

节能型智能照明系统在现代建筑中的应用分析

张琦

上海一建建筑装饰有限公司
DOI: 10.32629/jpm.v7i3.8781

[摘要] 在“双碳”战略深入推进与现代建筑向绿色智能化转型的大背景下，节能型智能照明系统的应用价值逐渐显现出来，其应用过程中仍存在诸多亟待解决的问题。本文结合现代建筑的实际情况，提出深化前期设计、引入 AI 算法等优化策略，兼顾系统集成、健康适配与经济性等具有针对性的策略，旨在提升系统的节能效能和适配性，推动该系统与现代建筑的深度融合，助力建筑行业达成绿色低碳的发展目标。

[关键词] 节能型智能照明系统；现代建筑；技术应用；优化策略

Analysis of the Application of Energy-saving Smart Lighting Systems in Modern Buildings

Zhang Qi

Shanghai Yijian Building Decoration Co., Ltd.

[Abstract] Against the backdrop of the in-depth promotion of the "dual carbon" strategy and the transition of modern buildings towards green and intelligent technologies, the application value of energy-saving intelligent lighting systems is gradually emerging. However, there are still many urgent issues to be addressed in their application process. This article proposes optimization strategies such as deepening early design and introducing AI algorithms, taking into account targeted strategies such as system integration, health adaptation, and economy, based on the practical application of modern buildings. The aim is to enhance the energy-saving efficiency and adaptability of the system, promote its deep integration with modern buildings, and assist the construction industry in achieving green and low-carbon development goals.

[Key words] energy-saving intelligent lighting system; modern architecture; technology application; optimization strategy

1 节能型智能照明系统在现代建筑中的应用现状

1.1 公共空间：从功能照明到场景联动的广泛应用

现代建筑的公共空间涵盖大堂、走廊、茶歇区等多个区域，节能型智能照明系统的应用已从单纯满足基础照明需求，逐步延伸到场景联动的层面（见图 1）。像办公楼大堂、茶歇区等公共区域，系统依托毫米波雷达传感器实时捕捉人员流动情况，自动切换照明状态，并非一成不变的固定亮度。人员密集时保持适宜亮度保障通行与活动需求，人员稀少时自动调暗，既避免能源浪费，又能贴合公共空间的使用特点，这种场景联动的应用模式在各类现代建筑中已十分普遍，实用性也确实很突出。

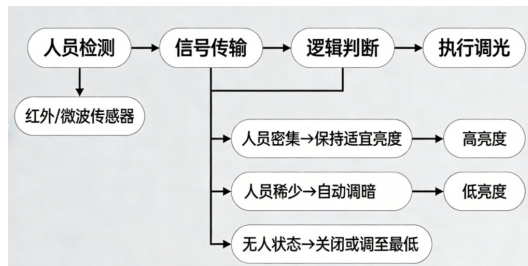


图 1 场景联动控制流程

1.2 办公与商业：从单向控制到健康节律的深度融合

办公与商业区域是节能型智能照明系统应用最广泛的场景，其应用已摆脱传统单向控制的局限，逐步与人体健康节律深度融合^[1]。办公楼这类场景中，系统能根据日间不同时段的

自然光变化，自动调节照明的亮度与色温，践行生物节律照明理念（图2）。上午采用5000K-6500K的偏冷色温，保持明亮且柔和的光线，帮助办公人员快速进入工作状态，下午适当调至2700K-3500K的偏暖色温，缓解视觉疲劳，这种贴合人体健康节律的应用，让办公与商业空间的照明更具人性化，也更贴合实际使用需求。

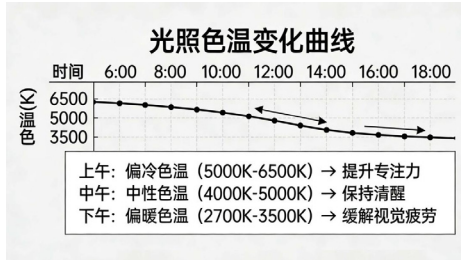


图2 健康节律照明曲线图

1.3 地下车库与室外：从长明灯到人车来灯的精准节能

现代建筑的地下车库及室外区域，节能型智能照明系统已彻底改变以往长明灯的粗放模式，实现人车来灯的精准节能^[2]。办公楼地下车库区域，系统搭配毫米波雷达传感器，能精准捕捉车辆及人员的移动轨迹，车辆或人员进入某一区域时，对应区域照明自动亮起，离开后延迟5分钟左右自动关闭，避免无效照明消耗。室外区域则结合夜间光线变化与人员活动情况，自动调节照明亮度，既保障夜间通行安全，又能最大限度减少能源浪费，精准贴合这类区域的节能需求。

1.4 住宅领域：从基础开闭到智能家居的逐步渗透

住宅领域中，节能型智能照明系统的应用已从简单的基础开闭控制，逐步向智能家居领域渗透，不再是单一的照明功能。目前不少新建住宅及改造项目中，系统可与家居控制系统联动，住户能根据自身居住习惯，设定不同房间的照明模式，比如卧室夜间起夜时自动亮起低亮度灯光，客厅可根据活动场景切换照明状态。这种渗透式应用不仅提升了住宅居住的便捷性与舒适度，还能通过精准调控降低家庭照明能耗，慢慢成为现代住宅智能化升级的重要组成部分。

2 不同类型现代建筑的系统适配应用

2.1 超高层建筑：竖向分区与群控管理的拓扑适配

超高层建筑楼层多、竖向空间跨度大，照明区域分散且不同楼层使用需求差异明显，节能型智能照明系统的拓扑适配需重点依托竖向分区与群控管理^[3]。这类超高层建筑漏一般按低、中、高楼层划分照明分区，每个分区设置独立控制单元，同时搭建全域群控平台。竖向分区设计能避免高层与低层照明相互干扰，群控管理则可实现全楼照明的统一调度，既保障高楼层照明的稳定性，又能避免低楼层无效能耗，适配超高层建筑竖向空间的使用特点，实用性也相当强。

2.2 大型综合体：跨业态协同与平台集成的架构适配

大型综合体涵盖商业、办公、休闲等多种业态，各业态照明需求差异显著，节能型智能照明系统的架构适配核心在于跨业态协同与平台集成。比如产业园综合体，包含办公、配套商

业等多种功能区域，不同区域照明时段、亮度要求各不相同。平台集成设计能打破各业态照明系统的独立壁垒，让系统可根据不同业态的实时使用情况，自动调整照明模式，既满足各业态的个性化需求，又能实现全综合体照明的高效管控，避免业态间照明调控脱节。

2.3 既有建筑改造：无线部署与免布线的接口适配

既有建筑改造中，节能型智能照明系统的适配重点的是无线部署与免布线接口设计，既有建筑原有线路布局固定，重新布线不仅成本高，还可能破坏建筑原有结构^[4]。系统采用无线控制模块，无需改动原有线路，直接对接原有照明接口，大幅降低改造施工对建筑的影响。免布线接口设计能实现与原有照明设备的快速适配，无需额外铺设线路，既节省改造工期，又能减少施工过程中的各类损耗。无线部署模式还能灵活调整照明控制点位，适配既有建筑复杂的空间布局，比如改造后的综合教学实验楼、阶梯报告厅，可根据空间功能调整控制范围，无需受原有线路限制，适配性十分灵活。

2.4 智慧园区：全域互联与数字孪生的生态适配

智慧园区的节能型智能照明系统，适配核心在于全域互联与数字孪生的生态融合。系统搭建全域互联网络，覆盖园区内所有建筑、道路、公共区域的照明设备，实现照明状态的实时同步与统一管控。数字孪生技术则可构建园区照明系统的虚拟模型，精准复刻园区照明布局与运行状态，实时反馈各区域照明能耗、设备运行情况。通过全域互联实现各区域照明协同，数字孪生模型则可提前预判设备运行隐患，让照明系统融入园区整体智慧生态，贴合智慧园区的绿色发展需求。

3 节能型智能照明系统应用优化策略

3.1 深化前期设计，实现系统集成化

深化前期设计需立足建筑全生命周期，将节能型智能照明系统与建筑整体设计深度绑定，打破设计与施工、运维脱节的困境。设计团队需提前介入建筑方案设计阶段，联合建筑、机电、装修等多专业人员开展协同研讨，利用BIM技术进行碰撞检查，提前解决吊顶内空间不足问题，同时精准梳理建筑各区域的照明需求、使用场景以及能耗控制目标，制定个性化集成设计方案。设计过程中需明确系统与楼宇自控、安防、消防等系统的衔接接口，预留充足的集成空间，避免后期改造冲突。同时细化照明点位布局、控制逻辑设计以及能耗测算，结合建筑功能分区，合理规划照明回路与控制模块，确保系统既能满足各区域照明需求，又能实现与其他系统的无缝协同。设计完成后需组织多专业评审，重点核查集成方案的可行性、适配性以及节能潜力，针对评审中发现的接口不兼容、布局不合理等问题，及时优化调整，确保前期设计充分兼顾集成化需求，为后期系统安装、调试以及稳定运行奠定坚实基础，让系统真正融入建筑整体智能化体系。

3.2 引入AI算法，提升决策智能化

引入AI算法需结合建筑照明的实际运行数据与使用场景，构建精准化、自适应的智能决策模型，摆脱传统固定调控模式

的局限^[5]。技术团队需收集建筑各区域的历史照明数据、人员流动数据、自然光变化数据以及能耗数据，对数据进行清洗、分析后，输入 AI 算法模型进行训练。模型训练过程中需重点优化光照调节、开关控制的决策逻辑，结合不同场景的使用规律，让算法能够自动识别人员活动状态、自然光强度变化，精准预判照明需求。同时嵌入自学习功能，算法可根据用户手动微调记录、实时运行数据，持续优化决策参数，比如办公区域可根据不同时段人员在岗率，自动调整照明亮度与开启范围，地下车库可根据车辆流动频率，优化感应照明的触发时间与延迟关闭时长。

3.3 强化施工预埋，确保管线敷设规范化

强化施工预埋需立足施工全流程管控，将管线敷设规范要求贯穿预埋准备、现场施工、隐蔽验收全过程，杜绝后期管线破损、返工等问题。施工团队需提前对照照明系统设计图纸，精准核对管线敷设的走向、规格、间距要求，结合建筑结构布局，明确预埋点位与深度，避开建筑承重构件及其他管线，避免管线交叉干扰。预埋前对管线材质进行严格核查，选用低烟无卤阻燃的耐腐蚀、抗老化管线，切割、弯曲管线时规范操作，确保管线无破损、无褶皱，接口处采用密封处理，防止后期受潮、漏电。施工过程中安排专人现场监护，精准定位预埋管线位置，采用专用固定件固定管线，保障管线敷设平整、牢固，间距符合设计标准，避免管线偏移、松动。预埋完成后及时开展隐蔽工程验收，重点核查管线敷设规范性、接口密封性及固定牢固度，验收合格后方可进入下一道工序，同时做好验收记录，留存管线敷设详细资料，为后期系统调试、维护提供支撑，从源头确保管线敷设规范化，保障照明系统长期稳定运行。

3.4 前置健康设计，落实灯具选型与安装标准化

前置健康设计需将人体健康需求融入灯具选型与安装全流程，打破传统灯具选型只注重亮度的局限，实现健康照明与标准化安装的有机结合。设计团队需提前结合办公楼等建筑不同区域的使用场景，参考 WELL 健康建筑标准及人体视觉健康标准，优先选用无频闪、低蓝光、高显色指数的护眼型灯具，办公、教学区域选用可调节色温的灯具，住宅区域选用柔和和无眩光的灯具，避免光线对人体视力造成损伤。灯具选型后需进行样品检测，核查灯具的光参数、能耗指标及健康性能，确保符合设计标准与健康需求。安装过程中严格遵循标准化流程，根据照明点位布局，精准定位灯具安装位置，确保灯具安装水平、牢固，间距均匀，避免安装偏移导致光照不均。安装完成后调试灯具角度与亮度，确保光照覆盖均匀，无眩光、无阴影，同时做好灯具固定加固处理，防止后期脱落，同步核查灯具接线规范性，杜绝接线错误引发的安全隐患，切实落实灯具选型与安装标准化，打造健康、安全的照明环境。

3.5 统一协议标准，严控接口预留与接线工艺

统一协议标准需立足系统互联互通需求，规范接口预留与接线工艺，打破不同设备、不同系统之间的兼容壁垒，保障照

明系统稳定运行。建设单位需联合设计、施工及设备供应商，明确统一的通信协议与接口标准，规范接口参数、数据传输格式及控制指令，确保灯具、控制器、管控平台等设备采用统一标准，实现无缝对接。接口预留阶段，施工团队需对照设计图纸，精准预留接口位置、数量及规格，预留接口需做好密封防护处理，标注清晰标识，避免接口堵塞、损坏或预留错误。接线过程中严格遵循标准化工艺，选用适配的接线材料，接线牢固、规范，做好绝缘处理，避免接线松动、短路等问题，不同线路采用不同颜色区分，便于后期调试与维护。

3.6 优化投资模式，提升方案经济性

优化投资模式需兼顾前期投入与长期收益，结合项目实际情况，制定科学合理的投资方案，避免盲目投资或过度节约导致的后期隐患。建设单位需提前开展成本测算与收益分析，合理规划前期设备采购、设计、施工等环节的投入，优先选用性价比高、节能效果突出且使用寿命长的设备，避免选用价格低廉但能耗高、易故障的产品，降低后期运维成本。同时可采用多元化投资模式，引入社会资本参与项目建设与运维，减轻自身资金压力，同时借助专业机构的技术与管理优势，提升项目投资效益。此外建立投资收益跟踪机制，实时监测系统运行过程中的能耗节约情况、运维成本变化，对比前期投资与长期收益，动态优化投资方案。针对既有建筑改造项目，可采用分期投资、逐步升级的模式，优先改造能耗高、使用频率高的区域，逐步实现全建筑覆盖，既降低前期投资压力，又能快速获得节能收益，提升整个方案的经济性与可行性。

4 结语

节能型智能照明系统是现代建筑绿色化、智能化发展的重要支撑。目前，该系统在应用过程中虽然仍然面临着许多挑战，但随着技术的不断迭代以及优化策略的落地实施，系统的适配性和节能效能将会持续提升。未来，节能型智能照明系统将与现代建筑深度融合，结合大数据、边缘计算等新技术实现功能升级，逐步覆盖各类建筑场景，为建筑行业的绿色低碳转型注入持续动力，助力实现能源节约和生态环保的双重目标。

【参考文献】

- [1]张建国.智能照明系统在建筑工程中的应用[J].灯与照明, 2026, 50(01): 90-92.
- [2]宁文荣, 曲捷.基于智能控制的建筑照明节能优化设计[J].灯与照明, 2026, 50(01): 38-40.
- [3]骈宇晖.现代建筑中智能照明系统的施工技术与应用研究[J].城市开发, 2026, (02): 83-85.
- [4]陈楠.现代建筑照明系统智能控制与管理技术[J].灯与照明, 2025, 49(04): 49-51.
- [5]韩书丹, 刘硕硕.现代建筑设计中的智能建筑技术经验介绍[J].中国建设信息化, 2025, (15): 70-73.