

建筑电气工程中照明节能技术的应用研究

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：照明能耗管控是建筑电气绿色化建设的重要内容，当前建筑照明系统存在设备、线路、工况匹配等多重能耗损耗问题。本文梳理建筑照明电气系统的结构组成与能耗生成机制，剖析各类主流照明节能技术的运行特性与适配原理，细化技术在电气设备、系统优化、智能管控及光环境协同中的落地方式，结合行业发展特征，提出技术适配优化、多系统融合及长效运维的完善路径，助力建筑照明电气体系高效低碳运行。

关键词：建筑电气工程；照明系统；节能技术；智能控制；光环境协同

引言：城市化建设进程持续推进，建筑配套电气系统的绿色化、精细化发展水平不断提升。照明系统作为建筑电气的重要组成部分，长期运行产生的无效能耗，影响建筑用电体系的整体运行效率。依托电气运行底层逻辑优化照明运行模式，挖掘照明系统的节能潜力，能够有效改善建筑用电损耗问题。贴合建筑电气运行规律应用节能技术，可持续完善建筑照明电气的节能运行体系。

1 建筑电气工程照明系统的构造与节能原理

1.1 建筑电气照明系统基本构成

建筑电气照明系统是建筑电气工程体系中服务于空间光照供给的独立运行单元，整体依托标准化电气架构搭建而成，包含多个功能独立且相互配合的核心模块。照明供电线路作为系统能量传输载体，承担电能输送、负荷分配的核心职能，保障电能稳定输送至各个照明终端点位。照明控制装置负责管控整体照明工况，依托专属电气结构实现光照启停、工况调节、运行管控等基础功能，支撑照明系统有序运转。照明终端设备是直接实现空间光照输出的核心设施，根据建筑空间使用需求匹配不同类型的发光设备，完成基础照明作业。配套电气辅装结构包含线路保护构件、设备固定结构、电气防护配件等辅助设施，能够规避电气运行中的各类安全隐患，稳固整体系统运行状态^[1]。

1.2 照明系统能耗产生的内在机理

建筑照明系统运行过程中产生的各类能耗，均源于电气系统运行过程中的各类结构性与运行性问题，各类损耗均具备固定的产生路径与运行规律。各类照明终端设备长期处于通电运行状态，设备内

部电气元件会持续产生运行损耗，这类损耗会伴随设备启停、长时间工作持续存在。电能通过供电线路完成输送的过程中，线路阻抗会消耗部分电能，形成持续性的传输损耗，损耗大小跟随线路工况发生动态变化。照明系统各类电气模块参数匹配不合理，会造成系统运行工况失衡，引发多余的电能消耗，打乱正常的能耗输出节奏。系统预设运行模式无法适配建筑空间的光照使用需求，会出现无效照明、过度照明的情况，持续增加整体能耗输出。深入拆解各类能耗诱因的形成逻辑，能够精准锁定照明系统能耗管控的核心切入点。

1.3 建筑照明节能技术的适配性原理

建筑照明节能技术的研发与应用，完全依托建筑电气系统的运行特性与能耗规律展开，依托电气运行底层逻辑优化系统工作状态。各类节能技术针对照明系统不同模块的能耗问题设置对应优化逻辑，针对性处理设备损耗、线路损耗、工况失衡等各类能耗问题。技术应用可以重新调整照明系统的运行参数与工作模式，修正系统运行中存在的不合理能耗输出行为，压缩系统运行中的无效能耗占比。技术体系能够适配建筑不同场景的照明运行需求，动态调整电气系统的工作状态，让电能输出与光照需求保持合理匹配。依托科学的节能技术应用方式，从根源上优化建筑照明电气系统的运行状态，完善照明系统节能运行体系。

2 建筑电气工程主流照明节能技术类型及特性

2.1 光源设备节能技术

现代建筑电气照明体系中，光源设备节能技术依托发光原理与电气运行机制的革新实现能耗优化。传统光

源依靠热辐射原理完成发光作业,电气转化效率偏低,运行过程中会产生大量无用热能。新型节能光源重构光电转化结构,优化内部电气元件布局,大幅提升电能向光能的转化效率。不同类型节能光源具备差异化的电气运行参数,发光稳定性、负荷承载能力、运行寿命均适配现代建筑电气系统标准^[2]。结合住宅、商业、工业等不同建筑空间的照明标准,针对性选用适配光源设备,能够精准匹配场景照明强度与使用频次要求。光源自身技术革新可直接作用于照明终端,完成电气能耗的源头管控。

2.2 照明控制节能技术

照明控制节能技术以电气控制系统的智能化升级为核心,实现照明工况的精细化管控。时序控制依托预设运行程序,按照建筑使用规律设定照明启停与档位调节规则。感应控制依托各类传感装置捕捉空间环境与人员状态信号,完成照明工况的自主调节。联动控制对接建筑电气整体系统,匹配其他电气设备运行状态调整照明输出。分区控制依据建筑空间功能划分照明单元,独立管控不同区域的照明运行状态。各类控制技术通过专属电气接线逻辑与程序算法适配照明系统运行,减少无效照明时长与过度照明工况。依托多元化控制手段,实现照明系统能耗的动态化管控。

2.3 照明配电系统节能技术

照明配电系统节能技术聚焦电能传输与供给环节,通过结构与参数优化降低配电环节能耗损耗。配电线路优化通过调整线路布局、选用适配线材规格,削弱线路传输过程中的电能损耗。配电设备适配根据照明终端负荷需求,匹配参数合理的配电装置,规避设备参数错配引发的能耗浪费。供电模式调整结合建筑照明使用规律,优化供电负荷分配方式,平衡配电系统运行工况。对配电系统结构与电气参数进行全面调试优化,能够改善电能传输效率,稳定照明系统运行工况。通过配电端技术优化,筑牢照明系统节能运行的传输基础。

2.4 自然光与人工照明协同节能技术

自然光与人工照明协同节能技术运用多元光环境调控手段,实现自然光照资源与电气照明的高效搭配。通过建筑采光结构优化,提升室内自然光采集效率,拓宽自然光照的覆盖范围。借助专业光线传导构件,引导自然光均匀覆盖室内各个照明区域,补齐局部采光不足的短板。结合室内光照强度变化,调整人工电气照明的运行档位与开启范围,合理削减电气照明的投入时长与运行负荷。搭建自然光与人工照明互补运行的技术架构,重塑建筑光环境的供给模式。通过双向光照资源调配,

有效降低人工照明的整体能耗投入^[3]。

3 照明节能技术在建筑电气工程中的应用路径

3.1 照明设备选型与适配应用

建筑内部功能分区差异较大,公共区域、办公区域、居住空间的照明时长、照度标准以及用电负荷均存在明显区别,设备选型工作需要立足现场实际电气照明需求建立完整的选用标准。节能光源选型需要重点参考空间作业属性与人眼视觉舒适标准,甄别光电转化效率更高、热能散发更低、运行工况稳定的新型光源产品,替换传统光源能耗偏高、使用寿命较短的应用形式。节能电气辅材需要对照整套照明电路的负荷参数进行筛选,匹配线路承载能力与设备工作电压,稳定电路传输状态,减少电能传输过程中产生的损耗问题。智能照明设备选型需要对接建筑电气整体设计架构,重点核查设备兼容能力、调控精度以及长期运行稳定性,保证硬件设备可以顺利接入现有电气体系。设备安装阶段严格遵循电气施工规范,合理规划设备安装点位、排布间距与固定工艺,细化线路接驳、设备固定、绝缘防护等关键工序。

3.2 照明电气系统优化应用

多数既有建筑照明电气系统沿用传统设计思路,布线结构繁琐、配电模式单一、负荷分配不够科学,长期运行状态下会滋生大量无效能耗,制约整体用电效率提升。线路布局优化需要全面排查现场布线情况,清理多余线路节点,规整主干线路与分支线路走向,压缩电能传输路径,削弱线路阻抗带来的能量损耗。配电结构调整需要打破统一供电的老旧模式,按照建筑功能区域划分独立配电单元,单独设置分区供电回路,细化配电管控粒度,提升供电调节灵活度。系统负荷匹配优化需要精准测算各区域照明设备的峰值负荷与常规负荷,重新统筹分配供电额度,整改负荷堆积、供电冗余以及供电不足的失衡问题。结合系统运行短板开展针对性改造升级,调整不合理的结构布局与电气参数,完善系统运行架构。

3.3 智能控制技术落地应用

智能照明控制技术的落地需要贯穿建筑电气施工、设备调试、后期运维的完整流程,依托规范化作业流程细化每一处施工与调试环节。控制模块布设需要结合建筑空间格局与照明点位分布规律,科学规划模块安装位置、布线路径与防护结构,保障硬件设备可以持续稳定接收信号并输出指令。电气信号联动调试需要打通控制模块、照明终端、配电装置之间的信号传输通道,合理设定信号传输参数与响应阈值,保障各类控制指令可

以精准触达设备并完成执行动作。系统程序适配需要结合建筑日常照明使用规律,录入适配不同场景的调控逻辑,调整启停规则与亮度参数,适配不同时段、不同场景的照明使用需求。严格规范各环节操作标准,规避施工偏差、接线错误与参数错配等问题。

3.4 光环境协同调控应用

不同建筑的开窗尺寸、空间进深、外立面结构存在差异,室内自然光的采集效率与光照覆盖范围呈现不同状态,可利用自然光资源存在明显区别。工程建设阶段可针对性优化建筑采光构造,调整采光窗体、导光构件与遮阳构件的安装参数,提升自然光线入室效率,拓宽室内有效采光区域。建筑运营阶段可根据室外光照强度的动态变化,灵活调整人工照明的启闭状态与输出亮度,缩减人工照明设备的工作时长与电能消耗。结合昼夜更替、阴晴天气等自然环境变化,更新照明系统运行调度方案,细化各类场景下的照明运行规则。合理调配自然光资源与人工照明资源的使用比例,重构建筑空间的光照供给模式。

4 建筑电气工程照明节能技术的优化与发展方向

4.1 照明节能技术应用的优化思路

建筑电气工程服役周期较长,整体架构繁杂且设备品类丰富,现阶段照明节能技术在实际落地运用中,依旧存在不少可以提升的空间。系统适配性优化需要结合建筑电气整体设计标准与现场实际运行工况,调整节能技术的应用参数与实施方式,让技术运行模式适配各类建筑的电气架构。技术兼容性优化需要统一各类节能设备、控制程序的运行标准,破除不同技术模块的运行隔阂,避免多种技术混用造成系统冲突与运行紊乱^[4]。运维便捷性优化可以简化设备调试、故障排查、参数校准的操作流程,降低后期电气运维的操作难度与资源消耗。

4.2 照明节能技术与电气系统的融合升级

现代建筑电气体系逐步走向集成化、整体化,只针对照明模块开展节能改造存在明显局限,无法充分挖掘建筑整体的节能潜力。照明节能技术可以深度对接建筑弱电系统,借助弱电信号传输架构丰富照明调控形式,拓展节能技术的适用场景与调控手段。相关技术体系可嵌入智能建筑系统,依靠建筑智能管控平台统筹调节照明设备运行状态,提升能耗管控的精细程度。节能技术亦可对接机电配套系统,参照机电设备运行规律调整照明运行策略,科学分配建筑电气能耗资源。多系统深度融合能够突破单一照明节能的固有模式,扩大节能管控的覆

盖范围。

4.3 新型照明节能技术的发展趋势

建筑电气行业始终保持革新节奏,行业绿色化、智能化建设标准持续提升,传统照明节能技术随之不断迭代升级。轻量化技术侧重简化设备构造、优化布线布局、削减设备基础负荷,有效减少照明系统的安装成本与基础能耗。智能化技术依托传感识别与算法调控能力,对照明工况进行自主研判与动态调节,提升节能管控的主动性能。一体化技术整合设备运行、智能调控、日常管理等多项功能,打造集成化节能体系,精简系统整体构造。低碳化技术侧重选用绿色材料与低耗运行模式,契合建筑绿色化建设的核心要求。

4.4 照明节能长效运维体系的构建

单次的技术落地无法长期维持照明节能效果,完善的运维管理体系是保障系统平稳运行的关键。系统运维工作需要建立常态化巡检机制,定时排查线路、终端设备、控制模块的潜在故障,保障照明系统稳定运转。技术迭代工作需要紧跟行业技术更新节奏,适时替换老旧设备与落后技术,更新系统整体运行逻辑。设备养护工作需要制定标准化执行流程,按照设备运行周期完成清洁、检修、调试等养护内容,延长设备使用年限^[5]。细化各类运维工作的执行标准与操作流程,补齐系统长效运行的各类短板。

结束语

照明节能技术的科学运用,能够有效优化建筑电气照明的运行架构与能耗状态。各类节能技术可从设备、配电、控制、光环境等多个维度改良系统运行短板,多维度的技术融合与系统优化,可切实提升建筑照明电气的运行质量。常态化运维机制的落地,也能为建筑照明电气系统的长效节能运行提供稳定支撑。

参考文献

- [1] 李天文,张明明,王欢.建筑电气工程中照明节能技术的应用研究[J].中国照明电器,2026(5):176-178.
- [2] 贾文海.照明节能技术在建筑电气工程中的应用研究[J].中国照明电器,2024(6):22-24.
- [3] 唐玉莲.照明节能技术在建筑电气工程中的应用探究[J].建材发展导向,2024,22(17):130-132.
- [4] 韩浩学,王进林,谢斌,等.照明节能技术在建筑电气工程中的应用[J].电子元器件与信息技术,2025,9(4):257-259,263.
- [5] 王振.智能化技术在建筑电气照明工程中的应用[J].中国照明电器,2025(8):135-137.