



水运工程施工标准化建设指南
施工工艺篇—船闸工程
（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 编制依据.....	3
1.4 工艺选择原则.....	3
2 围堰工程.....	5
2.1 围堰填筑施工.....	5
2.2 围堰防渗施工.....	7
3 基坑开挖.....	12
3.1 土石方开挖.....	12
3.2 边坡防护.....	17
4 地基处理.....	22
4.1 水泥搅拌桩.....	22
4.2 管桩沉桩.....	26
5 主体结构.....	32
5.1 底板.....	32
5.2 闸墙.....	41
5.3 廊道.....	53
5.4 边墩.....	61
6 导航墙和靠船墩.....	68
7 墙后及附属设施.....	73
8 金属结构安装.....	77
8.1 工作闸门.....	78
8.2 检修闸门.....	82
8.3 工作阀门.....	84
9 机电安装.....	91

1 基本规定

1.1 编制目的

1.1.0.1 为进一步规范船闸工程施工，提高管理水平，保证施工质量，减少质量通病，促进施工安全文明，总结成熟的、具有推广价值的工艺工法，鼓励新技术、新材料、新设备和新工艺的推广和应用，编制本指南。

1.2 适用范围

1.2.0.1 本指南适用于适用于IV级以上的船闸工程，包括平原地区、山区和沿海地区。其它等级船闸工程可参照执行。

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 船闸实施中应根据本指南结合工程特点细化施工工艺，可在指南规定的工艺基础上进行优化和提升，从适用、安全、环保节能、新工艺、功效等角度，引导成熟先进工艺的选用。改进工艺需要符合《水运工程质量检验标准》（JTS257-2008）的规定。

（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。如船闸浇筑工艺根据工程目标、工期要求等可选择泵送工艺也可选择低坍落度吊罐入仓工艺。

（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、风险较低施工工艺。如船闸闸室墙模板工艺，龙门架整体模板工艺对中低水头船闸安全风险较低，高水头船闸由于闸墙高大，整体模板工艺风险较大，一般采用分层翻模工艺。

（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。如基槽开挖及疏浚的土石等材料，砂砾石可以经过筛分用于混凝土，土方用于回填、造地等。

（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。如船闸闸墙倒角采用的透水模板布工艺，对提高混凝土表面质量，作用显著，应推广应用。

（5）功效原则。技术性与施工效益相统一。如钢筋直螺纹连接工艺。相较焊接连接，直螺纹套筒连接节约母材、半成品工厂化加工不占工期、操作简便、现场施工不用电、连接效率高。

2 围堰工程

2.1 围堰填筑施工

2.1.1 工艺简述

2.1.1.1 围堰结构形式、施工工艺较多，按使用材料划分，可分为土石围堰、混凝土围堰、钢板桩围堰等。土石围堰为填筑土石坝体挡水，另采用防渗结构体进行止水。混凝土围堰为开挖至基岩，浇筑水下混凝土连续墙形成挡水止水结构。钢板桩围堰为沉入钢板桩连成钢板桩墙体进行挡水止水的一种结构形式。

2.1.1.2 围堰结构形式对比见表 2.1-1。

表 2.1-1 围堰结构形式对比表

围堰名称	特点	适用条件
土石围堰	结构简单，易于拆除，适应性强，抗冲能力差	水深较浅，流速较小
混凝土围堰	防渗性能好，断面尺寸小，抗冲能力强	在基岩上修建
钢板桩围堰	结构复杂，断面尺寸小，抗冲能力差	水深较深，流速较大

2.1.1.3 围堰工程施工根据不同的地质条件选用不同的结构形式、施工工艺及施工设备。土石围堰施工设备有挖掘机、推土机等；混凝土围堰施工设备有成槽机、履带吊、混凝土泵车等；钢板桩围堰施工设备有振动打桩锤、汽车吊、履带吊或浮吊等。

2.1.1.4 本指南主要阐述“土石围堰+高压旋喷防渗墙”的结构形式。土石围堰结构断面见图 2.1-1。

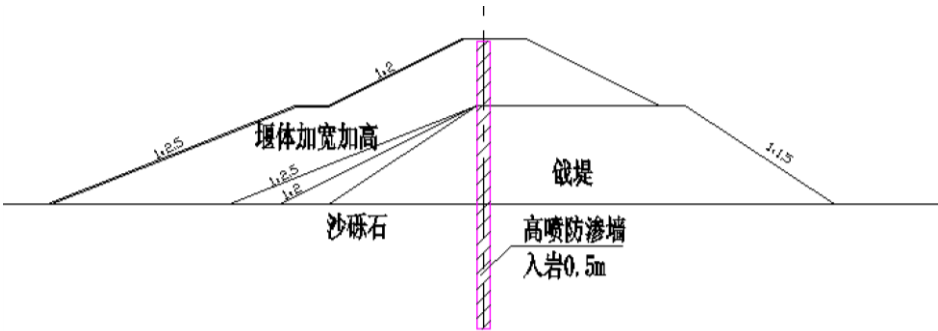


图 2.1-1 土石围堰结构断面

2.1.2 前置要点

2.1.2.1 围堰应有专项施工方案并通过专家论证。

2.1.2.2 掌握施工区域流域及邻近地区气象特征、旱涝规律、雨洪气象成因、季节变化特点等规律，根据水位变化情况确定下河填筑时间。

2.1.2.3 围堰填筑料源充足，临时施工道路已具备投入使用要求。

2.1.2.4 根据进度确定好龙口合拢时间，提前备足龙口截流所需材料，如大块石或钢筋石笼，必要时需提前备好混凝土四面体等材料。

2.1.3 工艺实施流程

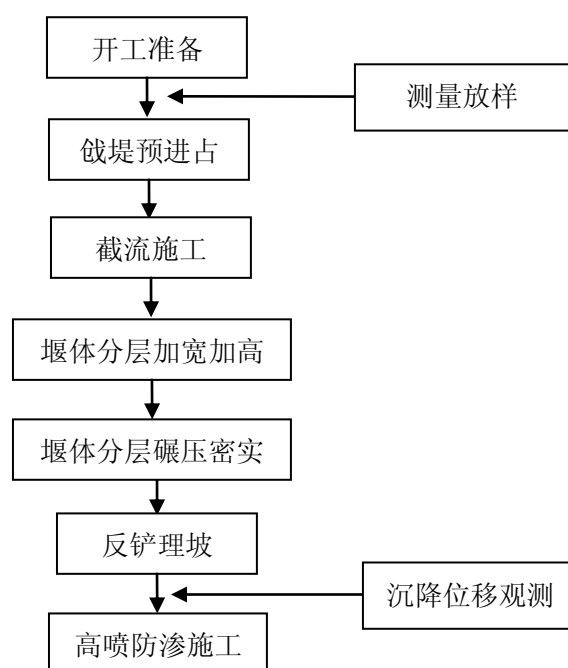


图 2.1-2 土石围堰施工工艺流程图

2.1.4 工艺控制重点

2.1.4.1 钱堤预进占

(1) 收集施工区域流域及周边地区气象特征等资料，分析水位的变化规律，确定钱堤预进占的时间。

(2) 预进占材料一般为现场开挖弃料，考虑后续防渗施工，预进占材料应优先考虑细颗粒多、透水性差的填料。

(3) 预进占至龙口宽度时，停止预进占。

2.1.4.2 截流施工

(1) 就近选择截流材料堆放场地，截流施工前应提前备存龙口截流的大块

石及块石串等抛投物料。

(2) 根据龙口宽度、水流流速等情况进行龙口分区（一般分三个区），根据分区的不同采用不同材料进行抛填。

(3) 一般龙口Ⅰ区流速较小，抛填块石料或一般石渣料可满足截流要求。龙口Ⅱ区随流速增大，应增加抛投强度，加大抛投料粒径。至流速达到最大、截流最困难时段，应重点抛投上挑角及下游突出部位，采用先在上游侧抛投大料，将水流挑离戗堤，再用大料抛投下游侧，将落差分担在上下游两侧，使之在合龙段上形成多级落差，改善截流条件。经过此段后龙口Ⅲ区上游水位壅高较大，流速减小，主要采用一般块石碴抛投，此时应加大抛投强度尽快合拢。

2.1.4.3 堰体加宽加高

(1) 堰体加宽加高采用反铲装车运至现场分层填筑，逐层碾压，填筑厚度一般不应大于 0.6m。

(2) 填筑时应避免粗颗粒集中现象，为保证后续防渗效果，应力求做到粗细颗粒级配均匀且碾压密实。

(3) 堰体加高完成后，利用反铲进行修坡，同时应尽快将块石护坡（或其他结构形式护坡）施工完成。

2.2 围堰防渗施工

2.2.1 工艺简述

2.2.1.1 高压旋喷防渗施工根据施工工艺不同，可分为单管法、双管法及三管法。单管法采用水泥浆直接进行土体切割，形成桩体。双管法（浆液气体喷射法）是用二重注浆管同时将高压水泥浆和空气两种介质喷射流横向喷射出，冲击破坏土体，以水泥浆填充重新形成固结体。三管法喷射水泥浆、空气及高压水，利用高压水切割土体，以水泥浆填充重新形成固结体，施工方法与双管法类似。

2.2.1.2 高压旋喷防渗工艺对比见表 2.2-1。

表 2.2-1 高压旋喷防渗施工工艺对比表

工艺名称	特点	适用条件
单管法	形成固结体尺寸较小，止水效果较差	适用于松散、稍密砂层中
双管法	形成固结体尺寸适中，材料损耗较小，费用适中	适用于中密砂层中

三管法	形成固结体尺寸最大，材料损耗大， 费用最高	适用于圆砾层
-----	--------------------------	--------

2.2.1.3 高压旋喷根据不同的地质条件，选用相应的设备和工艺；高压旋喷施工采用设备有潜孔钻机、高喷台车、空压机、水泵等。

2.2.1.4 本指南主要阐述高压旋喷防渗（三管法）施工工艺。高压旋喷三管法施工工艺见图 2.2-1。

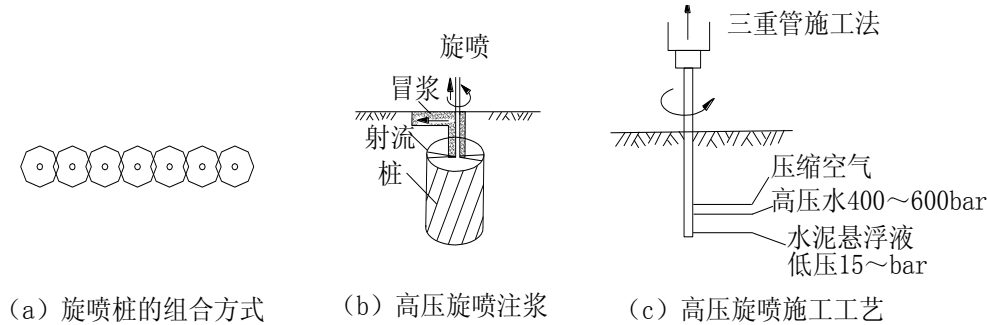


图 2.2-1 高压旋喷工艺示意图

2.2.2 前置要点

- 2.2.2.1 浆液配比已通过试验验证，符合设计及规范要求。
- 2.2.2.2 基线、水准基点、孔位和防渗墙轴线定位点等，复核测量并妥善保护。
- 2.2.2.3 施工设备转速表、压力计表、流量计已进行标定。
- 2.2.2.4 生产性试验已完成，并配合开挖、取芯等试验手段，确认试验效果，为正式施工提供最佳参数。
- 2.2.2.5 对施工场地布置进行全面规划，开挖排浆沟和集浆池，作好冒浆排放措施和环境保护措施。

2.2.3 工艺实施流程

- 2.2.3.1 高喷防渗工艺实施流程见图 2.2-2。

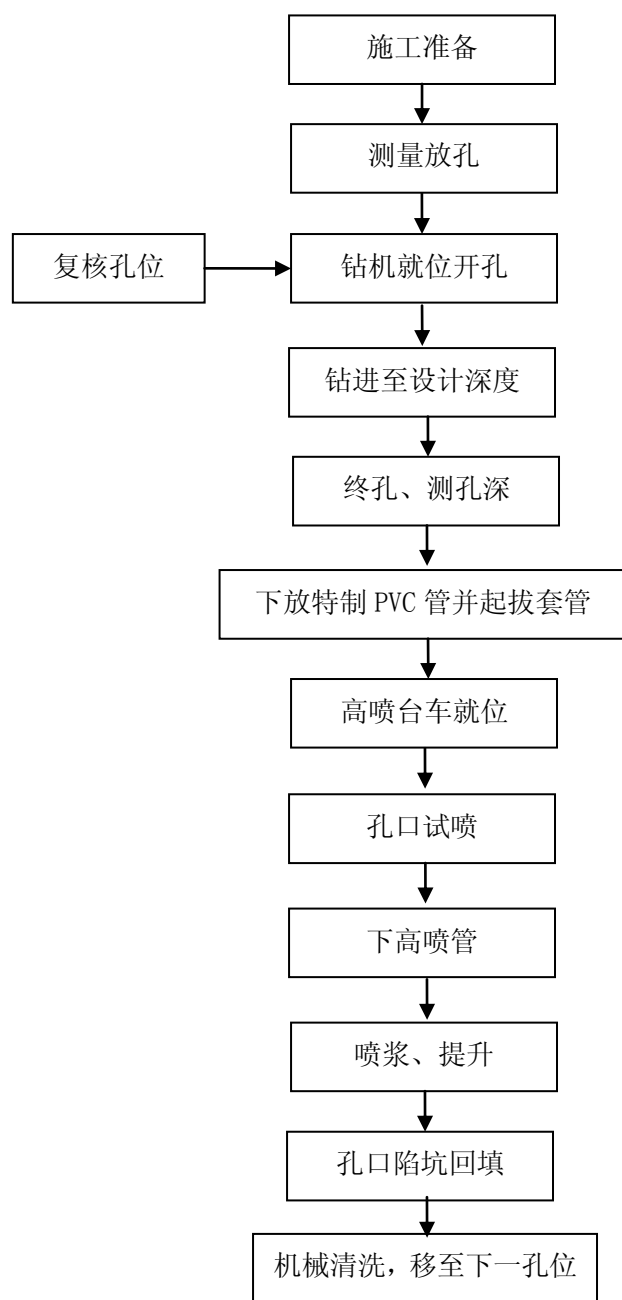


图 2.2-2 高压旋喷施工流程图

2.2.4 工艺控制重点

2.2.4.1 喷浆

(1) 喷浆前检查

高喷台车就位，首先进行试喷，三重管机具试运转时的水压约 35MPa，空压机风压约 0.7MPa，浆压在 0.2~1MPa，同轴喷射。试喷检查喷嘴、喷管及所有设备运转正常后，下入高喷管至设计深度，下入喷射管时，用胶带保护喷嘴部分防

止堵塞。



图 2.2-3 三重管法施工水压值



图 2.2-4 三重管法施工风压值

(2) 喷浆

当喷头下至设计深度，开始时先送高压水，再送水泥浆和压缩空气(压缩空气可迟送 30s)。按规定参数送浆、气后进行静喷 1~3 分钟，待达到预定的喷射压力和喷浆量，且浆液返出孔口、情况正常后再按预定的提升、旋转速度，自下而上进行喷射作业，直至达到设计高度方可停送水、气、浆，提出喷射管。喷射过程须连续进行。



图 2.2-5 三重管法施工浆压值



图 2.2-6 浆液比重

(3) 充填灌浆

高喷灌浆结束后，利用回浆及时补灌，直至孔口浆面不下降为止。

2.2.4.2 特殊情况处理

(1) 高压喷浆过程中，出现压力突降或骤增、孔口回浆密度或回浆量异常

等情况时，应查明原因，及时处理。

(2) 孔内严重漏浆，可根据具体情况采取如降低喷射管提升速度或停止提升，或降低浆液压力、流量，采取静止喷射，浆液中掺加速凝剂等措施，待孔口正常返浆且返浆比重达到设计值后恢复提升，出现浆液不足时，旋喷管下入原位进行复喷。

(3) 当冒浆量过大时，通过提高射流压力或加快旋转和提升速度，减少冒浆量。

(4) 若发生串浆，应立即封堵被串孔，待串浆孔高压喷浆结束后，尽快对被串孔进行扫孔、高压喷浆或继续钻进。串浆量较大，应降低气压并加大浆液密度或进浆量。

(5) 供浆正常情况下，孔口回浆密度变小且不能满足设计要求时，应加大进浆密度或进浆量。

2.2.4.3 效果检查

高压旋喷止水帷幕的质量检查可采用钻孔取样、标准贯入试验或开挖检查等方法。若为临时挡水工程，使用期限不长，则采用开挖检查法或围井法检查高压旋喷止水帷幕效果。

3 基坑开挖

3.1 土石方开挖

3.1.1 工艺简述

3.1.1.1 基坑开挖方法分为横向挖掘法、纵向挖掘法、混合式挖掘法；横向挖掘法为从开挖基坑的一端或两端按全断面一次性开挖至设计标高，纵向挖掘法为沿基坑全宽纵向分层开挖，混合式挖掘法为多层横向全宽和通道纵向配合开挖，开挖前一般采用降水井将地下水降至开挖层面 50cm 以下，基坑由上至下分层开挖，同时进行边坡防护。

3.1.1.2 基坑开挖工艺对比见表 3.1-1。

表 3.1-1 基坑开挖施工工艺对比表

工艺名称	特点	适用条件
横向挖掘法	施工工作面多、施工周期短、 施工便道布置复杂	开挖浅且短的基坑
纵向挖掘法	施工周期长，施工便道费用少，基 坑开挖可与结构施工流水作业	开挖较浅且长的基坑
混合式挖掘法	施工设备投入多、施工周期短、 施工便道布置复杂	开挖长且深的基坑

3.1.1.3 基坑开挖根据不同的地质条件，选用相应的设备和工艺；土质基坑采用设备有挖掘机、推土机等；石质基坑一般采用钻爆与破碎锤开挖相结合的方式进行开挖。

3.1.1.4 本指南主要阐述深基坑混合式挖掘法施工工艺。基坑开挖断面见图 3.1-1。

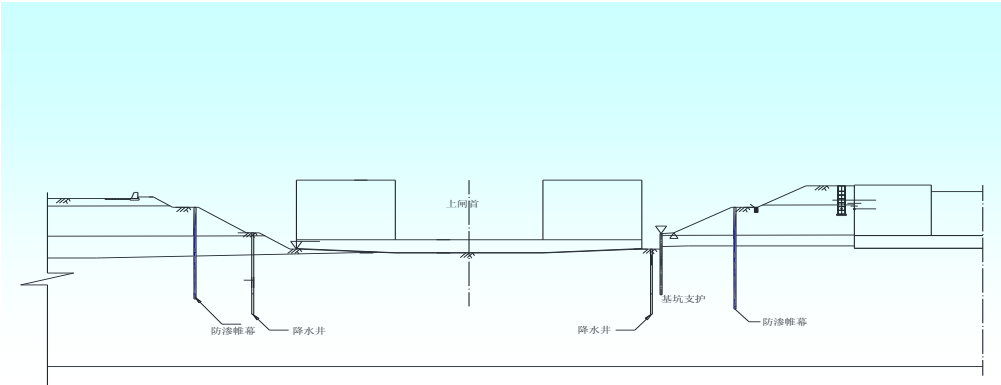


图 3.1-1 基坑开挖断面示意图

3.1.2 前置要点

3.1.2.1 基坑开挖深度大于 5m 的危险性较大分部分项工程施工方案应组织专家论证。

3.1.2.2 石方爆破应编制专项方案，并经专家论证。施工前应向当地公安部门办理好爆破作业许可证。

3.1.2.3 围堰已通过验收。

3.1.2.4 防渗帷幕墙已施工形成封闭圈。

3.1.2.5 基坑降水井运转正常，基坑内地下水已将至开挖层面以下 50cm。

3.1.2.6 基坑支护已完成并通过验收。

3.1.2.7 基坑及周围建筑物沉降位移观测点布置完成并已采集初始数据。

3.1.3 工艺实施流程

3.1.3.1 土方开挖工艺流程见图 3.1-2。

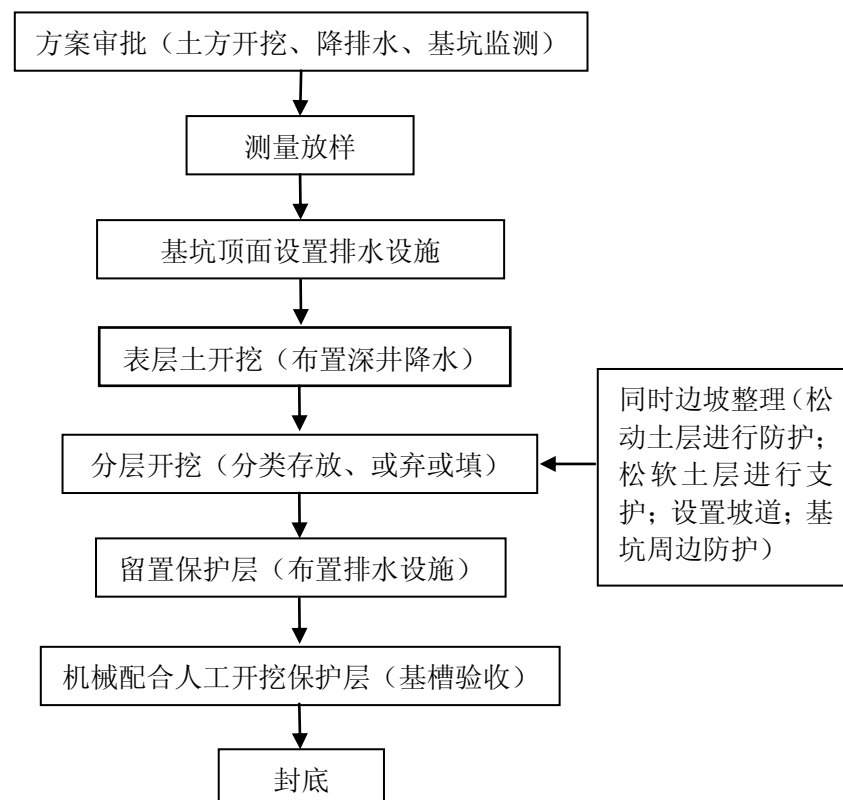


图 3.1-2 土方开挖工艺流程图

3.1.3.2 石方开挖工艺流程见图 3.1-3。

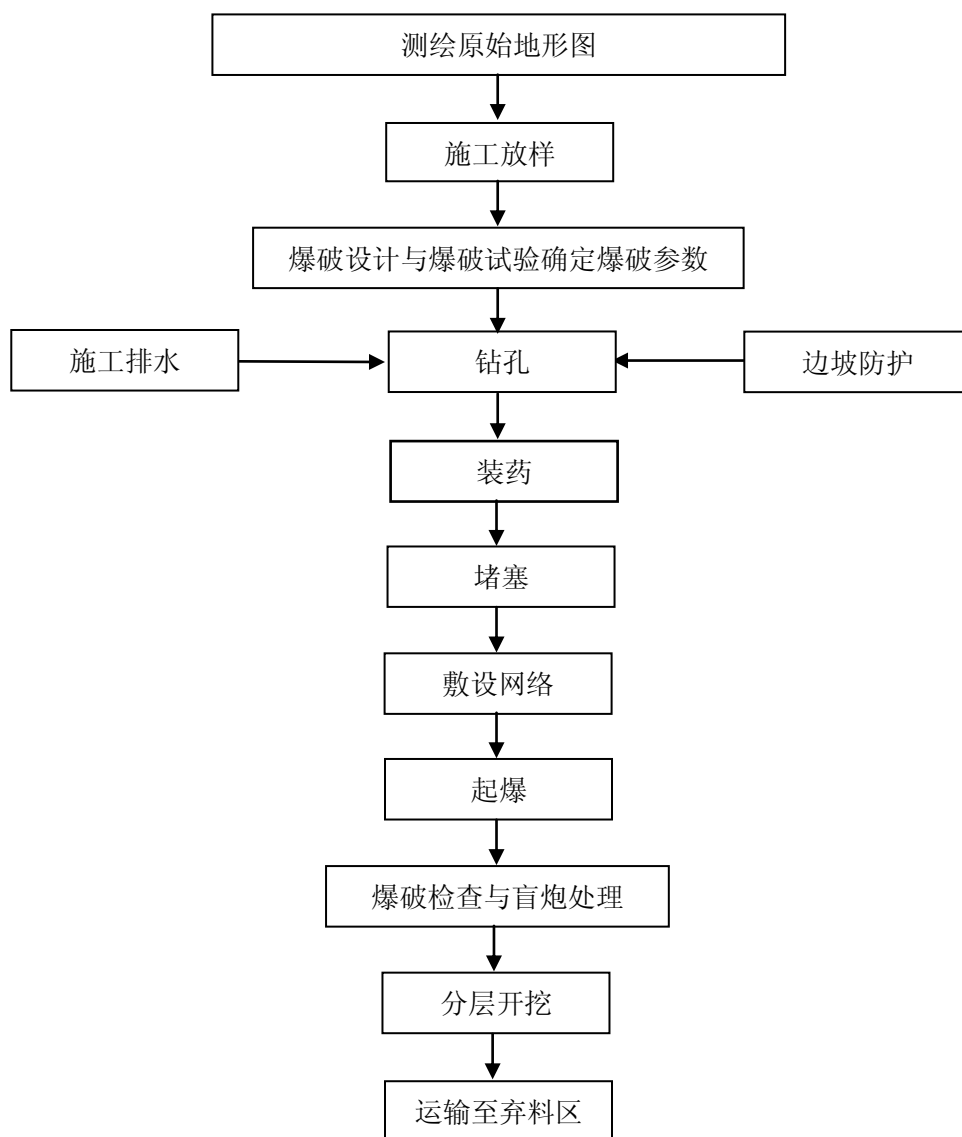


图 3.1-3 石方开挖工艺流程图

3.1.4 工艺控制重点

3.1.4.1 测量控制

- (1) 对基坑和周围建筑物的沉降位移进行观测，发现问题及时分析解决。
- (2) 严格控制开挖边线、边坡，应在每级坡平台面上进行醒目标识。

3.1.4.2 基坑降排水

- (1) 根据地质条件及降水试验，设置确定降水井的井位、间距及数量。
- (2) 降水期间应定期观测降水井内水位，雨季或者出现新的补给源时及时采取增加井数、改变抽水设备性能等措施。
- (3) 周边邻近建筑物有影响时，应设置观测井，定期观测与回灌。
- (4) 在基坑顶面设置排水沟（排水沟作防渗处理），设置相应集水坑排出

施工区域。

(5) 在基坑底面设置边沟及集水坑，采用水泵抽排至基坑顶面排水沟，排水沟见图 3.1-4，降水井见图 3.1-5。



图 3.1-4 排水沟



图 3.1-5 降水井图

3.1.4.3 出渣道路布置

根据地形条件的不同，出渣道路宜灵活采用不同的布置方式，出渣道路布置按布置形式的不同一般分为岸坡分层式、岸坡集中式、岸坡迂回式、基坑直进式，出渣道路布置形式对比见表 3.1-2。

表 3.1-2 基坑开挖出渣道路布置形式对比表

工艺名称	特点	适用条件
岸坡分层式	道路布置灵活，便捷，施工费用低	该布置方式适用于两岸地形相对平缓或高边坡分层开挖。
岸坡集中式	道路布置难度大，费用高	适用于地形狭窄、两岸陡峻，修筑道路有困难的地形
岸坡迂回式	道路布置灵活，便捷，施工费用低	适用于闸址两岸上部平缓宽阔、下部特别陡峻的地形。
基坑直进式	道路布置简便，施工期短、费用低，但适应性不强	适用于条形基槽薄层开挖。

岸坡分层式布置示意图 3.1-6，岸坡集中式布置示意图 3.1-7，岸坡迂回式布置示意图 3.1-8，基坑直进式布置示意图 3.1-9。

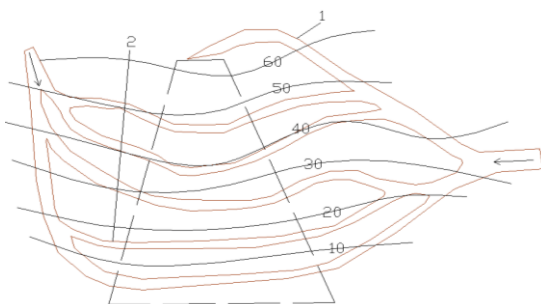


图 3.1-6 岸坡分层式道路布置示意图

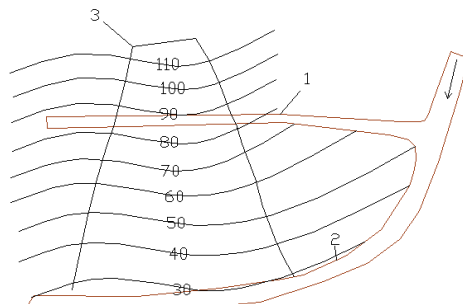


图 3.1-7 岸坡集中式道路布置示意图

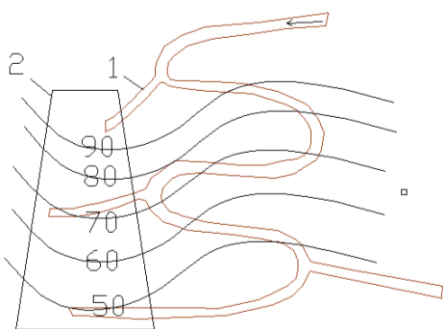


图 3.1-8 岸坡迂回式道路布置示意图

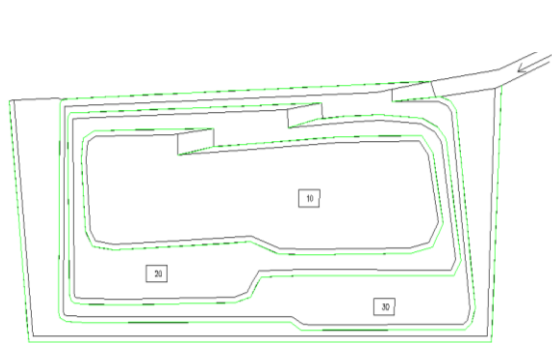


图 3.1-9 基坑直进式道路布置示意图

3.1.4.4 土方开挖

- (1) 基坑开挖前，顶面设置排（截）水沟，防止明水流入基坑。
- (2) 逐层开挖基坑，做好边坡防护，合理调配土方。
- (3) 基坑开挖完成后，设置排水边沟，防止明水浸泡基坑。
- (4) 开挖至基底底部时应预留保护层土方，由机械配合人工突击挖除。
- (5) 基底开挖完成后及时验槽，确认基底土质与地勘报告是否相符，基底验槽见图 3.1-10，基坑开挖见图 3.1-11。



图 3.1-10 基底验槽



图 3.1-11 基坑开挖实图

3.1.4.5 石方开挖

(1) 石方明挖可采用梯段微差挤压爆破，永久边坡采用预裂爆破或光面爆破，沟槽开挖采用槽挖爆破。

(2) 石方开挖前必须进行爆破试验，以确定经济、合理、安全的爆破方案。

(3) 在各部位基础开挖过程中，预留一定的保护层，采用小型设备配合人工撬挖突击施工。

(4) 开挖后对松散石方及时清理，并联合验槽。

基坑石方开挖见图 3.1-12、建基面清理见图 3.1-13。



图 3.1-12 基坑石方开挖



图 3.1-13 建基面清理

3.2 边坡防护

3.2.1 工艺简述

3.2.1.1 边坡防护主要分为坡面防护和支挡结构防护两类：坡面防护常用喷混凝土、锚喷护坡、锚喷挂网护坡、植被护坡等；支挡结构防护常用抗滑桩、挡土墙、锚杆、预应力锚索等。

3.2.1.2 本指南主要阐述锚杆施工。

3.2.2 前置要点

3.2.2.1 在锚杆施工前，应根据设计要求、土层条件和环境条件，合理选择施工设备、器具和工艺方法。

3.2.2.2 高边坡脚手架搭设需编制专项方案并经专家论证通过。

3.2.2.3 根据设计要求和机器设备的规格、型号，做好锚杆施工工作平台及安全措施。

3.2.2.4 锚杆施工前，应探清边坡上的危岩分布情况，并确保边坡上危岩已清理完成。

3.2.3 工艺实施流程

边坡支护施工应与边坡开挖施工结合进行，边坡开挖完成后应立即进行支护。

3.2.3.1 后注浆法（先安装锚杆后注浆）锚杆施工工艺流程见图 3.2-1。

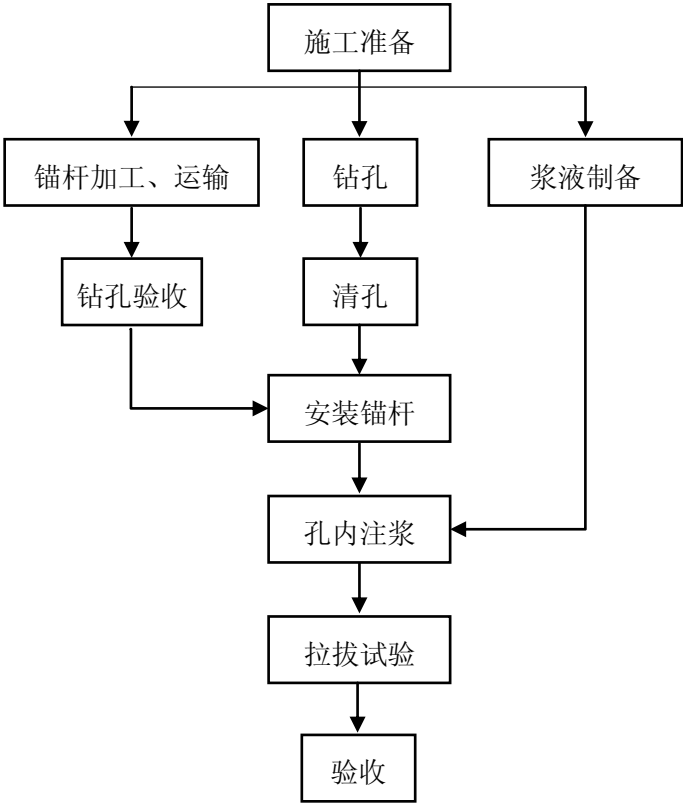


图 3.2-1 后注浆法锚杆施工工艺流程图

3.2.3.2 先注浆法（先注浆后安装锚杆）锚杆施工工艺流程见图 3.2-2。

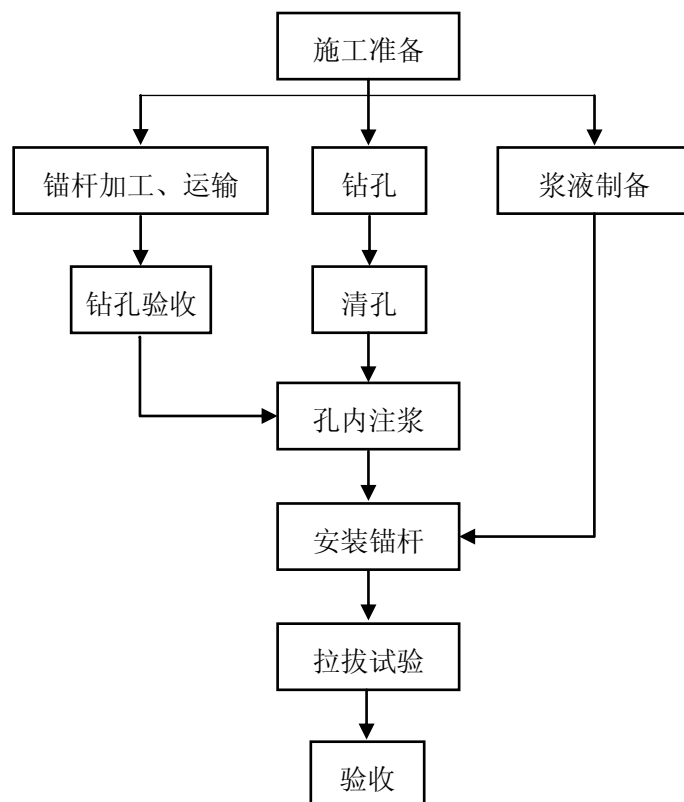


图 3.2-2 先注浆后锚杆施工工艺流程图

3.2.4 工艺控制重点

3.2.4.1 施工平台搭设

(1) 利用建筑钢管或型钢搭设施工平台，平台用锚杆与坡面固定，钻机用三脚支架提升到平台上。

(2) 根据高边坡实际设计参数，边坡坡度陡于 1:0.5 时，可采用普通脚手架施工；边坡坡度缓于 1:0.5 时，应采用台阶式脚手架施工。

(3) 主受力立杆间距 1m，其余辅助受力立杆可调整搭设间距至 1.2m，锚杆施工自下而上施工，因此平台施工顺序也由下而上搭设。施工平台见图 3.2-3、图 3.2-4。

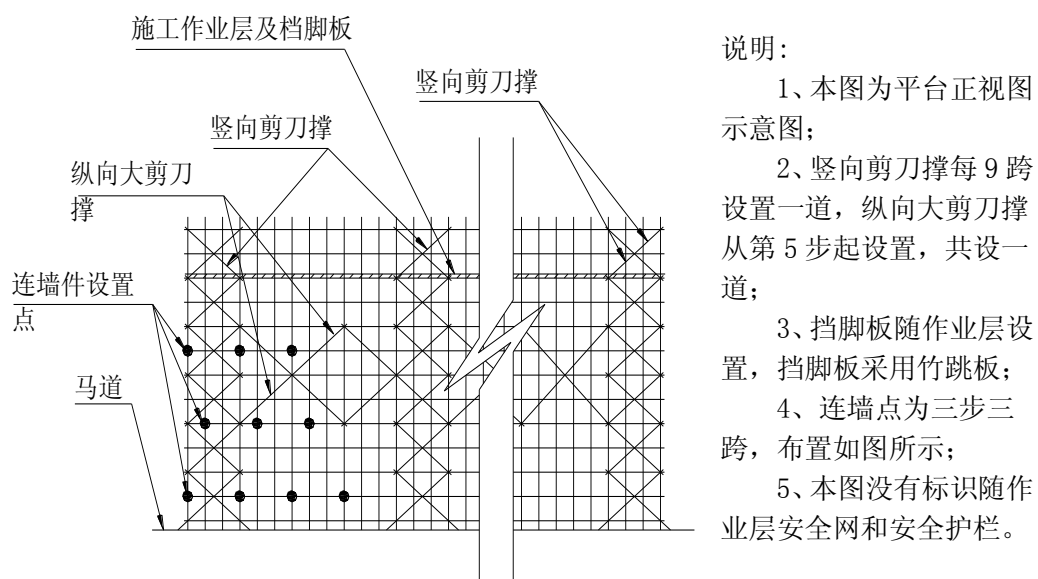


图 3.2-3 施工平台正视图

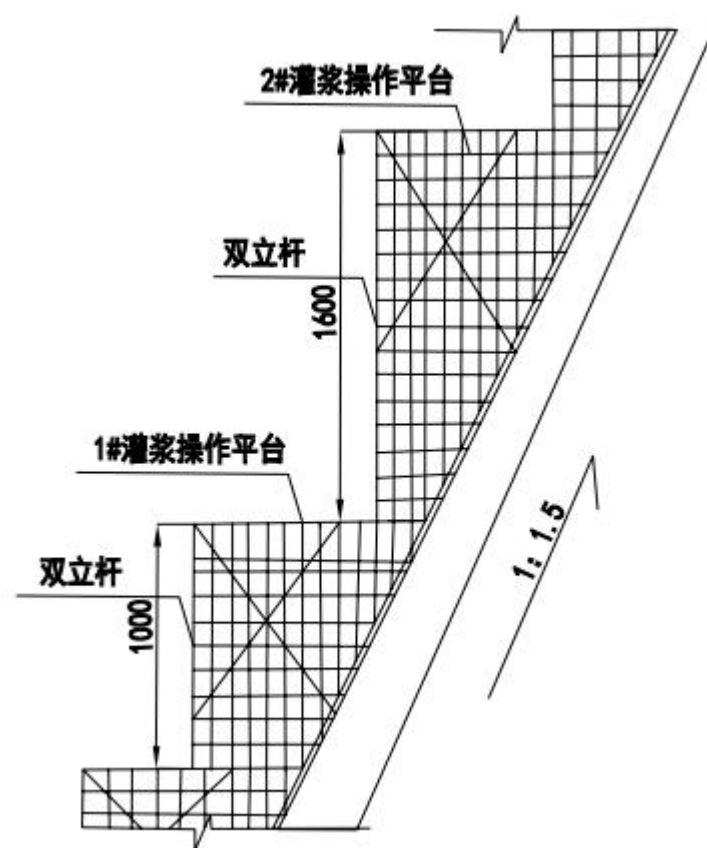


图 3.2-4 施工平台侧视图

3.2.4.2 钻孔

注浆锚杆的钻孔孔径应满足设计要求，且应满足锚杆体插入后的最小直径要

求，若采用“先注浆后安装锚杆”方法施工，钻头直径应大于锚杆体直径 15mm 以上；若采用“先安装锚杆后注浆”方法施工，钻头直径应大于锚杆体直径 25mm 以上。

3.2.4.3 锚杆的锚固和安装

- (1) 锚杆孔清洗完成并经监理验收合格后方可进行锚杆安装。
- (2) 安放锚杆时，应在锚杆上安设对中定位装置，使锚杆处于钻孔中心，锚杆中心定位支架见图 3.2-5。

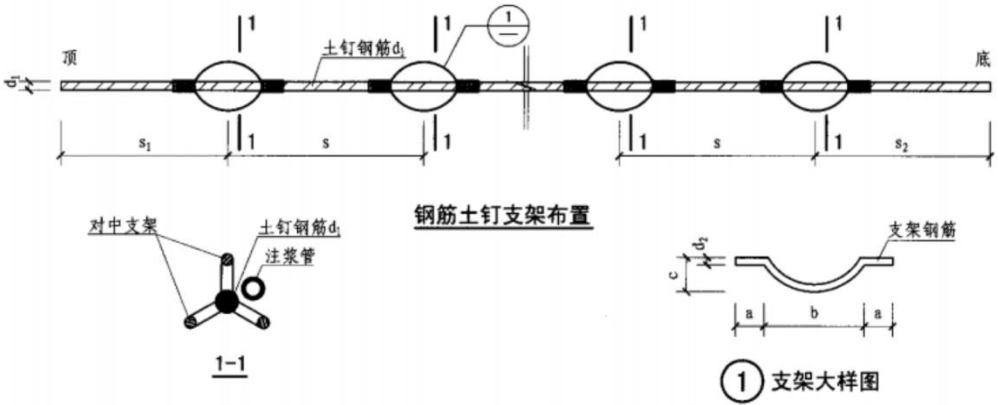


图 3.2-5 锚杆中心定位支架示意图

3.2.4.4 锚杆的注浆

- (1) 注浆锚杆的水泥砂浆必须经过试验室进行配合比试验。
- (2) 先注浆锚杆，把注浆管插入距孔底 50~100mm 进行注浆，边注浆边向外拔管，直到孔内注满浆液，然后人工将锚杆迅速插入孔内；在孔口加楔使锚杆体居中。
- (3) 后注浆锚杆，人工将锚杆插入锚杆孔内，在孔口加楔固定，使杆体居中；将注浆管插入至距孔底 50~100mm 处开始注浆，孔口溢出浓浆后，缓慢将注浆管拔出，使锚杆孔内注满砂浆。
- (4) 锚杆注浆后，在砂浆凝固前，避免敲击、碰撞和拉拔锚杆。
- (5) 设计采用二次劈裂压浆的锚杆，二次压浆待首次压浆强度达到 5MPa 时进行，二次压浆注浆管不再拔出。

4 地基处理

4.0.0.1 船闸工程地基处理形式一般有：预制桩、灌注桩、钢桩、水泥搅拌桩等，本指南主要阐述水泥搅拌桩及预制管桩施工。

4.1 水泥搅拌桩

4.1.1 工艺简述

4.1.1.1 水泥搅拌桩施工工艺

水泥搅拌桩根据施工工艺不同，可分为浆液搅拌法(湿喷法)和粉体搅拌法(粉喷法)，可采用单轴、双轴、多轴搅拌头，搅拌头可分为单向搅拌和双向搅拌，成桩形式可分两搅一喷、四搅两喷、四搅三喷等。

4.1.1.2 水泥搅拌桩施工工艺对比见表 4.1-1。

表 4.1-1 水泥搅拌桩工艺对比表

工艺名称	特点	适用条件
浆液搅拌法	该方法形成的桩体强度低，形成强度时间短、离散性较高，但施工简单、控制手段较多，质量易控制。	适用于处理淤泥质土、素填土、软塑粘性土、粉细砂、粉土、中粗砂、砾砂和黄土等土层，不适用于含大孤石或障碍物较多的杂填土、硬塑粘性土、密实的砂类土以及地下水渗流影响成桩质量的土层。
粉体搅拌法	施工机具体积较小，适应性强，便于操作；沉桩深度浅，质量控制难度大。	适用土层同于浆液搅拌桩。当地基土的天然含水量大于 30%(黄土含水量大于 25%)、小于 70%宜采用。

4.1.1.3 本指南所述为四搅三喷的水泥搅拌桩施工工艺，双向水泥搅拌桩施工见图 4.1-1。



图 4.1-1 双向水泥搅拌桩施工

4.1.2 前置要点

4.1.2.1 完成场地清理，地面承载力不满足施工需求时，应进行处理。

4.1.2.2 完成水泥土配合比设计。

4.1.2.3 根据设计和规范要求工艺性试桩，由试桩检测结果确定施工参数。

4.1.3 工艺实施流程

4.1.3.1 水泥搅拌桩工艺实施流程见图 4.1-2。

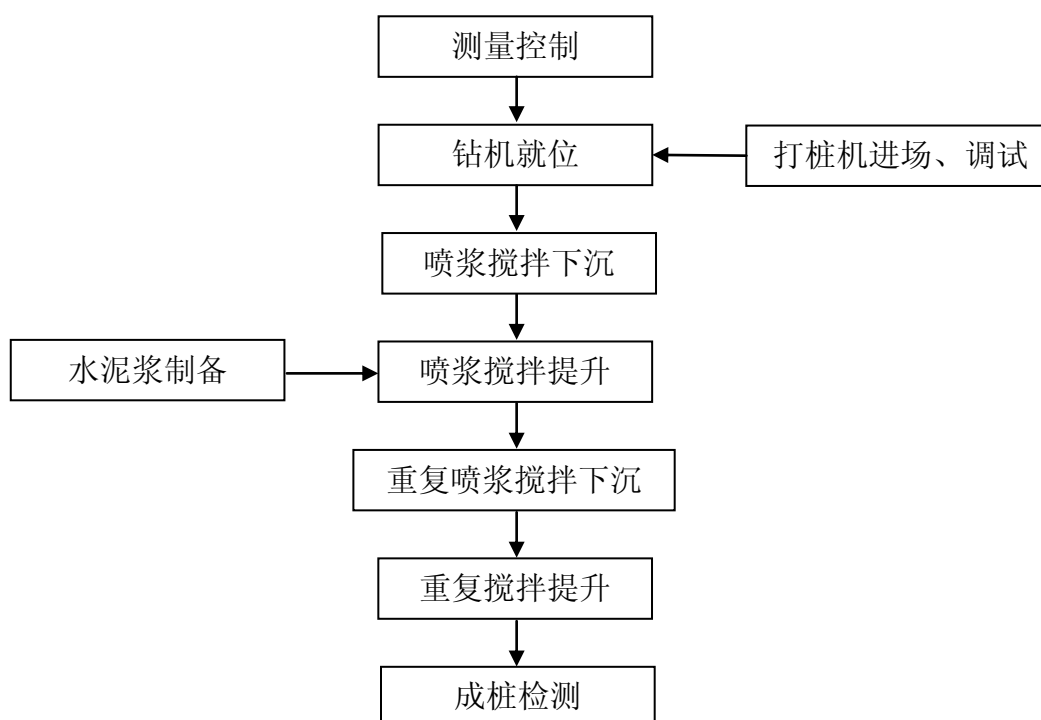
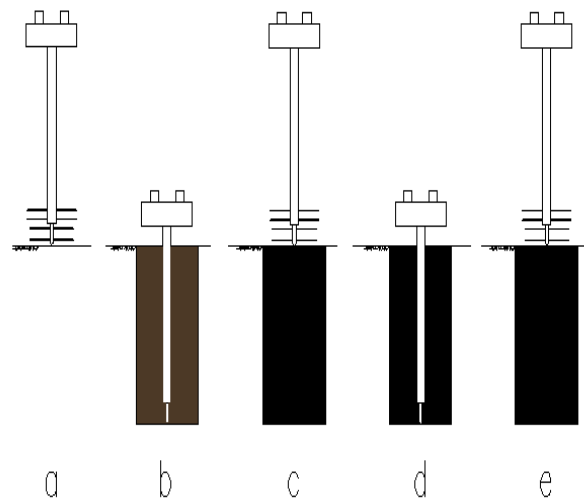


图 4.1-2 水泥搅拌桩工艺实施流程图

4.1.3.2 水泥搅拌桩施工工艺示意图 4.1-3



- (a) 钻机就位、对中； (b) 喷浆搅拌下沉； (c) 喷浆搅拌提升；
(d) 重复喷浆搅拌下沉； (e) 重复搅拌提升；

图 4.1-3 施工工艺示意图

4.1.4 工艺控制重点

在一个区域内，应由周边向中心区域打设，有利于整体的成桩质量和软基处理效果。

4.1.4.1 水泥浆制备

(1) 水泥浆拌制应设置集中拌浆站，搅拌机采用自动数控高速搅拌机（搅拌机见图 4.1-4），拌浆站生产能力应满足施工现场高峰期供浆需求。



图 4.1-4 自动数控高速搅拌机

(2) 每台钻机处应设置 2 只储浆桶循环使用，桶容量应大于单根桩水泥浆用量，施工时控制一桩一桶，确保单根桩水泥用量。

- (3) 水泥浆运输应采用管道或罐车输送至桩机钻进位置，确保供浆连续。
- (4) 设置专人检查水泥用量，和每天成桩量对比，防止供耗不符。
- (5) 制备好的水泥浆不得有离析现象，停置时间不得超过规定时间。若停置时间过长，不得使用。

4.1.4.2 喷浆搅拌

- (1) 施工现场应设置信息收集监控站（监控站见图 4.1-5），收集每台钻机用浆量、钻进速度、搅拌速度等施工参数，实现信息化管理。



图 4.1-5 搅拌桩信息监控站

- (2) 喷浆分为钻进喷浆和提升喷浆，浆液喷入时应均匀、连续，严格控制灰浆泵、管道及钻头喷浆压力，确保桩身每米水泥掺量满足要求。
- (3) 原地面与桩顶存在空钻时，应采取空钻喷水等防堵措施。
- (4) 复搅时，对局部喷浆不足的桩身部位应补浆。

4.1.4.3 成桩检测

- 成桩完成后，按设计和规范要求钻芯取样检测。钻芯取样检测见图 4.1-6，成桩桩头质量见图 4.1-7。



图 4.1-6 钻芯取样检测



图 4.1-7 成桩桩头质量

4.2 管桩沉桩

4.2.1 工艺简述

4.2.1.1 预制管桩沉桩工艺根据管桩型号、地质条件、周边环境、机具选择的不同，可分为：锤击下沉、振动下沉、静压下沉等施工工艺；锤击法是利用桩锤下落时的瞬时冲击机械能，克服土体对桩的阻力，使其静力平衡状态遭到破坏，从而使桩体下沉；振动沉桩是将振动打桩机安装在桩顶，一方面利用振动以减小土对桩的阻力，另一方面用向下的振动力使桩沉入土中；静压桩法施工是通过静力压桩机的自重和配重提供反力而将管桩压入土中。

4.2.1.2 管桩沉桩工艺比较见表 4.2-1。

表 4.2-1 管桩沉桩工艺对比表

工艺名称	特点	适用条件
锤击下沉	施工速度快，机械化程度高；施工噪音和振动大。	适用于桩径较小，地基土质为可塑性粘状土、砂性土、粉土、细砂以及松散碎卵石类土的情况。
振动下沉	施工速度较快，机械化程度较高；施工噪音和振动较大，功效高。	适用于可塑性的粘性土和砂土，用于土的抗剪强度受振动时有较大降低的砂土等地基。
静压下沉	施工噪音小，无震动，功效高，对周边环境的影响小，终桩压力可视化，质量控制有保障；设备体型大，配载重，对施工场地地基承载力要求高，受季节影响小。	适用于较均质的可塑性粘性土地（标准贯入度 $N < 20$ ）、淤泥质土，对砂土及其他较坚硬土层，由于压桩阻力过大不宜采用；有防噪音要求的地区可优先选用。

4.2.1.3 本指南所述为“锤击法”的管桩沉桩工艺，见图 4.2-1。



图 4.2-1 锤击法管桩施工

4.2.2 前置要点

- 4.2.2.1 检查管桩质量证明文件。
- 4.2.2.2 地质复杂的区域，为检验成桩承载力和确定沉桩工艺应进行试桩；通过试桩的相关试验与设计单位及监理单位确认最终贯入度。

4.2.3 工艺实施流程

4.2.3.1 锤击法沉桩施工工艺流程见图 4.2-2。

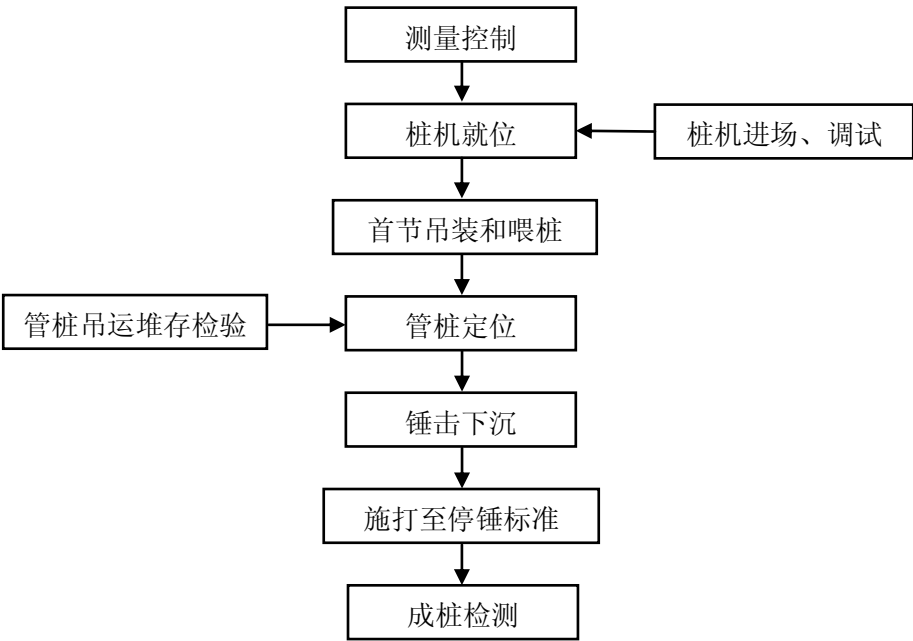
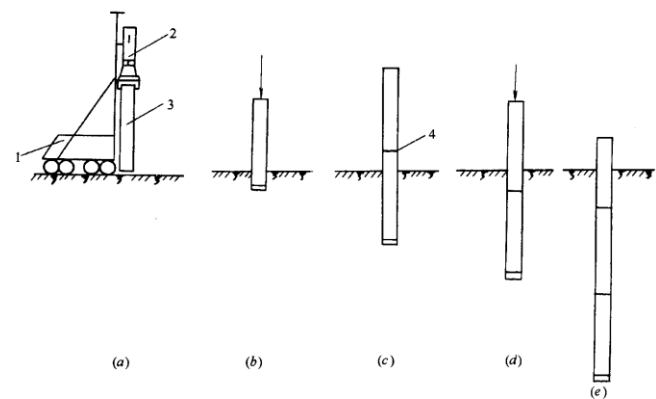


图 4.2-2 锤击法管桩施工工艺流程图

4.2.3.2 管桩施工工艺见图 4.2-3。



- (a) 测量控制、桩机就位、首节吊桩和喂桩；
- (b) 管桩定位、锤击下沉；
- (c) 接桩；
- (d) 再锤击、再接桩，再锤击；
- (e) 施打至停锤标准

1-打桩机；2-打桩锤；3-桩；4-接桩

图 4.2-3 管桩施工工艺示意图

4.2.4 工艺控制重点

4.2.4.1 测量控制

(1) 施工前根据确定的坐标点，用全站仪放出定位轴线及控制网，控制点尽量远离打桩区域，并加以保护。

(2) 为减少管桩定位偏差，管桩起吊前应以放样标志点为中心，并做好标记。

4.2.4.2 桩机就位

(1) 桩机进场后进行现场拼装、调试，检查各部件及仪表是否灵敏有效，桩机现场拼装、就位见图 4.2-4。

(2) 桩架应平稳的架设在打桩部位，打桩机就位时做到对准桩位、垂直稳固。



图 4.2-4 桩机现场拼装、就位

4.2.4.3 管桩吊运堆存检验

(1) 管桩运至施工现场时应进行检查验收，严禁使用质量不合格及存在裂缝的桩。

(2) 管桩吊装常采用两头勾吊法，吊钩钩于管桩二端板处，绳索与桩身水平夹角应大于 45° ，两头勾吊法吊运见图 4.2-5、图 4.2-6。

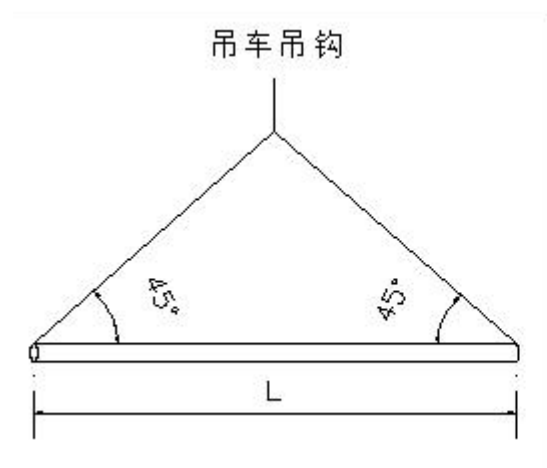


图 4.2-5 两头勾吊法吊运管桩示意图



图 4.2-6 两头勾吊法吊运照片

(3) 对于大型管桩构件，起吊前应先进行试吊，检查机身稳定性、制动器的可靠性和吊具的牢固性。

(4) 管桩叠层堆放时，需要使用软垫(木垫)，支点位置采用规范要求值（垂直于桩长度方向，距离桩端 0.2 倍桩长处）；管桩叠层堆放不宜超过 5 层；底层最外缘的桩应在垫木处用木楔塞紧，管桩现场堆放见图 4.2-7。

(5) 当桩叠层堆放超过 2 层时，应采用吊机取桩，严禁拖拉取桩。



图 4.2-7 管桩现场堆放

4.2.4.4 管桩吊装、定位

(1) 管桩采用吊车配合桩机起吊就位，吊点采用钢丝绳双道捆扎，采用两点吊法吊起桩身至一定高度后立桩送入龙口，管桩吊装喂桩见图 4.2-8。

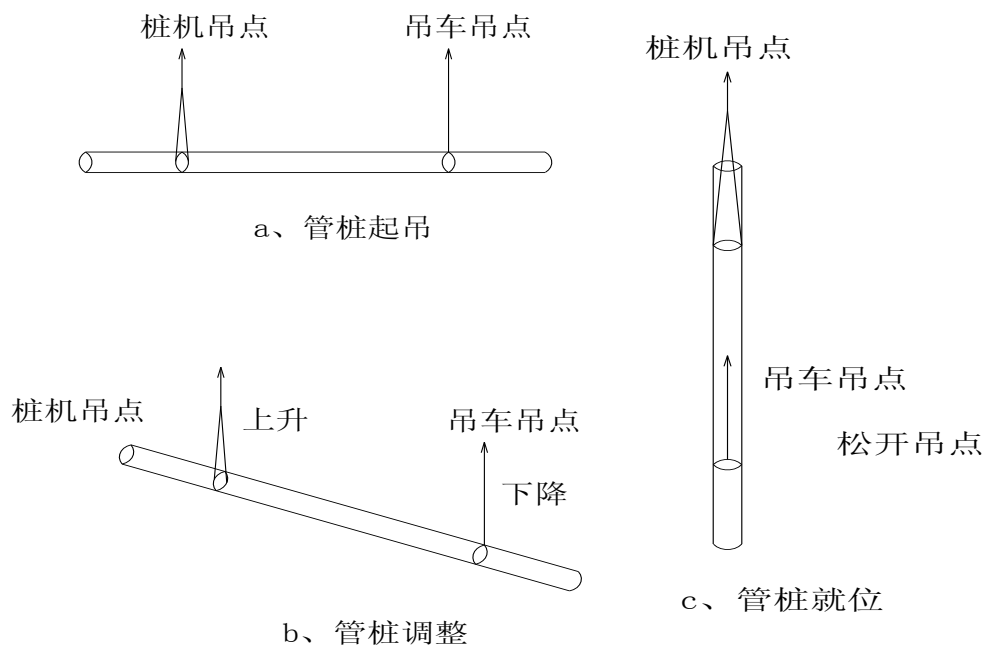


图 4.2-8 管桩吊装喂桩示意图

(2) 及时检查捆扎钢丝绳的断丝及磨损情况，报废钢丝绳不得存放在在现

场。

(3) 用钢丝绳捆绑并控制桩的下端，使其定位准确。

(4) 桩架自动调直后，正侧面采用二台测量仪器成 90° 角对桩身进行垂直度复测。

4.2.4.5 锤击沉桩

(1) 根据地质条件、桩型、桩的密集程度、单桩竖向承载力及施工条件等情况选择合适的桩锤型号。

(2) 对于群桩基础，管桩施打顺序应遵循由中间向四周、先深后浅的原则，也可根据管桩规格，先大后小，先长后短进行施打。当一侧毗邻建筑物时，应由毗邻建筑物处向另一方向施打。

(3) 锤与桩帽、桩帽与桩之间应加设硬木、麻袋、草垫等弹性衬垫。

(4) 锤击沉桩时，桩锤、桩帽应和桩身在同一中心线上，锤击过程中应跟踪观测管桩垂直度，及时调整。

(5) 管桩终止锤击的控制应以设计文件为准，一般土层为设计标高为主，贯入度为辅。

(6) 当遇到贯入度剧变，桩身突然发生倾斜、位移或有严重回弹、桩顶或

桩身出现严重裂缝、破碎等情况时，应暂停打桩，并分析原因，采取相应措施。

4.2.4.6 接桩

(1) 接装前，应检验已沉入管桩桩头是否完好。

(2) 管桩对接前，应将管桩连接部位清理干净。

(3) 为便于接桩操作，下节桩段的桩头宜高出地面 0.5m~0.8m。焊接连接时，下节桩的桩头处宜设导向箍，接桩就位纠偏时，不得采用大锤横向敲打。

(4) 上下桩节固定后拆除导向箍分层施焊，焊接宜在桩四周对称进行，焊缝应连续、饱满，焊接层数不得少于两层。

(5) 焊好后的桩接头应自然冷却后方可继续锤击，自然冷却时间不宜少于 8 分钟，严禁采用水冷却或焊好即施打。

(6) 机械螺纹接桩时，应采用专用接头锥度对中，对准上下节桩进行旋紧连接。

5 主体结构

5.1 底板

5.1.1 工艺简述

5.1.1.1 底板一般分为整体式和分离式两种，船闸底板宜采取“跳仓法”施工，相邻间底板先低后高施工；底板按照浇筑工艺分为一次浇筑工艺、分节浇筑工艺、分块浇筑工艺，其相应施工工艺分别为底板混凝土一次浇筑成型、底板分两节或多节浇筑成型、分块浇筑预留施工缝待二期封绞形成整体。底板工程浇筑工艺对比见表 5.1-1。

表 5.1-1 底板工程施工工艺对比表

工艺名称	特点	适用条件
一次浇筑工艺	施工周期短、无施工缝	底板结构形式简单
分节浇筑工艺	施工周期长、 有利于结构混凝土温控	底板结构形式复杂，底板厚度较大
分块浇筑工艺	施工周期长、有利于消除 地基沉降引起的结构裂缝	地基沉降量较大，易产生不均匀沉降

5.1.1.2 混凝土浇筑入仓方式一般有泵送法、吊罐法、皮带机输送法；混凝土浇筑方法见表 5.1-2。

表 5.1-2 底板工程混凝土入仓方式对比表

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	适合大坍落度混凝土
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	道路场地满足混凝土运输和浇筑条件，适合低坍落度混凝土
皮带机输送法	有利于混凝土防裂，振捣等施工工艺要求高	道路场地满足混凝土运输和浇筑条件，适合低坍落度混凝土

5.1.1.3 本指南主要针对整体式底板及分离式底板分块浇筑施工工艺进行阐述，尺度较大的整体式底板通过预留施工宽缝将底板分块浇筑，沉降变形稳定后封绞形成整体。分离式底板通过纵横向施工缝将底板分成若干块进行浇筑。整

体式底板结构示意图见图 5.1-1，分离式底板结构示意图见图 5.1-2。

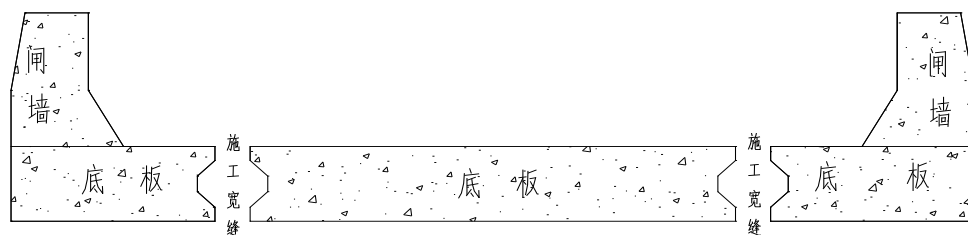


图 5.1-1 整体式底板结构示意图

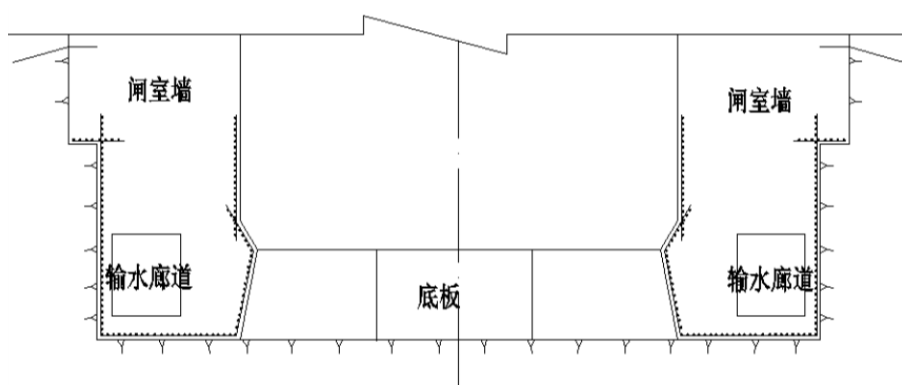


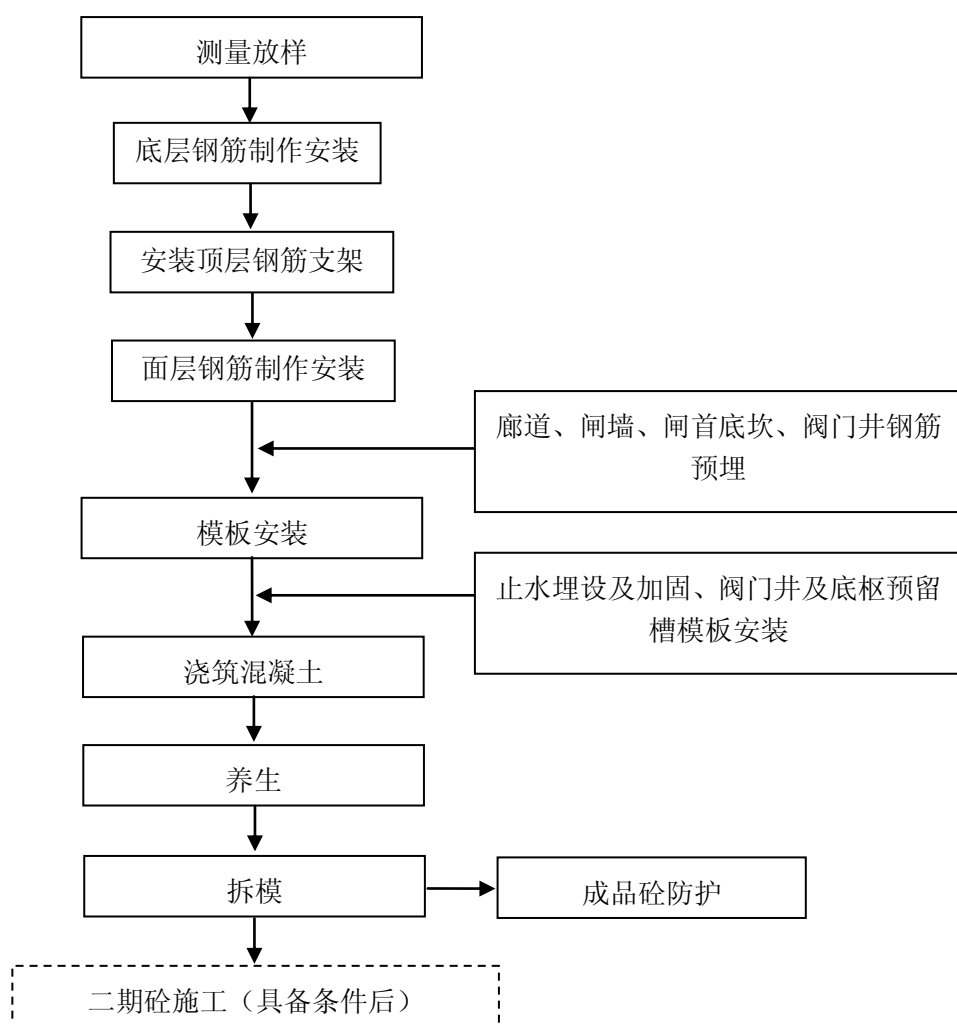
图 5.1-2 分离式底板结构示意图

5.1.2 前置要点

- 5.1.2.1 基槽降、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变化均符合稳定性要求。
- 5.1.2.3 地基处理已验收合格。
- 5.1.2.4 基底已通过联合验收并封底。

5.1.3 工艺实施流程

- 5.1.3.1 底板施工工艺流程见图 5.1-3。



注：虚框为整体式底板二期封铰。

图 5.1-3 底板施工工艺流程

5.1.4 工艺控制重点

5.1.4.1 测量

（1）施工前对封底高程进行复测校核，不允许垫层混凝土侵占主体结构，面层钢筋绑扎前，对支撑钢筋高程进行控制。

（2）加强船闸中心线、底板角点等特征点的放样复核。底板钢筋绑扎后需对廊道、边墩相关附属结构（集水井、闸首底枢、阀门井等）钢筋及预留槽进行精确放样。

（3）严格控制顶面标高，在底板侧模上加密标高测量点，浇筑过程严格按照标高进行浇筑。

（4）底板高程应按设计预留沉降量。

(5) 底板底宜设置地基沉降观测管，浇筑过程中观测地基沉降对混凝土早期质量影响。

(6) 根据设计图纸布设沉降观测钉，底板浇筑后实施沉降观测。

5.1.4.2 钢筋制作安装

(1) 顶面钢筋安装前应先布置槽钢支撑及宽缝型钢桁架支撑，槽钢及型钢桁架刚度需通过计算满足受力要求确保整体稳定；支撑纵横向间距不宜大于1.8m，按单个底板均匀分布安装支撑，单个支撑纵横向需设置钢筋斜撑并焊接牢固。支撑与宽缝桁架见图 5.1-4。



图 5.1-4 支撑与宽缝桁架

(2) 面层钢筋绑扎后顶面不得集中堆载施工材料、机具，顶面钢筋不得随意切断。

(3) 钢筋骨架保护层垫块采用高强混凝土垫块，强度宜高于主体结构混凝土强度一个等级，绑扎牢固；钢筋骨架支撑底端设置垫块，侧面钢筋保护层垫块应采用梅花状布设，钢筋直径较小时和异形钢筋骨架处适当加密。

(4) 设置临时固定措施，严格控制预埋钢筋的位置与角度；预埋钢筋临时固定措施，倒角预埋钢筋设置临时钢筋固定见图 5.1-5。



图 5.1-5 倒角预埋钢筋设置临时钢筋固定

(5) 预埋钢筋暴露时间较长的，底板施工完成后需对预埋钢筋进行阻锈保护处理；预埋钢筋防腐措施，外露钢筋涂刷防腐涂层见图 5.1-6。



图 5.1-6 外露钢筋涂刷防腐涂层

(6) 钢筋骨架顶面保护层采用定制型钢控制，混凝土浇筑前采用与保护层厚度相同的型钢与骨架顶面钢筋绑扎，混凝土浇筑面与型钢顶面齐平。底板顶面保护层控制，型钢控制顶面保护层见图 5.1-7。



图 5.1-7 型钢控制顶面保护层

(7) 止水安装与钢筋交叉处如需切割部分钢筋需在止水安装完成后采用“过桥法”对切断钢筋进行连接。

(8) 钢筋骨架成型应采用定位架，定位架应能准确定位主筋、分布筋和箍筋，从而保证钢筋间距。

5.1.4.3 模板制作安装

(1) 模板与拉条螺栓交接处应设置圆台螺母，模板外侧面可采用发泡剂对拉条螺栓孔进行封堵。

(2) 模板开槽或开孔需采用电钻施工，严禁使用氧割作业。

(3) 整体式底板宽缝模板采用定型型钢桁架支撑，见图 5.1-8。



图 5.1-8 宽缝模板

(4) 底板浇筑前，未设置抗浮锚杆的底板，需在基岩钻孔植筋，将拉条焊接在已植入基岩里的锚筋上（设置抗浮锚杆的底板，采用锚杆替代锚筋），拉条焊接在锚筋上示意图见图 5.1-9。

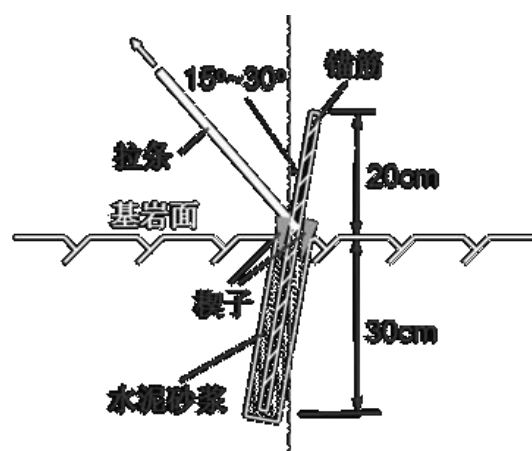


图 5.1-9 拉条焊接在锚筋上示意图

(5) 浇筑前记录模板各项检查参数的原始数据，随混凝土分层浇筑进度逐

层检查模板变形数据，以便及时纠偏。

5.1.4.4 止水构件的制作及安装

(1) 止水焊接需进行防渗漏检测，重点检查止水焊接质量无缝隙，确保止水效果。水平铜止水焊接见图 5.1-10，垂直铜止水焊接见图 5.1-11。



图 5.1-10 水平铜止水焊接

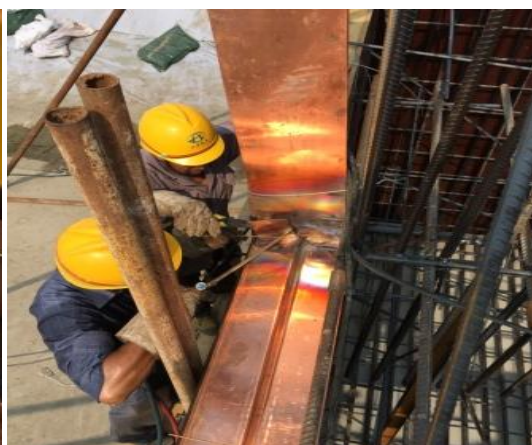


图 5.1-11 垂直铜止水焊接

(2) 橡胶止水带、PVC 止水片宜采用热粘接。

(3) 橡胶止水带对接时端部宜齐平，在距端部 10cm~12cm 处划线标出搭接范围，此范围内的肋条应全部割除并锉平，以保证粘接面平整。

(4) 止水构件需存放于库房内，膨胀止水橡胶条需干燥存放，止水条安装后至混凝土浇筑期间，应做好防水措施。

(5) 底板水平止水处模板由于止水上下模板分离，止水上方模板安装需控制整体线形，安装牢固，模板下端需与止水构件紧密贴合。水平止水铜片安装见图 5.1-12。

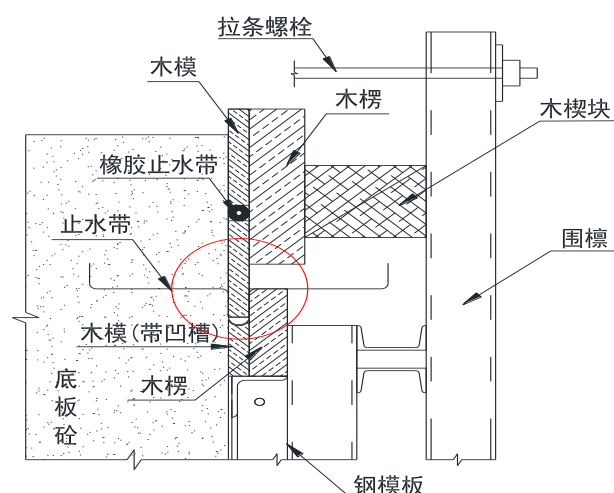


图 5.1-12 水平止水铜片安装示意图

(6) 底板与墙身衔接处 T 型或 L 型铜止水，将搭接铜片预留一定间隙，灌注沥青，防止因铜片不平整、密贴造成绕流渗水。底板与墙身衔接处止水布置见图 5.1-13。

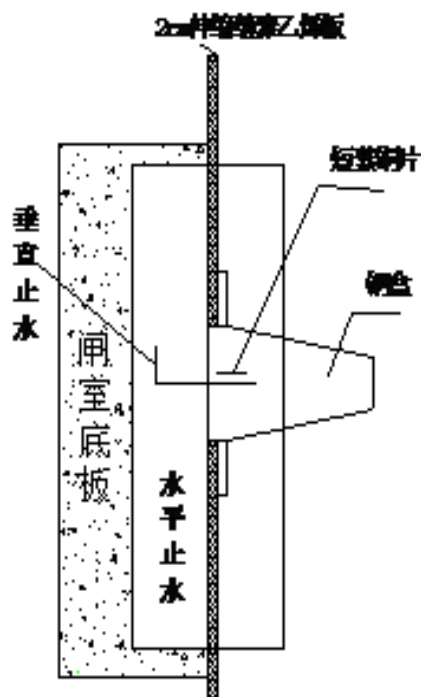


图 5.1-13 底板与墙身衔接处止水布置图

(7) 止水(浆)带安装时应采用专用支托卡具支撑牢固，竖向止水(浆)带的支托卡具每 50cm 一道，水平止水(浆)带的每 100cm 一道。竖直止水带加固措施见图 5.1-14，止水带加固措施见 5.1-15。



图 5.1-14 竖直止水带加固



图 5.1-15 水平止水带加固

5.1.4.5 混凝土浇筑

(1) 底板大体积混凝土应优选水泥、粗细骨料和外加剂，配合比设计宜采

用连续级配，并适当提高骨料含泥量指标要求，施工过程中控制入仓温度和采取内部降温的方法（冷却水管）预防大体积混凝土裂缝；特殊季节混凝土的原材料采用加热或降温的措施以保证混凝土的入仓温度；混凝土浇筑方法一般为泵送法和皮带机输送法，皮带机输送法混凝土浇筑见图 5.1-16。



图 5.1-16 皮带机输送法混凝土浇筑

（2）浇筑面层前在面层钢筋上铺设与保护层厚度相同的型钢作为混凝土刮平导轨，以保证面层标高、平整度与保护层厚度。面层钢筋上部设置方钢导轨见图 5.1-17、磨光机对表面收光见图 5.1-18。



图 5.1-17 面层钢筋上部设置方钢导轨



图 5.1-18 磨光机对表面收光

- （3）面层可采用坍落度较小的混凝土，浇筑时及时清理表面浮浆。
- （4）为防止底板与闸墙结构连接处渗漏，底板顶面可预留笋槽或安装止水板。
- （5）整体式底板宽缝封铰需对两侧混凝土切边修整，表面凿毛。宽缝浇筑

需满足设计封铰条件，降水条件同底板施工降水条件。

(6) 闸首底板上纵横格梁等边、棱角拆模后采用角钢防护，保护棱角不破损，成品棱角保护见图 5.1-19。



图 5.1-19 成品棱角保护

5.1.4.6 混凝土养护

(1) 底板顶面冬季采用“两布一膜”覆盖保温养护（保温养护措施见图 5.1-20），夏季可以采取覆盖洒水养护。

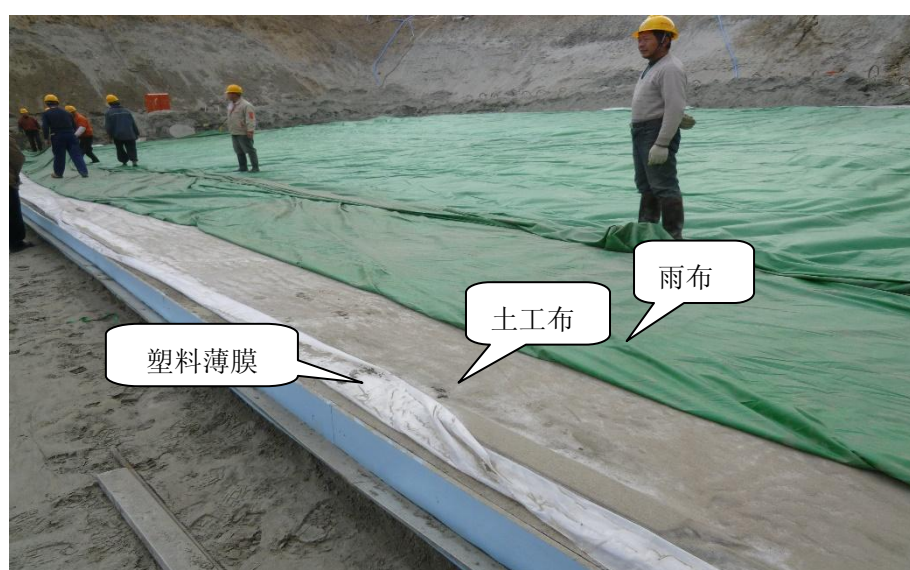


图 5.1-20 冬季“两布一膜”覆盖保温养护

(2) 底板侧面冬季应覆盖保温，伸缩缝部位拆模后利用填缝材料覆盖保温，夏季采取洒水养护。

5.2 闸墙

5.2.1 工艺简述

5.2.1.1 闸室墙施工工艺根据模板形式不同，分为移动模架法、翻模法和模板支架法。移动模架法使用龙门稳固、移动整体型钢模板，两侧闸墙同时施工对称浇筑，模板系统线性移动循环使用；翻模法为墙身竖向分层分块由下往上模板循环使用；模板支架法为利用脚手支架作为施工平台，模板安装一次到顶。

5.2.1.2 模板施工工艺对比见表 5.2-1。

表 5.2-1 模板施工工艺对比表

工艺名称	特点	适用条件
移动模架法	钢模板一次成型，结构浇筑一模到顶，施工效率高，费用低	闸墙高度一般小于 15m，闸墙断面结构形式一致
翻模法	施工工期长，施工缝较多，施工费用低	闸墙高度一般大于 15m，闸墙断面结构形式不一致
模板支架法	施工工期长，费用高	闸墙结构断面形式异形，闸墙高度一般小于 10m

5.2.1.3 闸室墙混凝土浇筑工艺一般有泵送法、吊罐法、皮带机输送法。混凝土浇筑工艺对比见表 5.2-2。

表 5.2-2 混凝土浇筑工艺对比表

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	适合大坍落度混凝土，适用各种构件
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	道路场地满足混凝土运输和浇筑条件，适合低坍落度混凝土
皮带机输送法	有利于混凝土防裂，振捣等施工工艺要求高	道路场地满足混凝土运输和浇筑条件，适合低坍落度混凝土

5.2.1.4 本指南主要介绍“移动模架法+泵送浇筑法”、“翻模法+吊罐法的闸墙施工工艺，闸室墙代表结构形式，整体式闸室墙结构断面见图 5.2-1、分离衬砌式闸室墙结构断面见图 5.2-2。

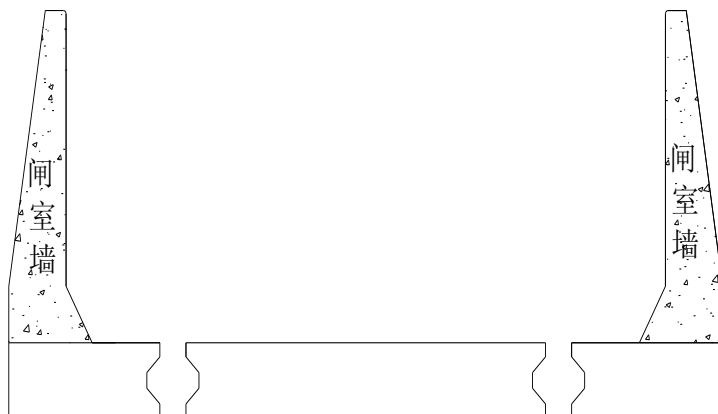


图 5.2-1 整体式闸室墙结构断面图

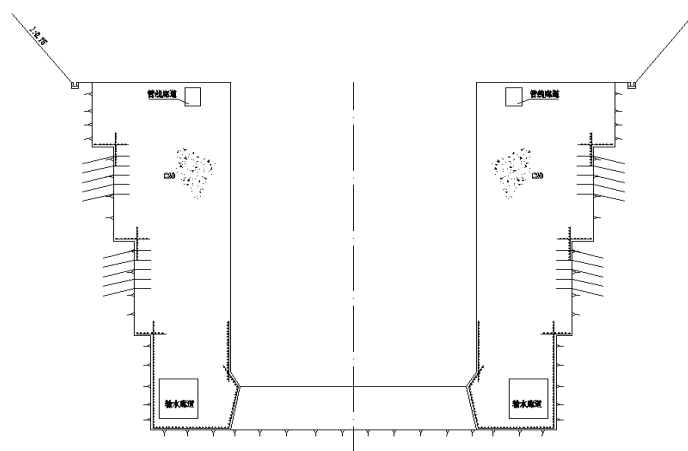


图 5.2-2 分离衬砌式闸室墙结构断面图

5.2.2 前置要点

5.2.2.1 整体式结构闸室墙施工前置要点

- (1) 整体高大模板应有专项施工方案并通过专家论证。
- (2) 移动模架使用前应通过验收。

5.2.2.2 分离衬砌式闸室墙施工前置要点

- (1) 施工脚手架需编制专项方案并经专家论证。
- (2) 衬砌式闸墙锚杆施工完成，且经检验合格。
- (3) 施工前需按结构形式进行分层分块。

5.2.3 工艺实施流程

5.2.3.1 整体式闸室墙工艺实施流程见图 5.2-3。

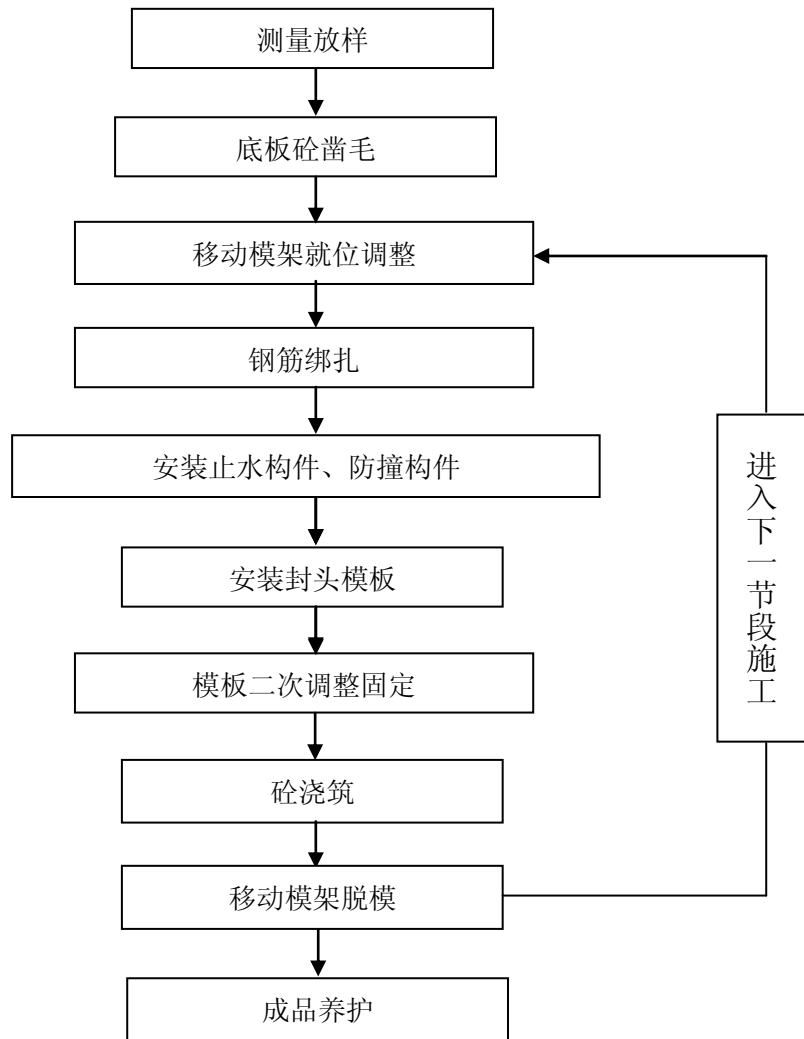


图 5.2-3 整体式闸墙施工工艺流程图

5.2.3.2 衬砌式闸室墙工艺实施流程见图 5.2-4

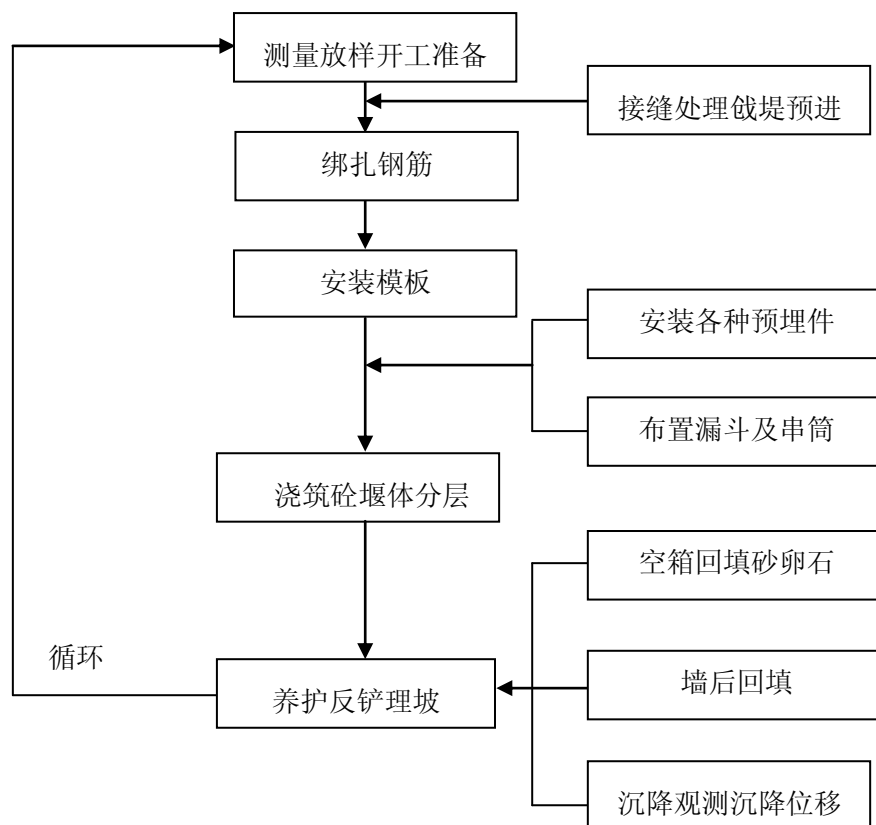


图 5.2-4 衬砌式闸墙施工工艺流程图

5.2.4 工艺控制重点

5.2.4.1 测量

- (1) 闸室墙平面位置采用全站仪测放坐标+中线法“双控”。
- (2) 严格控制船闸墙身前沿线，不得前倾，保证船闸口门尺度。

5.2.4.2 钢筋绑扎

- (1) 闸墙钢筋应搭设辅助支架，闸墙前后钢筋网片间应设置水平、斜向支撑，形成钢筋稳定骨架，闸墙钢筋绑扎安装见图 5.2-5。



图 5.2-5 闸墙钢筋绑扎安装

(2) 重点部位加密放置钢筋保护层垫块，采用水平支撑固定两侧钢筋网片保证垫块与模板贴合，保护层垫块安装见图 5.2-6。



图 5.2-6 保护层垫块安装

(3) 在闸墙结构底端向上 3~5m 范围内可增加防裂钢筋网片，以减小闸墙约束裂缝。

5.2.4.3 闸墙模板

(1) 整体式闸室墙模板

1) 移动模架包含支撑系统、行走系统、悬挂系统、模板系统。闸墙模板为整体钢模结构，面板宜采用 5mm 以上的酸洗板，闸室墙模板龙门支架见图 5.2-7。

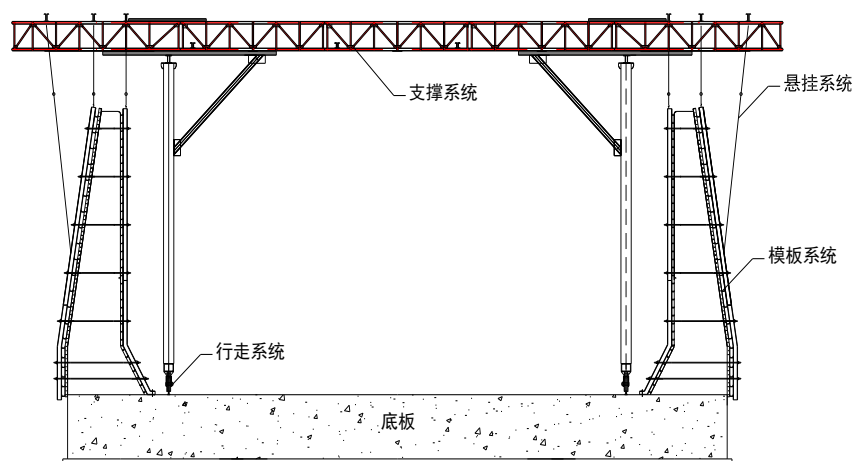


图 5.2-7 闸室墙模板龙门支架

悬挂系统中增设称重计，模板称重报警系统见图 5.2-8。



图 5.2-8 模板称重报警系统

2) 闸室墙倒角模板采用整体定型钢模加贴透水模板衬垫（模板布）工艺，倒角模板粘贴透水模板布见图 5.2-9。模板布毛面与钢模粘接，光面与混凝土密贴。模板布应每边预留 5cm，折向模板边棱。



图 5.2-9 倒角模板粘贴透水模板布

3) 底板施工时需预埋一定数量的压脚锚固螺栓，闸墙施工时底端模板与预埋螺栓连接锚固，压脚螺栓设置见图 5.2-10。

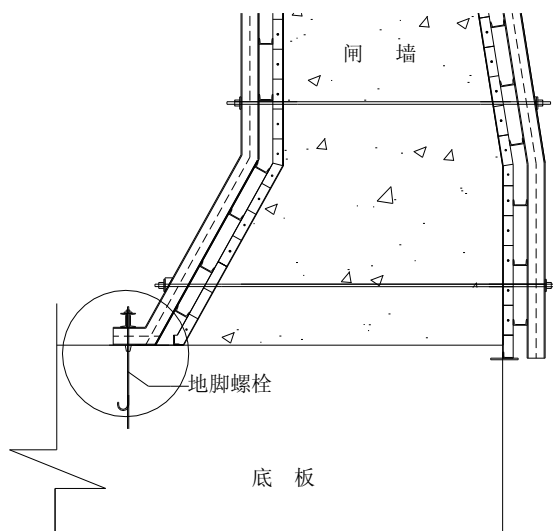


图 5.2-10 压脚螺栓设置示意图

4) 模板就位后通过对拉螺栓以及龙门架上安装的横向支撑、螺旋顶托对模板整体线型进行调整。

5) 闸墙模板采用对拉螺栓锚固，螺栓与两侧模板交接处需设置橡胶圆台螺母。

6) 移动模架就位后需安装斜撑临时稳固并龙门限位锁定。

7) 龙门支架每次移动模板前，必须派专职安全员和技术员对龙门架及平车、牵引设备、模板吊点、起吊模板的钢丝绳和手拉葫芦进行安全检查，同时检查混凝土强度是否满足脱模要求。

8) 为保证闸室净宽，模板应预留后倾量，预留量可采用规范允许后倾值。

(2) 分离衬砌式闸室墙模板

1) 分离衬砌式闸室墙宜采用大型钢模板，面板宜采用 5mm 以上的酸洗板，大型钢模板一般高度大于 2m，见图 5.2-11。



图 5.2-11 闸墙翻模

2) 大型钢模模板应自带高空作业操作平台，操作平台采用花纹板+槽钢的结构，操作平台设置栏杆。

3) 次层模板底部应设置止浆条，模板与已浇筑混凝土需贴实，避免出现挂帘的现象。

4) 次层模板安装前，应首先安装独立工作平台；独立工作平台采用预埋台型螺母进行固定，台型螺母个数按工作平台重量进行计算。

5) 钢模板安装加固时，先水平安装在预埋好的台型螺母上，利用台型螺母与钢模板底部进行加固，模板与工作平台安装与加固见图 5.2-12。

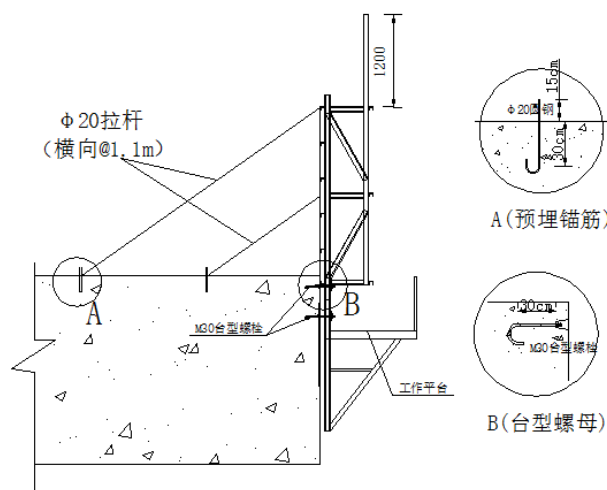


图 5.2-12 模板与工作平台安装与加固图

5.2.4.4 衬砌锚杆施工

(1) 衬砌锚杆支护应随开挖逐级施工，分层、分段做到随开挖及时进行。

(2) 衬砌锚杆施工其他要求参见边坡支护锚杆施工。

5.2.4.5 止水安装

(1) 垂直止水沥青槽宜采用定型钢盒，安装时需与伸缩缝紧密贴合，安装前需对钢盒内杂物进行清理，沥青加热温度要使其在钢盒内自然流动填实。

(2) 止水其他要求参见底板止水章节。

5.2.4.6 防撞构件安装

(1) 钢护木采用螺栓与模板固定，钢板护面在胎架拼装焊接采用围檩框架加固整体安装。

(2) 钢板护面加焊扁钢以提高钢板护面整体平整度及锚固性能。

(3) 钢板护面拼装焊接宜采用“分段退焊法”实施拼接形成整体，“分段退焊法”钢板护面焊接拼装见图 5.2-13。

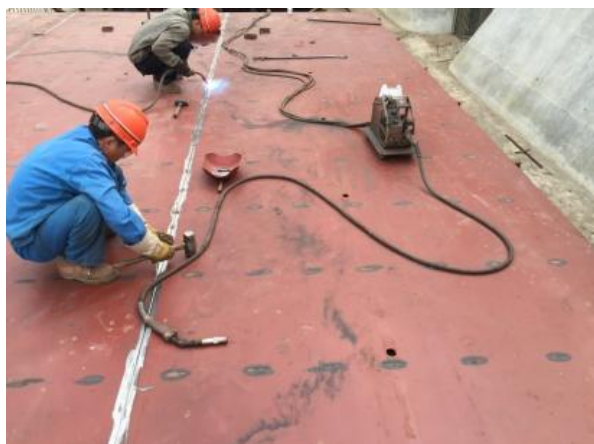


图 5.2-13 “分段退焊法”钢板护面焊接拼装

5.2.4.7 混凝土浇筑

(1) 整体式闸室墙浇筑

1) 闸墙浇筑采用两侧对称，同时水平分层浇筑，一次到顶。模板顶口在龙门支架下挂水平分料滑槽，布料分层均匀浇筑上升，每层控制在 30cm 以内。泵送法两侧对称浇筑，泵送法浇筑闸室墙见图 5.2-14。



图 5.2-14 泵送法浇筑闸室墙

2) 浇筑过程中移动泵管时应采用编织袋包裹泵管防止抛洒滴漏，并及时清理模板溅浆。

3) 浇筑过程中需注意对闸室墙内各类预埋件的保护。

4) 混凝土浇筑过程中需及时处理混凝土表面泌水。

5) 混凝土浇筑至顶面时需清理浮浆，及时补料并进行二次振捣。

6) 闸墙结构空间较小处及钢筋密集区域（如倒角结构内）宜人工喂料并采用加长型振捣棒振捣密实。

7) 特殊季节混凝土的拌和需对原材料采用加热或降温的措施。

（2）分离衬砌式闸室墙浇筑

1) 闸室墙采用吊罐或泵送入仓工艺，吊灌法浇筑闸室墙见图 5.2-15。



图 5.2-15 吊灌法浇筑闸室墙

2) 截面较大的仓面，在混凝土浇筑前，应做混凝土浇筑策划，明确浇筑方

向、分层厚度、台阶宽度等。

3) 模板附近布料与振捣时应防止冲击模板，碰撞预埋锚筋。

4) 止水(浆)片和埋件等部位，应由人工送料填满，严禁料罐或皮管直接下料。

5.2.4.8 混凝土养护

(1) 夏季在闸墙顶部通长布设喷淋管、墙面覆盖土工布保湿养护，闸室墙成品养护见图 5.2-16。



图 5.2-16 闸室墙成品养护

(2) 冬季可在闸墙钢模背面敷贴保温材料，适当延长拆模时间，移模后墙面采用喷涂养护剂+敷贴塑料薄膜+土工布覆盖等方式保温保湿养护。

5.3 廊道

5.3.1 工艺简述

5.3.1.1 廊道一般有短廊道和长廊道两种，廊道宜对称施工，一次浇筑成型。廊道施工按模板系统分为支架模板法和移动模架工艺，支架模板法为利用钢管支架，拼装模板；移动模架法为采用移动式整体钢模板。

5.3.1.2 模板施工工艺对比见表 5.3-1。

表 5.3-1 模板施工工艺对比表

工艺名称	特点	适用条件
支架法工艺	需重复搭设钢管和拼装模板，施工周期长，施工费用高	结构形式复杂，环形短廊道
移动模架工艺	龙门和模板一次性拼装完成，整体移动，重复使用	结构形式单一的分散式全长廊道

5.3.1.3 廊道混凝土浇筑工艺一般有泵送法、吊罐法和皮带机输送法。混凝土浇筑工艺对比见表 5.3-2。

表 5.3-2 混凝土浇筑工艺对比表

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	适合大塌落度混凝土
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，适合低塌落度混凝土
皮带机输送法	有利于混凝土防裂，振捣等施工工艺要求高	道路场地满足混凝土运输和浇筑条件，适合低塌落度混凝土

5.3.1.4 本指南主要介绍“支架法+泵送浇筑工艺”、“移动模架法+泵送浇筑工艺”两种工艺，短廊道结构断面见图 5.3-1，闸墙长廊道侧支孔结构断面见图 5.3-2。

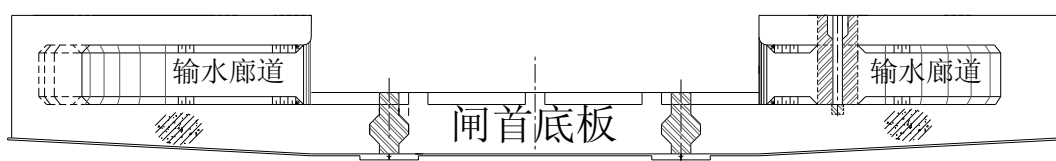


图 5.3-1 短廊道结构断面图

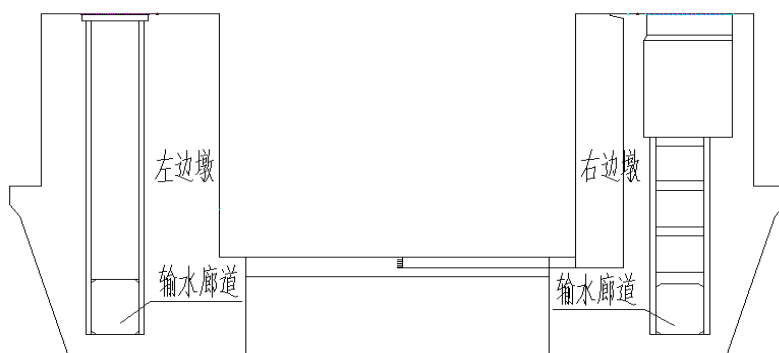


图 5.3-2 闸墙长廊道侧支孔结构断面图

5.3.2 前置要点

5.3.2.1 模板系统应有专项施工方案并通过专家论证。

5.3.2.2 底板沉降位移满足结构稳定性要求。

5.3.3 工艺实施流程

5.3.3.1 支架法施工工艺流程见图 5.3-3。

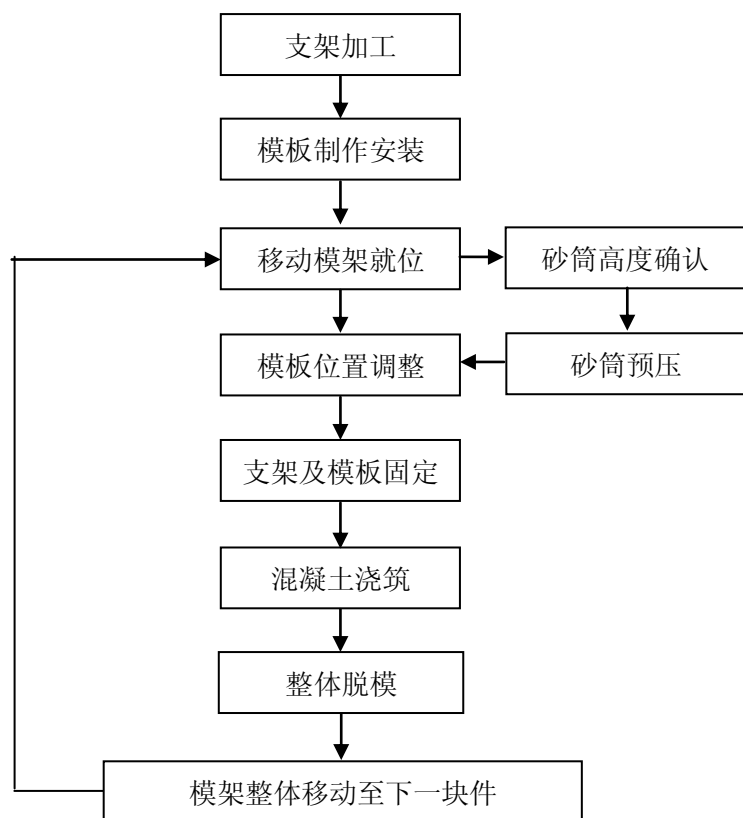


图 5.3-3 支架法施工工艺流程

5.3.3.2 移动模架法施工工艺流程见图 5.3-4。

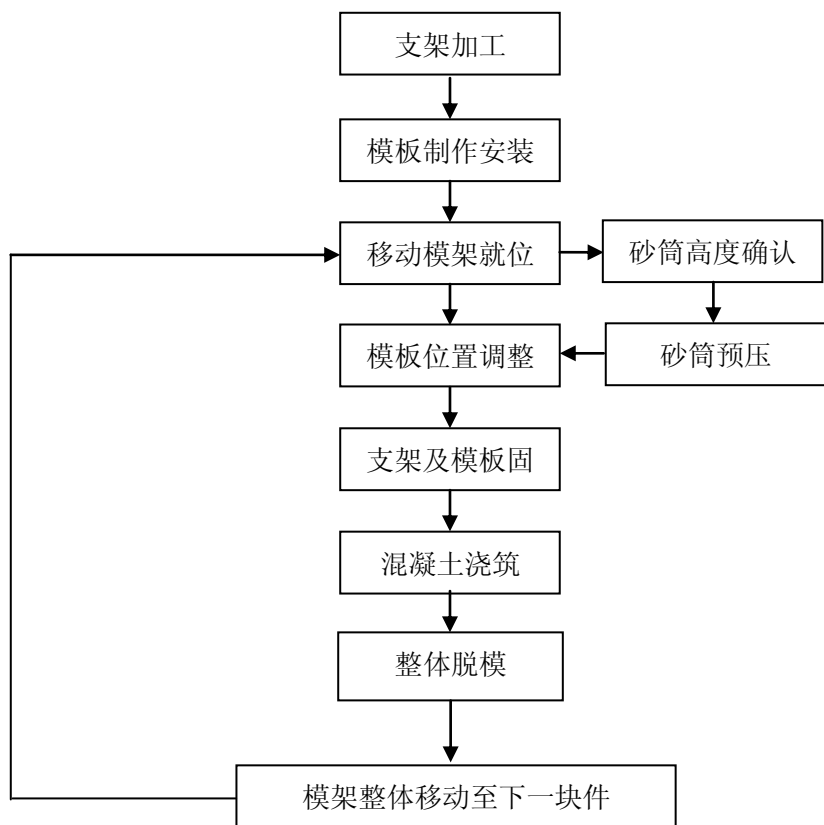


图 5.3-4 移动模架法施工工艺流程

5.3.4 工艺控制重点

5.3.4.1 测量控制

- (1) 廊道平面位置采用全站仪测放坐标+中线法进行“双控”。
- (2) 严格控制廊道顶高程，确保与空箱层连接的施工缝平整、顺直。

5.3.4.2 廊道钢筋绑扎

(1) 采用三角板定位倒角顶点并逐件标识，对倒角局部不规整钢筋及时调整，调整后采用水平靠尺对倒角钢筋校验，倒角顶点钢筋定位校验见图 5.3-5，倒角钢筋斜面校验见图 5.3-6。

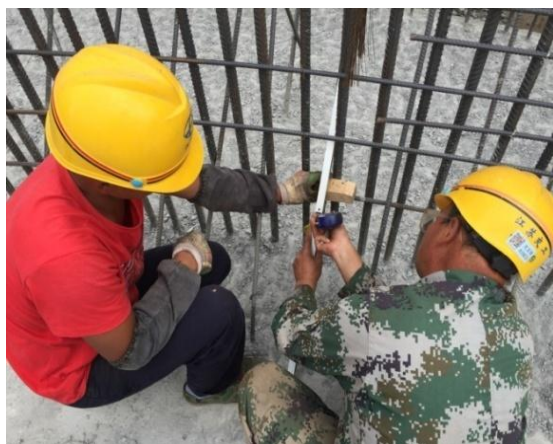


图 5.3-5 倒角顶点钢筋定位校验



图 5.3-6 倒角钢筋斜面校验

- (2) 钢筋绑扎前先对竖向预埋钢筋进行调整，再设置临时支撑固定。
- (3) 钢筋绑扎采用点位尺控制钢筋间距。
- (4) 宜在弧形段增设防裂钢筋网片。

5.3.4.3 廊道模板制作与安装

(1) 支架法模板制作与安装

1) 廊道定型模板应合理划分单块尺寸，避免大小块，异型模板整体制作，提前预拼装，如廊道出水口上下倒角等。结构异型处定型钢模安装见图 5.3-7。

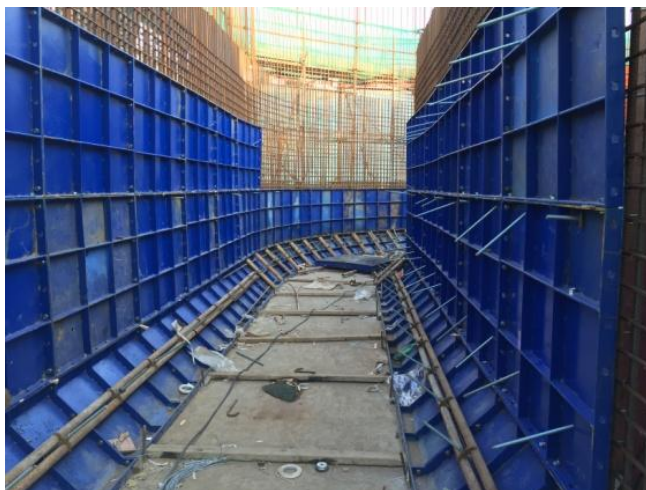


图 5.3-7 结构异型处定型钢模安装

- 2) 根据底板中心线，复核迎水面模板位置，同时控制模板垂直度。
- 3) 倒角模板处需对底板混凝土进行找平。
- 4) 模板拼缝处应做骑缝处理。
- 5) 曲线段与直线段模板之间应搭接过渡，防止错台，廊道满堂支架见图 5.3-8。



图 5.3-8 廊道满堂支架搭设

- 6) 廊道顶板：顶模衔接处增设立杆支撑，防止错台（见图 5.3-9）；局部曲线及多边形区可单独下料拼装，底模拼装需减少拼缝数量；模板拼装完成后，模板表面覆盖塑料薄膜，防止廊道顶板钢筋锈迹或油渍对模板造成污染影响混凝土外观；廊道顶板模板拼装见图 5.3-10。



图 5.3-9 顶模衔接处增设立杆支撑

图 5.3-10 廊道顶板底模拼装图

7) 对拉螺栓采用埋入式拉条+圆台螺母，应充分考虑受力合理布置。

(2) 移动模架法模板施工

1) 移动模架法模板制作与安装：

a. 整体移动模架的骨架使用型钢框架，主要由底座、立柱、挑梁、横梁组成，全部由型钢焊接而成；

b. 移动模架模板利用横、竖向围檩加固形成整体。边侧模板在拼装完成后，悬挂于支架挑梁之上。顶部模板的中部设置两处调节模板（宜用木模）。下倒角模板单独制作安装，与模架系统分开，两者间缝隙使用木条封闭。模架模板拼装见图 5.3-11；





图 5.3-11 模架模板拼装图

c. 移动模架顶模高程调整主要通过砂筒自身高度进行调节, 砂筒支撑布置在模架立柱处;

d. 模架侧模调整使用螺旋顶托和手动葫芦来完成, 侧模调整到位以后, 调紧对拉螺栓, 完成模板安装。

2) 移动模架脱模:

a. 拆除下倒角独立模板, 为模架提供向下移动空间;

b. 拆除两侧模板的拉条螺栓和顶托, 利用手拉葫芦拉紧两侧模板, 使两侧模板与混凝土表面产生空隙;

c. 均匀降低砂筒自身高度, 模架系统依靠自身重量下移, 顶部出现空隙, 取出调节模板;

d. 使用手动葫芦将两侧模板向中间收紧, 使两侧模板与混凝土表面留出约 10cm 的空间;

e. 使用千斤顶把模架稍微顶起, 取出砂筒, 将模架落放至高度较低的滑轮上, 完成脱模过程, 脱模过程, 移动模架脱模示意图见图 5.3-12。

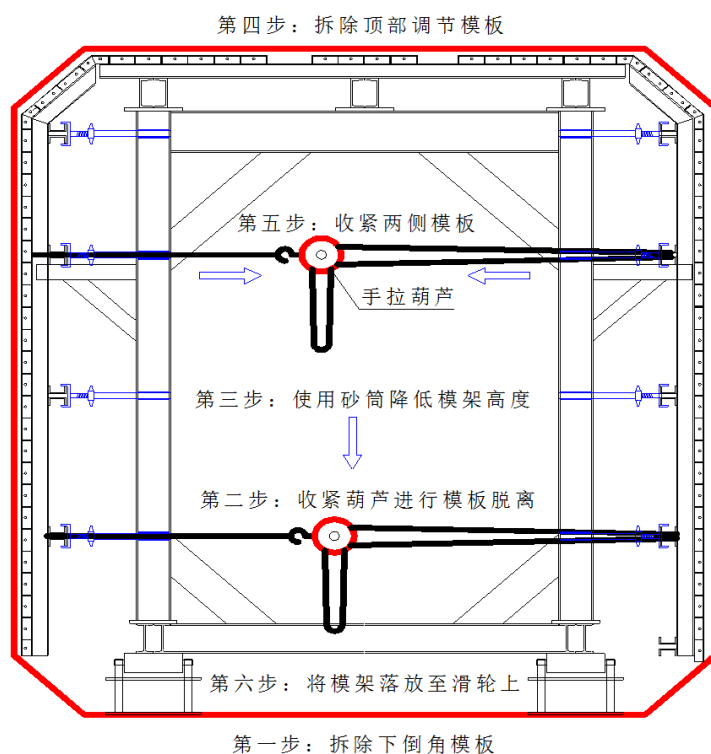


图 5.3-12 移动模架脱模示意图

3) 移动模架整体移动:

- a. 移动模架底部设有两道表面平整的纵梁做为移动轨道，模架移动过程中，模架导梁放于滑轮上，滑轮固定平放，通过牵引模架进行移动，见图 5.3-13；
- b. 滑轮放置左右对称，纵向间距不宜过大。模架移动时越过一组滑轮后，将本组滑轮搬运至前方导轨下方位置，重复此过程直到模架到位；
- c. 模架的牵引可使用手动葫芦、卷扬机等，牵引速度必须缓慢；
- d. 牵引绳索需设置在模架底座的中心，以便于牵引时两边保持平衡。



图 5.3-13 移动模架整体移动施工图

5.3.4.4 混凝土浇筑

- (1) 廊道浇筑采用两侧对称，水平分层浇筑，一次到顶。
- (2) 浇筑过程中及时清理模板溅浆，防止拆模后混凝土表面麻点影响外观。
- (3) 混凝土浇筑过程中及时清理表面泌水。
- (4) 特殊季节混凝土的拌和主要对原材料采用加热或降温的措施以保证混凝土的入仓温度。

(5) 廊道墙体狭窄，拉条螺栓密集，布料需避让拉条螺栓，以防止混凝土冲击对模板及拉条螺栓稳定性造成影响。

5.3.4.5 混凝土养护

- (1) 夏季在廊道顶面和侧面覆盖土工布保湿养护，廊道内封闭保湿养护。
- (2) 冬季延长拆模时间，廊道顶面和侧面及廊道内封闭保温保湿。

5.4 边墩

5.4.1 工艺简述

5.4.1.1 闸首边墩施工工艺分为一次浇筑工艺和分节浇筑工艺两种，一次浇筑工艺为闸首边墩模板一模到顶一次浇筑成型；分节施工闸首边墩时钢筋、模板混凝土分两节或多节浇筑成型。

5.4.1.2 闸首边墩浇筑工艺对比表详见表 5.4-1。

表 5.4-1 闸首边墩浇筑工艺对比表

工艺名称	特点	适用条件
一次浇筑工艺	施工周期短、无施工缝	空箱层数小于等于 1 层，结构简单
分节浇筑工艺	施工周期长、 有利于结构混凝土温控	空箱层数大于等于 2 层，结构复杂

5.4.1.3 闸首边墩混凝土浇筑一般有泵送法、吊罐法等入仓工艺。闸首边墩浇筑工艺对比详见表 5.4-2。

表 5.4-2 混凝土浇筑工艺对比表

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	适合大塌落度混凝土
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，适合低塌落度混凝土

5.4.1.4 本指南主要阐述泵送法一次浇筑闸首边墩施工工艺；闸首边墩结构形式见图 5.4-1。

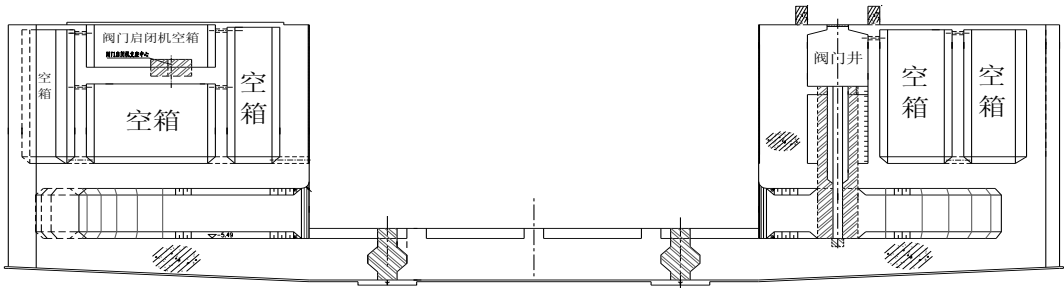


图 5.4-1 闸首边墩结构形式

5.4.2 前置要点

5.4.2.1 边墩模板系统应编制专项施工方案。

5.4.2.2 底板沉降位移满足结构稳定性要求。

5.4.3 工艺实施流程

5.4.3.1 闸首边墩支架法施工工艺流程见图 5.4-2。

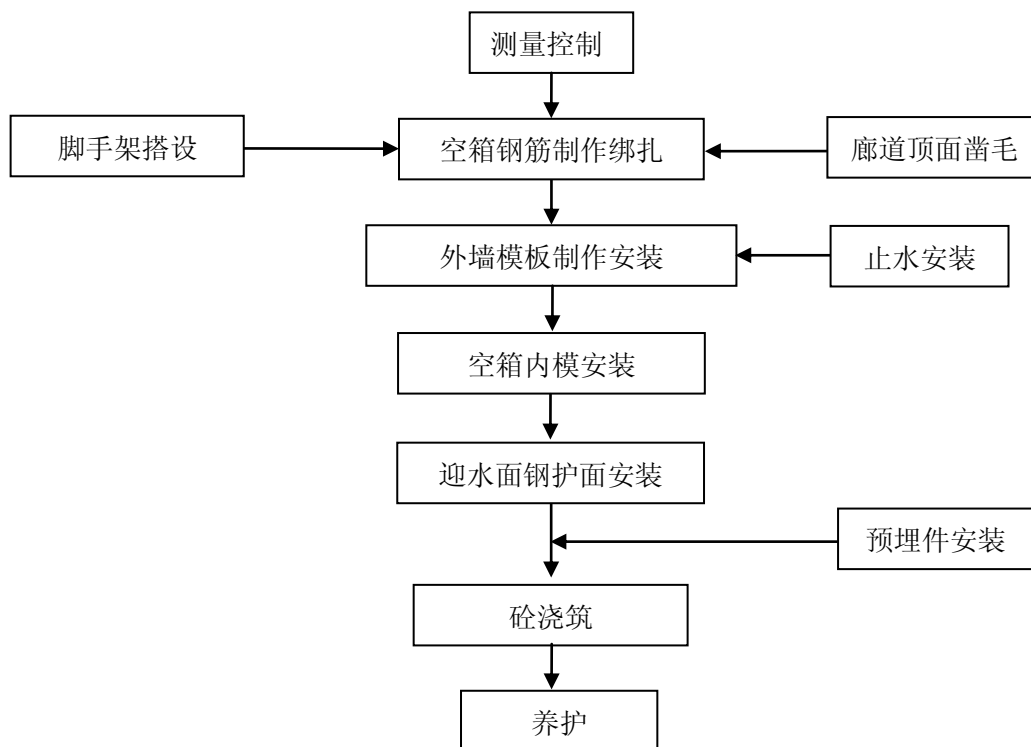


图 5.4-2 施工工艺流程图

5.4.4 工艺控制重点

5.4.4.1 测量控制

(1) 施工前对廊道顶高程进行复测，校验沉降变化值，为边墩结构施工提供高程控制依据。

(2) 二期混凝土施工前，复核底坎、口门宽度与中线位置，根据复核结果确定顶底枢、推拉座、启闭机支座、阀门井等埋件位置。

(3) 施工过程中严格控制边墩结构垂直度，确保结构间相对尺寸准确。重点控制闸口及门库净宽。

5.4.4.2 脚手架搭设

(1) 边墩搭设施工脚手架，脚手架搭设见图 5.4-3。

(2) 脚手架设置人行通道和上下回转平台；搭设完成过程及时安装斜撑及剪刀撑。

(3) 脚手架顶面设置环形通道并需设置上下爬梯通向各空箱结构。

(4) 两侧边墩间需搭设人行天桥支架相互贯通同时增强两侧脚手架稳定。

(5) 施工脚手支架仅供人员作业使用，严禁作为结构施工时模板支撑。

①立杆间距基本为 150cm, 在门库梯形区域立杆间距稍作调整。横杆步距 150cm;
②其余构造均按规范。

5.4.4.3 钢筋绑扎

(3) 边墩内各空箱结构形式复杂, 施工时需增加撑筋和垫块数量。



图 5.4-4 边墩空箱层钢筋绑扎安装示例图

5.4.4.4 模板制作与安装

- (1) 边墩外模宜采用大面模板；边墩空箱内模采用木模或钢模。
- (2) 模板拼缝采用骑缝处理与双面胶嵌缝相接缝，避免模板错台及混凝土浇筑过程中漏浆。
- (3) 拼装完成后调整垂直度，安装时重点控制边墩内空箱间隔板间距；空箱模板顶面均需预留人孔洞见图 5.4-5。

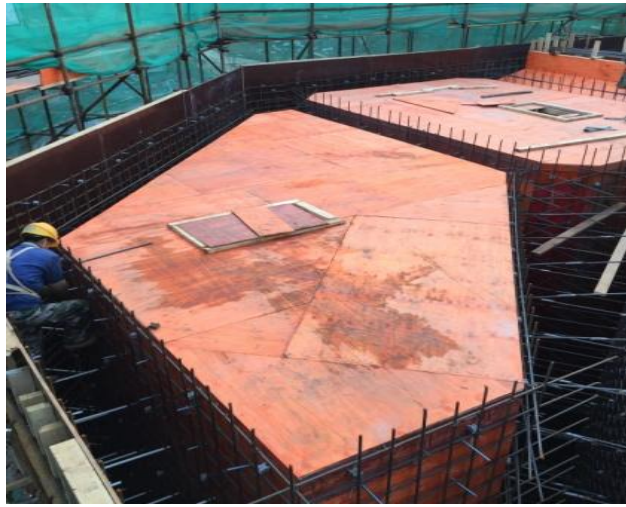


图 5.4-5 空箱模板安装预留人孔洞图

- (4) 边墩模板安装施工前需对廊道顶面进行切缝处理，切缝需水平保证边墩与廊道间连接线型顺直。
- (5) 边墩模板下端四周需利用廊道顶面一层拉条螺栓固定，防止新老混凝土间形成错台。
- (6) 边墩模板施工过程需检查电缆孔、泄水孔、油管槽、扑门等孔洞预埋，防止漏埋并确保预埋位置准确。
- (7) 顶枢、推拉杆孔、启闭机支座、阀门井二期的模板根据设计图安装，模板安装断面尺寸可比设计尺寸稍大一些，为后续二期施工预留空间。

5.4.4.5 钢板护面安装

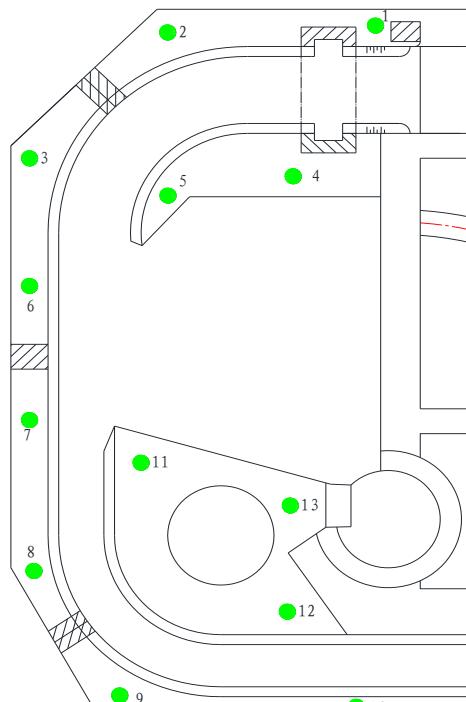
- (1) 钢板护面拉条螺栓孔需提前在场内采用机械规则开孔。
- (2) 拉条螺栓孔修补需采用新圆形钢板补焊，表面磨平。
- (3) 钢板护面拼接处需坡口焊接。
- (4) 钢板护面拼接宜采用水平拼缝，减少钢板护面的竖向拼缝，防止船舶

碰撞易撕损钢板。

(5) 钢板护面现场焊接时需对已完成成品结构表面覆盖保护，防止焊渣烫伤结构成品。

5.4.4.6 混凝土浇筑

(1) 混凝土浇筑需配备足够的混凝土拌合、运输及浇筑设备，防止分层浇筑时间过长导致分层处显影。混凝土布料采用串筒，防止混凝土离析；串筒应平衡、对称布置，间距为 3~5m，串筒布置见图 5.4-6。



说明：

①混凝土浇筑按照全面积水平分层连续浇筑，先浇筑廊道侧墙；然后浇筑廊道顶板；

②布料顺序：

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13；

③振捣手分组分区段负责。

图 5.4-6 串筒布置示意图

(2) 混凝土浇筑前，用水冲洗凿毛处理的混凝土结合面，并充分润湿，低洼地方用海绵吸干。

(3) 边墩墙体狭窄，拉条螺栓密集，浇筑卸料需避让拉条螺栓，以防止混凝土冲击模板及拉条螺栓对其稳定性造成影响。

(4) 混凝土浇筑过程中应设置专人跟踪监测模板垂直度及拉条螺栓紧固情况。

(5) 特殊季节混凝土的拌和主要对原材料采用加热和降温的措施以保证混凝土的入仓温度。

(6) 浇筑完成后需对混凝土顶面收光压实。

(7) 混凝土浇筑过程中及时清理挂浆，防止污染已施工完成的成品结构。

5.4.4.7 混凝土养护

(1) 夏季在边墩顶面和侧面采用覆盖土工布保湿养护。

(2) 冬季延长拆模时间，边墩顶面和侧面保温保湿养护。

6 导航墙和靠船墩

6.1 工艺简述

6.1.0.1 靠船墩主要由重力式和桩柱式两种：重力式靠船墩为底板基础或底板加小木桩碎石基础，上部结构为现浇墩身；桩柱式靠船墩为灌注桩基础，上部结构为现浇墩身。

导航墙主要为重力式和排桩式两种：重力式导航墙为底板基础或底板加小木桩碎石基础，上部结构为现浇墙身；排桩式导航墙为前后连排灌注桩基础，桩顶上部结构为混凝土锚定结构。

6.1.0.2 重力式靠船墩及导航墙按模板工艺分为龙门式移动模架和卷扬式整体移动模架法，模板在场地制作完成后，装运至现场进行组装，模板的移动通过安装在前面的卷扬机或小型龙门架，施工一段完成后整体移动至下一段进行定位。

6.1.0.3 靠船墩及导航墙混凝土浇筑工艺一般有泵送法、吊罐法、皮带机输送法。混凝土浇筑工艺对比见表 6.1-1。

表 6.1-1 混凝土浇筑工艺对比表

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	适合大塌落度混凝土，适用各种构件
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	道路场地满足混凝土运输和浇筑条件，适合低塌落度混凝土
皮带机输送法	有利于混凝土防裂，振捣等施工工艺要求高	道路场地满足混凝土运输和浇筑条件，适合低塌落度混凝土

6.1.0.4 本指南主要介绍“整体移动模板+泵送浇筑法”的重力式靠船墩及导航墙施工工艺。

6.2 前置要点

6.2.0.1 基槽降、排水已满足要求（一般要求降至基槽底面 50cm 以下）。

6.2.0.2 底板沉降位移与基坑边坡位移满足结构稳定性要求，且边坡防护已完成。

6.3 工艺实施流程

6.3.0.3 重力式靠船墩及导航墙施工工艺流程见图 6.3-1。

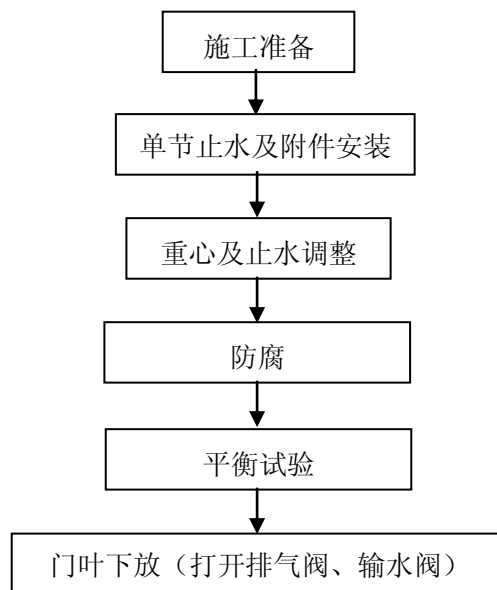


图 6.3-1 重力式靠船墩及导航墙施工工艺流程图

6.4 工艺控制重点

6.4.1 测量控制

6.4.1.1 利用临时水准点对墙身模板四角高程进行控制，定期对模板中间进行测量，防止模板使用频率过长产生变形。

6.4.1.2 墙身模板施工前，使用经纬仪或全站仪在基础上放出挡墙轴线，在混凝土底板上弹出墙身底部的前后边线，作为模板底部控制线，上部轴线控制可在墙身前口模板前后轴线位置各焊接一根直径 10mm 的钢筋，然后使用经纬仪后照准调整模板位置。

6.4.2 模板制作

6.4.2.1 模板面板材料应选择不小于 4mm 的钢板，保证面板不变形，以免影响混凝土表面平整度，模板拼接时拼缝宜设置在下部，对于有钢板护面结构的墙身宜将拼缝放置在上部钢板护面位置。重力式导航墙及靠船墩钢模板常规结构形式见图 6.4-1。

6.4.7.2 高温季节浇筑混凝土时应有相应降温措施。

6.4.7.3 施工时需控制浇筑速度，防止浇筑过快导致模板上浮。

6.4.8 成品养护

6.4.8.1 夏季在墩身顶面和侧面采用覆盖土工布保湿养护。

6.4.8.2 冬季延长拆模时间，墩身顶面和侧面保温保湿养护。采取土工布覆盖保温措施养护。

7 墙后及附属设施

7.1 工艺简述

7.1.0.1 墙后工程主要由回填土、倒滤层、检查井等。

7.1.0.2 回填土施工工艺为墙后分层对称填筑，采用挖机翻填，推土机平整，压路机压实。

7.1.0.3 倒滤层施工工艺为回填土反开挖，人工铺设透水土工布、碎石垫层及纵横向排水管，倒滤层完成后顶面土方回填覆盖。

7.1.0.4 检查井为随土方回填施工高度逐节安装混凝土预制管至墙后填土顶面。

7.2 前置要点

7.2.0.1 隐蔽工程结构物验收合格，结构物沉降位移观测满足设计要求。

7.2.0.2 拉杆螺栓孔已修补密封，结构物防水措施已施工完成。

7.2.0.3 墙后降水井管已接高至欲回填层标高顶不小于 1m。

7.2.0.4 墙后基槽内杂物和积水已清理。随土方回填高度相应设置该层拦水槽，防止地面水流入回填区域，墙后回填防积水措施见图 7.2-1。

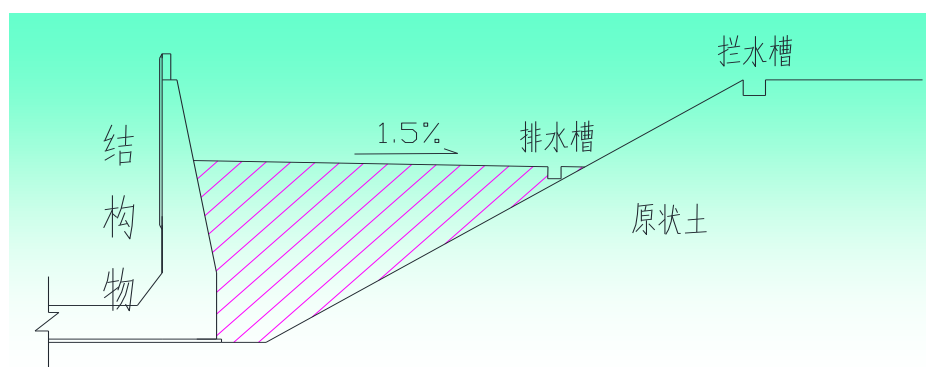


图 7.2-1 墙后回填防积水措施示意图

7.2.0.5 闸墙顶面位移观测点已布置并已采集土方回填前初始数值。

7.3 工艺实施流程

7.3.0.1 墙后附属工程施工流程见图 7.3-1。

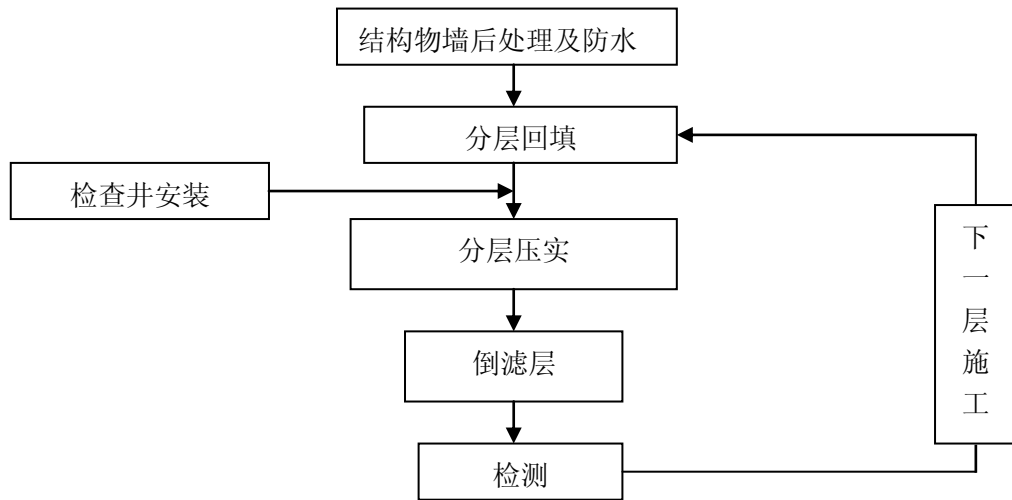


图 7.3-1 墙后工程施工流程图

7.4 工艺控制重点

7.4.1 结构物墙后处理及防水

7.4.1.1 埋入式拉条螺栓孔预先剔除橡胶圆台螺母，后切割外露端螺栓，采用防渗砂浆填充修补。

7.4.1.2 抽离式拉条螺栓孔将孔内 PVC 管剔除不少于 10cm，孔内采用膨胀砂浆填充密实至孔口 5~10cm，再采用橡胶塞密封孔口，表面砂浆填充抹面。

7.4.1.3 拉杆孔修补完成后进行墙后局部防水作业，先涂一层防水涂料后加贴防水卷材，防水卷材需与墙面贴合，有条件的结构物墙后可全断面防水处理。

7.4.2 土方回填

7.4.2.1 根据试验段及设计要求，选择标准松铺系数、机械设备配置、碾压遍数工艺。

7.4.2.2 碾压机械应顺墙后行走，不得垂直于墙身方向，对于狭窄处或机械碾压不到的边角部位，应采用机械夯或者人工夯，且压实度要满足要求，不得漏夯。墙后回填采用挖掘机取土，小型自卸车运输，推土机摊平，挖掘机分层重叠碾压；墙后土方回填见图 7.4-1。



图 7.4-1 墙后工程土方回填

7.4.2.3 回填过程中机械注意避让井管，防止碰撞。

7.4.2.4 合理安排回填顺序、闸室两侧回填因均匀，同一闸室两侧回填土高度不得超过 1 米，控制速率，每天回填不得超过一米。

7.4.2.5 墙后回填过程中需对墙身位移进行跟踪监测，每日数据汇总和分析，确定土方回填后结构位移的变化量和位移曲线。

7.4.2.6 基坑降水井管随土方回填高度增加而逐节加高。井管高于回填面不小于 1m，井管安装顶高控制见图 7.4-2。

7.4.2.7 冬季施工时，回填占线不宜过长，做好保温工作，冻土不得进行回填。

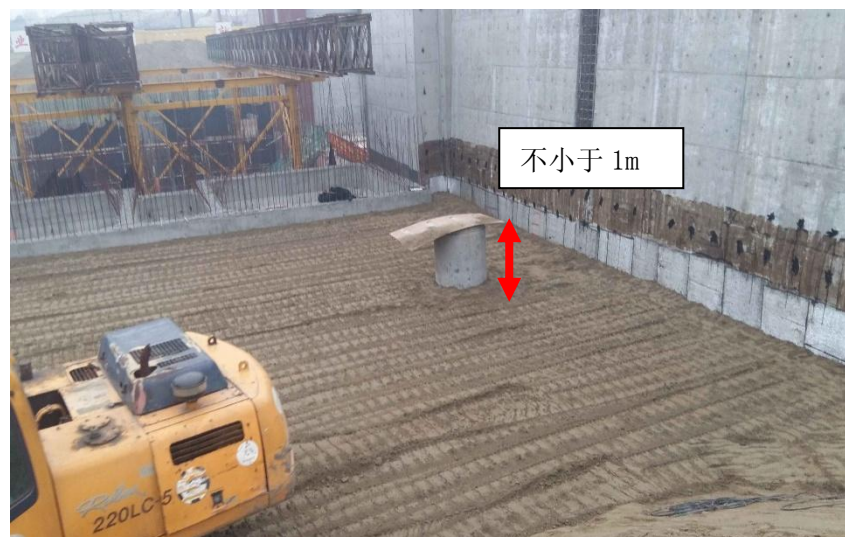


图 7.4-2 井管安装顶高控制

7.4.3 倒滤层施工

7.4.3.1 墙后倒虑层应采用反开挖施工。

7.4.3.2 土工布铺设需平整顺直，与沟槽开挖面贴合。

7.4.3.3 纵横向管道接头处采用土工布包裹并用铁丝绑扎，沿航道方向每隔4m在墙体内钻孔插了钢筋挂钩，纵向软管悬挂固定与墙体顺直。倒滤层施工详见图7.4-3。

7.4.3.4 施工完成土方回填覆盖时机械需注意避让以防破坏倒滤层结构，倒滤层位置土方采用夯实机人工夯实。

7.4.3.5 软管与检查井交接处需密封处理，防止漏土。

7.4.3.6 倒滤层标高设置应考虑土体沉降，土体沉降后倒滤层标高略高于出水口标高。



图 7.4-3 倒滤层施工

7.4.4 检查井安装

7.4.4.1 检查井管随回填土高度上升逐节安装，安装高度需比土方欲填筑标高高1m，以防止土方掉入井内对降水造成影响。

7.4.4.2 安装需检查井管套接情况，控制井管垂直度顺直。

7.4.4.3 井管每节连接处采用双层土工布包裹，防止漏土。

7.4.4.4 井管周围需对称回填，防止单侧回填造成井管倾斜。

7.4.4.5 井管上下节连接处采用钢筋或槽钢沿四周间隔加强，防止井管受外部挤压造成脱槽错台。

7.4.4.6 井管安装后需及时管顶覆盖，防止人员坠入。

7.4.4.7 井顶四周现浇护块待土方沉降稳定后再行实施。

8 金属结构安装

8.0.0.1 船闸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。

8.0.0.2 船闸工作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。检修阀门则主要采用结构简单，无需专门启闭设备就可起吊的平面检修阀门。各闸门见图 8.0-1，图 8.0-2，图 8.0-3，图 8.0-4，图 8.0-5，图 8.0-6。



图 8.0-1 人字工作闸门



图 8.0-2 反向弧型阀门



图 8.0-3 三角闸门



图 8.0-4 平面检修阀门



图 8.0-5 浮式检修门



图 8.0-6 浮式叠梁检修闸门

8.0.0.3 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。

8.1 工作闸门

8.1.1 工艺简述

8.1.1.1 船闸工作闸门种类

船闸工作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。

表 8.1-1 船闸工作闸门型式

闸门名称	特点	适用条件
人字闸门	能封闭高、宽尺寸较大的孔口，运转灵活可靠，承受单向水头在静水条件下启闭	中、高水头的闸门，单向水头、静水条件
三角闸门	承受双向水头在动水条件下启闭或在局部开启条件下输水	双向水头、动水条件
横拉闸门	承受双向水头在静水条件下启闭	双向水头、静水条件
平面闸门	结构简单、检修方便，有帷墙的上闸首、井式船闸或动水启闭	有帷墙、动水条件
一字闸门	承受单向水头，在静水条件下启闭，平面闸门绕一侧端柱旋转开启、关闭。	低水头、窄口门的小型闸门，单向水头、静水条件
弧形闸门	闸门面板呈弧形，向上开启影响净空，向下开启须有较大的水下门库。	特殊条件下采用

8.1.1.2 本指南主要介绍中、高水头船闸的工作闸门（人字工作闸门）安装施工工艺流程。人字工作闸门代表结构形式见图 8.1-1。

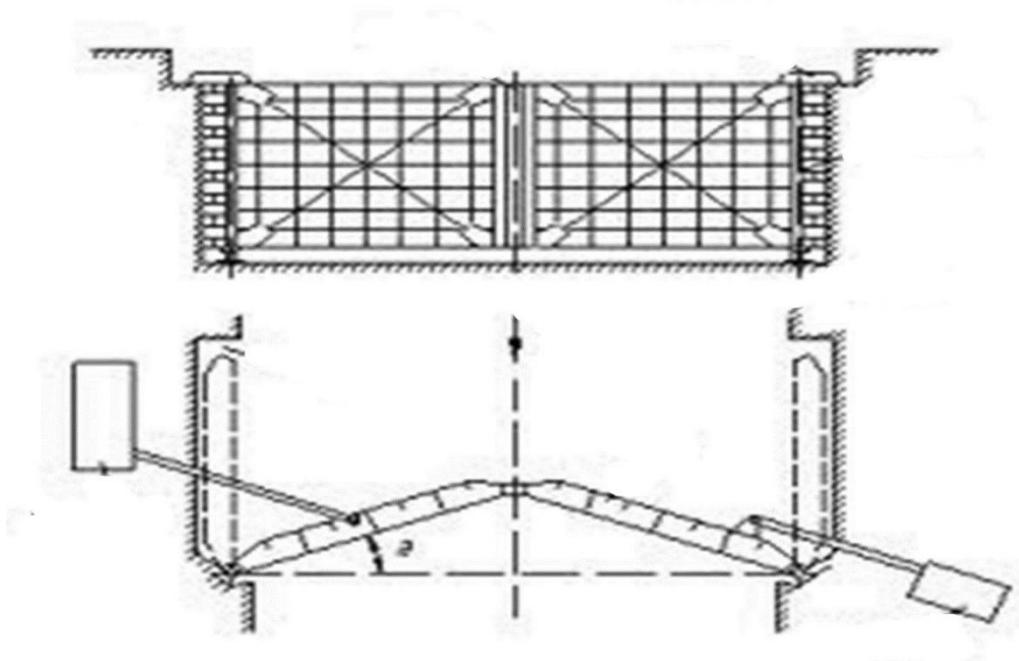


图 8.1-1 人字工作闸门结构断面图

8.1.2 前置要点

8.1.2.1 土建施工具备金结安装条件。

8.1.2.2 安装前需通过出厂验收和交接验收。

8.1.2.3 进行图纸审核，编制安装专项方案并通过专家论证。

8.1.2.4 清点闸门及其配件的数量，检查闸门构件在运输、存放过程中是否有损伤，检查各构件的安装标记，确保装配准确。

8.1.2.5 检查门叶的几何尺寸，如有超差，制定措施（经监理人批准）修复后进行安装。

8.1.3 工艺实施流程

8.1.3.1 人字闸门安装流程见图 8.1-2。

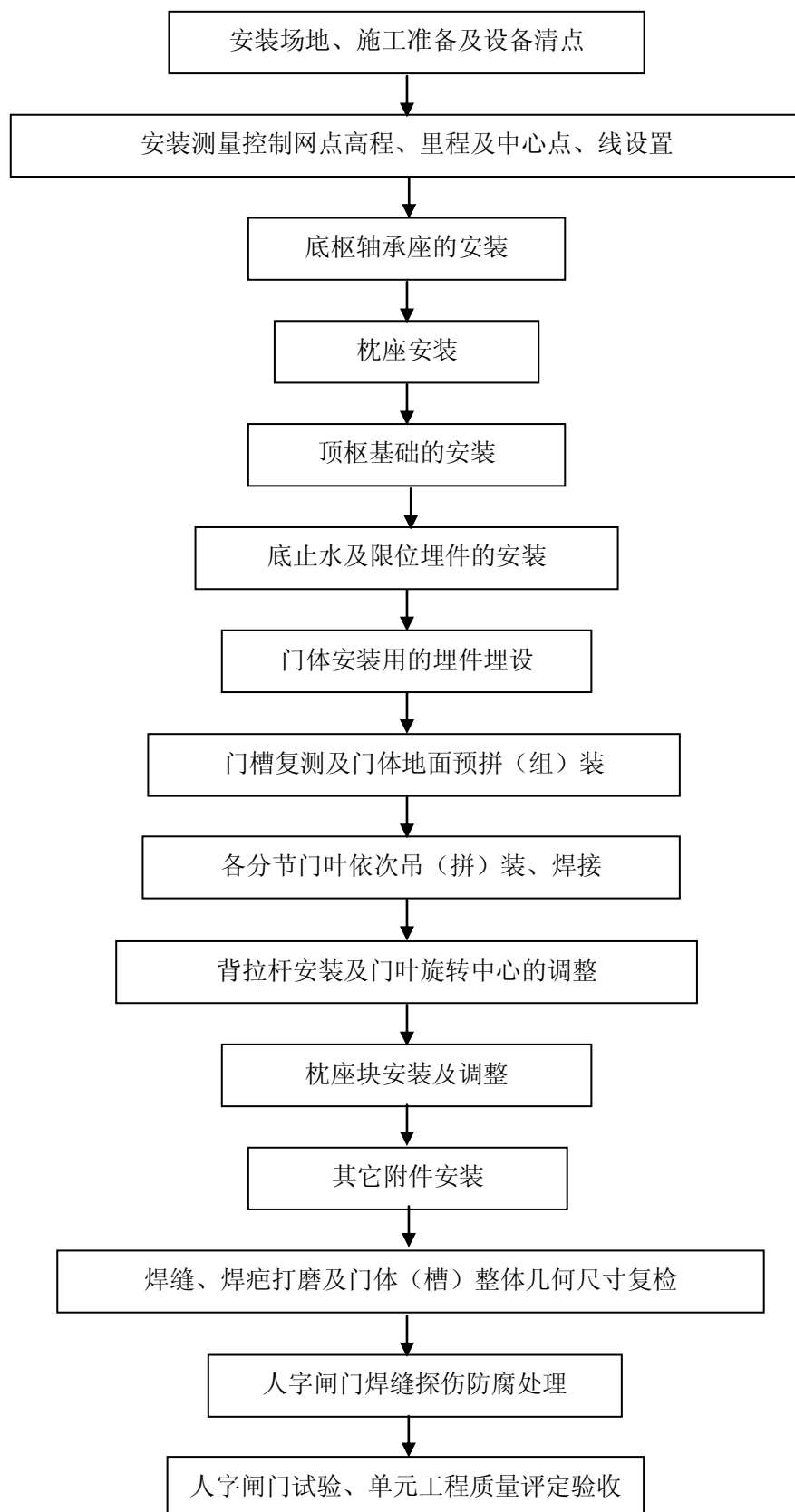


图 8.1-2 人字闸门安装程序图

8.1.4 工艺控制重点

8.1.4.1 在正式安装之前，采用精密的仪器，准确的测放出各个控制网点，作为安装调整时的依据。

8.1.4.2 埋件安装主要包括顶枢、底枢、枕座的安装，埋件安装前，复核底坎、口门宽度与中线位置，根据复核结果正确定位顶底枢、推拉座、启闭机支座、阀门井等埋件位置。安装按常规方法进行，质量检验检测遵照相关规范执行。

8.1.4.3 门体及主要附件的安装：

(1) 第一节门叶吊装。

- 1) 人字闸门运抵工地后，应对厂家的编号、定位线进行检查清理；
- 2) 用起重设备进行门叶的空中翻身使门叶成直立状态；
- 3) 底枢上盖及轴头清理干净，并采取可靠保护措施；
- 4) 脚手架搭设完毕，连接牢靠；
- 5) 门叶底部临时支撑调整完毕，楔铁点焊牢固；
- 6) 门叶应与闸室墙体预留一定距离，便于调整和焊接。

(2) 第一节门叶定位后，进行第二节以上的门叶吊装焊接。

- 1) 根据门叶实际结构特点，预留一定反变形值；
- 2) 焊接顺序应根据门叶分节的实际结构情况制定相应的工艺；
- 3) 为了控制焊接变形，保证门叶的质量，设专人对门叶几何尺寸进行监测，以便随时控制焊接线能量，控制焊接变形。

(3) 为消除多节门叶现场拼（组）装、焊接引起的门体整体几何尺寸偏差超标，可考虑在必要时，在现场对门体顶枢耳板孔及液压启闭机销轴孔进行机械加工，以实际安装的顶底枢中心线测放出顶枢耳板孔及液压启闭机销轴孔中心线及轮廓线；

(4) 背拉杆及门叶旋转中心的调整。

- 1) 背拉杆及门叶旋转中心有着密切联系，施工交叉配合进行；
- 2) 观测跳动量时，注意仪器安放位置，在等埭距观测的数值最准确；
- 3) 旋转门叶从全关到全开过程中，斜接柱上任意一点的最大跳动量：小于或等于 1.0mm。

(5) 支、枕座块安装及调整。

- 1) 兼作止水的支、枕座块安装及调整是整个门叶止水效果好坏的关键所在;
- 2) 支、枕座块堆放时严禁互相乱压;
- 3) 安装前对到货设备进行必要的检查;
- 4) 支、枕座安装时, 以顶、底支座或枕座中心的连线检查中间支、枕座的中心线, 其对称度公差应不大于 2.0mm, 且与顶枢、底枢轴线的平行公差应不大于 3.0mm。

8.1.4.4 人字闸门的试验

人字闸门试验前, 应检查并清除所有杂物, 特别是底坎、不锈钢水封座板表面的水泥浆、焊渣等杂物清理干净、各转动轴承和滑动工作面注、涂钙基滑脂。液压启闭机在其行程内灵活自如、与门体连接良好, 试验项目包括:

(1) 无水情况下全行程启闭试验: 试验过程检查运行情况良好, 闸门无卡阻, 液压启闭机应同步, 各个门体上的电气行程开关动作准确可靠, 闸门全关位置时止水无损伤、漏光检查合格、止水严密压缩量正常, 导卡切入同步, 限位防撞装置到位, 旋转门叶从全关到全开过程中, 斜接柱上任意一点的最大跳动量: 小于或等于 1.0mm, 底枢等的润滑系统工作正常, 门体全行程动作时间符合设计要求。

(2) 静水情况下的全行程启闭试验: 止水效果良好, 一切工作正常。

8.2 检修闸门

8.2.1 工艺简述

8.2.1.1 船闸检修闸门种类

船闸检修闸门主要有浮式叠梁检修闸门、浮式检修闸门、升降式平面闸门等。船闸检修闸门对比见表 8.2-1。

表 8.2-1 船闸检修闸门

闸门名称	特点	适用条件
浮式叠梁检修闸门	由多根通过截止阀充泄水可沉浮的筒支箱梁叠加而成, 结构简单, 使用灵活, 可供邻近口门宽度相同的船闸共用。	适用于各种口门的船闸, 但随着口门宽度的增加, 起吊难度增加。

浮式检修闸门	为一两边支撑的箱型结构闸门，通过门体内的水舱充水、排水实现门体下沉、上浮，采用拖轮牵引入门槽。	适用于各种口门的船闸，但由于其体积庞大且呈竖直状态，稳性较差，故须具备稳定安全的停放港池。
升降式平面闸门	结构为两边支撑的平面闸门，通过支撑端柱上的行走机构，沿轨道上下移动，关闭或开启闸门。	一般适用于有帷墙的上闸首(下降门)，或有胸墙的中间闸首，井式船闸下闸首(提升门)，作为工作门和检修门兼用。当作为专用检修门，事故门使用时，应有单独的门槽和启闭设备

8.2.1.2 本指南主要介绍船闸检修闸门（浮式叠梁检修闸门）安装施工工艺流程，叠梁式门叶现场安装时不需要连接，每节门叶自成整体或制作成箱体式结构，单独运行；浮式叠梁检修闸门代表结构形式见图 8.2-1。

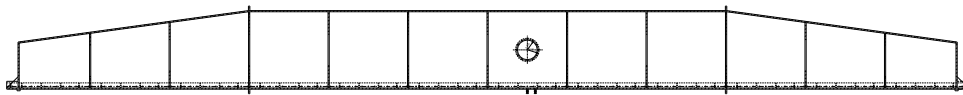


图 8.2-1 浮式叠梁检修闸门结构断面图

8.2.2 前置要点

8.2.2.1 安装前需通过出厂验收和交接验收。

8.2.2.2 进行图纸审核，编制安装专项方案并通过专家论证。

8.2.2.3 清点闸门及其配件的数量，检查闸门构件在运输、存放过程中是否有损伤，检查各构件的安装标记，确保装配准确。

8.2.2.4 检查门叶的几何尺寸，如有超差，制定措施（经监理人批准）修复后进行安装。

8.2.3 工艺实施流程

8.2.3.1 船闸检修闸门安装流程见图 8.2-2。

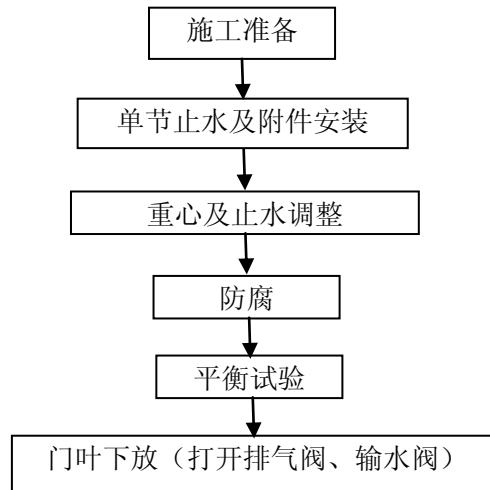


图 8.2-2 船闸检修闸门安装程序图

8.2.4 工艺控制重点

8.2.4.1 检修门安装应清除门槽内杂物。

8.2.4.2 叠梁式门叶在安装中常采用起重设备直接吊装就位。

8.2.4.3 各节叠梁门运至现场后，各节采用起重设备按安装顺序直接吊入孔内。

8.2.4.4 底节叠梁门放入门槽，检查底节叠梁门安装位置符合图纸要求，其他节依次安装。

8.2.4.5 单节叠梁门全部连接好后，检查整体叠梁门平面度和扭曲度，进行调整，检查并调整水封间隙。

8.2.4.6 每节门叶自成整体的叠梁式闸门只需将附件安装完成后就能逐节下放。

8.2.4.7 检查闸门与门槽应运行灵活、可靠，应无卡阻现象，水封透光检查合格。

8.3 工作阀门

8.3.1 工艺简述

8.3.1.1 工作阀门一般分为平面阀门和反向弧形阀门。

表 8.3-1 工作阀门型式主要有平面阀门和反向弧形阀门

闸门名称	特点	适用条件
平面阀门	门叶结构简单, 体积较小, 制造、安装、检修方便; 在水头较大时门楣、门槽、门后段廊道易产生空化现象并引起阀门震动。	中、低水头船闸
反向弧形阀门	采用弧形面板, 面板凸面面向下游, 门井处于上游水位, 无门槽, 启门力小、结构坚固, 水流平顺, 不易产生空化和震动。	中、高水头船闸

8.3.1.2 本指南主要介绍船闸反向弧形阀门安装, 反向弧形阀门代表结构形式见图 8.3-1。反向弧形阀门是用于船闸输水系统的一种特殊门体, 其面板布置在支铰下游与常规弧门布置方向相反。由于面板在下游侧, 闸门开启时可有效改善流态, 使船闸输水系统能平稳工作。反向弧形阀门一般布置较深, 由组合长拉杆接长后在上部闸室操作, 施工条件较差。门体的刚度大, 重量重, 一般整体到货, 因此吊装比较困难。常采取分阶段安装方法: 在反向弧形阀门侧壁二期浇筑完毕后, 土建暂停向闸室顶部浇筑。将工作面移交给金结专业, 反向弧形阀门便采用起重门机或者专用工装直接吊装就位, 待反向弧形阀门安装调整、防护完毕, 土建可继续向闸室顶部浇筑。

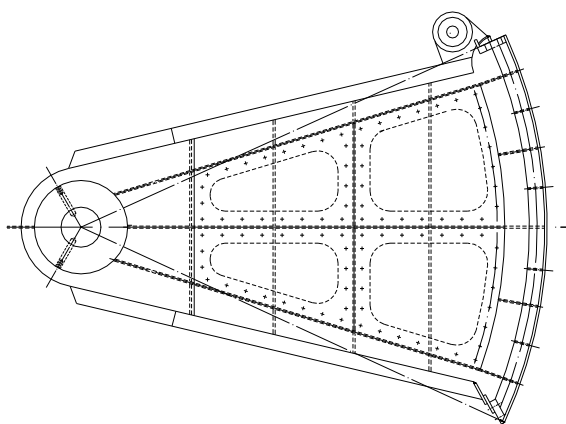


图 8.3-1 反向弧形阀门结构断面图

8.3.2 前置要点

8.3.2.1 安装前需通过出厂验收和交接验收。

8.3.2.2 进行图纸审核，编制安装专项方案并通过专家论证。

8.3.2.3 清点闸门及其配件的数量，检查闸门构件在运输、存放过程中是否有损伤，检查各构件的安装标记，确保装配准确。

8.3.2.4 检查门叶的几何尺寸，如有超差，制定措施（经监理人批准）修复后进行安装。

8.3.3 工艺实施流程

8.3.3.1 反向弧形阀门埋件安装的程序流程详见图 8.3-2。

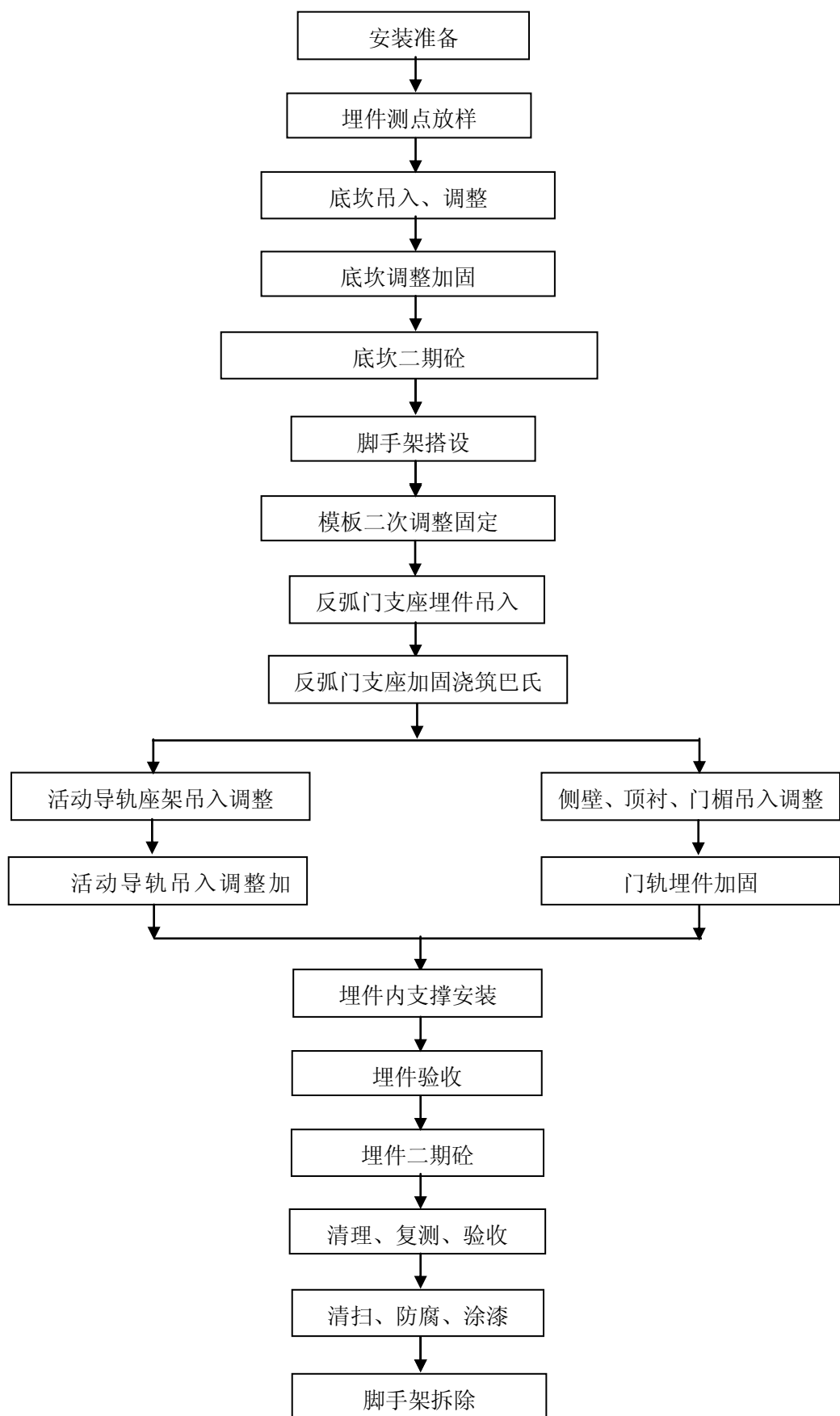


图 8.3-2 反向弧形阀门埋件安装程序框图

8.3.3.2 反向弧形阀门安装程序见图 8.3-3。

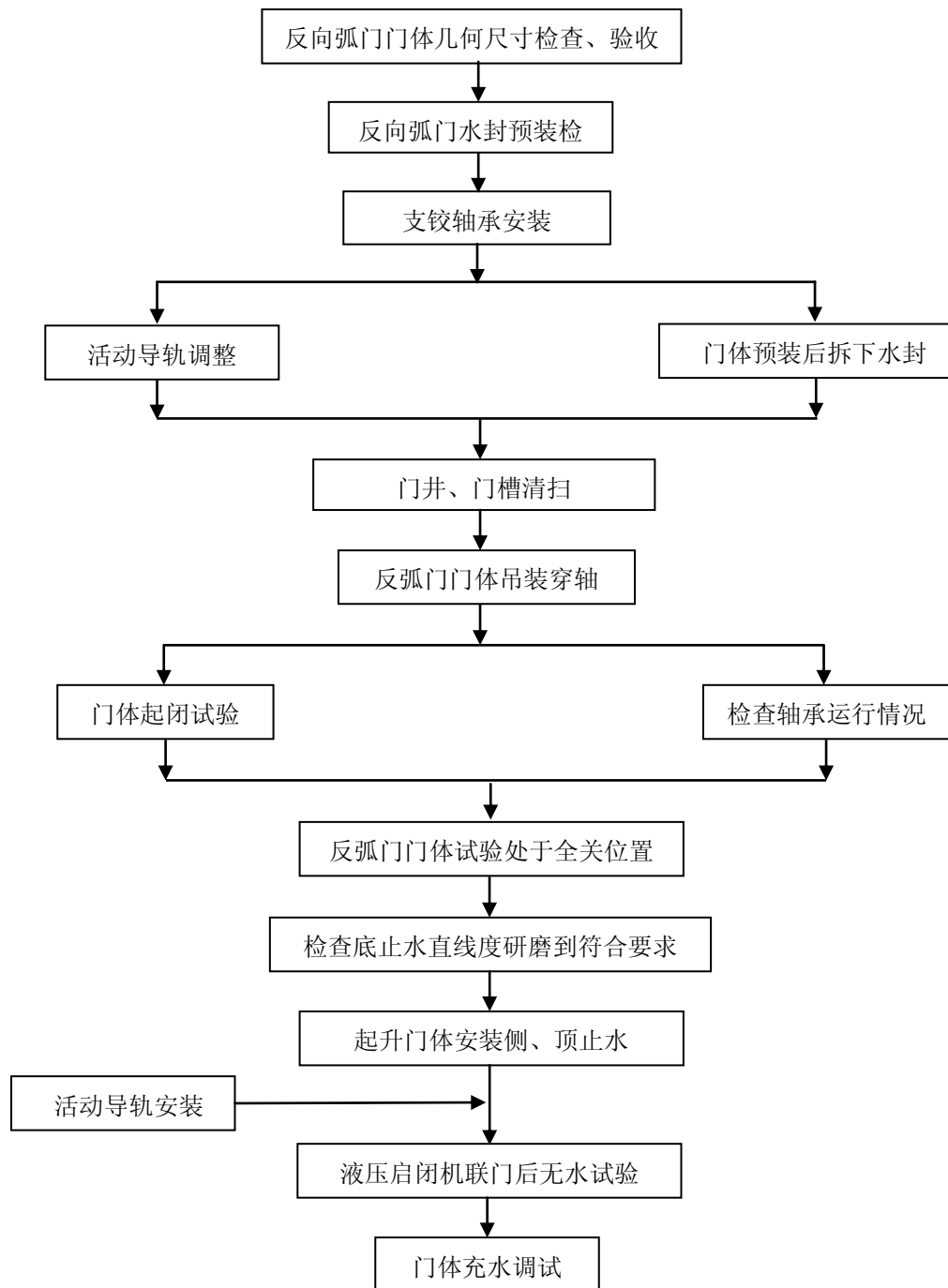


图 8.3-3 反向弧形阀门安装程序

8.3.4 工艺控制重点

8.3.4.1 埋件安装

(1) 测量放样：在埋件安装前，应根据船闸测量控制点体系，控制铰座中心高程、里程、门轨对孔口中心线的距离及铰座同轴度偏差，同时，检测活动导

轨座架与启闭机中心对孔口中心线的偏差。

(2) 反向弧形阀门铰座应与支铰座架预装配，达到设计要求后进行支座架二期混凝土浇筑。

(3) 埋件底坎、支铰座架混凝土预制由于反向弧形阀门输水廊道流态恶劣，故埋件设计较宽，浇筑二期混凝土有困难，故将底坎及铰座架的支承平面朝下，在专用平台上进行混凝土预制，并在底坎及铰座支架的背面埋入插筋，并应布置排气孔。如底止水采用钢性止水，更应注意底坎工作面的平面度公差，浇筑二期混凝土后其平面度公差不大于 0.3mm，以减少研磨工作量。

(4) 由于反向弧形阀门安装位置较深，反向弧形阀门的液压启闭机中心及启闭机拉杆的导槽中心必需与已装反向弧形阀门埋件的孔口中心重合。

8.3.4.2 门体安装

(1) 反向弧形阀门结构制作为刚度较大的整体，安装现场工作仅为水封组装定位，其吊装的难度较大，常在侧止水座板二期混凝土浇筑完毕后，直接采用专用工装架或船闸闸室内起重设备吊装。反向弧形阀门门叶吊入孔口后，按照图纸及相关技术规范要求调整定位；门叶调整完毕后进行防护，土建混凝土可继续向上浇筑。

(2) 反向弧形阀门应首先安装支铰座。支铰安装工作结束，并经监理人检查认可后，才允许浇注支铰座的环氧填料；在环氧填料的强度达到施工图纸的要求，并检查左右铰座中心孔同轴度符合规定后，才允许将反向弧形阀门与支铰座连接。

(3) 反向弧形阀门安装完毕后，应拆除所有安装用的临时支撑，修整好焊缝，清除埋件表面和门叶上的所有杂物，在各转动部位按施工图纸要求灌注润滑脂。

8.3.4.3 启闭试验

(1) 阀门安装好后，应在无水情况下作全行程启、闭试验。首先应清除门叶上和门槽内所有杂物，并检查吊杆的连接情况。启闭时，应在止水橡皮处浇水润滑。

(2) 阀门启闭过程中应检查导向架滚轮、支铰等转动部分应灵活，阀门升降过程无卡阻，启闭设备左右两侧应同步，止水橡皮有无损伤。

(3) 阀门全关后，应用灯光或其他方法检查止水橡皮的压缩程度，不应有透亮或有间隙。如阀门底止水为刚性止水，应用塞尺检查水封的间隙。

(4) 阀门在承受设计水头的压力时，通过任意 1m 长止水橡皮范围内漏水量不应超过 0.1L/s。

9 机电安装

9.1 工艺简述

9.1.0.1 机电工程主要包括闸门液压启闭机安装、船闸供配电系统、照明、电缆敷设、防雷接地装置、自动化、监控系统等各种机电设施安装、调试及试运转等工作。

9.1.0.2 本指南主要介绍液压启闭机及电气安装调试。

9.2 前置要点

9.2.0.1 编制专项施工方案，经审批后实施。

9.2.0.2 机电产品出厂检验资料核查及进场检验。

9.3 工艺流程

9.3.0.1 液压启闭机主要施工工艺见图 9.3-1。

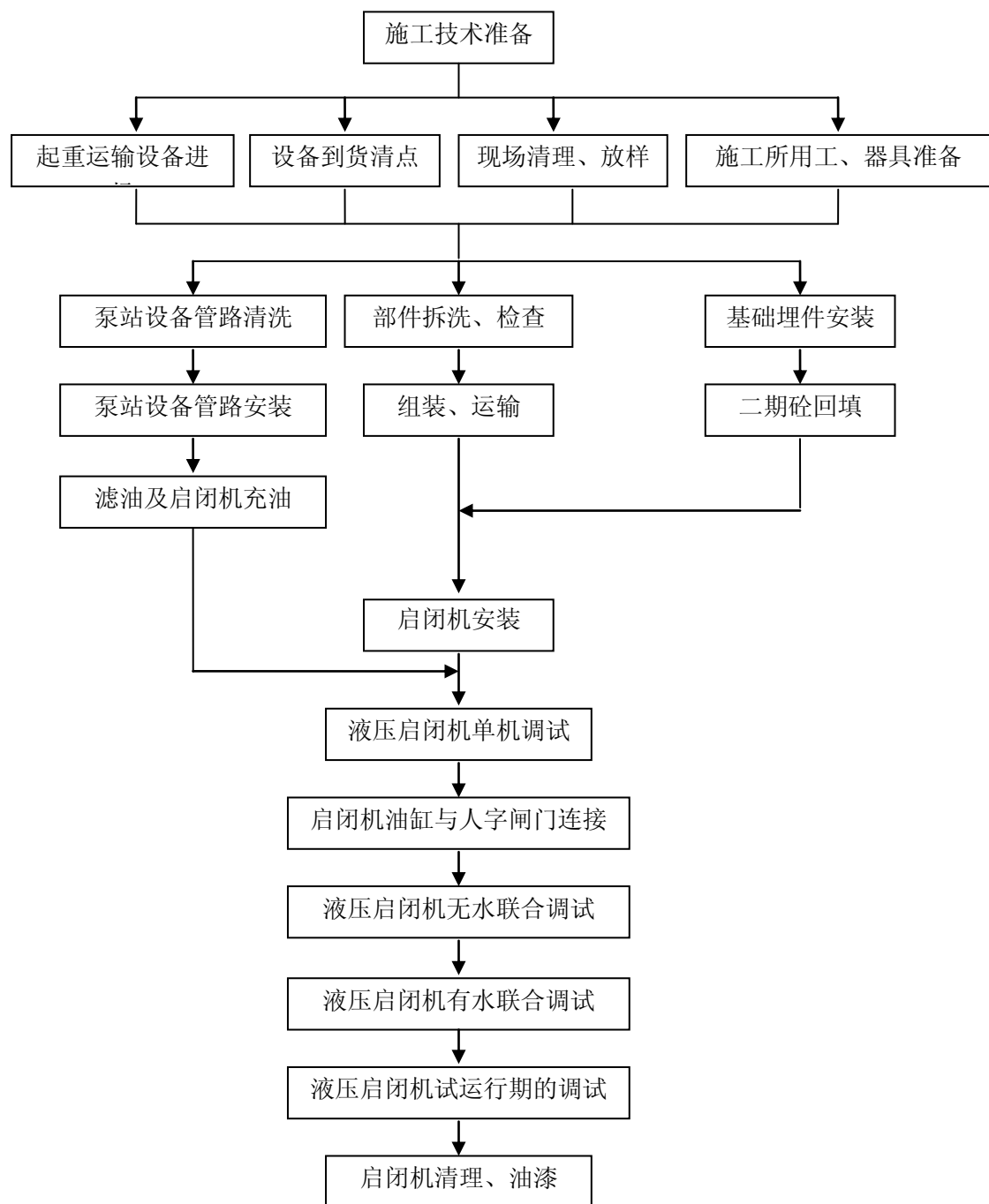


图 9.3-1 液压启闭机安装程序图

9.3.0.2 电气安装工艺流程见下图 9.3-2。

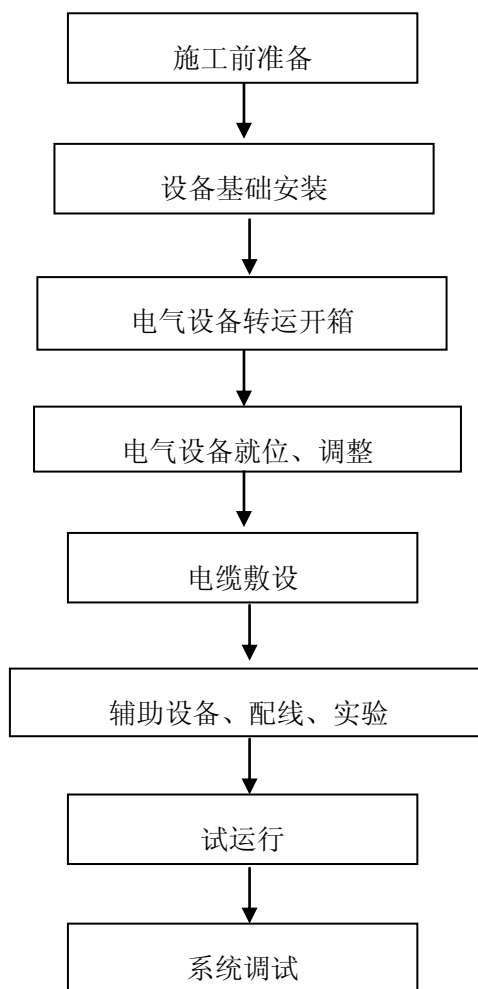


图 9.3-2 电气安装工艺流程图

9.4 工艺控制重点

9.4.1 管路安装

9.4.1.1 现场配管采用二次安装法；标记后拆散的管路严格封堵管口，以避免污染；安装管夹的垫板应焊接牢固，对称逐步拧紧所有螺栓螺母。

9.4.1.2 液压管道宜采用氩弧焊焊接；施焊前应对坡口及附近的管壁进行处理，清除毛刺、油、水等杂质。

9.4.1.3 管路压力试验后，进行管路系统清洗，经清洁度检测合格后方可与启闭机油缸连接。

9.4.2 电缆敷设

9.4.2.1 电缆敷设顺序一般遵循先高压、后低压，先动力、后控制，先截面大、后截面小的原则。

9.4.2.2 电缆敷设时应排列整齐、平直，并挂电缆标示牌，编号标识清晰。

9.4.2.3 电力电缆支架、电缆桥架采用测量仪器控制高程及平面位置。

9.4.3 电气设备安装

9.4.3.1 配线完毕后进行查线与模拟,根据图纸进行电缆和屏内连线的逐条检查、对线,再进行分回路模拟试验,确认接线和原理的正确性。

9.4.3.2 电气设备安装完成后,全面检测电气元件的绝缘性能及接线情况,包括测量各电气回路接地、回路之间、电机及防雷装置的绝缘电阻,并提交检测报告。

9.4.3.3 变配电设备、低压电控柜、照明配电箱等的安装与调试均应有相关记录。

9.4.4 调试

9.4.4.1 进行液压系统耐压、空载试验、负荷试验、静态超载负荷试验、动态超载负荷试验、设备联机调试等各项试运行试验时,需对调试过程中的异常情况做好分析、处理情况记录。

9.4.4.2 低压线路及设备安装完成后,须经业主、监理工程师、安装单位联合验收,方可进行现地启动,单体传动调试。

9.4.4.3 高压线路及变电设备须进行耐压试验,并经供电部门验收后接入高压电源。

9.4.4.4 调试前要进行设备负载测试。

9.4.4.5 远程控制先进行单体运行,再按设计设定程序进行联合试运转。

9.4.4.6 联合调试完成后应进行专项验收。