

激光辅助汽车大灯驱动的设计与实现

□ 华域视觉科技（上海）有限公司/蔡凯 夏盛 廖审析

相较于LED，激光汽车大灯更小、更亮、更节能，单色性好，工作距离400m以上，超远的照射距离保障了夜间行车安全。本款激光辅助大灯要求输出比以往更大的电流，对在激光驱动模组有限的印刷电路板PCB面积中设计DC_DC驱动提出了新要求。并且激光器的各种失效模式，对软硬件保护电路的设计也提出了新要求。

行业专家曾经指出，激光大灯是未来汽车照明的主流方案之一。回顾过去，汽车前照灯在经历了卤素灯、氙气灯和LED灯后，迎来了相关技术已经应用在部分高端车型中的激光灯。激光车灯在亮度、能耗和外形设计等方面，都具有巨大优势，虽然现阶段制造成本较高，但量产工艺已经接近成熟，预期成本下降后应用率会迅速扩大，并成为汽车照明市场的重要组成。

汽车大灯技术更新换代速度正在加快。事实上，自2004年以来，LED大灯开始活跃在车灯设计中，自适应远光灯等智能LED大灯系统相继问世。2014年，BMW i8成为了第一款配置激光远光灯的量产车。汽车前灯的迭代更替正在加速，激光车灯的普及速度会比人们预想的要快。根据对氙气LED复合

灯具、LED大灯、LED矩阵灯从顶级车到中端车的渗透路径分析，激光车灯在近几年将出现在大部分高端车型中，并在2025年将成为中级车的标准配置，潜在市场规模高达数千万套。

激光辅助大灯的特点

相对LED灯而言，激光大灯采用了蓝色激光作为辐射源，再通过黄磷透镜合成白色光束。其中短波蓝色激光二极管的亮度超过LED千倍，而只需要后者60%的能量消耗。除了亮度的绝对优势，光束的对比度和聚焦程度也超过传统车灯。由于激光车灯的高亮度白光是通过蓝色激光激发黄磷透镜产生，可以避免激光伤害。激光远光灯工作距离长达600m，超远的照射距离保障了夜间行车安全。

此外，激光车灯还是智能车灯的最佳载体，比如智能矩阵车灯和动态车灯技术通过激光可以更好地实现。

激光辅助大灯对驱动的要求

目前的激光头造价昂贵，同等功率下的激光灯比普通LED灯要求电流更大。本次选择的激光头正向电压 V_{fmax} 为4.6V，比一般LED的 $V_{fmax}=3.5V$ 也要大。为了激光头安全稳定地工作，激光驱动器的稳定性、暂态响应、温度保护等也要比普通LED要求高。

1. 激光电流输出稳定无过冲

激光电流过冲主要体现在驱动电源的启动或关闭时刻，比较成熟的DC_DC芯片一般都内置软启动，

启动时会限值开关占空比的变化，使输出电流缓慢上升。同时电源环路的R、C频率补偿网络也要调整好参数值，使电源既要保持快速的环路响应，又要使电源在整个输入输出的范围内运行稳定，使输出电流不发生大的变化。

2.激光驱动模块拓扑和器件选型

本次激光头模组要求的工作电压最高为9.2V（4.6V+4.6V），额定工作电流1.7A。激光头模组要求驱动电源能适应输出低电压大电流的需求。

本次选择的拓扑为传统的BUCK_BOOST拓扑。此拓扑在车灯驱动领域应用时间比较长，技术也比较成熟，稳定性比较好。相对于传统LED，激光模组的器件选型要求能够承受比以往更大的电流，同时本激光模组要求的器件的耐压比较低，因此驱动的主要功率器件MOS管和二极管的选型都以低电压大电流为主，有利于降低整个驱动器的功耗和温升。

MOS管的损耗除了导通损耗，绝大部分是每个开关周期电压电流不同步产生的交叉损耗。由于MOS管的电流比较大，开关损耗也会增大，需要用大封装的MOS管再加上外部的散热片。

3.激光驱动模块的通信要求

激光灯照射度较远，一般在车速达到一定值后才开启，有时又需要在线写入程序，或者有其他方面如通信或控制的要求。模块需要集成通信电路，以接收BCM各方面的报警或者控制信号，来控制激光辅

助大灯的亮灭。

4.激光驱动的过温保护

温度降额曲线依照激光头Package温度设置（见图1）。驱动板的NTC电阻需要如实反映激光头Package的温度或者变化趋势。由于NTC电阻安装在PCB板上，距激光头Package有一定距离，需要结构做到PCB板贴近激光头Package，并且避免此空间中的空气流动，需要多次试验来验证NTC曲线的准确性。

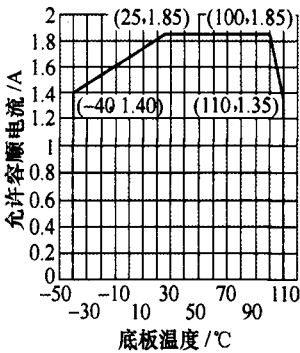


图1 激光头温度降额曲线

5.激光模组的散热措施

整个激光模组的功率在20W左右，采用散热片+风冷的措施就可以保证温升在安全阈值内。因此在驱动中增加了一路风扇驱动电路，电路利用431三端稳压器，将输出风扇驱动电压精确地稳定在12V。

激光头的光衰

部分激光头在工作一段时间后，其发出的光通量会衰减，需要调整程序判断感光头的阈值，或者调整驱动模块输出电流的上下限，使激光头能在规定限值内正常工作。这需要感光芯片、滤光镜片配合软件工作，是PWM调光还是模拟调光，还需要进一步讨论。

结语

激光大灯发展迅速，市场的需求会越来越大。激光和普通LED相比，有光学上的诸多优点，在电学上也有电流大、功率大的特点，对驱动的设计也提出了新的要求。大电流下开关电源会出现各种不期望的振铃，如何在短时间内布置PCB板，如何选择合适参数的器件，都需要工程师仔细地考虑。软件算法也有诸多闭环控制策略的实施，需要编写全新的应用程序。

除了大灯，奥迪等厂家还将激光光源应用到了雾灯上，利用激光光源可控的特性，改进灯光的可视效果，提高行车安全。此外，利用激光二极管发光的特性，通过导光材料，激光在汽车内饰照明方面也有新的应用机会。为了设计好激光驱动整个模组，需要光学、结构、电子协力配合，紧跟前沿，为公司的进一步良好发展开辟道路。AUTO1950