

ABS 汽车前照灯多曲面反射器的研制

李志扬¹ 欧阳祥波² 黄明宇¹

(1. 南通大学机械工程学院, 南通 226007; 2. 中山大学工学院, 广州 510275)

摘要 针对某型汽车前照灯外形、位置、体积等要求,采用 CAD/CAE/CAM 进行设计,由(丙烯腈/丁二烯/苯乙烯)共聚物(ABS)注射成型,制备了 ABS 汽车前照灯多曲面反射器。该汽车前照灯的配光镜上没有透镜,配光完全由反射器的反射面来完成,其反射面由一组复杂的自由曲面组成,光场的分布完全由反射面来控制。实际测试和应用表明,该产品满足汽车前照灯在造型、强度、光学等方面的要求,且在产品成本和生产效率方面都优于金属反射器。

关键词 (丙烯腈/丁二烯/苯乙烯)共聚物 汽车前照灯 多曲面 反射器

早期汽车前照灯多为圆形,且大灯、雾灯、转向灯为分体式,其反射器利用抛物面加上配光镜来保证光场分布要求,多采用金属材料冲压而成。但是现代汽车在流线型造型、美观、性能等方面的要求使早期汽车前照灯无论在结构设计、制造材料还是制造方法上都不能满足要求。汽车前照灯已成为汽车造型上的一个亮点,其安装空间也越来越小,配光镜的倾斜度越来越大,这些对前照灯的效率都产生了极大的影响。同时,现代汽车的速度和性能的提高,对前照灯提出了越来越高的要求。传统的设计方案在新型的汽车前照灯中已经很难取得好的光学性能和较高的照明效率。为适应汽车工业新的发展要求,出现了一些新的汽车前照灯造型和结构,其中应用最为广泛的是多曲面反射器汽车前照灯。笔者根据某型汽车对前照灯的要求,采用(丙烯腈/丁二烯/苯乙烯)共聚物(ABS)设计制造了一款多曲面反射器前照灯。

1 多曲面汽车前照灯的结构和设计

多曲面汽车前照灯的配光镜上没有透镜,配光完全由反射面来完成,其反射面不再是单一抛物面,而是由一组复杂的自由曲面组成,完全由反射面来控制光场的分布,以达到相关标准的要求,如图1所示。由于结构复杂,采用金属材料冲压难以制造,所以多通过计算机辅助设计,用工程塑料注射成型。



图1 多曲面汽车前照灯截面示意图

某型汽车前照灯大小约为 400 mm × 200 mm × 350 mm,由于外形、位置、体积等要求,大灯、雾灯和转向灯需设计成一体式结构,且反射面须为多曲面,

因此笔者采用 CAD/CAE/CAM 进行设计,以 ABS 为原料注射成型,来满足强度、光学、制造方面的要求。

在多曲面汽车前照灯中,灯丝发出的光线首先投射到某一自由曲面片上,然后被反射出去,在 25 m 远处的配光屏幕上形成一个具有一定照度值的照射区域。反射器上的所有自由曲面片都重复上述过程,将灯丝发出的光线反射到配光屏幕上,使汽车前照灯在 25 m 远处的配光屏幕上形成光形和照度分布。多曲面前照灯的设计过程是一个反复修改、调整的过程,其最终目的就是建立合适的自由曲面,使得灯丝发出的光线经众多自由曲面发射后,能够在配光屏幕上形成要求的光形和特定的照度值^[1,2]。

传统的汽车前照灯设计通常是设计者在手工计算的基础上,对配光镜采用不同的透镜组合,通过反复试验来确定最终的设计方案。在多曲面汽车前照灯中,反射面的数量更多、各自由曲面的位置和参数各不相同,并且对自由曲面的精度要求更高,在设计过程中需要做大量的曲面计算、配光计算和照明效果仿真,这些都是传统方法无法实现的。因此多曲面汽车前照灯的设计必须借助于相应的计算机辅助设计软件来实现,主要包括:光源和反射面基本参数的确定、反射面功能区域的划分和各自由曲面片的设计等几步。

1.1 基本参数的确定

多曲面汽车前照灯的反射面一般在某一初始形的基础上修改而成,初始形通常选用抛物面,其参数由车体所能提供的安装空间决定。较大面积的反射面初始形能够给汽车前照灯设计提供更大的自由度,因为它能够更有效地把光源发出的光线充分发

射到配光屏幕上。

为了达到要求的照明效果, 需要为汽车前照灯选择一个合适的光源, 光源应该既能够发出足够大的光通量以满足照度的要求, 又具有最小功率消耗, 在多曲面汽车前照灯中多采用单丝灯泡。同时, 光源与初始形应该处在一个合适的位置, 以抛物面初始形为例, 光源近光灯丝的轴线应该与抛物面的轴线一致, 灯丝的中点与抛物面的焦点重合。

多曲面汽车前照灯中, 光源参数的变化对灯的光学性能的影响非常明显, 在采用计算机辅助设计之前, 需要准确定义光源的基本参数。很多汽车前照灯设计软件都为用户提供了常用光源的模型。在进行仿真设计之前应输入一些关键部件的物理属性, 比如反射面的粗糙度、反射系数等, 这些参数的准确性对仿真结果和实际照明效果有着直接的影响。因此, 在汽车前照灯设计时, 设计人员首先需要确定的基本参数包括反射面初始形的尺寸、相当车体的位置、光源的类型、相当反射面的安装位置, 以及反射面的基本物理性质等^[3,4]。

1.2 功能区域的划分

单一的反射面初始形无法满足国标中的配光要求, 因此在进行精确设计之前需要对反射面进行粗略的分块。根据所处的不同方位及在配光过程中的不同作用, 将反射面分成 15 个小区, 如图 2 所示。图 2 中 A1 和 A2 用来形成中间强光区域; C1 和 C2 用来形成光线的水平扩展; B1 和 B2 用来过渡和衔接; 区域 I 用来形成水平明暗截止线和 15°明暗截止线; 区域 II 用来加强 15°明暗截止线。

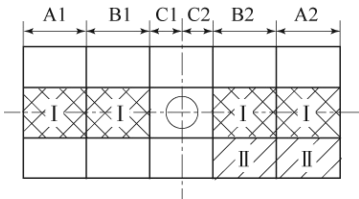


图 2 曲面的基本分块原则

图 3 是配光屏幕上的近光等照度线, 它是根据国标中规定的各区亮度范围及一些关键点的亮度值以插值方式生成的。

1.3 自由曲面的设计

对初始形的粗略分块, 是按不同区域的功能进行划分的, 在设计的过程中还需要对图 2 中的 15 个区域进行详细的设计。这时需要对各区作进一步的划分, 得到众多的曲面片; 然后再对这些曲面片作详细的设计。

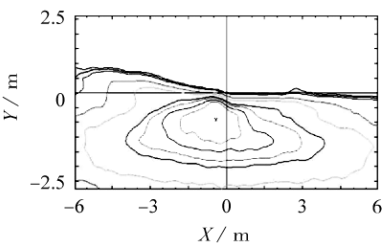


图 3 近光等照度曲线

设计过程中, 各曲面片的配光性能应与图 2 中各区域的基本功能相一致, 特别处在各区中间区域的曲面片, 其光形应严格控制在功能区域内。

将各个功能区域划分成更多的小曲面, 是为了方便曲面的调整, 减小曲面间的相互影响。从工艺的角度来讲, 反射面的分块应尽量简单、规则、数量少、排列整齐。为了便于加工, 在保证功能要求的同时, 还应该控制各曲面片之间的高度落差, 否则会造成加工困难。

多曲面汽车前照灯的设计过程是一个设计、分析、调整的反复过程。在设计调整的过程中, 对反射面任一局部区域的调整都可能会影响到反射面的整体配光效果, 因此, 对每次的设计结果既要作局部区域的照度分析, 同时还要对整个反射面进行近光照度分析和远光照度分析。

设计中, 当对设计结果不满意时, 需要对功能区域的曲面片进行调整, 有时候可能经过多次的反复, 部分区域的照明效果还是不能令人满意, 这时就需要对基础反射面的功能区域重新划分, 减小配光屏幕上高亮度区域对应的反射面, 增大较暗区域对应的反射面。

图 4 是最终设计的汽车前照灯分块示意图。

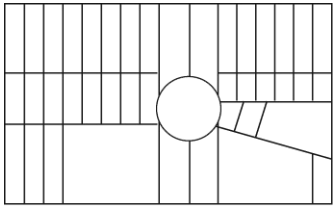


图 4 最终设计的汽车前照灯分块示意图

图 5 是最终设计的汽车前照灯光形和等照度线模拟。与图 3 相比较, 可以认为其设计结果能够达到国标的要求。

2 多曲面汽车前照灯的制造

将设计完成的多曲面汽车前照灯反射器曲面在三维 CAD/CAM 软件中进行处理, 生成数控加工程序传输到加工中心进行注射模型腔加工。该多曲面汽车前照灯反射器使用 ABS 制造, 采用注射成型工

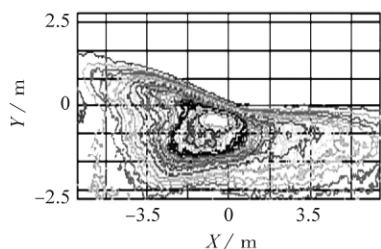


图5 最终设计的汽车前照灯光形和等照度线模拟

艺,注射模温 65°C , 注塑压力 30 MPa 。图6 为注射成型后镀了反射膜的成品。

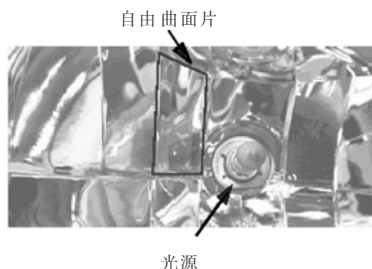


图6 多曲面汽车前照灯反射器成品

实际测试和应用表明,该产品满足汽车前照灯在造型、强度、光学等方面的要求,且在产品成本和生产效率方面都优于金属反射器。

3 结语

目前,塑料多曲面汽车前照灯得到广范应用,得益于新的汽车前照灯设计与制造方法,通过 CAD/CAE 能完成一般设计无法或很难完成的事,CAM 则能保证这些设计的实现,而塑料成型方法则最终使汽车前照灯在更加美观的同时性能也更好,汽车外形的设计也由此能少受约束、更加完美。

参考文献

- 1 刘书声. 现代光学手册. 北京:北京出版社,1993.
- 2 周军,张继勇,周莉,等. FFR 汽车前照灯的光学设计. 照明工程学报,1999,10(2):45
- 3 Breault Research Organization, Inc. Segmented Automotive Reflector Design. Tucson: Breault Research Organization Publishing, 2004.
- 4 Ganslandt R, Hofmann H. Handbook of Lighting Design. Wiesbaden: Vieweg Publishing Company, 1992.

DEVELOPMENT OF MULTI SURFACE REFLECTOR OF ABS FOR AUTOMOBILE HEADLIGHT

Li Zhiyang¹, Ouyang Xiangbo², Huang Mingyu¹

(1. Institute of Mechanical Engineering, Nantong University, Nantong 226007, China;

2. Institute of Technology, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China)

ABSTRACT A multi surface reflector of ABS for automobile headlight was developed. It was based on the requirements of shape, situation and volume of a certain automobile headlight, and it was designed by CAD/CAE/CAM and made of ABS through injection molding. There was no lens in the light distribution mirror. The light distribution was done by the reflecting surface which was composed of a set of complicated free-form surface. The distribution of optical field was completely controlled by the reflecting surface. The practical testing and application results showed that the product was suited for the requirement of mould, intensity and optics for automobile headlight. And the cost and production efficiency were superior to those of metal reflector.

KEYWORDS acrylonitrile/butadiene/styrene copolymer, automobile headlight, multi surface, reflector

优惠发售《2000 ~2004 年中国工程塑料加工应用技术研讨会论文集》光盘

应广大读者的要求,我社已将中国工程塑料工业协会加工应用专委会历年论文集加工制作成光盘版,光盘定价 150 元/盘。需购买的读者请尽快办理邮购手续。汇款时请注明“论文集光盘”。

“论文集光盘版”主要包括以下内容:

- (1) 2004 年中国工程塑料加工应用技术研讨会论文集全文(正文 337 页)及会议通讯录(约 200 人)
- (2) 2003 年塑料助剂和塑料加工应用技术研讨会论文集全文(正文 373 页)及会议通讯录(约 350 人)
- (3) 2002 年中国工程塑料加工应用技术研讨会论文集全文(正文 351 页)及会议通讯录(约 250 人)
- (4) 2001 年中国工程塑料加工及模具技术研讨会论文集全文(正文 270 页)及会议通讯录(约 100 人)
- (5) 2000 年中国工程塑料加工应用技术研讨会论文集全文(正文 339 页)及会议通讯录(约 200 人)

邮局汇款:

收款单位:山东省济南市 108 信箱杂志社

邮编:250031 传真:(0531) 5816706-808 5947355

电话:(0531) 5816706-805, 802, 801 5947355

银行汇款:

户名:中国兵器工业集团第五三研究所

开户银行:济南市工商银行八一分理处

帐号:1602001209014424079