

# LED 路灯的二次光学设计

高铁成<sup>1</sup>,艾艳锦<sup>2</sup>,杨广华<sup>1</sup>,牛萍娟<sup>1</sup>,田海涛<sup>1</sup>

(1. 天津工业大学 信息与通信学院, 天津 300130; 2. 天津职业大学 电子信息学院, 天津 300410)

**摘要:** 本文针对大功率 LED 在路灯上的应用, 探讨了 LED 光源的选择依据, 基于选定的 LED 进行了基于透镜的 LED 二次光学设计, 并采用 ASAP 软件进行了仿真。结果表明, 此种设计可以很大程度上提高 LED 路灯的效率, 提高路面照明的均匀度, 达到传统灯具无法比拟的效果。

**关键词:** LED; 二次光学设计; ASAP

**中图分类号:** TN312.8

## Secondary Optical Design of LED Used in Streetlamps

GAO Tie-cheng<sup>1</sup>, AI Yan-jin<sup>2</sup>, YANG Guang-hua<sup>1</sup>, NIU Ping-juan<sup>1</sup>, TIAN Hai-tao<sup>1</sup>

(1. School of Information and Communication Engineering, Tianjin Polytechnic University, Tianjin 300130, China;

2. School of Electronics and Information, Tianjin Professional College, Tianjin 300410, China)

**Abstract:** Aiming at the application of large power LED in streetlamps, the selection of LED source is discussed in this paper. The secondary optical design based on lens has been developed and simulated with the software ASAP. The result shows that the design promotes the efficiency of LED streetlamps in a large scale and greatly improves the uniformity of illumination on the street, which is superior to that of the conventional streetlamps.

**Keywords:** LED; Secondary optical design; ASAP

## 1 引言

随着半导体技术的发展, LED 的光效越来越

高, LED 将逐渐走入照明领域, 掀起照明领域的一场革命。然而, LED 在照明领域的应用技术还不成熟, 很多针对 LED 灯具的国家标准还没有制定, 大

功率 LED 照明产品的二次光学设计还很粗糙,因此,LED 在照明领域的优势还没有最大限度地发挥出来。

目前市场上已有的 LED 路灯,多数还是传统灯具加上 LED 发光模块的组装方式,很难同时获得理想的配光效果和较高的光线利用率。

因此,LED 路灯光学系统的设计成为 LED 路灯照明的一个技术难点。此设计应充分考虑其光学特性,完全摒弃传统灯具的设计理念,为 LED 光源专门设计不同的灯具。本文充分考虑了 LED 的发光特性,提出了一种光学系统,能够使 LED 路灯照射在路面上的光分布为矩形,并且具有很高的均匀度。

## 2 LED 光源的选择

目前 LED 光源的发散角一般为  $60^{\circ}\sim 140^{\circ}$ 。因为路灯在路面纵向要照射到比较大的范围,所以应选用发散角大的 LED,而且,考虑到路面均匀度的要求,所用 LED 光源不应是琅勃光源,综合以上考虑,我们采用了 Lumiled 的  $120^{\circ}$  发散角的 LED,如图 1 所示。

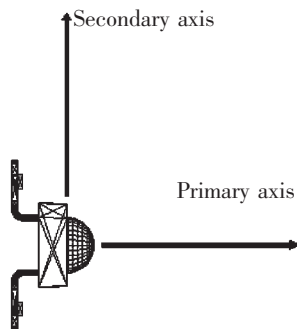


图 1 LED 示意图

此 LED 的光型如图 2 所示,LED 辐射分布图如图 3 所示。由图可见,LED 在主光轴 (Primary axis) 方向上出光较少,而在与主光轴成一定角度的方向上出光最多,这种特性比较适合用来做路灯,因为这样有利于使路面的照度更加均匀。

## 3 透镜的设计

目前现有的 LED 路灯多单纯采用反光面结合

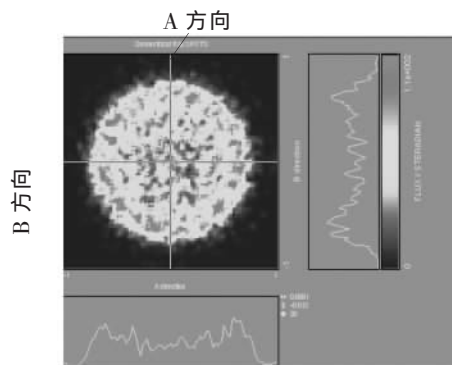


图 2 LED 发光模型

TOTAL FLUX=100

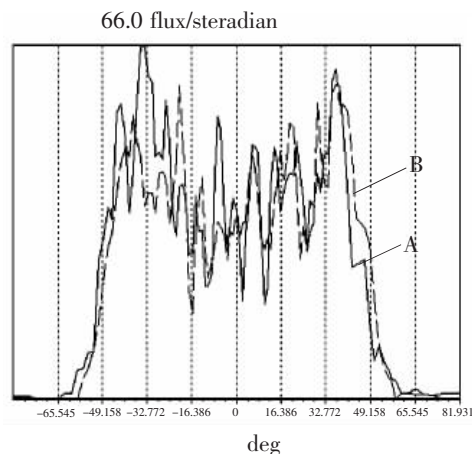


图 3 LED 辐射分布图(图中实线为 A 方向,虚线为 B 方向)

LED 放置方向来进行光学系统的设计,这种设计方法很难达到满意的路面均匀度,而且会造成很多光线的浪费,同时使灯具的外形设计受到了限制。

因此本文采用 LED 阵列加透镜的方式来设计光学系统。可采用单颗 1 W 的 LED,这样有利于散热,光效也较高;也可采用每 10 颗 LED 作为一个阵列,共用一个透镜的形式,即每 10 W 作为一个模组,如图 7 所示。这样有利于制作不同功率的路灯。每个 LED 所对应的透镜剖面如图 4 ( $x$  方向为路面纵向, $z$  方向为路面横向)。

$z-y$  平面的光线追迹情况如图 5 所示,由于在沿着路面方向需要照射得足够远,透镜基本上可以不起作用;但在路面横向,希望大部分光线都照射在路面上,所以需要将光线会聚,如图 6 所示。

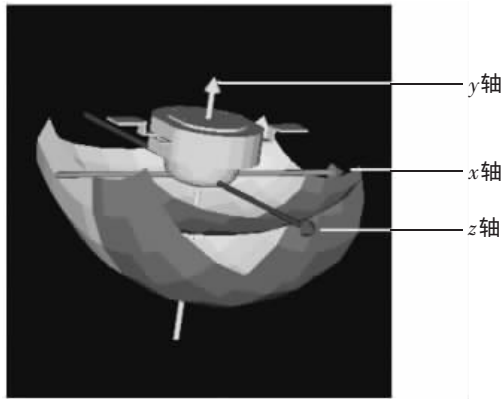


图4 LED与透镜示意图

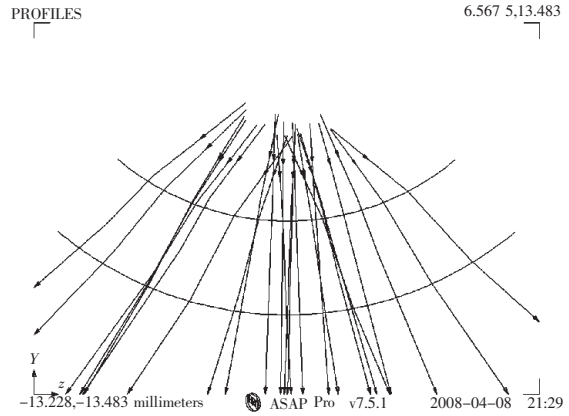


图5 在Z-Y平面的光线追迹

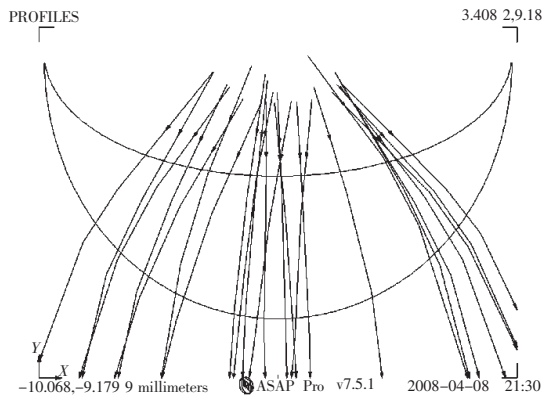


图6 在X-Y平面的光线追迹

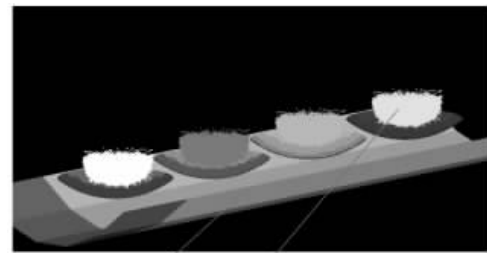


图7 LED透镜阵列示意图

#### 4 仿真结果

本文采用60颗功率为LED，每颗LED光通量设为100 lm，目前大功率LED的光效已经可以达到100 lm/W。在灯杆高度为10 m的条件下，采用

ASAP进行了仿真。我们得到的路面的灯照度曲线如图8所示，从中可见，路面具有很好的均匀度。其中，两盏灯的坐标分别为(0,0)和(20 000,0)。路面的照明效果如图9所示。由图9可见，在路灯照射到的范围内，照度基本相等，也就是说均匀度很高。

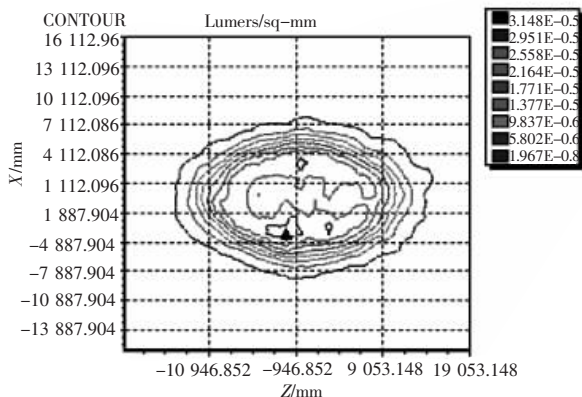


图8 路面的灯照度曲线

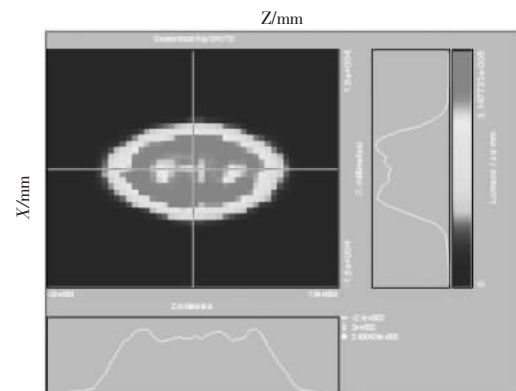


图9 路面照明效果图

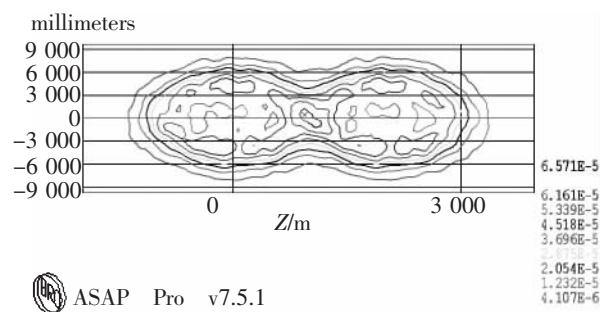


图 10 两灯叠加时路面的等照度曲线

## 5 结 论

LED 路灯的光学设计必须充分考虑 LED 自身的发光特点, 进行相应的二次光学设计, 不应该囿于传统灯具设计思想的限制, 应结合 LED 的发光模型进行透镜或者反光杯等结构的设计。本文基于一种透镜, 可以达到路面照度在大部分路面上基本相等的照明效果, 使 LED 发出的光基本都投向路面, 提高了灯具的效率。在此基础上继续进行改进, 可以实现矩形光均匀铺在路面的效果, 这是传统灯具所不能比拟的。(No.9)

## 参考文献

- [1]王乐.LED 应用于照明的计算和仿真 [J].照明工程学报,2007,18(1):
- [2]Taguchi T,Uchida Y,Setomoto T, *et al.*Application of white LED lighting to energy-saving type street lamps [J]. *Proceedings of SPIE-The International Society for Optical Engineering*, 2001,4278:7-12.
- [3]Song Jae Lee.Analysis of light-emitting diodes by Monte Carlo photon simulation [J]. *Applied Optics*, 2001,40(9).
- [4]Wang, Kai.Optical analysis of an 80 W light-emitting-diode street lamp [J]. *Optical Engineering*,2008,47.

### 457 nm 蓝光全固态激光器获得13 W 连续输出

近日, 中国科学院长春光机所投资企业--长春新产业光电技术有限公司成功研制出10 W 连续输出457 nm 蓝光全固态激光器。457 nm 激光器一向是新产业激光的优势产品。此次研发人员攻破技术上的难题, 获得了13 W高功率激光连续输出, 处于国际领先水平。

据悉, 该激光器利用半导体泵浦倍频技术, 从808 nm 激光二极管阵列发出的泵浦光, 经光束整形系统, 聚焦到激光晶体 Nd:YVO<sub>4</sub>上, 基频光经倍频晶体, 在谐振腔内形成倍频光激光振荡, 最后获得457 nm 激光输出。在该项技术中有两项主要技术难题: 一个是谐振腔镜、激光晶体以及倍频晶体的镀膜问题; 一个是谐振腔中的热透镜效应问题。研发人员通过对膜系的优化设计, 并对现有产品进行改进, 攻克了上述两个难关, 最终获得了超过30%的光-光转换效率的高功率激光输出。

此项技术的研制成功, 预示着新产业激光将把研发重点逐渐向大功率激光器转化, 并进一步向多元化发展。