

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2023.02.056

集中供电系统在智慧多功能杆设计中的应用

余剑青, 初天舒

[上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司深圳分公司, 广东 深圳 518000]

摘要:在智慧交通工程建设中,智慧多功能杆挂载设备较多,需要敷设多根管道为其供电,导致原本就紧张的地下管线空间更加拥挤,对工程设计及实施造成了诸多困难。提出一种智慧多功能杆的模块化集中供电系统,通过整流电路和调压电路将市政箱变引入220V交流电源转化为多种不同数值电压,并由不同模块引出,为智慧多功能杆挂载的各种设备供电。本系统不仅简化了智慧多功能杆的供电模式,而且减少了管道敷设,在节约工程成本的同时避免了对地下管线空间的过度占用,对智慧多功能杆工程建设都具有重要意义。

关键词:照明工程;智慧多功能杆;模块化;集中供电;管线设计

中图分类号:U491.5

文献标志码:B

文章编号:1009-7716(2023)02-0220-03

1 智慧多功能杆概述

近年来,智慧多功能杆(Intelligent multifunctional pole)逐渐成为智慧交通领域中使用最多的热点设备^[1]。在即时通信的基础上,智慧多功能杆集成了多种智能模块以及传感设备,除可调光灯具外,智慧多功能杆将会根据周围环境变化以及智慧交通需求装载不同的智能设备^[2]。智慧多功能杆集视频采集、智能照明、慢行服务、移动通信、环境监测、设施监测等诸多功能于一身,是智慧交通建设中不可或缺的重要载体^[3]。

工程上一般按照功能将智慧多功能杆分为信控路口智能杆、非信控路口智能杆、路段智能杆三类。根据道路需求配置智能照明、视频采集、5G微基站、慢行服务设备、车路协同路侧单元、一键呼叫、公共广播等设备,如图1所示。

智慧多功能杆在“新基建”和智慧交通建设中都扮演着重要角色^[4]。一方面,智慧多功能杆具有精确的控制策略和智能调光模式,不仅可以节约电能,同时也可以达到保护环境的目的^[5];另一方面,在城市基础设施建设中统一安装智慧多功能杆,可以对城市公共照明进行统一管理和监控,有效提高城市照明管理效率,降低运营成本。另外,在先进的传感器技术支持下,管理者可针对不同场景进



图1 智慧多功能杆

行多种模式的灯光控制,增加城市景观的观赏性,提高城市形象。随着5G技术的兴起,越来越多的5G基站投入使用,在智慧多功能杆上挂载5G微基站通信单元,相较于照明、WiFi等其他设备,5G基站具有更大的功率,因此其对电源容量和接口的要求也随之增加。

党的十九大报告指出,要构建清洁低碳、安全高效的现代能源体系。市政设施的供电电源是实现低碳、节能的关键执行者之一。然而,目前路灯供电技术领域仍然存在电源结构不合理、占用空间大、管线复杂等问题。电源系统作为照明工程中的重要组成部分,对能源结构升级转变的影响不可忽视。

虽然智慧多功能杆使城市更加智能化、节能化^[6-7],但是目前的智慧多功能杆系统都存在土地资源空间占有过大的问题。大多数智慧多功能杆采用照明与其他智慧设备各自独立的供电方式,在土地资源日益紧张的情况下,会使供电电缆及管线占用更大的安装空

收稿日期:2022-04-08

基金来源:上海市政总院科研基金重点资助项目(K2020K091A)

作者简介:余剑青(1984—),男,硕士,高级工程师,从事工程设计工作。

间,且在更换检修时十分不便,降低了工作效率。因此,现阶段亟须设计一种便于安装且节省空间的智慧多功能杆电源,以解决上述问题。

2 集中供电系统在工程实际中的优势分析

目前,市政道路建设中考虑到道路周边地块各种应用场景对于水、电、燃气等需求的日益增加,在道路下方通常会附建有很多给水、燃气、电力通信等市政管道,导致地下管线空间十分拥挤,影响照明管线布置。在满足《城市工程管线综合规划规范》的前提下,智慧多功能杆的管道占有空间较多,严重影响其他管线的敷设,使得其他管线布置时超出道路红线,造成用地紧张问题,如图 2 所示。

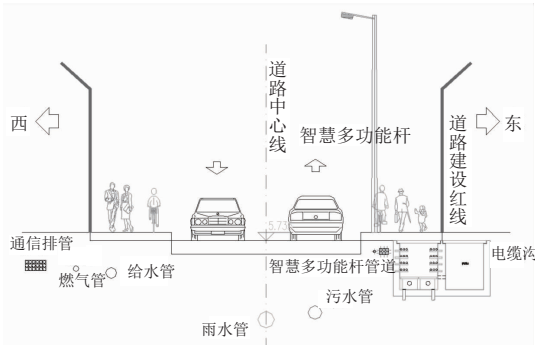


图 2 拥挤的地下管线空间

在传统的智慧多功能杆供电系统设计中,通常采用照明供电与智慧设备供电分离的方式,这在一些规划宽度较小且管线较多的道路中难以实施,给道路建设造成困难。同时,针对不同设备需要多根电源线与其相连接,在道路建设时须穿管道埋入地下。例如,智慧多功能杆通常采用“2+8”模式(2 根路灯供电+8 根智慧设备供电、通信管道),需要敷设 10 根管道,施工成本大幅增加,使得智慧多功能杆的建设缺乏经济性。智慧多功能杆管道敷设示意图如图 3 所示。

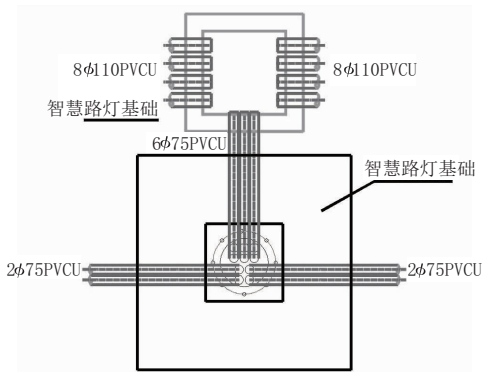


图 3 常规智慧多功能杆埋管示意图

此外,如图 4 所示,现有的集中供电系统在道路照明领域应用较少,这些集中供电设备普遍占有空



图 4 常规路灯集中供电设备

间较大,并且都设置在路灯外,无法从根本上解决地下管线拥挤的问题。

针对以上问题,本文提出一种安装在智慧多功能杆内部的模块化集中供电电源系统,采用交流、直流分别输出的供电策略,集中为照明灯具以及智慧多功能杆挂载的设备供电。此系统既减少了地下埋设的管道数量,又能保证智慧多功能杆挂载的设备供电不受影响,减少施工成本,克服智慧多功能杆电源线路复杂、检修效率低下且照明和智慧设备无法统一供电的问题;同时简化设备的安装与拆卸,提高施工和检修效率。模块化集中供电电源与传统智慧路灯供电电源对比见表 1。

表 1 模块化集中供电电源与传统智慧路灯电源性能对比

电源	传统智慧路灯电源	模块化集中供电电源
电源线数量	1 根 /2 根+智慧设备电源线(视挂载设备数量而定)	1 根
管道敷设	2+6 或 2+8(供电+通信)	1+1(供电+通信)
使用场景限制	地下管线敷设空间较为宽松的道路	对管线敷设空间基本无限制
供电模式	照明灯具与其他智慧设备分别供电	所有设备由电源模块集中供电
建设成本	较高	低
尺寸	较大	小

3 集中供电电源模型构建探讨

本文构建的集中供电电源模型以市政箱变经变压器将电压降为 220V,并将其分为多路——一部分电路直接用于设备供电,另一部分经整流电路、稳压电路调整后输出直流电压为其他设备供电。电源系统框图如图 5 所示。

电源模型主要由供电主体和供电模块两部分构成。电源主体设置在路灯灯杆的检修门附近,形状为矩形,电源与路灯灯杆两侧要留出适量距离以便于安装、拆卸和维修,如图 6 所示。

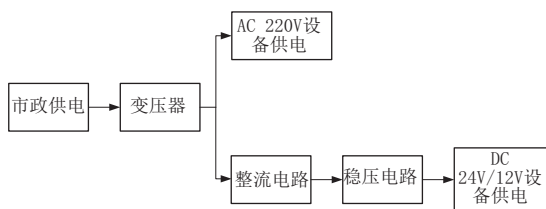


图5 电源系统框图

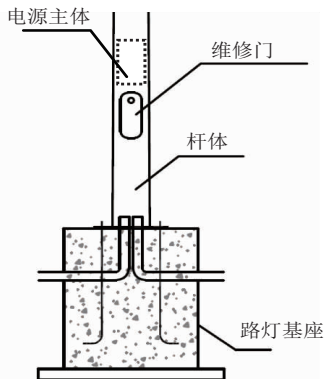


图6 电源位置示意图

智慧多功能杆在工作时通常会挂载很多智慧设备,需要交流和直流的多个数值的电压输出,因此电源主体应主要起到转换器的作用,根据设备供电不同需求将箱变输入的 AC 380 V 电压通过整流电路转化为适应不同设备的 AC/DC 供电电压,供电模块概念图如图 7 所示。

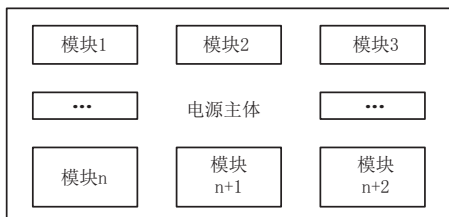


图7 电源供电模块概念图

电源的供电模块是基于智慧路灯挂载设备的分类进行设计的,共有 11 种设备,如图 8 所示,出于对工程实际以及设备维护等方面的考虑,额外增加 1 个应急供电模块,共 12 个供电模块。



图8 常规智慧多功能杆挂载设备

电源电路图如图 9 所示。电源电路的输入端电源由 220 V 交流电经变压器提供,经电源模块主体

引出 6 路 220 V 交流电压,其中 5 路分别为照明、5G 基站、LED 信息发布屏、一键呼叫电话系统以及应急电源供电,另一路通过 KBPC3510 整流桥进行整流,将交流电压整流为直流电压。

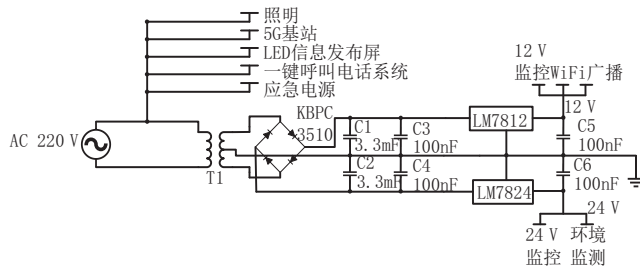


图9 集中供电系统电路图

根据智慧多功能杆挂载设备的额定电压(见表 2),滤波后的电压经三端稳压器形成稳压直流电源电路,稳压器选用三端稳压器 LM7812 和 LM7824。整流后的电压分别为 24 V 和 12 V 的直流电压模块,其中 24 V 直流电压模块为监控设备(额定电压为 24 V)、环境监测设备供电,12 V 直流电压模块为监控(12 V 额定电压)、无线 WiFi、广播等设备供电。

表 2 智慧路灯挂载各设备电压及功率

设备	电压	功率
照明	AC 220 V	100~350 W
视频采集	DC 24V/12 V	60 W
5G 基站	AC 220 V	1 200 W(宏基站) 300~600 W(微基站)
无线 WiFi	DC 12 V	30 W
公共广播	DC 12 V	40 W
LED 信息发布屏	AC 220 V	900~1 200 W/m ²
一键呼叫电话系统	AC 220 V	15 W
环境监测	DC 24 V	15 W
应急电源	AC 220 V	—

通过该集中供电模型,可以实现在敷设一条供电电缆的情况下,使用一个电源主体为智慧多功能杆上的多种设备供电,释放地下空间,降低设计难度,同时可以将照明工程中管道敷设的费用减少 80%,极大地节约了施工成本。

4 结 论

本文针对目前智慧多功能杆电源研究现状,提出一种模块化集中供电的电源系统,通过整流电路将各设备供电设计成独立的供电模块,每个模块都可视设备的种类获得不同的输出电压,同时将所有模块集成在一起,优化了电源结构,节约安装空间且安装方便。智慧多功能杆模块化集中供电电源的出现是对传统照明供配电技术的探索和创新,最大程

关系。正常情况下,物体的厚度越大,贝克线就会越宽越明亮;接触面的表面比较缓和,贝克线较宽而十分明显。因此在试验过程中对试验样品的制备和试验样品的选取要求比较高,观察清晰的贝克线试验现象相对困难;相较于贝克线法去观察样品,斜向照明法去观察,相对容易,只需要缓慢移动的带直边的黑板至显微镜的聚光器下,同时通过目镜可观察到可视区域会出现一半阴影,另一半明亮的现象。建议在选取路面标线用玻璃珠样本时候尽可能选用颗粒小的样本,尽可能的圆滑,在100倍的放大镜下,会更易观察到路面标线用玻璃珠外廓边缘的界限。

2.4 结果判断

在结果判断上,相比较于贝克线法判断路面标线用玻璃珠的折射率大小,斜向照明法更简单;贝克线法是通过玻璃珠碎片外缘的贝克线移动来判定,移动可能随着人为操作,贝克线观测物体差异、浸没的液体介质的折射率大小相近,可能使其观察现象不明显,长时间观测易容易产生视觉疲劳。不易判断贝克线是向路面标线用玻璃粉的中心方向移动,还是向浸油的方向移动,与贝克线法相比,斜向照明法是将玻璃珠在显微镜下观察玻璃珠阴影呈现的位置,只要找到清晰的外轮廓线,观察相对简易的多。

3 结 语

综上所述,在日常试验检测过程,斜向照明法相对于贝克线方法上相对简便,但是两者在试验检测中都有一定的优点和缺点,因此掌握两种方法在试验检测中都具有一定的实际意义,因此在试验检测过程中需要关注检测细节,尤其试验人员需要在样品的制备上,试验检测流程及相关结果判定等方面的能力,确保路面标线用玻璃珠产品折射率测试结果的可靠性。

参考文献:

- [1] 张充,李大海,郭东华,等.彩虹法和成像法测量玻璃微珠折射率对比研究[J].光学与光电技术,2014,12(2):29-34,39.
- [2] 郭东华.路面标线用玻璃珠标准研究[J].交通标准化,2010(20):13-15.
- [3] 郭东华,马骏,马学锋.路面标线用玻璃珠测试技术现状及其趋势[J].中国安全生产科学技术,2011,7(11):174-180.
- [4] GB/T 24722—2009,路面标线用玻璃珠[S].
- [5] 陈言思.交通安全设施路面标线用玻璃珠质量评价技术[J].交通标准化,2012(7):35-37.
- [6] 砂川一郎,白桦.显微镜下斜向观察矿物折光率的简便方法[J].地质科技情报,1983(3):105.
- [7] GB/T 24722—2020,路面标线用玻璃珠[S].

~~~~~  
(上接第222页)

度降低了照明工程的建设成本,对于推动能源革命,节省土地空间,减少施工成本都具有重要意义。

#### 参考文献:

- [1] 张剑.5G通信电源建设方案探讨[J].电信技术,2019,546(S1):108-110.
- [2] 张苏文.城市智慧路灯建设的研究及实现[D].南昌:华东交通大学,2020.
- [3] 陶叶炜,叶琪,吴昊,等.不确定因素下考虑经济与福利均衡的电源

结构优化[J].现代电力,2021,38(5):502-510.

- [4] 周长鹏,贾文超,司宇航,等.基于PWM的太阳能路灯可调光驱动电源设计[J].现代电子技术,2019,42(14):51-54.
- [5] 胡勋志,范秦南,刘国红.一种自动调光的智慧路灯:中国,CN213207648U[P].2021-05-14.
- [6] 曹小兵,黄正育,王海龙,等.城市新基建智慧多功能杆建设与创新应用研究[J].照明工程学报,2022,33(1):67-71.
- [7] 徐威.基于物联网的城市路灯智慧照明控制系统研究[J].长江信息通信,2022,35(11):87-89.