

建筑电气工程施工技术难点分析与优化对策研究

毛新华

江西诚达工程咨询监理有限公司 江西 南昌 330038

摘要：建筑电气工程施工涵盖线路敷设、设备安装、系统调试及施工衔接等多个环节，存在管线冲突、设备安装精度不足、系统联动调试困难等技术难点。本文通过分析各环节施工难点，提出从设计源头优化、采用新型工艺、构建数字化管控平台等优化对策，并从人员技术提升、材料设备保障、施工流程管理等方面制定保障措施，为提升建筑电气工程施工质量与效率提供系统性解决方案。

关键词：建筑电气工程；施工技术难点；优化对策；数字化管控；质量保障

引言：建筑电气工程作为现代建筑的核心组成部分，其施工质量直接影响建筑功能实现与运行安全。伴随建筑智能化水平提升，电气系统复杂度显著增加，传统施工模式在管线协调、设备安装、系统调试等方面暴露出诸多技术瓶颈。这些难点不仅导致施工效率低下、资源浪费严重，更可能引发安全隐患与功能缺陷。深入研究建筑电气工程施工技术难点，探索针对性优化对策，对提升工程质量、保障系统稳定运行具有重要意义。

1 建筑电气工程施工技术难点

1.1 线路敷设施工难点

管线敷设过程中与建筑结构的协调问题尤为突出。由于建筑结构形式多样，管线需穿越墙体、楼板等结构构件时，需精准定位预留孔洞位置，避免因偏差导致后期开凿破坏结构完整性^[1]。一旦出现偏差，不仅会增加施工成本，还可能影响建筑的整体结构安全。穿线环节常面临堵塞与破损两大挑战，管内杂物未清理干净或管径过小易引发堵塞，而弯折角度不当或管材质量缺陷则可能导致导线绝缘层破损，影响系统安全性。不同材质管线连接时，因热膨胀系数差异、连接工艺复杂等因素，易出现连接松动或电化学腐蚀问题，如铜铝过渡接头若处理不当将埋下安全隐患。

1.2 设备安装施工难点

高低压配电柜安装精度直接影响系统运行稳定性。基础型钢平整度偏差超过允许范围会导致柜体变形，垂直度超标则可能引发母排连接应力集中。照明设备与配电箱安装适配需兼顾功能性与美观性，灯具安装高度偏差影响照度均匀度，配电箱内部元件布局不合理将增加后期维护难度。接地装置安装施工存在隐蔽性风险，接地极埋深不足、焊接长度不够或防腐处理缺失等问题，均可能导致接地电阻超标，削弱防雷效果。同时，设备安装与建筑装修进度衔接不畅，易出现设备安装后被装修

破坏的情况，且部分智能设备安装缺乏专业调试，难以充分发挥设备性能。

1.3 系统调试施工难点

电气系统联动调试需解决多子系统协同控制难题。消防报警系统与应急照明系统启动时序偏差、智能照明系统与BA系统控制逻辑冲突等问题，需通过反复调试实现动作一致性。反复调试不仅耗费时间和精力，还可能影响工程的交付时间。电气设备运行参数调试涉及电压、电流、功率因数等多维度指标，变压器分接开关位置调整不当、电容器补偿容量配置不合理等情况，均可能引发系统效率下降或设备过载。

1.4 施工衔接与配合难点

与建筑主体施工衔接需把握时机节点。电气管线预埋若滞后于结构施工，将被迫采用后开槽工艺破坏结构；若超前完成则可能因结构尺寸调整导致预埋件报废^[2]。无论是滞后还是超前，都会给施工带来不必要的麻烦和损失。与其他专业施工配合存在空间交叉矛盾，电气管线与给排水管道间距不足易引发冷凝水侵蚀，与暖通风管并行敷设时需协调标高避免碰撞，与弱电系统共槽敷设时需解决电磁干扰问题，均需通过深化设计阶段的多专业协同解决。

2 建筑电气工程施工技术优化基础

2.1 施工技术优化的核心方向

建筑电气工程施工技术优化的核心在于突破传统施工模式的技术瓶颈，聚焦于提升系统运行可靠性、施工效率与资源利用率。只有突破这些瓶颈，才能实现建筑电气工程的高质量发展。针对线路敷设环节，需重点解决管线空间布局冲突问题，通过三维建模技术实现管线走向的数字化预演，减少现场返工率；设备安装阶段应强化标准化作业流程，将高低压配电柜安装精度、接地装置焊接质量等关键指标纳入过程控制；系统调试环节

需构建多系统协同调试机制,解决电气系统与消防、智能化等子系统的联动逻辑矛盾;在施工衔接领域,应推动多专业协同设计平台的深度应用,通过BIM技术实现建筑、结构、机电等专业的实时数据交互,消除专业间信息壁垒。

2.2 施工技术优化的前提条件

技术优化实施需具备多维支撑条件。人员能力层面,要求施工人员掌握BIM建模、智能检测设备操作等新型技能,建立覆盖设计、施工、调试全流程的技术培训体系;技术储备层面,需构建包含施工工艺标准、质量验收规范、故障诊断数据库的技术资源库,为优化方案制定提供数据支撑;管理机制层面,应建立动态化技术管理体系,通过施工日志数字化、质量追溯系统等手段实现技术参数的全过程记录;资源配置层面,需配置高精度测量仪器、自动化安装设备等智能工具,同时搭建云端协作平台实现设计变更的实时推送。此外,企业需建立技术创新激励机制,鼓励施工人员主动探索优化技术,同时加强与科研机构的合作,及时引入前沿施工技术和理念,为技术优化提供保障。

2.3 施工技术优化的基本原则

技术优化过程需遵循系统性原则,将线路敷设、设备安装、系统调试等环节视为有机整体,避免单一环节优化引发其他环节的次生问题。只有从系统整体出发,才能实现技术优化的最佳效果。坚持适用性原则,根据项目规模、功能需求、环境条件等因素差异化制定优化方案,避免技术过度配置造成资源浪费。贯彻标准化原则,将成功优化经验转化为企业级技术标准,通过标准化作业指导书规范施工行为。注重创新性原则,在吸收装配式施工、智能建造等前沿技术成果基础上,结合项目特点开展微创新,形成具有自主知识产权的技术解决方案。强调经济性原则,建立技术优化成本效益分析模型,通过全生命周期成本计算验证优化方案的可行性,确保技术投入与产出形成良性循环。

3 建筑电气工程施工技术优化对策

3.1 线路敷设施工优化对策

线路敷设环节需从设计源头消除管线冲突隐患。通过BIM技术建立建筑结构与机电管线的三维协同模型,利用碰撞检测功能提前识别管线交叉点,调整布局方案时优先采用共用管廊、综合支吊架等集成化设计^[3]。针对穿线堵塞问题,推行"预清管-后穿线"工艺,在管材安装完成后使用高压空气吹扫管内杂物,穿线前再次用专用海绵球二次清洁。不同材质管线连接应采用专用过渡接头,铜铝连接时使用预绞式端子并涂抹导电膏,钢制管线与

电气设备连接处增设绝缘垫片防止电化学腐蚀。对于长距离管线,每间隔50米设置伸缩补偿装置,避免因温度变化引发管材变形。同时规范管线敷设坡度,根据管线材质和用途设定合理坡度,定期对敷设完成的管线进行压力测试,及时排查管线破损、堵塞等问题。

3.2 设备安装施工优化对策

高低压配电柜安装需建立"三维定位-激光校准"体系。在基础型钢安装阶段使用全站仪进行平面坐标定位,柜体就位后采用激光水平仪检测垂直度,通过可调螺栓实现微米级精度调整。照明设备安装应推行模块化设计,将灯具、传感器、应急电源等组件集成于标准安装模块,通过卡扣式连接减少现场焊接作业。接地装置施工采用"热熔焊接+导电涂料"复合工艺,接地极与接地网连接处使用放热焊接确保熔接质量,焊接完成后涂刷纳米导电涂料降低接触电阻。配电箱内部元件布局遵循"强电下置、弱电上置"原则,动力回路与控制回路分区域布置,预留20%以上扩展空间。同步协调设备安装与装修进度,合理规划安装时序,对安装完成的设备采取防护措施,避免装修过程中造成损坏。

3.3 系统调试施工优化对策

系统调试需构建"分项验证-联合诊断"调试机制。电气系统调试前编制参数基准表,明确变压器分接开关位置、电容器补偿容量等关键参数允许偏差范围。采用手持式红外测温仪监测母排连接点温度,结合超声波局放检测仪排查绝缘缺陷。联动调试阶段开发专用调试软件,将消防报警、应急照明、智能疏散等子系统接口协议统一转换为OPCUA标准,通过配置逻辑矩阵实现动作时序精准控制。调试数据实时上传至云端平台,利用大数据分析技术识别参数异常波动规律,提前预警潜在故障。同时组织专业调试人员开展专项培训,熟悉不同厂家设备的调试流程和接口协议,配备专用调试工具,提升调试效率和调试质量。

3.4 施工衔接与配合优化对策

施工衔接应建立"界面划分-动态协调"管理体系。在施工准备阶段编制专业交接标准手册,明确电气管线预埋与结构施工的标高偏差允许值、预留孔洞尺寸偏差范围等关键界面参数。施工过程中设置专职协调员,每日召开15分钟站班会通报各专业施工进度,利用移动端APP实时更新管线走向变更信息。与其他专业配合采用"错位施工"策略,电气管线与给排水管道并行敷设时保持300mm以上间距,与暖通风管交叉时采用"电上风下"布置原则^[4]。建立联合验收机制,在隐蔽工程覆盖前组织建筑、结构、机电三方联合检查,使用内窥镜检测管内穿线质

量,验收数据同步上传至区块链平台实现不可篡改存储。加强施工图纸交底工作,组织各专业施工人员进行联合交底,明确交叉作业规范,确保设计变更信息及时传递至每一位施工人员。

4 建筑电气工程施工技术优化的保障措施

4.1 施工人员技术保障

施工人员技术能力提升需构建分层递进式培养机制。针对新入职人员实施“双导师制”,由技术骨干负责操作技能指导,安全专员负责规范意识培养,通过为期三个月的跟岗实践完成从理论到实操的转化。对于成熟技工推行“技术认证+专项深造”模式,设置线路敷设、设备安装、系统调试三个专业方向,通过理论考试与实操考核相结合的方式评定技能等级,获得高级认证的技工可参与技术方案编制。建立跨专业交流平台,定期组织电气与结构、暖通专业人员开展技术沙龙,重点研讨管线综合排布、设备空间布局等协同作业要点,促进复合型技术人才成长。引入AR辅助培训系统,将三维施工模型与操作流程叠加显示,使施工人员直观掌握复杂节点的施工要领,降低技术理解偏差。

4.2 施工材料与设备保障

材料设备保障体系需贯穿全生命周期管理。采购环节建立供应商动态评估机制,从质量稳定性、供货及时性、技术服务响应速度三个维度建立评价指标,每季度更新供应商等级,优先选用具备全产业链供应能力的战略合作伙伴。材料进场实施“四维检测法”,除常规尺寸检验外,增加材质成分分析、绝缘性能测试、耐环境老化试验等专项检测,对关键材料如铜排、电缆采用光谱分析仪进行成分复验。仓储管理采用智能化货架系统,通过RFID标签实现材料定位追踪,设置温湿度传感器对电子元件、绝缘材料等敏感物资实施环境监控,确保存储条件符合技术规范要求。设备配置遵循“适用性+前瞻性”原则,优先选用具备物联网功能的智能工具,如带压力传感的液压压线钳、可存储调试数据的智能万用表,建立设备健康档案,通过振动分析、温度监测等技术手段实施预防性维护。

4.3 施工流程与管理保障

施工流程优化需构建数字化管控平台。设计阶段通过BIM模型生成施工工艺动画,将管线穿墙、设备吊装等关键工序分解为标准化操作步骤,生成可下载的移动端学习包供施工人员预学。施工过程开发质量追溯系统,采用二维码标识技术记录每道工序操作时间、质量参数、验收人员等信息,形成可追溯的质量链。进度管理采用“动态里程碑控制”,将总工期分解为多个关键节点,每个节点设置弹性缓冲期,通过挣值分析法监控进度偏差,当实际进度滞后时自动触发资源调配预案^[5]。质量管理实施“三检制”升级版,在班组自检、互检基础上增加AI视觉检测环节,利用图像识别技术自动检测导线色标、设备安装角度等质量指标,检测结果实时反馈至管理平台。建立问题整改闭环机制,对检查发现的质量缺陷生成唯一问题编号,明确整改责任人、完成时限、验收标准,整改过程需上传影像资料,整改结果经三方确认后方可销项。

结束语

建筑电气工程施工技术优化需以系统性思维贯穿设计、施工、调试全流程。通过三维建模、智能检测等技术创新突破传统施工局限,以标准化作业流程规范施工行为,以数字化管控平台实现质量追溯与进度监控。强化人员技术培训、完善材料设备保障体系、优化施工管理流程,形成技术优化与质量提升的良性互动。实践表明,实施系统性技术优化可显著降低施工缺陷率,提升系统运行可靠性,为建筑电气工程高质量发展提供坚实支撑。

参考文献

- [1]石颖芳.建筑电气工程施工技术难点分析[J].建筑工程技术与设计,2024,12(23):136-138.
- [2]朱弘.建筑电气工程施工技术难点与应对策略分析[J].价值工程,2025,44(13):153-156.
- [3]张波.建筑电气工程施工技术难点分析[J].建筑工程技术与设计,2022,10(11):4-6.
- [4]谢云程.建筑电气工程施工技术难点与应对策略分析[J].建材发展导向,2026,24(6):64-66.
- [5]庄钟阳.建筑电气施工技术重难点及控制措施[J].建设机械技术与管理,2024,37(6):142-144.