

建筑电气工程自动化设计及实现分析

解永峰

中国电建集团山东电力建设有限公司 山东 济南 250101

摘要: 本文围绕建筑电气工程自动化设计及实现展开分析,先阐述其基础认知与系统构成,明确核心内涵、系统框架及关键技术支撑。随后详细剖析设计核心环节,涵盖需求分析、系统架构、控制策略、通信网络与安全设计。接着梳理实现路径,包括施工落地、试运行优化与运维体系搭建,最后提出技术、流程、运维层面的优化方向,为建筑电气工程自动化的高效推进提供参考。

关键词: 建筑电气工程自动化;设计核心环节;实现路径;优化方向

引言:伴随建筑行业持续发展,建筑电气工程复杂性与智能化需求与日俱增。传统电气系统在供电稳定性、能源利用效率及运维管理等方面,逐渐难以满足现代建筑多样化需求。建筑电气工程自动化应运而生,凭借先进技术实现电气系统智能控制与高效协同,不仅能提升建筑运行质量,还可降低能耗与运维成本,成为推动建筑行业迈向智能化的关键力量。

1 建筑电气工程自动化的基础认知与系统构成

1.1 建筑电气工程自动化的核心内涵

建筑电气工程自动化以自动化技术为核心,通过整合传感器、控制器、通信模块等各类技术手段,实现建筑内部电气设备与相关系统的智能控制,促使不同设备与系统之间协同运行,形成高效稳定的整体运作模式^[1]。其核心目标聚焦于多方面,既要保障建筑供电过程的可靠性,避免供电中断或不稳定对建筑正常使用造成影响,如医院手术室、数据中心等关键区域的持续供电;又要在运行过程中提升能源利用效率,减少能源浪费,同时优化运维管理体验,提升运维效率,降低管理复杂度与成本,如通过远程监控减少现场巡检频次。

1.2 建筑电气工程自动化的系统框架

建筑电气工程自动化的系统框架由多个核心子系统共同构成,其中包括供配电自动化系统、照明自动化系统、暖通电气控制系统等。供配电自动化系统主要负责建筑电力的供应与分配管理,确保电力按需输送到各个区域;照明自动化系统则依据环境光照情况、人员活动状态等因素,自动调节照明设备的开启、关闭及亮度,实现照明的智能化控制;暖通电气控制系统专注于建筑内供暖、通风、空调等设备的电气控制,维持室内环境处于适宜状态。各子系统有着明确的功能边界,在各自负责的领域内独立完成特定功能,同时又遵循一定的协同逻辑,相互配合、相互协调,共同保障建筑整体电气

系统的稳定、高效运行。

1.3 建筑电气工程自动化的关键技术支撑

控制技术是建筑电气工程自动化的重要支撑之一,涵盖多种具体技术类型,能够对电气设备的运行状态进行精准调控,根据预设需求和实际运行情况,及时调整设备的工作参数,确保设备按照预期方式运行;通信技术在系统中起到数据传输与信息交互的作用,不同类型的通信方式可实现各设备、各子系统之间的数据传递,让相关信息能够快速、准确地地在系统内部流通,为系统的协调运行提供信息保障;数据处理技术则负责对系统运行过程中产生的各类数据进行采集,之后对采集到的数据进行分析,挖掘数据中包含的信息,再根据分析结果对系统运行进行反馈控制,使系统能够根据实际运行数据不断调整,持续优化运行状态。

2 建筑电气工程自动化的设计核心环节

2.1 需求分析与功能定位

需求分析需关注建筑类型适配性,住宅建筑侧重照明与暖通的节能控制,满足居住舒适度与日常用电安全需求,可纳入给排水设备运行监测;商业建筑需强化供配电稳定性与公共区域照明的智能调控,适配人员流动频繁的特点,可增设应急电源保障;工业建筑则注重负荷动态监测与大功率设备的安全控制,满足生产用电的高强度需求^[2]。核心功能界定需明确关键方向,供电安全监测通过实时跟踪电压电流变化,及时识别异常情况;负荷动态调控根据用电高峰与低谷调整电力分配,避免局部过载;能耗统计分析记录各设备用电数据,为节能优化提供依据,这些功能共同构成自动化系统的核心价值支撑。

2.2 系统架构设计

层级架构搭建需清晰划分感知层、控制层、管理层并设计接口。感知层负责采集温度、电流等数据,为系

统提供基础信息；控制层接收感知层数据并执行调控指令，部分可独立运行提升可靠性，是系统的核心决策执行环节；管理层实现数据整合与人工操作交互，方便人员监控系统运行。各层级接口需保障数据传输顺畅，避免信息断层。设备选型与配置需结合功能需求，传感器选择需匹配监测精度与环境适应性，如高温区域需选用耐高温传感器，电磁干扰区域优先选电流型传感器；控制器需满足多设备联动控制需求，确保指令执行高效；执行设备需与控制器参数适配，避免因规格不匹配导致控制失效，确保能够形成完整的设备协同体系。

2.3 控制策略设计

供配电系统控制需覆盖多维度，负荷均衡分配通过分析各区域用电需求，将电力合理分配至不同回路；故障自动切换在某一回路故障时，快速切换至备用回路，保障供电不中断；电压电流稳定控制实时调节输出参数，避免波动影响设备运行。照明系统控制需注重灵活性，分区照明调控根据不同区域使用需求开启对应照明区域；亮度自动适配根据环境光线强度调整照明亮度；人体感应联动控制在人员进入时自动开灯，离开后延时关灯，减少能源浪费。其他电气系统控制中，暖通设备启停联动根据室内温度自动调整设备运行，电梯运行优化控制根据人员流量调整电梯停靠楼层，提升整体运行效率。

2.4 通信网络设计

通信拓扑结构规划需结合建筑场景选择，星型拓扑适用于设备分布分散的区域，便于单独管理与故障排查；总线型拓扑适合设备集中的区域，减少线路铺设成本；环型拓扑则适用于对通信稳定性要求高的区域，保障数据传输不中断，不同拓扑适配不同场景需求。通信协议选型需注重兼容性，选择行业通用协议，确保传感器、控制器、执行设备等不同类型设备间能顺畅交换数据，避免因协议差异导致数据无法互通，同时预留协议升级空间，适配未来设备更新需求。布线时需将信号线与电源线分开，降低干扰影响。

2.5 安全设计

电气安全防护需设计自动化控制逻辑，过载保护在电流超出额定值时自动切断电源，且切断后需手动复位，防止故障未排除时误启动；短路保护在线路短路瞬间触发保护机制，避免设备损坏，如采用快速熔断器实现毫秒级保护响应；漏电保护在检测到漏电时快速断电，保障人员安全，这些逻辑形成电气安全的重要屏障。系统安全防护需构建多维度机制，数据传输加密确保数据在传输过程中不被窃取或篡改，如采用加密算法

对用电数据进行处理；权限分级管理根据人员职责设置不同操作权限，防止误操作，如普通运维人员仅拥有数据查看权限，管理人员拥有参数修改权限；故障应急处理机制在系统故障时自动启动备用方案，如主控制器故障时切换至备用控制器，减少故障对建筑用电的影响，全面保障系统安全运行。

3 建筑电气工程自动化的实现路径

3.1 施工阶段的落地保障

设备安装与布线需严格遵循设计规范，传感器安装需结合监测需求确定点位，确保数据采集精准，如温度传感器需避开热源干扰，电流传感器需贴近供电线路；控制器安装需选择通风干燥区域，避免环境因素影响设备稳定性；通信线路部署需区分信号线缆与电力线缆，减少电磁干扰，同时预留足够冗余长度，便于后续维护调整，确保各类设备与线路部署符合自动化系统运行要求^[3]。系统集成调试需分步骤推进，先开展子系统单独调试，逐一验证供配电、照明、暖通等子系统的功能完整性，检查各子系统是否能按预设逻辑实现控制操作；再进行多系统协同联调，测试不同子系统间的联动效果，如照明系统与人体感应系统的联动响应、供配电系统与暖通设备的功率匹配，通过联调排除系统间数据交互障碍，确保整个自动化系统能协同稳定运行。

3.2 试运行与优化调整

试运行周期规划需分阶段开展，初期可针对单一功能模块进行短周期试运行，如仅开启照明自动化功能，验证亮度调节与感应联动的稳定性；中期扩展至多个子系统同步试运行，测试多系统协同下的运行状态；后期则进行全系统长周期试运行，全面验证系统在不同工况下的稳定性与功能达标情况，每个阶段均需记录运行数据，为后续优化提供依据。问题排查与优化需聚焦试运行中的关键问题，针对控制延迟问题，需检查通信线路传输速率与控制器响应效率，必要时调整通信拓扑或升级控制设备；针对数据传输异常问题，需排查线路连接是否牢固、通信协议是否兼容，通过更换故障线缆或优化协议参数解决问题；根据试运行中的能耗数据，调整设备运行参数，如优化照明亮度阈值、调整暖通设备启停时间，进一步提升系统能效。

3.3 运维体系搭建

运维平台建设需注重可视化与实用性，搭建的运维管理界面需清晰展示各设备运行状态，如用不同颜色标识设备正常、预警、故障状态，直观呈现电压、电流、能耗等关键数据；同时具备数据查询与趋势分析功能，方便运维人员追溯历史运行数据，预判设备潜在故障，

通过可视化管理提升运维效率,实现对自动化系统的精准监控。运维流程规范需覆盖全周期管理,设备巡检流程需明确巡检频次、巡检内容,如每日检查控制器运行指示灯状态,每周检测传感器数据采集精度;故障响应流程需规定故障上报、排查、修复的时限与责任分工,确保故障快速处理;定期维护流程需明确设备清洁、校准、固件升级的周期与操作标准,如每季度对传感器进行校准,每年对控制器进行固件更新,通过标准化流程保障运维工作有序开展,延长系统使用寿命。

4 建筑电气工程自动化设计与实现的优化方向

4.1 技术优化

推动智能化技术融合需聚焦核心功能升级,引入人工智能算法可优化控制策略,通过分析历史运行数据与实时工况,自动调整设备运行参数,如根据人员流动规律动态优化照明与暖通设备的启停时段,减少不必要能耗;利用物联网技术拓展感知维度,可增加对设备振动、温湿度环境等细节数据的采集,让系统更全面掌握运行状态,及时识别潜在故障风险,提升自动化控制的精准度与前瞻性^[4]。提升系统兼容性需从标准与设计两方面发力,统一通信协议标准可消除不同品牌设备间的数据交互障碍,确保传感器、控制器、执行设备等能顺畅传递信息,避免因协议差异导致系统碎片化;推广模块化设备设计便于后续功能扩展与部件更换,当需要新增自动化功能时,只需接入对应模块即可,无需大规模改造原有系统,降低升级成本,提升系统整体的灵活性与适应性。

4.2 流程优化

强化设计与施工的协同需借助技术工具,采用建筑信息模型技术可实现设计方案可视化交底,将抽象的电气自动化设计图纸转化为三维模型,施工人员能更清晰理解设备安装位置、线路走向与系统逻辑,减少因设计理解偏差导致的施工失误;设计人员可通过模型提前发现施工中可能存在的空间冲突或线路干扰问题,在施工前优化方案,缩短施工周期,提升落地效率。完善试运行评估机制需建立科学的评估体系,设定量化评估指标,如设备响应延迟时间、能耗降低幅度、故障发生率等,通过指标数据客观判断系统运行状态;依据评估结

果指导系统参数精准优化,如针对能耗超标的问题,调整照明亮度阈值或暖通设备运行功率,针对响应延迟问题,优化通信线路传输效率,让试运行阶段的优化调整更具针对性,确保系统达标运行。

4.3 运维优化

构建数字化运维体系需依托数据技术,利用大数据分析可挖掘设备运行数据中的规律,预判设备故障趋势,如通过分析电机电流变化预判轴承磨损情况,提前安排维护,实现预防性维护,避免设备突发故障导致的停电或安全问题;将运维数据与自动化系统联动,当系统监测到设备异常时,自动推送故障信息与处理建议至运维平台,缩短故障排查与修复时间,提升运维效率。加强运维人员培训需聚焦实战能力,针对自动化系统操作开展培训,让人员熟练掌握运维平台的使用、设备参数的调整方法;针对故障排查开展专项培训,通过模拟常见故障场景,讲解排查思路与解决技巧,提升人员应对复杂问题的能力;定期组织技能考核,确保运维人员能熟练操作系统、高效处理故障,为自动化系统的长期稳定运行提供人力保障。

结束语

建筑电气工程自动化设计与实现是建筑智能化发展的关键路径。通过科学的需求分析、合理的系统架构、精准的控制策略、可靠的通信网络及完善的安全设计,可构建高效稳定的自动化系统。施工阶段的严格落地、试运行的持续优化以及运维体系的有序搭建,确保系统长期稳定运行。未来,从技术、流程、运维层面不断优化,将推动建筑电气工程自动化迈向更高水平,为建筑行业可持续发展提供有力支撑。

参考文献

- [1]王蕊,张磊.电气工程及其自动化技术在绿色建筑中的应用研究[J].新城建科技,2025,34(2):70-72.
- [2]王博毓.智能建筑设备电气自动化设计与应用研究[J].智能建筑与智慧城市,2025(7):142-144.
- [3]鲁明,郭思思.基于电气自动化的智能照明系统设计与控制策略研究[J].中国照明电器,2025(4):162-164.
- [4]吴强.电气工程及其自动化技术在智能建筑中的应用[J].工程技术研究,2023,5(12):62-65.