

基于 CAD/CAE 技术的汽车车灯设计与应用研究

刘时英

(怀化职业技术学院 418000)

摘要: 由于汽车行业的持续成熟,有许多人渐渐关注车灯的照明质量与外观造型。车灯为汽车能正常驾驶的核心保证,为汽车的安全驾驶带来了优良的照明条件与信号,车灯设计得如何将对整车的美观与安全性产生较大的影响。本研究经使用 CAD/CAE 技术、将光导尾灯系统的设计和应用当做分析内容,对车灯设计中出现的凝雾问题予以改善及分析光学自由曲面设计和厚壁件光导技术。

关键词: CAD/CAE 技术;汽车光导尾灯;光学设计;自由曲面反射镜

Abstract: due to the continuous maturity of the automotive industry, many people gradually pay attention to the lighting quality and appearance modeling of lamps. The lamp is the core guarantee for the normal driving of the vehicle and brings excellent lighting conditions and signals for the safe driving of the vehicle. How the lamp is designed will have a great impact on the beauty and safety of the whole vehicle. By using CAD / CAE technology and taking the design and application of light guide tail lamp system as the analysis content, this study improves the condensation problem in lamp design and analyzes the optical free-form surface design and thick wall light guide technology.

Keywords: CAD / CAE technology; Automobile light guide tail lamp; Optical design; Free-form mirror

1. 引言

当前,由于经济建设速度的稳中有升与百姓消费能力的日益改善,我国的汽车销量每年均在以平稳的速度上升着。车灯属于汽车中不可或缺的一个零部件,其可分成两大功能,首先是当做照明灯具,如前照灯等,它能使司机在光照条件较差的情况下也能看清周围的环境,也使司机可以在短时间内找到周围的人员或障碍。其次是信号灯,其主要是使对面的驾驶员或路人可以在短时间内找到自己,也给自己背后的司机给出了本车司机的开车方向,其中包括转向灯、尾灯等。不管是照明或是信号功能,其说到底均是让司机能更好地驾驶汽车,改善其自我安全意识与其他行人或司机的安全防范意识。所以,车灯与人身安全有着巨大的关系,在汽车零部件中拥有不可或缺的效果。

由于 LED 照明技术的持续优化及其成本的日益下滑,许多主机生产商都热衷于将 LED 当做车灯光源,当前境外的许多知名品牌车型均使用 LED 光源,同时使用了光学自由曲面与光导技术设计光学曲面。对比我国常规的车灯光学面设计,自由曲面光学设计更为灵活,经由对所有小曲面的管理与变动可获得自由曲面光学面,该设计更为先进,光强的划分和光线的照射方式更为灵活,可以充分降低杂光和散射光所带来的干扰,优化了光学设计的功能。在自由曲面反射镜设计中,我国基本上都是运用三坐标检测后实施逆向工程设计,因为某个自由曲面的空间均不大,形状并不简单,利用逆向的途径充分地缓解了光学作用,所以本研究经运用 CAD/CAE 技术分析正向自由曲面反射镜设计,能为我国车灯光学自由曲面设计奠定新的技术条件。

2. CAD/CAE 软件的选用

2.1 CATIA

CATIA V5 是现在三维数模构建的主流软件,凭借着其多领域、多模块化的优势,已经涉及汽车及其航天设计等多个领域,对很多知名企业而言,此软件已做为指定软件用于产品的结构设计及仿真模拟的应用。

2.2 ASAP

ASAP 是一款光学仿真软件,是国内目前对光学仿真结果的判定最推崇的一款软件,很多汽车灯具制造商所编制的光学设计标准都是根据此软件的仿真结果进行对比。

2.3 SPEOS

SPEOS CATIA V5 是国际著名的环境仿真和光学软件。结合 CATIA V5 的完整功能与参数设计模式,使机构工程师迅速进入光学设计领域。经由真实物理学基础的材质拟真软件,可定义折射、吸收、扩散等的光学属性。尤其针对视觉仿真的部份提供真实高分辨率的视觉仿真画面,大幅缩短产品开发过程中 RP 制作的时间及次数。

2.4 FLOEFD

FLOEFD 属于一款优秀的、应对工程师的电子产品热研究软件。身为可充分兼容 CAD 软件、应对结构设计工程师的一般 CFD 软件,其相对常规的热分析软件重点包括下述特点:就对 CAD 软件相对比较了解的工程师,操作及应用面更广;集成于 CAD 中、使用简单,避免了 CAE 与 CAD 软件之间的繁琐的切换过程;在 CAD 软件中快速分析;在 CAD 软件中予以直接改善,经由对 3D 信息的修正与完善,可以时时观察到改进后的结果。

3. 汽车车灯的设计方法及光学设计研究

3.1 汽车车灯的设计方法研究

本文主要探讨光导尾灯的设计方法,并且根据 LED 多光源的特点及光导技术的基本原理,研究如何实现光导信号灯光学性能及散热分析。光导尾灯的光学设计应符合《GB5920-1999 位灯、制动、示廓灯性能》、《GB15235-2007 汽车及挂车倒车灯配光性能》、《GB17509-1998 转向灯配光性能》的内容。光导尾灯的设计过程分为以下几个阶段:首先,结构设计及三维数据建模阶段;然后,进行光学设计、优化点灯效果阶段的同时进行热学分析;散热系统布置设计,驱动电路图设计及安装布置设计;根据前期热分析结果进行排气系统布置,LED 驱动模块的安装设计,进行热分析最终确认。

3.2 汽车车灯的光学设计研究

符合《GB5920-1999 位灯、制动、示廓灯性能》、《GB15235-2007 汽车及挂车倒车灯配光性能》、《GB17509-1998 转向灯配光性能》的光学规定,根据光导的造型,对转向灯、制动/位置灯、倒车灯光导进行配光设计,每种信号灯光导的形状不同,所需满足的法规也各不相同,对结构设计难度较大,需与产品注塑可行性结合起来,对光源的安装合理进行设计。

4. 汽车车灯组合灯光学系统设计

光学设计在车灯设计中拥有不可或缺的作用,配光设计的如何会对车灯的照明表现与驾驶的安全带来巨大影响。本研究经分析我国还比较稚嫩的自由曲面反射镜的设计与厚壁件光导技术,分别开发出光导尾灯的所有性能,深入地介绍新技术的优势和创意。

4.1 光导尾灯常用光学系统

在设计光导尾灯时,第一大工作就是要符合法规的规定,在符合所有功能法规规定的基础上,尽量改善光线的传输效率与点亮作用,进而获得一致的点亮效果。光导尾灯中一般使用的光学系统重点包括直射式与非直射式反射碗、光导技术等,各种光学系统的效率与设计措施均存在一定的差异。

4.2 光线追踪法的选用

模拟是指提供一个光学器件,核算其所带来的光学效果,可明确地呈现出光强与光线照度的划分状况,对设计工作者反馈光学设计中出现的各种问题。所使用的模拟方式若存在差异,其用时与模拟精度均将不同,在 Lucidshape 中通常运用蒙特卡罗光线追踪法、灯丝印象法等核心手段。而前者是以蒙特卡罗规则为前提所运用的一种模拟途径,它可以提供最精准的光强与照度划分当做模拟结果,然而其模拟的时间也因此而更长。后者的模拟仅需几秒钟就能产生结论,针对刚构建或修正的几何体,若渴望在短时间内了解模拟结果进而予以深入的修正,通常会运用灯丝印象法。经比较上述两类光线追踪法,本研究在光学模拟活动中,均使用蒙特卡罗追踪法,尽可能地确保光强的均匀划分。

4.3 自由曲面反射镜研究设计

因为当前的车灯对光学性能的标准在持续提升,抛物面反射镜已无法符合规定。自由曲面光学设计属于一种新型、优质的光学设计措施,自由曲面设计是以抛物面曲面为前提分割多元化的、规格各异的小曲面,利用对所有小曲面的各个打散视野的变更与曲面形状来管理光线的照射方向与光强的划分部位。在我国通常都是使用三坐标进行检测,利用逆向反求获得自由曲面反射镜。因为自由曲面形状存在一定的差异,同时面积不大,利用逆向获得的光学面将带来光学精度上的问题,不利于光照效果的充分发挥。自由曲面设计需面临的一大问题是怎样设计自由曲面的面型,所以,本研究经运用 Lucidshape 光学设计软件分析正向自由曲面反射镜设计,分别开发出自由曲面反射镜与抛物面反射镜,对两者的光强划分与光学点亮效果给予比较研究,检测自由曲面反射镜设计的优势。

Lucidshape 软件能根据相关的指令,利用软件内部程序的核算,可直接导出一个与指令相似的自由曲面,接着应利用持续改善所有曲面的形状与光线打散视野,乃至模拟结果符合法规点的光强划分。Lucidshape 自由曲面光学面的设计流程通常是:(1),将在 CATIA 软件中开发出的零件分别引入至光学设计软件 Lucidshape 内,对各种零件给予与之相符的材料与相应的反射率和折射率;(2),导入光源,明确光源规格、位置与灯泡孔的形状,同时安排 Sensor;(3),明确光学元件与自由曲面模型的原始参数,界定自由曲面的面型,接着使用建模软件设计模型且设立光学系统;(4),将已经设计好的光学模型在 Lucidshape 软件中打开,对光学系统实施模拟仿真处理;(5),仿真结果研究:研究系统仿真的结果,和国标中的规定加以比较,检测有无满足照明标准,如果满足,则生成系统模型;反之

则实施接下来的操作步骤;(6),结合国标的配光规定与上续仿真结果,对系统光学模型的参数加以改正并改善照明效果,重复第(2)到第(4)步,最终使系统仿真结果能符合国标法规的规定,并生成所设计的自由曲面光学面。

4.4 后位置灯厚壁光导技术研究

通常光导的方式包括圆形光导和异性光导两种,此次光导的设计运用异形光导与厚壁件相结合的方式,厚壁件光导设计最核心的特色是光学点亮效果更为均匀。通常光导管直径均介于 $\phi 8-\phi 10$ 的范围内,照亮的宽度较小,如此会让光导技术在车灯设计中的功能无法充分发挥,所以本研究将厚壁件光导当做分析对象,经添加厚壁件不仅可以使光线的分布更均匀,同时还能让灯具拥有更宽的点亮作用。因为本研究开发的为异形光导,需要入射光线完全从光导的前表面发出,所以对光导的全反射实施破坏设计,因此在光导的后表面中创造特定视野的三角形花纹,让光线途经此区域时能产生光线的转弯,进而将光线往所需的方向而改变。

4.5 后雾灯准直聚光器设计

通常后雾灯均是简单地当做一个车灯,运用反光碗的光学系统设计,对空间的标准较低,因为此次光导尾灯设计空间被约束,因此使用占用空间不大的 Collimator 准直聚光器,其特点即光学效率高,同时所需的 LED 数量不多,可减少设计费用。

5. 结语

汽车车灯作为汽车的重要部件,为驾驶员提供良好的夜间照明,同时兼顾外观造型需求。本文深入研究基于 CAD/CAE 技术的汽车车灯设计与应用,使用的 CAD/CAE 的设计手段都是目前比较先进的技术,涉及到的结构设计软件采用 CATIA,正为国内及国外各大汽车制造商广泛应用。光学设计软件则是使用 ASAP、SPEOS、LUCIDSHAPE、TRACEPRO 等主流光学仿真软件,散热分析则采用 IDEAS、FLOEFD 等进行热传导和流体分析。CAD/CAE 软件技术的应用,大幅度的降低了光导尾灯开发成本,同时也较好地改善了设计速度。最初的光学面基本上都设计为抛物曲面,其不足便是反射镜的结构太大、光强分布不均、难以管理光线的照明方向,同时还应当在外透镜中实施花纹处理,而本研究在设计光导尾灯反射镜时,是在之前抛物面的前提下添加自由曲面,利用各个小型自由曲面的光线打散视野与曲面形状来管理车灯光强的分布,此类设计能让光强分布更能符合要求并方便变更。光导技术已较多地使用在汽车照明中,其最主要的特征便是能将点光源变为均匀的面光源,同时能尽量减少 LED 的使用数量,减少生产所需的费用,而本研究运用新型厚壁光导技术设计后位置灯就可以拓宽光照亮度。

参考文献:

- [1]刘警.汽车车灯设计美学法则及其应用探究[J].西部皮革,2020,42(10):25.
 - [2]钟振龙,俞丕珠.基于逆向工程在汽车车灯设计中的应用[J].模具技术,2010(03):43-47+53.
- 【基金项目】怀化职业技术学院 2021 年院级科研课题阶段性成果,立项号:YJ202103)
- 【作者简介】刘时英(1976.10--),女,湖南益阳人,副教授,硕士,怀化职业技术学院教师,研究方向:汽车工程,材料工程,高职教研