

面向智慧城市的交通照明与安防配套补光技术创新研究

温媛媛

杭州方千科技有限公司 浙江杭州

【摘要】当智慧城市以科技为墨、数据为纸绘就未来蓝图，交通照明与安防补光技术恰似点亮城市脉络的“智慧火种”，照亮安全与高效之路。本文紧扣智慧城市建设需求，深度剖析传统技术能耗高、智能化不足等痛点，从智能物联控制、新能源融合、光功能集成等维度开拓创新路径，探究其在交通疏导、安防预警等场景的实践应用，并提出标准化引领、产学研协同等保障策略，为智慧城市“光之基建”注入创新活力，助推城市迈向精细化、智能化治理新境界。

【关键词】智慧城市；交通照明；安防补光；技术创新；智能控制

【收稿日期】2025 年 5 月 3 日

【出刊日期】2025 年 6 月 9 日

【DOI】10.12208/j.ispm.20250007

Innovative research on traffic lighting and security complementary lighting technology for smart cities

Yuanyuan Wen

Hangzhou Fangqian Technology Co., Ltd, Hangzhou, Zhejiang

【Abstract】 When smart cities draw their future blueprint with technology as ink and data as paper, traffic lighting and security lighting technology are like "smart sparks" that light up the city's veins, illuminating the path of safety and efficiency. This article focuses on the needs of smart city construction, deeply analyzes the pain points of high energy consumption and insufficient intelligence of traditional technologies, and explores innovative paths from the dimensions of intelligent IoT control, new energy integration, and optical function integration. It explores their practical applications in traffic diversion, security warning, and other scenarios, and proposes standardized guidance and industry university research cooperation as equal guarantee strategies, injecting innovative vitality into the "light infrastructure" of smart cities and promoting cities to move towards a new realm of refined and intelligent governance.

【Keywords】 Smart city; Traffic lighting; Security supplementary lighting; Technological innovation; Intelligent control

引言

夜幕降临，城市道路的盏盏明灯与安防监控的补光设备，构成守护城市安全的“光之防线”。在智慧城市建设浪潮席卷全球的当下，交通照明与安防配套补光技术不仅是城市基础设施的重要组成，更是实现城市精细化管理、保障公共安全的关键支撑。然而，传统技术依赖人工调控、能源浪费严重，且功能单一，难以适应智慧城市对实时感知、智能决策、绿色低碳的需求。随着 5G、物联网、人工智能等技术的蓬勃发展，如何推动交通照明与安防补光技术创新，使其成为智慧城市建设的核心驱动力，已成为亟待解决的重要课

题。

1 智慧城市背景下交通照明与安防补光技术现状

1.1 现有技术的应用场景与功能特点

当前交通照明与安防补光技术广泛应用于城市道路、桥梁、广场等公共区域。在交通照明领域，高压钠灯、荧光灯等传统光源仍是主流，通过定时开关或简单光感控制，实现夜间道路照明；安防补光则多采用 LED 补光灯，为监控摄像头提供辅助光源，确保画面清晰。这些技术具备一定的基础功能，如满足基本照明亮度需求、保障监控画面可视性。但在功能实现上相对独立，交通照明侧重于道路照度达标，安防补光聚焦监

控画面质量,二者缺乏有效联动,难以根据实际场景需求动态调整,导致资源利用效率不高。

1.2 当前技术面临的主要问题与挑战

传统技术在智慧城市建设中面临诸多困境。能耗方面,传统光源发光效率低、能耗高,大量电力资源被浪费,不符合绿色城市发展理念;控制方式上,人工调控或简单定时控制,无法精准匹配不同时段、不同场景的照明需求,易造成“过度照明”或“照明不足”。在安防补光领域,补光强度和角度固定,容易产生眩光干扰驾驶员视线,同时对复杂环境适应性差,在雨雾等恶劣天气下难以有效提升监控画面清晰度。此外,现有技术缺乏统一的管理平台,设备运维依赖人工巡检,故障响应慢,管理成本高,难以满足智慧城市高效、智能的管理要求。

1.3 智慧城市发展对相关技术的新需求

智慧城市的发展对交通照明与安防补光技术提出更高要求。在智能化层面,需要实现设备的远程控制、实时监测与智能调节,根据车流量、人流量、天气状况等动态调整照明亮度和补光强度;节能环保方面,迫切需要研发新型节能光源和高效供电系统,降低能源消耗,推动绿色照明;功能融合上,期望交通照明与安防补光设备能够集成环境监测、信息发布等功能,成为智慧城市感知网络的节点,实现“一灯多用”。同时,要求技术具备高度的兼容性和扩展性,能够无缝对接智慧城市管理平台,为城市精细化治理提供数据支持。

2 交通照明与安防配套补光技术创新方向

2.1 智能控制技术的创新与应用

智能控制技术创新是提升系统智能化水平的核心。基于物联网(IoT)技术,构建“灯-网-云”智能控制系统,通过部署在道路、桥梁等区域的光照传感器、车流量监测器、人流量统计设备等,实时采集环境光照、车流量、人流量等数据,上传至云端进行分析处理,再利用5G通信技术将控制指令下发至照明与补光设备,实现亮度、色温、角度的精准调节。引入人工智能(AI)算法,如机器学习、深度学习,使系统具备自主学习能力,能够根据历史数据预测不同时段、不同场景的照明需求,自动优化控制策略。同时,通过边缘计算技术在设备端进行数据预处理,减少数据传输压力,提升响应速度。此外,开发手机APP、小程序等移动端控制界面,支持用户远程操控设备,提升管理的便捷性和灵活性,实现“按需照明、精准补光”。还可结合地理信息系统(GIS),

在地图上直观展示设备状态,方便管理者进行全局调度与管理。

2.2 节能环保技术的突破与实践

节能环保技术创新聚焦于光源革新与能源高效利用。在光源方面,大力推广高光效、长寿命的LED光源,通过优化芯片结构、封装工艺,进一步提升发光效率和显色指数;探索新型半导体照明技术,如Micro-LED、Mini-LED,降低能耗的同时提高照明质量。针对LED光源散热难题,研发新型散热材料与结构,延长光源使用寿命。在能源供给上,融合太阳能、风能等可再生能源,建设分布式光伏发电照明系统和风光互补供电装置,减少对传统电网的依赖。引入智能电网技术,实现可再生能源与传统电力的智能切换与协同供电。此外,研发智能节能控制装置,如恒流驱动电源、智能调光器,根据实际需求动态调节功率,降低待机能耗,推动交通照明与安防补光系统向低碳化、绿色化转型。同时,探索能量回收技术,将设备运行过程中产生的热能等转化为电能,进一步提高能源利用效率。

2.3 多功能融合技术的探索与发展

多功能融合技术致力于拓展设备功能边界。将环境监测传感器(PM2.5、温湿度、有害气体等)集成到照明与补光设备中,实时采集城市环境数据,为智慧城市环境治理提供依据;嵌入信息发布模块,通过LED显示屏或投影技术,实现交通诱导、公益宣传等功能,提升城市服务水平。在信息发布方面,采用动态内容生成技术,根据实时交通状况、天气变化等自动调整显示内容。同时,与城市安防系统深度融合,利用补光设备内置的摄像头和智能分析模块,实现人脸识别、行为检测等功能,增强公共安全防范能力。借助生物识别技术,提高人员身份识别的准确性与效率。此外,探索与车路协同、智慧停车等系统的联动,通过光信号与车辆、行人进行交互,提升城市交通运行效率。例如,与智慧停车系统联动,通过灯光变化引导车辆寻找空闲车位,优化停车资源配置。

3 创新技术在智慧城市中的应用实践

3.1 在城市道路交通管理中的应用

创新技术在城市道路交通管理中发挥重要作用。智能照明系统根据车流量动态调节亮度,在交通高峰时段增强照明,保障行车安全;低峰时段降低亮度,节约能源。结合车路协同技术,通过交通信号灯与照明设备的联动,为特殊车辆(如救护车、消防车)提供优先

通行的“光引导”路径。利用 V2X（车联网）技术，实现车辆与照明设备的实时通信，进一步优化光引导效果。安防补光设备集成的智能分析功能，可实时监测道路违章行为（如违停、逆行），并将信息及时上传至交通管理平台，辅助执法。通过建立违章行为数据库，利用大数据分析技术总结违章高发路段与时段，为交通规划与管理提供参考。此外，道路照明设备搭载的环境监测模块，实时反馈道路温湿度、能见度等信息，为交通部门制定应急预案提供数据支持。结合气象预测数据，提前对恶劣天气下的交通照明与安防进行预案设置与调整。

3.2 在公共区域安防监控中的应用

在公共区域安防监控领域，创新技术显著提升安全保障能力。智能补光设备根据监控画面质量自动调节补光强度和角度，在保障画面清晰的同时避免眩光干扰。利用 AI 图像识别技术，对补光画面进行实时分析，实现可疑人员跟踪、异常行为预警，如群体聚集、物品遗留等，及时通知安保人员处理。引入视频分析边缘设备，在本地对视频数据进行初步分析，减少数据传输压力，提高预警响应速度。与城市安防大数据平台对接，整合多区域监控信息，形成立体安防网络，提升对突发事件的响应速度和处置能力。通过建立安防事件关联分析模型，挖掘事件之间的潜在联系，提高安防预测与防范能力。

3.3 在智慧城市综合管理平台的集成应用

创新技术通过集成到智慧城市综合管理平台，实现资源整合与协同运作。将交通照明与安防补光设备的运行数据、监测数据接入平台，进行统一管理和可视化展示，管理者可实时掌握设备状态和城市运行情况。利用数字孪生技术，在平台上构建虚拟照明与安防系统，实现对真实系统的模拟与优化。利用平台的数据分析功能，挖掘照明能耗、安防事件等数据价值，为城市规划、资源配置提供决策依据。通过建立能耗预测模型，为能源供应与设备更新提供前瞻性建议。此外，与城市能源管理、应急指挥等系统联动，在极端天气、重大活动等场景下，实现照明与安防资源的统一调度，保障城市平稳运行，推动智慧城市管理从分散化向集约化、智能化转变。

4 推动技术创新的保障措施

4.1 标准体系完善与规范建设

完善标准体系是技术创新的重要保障。加快制定

智能交通照明与安防补光设备的技术标准，明确设备的性能指标、接口规范、通信协议等，确保不同厂商产品的兼容性和互操作性。建立能耗评估标准，对节能效果、能效等级进行量化评价，引导行业绿色发展。制定施工安装与运维标准，规范设备安装流程、维护周期和故障处理机制，保障系统稳定运行。同时，加强标准的宣贯与监督执行，推动行业规范化发展，为技术创新营造良好的市场环境。

4.2 产学研用协同创新机制构建

构建产学研用协同创新机制，整合各方资源。高校和科研机构发挥理论研究和技术研发优势，开展前瞻性技术研究，如新型光源材料、智能控制算法等；企业作为技术应用主体，提供实践场景和市场需求反馈，推动技术成果转化；政府搭建合作平台，组织产学研联合攻关项目，给予资金支持和政策优惠。建立产业创新联盟，促进企业间技术交流与合作，形成产业链协同发展格局。此外，加强人才培养合作，高校开设相关专业课程，企业提供实习实践机会，培养既懂技术又了解市场的复合型人才，为技术创新提供智力支持。

4.3 产业政策支持与市场培育

产业政策支持和市场培育是推动技术创新的重要动力。政府加大财政投入，设立专项研发基金，对关键技术研发、示范项目建设给予补贴；实施税收优惠政策，降低企业创新成本。加强市场监管，规范市场秩序，打击低价恶性竞争，保护企业创新积极性。通过举办行业展会、技术交流会等活动，宣传推广创新技术和产品，提高市场认知度。鼓励政府采购创新产品和服务，引导社会资本参与智慧城市照明与安防项目建设，扩大市场需求，形成“政策引导 - 市场驱动 - 技术创新”的良性循环。

5 结论

面向智慧城市的交通照明与安防配套补光技术创新，是城市迈向智慧化的关键一步。通过剖析技术现状、探索创新方向、推进场景应用并落实保障措施，能够有效破解传统技术难题，实现照明补光系统的智能化、绿色化、多功能化升级。未来，随着物联网、人工智能等技术的持续突破，交通照明与安防补光技术将深度融入智慧城市生态，不仅成为保障城市安全、高效运行的基础设施，更将作为数据采集与服务终端，为城市精细化治理和高质量发展提供强大支撑，助力智慧城市建设绽放更加璀璨的光芒。

参考文献

- [1] 郑清达.基于多杆合一理念的城市道路照明杆件智能化设计研究[J].运输经理世界,2021,(26):79-81.
- [2] 沈慧.基于路灯的智慧城市信息化建设[J].光源与照明,2021,(07):12-13.
- [3] 柏世刚.5G 技术在智慧城市部署中的应用分析[J].电子世界,2020,(23):184-185.
- [4] 段秀娟.智慧交通在城市道路设计中的渗透[J].科学技术创新,2020,(34):165-166.
- [5] 冯斌斌.城市路灯节能改造[J].科技风,2022,(26):. 1-3
- [6] 林辉,程瑾.广州乡镇地区风光互补路灯应用研究[J].建筑电气,2021,(8):72-78
- [7] 朱合华,李谈词,冯守中,等.城市隧道不同照明段的灯具色温选取分析[J].现代隧道技术,2020,(z1):.277-284
- [8] 彭蒙,阮宁兰,方伟,等.光雨互补节能路灯的设计[J].中国新技术新产品,2019,(13):4-6

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS