

# 光控 LED 路灯制作与探究

## Production and Exploration of Light-controlled LED Street Lamp

林树良 谢凯彬 吴连兵 吴境旺

Shuliang Lin Kaibin Xie Lianbing Wu Jingwang Wu

深圳市汉辉光电有限公司 中国·广东 深圳 518000

Shenzhen Hanhui Solar Power Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

**摘要:** 随着城市化进程的加快和绿色环保理念的深入人心,传统路灯逐渐暴露出诸多不足,如能耗高、寿命短、维护成本高等。光控 LED 路灯应运而生,作为一种高效、节能、环保的照明方案,受到广泛关注。论文深入探讨了光控 LED 路灯的原理、技术、结构设计、制作过程以及实际应用与发展前景。光控 LED 路灯通过精确的光学设计、稳定的电路系统和智能的光控系统,实现自动调节亮度,降低能耗。

**Abstract:** With the acceleration of urbanization and the popularity of the concept of green environmental protection, traditional street lamps have gradually exposed many deficiencies, such as high energy consumption, short life and high maintenance cost. Light control LED street lamp came into being, as an efficient, energy saving, environmental protection lighting scheme, attracted wide attention. This paper deeply discusses the principle, technology, structure design, production process, practical application and development prospect of light-controlled LED street lamp. Light control LED street lamp through accurate optical design, stable circuit system and intelligent light control system, to achieve automatic adjustment of brightness, reduce energy consumption.

**关键词:** 光控 LED 路灯; 制作; 探究; 节能; 环保

**Keywords:** light control LED street lamp; production; exploration; energy saving; environmental protection

**DOI:** 10.12346/peti.v5i2.8010

## 1 引言

随着城市化进程的加快和环境保护意识的提升,照明行业面临着节能减排、提高光效等方面的挑战。光控 LED 路灯作为一种新型照明设备,凭借其节能、环保、智能控制等诸多优点,逐渐成为城市照明的主流选择。因此,对光控 LED 路灯的制作与探究具有重要的实践意义和理论价值。

论文结合深圳市汉辉光电有限公司在 LED 光学应用领域研发和模具制造经验,以光控 LED 路灯制作与探究为研究对象,旨在深入分析光控 LED 路灯的原理、结构设计、制作过程以及实际应用,以期为相关行业提供理论指导和实践参考。论文将分为六个部分:引言、原理与技术、结构设计、制作过程、实际应用与展望、结论,全面展示光控 LED 路灯的研究成果。

## 2 光控 LED 路灯原理与技术

### 2.1 光控原理

光控原理是光控 LED 路灯的核心技术之一,它通过感应周围环境的光线强度来实现自动开关的功能。光控原理基于光敏元件,如光敏电阻、光敏二极管等,这些元件在光照条件下的电阻值会随着光强的变化而发生变化,从而实现路灯的自动控制。在白天,光照强度较高,光敏元件的电阻值较小,此时路灯处于关闭状态;到了夜晚,光照强度降低,光敏元件的电阻值增大,此时路灯自动开启。这种自动控制方式可以节省能源,减少人工维护成本,提高照明系统的智能化水平<sup>[1]</sup>。

### 2.2 LED 路灯技术

LED 路灯技术是指采用发光二极管(Light Emitting

【作者简介】林树良(1985-),男,中国广东廉江人,从事LED透镜户外产品研发与市场趋势研究。

Diode, LED) 作为光源的路灯。LED 光源具有高光效、低功耗、长寿命、环保等优点。第一, LED 光源具有高光效, 其发光效率远高于传统光源, 如白炽灯、荧光灯等。第二, LED 光源的功耗较低, 节能效果显著。再者, LED 光源寿命长, 可达 5 万小时以上, 远高于其他光源, 减少了维修更换的频率和成本。此外, LED 光源无汞、无紫外线和红外线辐射等有害物质, 环保性能优越。LED 路灯技术通过合理的散热设计、光学设计和电路设计, 实现了高效、安全、可靠的照明系统。

### 2.3 光控 LED 路灯的优势

光控 LED 路灯结合了光控原理和 LED 路灯技术, 具有诸多优势。第一, 节能效果显著。光控 LED 路灯采用高光效的 LED 光源, 功耗低; 同时, 通过光控技术实现自动开关, 避免了白天浪费能源。据统计, 光控 LED 路灯相较于传统照明设备, 能够节省约 50% 以上的能源消耗。第二, 维护成本低。由于 LED 光源的寿命长, 光控 LED 路灯需要更换的次数较少, 从而降低了维护成本。同时, 光控功能减少了人工操作的需求, 进一步降低了运营成本。再者, 环保性能突出。光控 LED 路灯采用无汞、无有害辐射的 LED 光源, 减少了对环境的污染。此外, 智能化程度较高。光控 LED 路灯可根据环境光线的变化自动调整亮度, 实现智能化照明。结合物联网、传感器等技术, 可以实现远程监控、故障报警等功能, 提高城市照明管理的智能化水平<sup>[2]</sup>。

### 3 光控 LED 路灯结构设计

光控 LED 路灯结构设计是实现其优良性能的关键, 各设计环节相互关联, 共同构成了光控 LED 路灯的整体结构。

总体设计上, 需要考虑路灯的整体外观、尺寸、重量等因素。第一, 外观设计应遵循美观、简洁的原则, 与周围环境相协调。第二, 尺寸和重量要适中, 方便安装和维护。同时, 总体设计还需要考虑散热性能, 确保 LED 光源在长时间工作后仍能保持良好的性能。通常, 光控 LED 路灯采用铝合金材料制作散热器, 以提高散热效果。

光学设计主要包括光源选择、反射器设计和透镜设计。光源选择是光学设计的基础, 需要根据照明要求和环境条件选择合适的 LED 光源。反射器设计的目标是使光线均匀分布在照射区域内, 提高照明效果。透镜设计则需要根据光源特性和照明需求, 选用适当的透镜材料和形状, 以实现高效的光线传输和控制。在光学设计过程中, 需要综合考虑光源、反射器和透镜的参数, 以达到最佳的照明效果。

电路设计是光控 LED 路灯的重要组成部分, 主要包括 LED 驱动电路和保护电路。LED 驱动电路的任务是将输入的交流电转换为适合 LED 光源工作的直流电, 保证 LED 光源的稳定工作。保护电路则用于防止电路过载、过热等异常情况, 确保光控 LED 路灯的安全运行。在电路设计过程中, 应注意选用高效、稳定的电源模块, 并进行合理的布局, 以

降低故障率和维护成本。

光控系统设计是实现光控 LED 路灯自动开关功能的关键。光控系统主要包括光敏元件、控制电路和执行器。光敏元件负责检测环境光线强度, 将光信号转换为电信号; 控制电路根据光敏元件的输出信号判断环境光线强度, 产生相应的控制信号, 对 LED 路灯进行开关控制; 执行器接收控制信号, 实现 LED 路灯的实际开关操作。在光控系统设计中, 需要选用高灵敏度、高稳定性的光敏元件, 以保证光控系统的准确性和可靠性。同时, 控制电路的设计应考虑抗干扰能力, 防止误动作。此外, 光控系统还可与其他智能化设备相结合, 如传感器、通信模块等, 实现远程监控、故障报警等功能, 提高光控 LED 路灯的智能化水平<sup>[3]</sup>。

### 4 制作过程

制作过程是光控 LED 路灯从设计到实际产品的关键环节, 涉及材料选择、制作步骤与技术要点以及制作过程中的注意事项。通过合理的制作过程, 光控 LED 路灯能够实现其设计目标, 满足绿色、智能、高效的照明需求。

#### 4.1 材料选择

材料选择是制作光控 LED 路灯的基础, 关乎产品的性能和质量。第一, 光源方面, 应选用高光效、稳定性好的 LED 芯片, 以确保路灯的照明效果和寿命。第二, 散热器材料应选用导热性能好、重量轻、强度高的铝合金, 以提高散热效果, 延长 LED 光源的寿命。此外, 光学透镜材料应选用透光率高、耐磨损、耐高温的材质, 如聚碳酸酯、PMMA 等。在电路设计中, 电子元器件应选择性能稳定、寿命长、抗干扰能力强的产品, 保证光控 LED 路灯的可靠运行。

#### 4.2 制作步骤与技术要点

光控 LED 路灯的制作步骤主要包括以下几个方面:

①散热器制作: 首先将选定的铝合金材料切割成合适的尺寸, 然后进行散热片的加工, 包括铣槽、钻孔等。接着, 将散热片与散热底座通过螺丝或铆钉连接, 形成散热器。

②光源安装: 将 LED 芯片焊接在散热器上, 需注意焊接温度、时间和焊点位置的控制, 以防止 LED 芯片受损。

③光学透镜安装: 根据设计要求, 将光学透镜固定在 LED 芯片上方, 以实现光线的传输和控制。

④电路制作与安装: 设计和制作 LED 驱动电路和保护电路, 将电子元器件焊接在印刷电路板 (PCB) 上。然后, 将电路与 LED 光源、光控系统连接, 确保正确无误。

⑤光控系统安装: 将光敏元件、控制电路和执行器安装在适当的位置, 使光控系统能够准确感应环境光线, 实现 LED 路灯的自动开关功能。在安装过程中, 应确保光敏元件的灵敏度和稳定性, 防止误动作。

⑥外壳安装: 将散热器、光源、光学透镜、电路和光控系统组合在一起, 安装到路灯外壳中。外壳应具有一定的防

水、防尘性能,以保护内部元器件。

⑦测试与调试:在制作完成后,对光控LED路灯进行测试,检查其光控功能、照明效果和安全性。如有问题,及时调整和优化,确保产品达到设计要求。

在整个制作过程中,技术要点包括:合理的散热器设计和制作、正确的光源安装、光学透镜的精确安装、电路的稳定性和安全性、光控系统的可靠性等。散热器的设计需充分考虑散热效果和空气流通,以保证LED芯片和电子元器件在长时间工作下能够保持良好的性能与稳定性;光源安装时需要保证与光学透镜的间距和位置准确,以实现最佳照明效果;电路设计应重视稳定性和安全性,采用高性能的电子元器件,并确保电路连接牢固可靠;光控系统的设计应关注光敏元件的灵敏度和稳定性,保证准确感应环境光线并实现自动开关功能<sup>[4]</sup>。

#### 4.3 制作过程中的注意事项

在光控LED路灯的制作过程中,需要注意以下几点:

①做好防静电措施,避免静电对LED芯片和电子元器件的损伤。

②严格控制焊接温度和时间,防止LED芯片和电子元器件受损。

③确保光学透镜与LED芯片之间的距离和位置正确,以获得最佳照明效果。

④电路连接应牢固可靠,避免因连接不良导致的故障。

⑤光控系统安装时,应确保光敏元件不受其他光源的干扰,以保证准确感应环境光线。

## 5 实际应用与展望

### 5.1 光控LED路灯在城市照明中的应用

#### 5.1.1 道路照明

光控LED路灯广泛应用于城市道路照明,如主干道、次干道、支路等。其高效、节能、环保的特性使得光控LED路灯成为城市道路照明的理想选择。相较于传统的气体放电灯和白炽灯,光控LED路灯具有更高的光效和更长的使用寿命,能大幅降低能耗和维护成本。此外,LED光源的可调光性能较强,可通过智能光控系统实现不同时间段和不同路段的照明需求调整,从而进一步提高能源利用效率<sup>[5]</sup>。

#### 5.1.2 公园绿地照明

光控LED路灯也可用于公园、绿地等场所的照明,提供舒适、安全的照明环境。与传统照明相比,光控LED路灯在绿地照明方面具有显著优势。例如,光控LED路灯的光束可实现更精确的定向,避免光污染,保护生态环境。同时,光控系统使得照明设备能够根据日照情况自动调节,节约能源。在节假日和特殊活动期间,光控LED路灯还可实现丰富多彩的灯光效果,营造良好的氛围。

#### 5.1.3 建筑景观照明

除了传统照明场所,光控LED路灯还可用于建筑景观

照明,凭借其优良的光学性能和可控性,为城市夜景增色添彩。建筑景观照明不仅要满足基本的照明需求,还要强调建筑的造型、结构和风格,光控LED路灯恰好具备这些优势。例如,通过光学设计和光源布局,光控LED路灯可以实现多种光效,包括洒光、透光、反光等,强调建筑的线条和立面。此外,LED光源的可调光性和色温可调性使光控LED路灯能够呈现不同色彩和氛围,增加城市景观的层次感。

#### 5.1.4 隧道照明

隧道照明作为城市交通设施的重要组成部分,对于保障道路交通安全和畅通具有重要意义。光控LED路灯在隧道照明方面具有显著优势。第一,LED光源的高光效和长寿命有助于降低能耗和维护成本。第二,LED光源的快速启动和调光特性使光控LED路灯能够根据隧道内的实际光线条件和交通流量进行实时调整,提高照明效果和行车安全。

### 5.2 成本效益分析

光控LED路灯相较于传统照明设备具有更高的光效,能够大幅减少能耗,降低碳排放。此外,光控系统使得路灯能够根据环境光线自动开关,进一步节约能源。光控LED路灯具有较长的使用寿命,减少了更换光源的频率,降低了维护成本。同时,采用高性能的电子元器件和散热设计,减少了故障率,降低了维修费用。光控LED路灯不仅节能环保,还能为城市提供舒适、安全的照明环境。此外,LED光源无汞污染,降低了对环境的负担,具有显著的社会效益。

## 6 结语

论文通过对光控LED路灯的原理、技术、结构设计、制作过程、实际应用与展望的探讨,阐述了光控LED路灯在现代城市照明中的重要地位与价值。光控LED路灯凭借其高效、节能、环保、智能等特点,已成为城市照明的理想选择。随着科技的不断发展,光控LED路灯将朝着更智能化、环保和可持续发展的方向发展,满足未来城市照明的需求。同时,持续的技术创新和产品优化将使光控LED路灯在节能减排、提高照明质量与安全性以及降低维护成本等方面发挥更大的作用,为建设美丽宜居的城市环境提供有力支持。

### 参考文献

- [1] 周党培,李阳,陈奎.光控长延时LED路灯控制器的研究与设计[J].四川兵工学报,2014,35(6):129-131+150.
- [2] 洪东东.全天候光控节能型路灯[J].科学中国人,2015(30):16+19.
- [3] 李诗涵.简单易行的光控路灯电路创新设计[J].中学物理教学参考,2018,47(12):36-37.
- [4] 牛晨宇,高春妹.基于单片机的太阳能路灯控制器——声光控制系统与蓄电池电压获取[J].计算机产品与流通,2019(1):116.
- [5] 王广宁.智慧路灯控制模块研发及其应用[D].北京:中国科学院大学(中国科学院深圳先进技术研究院),2020.