

水利工程中机电设备安装管理的重点与难点分析

叶文丽 夏加军

江苏省水利建设工程有限公司 江苏 扬州 225002

摘要：水利工程机电设备安装管理涉及前期准备、过程控制、难点识别与保障措施等多个层面，管理质量直接关系到工程整体运行效能。本文围绕安装方案编制、基础检查、设备验收等前期管理环节，梳理土建与机电协调配合、安装工艺质量控制、电气设备管理及交叉施工管理等过程控制要点，深入剖析尺寸偏差、工艺缺陷、大型吊装难度及工期矛盾等突出难点，并从制度体系建设、维修培训、故障诊断标准化及信息库动态管理四个维度提出对策建议，为提升水利工程机电安装管理水平提供参考。

关键词：水利工程；机电设备安装；管理难点；质量控制；保障措施

引言：机电设备安装是水利工程建设中承上启下的关键环节，安装质量直接影响工程投运后的运行稳定性与使用寿命。水利工程施工受汛期约束，有效作业窗口有限，多专业交叉施工普遍，机电安装管理面临的协调难度与质量风险显著高于一般工程。如何在有限工期内实现安装精度与施工效率的平衡，已成为工程管理人员亟需应对的现实课题。围绕安装管理的重点环节与突出难点展开系统分析，有助于识别管理薄弱点并制定针对性改进策略。

1 机电设备安装的前期管理重点

1.1 安装方案的编制与审批

安装方案作为指导施工全过程的技术文件，须由具备相应资质的专业人员完成编制，并经生产厂家技术部门或行业专家审核确认后方可进入实施阶段^[1]。方案内容应涵盖安装的全部步骤、操作方法、质量控制要点及安全防护措施，技术负责人须向每一位参与施工的人员进行书面交底，确保信息传递的完整性与准确性。在方案编制之前，技术人员应赴施工现场及周边区域开展实地踏勘，对运输通道的承载力与宽度、上料台的承载能力及布设位置、设备就位后的调整空间等进行逐一评估，将现场实际条件纳入方案设计之中，避免后期因场地条件不足而被迫调整工序。编制过程中还应充分考虑雨季施工对场地承载力的影响，对临时堆场的排水方案与地基加固措施作出专项说明，确保方案在恶劣天气条件下仍具备可执行性，减少因环境变化导致的方案反复修订。

1.2 基础检查与预留预埋

设备安装基础的质量直接决定了整机运行的稳定性，因此须对基础平面位置尺寸、标高偏差及表面平整度展开逐项复核，任何超出允许偏差范围的数据都应在设备就位前完成整改。预留孔洞的尺寸应与所安装设备

的实际型号逐一校核，孔径、孔深及孔位偏差均需控制在设计允许范围内，防止出现孔位偏移导致设备无法就位的情况。电缆预埋管道的走向与管径、防雷接地系统的预埋件规格与埋设深度、吊装环的材质与焊接质量等关键环节，均应纳入专项检查清单，由专人逐项确认并留存记录，为后续安装提供可靠的基础条件。

1.3 设备开箱验收与保管

设备到场后应由建设单位、监理单位、安装单位及供货方共同参与开箱检验，对照装箱清单逐一核实设备的名称、型号与规格是否与合同及设计文件一致。检验过程中应重点关注转动部件的灵活性、密封面的完好程度以及各配合尺寸的精度，发现异常应立即记录并联系厂家处理。设备随机附带的技术资料、合格证明及专用工具须由专人统一接收保管，建设单位与安装单位各留存一套完整副本，确保后续施工与运维阶段均可随时调取查阅。设备在保管期间应做好防潮、防锈及防碰撞措施，避免因保管不当造成二次损伤。

2 机电设备安装过程中的管理重点

2.1 土建与机电安装的协调配合

机电安装与土建施工存在大量工序上的重叠，预埋穿墙管道的敷设、线路的暗铺以及通风口的开设等工作均需在土建结构施工阶段完成配合，任何一方的延误都会牵连另一方的进度^[2]。室内外装修与机电安装之间的交叉更为复杂，不同工序对空间、时间的要求各有差异，管理人员须根据各阶段的实际进展统筹安排作业顺序，避免因争抢工作面而产生冲突。设计人员与现场施工人员之间应保持高频次的技术沟通，设计意图在传递过程中容易出现偏差，充分的交流能够将专业间的矛盾化解在施工之前，降低返工概率。

2.2 安装工艺的质量控制

卧式机组的安装遵循严格的工序链条,从设备吊装就位开始,依次完成中心找正、水平找正与高程找正,待各项偏差均调整到位后方可拧紧地脚螺栓,随后进行密封安装与联轴器同轴度调整,最后以二次混凝土浇灌固定。立式机组的安装路径有所不同,须先完成安装前的各项准备工作,再依次将泵体与电机座就位,经水平校正与同心校正合格后安装泵轴叶轮及传动轴,最后完成电动机吊装并进入验收环节。无论哪种机型,轴承配合公差、垫铁位置布局、同轴度与水平度误差均属于质量控制的关键指标,每一项数据都须在允许范围之内方可进入下一道工序,任何一项超差都可能引发机组运行中的振动异常甚至部件损坏。

2.3 电气设备安装管理

电气设备的安装应按照功能类别进行分组实施,变配电设备承担电力分配任务,二次设备负责信号处理与保护功能,监控设备实现运行状态的实时采集,照明设备则服务于工作环境的基本需求,各类设备的安装标准与接线方式各不相同,须分类逐项落实。接地与防雷设施的设置应严格依照建筑物防雷设计规范执行,接地电阻值、引下线间距及均压环的布设均需满足技术要求,任何一处疏漏都可能在雷电天气下造成设备损毁或人员伤害。控制柜的安装高度、操作按钮的布置位置以及指示灯的朝向等细节虽不起眼,却直接影响运行人员的操作便利性与安全性,施工中不可随意处置。

2.4 交叉施工期间的管理

水利工程施工受汛期约束明显,机电安装须在汛期到来之前完成关键部位的施工,时间节点的刚性要求使得交叉施工期间的管理压力显著增大。管理人员应对交叉作业中出现的问题保持实时监测,一旦发现工序冲突或质量隐患,须运用科学方法快速处置,避免问题扩大蔓延。各工种之间的协调配合是保障土建与机电安装效率与质量的基础,统一的调度机制与明确的责任分工能够有效减少窝工与等待,使多专业并行施工始终处于可控状态,确保工程整体进度不因局部梗阻而脱节。

3 机电设备安装管理的难点分析

3.1 尺寸与距离偏差问题

预留孔洞的尺寸与实际到场设备型号之间出现偏差,是机电安装中频发的技术难题。土建阶段预埋的孔洞往往依据图纸理论尺寸施工,但设备在生产制造过程中可能存在制造公差,导致现场开孔与设备底座螺栓孔位无法精准对位,安装后出现缝隙不严密甚至需要现场扩孔的被动局面^[3]。孔洞位置的偏移问题同样棘手,部分施工人员在浇筑混凝土时未能有效固定预埋套管,振捣

过程中套管发生位移,最终孔洞中心线与设计位置产生明显偏差,设备就位后不得不重新开孔或补焊处理。更为突出的是,部分孔洞的选址仅从土建施工便利角度出发,未将后期电缆敷设路径、消防管道走向及排水管线布局等辅助设施需求纳入综合考量,导致安装阶段各类管线在有限空间内相互挤压、走向混乱,给后续运维检修埋下隐患。

3.2 安装工艺缺陷

螺栓连接的紧固力矩控制是安装工艺中极易被忽视的环节。螺栓拧紧力矩过小会导致连接松动,在机组运行振动作用下逐渐产生位移,最终引发部件异响甚至脱落;力矩过大则会使螺纹产生塑性变形或断裂,同样造成运行故障。设备内部掉入焊渣、铁屑、螺栓等异物是另一类高发问题,体积较大的异物可通过清理排出,但细小金属碎屑一旦进入轴承滚道或密封面之间,便会在运行中持续磨损关键部件,直接引发设备损坏。隔离开关动静触头的接触压力与有效接触面积若未达到设计要求,大电流通过时接触电阻增大,局部温升过高导致触头表面电热氧化,严重时发生灼伤甚至熔焊。电流互感器在检修过程中若不慎使一次绕组处于开路状态,铁芯磁通急剧饱和,二次侧将感应出极高电压,对操作人员与周边设备构成严重安全威胁。

3.3 大型吊装作业的管理难度

水利工程中的水轮发电机组、大型变压器等机电设备单体重量大、外形尺寸特殊,吊装作业对起重设备的选型、吊点的设置及操作精度均有极高要求,设备与厂房墙壁、梁柱之间的间隙往往十分有限,操作人员在狭窄空间内完成微调对位的难度极大。吊装环作为设备就位的关键受力构件,在土建施工阶段应随混凝土一次性预埋完成,但实际施工中吊装环被遗漏的情况屡见不鲜,发现后往往需要在已浇筑的基础上重新钻孔植筋,既影响工期又削弱基础承载力。水利厂房通常为多层结构,机电安装常需在上下多个层面开展交叉作业,高空坠物与起重臂回转半径内的人员活动形成叠加风险,安全管控的复杂程度远超单一层面施工。

3.4 工期紧迫与任务繁重的矛盾

水利工程受汛期限制,有效施工窗口期短,机电安装往往被压缩在极有限的时段内完成,各专业施工队伍不得不采用大面积交叉作业的方式抢抓进度。高强度连续作业使施工人员疲劳累积,注意力下降,操作失误的概率随工期推进呈上升趋势,安装质量的稳定性难以得到有效保障。机电安装在整个工程链条中处于承上启下的关键位置,一个工序的拖延会直接导致后续电气接

线、调试、试运行等全部环节被迫停滞,对整体工程进度形成连锁冲击。

4 机电设备安装管理的对策与保障措施

4.1 制度管理体系建设

机电设备安装管理须以制度建设为根基,从组织架构层面构建覆盖安装全过程的管理体系,将各岗位的分工与职责落实到具体人员,杜绝出现责任空白或推诿扯皮的现象^[4]。质量管控方面应建立自检、专检、交接检三级递进机制,安装班组完成每道工序后须先行自检,确认无误后由质量专员实施专检,最终由上下工序双方开展交接检查,三道关口层层过滤,将质量缺陷拦截在萌芽阶段。设备档案管理须覆盖从配置申请、审批程序、采购、运行到维修的完整生命周期,每台设备从进入工地到退役的全部信息均应完整登记,为运维决策提供可靠数据支撑。档案内容应包含出厂参数、安装记录、调试报告、历次维修详情及备件更换清单,任何环节的信息缺失都会导致判断链条断裂,直接影响后续检修的准确性。

4.2 维修管理与技术培训

维修人员的专业能力直接决定故障处理的效率与质量,管理部门应制定系统性培训计划,定期组织技术人员学习设备原理、安装工艺及故障排查方法,将理论知识与现场实操紧密衔接,使维修人员面对复杂工况时能够迅速做出准确判断。每次维修作业完成后,维修人员须对故障现象、产生原因、处理方法及更换部件进行详细记录,定期汇总分析,从中提炼出具有普遍指导意义的经验,形成可传承的技术积累。日常保养应以制度化方式固定下来,内容涵盖设备表面清洁、除尘清理、间隙调整及润滑补给等基本项目,水泵轴封渗漏须控制在30~60滴/min范围内,超出此区间即须停机检查密封面磨损情况并及时更换填料。

4.3 故障诊断标准化流程

常见故障的诊断与修理应严格遵循标准化流程,维修人员不得凭个人经验随意处置,以免因判断失误导致故障扩大或引发次生损伤。运行监视应纳入日常管理制度,操作人员须定时观察设备运行声响是否异常、查看水位变化是否平稳、检查轴封温度是否超限、监控真空表与压力表读数是否处于正常区间。滚动轴承温度不得超过95℃,滑动轴承温度不得超过80℃,一旦超限须立

即排查冷却系统的散热能力与润滑油路的畅通状况,确认无堵塞、无泄漏后方可恢复运行。标准化流程的严格执行能够将故障处理从依赖个人能力转变为依靠制度约束,有效降低人为误判带来的风险。

4.4 信息库构建与动态管理

设备信息数据库的构建是实现精细化管理的关键手段,数据库应完整记录每台设备的维修历史、零件更换情况、运行状态变化及使用年限等关键数据,维修人员在接到故障报修后可通过数据库快速调取设备过往记录,准确判断故障诱因并制定针对性检修方案,大幅缩短排故时间。设备鉴定与交接须由双方责任人及技术人员共同参与,对设备外观状态、运行参数、附件完整性逐项确认后以书面形式签字留档,任何口头交接均不具有效力^[5]。设备修理风险金制度的推行能够从经济层面约束维修行为,对因维修操作不当导致的质量问题设定明确处罚基准,将维修人员的经济利益与维修质量直接关联,从制度层面推动维修作业的规范性与严谨性。

结束语

水利工程机电设备安装管理是一项系统性工程,从前期方案编制到过程工艺控制,从难点识别到制度保障,每一环节都紧密关联、不可割裂。尺寸偏差、工艺缺陷、吊装难度与工期压力构成了管理中的主要障碍,而制度体系、维修培训、标准化流程与信息库建设则为破解这些障碍提供了可行路径。施工管理人员唯有将技术管控与制度约束有机结合,才能在多专业交叉、条件受限的复杂环境中保障安装质量,为工程安全投产奠定坚实基础。

参考文献

- [1]庄培林.水利工程中机电设备安装管理的重点与难点分析[J].中国设备工程,2025(11):87-89.
- [2]高云侠.水利工程的机电设备安装与施工管理[J].水电水利,2022,6(4):131-133.
- [3]杨文豪.水利工程中机电设备安装管理的重点与难点分析[J].城市周刊,2025(42):130-132.
- [4]王振南.水电站机电设备安装工程质量管理与控制探究[J].砖瓦世界,2023(6):178-180.
- [5]樊启华.水利水电工程建筑的施工技术与管理策略研究[J].数字化用户,2025(38):64-66.