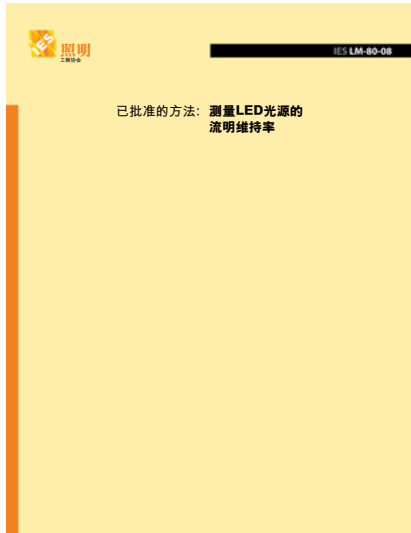


# Cree® XLamp®长期流明维持率



## 目录

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| 前言 .....                            | 1 |
| 定义和概念 .....                         | 2 |
| IES LM-80-2008和IES TM-21-2011 ..... | 3 |
| Cree 符合LM-80的流明维持率测试 .....          | 4 |
| 影响LED流明维持率的因素 .....                 | 4 |
| 使用TM-21来预测额定流明维持率寿命 .....           | 6 |
| LM-80报告 .....                       | 8 |

## 前言

高功率LED灯通常不会出现灾难性失效（即无法发光），但光输出会随着时间的推移而慢慢减少。为了确定这种逐渐光损失的特征，Cree使用了符合IES LM-80的测试配置和程序。由于许多高功率LED灯即使经过数千小时的测试后也未达到L70寿命<sup>1</sup>，因此Cree使用IES TM-21中建议的方法来预测LED的长期流明维持率行为。

<sup>1</sup> 在LED光输出减少到其初始光输出70%之前的持续时间。

## 定义和概念

**正向电流 ( $I_F$ )**：通过在正向偏置条件下工作的LED灯的电流量，通常以毫安 (mA) 表示。

**正向电压 ( $V_F$ )**：在正向偏置条件下工作的LED灯正负极之间的电势，通常以伏特 (V) 表示。

**流明衰减率**：在任何选定的所经过工作时间的的光通量输出损失（以初始输出的百分比表示）。流明衰减率与流明维持率相反。

**流明维持率**：在任何选定的所经过工作时间剩余的光通量输出（以初始输出的百分比表示）。流明维持率与流明衰减率相反。

**流明维持率寿命**：达到指定的流明衰减或流明维持百分比所经过的工作时间，以小时表示。工作时间不包括光源周期性关闭或定期关闭所经过的时间。

**额定流明维持率寿命 ( $L_p$ )**：LED光源维持其初始光输出的特定百分比所经过的工作时间。这以 $L_p$ 表示，其中 $p$ 是百分比值。例如，

- $L_{50}$  = 达到50%流明维持率所经过的时间，以小时为单位。
- $L_{70}$  = 达到70%流明维持率所经过的时间，以小时为单位。
- $L_{85}$  = 达到85%流明维持率所经过的时间，以小时为单位。

对于LED灯，流明维持率通常用不同工作条件（如驱动电流和结温）下LED相对光输出与时间的关系曲线来表示。

**环境空气温度 ( $T_{\text{空气}}$ )**：LED周围空气的温度。一般而言，该温度应在LED的半高全宽 (FWHM) 光束角度外且在包含LED的同一外壳内测量。

**结温 ( $T_J$ )**：LED灯内LED晶粒的结点温度。采用机械手段直接测量LED晶粒的温度比较困难并可能导致错误结果。Cree建议通过测量 $T_{SP}$ 、 $V_F$ 和 $I_F$ 并使用以下等式来间接测量 $T_J$ 。

$$T_J = T_{SP} + (R_{th\ j-sp} \times V_F \times I_F)$$

注： $R_{th\ j-sp}$ 是LED结点与LED灯焊点之间的热阻。所有LED数据手册中都提供了该参数。

**焊点温度 ( $T_{SP}$ )**：LED灯底部散热焊盘的温度。Cree在各个适用的“焊接和处理”文档中提供了所有XLamp LED的建议 $T_{SP}$ 。 $T_{SP}$ 也被称为外壳温度 ( $T_C$ )。

图1显示了流明维持率温度参数测量点。

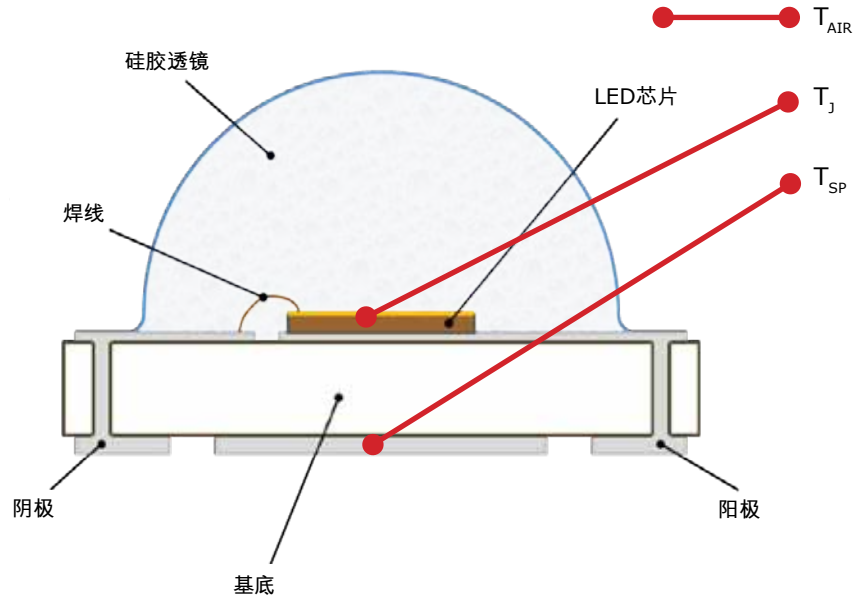


图1：流明维持率温度参数测量点

### IES LM-80-2008和IES TM-21-2011

IES LM-80-2008，“测量LED光源的流明维持率”（“LM-80”）是一项行业标准，它定义了测试LED灯、阵列和模块的方法以确定它们的流明衰减特征并报告结果。LM-80的目标是：通过建立统一的测试方法，使不同实验室能够对测试结果进行可靠的对比。Cree在美国北卡罗莱纳州达勒姆的固态照明（SSL）测试实验室经过了美国国家实验室自愿认证计划(NVLAP)的LM-80测试资质认证。由Cree产生的所有LM-80结果均在Cree的获认证实验室（NVLAP实验室代码500041-0）中产生。

IES TM-21-2011，“预测LED光源的长期流明维持率”（“TM-21”）是一项技术备忘录，它建议采用的方法是通过LM-80测试结果来确定LED灯的额定流明维持率寿命 ( $L_p$ )。

美国环境保护署（EPA）认可这些方法的效力并要求在审批提交能源之星认证的灯具的过程中使用这些方法。作为能源之星的合作伙伴，Cree已使用并将继续使用LM-80和TM-21中定义的方法来测试XLamp LED的长期流明维持率并预测它们的流明维持率寿命。

## Cree符合LM-80的流明维持率测试

Cree的SSL测试实验室（经NVLAP认证）依照LM-80方法来测试XLamp LED灯的长期流明维持率。具体而言，首先将多组XLamp LED灯安装到金属核心印刷电路板（MCPCB）上。每组通常包含30只独立的XLamp LED灯。然后将电路板装在环境测试室内的散热片上。每只LED灯的 $T_{sp}$ 通过不断调节散热片的温度主动加以监测和控制。测试室中的环境空气温度（ $T_{空气}$ ）也通过调节流经测试室的空气的温度主动加以监测和控制。依照LM-80 4.4.2，环境测试室中的 $T_{空气}$ 被控制在保持低于 $T_{sp}$ 的5°C以内。依照LM-80 4.4.3，必须注意尽可能减少被测器件邻近的任何气流。

在测试开始之前（ $t=0$ ），先在积分球中初步测量各个XLamp LED灯的电特性和光度特性。然后将LED灯组放入环境测试室中，并使各组灯在不同的驱动电流下工作（从XLamp LED数据手册中规定的标称值到最大值不等）。每隔一定时间（根据LM-80，至少每隔1000小时）从环境测试室中取出LED灯，并在积分球中对其进行重新测量。

## 影响LED流明维持率的因素

工作温度和驱动电流是影响高功率LED芯片的长期流明维持率的两个众所周知的变量。经过数千小时的使用，高温将降低芯片中量子阱的效率，从而导致光输出的缓慢损失。这就是精确温度控制在LM-80测试中至关重要的原因。除了LED芯片之外，制造方法和构建LED灯组件所用的材料也是受温度和驱动电流影响的关键变量以及影响LED流明维持率行为的主要因素。由于所有这些变量是相互关联的，因此LED流明维持率是一个相当复杂的问题。

可能影响这类产品的流明维持率的主要因素包括（但不限于）以下因素。

- LED灯透镜所用的硅材料
- LED芯片材料和制造技术
- 所用的荧光粉及其应用方法

这些因素如图2中高功率LED灯剖面图所示。作为LED灯中独立的子组件，它们均受到工作条件（温度和电流）的影响并可能随着时间的推移而有不同程度的衰退。

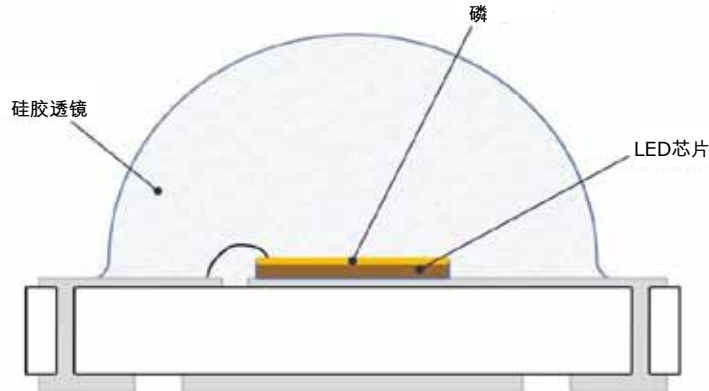


图2：高功率LED灯剖面图——显示了影响流明衰减的主要因素

硅密封剂是这种衰退的一个很好的例子。LED行业中所用的硅是聚硅氧烷（或硅氧烷）。<sup>2</sup>视其确切化学成分的不同，这些硅氧烷可能对工作温度非常敏感。在较高温度下，材料的透明度可能快速衰退，从而导致LED灯光输出的整体损失。从芯片本身中发射出的光子的能量也可能损坏硅氧烷材料，从而进一步降低材料透明度，导致更多流明衰减。因此，驱动电流越高，从芯片中发射出的光就越多，灯的流明衰减就越快。更高的驱动电流还可能导导致更高的LED工作温度，从而使衰退问题复杂化。

如图3中截面图所示，与之前所述的高功率LED灯一样，中等功率LED灯也使用硅氧烷作为密封剂并因此同样对热量和光子能量敏感。但是，与用陶瓷基底构建的高功率LED灯不同的是，大多数中等功率（和低功率）LED被封装在聚邻苯二甲酰胺(PPA)塑料聚合物中。与用作LED密封剂的一些最敏感的硅相比，PPA聚合物更容易受到来自热量和光子能量的损伤。与温度和光的接触会导致这些PPA聚合物变暗。由于从塑料封装中发射出的大部分光受到封装内壁的反射，因此PPA聚合物不可避免的变黑将导致快速的流明衰减。因中等功率LED灯在较高温度和驱动电流下工作而产生的快速流明衰减使得这些LED灯只适合无需长久流明维持率的非关键照明应用。

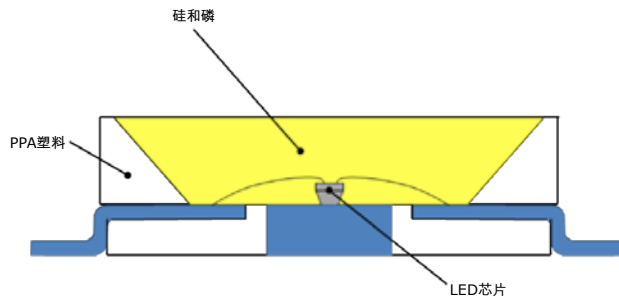


图3：中等功率LED的剖面图

2 如需更多信息，请参阅Cree的应用说明：Cree XLamp LED化学兼容性，应用说明CLD-AP63，[www.cree.com/products/pdf/XLamp\\_Chemical\\_Comp.pdf](http://www.cree.com/products/pdf/XLamp_Chemical_Comp.pdf)

理解LED组件的构建、对工作条件的敏感性及所需的长期流明维持率对于选择适用于特定应用的正确LED是至关重要的。

### 使用TM-21来预测额定流明维持率寿命

一旦完成至少6000小时的LM-80测试，测试结果就可被用于预测LED的额定流明维持率寿命（ $L_p$ ）。依照TM-21，对在每个测量点收集的数据进行平均并在时间为0时归一化到1（或100%）。然后对1000与6000小时之间的各个平均后数据点进行最小平方指数曲线拟合。然后就可向前预测曲线，以确定与所需的 $L_p$ 相交的点。 $L_p$ 值也可使用与数据拟合的指数曲线的等式来计算。TM-21的约定之一是，数据集报告的 $L_p$ 限值为实际测试持续时间的6倍。因此，在使用6000小时的实际测试数据时，任何最大的 $L_p$ 均可被报告为“> 36,000”小时。

在图4所示的例子中，指数曲线拟合1000与6000小时之间的所有数据点。计算的L85寿命为23200小时，计算的L70寿命为50000小时。但是，由于只完成了6000小时的测试，因此L70寿命仅可被报告为> 36000小时。由于计算的23200小时L85寿命小于36000小时，因此可报告实际的L85寿命值。在使用TM-21预测方法报告LM-80结果时，需要以下特定规则：同时显示 $L_p$ 值和完成的测试时间。因此对于图4中所示的数据集，L85（6K）寿命 = 23200小时，L70（6K）寿命 > 36000小时。

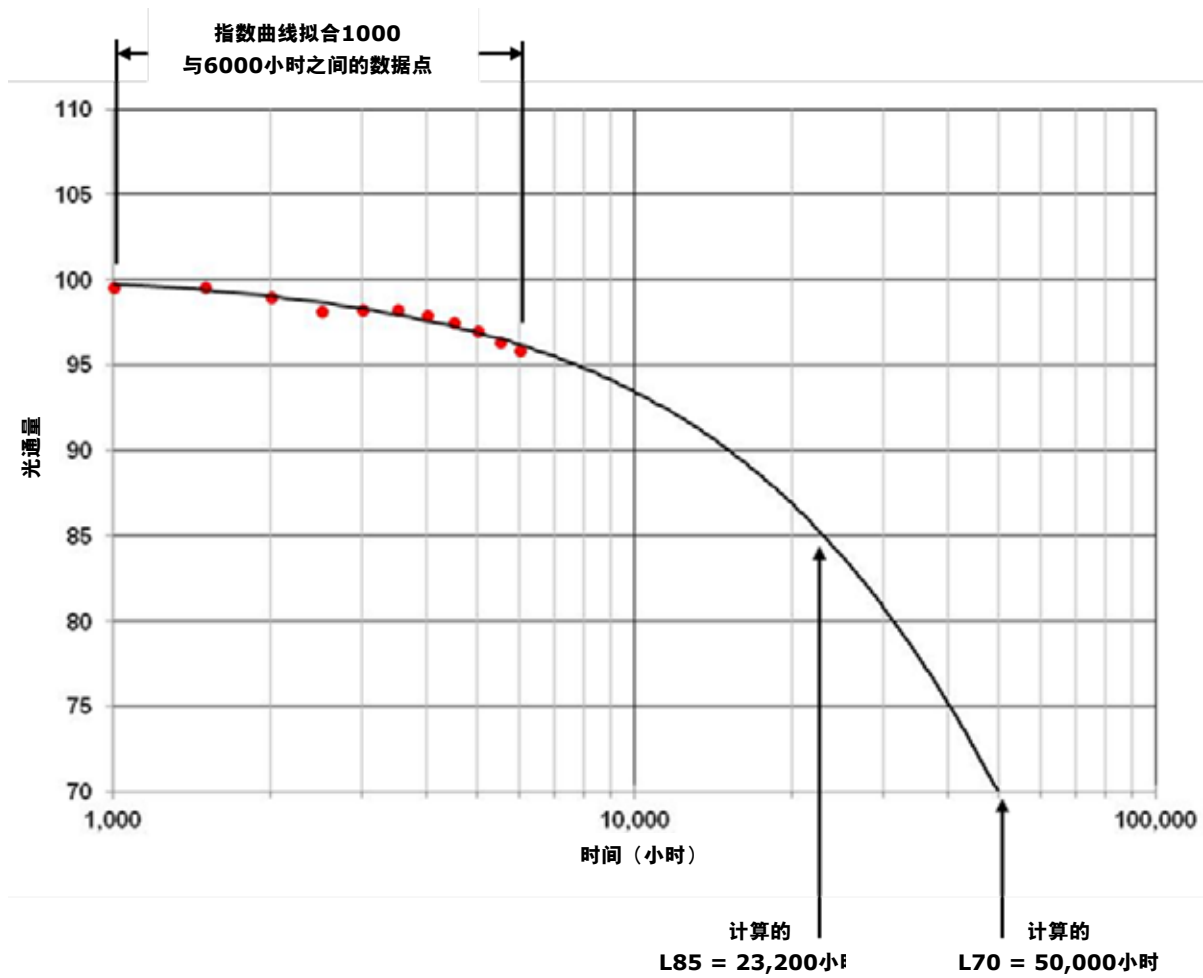


图4：6000小时时的示例流明维持率寿命

随着LM-80测试的继续进行，可获得更多的数据。在完成6000到10000小时的测试后，对最后5000小时的平均点而不是所有的点进行指数曲线拟合。这样做的原因是，随着测试的进展，LED的流明衰减经常变慢，而这可能导致较高的预测Lp值。由于已完成了10000小时的测试，因此图5中的示例所示的数据集与图4中的相同。指数曲线拟合5000小时与10000小时之间的点将导致计算的Lp所示值。同样，依照TM-21，报告的L70寿命限值为10000小时测试持续时间的6倍即60000小时。因此对于该数据，报告的L85（10K）寿命 = 28500小时，L70（10K）寿命 > 60000小时。

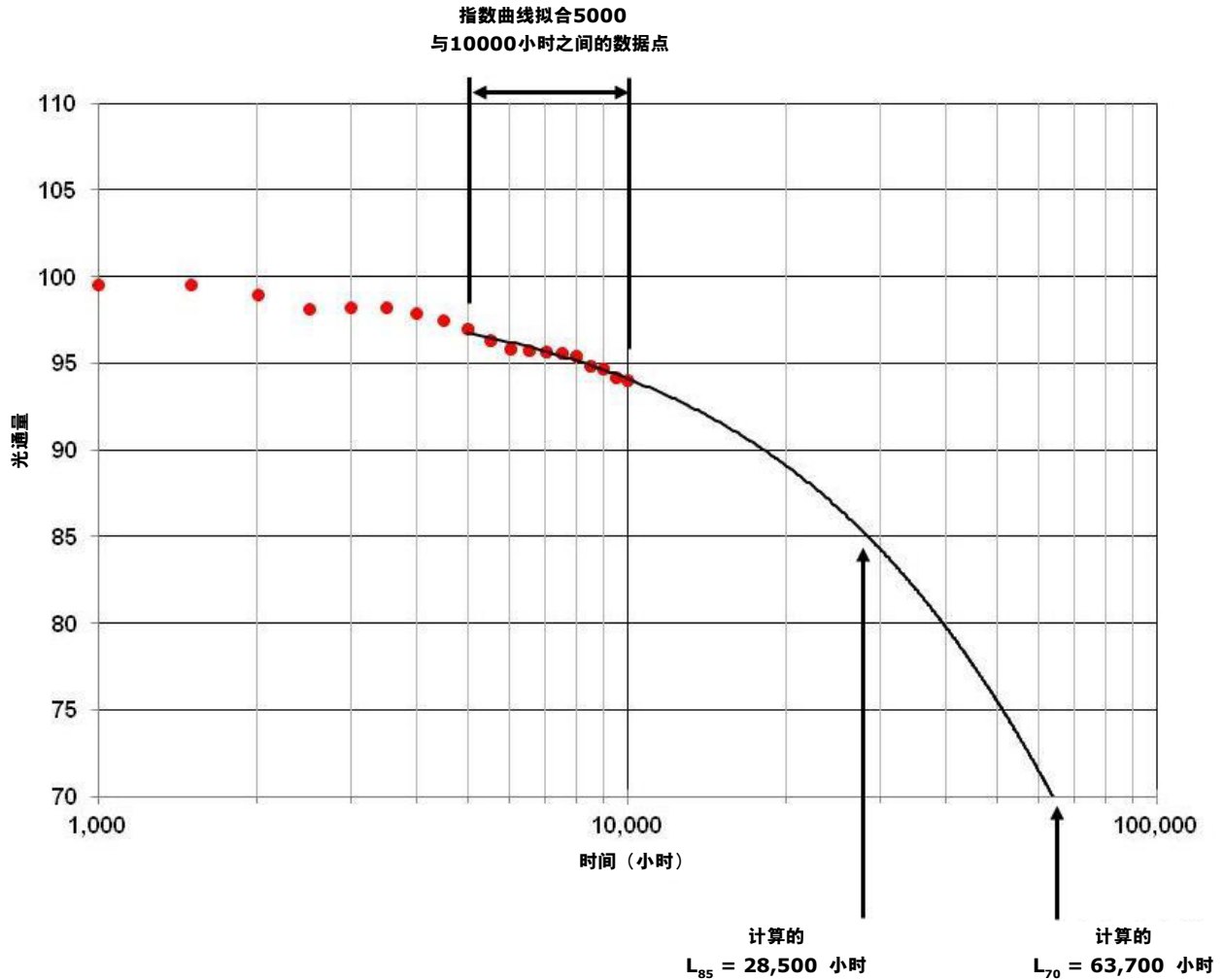


图5: 10,000小时时的示例流明维持率寿命

如果LM-80测试时间超过10000个小时，则最后50%的数据点将被用于指数曲线拟合。如果完成了12000个小时的测试，则最后6000个小时 ( $12000/2 = 6000$ ) 的数据将被用于曲线拟合。如果完成了16000个小时的测试，则最后8000个小时的数据将被用于曲线拟合。在所有情况下，均使用最大6倍的Lp预测限值。

### LM-80报告

Cree发布了XLamp LED产品的LM-80测试报告。这些报告的摘要信息可参阅Cree XLamp LED IES LM-80-2008测试结果应用说明：[www.cree.com/xlamp\\_app\\_notes/LM80\\_results](http://www.cree.com/xlamp_app_notes/LM80_results)。各个独立的XLamp LED产品的完整LM-80测试报告可向Cree销售部索取。这些详细报告可供提交照明产品进行能源之星和DesignLights Consortium产品认证之用。随着更多LM-80测试的完成，Cree将定期更新XLamp LM-80报告。