

水电站金属结构安装工程的质量控制

江焱华

(中国水利水电第七工程局有限公司, 四川 成都 610000)

摘 要 水电站工程项目的施工质量始终是社会各界瞩目的焦点, 不仅会影响水电站自身的运行效率与性能表现, 还与水电站下游地区居民的生命安全息息相关。水电站金属结构安装作为水电站工程的关键环节, 其施工质量水平直接关系到整个水电站工程的最终质量。基于此, 本文基于水电站金属结构安装工程质量控制的重要性, 深入探讨了水电站金属结构安装工程质量控制措施, 以期为相关人员提供有益参考。

关键词 水电站; 金属结构安装工程; 质量控制

中图分类号: TV7

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.31.013

0 引言

水电站金属结构安装工程是水电站建设的重要组成部分, 主要包括压力钢管、闸门、拦污栅以及各类启闭设备等关键部件, 这些部件在水电站的水流调控、防洪排涝以及发电等关键环节中发挥着举足轻重的作用。但是, 由于水电站金属结构安装工程具有施工难度大、技术要求高、施工环境复杂等特点, 难以对其质量进行有效控制。因此, 加强对水电站金属结构安装工程质量控制的研究具有非常重要的现实意义。

1 水电站金属结构安装工程质量控制的重要性

1.1 保障工程安全

对于水电站而言, 金属结构是其核心组成部分, 其质量状况与水电站的安全运行紧密相连, 堪称水电站安全稳定运行的基石。如果金属结构安装质量不达标, 极有可能引发一系列严重的安全事故, 给人民的生命财产安全带来不可估量的损失。因此, 在水电站金属结构安装工程中, 必须实施严格的质量控制措施。从原材料的采购、加工制造到现场安装调试, 每一个环节都必须严格遵循相关规范和标准, 确保金属结构的安装质量达到设计要求。只有这样, 才能有效避免因金属结构安装质量问题而引发的安全事故问题^[1]。

1.2 提高经济效益

有效的质量控制不仅能够确保水电站金属结构安装工程的安全运行, 还能够经济效益方面发挥显著作用。通过实施严格的质量控制, 减少了设备的更换频率和维修次数, 可以最大程度避免因质量问题而引发的返工、维修等额外费用, 从而有效降低工程成本。同时, 高质量的金属结构安装工程还能显著提升水电站的运行效率, 延长设备的使用寿命, 增加发电收益,

为项目的经济效益提升奠定坚实的基础。此外, 高质量的金属结构安装工程还能提升水电站的运行效率。闸门启闭灵活、密封性能良好, 可以有效减少水流的泄漏和浪费, 提高水电站的发电效率, 显著提升水电站项目的经济效益, 为企业的可持续发展注入强劲动力。

2 水电站金属结构安装工程的质量控制措施

2.1 人员管理

2.1.1 加强人员培训

在水电站金属结构安装工程中, 施工人员的专业技术水平和质量意识直接决定着整个工程的施工质量稳固性与运行安全性。因此, 加强人员培训提升施工队伍整体素质, 是质量控制的首要任务。(1) 可以通过理论讲解与实际操作相结合的方式, 使施工人员熟悉金属结构安装的各个环节和步骤, 掌握正确的安装方法和技巧。在理论讲解环节, 专业讲师应深入剖析金属结构安装的各个环节和步骤; 实际操作培训则可以在模拟施工现场环境中, 让施工人员亲自动手进行金属结构的吊装、定位、校正、连接等操作。培训导师现场指导, 纠正操作中的不规范行为, 强调安全操作规程。(2) 焊接是金属结构安装中的关键工艺, 应定期组织焊接人员参加焊接技能培训和考核, 确保其掌握正确的焊接工艺和方法。培训内容应包括焊接材料的选择、焊接参数的设置、焊接缺陷的预防和处理等, 以提高焊接质量, 为水电站金属结构安装工程的高质量完成奠定坚实的基础^[2]。

2.1.2 建立质量责任制

首先, 根据工程特点和质量控制要求, 制定详细的质量责任制方案, 明确各级管理人员和施工人员的质量职责。例如: 项目经理作为工程质量的第一责任人, 负责全面组织和协调质量控制工作; 技术负责人制定

质量控制计划和技术措施；施工班组负责具体施工过程中的质量控制等。其次，将质量责任与个人的绩效挂钩，奖励在质量控制方面表现突出的人员，处罚出现质量问题的人员。通过奖惩机制，激发施工人员的积极性和责任心，促使其自觉遵守质量控制规定，确保工程质量。最后，建立质量监督机制，对施工过程进行全程监督和检查。质量监督人员要定期对施工现场进行检查，及时发现和纠正质量问题，并且要鼓励施工人员之间相互监督，形成全员参与的质量控制氛围。

2.2 材料管理

(1) 材料采购：选择信誉良好、质量稳定的供应商，对供应商进行资质审查和实地考察。在采购环节，需严格依据设计要求与规范标准来挑选材料，以此保障材料质量达到相应标准；(2) 材料检验：严格检验和验收进场的材料，检查材料的质量证明文件、外观质量、尺寸规格等。对于钢材、焊接材料等重要材料，应进行抽样检验，确保其质量合格。例如：对每批进场的钢材进行力学性能试验，对焊接材料进行化学成分分析；(3) 材料储存和保管：根据材料的性质和特点，采取相应的储存和保管措施，防止材料损坏、变质。焊接材料应存放在干燥、恒温的仓库内，防止受潮变质；钢材应存放在干燥、通风的仓库内，避免受潮生锈^[3]。

2.3 设备管理

2.3.1 选用合适的设备

金属结构安装工程涉及吊装、焊接、切割、打磨等多道工序，每道工序对设备的要求存在一定的差异。因此，需要根据工程的具体需求选用设备。具体而言，在吊装作业中可以选用塔式起重机、履带式起重机等起重能力足够、精度高的起重设备，以确保金属构件能够准确、安全地吊装到位。在焊接作业中，则应选用逆变式焊机、数字化焊机等性能稳定的焊接设备，进一步提高焊接质量和效率。需要注意的是，在选用设备时，还应优先选择技术成熟、性能稳定、质量可靠的产品。相关人员也可以通过查阅设备的技术参数、用户评价、行业口碑等信息，全面评估设备的性能和质量。

2.3.2 加强设备维护和保养

对于水电站金属结构安装工程而言，对设备实施维护与保养，是保障设备维持良好运行工况、延长其使用寿命以及提升使用效率的关键举措。第一，要根据设备的使用频率、工作环境、磨损情况等因素，制定包含维护保养内容、周期、责任人等信息的设备维护保养计划，确保维护保养工作有序进行。例如：对于起重设备，应定期进行检查、润滑和调试，确保其

起重能力、精度和稳定性符合要求；对于焊接设备，应定期进行清洁和校准，确保其焊接质量和效率。第二，为每台设备建立维护保养档案，记录设备的购置时间、使用年限、维修记录、更换零部件记录等信息，以便对设备的使用状况进行全面跟踪和管理。如此一来，通过档案记录，就可以及时发现设备的潜在问题，采取预防措施，避免设备故障对施工造成影响。第三，加强设备的日常检查和维护工作。施工人员在使用设备前，应对设备进行外观检查、功能测试等，确保设备在使用前处于良好状态。在使用过程中，应密切关注设备的运行状况，及时发现并处理设备的异常问题，以此保障水电站金属结构安装工程的施工质量^[4]。

2.4 监管工作

项目部机电管理部门是水电站金属结构安装工程监督管理的核心力量，全面负责施工进度把控、质量保障工作，配合项目部造价部门做好投资管控相关协同工作。在施工质量监管上，机电管理部门以工程项目规划和行业规范为准则，建立严格的管理体系。例如：某水电站建设过程中，针对金属结构焊接环节，部门制定了涵盖焊条规格、电流参数、焊缝外观等维度的检测标准，通过现场抽检与过程记录，及时纠正焊接缺陷，确保施工质量达标。同时，机电管理部门还要紧盯金属结构安装工序的关键节点。在原材料验收时，除核验材质证明，还应对钢材强度、防腐涂层厚度等指标进行抽样复检；在施工工艺选择阶段，组织金属结构专业专家结合工程实际进行技术论证，优选施工方案。通过这种全流程精细化管理，既保障了工程质量，又可确保项目按期交付。

2.5 质量控制工作

2.5.1 设备埋件安装优化

设备埋件安装作为水电站金属结构工程的“根基工程”，其施工难度和技术要求远超其他环节。以地下厂房埋件安装为例，作业空间狭窄、潮湿渗水的环境，加上混凝土浇筑时的震动影响，极易导致埋件位移或精度偏差。例如：某大型水电站在初期施工中，因岩层地质复杂，部分埋件出现 $\pm 5\text{ mm}$ 以上的定位误差，直接影响后续设备对接。项目部立即启动应急响应，联合设计单位重新勘测地质数据，采用可调式预埋锚栓替代传统固定锚筋，配合高精度全站仪实时监测，通过“分段校准、动态调整”的施工方法，最终将误差控制在 $\pm 2\text{ mm}$ 以内，达到国家一级安装标准。

2.5.2 严格把控闸门设备安装

闸门安装工序的质量直接关系到水电站防洪、发电的核心功能。例如：某流域控制性工程的施工班组

在施工前要求承建方提供包含 13 项技术参数的安装工艺卡,并组织为期 3 天的专项培训。培训中运用 BIM 模型进行三维可视化交底,通过模拟安装流程提前预判止水橡皮压缩不均匀、门槽垂直度超差等潜在问题。在施工过程中,采用“三检制”(自检、互检、专检)与“影像追溯”相结合的方式,每完成 50 cm 高度的安装,就对门槽直线度、止水座板平面度等指标进行激光扫描检测,确保数据完整可查。最终该工程闸门安装一次验收合格率达 99.8%,远超行业平均水平。

2.5.3 启闭机设备安装精准监管

液压启闭机的安装质量直接决定了水电站运行的安全性和稳定性。例如:在某抽水蓄能电站建设中,施工单位组建了由厂家工程师、监理单位、项目部技术骨干构成的联合监管小组。安装阶段,采用“双人复核、全程录像”机制,对液压缸轴线偏差、管路焊接质量等 27 个关键节点进行重点监控。设备安装完成后,开展为期 72 小时的连续试运行测试,通过压力传感器、振动频谱分析仪等精密仪器,对启闭力、行程时间、系统油温等 32 项参数进行实时采集。试运行期间,发现液压系统存在 0.3 MPa 的异常压力波动,经联合小组排查,确定为管路局部节流导致,通过优化管路布局和增设蓄能器,成功消除隐患。投入运行后,建立“智能监测云平台”,运用物联网技术对设备振动、油温、噪声等数据进行 24 小时动态分析,实现故障预警前置,确保启闭机长期稳定运行。

2.6 组织协调工作

2.6.1 导流洞闸门下闸

在水电站金属安装结构工程推进过程中,导流洞开始蓄水代表着水电站正式步入蓄电作业阶段。其中,导流洞闸门下闸属于非常关键的环节,具有非常重要的意义。在工程项目中,机电班组长应充分发挥组织协调作用,召集各方共同就下闸方案展开深入探讨。同时,各方主体需要从自身专业角度出发,充分发表意见和见解。在综合考量多方意见后进行反复论证和优化,以此制定完善的施工方案。通过此方案的制定,为导流洞闸门下闸工作的顺利开展提供坚实的保障。

2.6.2 闸门积沙问题

在水电站日常巡检与维护工作中,尾水出口作为水电站水力系统的重要环节。在对尾水出口进行检查时,若发现闸门部位存在积沙,则要深入分析原因。积沙问题会对闸门的正常运行造成严重影响,若未及时进行解决,会导致闸门损坏,进而使水电站无法正常发电,将给水电站带来巨大的经济损失。一旦出现这一问题,机电班组与施工单位应迅速行动,对闸门

的作用力进行精确计算,并综合考虑水流速度、泥沙特性、闸门结构等多方面因素,制定出合理的除沙措施。通过实施除沙措施,有效解决闸门积沙问题,保障闸门的正常运行,为水电站的稳定发电创造有利条件^[5]。

2.6.3 液压启闭机调试

在整个水电站运行中,液压启闭机不仅是连接水电站各功能模块的关键枢纽,更是保障水电站安全、高效运行的核心设备之一,其安装质量与调试效果会对水电站的运行效率造成影响。因此,在检测启闭机时,需要高度重视泄洪孔、液压启闭机的安装质量与调试工作。要严格按照设计单位的要求,在正式运行前对启闭机进行全面、细致的试运行调试。机电班组要组织生产厂家进行实地调试,对启闭机的各项性能指标进行全方位、多层次的检测,确保该启闭机性能优良。同时,还应针对启闭机的运行平稳性进行严格评估,仔细观察启闭机在运行过程中的振动情况、噪声大小以及各部件之间的配合是否顺畅^[6]。通过全面、细致的检测,确保启闭机的性能达到优良水平,确保后续的运行中能够高效、稳定地发挥泄洪等功能。

3 结束语

水电站金属结构安装工程的质量控制涉及人员、材料、设备、施工方法和环境等多个方面,是较为系统的工程。为了确保工程质量,需要加强对这些因素的管理和控制,采取有效的质量控制措施,以保证水电站金属结构安装工程质量控制水平。随着水电站建设技术的不断发展和进步,金属结构安装工程的质量控制将面临更多的挑战和机遇,需要进一步探索和创新质量控制方法,以提高水电站金属结构安装工程的质量水平。

参考文献:

- [1] 杨弄平.水电站金属结构物安装高精度测量[J].云南水力发电,2024,40(01):133-136.
- [2] 郑雄.水电站金属结构闸门制作及安装焊接技术应用探析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2024(11):111-114.
- [3] 曹醒.水电站金属结构闸门制作及安装焊接技术应用探析[J].现代工程科技,2024,03(03):109-112.
- [4] 吕华.水电站金属结构闸门制作及安装焊接技术的运用分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2024(06):31-34.
- [5] 文贵元.水电站金属结构闸门制作及安装技术[J].大众标准化,2023(03):49-51.
- [6] 邱志强.水电站金属结构闸门制作及安装技术研究[J].智能建筑与工程机械,2023,05(12):50-52.