

建筑电气工程施工技术难点与应对策略分析

李少从

河北省第二建筑工程有限公司 河北 石家庄 050000

摘要: 建筑电气工程施工面临多专业管线冲突、智能化系统集成难、防雷与接地系统可靠性设计复杂、电气设备安装调试精度要求高及施工安全与质量控制风险大等技术难点。应对策略包括:运用BIM技术优化管线布置,开发统一通信协议中间件实现系统集成,采用新型接地材料与实时监测技术提升防雷效果,利用机器人辅助安装与谐波分析技术保障设备安装调试质量,并构建智能化安全巡检系统强化施工管理。

关键词: 建筑电气工程; 施工技术难点; 应对策略

引言: 随着建筑行业的快速发展,建筑电气工程作为其重要组成部分,技术要求日益提高。然而,在实际施工过程中,面临着管线布置复杂、智能化系统集成难度大、防雷接地可靠性设计高、电气设备安装调试精度严格以及施工安全与质量控制等诸多技术难点。本文旨在深入分析这些难点,并提出相应的应对策略,以期建筑电气工程施工提供有益的参考和指导。

1 建筑电气工程施工技术难点分析

1.1 管线综合布置技术难点

(1) 多专业管线冲突: 建筑工程中各专业管线设计常由不同团队完成,缺乏统一协调,易出现管线在同一空间交叉重叠情况。例如电气管线与给排水管线交叉时,若未合理规划,可能导致电气管线受水浸风险,还会挤占施工空间,影响后续施工效率,增加返工成本。(2) 空间狭小区域的管线优化问题: 在电梯井、管道井等空间狭小区域,需容纳多种管线,且要满足检修空间要求。管线布置过密会导致检修困难,布置不合理则可能影响管线功能发挥,如电气管线散热不畅,进而影响设备使用寿命,优化时需在有限空间内兼顾功能性与可维护性,难度较大。

1.2 智能化系统集成技术难点

(1) 通信协议兼容性问题: 建筑智能化系统包含多个子系统,各子系统可能采用不同通信协议。如安防系统用Modbus协议,楼宇自控系统用BACnet协议,协议不兼容会导致数据无法正常传输,系统间无法协同工作,需额外投入资源进行协议转换或兼容调试,增加技术复杂度。(2) 系统联动调试与数据交互的复杂性: 智能化系统联动涉及多个设备和子系统,如消防报警系统联动应急照明、空调系统。调试时需精准设置参数,确保各系统在触发条件下协同动作,且数据交互需保证实时性和准确性,任何环节出错都可能导致联动失效,增加调

试难度^[1]。

1.3 防雷与接地系统技术难点

(1) 高层建筑防雷装置的可靠性设计: 高层建筑高度高,易受雷击,防雷装置设计需考虑雷击概率、建筑物结构特点等因素。若接闪器布置不合理、引下线截面不足,会降低防雷效果,可能导致建筑物内设备损坏、人员伤亡,可靠性设计需综合多方面因素,技术要求高。(2) 接地电阻值不达标问题: 接地电阻值直接影响接地系统效果,施工中土壤电阻率、接地极材质与布置方式等均会影响电阻值。如土壤电阻率高的区域,若未采取换土、添加降阻剂等措施,易导致接地电阻值超标,使接地系统无法有效泄流,增加设备损坏和人员触电风险,达标调整过程繁琐。

1.4 电气设备安装与调试难点

(1) 大型设备的精准安装: 大型电气设备体积大、重量重,安装需考虑设备基础平整度、垂直度,以及与其他设备的位置关系。如变压器安装时,若基础不平整,会导致设备运行时振动过大,影响使用寿命;配电柜安装位置偏差可能影响电缆连接,精准安装需借助专业设备和技术,施工难度大。(2) 调试过程中电磁干扰与谐波治理: 电气设备调试时,周围环境中的电磁干扰(如其他设备运行产生的电磁场)会影响调试精度,导致数据测量不准确。同时,设备运行可能产生谐波,谐波会影响电网质量,损坏其他设备,治理需安装滤波装置等,且需精准计算谐波含量,调试过程复杂^[2]。

1.5 施工安全与质量控制难点

(1) 临时用电安全管理风险: 建筑施工临时用电涉及多个作业面,线路敷设、设备接线若不规范,易出现漏电、短路等问题。如临时电缆破损未及时修复,可能导致人员触电;配电箱未按要求接地,会增加用电风险,临时用电点多面广,安全管理难度大,需时刻监督检查。

(2) 隐蔽工程验收的标准化问题: 电气隐蔽工程(如管线预埋、接地极敷设)完工后会被覆盖, 验收时需检查管线走向、连接质量、接地情况等。若验收标准不统一, 不同验收人员判断尺度不同, 可能导致不合格工程通过验收, 留下安全隐患。且隐蔽工程问题后期难以整改, 需制定明确、统一的验收标准, 确保验收质量, 标准化制定与执行难度较大。

2 建筑电气工程施工技术难点应对策略与技术创新

2.1 管线综合布置优化策略

(1) BIM技术的三维协同设计应用: 借助BIM技术搭建建筑全专业三维模型, 将电气、给排水、暖通等专业管线整合至同一数字化平台。各专业设计人员可实时在线协同, 通过碰撞检测功能提前识别管线交叉冲突点, 如电气管线与给排水管道的空间重叠问题, 在施工前即可调整管线走向与标高。同时, 利用BIM模型进行可视化交底, 让施工人员清晰掌握管线布置细节, 减少现场返工。例如, 在大型商业综合体项目中, 通过BIM协同设计, 可将管线冲突率降低60%以上, 显著提升施工效率。

(2) 模块化预制装配技术: 将电气管线、桥架等组件在工厂进行模块化预制, 按照现场实际尺寸加工成标准化模块单元。工厂预制过程中可严格控制加工精度, 减少现场切割、焊接等作业, 降低施工误差。运输至现场后, 只需通过螺栓连接等简单方式进行组装, 尤其适用于空间狭小的电梯井、管道井区域。如在高层建筑电气管线施工中, 采用模块化预制装配技术, 可将现场施工周期缩短30%, 同时减少建筑垃圾产生。

2.2 智能化系统集成解决方案

(1) 统一通信协议与中间件开发: 制定统一的通信协议标准, 或开发兼容多协议的中间件系统, 实现不同子系统间的协议转换与数据互通。例如, 针对采用BACnet协议的楼宇自控系统与Modbus协议的安防系统, 通过中间件将两种协议数据转化为统一格式, 确保安防报警信号能实时传输至楼宇自控系统, 触发联动响应。中间件还可对数据进行过滤、整合, 提升系统数据交互效率, 避免因协议不兼容导致的系统协同失效问题^[1]。(2) 基于物联网的远程监控平台构建: 在智能化系统各设备上部署物联网传感器, 实时采集设备运行数据(如电压、电流、设备状态等), 并通过无线网络传输至远程监控平台。管理人员可通过平台实时监控各子系统运行状况, 如消防报警系统、应急照明系统的工作状态, 当系统出现异常时, 平台自动发出预警并推送至相关负责人。例如, 在智慧楼宇项目中, 远程监控平台可实现对电气设备运行参数的24小时监测, 故障响应时间缩短至5

分钟内。

2.3 防雷与接地系统改进措施

(1) 新型接地材料与降阻剂应用: 选用石墨烯复合接地极、铜包钢接地极等新型接地材料, 此类材料具有导电性强、耐腐蚀、使用寿命长等优势, 相比传统镀锌钢接地极, 接地效果提升40%以上。同时, 搭配高效环保降阻剂, 将其填充在接地极周围土壤中, 降低土壤电阻率。如在土壤电阻率较高的山区项目中, 使用新型降阻剂后, 接地电阻值可稳定控制在4Ω以下, 满足防雷接地要求。(2) 实时监测系统的部署: 在防雷接地系统中安装接地电阻实时监测传感器, 结合数据传输模块与云平台, 实现接地电阻值的动态监测。当接地电阻值超出标准范围时, 系统自动发出报警信号, 提醒运维人员及时采取换土、补充降阻剂等措施。例如, 在高层建筑防雷系统中, 部署实时监测系统后, 可避免因土壤湿度变化、接地极腐蚀等导致的接地电阻超标问题, 保障防雷系统持续可靠运行。

2.4 电气设备安装与调试创新方法

(1) 机器人辅助安装技术: 针对变压器、配电柜等大型电气设备, 采用液压驱动机器人或智能吊装机器人进行辅助安装。机器人配备高精度定位系统与力控传感器, 可精准控制设备安装位置与姿态, 确保设备基础平整度、垂直度误差控制在毫米级。如在变压器安装过程中, 机器人可实时调整吊装角度, 避免设备因受力不均导致损坏, 同时减少人工操作强度, 提升安装效率。(2) 谐波分析与滤波装置设计: 在电气设备调试前, 采用专业谐波分析仪对电网谐波含量进行检测, 明确谐波来源与频率分布。根据分析结果, 定制化设计有源滤波装置或无源滤波装置, 安装在谐波产生设备附近(如变频器、整流器), 针对性抑制特定频率的谐波。例如, 在工业厂房电气调试中, 通过谐波分析与滤波装置应用, 可将电网谐波畸变率控制在5%以内, 避免谐波对变压器、电机等设备造成损坏^[4]。

2.5 安全与质量控制强化手段

(1) 智能化安全巡检系统: 在施工现场部署搭载AI摄像头的巡检机器人或无人机, 结合红外测温、气体检测等传感器, 对临时用电线路、配电箱、高空作业区域进行自动巡检。系统通过图像识别技术识别违规操作(如未佩戴安全帽、电线乱拉乱接), 通过红外测温检测电气设备过热隐患, 发现问题后实时推送预警信息至管理人员手机端。例如, 在大型建筑工地, 智能化安全巡检系统可实现每日2次全覆盖巡检, 违规识别准确率达95%以上, 有效降低安全事故发生率。(2) 区块链技术在隐蔽

工程追溯中的应用：将电气隐蔽工程（如管线预埋、接地极敷设）的施工过程数据（如施工时间、人员、材料规格、验收记录）上传至区块链平台。区块链具有去中心化、不可篡改的特性，确保数据真实可靠，后续验收或运维时，相关人员可通过区块链查询隐蔽工程详细信息，实现全过程追溯。如在住宅项目电气管线预埋施工中，通过区块链技术应用，可有效避免施工单位虚报工程量、材料以次充好等问题，保障隐蔽工程质量。

3 建筑电气工程施工技术发展趋势分析

3.1 绿色节能技术应用

（1）光伏发电与储能系统集成成为主流方向：随着“双碳”目标推进，建筑电气工程向能源自给转型。将光伏发电板与建筑屋面、幕墙结合，实现“自发自用、余电上网”，搭配锂电池储能系统存储白天余电供夜间使用，平衡电网负荷。例如，新建办公楼应用该系统可降低电气能耗30%以上，减少传统电网依赖，且施工中标准化接口设计简化光伏组件与建筑结构衔接，提升安装效率。（2）节能型电气设备普及加速：高效节能变压器、LED智能照明、变频空调等设备在建筑电气施工中应用占比持续提升。这类设备通过优化电路设计、采用新型材料降低能耗，施工中无需额外改造现有电气系统，兼容性强，进一步推动建筑整体节能水平提升。

3.2 数字化施工管理升级

（1）AI算法在施工进度预测中的应用愈发成熟：借助AI算法分析历史施工数据、实时进度信息及影响因素（如天气、材料供应），可精准预测电气施工关键节点完成时间，提前识别延误风险。例如，在大型变电站项目中，AI进度预测系统能将进度偏差预警提前7-10天，帮助管理人员及时调整施工计划，减少工期延误。（2）数字孪生技术深化应用：构建建筑电气施工全流程数字孪生模型，实时映射现场施工状态，可远程监控设备安装、管线敷设等环节，通过虚拟仿真模拟施工难点，优化施

工方案，降低现场试错成本，推动施工管理向“虚拟预演+实体建造”模式转变。

3.3 标准化与模块化发展

（1）装配式电气构件的产业化路径逐步清晰：通过建立统一的电气构件标准体系，实现配电箱、电缆桥架、管线模块等构件的工厂规模化生产，构件尺寸、接口规格标准化，现场只需快速组装。例如，装配式配电箱可在工厂完成内部接线、调试，现场仅需固定安装，施工效率提升50%以上，同时构件质量通过工厂标准化管控，降低现场施工误差。（2）模块化施工技术向复杂场景延伸：除基础电气构件外，模块化配电室、预制电缆分支箱等大型模块化单元开始应用于商业综合体、产业园区项目，这类单元在工厂完成整体集成，现场整体吊装就位，大幅缩短施工周期，推动建筑电气工程向工业化、集约化方向发展。

结束语

建筑电气工程施工中，管线冲突、系统集成复杂、防雷接地要求高、设备安装调试精度严等难点，对工程质量与安全影响深远。通过积极引入BIM、物联网等先进技术，优化施工流程与管理，我们有效攻克了诸多技术难题。未来，还需不断探索新技术、新方法，以适应建筑电气工程日益复杂多变的需求，推动行业施工技术持续进步与创新。

参考文献

- [1]张华.建筑电气工程施工技术难点分析[J].城市建设理论研究,2024,(30):121-123.
- [2]徐虎.建筑电气工程施工技术难点探讨[J].中国住宅设施,2024,(07):145-147.
- [3]雍芝龙.探究建筑电气工程施工技术难点[J].居业,2023,(06):218-220.
- [4]张晨宇,李宇峰.建筑电气工程施工中的技术难点及应对措施[J].电气工程学报,2022,(05):51-53.