

水利水电施工中机电安装问题及对策探讨

卢金波 王晨怡

浙江江能建设有限公司, 浙江 杭州 310051

[摘要]机电安装属于水利水电工程施工的重要部分,对工程投产后运行安全及综合效益有着直接的影响。本文对目前施工过程中出现的前期准备不到位、设备采购把关不严、安装工艺执行偏差、施工协调机制缺失等普遍问题进行了系统分析,并从完善前期规划、加强质量管理、落实工艺标准、强化协调管理四个方面提出相应的对策。经研究发现,机电安装质量问题存在于施工的全过程之中,只有从源头管控、过程严抓、协调联动三个方面同时发力,才能有效地减少隐患。本文主要从提高水利水电工程机电安装施工质量的角度出发,给水利水电工程机电安装施工质量的提高提供实践上的借鉴和理论上的支持。

[关键词]水利水电工程; 机电安装; 施工问题; 质量控制; 协同管理

DOI: 10.33142/hst.v9i5.19884

中图分类号: TV7

文献标识码: A

Discussion on Mechanical and Electrical Installation Issues and Countermeasures in Water Conservancy and Hydropower Construction

LU Jinbo, WANG Chenyi

Zhejiang Jiangneng Construction Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310051, China

Abstract: Mechanical and electrical installation is an important part of water conservancy and hydropower engineering construction, which has a direct impact on the operational safety and comprehensive benefits of the project after it is put into operation. This article systematically analyzes the common problems in the current construction process, such as inadequate preparation in the early stage, lax control of equipment procurement, deviation in installation process execution, and lack of construction coordination mechanism. Corresponding countermeasures are proposed from four aspects: improving early planning, strengthening quality management, implementing process standards, and enhancing coordination management. Through research, it has been found that quality issues in mechanical and electrical installation exist throughout the entire construction process. Only by simultaneously focusing on source control, strict process management, and coordinated linkage can hidden dangers be effectively reduced. This article mainly focuses on improving the quality of mechanical and electrical installation construction in water conservancy and hydropower projects, providing practical reference and theoretical support for the improvement of mechanical and electrical installation construction quality in water conservancy and hydropower projects.

Keywords: water conservancy and hydropower engineering; mechanical and electrical installation; construction issues; quality control; collaborative management

引言

水利水电工程属于国家基础设施建设的重要组成部分,机电设备是工程运行的“心脏”和“神经系统”,机电设备安装质量好坏直接影响工程投产后安全、稳定、经济。随着我国水电装机容量不断增加和泵站改造力度的不断增大,机电安装施工的规模和技术复杂程度也越来越大。水利工程机电设备是保证水利工程安全、高效运行的重要部分,安装阶段设计方案执行偏差、基础施工质量缺陷等都会对以后的运行造成影响。但是由于机电安装涉及专业

广、工序多、与土建施工深度交叉等特点,施工过程中问题频发,返工和延误现象时有发生。因此,对机电安装存在的问题进行深入分析,并提出系统的解决办法,有重要的理论价值和现实意义。

1 水利水电施工中机电安装的意义和重要性

机电安装在水利水电施工中处于核心地位,主要是因为机电设备对于工程运行起到关键的作用。水轮发电机组是电站能量转换的中枢,泵站的水泵机组和电气控制系统是调水供水系统的动力来源。施工阶段机电安装质量的好

坏直接影响到设备投运后振动、摆度、温升等性能参数是否达到设计要求。机电设备和金属结构质量控制是关键部分,机电设备及金属结构质量不好会直接影响到整个工程的推进。另外机电安装贯穿施工后期,进度影响工程整体完工时间。地下厂房分层交错,多专业、多工种在同一个空间内立体交叉作业,施工作业面狭窄、组织难度大,加上管路预埋数量多、精度要求高,一套水轮发电机组的安装往往要经过设备进场、基础处理、机组吊装、轴线调整、盘车试验等一系列精密工序,任何一个环节的延误都会影响首台机组发电的节点。因此,机电安装不仅仅是技术工作,它还牵涉到工期控制、质量保证以及高度的综合性工程,它的意义远远大于单纯的设备装配。

2 水利水电施工中机电安装存在的主要问题

2.1 施工前期准备工作不充分

水利水电机电安装对施工前期的规划和技术准备要求很高,但是在实际工程中,前期准备工作常常被忽略或者不够充分。另一方面,部分项目在机电安装进场之前没有做好详细的施工技术交底和图纸会审工作,设计图纸中出现的错、漏、碰、缺等问题不能及时发现并加以修正,造成安装过程中不断出现变更指令和返工安排。水轮发电机安装施工要求施工前做好技术交底和图纸审查工作,明确各工序工艺要求、质量控制点及检验标准,按照《水轮发电机组安装技术规范》(GB/T 8564-2023)等国家标准执行,但是部分项目前期研图环节重视不够,交底流于形式。另一方面,现场勘察、测量工作不细致,预埋管件、基础位置、标高误差超过允许值,设备到货后发现无法就位或者需要剔凿混凝土补救。

2.2 设备采购与质量控制存在不足

机电设备采购是机电安装的第一道关口,质量控制不严会造成安装环节难以弥补的问题。从目前工程实践看,设备采购环节存在的问题主要是招标审核把关不严、采购标准不统一和到场验收流于形式这三个方面^[1]。对采购流程、采购行为、采购过程的监管力度不足,由于企业不同

的需求造成设备物资的要求和采购标准不一,缺少统一的标准,使得监管工作无法进行,甚至会出现招标工作人员与供应商互相勾结的现象,从而影响到物资供应的公平竞争。在供应商筛选上,招标审核制度不健全,只看投标价格,不考察供应商市场口碑、产品质量、售后服务等各方面情况,造成采购的设备与工程实际需求不匹配。

2.3 安装工艺执行不规范

安装工艺执行不规范是造成机电安装施工质量问题的主要原因。水利水电机电设备安装包含吊装、找正、焊接、接线等诸多专业工作,每一个都存在一定的技术标准以及精度要求。安装时要控制好高程、中心、水平这三个要素,保证机组平稳运行。但是现场施工过程中,部分班组为了赶工期而随意简化施工程序,在焊接作业时少做焊缝探伤检测、螺栓紧固时不进行力矩复测等,将质量标准降低以满足要求。机电设备安装与土建施工的协同作业受到障碍,两个施工环节之间存在许多相互交错、重叠的部分,如果不能很好地协调,就会造成施工进度拖延,还会产生质量隐患以及安全问题。另外,在高压线附近开展起重吊装工作之前,应先制定专项施工方案并履行起重作业许可证的审批程序,在吊车上设置接地线以防止感应电,为设备安装缆风绳来避免摆动等,如果执行不到位,很容易造成安全事故。

2.4 施工协调与管理机制不完善

水利水电工程的机电安装与土建施工存在着深度交叉、复杂关联的特点,协调管理不好已经成为影响工程质量、进度的突出问题。抽蓄电站的建设具有机电和土建深度交叉、同步推进的特点。地下厂房分层交错,多工种在同一空间立体交叉作业,施工作业面狭窄、环境复杂,协调管理稍有不慎就会引发连锁问题。从项目管理体制来说,施工单位内部各个专业之间缺少有效的沟通渠道以及协调机构,施工组织方案经常出现互相抵触的情况。机电安装施工协调管理方面常见的问题有如下几类。

表1 水利水电机电安装施工协调管理常见问题

问题表现	具体内容	主要后果
机电与土建方案冲突	机电安装的洁净作业条件与土建装修施工相互干扰,施工组织方案未统筹编制	工序交叉拥堵,窝工返工频发
工作面移交机制缺失	土建未按节点移交工作面,机电方强行插入造成破坏;机电后期开孔破坏已完成混凝土结构	成品破坏,质量隐患,进度延误
变更信息传递滞后	设计变更未同步抄送土建与机电双方,一方按旧图施工,另一方按新图施工,造成错位	返工损失,延误工期
材料设备供应脱节	材料采购与现场进度脱节,设备到货延误或到场后仓促安装,检查验收不充分	安装质量下降,安全隐患
安全责任落实不到位	交叉作业区域安全责任划分不清,无专职协调人员,高处作业、起重吊装等高风险环节管控缺位	安全事故风险高,现场管理混乱

从表 1 可知,机电安装协调管理问题牵涉面广、原因复杂,有制度层面的原因,也有执行层面的原因。交叉作业由“偶然”瞬间变成“常态”,安全风险急剧上升,怎样控制风险,关键在于安全协调小组每天盯紧作业现场,尤其是交叉作业的要害地方,精确制订预防措施。但是很多项目协调会流于形式,不能真正解决实际矛盾,造成小问题累积成大矛盾^[2]。对高处作业、起重吊装等高风险环节实行作业票审批、旁站监护,配备齐全防护设施,采取错峰作业、物理隔离等硬措施,但在实际执行过程中由于管理粗放而大打折扣。

3 水利水电施工中机电安装问题的解决对策

3.1 完善施工前期规划与技术准备

施工前期准备工作不到位,要从制度和技術两方面进行改进。从制度上来说,项目部要创建机电安装进场前的联合审查机制,召集设计、监理、施工以及业主四方一起对施工图纸展开会审,重点考察机电设备同土建结构之间的接口匹配情况,从而形成闭环的图纸问题整改清单。加强技术准备和图纸研读,提前发现技术接口风险,制定有针对性的预控措施,牢牢守住质量底线,这是从源头上提高安装质量的主要方法。从技术上来说,应该大力推行 BIM 等数字化手段在前期规划中使用。项目部在前期工作过程中可以利用 BIM 技术建立包含桥架、通风空调、消防给排水等各方面的综合管线 BIM 模型,并且依靠碰撞检测的功能来查找管线之间的交叉干扰问题,从而形成一套详细的数字化施工蓝图。对于一线施工中技术交底“抽象难懂、落地困难”的问题,应该采用可视化交底的方式,用三维模型把关键工序的技术要点直观地展示出来,使施工人员能够“看得见、读得懂、用得上”,从根本上减少由于理解偏差造成的施工错误。

3.2 加强设备采购及质量管理

提高设备采购质量的关键是创建起包含招标、采购、验收等各个环节的控制体系。招标阶段要制订详细的设备技术参数规格标准,对采购过程、采购行为、采购过程实施有效的监督,明确采购部门的职责和权限,规范业务流程,防止出现模糊条款、漏洞。供应商资格审查不能只看投标价格,而应该对供应商的市场口碑、产品质量、售后服务、交货能力等进行综合评价,防止低价劣质产品进入工程。建立供应商数据库动态维护机制,用工商信息核查、实地考察等方式对供应商进行严格筛选,是保证采购质量的重要环节。采购实施阶段创建起“双审联动”机制,采购管理小组对采购文件的技术参数展开复核,召集专家团队就易发风险项目采购方案展开联合会诊,从而达成闭环

管理^[3]。设备到达现场后必须按照三查四定等质量复核程序逐项检查设备的各项性能参数。加强源头控制,把质量理念渗透到采购研究的各个环节中去,对验收不合格的设备一律退回,不得进入安装工序。

3.3 严格落实机电安装工艺标准

安装工艺标准的执行质量,是由技术规范落实情况以及现场质量控制强度所决定的。施工单位要组织技术人员和一线作业班组学习《水轮发电机组安装技术规范》(GB/T 8564-2023)、《水电水利工程钢闸门制造、安装及验收规范》(GB/T 14173-2008)等现行技术标准,保证所有的人员了解工艺要求。对焊接、探伤、吊装、找正等重要工序要编制专项施工方案,并实行交底制度。安装时要严格控制高程、中心、水平这三个要素,这是保证机组运行平稳、振动小、效率高的关键前提。根据制造商提供的焊接工艺规范以及以往的经验,编制详细的焊接工艺措施,按照工艺措施进行焊接,焊接过程中进行监测,及时采取措施控制变形量,焊接完成后按焊缝外观质量检验标准进行外观检验,按要求进行焊缝的探伤检测。对压力钢管焊接等重要工序要加大检查频次,加强现场作业人员质量意识、责任心的培训教育,采用考核手段来促使全员树立质量第一、精益求精的思想^[4]。项目管理人员要严格实行“三检制”,并用数字化检测设备对工程质量实施精确的核验,保证各种偏差值符合标准。

3.4 强化施工过程协调与精细化管理

就施工协调、管理机制的不健全问题而言,可以从组织架构、协调机制、安全管理这三个方面展开系统的改善工作。在组织架构上设立专门的协调管理部门或者岗位,负责土建与机电安装之间的工作交接和工序衔接,实行建安一体化管理模式。就协调机制而言,创建常态化的生产协调会议制度,每天召开现场协调会,主要解决当天交叉作业中出现的冲突问题。抽蓄电站建设属于机电和土建深度交叉、同步推进的工程,精细化调度和高风险作业的“时空隔离”管理十分重要,保证立体空间内各个环节的安全、高效衔接。可以全面使用 BIM 技术对管线综合排布及碰撞进行三维模拟和检测,并且利用全站仪、三维激光扫描仪等设备进行精准定位安装。在安全管理方面,创建安全生产标准化体系,印发安全生产网格化管理方案,把项目施工区域分成若干个网格,每一个网格都有网格化负责人和网格员,对日常的安全巡查、隐患登记、整改跟踪进行负责,从而形成一个横向到边、纵向到底的排查体系。创建安全网格化体系,依靠它来实现全过程受控,并且引入人脸识别闸机系统,

及时掌握人员动向。对高处作业、起重吊装等高风险作业严格执行作业票审批、旁站监护,配备防护设施,采取错峰作业、物理隔离等硬措施,把安全责任落实到每一个神经末梢。

4 结语

水利水电施工中机电安装是工艺繁杂、精度要求高的系统工程,施工质量好坏直接影响到工程整体运行安全及效益发挥。本文对机电安装施工前期准备、设备采购、工艺执行、施工协调等各方面的突出问题进行了系统的分析,提出相应的解决措施。经过研究发现,做好施工前期规划和技术准备,加强设备采购全过程质量管理,严格执行安装工艺标准,加强施工过程协调和精细化管理,是提高机电安装施工质量的有效途径。在今后的工程实践中,项目管理团队要重视前期策划的系统性、采购验收的严谨性、工艺执行的标准性、协调管理的全面性,把“精益建造”

的理念贯穿到机电安装的全过程,为水利水电工程的高质量建设与长久稳定运行筑牢根基。

[参考文献]

- [1]于万利,曹阳阳.以科创赋能增效的机电安装班组技术创新管理[J].企业管理,2025(2):292-293.
- [2]何伟,张怀芝,常作维,等.新时期抽水蓄能电站施工工期优化思路与路径初探[J].水力发电,2025,51(6):92-99.
- [3]程喜仁,武俊峰,李帅.浅谈抽水蓄能电站机电安装工程危险源管控措施[J].人民黄河,2021,43(2):205-208.
- [4]李帅,朱建华,程阳.抽水蓄能电站机电安装工程 BIM 技术应用[J].水利水电技术(中英文),2021,52(2):58-61.

作者简介:卢金波(1999—),男,汉族,浙江绍兴人,浙江水利水电学院本科毕业,研究方向为水利水电工程;王晨怡(2001—),女,汉族,浙江宁波人,宁波大学科学技术学院本科毕业,研究方向为工程管理。