

智能化系统在建筑电气工程中的应用探究

阮诗词

中国葛洲坝集团第二工程有限公司 四川 成都 610091

摘要：为适配现代建筑电气安全、节能、高效的发展需求，本文聚焦智能化系统在建筑电气工程中的应用展开探究。首先阐述建筑电气工程与智能化系统的核心内涵、架构及应用优势，分析其在供配电、照明、安防消防、运维管理等场景的具体应用方式。同时梳理当前系统集成度低、设备适配差、人员能力不足等现存问题，从技术、施工运维、行业发展三个维度提出优化策略，以期推动建筑电气智能化、精细化、绿色化发展。

关键词：智能化系统；建筑电气工程；应用

引言：随着智慧城市与绿色建筑理念深度普及，传统建筑电气工程粗放式管理模式已难以适配现代建筑的多元化用电需求。智能化系统依托物联网、大数据、自动控制等前沿技术，成为建筑电气工程转型升级的核心支撑。为充分发挥智能技术的应用价值，提升建筑电气运行的安全性与经济性，本文结合建筑电气工程核心构成与智能化系统技术原理，系统探究其落地应用场景，剖析实际应用痛点并制定针对性优化方案，为建筑电气智能化建设提供参考。

1 建筑电气工程与智能化系统核心概述

1.1 建筑电气工程核心内涵与组成

(1) 核心内涵：建筑电气工程是建筑工程的核心配套工程，旨在为建筑提供安全、稳定、高效的电力供应与用电保障。其贯穿建筑全生命周期，通过合理的电气设计与设备配置，确保照明、动力、消防、安防等各类用电设备正常运行，同时保障人员与财产免受电气故障侵害。(2) 系统组成：建筑电气工程主要由供配电系统（含变电所、电力线路、开关设备等）、建筑照明系统（含正常照明、应急照明、景观照明等）、动力控制系统（含空调、给排水、电梯等动力设备配电与控制）、防雷接地系统（含外部防雷、内部防雷及共用接地装置）、消防电气系统（含火灾自动报警、消防联动控制、应急疏散指示等）、安防电气配套系统（含视频监控、门禁、停车场管理等）六大核心模块构成。各模块协同配合，共同维持建筑电气环境的安全与可靠^[1]。

1.2 智能化系统的核心架构与技术原理

(1) 系统分层架构：智能化系统采用感知执行层、网络传输层、平台管控层、应用服务层四级分层架构。感知执行层负责数据采集与控制指令执行，网络传输层

保障数据可靠通信，平台管控层实现数据存储、处理与分析决策，应用服务层面向用户提供可视化操作与业务支撑。各层级协同运行，形成从终端设备到云端应用的信息闭环。(2) 核心支撑技术：智能化系统以物联网技术（实现万物互联与设备互操作）、大数据分析技术（挖掘运行规律与优化策略）、自动控制技术（实施精准调节与逻辑联动）、云计算技术（提供弹性算力与远程访问能力）、传感器检测技术（获取电气参数与环境变量）为核心技术支撑，共同推动电气系统从被动运维向主动智能管控升级。

1.3 智能化系统在建筑电气工程中的应用优势

(1) 提升运行安全性：智能化系统可对电气设备进行连续实时监测，自动识别漏电、过载、短路、温度异常等隐患并及时预警，在紧急状况下实现毫秒级自动断电保护，大幅降低电气火灾与触电风险，全面筑牢用电安全防线。(2) 降低建筑能耗：基于负荷预测与动态调控技术，智能化系统可根据实际用电需求自动调节照明照度、空调温度、设备转速等关键参数，优化全楼用电负荷分配策略，有效削峰填谷，显著减少非必要能耗，有力支撑绿色建筑与碳减排目标。(3) 提高运维效率：通过远程集中监控与自动化管理模式，运维人员无需频繁现场巡检即可掌握系统全局状态，系统能快速定位故障点并推送诊断信息，显著缩短故障响应与维修时长，降低人工成本，实现电气系统高效、精细运维。

2 智能化系统在建筑电气工程中的具体应用

2.1 在智能供配电系统中的应用

(1) 实时状态监测：依托智能电表、多功能传感器、智能断路器等前端设备，对各级配电回路实施不间断数据采集，实时获取电压、电流、有功功率、无功

功率、功率因数、谐波畸变率、开关分合状态等关键电气参数,所有数据统一汇聚至监控平台,以可视化图表与动态拓扑图形式全景呈现配电系统运行态势,确保运维人员对供电网络的健康状况一目了然。(2)故障智能处置:系统内置多维度故障诊断逻辑,可自动识别三相不平衡、过载、短路、欠压、过压及谐波超标等异常状况,及时通过声光报警、短信推送、APP通知等方式发出预警信号。运维人员通过平台远程操作执行分闸或合闸指令,快速隔离故障区间、恢复非故障区域供电,同时系统自动记录故障类型、发生时间、波形数据及处置过程,为后续故障分析与预防性维护提供详实依据。(3)负荷智能优化:系统深度融合建筑用电时段规律、各区域人员密度分布、室外温湿度变化等动态信息,基于历史数据与实时负荷建立预测模型,自动制定最优负荷分配方案,在用电高峰来临前主动调节各回路负载率,确保三相负荷均衡分配,有效规避单相过载风险,维持配电系统始终处于安全、经济、稳定运行区间^[2]。

2.2 在建筑智能照明系统中的应用

(1) 自动化智能调控:利用照度传感器实时感知室外自然光强度变化,结合微波雷达与红外探测技术监测室内人员活动状态,系统依据预设策略自动执行灯具开关动作,并具备无级调光与色温调节能力,在保证工作面照度舒适的前提下最大限度减少冗余照明,彻底摆脱传统人工手动操控方式,实现按需供光、人走灯灭的精细化照明管理。(2) 分区分时管控:根据建筑各区域功能特性,将照明系统划分为公共走廊、办公区、地下车库、设备机房、室外景观等独立控制分区,为每个分区分别配置工作日、节假日、白天、夜间等不同时段的定时开关灯策略,实现对特定区域、特定时段的精准控制,灵活适配办公、会议、巡检、保洁等多样场景的差异化照明需求^[3]。(3) 能耗统计分析:系统自动采集并累计各照明回路与各分区的逐时、逐日、逐月用电数据,生成多维能耗报表、趋势曲线及同比环比分析图表,清晰呈现各区域照明能耗占比与变化规律,便于管理者精准识别高能耗区域与非节能时段,为照明灯具更新换代、控制策略优化调整及节能改造措施制定提供可靠的数据支撑。

2.3 在电气安防与消防系统中的应用

(1) 电气安防智能管控:将高清视频监控、门禁管理、入侵报警等安防子系统与电气系统深度集成联动,对变配电室、发电机房、UPS间、楼层配电竖井等重点区域实施24小时不间断远程监控与权限管理,一旦监测

到非法闯入、设备柜门异常开启、配电箱温度骤升等异常情况,系统立即触发本地声光报警并向管理人员推送远程告警信息,构筑全天候电气安防防护网。(2) 消防电气联动控制:火灾自动报警系统确认火情后,智能化系统依据消防联动逻辑自动执行切断相关区域非消防动力与照明电源,同步强制启动应急照明疏散指示系统,开启排烟风机与正压送风设备,关闭防火卷帘与电动防火门,确保所有消防电气设备按预设流程有序联动投入运行,为人员安全疏散和消防扑救争取宝贵时间。(3) 应急电气保障:通过专用传感器实时监测EPS应急电源、UPS不间断电源、备用柴油发电机组的电池电压、燃油油位、运行工况等关键参数,市电中断瞬间系统自动执行主备电源无缝切换,优先保障消防泵、喷淋泵、防排烟风机、安防监控及应急照明等关键负荷持续供电,确保火灾、停电等突发状况下生命安全保障系统连续运行不中断。

2.4 在电气运维管理中的应用

(1) 远程可视化运维:依托智能化集中管控平台,运维人员通过电脑终端或移动设备随时随地远程查看各电气设备的实时运行参数、开关分合状态、告警事件列表及现场视频画面,实现“足不出户”全局掌握,大幅降低日常现场巡检频次与人工劳动强度,为推进无人值守、少人值班的现代化运维管理模式奠定技术基础。(2) 设备生命周期管理:系统为断路器、变压器、配电柜、线缆等每一台核心电气设备建立完整电子健康档案,自动累计累计运行时长、记录故障次数与维修履历,结合设备设计寿命与实时运行工况建立健康状态评估模型,科学预判绝缘老化、触点磨损、电容器衰减等潜在劣化趋势,提前生成保养工单并推送提醒,推动设备维护从被动抢修向主动预防转变^[4]。(3) 数据化运维分析:依托大数据分析技术对电气系统长期运行数据进行深度挖掘与多维分析,归纳负荷变化规律、季节性能耗特征及故障高发时段,定位系统薄弱环节与潜在风险点,据此科学优化巡检路线、合理调整维保周期、完善应急处置预案,切实降低设备故障率,持续压缩整体运维成本,实现电气运维由经验驱动向数据驱动的转型升级。

3 智能化系统应用现存问题与优化策略

3.1 智能化系统应用现存问题

(1) 系统集成度不足:部分建筑电气智能化子系统相互独立建设,供配电、照明、安防、消防等系统各自为政,数据无法共享、设备无法联动,形成明显的“信息孤岛”效应,整体运行效率偏低,难以发挥智能化系

统应有的协同管控优势。(2)施工与适配性问题:智能化设备与传统电气系统在接口标准、通信协议、安装空间等方面适配性较差,加之施工流程不规范、调试工作不到位,常导致系统运行稳定性不足、误报率偏高、联动功能失效等问题频发。(3)运维人员专业能力不足:智能化系统技术门槛较高,涉及物联网、自动控制、数据分析等多学科知识,现有电气运维人员普遍缺乏智能化设备操作、调试、维修专业技能,系统设计效能难以充分发挥。(4)成本管控难度大:智能化设备采购与系统集成初期投入成本较高,部分中小型建筑项目存在“重建设、轻运维”的倾向,后续维保资金与人力投入不足,导致智能化系统长期应用效益不佳。

3.2 技术层面优化策略

(1)完善系统集成架构:采用标准化通讯协议(如BACnet、Modbus、OPCUA等)与统一数据接口,搭建集成化管控平台,打通各智能化子系统之间的数据壁垒,实现供配电、照明、安防、消防系统一体化联动管控与信息资源充分共享。(2)优化智能设备选型适配:结合建筑业态特征与既有电气系统实际情况,精准选型兼容性强、性价比合理的智能化设备,优先选用支持通用协议、具备良好扩展性与互操作性的产品方案,切实提升系统整体适配度与运行可靠性。(3)引入新型智能技术:融合AI算法与边缘计算技术,将数据预处理与初步决策下沉至靠近设备端的边缘节点,有效降低云端通信延迟与带宽占用,提升电气系统自主决策与故障智能预判能力,实现精细化能耗管控与主动式安全预警。

3.3 施工与运维层面优化策略

(1)规范施工与调试流程:制定标准化智能化电气施工专项方案,严格把控管线敷设、设备安装、接线校验、系统联调各环节质量,实施全过程质量跟踪与验收管理,确保各子系统之间通信顺畅、联动逻辑准确,从根本上保障系统投运后的稳定运行。(2)强化专业人才培养:定期开展智能化电气技术专项培训,内容涵盖设备操作、参数配置、故障诊断与系统优化等模块,着力打造具备跨学科知识结构的专业运维团队,同时建立技术考核与激励机制,切实补齐人员技能短板。(3)建立常态化运维机制:搭建覆盖设备全生命周期的运维管理

体系,明确日常巡检、定期保养、系统升级、计量校准等工作频次与责任归属,利用运维数据驱动决策,实现故障早发现、早处置,有效延长设备使用寿命^[5]。

3.4 行业发展保障策略

(1)完善行业标准规范:加快制定并细化建筑电气智能化设计、施工安装、系统调试、竣工验收及运行维护的全流程标准与规范,填补现行标准体系空白,规范行业市场秩序,从源头规避不规范施工与低质量应用问题。(2)平衡建设与运维成本:推行轻量化、适配化的智能化建设方案,依据建筑实际需求合理配置系统功能,避免盲目追求高端配置造成过度建设,同时依托数据化运维手段降低长期人力与能耗成本,提升项目全生命周期综合效益。(3)推动技术创新升级:鼓励科研机构与企业加大智能化电气技术研发投入力度,推动节能化、集成化、低成本的智能技术成果转化落地,通过产学研用协同创新降低技术应用门槛,使智能化系统更好适配各类建筑工程差异化需求。

结束语

综上所述,智能化系统全面赋能建筑电气工程,在安全防护、节能降耗、高效运维方面具备显著优势,是现代建筑电气行业发展的必然趋势。当前建筑电气智能化应用仍存在技术适配、施工运维、行业规范等多方面问题。未来需通过技术升级、规范施工、人才培养、完善行业标准等多维度优化,破解应用痛点,充分释放智能化技术价值,助力建筑电气工程高质量、可持续发展。

参考文献

- [1] 陈勇,周凯.智能化技术在建筑电气工程中的应用及优化[J].智能建筑电气技术,2023,17(04):56-60.
- [2] 李博文,王雪婷.建筑电气工程智能化系统集成设计与工程应用[J].建筑科学,2024,40(02):189-194.
- [3] 张磊.智能楼宇电气自动化控制系统设计与应用研究[J].电气技术,2022,23(11):89-92.
- [4] 刘浩,陈明.基于物联网的建筑电气智能运维系统应用研究[J].工程管理学报,2023,37(05):145-150.
- [5] 王佳琪.智能化系统在现代建筑电气工程中的落地应用与问题对策[J].现代建筑电气,2025,16(03):33-37.