

# 水利工程水闸施工浅析

王子琪 张鑫鹏

菏泽市水利勘测设计院 山东 菏泽 274000

**摘要:** 水利工程是保障国家水安全、支撑民生发展的重要基础设施,而水闸作为水利系统的关键控制节点,其施工质量直接影响工程功能发挥与运行安全。本文围绕水利工程水闸施工展开研究,阐述了水闸的功能分类与基本组成结构,明确其工程定位;分析了施工前期准备工作;详细梳理了闸基施工、闸室混凝土施工、防渗工程、闸门安装等关键技术,以及施工质量检测方法;最后提出构建质量控制体系、强化关键环节管控、加强人员设备管理等质量提升措施。研究系统覆盖水闸施工全流程,为规范水闸施工操作、保障工程质量提供理论与实践参考,对提升水利工程整体效益具有重要意义。

**关键词:** 水利工程;水闸施工;关键技术;质量控制措施

引言:当前随着水利工程建设规模扩大,水闸施工面临地质条件复杂、技术要求提高、质量管控难度增加等挑战,部分工程存在前期准备不充分、关键技术落实不到位等问题。为解决上述问题,提升水闸施工水平,本文以水利工程水闸施工为研究对象,从水闸工程概述入手,逐步探讨施工前期准备工作、核心施工技术及质量控制措施,旨在为水闸施工实践提供科学指导,推动水利工程建设高质量发展。

## 1 水闸工程概述

### 1.1 水闸的功能与分类

水闸作为水利工程的核心控制性建筑物,其功能贯穿以下防洪、灌溉、供水、航运等多个关键领域,是保障水资源合理调配与区域水安全的重要设施。在防洪排涝方面,水闸可通过调节闸门开度控制河道水位,汛期拦截上游洪水、削减洪峰,非汛期排出区域内淤积水,降低洪涝灾害风险;在水资源利用领域,水闸能拦截河道来水形成水库或渠系,为农业灌溉提供稳定水源,同时满足城镇生产生活供水需求;对于航运而言,水闸可调节上下游水位差,形成通航水道,保障船舶安全通行,部分水闸还兼具发电功能,通过水流落差实现能源转化。

依据功能与结构特点,水闸可分为以下多种类型。(1)按作用划分,包括用于调节河道流量与水位的节制闸、宣泄洪水的分洪闸、排除涝水的排水闸、挡潮御咸的挡潮闸,以及为航运服务的船闸;(2)按结构形式可分为开敞式水闸(适用于水位变化小的区域)、涵洞式水闸(多用于渠系或堤岸下方);(3)按闸门材质则可分为钢闸门水闸、混凝土闸门水闸、木质闸门水闸等,不同类型水闸需根据工程场景与需求合理选择。

### 1.2 水闸的基本组成结构

水闸的结构设计要兼顾稳定性、防渗性与功能性,通常由以下闸室、闸基、翼墙、防渗设施、消能防冲设施五大核心部分组成。(1)闸室是水闸的主体,承担挡水与泄水功能,主要包括闸门、启闭设备、闸墩与工作桥,闸门通过启闭设备实现升降,控制水流进出,闸墩分隔闸孔并支撑工作桥,工作桥则为设备安装与人员操作提供平台。(2)闸基是水闸的承载基础,直接影响工程稳定性,需根据地质条件采用换填、压实或桩基础等处理方式,确保其承载能力满足上部结构荷载要求;(3)翼墙位于闸室两侧,连接闸室与河岸或堤岸,起到引导水流、保护岸坡的作用,常见形式有八字形翼墙、扭曲面翼墙;(4)防渗设施用于防止闸基与闸室两侧渗水,避免渗透破坏,主要包括铺盖(闸室上游的水平防渗层)、齿墙(闸室底部的垂直防渗结构)与反滤层;(5)消能防冲设施则设置于闸室下游,通过消力池、海漫、防冲槽等结构消耗下泄水流能量,减轻水流对河床与岸坡的冲刷,保障水闸运行安全<sup>[1]</sup>。

## 2 水利工程水闸施工前期准备工作

### 2.1 施工勘察与设计交底

施工前期需开展全面勘察工作,重点勘察工程区域的地质条件,明确土层分布、土壤承载力、地下水位埋深及变化规律,同时核查周边水文环境与地形地貌,为后续施工方案制定提供基础数据。勘察完成后,组织设计、施工、监理等多方参与设计交底,明确水闸整体结构设计参数、关键部位施工技术指标、各专业图纸衔接要求,同步梳理设计文件中可能存在的疑问或矛盾点,形成书面交底记录,确保各方对设计意图达成一致认知。

### 2.2 施工方案编制

结合勘察结果与设计要求编制施工方案,方案需涵

盖施工整体流程,明确各工序的先后顺序与衔接逻辑;确定关键施工技术工艺,包括基础处理、混凝土浇筑、设备安装等环节的操作标准;规划施工现场平面布局,合理划分材料堆放区、设备停放区、施工作业区及临时设施区域;制定资源配置计划,明确人力、机械、材料的投入数量与时间节点。

### 2.3 材料与设备准备

依据施工方案与设计文件,确定水闸施工所需主要材料的规格、型号与数量,制定材料采购计划,明确采购标准与质量验收要求,优先选择符合国家规范且具备合格证明的材料,提前完成材料的取样检测,确保材料质量达标。设备准备方面,根据施工工序需求,确定所需挖掘设备、起重设备、混凝土浇筑设备、启闭设备等类型与数量,对设备进行全面检查与调试,确保设备性能稳定<sup>[2]</sup>。

## 3 水利工程水闸施工关键技术

### 3.1 闸基施工技术

闸基施工核心技术集中在以下开挖与处理两大环节。

(1) 闸基开挖前要完成测量放线,依据设计图纸确定开挖范围与深度,采用分层开挖方式,分层厚度需结合地质条件与挖掘设备性能确定,一般控制在1.5-3m,避免超挖或欠挖。开挖过程中需同步开展排水作业,若地下水位较高,可采用明沟排水或井点降水系统,明沟需设置在开挖边坡外侧,井点降水需根据水位深度选择轻型井点或深井井点,确保开挖面无积水。边坡防护需根据土层稳定性选择合适方式,砂性土或粉土边坡可采用塑料布覆盖或沙袋堆砌临时防护,黏性土边坡可通过放缓坡比增强稳定性,坡比通常不陡于1:1.5。(2) 闸基处理需针对不同地质条件选择对应技术,对于软弱土层,可采用换填法,换填材料优先选用级配砂石或灰土,换填厚度需根据地基承载力要求确定,分层压实系数不低于0.96;若土层承载力偏差较大,可采用水泥土搅拌桩或碎石桩处理,桩径一般为500-600mm,桩间距按复合地基承载力计算确定,桩身完整性需通过低应变检测验证。处理完成后需对闸基进行承载力检测,采用平板载荷试验,检测点数量不少于3点,确保承载力满足设计要求。

### 3.2 闸室混凝土施工技术

闸室混凝土施工需重点把控以下配合比设计、浇筑、振捣与养护技术等环节。(1) 配合比设计需结合闸室混凝土的强度等级、抗渗等级与抗裂要求,选用42.5级及以上硅酸盐水泥,粗骨料采用连续级配碎石,粒径控制在5-31.5mm,细骨料采用中砂,含泥量不大于3%;抗渗混凝土需掺入适量膨胀剂或防水剂,水胶比不大于0.5,砂

率控制在35%-40%,配合比需通过试配验证,确保28d抗压强度与抗渗等级达标。(2) 混凝土浇筑前需对模板与钢筋进行检查,模板拼接缝隙需采用密封胶封堵,避免漏浆,钢筋保护层厚度需通过垫块控制,垫块强度不低于混凝土设计强度。浇筑采用分层推移式浇筑,分层厚度根据振捣设备确定,插入式振捣器分层厚度不大于500mm,振捣时振捣棒需插入下层混凝土50-100mm,振捣时间控制在20-30s,直至混凝土表面无气泡溢出、呈现泛浆状态,避免漏振或过振。浇筑间歇时间需控制在混凝土初凝前,若超过初凝时间,需按施工缝处理,施工缝处需凿毛并清除浮渣,浇筑前铺设20-30mm厚同配合比水泥砂浆。(3) 混凝土养护需在浇筑完成后12h内开始,采用覆盖土工布洒水养护或覆膜养护,养护时间不少于14d,抗渗混凝土养护时间不少于21d,养护期间需保证混凝土表面持续湿润,温度低于5℃时需采取保温措施,避免受冻。

### 3.3 防渗工程施工技术

水闸防渗工程施工要同步开展以下水平防渗与垂直防渗,确保形成完整防渗体系。(1) 水平防渗多采用土工膜铺设,土工膜选用高密度聚乙烯膜,厚度不小于1.5mm,铺设前需清理基层,确保基层平整、无尖锐杂物。土工膜拼接采用热熔焊接,焊接温度控制在180-220℃,焊接速度为1-2m/min,焊接完成后需进行充气检测,充气压力为0.2MPa,保持5min无压降即为合格;土工膜与闸室混凝土衔接处需采用锚固沟固定,锚固沟深度不小于500mm,土工膜嵌入后采用黏土回填压实。(2) 垂直防渗常用防渗墙与高压喷射注浆技术。防渗墙施工采用冲击钻或抓斗成槽,槽段长度根据地质条件确定,一般为6-8m,成槽过程中需采用泥浆护壁,泥浆比重控制在1.2-1.3,黏度不小于20s;墙体材料采用混凝土或塑性混凝土,混凝土坍落度控制在180-220mm,浇筑采用导管法,导管理深保持在2-6m,避免断桩或夹泥。高压喷射注浆采用三重管法,喷射压力不小于20MPa,提升速度控制在10-20cm/min,旋转速度为10-15r/min,注浆材料选用水泥浆,水灰比为1:1-1.5:1,施工完成后需通过钻孔取芯检测防渗墙完整性与渗透系数。

### 3.4 闸门与启闭设备安装技术

闸门安装前要对闸门构件进行检查,核对构件尺寸与材质,确保符合设计要求,同时清理闸室门槽,去除杂物与毛刺。(1) 闸门运输采用专用吊装设备,吊装点需根据闸门重心确定,避免闸门变形;吊装过程中需设置溜绳,控制闸门姿态,缓慢落入门槽,落入后调整闸门垂直度与平面位置,垂直度偏差不大于1/1000,平面位

置偏差不大于5mm。闸门与门槽衔接处需安装止水橡皮,止水橡皮接头采用热接,接头平整无缝隙,安装后需检查止水效果,确保无渗漏。(2)启闭设备安装需先完成设备基础施工,基础混凝土强度达到设计强度80%以上方可进行安装。设备就位前需清理基础表面,按图纸标记定位线,采用水平仪调整设备水平度,纵向与横向水平偏差均不大于0.1/1000。设备固定采用地脚螺栓,螺栓拧紧时需对称分次进行,扭矩需符合设计要求。安装完成后需进行调试,先进行空载试运行,检查电机转向、制动性能与各部件运行状态,空载运行正常后进行负载试运行,模拟闸门升降过程,调整启闭速度与限位装置,确保闸门升降平稳、限位准确,运行噪音不大于85dB。

### 3.5 施工质量检测技术

(1)原材料检测要按规范频率取样,水泥需检测强度、安定性与凝结时间,钢筋需检测屈服强度、抗拉强度与伸长率,砂石需检测颗粒级配、含泥量与泥块含量,土工膜需检测厚度、拉伸强度与断裂伸长率,检测结果需符合设计与规范要求,不合格材料严禁使用。(2)结构实体检测需在混凝土强度达到设计强度后进行,采用回弹法或钻芯法检测混凝土强度,回弹法检测需选取代表性区域,测区数量不少于10个,钻芯法检测需抽取3个以上芯样,芯样强度换算值需满足设计要求;采用超声波检测混凝土内部缺陷,检测范围覆盖闸室、翼墙等关键部位,若发现空洞、裂缝等缺陷,需及时采取修补措施。(3)防渗性能检测采用注水试验或渗水仪检测,水平防渗层注水试验需在土工膜铺设完成后进行,试验段长度不小于50m,注水水头不小于1m,持续观测24h,渗水量需符合设计要求;垂直防渗墙渗水仪检测需在墙体施工完成后进行,检测点间距不大于20m,渗透系数需小于设计允许值,若渗水量超标,需采取补灌或注浆处理<sup>[3]</sup>。

## 4 提升水利工程水闸施工质量控制措施

### 4.1 构建完善质量控制体系

明确施工、监理、建设三方质量责任,建立“施工单位自检、监理单位平行检验、建设单位巡检”的三级管控机制,细化各层级质量职责与工作流程,确保质量管控覆盖施工全流程。制定质量验收标准,依据水利工

程施工规范与设计要求,明确原材料、工序、分项工程的验收指标与检测频率,验收不合格的工序严禁进入下一道施工环节,同时建立质量档案,实时记录施工质量数据与验收结果,实现质量可追溯。

### 4.2 强化关键施工环节管控

原材料进场前需核查质量证明文件,按规范进行抽样检测,不合格材料严禁进场;施工过程中,对闸基处理、混凝土浇筑、防渗工程等关键工序,实行“技术交底-过程监督-工序验收”全流程管控,混凝土浇筑需严格控制配合比、坍落度与振捣参数,防渗工程需重点检查土工膜焊接质量与防渗墙完整性,确保各环节施工质量符合设计要求。

### 4.3 加强施工人员与设备管理

开展针对性质量培训,组织施工人员学习水利工程施工规范、质量标准与关键技术要点,考核合格后方可上岗;对特种作业人员实行持证上岗制度,定期核查证书有效性。施工设备需定期检修与维护,建立设备台账记录运行状态与维修情况,确保设备性能稳定;设备使用前需进行调试,混凝土搅拌设备需定期校验计量精度,避免因设备问题影响施工质量<sup>[4]</sup>。

结束语:本文系统梳理了水利工程水闸施工的核心内容,从水闸的功能结构概述,到施工前期的勘察、方案与资源准备,再到闸基、混凝土、防渗等关键技术的实操要点,以及多维度质量控制措施,形成了覆盖水闸施工全流程的技术与管理体系。这些内容可为实际水闸施工提供清晰指引,助力规范施工流程、降低质量风险、保障工程安全稳定运行。

### 参考文献:

- [1]胡治平.关于水利工程水闸施工浅析[J].工程研究与实用,2025,6(11):22-23.
- [2]周洁,付倩.关于水利工程水闸施工浅析[J].装饰装修天地,2020(10):397-398.
- [3]蔡家武.关于水利工程水闸施工浅析[J].浙江工艺美术,2022(21):124-126.
- [4]迟云静.浅析水利工程水闸加固施工[J].中国高新区,2019(19):141-142.