

建筑电气设计中的照明节能技术的研究

全立婧

石家庄圣帝建筑工程设计咨询有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 建筑照明在建筑总能源消耗中占据约 20%-30% 的比例, 这一数据彰显了巨大的节能潜力。随着 LED 照明技术的普及与智能控制系统的广泛应用, 照明系统的能效显著提升, 设备的使用寿命也得到了延长, 维护成本大幅降低。智能照明系统能够根据环境变化自动调整光照强度与亮度, 从而有效避免不必要的能源浪费, 进一步增强了节能效果。尽管如此, 初期投资较高以及系统集成的复杂性仍然限制了节能照明技术的广泛应用。分析照明节能技术的现状、发展趋势及其经济性, 为建筑照明节能设计提供有价值的实践指导。

[关键词] 建筑电气; 电气设计; 节能技术

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15011

中图分类号: TU201.5

文献标识码: A

Research on Lighting Energy-saving Technology in Building Electrical Design

QUAN Lijing

Shijiazhuang Shengdi Architectural Engineering Design Consulting Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: Architectural lighting accounts for about 20%-30% of the total energy consumption of buildings, which demonstrates enormous energy-saving potential. With the popularization of LED lighting technology and the widespread application of intelligent control systems, the energy efficiency of lighting systems has significantly improved, the service life of equipment has also been extended, and maintenance costs have been greatly reduced. The intelligent lighting system can automatically adjust the light intensity and brightness according to environmental changes, effectively avoiding unnecessary energy waste and further enhancing the energy-saving effect. However, the high initial investment and complexity of system integration still limit the widespread application of energy-saving lighting technology, which analyzes the current status, development trends, and economic feasibility of energy-saving lighting technology, providing valuable practical guidance for energy-efficient design of building lighting.

Keywords: building electrical; electrical design; energy-saving technology

引言

随着全球能源危机的加剧及环境问题日益严峻, 建筑节能已成为各国推动可持续发展的关键目标。在建筑能源消耗中照明系统占据重要地位, 节能设计在降低能源使用与运营成本方面发挥着至关重要的作用。近年来, LED 照明技术与智能控制系统的快速发展, 为建筑照明节能提供了创新的解决方案。深入探讨建筑照明节能设计的核心技术与实施路径, 评估其节能效果与经济性, 从而为建筑行业的可持续发展提供切实可行的思路。

1 建筑照明节能技术发展现状

随着全球能源危机的加剧以及环保意识的日益提升, 建筑照明节能技术的关注度迅速增加, 并得到了广泛的发展。过去, 建筑照明设计主要关注功能性与美观性, 而如今节能效果已成为设计过程中的核心考量因素。近年来, 随着 LED 技术的成熟, 建筑照明的能效得到了显著提高, 与传统白炽灯和荧光灯相比, LED 光源不仅具有更高的光效, 还具备更低的能耗与更长的使用寿命, 逐渐成为现代建筑照明的首选。除了节能光源的应用, 智能照明控制系统的推广也逐渐成为一种重要趋势, 这些系统基于传感器

与自动调光技术, 能够根据环境光照变化或人员活动自动调节照明强度, 从而实现精准的能效管理。例如, 光照强度传感器能够实时检测室内光线变化, 自动调整灯光亮度; 而人体感应器则可在无人时关闭灯具, 避免不必要的电力浪费。智能控制系统不仅提高了照明系统的效率, 还显著增强了用户的舒适感与使用体验。尽管照明节能技术在近些年取得了显著进展, 实施过程中仍面临不少挑战, 现有技术在很多情况下受到成本、安装复杂度及维护难度的制约。尤其是对于一些老旧建筑, 照明节能改造面临着较大的技术难题与经济压力。虽然智能控制系统在新建建筑中的应用日益增多, 但许多旧建筑的智能化升级依然滞后, 且普及程度较低。

2 建筑电气设计中的照明节能措施

2.1 高效照明设备的选用

在建筑电气设计中, 选择高效照明设备是实现节能目标的首要步骤。目前, LED 照明技术被广泛认为是最具代表性的高效光源。与传统的白炽灯及荧光灯相比, LED 灯具的能效得到了显著提高, 光效也大幅提升。其光效可超过 100 流明/瓦, 而白炽灯仅为 15 流明/瓦。此外, LED 灯具的低发热量有助于减少空调负荷, 进一步提升了能效

并降低了运营成本,由于LED的使用寿命较长,灯具的更换频率大大减少,从而有效降低了维护成本。另外,电子镇流器荧光灯也是一个值得关注的高效光源,与传统的磁性镇流器相比,电子镇流器能够精确控制电流,减少了能量损失,同时延长了灯具的使用寿命。荧光灯还具有较宽的色温范围,能够满足不同空间的照明需求,尤其适用于办公、商业及工业环境。除了选择高效光源外,灯具的配光设计同样至关重要,即使采用高效光源,若配光设计不合理仍可能造成能效浪费。通过合理选用灯具并优化配光设计,可以最大化光源的能效,确保照明效果的同时减少不必要的能源消耗。利用反射罩或透镜等辅助装置,光线能够被有效引导,从而减少无效照明进一步降低能耗。

2.2 照明控制系统

照明控制系统在建筑电气设计中扮演着至关重要的角色,通过智能化的管理与自动调节,有效降低了能源消耗。现代照明控制系统通常集成了传感器、调光技术及智能控制模块,能够根据环境光照、人员活动等数据,自动调节灯光的开关及亮度,从而最大化节能效果并优化照明质量。光感控制是最常见的控制方式之一,系统通过光照传感器监测室内外自然光强度,自动调节人工照明的亮度。在阳光充足的情况下室内照明强度会自动降低,从而避免能源浪费,这种自动调节不仅提高了照明的舒适度,也有效减少了过度照明带来的能源消耗。人体感应控制则是另一种常用技术,尤其适用于走廊、楼梯间及卫生间等公共区域,通过安装红外线或超声波传感器,系统能够感知是否有人存在自动开关灯具。无人时,灯光会关闭;而有人时,灯光会迅速亮起,并根据需求调节亮度,这种方式有效地避免了无效照明,显著提升了系统的能效。在商业及办公场所,定时控制与区域控制也被广泛应用,定时控制能够根据预设的工作时间自动开启或关闭照明,减少人工操作的需求。而区域控制则允许对不同区域的照明进行独立调整,从而避免不必要的能源消耗。随着智能建筑技术的不断发展,集中控制平台逐渐成为一种趋势,通过集中式管理界面,用户能够远程监控、调整各照明系统,实时查看能源消耗情况,并根据数据分析优化照明策略,这种智能化管理不仅增强了系统的灵活性与便捷性,也为节能提供了有力的数据支持。

2.3 先进的电气设计与照明规划

先进的电气设计与照明规划不仅专注于满足空间照明需求,还强调在节能、舒适性与环境友好性之间的平衡,在建筑电气设计中,合理的照明规划成为实现能源最大化利用与光环境优化的核心。如今的照明设计不再仅依赖单一照明设备,而是通过综合考虑建筑功能需求、空间布局及光线分布等多重因素,采用先进的设计理念与技术手段,力求减少能耗的同时提升使用体验。精确的照明布局构成了整个规划的基础,在设计过程中照明设计师需要根据每

个区域的使用需求进行灯具布局。例如,办公室、餐厅、展览厅与走廊的照明要求各有不同,通过合理安排灯具的位置,不仅可以避免过度或不足照明,还能节约能源并增强空间的舒适性与实用性。同时,设计师应根据不同空间的功能需求,选择最合适的灯具与光源,以确保每个区域的光线分布均匀、适宜。光源与电气设备的优化组合也是提高照明效率的关键措施,选用高效照明设备如LED或OLED,并配合合适的电气驱动系统,能够显著降低功率消耗并延长使用寿命。灯具外壳、反射罩与透镜的合理选择有助于精确控制光的分布提高光效,避免光的浪费,进一步提升能效。照明系统的分区控制与灵活调节是提升能效的有效手段,通过对照明区域的精细划分,可以根据实际需求独立调节不同区域的灯光亮度。例如,会议室或办公区域的亮度可以依据使用人数及时间段进行调整,从而避免能源浪费。在日常使用中,调光系统能够根据室内外光照变化自动调节灯具亮度,实现精准的节能效果。智能照明系统的整合借助物联网技术(IoT)与智能控制平台,使建筑照明系统能够实时监控与数据分析,为后期优化提供支持。通过集中管理,系统能根据建筑的实际情况动态调整照明并实现远程控制,极大地提升了照明管理的效率与能源使用的智能化水平。

2.4 照明系统的维护与管理

照明系统的有效维护与管理是确保持续高效运行的关键。即便一个经过精心设计的照明系统在安装初期能够达到理想的节能效果,随着时间的推移,定期的保养与科学管理仍不可忽视,只有这样才能保障其预期的能效,并延长设备的使用寿命。基础维护工作包括定期检查与清洁灯具,长期使用后灯具表面容易积聚灰尘与污垢,这不仅影响光照效果还可能引起灯具过热,缩短其寿命。保持灯具表面的清洁,确保灯具能够持续发出稳定光线,是延长系统使用寿命的重要措施。随着使用时间的延长,照明设备的光效可能逐渐降低,尤其是传统光源如荧光灯、钠灯等,它们的亮度随着使用时间增加而衰退。定期检查并在必要时更换设备,可以有效避免因设备性能下降而导致的能耗浪费。对于LED等高效光源,驱动电源及灯具本身的定期检测同样至关重要,确保正常工作,以防突发故障影响系统的稳定性。在智能照明系统的管理中,数据分析与远程监控的作用愈发显著,现代照明系统通常配备智能控制平台,能够实时跟踪设备的运行状态。通过收集与分析这些数据,管理者可迅速发现潜在问题。例如,系统能够自动监测灯具的亮度变化、能源消耗以及故障情况。若出现异常平台会及时发出警报并采取措​​施,防止小问题演变为重大故障。此外,基于大数据分析,管理系统还能够根据灯具的使用频率、光照需求等自动调整设备的开关及亮度设置,从而进一步优化节能效果。维护管理策略应包括对设备使用状况的全面规划,例如建立设备台账,记录每

个灯具的使用寿命、维护历史与更换情况,这将帮助管理人员准确掌握设备的运行状态,从而做到及时更换与调整。通过定期培训操作人员,提升他们对照明系统的理解与操作技能,也能够减少因人为失误引发的系统故障。

3 筑照明节能设计的经济性与效益分析

3.1 初期投资与长期节能效益评估

在建筑照明节能设计中,评估初期投资与长期节能效益是衡量方案可行性的核心因素。尽管 LED 灯具及智能照明控制系统的初期投资相对较高,但在能效提升与使用寿命延长方面的显著优势却不容忽视。与传统光源相比,LED 灯具的能效提高了约 80%,且其使用寿命是传统光源的 10 倍,这一差异大大减少了频繁更换灯具与维护的需求,从而有效降低了运营与维护成本。智能照明控制系统通过自动调节光照强度与亮度,根据环境光照变化及人员活动情况,智能控制灯具的开关。光照传感器能够避免不必要的过度照明,而人体感应器则能在无人时自动关闭灯具,这些智能控制系统的安装成本虽较高,但其节能效果往往在几年内便可收回初期投资^[1]。长期效益的评估应综合考虑生命周期成本(LCC),即设备购买、安装、维护与电力消耗等全过程的费用。高效 LED 照明系统的投资回收期通常为 3 至 5 年,超过回收期后,节省的电费将转化为显著的经济效益。特别是在商业建筑及办公大楼中,由于较短的回收期节能效益更加突出。

3.2 成本回收期与投资回报分析

在建筑照明节能设计中,评估节能项目经济效益时,成本回收期(Payback Period)与投资回报率(ROI)是两项重要的分析工具,这些指标能够帮助业主清晰地掌握节能投资的回收时间及其长期收益,从而做出更加合理的决策。成本回收期是指项目开始运营后,通过节省的能源费用覆盖初期投资所需的时间,在照明节能项目中,初期投资通常包括高效照明设备的采购、智能控制系统的安装以及相关的工程费用。尽管这些开支通常高于传统照明系统的成本,但显著的节能效果能有效降低长期运营成本^[2]。以 LED 照明为例,尽管其初期投入比传统荧光灯高出 30% 至 50%,但 LED 灯具的使用寿命是白炽灯的十倍,且能效提高约 80%。通过减少灯具更换频率及能源消耗,节省的电费能够在较短的时间内回收投资。一般而言,LED 照明系统的成本回收期在 3 至 5 年之间,具体取决于建筑的照明使用频率及电费水平。投资回报率则从更长远的角度分析节能投资的经济效益。通过计算 ROI,业主可以清楚了解每投入一元所带来的收益。ROI 的计算公式为:

$$ROI = \frac{\text{节省的能源费用} - \text{初期投资}}{\text{初期投资}} \times 100\%$$

假设一个办公楼进行节能改造,投资 100 万元,每年

节省电费 20 万元,那么该项目的年投资回报率为 20%。随着设备使用年限的增加,节省的能源费用逐年积累,投资回报率也将逐步提升。对于大规模建筑而言,节能改造的回报率通常是非常可观的,特别是在结合智能照明控制系统与区域调光技术的情况下,这些技术能够精细化管理电力消耗,进一步优化节能效果。从长期角度来看,节能改造的投资回报不仅局限于电费节省,还能从多个维度带来额外收益。例如,减少设备更换和维护的费用、提升建筑资产价值、改善室内环境舒适度以及增强用户的满意度等。此外,引入智能照明系统后,建筑管理的灵活性和控制能力也得到了显著增强,使得企业在未来运营中能够更加高效。

4 照明节能技术的未来发展趋势

未来照明节能技术将集中于智能化、环保性与集成化发展。智能照明系统借助物联网(IoT)技术,实现实时监控与自动调节,根据光照强度与人员活动智能调整亮度,提升能效减少能源浪费,远程控制与个性化设置增强了用户的灵活性与舒适性^[3]。环保领域,OLED 与量子点 LED 等新光源将取代传统照明设备,提供更高能效并减少环境影响,这些光源减少有害物质使用,灵活调节色温与色彩优化视觉效果。照明与建筑环境的深度融合,将推动智能照明与能效管理系统协同工作,实现整体能效提升。

5 结语

建筑照明节能设计是绿色建筑与可持续发展中不可或缺的核心环节,通过引入高效照明设备、智能控制系统及优化电气设计,不仅能显著提升能源利用效率,还能有效降低运营成本。尽管初期投资较高,但凭借较短的回收期及长远的节能效益,经济回报依然可观。随着智能技术的不断进步与环保要求的日益严格,未来照明系统将变得更加高效与灵活,进一步推动绿色建筑与智慧城市的建设。在设计阶段,全面评估投资与回报的平衡,需业主确保照明系统不仅满足经济需求,还具备良好的可持续性,从而为环保事业作出积极贡献。

[参考文献]

- [1]张奋学. 建筑电气设计中的照明节能技术研究[J]. 住宅与房地产,2024(26):101-103.
 - [2]白莉莉. 民用建筑电气照明设计中节能技术的应用[J]. 光源与照明,2022(10):25-27.
 - [3]邓永茂. 基于照明节能技术的民用建筑电气设计[J]. 工程建设与设计,2024(18):28-30.
- 作者简介:全立婧(1988.10—),毕业院校:河北建筑工程学院,专业:建筑电气与智能化,单位:石家庄圣帝建筑设计咨询有限公司,职务:电气设计,现职称:工程师。