

水闸工程施工质量控制要点及常见问题处理

何太彬

中国水利水电第五工程局有限公司

DOI:10.32629/etd.v6i12.19266

[摘要] 水闸工程作为水利工程核心控制性建筑,结构复杂且功能关键,对施工质量要求极高。其施工受结构特性、环境复杂性及多种因素影响。本文阐述水闸工程施工质量控制要点,涵盖地基处理、混凝土施工、金属结构安装等方面,同时分析混凝土裂缝、渗漏等常见质量问题,并提出针对性处理措施,旨在为保障水闸工程施工质量提供参考。

[关键词] 水闸工程; 施工质量; 控制要点

中图分类号: TV66 **文献标识码:** A

Key Points of Construction Quality Control and Common Problem Handling for Sluice Engineering

Taibin He

Sinohydro Bureau 5 Co., Ltd.

[Abstract] As a core controlling structure in water conservancy engineering, sluice engineering has complex structures and critical functions, requiring extremely high construction quality. Its construction is influenced by structural characteristics, environmental complexity, and various factors. This paper elaborates on the key points of construction quality control for sluice engineering, covering foundation treatment, concrete construction, and metal structure installation. It also analyzes common quality problems such as concrete cracks and leakage, and proposes targeted treatment measures, aiming to provide reference for ensuring the construction quality of sluice engineering.

[Key words] sluice engineering; construction quality; key control points

引言

水闸工程在水利工程中地位举足轻重,承担着调节水位、控制流量等多重任务,对保障防洪、灌溉等意义重大。然而,水闸工程结构体系复杂、施工环境多变,施工质量受多种因素制约,易出现各类问题。有效控制施工质量,及时处理常见问题,是确保水闸工程安全稳定运行、发挥预期效益的关键,本文将对此展开探讨。

1 水闸工程施工特点与质量影响因素

1.1 水闸工程的结构特性

水闸工程是水利工程中的核心控制性建筑物,主要由闸室、翼墙、消能防冲设施及两岸连接建筑物组成,结构体系复杂且受力条件特殊。其核心功能是调节水位、控制流量,兼顾防洪、灌溉、供水、航运等多重任务,因此对结构整体性、稳定性和耐久性要求极高。闸室作为核心部位,承受水压力、土压力、浪压力等多种荷载,需具备足够的强度和抗渗能力;翼墙与两岸地形衔接,需协调变形以避免开裂;消能防冲设施则需抵御高速水流的冲刷,防止基础淘刷破坏。此外,水闸结构多为钢筋混凝土现浇

结构,构件尺寸大、施工工艺繁琐,各部位衔接要求严格,任何结构环节的施工偏差都可能影响整体工程效能,甚至引发安全隐患,这也是水闸工程区别于其他水利建筑物的显著结构特性。

1.2 施工环境复杂性

水闸工程大多修建在江河、湖泊、渠道等水域周边,施工环境具有显著的复杂性和不确定性,给施工组织和质量控制带来较大挑战。首先,水文条件多变,施工期间需应对汛期、枯水期的水位波动,汛期洪水可能导致施工中断,枯水期则需合理安排导流、截流施工,确保施工期间基坑干燥和施工安全^[1]。其次,地质条件差异较大,不同区域的地基土性质(如砂土、壤土、软土)不同,地基承载力和抗渗性能差异明显,对地基处理工艺提出不同要求,软土地基还需进行特殊处理以避免不均匀沉降。施工场地多位于户外,受气象条件影响显著,高温、严寒、暴雨、台风等恶劣天气会直接影响混凝土浇筑、土方开挖、金属结构安装等施工工序的质量。

1.3 质量影响因素分析

水闸工程施工质量受多种因素综合影响,主要可分为人为

因素、材料因素、工艺因素和环境因素四大类。人为因素是核心影响因素,施工人员的专业技能、责任意识和操作规范性直接决定施工质量,如钢筋绑扎、混凝土振捣等工序的操作偏差,会导致结构强度不足、裂缝等问题;管理人员的统筹协调能力不足,会造成施工流程混乱、质量管控缺位。材料因素是质量基础,钢筋、混凝土、止水材料、金属构件等原材料的质量是否符合规范要求,直接影响工程耐久性和安全性,如不合格混凝土会导致强度不足,劣质止水材料会引发渗漏问题。工艺因素影响施工精度,地基处理、混凝土浇筑、金属结构安装等工艺选择不当或施工参数控制不严,会导致施工质量隐患。

2 水闸工程施工质量控制要点

2.1 地基处理质量控制

地基处理是水闸工程施工质量控制的首要环节,直接关系到水闸结构的稳定性和安全性,需严格按照设计要求和施工规范开展全过程管控。施工前,需对地基进行详细勘察,明确地质土层分布、承载力、渗透系数等参数,结合勘察结果制定合理的地基处理方案,避免盲目施工。对于软土地基,常用换填垫层、排水固结、强夯等处理工艺,换填垫层需确保换填材料质量和分层压实度,排水固结需控制排水系统布设密度和加载速率,强夯则需严格控制夯击能量、夯击次数和间距,确保处理后地基承载力满足设计要求。对于岩基,需清理表面松动岩石和风化层,对裂隙进行灌浆处理,确保岩基完整性和抗渗性。施工过程中,需加强地基沉降、位移监测,及时发现异常情况并调整施工参数;施工完成后,需进行地基承载力检测,检测合格后方可进入下一道工序,杜绝因地基处理不到位引发不均匀沉降等质量问题。

2.2 混凝土施工质量管控

混凝土是水闸工程的主要建筑材料,其施工质量直接影响工程的强度、耐久性和抗渗性,需从原材料、配合比、浇筑、养护等环节进行全流程管控。原材料方面,需严格检验水泥、砂石、外加剂等材料的质量,确保其符合设计和规范要求,严禁使用不合格材料。配合比设计需结合工程部位需求,根据混凝土强度等级、抗渗等级等参数,通过试验确定合理的配合比,严格控制水胶比和外加剂掺量,避免出现配合比偏差导致混凝土性能下降^[2]。浇筑过程中,需控制浇筑速度和布料均匀性,避免出现离析、蜂窝、麻面等缺陷,对于大体积混凝土,需采取分层浇筑、分层振捣的方式,振捣密实且避免过振,同时做好温度控制,减少温度应力引发的裂缝。浇筑完成后,需及时进行养护,根据环境温度选择合理的养护方式,控制养护时间和湿度,确保混凝土强度正常增长,防止表面开裂,保障混凝土结构的完整性和耐久性。

2.3 金属结构安装质量控制

金属结构是水闸工程实现启闭功能的核心部件,主要包括闸门、启闭机、预埋件等,其安装质量直接影响水闸的运行可靠性,需严格按照安装规范和设计要求开展管控。安装前,需对金属构件进行检查验收,核对构件尺寸、材质、防腐处理情况,确保构件无变形、无损伤,防腐层完好,同时检查预埋件的位置、标

高是否符合设计要求,对偏差部位及时调整。安装过程中,需控制构件的安装精度,闸门安装需保证其垂直度、水平度和密封性,启闭机安装需确保其中心线与闸门中心线对齐,传动系统灵活可靠,连接部位紧固到位。安装完成后,需进行试运转测试,检查闸门启闭是否顺畅、到位,启闭机运行是否稳定,有无异常噪音和故障,同时对金属结构的防腐层进行补涂处理,防止后期腐蚀。另外,需做好安装过程中的记录,确保每一道工序都可追溯,及时发现并处理安装过程中的质量隐患。

2.4 止水与防渗体系施工

止水与防渗体系是水闸工程防止渗漏、保障工程安全的关键,主要包括止水带、止水片、防渗帷幕、排水系统等,施工过程中需严格控制施工质量,杜绝渗漏隐患。止水带安装需确保位置准确、固定牢固,接头部位采用热接或冷接方式,保证接头严密,无缝隙、无脱胶现象,安装过程中避免止水带破损、扭曲。止水片安装需贴合结构表面,固定牢固,与混凝土结合紧密,防止混凝土浇筑时止水片移位。防渗帷幕施工需根据地质条件选择合适的灌浆工艺,控制灌浆压力、灌浆量和灌浆顺序,确保帷幕连续性和防渗效果,灌浆完成后需进行压水试验,检测防渗性能是否符合设计要求。排水系统需合理布设,确保排水畅通,及时排出渗透水,降低地基渗透压,避免因渗透压力过大导致地基冲刷或结构损坏,施工过程中需检查排水管道的坡度、接口密封性,防止排水不畅引发渗漏问题。

2.5 施工监测与动态调整

水闸工程施工过程中,施工监测是及时发现质量和安全隐患、实现动态质量控制的重要手段,需建立完善的监测体系,开展全过程、全方位监测并及时调整施工方案。监测内容主要包括地基沉降、位移、渗透压力,混凝土结构的温度、应力、裂缝,金属结构的变形、位移等,根据工程规模和施工进度,合理布设监测点,选择精度符合要求的监测仪器。施工前,需设定监测预警值,施工过程中,定期采集监测数据,对数据进行分析整理,判断施工过程是否正常,若监测数据接近或超过预警值,需立即停止相关工序,分析原因并采取针对性调整措施,如调整施工参数、加强支护防护等。同时结合监测数据,及时优化施工方案,确保施工质量和施工安全^[3]。

3 水闸工程常见施工质量问题及处理措施

3.1 混凝土裂缝问题

混凝土裂缝是水闸工程施工中最常见的质量问题之一,主要分为温度裂缝、收缩裂缝和荷载裂缝,若不及时处理,会降低混凝土结构的强度、耐久性和抗渗性,甚至引发结构损坏。温度裂缝多因大体积混凝土浇筑后内外温差过大、散热不及时导致,表现为表面不规则裂缝,深度较浅;收缩裂缝多因混凝土养护不当、表面失水过快导致,裂缝较细、分布较广;荷载裂缝多因施工过程中荷载过大、结构受力不均导致,裂缝较深、走向规律。处理措施需根据裂缝宽度、深度和类型针对性选择:对于宽度小于0.2mm的表面裂缝,可采用表面封闭法,涂抹环氧树脂、水泥浆等材料,封闭裂缝防止渗水;对于宽度在0.2-0.5mm的裂缝,

可采用压力灌浆法,注入水泥浆、环氧树脂浆液等,填充裂缝内部,恢复结构整体性;对于宽度大于0.5mm或深度较大的裂缝,需先凿除裂缝周边松动混凝土,清理干净后进行灌浆处理,必要时增设加固钢筋,确保处理后裂缝不再扩展,同时优化后续施工中的温控和养护措施,预防裂缝再次产生。

3.2 渗漏问题

渗漏问题是水闸工程的主要质量隐患之一,主要表现为地基渗漏、结构接缝渗漏和止水部位渗漏,渗漏会导致地基承载力下降、结构腐蚀,严重时会引起管涌、流土等地质灾害,影响工程安全运行。地基渗漏多因地基处理不到位、防渗帷幕施工质量不佳导致,表现为基坑渗水、地基冒水;结构接缝渗漏多因施工缝、伸缩缝处理不当,混凝土结合不紧密导致;止水部位渗漏多因止水材料不合格、安装偏差、接头不严密导致。处理措施需结合渗漏部位和渗漏程度制定:对于地基渗漏,可采用补做防渗帷幕、增设排水井等方式,降低渗透压力,减少渗漏量;对于结构接缝渗漏,需清理接缝处杂物,重新填充密封材料,或采用灌浆法封闭接缝;对于止水部位渗漏,需更换不合格止水材料,调整止水装置位置,重新进行接头处理,确保止水严密。同时,加强施工过程中止水和防渗体系的质量控制,从源头预防渗漏问题。

3.3 不均匀沉降问题

不均匀沉降是水闸工程施工中常见的质量问题,主要由地基处理不彻底、地质条件复杂、施工荷载不均、混凝土养护不当等因素导致,表现为闸室、翼墙等结构出现倾斜、裂缝,严重时会导致结构损坏、启闭功能失效。不均匀沉降多发生在软土地基或地基承载力差异较大的区域,施工过程中若地基处理深度不足、压实度不够,或施工荷载集中,会导致地基沉降量不一致,进而引发结构不均匀沉降。处理措施需根据沉降程度和发展趋势针对性实施:对于轻微不均匀沉降,可通过调整施工荷载、加强地基排水、延长养护时间等方式,控制沉降发展;对于沉降量较大、影响结构安全的部位,可采用高压旋喷桩、注浆加固等方式,提高地基承载力,减少沉降量;对于已出现倾斜、裂缝的结构,需进行纠偏处理,对裂缝进行封闭和加固,防止结构进一

步损坏。施工前需做好地质勘察,优化地基处理方案,施工过程中加强沉降监测,及时调整施工措施,预防不均匀沉降发生。

3.4 金属结构腐蚀问题

金属结构腐蚀是水闸工程长期运行中的常见质量问题,主要分为电化学腐蚀和化学腐蚀,腐蚀会导致金属构件强度下降、变形、损坏,影响水闸启闭功能,缩短工程使用寿命。电化学腐蚀多因金属构件处于潮湿环境中,与电解质溶液接触,形成原电池反应,导致构件锈蚀;化学腐蚀多因金属构件接触酸碱盐等腐蚀性物质,发生化学反应,破坏金属表面结构^[4]。施工过程中,金属结构腐蚀主要源于防腐处理不到位、安装过程中防腐层破损、后期维护不及时等。处理措施需结合腐蚀程度选择:对于轻微腐蚀,可清理锈蚀表面,打磨平整后补涂防腐涂料,恢复防腐层完整性;对于中度腐蚀,需拆除腐蚀严重的构件,更换新构件后重新进行防腐处理;对于重度腐蚀,需对整个金属结构进行全面除锈、防腐处理,必要时进行结构加固。同时施工过程中需严格控制金属构件的防腐处理质量,安装时避免防腐层破损,后期定期进行维护保养,延长金属结构使用寿命。

4 结束语

水闸工程施工质量控制至关重要,关乎工程整体效能与安全运行。从地基处理到各施工环节,都需严格把控质量要点,同时密切关注常见质量问题并妥善处理。未来,随着技术发展,需不断优化施工工艺与质量控制方法,加强全过程管理,以提升水闸工程建设质量,更好地服务于水利事业与社会发展。

[参考文献]

- [1]周国华.水利工程中水闸施工工艺要点及施工质量控制[J].湖南水利水电,2025(2):88-90.
- [2]刘浏昊知,刘晨阳.水利工程中水闸施工工艺要点及施工质量控制分析[J].工程建设与设计,2023(20):156-158.
- [3]吴英成.水利工程中水闸施工工艺要点及施工质量控制分析[J].珠江水运,2022(9):79-81.
- [4]郝洪江,杨江枫,杨永兴.水闸工程中高压旋喷桩质量控制要点分析[J].河南水利与南水北调,2023,52(7):94-96.