

Application and practice of single lamp control system for urban road lighting

Xiaoxiong Lei

Shenzhen Urban Appearance & Landscaping Affairs Center, Shenzhen, Guangdong, 518000, China

Abstract

This paper analyzes the operation status and existing problems of urban road lighting control system, puts forward the necessity of setting up a single lamp control system for street lights, and summarizes the application effects and practical experience of automatic monitoring, remote control and energy-saving management of single lamp control system. The street lamp single lamp control system solves the problems such as the inability to obtain the operation status of the street lamp single lamp in time, the neglect of the influence of harmonics and zero sequence current, the lack of real-time detection and early warning means of electrical circuits, the low efficiency of street lamp lighting rate inspection, and the lack of smart lighting cloud platform expansion and interface, and realizes the remote automatic control of road lighting, real-time detection and early warning of electrical circuits, energy-saving management and other functions, and achieves the purpose of convenient management and maintenance, rapid data upload, and reliable real-time early warning.

Keywords

road lighting; single light control; automatic monitoring; energy saving management

J 城市道路照明单灯控制系统的应用和实践

雷小雄

深圳市市容景观事务中心, 中国·广东 深圳 518000

摘要

本文通过分析城市道路照明控制系统运行现状及存在的问题, 提出设置路灯单灯控制系统的必要性, 并总结单灯控制系统自动监测、远程控制、节能管理等应用效果和实践经验。路灯单灯控制系统解决了路灯单灯运行状态无法及时获取、谐波及零序电流影响被忽视、电气线路实时检测和预警手段缺失、路灯亮灯率巡检效率不高、智慧照明云平台拓展与接口缺乏等问题, 实现了道路照明远程自动控制、电气线路实时检测预警、节能管理等多种功能, 达到了管理维护方便、数据上传迅速、实时预警可靠的目的。

关键词

道路照明; 单灯控制; 自动监测; 节能管理

1 引言

城市道路照明设施及其附属设施主要包括灯杆、灯具、箱变、管线、环网柜等, 数量众多, 存量庞大, 遍布于主次干道、大街小巷, 是现代城市重要的基础设施, 与百姓日常生活密切相关。道路照明设施安全运行状况, 直接关系到城市公共安全和广大市民的切身利益, 加强城市照明设施的维护管理, 及时发现并整治漏电隐患, 提高道路照明质量、促进能源节约, 确保道路照明设施安全运行是现代城市管理的重要内容。近年来, 随着电力线载波通信技术、传感器技术、自动控制技术、人工智能等科学技术的突飞猛进, 单灯控制技术的出现标志着道路照明控制技术也进入新的里程碑时

代。我们就部分道路照明实施单灯控制系统的实践开展积极探索, 取得良好效果。

2 分析道路照明设施管控现状及存在的问题

经过深入分析现行道路照明控制系统运行现状, 我们认为, 目前道路照明控制系统主要存在以下问题或缺陷。

2.1 设施老化严重

道路照明控制设施一般伴随城市道路建设过程进行设计和安装, 主要包括控制箱与单灯控制设备。控制箱主要由各种电器开关、交流接触器及保护设备等机械设备构成, 这些机械装置随着时间的推移会逐渐达到寿命。设备年数较多, 机械装置老化严重。

2.2 控制方式单一

部分道路照明采用时控仪控制, 只是实现了每天的按线路进行开关灯, 无法按照照明需求进行多种灵活控制。时

【作者简介】雷小雄(1965-), 男, 中国湖南衡阳人, 本科, 工程师, 从事照明电气研究。

控的缺点显而易见：一是只能线路控制，无法进行单灯控制及调光；二是无法在特殊天气自动依据照度变化进行控制；三是无法在故障情况下进行故障隔离控制。



图1 智慧照明控制系统组成

2.3 次谐波及零序电流影响被忽视

现有路灯灯具普遍使用的LED光源，采用开关电源控制，产生各种非线性谐波。由于LED采用统一调光、统一电源控制，开关电源会在同一时间，同一位置进行导通与截止，谐波的成分及时序严格同步，无法通过三相平衡进行抵消，会导致照明灯电源的3次谐波“谐振”。路灯灯线路的零序电流，多数零序电流值超过30A，影响照明灯变压器的稳定运行，导致变压器受损。

2.4 单灯运行状态无法及时获取

目前的控制系统仅能简单了解到线路是否合闸、拉闸，无法精确知道每一盏的工作情况，包括电压、电流、功率、耗能等信息无法获取，无法获取每只灯的准确地理信息为故障维护时提供参考。

2.5 巡检手段效率不高

路灯亮灯率考核是道路照明管理维护的主要指标，常规的线路巡查是维护人员日常主要工作内容。由于巡查覆盖面积大、线路长，同时必须晚间巡查，巡查人员费时费力，且存在道路交通安全风险。

2.6 缺乏实时监控和预警手段

现行的巡查管理方式不能及时、准确和全面了解路灯设施的运行状况，缺乏有效故障监控手段，难以预知停电、跳闸、线路漏电、断路、白天误关灯、晚上误关灯、电力供应异常等各类故障。

2.7 缺乏应急保障

无法根据城市的实际情况如：重大活动、节假日、极端天气、季节变化等实际情况及时重新发布照明开关灯时间，不能依据与照明密切相关的环境照度、交通流量、人流密度等实际情况实现分区域、分时、分级的制定开关灯控制预案。

2.8 缺乏统一的云平台进行后期扩展与接口

随着智慧照明、智慧城管、智慧城市建设的快速推进，多功能智慧灯杆逐步将逐步取代现有普通灯杆，道路照明单灯控制系统是未来智慧城市数据的重要接口。而智慧杆安全用电系统，也需要通过云端接入智慧城市系统，为智慧城市提供照明及公共设施数据，需要考虑云平台的安全性、可靠性与开放性。

3 运行道路照明单灯控制系统

针对上述问题，按照先进实用、安全可靠、可扩展、易维护、可操控、模块化结构的设计原则，搭建道路照明单灯控制系统。该系统是基于网络云平台软件、互联网络技术、4G 移动互联网络技术、HomePlug GreenPhy 宽带电力线载波通信技术、传感器技术、自动控制技术、人工智能等多种通信网络、多种技术架构的有机结合。通过网络平台实现城市道路照明的数字化、智能化、智慧化的管理，是智慧城市不可分割的一个子系^[1]。系统由云平台、通信网络、智能照明灯控制箱、宽带电力线载波单灯控制、传感器等五部分组成。主要设备包括：道路照明单灯控制系统管理软件、安全防护照明管理终端、多功能照明线路控制器、安全防护照明控制器、智能安全电力监控仪等。该系统具有如下功能：

3.1 远程自动控制功能

系统可以通过安全防护照明管理系统进行远程控制，包括对灯具进行开、关灯控制^[2]。开关灯可以按事先设定的控制策略进行。具体包括：日落后出开关灯—根据小区的经纬度位置，精准地安装每天日落后出时间开关灯。全夜灯、半夜灯控制—依据管理需求，可以在半夜按设定的时间自动关灯，便于节能。节假日灯控制—节假日，可以预先下节日开关灯方案，并启动节假日特殊灯开关，营造节日氛围。特殊天气环境自动开灯—在台风、暴雨等特殊天气，可以远程手动开灯，也可以根据天气光照变化自动开灯，确保特殊天气的照明。

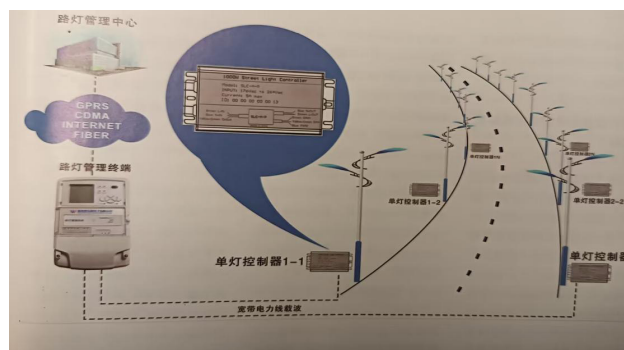


图2 道路照明单灯控制系统

3.2 节能管理功能

系统安全防护照明控制器具备电能计量功能，可以计算每只灯的日耗电量、月耗电量、年耗电量，并按灯具类型进行统计与报表。对于大功率LED灯，如果LED灯提供调光输入，还可以按照管理需求进行每条的自动调光，如晚上调光到40%，借此实现二次节能。调光节能—按需求进行晚上不同时间段调光，实现节能；精准计量—可以精准计量每只灯及每类灯的电能耗电量并报表。电能统计数据可以查询到年、月、日及小时，所有电能数据同一时间对标。线损统计—安全防护照明控制器监测的灯具与线路总电能表进行电能对比分析，统计每天线损，及时发现电能的损耗

情况及异常情况,发现窃电现象。

3.3 安全监控功能

道路照明电气线路遍布道路各个角落,电线电缆在运行过程中必定会逐渐老化。部分线缆在施工过程中直接埋于地下,暴雨及潮湿天气有漏电风险,从而形成安全隐患。漏电及绝缘状况变化,一方面容易导致行人触电,另外可能导致触电事故。单灯控制系统主要通过以下三个部件实现安全监控功能:一是漏电传感器,内置于照明控制器内的漏电传感器,感应到漏电后报警,报警信息通过电力线传输到路灯管理终端,并在系统主站显示报警位置及漏电信息,该信息也可以通过手机 APP 进行报警推送。二是用电参数监测,每只照明控制器可以实时监测照明线路的电压、电流、功率等,依据这些电参数,发现电路系统故障。比如漏电或接地,必然导致漏电及接地点附近电压急剧下降(如 160V),并伴随另外一相电压的升高,结合线路电压的不同的变化,及时报警并定位漏电点位置。三是照明线路零序电流监测,在照明线路总开关安装三相智能电能表,实时监测照明线路的总耗能与零序电流,总耗能与各照明控制器监测的电能进行对比,通过线损的变化及零序电流的剧增,判定漏电及接地故障。主动上报该条线路故障事件记录、灯具故障、白天无故亮灯、停电、断电、通讯故障、线路故障、电压超限、功率超限(电压、功率上下限阈值可设置)等故障信息。支持文档导出,可统计分析线路异常状况,定位故障点和故障现象,支持短信息方式发到相关负责人手机上,方便及时处理故障,减少维护成本。

3.4 电缆防盗功能

各地经常发生电缆被盜情况,照明线路由于通过路灯杆接入,盜窃起来更容易。电缆被偷窃,一方面造成经济损失,同时带来各种安全隐患。内置于照明控制线路的宽带电力线载波通信模块或 NB-IOT,一直保持与路灯终端(集中器)的通讯联系。一旦电缆被切断,通信链路也失去,从而可以及时发现电缆被盜犯罪行为。

道路照明单灯控制系统经过近半年的试运行表明,该系统对线路、灯具发现各类故障并及时预警与处理,效果明显,避免了用电安全隐患,并能提供亮灯率、预警事件、离线率、用电量等各类报表。同时能实时监测所有灯具的运行状态,亮灯情况一目了然,还可以监测电缆被挖破、电缆发热、变压器升温、箱变水位的监测、线路绝缘情况等功能,及时预警并处理,所有数据可以永远保存,具有可追溯性。

4 评价道路照明安全用电监测预警系统应用效果

经过近半年的应用和实践,我们的道路照明单灯控制

系统安全可靠、效果良好,达到了预期目的。

4.1 管理维护方便

利用物联网、互联网,足不出户即可查看路灯系统运行状况、控制照明设施,也可预先设置各种策略,系统将自动运行并执行指令,还具备电缆防盗监测功能。

4.2 多种照明方式管控

可对道路照明进行灵活分组,按不同时间、不同用途、不同的环境因素而采用相对应的预设策略进行控制,以达到丰富的照明效果^[3]。

4.3 数据上传的快速

数据上传速度达 0.5S,成功率达 100%,准确率达 100%。

4.4 精细化管理有效

可以根据需要进行权限分层管理、数据统计与图表分析、资产管理清晰,实现真正意义上的精细化管理。

4.5 实时故障预警可靠

系统及时发送到相应的管理人员手机上,实现快速定位。及时对故障灯进行维修处理。

5 结语

随着 5G 时代的到来,智慧城市、智慧城管、智慧照明建设即将进入快速推进阶段,道路照明设施已经不仅仅是传统市政道路照明功能的载体,也是最好的信息化固件,多功能智慧杆将逐步取代传统灯杆,成为智慧城市基础设施网络,并必将成为城市公共空间最好的硬件载体、组网节点、传输通道、数据入口和信息终端。而智慧灯杆将实现 24 小时供电、杆内强电弱电交织、杆体构建纵横交错、各功能区块总功率数倍于 LED 路灯^[4],因此,用电安全风险亦随之显著上升。在智慧灯杆网络体系设置安全、可靠、高效的道路照明单灯控制系统,实现路灯的远程控制、故障主动报警、灯具线缆防盗等功能,不仅能大幅度节约电力能源,节省维护成本,提高城市照明管理水平,而且对确保城市照明设施安全运行,防止涉电事故发生具有重要的现实意义。

参考文献

1. 宋洪儒,王宜怀,杨凡.基于窄带物联网的智能路灯控制系统设计与实现[J].现代电子技术.2019.42:172-176.
2. 肖晓鹏.基于单灯控制的智慧照明系统在高速公路主线照明中的应用与展望[J].广东公路交通.2023.49(2):26-31.
3. 青岛美仑电子.基于电力载波技术的智能路灯单灯控制解决方案[J].2021.9.
4. 耿波.基于物联网技术的智能LED路灯控制系统研究[J].现代制造技术与装备.2019.7:120-121.