



水运工程施工标准化建设指南
施工工艺篇—航电枢纽工程
（征求意见稿）

二〇一七年十月

目 录

1 基本规定.....	3
1.1 编制目的	3
1.2 适用范围	3
1.3 工艺选择原则	3
2 通用工程.....	4
2.1 混凝土工程.....	4
2.2 基坑开挖	8
2.3 边坡防护	11
2.4 大坝防渗	12
2.5 基础处理	15
2.6 钻孔灌注桩.....	17
3 围堰.....	21
3.1 围堰填筑	21
3.2 围堰拆除	23
4 泄水闸.....	26
4.1 消力池.....	26
4.2 底板.....	27
4.3 闸墩.....	30
4.4 分水墙工程.....	36
5 电站工程.....	40
5.1 底板	40
5.2 流道	45
5.3 主机间运行层	49
5.4 护坦	52
6 金属结构安装工程.....	53

1 基本规定

1.1 编制目的

1.1.0.1 为指导航电枢纽工程施工，统一主要施工工艺技术要求，加强施工管理，保证施工安全质量，结合全国航电枢纽施工的实际情况，依据行业主管部门发布的相关文件、标准、规范、规程和技术指南及行业内采取的成熟和先进的施工工艺、工法和管理办法，编制本《指南》。

1.2 适用范围

1.2.0.1 本指南主要适用于航电枢纽工程中电站、围堰、泄水闸工程的施工管理。

1.3 编制依据

1.3.0.1 本指南以国家、交通运输主管部门发布的与水运建设相关的标准、规范、规程及文件为依据，选择目前国内已完和在建水运工程中通行的、较为完善的和先进的施工工艺。

1.4 工艺选择原则

1.4.0.1 适用原则：对比工艺的优缺点，工程规模、条件、目标的适用性。

1.4.0.2 工艺安全风险原则：分析比较工艺安全风险因子，选择工艺技术可靠、风险较低的施工工艺。

1.4.0.3 环保节能原则：以不破坏和少破坏环境为优先原则，考虑防尘和疏浚物合理利用等。

1.4.0.4 推广新工艺的应用原则：推动技术创新，严禁采用安全风险高的落后工艺。

1.4.0.5 功效原则：技术性与施工效益相统一。

2 通用工程

2.1 混凝土工程

2.1.1 工艺简述

2.1.1.1 根据航电枢纽工程混凝土结构具有多样性的特点，模板主要采用钢模板，局部采用木模板；大体积混凝土结构居多，入仓方式主要采用混凝土吊罐，皮带机施工；泵送混凝土也是常用工艺。

2.1.1.2 模板种类对比见表 2.1-1。

表 2.1-1 模板种类对比表

工艺	特点	适用条件
钢模板	1、部件强度高，组合刚度大，制作精度高，周转次数多； 2、模板整体性好，模板重量大，移动安装需起重机械吊运。 3、一次性成本高	适用于各种混凝土结构
木模板	1、加工简单，速度快； 2、易变形、损坏，周转次数少； 3、轻便易于拆除。	适用于各种小结构、异型、特殊部位的混凝土施工

2.1.1.3 混凝土入仓工艺对比见表 2.1-2。

表 2.1-2 混凝土入仓施工工艺对比表

工艺	特点	适用条件
混凝土吊罐	1、浇筑速度较慢； 2、低坍落度混凝土对防裂有益	适用于大体积低坍落度常态混凝土施工
皮带机浇筑	1、浇筑速度快； 2、浇筑受皮带机设备布置影响	适用于大体积干硬性混凝土施工
泵送混凝土浇筑	1、工效高、浇筑速度快； 2、水泥用量大，水化热高。	适用于大坍落度，流动性好的混凝土施工

2.1.1.4 本指南主要阐述“钢模板+混凝土吊罐浇筑”工艺。

2.1.2 前置要点

2.1.2.1 模板

- (1) 模板通过进场检验。
- (2) 放置模板的混凝土支撑面清理、找平。

(3) 弹线定位模板安装位置。

2.1.2.2 混凝土

(1) 仓位排水措施已完善。

(2) 仓位钢筋、模板、止水支撑体系、埋件复核。

(3) 混凝土原材料检验，配合比复核。

2.1.3 工艺实施流程

2.1.3.1 钢筋的工艺实施流程见图 2.1-1。

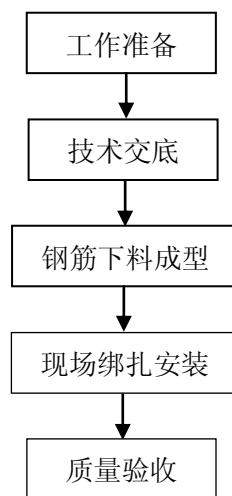


图 2.1-1 钢筋施工工艺流程图

2.1.3.2 模板工艺实施流程见图 2.1-2。

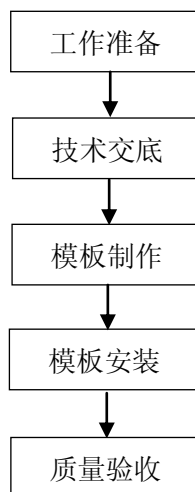


图 2.1-2 模施工工艺流程图

2.1.3.3 混凝土工艺实施流程见图 2.1-3。

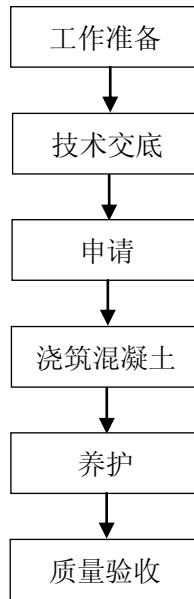


图 2.1-3 混凝土施工工艺流程图

2.1.4 工艺控制重点

2.1.4.1 钢筋

- (1) 机械连接钢筋丝头加工前采用砂轮机打磨。
- (2) 焊接接头钢筋弯折角度利用标尺进行检测。
- (3) 制作样架或者设置足够刚度的钢筋支撑体系，辅助钢筋安装。预埋锚筋支撑见图 2.1-4，样架支撑见图 2.1-5。



图 2.1-4 预埋锚筋支撑



图 2.1-5 样架支撑

(4) 斜向钢筋需加密布设支撑钢筋，通过设置定位板或其他方式，临时固定钢筋伸出的自由端。

(5) 宜采用钢筋骨架整体吊装。

2.1.4.2 模板

(1) 采用钢模板，外露面单块模板面积不小于 1m^2 。

(2) 模板与模板间、模板与埋件间接缝处必须处理，可采用贴双面胶带、刮灰、泡沫胶等方法，模板接缝处粘贴胶带见图 2.1-6。



图 2.1-6 模板接缝处粘贴胶带

(3) 永久外露面(含过流面)采用定位锥或接安螺栓。

(4) 通过贴双面胶与拧紧螺栓，保证模板底部与已浇筑混凝土面贴合紧密。

(5) 止水穿过模板时，在模板上增加止水定型围圈抵住铜止水 U 型槽，保护铜止水片，止水加固措施见图 2.1-7。

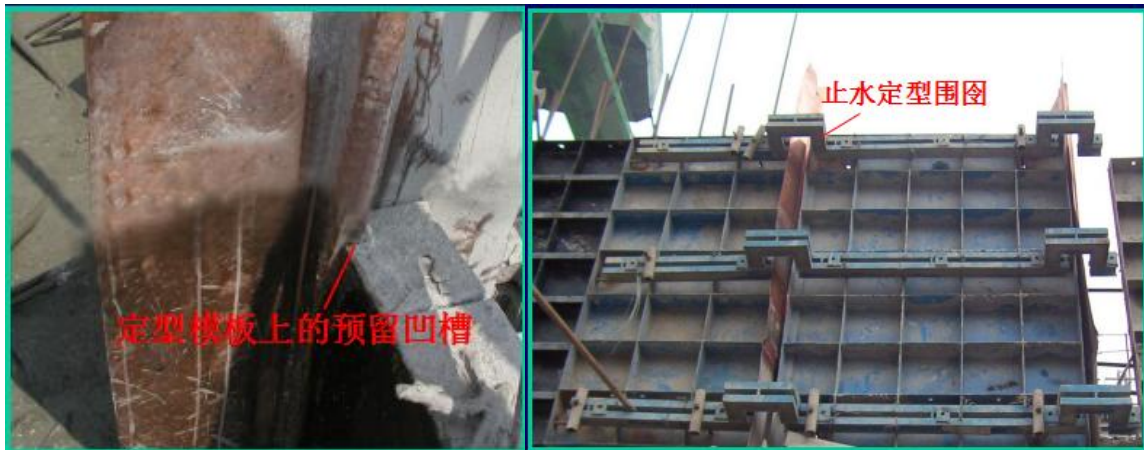


图 2.1-7 止水加固措施

2.1.4.3 混凝土

- (1) 大体积混凝土应进行配合比专项设计。
- (2) 自卸汽车运输过程中采取覆盖措施，遮阳防雨。
- (3) 在浇筑前，核查和记录灌浆管、止水片、金属结构安装埋件、监测仪器等，设置木盒加以保护。
- (4) 混凝土浇筑时对钢筋、模板、埋件铺设彩条布，减少污染，钢筋集中区域、止水采用人工辅助平仓。
- (5) 大面积混凝土设置刮平导轨控制面层标高、平整度与保护层厚度。
- (6) 大体积混凝土内部可埋设测温计与通水软管控制内外温差。
- (7) 二期混凝土预留槽宜采用收口网免拆除模板。
- (8) 高温季节表面进行洒水养护，曲面与垂直面挂设花管喷淋养护，低温季节表面进行覆盖保温养护。

2.2 基坑开挖

2.2.1 工艺简述

2.2.1.1 土石方开挖主要分为机械开挖与爆破开挖工艺对比见表 2.2-1。

表 2.2-1 开挖工艺对比表

工艺	特点	适用条件
机械开挖	1、岩层开挖速度较慢； 2、施工安全风险小； 3、利于对基岩建基面的保护。	适用于土方、软弱岩层开挖

爆破开挖	1、施工效率高； 2、安全风险性较大，影响周边区域。	适用于大型石方开挖与混凝土结构拆除
------	-------------------------------	-------------------

2.2.2 前置要点

- 2.2.2.1 基坑开挖方案、安全专项方案、应急预案通过审批。
- 2.2.2.2 施工现场基坑初期排水已完成，基坑排水系统已完善。
- 2.2.2.3 设置开挖警戒线与边坡沉降位移观测点。
- 2.2.2.4 抢险设备，应急物资到位。

2.2.3 工艺实施流程

2.2.3.1 机械开挖工艺流程见图 2.2-1。

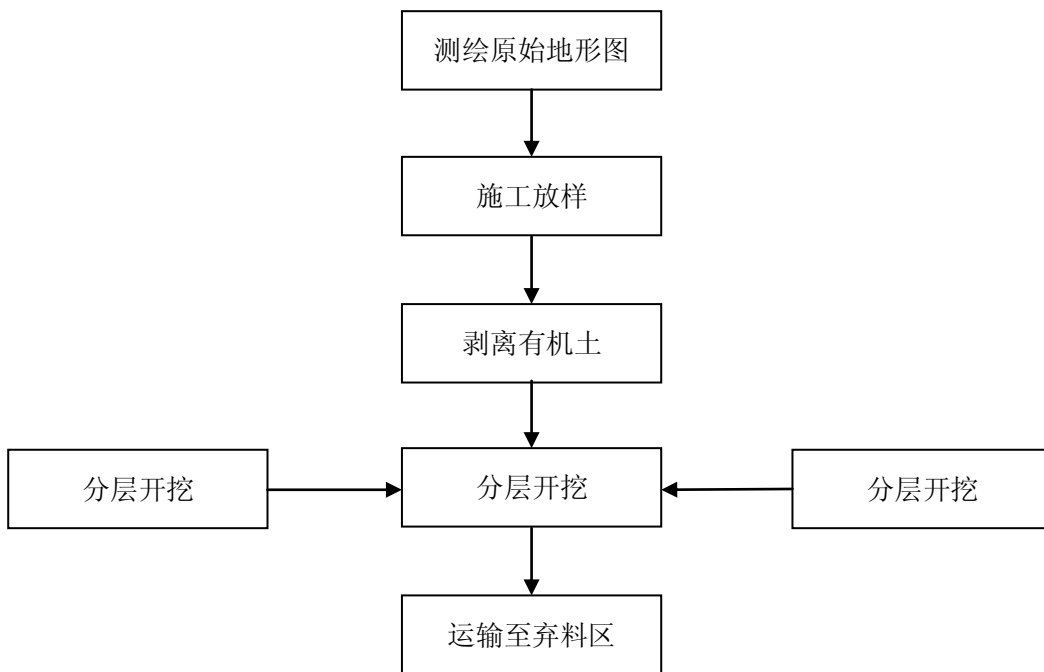


图 2.2-1 机械开挖施工流程图

2.2.3.2 爆破开挖工艺流程见图 2.2-2。

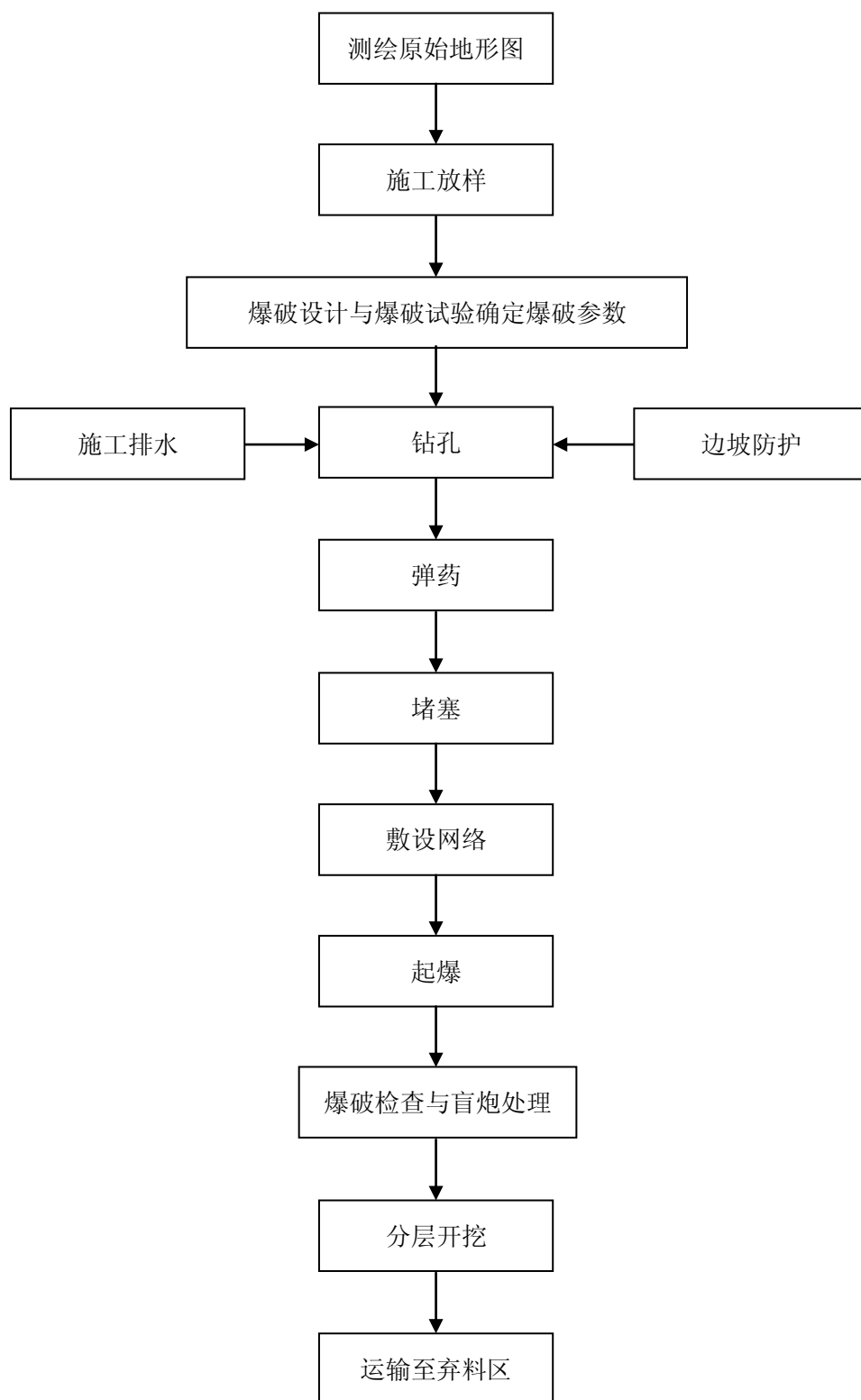


图 2.2-2 爆破施工流程图

2.2.4 工艺控制重点

2.2.4.1 通过测量放样，采用木桩设置开挖开口线、高程、坡度等标记。

2.2.4.2 分层开挖，分层修坡，边坡预留保护层，采用人工削坡整修至设计边坡面。

2.2.4.3 作业面上施工台阶略向外倾斜，以利施工部位排水。

2.2.4.4 基坑轮廓线、建基面、坡面应采用控制爆破。

2.2.4.5 起爆后，排除哑炮、对松散边坡进行清理。

2.2.4.6 装药前对孔位与孔斜进行复查。

2.2.4.7 对易风化、软化的建基面岩石，预留保护层不开挖，待基础混凝土浇筑前集中挖除，快速覆盖基础混凝土，或采取砂浆护面保护等措施。

2.3 边坡防护

2.3.1 工艺简述

2.3.1.1 航电枢纽工程边坡防护主要分为预制块护坡、模袋护坡、植被护坡、喷射混凝土护坡、挡土墙防护等。

2.3.1.2 本指南主要阐述混凝土预制块护坡。

2.3.2 前置要点

2.3.2.1 高边坡防护施工方案经过专家论证。

2.3.2.2 边坡清理验收、截排水施工完毕。

2.3.3 工艺实施流程

2.3.3.1 预制块护坡流程见图 2.3-1。

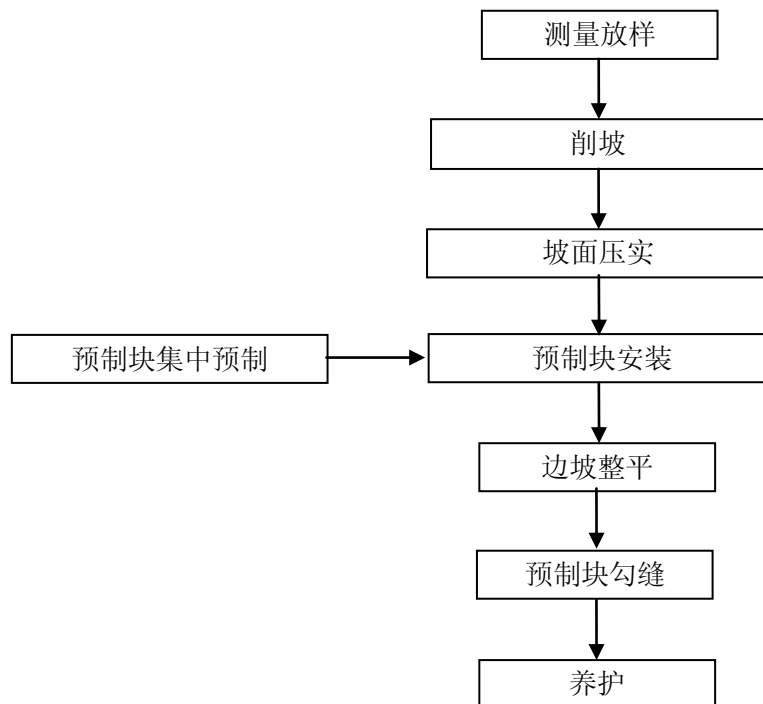


图 2.3-1 预制块护坡施工工艺流程图

2.3.4 工艺控制重点

2.3.4.1 布方格网对坝坡进行全面控制测量，设置钢筋样架控制铺填的高程及预制块的控制高程，确保坝坡坡面平整。

2.3.4.2 清除表面腐殖土等杂物后采用人工自上而下分段削坡，用平板振动器对坡面压实，人工辅助整平。

2.3.4.3 混凝土预制块集中预制，采用湿草袋覆盖养护，拆模后集中堆放。

2.3.4.4 预制块安砌顺序自下而上逐块进行，带线控制边坡坡度、线型、缝宽等。

2.4 大坝防渗

2.4.1 工艺简述

2.4.1.1 大坝防渗施工工艺有帷幕灌浆、高喷防渗墙、塑性混凝土防渗墙等。

2.4.1.2 本指南主要阐述帷幕灌浆与塑性混凝土防渗墙。

2.4.2 前置要点

2.4.2.1 通过试验段施工确定各项施工参数。

2.4.2.2 先导孔地质资料报批。

2.4.3 工艺实施流程

2.4.3.1 帷幕灌浆施工流程见图 2.4-1。

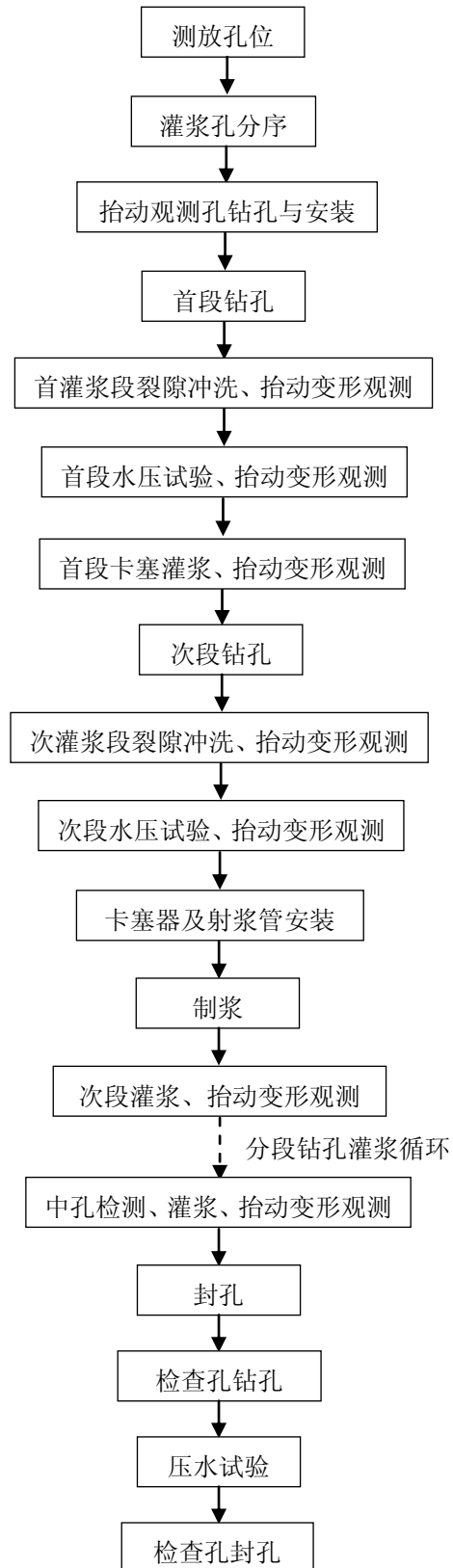


图 2.4-1 帷幕灌浆施工工艺流程图

2.4.3.2 防渗墙施工工艺流程见图 2.4-2。

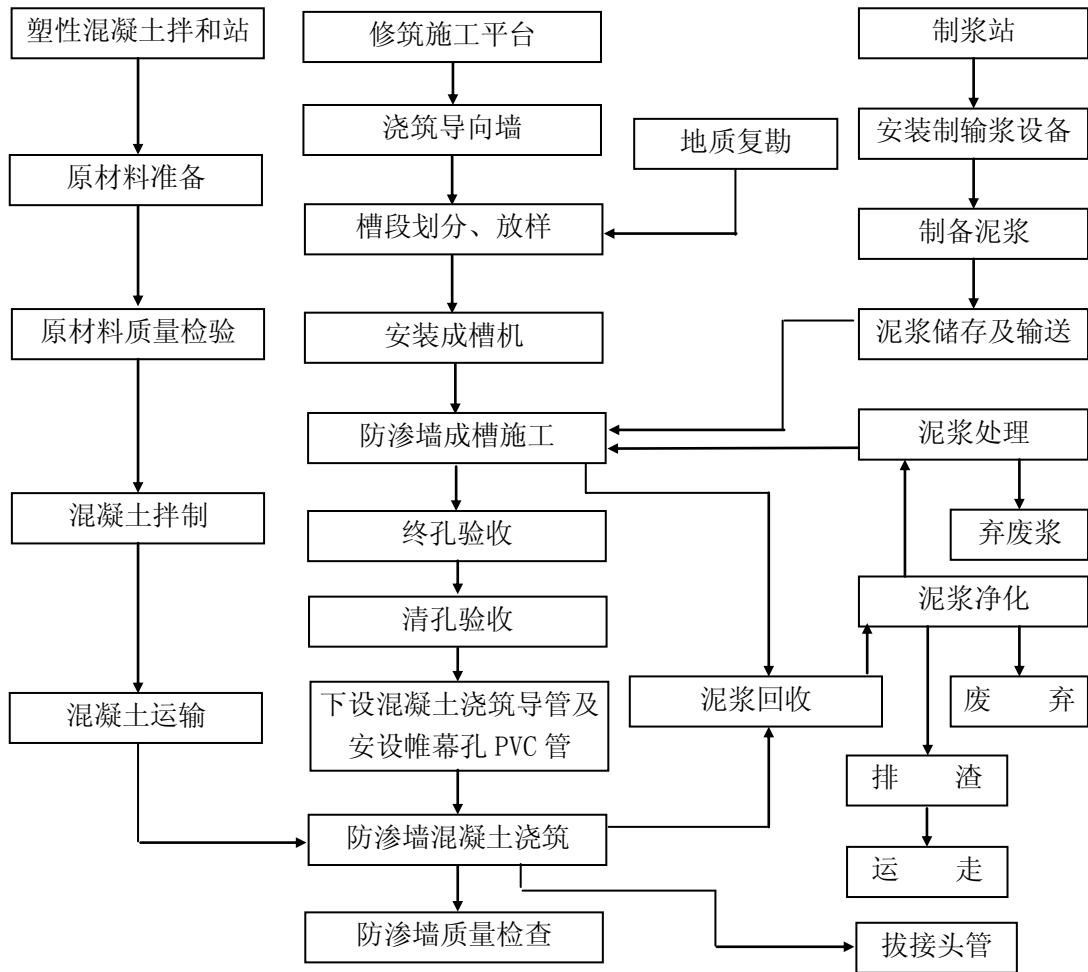


图 2.4-2 塑性混凝土防渗墙施工工艺流程图

2.4.4 工艺控制重点

2.4.4.1 帷幕灌浆施工

- (1) 帷幕灌浆先导孔应自上而下分段进行压水试验。
- (2) 压水检查孔采用岩芯钻机钻孔取芯，并按要求装箱、编录。
- (3) 帷幕灌浆建议采用自上而下分段法或孔口封闭灌浆法。
- (4) 混凝土和基岩接触部位的灌段应先行单独灌注并待凝。接触段在岩石中的长度不得大于 2m，以下灌浆段长度可采用 5m~6m，特殊情况下可适当缩短或加长，但不宜大于 8m。
- (5) 一个坝段内同时进行压水或灌浆的孔数不应多于 2 个。
- (6) 灌浆发生串浆，采用一泵灌一孔，同时灌注。
- (7) 灌浆中断后冲洗钻孔，若无法冲洗，则扫孔后复灌。

2.4.4.2 塑性混凝土防渗墙

- (1) 导向墙基础碾压密实。

(2) 成槽后按设计尺寸加工槽孔检测器，对成槽质量进行检测验收。

(3) 根据槽段深度，预埋灌浆管的下设采用双管或三管埋设的方法，尽量消除因管体自身的垂直度及混凝土浇筑时冲击力的作用，对管体定位的影响。

(4) 根据槽长调整钢筋保持架的长度。确保相邻的灌浆管间距为 2.0m。并随时注意调整一期槽孔与二期槽孔端头部位相邻两灌浆管的间距为 2.0m。

(5) 密切关注成槽过程中的地层变化，地层较为疏松时应控制挖槽速度，采取“反复式”回填堵漏材料、重凿挤密的方法来事先预防塌孔。

(6) 成槽施工时，保持槽内泥浆面的适当高度，及时补充泥浆以保持孔口稳定。

(7) 在防渗墙造孔成槽过程中，遇到孤石、大块混凝土及砖块、木头等，采用正常成槽手段难以快速成槽时，在考虑孔壁安全的前提下，可用重锤法、爆破法或其他方法处理。

(8) 如造孔成槽过程中出现塌孔、大坝裂缝现象，及时处理，对固壁泥浆配比及造孔手段进行调整，确保孔壁稳定，对施工过程中产生的裂缝，应采取加固措施进行处理。

(9) 槽段连接在清孔时用钢丝刷钻头反复进行刷洗。

2.5 基础处理

2.5.1 工艺简述

2.5.1.1 航电枢纽工程基础处理主要是对岩基的加固，主要工艺有固结灌浆、混凝土锚杆等。

2.5.1.2 本指南主要阐述基岩固结灌浆。

2.5.2 前置要点

2.5.2.1 通过试验段施工确定各项施工参数。

2.5.2.2 先导孔地质资料报批。

2.5.3 工艺实施流程

2.5.3.1 固结灌浆工艺流程见图 2.5-1。

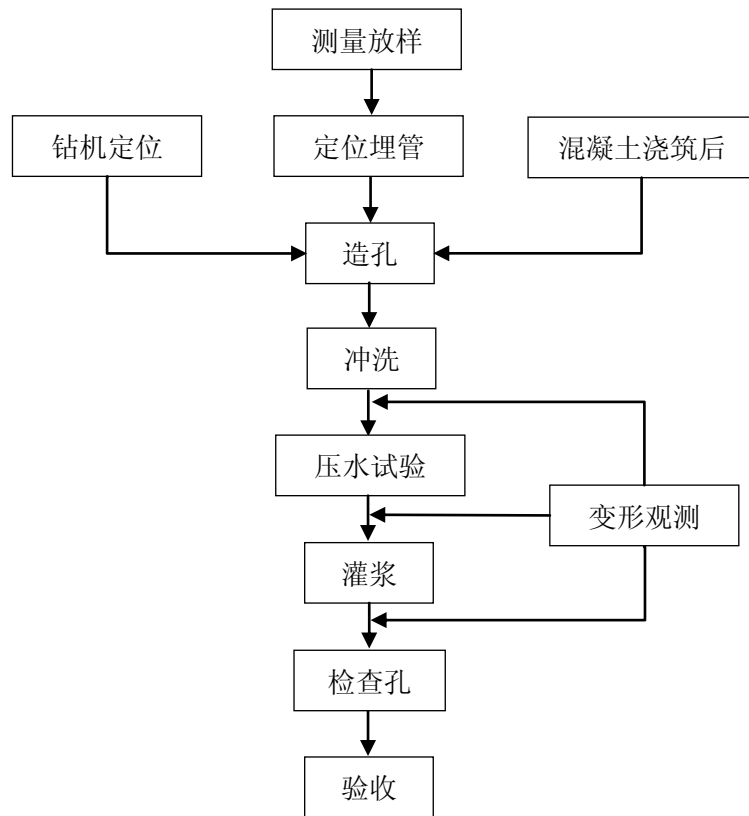


图 2.5-1 固结灌浆工艺流程图

2.5.4 工艺控制重点

2.5.4.1 采用预埋管布置灌浆孔，减少对钢筋的破坏。

2.5.4.2 固结灌浆压力通过灌浆试验确定。在不抬动基础岩体和盖重混凝土的原则下，固结灌浆压力宜尽量提高；有混凝土盖重时，可采用 0.4~0.7MPa。但在地质条件差或遇软弱岩石地区，则适当降低灌浆压力。

2.5.4.3 灌浆结束封孔前应用压力水或压缩空气将孔内积水和污物吹洗干净。封孔采用“导管注浆封孔法”或“全孔灌浆封孔法”。

2.5.4.4 基岩表面冒浆严重而影响灌浆质量时，该部位可采用混凝土盖板灌浆法。

2.5.4.5 灌浆施工以一台灌浆机灌一个孔为宜。必要时，可以考虑将 2 个吸浆量小的灌浆孔并联灌浆，严禁串连灌浆。

2.5.4.6 钻孔深度大于 6m 时，宜采用分段灌浆。

2.5.4.7 施工区域内应设置抬动观测装置，控制灌浆压力，避免因灌浆压力过大而引起的抬动值超标。

2.5.4.8 在进行灌浆施工的地段 30m 范围内，尽量不进行爆破工作。若必须爆破，应控制爆破质点振动速度小于等于 3cm/s。

2.5.4.9 固结灌浆检查除采用压水试验外，还可通过岩体波速和静弹性模量测试。

2.6 钻孔灌注桩

2.6.1 工艺简述

2.6.1.1 钻孔灌注桩按照成孔方式主要分为旋挖钻、回旋钻、冲击钻三种工艺。

2.6.1.2 钻孔灌注桩施工工艺对比见表 2.6-1。

表 2.6-1 钻孔灌注桩施工工艺对比表

工艺名称	特点	适用条件
旋挖钻成孔	1、施工速度快，成孔质量好； 2、操作灵活，适应性强； 3、安全性高，污染少。	适用于各类土层及中等硬度岩层
回旋钻成孔	1、成孔速度较慢，成孔质量可靠； 2、施工无噪音、无震动，泥浆排放量较大。	适用于各种地质条件，各种孔径和深度
冲击钻成孔	1、对于复杂地质即卵石层、岩层施工速度快、效率高； 2、成孔充盈系数大，施工振动大。	适用于卵石、漂石、块石、基岩等复杂地质条件

2.6.1.3 本指南主要阐述冲击钻成孔工艺。

2.6.2 前置要点

2.6.2.1 在制浆池、沉淀池、循环池设置防护栏杆，挂设安全警示标识。

2.6.2.2 每根桩设置十字桩检验桩中心位置。

2.6.2.3 明确废水排放要求，泥浆处理方法与弃放地点得到批准。

2.6.2.4 对每台钻机进行编号，悬挂操作规程、质量安全责任牌、施工工艺参数牌，配备泥浆检测仪器、渣样盒（袋）等。

2.6.2.5 检孔器通过验收。

2.6.3 工艺实施流程

2.6.3.1 钻孔灌注桩施工工艺流程见图 2.6-1。

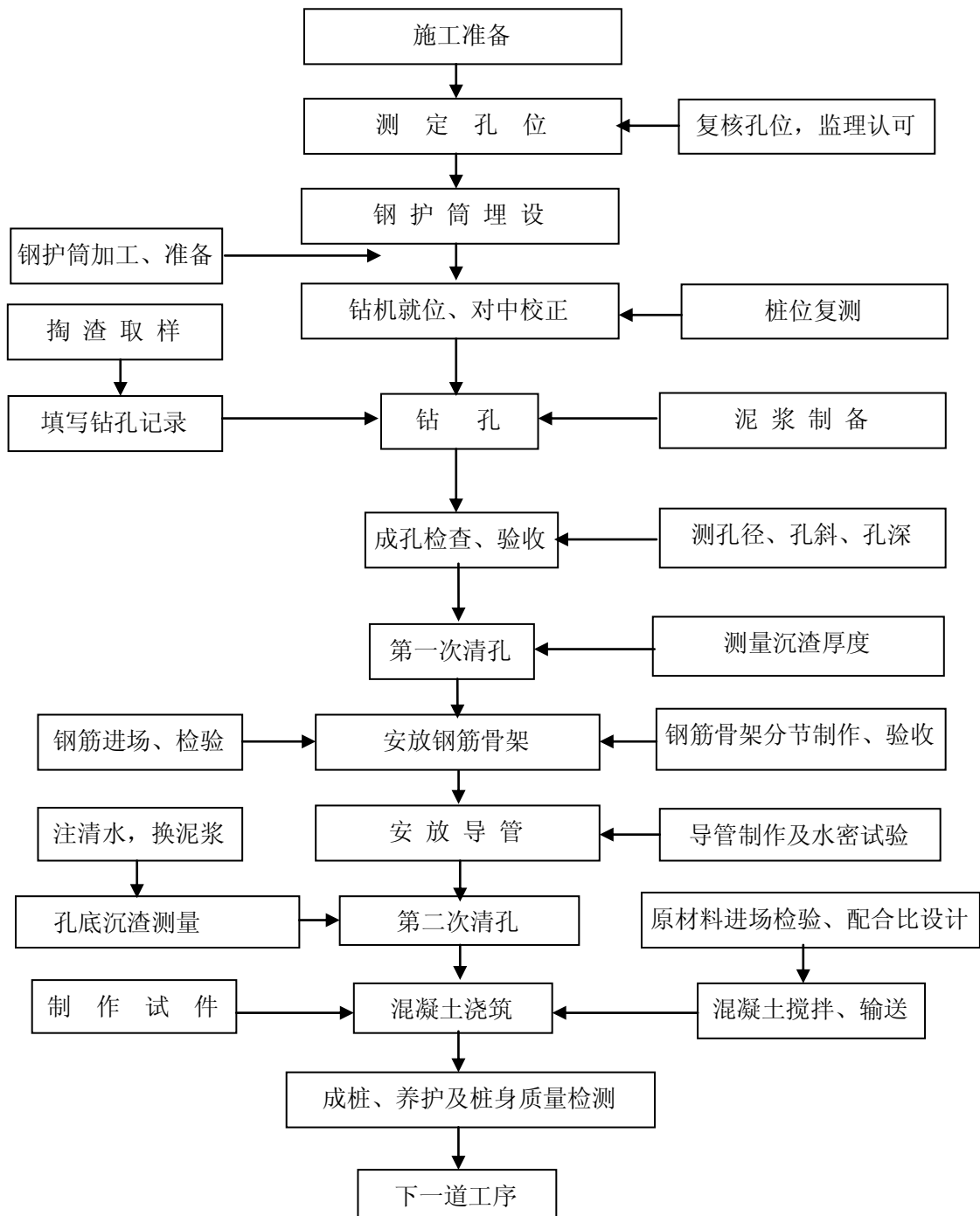


图 2.6-1 桩基施工工艺流程图

2.6.4 工艺控制重点

2.6.4.1 钻孔

(1) 钢护筒采用厚度不小于 5mm 的钢板制作，长度不应小于 2.0 m（根据地质情况可适当加长），护筒埋设见图 2.6-2。



图 2.6-2 护筒埋设

(2) 每进尺 2m 或地质变化时须抽取渣样，随钻机及时填写钻孔原始记录表，每个班主管技术人员与监理共同确认，放在现场随时检查。

2.6.4.2 钢筋笼制安

(1) 钢筋笼在钢筋加工厂集中加工。

(2) 钢筋笼宜采取长线法在定型支架台座上制作，长线法制作钢筋笼见图 2.6-3。



图 2.6-3 长线法制作钢筋笼

(3) 分节钢筋笼采用机械连接，分节机械连接见图 2.6-4。



图 2.6-4 分节机械连接

(4) 声测管加盖保护，安装后应在管内灌注清水。

2.6.4.3 水下混凝土

(1) 水下混凝土浇筑前必须进行导管气密性试验，导管气密性试验见图 2.6-5。

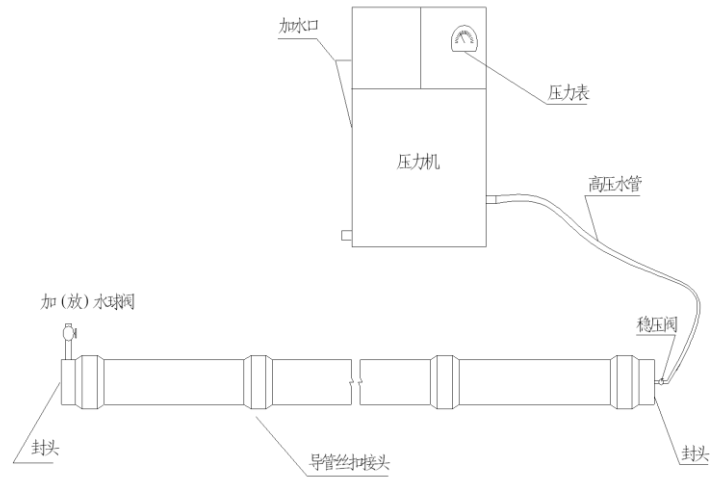


图2.6-5 导管气密性试验

(2) 首封混凝土必须保证导管理深大于 1m；应逐车现场检查混凝土坍落度。

(3) 实时检查混凝土浇筑高度和埋管深度，拔管前必须复核埋管深度。

3 围堰

3.1 围堰填筑

3.1.1 工艺简述

3.1.1.1 航电枢纽工程为满足通航要求,采用分期导流的方式,导流建筑物施工时段分为枯水期与汛期施工,围堰主要采用混凝土围堰与土石围堰。

3.1.1.2 本指南主要阐述土石围堰施工工艺。

3.1.2 前置要点

3.1.2.1 搜集整理河流的水文特性和工程地点的气象、地形、地质、水情、雨情等基本资料,选择适当的时机开始围堰进占。

3.1.2.2 施工导流方案通过审批。

3.1.2.3 通过防渗墙试验段确定相关参数。

3.1.3 工艺实施流程

航电枢纽工程围堰采用土石结构围堰,河床透水性覆盖层及以下防渗体采用高喷防渗墙,覆盖层以上防渗体采用黏土芯墙。围堰施工流程见图 3.1-1。

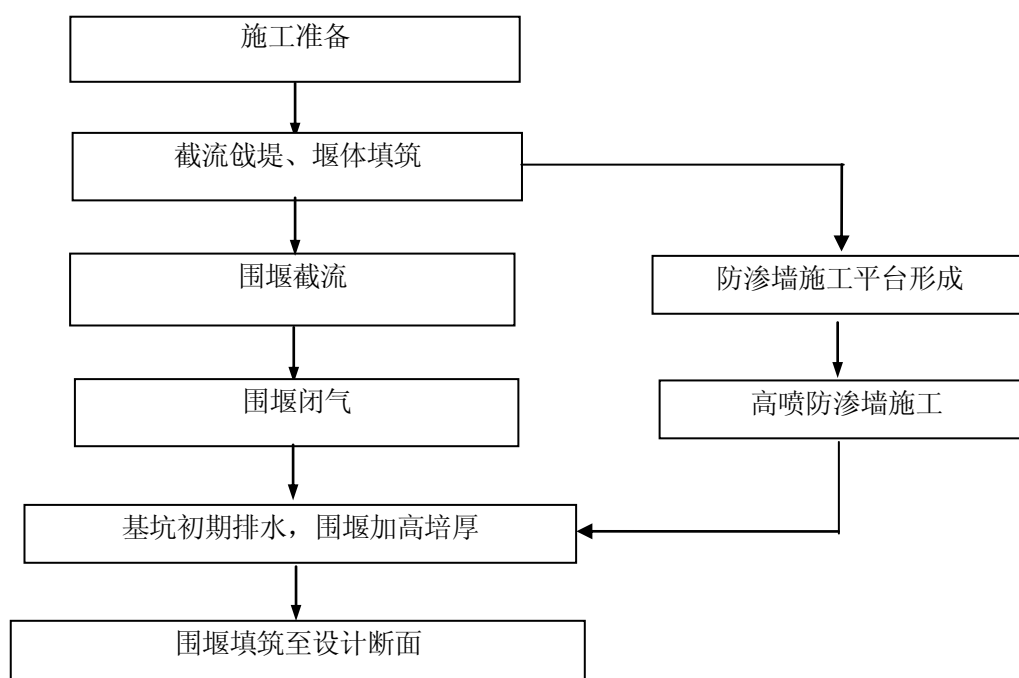


图 3.1-1 土石围堰施工程序图

3.1.4 工艺控制重点

3.1.4.1 土石戗堤从岸坡降坡至枯水围堰高程,利用岸坡开挖降坡填筑至堰顶高程,

以便充分调配土石料，也便于岸坡连接段的防渗墙施工，戗堤填筑分上下游两个工作面。

3.1.4.2 戗堤进占时，土石料在围堰戗堤上游侧填筑，减少石渣对防渗轴线的干扰。

3.1.4.3 防渗墙通常采用高压旋喷防渗墙施工工艺，提前对河床底部进行勘测，减少河床块石的影响，高喷灌浆试验中发现塌孔、卡钻、埋管严重时改为塑性混凝土防渗墙施工，高压旋喷灌浆防渗墙见图3.1-2；塑性混凝土防渗墙见图3.1-3。



图 3.1-2 高压旋喷灌浆防渗墙



图 3.1-3 塑性混凝土防渗墙

3.1.4.4 高压旋喷成墙重点控制钻孔质量（孔斜、孔深）灌浆压力、提速控制、返浆情况监测，塑性混凝土防渗墙重点控制导墙施工、清孔质量、槽孔开挖、灌注质量。

3.1.4.5 基坑排水后根据布置的排水沟查找集中渗漏点，对围堰区段进行修补，防渗墙加固喷孔，滤水压浸台法处理围堰管涌。

3.1.4.6 防渗墙顶端出露至少100cm，便于与粘土芯墙结合，严格控制填料压实度。黏土芯墙分层碾压见图3.1-4。



图3.1-4 黏土芯墙分层碾压

3.1.4.7 对围堰迎水面、围堰裹头进行块石防护，背水面及堰顶采用石渣、土工布等护坡；过流围堰对围堰背水面进行模袋混凝土进行防护，运行期间对基坑排水系统采用混凝土硬化防护。

3.1.4.8 通过观测堰体表面的变化对块石压脚进行检查。

3.1.4.9 龙口部位用大块石护底，预留龙口端头块石防护，通过预制混凝土四面体在流速和水位落差较大的情况下抛填，确保截流成功，纵向围堰截流见图 3.1-5；横向围堰截流见图 3.1-6。

3.1.4.10 横向围堰上下游围堰戗堤错时段合龙，以改变和撇开河道水流。纵向围堰利用拐角处裹头分别进行纵向围堰的进占，直至合龙。



图 3.1-5 纵向围堰截流

图 3.1-6 横向围堰截流

3.1.4.11 初期排水时下降速度必须控制在允许范围内，一般控制基坑水位下降速度 0.7~1.0m/d。

3.1.4.12 潜水泵固定在浮筒搭设的抽水平台上，随着水位下降而自动降低，避免水泵在抽排水过程中多次移动，影响抽排水效率或者增加不必要的抽水设备。

3.1.4.13 抽水过程中需要注意监测围堰边坡，排水完毕后，视围堰背水面浸润线高度，采用块石棱体防护。

3.1.4.14 围堰施工及运行期间，进行围堰变位观测、上下游水位观测、渗水量观测，并查看堰体表面其他变化。

3.1.4.15 制定度汛方案和防汛应急预案。

3.2 围堰拆除

3.2.1 工艺简述

3.2.1.1 根据围堰结构布置、拆除各项要求，围堰拆除通常采取干地分层开挖拆除和运输，必要时采用船舶水下开挖清渣，土石方围堰拆除一般采用控制爆破法拆除与挖掘机挖除。

3.2.1.2 围堰拆除工艺对比见表 3.2-1。

表 3.2-1 围堰拆除工艺对比表

工艺	特点	适用条件
机械开挖	施工安全风险小	适用于围堰水上结构拆除
爆破拆除	安全风险性较大，影响周边区域	适用混凝土围堰拆除、防渗墙拆除

3.2.1.3 本指南主要阐述爆破拆除法。

3.2.2 前置要点

3.2.2.1 围堰内建筑物阶段验收已完成。

3.2.2.2 围堰拆除方案已获得批准，爆破手续准备完毕。

3.2.3 工艺实施流程

3.2.3.1 围堰拆除施工流程见图 3.2-1。

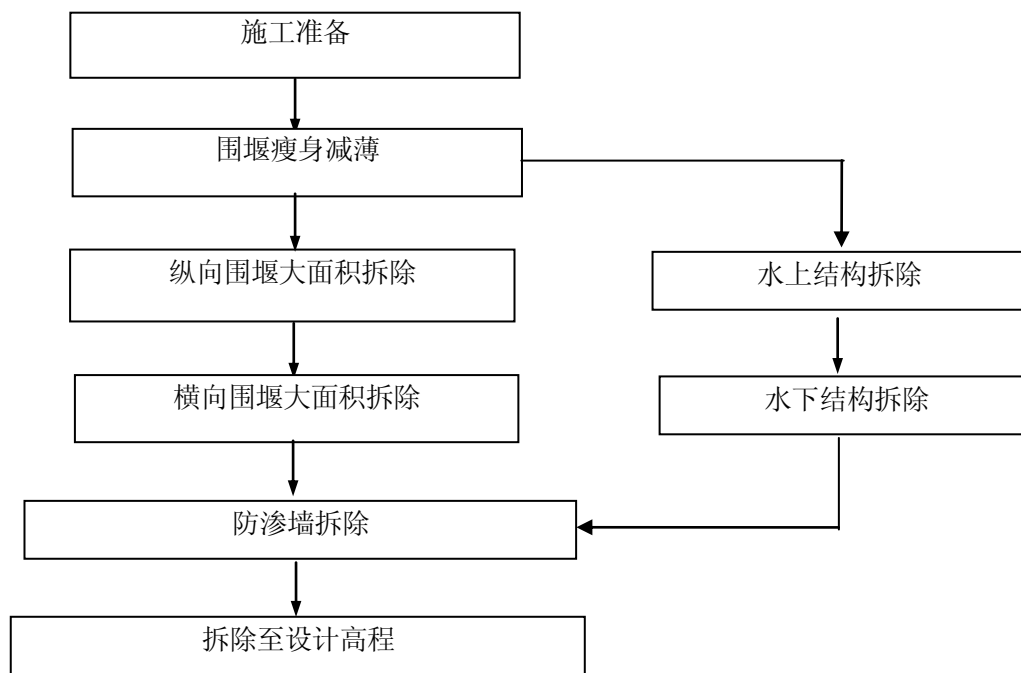


图 3.2-1 围堰拆除施工流程图

3.2.4 工艺控制重点

3.2.4.1 混凝土纵向围堰采用控制爆破法一次性爆破拆除。

3.2.4.2 在与闸墩结合处布置预裂孔和缓冲孔，预裂孔一次性爆破到位，缓冲孔采用不耦合间隔装药、非电毫秒雷管起爆。

3.2.4.3 采用草袋装砂、竹笆、土袋等覆盖在爆破体上对飞石进行防护，防止爆破物飞散，并减弱或消除冲击波的危害。

3.2.4.4 开挖过程中随时掌握水情预报，通过闸门调节，将库区水位维持在通航最

低水位，最大限度进行水上开挖。

3.2.4.5 当预报上游水位不超过通航最低水位时，基坑不充水，进行防渗墙背水侧拆除，从混凝土纵向围堰倒退拆除。

3.2.4.6 水下部分采用挖泥船开挖。

4 泄水闸

4.1 消力池

4.1.1 工艺简述

4.1.1.1 按混凝土入仓方式主要分为混凝土吊罐、皮带机和泵送混凝土。消力池底板为大体积混凝土施工,采用低坍落度混凝土有益于混凝土防裂。

4.1.1.2 混凝土入仓工艺对比见表 4.1-1。

表 4.1-1 混凝土入仓施工工艺对比表

工艺	特点	适用条件
混凝土吊罐	1、浇筑速度较慢; 2、低水化热,有利于防裂。	现场布设垂直入仓设备
皮带机浇筑	1、浇筑速度较快,但布料不够灵活; 2、设备布置和移动受场地限制。	大仓面、大体积混凝土施工
泵送混凝土	1、混凝土工作性能好,浇筑速度快; 2、混凝土水化热高,不利于温控; 3、施工成本较高。	适用于大坍落度,流动性好的混凝土

4.1.1.3 本指南主要阐述混凝土吊罐浇筑工艺。

4.1.2 前置要点

4.1.2.1 基坑排水系统完善。

4.1.2.2 建基面清理、地基换填处理和混凝土垫层覆盖通过联合验收。

4.1.3 工艺实施流程

4.1.3.1 消力池混凝土施工流程见图 4.1-1。

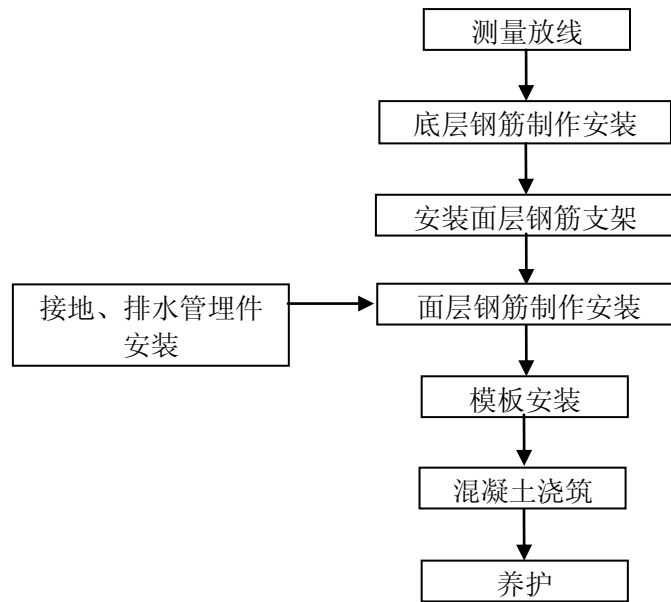


图 4.1-1 消力池混凝土施工流程

4.1.4 工艺控制重点

4.1.4.1 利用预埋锚筋设置底层及面层钢筋网支撑骨架。预埋锚筋支撑见图 4.1-2。



图 4.1-2 预埋锚筋支撑

4.1.4.2 利用定位架定位纵横向钢筋。

4.1.4.3 通过混凝土垫层浇筑时预埋的锚筋固定模板底部，内侧和外侧均须设置拉杆，防止模板产生变形和位移。

4.1.4.4 模板拼缝设双面胶带防止漏浆。

4.1.4.5 设置架立钢筋固定预埋排水管与消力墩预埋钢板等各种埋件。

4.1.4.6 采用钢筋导轨控制混凝土面层标高、平整度及保护层厚度。

4.1.4.7 混凝土浇筑完成后，采用土工布及时覆盖保温保湿养生。

4.2 底板

4.2.1 工艺简述

4.2.1.1 底板大体积混凝土施工工艺同消力池，宜采用吊罐浇筑。

4.2.2 前置要点

4.2.2.1 基坑排水系统完善。

4.2.2.2 建基面清理、地基换填处理和混凝土垫层覆盖通过联合验收。

4.2.3 工艺实施流程

4.2.3.1 底板混凝土施工流程见图 4.2-1。

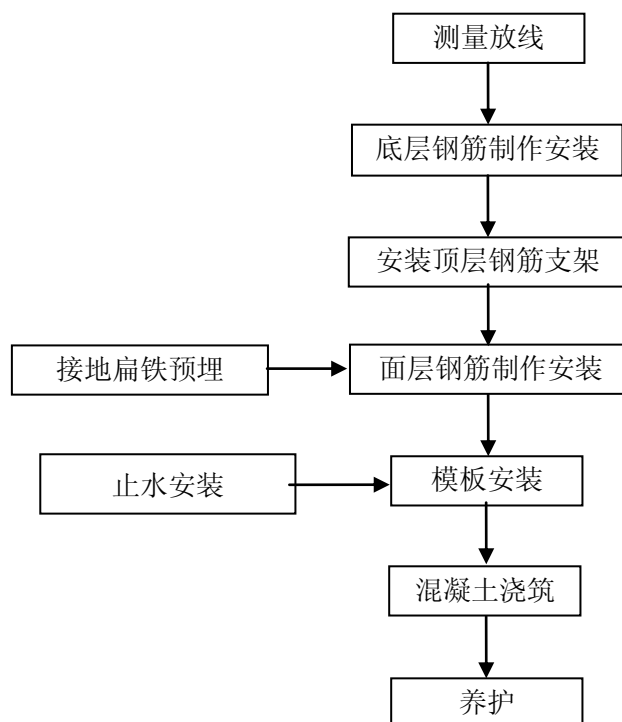


图 4.2-1 底板混凝土施工流程

4.2.4 工艺控制重点

4.2.4.1 利用预埋锚筋作为底层与面层钢筋支撑骨架。预埋锚筋支撑见图 4.2-2。



图 4.2-2 预埋锚筋支撑

4.2.4.2 采用定位架，准确定位主筋、分布筋。

4.2.4.3 设置钢筋支撑骨架固定闸墩预埋钢筋。

4.2.4.4 通过预埋锚固件加固模板，钢拉条不弯曲，以防倾覆。拼缝处采用双面胶带连接。

4.2.4.5 在浇筑前，应核查和记录止水片、金属结构安装埋件、监测仪器等，并加以保护。

4.2.4.6 在模板上预留凹槽抵住铜止水U型槽，保护竖直铜止水片。采用定位件保证水平铜止水片的位置。

4.2.4.7 混凝土浇筑时铺设彩条布，减少混凝土的污染，钢筋集中区域、止水周边部位采用人工辅助浇筑。

4.2.4.8 溢流面坡面通过测量坡顶坡脚标高，设置标高线，坡面混凝土浇筑成台阶状（溢流面免顶模施工工艺见图 4.2-3），在各分级台阶端部预先浇筑与溢流面混凝土同标号的防坠坎（图示中 3），在溢流面上部设置样架网格（图示中 2、4、5），控制溢流面坡度，并配置抹面机进行混凝土收光。混凝土抹面机进行溢流面收光见图 4.2-4。

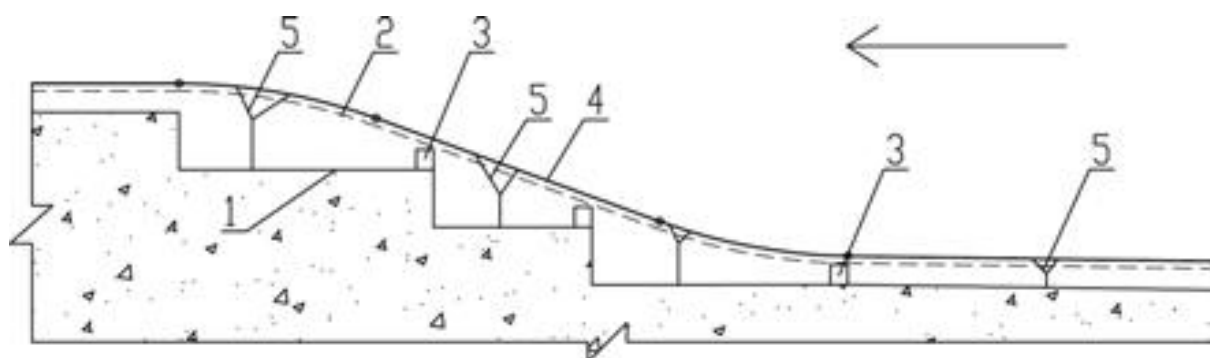


图 4.2-3 溢流面免顶模施工工艺图



图 4.2-4 混凝土抹面机进行溢流面收光

4.2.4.9 底板底坎二期混凝土预留槽可采用收口网免拆除模板，底坎预留槽采用收

口网免拆除模板见图 4.2-5。



图 4.2-5 底坎预留槽采用收口网免拆除模板

4.2.4.10 混凝土养生在高温季节采用表面洒水养护,低温季节表面进行覆盖保温养护,采用土工布进行覆盖养生见图 4.2-6。



图 4.2-6 采用土工布进行覆盖养生

4.3 闸墩

4.3.1 工艺简述

4.3.1.1 闸墩施工按模板形式分为悬臂爬升模法和翻模法。

4.3.1.2 闸墩模板工艺对比见表 4.3-1。

表 4.3-1 闸墩模板工艺对比表

工艺名称	特点	适用条件
悬臂爬升模法	模板刚度大,单块面积大,拼缝少,锥形螺母固定,不用对拉螺栓,安装便捷,施工效率高	各种类型闸墩
翻模法	模板重量较轻,刚度较小,由下层模板对接固定并支撑,拉杆分层加固施工成本较低	各种类型闸墩

4.3.1.3 闸墩混凝土浇筑工艺一般采用吊罐法和泵送法，混凝土入仓工艺对比见表 4.3-2。

表 4.3-2 混凝土入仓工艺对比表

工艺名称	特点	适用条件
泵送法	工效高、浇筑速度快，混凝土工作性能要求高，不利于混凝土防裂，施工成本较高	大坍落度混凝土，适用大型垂直运输设备难以布置，施工周期短的项目
吊罐法	有利于混凝土防裂，设备投入多，振捣等施工工艺要求高	道路场地应满足混凝土运输和浇筑条件，适合低坍落度混凝土

4.3.1.4 本指南所述为“悬臂爬升模法+泵送浇筑法”的闸墩施工工艺。

4.3.2 前置要点

4.3.2.1 测量放样检查并校正底板上的闸墩预埋钢筋，对弧形闸门槽的加强钢筋搭设辅助支架，保证位置准确。

4.3.2.2 对溢流面上用于闸墩模板支承的部位进行整平及高程复查，设置橡胶垫防止底部漏浆。

4.3.3 工艺实施流程

4.3.3.1 泄水闸闸墩施工工艺流程见图 4.3-1。

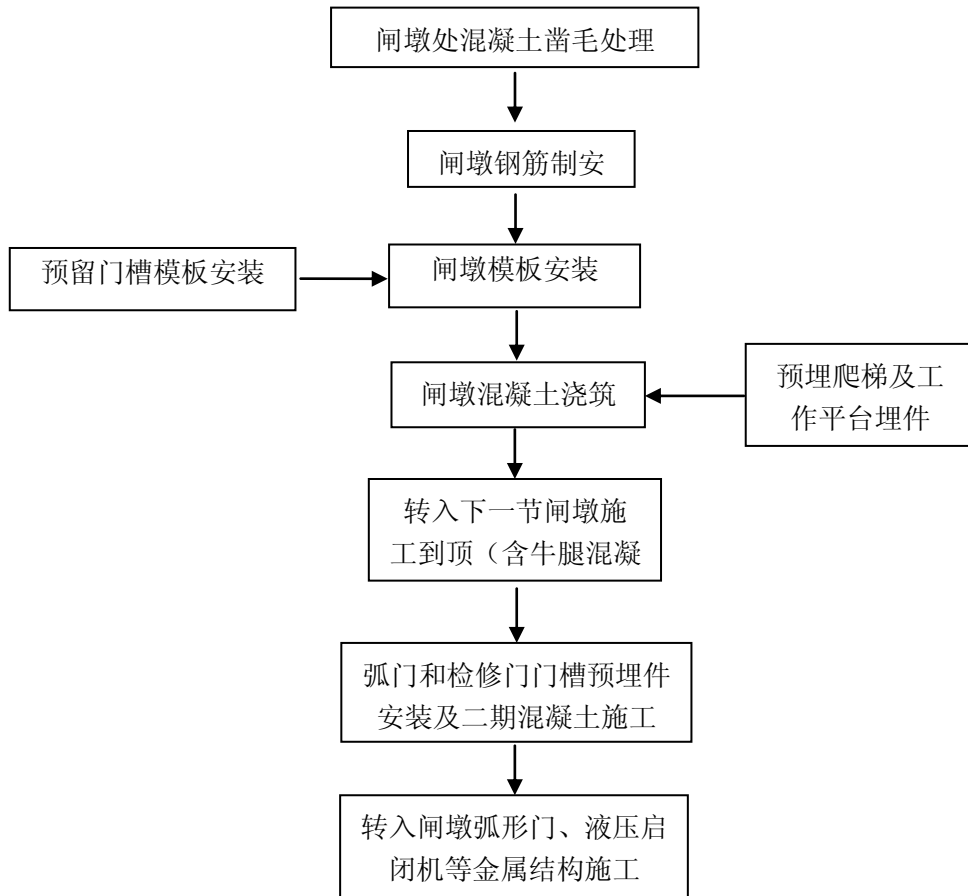


图 4.3-1 泄水闸闸墩施工工艺流程图

4.3.4 工艺控制重点

4.3.4.1 模板

(1) 按确定的混凝土分层浇筑高度进行模板专项设计，施工方案通过审批。闸墩分层见图 4.3-2，闸墩模板实例见图 4.3-3。

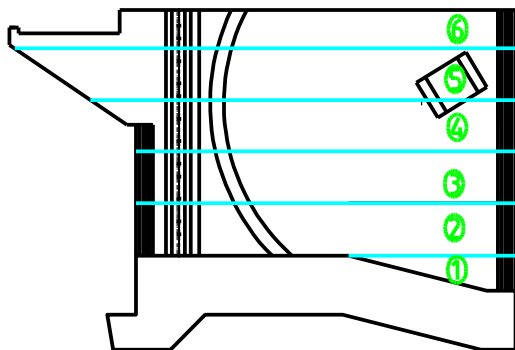


图 4.3-2 闸墩分层图



图 4.3-3 闸墩模板实例

(2) 闸墩混凝土浇筑大型悬臂承重结构采用前拉后锚式模板支撑系统方案，须通

过专家论证。混凝土浇筑不得超过设计分层厚度，且在浇筑过程中必须进行模板变形观测。大型拉锚式模板支撑系统见图 4.3-4。



图 4.3-4 大型拉锚式模板支撑系统

(3) 闸墩左右侧弧形门支铰座凸出的现浇承重结构，宜采用预埋型钢作为模板支撑。

(4) 弧形门槽、检修门槽、支铰座二期混凝土预留结合面等部位宜采用收口网免拆除模板工艺，并加工定型钢架与收口网绑扎牢固。钢架采用螺栓与相邻模板连接固定，并与模板面板贴合紧密，收口网绑扎及骨架见图 4.3-5。



图 4.3-5 收口网绑扎及骨架

(5) 模板加工完成后，在厂内进行外侧防腐，预拼装编号，并经验收合格后，成套交付使用。

(6) 悬臂模板安装完成后，必须逐个检查底部锥形螺母的紧固程度，并在钢桁架顶部设置精轧螺纹钢锁口。

(7) 应在模板背后设上、下两层操作平台，并安装防护栏杆和安全防护网。

(8) 大型悬臂结构模板拆除应编制专项方案审批后实施。

4.3.4.2 钢筋

(1) 闸墩竖向钢筋采用机械连接，水平钢筋及弧形门加强钢筋采用焊接工艺。机械连接钢筋采用砂轮机切割，并在丝头加工前对端头进行打磨。

(2) 钢筋绑扎应搭设辅助支架，闸墩两侧钢筋网之间应设置水平支撑，在模板顶部加设型钢，固定墩身钢筋，形成稳定骨架，保证钢筋位置及保护层厚度准确。

(3) 二期混凝土预埋插筋通过收口网免拆除模板的支撑骨架固定。

4.3.4.3 混凝土

(1) 大体积混凝土通过结构建模进行混凝土温度计算，制定混凝土温控方案。闸墩混凝土内部温度场分布见图 4.3-6，模型网格剖分图见图 4.3-7。

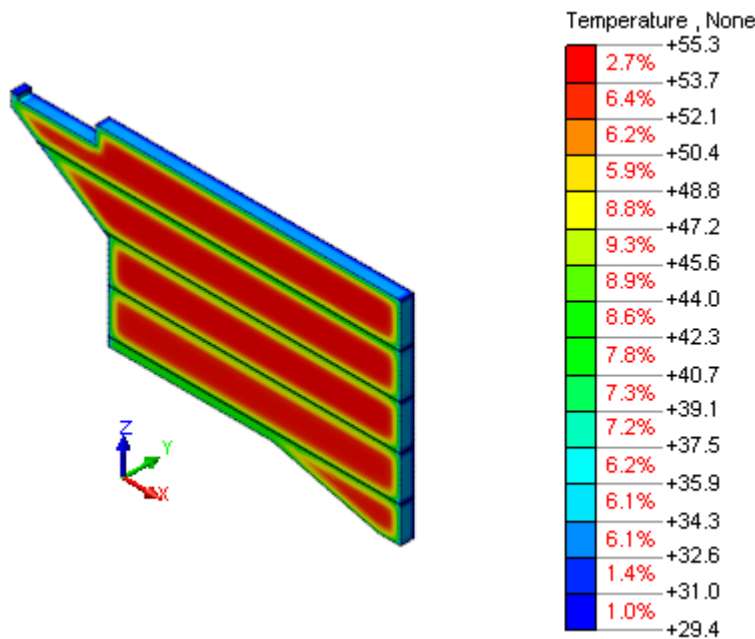


图 4.3-6 闸墩混凝土内部温度场分布图（单位：°C）

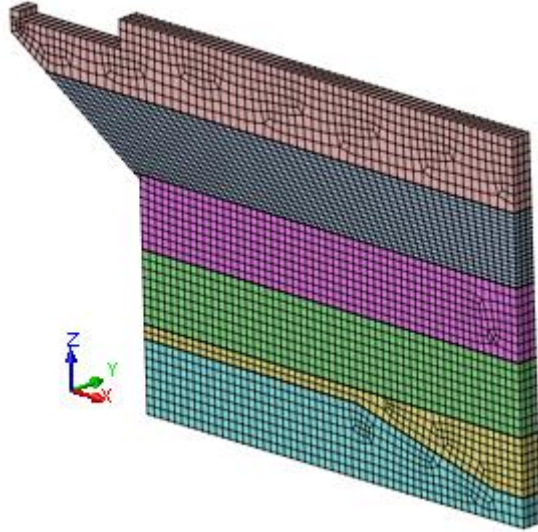


图 4.3-7 泄水闸闸墩 1/2 网格剖分图（附带垫层约束）

(2) 混凝土浇筑前，应核查埋件、止水、监测仪器等，并采取有效的保护措施进行防护、加固。

(3) 每层混凝土浇筑完成后应在顶面采用预埋木盒预留榫式凹槽或凸槽，利于分层施工缝之间的连接。榫式凸槽见图 4.3-8。



图 4.3-8 榫式凸槽实例

(4) 门槽、支铰座二期混凝土宜采用比设计高出一个强度等级的混凝土。

(5) 闸墩与底板连接段按大体积混凝土强约束区考虑，在混凝土浇筑时，应埋设内部温度测量监控装置。

(6) 混凝土表面均采用土工布覆盖，顶部滴灌法保湿养生。

(7) 每个闸墩至少设 2 部旋转式或“之”字形安全爬梯，爬梯底部在底板上预埋铁件焊接，沿高度方向与闸墩采用附着式焊接固定，附着点间距不得大于 3m。“之”字形爬梯见图 4.3-9。



图 4.3-9 “之”字形爬梯实例

4.4 分水墙工程

4.4.1 墩身

4.4.1.1 工艺简述

(1) 模板工艺

模板工艺分为翻模法、一次性整体浇筑模板。

模板施工工艺对比见表 4.4-1。

表 4.4-1 模板施工工艺对比表

工艺名称	特点	适用条件
翻模法	施工工期长，施工缝较多	墩身高度较大
一次性整体浇筑	模板一次成型，结构浇筑一模到顶，无施工缝	墩身高度一般小于 15m

(2) 混凝土工艺

混凝土工艺分为吊罐法和泵送法工艺对比见表 4.4-2。

表 4.4-2 混凝土施工工艺对比表

工艺名称	特点	适用条件
泵送法	工效高、浇筑速度快，混凝土工作性能要求高，不利于混凝土防裂，施工成本较高	大坍落度混凝土，适用大型垂直运输设备难以布置，施工周期短的项目
吊罐法	有利于混凝土防裂，设备投入多，振捣等施工工艺要求高	道路场地应满足混凝土运输和浇筑条件，适合低坍落度混凝土

本指南所述为“翻模法+泵送浇筑法”的施工工艺。

4.4.1.2 前置要点

- (1) 基础混凝土强度达到设计要求。
- (2) 检查、校正墩身预埋钢筋。
- (3) 混凝土施工缝验收。

4.4.1.3 工艺实施流程

墩身施工工艺流程见图 4.4-1。

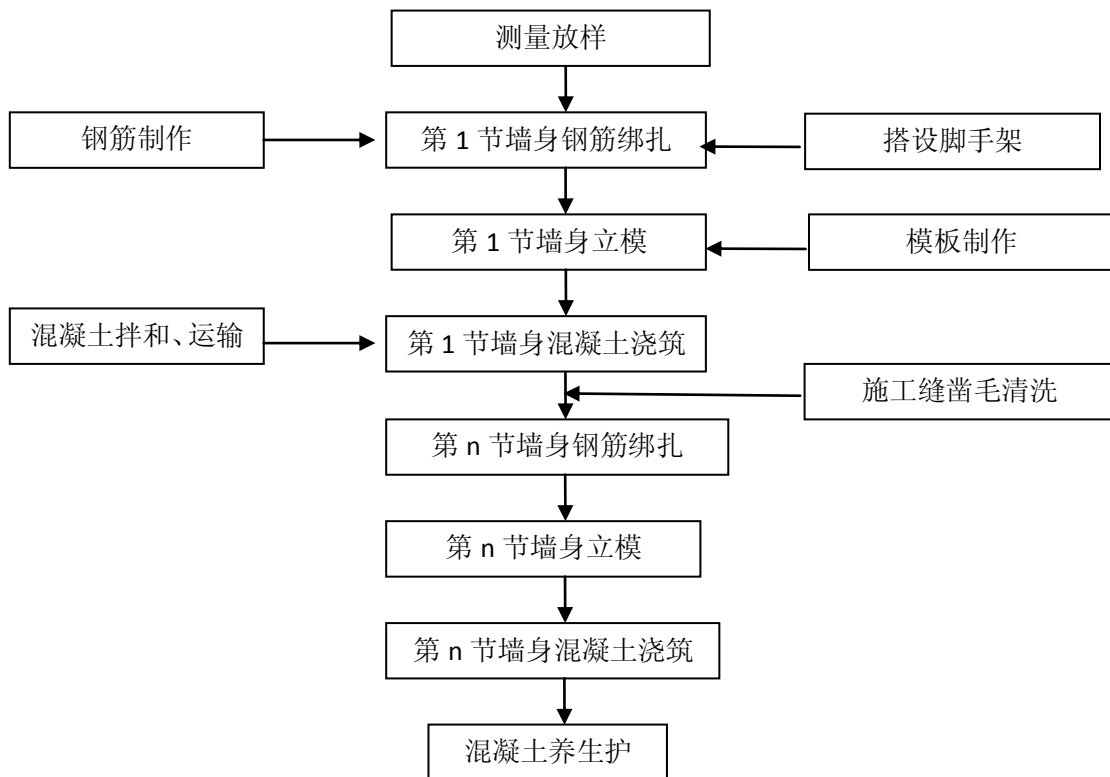


图 4.4-1 墩身施工工艺流程图

4.4.1.4 工艺控制重点

(1) 钢模板有足够的刚度，中间不设拉杆，背肋、四角采用精轧螺纹钢固定连接，模板四角锁口见图 4.4-2。



图 4.4-2 模板四角锁口

- (2) 模板应事先进行预拼装，并成套使用。
- (3) 墩身预留槽口采用定型钢模。
- (4) 钢筋接头宜采用机械连接方式，钢筋切割采用砂轮机。
- (5) 设置定位板临时固定钢筋伸出的自由端，中部可设钢筋内衬固定。
- (6) 墩身采用塑料薄膜包裹，滴水养护。

4.4.2 挂板

4.4.2.1 工艺简述

挂板施工工艺分为现浇和预制安装。

本指南主要阐述预制安装工艺。

4.4.2.2 前置要点

- (1) 预制场验收。
- (2) 安装前，分水墙身混凝土强度达到设计要求。

4.4.2.3 工艺实施流程

挂板制安施工工艺流程见图 4.4-3。

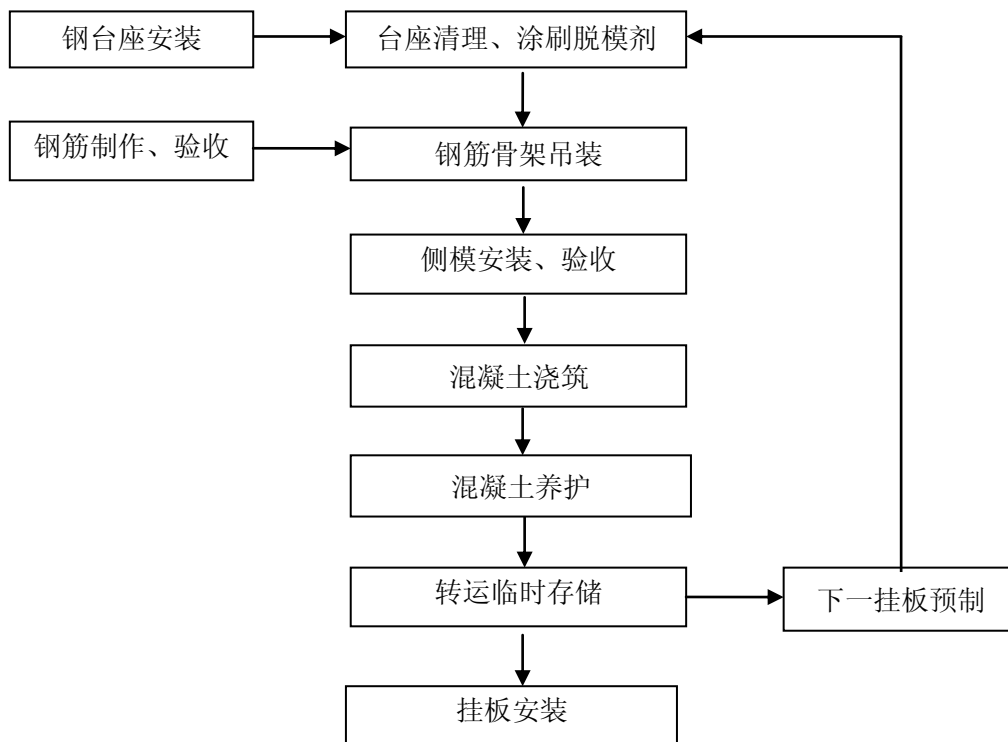


图 4.4-3 挂板制安施工工艺流程图

4.4.2.4 工艺控制重点

- (1) 集中预制，底模采用钢底模或混凝土台座。
- (2) 侧模顶口设拉杆锁口。
- (3) 采用混凝土台座时，设置型钢护角，便于侧模与台座螺栓连接。增加橡胶垫堵缝。
- (4) 采用钢底模时采用螺栓直接与侧模连接。
- (5) 钢筋骨架采用整体吊装。吊孔位置精准定位。
- (6) 宜采用穿心圆形保护层垫块。

5 电站工程

5.1 底板

5.1.1 工艺简述

5.1.1.1 混凝土入仓方式主要分为混凝土吊罐，皮带机，泵送混凝土，电站工程底板为大体积混凝土施工，低坍落度混凝土对防裂有益。

5.1.1.2 混凝土入仓工艺对比见表 5.1-1。

表 5.1-1 混凝土入仓施工工艺对比表

工艺	特点	适用条件
混凝土吊罐	1、浇筑速度较慢； 2、低坍落度混凝土对防裂有益	适用于大体积低坍落度常态混凝土施工
皮带机浇筑	1、浇筑速度快； 2、浇筑受皮带机设备布置影响	适用于大体积变态混凝土施工
泵送混凝土浇筑	1、工效高、浇筑速度快； 2、施工成本高，防治混凝土温控裂缝投入较大	适用于大坍落度，流动性好的混凝土

5.1.1.3 本指南主要阐述混凝土吊罐浇筑工艺。

5.1.2 前置要点

5.1.2.1 基坑排水已满足要求（一般要求降至基槽底面 50cm 以下）。

5.1.2.2 基坑边坡防护及边坡位移量观测均符合要求，满足安全施工条件。

5.1.2.3 底板基础已通过联合验收（地基换填处理已完成并通过检验）。

5.1.3 工艺实施流程

5.1.3.1 底板混凝土施工流程见图 5.1-1。

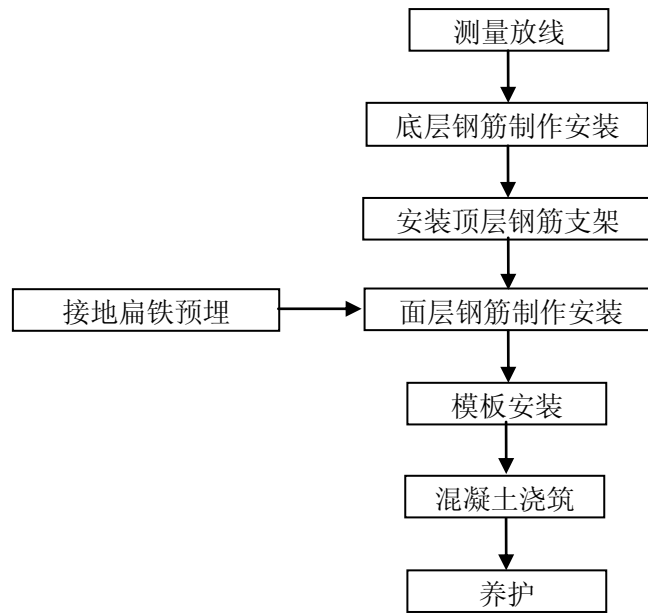


图 5.1-1 底板混凝土施工流程

5.1.4 工艺控制重点

5.1.4.1 机械连接钢筋丝头加工前采用砂轮机打磨，端头打磨见图 5.1-2，丝口检测见图 5.1-3。



图 5.1-2 端头打磨



图 5.1-3 丝口检测

5.1.4.2 利用预埋锚筋作为底层与面层钢筋支撑骨架，预埋锚筋支撑见图 5.1-4。



图 5.1-4 预埋锚筋支撑

5.1.4.3 采用定位架，确定主筋、分布筋和箍筋。

5.1.4.4 斜向钢筋需加密布设支撑钢筋，设置定位板临时固定钢筋伸出的自由端，定位架控制安装精度见图 5.1-5。



图 5.1-5 定位架控制安装精度

5.1.4.5 通过预埋锚固件加固模板，钢拉条不弯曲，以防倾覆。拼缝处采用双面胶带连接，模板加固见图 5.1-6。

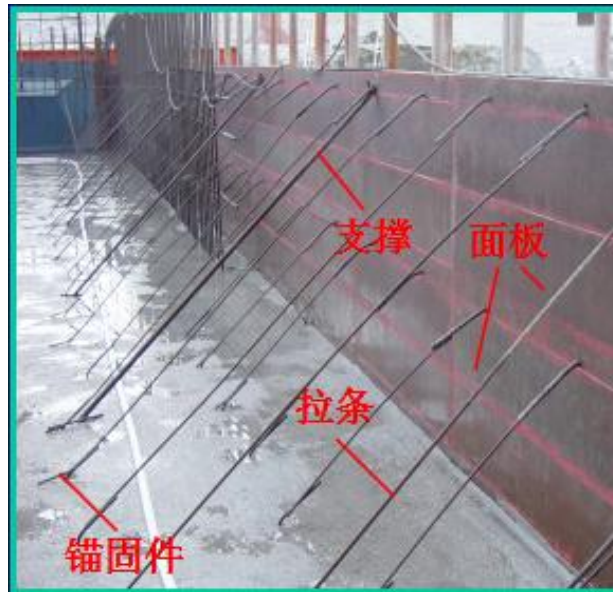


图 5.1-6 模板加固

5.1.4.6 在浇筑前，应核查和记录灌浆管、止水片、金属结构安装埋件、监测仪器等，并设置木盒加以保护。

5.1.4.7 在模板上预留凹槽抵住铜止水 U 型槽，保护竖直铜止水片垂直止水加固措施见图 5.1-7。



图 5.1-7 垂直止水加固措施

5.1.4.8 采用定位件保证水平铜止水片的对中，水平止水加固措施见图 5.1-8。

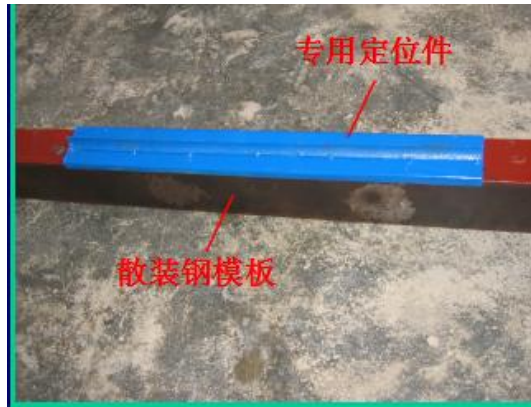


图 5.1-8 水平止水加固措施

5.1.4.9 大体积混凝土通过结构建模进行混凝土温度计算，制定混凝土温控方案。

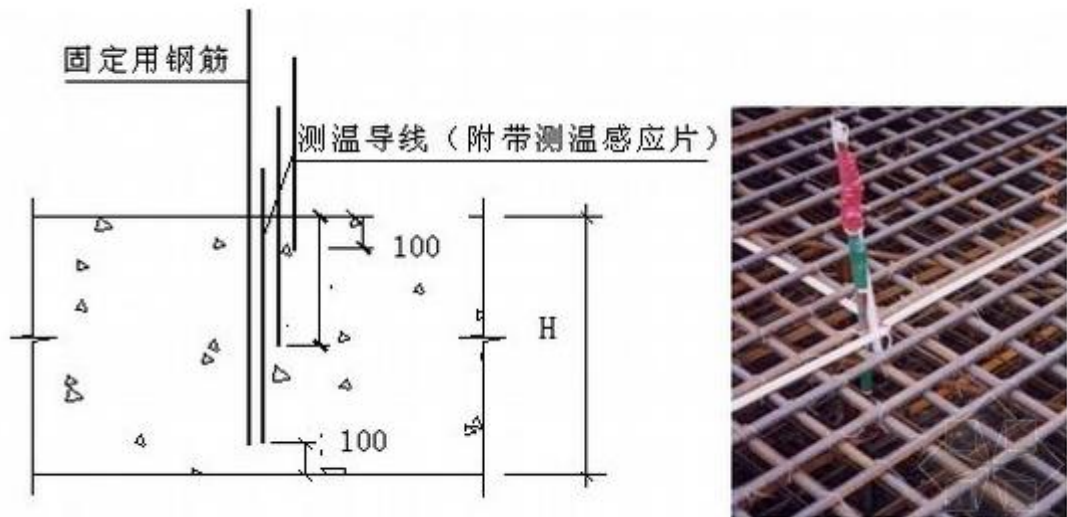


图 5.1-9 测温导线示意图

5.1.4.10 混凝土浇筑时铺设彩条布，减少混凝土的污染，钢筋集中区域、止水周边部位采用人工辅助浇筑。

5.1.4.11 设置混凝土刮平导轨控制面层标高、平整度与保护层厚度。

5.1.4.12 大体积混凝土内部可埋设测温计与通水软管控制内外温差。埋设时设置木盒对测温计与软管进行保护。采用水管冷却等效热传导方程，通过计算并结合实际选取冷却水管（内部埋设支管）参数，为提高热交换效率，采用金属管，管壁尽量薄，布置原则为：在保证混凝土强度条件下多层小间距布管，通水软管埋设见图 5.1-10。

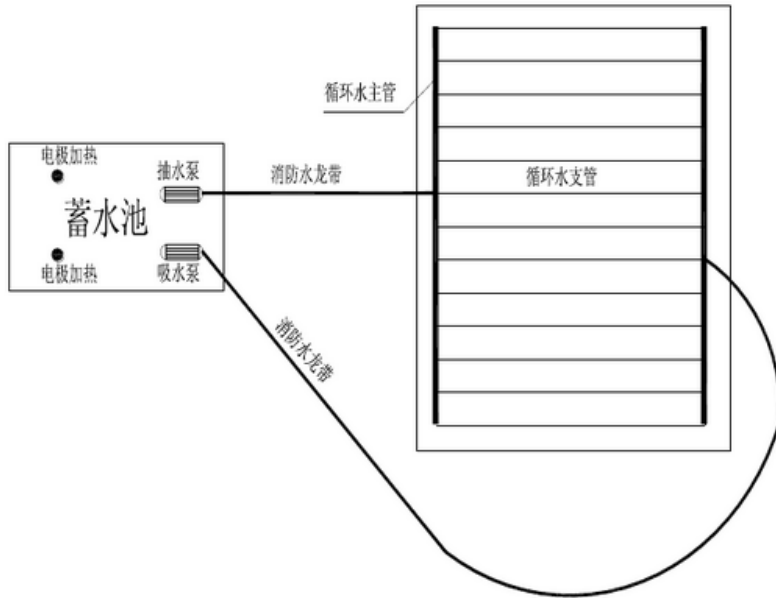


图 5.1-10 通水软管埋设示意图

- 5.1.4.13 底板底坎二期混凝土预留槽可采用收口网免拆除模板。
- 5.1.4.14 高温季节表面进行洒水养护，低温季节表面进行覆盖保温养护
- 5.1.4.15 浇筑块的棱角和突出部分采用角钢加强保护。

5.2 流道

5.2.1 工艺简述

5.2.1.1 电站流道表面形状复杂多变，根据施工模板种类的不同分为定型钢模板与木模板，混凝土入仓方式主要分为混凝土吊罐，皮带机，泵送混凝土，流道结构见图 5.2-1。

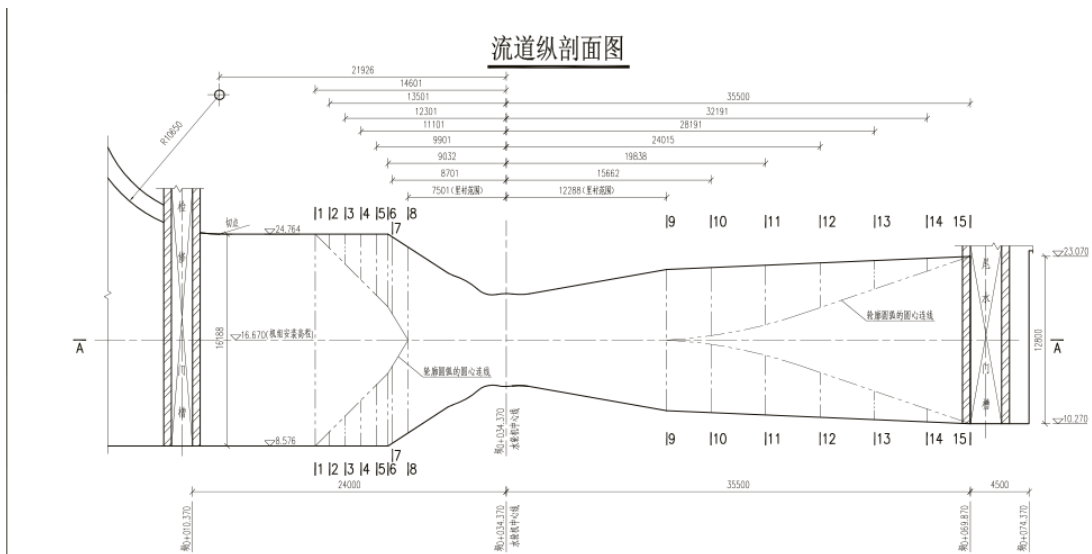


图 5.2-1 流道结构示意图

- 5.2.1.2 本指南主要阐述“定型钢模板+混凝土吊罐浇筑”工艺。

5.2.2 前置要点

5.2.2.1 底板已浇筑完成混凝土达到设计强度。

5.2.2.2 流道整体高大模板应有专项设计并通过论证审批，模板支撑体系满足安全施工条件。

5.2.2.3 施工缝处理完成并通过检验。

5.2.2.4 拌和与浇筑设备一般应有两台套以上互为应急备用。

5.2.3 工艺实施流程

5.2.3.1 流道混凝土施工流程见图 5.2-2。

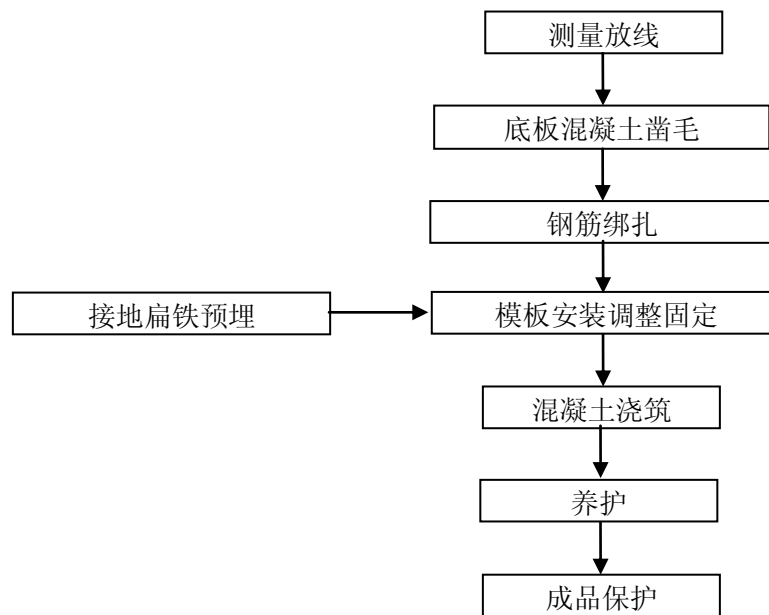


图 5.2-2 流道混凝土施工流程

5.2.4 工艺控制重点

5.2.4.1 通过建模流道模型，确定流道变截面半径与坐标关系曲线，在流道中轴线设置移动测量滑轨辅助钢筋、模板校准，流道建模见图 5.2-3。

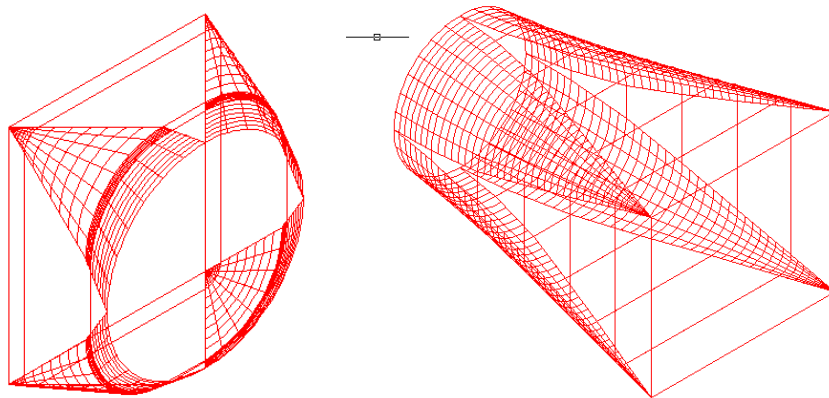


图 5.2-3 流道建模

5.2.4.2 流道墙体钢筋搭设辅助支架，采用较大直径的钢筋进行水平、斜向支撑，提高整体刚度、保证钢筋骨架稳定。设置定位板临时固定钢筋伸出的自由端。

流道二期混凝土内钢筋是包裹在钢衬外围，为多层环向钢筋网，环向钢筋考虑分上下两段进行加工，先加工和安装下半段钢筋，在二期混凝土浇筑完下半段后，再安装上半段钢筋，便于混凝土的入仓。

5.2.4.3 圆弧水平衔接段可增设钢筋网片防裂。

5.2.4.4 流道中心断面以下模板设置内撑与内拉控制施工中的变形，设置外拉杆防止施工中的上浮。进尾水顶板反弧段模板采用内拉固定。曲面模板支撑体系见图 5.2-4。

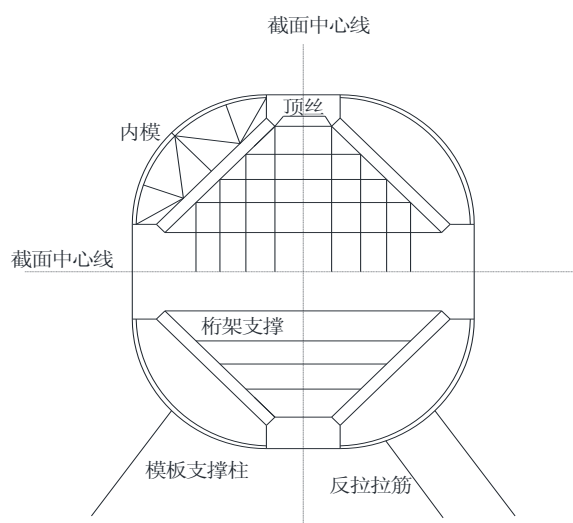


图 5.2-4 曲面模板支撑体系

5.2.4.5 曲面与直面相接处设置钝角，增加混凝土接触面积，利于曲面混凝土浇筑密实。

5.2.4.6 混凝土从机组间分缝向曲面进行浇筑，曲面钢模设置附着式振捣器复振。



图 5.2-5 曲面模板

5.2.4.7 流道一期混凝土对称下料，同时振捣，防止模板振捣变形。二期混凝土在两侧一期混凝土表面通过溜筒下料，二期混凝土仓面狭小，局部钢筋密集、特别是钢衬下半段混凝土不易流动，通过振捣自动流入，用软轴振捣器进行振捣，钢衬最下部分无法进入振捣的部分，由人工慢慢送料，持木棍绑振捣棒伸进去进行振捣。

5.2.4.8 设置混凝土刮平导轨控制面层标高、平整度与保护层厚度。

5.2.4.9 混凝土内部可埋设测温计与通水软管控制内外温差。

5.2.4.10 流道二期混凝土严格控制下料速度，控制钢衬的上浮。

(1) 混凝土浇筑时，应注意防止物件碰撞以及振捣器使用时对钢衬和拉、撑件的冲击，并经常检测锥体一端法兰面的变形量，必要时采取防止变形措施。

(2) 二期混凝土浇至钢衬中间位置后，应放慢浇筑速度，必要时可作适当停顿，以防止由于混凝土一次浇筑过高而影响其质量，而对机组造成不利影响。

(3) 混凝土浇筑上升速度控制在 0.4m/小时，浇筑过程中严密监测钢衬的变形，如一侧数据出现异常时，则应从另一侧浇筑，变化达到 1mm 时应停止浇筑。进行相关处理后再重新开始浇筑。

(4) 混凝土浇筑过程中进行流动性检查，确保混凝土将钢衬下部填满。

5.2.4.11 曲面混凝土采用花管喷淋养护，低温季节表面进行覆盖保温养护。

5.3 主机间运行层

5.3.1 工艺简述

5.3.1.1 电站运行层为板梁柱结构，线性控制要求严格，根据施工模板种类的不同分为定型钢模板与木模板，混凝土入仓方式主要分为混凝土吊罐，泵送混凝土。

5.3.1.2 本指南主要阐述“木模板+泵送混凝土浇筑”工艺。

5.3.2 前置要点

5.3.2.1 底层混凝土达到设计强度。

5.3.2.2 检查并校正柱的预埋钢筋。

5.3.2.3 施工缝处理完成并通过检验。

5.3.3 工艺实施流程

5.3.3.1 运行层以上混凝土施工流程见图 5.3-1。

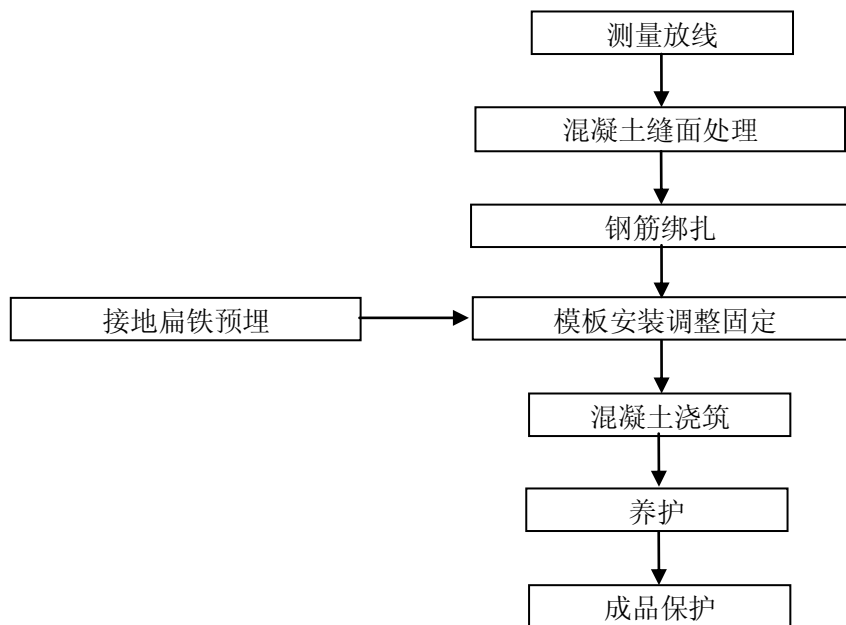


图 5.3-1 运行层混凝土施工流程图

5.3.4 工艺控制重点

5.3.4.1 采用定位架或模板弹线定位主筋、分布筋和箍筋。

5.3.4.2 梁柱交叉节点区的箍筋制成钢筋笼套入柱的纵向钢筋，绑扎或焊接牢固再放梁的钢筋，消除箍筋绑扎不牢的问题，模板弹线定位钢筋见图 5.3-2。



图 5.3-2 模板弹线定位钢筋

5.3.4.3 梁柱节点处采用定型模板,控制结构尺寸,梁柱节点处定型模板见图 5.3-3。



图 5.3-3 梁柱节点处定型模板

5.3.4.4 变截面梁体制作定型钢模板。

5.3.4.5 所有建筑物使用同一种脱模剂消除色差。脱模剂涂刷均匀见图 5.3-4。



图 5.3-4 脱模剂涂刷均匀

5.3.4.6 梁柱接头周边用钢网或小板定位,并先浇筑梁柱接头的混凝土,随后浇筑梁板混凝土。

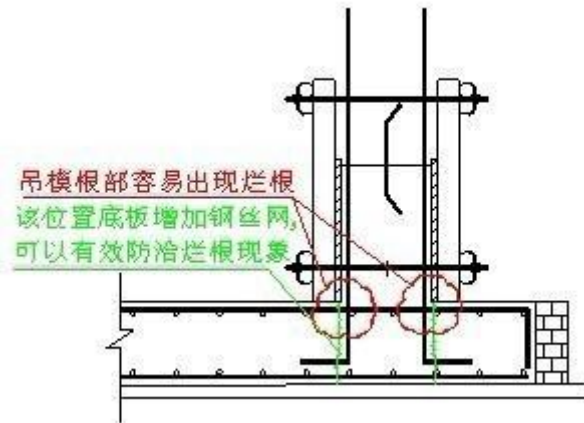


图 5.3-5 墙柱在阴角根部的位置增加钢丝网防治烂根现象

5.3.4.7 墙体、楼板预留孔洞采用埋设木盒定位，浇筑时对预埋管路注意保护。穿防火墙的洞口进行防火封堵。

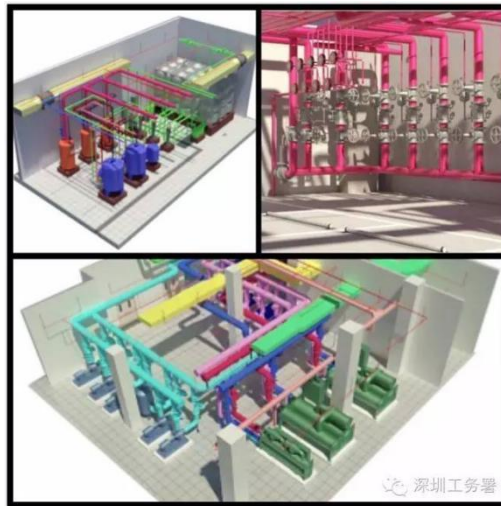


图 5.3-6 利用 bim 技术定位孔洞

5.3.4.8 对于建筑物永久暴露表面，混凝土收仓时，表面收光。

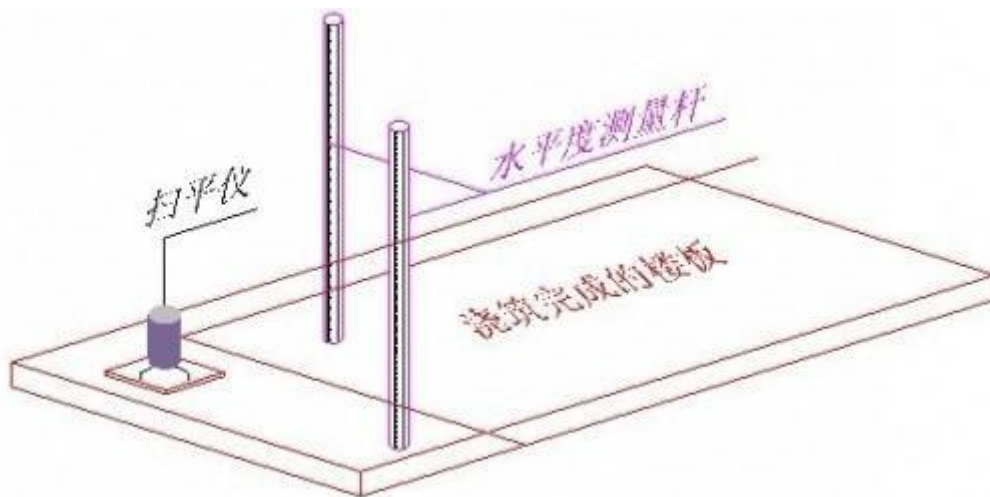


图 5.3-7 采用扫平仪或水准仪进行收面控制

5.4 护坦

5.4.1 工艺简述

5.4.1.1 护坦混凝土一般采用混凝土吊罐入仓方式。

5.4.2 前置要点

5.4.2.1 基坑排水已满足要求（一般要求降至基槽底面 50cm 以下）。

5.4.2.2 基坑边坡防护及边坡位移量观测均符合要求，满足安全施工条件。

5.4.2.3 底板基础已通过联合验收(地基换填处理已完成并通过检验)。

5.4.3 工艺实施流程

5.4.3.1 护坦混凝土施工流程见图 5.4-1。

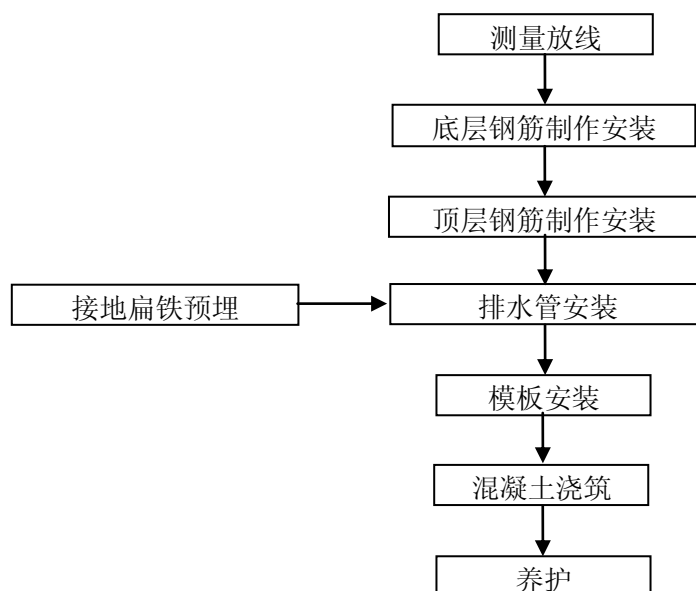


图 5.4-1 护坦混凝土施工流程

5.4.4 工艺控制重点

5.4.4.1 利用预埋锚筋作为底层与面层钢筋支撑骨架并固定排水管。

5.4.4.2 嵌缝泡沫板在边角，异面形状，人工在现场用裁纸刀制作成型后，粘贴固定。

5.4.4.3 设置混凝土刮平导轨控制面层标高、平整度与保护层厚度。随浇随刮平，在温度较高的季节，混凝土初凝时间短，初凝后再刮难以控制平整度。

5.4.4.4 高温季节表面进行洒水养护，低温季节表面进行覆盖保温养护。

6 金属结构安装工程

6.0.0.1 金属结构主要有工作闸门、工作阀门、检修闸门、检修阀门、浮式系船柱、拦污栅等。

6.0.0.2 闸门型式主要有人字闸门、三角闸门、横拉闸门、平面闸门、一字闸门和弧形闸门等；工作阀门型式主要有平面阀门和反向弧形阀门，检修闸门主要有浮式检修闸门、浮式叠梁检修闸门、升降式平面闸门等。

6.0.0.3 金属结构构件制作一般在厂内由专业厂家制作，工厂作业空间及工艺施工标准化程度较高，本章节不做介绍。

6.1 工艺简述

6.1.0.1 航电枢纽工程闸门形式主要分为弧形闸门、平面闸门、船闸人字门。本指南主要阐述门体的安装工艺。

6.2 前置要点

6.2.0.1 完成土建工程施工作业面，无交叉作业安全隐患。

6.2.0.2 闸门验收、安装前的预拼装、调试等工作准备完毕。

6.2.0.3 设备安装方案通过审批。

6.3 工艺实施流程

6.3.0.1 门槽埋件安装流程见图 6.3-1。

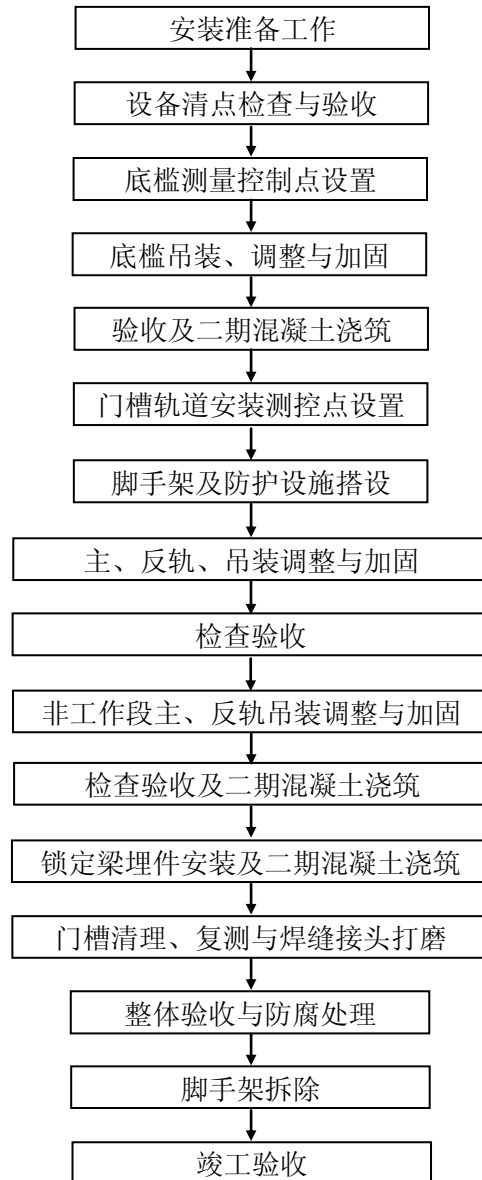


图 6.3-1 门槽埋件安装工艺流程图

6.3.0.2 平板闸门闸室立拼安装工艺流程见图 6.3-2。

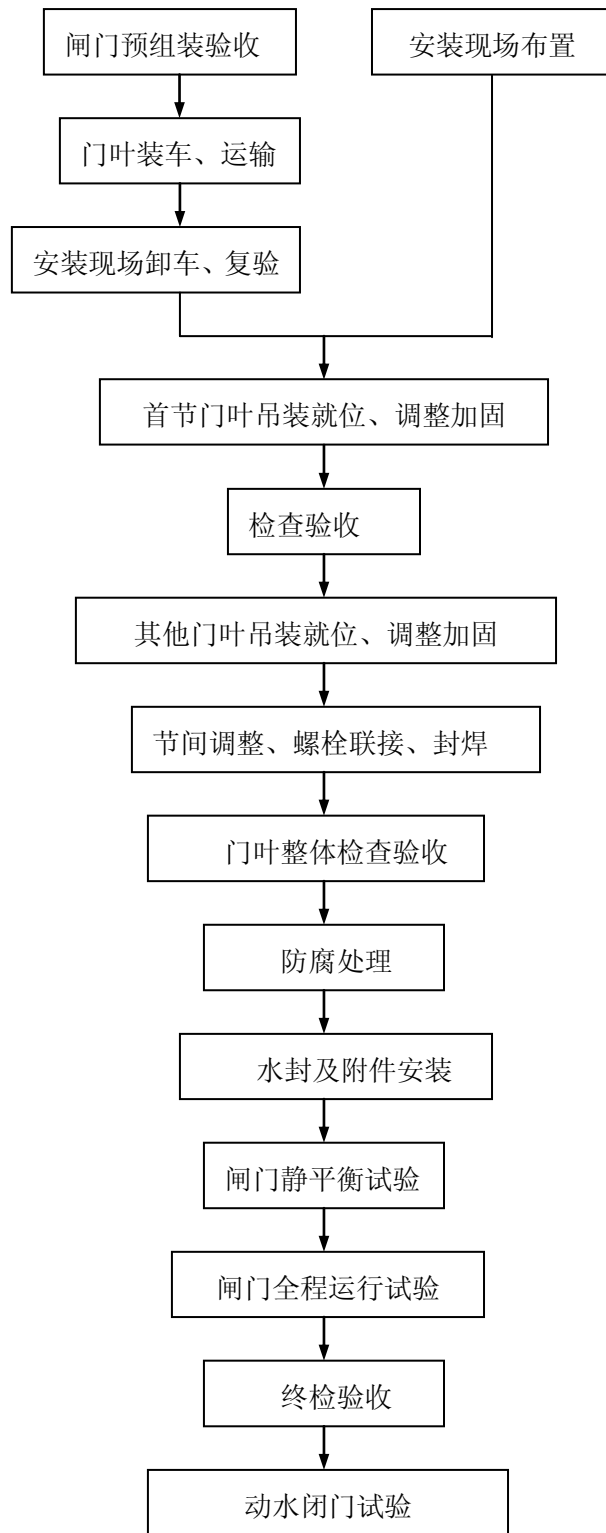


图 6.3-2 平板闸门闸室立拼安装工艺流程图

6.3.0.3 平板闸门闸室立拼安装工艺流程见图 6.3-3。

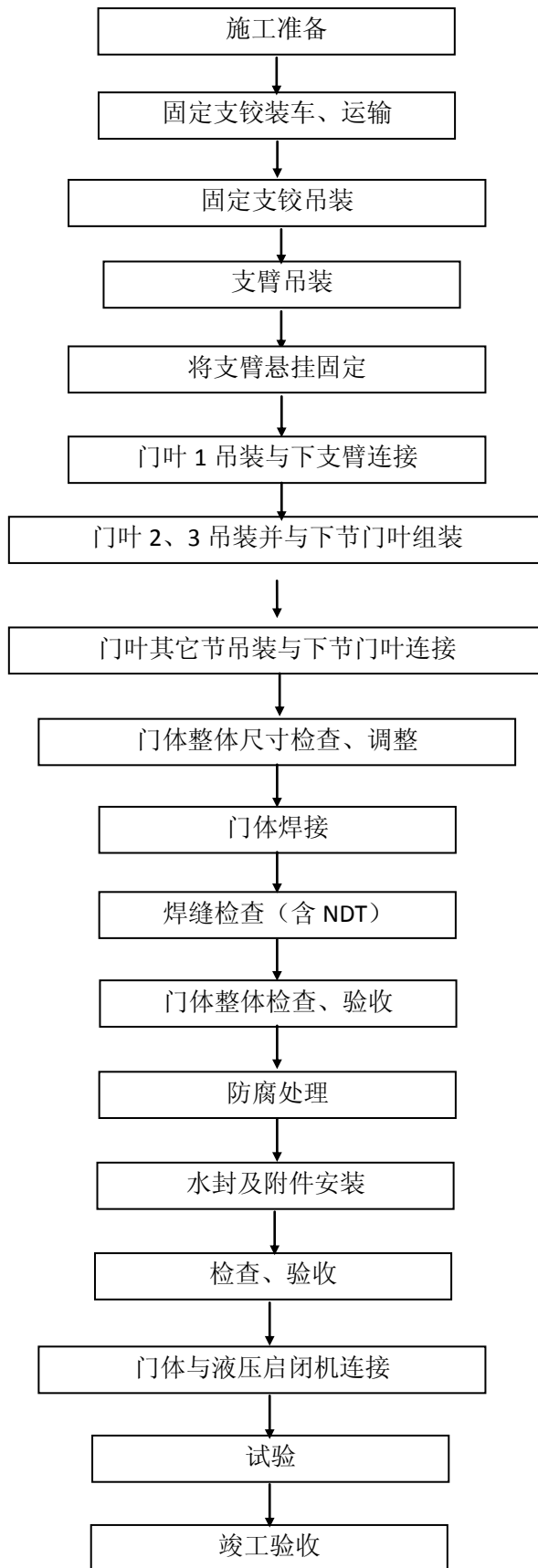


图 6.3-3 弧形闸门安装施工程序图

6.3.0.4 泄水闸弧形工作门安装工艺流程见图 6.3-4。

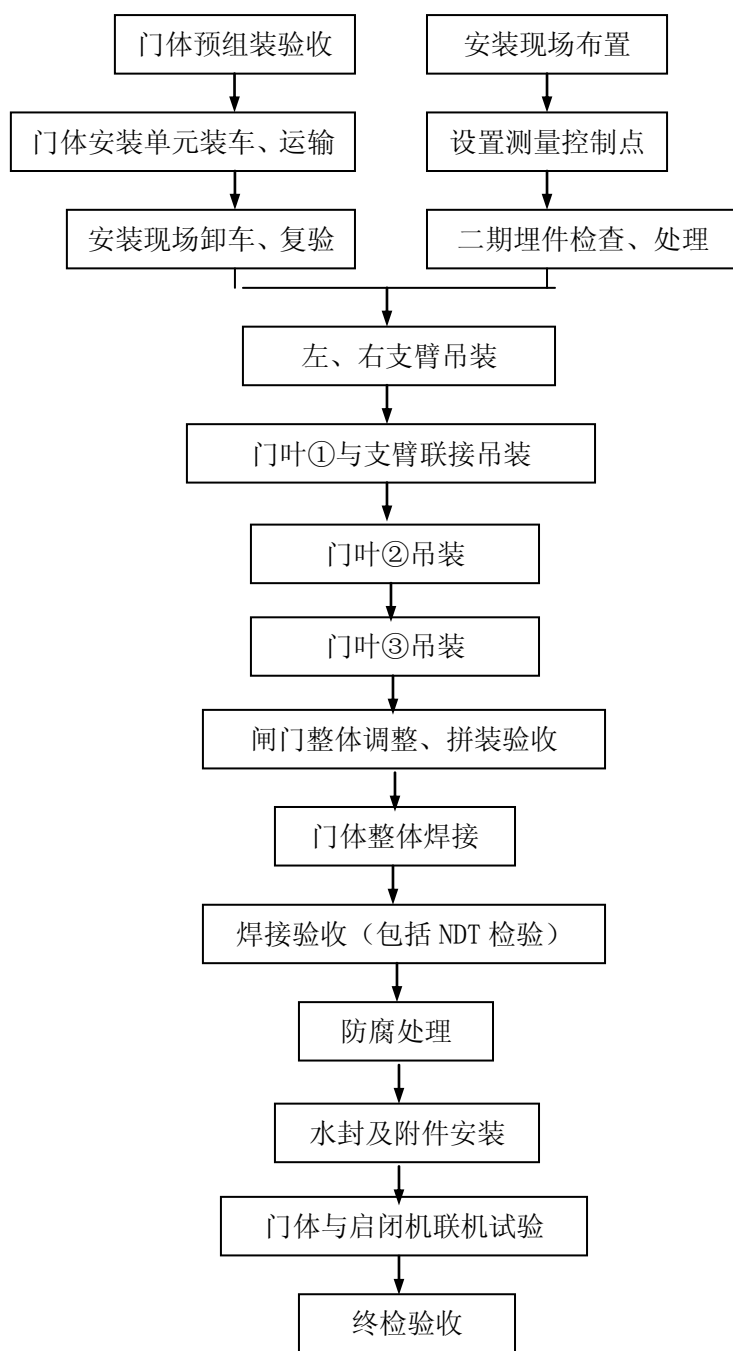


图 6.3-4 泄水闸弧形工作门安装工艺流程图

6.4 工艺控制重点

6.4.1 一期埋件安装

6.4.1.1 一期埋件利用门槽台车跟随主体工程的混凝土施工同步进行安装，门槽台车安装埋件见图 6.4-1。



图 6.4-1 门槽台车安装埋件

6.4.1.2 插筋、锚栓的直径、长度、数量及埋入混凝土中的深度通过定位板控制。

6.4.1.3 混凝土浇筑时，利用定位夹，确保插筋不发生变形和位移。

6.4.1.4 预埋螺栓的丝扣部位涂抹黄油并用彩条布包扎好。

6.4.2 二期埋件安装

6.4.2.1 先安装底槛，然后从下至上逐节吊装并调整加固主、反轨。

6.4.2.2 利用支撑托架，调整底坎吊装就位后的中心里程、高程，初步加固后重新进行精调。

6.4.2.3 门（栅）槽采用挂高张力钢丝线（张力不小于 10kg）进行测量，采用经纬仪复核验收。

6.4.2.4 埋件与锚筋焊牢，严禁将加固材料直接焊接在主轨等的工作面上。

6.4.2.5 埋件所有连接焊缝，进行打磨，表面粗糙度与焊接构件维持一致。对接接头的错位均进行缓坡处理，过流面及工作面的焊疤和焊缝用铲平磨光，凹坑补焊平并磨光。

6.4.3 闸门安装

6.4.3.1 电站进口检修、尾水事故检修、泄水闸检修闸门安装。

(1) 在闸门底槛上设置两个型钢支墩，支撑门体的全部重量，作为门叶调整的基

准。

(2) 门体采取小线能量焊接，拼装一节、焊接一节，控制门叶焊接变形。

(3) 止水安装时亦需仔细检查侧止水座板及止水座的不平度，并对水封作适当调整。

(4) 控制水封与面板一侧滑块的高程差、平面度，保证门体整体止水达到理想效果。

6.4.3.2 泄水闸弧形闸门安装

(1) 通过在左、右铰座轴孔中心悬挂钢丝线，调整两个铰座的同心度和倾斜度。

(2) 用两架布置在门槽闸墩上的临时钢梁卷扬起吊设备抬吊支臂，并辅以手动葫芦进行调整安装。

(3) 闸门左右两幅联结紧固，进行整体安装焊接。

(4) 水封装配并均匀拧紧螺栓后，其端部至少应低于止水橡皮自由表面。

(5) 门体上方搭设安全隔离平台，以防止孔口上部土建施工对弧门造成损坏。

6.4.3.3 拦污栅及栅槽埋件安装

(1) 在孔口顶部布置临时用于栅体拼装用的锁定装置。

(2) 采用“卧拼”方式进行预拼装。

(3) 从底至上“逐节吊装、逐节连接、逐节下放”进行栅体的立位组装。

(4) 拦污栅两节之间的连接，除框架边柱对齐外，栅条也对齐。

(5) 使用坝顶门机吊起整扇栅体在栅槽内作升降试验，检查栅卡阻，连接情况。