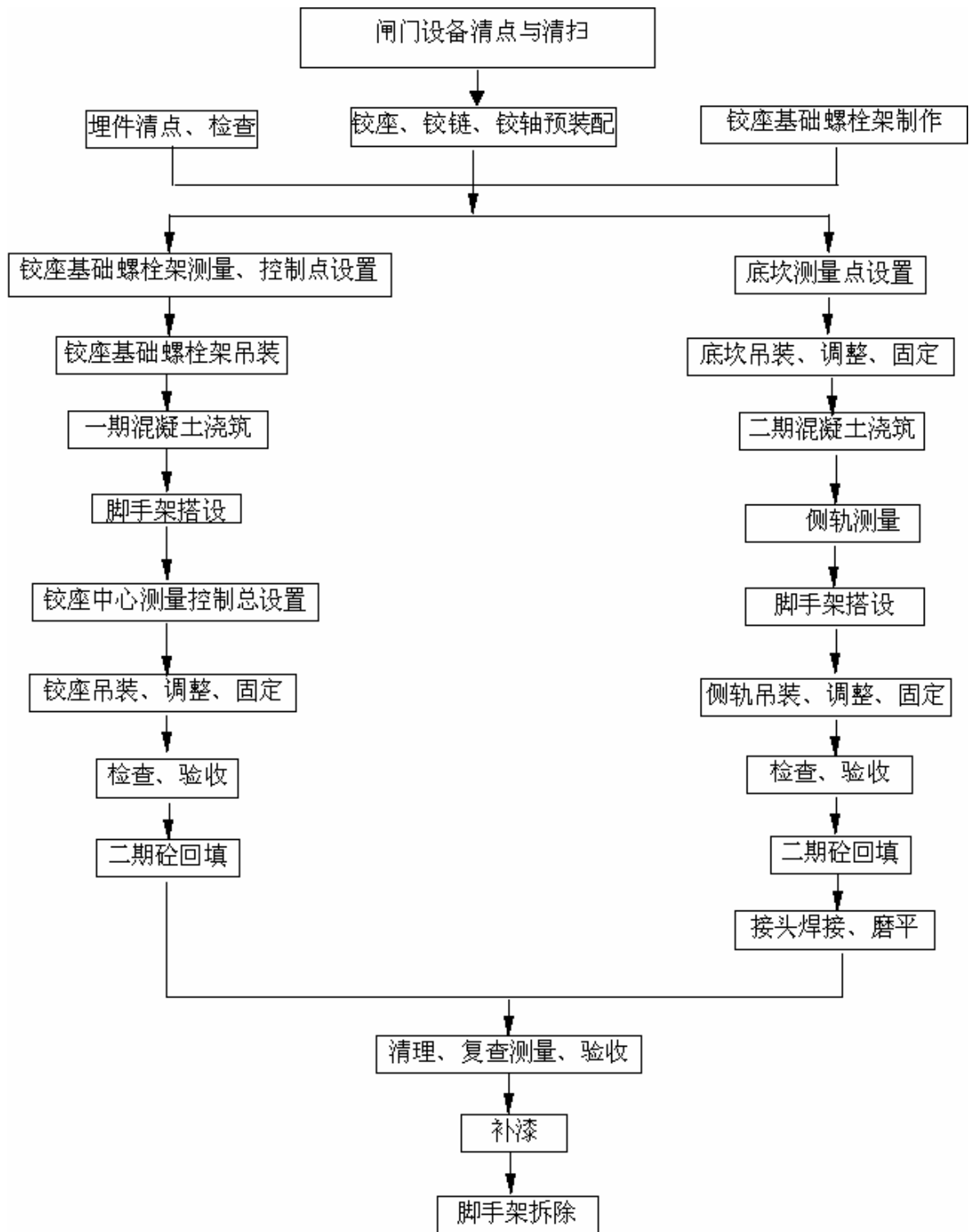
⑤钢衬板的安装

钢衬板等的安装基准线以门槽中心线及孔口中心线为准，尽量使用同一基准点，远距离使用的点位经复测后才能使用。安装调整完闭的钢衬板与一期埋件牢固加固，加固时应对称焊接，防止焊接变形；混凝土浇筑时防止发生变形。

⑥埋件安装的焊接工作

埋件安装中的焊接工作应由熟练焊工施焊。焊接前应检查接头的对装质量，发现错牙应先进行处理。埋件焊接采取对称小规范焊接防止变形。

1#、2#泄洪排砂洞工作门为潜孔式直支臂弧形工作门，1#、2#泄洪排砂洞各1扇



框图 11-2-3 弧门埋件安装工艺流程图

⑦质量检验

埋件安装完毕应经监理单位检查合格后方可浇筑二期混凝土。

(4) 1#、2#泄洪排砂洞弧形工作门安装

弧形工作门，共 638t。弧形闸门安装主要包括：支铰、支臂、门叶的安装。闸门最重件重量 50t，最大外形尺寸：12000×3100×1800（mm）

1) 弧形闸门安装顺序为：支铰→支臂→门叶，其中支臂可与门叶安装同时进行。

2) 弧形闸门安装工艺流程：见框图 11-2-4。

3) 弧形闸门安装工艺要点及技术措施

① 支铰总成安装

弧门支铰运至闸室进口底板，用 75t 汽车吊卸车后，用卷扬机将其运至底板工作平台上进行安装。用卷扬机、滑车组等将支铰总成吊入安装位置，调整好角度后将螺栓初步拧紧，通过两侧墙上的支铰中心十字线的垂直线，架设通长钢琴线，在该线上悬挂 4 根重垂线检查调整铰轴在水平面上的里程和直线度；通过高程控制点用水准仪或经纬仪检查调整铰轴在竖直面上的高程和倾斜度。在左右铰座中心同心度达到规范要求后，对称拧紧螺栓，螺栓打紧后应进行复查并作记录。

② 支臂安装

弧门支臂运至闸室进口底板后，用 75t 汽车吊卸车，用卷扬机将支臂分件移至弧门底板工作平台上组装、焊接检查合格后，利用卷扬机、滑车组、倒链等配合将支臂整体吊入孔中与支铰联接，控制对装间隙，调整支臂间跨距，设临时支承固定。

③ 门叶安装

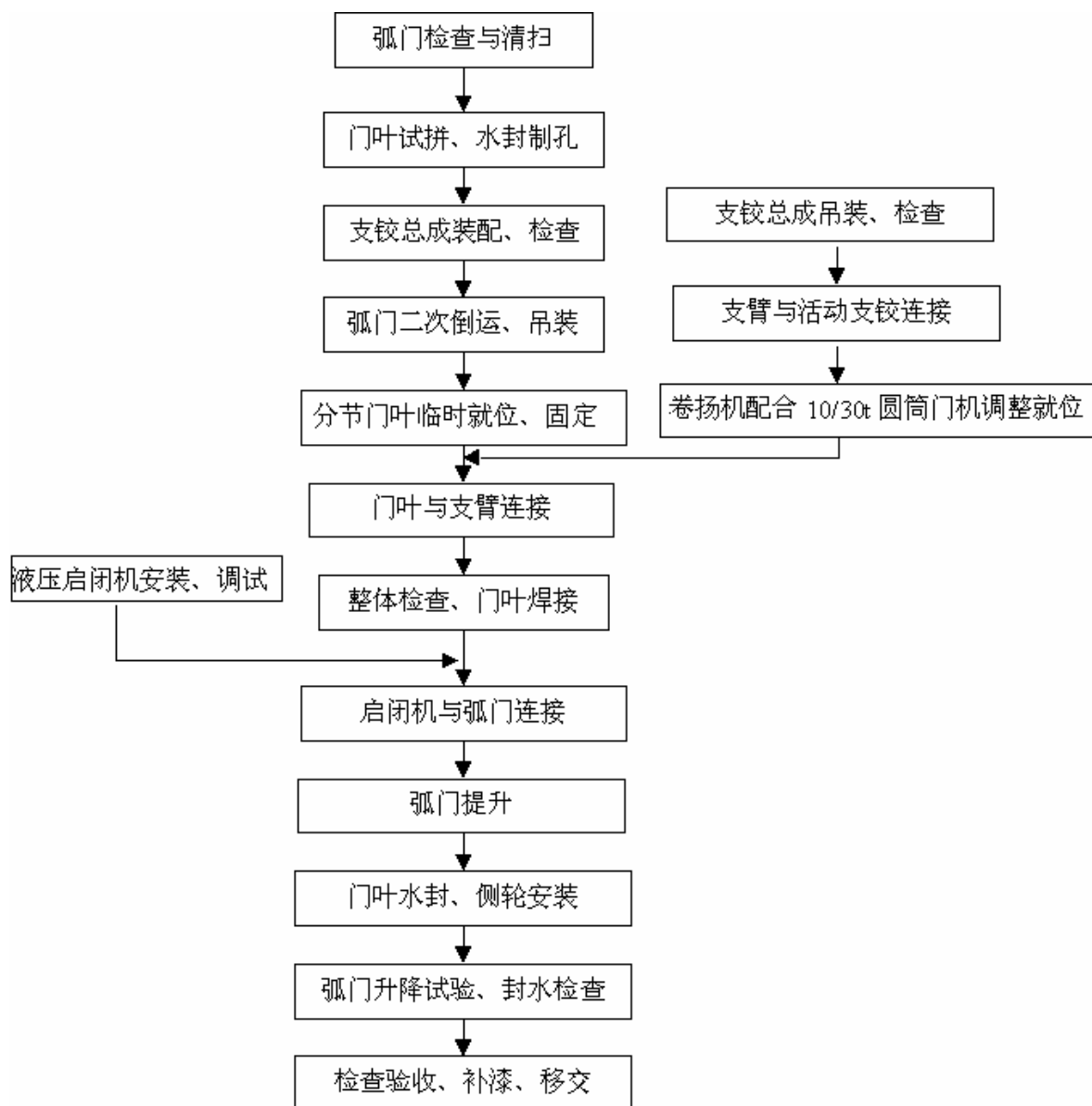
门叶运至闸室进口底板后，用 75t 汽车吊卸车，用卷扬机将其运至弧门闸室底板工作平台上。

门叶安装在事先搭设好的工作平台上进行，将门叶逐节由下向上安装，门叶吊装重点控制孔口中心吻合、面板弧度和装配质量。为保证孔口中心吻合，各段门叶吊装前在其上、下边缘预先测放出跨度中心点，然后对位安装。用不小于 1.5 米的外弧样板检测面板的弧度。调整门叶节间间隙合格后分别将门叶节间焊接，焊接支臂与联接

板间焊缝并探伤检查，再安装门叶止水带和其它附件。安装水封装置时，先将橡皮按需要的长度粘接好，再用钻头与水封压板一起配钻螺栓孔，用专用钻头钻孔，螺栓孔的孔径比螺栓直径小 1mm。按设计要求在移动部位灌注润滑脂。

④ 闸门安装的焊接和检验工作

闸门安装全部采用手工电弧焊；闸门安装的一、二类焊缝由全位置合格焊工焊接，三类焊缝由熟练焊工施焊；一、二类焊缝焊接使用的焊条，按说明书要求进行烘干处



框图 11-2-4 弧形闸门安装工艺流程图

理；为防止和减小焊接变形，焊接前编制焊接作业指导书指导焊接，凡长度大于 0.5m 的焊缝一律采用分段退步焊或分段间跳焊；门叶焊接按照由中间向两侧发展的原则进行，先焊隔板及边梁腹板的对接焊缝，后焊下游侧翼板对接焊缝，最后焊接面板对接焊缝；门叶一、二类焊缝焊接后按规范规定作焊缝外观质量检查和焊缝内部质量的超声波探伤。

⑤侧水封安装

门叶安装检验合格后，用千斤顶将门叶向另一侧顶移一个设计水封压缩量，然后挂上水封号孔，钻孔后安装复位，再在另一侧反向将门叶顶移二个设计水封压缩量，用同样方法制孔后安装复位。橡皮水封螺孔，用专用橡皮钻头钻制并清除毛刺。

4) 弧形闸门的试验

弧形闸门的试验由液压启闭机进行操作，弧形闸门的试验包括无水启闭试验、动水启闭试验、全行程动水启闭试验。

四、冲砂放空洞进口闸门及埋件安装

冲砂放空洞进口闸门及埋件安装总工程量：356t

(1) 冲砂放孔洞进口事故门埋件安装

冲砂放空洞事故门埋件属平面闸门埋件，底坎顶面高程：769.365m，门槽顶部高程 867.565 m。混凝土浇至 873.665 高程等强后，用土建 16t 塔机将埋件吊入孔口锁锭封闭孔口后进行埋件安装。

1) 平面闸门埋件的结构特点

平面闸门埋件由底衬钢梁、主轨、反轨、端轨、门楣、侧衬、端衬、顶衬板等组成，安装时重点控制底坎顶面高程、止水座板跨度以及门槽宽度等，其余各构件安装及验收严格按 DL5017-93《闸门制造安装及验收规范》执行。

2) 平面闸门埋件安装方案

闸门埋件 15t、5t 汽车运至现场后，由土建 16t 塔机卸车，在金结拼装场事先进行分类预组装，检查合格后，按先底坎后主、反侧轨的顺序依次运至现场由下向上逐节吊装调整、加固、焊接。

3) 平面闸门埋件安装工艺流程及安装控制要点见进水口金结平面闸门埋件安装部分。

(2) 冲砂放空洞进口事故门安装

冲砂放空洞进口事故门为平面定轮门，共 1 扇，总重 200t，最重件重：45t，最大外形尺寸：1780×6630×3300 (mm)，节间连接为焊接结构，带充水阀装置，闸门支撑型式简支定轮滚动轴承。

冲砂放空洞事故门分解件由 90t 拖车运至电站进水口坝顶后，用双向门机卸车、吊装就位进行组装。闸门安装方案及工艺流程与电站进口检修门类似。

五、冲砂放空洞出口工作闸门及埋件安装

冲砂放空洞出口闸门及埋件安装总工程量：193 t。

(1) 冲砂放空洞工作门埋件安装

冲砂放空洞出口工作门埋件属弧形闸门埋件，在闸室顶拱混凝土浇筑完毕后进行，浇顶拱混凝土时在顶拱设型钢天锚，用于完成桥机安装任务。770.797 平台在闸门和启闭机吊入闸室后再浇筑。先安装手动桥机，闸门埋件运至闸室端部 770.797 平台后，用手动桥机将其吊至闸室内。弧形闸门埋件安装工艺流程及质量控制要点见泄洪排砂洞弧形工作门安装部分。

(2) 冲砂放空洞工作门安装

冲砂放空洞出口工作门为潜孔式弧形闸门，共 1 扇，总重 92t，最重件重：30t，最大外形尺寸：6900×3700×1100 (mm)，闸门支撑型式为潜孔直支臂圆柱铰。

弧形闸门安装工艺流程及施工控制要点见泄洪排砂洞弧形工作门安装部分。

11.2.5 启闭机安装

各类启闭机安装：共计 1721t

一、双向门机安装

双向门机装在坝顶 885.40 高程，最重件重量：40t，最大外形尺寸：22100×21200×34000 (mm)，4#大坝混凝土浇至 885.40 高程后，用 40t 拖车经大坝下游交通桥将其运至坝顶后，用 127 t 汽车吊卸车安装。127 汽车吊行驶状态外形尺寸：10300×3420×3970 (mm)，工作时左右支腿中心距：6.6m，前后支腿中心距：5.39m。吊 43t 重物时，臂长：36.58m，工作半径 9m。门机最重件起吊高度：30m，127t 汽车吊完全符合吊装要求。

(1) 门机运输

门机构件在金结设备存放场用 75t 汽车吊装车，用 40t 拖车运输，从金结设备存放厂运至安装现场。装车前根据门机部件的不同外形尺寸，在拖车上设置不同垫木，保证部件装车后摆放平整、部件受力良好、不变形。部件的重心与拖车中心线重合。两侧用 $\Phi 29.5\text{mm}$ 的钢丝绳封牢，楞角处事先垫好管皮或木材，以防封车的钢绳压坏设备。对重心高、支承面较小的设备构件，当行驶道路的横坡大于 3% 时，要垫平削坡处理，防止拖车侧向倾翻。

拖车行驶速度控制在 15km/h 以下；窄路急弯坑洼路段控制在 10 km/h 以下。

(2) 门机安装主要措施

1) 轨道安装

轨道用 15t 载重汽车运至坝顶后，用 20 t 塔机卸车，按 4#、3#、2#、1#的顺序进行安装。

①轨道安装前，对钢轨的形状尺寸进行检查，发现有超值弯曲、扭曲等变形时，进行矫正，并经监理人检查合格后方可安装。门机轨道安装重点控制：轨道的平面度、轨道跨度和两轨道在同一截面的高程差，轨道顶面的纵向倾斜度小于 3/1000。

②两平行轨道的接头应错开其错开距离不应大于前后车轮的轮距。接头用连接板连接时，两轨道接头处左、右偏移和轨面高低差均不大于 1mm，接头间隙不大于 2mm。伸缩缝处轨道间隙的允许偏差为±1mm。

③轨道安装符合要求后，全面复查各螺栓的紧固情况，符合要求经监理验收检查签认后再回填二期混凝土。

2) 门架安装

①首先将门架的四组行走轮，按厂家结构图纸安放在轨道上，并控制好相关尺寸及水平、垂直度，连接下横梁，临时固定好；

②门机构件由 40t 拖车运至坝顶在 4#坝顶进行安装；

③先运支腿，用 127t 汽车卸车翻身，将支腿竖立，用卷扬机、缆风绳等将其固定于轨道上；

④运输另一侧支腿，卸车调整固定，利用缆风绳同时调整所有支腿的垂直度、每条支腿与相邻两支腿的共面度，符合要求后用缆风绳将支腿固定；

⑤吊装大梁，检查各接合处间隙、组合接头处错牙符合要求后，初步对称拧紧大梁与支腿的连接螺栓，安全起见，拧紧螺栓的数量不能少于螺栓总数量的 1/3。再进行小跑车以上各部分的吊装（小跑车、行走机构、起升机构、顶棚、墙壁、梯子、栏杆、电缆架等）；

⑥全面调整检查门机各部位安装尺寸，符合要求后，对称均匀拧紧所有螺栓，螺栓用力矩扳手拧紧，拧紧力符合规范及图纸要求。

3) 起升机构部分的安装技术要求参照招标文件及合同条款的有关规定执行。

4) 门架、台车架和桥架的安装按 DL/T5019-94 第 7.2.1 条的规定执行。

- 5) 小车轨道安装按 DL/T5019-94 第 7.2.2 条的规定执行。
- 6) 移动式启闭机运行机构安装按 DL/T5019-94 第 7.2.4 条的规定执行。
- 7) 电气设备的安装, 按制造厂提供的安装图样、技术文件和 GB50256-96 的规定执行。全部电气设备应可靠接地。
- 8) 双向门机荷载试验
 - ①试运转前应按 DL/T5019-94 第 7.3.1 条要求进行检查, 且检查合格。
 - ②空载试验: 起升机构和行走机构(小车和大车)按 DL/T5019-94 第 7.3.2 条的规定检查机械和电气设备的运行情况, 应做到动作正确可靠、运行平稳、无冲击声和其它异常现象。
 - ③静荷载试验: 按制造厂提供的安装图样和技术文件要求, 对主副、钩进行静荷载试验, 以检验启闭机的机械和金属结构的承载能力。试验荷载依次采用额定荷载的 70%、100%和 125%。用土建钢筋作试块, 本项试验按 DL/T5019-94 第 7.2.3 条的有关规定进行。
 - ④动荷载试验: 按制造厂提供的安装图样和技术文件要求, 对各机构进行动荷载试验, 以检验各机构的工作性能及门架的动态刚度。试验荷载依次采用额定荷载的 100%和 110%。用土建钢筋作试块, 门架动态刚度在吊重前后分别架设水准仪检测。

二、液压启闭机安装

本标段液压启闭机安装包括: 1#、2#泄洪排砂洞工作门液压启闭机安装 2 台套, 冲砂放空洞事故门液压启闭机安装 1 台套, 冲砂放空洞工作门液压启闭机安装 1 台套, 电站进口快速门液压启闭机安装 4 台套。

(1) 液压启闭机安装工艺流程: 见图 11-2-5。

(2) 液压启闭机安装主要措施

1) 启闭机安装前应进行全面清点和外观检查, 并对管路、油缸进行彻底清扫。

2) 油缸安装采用相应位置的闸门吊装设备和倒链配合进行吊装。起吊后用倒链调正好油缸的倾斜度缓缓下降到安装位置与支座和门叶的吊点连接。

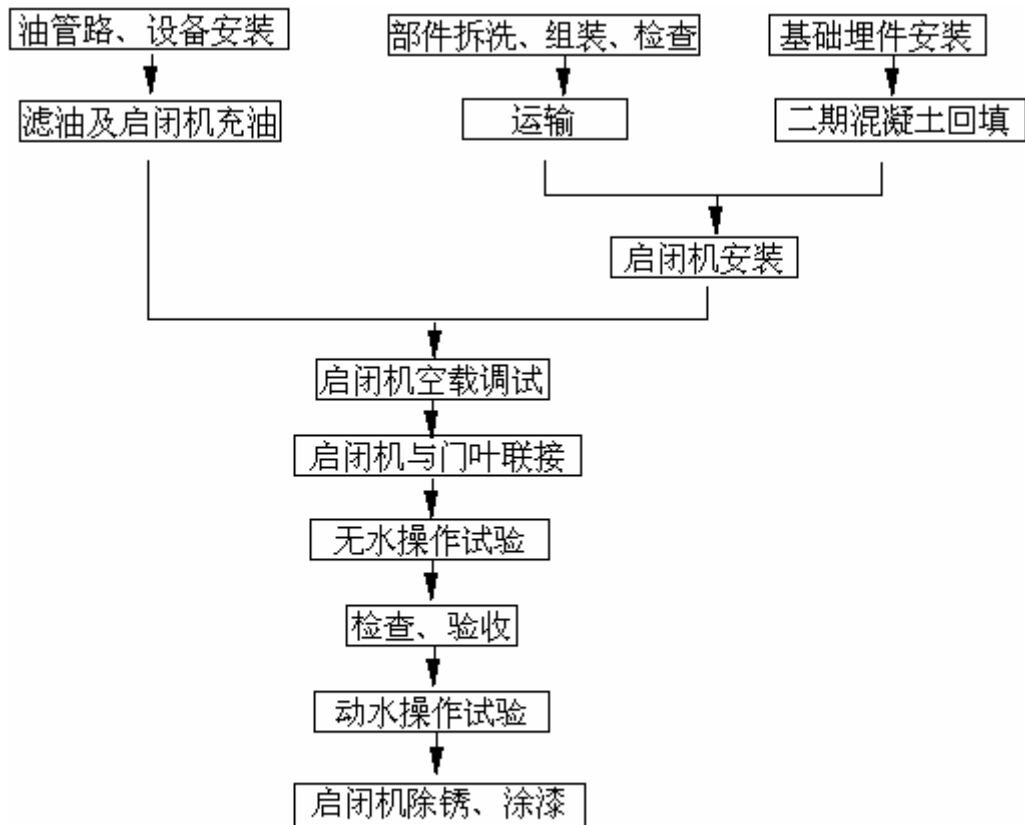
3) 液压启闭机油缸支承架安装重点控制中心点座标及高程值与设计的偏差。

4) 液压启闭机油管路的配制

管路安装布局整齐合理，保持横平竖直；不锈钢管路焊接时采用氩弧焊，管路正式安装前应彻底清出氧化皮、焊渣和其它杂物，并按要求对管路进行清洗；不锈钢管材下料时用锯割的方法，采用弯管机进行冷弯。

5) 液压启闭机电气控制及检测设备的安装按施工图纸和厂家技术说明书的规定执行。电缆安装排列整齐，全部电气设备可靠接地。

6) 液压系统冲洗和试验



框图 11-2-5 液压启闭机安装工艺流程图

液压系统管路配制后，先采用液压泵对管路进行有压连续循环冲洗，油质经化验合格才能使用，循环冲洗流速应大于 5m/s，系统管路清洁度达到合同标准后再与泵站连接进行闸门起降联动试验。用电动试压泵进行耐压试验，额定压力小于 16Mpa 时，试验压力为 1.5 倍 P 额，额定压力大于 16Mpa 时，试验压力为 1.25 倍 P 额，在各试验压力下保压 10min，检查有无压降、漏油和渗油情况。

7) 弧形闸门与液压启闭机联动试验

联动试验条件闸门安装工作全部结束并检查验收合格、闸门支铰等部位润滑

全部到位，液压系统安装工作全部结束并检查验收合格，电气系统安装工作全部结束并检查验收合格，电气控制设备进行已进行模拟动作试验并合格，启闭机所有压力表计、压力变送器、压力控制器校验准确，全部电气系统可靠接地，闸门启闭机联动试验大纲经监理工程师审查通过。

①空载试验

在活塞杆吊头不与闸门连接的情况下，作全行程空载往复动作试验三次，建查各系统安装的正确性，以及油缸启动压力和系统阻力、活塞杆运行有无爬行现象等。

②无水试验

在活塞杆吊头与闸门连接而闸门不承受水压的情况下，进行启门和闭门工况的全行程往复动作试验三次，检测各部位数据以及全行程启闭的运行时间。

③有水试验

在闸门承受水压的情况下，进行液压启闭机额定负荷下的启闭运行试验，检测电动机的电流、电压和系统压力及全行程启、闭运行时间，检查启闭过程无超常振动，启、停无剧烈冲击现象。试验按照 30%开度、50%开度、100%开度三步逐步进行。

三、固定卷扬启闭机安装

本标段固定卷扬启闭机安装包括：1#、2#导流洞封堵门固定卷扬启闭机的安装与拆除，1#、2#泄洪排砂洞事故门固定卷扬启闭机安装，以及 2#泄洪排砂冬工作门固定卷扬启闭机的安装。

各部位固定卷扬启闭机吊装分别用相应部位的闸门吊装设备进行吊装就位进行安装。

固定卷扬启闭机安装程序见框图 11-2-6 。

四、桥机安装

本标段桥机安装包括：1#、2#泄洪排砂洞闸室电动桥机的安装和冲砂放空洞工作门闸室手动桥机的安装。

(1) 1#、2#泄洪排砂洞进口闸室电动桥机安装

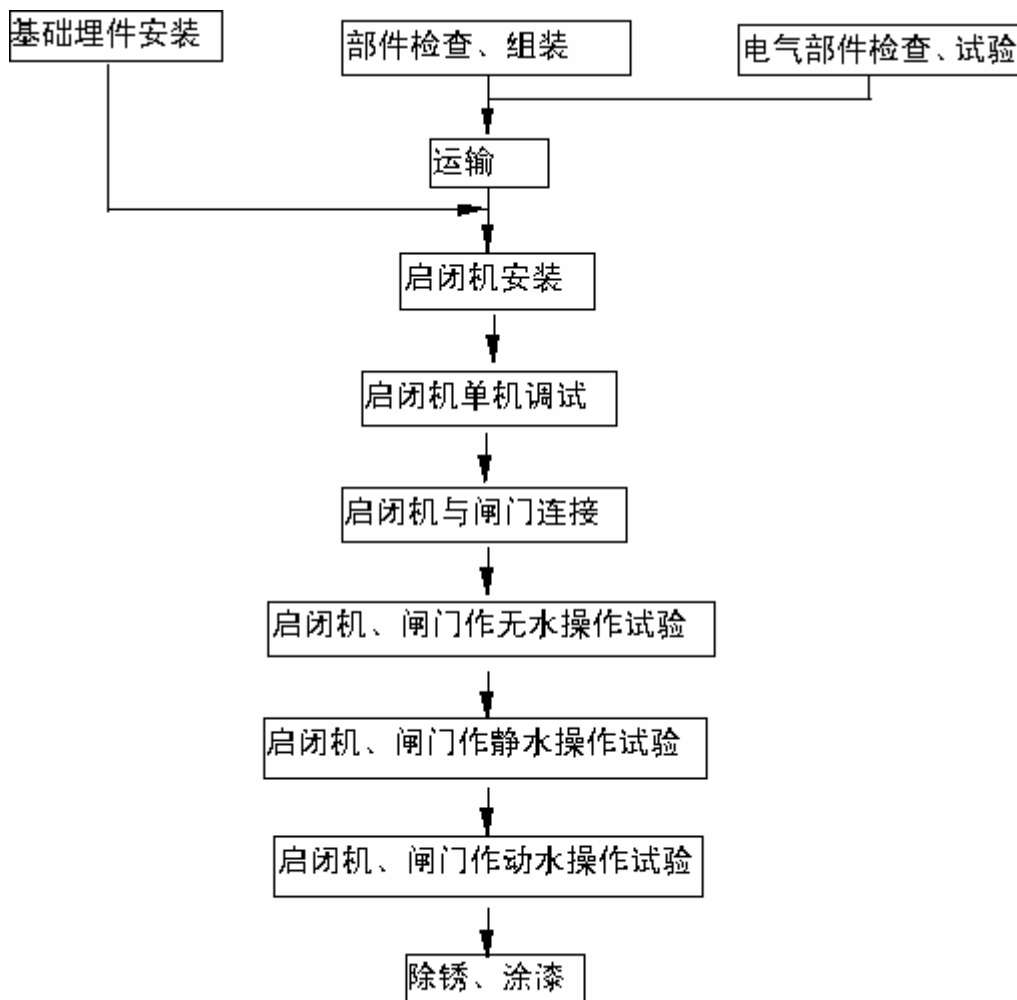
1#、2#泄洪排砂洞在浇筑 897.200 顶板高程混凝土时，事先预埋型钢天锚，型钢的位置适合桥机机架安装时的吊装，型钢型号经计算确定。在闸室顶部两侧各预埋一组型钢，主要用于桥机轨道安装。桥机自重 45t。

1) 闸室封顶后, 先安装桥机轨道, 轨道用 15t 载重汽车运至闸室 886.000 高程平台, 用卷扬机、闸室顶部两侧型钢、滑车等将其吊装至安装位置, 安装的质量要求应符合移动式启闭机轨道安装技术要求。

2) 将桥机端梁、大梁及小车等用 15t 载重汽车分别运至闸室 886.000 高程平台上, 将机架组装成整体初步拧紧 1/3 连接螺栓, 用卷扬机、闸室顶部型钢天锚、滑车等将其吊装至安装位置, 依据轨道安装尺寸及机架整体组合尺寸调整好位置后对称均

匀拧紧螺栓, 再安装小车轨道。检查合格后, 将小车吊至大梁上进行安装调试。

3) 桥机的电气设备安装按施工图纸、制造厂技术说明书和 GB50256-96 的规定执



框图 11-2-6 固定卷扬启闭机安装工艺流程图

行, 全部电气设备可靠接地。

4) 桥机安装完毕按规范要求作完各项试验后再投入使用。

(2) 冲砂放空洞出口工作门闸室手动桥机安装

冲砂放空洞出口工作门闸室手动桥机在闸室混凝土浇筑完闭后进行安装。浇筑顶拱混凝土时事先预埋适当数量的型钢用于吊装桥机构件,手动桥机安装措施与电动桥机基本一致,在闸室地面组装成整体后,用天锚将其吊装至安装位置,安装、检查按规范要求执行。

五、启闭机电气设备安装措施

(1) 基础槽钢及盘柜应明显可靠接地;

(2) 盘柜安装时其垂直度,水平度及盘柜高差必须符合规范要求;

(3) 动力电缆敷设严格按设计要求进行,做到整齐美观并留有一定的备用长度;

(4) 盘柜内电气设备逐个进行检测,回路必须完全正确后再进行整体模拟;

(5) 电气设备安装执行规范《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范(GB50254—96)》。

11.2.6 完工验收

一、质量检查和验收

(1) 埋件的质量检查和验收

1) 埋件安装前,应对安装基准线和基准点进行复核检查,并经监理人确认合格后,才能进行安装。

2) 埋件安装就位并固定后,应在一、二期混凝土浇筑前,对埋件的安装位置和尺寸进行测量检查,经监理人确认合格后,才能进行混凝土浇筑,测量记录应提交监理人。

3) 二期混凝土浇筑后,应重新对埋件的安装位置和尺寸进行复测检查,经监理人确认合格后,共同对埋件进行中间验收,其验收记录应作为闸门及启闭机单项验收的资料。

若经检查发现埋件的安装质量不合格时,应按监理人的指示进行返工处理,其处理措施和方法应经监理人批准。

二、闸门及启闭机安装质量检查和验收

(1) 在闸门及启闭机安装过程中,承包人应会同监理人按招标文件相关安装技术条款,对本合同所有闸门及启闭机项目安装的焊接质量、涂装质量、安装

偏差以及试验和试运转成果的安装质量进行检查和质量评定，并作好记录。安装质量评定记录经监理人签定后，作为本合同各项目验收的资料。

(2) 闸门及启闭机安装完成，并经试验和试运转合格后，承包人可向监理人申请对闸门、启闭机进行各项设备的验收。验收前，承包人应向监理人提交以下资料：

- 1) 各项闸门、启闭机的设备清单；
- 2) 安装质量的检查和评定记录；
- 3) 埋件质量检验的中间验收记录；
- 4) 闸门试验检测成果和启闭机试运转记录；
- 5) 吊箱试验检测成果和起升机构试运行记录。

6) 闸门及启闭机验收后，在尚未移交给发包人使用前，承包人仍应负责对设备进行保管、维护和保养。

11.2.7 施工进度计划

一、进度计划编制依据及原则

- (1) 招标文件要求的下闸蓄水时间及首台机发电时间。
- (2) 有关设备安装的规程、规范。
- (3) 承包人以往的施工经验。
- (4) 施工技术方案。
- (5) 响应招标文件，精心组织、精心施工、保证质量、安全、创造最大效益的原则。
- (6) 保证施工人员、施工设备合理利用、力求均衡生产的原则。
- (7) 本标安装工作与其它工种之间协调工作，保持安装工作连续性施工的原则。

二、金结安装施工进度计划

(1) 编制说明

为加快施工进度，本进度编制时已考虑尽量安排各工序之间交叉作业，在保证工程质量的前提下，使相关单项工程的施工进度能得到相互支持。

(2) 考虑到该工程总进度要求和招标文件规定的开工日期，计划 2004 年 1 月开始 2004 年 11 月底金结安装工程全面结束。具体进度计划安排见图 ZPP-C II (投) -11-8。

(3) 施工高峰期月安装强度约 744t。

三、保证进度计划实施的措施

(1) 土建交面后，立即组织劳动力进行施工。

(2) 所有单项工程项目，在该部位开工前应取得经过监理审批确认的“施工组织设计和施工技术方案、措施”，以免影响施工。

(3) 大型闸门事先在金结拼装场进行整体预组装，复查闸门在制造、运输过程中的变形是否超标，发现问题及时处理，确保现场安装工作的顺利进行。

(4) 提前准备好各种临时设施（如大型起重设施、支撑平台）确保进度计划的顺利实施。

(5) 单项工程开始施工前对参与施工的人员作详细的技术、质量、进度和安全交底，使全体施工人员明确任务和自己的岗位职责。

(6) 根据施工总计划编制月计划、旬计划和单项工程施工计划，并严格按照已批准的工艺程序施工。

(7) 组织精干、技术素质高的施工队伍，配置先进的技术性能优良的施工设备进场施工。并准备好施工中应用的各类材料及工器具。

(8) 认真参加业主指挥部、监理单位、设计单位召开的有关会议，及时落实会议决定。

(9) 为监理单位提供检测服务，为设计单位、制造厂家提供服务。

四、对发包人提供设备的到货要求

发包人提供设备的到货时间应比计划安装时间提前 56 天到达工地（即 2003 年 10 月底陆续到货），以便进行预拼、检查、消缺等。

11.2.8 资源配置

一、人员配备

根据施工总进度、闸门及启闭机安装总工程量以及施工方案，计划施工高峰期人数约 138 人

(1) 管理人员：16 人

(2) 技术工人：112 人，其中：铆工 40 人，电焊 26 人，起重 18 人，电工 8 人，司机 16 人，探伤 4 人。

(3) 其它：10 人

二、施工设备

根据闸门、启闭机安装施工强度配备的主要施工设备见表 11-2-3。

主要施工机械设备表

表 11-2-3

序号	设备名称	型号规格	单位	数量	备注
1	臂式吊车	DMQ540/30	台	1	
2	平板拖车	90t	辆	1	
3	平板拖车	40t	辆	1	
4	汽车吊	127t	辆	1	租凭
5	汽车吊	75t	辆	1	租凭
6	载重汽车	5t	辆	3	
7	载重汽车	15t	辆	3	
8	直流电焊机	AX1-300-1	台	16	
9	交流电焊机	DX3-300A	台	10	
10	慢速卷扬机	JM-5	台	8	
11	快速卷扬机	JM-10	台	6	
12	电动试压泵	4DSY-40MPa	台	1	
13	焊条烘干箱	ZYHC-60	台	3	
14	空压机	2m ³ /min	台	4	
15	水准仪	DS-320	台	1	
16	全站仪	TC2003	台	1	
17	超声波探伤仪	CTS-22	台	3	
18	碳弧气刨	ZX7-800	台	4	

11.2.9 质量、安全保证措施

一、质量保证

(1) 按 ISO9002 族质量标准监理健全质量管理体系，确定质量方针，编制质量管理手册。

(2) 施工质量须符合技术条款规定和有关规程规范的技术规定。及时收集、整理施工原始记录、资料、说明、整编报表和竣工资料，分析施工质量和工作质量的动态信息，制定改进施工质量的措施，提高质量管理水平。

(3) 工区配备专职的质检员对钢管制作安装质量进行跟踪检验。各班组配备兼职质检员对本班组施工质量进行控制。

(4) 安装过程中，严格实行“工序质量传递卡”制度，不合格的产品决不允许转入下一道工序。每道工序的质量负责人必须在工序质量传递卡上签字确认本工序质量已符合规范要求。下一道工序可拒绝接收不符合规范要求的产品进行施工。每一工序均按要求对产品质量进行自检并如实填写质量记录表。通过动态的“工序质量传递卡”和静态的质量记录表，对整个施工过程实行全面质量管理，确保钢管制作安装质量达到优良标准。

(5) 做好图纸会审和技术交底工作，在施工班组配备技术人员，随时了解、掌握和解决现场施工技术问题，施工技术人员必须熟练掌握国家标准、规范。

(6) 提高全体员工的质量意识，牢固树立质量第一的观点，普及全体员工全面质量管理教育，加强技术培训，坚持先培训后上岗，促进施工质量水平不断提高。

(7) 坚持合格电焊、探伤、起重等特殊工种持证上岗制度。

(8) 严格执行焊工及质检员持证上岗制度。

(9) 弧侧轨安装时，应尽量使用同一基准点尽行校验，若距离较远采用拉力计等方法确保拉尺准确。

(10) 弧门焊接时根据组装情况选择合适的焊接顺序进行施焊减少变形。

(11) 做好设备、材料的管理工作，不允许不合格的材料、设备用于工程制作与安装。

(12) 及时做好施工记录和质检记录，并归档保管。

(13) 施工中用的测量仪器、计量器具均定期校检，不合格者不能投入使用。

(14) 工程竣工验收时本承包人提供以下验收资料：

- 1) 工程竣工验收申请报告；
- 2) 完工项目清单；
- 3) 安装竣工图；
- 4) 安装用主要材料和外购件的产品质量证明书、使用说明书或试验报告；
- 5) 安装焊缝的工艺评定和检验报告；
- 6) 高强度螺栓连接副、磨擦面抗滑移系数的复验和安装检查报告；
- 7) 闸门和启闭机和拦污排的安装、调试、试运转记录和报告，包括门槽埋

件和启闭机基础埋件的安装记录；

8) 闸门、门槽埋件、拦污排、启闭机及其基础埋件的单项质量检查验收证书；的安装、调试和试运转记录；

9) 重大缺陷和质量事故处理报告；

二、安全保证措施

(1) 健全健全安全检查及防护机构，项目部设专职安全员，施工班组设兼职安全员。

(2) 工作中严格执行“五同时”的规定，即在计划、布置、检查、总结、评比的同时，计划、布置、检查、总结、评比安全工作，创无安全事故工程。起重运输时，严禁使用超过报废标准的各种器具、钢丝绳等。大型设备机部件吊装前须做好详细的安全保证措施后方可施工。操作方式应“稳、准、慢”，以确保运行安全、稳中求快，减少货杜绝违章现象。

(5) 起重运输及吊装设备应定期检查设备性能，及时维护保养，确保设备安全运行。

(6) 闸门及启闭机吊装时，指挥统一，传递信号应准确、清晰。

(7) 施工支架、平台应搭设牢固并有刚性足够的栏杆，施工部位应有充足的照明。

(8) 高空作业应系好安全带，进入施工现场必须戴好安全帽。

(9) 电工作业时必须作好防护措施方可施工，并有专人监护。

三、施工过程中的质量监控

(1) 施工准备的检查

1) 钢材、电焊条、油漆等主要材料必须具有出厂合格证，其技术参数需符合技术要求，不合格的材料不允许使用。

2) 测量控制网点必须达到规定的精度要求。所有测量、计量工具应满足施工精度要求，且经鉴定合格后才能使用。

3) 焊接前，制定焊接工艺措施，并报经监理工程师审批。施工中严格按工艺措施执行，并在施工过程中监控。

(2) 施工过程中的质量控制

1) 施工过程中严格按施工图纸及设计文件进行，如遇有与设计图纸不相符时，应报告设计单位和监理工程师进行修正，待取得文字依据后再继续施工。

2)施工过程中加强施工工序的衔接,每道工序按照”三检制”的程序进行检查.隐蔽工程和关键部位的检查,在监理工程师终检后方可进行覆盖或进入下一道工序.施工中坚持工序质量传递卡制度,不合格的产品决不允许传入下一道工序。

3)严格把好质量关,在施工过程中发生质量缺陷或事故时,坚持“三不放过”的原则,深入现场认真分析,严肃处理.重大的质量事故应立即报告项目经理和总工程师,会同设计人员、监理工程师同意签字后再组织实施。

4)工区对工程施工质量必须做到奖惩严明,并贯彻质量与经济挂钩的原则,对施工质量作出贡献的单位和个人给予奖励,对造成的质量事故应认真调查、分析,找出事故原因,对事故的责任人或单位给予处罚。

(3) 质量活动

开展质量活动(QC)小组,加强质量教育,进行质量分析、交流、总结,定期召开质量现场会,进行质量评比,形成质量竞赛.不断优化施工工艺,采用新技术、新方法提高质量水平。

对施工中出现的的质量问题,采取三不放过原则:即问题出现的原因未查清不放过;未制订处理工艺或措施不放过;事故责任人和职工未受教育不放过。

(4) 质量档案管理工作

设立专人负责质量资料保管,保存好原始记录,材料证明书、设备合格证、质量返修记录等,按规定格式如实填写施工质检报告,提供详实的施工记录报告,仔细绘制竣工图,竣工资料及时送监理工程师审定认可。

(5) 质量奖罚措施

明确岗位职责,确定质量责任人,钢管制作安装工程施工前,层层签订质量目标责任书,把经济与质量挂起钩来,对质量实行严格奖罚措施,对各单元工程实行质量责任承包制,将质量指标纳入工资奖金发放考核,按工程质量等级发放工资奖金。

11.2.10 引用规程规范

- 一、《起重设备安装工程施工及验收规范》GB50278-98;
- 二、《电气装置安装工程起重机电气装置施工及验收规范》GB50256-96;
- 三、《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分析》GB11345-89;
- 四、《钢熔化焊接接头射线照相和质量分析》GB3323-87;

- 五、《水工金属结构焊接通用技术规范》SL36;
- 六、《钢结构高强度螺栓连接的设计、施工及验收规程》JGJ82-91;
- 七、《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》GB8923-88;
- 八、《水工金属结构防腐蚀规范》SL105-95;
- 九、《水利水电工程启闭机制造、安装及验收规范》DL/T5019-94;
- 十、《水利水电工程钢闸门制造安装及验收规范》DL/T5018-94;

编写：景丹 王宝红

第十二章 电气设备安装及预埋件埋设

本标书电气设备安装及预埋件埋设工作范围指：按本技术规范规定、施工详图和施工监理人的要求，提供全部劳务、监管、人员、永久设备、承包人设备和材料并完成供应、加工、运输、验收、管理、储存、安装、调试、试运行及移交业主的全部工作。

12.1 接地装置工程安装

12.1.1 工程范围

本标书接地工程包括主厂房及尾水渠底板接地网、副厂房地下接地网；这两个接地网与本标书以外的大坝坝前水下接地网、大坝坝基接地网、溢洪道底板及大坝面板接地网必须相互作电气连接，形成全厂公用接地网。

工作包括（但不限于）下列项目：

- 一、坝区用电配电室电气设备接地及防雷保护接地装置安装。
- 二、引水枢纽电气设备接地及防雷保护接地装置安装。
- 三、泄洪排砂洞闸室电气设备接地及防雷保护接地装置安装。
- 四、冲砂放空洞工作门闸室电气设备接地。
- 五、主厂房底板及尾水渠底板接地网安装；主厂房内电气设备接地及防雷保护接地安装。

六、副厂房地下接地网安装、副厂房内电气设备接地及防雷保护接地安装。

七、GIS 室内电气设备接地及防雷保护接地安装。

由承包人采购和提供的材料和器材均应为符合有关标准和规范的合格产品，并应得到监理人的认可。

12.1.2 引用标准和规程规范

除非另有要求，所有接地装置的材料以及它们的敷设、安装、调整、试验和验收必须符合中国的现行技术规范、规程及标准和推荐的方法。承包人在完成所有接地装置工程时应按 GB 50169—92《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》的最新修订版执行。

12.1.3 施工

一、接地网及接地线的布置应符合施工图纸的规定。

二、按图纸所示，接地网应埋入混凝土结构物中或安装在混凝土和岩石的表面，或敷设于电缆沟道内。接地线应采用搭接焊接，焊缝的长度和质量要求，应符合施工图纸和 GB 50169—92 的规定。接地导体连接的接触面，在焊接之前，应清除污垢、油脂、潮气和氧化层。焊接后应将焊件和焊缝清理干净，并加涂防腐涂料。焊缝中不得出现气泡。

三、接地线通过沉降缝或伸缩缝时，应按施工图纸规定采取过缝措施。

四、接地线（极）在地中的埋设深度，在施工图纸未规定时，其顶面埋设深度应不小于 1m。

五、金属走道、栏杆、明敷接地线及其它金属构件均应连接到最近的接地网上，并采用焊接，其连接线不宜超过 15m。

六、承包人应按施工图纸的规定，将埋设的接地装置从建筑物内部或其它地方引出，其延伸位置应能保证后续安装工作的顺利进行。

七、引至外部的接地连接线的安装，应便于检查及设备的拆卸与检修，接地线不得做其它用途。

八、引水发电系统区域内的接地网应与大坝、溢洪道区域内及主、副厂房的接地网相连。引水枢纽区域内的接地网是与溢洪道区域内的接地网直接相连；主厂房及副厂房的接地网是通过接地井与大坝接地网相连。接地井中的断开点，应在测量接地电阻后再予以接通。施工中应注意与大坝、溢洪道区域内及主、副厂

房接地网的连接线施工配合工作。

九、在施工期间，全部接地系统均应妥善保护以免损坏；特别是埋设的接地装置中的延伸部分，应采取措施防止损坏和断裂。明敷接地带应有防锈蚀措施并作出记号以便辨认。

十、供电设备接地用的接地线末端露出混凝土表面 0.3m，以供本标承包人或其它承包人安装的设备接地，如其末端需延伸到其它承包人的分标范围内，则露出地面 1.5m，以便连接，并加以保护使其在任何情况下不要受到损伤。

十一、每段接地导体均应为连续的，而不应有接头、扭结或断裂现象。

十二、埋入混凝土中而相互交叉的接地导体的交叉点需采用焊接，同时也与混凝土内钢筋网焊在一起。所有与接地网焊在一起的钢筋网其钢筋之间应焊接，焊点间距不大于 5m，以保持电气的连续性。

十三、暗敷在墙内的接地导体，其覆盖混凝土层的厚度不小于 30mm。

十四、除非图中另有说明，需要穿墙或穿过楼板的明敷接地导体，应穿过预埋混凝土内的直径不小于 70mm 的钢套管。

十五、图纸上仅示出接地网的大概位置而未标注尺寸，承包人调整接地网扁钢的位置以避免建筑结构和其它障碍，这类调整应经监理人批准。

十六、在施工期间，接地网由于承包人的疏忽所造成的损坏，应及时修复，并得到监理人的认可，其费用由承包人自理。

十七、若承包人根据实际地形条件需要修改部分接地布置时，应提交书面修改意见，报送监理人批准后实施，并按监理人规定的方式作好更改后的完整记录。

十八、埋设的接地装置从建筑物构件、墙壁、地板或其它地方引出接头的位置，在施工图中无明确规定时，可由承包人根据具体情况自行决定并作出记录。

十九、所有钢结构构件，应按施工图纸的规定接地。

二十、接地系统应按施工图要求全部电气连通。全部公用接地网并联后的接地电阻值在各种水文气象条件下均应不大于 0.5Ω。

二十一、在施工期间，承包人应妥善保护好已埋设的接地装置，在交付验收前，因其自身施工原因或因保护不善而造成接地装置的损坏，应由承包人负责修复，并承担全部修复费用。

12.1.4 测量

- 一、接地装置全部敷设完毕后，承包人应会同监理人进行接地装置的测量。
- 二、接地网敷设完毕后，应按接地井的设计布置情况，分别测量接地电阻值。第一台机组运行前，应测量电站接地网的接地电阻值。
- 三、接地装置全部安装完毕后，应测量电位差和跨步电位差以及全部接地装置的接地电阻值。各项测量值应符合 DL / T621-1997、DL475-92 的规定。
- 四、测量工作结束后，承包人应将接地系统的全部测试资料提交监理人。
- 五、接地装置经过测量，如其测量值不满足要求时，承包人应按监理指示，采取有效措施进行处理，直到监理人认为合格为止。

12.1.5 交付验收及完工验收

- 一、第一台机组试运行前，监理人应为满足初期运行安全需要，进行部分接地装置的验收。
- 二、接地装置全部完工并完成测试工作后，应在各项完工验收和最后一台机组投运前，由监理人对全部接地装置进行完工验收，并由承包人向监理人提交以下接地装置的验收资料：

- (1) 部接地装置的埋设竣工图；
- (2) 接地装置各项材料的质量证明书；
- (3) 接地装置安装质量检查记录；
- (4) 接地装置的测试报告。

三、本工程预埋接地系统已在机电设备安装前和电站试运行前，由监理人进行了单项验收。预埋件埋设的完工验收应列入各单位工程的验收项目内，在单位工程或全部工程的验收时，一并验收。本章 12.1.6 条(2)项所列验收资料应列入各单位工程的完工验收资料内，报送监理人。

12.1.6 劳动力组合

劳动力组合见表 12-1。

劳动力组合表

表 12-1

工 种	人 数	备 注
电工	6	
电焊工	3	
合计	9	

12.2 电气设备安装及管道埋设

12.2.1 工程范围

对应所承包的土建工程范围内的电气设备（包括启闭机厂家提供的配套电气设备及通风设备厂家提供的配套电气设备）安装工程包括下列项目：

- 一、引水枢纽排砂洞闸室电气设备安装。
- 二、泄洪排砂洞闸室电气设备安装。
- 三、冲砂放空洞工作门闸室电气设备安装。
- 四、埋入本标土建、工程中的有关电气和水力机械所需管道。

主厂房、副厂房及 GIS 室内的电气设备安装不包括在本标范围内。

为完成上述工程所需的全部设备、材料及配件，除由业主提供的设备及材料以外的全部设备、电工配件及装置材料均由承包人自行采购和提供，并应包括在合同价中。业主提供的设备及材料到达承包人现场仓库，承包人负责验收入库。

低压配电屏及其前部设备安装均不在 II、VI 标范围内，但从低压配电屏引至设备的电缆应包含在 II、VI 标范围内（液压启闭机部分除外）。

凡引至厂房的电缆、光缆均不在 II、VI 标范围内，但应配合机电安装标的承包人的安装工作。

由承包人采购和提供的材料和器材均应为符合有关标准和规范的合格产品，并应得到监理人的认可。

12.2.2 引用标准和规程规范

除非另有说明，所有电气设备及材料以及它们的敷设、安装、调整、试验、和验收必须符合以下中国现行技术规范、规程及标准和推荐的方法。

承包人在完成所有电气工程时应按下列技术规范、规程和标准的最新修订版执行：

- 一、《电气装置安装工程母线装置施工及验收规范》GBJ 149-90
- 二、《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168-92
- 三、《电气装置安装工程旋转电机施工及验收规范》GB 50170-92
- 四、《电气装置安装工程盘、柜及二次接线施工及验收规范》GB 50171-92
- 五、《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB 50150-92

- 六、《聚氯乙烯绝缘、聚氯乙烯护套电力电缆》JB 1592
- 七、《全聚氯乙烯配线电缆和配电盘用电缆》JB 1125
- 八、《橡皮和塑料绝缘控制电缆》JB 678
- 九、《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236-98
- 十、《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235-97

12.2.3 电气设备安装

一、电气设备安装工程按有关施工图纸进行，并严格遵守上述规范之有关规定。

二、设备安装和调试的各个重要工序应有详细的安装、测试记录。

三、设备安装前的入库和保管条件应符合制造厂的要求和有关规定。

四、安装采购的材料、零部件或自制的零部件和装置件应经过检验，并应有质量检验合格证明书。

五、安装需要的预埋件及预留孔应在混凝土浇筑前制作完毕，预埋件由承包者制作（制造厂配备的预埋件除外），并承担全部费用。

六、全部隐蔽工程在混凝土浇筑前应按有关图纸认真检验，并应经监理人签字验收。

七、控制柜在运输过程中应有防震、防潮、防变形和防止漆面受损的措施。

八、在设备进入现场只有应清点制造厂的全部技术文件是否齐全；并按照图纸及制造厂的技术文件清理内部组件。全部组件都应符合图纸及有关标准的要求。

九、所有的动力和控制线路安装完毕后，承包人应进行所有开关装置的操作试验，以验证开关装置的动作是否正常以及设备各部分之间的互相连接是否正确。此项试验通过对回路施加额定电压和操作设备来完成。正确的操作方式应根据设备的规范和开关装置生产厂家的说明书来确定。

十、设备安装所需的预埋件应在混凝土之前找平和对中。允许误差在厂家说明书规定范围之内。未经监理人检查和验收合格，任何设备预埋件的部位不得浇筑混凝土。

十一、电缆卡、电缆管的埋设应按施工详图进行，如承包人要求或必须更改时，应事先征得监理人的许可。如没有按图施工或敷设有缺陷、埋设不合格，则

承包人应负责纠正，其增加的费用由承包人自理。

十二、电缆水平明敷时在首末两端、转弯处两侧及接头处用电缆卡子固定，电缆垂直明敷时要用电缆卡固定，电缆卡间距不大于 1.5m。电缆在电缆沟中敷设时应严格按规程规范进行。

十三、为电气设备、盘柜、电缆托架及其电气装置安装而埋入混凝土中的钢埋件和供加工用钢才需符合有关规范的规定。

十四、本规范规定的镀锌电气部件每 m² 的镀锌量不少于 600g。

十五、安装验收时，承包人应提交下列资料 and 文件：

十六、实际施工竣工图（全套）、变更设计的证明文件、安装及预埋工程的施工记录等（包括隐蔽工程记录）。

十七、制造厂提供的产品说明书、试验记录、合格证件、安装图纸等技术文件。

12.2.4 金属管道和套管的埋设

一、埋设的金属管道、套管、接头及其附件等应是钢性的热浸镀锌钢。符合中国规范和 IEC 规范。埋设带有穿引线的金属管道供其它承包人使用（敷设电线或电缆）。

二、施工图中仅示出金属管道埋设的大概位置而未注尺寸。承包人要调整金属管道的埋设位置以避免建筑结构和其它障碍，这类调整应经监理人批准。

三、配管工作包括按正确的长度截管、弯管。对于直径小于或等于 4cm 的管道，其弯曲半径应为 12 倍管径；对于大于 4cm 的管道，其弯曲半径应为 15 倍管径。

四、弯管时应采用液压弯管器。在管口加管帽或金属套管或金属园片前，应使用压缩空气吹去管内污物，每根管子均须检验，必要时在混凝土浇筑之后，进入管内的混凝土硬化前需再次吹干净。管道口要加帽防止污物进入。不能用木塞或者类似的临时管盖。

五、敷设电线或电缆的金属管道，中间不应有接头，端部应无毛刺，管内应穿引线。

六、在没有特别说明时，管口伸出混凝土表面为 250mm。

12.2.5 沟道、墙槽、切口和孔口

敷设电缆用的沟道、墙槽、切口和开孔口应按图纸或监理人要求施工。

12.2.6 劳动力组合

劳动力组合见表 12-2。

劳动力组合表

表 12-2

工 种	人 数	备 注
二次电工	8	
试验工	3	
电焊工	3	
起重工	2	
合计	15	

12.3 照明工程

12.3.1 工程范围

对应所承包的土建工程范围内的照明工程包括下列项目：

- 一、坝区用电 1#配电室照明装置安装。
- 二、坝区用电 2#配电室照明装置安装。
- 三、进水口 1#液压泵房照明装置安装。
- 四、进水口 2#液压泵房照明装置安装。
- 五、1#泄洪洞闸室照明装置安装。
- 六、2#泄洪洞闸室照明装置安装。
- 七、冲砂放空洞工作门闸室照明装置安装。
- 八、引水枢纽户外照明装置安装。

主、副厂房及 GIS 室内的照明工程不包括在本标范围内。

12.3.2 引用标准和规程规范

- 一、《工业企业照明设计标准》GB 50034-92
- 二、《民用建筑照明设计标准》GBJ 133-90
- 三、《城市道路照明设计标准》CJJ 45-91

承包人在完成所有照明工程时应按以上标准的最新修订版执行。

12.3.3 照明工程的安装

- 一、全部照明工程按有关施工图纸进行，并严格遵守有关设计标准的规定。

二、照明灯具应严格按施工图提出的型号进行定货，若须修改型号应事先征得监理人的同意。

三、路灯柱及管线的安装应配合土建进行预埋，以防遗漏。

四、所有照明灯具及器材应符合中华人民共和国或部颁发的现行技术标准，并且有合格证。进行安装时应严格检查灯具、器材等的完整性，并作好施工记录。

五、照明装置的接线必须牢固、接触良好，需接地的灯具、插座、开关的金属外壳均应可靠接地，并应满足接地装置规程中的有关规定。

12.3.4 完工验收

一、第一台机组试运行前，监理人应为满足初期运行安全需要，进行部分照明装置的验收。

二、本工程预埋部分均已在电站试运行前，由监理人进行了单项验收。预埋件埋设的完工验收应列入各单位工程的验收项目内，在单位工程或全部工程的验收时，一并验收。

三、照明装置全部完工并完成检测工作后，应在各项完工验收和最后一台机组投运前，由监理人对全部照明装置进行完工验收，并由承包人向监理人提交以下照明装置的验收资料：

部照明工程的竣工图；

照明装置各项材料的质量证明书；

照明装置安装质量检查记录。

12.3.5 劳动力组合

劳动力组合见表 12-3。

劳动力组合表

表 12-3

工 种	人 数	备 注
照明电工	4	
电焊工	1	
合计	5	

编写：景丹 王

宝红

第十三章 原型监测

13.1 工程内容

本节工作内容包括电站进水口、引水隧洞、1、2号泄洪排砂洞进口边坡、进水塔、龙抬头段、出口挑流鼻坎和冲砂放空洞洞身、竖井、闸室及出口，所有观测项目所含的所有劳务、技工、仪器、承包的设备和材料的提供，并完成观测仪器的装配、检验、率定、钻孔、回填、施工期测试和保护所必须的所有工作的实施。

13.2 工作项目

工作包括下列观测设备及观测电缆的安装，以及实施仪器坑、槽及钻孔中选用回填料的提供和填筑：

- 一、三向应变计；
- 二、无应力计；
- 三、单向测缝计；
- 四、多点位移计；
- 五、接触应力计；
- 六、渗压计；
- 七、地下水位计；
- 八、水准点（包括工作基点及表面位移标点）建立和校核；
- 九、钢筋计；
- 十、观测标点；
- 十一、钢板计；
- 十二、测斜仪（管）；
- 十三、电站进水塔、厂房尾水、1、2号泄洪排砂洞进水塔设水位标尺各一组；
- 十四、观测房；
- 十五、水力学观测仪器。

13.3 引用标准及规范

本工程原型监测设施施工、观测及资料整理严格按照以下标准和规范：

- 一、《国家一、二等水准测量规范》GB 12897-91；
- 二、《水位观测标准》GBJ 138-93；
- 三、《混凝土大坝安全监测技术规范》（试行）SDJ 336-89；
- 四、《土石坝安全监测技术规范》SL 60-94；
- 五、《水利水电工程施工测量规范》SL52-93；
- 六、《国家三角测量和精密导线测量规范》。

13.4 责任及承诺

- 一、负责本合同工程观测设备的采购、运输、验收和保管。
- 二、负责本合同工程观测仪器设备安装前的率定、安装埋设和维护。
- 三、负责本合同工程施工期观测及其观测资料的整编。
- 四、负责完工后观测仪器设备和观测资料的移交。
- 五、派遣经验丰富的观测专业人员负责项目的实施，能对观测仪器的选购、测试、率定、安装、观测、维护提供业务指导，并能对施工期间观测出现的情况提供专题报告。
- 六、实施观测仪器设备施工计划，满足主体工程施工进度计划的要求。
- 七、负责提供为安装观测仪器设备所需的各种辅助材料。
- 八、尽可能与监理人协同保证已安装观测设备和将安装的观测设备的完好和有效。
- 九、在完成合同过程中，严格按照设计图施工，自觉接受监理人的监督。

13.5 观测仪器的采购、检验、率定、安装埋设和维护

13.5.1 观测仪器的采购

观测仪器安装前至少 90 天，根据施工图纸要求和监理人指示，提交一份观测仪器设备采购计划，报监理人审批，采购计划的内容应包括仪器设备清单、各项仪器设备的采购时间、预计到场时间和计划安装时间。

13.5.2 观测仪器的检验和率定

仪器运至现场后立即进行检验，检验内容包括出厂仪器资料卡片，外观有无损伤，仪器绝缘度和测值的稳定性。

及时向监理人提交的仪器设备详细资料，资料内容包括：

- (1) 制造厂家名称地址；

- (2) 仪器使用说明书；
- (3) 仪器型号、规格、技术参数及工作原理；
- (4) 仪器设备安装方法及技术规程；
- (5) 仪器测读及操作规程；
- (6) 观测数据处理方法；
- (7) 仪器使用的实例资料；等。

现场设置仪器率定工作间，工作间内部工作环境满足仪器率定时的参比工作条件，按说明书和规范正确进行率定，率定内容包括力学性能、温度性能和绝缘性能。

不合格仪器及时退货。

仪器检验率定资料应在率定后 7 天内报送监理人。

13.5.3 观测仪器的安装埋设

在观测仪器设备的安装前至少 30 天，提交一份观测仪器设备安装和埋设措施计划，报送监理人审批，其内容应包括各工程建筑物埋设观测仪器设备的安装项目、安装方法、安装时间及其建筑物施工进度的协调、施工期观测安排和设备维护措施。

在观测工作开始前至少 15 天，提交一份施工期观测规程，报送监理人审批，其内容包括：

- (1) 观测点的位置和埋设时间；
- (2) 各种观测仪器设备的观测要求、观测程序及方法。

仪器设备安装埋设前，应建立根据施工图纸或经过监理人批准的编码系统，对各种仪器设备、电缆、观测剖面、控制坐标等进行统计编号，每支仪器均须建立档案卡。

在仪器设备安装埋设过程中，应严格按批准的安装和埋设措施计划和厂家使用说明书规定的程序和方法，进行仪器设备的安装和埋设。在仪器埋设过程中，应及时向监理人报告发生的问题，并提供有关的质量记录，埋设后，应详细的填写仪器埋设考证表，仪器埋设考证表的内容应包括：

- (1) 仪器埋设时间、位置（桩号）、埋设人员；
- (2) 仪器规格、型号、埋设方向、埋设前后测值；

(3) 应记录的其他有关内容：如电缆走向、有无预埋灌浆管道、砼下料及振捣情况等；

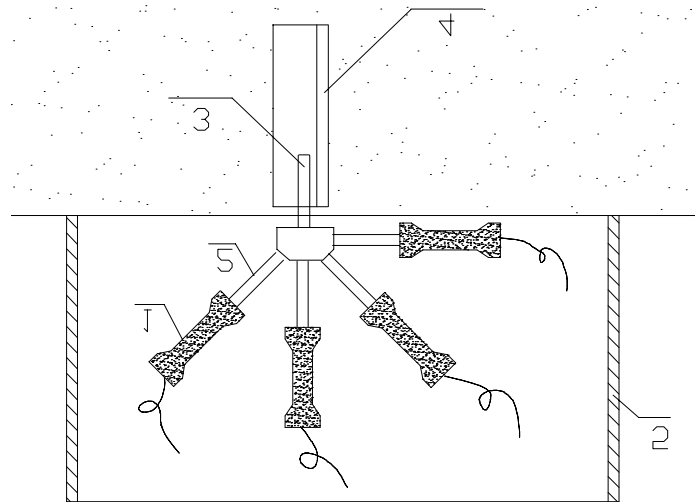
仪器安装埋设后，除按规范或监理人要求进行观测外，应重视埋设后仪器、电缆的保护工作，加强现场的巡视检查，特别应注意在钻孔工作时应有观测人员或监理人参与钻孔位置、方向的确定，确保仪器、电缆不会因钻孔损坏；

以下对观测仪器设备的安装埋设方法和要求作简要的说明：

(1) 应变计（组）的施工

1) 根据设计图纸在观测断面确定测点位置，在测点埋设位置预先将支座预埋件埋入混凝土中，并使 O 点对准应变计埋设点。浇混凝土前，将应变计支杆支座固定在预埋件上，随后把已编号的应变计“对号入座”地连接在相应的支杆上，并认真校对各支应变计的方位，角度最大偏差不得大于 $\pm 1^\circ$ ；将仪器电缆轻轻理顺并汇集在一起，然后将其牢固于位置合适的结构受力钢筋上。

2) 埋设时，在应变计组四周立模，模板应离开仪器 30cm，取用现场浇筑的将大石、中石除去的混凝土将应变计组浇在其中，并采用钢钎轻轻捣实；下料时、振捣时应远离仪器，待混凝土面超过 5cm 时停止浇筑，取出模板。



1-应力计；2-支杆；3-支座；4-预埋件；5-模板

图 13-1 应力计埋设示意图

3) 等到混凝土初凝后，测定各支仪器的初始读数，并认真填写埋设考证表。

(2) 无应力计的施工

埋设时，将无应力计筒大口向上固定在埋设位置，然后在筒内填满相应应变计附近的混凝土，人工捣实。

(3) 钢筋计的施工

1) 钢筋计主要用于观测结构受力钢筋的应力，埋设时，应根据钢筋计所在结构的特点决定钢筋计是否在弯曲后放置；并保证钢筋计传感器部分不受弯曲；对于结构上的钢筋接头应偏离钢筋计 1.5m 以上。

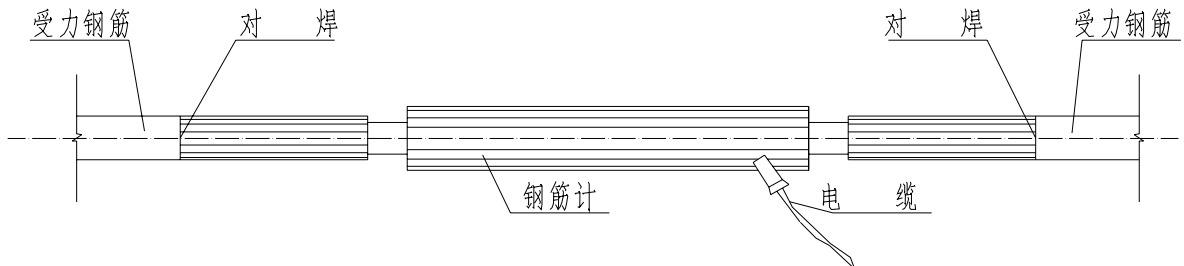


图 13-2 钢筋应力计构造图

2) 钢筋计焊接接头不低于钢筋强度，焊接时要使仪器温度控制在摄氏 60 度以下，焊接时的温控措施及焊接方法应视具体情况而定。

3) 焊接时，将安装部位的钢筋按要求裁截，然后将钢筋计对接或对焊在钢筋上，并保证钢筋计与钢筋在同一轴线上。

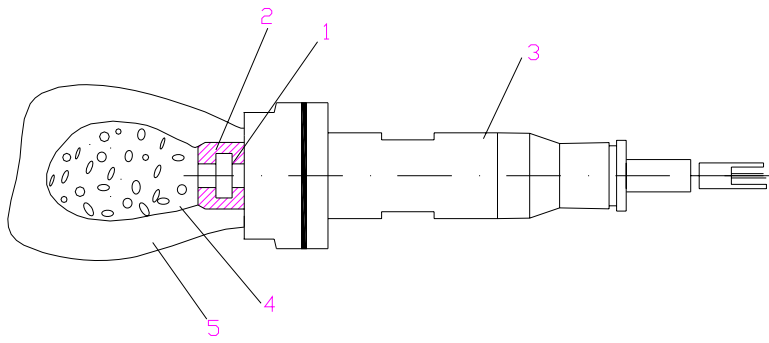
4) 焊接后，并认真作好仪器和电缆的保护工作，在覆盖混凝土时，下料应远离仪器；振捣混凝土时，振捣器应距仪器 0.5~1.0m，但必须保证仪器周围混凝土的密实；现场值班人员应在混凝土初凝后方可离开，并应及时测量仪器埋设前后的值，并认真填写埋设考证表。

(4) 渗压计的施工

1) 渗压计埋设前，应将其在水中浸泡 2 小时以上，使其达到饱和状态。

2) 渗压计的埋设为施工期间埋设，在埋设时，在测点位置钻一集水孔，孔径为 50mm，孔深不大于 1m，再将装入砂袋内的渗压计放到集水孔上，砂袋用砂浆糊住，砂浆终凝后，即可在砂袋上浇筑混凝土。砂袋裹体由中粗砂组成，并以水饱和。

3) 混凝土浇筑后，并应及时测量仪器埋设前后的值，并认真填写埋设考证表。



渗水石；2-进水口螺丝；3-外壳；4-粗砂；5-细砂

图 13-3 渗压计埋设示意图

(5) 测缝计的施工

1) 测缝计主要用来测量建筑物结构缝的开合度变化，埋设时根据不同要求，不同作用选择不同的方法埋设。

2) 首先，在先浇混凝土块上预埋测缝计套筒，套筒内应添满棉纱，螺纹口涂上机油，旋上套筒。先浇混凝土初凝后，打开套筒盖，取出添塞物。

3) 下仓混凝土浇筑前，应先进行仪器组装，然后在埋设位置将套筒或仪器支架固定好，并对准好方向，将仪器装好，并将电缆牵引至合适位置。

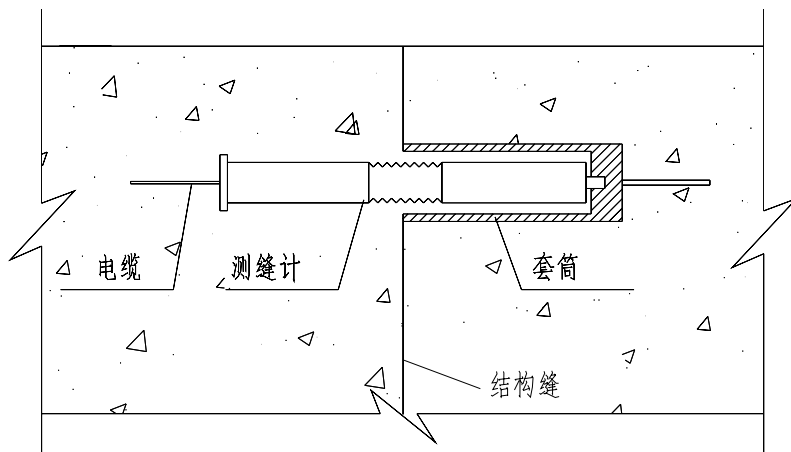


图 13-4 测缝计埋设示意图

(6) 温度计的施工

1) 将合格的温度计用黑胶布密缠三层，范围从仪器端头至仪器根部 5cm 处，以防仪器受碰损坏。

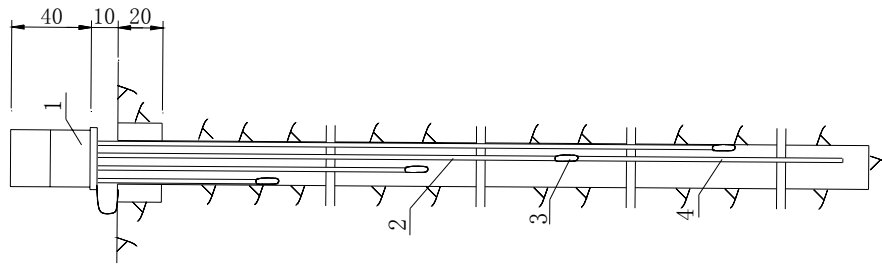
2) 在仪器埋设位置，采用一根 $\Phi 6$ 钢筋就近与位置合适的结构受力钢筋焊接，作为固定仪器使用，钢筋长度视现场情况定。浇筑混凝土时，当混凝土上升

至距仪器埋设点 20cm 时，用黑胶布将温度计固定于 $\phi 6$ 钢筋上；将仪器电缆挽一个结后用黑胶布固定在 $\phi 6$ 钢筋上引出。

3) 温度计安装完毕后应尽快浇注其上的混凝土，以防仪器受损，浇筑过程中要有专业人员值班，下料和振捣都应远离仪器。待该层混凝土浇筑完毕，即可测定仪器的初始读数，并认真填写埋设考证表。

(7) 多点变位计埋设

多点变位计安装在钻孔中，传递杆安装在钻孔中用 PVC 管保护，孔内最深的测点位于不动层中。传感器安装在孔口。



传感器装置；2-带护管的传递杆；3-测点锚头；4-排气管

图 13-5 多点变位计埋设示意图

1) 埋设位置的孔口应平整。按设计孔径、孔向、孔深钻孔，锚头孔深应大于最深测点 50cm，孔轴线弯曲度应小于钻孔半径，孔向偏差应小于 3° ，孔深比最深测点深 1m。钻孔应清洗干净，加保护装置。

2) 变位计组装后调整传感器工作点，一般调至全量程的 70% 左右。全灌式变位计传递系统杆件的保护管应胶接密封，液压式锚头应安装锚定位置。

3) 变位计入孔后，固定传感器装置与孔口齐平，引出电缆和排气管。水平和上仰也插入灌浆管后用水泥砂浆封孔。

4) 孔内灌浆，浆液灰砂比 1: 1，水灰比 0.38:0.4，务须确保最深测点锚头处浆液饱满。

5) 待浆液固化后，预拉传递杆，确认传感器工作点后即可测读初始值。

(8) 电缆的施工

施工期电缆临时走线，应根据现场条件采取相应敷设方法，注意保护，选好临时观测站。

(9) 外部变形观测点的施工

工程至设计位置后，即可实施埋设水准标志、垂直位移强制对中基座，施工

参照《水利水电工程施工测量规范》附录 A 中 A1.1 规定执行。

(10) 测斜仪管道安装

- 1) 安装前至少 90 天，向监理人提交安装程序以便获得批准。
- 2) 安装前要对管道检验及测试，管道扭角小于 $0.4^{\circ}/\text{m}$ ，确认无误后，将检测好的管道作好标记、编号备用。
- 3) 按设计图或监理人要求的坐标位置钻孔，钻孔倾斜度小于 1° 。
- 4) 将经检验合格的测斜管按顺序放入钻孔内，用仪器校准测斜管导槽方向。
- 5) 测斜管导槽方向确定后，向测斜管的外围回填粘土泥球并适量加水使其密实。
- 6) 测斜管安装完成后，立即进行三次以上测试，读数无误后，确定测斜管的初始位置，并在孔口设置保护盖。
- 7) 仪器安装完成后及时填写有关原始资料。

(11) 钢底座的埋设

水听器和其他水力学观测仪器需要埋设的钢底座应满足图示，符合国家标准 SLJ/DLJ 201 的不锈钢材生产组装。

13.6、施工期观测

各观测项目施工完毕后，应及时记录初始读数并按《混凝土大坝安全监测技术规范》(SDJ336—89) 规定的测次观测，其中应力、开合度、渗透压力、温度等观测应在仪器埋设完成后每 4 小时一次持续一天，然后每天一次持续一周，一周后，根据变化情况决定测次。外部变形观测应一周一次。除按规范或监理人要求进行观测外，还应对建筑物进行巡视检查，并作好记录。若发现建筑物出现异常情况时，应增加观测仪器的测读次数，并立即报请监理人共同研究处理措施。

13.7、观测资料整理分析

仪器安装完成后，及时填写监测设备考证表，内容包括：仪器参数、初始读数、施工记录等相关资料，并将仪器设备档案、卡片整理成册。

在施工期观测过程中，及时整理分析全部观测资料，绘制过程线，定期向监理人提交观测初始数据在内的观测记录，并报送观测月报、年报及电站蓄水、发电等时期的阶段性成果报告，根据验收检查的需要提交监测分析报告，报告内容按《混凝土大坝安全监测技术规范》(SDJ336—89) 等有关规定执行。

13.8、质量检查与验收

仪器埋设完工并观测三天后，应及时通知监理及有关人员进行现场验收，验收时向监理提供仪器埋设考证表。内容包括：仪器参数、初始读数、施工记录等相关资料。

编写：杨玉才

第十四章 质量、安全、进度保证措施

14.1 质量、安全保证措施

14.1.1 施工质量方针、质量目标

我局将以严谨的态度，在整个施工过程中，严格贯彻执行国家和水利水电行业部委颁发的现行技术标准、规程、规范和招标文件技术规范，确保和实现工程合格率 100%，优良率 85% 以上；争创省优、部优工程。把我局“**建一个工程，树一块丰碑，交一方朋友，带动一方经济**”和“**质量就是企业的生命**”这一企业精神，在紫坪铺水电站施工中发扬光大。

一、质量方针

科技为先、管理为重、质量为首、信誉至上

二、质量目标

优质工程

14.1.2 质量保证体系

组建局级工程建设项目部，以项目经理为核心实现项目经理负责制下的质量保证体系。本着精干、高效、多功能的原则组织以生产发挥和经营为中心的管理层，按 **ISO—9002** 质量认证体系及初检→复检→终检的三级检验制度对本标工程的施工质量进行全过程控制。项目经理部设质量管理办公室负责整个工程的质量控制，

按功能优化的原则组织一线作业层，即施工工区。工区设专职质量检查员，专门负责发现和解决本工程在各项目施工中存在的质量问题，并及时上报质量管理办公室，以此对整个施工过程进行质量控制，并对工程质量进行初检。项目质管领导小组下设质管办对工程质量进行复检。对复检合格的工程项目报请监理工程师工程质量进行终检。

项目部经理为施工质量第一责任人，对本项目施工质量全面负责，项目部内设质安部，其负责人受项目经理的直接领导，具体负责本项目的质量管理工作，在质量安全管理过程中严格执行《水利水电基本建设管理的若干规定》，实施质量安全部制订的管理制度，检查该项目的施工质量，作好原始记录，整编每月质量报表及

竣工资料。项目部各施工工区专职质检员，负责本施工工区的施工质量管理。最终达到其责任层层分明，质量控制步步到位。

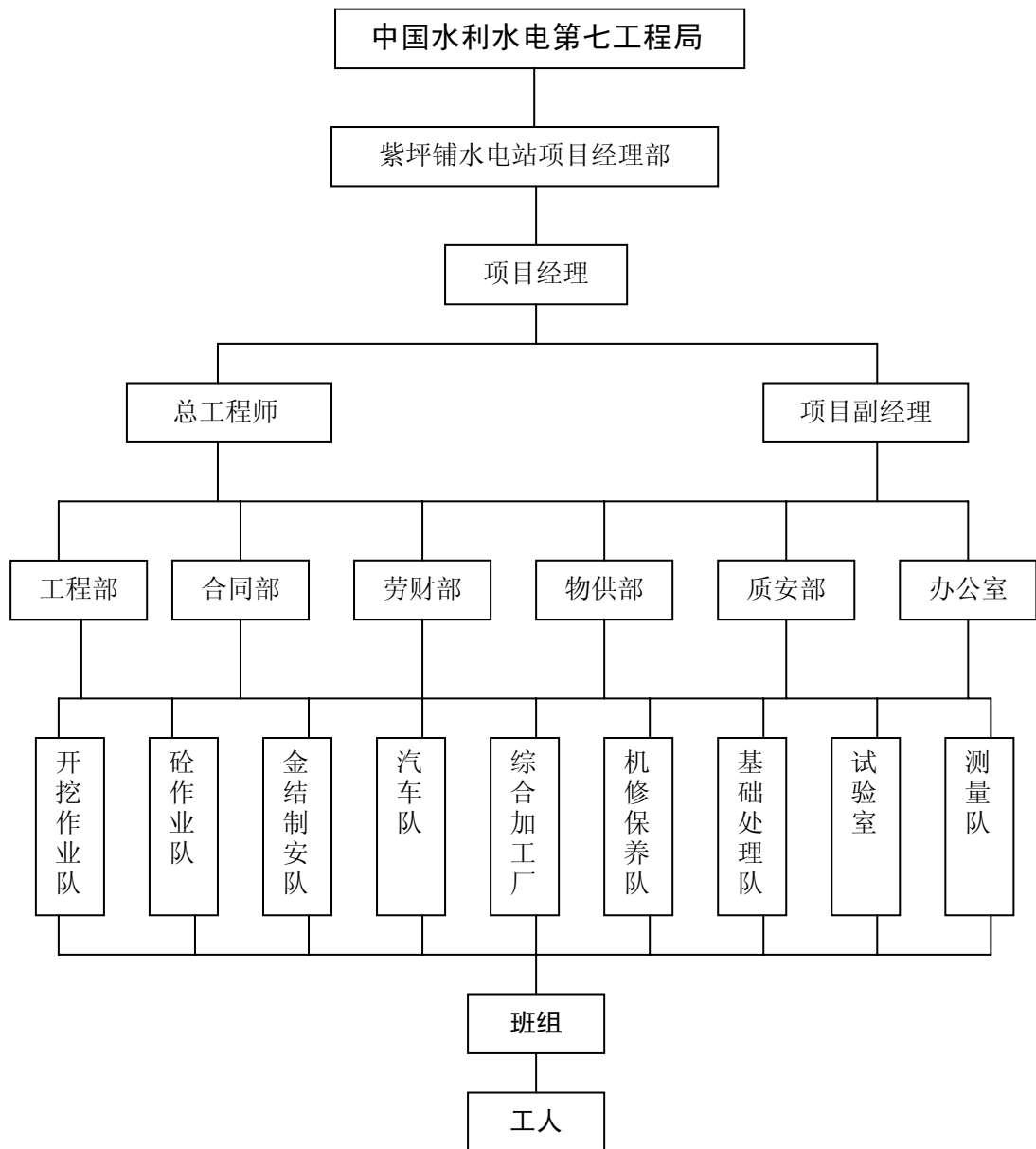


图 14-1 质量保证体系图

14.1.3 施工质量控制

即对本标施工全过程进行有效控制，保证施工全过程处于受控状态。

一、施工前控制

(1) 由项目经理部总工程师组织有关人员精心编制施工组织设计文件、施工总进度计划、劳动力计划，机械设备和材料使用计划，保证施工按计划有序进行。

(2) 在施工组织设计中，详细制定各分项工程的施工工艺，提出工程的质

量控制点和相应的控制计划，对关键工序进行典型控制施工。

(3) 组织有关人员详细阅读设计文件，透彻理解设计意图。

(4) 在工程合同签订后 56 天内，提供一份详细完整的施工组织设计报监理工程师审查。

二、施工过程中质量控制

(1) 施工准备工作质量控制

1) 原材料质量控制

所有原材料必须有出厂合格证，由试验室对原材料进行抽样检验，不合格材料不得使用。

2) 施工测量

对业主和监理单位移交的施工区域测量控制基准进行复核，将复核结果上报监理单位，待控制网点的精度达到要求后方可进行施工测量放样。根据提供的合格施工控制网点依工程需要加密布设控制网点，对业主提供的测量网点及加密布设的网点要求定期复核检查，若精度达不到要求，要及时校正。

遵照 SL52-93 “水利水电工程测量规范”的方法和要求进行施工放样测量，测量点位的误差必须控制在规定的范围内。

测量仪器要定期进行校验，精度应满足规范要求，校验单位应具有法定资格。

(2) 施工过程中的质量控制

1) 严格按照设计图纸文件进行施工，在施工中若发现设计图纸有问题，应及时上报监理工程师，得到正确依据后方可进行施工，工程技术人员要深入现场，做好技术交底，并作好记录，积极采用成功的先进经验、新技术、新工艺、新材料，确保施工质量。

2) 加强各工序间的衔接。每一道工序必须按照“三检制”的程序进行检查，即班组厂队自检，项目部质检人员复检，终检。在施工过程中对发生的质量事故坚持“三不放过”的原则，认真分析事故原因，总结事故教训，严肃处理事故责任者。对重大质量事故应立即报项目部和总工程师，会同设计单位，监理工程师共同研究，制订处理措施。

3) 对质量要求高或施工质量不易保证的部位，应制订专门施工质量保证措施，并作为施工措施的组成部分。施工前技术人员、质量管理人员对施工厂（队）

班组进行详尽的技术交底并作好交底记录。在施工进行过程中检查和指导，深入推行质量安全月和质量竞赛活动。对施工质量管理有突出贡献的单位和个人给予表彰和奖励，质量管理差的单位给予批评、罚款，做到奖罚分明。

三、分项工程质量控制

(1) 开挖施工质量控制

1) 对关键部位要预裂或拉槽等施工方法，边坡轮廓线开挖采用人工削坡或控制爆破技术，以保证开挖设计轮廓。

2) 在进行石方开挖前有针对性地做现场爆破试验，通过试验优化爆破参数，并报监理工程师审批。

3) 加强原材料质量控制：对爆破器材进行抽样检查，发现不合格爆破器材报监理工程师后，及时销毁。

4) 加强钻孔质量控制：对钻孔的孔位、孔径、孔斜、孔深进行严格控制严格检查。对已完成的钻孔孔口给予保护。

5) 严格遵守施工技术规范要求，确保保护层厚度。按现场基岩保护层爆破试验得出钻爆参数和施工方法进行施工。

6) 钻爆施工前向监理提交钻爆施工组织设计，并经监理工程师审批后施工。

7) 严格控制装药量，保证开挖质量的同时保护相邻建筑物不受影响。

8) 加强爆破后的检查工作，以便总结经验，每次爆破后，认真检查爆破情况，在保证施工质量的同时总结经验，使施工技术水平不断提高。

9) 执行上岗证制度，爆破技术人员持公安部颁发的爆破技术人员安全作业证，才可参加爆破设计施工。爆破工持爆破工上岗证方允许进行爆破作业施工。

10) 在施工中若遇到断层、夹层、破碎带、煤层等不良地质地段时，及时报监理工程师，并按监理工程师的指示处理。

(2) 砼施工质量控制

1) 在施工前，按规定要求对钢筋、模板进行检查、检验，并将检查、检验结果报监理工程师。

2) 砼配合比及砼生产质量控制：对成品砼进行抽样检查，在每种混凝土拌前，通过试验确定相应施工条件下的砼配合比，并及时报监理工程师审批，经同意的砼配合比才可拌制并用于本工程。

3) 砼施工质量控制主要措施

① 根据设计文件,监理工程师审批的施工组织设计施工进度计划组织施工。

② 严格按照部颁《水工砼施工规范》《中国水利基本建设工程单元工程质量评定标准》及标书规定的技术文件进行施工。

③ 实行“三检制”加强施工过程中的每道工序的施工质量管理,凡施工质量达不到要求的工序,必须进行返工,直到满足要求后,方可进行下道工序的施工。

④ 实行砼浇筑监仓制度,每个浇筑仓从开仓到浇筑完成,设有专人进行旁站,对浇筑过程中进行质量监督,并对浇筑情况进行实录。

⑤ 实行“专业班组”制,加强对模板、钢筋、止水、砼浇筑管理工作。

⑥ 实行“上岗证制度”对施工人员进行专业培训,提高施工人员的技术水平和操作能力;对钢筋焊接、砼浇筑等工种实行上岗证制,未经培训合格者不得上岗操作。

(3) 基础处理质量控制

1) 施工中实行单项工程专人负责制,组织精干的管理队伍,配备业务能力强的技术、技师和先进的钻灌设计、质量检测仪器,保质量、保工期完成单项任务。

2) 实行三检制,严格履行职责,为监理提供必要的试验数据和质量检查结果。

3) 完全按标书中技术规范和《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》(SL62-94)及其它有关规范和标准或监理工程师的指示组织施工。并提供完整的竣工资料。

4) 总结施工经验,提出有利于提高质量,加快进度的合理化建议,供监理工程师和业主决策。

(4) 金结、机电埋件质量控制

1) 控制原材料质量和埋件制作质量

① 对原材料应按合同规定,经过检查、试验并向监理单位提供材料的材质证明、出厂合格证书、材料样品和试验报告,不合格的材料立即更换。

② 按设计要求,控制预埋件的制作质量,严格实行“三检制”使成品满足设计和使用要求。

2) 金属结构及机电设备预埋件安装质量控制

① 根据设计图纸及标书文件，精确地控制金结及埋件安装的位置尺寸，加固牢靠，并派随仓监测人员进行监测。

② 对承受荷载的埋件，在砼浇筑完毕 28 天后，方可承受荷载。

3) 机电设备及其他埋件质量控制

按照设计文件安装，并加固牢靠，安装中应层层把关，装一个点，控制一个点，验收一个点。

14.1.4 质量技术措施

(1) 严格贯彻和执行 GB/T17002—ISO9002 国际质量标准，不断健全质量保证体系和质量保证制度，并配置素质较高和有多年工作经验的专职质量检查员现场质量检查。由我联营体多年从事质检工作的专家全面监督和指导项目质量管理领导小组的工作。选用先进的质量检查手段按照 GB/T17002—ISO9002 的标准具体运作和实施，确保工程质量。

(2) 建立以总工程师为核心的技术管理、控制系统，制定技术管理实施细则，在投标阶段施工组织设计的基础上，结合工程现场实际和实践经验，进一步优化施工方案和施工技术措施，全面贯彻我局为执行 ISO9002 国际质量标准而制定的《质量手册》、《程序文件》、《作业文件》，使各分项工程全过程施工质量处于受控状态，确保工程质量，满足合同规定和设计技术要求。

(3) 坚持“预防为主，检验把关”相结合原则严格执行工程“三检制”在每道工序起始，明确提出质量要求和达到质量要求等级。施工过程中进行检查，在自下而上的分级检查合格和达到质量等级目标后，方可进入下一道工序的施工。

(4) 采用先进的质量检查设备，通过试验鉴定工程施工中建筑材料质量和成果质量。

(5) 采用先进高效的施工机械设备，确保在施工过程中的质量，合理配置足够的机械设备，杜绝在施工过程中由于设备不足而造成的质量问题。

(6) 采用先进、高效的施工机械设备和先进的施工技术，并使用声波、地震波检测手段检查、探伤，确保地下洞室和边坡开挖、锚喷、砼工程等关键部位的施工质量。

14.1.5 质量管理及检验的标准

本合同执行的技术标准和规程、规范（但不限于）如下：

- 《水利水电工程等级划分及洪水标准》 SL252-2000
- 《水利水电工程施工地质规程》（试行） SDJ18-78
- 《水利水电地下工程锚喷支护施工技术规范》 SDJ57-85
- 《热轧钢筋》 GB1499-84
- 《喷射混凝土施工技术规范》 YBJ226-91
- 《地基与基础工程施工及验收规范》 GBJ202-83
- 《土方与爆破工程施工及验收规范》 GBJ201-83
- 《水利水电工程岩石试验规程》 DL5006-92
- 《混凝土拌和用水标准》 JGJ63-89
- 《粉煤灰混凝土应用技术标准》 GBJ146-90
- 《密度聚乙烯管》 GB/T13663
- 《建筑地基处理技术规范》 JGJ 79-91
- 《混凝土质量控制标准》 GB50164-92
- 《低热微膨胀水泥》 GB2938-98
- 《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》 GB175-92
- 《预制混凝土构件质量检验评定标准》 GBJ321-90
- 《液压滑动模板施工技术规范》 GBJ113-87
- 《混凝土强度检验评定标准》 GBJ107-87
- 《钢筋焊接及验收规范》 JGJ18-96
- 《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级》 GB11345-89
- 《压力容器用钢板》 GB6654-1796
- 《厚度方向性能钢板》 GB5313-85
- 《钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级》 GB3323-87
- 《埋弧焊焊缝坡口的基本型式与尺寸》 GB986-88
- 《气焊、手工电弧焊及气体保护焊焊缝坡口的基本型式与尺寸》 GB985-88
- 《碳素结构钢》 GB700-88
- 《低合金高强度结构钢》 GB/T1591-94
- 《水工金属结构防腐蚀规范》 SL105-95

《电力建设施工及验收技术规范 钢制承压管道对接焊接接头射线检验篇》
《钢结构工程质量检验评定标准》 GB50221-95
《钢结构工程施工及验收规范》 GB50205-95
《钢结构高度螺栓连接的设计、施工及验收规程》 JGJ82-91
《建筑钢结构焊接规程》 JGJ81-91
《钢结构、管道涂装技术规程》 YB/T9256-96
《起重设备安装工程施工及验收规范》 GB50278-98
《电气装置安装工程起重及机电气装置施工及验收规范》 GB50256-96
《给水排水管道工程施工及验收规范》 GB50268-97
《建筑给水排水设计规范》 GBJ15-88
《国家一、二等水准测量规范》 GB12897-91
《国家三角测量和精密导线测量规范》
《普通混凝土用砂质量标准及检查方法》 JGJ52-92
《普通混凝土碎石或卵石质量标准及检查方法》 JGJ53-92
硅酸盐大坝水泥、普通硅酸盐大坝水泥、矿渣大坝水泥 GB200
水泥标准（一）普通水泥（二）（国家标准局）
焊条分类及型号编制方法（GB980）
低碳钢及低合金高强度钢焊条（GB981）
不锈钢焊条（GB983）
焊条检验、包装和标记（GB1225）
焊条用焊丝（GB1300）
碳素钢埋弧焊用焊剂（GB5293）
手工电弧焊焊接头的基本型式与尺寸(GB985)
现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范(GBJ236)
钢焊缝射线照相及底片等级分类法(GB3323)
《水工建筑物抗震设计规范》 DL5073—1797
《水利水电工程启闭机设计规范》 SL41—93
《水工混凝土施工规范》 SDJ207—82
《水利水电工程施工组织设计规范》 SDJ338—89

《水利水电基本建设工程单元工程质量等级评定标准》SDJ249.4—88

《水工混凝土试验规程》SD105—82

《水工试验规程》SD128—87

《水电站基本建设工程验收规程》SD275—88

《水利水电工程钻孔压水试验规程》SL25—92

《水工建筑物滑动模板施工技术规范》SL32—92

《水工预应力锚固施工规范》SL46—94

《水工建筑物岩石基础开挖工程施工技术规范》SL47—94

《水利水电工程施工测量规范》SL52—93

《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》SL62—94

《水工建筑物金属结构制造、安装及验收规范》SLJ201—80、DLJ201—80

《接地装置工频物性参数的测量导则》DL475—92

《交流电气装置的接地》DL / T621—1797

《水利水电工程钢闸门制造安装及验收规范》DL / T5018—94

《水利水电工程启闭机制造安装及验收规范》DL / T5017—94

《水利水电工程钢闸门设计规范》DL / T5039—95

《水工混凝土结构设计规范》DL / T5057—1796

《水工建筑物地下开挖工程施工技术规范》DL / T5099—1799

《水工混凝土外加剂技术规程》DL / T5100—1799

水利水电工程地质钻探质量验收规定(水电规勘〔1797〕—003)

《电气装置安装工程电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范》

GBJ148—90

《钢制压力容器》GB150—1798

《电气装置安装工程施工及验收规范》GBJ232—82

《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GBJ236—82

《建筑安装工程质量检验评定统一标准》GBJ300—89

《建筑工程质量检验评定标准》GBJ301—88

《环境空气质量标准》GB3095—1796

《爆破安全规程》GB6722—86

《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》 GB8923—88

《污水综合排放标准》 GB8978——1796

《建筑施工场界噪声限值》 GE12523—90

《大气污染物综合排放标准》 GB16297—1796

《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》 GB50168——92

《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》 CB50169—92

《电气装置安装工程盘柜及二次回路结线施工及验收规范》 GBJ50171—92

《建筑地面工程施工及验收规范》 GB50209—95

《工业金属管道工程施工及验收规范》 GB50235—97

《通风与空调工程施工及验收规范》 GB50243—97

《钢纤维混凝土试验方法》 CECS13—89

《钢纤维混凝土结构设计与施工规程》 CECS38—92

《钢纤维混凝土》 JG / T3064—1799

《建筑装饰工程施工及验收规范》 JGJ73—91

《压力容器用钢板超声波探伤(ZBJ74003—88)

《钢制压力容器对接焊缝超声波探伤》 JB11 52—81

《水电基本建设工程防汛管理暂行条例》

《锅炉压力容器焊工考试规则》

《美国 A5ME 锅炉和压力容器规范》

《水工建筑物观测工作手册》

《锅炉压力容器焊工考试规则(80)劳总锅字 29 号》

14.2 安全目标

坚持不懈的对职工进行安全教育，强化安全意识，牢固树立“预防为主，安全第一”的思想，**实现在工程施工期间无一死亡事故目标，伤残事故控制在1‰以内。**

14.2.1 安全保证体系

按照项目法施工原则，组建本标段施工安全组织机构，下设质量安全部，总经理和项目经理是安全生产的第一责任人，对工程安全生产全面负责。

由项目经理委任安全部门负责人和安全工程师，根据工程的具体情况，制定

项目安全管理制度和安全措施并督促各作业层执行。

项目技术部在制定施工技术方案时，所有的施工组织设计和技术措施文件，必须有明确的安全措施，重大安全技术方案措施。实施前需报监理单位审核，并报业主审定。

必须按照合同文件和设计文件指定技术规范和技术要求组织施工，接受业主和监理单位的监督、指导，承担合同规定的责任。

项目部对全体职工进行经常性的安全教育和技术培训，提高职工的安全意识和自我保护能力，坚持先培训后上岗和特殊工种持证上岗制度。

坚持开展一年一度的质量安全月活动，每月一次安全生产检查，建立每周一次安全日活动制度。做到时间、人员、内容、效果的落实。

项目部对安全施工必须做到奖惩严明，并贯彻安全与经济挂钩的原则，对安全生产作出成绩和有突出贡献的单位和个人给予奖励，对造成事故的应组织调查处理，对事故责任人应给予经济处罚、行政处分直至追究刑事责任。对事故单位也要依据事故情节给予经济处罚。

14.2.2 安全保证的技术措施

项目部必须贯彻“质量就是生命，安全就是效益”和“安全第一，预防为主”的方针，认真履行“安全生产，人人有责”的原则。在工作中严格执行“五同时”的规定，即在计划、布置、检查、总结、评比生产的同时，进行计划、布置、检查、总结、评比安全工作，创无安全事故工程。

严格执行国家劳动安全卫生规程和标准，按国家劳动保护法配备相应的劳保用具，对职工进行劳动安全教育，减少职业危害，遵守招标文件中关于安全生产和安全防护条款。

建立有力的领导班子，制定完善的瓦斯检测及防治措施，加强培训教育，实现对瓦斯的安全有效控制。

按规定对一级危险品的生产、运输、保管和使用进行严格的保管与监督，防止公害事故发生。

在工程区内行驶和进行运输作业的车辆安全管理与施工安全管理规定。在交通要道及交叉路口设醒目标志牌及专职车辆安全指挥人员。

办公、生产、生活用房都应配备消防设施与器材。消防灭火设备、器材和消

防人员应满足消防任务的需要。消防设备、器材随时检查保养。使用其始终处于良好的待命状态。

加强用管理和雷击防护，供用电设施要有可靠安全的接地装置，对油库、炸药库、变压器等重要设施和常落雷区应采取可靠有效的防雷措施，防止或减少触电、雷击事故发生。

每年汛期前必须制定切实可行的防汛抢险措施，对可能出现的超标准洪水，将作好防汛准备并全力组织抢险，把损失减少到最低限度，项目经理为防汛抢险第一责任人。

在雨季来临之前，对施工道路，施工现场设施，施工营地的排水设施进行检查和完善，保证施工期排水畅通，并对路堤高边坡进行安全检查，防止因滑坡对施工生产带来的不利影响。

所有机构操作人员必须持证上岗，按照操作程序正确操作，严禁违章作业，杜绝酒后上机，起重机操作人员必须按照安全要求正确指挥及操作。

爆破器材运输，保管、领料、退库、使用都需专人负责。严格执行出入库登记制度，爆破作业需按规定设置安全报警装置和视觉信号。

在进行高边坡开挖时应及时进行支护，支护时应在马道板上设置防护栏和挂设安全网等，以确保下部的施工安全。

对安全设备、设施、电气设备、照明、报警系统，保安设施，都必须进行检测和维护保养。

采用安全科学的爆破措施，在临近建筑物 10m 以内地段进行爆破时，应采取打防震孔或其它减震措施，不准在灌浆完毕地区及其附近进行爆破。

遵照合同规定在各施工区、道路及生活区设置足够的照明系统。地室工程照明采用防水灯头，淋水地段采用防水灯罩。

凡可能漏电伤人或易受雷击的电器设备及建筑物均设置接地装置或避雷装置，定期派专人检查。

在施工区内应设置各类警示，提示信号，报警信号，控制信号，安全信号等，并随时维护保证正常。

针对工地生产、生活区的特殊性，制定各项安全规定、规程，营地的建设合理，配备足够的消防器材，组织职工成立安全小组消防队。

搞好防尘、噪音、有毒物的治理工作，保证职工身体健康，切实执行有关国家劳动保护法，保护职工相应的劳保用品和劳动津贴。

14.3 进度保证措施

由于紫坪铺水利枢纽工程引水系统施工具有进水塔高度大、工程量大、施工机械布置困难，与洞内施工干扰大的特点，而且施工直接受其它标段提交工作面时间的影响。影响施工进度最关键的是两个方面：一是能否按期开工，并在开工后能否快速形成高强度的开挖、砼生产能力，是保证施工工期要求的关键；二是洞群地质条件差，采用合理、安全的施工方法是保证进度的关键。我局在充分理解标书和针对紫坪铺引水系统标具有的特点以及前期工程的施工情况，感到要干好该工程，承包商如何组织，如何进行施工进度的有效控制，技术、设备能否有保证尤为重要。我局将从组织、管理、技术、设备等方面给予保证，确保该工程按合同控制工期施工。

14.3.1 一旦我局中标该项目，按照项目法施工要求进行施工和管理，配备年富力强、高素质的项目领导班子和精干的施工队伍。严格按照“三控制、二管理、一协调”来施工和管理（三控制：进度、质量、资金；二管理：资源、效益；一协调：施工干扰作业协调。）。以高速度、高质量，按期完成该合同施工任务。

14.3.2 抓好现场指挥调度和管理工作

一、设立总调度室，有效地进行现场施工生产指挥调度。根据工程网络进度统筹安排施工，协调和安排各工序、工种之间的衔接配合工作，避免或减少施工干扰。

二、利用天生桥施工的成功经验，采用 PIII 软件系统进行紫坪铺引水系统工程施工管理。按照合同规定的控制工期，编制切实可行的目标施工总进度计划，尽早及时进行资源的配置，避免产生施工资源不足而影响施工进度的现象发生。

三、保证施工设备的配套和按时进场。我局先后承建过国内多个电站复杂地质条件的施工，拥有先进配套的大型施工机械设备。同时，为了保证砼浇筑施工高强度的需要，拟新购一批大型现代化施工设备，保证高强度的施工需要。

14.3.3 全力提供技术保证，参与工程建设的主要技术人员和施工人员均从事过各种大型工程建设，抽调各分局的技术骨干力量，组建精干的专业技术队伍，投入到本标的建设中。同时，成立专家技术咨询组，对紫坪铺施工项目部进行施

工过程中的技术咨询和指导。

14.3.4 充分发挥我局施工的优势，能保证该工程按期开工。

目前，我局参与了紫坪铺水利枢纽工程的前期工程施工，有部分设备和施工人员正在施工现场。一旦我局中标该项目，即可迅速集中施工设备和施工人员，利用现有设施开工生产，保证工程按期开工。同时，边施工边建设和完善临建设施，以削减工程截流前施工高峰强度，为工期提供可靠的保证。

14.3.5 按照 ISO9002 质量体系认证标准进行施工质量控制，把该工程建成优质工程，让业主放心、让各投资方满意。

14.3.6 加强与业主、工程师、设计等各方面的密切配合

加强与业主、工程师、设计单位的合作，充分领会业主、工程师、设计单位的要求和设计意图，根据施工实际情况，及时向业主、工程师、设计单位，提供优化施工和设计的合理化建议，加快施工进度。

编写: 黄 刚

第十五章 环境保护措施

15.1 概述

都江堰已被列为世界文化遗产目录,同时也是中国久负盛名的国家重点风景名胜旅游区之一。紫坪铺水利枢纽工程位于岷江上游映秀至都江堰市沙金坝河段,距都江堰市 9km,整个工程的施工区域紧临都江堰风景区。同时流经枢纽的岷江水又是都江堰市、成都市及周边地区工业、生活和环境用水的主要水源。因此,工程施工的质量、安全,工程的文明施工、环境保护等都至关重要。我们在编标过程中,针对紫坪铺水利枢纽工程文明施工、环境保护等问题进行了认真研究,并提出把紫坪铺水利枢纽工程的施工环境同主体工程一起抓,对社会负责,为祖国的锦绣河山更添一片新景观,同时也展示出水电七局的企业形象,做到有组织、有领导、有措施、有落实地开展环境保护工作。

15.2 工作项目

本合同区域范围内环境保护及水土保持的主要工作内容有:

施工期水质保护及防止饮用水污染措施;

施工弃碴的利用和堆放;

施工场地开挖的边坡保护和水土流失的防治措施;

施工活动中的噪声、粉尘、废气、废水和废油等的治理措施;

施工人员的健康保护;

施工区和生活区的卫生设施以及粪便、垃圾的治理措施;

施工区水土保持和营地绿化;

野生动植物和文物保护。

完工后的场地清理;

15.3 施工期对环境的影响分析

本工程施工期对环境的影响主要表现在开挖爆破、大气污染、噪声、废水排放、弃渣及生活垃圾、卫生防疫、交通等方面。

15.3.1 对边坡和临近建筑物的影响

由于紫坪铺水利枢纽区域地质情况复杂,边坡陡峭,裂隙发育,如开挖爆破产生的振动过大,将会引起边坡塌滑和建筑物的破坏。

15.3.2 大气环境的影响:

开挖爆破、砂石骨料开采及加工、开挖弃渣以及填筑料运输过程中产生的飘尘、混凝土拌和楼的扬尘和粉尘、燃油施工设备废气的排放等,将会对施工区大气产生一定影响。

15.3.3 噪声对环境的影响

工区噪声主要来源于土石方工程的钻孔、爆破和大吨位自卸汽车运行、人工砂石料的粉碎和筛分过程以及混凝土拌和系统的作业等。

15.3.4 废水排放对环境的影响

施工期废水主要由生产废水和生活污水两部分组成。生产废水主要来源于骨料加工系统、混凝土拌和系统以及土石方开挖、基础灌浆、混凝土浇筑及养护、施工机械设备清洗等,主要污染物为 SS 和 PH;生活污水主要来源于施工人员盥洗用水及食堂下水,主要污染物为 SS、BOD₅ 和 COD 等。

15.3.5 弃渣及生活垃圾对环境的影响

主要是弃渣场和易被雨水冲刷的开挖土质边坡的水土流失保护;生活垃圾对施工生活区卫生环境的影响;大量施工人员进场以及场内交通网络的形成对自然景观和植被的破坏。

15.3.6 卫生防疫:

施工人员高度集中,再加之生活设施相对不完善,增大了各种疾病交叉感染的机率,若卫生防疫措施不当,极易造成疾病流行。

15.4 施工期环保的具体措施

15.4.1 构筑物布局

针对紫坪铺水利枢纽工程引水系统工程标施工有可能产生的施工污染物将对环境产生的影响,在施工组织设计中,我们充分体现了环保问题。在进行总体布局上,结合工程的施工需要,把主要施工设施,如产生废水量大、噪声大、扬尘大的生产加工系统,集中布置;把噪声小、扬尘小、污染物少的系统和生活营地及办公设施分别集中布置,这样把生活、生产区分开布设,将产生污染物较多、污染物相似的系统布置在一起,便于对环境的保护和治理。具体布设请参见第二章 施工总平面布置图及说明。

15.4.2 组织机构:

项目部下设环保监测部,配备有水电工程环保工作经验的专职环保工程师 2

名,生化师 1 名。负责督促环保措施的落实和实施,检查和监测环保工作的实施情况,并按要求向监理工程师提交有关资料。

为了认真落实和搞好施工区域内的环保工作,建立环保工程队,专门负责施工区域内污水处理、环境卫生、道路洒水养护、场地绿化等工作。

工地设置卫生防疫站,开展预防性工作,加强疫情监测。

15.4.3 施工区环保规划

一、水质保护

(1) 污水、废水处理的依据

施工期主要产生污水、废水有以下几类:人工砂石料加工系统、混凝土拌和系统废水、机械修理厂、洗车场弃水以及生活污水。

人工砂石料加工系统生产能力为:264 t/h,废水排放量为 397m³/h;混凝土拌和系统生产能力为:195 m³/h,废水排放量为 24m³/h。这两个系统废水中主要污染物为 SS。

由于开挖、混凝土浇筑、冲仓、养护及水泥灌浆等施工,产生的排水主要污染物为 SS 和 PH。机械修理厂排水,主要污染物为分散油,同时含有 BOD₅和 COD 成份。

根据施工组织设计的安排,引水系统施工高峰期人数为 1300 人,生活污水量为 20m³/h,主要污染物为 SS、BOD₅和 COD 等。

引水系统施工期主要污水污染物排放见表 15-1。

施工期主要污水污染物排放表

表

15-1

地点	污水种类	污水量 (M ³ /H)	主要污染物
砂石料生产及辅助企业施工区	砂石料系统污水	397	SS
	混凝土拌和系统污水	24	SS
	机械修配保养厂综合加工厂、金结厂等		浮上油、分散油
	洗车场	5	SS
施工区	基坑经常性排水		SS、PH
	引水系统施工经常性排水		SS、PH

生活区	生活污水	20	SS、BOD ₅ 和COD
-----	------	----	--------------------------

(2) 污水处理执行标准

污水处理标准施工区所在河段执行中国标准 GHZB1-1999《地表水环境质量标准》，污水排放执行中国标准 GB8978-96《污水综合排放标准》中规定的 I 级排放标准要求。

(3) 水质保护措施

1) 施工生产废水，主要污染物为 SS 和 PH，采用沉砂池加絮凝剂的一级单项处理方法，其处理工艺流程图见图 15-1。

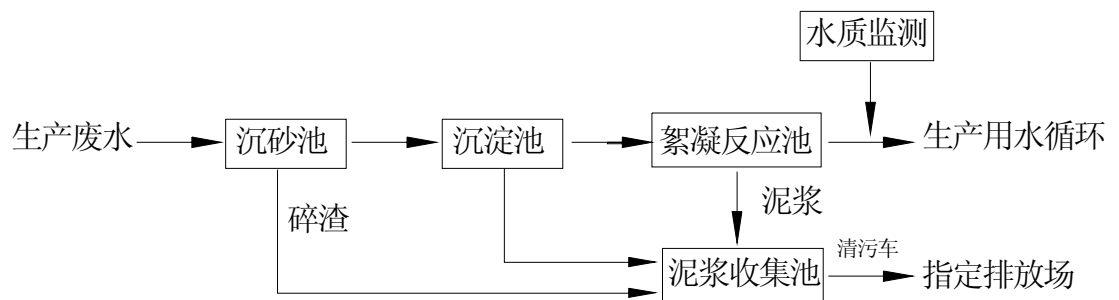


图 15-1 含悬浮物生产废水处理工艺框图

2) 生活污水处理

由于 70% 的施工人员安排住在上游生活营地，生活区人口密度大。生活污水主要污染物是 BOD₅ 和细菌。设化粪池 2 座，污水通过下水道沟管汇集到化粪池经初处理后，再经过 USTP-30 地理式污水处理设备(污水处理量 30m³/h)处理后排放到岷江中。下游施工区营地施工人员相对少，设化粪池 1 座；其它营地和施工工区，设置活动式冲水厕所，设专人清理。

生活污水处理工艺流程见图 15-2:

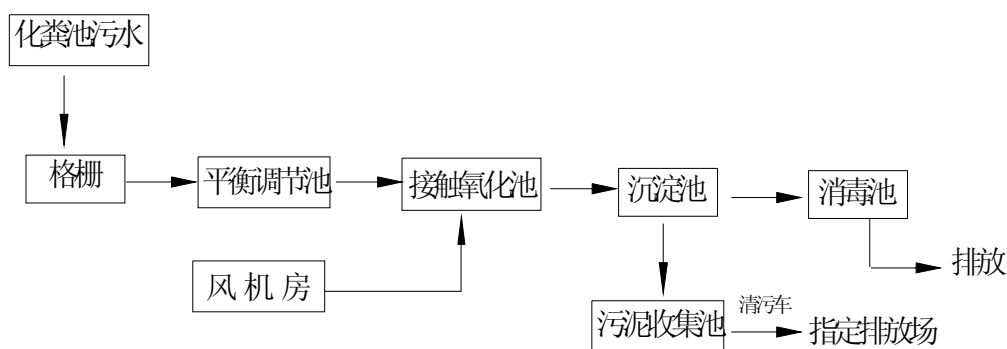


图 15-2 生活污水处理工艺框图

USTP-30 地理式污水处理设备技术参数表

表 15-2

项 目	进 水 水 质	出 水 水 质
BOD ₅ (mg/L)	200--400	≤30
COD (mg/L)	350--600	≤70
NH ₃ -N	60	≤15
SS (mg/L)	200--450	≤30

USTP-30 地理式污水处理设备技术参数表

表

15-3

项目	污 水 处 理 量 M ³ /H	沉 淀 池 M ³	接 触 氧 化 池 M ³	二 沉 池 表 面 负 荷 M ³ /M ² H	消 毒 池 M ³	风 机 功 率 KW	水 泵 功 率 KW	设 备 总 重 T	占 地 面 积 M ²
参数	40	82	170	1.5	20	2×18.5	2×2.2	45	155

3) 生活饮用水源水质保护和处理

生活饮用水水质执行中国标准 GB/T5449-97《生活饮用水卫生标准》。根据施工现场条件，生活供水系统设在右岸上、下游两个营地，高程分别为：EL850m、EL750m。

生活用水须经一体化净水器进行净化处理。由于岷江江水水质有轻度污染，枯水期江水清澈，雨季特别是洪水期江水浑浊，生产和生活用水均需进行一定处理。其处理工艺见图 15-3。

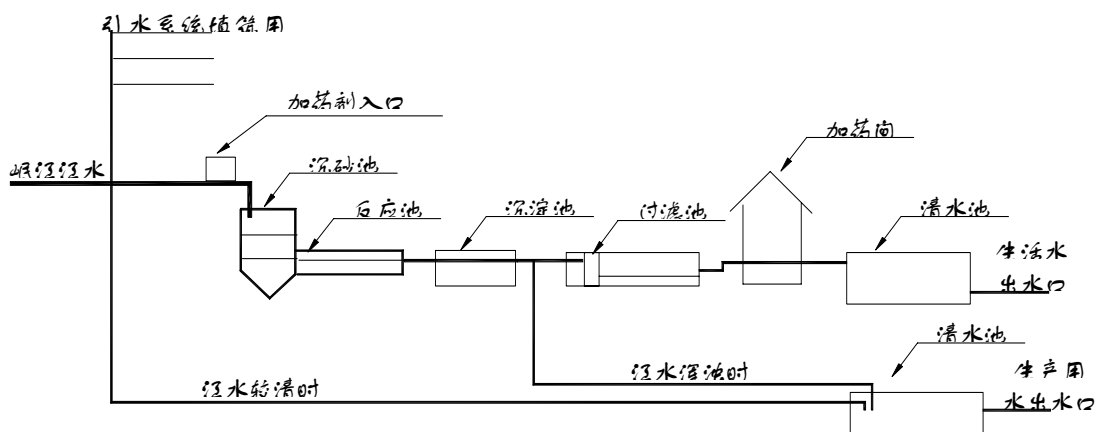


图 15-3 生产、生活用水水处理工艺流程图

4) 大修厂由于机械配件的清洗，废油较多。一是禁止将废油、酸液及其它有毒物质直接向下水道倒放；二是设置废油、废料收集器，收集集中清除；三是设置处理槽，进行超滤处理，其处理工艺流程见图 15-4。

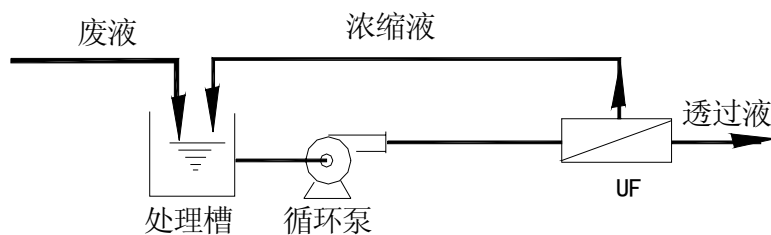


图 15-4 间歇式处理分散油废水流程图

(4) 施工区生产、生活废水污水处理系统布置示意图 (图 15-5)

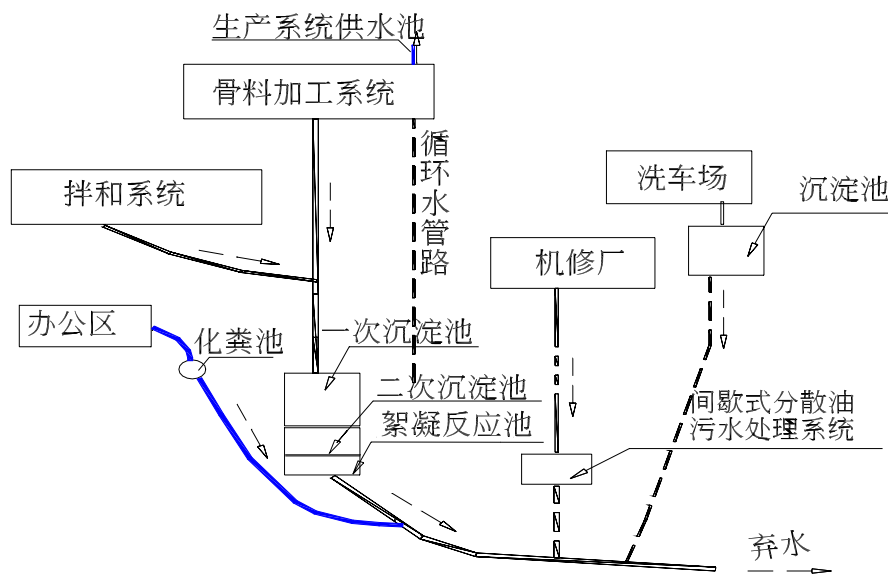


图 15-5 施工区生产、生活废水污水处理系统布置示意图

(5) 营地生活污水处理系统布置示意图 (图 15-6)

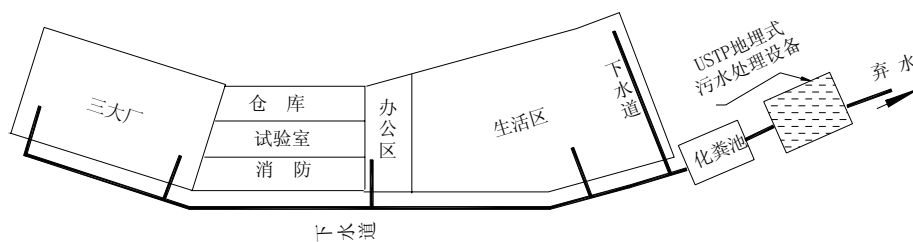


图 15-6 营地生活污水处理系统布置示意图

二、大气质量保护

本标由于工程施工的原因，可能产生的大气污染源有：混凝土拌和楼的扬尘和粉尘、砂石系统的粉尘、燃油设备尾气及汽车运行中的扬尘，开挖爆破产生的粉尘等。为了保证大气的质量，工程施工期间，施工作业区大气质量保护目标应达到中国标准 GB 3095-1966《环境空气质量标准》规定的三级标准，生活区或其它区域不低于二级标准。在施工过程中将采取如下措施：

- (1) 在混凝土拌和楼装吸尘器，在生产时，吸尘器和拌和楼同时运转；
- (2) 在人工砂石料加工系统破碎机出口安装喷雾降尘设施，制砂原料适当加湿；
- (3) 尽量使用散装水泥，水泥和粉煤灰的运输、装卸全过程密封作业；

(4) 施工车辆实施速度控制，配备洒水车并安排专人定时洒水，以减少扬尘；

(5) 加强大型施工车辆尾气的监测，严禁使用尾气达不到排放标准的设备；

(6) 严禁车辆超装溢载，并派专人进行施工道路的维护和保养，及时清除车辆和施工设备行驶落到路面上的泥浆和块石。

(7) 由于大吨位车辆的运行，道路产生的扬尘是十分严重的。为了有效地减少车辆运行时所带起的扬尘，拟在施工道路路面采用武汉大学*与武汉路德材料有限公司生产的 HEC-RCCS 高强耐水剂。此项技术已在三峡、水布垭、洪家渡施工道路中成功地得到运用。

三、 噪声防治

(1) 施工期噪声源主要来自：施工机械、爆破、车辆运行、骨料加工和混凝土拌和系统作业等，拟采取如下防治措施：

(2) 控制地下工程施工的噪声、粉尘和有毒气体，保障工人的劳动卫生条件。

(3) 在施工时，我们将选用低噪声设备，能设置消声器的设备，一律安装消声设备；

(4) 车辆控制高音鸣笛；

(5) 砂石生产和混凝土拌和系统，对产生高分贝噪音设备选用多孔材料，建立隔声屏障；

(6) 加强设备的维修和保养，使施工设备处于良好运行状态。

四、 弃渣及生活垃圾处理

(1) 根据标书的有关要求，引水系统标共给定了 2 个弃料堆渣场，其中上游堆渣场 291 亩，高程 770m 以上，下游河心坝堆渣场靠近岷江江边，面积 100 亩，高程 734m，均能满足施工弃渣的堆存。

(2) 生活垃圾

施工高峰期施工人数为 2730 人，按每人每天丢弃生活垃圾 0.8~1.2kg 计算，在营地设立金属垃圾桶 30 个，配垃圾清理车 1 台，定时清运，并运至按监理工程师指定地点覆土分层掩埋。

五、 施工人员健康保护

为了防止因施工人员集中进入施工现场可能带来流行疾病的传染，在施工营地设置卫生防疫站，并采取以下措施加以预防。

(1) 定期检查施工人员身体，做到早发现，早隔离，早治疗；

(2) 做好饮用水源的消毒与保护，食堂餐具用后消毒；

(3) 定期灭蚊、蝇、鼠等流行疾病传染媒介；

(4) 对噪音较大工作环境下作业人员，如破碎车间、制砂车间、拌和楼等工作人员，配置个人防护用具；

六、 野生动植物和文物的保护

由于施工区紧临卧龙自然保护区、龙池风景区、都江堰—青城山国家级风景区，进场后首先制定规章制度，加强宣传，严禁雇员和职工进入保护区和风景区捕猎和砍伐活动，让职工自觉遵纪守法；

保护好施工区外的场地及植被，未经允许不得自行砍伐树木。对于合同规定的施工活动界限之外的植被必须维护原状。

如果在施工现场的施工中发现文物，立即停止施工作业，并报监理工程师等候处理；没有监理工程师的同意，不得在发掘地进行任何作业。

七、 施工区水土保持及营地的绿化

(1) 在施工期间，如需在河道或其它料场进行土、石和砂料的采集和加工等工作，必须经监理工程师批准同意，并设置围堰或保留植被缓冲区，防止冲刷引起水土流失。

(2) 施工区所有易造成水土流失的开挖面，在开挖作业后及时按设计要求进行保护；并按要求及时做好施工区和生活区的截水沟和排水沟，一旦堵填，及时派人疏通，以防排水不畅而引起边坡的滑坡、坍塌；

(3) 青云坪堆渣场处于库区淹没区，下游河心坝渣场靠近江边，处于江中岛，容易被雨水冲蚀引起水土流失。因此，除了在弃渣时采用分级堆放，表面设计明沟排水外，还需要修建排水涵，同时沿底部外露坡面采用浆砌石挡土墙护脚，完工后在渣场外露坡面采用框格草皮护坡；为了避免渣场渣料淤积河道，沿江采用钢筋石笼护墙挡护；河心坝堆渣场采用钢筋石笼护墙挡护，外露坡面均采用框格草皮护坡，顶部种植灌木。

(4) 按业主要求搞好营地的绿化工作，在可能的地方植树种草以美化环境。

如在永久公路外侧每 5m 间距植灌木树，等等。

八、完工后的场地清理

工程施工完后，在规定的期限内，拆除施工临时设施，清除施工区和生活区及其附近的施工废弃物，并按监理人批准的环境保护措施计划完成环境恢复。

15.5 环境监测

15.5.1 站网布设

根据环保要求，切实做好紫坪铺水利枢纽工程引水系统标施工过程中的施工环保工作，拟就爆破振动、大气、水质、噪声四个方面进行监测。具体监测点，待中标后，根据现场情况进行布设。

15.5.2 监测项目及测频

一、 爆破振动

监测项目：振动速度、振动加速度、水平位移。

测频：每部位爆破时段 10 次。

二、 大气

监测项目：CO、NOX、HC、TSP。

测频：施工高峰每月 2 次，非高峰每月 1 次。

三、 水质

监测项目：PH 值、BOD5、COD、SS。

测频：施工高峰每月 2 次，非高峰每月 1 次。

四、 噪声

监测项目：A 声级

测频：每月 2 次。