

LED 路灯在市政道路照明中的推广应用

任晓科

重庆市綦江区市政管理所, 重庆 401420

[摘要]目前, 世界各国面临资源紧张状况加剧, 生态环境恶化问题愈发显著。如何解决环境污染和能源供应不足的问题, 已经成为社会大众高度关注的话题, 环境保护与节能减排的研究在经济社会发展进程中占据越来越核心的地位。伴随着公众的普遍关注, 对可再生能源的发掘和使用变得日益关键。在这些新型能源中, 太阳能因为其安全无害、绿色环保、维护简便等优势而备受青睐, 并且在能源利用效率上超过传统的发电方式。依托这些优势, 太阳能在照明领域得到广泛的应用。作为一种新兴的环保照明设备, 太阳能 LED 路灯以其节能减排、环保耐用等特性, 慢慢成为照明行业技术革新的标杆。本篇文章将对太阳能 LED 路灯的运用进行详细探讨。

[关键词]LED 路灯; 市政道路; 照明

DOI: 10.33142/aem.v6i10.14367

中图分类号: TU113.6

文献标识码: A

Promotion and Application of LED Street Lights in Municipal Road Lighting

REN Xiaoke

Chongqing Qijiang District Municipal Administration Office, Chongqing, 401420, China

Abstract: At present, countries around the world are facing increasing resource shortages and worsening ecological environments. How to solve the problems of environmental pollution and insufficient energy supply has become a highly concerned topic for the general public, and research on environmental protection and energy conservation and emission reduction is occupying an increasingly central position in the process of economic and social development. With the widespread public attention, the exploration and use of renewable energy have become increasingly crucial. Among these new energy sources, solar energy is highly favored due to its advantages of safety, harmlessness, environmental friendliness, and easy maintenance, and it surpasses traditional power generation methods in terms of energy utilization efficiency. Relying on these advantages, solar energy has been widely applied in the field of lighting. As an emerging environmentally friendly lighting device, solar LED street lights have gradually become a benchmark for technological innovation in the lighting industry due to their energy-saving, emission reducing, environmentally friendly, and durable characteristics, which will explore in detail the application of solar LED street lights.

Keywords: LED street lights; municipal road; lighting

引言

伴随着我国社会的飞速发展, 我国城镇建设的规模越来越大, 城镇化速度也越来越快, 各类公用灯具的能耗也越来越高。面对日益严峻的国际形势, 人们都在寻求应对能源问题的方法。比如利用新的、可更新的资源, 降低能耗, 改善能耗。作为 21 世纪世界上最直接、最洁净的可更新资源, 太阳能被认为是 21 世纪的主导资源。太阳光照射在地表上的热量, 与 25,000,000 桶原油一样多。由于世界范围内的资源日益匮乏, 对基本能源的投入也在不断提高, 从而引发一系列的安全与环境问题。作为一种资源丰富、环境友好的新型新能源, 人们对其进行大量的研究。随着太阳能热水器的广泛应用, 太阳能灯具也逐渐进入人们的视线。当前, 我国公路交通的照明系统大多采用高效的电子设备及智能控制系统。公路灯光是要用到都市能量的, 若将路灯改为由地方供电, 则可大幅降低都市用电。采用太阳能发光二极管作为一种环保、环保的光源, 既节省资金, 又节省资金。

1 太阳能 LED 路灯概述

1.1 太阳能 LED 路灯的结构

太阳能 LED 路灯是一种新型的太阳能照明灯具, 它是一种太阳能照明灯具, 它是一种太阳能照明灯具, 它是一种新型的照明灯具。利用太阳光电池发电, 在日间将太阳能转化为电能, 并将其存储于蓄电池内, 晚上再由电子控制盒供电。利用自行设计的太阳能 LED 路灯, 通过设定其工作方式, 即可实现 LED 路灯的自主工作。

1.2 太阳能 LED 路灯的特点

该型 LED 路灯无需大型电源, 无需安装繁琐、价格高昂的管线, 可任意配置, 适用范围广泛; 目前, 该系统已在全国许多大城市推广使用。在一些经济较好的地方, LED 太阳能路灯的建造逐步与市政工程相结合, 最初是在公共设施中使用, 之后逐步扩展到其他地方。目前, 在高速公路, 公园, 车站等公共场所均有使用太阳能的 LED 路灯。太阳能发光二极管是一种不受限于地域的太阳能路灯, 它主要是依靠阳光来进行照明的。太阳能路灯是一种安全、

绿色的交通照明方式。

2 市政道路照明系统中常用的 LED 路灯类型

2.1 LED 电路灯

LED 线路灯是当前城市路面灯光中使用最多的一种灯具，相应的电源网络总体构成比较单一，且电压变化对路灯照明造成的冲击比较低。与此同时，有关部门可以针对各种情况对照明强度、照明范围、照明时间等多个方面的需要，选用各种色度的 LED 照明灯具，使其在操作中不会被外部环境强烈干扰。另外，有关部门不需要在路灯上投资更多的费用，再加上没有大量的冗余布线，使得整个施工过程更加简单。为保证 LED 电路灯的各种线路铺设符合现行的规范，有关部门要花费大量的精力在实地调研和线路设计上，这就导致项目的建设周期变得 longer，工作量也变得更大。

2.2 太阳能 LED 路灯

太阳能是目前国家重点发展的清洁能源，具有价格低廉、清洁环保、供应稳定等优点，并且通过相应的体系转换，将其转换成 LED 路灯所需要的能量，保证城市灯光系统在工作中对用电的要求。利用太阳能发光二极管照明可以达到国家对照明系统节能的要求。采用太阳能 LED 路灯是指在建筑发展的进程中，无需为它建立专用的电力供应网络，照明效率、照明范围等都可以保证，而且当发生电路故障时，在该地区的其他路灯也不会受到该地区其他路灯的干扰，因此，它的照明寿命和维护费用都比较低廉。但该类路灯对照明需求很大，在多云、降雪、下雨等天气情况下，其照明强度显著降低，从而制约其光伏转换效率。此外，若周围有遮挡、树枝等遮挡，也会影响 LED 路灯的转换效率。所以，现有的 LED 路灯一般都是以道路为主，这是由于这些地区日照时长、照明面积大。

2.3 风光互补 LED 路灯

风力发电是一种非常重要的可再生资源，随着科学技术的不断发展，人们开始把风力与太阳能进行有机地融合，以消除对阳光的需求与约束。配以对应的 LED 街灯。当光线比较好时，它可以将太阳能转换为电能，如果光线比较暗，则可以将风力转换为电能；这种 LED 路灯在实际应用中具有一定的优越性，但是其构造工作比较繁琐，其设计与建造费用也比较高。

3 市政道路照明系统中 LED 路灯的应用优势和劣势

3.1 应用优势

与普通的高压钠灯比较，LED 灯内的半导体元件的有效使用寿命可达 50 万小时，而且不需要额外添加任何照明设备和其他材料，因此，它的防震能力非常强。相对于普通的天然光源，LED 的显色性一般大于 80，因此，研究人员能够高效地区分各种条件下的发光程度，并根据需要选择合适的显色性指标的 LED 路灯，从而保证交通安全。目前，我国城市道路路灯多采用高压钠灯，但其启动后往

往要进行预热，既费时又浪费能量；另外，目前对道路照明系统的控制还不够完善，缺少自动、智能的特点。LED 路灯与普通的高压钠灯相比，它的光源不同于普通的高压钠灯，只要输入电力，就能立刻发光，在多种光敏系统的运用下，能够随着外部光照环境的改变来控制路灯的切换；可以对灯光系统进行智能控制与开发。从光学理论上来说，高压钠灯只有通过反射镜才能发射对应的光，而且有 50% 的光线会被反射镜所吸收，这就导致很大的光线损耗。而 LED 路灯主要是一种单向发射的模式，不会产生任何的光吸收，从而提高光线的利用率。

在选用 LED 路灯进行灯光设计的时候，设计者要根据各个时期的照明要求来设定和调节 LED 的光源强度。比如，晚上七点和十点两个时间段，由于对光照强度的需求差别很大，需要将它们的亮度调节到 200 W 和 100 W，保证降低能耗，同时又不会影响到照明效果。在进行城市道路照明系统的设计和调整后，路灯杆的高度和路面的宽度保持一致，可以通过几何三角形的方法，得到路灯的光线分布角。保证灯光能满足我们的需求。LED 街灯的详细布局见表 1。

表 1 LED 路灯的具体布置方式

布置方式	灯具仰角 /°	道路宽度	安装高度/m	间距/m	地面照度	照度均匀度
单侧布置	10~15	双向 2 车道	6	16~18	8/10	≥0.4
		双向 4 车道	12	33~36	10/15	≥0.4
双侧交错布置	10~15	双向 4 车道	8	20~25	10/15	≥0.4
		双向 6 车道	10	25~30	20/30	≥0.4
		双向 8 车道	10	25~30	20/30	≥0.4
双侧对称布置	10~15	双向 4 车道	8	20~25	10/15	≥0.4
		双向 6 车道	10	25~30	20/30	≥0.4
		双向 8 车道	10	25~30	20/30	≥0.4

3.2 应用劣势

LED 路灯在夜间使用时，其发出的光色温度偏高，导致直接凝视光源可能对眼睛造成严重伤害，甚至引发头晕不适。同时，这种光色温度的偏高也使得路灯的照明范围受限。因此，为满足市政道路的照明需求，不得不增加路灯的安装密度，从而增加初始投资成本。而且，这类路灯在运行中对散热性能有较高要求，尤其在炎热的夏季，由于环境温度高，路灯在长时间运作中，发光元件温度不断上升，这不仅降低照明效率，还使得元件的使用寿命与预期相差甚远，维修成本随之大幅上升。

目前，我国生产 LED 路灯的企业在照明系统规划和配

套方面还未做到全面覆盖,大多数厂商生产的 LED 路灯与国家标准存在一定差异。虽然少数路灯在使用后能基本满足照明标准,但质量问题频发,维修费用高昂,这些都限制 LED 路灯的广泛应用。

4 太阳能 LED 路灯的推广应用

4.1 灯具选用

通过分析一特定城市道路案例,探讨 LED 照明系统的布局策略。在此之前,该路段的照明系统采用功率为 400 瓦的高压钠灯,其能耗巨大且频繁出现故障,增加维护的经济负担。为解决这一问题,设计团队决定用 200 瓦的 LED 路灯替换原有的高压钠灯,从而有效减少能耗。此外,采用高透光率的 PC 材质,经过精心设计,使得 LED 路灯的照明范围得到显著扩大。实施 LED 照明方案后的实际照明效果如图 1 所示。



图 1 LED 路灯的照明效果

4.2 照明设计

该条城市干道设计为双向六车道的布局,并设有中间绿化隔离带,带宽达到 3m。在此绿化隔离带上安装 LED 照明设备,所选用的 LED 灯具为截光式,单个灯具功率为 200 瓦。灯杆之间的距离保持在 30m,且灯杆的高度定为 12m。这样的 LED 照明系统可以有效地照亮大部分的双向车道,不仅确保照明的品质,还提升道路的整体美观性,并且增强照明的连续性。工程人员对 LED 灯具进行全面的性能检测,所有检测结果均满足工程标准。这一事实进一步证明 LED 灯具的稳定性以及其在节能和环保方面的显著优势。

4.3 电源选用

在市政道路照明升级前,该路段的照明主要依赖路边的大型变压器提供电力。然而,这种高压钠灯不仅能耗高,启动时还常伴有电压波动,使得供电网络存在诸多隐患,覆盖区域也相对有限。通过将 LED 照明技术应用于照明改造,我们不仅实现全面照明,还克服传统箱式变压器的不足。在保持原有电缆截面不变的前提下,LED 路灯大幅降低能耗,供电半径更是扩大 1.5 倍。经过数年的努力,我们严格按照国家发布的规范对电缆铺设进行严格控制,成功达到节能减排和扩大供电范围的目标。供电半径的扩大减少箱式变压器的需求,同时提升照明质量。

4.4 合理设计充电方式

白天的太阳能 LED 路灯主要依靠两种充电途径:快充

与恒压充电。路灯的智能控制系统会自动选择最适宜的充电模式,这取决于充电前电池的电压状况。入夜之后,LED 路灯的控制系统则自动转为供电状态。为确保能源的有效储存并避免电能浪费,从而保护电池不受损害,必须对电池的剩余电量进行实时监控。电池的监测通常通过电流的发射技术进行,通过追踪电流中载流子的动态来评估电流的波动。

4.5 使用智能管理系统

智能管理平台能够实现太阳能 LED 照明的集中管控,通过电子计算机对市政照明及交通信号系统实施数字化监控、保养及运作。该平台适用于市政道路电网综合管控,涵盖照明、交通指挥、信号灯控制以及交通设施的管理,成为覆盖全市的照明控制中枢。在太阳能 LED 照明项目的初始规划环节,必须针对灯具的设置位置创建详尽的资料库,随后借助智能管理平台对照明设备进行有效监管与调整,此举能显著减少潜在的经济成本。太阳能 LED 照明智能管理系统的架构详见图 3。

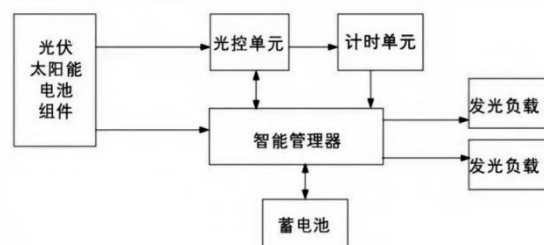


图 3 太阳能 LED 路灯智能管理系统结构示意图

5 应用效益

太阳能 LED 街灯的常规价位约为 1000 元人民币每米,其前期置办开销较高,然而无需另外供应能源。相比之下,传统的街灯多采用高压钠灯,这类街灯的起始置办费用相对较低,但由于城市交通流量较大,它们需要定期维护,并且依赖城市电网供电,因此其长期的维护成本较高。

高压钠灯的寿命大约为 1000 小时,而太阳能 LED 街灯的寿命可以达到 7000 小时。若每天使用 10 小时,太阳能 LED 街灯可以持续运作 20 年,这几乎是高压钠灯寿命的七倍。在太阳能 LED 街灯的使用过程中,大约每四年需要更换一次电池,总共需要更换五次,每次更换的成本为 680 元。而高压钠灯则需要更换电池七次,每次更换费用为 200 元。以每年 365 天来计算,太阳能 LED 街灯在 20 年的使用期间可以节省约 2124300 千瓦时的电力资源,相比高压钠灯而言。

5.1 经济效益

经过详尽的计算分析,采用太阳能 LED 路灯相较于传统高压钠灯,每年能够降低电费支出至 0.9 元每千瓦时,累计下来一年可减少电费高达 9.56 万元,显著提高经济收益。展望未来,若将电价上涨因素纳入考量,假定电价年均增长率保持不变,预计 20 年后电价将升至 1.65 元每

千瓦时, 届时使用太阳能 LED 路灯预计可节约电费高达 3551 万元。若忽略太阳能 LED 路灯的电池更换费用, 其初期投资成本为 206000 万元, 而与高压钠灯的投资成本相比, 仅需 1.18 年即可实现成本 parity。此外, 假设路灯建设成本为 8.044 万元, 不考虑投资成本(如电池升级费用)和手续费, 在 20 年的使用周期内, 实际节省的电费将达到 2707 亿元。

5.2 社会效益

依据煤炭消耗标准, 每减少 1 千瓦时电能消耗, 相应减少 0.36 千克煤炭使用。据此数据, 降低 272 千克粉尘、0.997 千克二氧化碳、0.037 千克二硫化物及 0.01 千克氮氧化物排放。以 20 年周期为例, 若节约 2124300 千瓦时电, 相应节省 7.6775 万吨煤炭, 并削减 5.7781 万吨粉尘、21.1793 万吨二氧化碳、0.06373 万吨二氧化硫和 0.03186 万吨氮氧化物排放。

6 结束语

LED 灯具在城镇道路照明领域, 无论是在亮度输出、照射面积还是能源管理方面, 都显现出其独特的优越性。尽管在养护维修和初始设计阶段, 其成本投入相对较高, 但依然成为城镇道路照明系统中不可或缺的一环。综合而

言, 城镇管理机构在推进照明系统现代化过程中, 必须合理地挑选 LED 灯具的种类与功率, 并对供电系统进行必要的优化升级, 以保障 LED 灯具在发光效能和照明效果上达到既定规范。同时, 为契合智慧城市的发展趋势, 工程技术人员需加大对 LED 灯具技术研究的力度, 推动各类新型能源驱动的智能 LED 灯具在城镇道路照明领域的深入应用。

[参考文献]

- [1] 陈志雄. 基于 DIALux 软件的前山镇市政道路照明设计研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024(15): 205-208.
 - [2] 龚冠彩, 龚冠云. LED 路灯在市政道路照明中的应用研究[J]. 光源与照明, 2024(3): 13-15.
 - [3] 李晨源. 市政路灯照明节能设计[J]. 光源与照明, 2024(3): 16-18.
 - [4] 薛飞. 市政路灯照明的节能设计分析[J]. 现代建筑电气, 2024, 15(2): 30-35.
 - [5] 汪振涛. LED 路灯在市政道路照明中的应用[J]. 中华建设, 2023(12): 145-147.
- 作者简介: 任晓科(1986.9—), 男, 重庆大学电气工程及其自动化, 重庆市綦江区市政管理所, 工程师。