

建筑电气安装工程中物联网技术的智能监测与质量管控实践

胡 斌¹, 王寿龙², 宋 静³

- (1. 化生医疗科技有限公司, 山东 威海 264200;
2. 山东迈拓凯尔新材料科技有限公司, 山东 烟台 264000;
3. 元昇消防科技(山东)有限公司, 山东 烟台 264000)

摘 要 建筑电气安装工程作为建筑功能实现的核心环节,其施工质量与运行安全性直接影响建筑整体使用效能。传统电气安装质量控制依赖人工巡检与经验判断,存在数据采集滞后、故障预警不及时、管控精度不足等问题。本文立足于工程实践,阐述物联网技术在建筑电气安装工程中的应用逻辑,深入分析传感器部署、数据传输优化、云平台构建、智能诊断等关键技术路径,探讨物联网在施工过程质量管控、设备运维优化、安全风险防控等场景的实践应用。研究表明,物联网技术可实现电气安装工程全流程的实时化、智能化管控,有效提升工程质量稳定性、降低运维成本、增强系统运行安全性,为建筑电气行业智能化转型提供技术支撑。

关键词 建筑电气安装;物联网技术;智能监测;质量管控

中图分类号:TU85; TP3

文献标志码:A

DOI:10.3969/j.issn.2097-3365.2026.07.013

0 引言

随着建筑行业向智能化、可持续化方向快速发展,建筑电气系统的技术复杂度与功能要求也随之不断提升。其涉及供电照明、安防监控以及智能操控等多个子系统,这就对安装施工的精确度、安全性和稳定性提出了更高标准。传统电气安装工程的品质管理主要依赖事后检测和周期性巡查,通过人工采集设备运行数据、排查故障隐患。这种方式不仅效率不高,而且难以全面覆盖复杂电气系统的所有关键环节,容易忽略潜在的质量问题,进而引发设备故障、能源浪费乃至安全事故。物联网技术作为现代信息技术的关键组成部分,借助传感监测、无线通信、云计算以及大数据分析等技术,能够实现设备、数据与人员的智能互联,构建覆盖全流程、全方位的动态监控与管理系统。在建筑电气安装工程中,物联网技术突破了传统管理模式的时空限制,可实时感知施工过程、设备运行状态和环境参数,并通过数据分析为品质控制提供可靠决策依据。本文立足于建筑电气安装工程的施工特性与品质管控需求,深入探讨物联网技术的创新应用方案,并结合实践案例验证其实际效果,以期为行业的高质量发展提供借鉴。

1 建筑电气安装工程施工特点与传统管控局限

1.1 工程施工核心特点

建筑电气安装工程包含供配电装置、电气线路、控制单元以及智能终端等众多组件,各子系统之间联系紧密且接口交错复杂。例如:供配电系统需要和照明、空调、安防系统相互配合协作,智能控制单元需与各类终端设备进行精准连接对接,任何安装失误都有可能损害整体系统的运行效果,同时电气设备布局比较分散,分布在地下室配电间、楼层管井、吊顶夹层等不同位置,施工条件复杂加大了质量控制的难度。电气安装施工的精确性会直接影响系统运行的可靠性,如线路铺设的绝缘性能、设备接线的稳固程度、接地系统的有效性等,都必须要达到国家标准和设计标准要求,一旦超出误差范围就可能引发接触不良、漏电、短路等故障情况。此外,不同电气设备的安装方法互不相同,对施工人员的技术水平和操作规范要求严格。

建筑电气设备拥有比较长的服役期限,运行维护阶段的管理效能对整个建筑运作成效有关键影响,在长期使用过程中受到老化、损耗以及外界环境等因素作用,电气设备性能会渐渐地降低且故障发生概率随之增加,所以要对设备状况展开不间断的跟踪与评估,并且适时执行必要维护措施来保障系统长期可靠运行能力^[1]。

作者简介:胡斌(1981-),男,本科,工程师,研究方向:电气安装。

1.2 传统质量管控模式的局限性

传统电力系统运维主要靠人工定期开展检查工作,借助便携设备测量各项参数并进行人工记录,这使得数据采集效率十分低下且时效性明显不足,很难实时捕捉瞬时的电压波动或者线路过载等突发状况。通常是在故障发生之后才能够被发现,从而延误了最佳的故障处理时机,因为设备数量非常庞大并且分布极为广泛,人工巡检很难覆盖到所有的关键部位,尤其是高空、狭小空间等区域容易形成管理上的盲点,排查过程高度依赖人员自身经验,很难精准识别如线路绝缘老化、设备内部零件磨损等潜在缺陷,导致安全隐患长期存在。分散的人工记录数据缺乏统一的管理方式,缺少系统化的分析能力,无法有效挖掘数据之间的关联性 with 变化趋势。电气安装工程涉及多个不同的参与方,传统模式下信息传递主要依靠纸质文件和口头交流,容易造成信息不对称以及传递滞后的情况,一旦出现质量方面的问题,很难快速定位责任方和问题产生的根源,进而影响问题整改的实际效率^[2]。

2 物联网技术在建筑电气安装工程中的应用架构与关键技术

2.1 物联网智能监测与管控系统架构

感知层作为物联网体系基础架构,通过安装多样传感装置与数据采集终端,全面掌握电气工程施工及设备运行状况,依据监测目标配置对应传感器,包含电流、电压、温度、湿度等参数,全面覆盖设备运行环境施工质量等要素。部署时要平衡测量精度和成本效益,在配电室配电箱等关键区域增加监测密度,确保数据采集完整且准确。网络层负责数据传输功能,把感知层采集信息输送到云端处理中心,需结合现场环境和传输要求选通信方式,室内环境用Wi-Fi蓝牙等近距离通信技术实现高速数据传输,远距离低能耗场合选LoRa、NB-IoT等物联网通信协议保障稳定低功耗,同时建立多重数据传输通道形成冗余备份机制,避免单一路径故障导致数据中断,确保传输可靠。平台层是整个系统的核心枢纽,整合云存储大数据分析人工智能算法等功能模块,实现数据集中管理和智能化处理,基于云存储技术构建分布式数据存储体系安全存储海量数据支持检索溯源,用大数据分析技术对多源异构数据清洗整合挖掘发现内在关联,引入机器学习深度学习等算法开发故障诊断和风险预测模型精准识别预警设备异常。

应用层会针对各类用户量身定制专属管理方案,并且通过Web界面与移动客户端来展示数据图表、异常提示以及运维方案等内容。针对施工主管可让其实时跟进项目进度、细致检查质量指标以及及时接收违规提醒;针对运维团队能够支持设备状态诊断、准确

进行故障溯源以及合理分派保养任务;针对决策层会提供运行数据汇总、开展费用效益分析以及配备辅助决策工具,以此实现全过程智能管理。

2.2 关键技术路径优化

对于电气安装工程的监测要求要选高灵敏度低功耗且抗干扰性强的传感器。具体来讲,在配电室等高温场所需部署耐高温的温度传感器,高压线路监测时应选用绝缘性能良好的电流传感器,潮湿环境则要采用防水型的湿度传感器,同时结合电气系统网络架构实施分层部署策略,在关键设备、核心线路及隐蔽工程等区域增加传感器部署密度,在次要区域适当减少部署量以此达到监测效果与经济性的优化平衡。电气系统监测包含设备运行参数、环境指标、施工过程等多类型数据,各类数据在格式和维度方面存在差异,采用数据融合技术对多源信息进行标准化处理能有效消除数据冗余与误差并建立统一的数据分析模型,借助边缘计算能力在数据上传至云端前进行预处理,通过筛选关键信息、压缩数据体积,既能减轻网络传输压力,又能降低云平台处理负担,从而整体提升数据处理效能^[3]。

通过机器学习方法来建立设备故障识别模型,借助历史数据学习各类故障的表现特征,如过载时会出现电流异常的情况、绝缘老化会有电阻下降的问题等。把实时采集到的数据与模型进行比对,能够准确判断故障类型和严重程度,并参考设备过往运行情况来预判故障发展态势从而及时预警。在面对复杂故障的时候,利用深度学习技术分析多源数据间的内在关联,以此有效提升故障识别的精度。

3 物联网技术在建筑电气安装工程中的实践应用

3.1 施工过程质量实时管控

在电气安装施工过程中,通过物联网手段对施工品质开展实时跟踪并即时调整,在进行管线铺设工作的时候,借助位移及倾角感应器检测管路铺设的水平度与垂直度,以此保证其符合设计规范要求。在开展设备安装作业的过程中,运用力矩感应器核查螺栓的锁紧力度,利用电压感应器确认接线的准确性,避免因装配失误而引发接触失效问题。针对隐蔽工程这一部分内容,采用高清摄像装置与环境感应器留存施工过程和环境数据,构建电子化档案来为后续验收提供参考依据。若监测数值超出了标准范围,系统会自动触发警示,提示作业人员迅速进行修正,进而实现质量隐患的及时发现与处理。

3.2 设备运行状态智能监测与运维优化

建筑电气设备启用之后采用物联网技术持续跟踪其电流、电压、温度及振动等运行参数,动态评估设备运行状况,借助大数据分析可深入挖掘设备运行特

性, 预判其老化进程并据此生成定制化预防性维护方案, 有效规避维护过度或维护不足的问题。例如: 当变压器温度出现异常攀升时, 系统会依据历史记录及环境因素分析成因, 若诊断为散热系统故障, 将立即推送清洁维护指令, 若判断为内部零件磨损则提前安排部件更换, 防止设备突发故障导致停机。此外, 借助远程监控功能, 运维人员能够通过移动终端实时掌握设备状态并远程处理轻微故障, 显著提升运维效率, 降低运营成本。

3.3 安全风险精准防控

物联网技术给电气系统安全风险带来智能化新途径。借助漏电流感应装置系统能不间断监视线路漏电流状况, 一旦检测到漏电流强度超出安全标准就自动执行断电操作并启动警报, 以此有效规避人员触电风险^[4], 同时烟雾与温度感应装置可感知配电室机房等重要场所环境变化, 能迅速辨识出潜在的火灾威胁。结合视频监控与人员追踪功能可规范现场作业人员行为准则, 杜绝因不当操作引发的各类安全问题, 而且该系统还能对已发生安全事件数据进行归纳分析, 找出安全管理存在的薄弱环节并为制定和改进安全措施提供数据支持, 进而全面增强电气系统安全管理效能。

3.4 能耗优化与绿色运行

通过物联网技术对建筑的电力消耗进行精准控制, 利用智能电表以及能耗监测设备实时获取各分区和装置的用电信息, 分析能耗的分布规律以及资源浪费点所在, 联动建筑的使用状态和外部环境数据, 通过智能调控单元优化照明、暖通等系统的运转方式以实现按需供给。例如: 根据室内人数自动调控光照强度, 根据环境温度动态调整空调运行参数, 以此显著减少电力浪费并促进建筑用电系统绿色低碳发展。

4 案例分析

4.1 案例概况

某商业综合体建筑面积约 15 万平方米, 其内部划分出商业办公酒店等多样功能分区, 该项目电气体系涵盖供电配电照明安防及智能控制等多个子系统, 全项目设备总数超过了 5 000 台(套)。这为安装施工带来了比较高的技术难度, 也对质量管理构成十分严峻的挑战。为有效提升项目工程品质与后期运维效率, 项目团队引入物联网智能监测及质量管控系统, 以此打造覆盖项目全流程的智能化管理体系。

4.2 物联网系统部署方案

项目在感知层部署超 1 200 台各类传感器, 涵盖电流、电压等多种类型, 用于监控配电室等重要设施。网络层采用 Wi-Fi 与 NB-IoT 结合通信方式保障数据传输稳定性与全面覆盖, 平台层构建专用云平台集成数据存储分析诊断等核心功能并开发移动端 APP 和 Web

管理端^[5]。应用层设置施工质量管理等功能模块适应不同用户实际需求。

4.3 应用效果

项目依托物联网技术实现电气安装工程全流程智能化管理, 施工环节质量缺陷整改率提高到 98% 且隐蔽工程验收通过率达 100%, 返工率相比常规项目减少 60%, 设备运行阶段故障预报准确度达到 92%, 预防性维护覆盖面增至 85%, 设备平均无故障运行时间延长 30%, 运维开支减少 40%, 安全风险管控上未出现漏电火灾等安全事故, 安全事故发生率为零, 能耗管理方面通过精细调控使建筑电气系统能耗比同类项目降低 15%, 实现质量安全和效益共同提高。

5 结束语

本文通过分析建筑电气安装工程施工特性及传统管理方式不足, 研究物联网技术应用框架、核心环节和实际落地场景, 并以实例证明其成效。结果表明, 物联网依靠感知、网络、平台、应用四层架构联动, 实现施工、设备运行及运维管理全程实时智能控制, 显著改善传统模式数据延迟、覆盖有限和决策支持薄弱等缺陷, 增强工程质量稳定性、运维效率和系统安全性且降低成本, 为行业智能化升级奠定基础。未来, 随着物联网和人工智能、大数据、边缘计算等技术深度融合, 其应用会更广。在技术层面, 要着力提升传感器性能, 保障数据采集精确性与可靠性, 强化智能诊断算法研究, 提升故障识别与预测精准度, 推动云平台 and 边缘计算协同作业, 提高数据处理速度; 在应用层面, 应拓展其在绿色建筑、智能建筑等领域的应用场景, 实现能耗优化与智慧管控一体化, 构建行业统一技术标准与数据规范, 促进系统互联互通。加强专业人才培养, 提升从业人员技术应用水平, 加速技术在中小型项目推广普及。通过持续技术革新与实践应用, 物联网技术将为推动行业迈向高质量、智能化、绿色化新阶段提供强大助力。

参考文献:

- [1] 王军, 李娟. 物联网技术在建筑电气安装质量管控中的应用研究 [J]. 电气技术, 2024, 25(07): 132-135.
- [2] 张伟强, 陈丽. 基于物联网的建筑电气设备智能监测与运维系统设计 [J]. 建筑电气, 2023, 42(09): 58-63.
- [3] 刘敏, 赵刚. 物联网在电气安装工程安全风险防控中的实践应用 [J]. 安全与环境工程, 2023, 30(05): 198-203.
- [4] 陈晓峰, 周宇. 建筑电气系统能耗优化中物联网技术的应用 [J]. 节能技术, 2023, 41(03): 289-293.
- [5] 赵文博, 吴婷. 基于物联网的电气安装隐蔽工程质量追溯系统研究 [J]. 工程质量, 2023, 41(04): 89-93.