

# Intelligent Control and Energy-saving Effect Analysis of Building Electrical Lighting System

Jie Gao

China Architecture Design & Research Group Co., Ltd., Beijing, 100044, China

## Abstract

In the context of the increasing demand for building energy conservation, the intelligent upgrade of the electrical lighting system has become the key path to reduce building energy consumption. This paper deeply explores the technical principles and practical application scenarios of the main intelligent control forms such as sensor control, dimming control, and centralized linkage control from the core logic of intelligent management of building electrical lighting. By combining the application requirements of different building types such as residential buildings and public buildings, it analyzes the energy-saving mechanism of each intelligent control form. The research shows that intelligent control, by precisely matching lighting demands and energy supply, can effectively prevent wasteful lighting consumption and significantly improve the energy utilization efficiency of the lighting system. The purpose of this paper is to provide practical reference for the intelligent transformation of building electrical lighting systems, helping the construction industry achieve the goal of energy conservation and reduction.

## Keywords

Building electrical; Lighting system; Intelligent control; Energy-saving effect

## 建筑电气照明系统的智能化控制与节能效果分析

高洁

中国建筑建筑设计研究院有限公司, 中国·北京 100044

## 摘要

建筑节能需求出现提升态势背景里, 电气照明体系的智能化升级变为削减建筑能耗的关键道路。本文从建筑电气照明智能化管控的核心逻辑, 深刻探究感应管控、调光管控、集中联动管控等主要智能化管控形式的技术原理和现实应用场景, 联合民用建筑、公共建筑等不同建筑种类的运用需求, 剖析各类智能化管控形式的节能作用机理。研究显示, 智能化管控借助精准搭配照明需求和能源供应, 能够有效防止无效照明耗费, 明显提升照明体系的能源利用效率。本文目的是给建筑电气照明体系的智能化改造提供贴近实际的实践参照, 助力建筑领域达成节能降耗目标。

## 关键词

建筑电气; 照明体系; 智能化管控; 节能成效

## 1 引言

伴随城市化进程的推动, 建筑能耗在社会总能耗中的占比持续上升, 其中电气照明能耗属于建筑日常运营能耗的重要组成部分。在当前绿色低碳发展观念的引导之下, 传统照明体系“长时开启长时发亮”“亮度保持固定”等粗放型运行模式已经不能满足节能需求, 智能化管控技术因为能够实现照明体系的精准化、高效化运行, 逐渐变成建筑照明改造的主要方向。有别于传统照明管控依靠人工操作的局限性, 智能化管控通过融合传感技术、自动管控技术等, 让照明体系可以依照环境改变、人员活动等实际需求自主调节运行状态, 既提升照明使用的便捷程度, 又能够最大程度减少

能源浪费<sup>[1]</sup>。本文聚焦于建筑电气照明体系的智能化管控, 深刻剖析其核心管控形式和节能效果, 给实际建筑照明体系的优化升级提供实用参照。

## 2 建筑电气照明体系智能化管控的核心逻辑和技术基础

### 2.1 智能化管控的核心逻辑

建筑电气照明智能化管控的核心逻辑为“按照需求供应光线”, 也就是通过各类感知装置捕捉建筑内部的人员活动、自然光强度等实时信息, 经过管控模块处理, 精准调节照明灯具的开关状态和亮度等级, 保证照明供应和实际需求高度契合。传统照明体系之所以能耗较高, 核心问题在于不能动态回应需求改变, 例如白天自然光充足情况下灯具仍然正常开启、人员离开之后灯具没有及时关闭、不同区域的照明亮度没有依照使用场景调节等, 这些状况都会造成大量无

【作者简介】高洁(1986—), 男, 中国北京人, 本科, 高级工程师, 从事建筑电气设计类研究。

效能耗。智能化管控通过“感知—判断—调节控制”的闭环运行，从根源之处解决传统照明体系的粗放型运行问题，实现照明能源的精细化运用<sup>[2]</sup>。

## 2.2 智能化控制的基础技术支撑架构

照明体系的智能化操控需要依靠基础技术的协同运作，这些技术并非繁复的高精尖技艺，而是于建筑领域已广泛运用的成熟技术，具备较强的实践落地属性。其间，传感技术乃达成“感知”效能的核心要件，常见者有人体感应传感装置、光线传感装置等，人体感应传感装置可捕捉人员的进入与离去状态，光线传感装置能实时探测环境自然光的明度；自动控制技术系实现“调控”功能的关键要素，通过控制器对传感信号的分析处置，生成相应的控制指令，驱动灯具完成启闭或调光动作；除此之外，简易的联动通信技术可实现多个照明区域或不同设备之间的协同操控，保障照明系统运行的持续性。这些基础技术的交融应用，为智能化操控的落地提供了可靠支撑，无需复杂的系统架构便可达成核心节能目标<sup>[3]</sup>。

## 3 建筑电气照明系统主流智能化控制模式及应用实践

### 3.1 感应控制：精确契合人员活动需求

感应操控是建筑照明智能化应用中最具实践属性的方式之一，其核心在于通过人体感应传感装置检测区域内是否存在人员活动，进而自动控制灯具的启闭。依据应用场景的差异，感应操控主要分为红外感应与微波感应两种类型，红外感应适用于封闭性较强的室内区域，诸如住宅走廊、卫生间、地下车库等；微波感应则适用于开放性较强、人员流动频繁的区域，例如商场通道、写字楼走廊等。

在实际应用当中，感应操控的设置需结合区域使用特征调整参数，譬如住宅走廊的感应延迟时长可设定为30秒左右，规避人员短暂经过时灯具频繁启闭；地下车库则可设定为“有人时全亮、无人时低亮待机”的模式，既保障人员通行安全，又减少能源消耗。这种操控方式无需人工介入，能有效解决传统照明中“人走灯未灭”的问题，尤其适用于人员流动无规律的区域，是降低无效照明能耗的基础手段<sup>[4]</sup>。

### 3.2 调光控制：适配环境光线与使用场景需求

调光操控是通过调节灯具的发光强度，使照明亮度始终维持在符合使用需求的合理区间，避免因亮度过高造成的能源浪费。调光操控需结合光线传感装置实现闭环操控，光线传感装置实时探测环境中的自然光明度，控制器依据预设的照明标准，自动调整灯具的输出功率。同时，调光操控还可结合场景需求进行预设，例如办公室可预设“办公模式”“会议模式”“午休模式”等不同明度等级，满足不同使用场景的照明需求<sup>[5]</sup>。从实际应用状况来讲，调光控制于自然光丰裕的区域节能成效格外凸显，例如商场的中庭部分、写字楼的靠窗范围，白昼可借助调光操作降低灯具的发

光程度，对自然光加以充分运用；当处于夜间时分或自然光匮乏之际，便自动将亮度提升至标准数值水平。此种控制形式不光能够实现节能目的，还可以对照明的舒适程度进行提升，规避固定亮度所引发的视觉疲惫现象，在民用建筑物以及公共建筑物当中都具备广泛的应用意义与价值。应当予以留意的是，调光控制需要与可进行调光的灯具搭配使用，像LED灯具这类，当前LED灯具已然成为建筑照明领域的主流选取对象，为调光控制的具体落地实施提供了优良的硬件根基条件。

### 3.3 集中联动控制：达成全建筑照明的统筹规划管理工作

集中联动控制是面向大型公共建筑（例如商场、医院、写字楼）照明系统的智能化控制手段，通过构建集中控制平台体系，达成对全建筑多个照明区域的统筹规划管理以及联动调节控制。这种控制方式不仅对感应控制、调光控制的功能进行了整合汇集，还能够结合建筑内部其他系统（如空调系统、安防系统）的运行状况开展联动操作，形成更为高效的节能运行模式形态。在实际应用场景当中，集中控制平台能够对各区域照明灯具的运行状态实施实时监控，管理人员可以通过平台进行远程操作，对照明参数加以调整和改变，也能够预先设置不同时段的照明模式情形，比如商场在营业高峰时期启动全区域标准照明模式，非营业时段则仅仅保留通道部位以及应急照明部分；写字楼在工作日正常开启办公区域的照明设施，周末则只保留公共区域的基础照明配置。

## 4 建筑电气照明智能化控制的节能效果剖析

### 4.1 降低无效照明能耗，提升能源利用效能

智能化控制最为直接的节能效果体现于降低无效照明消耗方面。在传统照明系统架构当中，由于对人工开关存在依赖情况，极易出现“人员离开而灯具未熄灭”“白昼时分灯具依然开启”等状况，这些无效照明消耗在照明总能耗当中占据较高比例份额。而感应控制借助对人员活动的自动检测功能，能够在人员离开之后及时关闭灯具装置，从根本源头处避免了因人员疏忽大意所导致的无效能耗问题；光线感应功能与调光控制相结合，能够对自然光进行充分利用，减少白昼时段灯具的能源消耗数量。比如在办公建筑的靠窗区域范围，通过光线感应调光操作，白昼时光能够使灯具亮度降低50%以上，有效减少了不必要的能源支出情况。

### 4.2 延长灯具使用寿命，降低综合能耗成本

智能化控制架构除可缩减照明运行阶段的能耗数值，还能借助灯具运行状态的优化流程实现使用寿命的延长效果，以间接形式达成建筑综合能耗成本的降低目标。传统照明系统体系内，灯具设备的频繁开关操作及长期满负荷的运行模式会加速设备的老化损坏进程，造成更换频率的提升状况与维护成本的增加情形。而智能化控制模块中的调光功能组件可规避灯具处于长期满功率的运行状态，达成光源损耗

的减少成果；感应控制机制则能防止灯具因无人管理的客观状态出现长期开启现象，实现运行时间的降低目的。以地下车库场景采用“人员存在全亮度、人员缺失低亮度”的感应调光模式为例，灯具设备的运行负荷参数与运行时间指标均呈现大幅降低态势，使用寿命可实现30%以上的延长幅度，既达成灯具更换费用的减少效果，也完成更换环节人工成本与材料能耗的降低任务。

#### 4.3 适配不同建筑类型需求，实现差异化节能

各类型建筑实体的照明需求存在显著差异，智能化控制体系可通过控制模式的灵活调整手段，达成差异化的节能成效表现，促使节能方案与建筑实际使用需求形成更高契合度。在民用建筑范畴内，住宅结构的走廊区域、卫生间空间等人员流动规律不明确的部位，采用人体感应控制方式可有效杜绝无效照明现象，取得显著节能效果；卧室空间、客厅区域等场所则可应用调光控制技术，结合人员活动状态参数与使用需求指标实施亮度调整操作，实现节能目标与舒适体验的兼顾平衡。在公共建筑领域中，商业业态的营业区域需保障充足的照明亮度水平以优化购物体验感受，采用光线感应调光控制技术可以利用自然光源的同时维持照明质量标准，达成节能目标的同时不影响商业运营活动；医院建筑的病房区域需要柔和持续的照明环境，运用调光控制技术结合感应控制手段，可在医护人员巡查作业时提升亮度等级，在患者休息时段降低亮度水平，既满足医疗场景的需求条件，又实现能耗数量的减少结果。此种差异化的节能模式体系，使智能化控制技术在不同的建筑类型场景中均能发挥最优节能效果表现。

### 5 建筑电气照明智能化控制应用的注意要点

#### 5.1 建筑实际需求导向的控制方式选择策略

智能化控制方式的选取行为需以建筑实体的实际使用需求为根本出发点，规避盲目追求技术复杂程度的行为倾向。针对小型民用建筑类型，如普通住宅建筑、小型商铺实体，采用基础的感应控制技术与调光控制技术即可满足节能需求目标，无需投入成本较高的集中联动控制系统装置；针对大型公共建筑类型，如写字楼建筑、商业综合体，鉴于区域构成复杂、人员流动频繁的客观特性，集中联动控制系统能够更优实现统筹管理效能，提升节能效果水平。

#### 5.2 注重系统的稳定性与维护便捷性

智能化照明系统于稳定状态下的运行，乃保障节能成

效的根基所在。于系统设计环节以及安装流程当中，需对成熟且具有可靠性的设备与技术加以选取，以防范因设备产生故障，进而致使照明系统难以开展正常运行的状况。与此同时，需对系统维护的便捷属性进行考量，择取操作简便、维护成本处于较低水平的控制系统，为管理人员日常开展检修工作以及实施参数调整提供便利条件。

#### 5.3 兼顾节能效果与使用舒适度

智能化控制的核心目标，是在确保照明使用具备舒适程度的前提下，达成节能的目的，不可为了对节能效果进行追求，而对照明质量造成损害。在开展调光参数的设置工作时，需将人体视觉方面的需求进行结合，防止出现亮度过低的情况，对视线造成影响；在进行感应控制延迟时间的设置过程中，需对人员正常的活动节奏加以考虑，避免灯具出现频繁开关的现象，对使用体验产生不良影响。

### 6 结语

建筑电气照明系统所实施的智能化控制，借助“依据需求供应光线”的核心逻辑架构，与感应控制方式、调光控制方式、集中联动控制方式等进行结合，实现了照明系统的精准化运行模式，有效地对无效照明所产生的能耗进行了减少，提升了能源的利用效率水平。其节能成效不仅体现于运行能耗的降低层面，还能够通过延长灯具的使用寿命，对综合成本进行降低，并且能够与不同类型建筑的需求相适配，实现差异化的节能效果。在实际的应用场景当中，仅需将建筑的实际需求作为依据，对合适的控制方式进行选择，对系统的稳定性特征以及维护的便捷属性加以注重，对节能效果和使用舒适度进行兼顾处理，即可让智能化控制充分地发挥节能方面的作用效能。

#### 参考文献

- [1] 余本强.智能消防应急照明系统在建筑电气设计中的应用[J].新城建科技,2025,34(11):74-76.
- [2] 刘秋明.基于深度学习的建筑电气照明节能控制分析[J].光源与照明,2025,(10):12-14.
- [3] 徐志宏,张亮,田媛.基于既有建筑电气改造的照明系统节能方案[J].光源与照明,2025,(10):18-20.
- [4] 施林锋.建筑电气照明系统节能优化目标与方法[J].光源与照明,2025,(09):39-41.
- [5] 黄晓宇.建筑电气照明系统中高低压配电柜安装研究[J].中国照明电器,2025,(09):103-105.