

建筑电气智能化设计策略

陈 燕

上海浦马机电工程技术有限公司 上海 200333

摘 要: 在建筑领域绿色低碳转型持续推进的行业背景下,传统建筑电气系统普遍存在管控精度不足、能效优化空间受限、跨系统协同性薄弱等共性问题,已难以适配现代建筑的高质量运行需求。本文以建筑电气智能化设计为核心研究对象,从精细化能耗管控的核心目标切入,梳理智能监测体系搭建、自适应调控逻辑设置、负荷动态均衡等关键技术路径,依托边缘计算与智能感知技术构建全链路的用电优化体系。研究成果可在保障建筑基础使用体验的前提下,有效降低无效用电损耗,为各类公共建筑与民用住宅的电气智能化设计提供可落地的技术参考。

关键词: 建筑电气;智能化设计;电气控制;能耗优化

引言: 当前建筑行业的能耗管控要求持续升级,传统电气系统依赖人工经验调度的运行模式,已无法满足精细化、动态化的能效管理标准。随着物联网、自动控制等技术的逐步普及,建筑电气智能化的落地应用场景不断拓展,但不少项目仍存在重远程管控、轻能效优化的设计偏差,导致系统实际节能效果与预期目标存在较大差距。在此背景下,明确以高效低耗为核心的建筑电气智能化设计逻辑,梳理全流程的关键技术要点,对推动建筑电气系统从基础自动化向深度智能化升级,具备重要的工程实践意义。

1 建筑电气智能化设计核心原则

建筑电气智能化设计需立足建筑整体功能定位,兼顾系统实用性、集成性、安全性与扩展性,摒弃单一化、碎片化的传统设计模式,以整体统筹思维完成各电气智能子系统的设计规划,为后续系统安装、调试、运行与升级奠定基础。整体设计需遵循四项核心原则,贯穿设计全流程。(1)实用性原则。所有智能化设计均需贴合建筑实际使用需求,根据建筑空间属性、功能布局、人员使用习惯,定制适配的智能电气控制方案,杜绝功能冗余、设备闲置等问题,保障智能系统操作便捷、功能贴合实际使用场景。(2)集成化原则。打破各电气子系统独立运行的壁垒,实现照明、动力、通风、安防等电气系统的数据互通、联动控制,构建一体化的电气智能管控体系,提升系统整体运行协同性。(3)安全性原则。严格把控电气设备选型、线路布设、智能控制模块配置的安全性,规避电气过载、短路、信号干扰、设备故障等安全隐患,保障电气智能系统长期稳定运行。最后是可扩展原则。设计阶段预留充足的系统接口、线路余量与设备拓展空间,适配后续建筑功能升

级、智能设备迭代的需求,避免后期改造对原有电气系统造成破坏,降低系统升级成本^[1]。

2 建筑电气智能化分项系统设计要点

2.1 智能照明系统设计

智能照明系统是建筑电气智能化最基础的组成模块,设计核心是实现照明设备的精细化、自动化、人性化管控,兼顾使用体验与能源高效利用。(1)设计过程中,需结合建筑空间功能分区,划分独立的照明控制单元,针对公共区域、办公区域、私密区域等不同空间,差异化设置照明控制逻辑。摒弃传统单一的手动开关控制模式,融合感应控制、定时控制、场景控制等多种智能控制方式,适配不同场景的照明需求。(2)需优化照明系统的线路与模块布局,统一设置智能照明控制总线,实现所有照明设备的集中管控与单独调控。系统设计需兼顾兼容性,保障照明控制模块与建筑整体智能管控平台的数据对接,支持照明状态实时监测、运行数据汇总,可根据空间人员流动、环境光线强度自动调节灯光亮度与开关状态,在保障照明效果达标、满足使用需求的前提下,最大限度降低照明能耗。此外,需优化应急照明智能化设计,实现突发状态下应急照明设备的自动启动、故障自检,提升建筑照明系统的可靠性。(3)通过智能控制逻辑设置,实现动力设备的联动运行与负荷均衡调节,避免多设备同时启动造成的电力负荷过载问题,优化配电系统运行状态。同时,搭建动力设备故障智能研判机制,通过实时数据比对,精准识别设备异常运行状态,实现故障提前预警、自动断电保护,降低设备故障损耗与电气安全风险。此外,优化动力系统的智能启停策略,结合建筑使用场景与设备运行需求,自

动调控设备运行状态,减少设备空载运行时间,提升动力电气系统的运行能效^[2]。

2.2 智能安防电气系统设计

智能安防电气系统涵盖视频监控、入侵检测、门禁管控、声光报警等多个子模块,是建筑安全防护的核心电气智能体系。(1)设计核心是实现各安防子系统的集成联动,构建全方位、无死角、智能化的建筑安全防护体系。设计过程中,需结合建筑空间布局、人员通行路线、重点防护区域,科学布设安防电气设备,合理规划监控点位、检测传感器、门禁设备的安装位置与覆盖范围,保障安防监测无盲区。(2)重点优化各安防子系统的联动控制设计,实现门禁异常触发、区域入侵检测、监控画面异常变动等信号的实时传输与联动报警,当单一安防模块监测到异常时,自动联动对应区域监控聚焦、声光报警启动,提升安防响应效率。同时,设计安防系统集中管控平台,实现所有安防电气设备的状态监测、数据存储、远程调控,支持安防数据的实时追溯与分析。此外,优化安防电气设备的供电设计,保障安防系统全天候不间断运行,规避断电、信号中断等问题,提升安防系统的稳定性与可靠性。

2.3 楼宇自控系统电气智能化设计

楼宇自控系统是建筑电气智能化的核心中枢,承担着统筹管控建筑所有机电电气设备的作用,是实现建筑整体智能化运行的关键。(1)其设计核心是搭建统一、稳定、兼容的智能控制架构,实现建筑内所有电气子系统的集中管控与协同运行。设计阶段需搭建分层化的自控架构,分为设备执行层、数据传输层、集中管控层,明确各层级的功能定位与运行逻辑,保障数据传输高效、指令执行精准。(2)设备执行层依托各类智能传感器、控制模块,采集建筑环境数据与电气设备运行数据,执行管控平台下发的各类控制指令;数据传输层采用稳定的总线传输模式,保障各子系统数据实时互通、无延迟、无干扰;集中管控层实现所有电气系统的状态可视化、参数可调控、故障可监测。同时,优化楼宇自控系统的逻辑编程,根据建筑使用规律设置标准化的设备运行模式,实现多系统协同联动,例如通风系统与室内环境监测联动、照明系统与人员感应联动、动力设备与负荷监测联动,全面提升建筑电气系统的智能化管控水平^[3]。

3 建筑电气智能化整体优化设计策略

3.1 强化系统集成一体化设计

在建筑电气智能化方案的前期设计阶段,需完成全

专业子系统的需求统筹与底层接口标准化定义,覆盖供电监控、智能照明、火灾自动报警、安全防范、楼宇设备自控、能耗监测等所有关联系统,逐一梳理跨系统的业务关联逻辑与数据交互边界,明确各联动场景下的触发条件、响应时序与控制优先级规则,形成可落地的系统联动控制逻辑表。(1)在此基础上搭建基于统一通信协议的一体化智能管控平台,完成所有末端电气设备运行参数的实时采集、状态集中监测与权限分级统一调控,彻底消除传统独立子系统运行形成的数据孤岛,避免多平台并行运维带来的操作冗余与管理漏洞。(2)同步开展全系统布线的一体化优化设计,整合各子系统的线路资源,统一规划强弱电管线的敷设路由、桥架排布与竖井预留空间,严格执行不同电压等级、不同信号类型线缆的隔离敷设间距要求,从设计源头规避线路交叉混乱、重复布线、预留容量不足等常见问题,从物理层面大幅降低电磁干扰、信号衰减与线路故障的发生概率。该设计模式可有效压缩管线冗余占比,降低后期运维改造的施工难度,全面提升建筑电气系统整体运行的稳定性与跨设备协同响应效率,为后续功能迭代与全生命周期运维管理提供标准化支撑^[4]。

3.2 优化智能设备选型与布局设计

智能电气设备的选型与布局直接决定智能化系统的运行效果与使用寿命,是优化设计的关键环节。(1)设备选型环节需严格立足适配性、稳定性与兼容性三大核心原则,结合项目建筑电气系统的整体额定参数、长期运行负荷与功能拓展需求,针对性筛选性能余量匹配、协议兼容性达标、工业级运行稳定性合格的智能控制模块、前端感知传感器、有线无线传输设备与末端执行终端,从源头杜绝因设备参数不匹配、跨厂商协议不兼容引发的系统联动失效、数据丢包异常、运行宕机等常见故障。同时需将低能耗、高测量精度纳入选型硬性指标,优先选用通过国家能效标识认证的设备,从硬件底层提升电气系统的运行节能性与智能化控制精度。(2)设备布局设计环节需严格遵循科学化、合理化的技术准则,结合建筑内部空间结构、设备自身运行特性、信号传输衰减规律,系统性规划各类智能设备的安装点位与布设密度。前端传感器与状态监测设备需布设在监测覆盖范围无盲区、数据采集误差最小的位置,控制模块与线路终端设备需布设在便于日常检修维护、不易受强电磁干扰的电气竖井与专用设备间内,大功率智能电气设备需配套预留足够的散热间距与抗干扰屏蔽措施,全面规避温湿度、电磁辐射等环境因素对设备运行的负面影响,保障所有智能设备长期稳定高效运行。

3.3 完善电气智能系统抗干扰设计

建筑电气智能化系统集成大量微电子控制模块、低电压信号传输链路与高精度传感设备,运行过程中极易受工频电磁干扰、线路耦合干扰、复杂环境干扰的叠加影响,进而引发数据传输失真、控制指令丢包失效、设备误动作等运行故障,因此系统性抗干扰设计是保障智能化系统长期稳定运行的核心技术支持。(1)设计实施阶段,需优先完成电气线路布设的专项优化,严格执行强电回路与弱电智能信号回路的分区布设规则,明确两类线路的平行敷设最小间距要求,同步配套金属屏蔽桥架做隔离防护,从物理路径层面削减强电交变磁场对弱电信号的耦合干扰强度。(2)同步为所有智能控制模块、高精度传感设备配置对应等级的金属屏蔽防护壳体,严格规范系统接地设计流程,区分交流工作接地、直流信号接地、安全保护接地的布设路径,明确接地电阻的参数阈值要求,有效屏蔽空间电磁辐射干扰与静电累积干扰。针对核心信号传输链路,优先选用带屏蔽层的高抗扰传输介质,优化主干线路走向规划,全程避开大功率机电设备、高频电磁发生装置的强干扰区域。此外需严格核算不同类型智能设备的最小安全安装间距,规避同频段无线设备之间的信号互扰,最终实现电气智能系统数据采集全链路精准、控制指令传输零误判、全周期运行稳定可靠。

3.4 精细化能耗优化智能设计

建筑电气智能化设计的核心目标并非仅实现设备的远程智能管控,更关键的是依托数字化技术完成全链路用电调控,推动电气系统实现高效低耗运行。(1)整体设计阶段需全面融入精细化能耗优化理念,基于边缘计算与智能控制技术搭建具备动态适配能力的自适应能耗调控体系。设计过程中需在供配电回路、照明系统、动力系统等各电气子系统的节点部署具备分项计量功能的高精度能耗监测模块,按楼层、功能分区、独立设备三个维度完成用电数据的实时采集与上传,实现全建

筑能耗状态的可视化监测、分项分类统计与异常用能主动预警。(2)基于长期积累的能耗基线数据与建筑不同时段的使用场景特征,预设分级智能能耗调控逻辑,在完全保障建筑基础使用功能的前提下,自动动态调整各类电气设备的运行参数,削减非必要无效能耗。具体可通过联动光照传感器与人员存在探测器,自动调节照明设备的输出功率与开关状态;基于室内温湿度、空气质量参数,动态调整通风、空调等动力设备的运行负载;结合电网发布的峰谷时段划分规则,错峰优化大型用电设备的启停时序。同时依托智能管控平台完成全建筑用电负荷的动态均衡调控,规避局部回路过载引发的额外线损与设备损耗,全面提升建筑电气系统的全周期节能运行水平^[5]。

结束语

建筑电气智能化设计的核心价值,最终要落脚于全生命周期的安全高效与低碳运行,而非单纯的功能堆叠与技术展示。本次围绕精细化能耗优化形成的整套设计逻辑,打通了从数据采集、智能分析到动态调控的完整链路,可在不降低建筑使用体验的前提下,充分挖掘电气系统的节能潜力。后续随着建筑电气智能化体系与新型电力系统的深度适配,相关设计策略还将持续迭代,为建筑领域的双碳目标落地提供稳固的技术支撑。

参考文献

- [1] 刘荣星. 建筑电气智能化设计策略 [J]. 光源与照明,2025(4):68-70.
- [2] 吴极. 智能化技术在建筑电气设计中的应用策略 [J]. 门窗,2026(1):97-99.
- [3] 徐栋, 蒋博雅. 低碳智能建筑全生命周期智能化设计策略研究 [J]. 智能城市,2026,12(1):14-19.
- [4] 卫泽. 绿色建筑中电气系统的智能化设计与应用 [J]. 建材发展导向,2026,24(1):124-126.
- [5] 沈建辉, 郑光生. 建筑电气工程中智能化控制系统的设计与应用研究 [J]. 安家,2026(6):0097-0099.