

“双碳”环境下基于铁路生产管控平台的 郑州南站智慧照明控制系统研究

海 伟¹, 高延峰², 岳保忠², 王二永¹

(1. 同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司, 上海 200092;

2. 郑州局集团公司郑州南站工程建设指挥部, 河南 郑州 450099)

摘要: 高铁车站是铁路运输的关键节点, 是国铁集团“十四五”建设的重要内容, 同时也是能源消耗重点用户。控制高铁车站在使用中能源的消耗, 正是呼应“双碳”的重要举措之一。以郑州南站为案例, 重点阐述了智慧照明控制系统的构成及控制策略, 详细介绍了郑州南站各区域智慧照明控制设计内容, 最后描述了郑州南站智慧照明控制系统在实际运行中的节能数据及对减少碳排放的贡献。

关键词: 智慧照明控制系统; 生产管控平台; 双碳

The research on intelligent lighting control system of Zhengzhou South Railway Station based on railway production and management and control platform under dual carbon environment

HAI Wei¹, GAO Yanfeng², YUE Baozhong², WANG Eryong¹

(1. Tongji Architectural Design (Group) Co., Ltd., Shanghai 200092, China;

2. Zhengzhou South Railway Station Project Construction Headquarters of Zhengzhou Railway Bureau Group Company, Zhengzhou 450099, China)

Abstract: High speed railway station is a key node of railway transportation and an important part of the 14th five year plan construction of China Railway Group, and also a key user of energy consumption. Controlling the energy consumption of high-speed railway stations in use is one of the important measures to echo the “double carbon”. Taking the Zhengzhou South Railway Station as an example, the paper is focused on the system composition and control strategy of the intelligent lighting control system, introducing the design content of intelligent lighting control in each area of the station in detail, and finally describing the energy-saving data of the intelligent lighting control system in the actual operation of the railway station and its contribution to reducing carbon emissions.

Key words: intelligent lighting control system; railway production and management and control platform; dual carbon environment

0 前言

2020年9月, 我国在第七十五届联合国大会上宣布, 中国CO₂排放力争于2030年前达到峰

值, 努力争取2060年前实现碳中和^[1-2]。同年12月, 我国在气候雄心峰会上进一步宣布: 到2030年, 中国单位国内生产总值CO₂排放将比2005年

郑州局集团公司科技研究开发计划项目 (2021Q17)

下降65%以上,非化石能源一次能源消费比重将达25%左右,风电、太阳能发电总装机容量将达12亿kW以上^[3]。作为全球最大的发展中国家和碳排放国,我国需要在推进发展的同时实现快速减排,任务十分艰巨。

为实现“双碳”目标,作为“十三五”“十四五”重要发展方向、重要耗能大户的高铁车站势必要为此采取各种措施,通过采用先进的设备、更加人性化的控制策略等,最大限度地实现节能减排。郑州南站作为“十三五”时期重要交通节点的特大型站房,通过引入基于铁路生产管控平台的智慧照明控制系统,是对实现“双碳”目标的有益尝试,并起到了一定的示范作用。

1 智慧照明控制系统构架

1.1 智慧照明控制系统基本构架

郑州南站智慧照明控制系统由控制主机、智能网关、带有智能照明模块的照明控制箱和控制面板等组成,采用RS 485总线将以上设备连接至控制主机,组成智能照明控制网络^[4],它可以作为一个子系统接入车站综合管控平台,也可以作为一个独立的系统单独运行,使照明设计更加专业,照明控制更加灵活。其构架图如图1所示。

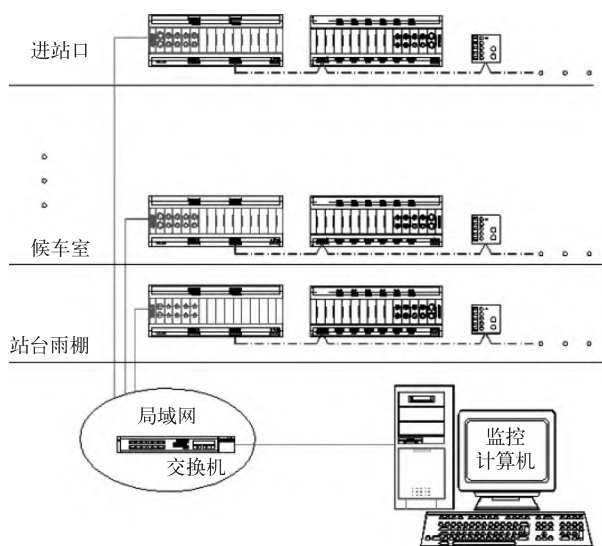


图1 智慧照明控制系统构架图

Fig. 1 Framework diagram of intelligent lighting control system

1.2 智慧照明控制系统设计概况

郑州南站纳入智慧照明控制的照明配电箱近150个,智慧照明控制回路数共计2 408个,需配置不同回路的智慧照明模块共计300多个。其中,检修马道、公共区卫生间设备房智慧照明控制回路112个;售票厅、换乘厅、出站厅和候车大厅公共区智慧照明控制回路698个;景观广告智慧照明控制回路630个;备用照明智慧照明控制回路182个;出站通廊智慧照明控制回路184个;雨棚智慧照明控制回路428个;VIP贵宾候车厅智慧照明控制回路174个。

郑州南站空间大、灯具多,为了方便快捷控制公共区域照明设备,站房公共照明中引入“绿色”照明的概念^[5],最大限度采用自然光源,设置时钟自动控制、分区自动控制,采用照度感应和动静传感器等新技术。使站房环境不仅有足够的工作照明,更是营造出一个舒适的视觉环境,最大化实现节能降耗的目的。

1.3 基于生产管控平台的智慧照明控制系统

2018年10月份,生产管控平台在郑州东站试运行,采用国铁集团、路局和客运车站三层组织架构部署模式,将旅客服务系统、客运管理系统、设备管理系统和应急指挥系统等系统资源集中管理,同时结合列车的到发时间,将车站广播系统、客流引导系统、自动检票系统、车站客运人员调配及车站应急处置等进行后台智能化、一体化编制^[6]。而智慧照明控制系统更是与车站的运营紧密结合,做到精准控制各区域照明回路,根据车站实时人流量进行开关,对站房节能减排、绿色站房的评定也是不可或缺的。生产管控平台不仅对车站的生产生活设备进行监控,还可以更加合理高效地调动车站工作人员进行作业,是建设智慧高铁站房不可缺少的智能平台。高铁站房生产管控平台构架如图2所示。

2 智慧照明控制系统控制策略

2.1 智慧照明控制系统一般控制策略

高铁站房不同区域智慧照明的控制方式不

同,候车大厅、进出站厅和站台雨棚等区域多采用照度传感器及时钟控制相结合的控制方式;行政贵宾区因其服务对象的特殊性,控制方式采用DALI控制;控制中心及卫生间等区域分别采用恒照度控制和红外传感器控制。站房各区域更加详细的控制策略见表1。

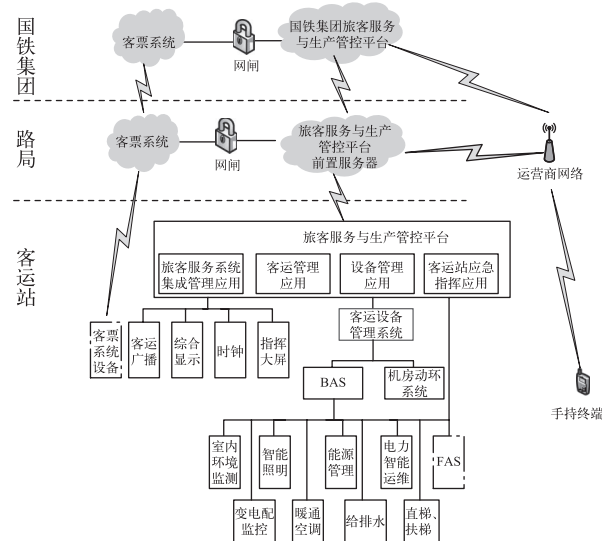


图2 高铁站房生产管控平台构架图

Fig. 2 Framework diagram of production control platform of high-speed railway station building

表1 郑州南站各区域照明控制原则

Tab. 1 Lighting control principles of each area of Zhengzhou South Railway Station

控制区域	控制原则
售票大厅	时钟控制、人员存在控制、照度控制、本地面板控制、场景控制、分区控制、计算机控制
进站厅	照度传感器控制、时钟控制、场景控制、计算机控制
出站厅	照度传感器控制、时钟控制、场景控制、计算机控制
高架层候车大厅	照度传感器控制、时钟控制、遮阳帘联动控制、场景控制、分区控制、计算机控制
行政贵宾区	DALI调光控制、场景控制、计算机控制
城市通廊	红外传感器控制、时钟控制、计算机控制
站台雨棚	照度传感器控制、时钟控制、场景控制、列车联动控制、计算机控制
公共卫生间	红外传感器控制、时钟控制、计算机控制
控制中心	恒照度控制、时钟控制、计算机控制

2.2 站房贵宾区DALI智慧照明控制策略

贵宾区在高铁站房中是有专用的区域、进出站通道及独立安检设施等为特殊旅客提供休息服务的场所。贵宾区灯光场景及控制模式也与候车大厅等公共区域有所不同,一般在贵宾区进门处或者服务间内配置智能照明控制面板,可根据不通过场合的灯光需求快速调整控制,方便工作人员管理的同时又节约照明用电。在贵宾区采用DALI智慧照明控制,对每个照明回路实现任意组合开关控制,结合照度传感器、人员感应器与照明控制回路联动,根据室内外自然光、室内是否有人等控制照明回路的开关,智慧照明的时间控制可在一定时间段自动关闭照明回路,真正做到人走灯关的智能控制,降低照明用电的能耗。同时,DALI控制系统还可以对灯具进行分区管理、在线巡检,以便及时发现问题,并进行检修,合理控制灯具开关,延长灯具使用寿命。DALI照明控制构架如图3所示。

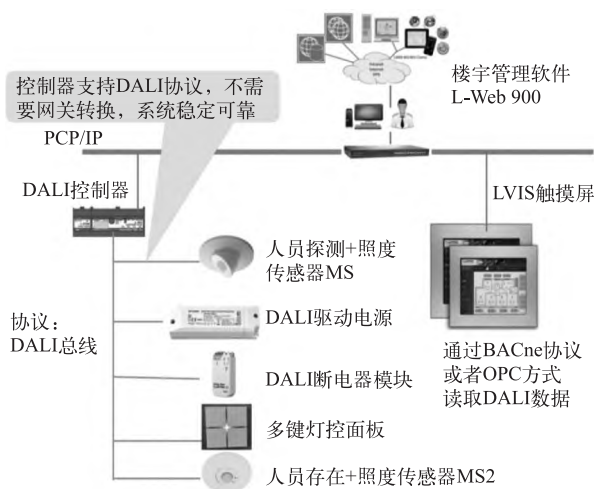


图3 DALI照明控制构架图

Fig. 3 Framework diagram of DALI lighting control

2.3 基于生产管控平台的智慧照明控制系统控制策略

高铁站房生产管控平台是整合车站既有的客运信息资料,搭建一个统一的管理控制平台,不仅对车站的生产生活设备进行监控,还可以更加合理高效地调动车站工作人员进行作业。通过生产管控平台对车站软硬件资源和数据资源进行统

一规划,也可以借助管控平台这一技术手段,实现高铁站房的运营管理精细化、客运人员工作标准化及车站的服务更加智能化。生产管控平台将站房旅客服务系统、车站客运系统、站房的设备管理系统和应急指挥系统等多种系统进行统一监测、管理,而智能照明系统是站房设备管理系统中的一个子系统,对站房节能减排、绿色站房的评定也是不可或缺的。

智能照明控制系统是车站智慧能效管理系统的一个子系统,与站房变配电系统、能源管理系统和通风空调系统等共同组成了站房绿色节能系统。而智能照明控制系统主要是通过照度传感器对室内外照度进行对比,反馈智能照明控制器,实现对车站的照明环境监测对比,合理地控制照明灯具的开关,同时,可以将照明的工作状态反馈到生产管控平台进行显示,而生产管控平台对各个系统进行合理调配,营造一个高品质、舒适的高铁站房候车环境^[7]。

3 车站各区域智慧照明控制设计内容

3.1 高架层候车大厅智慧照明设计

候车大厅是旅客等待列车的公共场所,同时也是车站人群聚集时间最长的地方,尤其是在重大节假日期间,大量的人流涌入车站,公共候车环境的照明显得更加重要。合理的照明控制不仅可以凸显建筑的艺术气息,还能改善旅客等车过程中烦躁的心情。

高铁站房的候车厅利用时钟控制模块和数字照度传感器结合控制,同时结合遮阳帘进行联动控制,根据室外天气情况及车站高峰、低谷期设置多种灯光场景,候车厅场景模式汇总见表2。

表2 候车大厅照明控制模式汇总表

Tab. 2 Summary of lighting control modes in waiting hall

天气状况	高峰	低谷	无人
晴天	A	B	NA
多云	C	D	NA
阴天	C	D	NA
雨天	C	D	NA
夜晚	NA	E	F

A、B: 车站人流高峰、低谷期,天气晴朗候车大厅自然采光充足,无须打开人工照明,为节能模式。

C: 车站人流高峰期,在自然采光较差的天气条件下,开启候车大厅的人工照明。

D: 车站人流低谷期,在自然采光较差的天气条件下,只需打开部分照明回路,满足旅客行走的基础照明要求。

E、F: 夜晚低谷、无人期间,只需打开少量照明灯具,如值班照明或者应急照明。

NA: 表示此情况不存在。

候车大厅照明采用时钟控制和照度传感器结合控制,同时结合遮阳帘联动,照度传感器会随着外界的光照强度从强到弱变化,与大厅的遮阳帘进行联动控制,充分利用外界自然光,提高乘客候车的舒适感,实现照明的节能。

3.2 站台雨棚智慧照明设计

站台是旅客到达及出发的中转平台,短暂的上下车时间是站台人流的高峰,合理地控制站台区域照明,为上下车旅客提供安全可靠的视觉导航,让上车旅客快速找到对应的车厢,下车旅客更好地辨别出口位置。由于站台长度超长,灯具数量巨大,控制回路多,同时站台还分为站房下方无采光区域和站台雨棚采光较好区域,对智能照明控制要求非常高。站台部分区域灯具回路划分如图4所示。

由图4可以看出,站房下无采光区域的站台照明分为四个控制回路,可在不同时间段,对每个站台实现全开、半开和1/4开等控制模式。上午7:00~12:00为进出站列车高峰时段,在列车到站前30 min打开2/3灯具,方便客运人员在站台上的接站工作,列车到站及发车前10 min,站台灯具处于全开启状态,营造一个良好的视觉效果。当无列车到站时,只保留最基本的照明即可,而站台雨棚采光较充足部分的站台面照明由照度传感器控制、时间控制来实现开关。

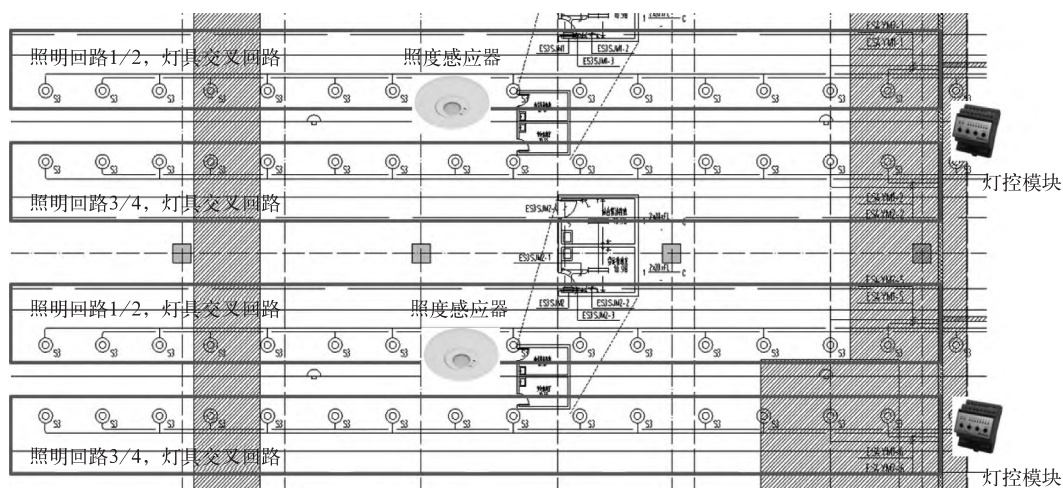


图4 站台部分区域灯具回路划分图

Fig. 4 Circuit division diagram of lamps in the area of platform

3.3 出站厅智慧照明设计

出站厅是列车到站后旅客短时间聚集的场所，高峰时段出站厅内人流量会非常大，出站厅内出站检票的照明可以帮助工作人员为旅客快速办理出站流程。出站厅多位于站房的车站的地下

部分，自然采光条件差，只能通过智能照明将定时开关控制和列车到发车系统联动的自动控制相结合的方式，同时在工作人员值班室设置多功能控制面板，保证该区域照明安全、可靠的控制。出站厅灯具回路控制示意图如图5所示。

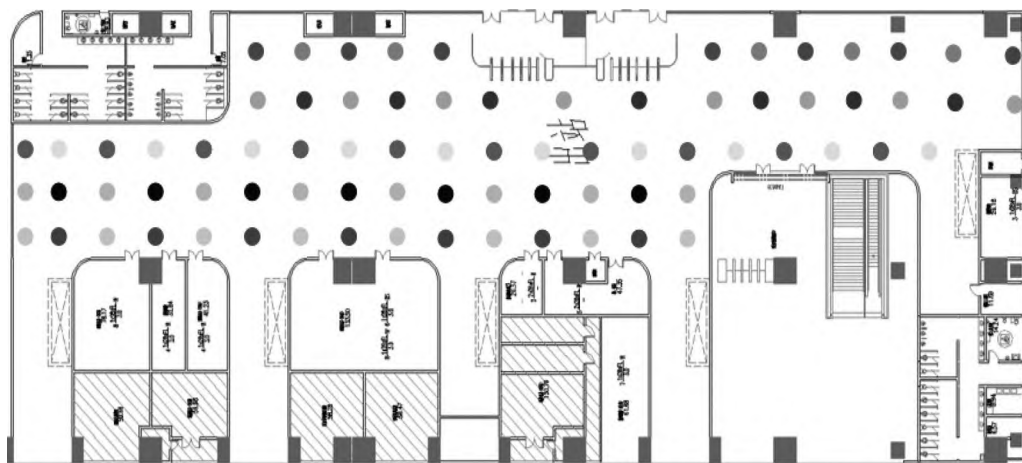


图5 出站厅灯具回路控制示意图

Fig. 5 Schematic diagram of exit hall lamp circuit control

3.4 城市通廊智慧照明设计

城市通廊是旅客检票出站的地下长走道，一般位于站房的地下层，无自然采光，通廊内需设置常开照明回路。通过时钟控制实现每天7:00~24:00定时打开2/3照明回路，满足该时间

段内较多人流出站的照明需求，同时，红外传感器的设置可以根据通道内人流量对照明灯具更好地实现开启2/3、全开的控制模式。常开的1/3灯具满足城市通廊的最基本照明，达到节约能源的目的。具体如图6、图7所示。

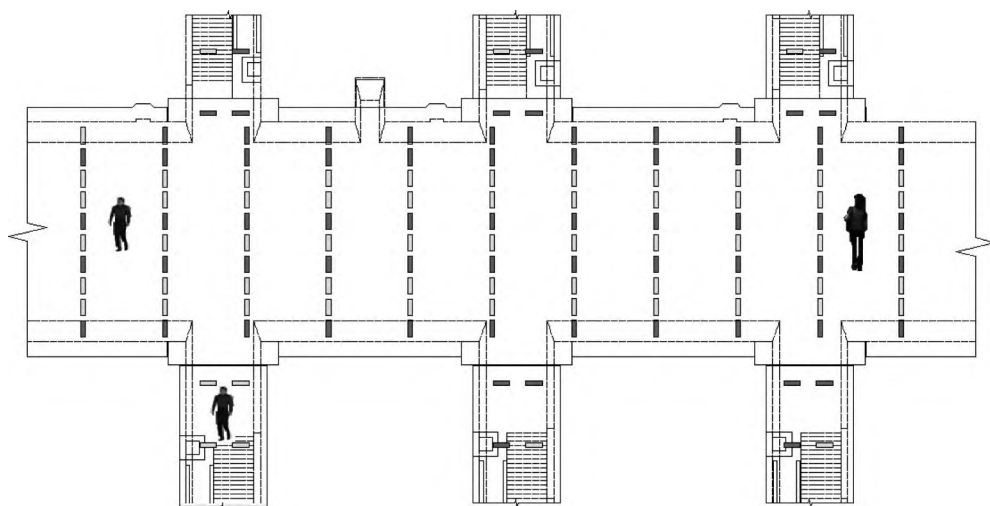


图6 城市通廊灯具 2/3 开启示意图

Fig. 6 Schematic diagram of opening of 2 / 3 lamps in urban corridor

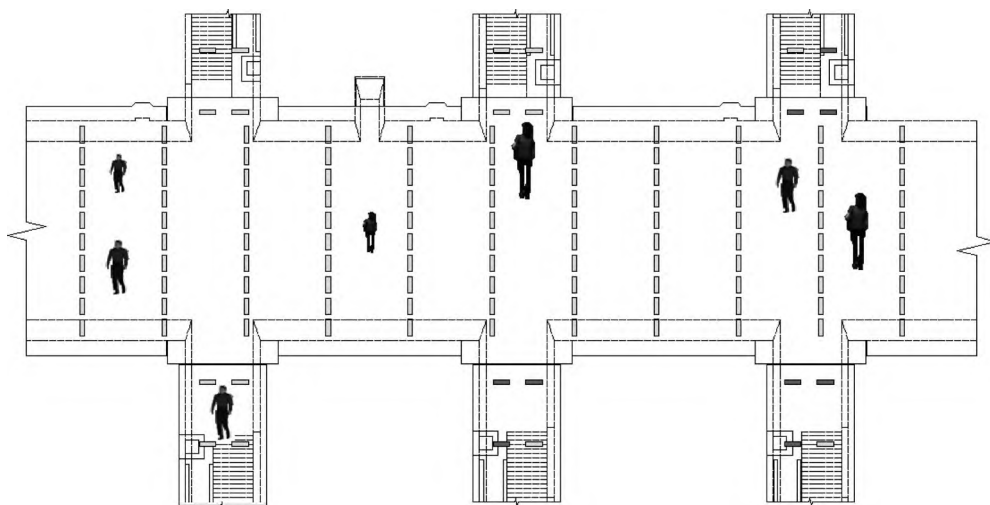


图7 城市通廊灯具全开示意图

Fig. 7 Schematic diagram of fully opening lamps in urban corridor

4 智慧照明控制系统节能效果分析

4.1 照明系统节电数据分析

根据高铁郑州南站各公共区域智能照明控制系统对灯具的节能控制,结合车站所在区域一年四季光照条件变化及车站列车运行时间表,车站智能照明控制系统节能分析见表3。

由表3计算可知,车站采用智能照明控制系统一年节约电量为1 013 614 kW·h。郑州南站智

能照明控制系统概算总投资约250万。如电价按0.6元/kW·h计算,一年节约电费约60.8万元,预计4~5年可收回投资成本。

智能照明控制系统的应用使站房公共区照明可根据不同的时间段、不同的人流量及不同的光照强度等调整照明灯具的使用数量,使候车大厅等公共区照明的使用更加合理、人性化,提高旅客候车的舒适度。

表3 车站智能照明能耗分析表
Table 3 Energy consumption analysis of station intelligent lighting

车站一年用电量汇总																	
区域	高架层区域				出站层区域				站台区域				VIP 用房				广告、标志
季节	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	
不采用智能照明每天所需要的电量 / kW·h	4 114	4 114	4 114	4 114	4 590	4 590	4 590	4 590	3 744	3 744	3 744	3 744	1 410	1 410	1 410	1 410	71 744
采用智能照明每天所需要的电量 / kW·h	2 904	2 843.5	2 904	3 115.8	4 320	4 320	4 320	4 320	2 880	2 880	2 880	2 880	940	940	940	940	71 744
采用智能照明每天节约电量 / kW·h	1 210	1 270.5	1 210	998.2	270	270	270	270	864	864	864	864	470	470	470	470	0
各区域节约电量总计 / kW·h	111 320	116 886	110 110	89 838	24 840	24 840	24 570	24 300	79 488	79 488	78 624	77 760	43 240	43 240	42 770	42 300	
一年总节约电量 /kW·h	1 013 614																
一年总节约费用 / 元	608 168.4																

4.2 智慧照明系统对控制碳排放的贡献

节能减排即节约能源，减少二氧化碳的排放量，高铁郑州南站首先从照明光源入手，选择功率可选范围大、发光效率高、体积小和使用寿命长的LED光源，在使用过程中产生有害物质，无辐射污染，不含铅、汞等污染元素，是典型的绿色环保照明光源，也符合发展绿色照明、绿色建筑的策略^[8-9]。其次，智慧照明控制系统的应用，使各公共区域照明的控制更加灵活、合理，根据不同的场景模式控制不同回路的开启，提高公共区照明舒适度的同时，节约照明能源。最后，将自然采光、车站的车次到发信息时间及车站所在区域一年四季的光照时间与智慧照明控制系统精准的结合，更是将照明的节能控制达到了极致。

根据统计，每节约1 kW·h电就能相应节约0.4 kg标准煤，同时减少污染排放0.272 kg碳粉尘、0.997 kg CO₂、0.03 kg SO₂和0.015 kg氮氧化物，据此可推算出，通过引入智慧照明控制系统，郑州南站每年对碳排放等减排贡献数值为标准煤节约0.4 × 1 013 614/1 000=405.4 t；碳粉尘排放节约0.272 × 1 013 614/1 000=275.7 t；CO₂排放节约0.997 × 1 013 614/1 000=1 010.6 t。

5 结束语

“双碳”倡议及节能减排是如今经济发展及基础建设要考虑的首要问题，而高速铁路站房作为服务民生的重要交通建筑，具有数量多、体量大、公共区域占比大和灯具数量多的特点，是照

明节能设计重点考虑的问题。由前文可知,智能照明在站房照明的应用具有节电量大、控制灵活和方便等优点,还可以延长照明光源及灯具的使用寿命,降低照明设施维护成本,以达到绿色照明、绿色建筑的目的。

随着技术的发展,越来越多的照明新材料也在工程设计中得到广泛应用,目前所知的光导管采光技术、透光膜技术、新型的遮阳技术和光线控制技术等都是比较新型的采光形式,高铁站房的公共区照明也会随着科技的发展有所改变,越来越舒适,节能将是未来的发展趋势。

参考文献

- [1] 潘小海,吴勇胥,陈东.双碳发展对我国的影响与应对策略[J].技术经济,2021,40(9):172-180.
- [2] 郭再云.“双碳”背景下企业节能减排效益分析与评价[J].企业改革与管理,2022(4):159-161.
- [3] 韩志伟.铁路客站在双碳背景下的绿色发展探索[J].铁道经济研究,2021(5):1-4.
- [4] 张炳华.民用建筑电气中智能照明控制系统应用分析[J].光源与照明,2021(1):26-27.

- [5] 任绍辉,任昊.魅力的光源——绿色照明的可持续发展[C].2006年工业设计国际会议暨第11届中国工业设计年会,2006.
- [6] 中国铁路哈尔滨局集团有限公司客运部.铁路车站旅服系统集成管理平台与客运生产管控平台融合设计与实现[J].哈尔滨铁道科技,2021(2):15-18.
- [7] 孙婵娟.建筑光环境对人员舒适性及工作效率的影响与评价[D].上海:上海交通大学,2014.
- [8] 杨永刚.建筑电气节能设计及绿色建筑电气技术[J].节能,2019,38(6):8-9.
- [9] 李晋闽,刘志强,魏同波,等.中国半导体照明发展综述_李晋闽[J].光学学报,2014,41(1):264-276.

作者简介

海伟(1982—),男,工程师,主要研究方向为建筑电气设计。

(收稿日期:2022-04-28)