

## LED汽车灯具散热设计浅谈

**摘要：**LED作为汽车车灯光源已经开始普及化，PCB作为LED的载体，必须展开对PCB、LED以及其他驱动元器件的热分析工作并积累足够的经验数据，因为LED虽是低能耗，对周围元件的热作用很小，但是LED内部的热量密度很大，如果不进行散热，LED结点温度升高，会影响LED的性能，可能导致无法满足汽车车灯光学上的要求。本文主要讲述LED方面的CAE热量分析工作，LED不同光色的不同光输出特性，以及对不同类型的PCB，如何更好地管理和应用LED。

### 前言

LED由于具备体积小、寿命长、能耗低等优点，已经成为备受瞩目的新一代汽车车灯光源。LED作为信号灯（位置灯、制动灯、转向灯、日间行车灯）应用已十分普遍；随着行业需求日益更新，LED作为前雾灯、远近光灯等照明功能光源则亟待解决。由此可以看出，LED的应用已从小功率逐步向中、高功率方向发展。法规GB 4785-2007中明确指出，对于所有不是使用灯丝灯泡的装置，点亮1min和30min时其发光强度测量应符合附表中最大值和最小值的要求。

究其根因是LED本身特性决定的，LED结温越高，光输出则越小。虽然LED的整体功率较小，辐射热量较灯丝灯泡光源小很多，但只有10%~20%的功率会转换为光，其余80%~90%的功率则仍会转化成热量。考虑到LED芯片尺寸较小（毫米量级），如果这部分热量积聚在LED内部，LED芯片的热密度会很高（以1W大功率LED为例，芯片内部的热密度可达109W/m<sup>3</sup>），这正是大功率LED散热必须解决的关键问题之所在。

### 1 LED的特性差异

目前业内使用的LED类型很多，其光学和热学特性差异较大；即使是同品牌、类型相近的LED，其光学和热学特性差异仍然很明显。以OSRAM推出的LA W5SM和LY W5SM两种型号LED产品为例，两者均采用InGaAlP芯片技术，结点温度均可达135℃，热阻典型值为6.5K/W，但是两者的光学特性与温度的关系截然不同。图1为光输出比率（某结温下的光输出与25℃结温下光输出的比值）与结温的关系曲线，随着结温升高，光输出比率则降低，呈明显的反比例关系。从图中可以看出，当结点温度同样为60℃时，LY W5SM的光输出已经衰减到60%，而LA W5SM的光输出仍保持在70%以上。

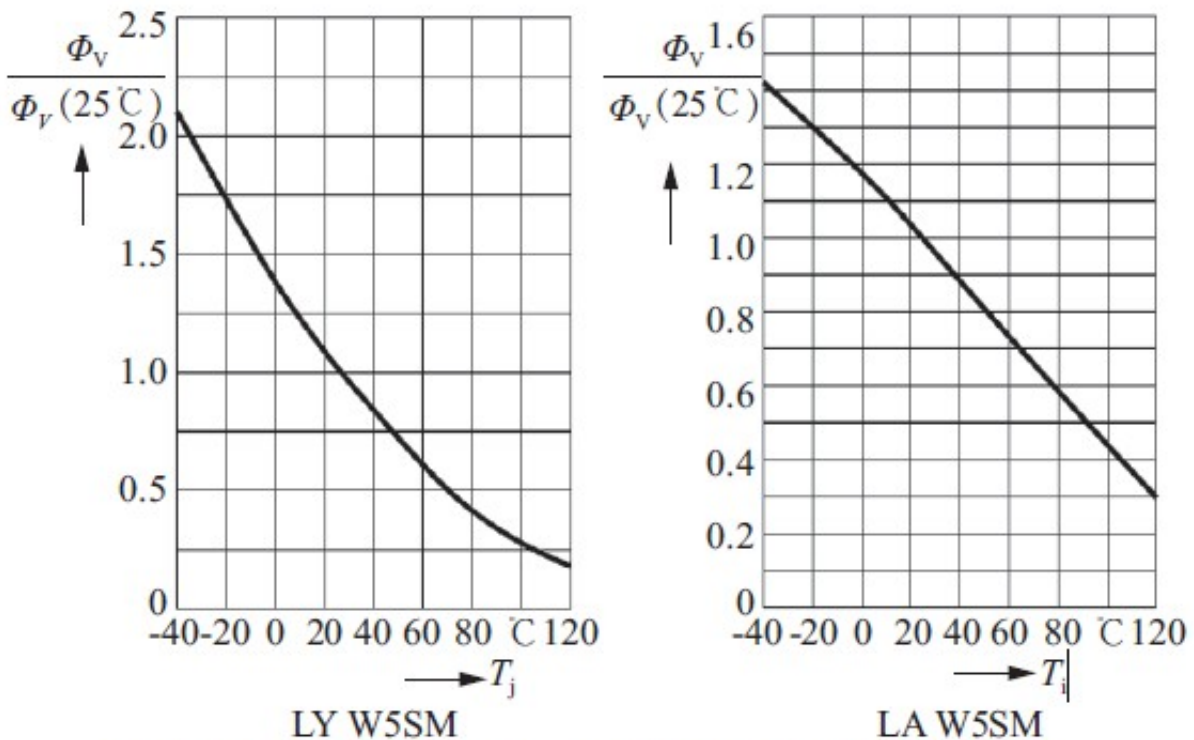


图1 LA W5SM和LY W5SM光输出比率-结温曲线

LW W5SM是OSRAM推出的Golden DRAGON系列大功率白光LED，采用Thin GaN芯片技术，通过荧光，实现白光光色的色度学要求，结点温度同样只能做到135℃。图2所示为LW W5SM光衰随着结点温度变化的曲线；结点温度为60℃时，光输出在90%以上。

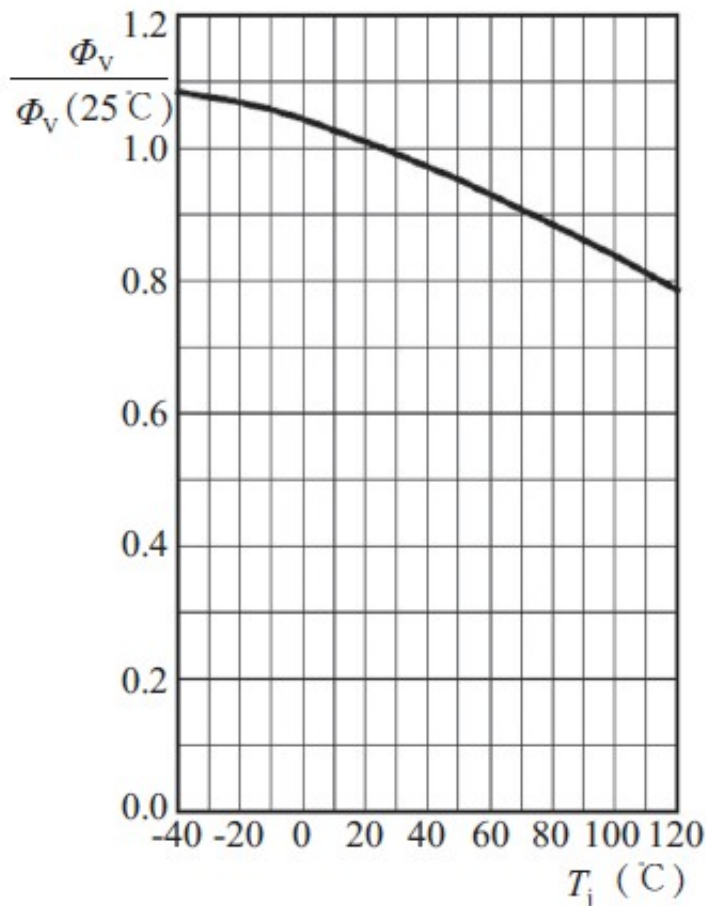


图2 LW W5SM光输出-结温曲线

由此可见，对于不同类型的LED，考虑到其不同的芯片技术和光学特性，其光衰特性差异很明显，需要在选用LED时重点考虑其本身的特性差异。

## 2 PCB差异对LED散热设计的影响

目前常用PCB通常有4种，按材质区分为3类：铝基板线路板MCPCB、FR4板、柔性线路板FPC。其中FR4常用为双面板、单面板；铝基板的散热特性最好，但是线路较难布置。双面板是比较好的选择，散热特性较好，同时双面的铜层分布，线路排布比较容易。单面板是最原始的。柔性线路板是为满足3D的线路板排布需求，也是因为目前对车灯的造型需求越来越高，柔性线路板自身散热特性较差，通常需增加额外的散热器进行散热，而此时影响散热性能的重要工艺则为柔性板和散热器之间的连接方式。

线路板设计要综合考虑成本、结构可行性和散热特性，因此需要在结构设计初期提供有一定参考意义的散热要素。其中包括：线路板材料、线路板面积、散热器材料、散热器面积。下面介绍1种获取LED线路板相关参数的试验方法，实验装置如图3所示。

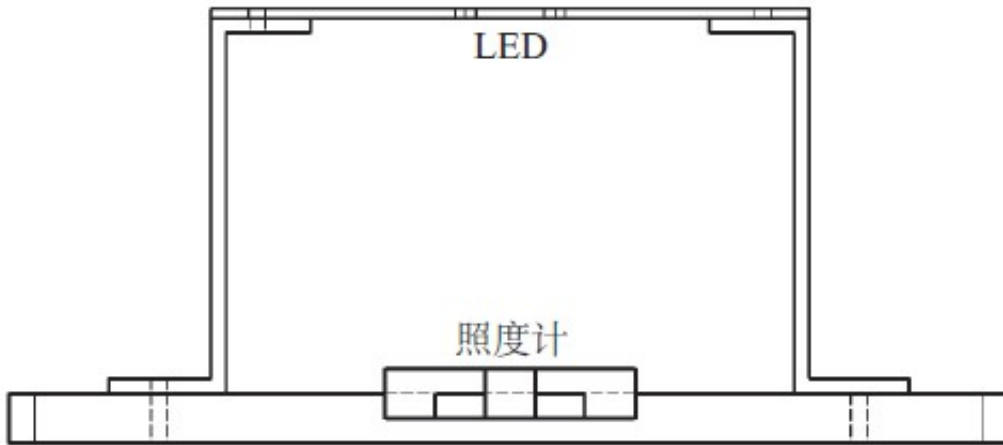


图3 光衰测试装置示意图

针对以上4种不同类型的PCB，采用同样的尺寸设计，在其中心焊上LED，调整LED输入电流，恒流驱动，通过测量该电流下的光衰、以满足15%以内衰减值为标准进行实验。15%的光衰标准是配光1min和30min都满足法规要求的1个经验值。图4所示为PCB外形和LED定位；表1列出LA W5SM、LYW5SM对4种不同的PCB，在没有外置散热器的情况下，光衰满足15%时的输入功率大小。结合PCB固定的面积大小，可以得出对应不同的PCB板对该款LED单位功率的散热面积。在向后的设计中，针对不同的LED，为PCB种类的选择和散热面积的大小等设计方案提供参考，既满足性能要求，又可节约成本。

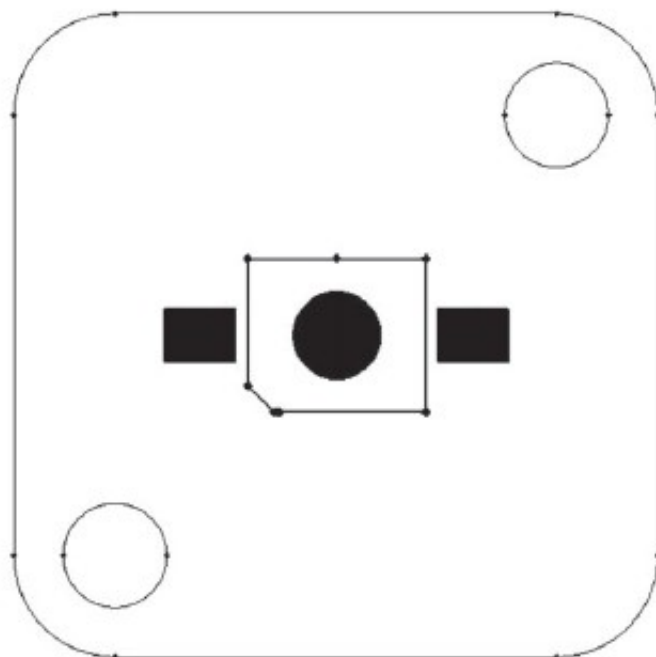


图4 PCB外形

表1 LA W5SM、LY W5SM满足15%光衰的单位功率散热面积

单位：cm<sup>2</sup>/W

PCB类型	Al基板	双面板	单面板	FPC
LA W5SM	5.4	8.0	14.5	8.0
LY W5SM	21.3	21.3	21.3	21.3

### 3 LED的热量分析工作

LED热量分析工作的主体是LED，是为了保证LED有稳定的光输出，满足配光特性要求，并且满足PN结结点温度的限制，以满足寿命要求；其间涉及到与它工作相关的PCB和PCB上元器件的热量问题。

在LED灯具设计前期，涉及多个部门的工作，配光设计、电子电路设计、热量分析、结构设计，这些部门的工作在前期需要相互协作。表1的作用就是在设计前期提供大家1个设计基准，为配光设计在LED选型、电子电路设计时电流的设定和PCB类型的选择、为结构设计对PCB尺寸设定等工作提供参考。

在PCB数据、结构数据都确定后，会对LED灯体进行电脑辅助评估——CAE分析工作。首先是对结构数据、PCB及其元器件的简化前处理，然后将数据导入分析软件，进行网格划分，建立数据模型。在对LED的数据转化过程中，LED内部的电路设计、散热设计以及封装的差异都不会体现，会根据LED实际的外形，将其简化成1个方柱或者圆柱实体，尺寸符合LED的外形大小。

数据模型完成后，需要在分析软件中完成对所有元件赋材料属性、设定边界条件，然后求解稳定状态下的结果；也可进行1min和30min的瞬态结果模拟，通过1min和30min的温度结果，结合LED的光输出—温度特性曲线，了解该光衰下配光能否满足要求。在分析软件中，有对应的PCB和LED等元件的材料属性可供选择，并且有参数可以编辑。对PCB可以编辑电介质层和导电层的材料属性；对LED可以编辑热阻大小，LED内部热设计特性的优劣就体现在该参数上。设定边界条件涉及到元器件的功率大小、环境温度以及边界对流换热系数等参数。

在分析软件中的所有设置，需要尽可能地与实际相同，尽可能地降低模拟与实际情况的差异。

#### 4 结束语

LED技术还在飞速发展、不断更新，光学和热学性能设计也将越来越好，对其在汽车车灯上的应用提供更好的支撑。作为LED的应用者，需要实时地更新自己的应用数据库，积累经验，为前期设计提供好的参考；在软件模拟的参数设置上，也同样需要不断积累、跟进，尽可能的减少与实际情况的差异，为LED灯具设计提供更好的热量设计方案。（黄立敏 昌进星宇车灯股份有限公司，江苏常州 213022）

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/58457.html>