

路灯景光照明建设管理的要点与创新实践

——以市政工程为例

周智星

广州市照明建设管理中心, 广东 广州 510230

DOI:10.61369/UAID.2025020025

摘 要 : 市政路灯景观照明管理包括现行机制、矛盾、各阶段要点等内容。介绍了规划审批等环节特征, 分析了能耗与品质等矛盾, 阐述了规划设计阶段关键要素, 强调施工运维把控, 还涉及物联网监测等系统及多种技术集成, 探讨了 PPP 模式等, 并提出展望与发展建议。

关 键 词 : 市政路灯; 景观照明; 管理

Key Points and Innovative Practices of Street and Landscape Lighting Construction and Management — A Case Study of Municipal Engineering

Zhou Zhixing

Guangzhou Lighting Construction Management Center, Guangzhou, Guangdong 510230

Abstract : The management of municipal street lamp landscape lighting includes the current mechanism, contradictions, key points of each stage, etc. The characteristics of links such as planning approval were introduced, the contradictions between energy consumption and quality were analyzed, the key elements in the planning and design stage were expounded, the control of construction operation and maintenance was emphasized, and it also involved systems such as Internet of Things monitoring and the integration of multiple technologies. The PPP model was discussed, and prospects and development suggestions were put forward.

Keywords : municipal street lamps; landscape lighting; management

引言

随着城市化进程加速, 市政路灯景观照明在提升城市形象、保障夜间安全及促进节能环保方面的重要性日益凸显。《城市照明建设专项规划标准》(2020) 提出科学规划、合理布局、绿色节能的原则。然而, 现有研究多聚焦单一环节 (如照明设计或施工), 缺乏对全流程管理及智能化创新的系统分析, 未能充分解决能耗与品质、功能与景观等矛盾。本文通过剖析现行管理机制、矛盾及创新实践, 结合广州某市政工程案例, 提出全流程优化策略, 为智慧照明管理提供理论与实践指导。

一、市政路灯景观照明管理现状分析

(一) 现行管理机制特征

市政路灯景观照明管理涉及多环节协同, 特征鲜明。在规划审批阶段, 需遵循《城市照明建设专项规划标准》等规范, 综合考虑城市功能分区、道路等级及周边环境, 确保路灯布局与城市景观协调^[1]。施工监管强调质量控制, 涵盖基础施工、灯具安装、线路敷设等工序, 严格执行设计图纸及规范, 确保工程安全与质量。运维养护通过日常巡检、故障维修及定期保养, 保障照明系统的稳定运行与使用寿命。广州某主干道照明工程数据显示, 规范化管理使路灯故障率降低至 2.5%, 照明效果提升 10%。

(二) 典型管理矛盾剖析

在管理实践中, 典型矛盾常体现在多维度的协调难题上。以能耗与品质的平衡为例, 高品质照明虽依赖高亮度灯具, 但广州某商业区的实践显示, LED 路灯在满足 30lx 基础照度时, 能耗较传统路灯降低 40%, 实现了能效提升; 然而部分区域为强化夜间景观效果, 盲目提升灯具功率, 导致能耗较设计标准超出 25%, 陷入品质与能耗的失衡。景观与功能的冲突同样突出, 某居民区的景观灯设计过度强调装饰性, 采用不规则光斑造型, 虽提升了视觉美感, 但路面照度均匀度仅 0.4, 远低于 0.6 的安全标准, 夜间行人通行存在隐患, 功能性让位于观赏性。

设备更新与预算的矛盾更显尖锐, 广州某老旧路灯改造项目

因年度预算缩减 30%，仅 50% 路灯完成智能化升级，导致新旧系统数据难以互通，故障响应时间延长至 4 小时，较全升级状态增加 2.5 倍，严重制约了整体管理效率。这些矛盾深刻暴露了城市照明管理中多目标平衡的复杂性，需建立更精细化的协调机制。

二、路灯景观建设管理核心要点

（一）规划设计阶段控制要素

在路灯景观建设管理中，规划设计阶段是奠定工程品质的关键环节。这一阶段需严格依据《城市道路照明设计标准》（CJJ45-2015），通过专业软件精准计算照度、亮度及均匀度参数：商业区作为人流密集区域，照度宜设定在 30-50lx 以保障夜间活动安全；居民区则以 15-20lx 为宜，既满足基础照明又避免光侵扰，从源头实现节能与功能的平衡^[2]。

光污染防治同样是设计重点，需通过优化灯具配光曲线、控制遮光角在 15° 以上实现。广州某滨江路段项目采用窄光束角（25° -35°）灯具，配合智能调光系统，使周边居民光污染投诉率较改造前直降 80%。路灯外观需与周边建筑风格、绿化景观形成视觉呼应，色温选择 3000K-4000K 的暖白光至中性光区间，灯杆高度控制在 6-12m（主干道 10-12m、支路 6-8m），通过尺度与色调的协调，让照明设施自然融入城市肌理，在功能性与美学价值间找到平衡点^[3]。

（二）施工运维关键环节把控

施工运维环节是决定路灯景观建设长效性的核心。需严格遵循《城市道路照明工程施工及验收规范》（CJJ89-2012），对线缆敷设的埋深标准、接地系统的电阻值（需 $\leq 4\Omega$ ）等隐蔽工程实施“双控制”——施工方自检后由第三方机构复核，确保每处接头防水等级达 IP67，从源头规避漏电、短路等安全隐患^[4]。智能化运维体系的搭建同样关键，应引入兼容多品牌设备的智能控制系统，通过传感器实时采集照度、电流等数据，实现远程开关、动态调光。广州某主干道项目借此在凌晨 1-5 点的低流量时段，自动将照度从 30lx 降至 15lx，单月节电达 30%，兼顾节能与应急需求。

维护周期需结合灯具类型与环境特性动态调整：商业区 LED 灯受油烟污染影响，每 6 个月需清洁一次；郊区道路灯具则可延长至 12 个月，同时定期更换老化驱动电源，确保其 5 万小时的理论寿命转化为实际稳定运行效果，避免因小部件故障导致整体失效。

三、智能化管理创新实践路径

（一）技术创新应用

1. 物联网监测系统构建

物联网监测系统作为智能化管理的关键技术手段，依托传感器构建起强大的数据采集网络。通过实时采集路灯运行状态、环境光强等关键数据，并将其高效传输至管理平台，实现了故障预警与能耗优化的双重突破^[5]。以广州某项目为例，物联网监测系

统的应用成效显著，故障响应时间从过去的数小时缩短至 2 小时，极大提升了维护效率；同时，节能率提升 15%，有效降低了能源消耗成本。该系统凭借智能化的数据分析与处理能力，不仅保障了路灯系统的稳定运行，更为城市公共设施管理注入了智慧动能。

2. 绿色照明技术集成

绿色照明技术聚焦清洁能源与智能调光的融合，为智能化管理带来绿色解决方案。光伏储能系统将太阳能转化为电能，为路灯提供清洁可持续的能源供应；可变光通量灯具搭配智慧调光算法，能够根据人流量、时间段等动态因素精准调整亮度^[6]。在某商业区项目中，光伏供电每月可发电 2000kWh，节省电费约 1500 元，既减少了对传统能源的依赖，又降低了运营成本。绿色照明技术的应用，不仅助力城市实现节能减排目标，也为居民营造了舒适、节能的夜间照明环境。

（二）管理模式创新

1. 全流程 BIM 管理应用

全流程 BIM 管理模式贯穿项目规划、施工与运维全生命周期，成为智能化管理的重要管理手段。在规划阶段，BIM 技术通过三维建模与模拟分析，优化路灯布局，确保资源合理配置；施工阶段，借助碰撞检测功能提前发现并解决管线冲突问题，有效降低施工变更率；运维阶段，集成设备信息实现可视化管理，提升运维效率^[7]。广州某工程实践表明，采用全流程 BIM 管理后，施工变更率降低 20%，运维效率提升 30%，显著缩短了项目周期，减少了资源浪费，为项目的高效推进与长期稳定运行提供了有力支撑。

2. PPP 运营机制探索

PPP 运营机制通过整合社会资本参与城市智能化管理项目，有效缓解了政府财政压力。在路灯智能化管理项目中，采用 PPP 模式引入智能控制系统，虽然初期需投入 3000 万元，但凭借高效的运营与管理，5 年即可实现成本回收，长期运维费用更可节省 20%。不过，该模式在实施过程中需警惕政策变动及资本退出风险。通过合理的风险分担机制与合同条款设计，能够保障项目持续稳定推进，实现政府、企业与社会的多方共赢，为城市智能化管理的可持续发展开辟新路径^[8]。

四、典型市政工程实践案例

（一）项目背景与实施概况

1. 城市照明提升工程背景

广州某城市照明提升工程聚焦城市照明现存痛点，老旧路灯亮度不足，部分区域照度仅 10lx，难以满足居民夜间出行与商业活动需求；传统路灯能耗居高不下，月均电费高达 5 万元，加重财政负担。为改善这一状况，该工程全面覆盖主干道、商业区及居民区，对 5000 盏路灯进行改造^[9]。项目以提升照明质量与降低能耗为核心目标，致力于将照度提升至 20 - 50lx，实现能耗降低 30%，同时引入智能化管理体系，推动城市照明向智慧化转型。

2. 创新管理方案设计

在创新管理层面，该工程引入物联网与传感器结合的智慧路灯系统。通过传感器实时采集光照强度、人流量等数据，将信息传输至管理平台，实现对路灯亮度的远程精准调控^[10]。这一方案大幅优化管理流程，故障定位时间从过去的 24 小时锐减至 2 小时，极大提升维护效率；在夜间低流量时段，系统自动降低路灯亮度 20%，有效避免能源浪费。智慧路灯系统凭借智能化、自动化的管理模式，为城市照明管理提供了高效、节能的创新思路。

（二）关键技术实施效果

1. 智能控制成效分析

智能控制系统在该工程中发挥关键作用，远程监控系统覆盖率高 达 95%，实现对绝大多数路灯运行状态的实时监测。借助智能化故障预警机制，故障处理效率提升 50%，保障路灯系统稳定运行。自动调光技术根据环境与流量变化动态调整亮度，在夜间能耗降低 25%，既满足不同场景的照明需求，又最大限度节约能源。智能控制技术的应用，让城市照明管理更智能、更高效，有效提升城市夜间照明服务质量。

2. 节能降耗数据验证

在节能降耗方面，该工程取得了显著成果。通过全面采用 LED 路灯替代传统高压钠灯，能源利用效率大幅提升：改造后单灯功率从传统的 150W 降至 90W，耗电量仅为传统灯具的 60%，对应区域的月均电费从 5 万元大幅降至 3 万元，按年均 12 个月计算，每年可直接节省电费 24 万元，持续减轻了财政支出压力。同时，工程配套建设的分布式光伏系统进一步强化了节能效能，该系统依托路灯顶部的高效光伏板收集太阳能，月均发电量稳定在

2000kWh，可满足区域内约 15% 的公共照明用电需求，折算每月减少标准煤消耗约 0.8 吨，对应减少碳排放量 1.2 吨。这些具体数据不仅直观印证了工程在经济效益上的显著提升，更清晰展现了其在推动城市绿色低碳转型中的积极作用，充分体现了该工程在经济效益与环境效益方面的双重突破。

（三）管理创新示范价值

该工程在管理创新上亮点突出，通过建立多部门协同机制，打破信息壁垒，实现资源高效整合。结合 BIM 技术，在项目规划、施工阶段优化流程，施工效率提升 15%，缩短项目周期。工程实施过程中积累的成功经验，已推广至邻近城市，为行业提供可借鉴的范本，推动城市照明智能化管理领域的标准化进程，具有重要的行业示范价值与推广意义。

五、总结

市政路灯景观照明建设管理需构建关键技术体系与创新管理模式。在技术方面，涵盖照明设计、灯具选型、智能控制系统等多领域。管理上，要注重从规划到维护的全流程优化。

展望未来，5G 通信与数字孪生等新技术为智慧照明管理带来机遇。5G 可实现高速数据传输，提升照明系统的响应速度与控制精度；数字孪生能构建虚拟模型，辅助决策与优化。

为推动行业发展，应完善行业标准，明确技术规范与质量要求。同时，优化管理机制，加强部门协作与监管力度，促进市政路灯景观照明建设管理的可持续发展。

参考文献

- [1] 范世福. 试论“光文化”建设与国际化大都市精神文明发展的关系 [J]. 灯与照明, 2010, 34(4): 9-9.
- [2] 李洋. 城市夜景照明规划设计研究 —— 以河北省廊坊市为例 [D]. 河北农业大学, 2018.
- [3] 梁正杰. 景观照明设计与居民行为心理的关联性研究 —— 以青岛住宅小区为例 [D]. 青岛大学, 2021.
- [4] 尧优生. 照明设计中光的构成 [J]. 艺术百家, 2010(A02): 2.
- [5] 李军. H 林区景观照明提质项目时间与成本管理研究 [D]. 中南林业科技大学, 2022.
- [6] 赵俊波, 李丽, 郭全生, 等. 景观照明规划指导照明建设的实践探索 —— 以临沂景观照明规划为例 [J]. 照明工程学报, 2012, 23(6): 2.
- [7] 杜芸舵. 市政路灯照明的节能设计探讨 [J]. 建材与装饰: 下旬, 2016(4): 2.
- [8] 孙梁. 市政路灯照明的节能设计探讨 [J]. 信息系统工程, 2015(7): 2.
- [9] 郭新冰. 关于市政照明工程中路灯的安装技术分析 [J]. 建筑工程技术与设计, 2015, 000(017): 1071-1071.
- [10] 徐清宾. 市政照明工程中路灯的安装技术分析 [J]. 建材与装饰, 2022(012): 018.