

电气工程及其自动化的质量控制与安全管理

李玉发 陈增祯

招金矿业股份有限公司 山东 烟台 265400

摘要: 电气工程及其自动化领域中, 质量控制与安全管理是保障系统稳定运行的关键。本文详细阐述质量控制的基础, 包括核心概念、各环节影响因素及体系构建; 分析施工过程质量控制要点, 涵盖线路敷设、设备安装等方面。同时探讨安全管理要点, 涉及风险识别评估、防护措施制定等。进一步研究质量控制与安全管理的协同机制, 包括内在联系、协同管理机制建立、信息化手段应用及持续改进优化。通过全面论述, 为电气工程及其自动化项目的顺利实施提供理论与实践指导。

关键词: 电气工程; 自动化; 质量控制; 安全管理; 协同管理

引言: 电气工程及其自动化在现代工业和社会发展中至关重要, 广泛应用于电力、交通、制造等领域。项目实施技术工艺复杂, 关乎系统稳定性、安全性与运行效率。质量控制可确保工程符合技术规范, 减少质量损失; 安全管理能预防事故, 保障人员设备安全。二者相辅相成, 影响项目成败。因此, 深入研究并建立科学有效的质量控制与安全管理体系, 对推动该领域健康发展意义重大。

1 电气工程及其自动化质量控制基础

1.1 质量控制的核心概念与目标

在电气工程及其自动化领域, 质量控制是贯穿项目全生命周期的关键管理活动。作为保障工程实体质量的核心手段, 质量控制通过系统化的方法对设计、采购、施工、调试等环节实施动态监管, 确保最终交付成果符合技术规范与使用要求^[1]。对于电气工程项目而言, 质量控制的意义不仅体现在避免因质量缺陷导致的经济损失, 更关乎电力系统运行的稳定性与安全性。通过严格的质量管控, 可有效降低设备故障率、延长系统使用寿命, 为工业生产与社会生活提供可靠保障。质量控制的核心目标呈现多维度特征。从设备层面看, 需确保变压器、断路器等关键组件的制造工艺符合行业标准, 保障其在额定工况下的稳定运行; 从系统层面看, 需验证自动化控制系统的响应速度、精度等性能指标是否达到设计要求, 实现电力调度与分配的智能化管理; 从工程整体看, 需通过全过程质量控制形成可追溯的质量档案, 为后续运维改造提供数据支撑。这些目标的实现依赖于对每个环节质量特征的精准把控, 最终构建起覆盖全要素的质量保障体系。

1.2 电气工程各环节质量影响因素

设计环节的质量管控具有决定性作用。设计理念的

先进性直接影响系统架构的合理性, 而方案比选阶段的科学性则决定了技术路线的可行性。设计规范遵循情况是质量底线, 违反强制性标准的设计文件将直接导致工程隐患。采购环节的质量控制需聚焦设备材料的技术参数匹配度, 供应商的生产能力与质量管理体系认证情况是重要评估指标, 规范的采购流程可有效规避因信息不对称导致的质量风险。施工环节的质量形成具有动态性特征。施工工艺的选择需结合现场环境条件, 例如电缆敷设方式需考虑土壤腐蚀性等因素; 施工人员技能水平直接影响工序质量, 持证上岗制度与定期技能考核是必要保障; 施工环境中的温湿度、粉尘浓度等参数需控制在允许范围内, 避免对设备安装精度产生不利影响。调试与验收环节是质量控制的最后防线, 科学的调试方法可全面检验系统功能, 严格的验收标准能确保工程质量符合合同要求, 这两个环节的严谨性直接决定工程能否顺利投运。

1.3 质量控制体系构建

构建完善的质量控制体系需以系统思维为指导。体系框架应包含组织架构、制度规范、技术标准三个维度, 形成覆盖全员、全过程、全要素的管理网络。质量计划制定是体系运行的基础, 需明确各阶段质量控制要点、责任主体与验收准则; 质量控制流程设计需注重环节衔接, 通过流程节点控制实现质量风险的动态管理; 质量记录管理是体系持续改进的依据, 完整的质量数据链可为质量追溯与趋势分析提供支撑。这三个要素的有机协同, 可构建起自我完善、持续优化的质量控制生态, 为电气工程及其自动化项目的高质量实施提供制度保障。

2 电气工程及其自动化施工过程质量控制

2.1 电气线路敷设质量控制

线路选型需以系统设计参数为依据, 综合考虑额定

电流、短路容量、环境温度等因素，确保导体截面积与保护装置匹配性。规格确定应遵循载流量修正原则，针对多根并联导体、高海拔环境等特殊工况进行参数校核^[2]。明敷线路需保持与建筑物表面安全距离，穿越墙体时需加装保护套管，管口做密封处理防止潮气侵入；暗敷线路应优先选择阻燃型线管，埋设深度符合建筑电气设计规范，避免后续施工破坏。线路连接工艺需严格执行焊接、压接或螺栓连接标准，接头部位应做搪锡处理并包覆绝缘带，接触电阻测试值不得超过同长度导体阻值的1.2倍。绝缘处理需分层实施，先以绝缘胶带缠绕，再外套热缩套管进行二次防护，耐压试验电压值应达到系统额定电压的2倍且持续1分钟无击穿。

2.2 电气设备安装质量控制

设备基础制作应采用二次灌浆工艺，水平度偏差控制在0.5mm/m以内，预埋件位置误差不得超过5mm。设备就位需使用专用吊装工具，避免碰撞造成外壳变形；固定螺栓应采用双螺母防松结构，扭矩值达到设备技术文件规定值的90%以上。调平作业需使用框式水平仪，纵向横向偏差均不得超过0.1mm/m，对精密设备应增设减震装置。设备接线应核对端子标识与线号，多股导线需压接端子后再接入，线缆弯曲半径不得小于外径的6倍。接地处理需形成可靠电气通路，接地线截面应符合系统短路容量要求，接地电阻测试值应满足设计规范。

2.3 自动化控制系统施工质量控制

传感器安装位置需避开电磁干扰源，安装角度偏差控制在 $\pm 2^\circ$ 以内，量程范围应覆盖实际测量值120%。执行器与阀门连接需保持同轴度，联轴器间隙符合设备技术要求，动作行程测试误差不得超过1%。控制柜内部布线应按功能分区，强弱电线路分开敷设，线槽利用率不超过60%；元件安装需符合IP防护等级要求，端子排标识清晰且留有20%备用量。网络通信配置需验证传输速率与误码率，采用双绞线时长度不得超过100米，光纤接头清洁度需达到NASA标准，通信协议测试应覆盖所有指令集。

2.4 施工过程质量检验与监督

质量检验计划应覆盖材料进场、工序交接、隐蔽工程等关键节点，检验方法包括外观检查、尺寸测量、性能测试等。检验人员需具备相应资质，独立行使质量否决权，对关键工序实施旁站监督。全过程监督应建立质量追溯体系，通过施工日志、检验报告等文档记录质量活动轨迹。问题整改需形成闭环管理，对严重缺陷应停工整改，整改完成后需重新检验并提交专项报告，质量监督部门对整改效果进行验证性抽查。

3 电气工程及其自动化安全管理要点

3.1 电气安全风险识别与评估

电气工程运行过程中潜藏多重安全风险，触电事故作为最常见风险类型，多因设备绝缘失效、违规操作或安全距离不足引发；电气火灾则常由线路过载、短路或接触不良导致局部过热引发，具有突发性强、破坏性大的特征；电磁辐射风险虽隐蔽性较高，但长期暴露可能对人员健康与精密设备运行产生累积影响^[3]。这些风险的形成既与设备老化、设计缺陷等客观因素相关，也受操作人员安全意识薄弱、管理制度缺失等主观因素制约。风险后果的严重程度取决于暴露概率与危害程度的叠加效应，轻则导致设备停运影响生产连续性，重则引发人员伤亡或大规模停电事故。风险评估机制的构建需遵循系统性原则，通过故障模式与影响分析（FMEA）等工具，从风险发生可能性、后果严重性、检测难度三个维度建立量化评估模型。依据评估结果划分风险等级，对高风险项实施重点监控，中风险项制定改进计划，低风险项纳入常规管理。评估过程应注重动态性，根据设备运行状态变化、技术标准更新等因素定期修正评估参数，确保风险等级与实际状况匹配。

3.2 安全防护措施制定与实施

电气安全防护需构建多层次防护体系。绝缘防护通过选用符合电压等级要求的绝缘材料，阻断电流泄漏路径；接地保护利用大地电位稳定性，将设备外壳与接地极可靠连接，降低接触电压；漏电保护装置通过检测剩余电流实现快速断电，形成最后一道防线。机械安全防护需对旋转部件、传动机构等危险区域设置防护罩或联锁装置，防止人员误接触造成机械伤害。环境安全防护需根据设备特性制定差异化控制策略，防潮措施包括选用密封结构或配置除湿装置，防尘措施涉及过滤系统设计与定期清扫，防腐蚀则需采用耐候材料或涂覆防护涂层。

3.3 安全操作规程与培训

安全操作规程的编制应覆盖设备启停、参数调整、故障处理等全流程，明确操作步骤、安全注意事项与禁止行为。规程内容需经技术论证与现场验证，确保既符合安全规范又具备可操作性。施工人员安全培训需采用理论教学与实操训练相结合的模式，理论部分重点讲解电气安全原理、事故案例分析与防护用品使用方法，实操训练通过模拟场景演练强化技能掌握。安全演练应定期开展，设置触电急救、火灾扑救、设备隔离等科目，检验并提升应急响应速度与处置能力。

3.4 安全检查与隐患排查治理

安全检查制度的建立需明确检查主体、周期与标准，日常检查侧重设备运行状态监测，专项检查针对特定系统

或高风险环节,季节性检查结合气候特点调整重点。隐患排查需建立标准化流程,从设备本体、运行环境、管理制度三个层面展开,运用红外测温、局部放电检测等技术手段提升发现能力。整改环节应实施闭环管理,对重大隐患制定专项整改方案,明确责任人与完成时限,整改完成后需通过验收方可销项^[4]。隐患数据应纳入安全管理信息系统,通过趋势分析为预防性维护提供决策支持。

4 电气工程及其自动化质量控制与安全管理的协同

4.1 质量控制与安全管理的内在联系

电气工程中,质量控制与安全管理的目标维度呈现高度一致性,均以保障系统稳定运行、防范事故风险为核心诉求。质量缺陷可能直接引发安全隐患,如设备绝缘失效既属于质量问题,也是触电事故的潜在诱因;安全管理措施的缺失亦会反向影响质量管控效果,例如未执行接地保护规范将导致设备运行稳定性下降。两者在实施过程中形成动态交互关系,质量控制通过规范工艺流程、强化材料检验等手段为安全管理奠定基础,安全管理则通过风险预控、应急管理等方式为质量控制提供保障,这种双向促进机制共同构建起工程建设的防护屏障。

4.2 协同管理机制建立

构建协同管理体系需设立跨职能联合工作小组,成员涵盖质量管理部门、安全监管机构及技术实施团队,通过定期联席会议实现信息互通。工作流程设计应融合质量检查与安全评估环节,例如在设备验收阶段同步开展性能测试与安全防护审查。沟通机制需建立标准化信息传递渠道,采用质量安全联检报告、风险预警通知单等文书载体,确保关键信息在各部门间准确流转。职责划分应遵循“业务主导、专业支撑”原则,质量管理人员侧重技术标准执行监督,安全管理人员聚焦风险防控措施落实,形成既分工明确又协同联动的管理格局。

4.3 信息化手段在协同管理中的应用

信息化平台可实现质量数据与安全信息的深度集成,通过构建统一数据库,将设备参数、检验记录、隐患台账等要素关联存储,为管理决策提供多维数据支撑。移动终端应用使现场检查数据实时上传,配合电子签章功能提升流程执行效率。大数据分析技术能够挖掘质量波动

与安全事故的关联规律,为预防性管理提供科学依据。物联网传感器可对关键设备实施状态监测,当振动、温度等参数异常时自动触发质量预警与安全响应流程,实现风险管控的智能化升级。

4.4 持续改进与优化

协同管理机制需建立PDCA循环改进体系,定期通过管理评审会议分析质量安全事故数据,识别体系运行薄弱环节。改进措施制定应兼顾短期纠偏与长期优化,例如针对共性质量问题修订作业指导书,针对高频安全隐患完善风险数据库^[5]。流程优化需运用价值流图等工具,消除质量检验与安全核查中的重复环节,通过流程再造提升管理效能。改进效果评估应设置量化指标,如质量事故发生率下降幅度、安全检查闭环率等,为管理体系持续完善提供客观评价基准。

结束语

电气工程及其自动化的质量控制与安全管理是一个复杂且系统的工程,二者相辅相成、缺一不可。质量控制通过严格把控各环节,确保工程实体质量符合标准,为安全管理提供坚实的物质基础;安全管理则通过风险识别评估、防护措施制定等手段,有效防范事故发生,保障质量控制工作的顺利进行。通过建立协同管理机制,运用信息化手段,实现质量与安全信息的实时共享与动态管理,能够进一步提升管理效能。持续改进优化协同机制,依据量化指标评估效果,能为项目稳定运行提供保障,推动行业发展。

参考文献

- [1]白玛杰布,嘎秋.电气工程及其自动化的质量控制与安全管理[J].数码设计,2023(19):128-130.
- [2]井维平.电气工程及其自动化的质量控制与安全管理[J].数码设计,2024(3):115-117.
- [3]时影.电气工程及其自动化的质量控制方法与安全管理策略[J].通讯世界,2024,31(1):91-93.
- [4]吴辉.电气工程及其自动化的质量控制与安全管理优化分析[J].通讯世界,2023,30(3):76-78.
- [5]刘娅丽.电气工程及其自动化的质量控制与安全管理研究[J].现代工业经济和信息化,2022,12(11):210-212.