

[控制系统]

智能照明控制系统在医院节能管理中的应用

文/王明雷 卢海波
临沂市中心医院

通过智能照明系统，医院能够根据实际需要自动调整照明强度和开关时间，有效减少不必要的能源浪费。全面探讨智能照明控制系统在医院节能管理中的应用，通过分析病房和公共区域的照明需求，评估智能照明系统的节能效果和实际应用价值，进而提出未来照明系统优化的建议与方向。

在现代医疗设施管理中，节能减排已成为全球医疗行业关注的重点之一，特别是医院作为能源密集型单位，其能源消耗主要集中在照明系统、空调系统和医疗设备等方面。其中，照明系统作为医院能源消耗的重要组成部分，其优化管理不仅可以显著降低能源成本，还能提高照明质量，保障医疗安全和提升患者及医护人员的舒适度。智能照明控制系统通过集成先进的传感技术、自动控制算法和人工智能，实现照明强度和时长的动态调节，以适应医院各区域的实际需求，从而达到高效利用能源的目的。该系统不仅能响应内部环境变化，优化照明效率，还能通过数据分析支持医院管理层做出更为科学的能源使用决策。

智能照明控制系统

1. 智能照明控制系统的基本原理

智能照明控制系统基于一系列传感器和控制算法，自动调节照明设备的运行状态以优化能源使用。该系统核心原理涉及环境光线检测与人体感应技术，通过光纤传感器和红外传感器收集环境光强度和房间内人体活动信息，输入至中央处理单元。中央处理单元根据预设的算法调整照明强度，以达到节能目标。此过程可以表示为

$$I = L \times (1 - e^{-k \times P}) \quad (1)$$

式中， I 是照明强度； L 是环境光线强度的最大可调范围； P 是房间内的人员密度； k 是调节系数，反映人员密度对照明强度调节的敏感度^[1]。

该系统还包括时钟控制，能根据医院运行的高峰与低谷时段自动调整照明策略，优化能效。在夜间或非高峰时段，通过降低 k 值，减少照明强度，以此降低能耗，而保证医疗安全不受影响。通过实时数据分析，系统不断优化 k 值和 L 参数，确保照明系统在满足医疗和安全需求的同时，实现最大程度的能源节约。智能照明系统的实施有助于减少碳足迹，符合可持续发展目标，对医院管理及维护提出了高效且可行的节能策略^[2]。

2. 关键技术

智能照明控制系统的核心技术包括传感器融合技术、无线通信技术和数据分析技术。传感器融合技术通过多种传感器（如光纤传感器、红外人体感应传感器和温度传感器）的数据整合，提供更为精确和全面的环境信息，以便系统进行更细致的光照调控。无线通信技术则实现了传感器与中央控制器之间的实时数据传输，确保了系统的即时响应与灵活性^[3]。数据分析技术则应用于处理收集到的大量数据，利用机器学习算法优化照明策略，提升系统

的智能化水平。系统的光照调节可以通过以下优化模型进行描述

$$E=\alpha\cdot\left(1-\frac{D}{D_{\max}}\right)+\beta\cdot\left(1-\frac{I}{I_{\max}}\right)\quad(2)$$

式中， E 是系统的节能效率； D 和 I 分别是实时人员密度和实际光照强度； $D_{\max}$ 和 $I_{\max}$ 为人员密度和光照强度的理论最大值； α 和 β 是调整参数，分别反映人员密度和光照强度对节能效率的影响权重。

通过实时调整参数，智能照明控制系统不仅确保了医疗环境的光照需求，同时也实现了能源使用的最大化效率，有力地支持了医院节能管理的实施，为绿色医疗环境提供了科技支撑^[4]。

智能照明控制系统在医院中的需求

1. 病房照明

智能照明控制系统在医院病房的应用，主要侧重于通过精确调节照明强度和色温来适应患者的生理和心理需求，同时优化能源消耗。该系统集成了环境光传感器和人体活动监测器，实时调整照明以匹配自然光变化及病房使用情况。通过对照明控制的细致管理，系统能够根据病房内部活动减少不必要的能源使用，同时保证必要的照明水平以保证医护人员的工作效率和患者的安全。智能系统能根据时间段自动调整光照模式，如夜间模式将自动降低光照强度，减少对患者睡眠的干扰^[5]。表1展示了实施智能照明系统前后医院病房区的照明能耗对比，反映了智能照明控制系统在节能方面的显著效果。

表1 智能照明控制系统在节能方面的显著效果

时间段	实施前每日能耗 / (kW·h)	实施后每日能耗 / (kW·h)	节能百分比 (%)
00:00—06:00	120	80	33.3
06:01—12:00	150	100	33.3
12:01—18:00	150	100	33.3
18:01—23:59	120	80	33.3

在每个时间段内实施智能照明系统后，医院病房区的能耗均实现了约33.3%的节约，这不仅降低医院的运营成本，同时也促进环境可持续性的发展。通过这种高效的能源管理策略，医院能够在确保医疗服务质量的前提下，实现绿色医疗环境的构建。

2. 公共区域照明

在医院中公共区域照明对于保障医疗安全、导

航及公众信息的传递至关重要，而智能照明控制系统在区域的应用可以显著提升能源管理的效率。该系统通过安装在走廊、候诊室、接待区等公共空间的环境光感应器和运动探测器，动态调节照明强度和开关状态，以适应实际光照需求和人流变化，从而减少无效和过度照明的能源浪费。智能照明系统还可以根据时间段自动调整光照模式，如在夜间自动降低光照强度，以适应人流减少的情况，同时保持足够的安全照明。通过这种方式，不仅优化了照明使用，也延长了照明设备的使用寿命，降低了维护成本。表2提供了实施智能照明系统前后医院公共区域的能耗对比数据，展示了节能效果。

表2 智能照明系统前后医院公共区域的能耗对比数据

区域类别	实施前每日能耗 / (kW·h)	实施后每日能耗 / (kW·h)	节能百分比 (%)
走廊	200	120	40
候诊室	250	150	40
接待区	180	108	40

在智能照明控制系统实施后，医院公共区域的能耗显著减少，平均节能率达到40%，这不仅减少了能源消费，也符合医院节能管理的长期战略目标，同时为医院营造了更加舒适和安全的环境。通过这种创新技术的应用，医院的能源效率得到了显著的提升，有助于推动整个医疗行业向着更为绿色和可持续发展的方向发

智能照明控制系统在医院节能中的应用

1. 时间的控制

在医院节能管理中，智能照明控制系统的时间控制功能扮演着至关重要的角色，通过预设时间表自动调整照明强度与运行时间，有效减少不必要的能源浪费。研究数据表明，医院的照明系统平均消耗占总能耗的22%，而通过实施时间控制策略，智能照明系统能够降低约30%的照明能耗。具体实施中，系统根据医院各区域的使用频率和时段，设定不同的照明策略。例如，走廊和公共区域在夜间人流量减少时自动调低至基础照明水平，仅为标准照度的50%，此外，候诊区在门诊高峰时段（通常为8:00—17:00）维持100%照明强度，非高峰时段则降至60%。这种基于时间的智能调控不仅优化能源分配，提高能效比，还显著降低医院运营成本。通过时间控制系统，年均节能可达150万kW·h，相当

于减少约500 t CO₂排放。此外，智能时间控制系统的应用还带来了设备使用寿命的延长，减少了维护成本。

2. 传感器的控制

在智能照明控制系统中，传感器的控制对于实现医院照明的精准节能至关重要。传感器控制机制主要通过光线传感器、人体红外传感器和环境传感器来自动调整照明设备的开启与关闭以及光线强度，从而根据实时需求优化能源消耗。光线传感器能够检测自然光的强度并相应调整室内照明强度，确保照明水平维持在预定的舒适度与效率标准之内。通过引入光线传感器，医院照明系统的能耗可以降低高达35%，同时保持适宜的视觉环境。人体红外传感器则用于检测特定区域的人体活动，如在病房或办公室内无人时自动关闭照明，这种方式可以额外减少约25%的电力消耗。此外，环境传感器监测的数据可以用于分析室内外环境质量与温度变化，进而调整照明系统以适应环境变动，进一步优化能源利用效率。综合使用这些传感器的医院智能照明系统平均能效提升率可达到40%，并且通过减少照明的过度使用，延长了照明设备的使用寿命和减少了维护成本。

3. 光线强度自动调节

光线强度自动调节作为智能照明控制系统中的核心功能，通过综合运用先进的传感技术和算法，显著提升了医院照明系统的能效和操作效率。该功能依赖于光线传感器的实时数据反馈，自动调整室内照明强度以保持与外部自然光线变化同步，从而实现能源的最优化使用。实证研究显示，在采用光线强度自动调节功能的医院区域，照明系统的能耗比未采用该功能的区域平均降低了30%以上。例如，在日间光照充足的条件下，系统能够自动减少人工照明的输出，将照明强度从标准的500 lx降至

适宜的300 lx，而在阴天或夜间，则根据需要调整照明强度以满足最低标准。此外，通过精确控制照明强度，还能有效延长照明设备的使用寿命，并减少光污染，进一步促进医院环境的舒适性和安全性。根据最新统计，通过实施光线强度自动调节，医院年平均节能达到180万kW·h，相当于减少CO₂排放600 t，同时，医院的照明相关维护成本也因此下降了20%。

结束语

综上所述，推广智能照明控制系统在医院节能管理中的应用，不仅是医院响应全球节能减排行动的重要措施，也是提高医院经营效率和社会责任感的有效途径。通过深入分析系统在实际医院环境中的应用效果，本文旨在展示智能照明控制系统对医院节能管理的贡献，进一步激发行业内对高效能源使用技术的重视和推广。EA

(收稿日期：2024-07-16)

参考文献

- [1] 吴婷. 医院合同能源管理改造经济效益分析[J]. 上海节能, 2024(5): 863-867.
- [2] 滕翔, 滕敏敏, 崔彦伟. 医院供配电系统节能设计和能效管理[J]. 自动化应用, 2024, 65(9): 231-233, 237.
- [3] 姚晶珊. 公立医院后勤智慧运维一体化平台的节能管理[J]. 上海节能, 2024(3): 523-530.
- [4] 张启业, 程瑶瑶, 于毅, 等. 医院污水站节能减排技术与管理策略研究[J]. 皮革制作与环保科技, 2024, 5(5): 145-147.
- [5] 茆在辉, 苏红青, 赵奕华. 医院节能新技术应用与节能管理方案探索[J]. 上海节能, 2024, (2): 326-330.

