

基于水利工程的闸门防腐施工安装验收要点探讨

王倩 张明博

陕西省泾河工程局 陕西 咸阳 713800

摘要: 闸门作为水利工程挡水、泄水的核心构件,长期处于复杂腐蚀环境中,其防腐施工安装质量直接决定工程服役寿命与运行安全。本文结合陕西省泾河工程局相关实践经验,阐述闸门防腐相关基础理论,梳理施工前准备工作要点,重点分析施工安装与验收各环节关键实操要求,总结全流程常见质量问题及对应解决对策,为水利工程闸门防腐施工安装验收工作提供规范、可落地的参考依据,助力提升闸门防腐质量,保障水利工程长期稳定运行。

关键词: 水利工程; 闸门防腐施工; 安装要点; 验收要点

引言: 水利工程是保障水资源调配、防洪减灾的重要基础设施,闸门作为工程核心启闭构件,其运行稳定性至关重要。当前,多数水利闸门采用金属材质,长期暴露于水、空气、泥沙等介质中,易发生腐蚀损坏,导致闸门失效、工程隐患增加,严重影响工程正常运行。基于此,结合陕西省泾河工程局施工实践,围绕闸门防腐施工安装验收全流程,深入探讨各环节要点,解决施工验收中的常见问题,对规范施工行为、提升防腐质量、延长工程寿命具有重要的现实意义与工程价值。

1 水利工程闸门防腐相关基础理论

1.1 水利工程闸门的类型与结构特点

水利工程闸门按功能可分为挡水闸门、泄水闸门、检修闸门等,按结构形式主要有平板闸门、弧形闸门、人字闸门三类。平板闸门结构简单、启闭灵活,广泛应用于中小型水利枢纽,其面板、主梁、支臂等构件多为钢材焊接而成,表面平整度要求高;弧形闸门受力合理、水流条件好,适用于大跨度、高水头工程,门叶呈弧形,与闸墩接触部位易形成腐蚀死角;人字闸门密封性强,多用于船闸,门叶拼接处为防腐薄弱环节。各类闸门均以金属构件为核心,长期暴露于水、空气、泥沙等复杂环境,结构整体性与表面完整性对防腐施工要求极高。

1.2 闸门腐蚀的成因与危害

闸门腐蚀主要分为化学腐蚀与电化学腐蚀,成因与运行环境密切相关。化学腐蚀多由水体中的酸碱物质、盐分及空气中的氧气、二氧化碳作用产生,导致金属表面氧化、脱层;电化学腐蚀是主要腐蚀形式,闸门金属构件在电解质溶液(河水、海水)中形成微电池,阳极金属发生溶解损耗,加速腐蚀进程。腐蚀会导致闸门构件厚度减薄、强度下降,严重时出现裂缝、穿孔,影响闸门启闭功能,甚至引发漏水、溃坝等安全事故,同时

增加维修成本,缩短工程服役周期。

1.3 闸门防腐施工的原理与技术要求

闸门防腐施工的核心原理的是通过物理隔离、化学钝化等方式,阻断腐蚀介质与闸门金属表面的接触,抑制腐蚀反应发生。物理隔离是通过涂刷、喷涂防腐涂层,在闸门表面形成致密保护膜;化学钝化是采用特殊处理工艺,使金属表面形成钝化膜,提升抗腐蚀能力。技术要求方面,需结合闸门类型、腐蚀环境选型适配的防腐材料,确保材料质量达标;施工过程中需保证表面处理到位、涂层均匀致密,特殊部位加强防腐处理,同时兼顾施工工艺与闸门结构适配性,为后续安装及验收奠定基础^[1]。

2 水利工程闸门防腐施工前准备工作

施工前准备工作是水利工程闸门防腐施工质量的前提保障,直接影响后续施工工序的推进与防腐效果,需围绕环境、材料、设备、人员及方案等核心环节全面落实,确保准备工作规范、到位,具体要点如下:(1)施工环境勘察与评估。全面排查施工区域的水文、气象及地质条件,重点检测水体酸碱度、盐分含量等腐蚀相关指标,明确腐蚀环境等级,为防腐材料选型、施工工艺确定提供依据;同时清理施工区域杂物、障碍物,平整作业场地,搭建必要的防护设施,规避恶劣天气、复杂环境对施工的影响。(2)防腐材料的准备与检验。根据腐蚀环境评估结果,选用适配的防腐涂料、稀释剂、固化剂等材料,优先选用符合国家水利工程标准、抗腐蚀性能优良的产品;材料进场后,严格核出厂合格证、检测报告,抽样进行性能检测,杜绝不合格材料投入使用,同时按要求分类存放,做好防潮、防晒、防火措施,避免材料变质失效。(3)设备与人员准备。调试喷涂机、除锈机等施工设备,确保设备运行正常、精度达标,提前检查设备配件完整性;审核施工人员资质,

确保其具备相应施工技能，开展岗前培训，明确施工流程、质量要求及安全规范。完善施工方案，细化施工细节，完成方案审批，确保施工有章可循^[2]。

3 水利工程闸门防腐施工安装与验收关键点

3.1 水利工程闸门防腐施工核心工序操作要点

闸门防腐施工核心工序需重点把控表面处理、涂层施工，兼顾特殊部位处理与环境控制，严格遵循实操标准，具体要点如下：（1）表面处理操作要点。优先采用喷砂除锈工艺，操作前清理闸门表面浮锈、氧化皮等杂物；控制喷砂压力0.4-0.6MPa、角度45°-60°、距离80-120mm，确保除锈等级达Sa2.5级及以上，除锈后4小时内完成首道涂层，避免二次生锈。（2）防腐涂层施工要点。采用喷涂与涂刷结合方式，优先高压无气喷涂。涂料按比例调配均匀，喷涂时控制喷枪距离300-500mm、匀速移动，首道涂层厚度30-40 μ m，总厚度符合设计；涂刷用于死角，方向一致，避免缺陷，每道涂层养护至表干再施工。（3）特殊部位施工要点。对接缝、预埋件等薄弱部位加强管控，接缝用密封胶填充后再涂涂层，预埋件提前防腐、安装后补涂，螺栓连接处确保涂层全覆盖，杜绝腐蚀死角。（4）施工环境控制要点。控制温度5-35℃、相对湿度 \leq 85%，避开雨天、大风天等恶劣天气，湿度或温度不达标时采取对应调控措施，施工区域做好通风防护。

3.2 水利工程闸门防腐施工安装要点

闸门防腐安装需兼顾防腐层保护与安装精度，衔接施工与验收环节，重点把控运输、吊装、衔接及保护等要点，具体如下：（1）防腐构件运输与吊装要点。防腐处理完成后的闸门构件，运输时采用软质吊带吊装，避免使用钢丝绳直接接触，防止刮伤防腐层；构件堆放时，底部铺垫软垫，分层堆放，避免挤压、碰撞，堆放高度不超过3层；吊装前检查吊装设备性能，确认吊钩、吊带完好，吊装时平稳起落，控制吊装速度，避免构件晃动、碰撞闸墩或其他物体，吊装角度符合设计要求。（2）安装衔接要点。闸门安装前，检查闸墩、闸槽安装精度，清理闸槽内杂物、毛刺；安装时调整闸门垂直度、水平度，确保闸门与闸槽贴合紧密，缝隙均匀，符合设计标准；防腐层与闸门本体衔接处，需检查涂层完整性，若有破损，及时补涂后再进行安装。（3）安装过程中防腐层保护要点。安装过程中，施工人员需穿戴软底鞋，避免踩踏防腐层；使用工具时，在工具与防腐层接触部位铺垫软质材料，防止刮擦、磕碰；若不慎造成防腐层破损，需立即清理破损部位，打磨后补涂涂层，确保破损部位完全覆盖，无遗漏。（4）安装精度控制

要点。安装完成后，检查闸门启闭灵活性，无卡阻、异响；测量闸门与闸槽的间隙，间隙值控制在设计允许范围内；检查螺栓紧固情况，确保所有螺栓紧固到位，无松动；核对闸门安装标高、中心线，偏差不超过规范要求，确保安装精度与防腐效果兼顾^[3]。

3.3 水利工程闸门防腐施工安装中间验收要点

中间验收是把控施工安装质量的关键环节，需在核心工序完成后及时开展，重点核查工序质量，不合格项及时整改，具体要点如下：（1）表面处理工序验收要点。验收时采用目测与仪器检测相结合的方式，目测检查闸门表面无浮锈、氧化皮、油污、灰尘，色泽均匀；仪器检测除锈等级、表面粗糙度，确保符合设计及规范要求；检查表面处理后的养护情况，确认无二次生锈，验收合格后方可进入涂层施工工序。（2）防腐涂层中间验收要点。每道涂层施工完成后，及时开展验收。目测检查涂层表面无流挂、气泡、漏涂、针孔等缺陷，色泽一致；仪器检测涂层厚度，每平方米检测不少于3个点，厚度偏差控制在设计允许范围内；采用划格法检测涂层附着力，确保涂层无脱落、起皮现象，验收不合格的，需铲除不合格部位，重新施工后再次验收。（3）安装工序中间验收要点。闸门安装过程中，分阶段开展验收。吊装完成后，验收吊装精度、构件完整性，防腐层无破损；衔接部位安装完成后，验收衔接紧密性、缝隙均匀度；螺栓紧固完成后，验收螺栓紧固力矩，确保符合设计要求；每阶段验收合格后，方可进入下一阶段施工。（4）中间验收整改要点。验收过程中发现的不合格项，需明确整改责任人、整改措施及整改期限；整改完成后，重新组织验收，直至验收合格；做好中间验收记录，详细记录验收时间、验收内容、检测数据、整改情况等，归档留存，为后续竣工验收提供依据。

3.4 水利工程闸门防腐施工安装竣工验收要点

竣工验收是闸门防腐施工安装工作的最终核查环节，需全面核查施工安装质量、资料完整性，确保符合设计、规范及使用要求，具体要点如下：（1）竣工验收组织与流程。竣工验收由建设单位牵头，组织施工、监理、设计等相关单位组成验收小组；验收前，施工单位提交竣工验收申请及相关资料，监理单位出具监理评估报告；验收小组核查资料后，开展现场实地验收，最后召开验收会议，明确验收结论。（2）现场实地验收要点。现场重点验收防腐层质量，目测检查表面无缺陷，色泽均匀，无破损、脱落；仪器检测涂层总厚度、附着力，符合设计标准；验收闸门安装精度，垂直度、水平度、间隙值、启闭灵活性等均符合规范要求；检查特殊

部位防腐处理情况,衔接处、薄弱部位无腐蚀隐患;核查安装过程中防腐层保护情况,无明显破损、老化现象。(3)竣工验收资料验收要点。核查资料的完整性、规范性、真实性,主要包括施工方案、材料出厂合格证及检测报告、施工记录、中间验收记录、监理记录、检测报告等;确保资料齐全,数据真实准确,签字盖章齐全,符合归档要求,资料验收不合格的,需补充完善后重新验收。(4)竣工验收结论与整改要点。验收小组结合现场验收与资料核查情况,出具验收结论;验收合格的,签署竣工验收报告,准予投入使用;验收不合格的,明确不合格项及整改要求,施工单位限期整改,整改完成后重新组织竣工验收;验收完成后,所有验收资料及时归档,建立完整的工程档案^[4]。

4 水利工程闸门防腐施工安装验收常见问题与解决对策

在水利工程闸门防腐施工安装验收全流程中,受施工操作、材料质量、环境因素等影响,易出现各类质量问题,若不及时处理会留下腐蚀隐患。(1)施工环节常见问题及对策。常见问题为表面处理不达标、涂层出现流挂、气泡等缺陷。解决对策:严格按规范控制喷砂除锈的压力、角度和距离,除锈后4小时内完成首道涂层,避免二次生锈;涂料调配按比例操作,充分搅拌均匀,控制施工环境温湿度,喷涂时保持喷枪匀速移动,避免涂层过厚或不均,出现缺陷及时铲除破损部位,打磨后补涂。(2)安装环节常见问题及对策。主要问题是吊装时防腐层刮伤、闸门安装偏差过大。解决对策:吊装采用软质吊带,避免钢丝绳直接接触构件,施工人员穿戴软底鞋,工具接触部位铺垫软垫;安装前校准闸槽精度,吊装时平稳操作,实时调整闸门垂直度和水平度,

偏差超标时及时整改,整改后重新核查。(3)验收环节常见问题及对策。常见问题为涂层厚度、附着力检测不合格,验收资料不完整。解决对策:检测时按规范选取检测点,厚度或附着力不达标时,补涂涂层并重新检测;验收前全面梳理施工、材料、检测等相关资料,补充缺失文件、完善签字盖章,确保资料真实规范、归档齐全^[5]。

结束语:本文围绕水利工程闸门防腐施工安装验收要点展开全面探讨,从基础理论、施工准备、核心工序、安装操作,到中间验收、竣工验收,再到常见问题及对策,形成了完整的实操指导体系。结合实践经验可知,闸门防腐施工安装验收需严格遵循规范要求,聚焦各环节关键节点,强化过程管控,及时整改质量隐患。本次研究可为同类水利工程闸门防腐施工安装验收工作提供参考,后续可结合新型防腐材料与工艺,进一步优化验收标准,持续提升水利工程闸门防腐施工质量与工程整体运行可靠性。

参考文献

- [1]王乾.水利工程项目中的溢洪道闸门液压启闭系统安装施工工艺[J].黑龙江水利科技,2023,51(8):60-63.
- [2]宋云鹏.水工闸门安装质量控制与管理策略[J].水利电力技术与应用,2025,7(4).
- [3]赵洋,王春娟,赵珍,等.基于坝身导流情况下底孔闸门安装方式探究[J].水利技术监督,2023(12):183-187.
- [4]张伟,朱珩,尹啟瑞,王显敏.乌东德水电站门机防腐施工工艺研究[J].电力设备管理,2022(S02):110-112.
- [5]李虎成.水电站泄洪洞弧形闸门安装技术及质控策略分析[J].现代工程科技,2023,2(16):89-91.