

# Optical Design for Highlight LED Headlamp

Tiecheng Gao<sup>1</sup>, Yanjin Ai<sup>2</sup>, Yulan Li<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Engineering Research Center of Solid-State Lighting (Engineering Research Center of High Power Solid State Lighting Application System, Ministry of Education; Tianjin Solid State Lighting Technic Engineering Center), School of Information and Communication Engineering, Tianjin Polytechnic University, Tianjin, China

<sup>2</sup>College of Information and Electronics Engineering, Tianjin professional college, Tianjin, China

<sup>3</sup>Military Logistics Department, Academy of Military Transportation, Tianjin China

Email: gaotiecheng@tjpu.edu.cn

**Abstract:** A new optical structure was designed for the developed LED headlamp. The far beam optical structure was realized with a free form reflector which collect as much as the light to satisfy the demand on light distribution for far beam; the passing beam was composed of three identical cells to ensure enough illumination and each cell have a LED with five 1w led chip packaged in line. A dissymmetry ellipsoidal reflector was used to concentrate the rays and a shade was employed to produce the cut-line. The optical performance was simulated with ASAP (advance system analysis program) and the results show a good agreement with the requirement for headlamp in national standard

**Keywords:** optical design; LED; headlamp; passing beam; ASAP

## 高亮度汽车 LED 前照灯的光学结构设计

高铁成<sup>1</sup>, 艾艳锦<sup>2</sup>, 李玉兰<sup>3</sup>

<sup>1</sup>天津工业大学信息与通信工程学院, 半导体照明工程研发中心(大功率半导体照明应用系统教育部工程研究中心, 天津市半导体照明技术工程中心).天津.中国.300160

<sup>2</sup>天津职业大学电子信息工程学院.天津.中国.300410

<sup>3</sup>军事交通学院装运机械系天津 300161

Email: gaotiecheng@tjpu.edu.cn

**摘要:** 本文对LED汽车前照灯的光学结构进行了设计。在远光灯设计时, 采用侧面放光的方式, 光源发光经自由曲面反射, 光线全部反射汇聚以达到远光配光要求。在近光灯设计时, 用3个相同的光学单元叠加以实现足够的光通量。每个单元采用多椭球反射面将多芯片大功率LED光源发出的光进行汇聚, 经挡板遮挡住部分光线以形成明暗截止线, 光线再经透镜汇聚后得到近光灯所需光型。最后, 采用ASAP软件实现了仿真, 仿真结果表明此设计符合国家标准。

**关键词:** 光学设计; LED; 前照灯; 截止线; ASAP

### 1 引言

随着汽车工业的高速发展和LED光效的不断提高[1], LED在汽车中的应用也越来越普遍, 目前全车内部采用LED的车厂家几乎全为欧洲的公司, 在外部照明使用LED方面, 欧洲和日本汽车将第三刹车灯改成LED的比率已超过80%。相比国外, 国内汽车应用LED要滞后几年, 从LED车灯技术发展现状与趋势来讲, 我国LED高位制动灯开始进一步普及, LED后制动灯、转向灯和雾灯开始商品化, LED汽车灯具向个性化和艺术化方向发展。

目前LED汽车灯具的重点研究方向是LED前照灯, 其中高效、大功率、高可靠性的LED元件研究、车灯与特殊散热技术和光学设计是关键[2]。本文研究大功率LED汽车前照灯的光学结构设计, 采用ASAP[3]软件, 建立了前照灯的光学模型, 进行了多灯光组单灯和组合配光分析。

### 2 LED光源

经反复试验, 发现用多芯片直线型封装的LED最适和作为前照灯光源, 因为其和灯丝相似, 因此我们采用5颗单颗1瓦的LED芯片, 直线形串联封装在一

个基板上, 成为一颗 LED。芯片封装排列长度 5.5mm。所封装的 LED 光源的光谱特性和辐射分布图如图 1、2 所示。

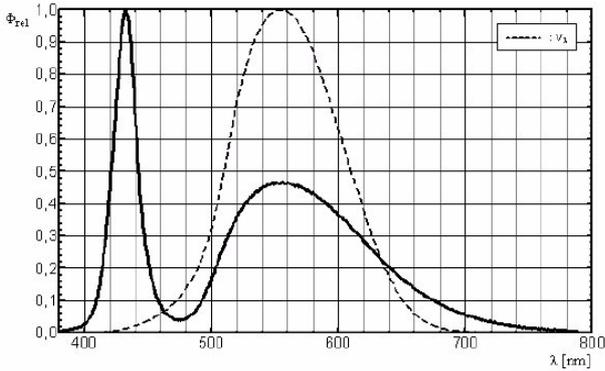


图 1 LED 光源的光谱特性

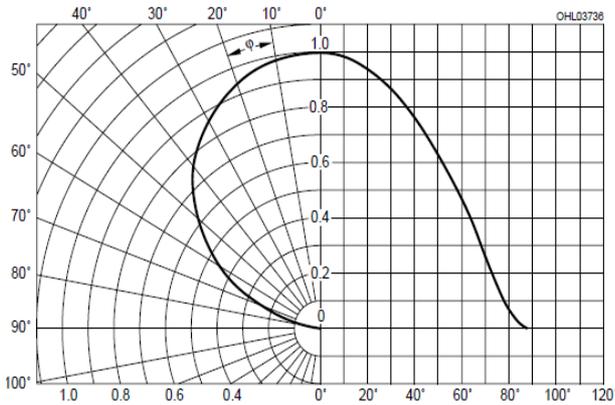


图 2 LED 光源辐射分布图

### 3 LED 汽车前照灯的光学设计

#### 3.1 远光灯设计

为克服现有的汽车灯具不能直接将光源替换为 LED 光源的困难, 将远光灯和位置灯组合在一起, 既节省了空间, 又能够满足远光灯对光通量的需要, 且能实现较高效率。

设计中采用的方法是: 在同一灯室中组合放置远光灯和位置灯, 位置灯由 8 颗 LED 组成, 每颗 LED 配有独立的反光碗, 位置灯通过反射与直射光满足配光要求。位置灯下放为远光灯 LED 的散热体。远光灯的光源为多芯片封装大功率 LED, 采用侧面放光的方式, 光源发光经自由曲面反射, 光线全部反射汇聚以达到远光配光要求。

图 3 是远光灯的机械结构图, 图中 1 为框架, 2 为

远光反射面, 3 为前位置灯反光面, 4 为位置灯 LED, 5 为远光散热体, 6 为多芯片大功率 LED。

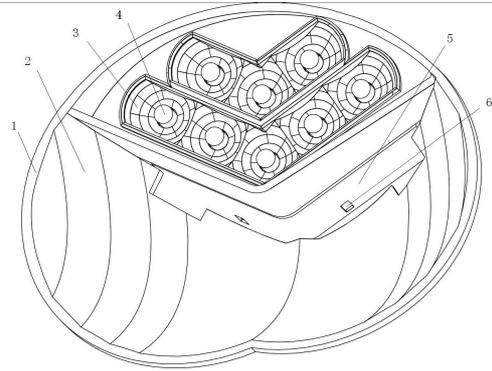


图 3 远光灯的机械结构图

#### 3.2 近光灯设计

采用多芯片大功率 LED 作为光源, 采用多椭球反射面、挡板、透镜构成光学结构以已形成近光光型。采用的方法是: 用 3 个相同的光学单元叠加以实现足够的光通量。每个单元采用多椭球反射面将多芯片大功率 LED 光源发出的光进行汇聚, 经挡板遮挡住部分光线以形成明暗截止线, 光线再经透镜汇聚后得到近光灯所需光型。

以 LED 光源实现了近光灯的配光要求。图 4 是近光灯的机械结构图, 图中 1 为衬框, 2 非球面透镜, 3 为挡圈, 4 为 M4 螺钉, 5 为挡板, 6 为 M3 螺钉, 7 为多椭球反光杯, 8 为 M4 螺钉, 9 为散热体, 10 为多芯片大功率 LED, 11 为 M2 螺钉。

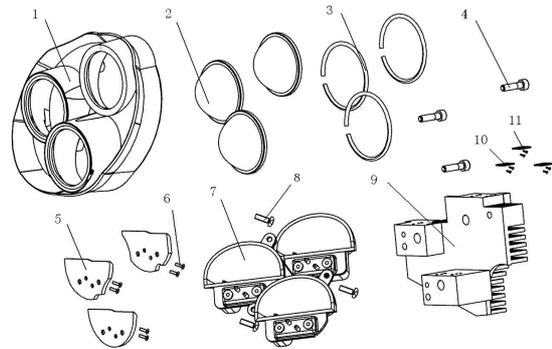


图 4 近光灯的机械结构图

### 4 模拟与分析结果

对设计采用光学设计软件 ASAP 进行了光学建模和仿真, 测试屏幕在车灯前方 25 米处, (0, 0) 点为屏幕中心。远光灯等照度曲线如图 5 所示, 可见最亮点在 (0, 0) 点右侧, 照度达到了远光灯的要求。近光

灯等照度曲线如图6所示,明暗截止线清晰可见,最大照度值为29勒克斯。

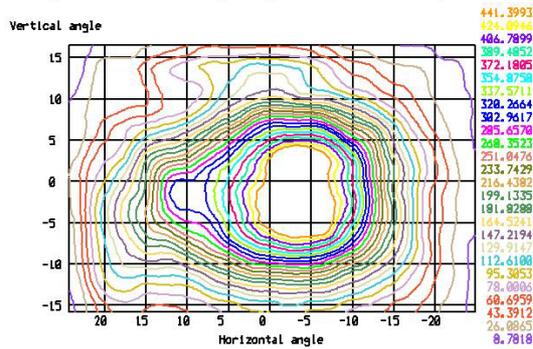


图 5 远光灯配光曲线

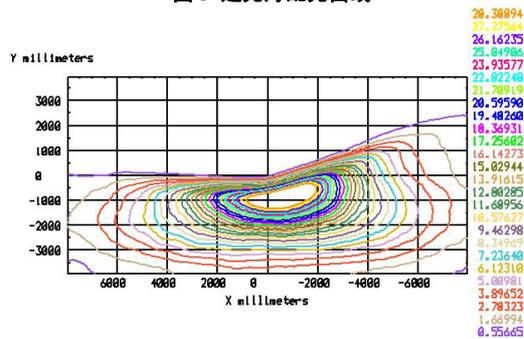


图 6 近光灯配光曲线

## 5 结论

本文完成了 LED 汽车前照灯光学设计和模拟,研

究了适合汽车用前照灯的 LED 封装形式,采用多颗 LED 芯片直线型排列,以硅胶平面式封装,实现朗伯体光源,达到较大照射范围。同时采用 ASAP 软件实现了光学设计的仿真,仿真结果表明所进行的设计满足国家对汽车前照灯标准的要求。由于 LED 发光角度最大为 180 度,挡板只挡住了很少的一部分光线,传统源为 360 光源,需要挡板遮挡 50% 的光线才能形成明暗截止线,因此采用 LED 光源作为汽车前照灯近光光源,不仅光源的效率要高于传统光源,而且整灯的光利用率要高于传统近光灯 30% 左右。

## References (参考文献)

- [1] Gao Tiecheng. The development of LED headlamp[J]. China Illuminating Engineering Journal. 2009,20(8):12~16.  
高铁成. LED 汽车前照灯的发展历程. 照明工程学报. 2009,20(8):12~16.
- [2] Jiang Jinbo. Secondary optics design of LED road lamp. [J]. China Illuminating Engineering Journal. 2008(12):59~65.  
蒋金波等. LED 路灯透镜的二次光学设计介绍. 照明工程学报. 2008(12):59~65.
- [3] Yan Chunguang. optical performance simulation of LED based on ASAP software. [J] modern display. 2008(9):58~61.  
阎春光等. 基于 ASAP 软件的 LED 光学特性模拟. 现代显示. 2008(9):58~61.