

市政道路路灯智能控制系统应用现状与改进对策

王 凯

成都高投建设开发有限公司 四川 成都 610023

【摘 要】：市政道路路灯智能控制系统由回路级开关控制转向单灯感知、边缘网关和云平台协同管理，存量接口、感知数据利用和平台派单规则决定系统运行效果。本文分析市政道路路灯智能控制系统运行现状，梳理单灯接入和按需照明中的主要问题，提出接口更新、感知网关配置和分区调光派单规则等改进对策。片区指标表和数据型关系图将对策转化为覆盖率、监测率、响应时间、执行率和闭合率等检查口径，可支撑道路照明节能运行和维护协同。

【关键词】：市政道路；路灯；智能控制系统；动态调光；运维管理

DOI:10.12417/2811-0528.26.20.030

市政道路路灯关系夜间交通安全、公共服务和城市能源消耗。传统控制方式主要依靠时控、光控和人工巡检，面对交通流、天气、节假日活动和设备故障变化时，响应速度和控制力度不足。LED 灯具、物联网通信、边缘计算和云平台进入道路照明后，路灯系统具备远程控制、状态采集、分级调光、能耗统计和工单派发能力。现实运行中，存量灯具改造、数据质量、通信稳定性和平台字段统一仍会影响智能控制效果。

1 市政道路路灯智能控制系统应用现状

（1）控制层级由回路向单灯延伸：市政道路路灯智能控制系统的建设重心，已经从控制柜远程开关逐步延伸到单灯节点管理。新建主干路通常把 LED 灯具、单灯控制器、电能计量模块和通信单元同步纳入施工，平台能够读取亮灯状态、功率变化、控制回执和简单故障码；老城区道路多在原有线路上分批改造，先完成回路级控制，再选择交通节点、学校医院周边和投诉高发路段补装单灯控制器^[1]。智慧路灯能效优化和动态调光策略把能耗、亮度等级与道路场景联动作为主要技术方向，运行层级的变化使路灯不再只是受控负载，而是带有位置、功率、状态和维护属性的道路照明节点。

（2）平台功能由开关向运维扩展：平台功能也由开关灯扩展到能耗统计、分时调光、异常派单和资产管理。集中控制平台可按道路、回路、箱变和灯杆生成在线率、亮灯率、单位里程能耗和维修记录，边缘网关在现场承担协议转换、离线缓存和批量告警初筛。城市道路照明智能控制节能分析把日出日

落、光照度、天气、车流和行人量作为控制输入，平台判断同步吸收环境和交通变量^[2]。现实运行中，平台价值取决于前端数据是否完整、控制指令是否可回执、维修结果是否及时回填，单纯把系统当作远程开关工具，难以支撑稳定的节能和运维协同。部分平台还存在资产编号、灯杆位置和维修记录不同步的问题，现场更换驱动电源或控制器后，如果设备档案没有同步更新，后续能耗对比、故障定位和备件采购都会失去共同口径。由此看，应用现状既表现为控制能力提升，也表现为数据治理和运维闭合仍处在逐步补齐阶段。

2 市政道路路灯智能控制系统存在的问题

（1）存量灯具接口不一，接入率和利用率偏低：存量灯具接口不一，是单灯控制覆盖率偏低的直接原因。不同年代的灯具驱动、电源接线、防水结构和控制协议差别较大，部分灯杆只能取得回路电流和箱变电压，无法回传单灯亮度、驱动温度、功率因数和故障码。补装控制器还受灯杆检修门空间、端子老化、夜间断电窗口和道路占道施工影响，改造容易优先覆盖主干路，支路和背街节点滞后^[3]。片区运行指标可采用 3000 盏路灯设计口径，将单灯控制覆盖率、能耗在线监测率、故障平均响应时间、动态调光执行率和平台工单闭合率列为检查项。若只计算安装数量，不核对控制成功率和回传完整率，新增设备会形成新的维护负担。指标设置还应同步区分“已接入、可控制、可回执、可维修”四种状态，避免把只能上线显示的节点等同于可参与调光和派单的有效节点。片区运行指标配置见表 1。

表 1 市政道路路灯智能控制系统片区指标配置口径

指标项	现状值	目标值	统计口径	配置动作	检查频次
单灯控制覆盖率(%)	48	85	接入平台并可回传控制结果的灯具占比	接口更新	月度
能耗在线监测率(%)	55	90	可形成日能耗曲线的节点占比	电能计量	月度
故障平均响应时间(h)	9.50	4	告警生成至接单的平均间隔	自动派单	周度

动态调光执行率(%)	32	70	执行分时分区调光策略的道路占比	感知联动	月度
平台工单闭合率(%)	68	92	完成派单、修复、回填的工单占比	字段统一	月度
控制回执完整率(%)	60	88	指令下发后返回执行结果的节点占比	回执校验	周度

(注:续表1)

表1按现状值和目标值比较片区运行状态,单灯控制覆盖率和能耗在线监测率分别对应前端接入和计量采集,故障平均响应时间与平台工单闭合率对应派单处置和结果回填,动态调光执行率对应感知数据进入控制策略的程度。

(2)感知数据利用不足,按需照明策略执行粗放:感知数据没有进入策略链,场景化照明就会退回固定时段表。道路照明受日落时间、天空亮度、机动车流量、非机动车混行、商业街活动、雨雾天气和重点路口冲突共同影响,单独依赖天文钟或照度阈值,无法区分车少但行人密集、道路空旷但交叉口风险较高、雾天照度充足但可视距离下降等场景。基于物联网的城市道路LED路灯控制系统把通信、感知和平台控制放在同一架构内处理,采集数据应转化为亮度等级、延时保持和异常恢复规则。缺少这一步,平台虽然积累了摄像机、雷达或电能数据,现场仍主要依靠人工修改节假日计划,节能策略与安全照明边界之间也难以校核。

3 市政道路路灯智能控制系统的改进对策

(1)加快灯具接口更新,提高单灯接入率和利用率:接口更新应按道路等级和灯具状态分级推进。快速路、主干路、学校医院周边、桥下空间和事故多发点优先配置单灯控制器,具备条件的支路先完成回路级电能计量和控制柜通信,待灯具更新时同步补齐单灯接入。验收指标不能停在安装完成,应同时核对单灯在线率、控制成功率、功率回传完整率和异常告警回执率^[4]。物联网、城市道路和照明控制已经在智能控制系统中形成同一对象链,工程改造也应把控制器协议、资产编号和平台接口写入统一清单,避免后续更换灯具或厂家时重复适配。清单还要随维修记录同步更新,保持平台接口长期可用。

(2)完善感知网关配置,细化分区调光和派单规则:感知网关配置应围绕道路功能选择。主干路重点采集车流密度、平均速度、事故占道和能见度,商业街、学校医院周边和公园出入口更关注行人活动和特殊时段停留,居民区支路则强调低扰民、低能耗和稳定照明。边缘网关承担状态去抖、断网缓存、

通信质量评分和本地安全策略,云平台根据道路等级、交通状态和天气条件生成分区调光规则;通信中断、传感器漂移或突发车流出现时,系统退回保底亮度和固定时段策略。改进实施还应把阈值、时段、道路等级和告警等级写成可审计规则,平台派单字段与资产编号、杆位坐标、维修材料和复测结果保持一致。这样才能把感知数据从“看得见”转化为“能控制、能派单、能复盘”的运行能力。感知网关配置指标变化见图1。

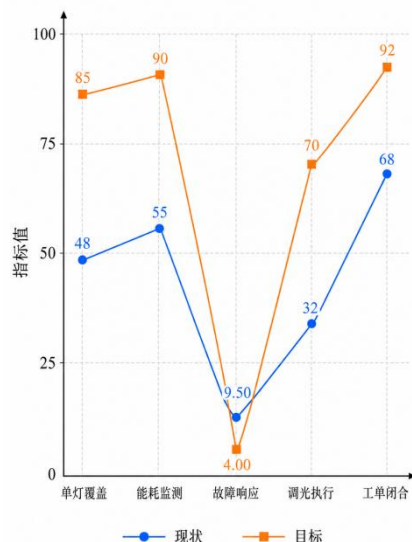


图1 片区智能控制运行指标现状值与目标值

图1中,目标线在单灯覆盖、能耗监测、调光执行和工单闭合四项上高于现状线,故障响应由9.50h降至4h,说明接口接入、计量采集和派单规则需要同步改进。

4 结语

市政道路路灯智能控制系统的改进重点,是把灯具、控制器、传感器、网关和运维工单连接成可核查的数据链。运行现状表明,单灯控制和平台运维已经具备技术基础,但存量接口差异和感知数据利用不足,仍会限制按需照明和故障处置。分级推进接口更新、按道路功能配置感知网关、设置保底亮度和异常恢复规则,并用统一字段管理资产与工单,能够把节能、维护和安全照明纳入同一片区指标体系。

参考文献:

- [1] 邵世杰.市政道路智慧路灯系统的能效优化与动态调光策略研究[J].智能建筑与智慧城市,2026,(7):184-186.
- [2] 李志平.城市道路照明智能控制及节能研究[J].昆明冶金高等专科学校学报,2022,38(4):62-67+78.
- [3] 杨尚军.基于物联网的城市道路LED路灯照明智能控制系统研究[J].家电维修,2025,(5):3-6.
- [4] 周旭良.基于物联网的城市道路LED路灯照明智能控制系统研究[J].光源与照明,2024,(8):48-50.