

建筑电气智能化系统集成应用与工程实践

王宏俊, 纪栋祥

(上海航天建筑设计院, 上海 201100)

摘要 建筑电气智能化系统集成应用是推动建筑行业智能化、绿色化转型的核心路径, 其核心价值集中体现在提升系统运作水平、优化能源管理、降低运营成本三个关键维度。为实现这一价值, 系统集成需先整合照明、空调、安防等各类独立子系统, 再依托平台化集中管控与数据融合分析技术, 实现各设备与系统的协同联动, 进而破解传统子系统独立运行的壁垒。在实践层面, 通过商业综合体案例中的规范接口标准、构建智能分析模型等实操措施, 进一步验证了集成应用的可行性与实效性, 不仅为建筑电气智能化实践提供了可借鉴的思路与方法, 更能助力行业实现高效、节能、可靠的运营目标。

关键词 建筑电气; 智能化系统; 集成应用; 能源管理; 运营成本

中图分类号: TU855

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.19.006

0 引言

随着建筑行业智能化转型进程持续加快, 传统建筑电气系统中各子系统独立运行的模式已难以适配现代建筑的运营需求。这种独立运行模式直接导致各类子系统接口不兼容、数据无法互通, 进而造成管控效率低下、能源浪费严重、运营成本偏高的问题, 最终制约了建筑智能化价值的充分发挥。当前行业对高效、节能、智能的建筑电气管控需求日益迫切, 在此背景下, 开展建筑电气智能化系统集成应用研究, 明确集成应用的核心意义、探索科学可行的应用策略、结合实际案例优化实操细节, 成为破解行业痛点、推动建筑行业高质量发展的关键举措。

1 建筑电气智能化系统集成应用的意义

1.1 提升系统运作水平与用户体验

企业推动建筑电气自动化系统集成应用, 首要价值在于显著提升系统运作水平与用户体验。技术人员通过科学整合照明、空调、安防、消防等各类子系统, 能够实现各系统的自动化协同控制与场景联动, 打破传统各子系统独立运行的壁垒, 让整个电气自动化系统的运作更加高效、有序。这种集成化运作模式, 不仅能精准匹配居住者与办公人员的各类需求, 有效提升居住和办公环境的舒适性与便利性, 更能全面拓展建筑的核心功能, 让用户在使用过程中获得更便捷、更安心、更舒适的体验, 进一步凸显建筑的智能化价值。无论是日常办公中的照明与空调自动调节, 还是居住

场景中的安防与消防联动响应, 都能通过集成应用实现精准管控, 让建筑真正服务于人的需求^[1]。

1.2 优化能源管理与实现节能减排

集成后的能源管理系统可实时、全面地监测建筑内电力、水利、燃气等各类资源的消耗状态, 全程把控资源使用的每一个环节, 杜绝资源浪费的现象。在监测过程中, 系统依托先进的智能算法, 能够精准分析建筑物当前的内外部环境状况, 包括光照强度、环境温度、人员密度等因素, 自动调整各类电气设备的运行功率, 让设备始终处于最节能的运行状态。这种智能化的调节方式, 既能大幅降低建筑的能源消耗, 减少能源成本支出, 又能践行绿色低碳发展理念, 助力建筑行业实现节能减排的发展目标, 推动建筑行业向绿色化、可持续化方向转型。

1.3 降低运营成本与提高运作效率

通过集成监控系统、控制系统等多元化设备模块, 企业可实时监测各类电气设备的运行状态, 及时捕捉设备运行过程中的异常信号, 提前预警潜在故障, 从源头减少突发维修成本和设备停机时间。相较于传统的人工巡检模式, 这种集成化的监测与预警机制, 不仅能减少人工巡检的工作量和人力成本, 还能避免因设备突发故障导致的生产停滞、办公中断等问题, 保障建筑电气系统的连续稳定运行。同时, 集成应用还能优化设备的运行流程, 提升设备的运行效率, 进一步降低企业的整体运营成本, 推动企业实现高效、低成本的运营管理模式^[2]。

作者简介: 王宏俊(1990-), 男, 本科, 助理工程师, 研究方向: 建筑电气与智能化。

2 建筑电气智能化系统集成应用策略

2.1 平台化集中管控

1. 标准化构建集中控制平台。企业需主动引进专业的集中控制平台,将其作为整个建筑电气智能化管控体系的核心载体,为后续的集成应用奠定坚实的基础。该集中控制平台必须具备高度的兼容性和扩展性,既能适配当前建筑电气智能化系统的各类需求,又能应对未来系统升级、设备新增带来的多样化需求,避免平台因兼容性不足而无法满足实际应用需求。在实践操作环节,企业要明确界定平台内各子系统之间、子系统与平台之间的接口标准,确保各类数据传输的准确性与稳定性,让不同厂商生产的智能化设备都能无缝接入平台,实现各设备、各系统之间的数据互通互联,打破设备与系统之间的信息壁垒^[3]。

2. 分层设计平台架构并整合系统。技术人员需对集中控制平台的架构进行科学的分层设计,明确划分数据采集层、数据处理层、应用服务层和用户界面层,确保各层次的功能清晰、职责明确。各层次之间通过标准化接口进行数据交互与信息传递,既能够保证系统的模块化开发,便于技术人员针对不同层次的功能进行单独优化与升级,又能降低后期系统维护的难度和成本,提高系统维护的效率。在系统整合方面,技术人员要对建筑内各类电气智能化系统进行全面梳理,重点梳理照明系统、空调系统和安防系统等核心系统,结合各系统的功能特性、数据需求以及运行规律,将其有序整合至集中控制平台架构中,实现对各类系统的集中监管和统一管理,让企业能够通过一个平台掌控整个建筑电气智能化系统的运行状态。

2.2 数据融合与智能分析

1. 数据清洗与标准化处理。基于前文构建的集成化集中控制平台,企业能够全面整合建筑电气智能化系统中的各类数据信息,为集成化控制提供丰富、全面的数据源支撑。在实际操作过程中,企业要优先对采集到的各类原始数据进行清洗与整理,通过设定合理的数据阈值和筛选规则,精准剔除数据中的噪声数据、重复数据和错误数据,从源头保证数据质量的可靠性,避免无效数据对后续分析工作造成干扰。数据清洗完成后,技术人员要对其进行标准化处理,严格依据统一的数据模板和编码规范,将不同来源、不同格式的数据转化为统一的标准格式,消除数据之间的语义差异和歧义,为后续的数据融合操作奠定坚实的基础,确保数据能够被高效利用^[4]。

2. 数据融合。在数据融合过程中,技术人员要灵

活运用多元数据关联技术,结合各类数据的时空属性和业务逻辑,建立起数据之间的紧密关联关系,将分散、孤立的各类数据整合为有机整体,形成全面、系统、完整的数据视图,为后续的智能分析工作提供丰富且准确的数据支撑。基于融合后的高质量数据信息,相关单位需积极引进智能分析模型,为集成控制提供科学的结构支撑。

3. 智能分析模型构建。智能分析模型构建的核心是结合实际需求科学选型,技术人员在模型选择环节,需紧密结合建筑电气智能化系统的具体应用需求和数据分析目标,既不能忽视系统的实际运行场景,也不能脱离预设的分析目标,同时要审慎考量模型的适用性、准确性和计算复杂度,兼顾实用性与高效性,避免选用过于复杂却不贴合需求的算法,也杜绝选用过于简单而无法满足分析精度的模型。在此基础上,技术人员需合理筛选适配的机器学习或深度学习算法,诸如知识计算、神经网络等常用算法,经过多维度比对与测试,最终构建起符合建筑电气智能化系统实际需求、能够精准响应分析目标的初始分析模型,为后续的训练与优化奠定坚实的基础。

4. 模型训练与优化评估。模型训练与优化评估是确保智能分析模型发挥实效的关键环节。在智能分析模型的训练阶段,技术人员必须准备充足且具有代表性的训练数据集,该数据集要全面覆盖系统在不同工况下的运行数据,既包含系统正常运行时的稳定参数,也涵盖负载波动时的动态数据,更要纳入故障预警等特殊场景的相关数据,才能确保模型全面学习到系统的运行特征,切实提升模型的适配性。随后,技术人员需将训练数据有序输入初始模型,通过迭代优化算法反复调整模型的各项参数,逐步缩小模型预测或分类结果与真实值之间的差距,让模型的准确性和泛化能力得到显著提升;模型训练完成后,技术人员则要同步建立完善的模型评估机制,依托交叉验证、误差分析等科学方法,对训练好的模型进行全面、准确的评估,再根据评估结果及时对模型进行优化调整,切实保障模型在实际应用中能够发挥出良好的性能,为建筑电气智能化系统的集成控制提供可靠支撑^[5]。

3 案例分析

某 12 万平方米的商业综合体集写字楼、商场、地下车库于一体,其原有建筑电气智能化系统包含监控、消防、门禁、电梯、智能照明、能耗管理等 10 余个独立子系统,涉及海康、大华、捷顺等 6 家不同厂商的设备。这些子系统各自独立运行且接口不兼容,导致数据无

法互通,管理人员需要切换多个系统才能完成日常管控。该综合体原有年耗电量约800万kWh,年用电成本约720万元,设备故障月均发生8次,每次故障响应时间平均28分钟,且能耗统计需要财务与物业人员对着大量报表核算3天才能完成,还容易出现数据误差,为解决这些实际运营难题,该综合体开展了建筑电气智能化系统集成工作。

3.1 平台化集中管控

1. 引进集中控制平台并规范接口标准。该商业综合体引进北京和欣IBMS综合管理平台,将其作为整个建筑电气智能化管控体系的核心载体。技术人员严格遵循IEC61850标准界定平台内各子系统之间、子系统与平台之间的接口,确保各类数据传输的准确性与稳定性,使得海康的监控设备、大华的门禁系统、捷顺的停车场管理设备以及格力的中央空调智能控制柜、施耐德的照明控制器等不同厂商生产的1200余台智能化设备都能无缝接入平台,打破了此前各子系统独立运行的数据壁垒。

2. 分层设计集中控制平台架构。技术人员对该集中控制平台进行科学的分层设计,明确划分数据采集层、数据处理层、应用服务层和用户界面层。数据采集层部署了200余个物联网传感器,覆盖各楼层的电气设备与环境参数。数据处理层采用边缘计算网关实时处理采集到的数据。应用服务层提供能耗监测、设备管控、应急处置等核心功能。用户界面层为管理人员提供可视化操作界面。各层次之间通过ModbusTCP协议进行数据交互与信息传递,既实现了系统的模块化开发,又降低了后期维护的难度与成本。

3.2 数据融合与智能分析实操细节

1. 数据整合与清洗处理。基于北京和欣IBMS综合管理平台,该商业综合体全面整合了建筑电气智能化系统中的各类数据,包括电压、电流、功率、设备运行状态、室外气温、室内人流、峰谷电价等,这些数据日均采集量达500万条,技术人员采用专业的数据清洗技术,通过缺失分析、异常值分析和专家知识平衡校验三种手段对原始数据进行校核修正,设定电流阈值为0A~50A、电压阈值为 $220V \pm 5\%$,精准剔除了其中1.2万条噪声数据和0.3万条重复数据,必要时还启用人工校正辅助传感器修正,从源头保证了数据质量的可靠性。

2. 数据标准化处理。数据清洗完成后,技术人员严格依据《智能建筑设计标准》(GB/T50314-2015)的编码规范,将来自不同子系统的XML、CSV、JSON等

不同格式的数据转化为统一的JSON格式,消除了数据之间的语义差异和歧义,为后续的数据融合操作奠定了坚实的基础。

3. 智能分析模型构建与优化。智能分析模型构建与优化始终围绕综合体的实际应用需求和明确的数据分析目标展开。技术人员首先结合场景特点选用LSTM神经网络算法,精心构建起针对中央空调冷量需求预测与设备故障预警的初始智能分析模型;随后精心筹备了涵盖系统正常运行、负载波动、故障预警等多种场景的10万条训练数据集,这些数据集全面且细致地覆盖了不同工况下的各类运行数据,为模型训练提供了充足的素材。接着,技术人员将训练数据有序输入初始模型,通过梯度下降算法持续迭代优化1000次,不断精细调整模型的各项核心参数,逐步缩小模型预测结果与实际真实值之间的差距;模型训练完成后,技术人员主动采用交叉验证方法对模型性能进行全面且严格的评估,特意选取5组验证数据集开展测试,最终使模型对中央空调冷量需求的预测准确率稳定达到92%,故障预警的准确率高达97.8%,预测误差也从初始的8.5%大幅降至2.3%,切实确保该模型能够在实际应用中稳定发挥良好性能,满足综合体的智能化运营需求。

4 结束语

建筑电气智能化系统集成的实践价值远不止于设备与系统的简单整合,其核心是通过系统性的架构设计、数据协同与技术优化,推动建筑电气系统从分散管控向集中智能管控转型。从实际应用效果来看,合理的集成策略能够有效破解传统系统的运行弊端,在提升系统运作效率、降低能源消耗与运营成本的基础上,进一步拓展建筑的智能化功能,满足现代建筑的多元化需求。

参考文献:

- [1] 牛志平,管涛.智慧建筑电气智能化弱电施工与机电安装[J].智慧中国,2026(02):126-127.
- [2] 苏楠,姚新红,马宁.数智化驱动的职业本科教学改革路径探索:以建筑电气与智能化专业课程体系重构为例[J].现代职业教育,2026(05):127-130.
- [3] 陈荣.建筑电气和建筑智能化建设的探究[J].城市建设理论研究(电子版),2026(04):74-76.
- [4] 史禹谷.大型公共建筑电气智能化系统施工技术研究[J].新城建科技,2026,35(01):161-163.
- [5] 孙德超,陈佳.智能化技术在建筑电气工程造价控制中的应用研究[J].散装水泥,2026(01):212-214.