

基于无线动能开关的智能照明控制系统在办公建筑中的应用

刘悦¹, 张瑶瑶(通讯作者)¹, 陈林旋¹, 武研²

(1. 浙江建设职业技术学院; 2. 浙江大学医学院附属妇产科医院)

【摘要】文章介绍基于无线动能开关的智能照明控制系统应用。无线动能开关将按压机械能转化为电能, 免布线、免电池且安装便捷, 信号传输满足办公建筑需求。在办公场景中, 可实现灯光通断、调光、场景控制等功能, 适配玻璃幕墙办公区等特殊布局, 大幅降低布线与人工成本。其还可扩展至新风、空调等设备控制, 结合物联网实现多模式智能管控。实践表明, 该系统兼具节能减碳、运维高效等优势, 为建筑低碳智能化提供可行方案, 具有广泛应用前景。

【关键词】无线动能开关; 智能照明控制系统; 照明节能

【基金项目】浙江省建设科研项目(自筹): 超低能耗建筑的可再生能源储能互补管理策略研究, 项目编号: 2024K069

中图分类号: TU113.66; TU243

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2026.04.045

Application of Intelligent Lighting Control System Based on Wireless Kinetic Energy Switch in Office Buildings

LIU Yue¹, ZHANG Yao-yao¹, CHEN Lin-xuan¹, WU Yan²

(1. Zhejiang College of Construction; 2. Women's Hospital School of Medicine Zhejiang University)

【Abstract】This paper introduces the application of an intelligent lighting control system based on wireless kinetic energy switches. These switches convert the mechanical energy of pressing into electrical energy, featuring wire-free installation, no battery requirement, and easy deployment, with signal transmission meeting the needs of office buildings. In office scenarios, they can realize functions such as light on/off control, dimming, and scene control, adapting to special layouts like office areas with glass curtain walls and significantly reducing wiring and labor costs. Additionally, the system can be extended to control equipment such as fresh air systems and air conditioners, achieving multi-mode intelligent management by integrating the Internet of Things (IoT). Practice has shown that the system boasts advantages including energy conservation, carbon reduction, and efficient operation and maintenance, providing a feasible solution for the low-carbon intelligence of buildings and demonstrating broad application prospects.

【Keywords】wireless kinetic energy switch; intelligent lighting control system; lighting energy conservation

1 引言

在建筑电气领域,照明系统的低碳化有着非常现实和重要的意义。战略与安全意义——照明的节能相当于新建无数个“虚拟电厂”,节能即最大的“新能源”,直接减少了对进口石油、天然气的依赖。经济意义——无极灯、LED灯、芯片开发、物联网(IoT)平台可催生高科技绿色产业。社会与生活意义——无频闪、高CRI光源能减少视觉疲劳,集成安防、环境监测功能的灯具可更加智能化。

近年来,智能照明系统已得到广泛应用,典型的智能照明系统多采用KNX协议总线,将智能面板接入开关驱动器^[1],智能面板可采用翘板开关式或液晶

屏式。相较传统照明方式而言,其优势十分明显,但控制面板到开关驱动器穿管敷设为固定成本,施工量亦随着人工费用的增加而浮动。

本文结合笔者自身工程经验,介绍无线动能开关在智能照明控制系统中的应用,并以办公场景为例,供相关工程技术人员参考。

2 无线动能开关与智能照明结合

传统智能照明的智能面板多采用翘板式或液晶屏式,与系统间采用KNX协议总线,用于接收按钮触动信号,从而实现开关、调光、场景等功能。随着技术的进步,采用无线动能开关的智能照明系统也开始在工程中崭露头角,如图1所示。



图1 某品牌智能照明控制面板及接收模块

无线动能开关遵循最典型的法拉第电磁感应定律,通过按压开关面板,将按压的机械能转化成电能,从而发送无线信号给控制器,控制器安装在灯具处的控制耦合器上。无线动能开关最大优点在于其免布线、免电池的设计,实现安装便捷、节能环保的特点。目前国内主流产品的无线动能开关能承受超10万次机械按压,防护等级最高可达IP67,且无需接入强电(免布线),降低了施工埋管布线和人工成本。某公司产品采用FSK数字调频通信方式,与无线耦合器配对通信,室内传送信号可达30m以上(含穿墙),并可通过无线中继器延长通信距离,完全可满足一般物流、工业、办公建筑的使用需求,如图2所示。

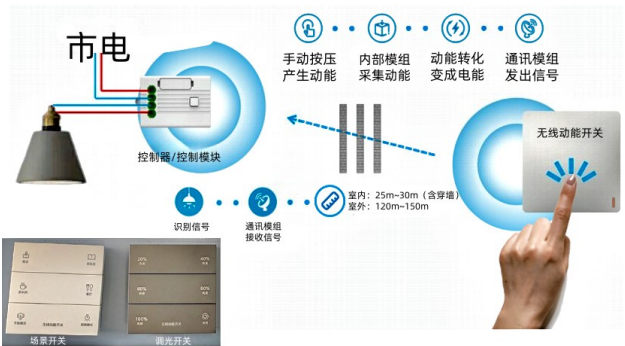


图2 某公司无线动能开关原理及产品实物

3 办公场景的应用

图3为某应用传统智能照明控制面板的配电箱

系统图(局部),采用无线动能开关时,以无线动能开关替代传统控制面板,其余拓扑结构保持不变。通过无线动能开关产品,能够实现对灯光的通断控制、调光控制、总控/多控和场景控制,使场景自动化,日常运维管理更加高效。对于控制要求更高的场所,可以加装定时器或传感器实现自动控制,从而达到节能减碳的目的。但对于一般场所,加装传感器或采用可调光灯具会增加成本,需进行技术经济比较。

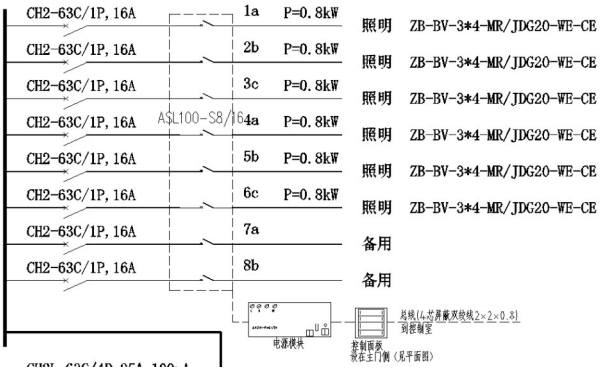


图3 某应用传统智能照明控制系统的配电箱系统图(局部)

图4为某典型办公区的建筑平面图。对于普通办公区域,后台智能控制策略可设置如下:上班时自动开灯,午休时自动关灯;下班时间首先关灯一次,对于加班的同事手动开灯即可^[2]。夜间凌晨,再自动关闭一次,确保办公楼内所有灯具的熄灭。对于茶歇间,设置人体红外传感器,由员工茶歇时自动点亮。对于多功能大会议室,可设置可调光灯具,满足多种使用需求。

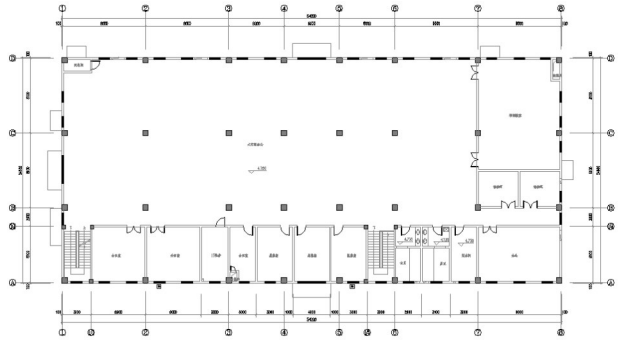


图4 某典型办公楼平面图

目前,玻璃幕墙与玻璃隔墙在大开间办公区域应用广泛,无线动能开关可便捷粘贴或固定于传统86盒无法安装的位置,优化开关布局。针对双控开关,传统单联双控开关穿管布线至少需5根线缆,而无线动能开关无需在开关与灯具间布设实体导线,

仅通过软件设置即可实现双控乃至三控、多控,大幅节约布线与人工成本。针对走廊区域,可设置隔盏换相模式,便捷实现走廊灯的全开全关与1/2点亮控制。

4 技术应用扩展与延伸

对于体量较大的办公楼,办公连廊常兼顾展厅等辅助功能。此时,可设置有线智能面板,也可采用无线动能开关触发各类模式一键切换。例如,根据软件预设逻辑自动调节电动遮阳设备,夏季遮挡阳光直射,维持室内适宜温度,大幅降低空调能耗;冬季则开启遮阳设备,既能提升展厅亮度、节约照明能耗,也能提高公共区域室内温度,减少空调电力消耗^[3]。

无线动能开关不仅可应用于照明领域,还可拓展功能,作为建筑内新风、空调、门禁、风扇等设备的控制模块。搭配相关传感器后,可实现空气质量识别,并完成自动定时、就近控制、传感控制及能耗分析。例如,电动窗帘/卷帘电机通常仅需“开、关、停”等基础控制功能,可选用三联无线动能开关;吊扇可接入调速模块,通过无线动能开关控制其加速、减速、启动与停止。若需组网应用,可增设智能无线耦合器。目前某主流厂商的智能无线耦合器可将RF无线动能开关耦合至系统总线,单个设备最多可耦合32个无线动能开关按键。结合物联网系统,可实现自动定时、就近控制、传感控制及能耗分析,为用户提供更自由舒适的办公与生活环境,实现建筑智控的经济性与绿色低碳目标。

无线动能开关不仅在办公建筑中应用广泛,在其他类型建筑中也能发挥重要作用。对于厂房建筑,高大空间采用无线动能开关,可在建设阶段减少管线用量;通过定时控制,可根据员工上下班时间自动开关灯具,并设置节假日停用模式;同时保留无线场景面板,便于清扫、巡检时强制开关灯具。图5、图6为新疆阿克苏某水果加工产业园鸟瞰图,该园区主要包含办公楼、干仓及加工厂房。办公楼场景采用前述无线动能开关方案;冷库等潮湿场所中,无线动能开关无需电池与强电,具备本质安全特性,且安装灵活,不易破坏冷库保温层。对于加工厂房等高大空间,无线开关更具独特优势。该项目采用基于无线动能开关的智能照明控制系统后,获得建设单位的良好反馈。



图5 某水果加工产业园效果图

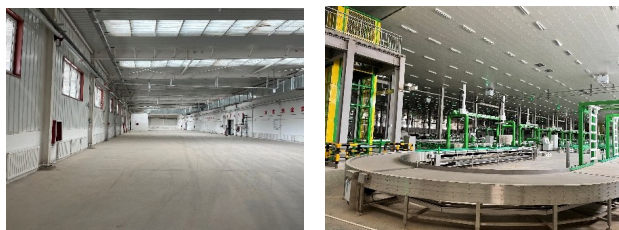


图6 某水果加工产业园工程实例

5 结语

基于无线动能开关的智能照明控制系统,凭借免布线、安装灵活、耐用性强等核心优势,完美适配办公建筑多样化场景需求,既简化施工流程、降低建设成本,又通过智能控制实现显著节能减碳成效。该系统不仅革新了传统照明控制模式,更可拓展至新风、空调等多设备智控领域,结合物联网与AI技术,能够构建全场景智能控制生态。

笔者相信,随着绿色建筑理念的不断深化与技术的持续升级,基于无线动能开关的智能照明控制系统,将在办公及各类建筑中得到更广泛应用,为建筑低碳化、智能化发展提供高效可行的解决方案,助力打造舒适、经济、环保的现代化建筑空间。

参考文献

- [1] 刘悦, 张超, 林佐伟, 等. 物流仓库的智能照明控制设计[J]. 工程建设与设计, 2018 (17): 78-80.
- [2] 兰甜甜, 李芋颖. 智能照明节能控制系统的设计[J]. 机械工程与自动化, 2025, 54 (6): 190-192.
- [3] 殷铭宏. 大型工业厂区基于智能照明系统的多场景联动控制研究[J]. 光源与照明, 2025 (9): 72-74.