

Product Document

欧司朗光电半导体有限公司 LED 的测量、 校准和测量不确定度

应用说明



适用于：
欧司朗光电半导体有限公司的所有 LED

摘要

随着近期 LED 市场的快速增长及其应用的发展，LED 已变得越来越普遍。目前可以在许多新的照明应用中发现它们。这些新应用对 LED 的测量提出了越来越严格的要求。因此，准确性和精确度成为 LED 光学测量的关键指标。LED 的辐射度量、光度量和色度量通常由光学测量获得。

本技术应用文章主要介绍 LED 的测量，并提供光学测量、校准和测量不确定度的基本知识。

目录

A. 光学特性	2
辐射度测定	2
光度测定	3
色度测定	3
B. 测试设备和度量	4
C. 校准程序	6
波长校准	6
光谱校准	6
绝对校准	6
D. 测量设置	7
平均 LED 强度	7
光通量	8
测量条件（一般）	10
E. 测量不确定度	12
F. 参考标准	13
G. 潜在的测量差异来源	14
H. 环境温度和驱动电流的相关性	16
I. 参考资料	19

A. 光学特性¹

辐射度测定

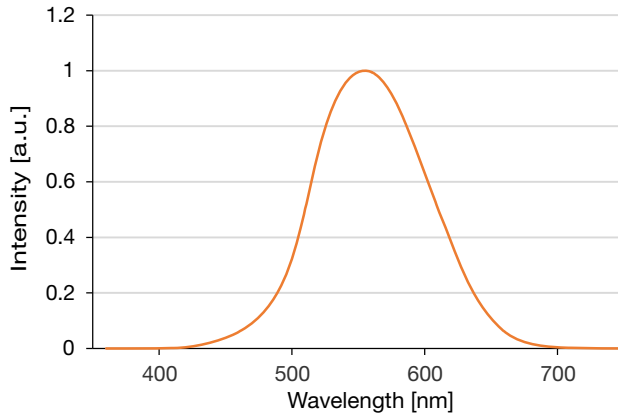
辐射度测定是测量电磁辐射的能量和物理特性的科学，其频谱覆盖了从紫外 (UV) 到红外 (IR) 光的整个范围。辐射度测定与人眼对亮度和颜色的敏感度无关。

¹ [1] CIE 127:2007, 章节 2.1.

光度测定

光是电磁辐射光谱中的人眼可见部分。光度测试是对能被人眼感知的可见光能量的测量。每个辐射度量都能对应到考虑了人眼明视觉函数 $V(\lambda)$ 曲线的光度量，其中 $V(\lambda)$ 表示人眼的明视觉感知曲线，是人眼在 380 nm 至 780 nm 的波长范围内的光谱响应函数（图 1）。²

图 1：人眼响应曲线或相对光谱光视效率曲线 $V(\lambda)$



色度测定³

色度测定描述人眼对颜色的感知。为了对颜色进行定量与定性描述，国际照明委员会 (CIE) 于 1931 年定义并确立了三色刺激 XYZ 系统。三色刺激系统基于以下假设：其他每种颜色均可由红色、绿色和蓝色三原色的混合来表示。

将颜色匹配函数 $x(\lambda)$ 、 $y(\lambda)$ 、 $z(\lambda)$ （见图 2）分别与光源的光谱功率分布对应相乘（请参见图 3 中的白色 LED 的光谱功率分布图示例），然后在人眼的光谱响应函数的波长范围内（380 nm 至 780 nm）求积分，这样采用 XYZ 系统就可以表述颜色。

CIE 开发了二维色品图（图 2，左侧），以便简化三维颜色空间的表示。图 2 所示的 1931 CIE 图和 2 度视角观测者颜色匹配函数广泛应用于 LED 产业。

² [2] DIN 5031-9:1976-05 光度测定。

³ [3] G. Leschhorn、R. Young，LED 和 SSL 计量手册，章节 2.3；[4] J. Schanda，色度测定，第 1 章；[5] CIE 15:2004，色度测定，第 1 章；[6] CIE 170:2015，含生理轴的基本色度图，第 2 部分。

图 2: CIE 1931 色品图和颜色匹配函数

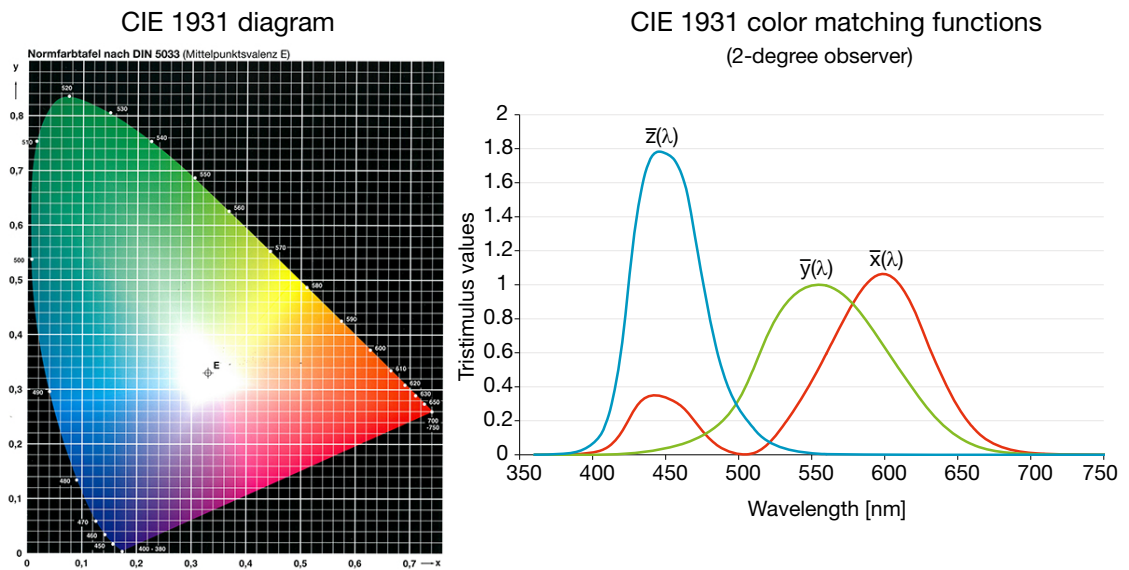
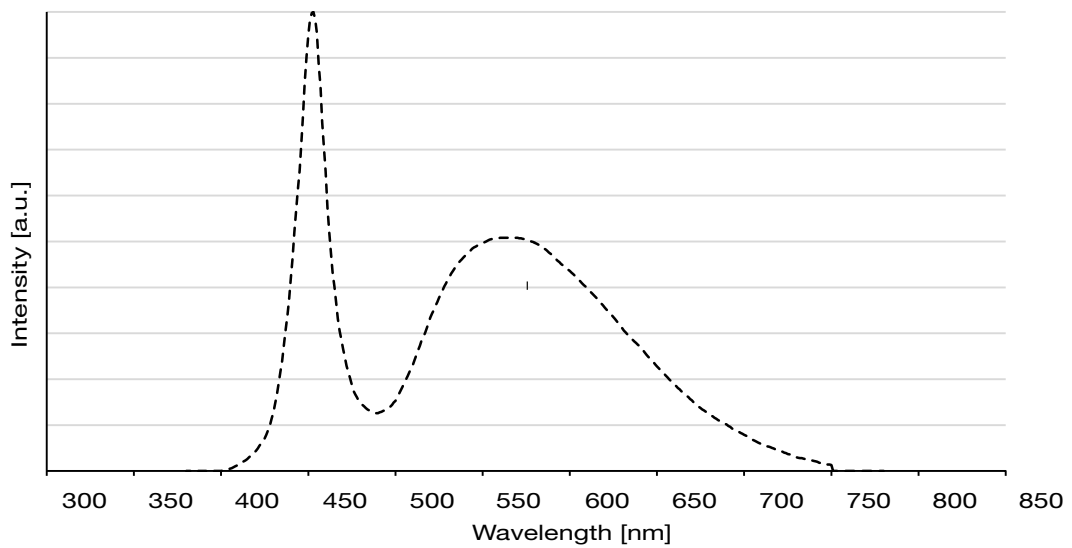


图 3: 白色 LED 的光谱分布示例



B. 测试设备和度量

前文提到的度量可以通过光度计或分光辐射度计测量。采用连接了光度计或分光辐射度计的积分球来测量 LED 总光通量是最简单、最快捷的方法，还可使用测角光度计。分光辐射度计速度快，广泛用于 LED 产业，而测角光度计通常更准确但耗时较长。分光辐射度计测量的光源的光谱功率分布可以计算出其他色度量，比如：色坐标 xy 、主波长、峰值波长、质心波长、纯度、相关色温 (CCT) 和显色指数 (CRI)。

下面列出了 LED 的相关色度和光度量的一些简要说明。⁴ 若适用，在括号中给出自 2011 年起国际照明词汇 (ILV) 中官方定义的引用 (ILV CIE S 017/E:2011)。⁵ 有关更多详细信息，请参见 DIN 5032 和 DIN 5033。

- 光通量是加权了人眼的标准光谱响应函数 $V(\lambda)$ 后的总出射光功率。单位: lm (ILV CIE S 017/E:2011 17-738)。有关 $V(\lambda)$ 的定义，请参见 ILV CIE S 017/E:2011 17-1222。
- 发光强度是在给定方向上每单位立体角内出射的光通量。单位: cd = lm/sr (ILV CIE S 017/E:2011 17-739)。有关立体角的定义，请参见 ILV CIE S 017/E:2011 17-1201。
- 根据公式 $x = X/(X+Y+Z)$ 、 $y = Y/(X+Y+Z)$ ，可以把 XYZ 三色刺激值转换为确定的色坐标 x, y 。单位: 1 (ILV CIE S 017/E:2011 17-144)。其他说明可在 CIE 15 “色度测定” 中找到。
- 主波长: 任何一种颜色 x, y 都可以看作为用某一单色光与另一指定的非彩色光按照合适比例进行加法混合而匹配出来的颜色，该单色光的波长即为该颜色的主波长。从等能白点向该颜色点画一条直线并延伸到色品图的边界，与边界的交点所对应的波长即为主波长。等能白点色坐标为 $x = 1/3$ 和 $y = 1/3$ 。主波长单位: nm (ILV CIE S 017/E:2011 17-345)
- 峰值波长: 光谱分布中最大强度对应的波长。
- 质心波长: 将整个光谱积分的能量等分成两部分时对应的波长。
- 色纯度: 等能量白点 E 到色度点的直线距离与等能量白点 E 到色度图边界交点的直线距离之比。(ILV CIE S 017/E:2011 17-408)
- 相关色温 (CCT): 在 uv 颜色空间中，最接近于该颜色点坐标的黑体辐射对应的色温，即为该色坐标的相对色温。(ILV CIE S 017/E:2011 17-258)。有关 uv ($= u'; 2 / 3v'$) 颜色空间的定义，请参见 ILV CIE S 017/E:2011 17-162。
- 显色指数 (CRI): 与相同 CCT 的参考光源相比，定量测定该光源的真实复现各种物体颜色的能力 (ILV CIE S 017/E:2011 17-222)。更详细的说明可以在 CIE 13“光源显色性的测量和指定方法” 以及 DIN 6169 中找到。

4 [3] G. Leschhorn、R. Young, LED 和 SSL 计量手册，章节 2.1； [7] 技术指南: LED 的辐射度测定，章节 3.1。

5 [8]ILV CIE S 017/E:2011。

C. 校准程序⁶

光学测量仪器的精确校准对于准确测量至关重要。建议由认可的校准实验室对用于测量 LED 的分光辐射度计进行定期校准。该实验室必须具有校准能力，且与 NMI（国家计量研究院）实施关联并可追溯，以进行可靠测量。建议最好使用 ISO 17025 认可的实验室。通常，建议由校准实验室执行下述校准。

波长校准

进行波长校准时，序列化的将由汞氩 (HgAr)、HeNe 或固定频率激光器线源产生的特定已知波长的原子发射谱线对应到 CCD 传感器或探测器，以建立 CCD 像素与特定已知波长的原子发射谱线之间的对应关系，即波长的校准。HgAr 和 HeNe 是符合自然法则的度量标准，无需 NMI 进行校准，而固定频率激光器是非自然法则度量标准，需要 NMI 进行校准。

光谱校准

进行光谱校准时，需确定系统在指定波长范围内的相对光谱敏感度。其基本上由使用的探测器、光栅和光学探头的灵敏度曲线决定。光谱仪测量的相对灵敏度曲线和宽频谱卤钨灯的光谱数据（源于国家计量研究院，NMI）用于生成修正函数。须用稳定电流点灯以实现复现光谱的稳定工作状态。

绝对校准

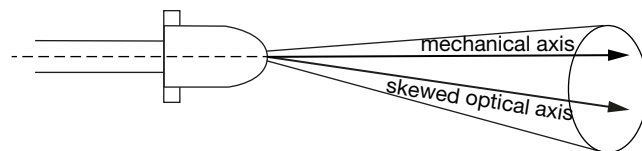
进行绝对校准时，采用由国家计量研究院提供的带有可追溯光通量和 / 或强度参照值的参考 LED，对 CCD 传感器或探测器的绝对灵敏度进行绝对校准。

D. 测量设置

平均 LED 强度⁷

测量时，发光二极管与接收或测量探测器要保持轴对准。例如，机械轴和光轴可能不平行，见图 4。这将影响测量结果，并且相关的测量不确定度将增大。

图 4：机械轴与光轴之间的 LED 偏斜辐射示例⁸



6 [1] CIE 127:2007, LED 的测量, 2.2; [7] 技术指南: LED 的辐射度测定, 章节 4.7 — 5.0。

7 [2] DIN 5031-9:1976-05 光度测定; [1] CIE 127:2007, 章节 4.3; [9] CIE 225:2017, 大功率 LED 的光学测量, 第 5 章。

8 [1] CIE 127:2007, 章节 2.4。

为了最大程度减小测试结果差异，欧司朗光电半导体有限公司根据 CIE 127，测量 LED 的光通量和平均 LED 光强。图 5 和表 1 显示了测量平均 LED 发光强度的 CIE 标准条件。

图 5：测量平均 LED 发光强度的 CIE 标准条件。以 LED 的顶部为参考点，LED 与探测器之间的距离为 316 mm（条件 A）或 100 mm（条件 B）⁹

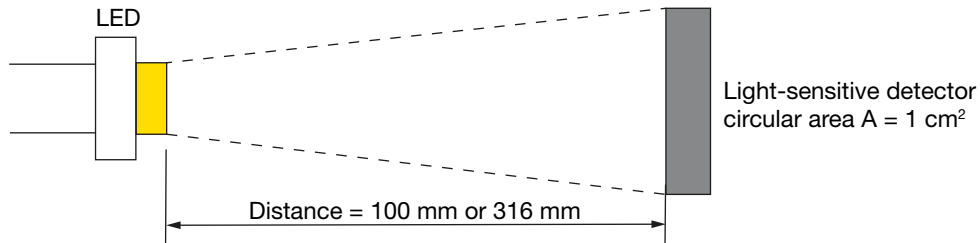


表 1：测量平均 LED 发光强度的 CIE 标准条件

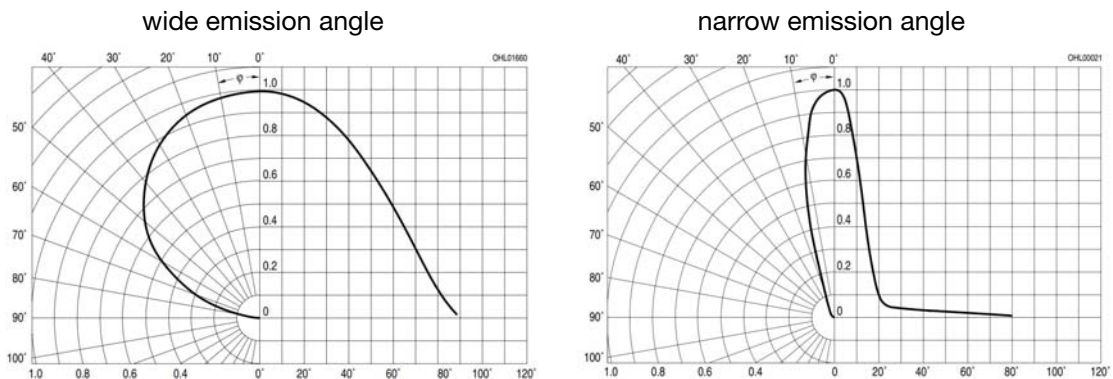
CIE 建议	LED 顶部与探测器之间的距离	立体角
条件 A	316 mm	0.001sr
条件 B	100 mm	0.01sr

CIE 条件 B 主要用于大出射角的 LED，而条件 A 主要用于具有小出射角（通常为 $\pm 20^\circ$ 的视场角）的 LED。在理想的实验室条件下，该测试过程可靠且可复现性好。

然而，由于 LED 生产测量中的固有定位公差不可避免，对此，欧司朗光电半导体有限公司引入了部分通量测量方法。有关详细信息，请参见技术应用文章“[部分通量—透镜式 LED 的测量可靠性](#)”。

图 6 显示了视场角 $> \pm 60^\circ$ 的大角度辐射分布图和视场角 $< \pm 20^\circ$ 的小角度辐射分布图示例。

图 6：光强辐射分布图

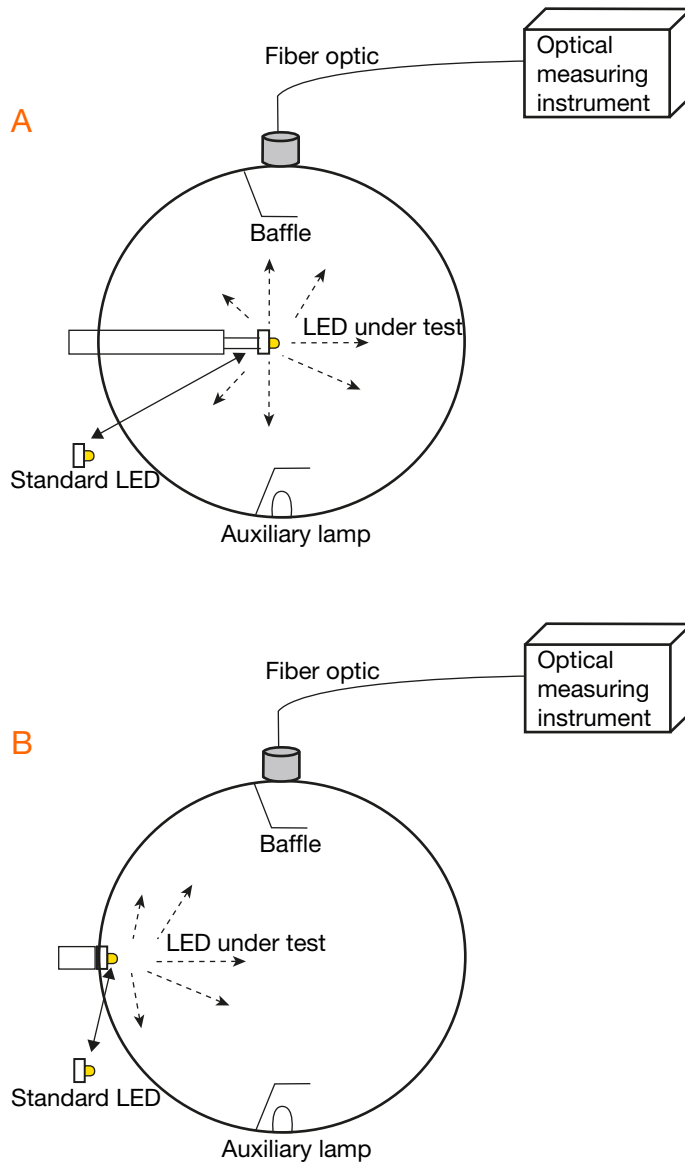


9 [1] CIE 127:2007，章节 4.3。

光通量¹⁰

积分球可收集光线，将入射到积分球内的光线均匀的散射到内壁各点，使内壁各点有均匀的辐照度。CIE 建议使用不同的球体结构，对 LED 进行总光通量测量。图 7 显示了两种不同的球体结构。所有类型的 LED 都可采用 4π 结构（结构 A），单面辐射的 LED 可采用 2π 结构（结构 B）。结构 B 能简便地将被测 LED 安置在球壁上，可用于一般的 LED 生产和实验室测试。

图 7：所有类型的 LED (A) 和单面辐射的 LED (B) 的 LED 总光通量测量的球体结构¹¹



10 [1] CIE 127:2007, 第 6 章; [2] DIN 5032-9。

11 [1] CIE 127:2007, 章节 6.2.2。

使用积分球进行光通量测量时，建议在进行任何光学测量前，引入用辅助灯测试计算的自吸收修正因子。如果测试 LED 和测试夹具很小，可忽略自吸收。但必须使用挡光板，以避免待测 LED 直接到照射探测器致使读数不准确。

测量条件（一般）¹²

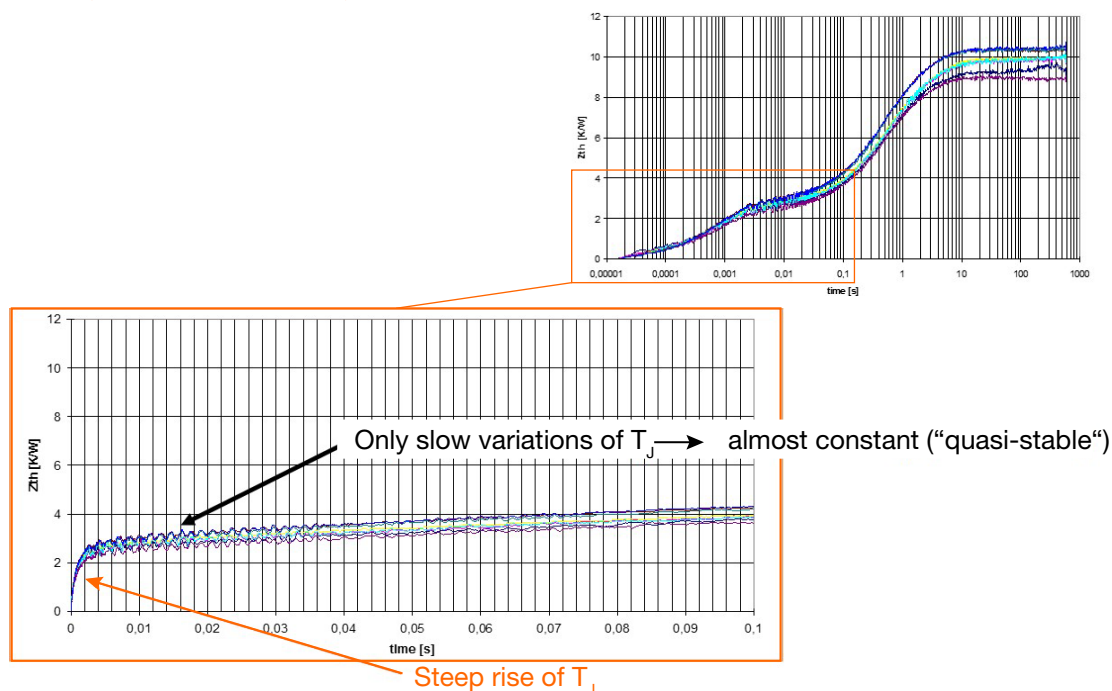
可在恒定直流驱动 (DC) 下和单脉冲驱动下测量 LED。在正常工作条件下（在启动与稳态之间），LED 出射的光辐射与实际驱动电流密切相关。

多数 LED 应用需恒流 (DC) 驱动，其结温可能达到最大允许结温，比如高达 175° C。其光输出和光谱分布也随 LED 的 pn 结温度变化而变化。LED 导通后的最初几秒内结温就会升高（见图 8）。高温时，其辐射通量降低，光谱分布也随之偏移。因此大功率 LED 需要通过热量管理，防止不必要的老化或失效。为了获得更好的测量结果，需要找到一个 LED 还没有被加温，温度没有明显改变的时间段来测试。不同 LED 类型有不同的测量设置，以得到可复现的、几乎稳定的结果。

在 LED 应用中，在生产测试期间，电气和光学测量必须遵循明确定义的顺序，以确保可再现的结果。

多数 LED 都在 25 ms 范围内完成测试。其中显示了图 8 的细节部分，只显示了 TJ 的缓慢变化过程。

图 8：典型 LED 的瞬态热特性

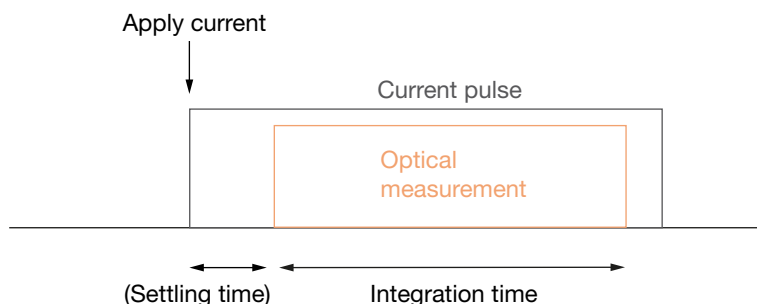


在生产测试期间，电气和光学测量必须遵循明确的顺序，以确保结果的可重复性。结温 TJ 的上升时间取决于 LED 类型。TJ 升高，LED 的光通量 (Fv) 降低。致使采用脉冲或者 DC 测量时有不同的测量结果。

12 [9] CIE 225:2017； [10] 226:2017，LED 的高速测试方法； [2] DIN 5032-9； [11] IES LM-85-14，大功率 LED 的电气和光度测量。

LED 制造商通常使用脉冲模式快速点亮 LED，完成测量和分档，此时我们假定 LED 结温等于环境温度 25° C。在生产中，在分档电流下，点亮 LED 的脉冲仅数毫秒或数十毫秒，期间即完成电气特性（电压）和光学特性（颜色、光通量或光强）的测量。图 9 示例了单脉冲模式下的测量时序。结温的上升会影响光学测量的结果，因此必须考虑。对于一般的 LED，测量时间应短于 20 - 30 ms。

图 9：单脉冲工作模式下的测量顺序示例



这种测量时间也可能有不适用的情况，比如，热容很低的 LED 或因荧光粉响应时间较长的 LED。在第一种情况下，我们可设定更短的时间来减少自热效应，在第二种情况下，施加电流之后，在进行电 - 光测量之前设定一个延时时间，以确保荧光粉表现的类似于 DC 点亮。

在所有情况下，测量时间都可参各规格书中的术语表部分。图 10 示例了规格书的脚注和术语表条目。

图 10：单脉冲工作模式下的测量顺序示例

Ordering Information

Type	Luminous Intensity ^①	Luminous Intensity ^①
------	---------------------------------	---------------------------------

Glossary

- ① **Brightness:** Brightness values are measured during a current pulse of typically 25 ms, with an internal reproducibility of $\pm 8\%$ and an expanded uncertainty of $\pm 11\%$ (acc. to GUM with a coverage factor of $k = 3$).

E. 测量不确定度¹³

通过测量我们可以获知被测物的特性，但因不确定度的影响该测试结果不会绝对准确。即使采用极其细致的操作和精准的测量设备，每次测量也不会毋庸置疑。

据 ISO GUM 定义¹⁴，测量不确定度是与测量结果关联的一个参数，用于表征合理赋予被测量的值的分散性。换言之，任何测量结果都值得怀疑。

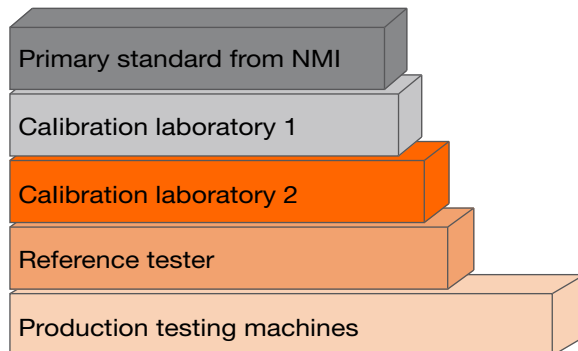
欧司朗光电半导体有限公司根据 ISO GUM 测量不确定度表述指南的建议，从基准偏差开始增加后续每个校准步骤引入的偏差 (σ^2)，来计算不确定度。如图 11 中的示意图所示。不确定因素包括 NMI、校准实验室、参考测试仪和测试设备。在图 11

13 [12] JCGM 100:2008，评估测量数据； [13] CIE 198:2011，确定光度测定中的测量不确定度； [14] CIE 198_SP1 第 1-4 部分， [8] CIE 225:2017，第 10 章。

14 [12] JCGM 100:2008，章节 2.2。

中，条形的长度表示到此为止的偏差的总和，例如，深橙色条梁表示 NMI 基准、校准实验室 1 和校准实验室 2 的综合不确定度。

图 11：测量不确定度的金字塔



“绝对测量不确定度”反映了包括基准在内的测量的全程可追溯性，描述了欧司朗光电半导体有限公司的测量结果与 NMI 基准的合理偏差的程度。术语“内部可复现性”只涵盖欧司朗内部的测量，原则上描述欧司朗在不同地点和不同时间进行的测量的一致性。

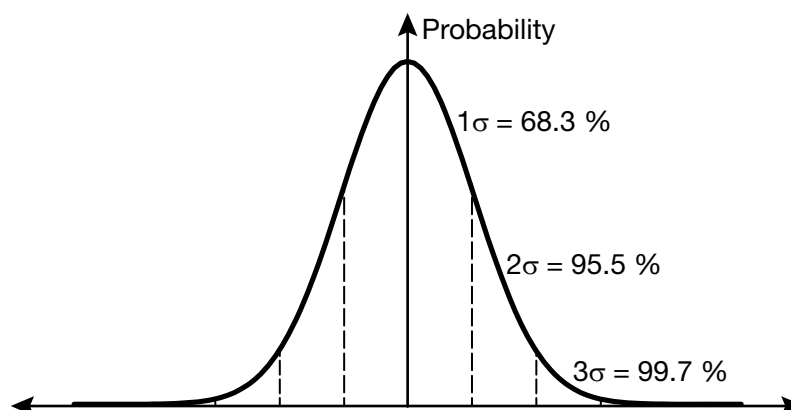
这两个值通过 NMI（例如德国的 PTB）制定的基准的不确定度进行关联：

$$\sigma_{absolute} = \sqrt{\sigma_{primary}^2 + \sigma_{internal\ reproducibility}^2}$$

不确定度（例如绝对测量不确定度或内部可复现性）以扩展不确定度 U 来表述。通过将综合标准不确定度 σ 乘以包含因子 k 得到扩展不确定度 U ，其中 k 定义了测量的置信水平。¹⁵ 图 12 显示了正态高斯分布的 k 值。

例如， k 因子为 $k = 2$ 的扩展测量不确定度允许 4.5% 的测量结果超出规定的误差极限。相比之下， k 因子为 $k = 3$ 时，仅允许 0.3% 的测量结果超出不确定度范围。

图 12：包括 k 值的高斯分布曲线



根据国际程序，如果没有明确说明 k 因子，可以假设 k 因子为 $k = 2$ 。

¹⁵ [12] JCGM 100:2008, 第 6 章; [1] CIE 127:2017。

欧司朗光电半导体有限公司在规格书中说明了可复现性和包含因子，尤其是汽车应用中的 LED。例如，根据 GUM，LED 亮度的内部可复现性为 $\pm 8\%$ ，扩展不确定度为 $\pm 11\%$ ，包含因子为 $k = 3$ 。

F. 参考标准

通常由相应的国家计量研究院、全球 NMI 或 ISO 17025 认可的实验室提供参考标准。比如：NIST（美国）、PTB（德国）、NMIJ（日本）、KRISS（韩国）、NIM（中国）等 NMI 或其他机构可提供用于校准的包含测量不确定度的参考标准灯或 LED。欧司朗光电半导体有限公司使用的校准参考标准光源源于 PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt) - 德国国家计量研究院。¹⁶

G. 潜在的测量差异来源¹⁷

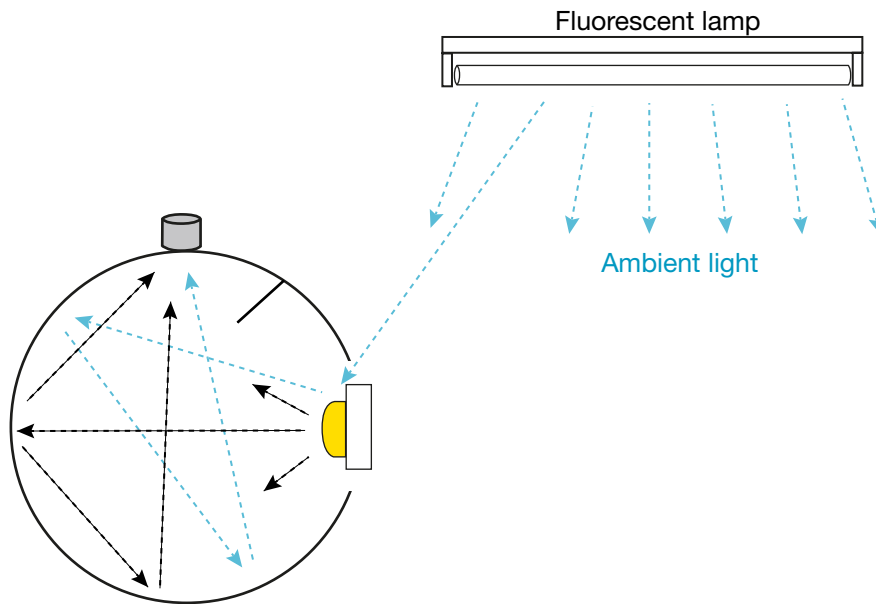
影响 LED 测量精度的误差、不确定度和变数的因素有很多，通常如下所述。

1. LED 有不同的驱动方式，比如：恒定直流 (DC) 和单脉冲模式。在单脉冲模式条件下进行光学测试时，电流流过 LED 的时间只有几毫秒，不足以使 LED 达到稳态，采用 DC 和单脉冲模式进行光学测量时 LED 的结温不同，其测量值也不同。LED 制造商通常会为用户提供 LED 的光度量随结温变化的信息。有关更多信息，请参见章节 H：“脉冲宽度、环境温度、驱动电流的相关性”。
2. 精确的装置设置在光学测量中起着重要作用。LED 位置及其在测试夹具上的对准情况对于 LED 平均光强测试尤为重要。通常，LED 的光强遵循距离平方反比定律，即光强随着距离的平方的增加而减小。因此，若采用条件 B 测量 LED 平均光强，仅 2 mm 的距离误差就会引起 4% 的测量误差。
3. 在光学测量中，还必须考虑电流源的稳定和准确性。点亮 LED 时，建议使用四线系统操作方式，以确保 LED 的 VF 测量的可靠性。
4. 环境光等外部影响因素也必须考虑，因其会引起光学测量误差，尤其对低电流驱动的低亮 LED 的测量。建议覆盖并保护测试台，以防止环境光照射到被测 LED 或探测器（见图 13）。

¹⁶ [3] G. Leschhorn、R. Young, LED 和 SSL 计量手册，章节 2.3

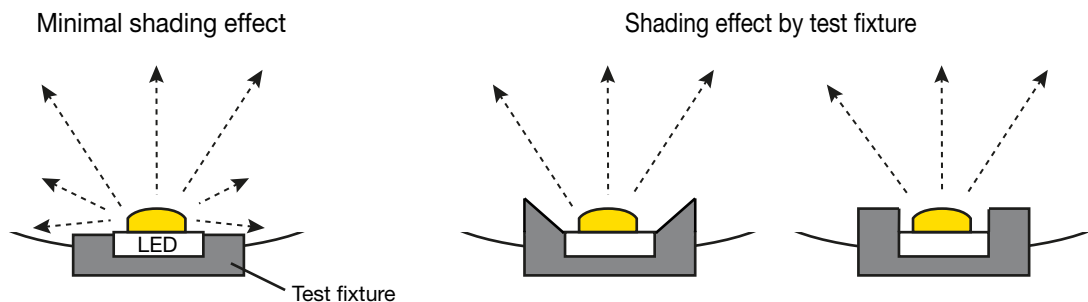
¹⁷ [15] 技术指南：积分球辐射度测定和光度测定，章节 7.5；[10] CIE 226:2017。 .

图 13: 环境光对光学测量误差的影响



5. 在光学测量中，来自测试夹具或 LED 本身的反射或遮光（图 14）是另一个要考虑的影响因素和噪声来源。测试夹具的反射光照射到探测器可能影响光学测量结果，测试夹具不得阻挡被测 LED 的任何辐射能量。

图 14: 遮光效应



6. 测量架构设置在光学测量中也起着重要作用。CIE 127 中建议 LED 测量采用标准架构来测量光通量和 LED 平均光强。相同的架构可确保在不同的测试台得到的测量结果有良好的可复现性和可比较性。
7. 不同国家计量研究院之间的测量差异也使得不同实验室之间的测量存在潜在差异。不同的 NMI 即使测量同一颗 LED，也不会给出完全相同的绝对值。由于设置、条件、校准、环境、处理方法、所用设备等不同，必然会存在某些测量差异，可以根据 ISO 测量不确定度表述指南 (GUM) 的建议估算和计算这些不确定度来源。

H. 环境温度和驱动电流的相关性

生产中的测试条件与客户应用条件之间的不同也可能导致测量差异。¹⁸因此，下面示例了如何根据供应商提供的数据计算结温和光通量。

¹⁸ [9] CIE 225:2017, [10] CIE 226:2017。

通常，结温升高会降低辐射能量输出。驱动电流、脉冲宽度和环境温度都会影响结温变化。LED 在恒流下的光输出会随着结温变化而变化。可使用以下公式计算稳态结温：

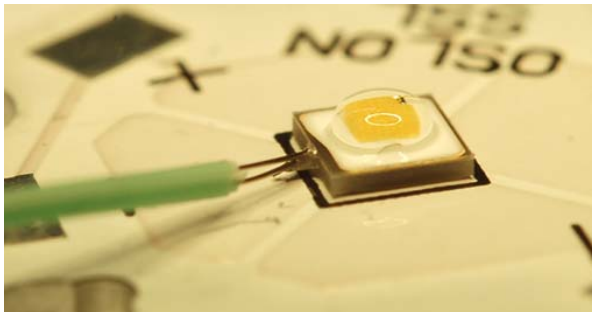
$$T_j = T_s + I_F \cdot V_F \cdot R_{thJsel}$$

其中， T_j 是 LED 的结温 (°C)， T_s 是 PCB 上的 LED 焊盘温度 (°C)， I_F 是 LED 的正向电流 (A)， V_F 是 LED 的正向压降 (V)， R_{thJsel} 是 LED 电热阻 (K/W)，可在规格书中获得。

可以使用热电偶线测量焊盘温度，如图 15 所示。热电偶线要尽可能靠近 LED。

有关更多信息，另请参见技术应用文章“[基于 SMT LED 光源的热管理](#)”和“[使用热电偶测量温度](#)”。

图 15：将热电偶线放在 LED 上进行 T_s 测量



OSLON Square GW CSSRM2.EM 的 T_j 计算示例：

- 测量的 $T_s = 80\text{ °C}$
- $I_F = 700\text{ mA}$
- $V_F = 2.8\text{ V}$
- $R_{thJsel} = 1.8\text{ K/W}$

根据前面的公式计算结温：

- $T_j = 80\text{ °C} + (0.7 \times 2.8 \times 1.8)\text{ °C}$
- $T_j = 80\text{ °C} + 3.5\text{ °C}$
- $T_j = 83.5\text{ °C}$

可以通过 T_j 值预估计算光通量。

OSLON[®] Square GW CSSRM2.EM 和 OSLON[®] SSL 80° GR CS8PM1.23 的光通量计算示例：

例如，图 15 显示了 OSLON Square GW CSSRM2.EM（白色）和 OSLON SSL 80° GR CS8PM1.23（红色）的光通量随结温变化而变化的关系。通常，InGaN

LED（例如蓝色、绿色、白色）的亮度对温度的相关性比 InGaAlP LED（例如红色和黄色）的小。

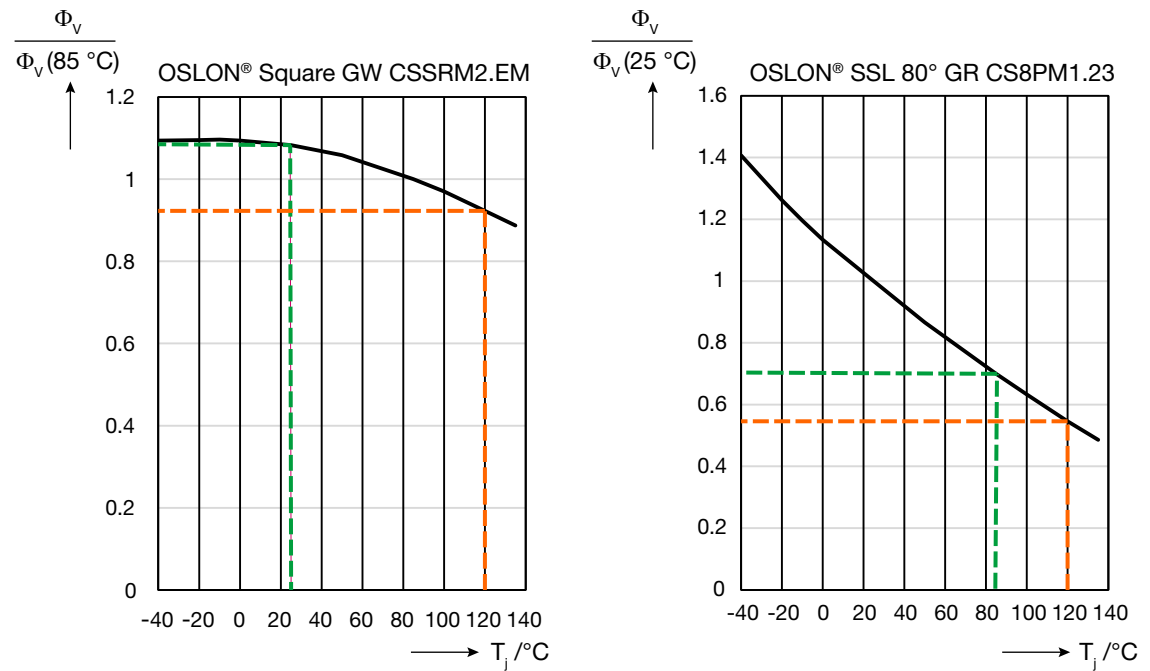
1. OSOLON[®] Square GW CSSRM2.EM 在 3000 K CCT、85°C 时的典型光通量为 248 lm。不同结温的光通量（流明）的计算方法如下所示：

- $F_v(T_j = 85\text{ °C}) = 248\text{ lm}$
- $F_v(T_j = 25\text{ °C}) = 1.083 \times 248\text{ lm} = 268.6\text{ lm}$
- $F_v(T_j = 120\text{ °C}) = 0.923 \times 248\text{ lm} = 228.9\text{ lm}$

2. OSOLON[®] SSL 80° GR CS8PM1.23 在 25°C 时的典型光通量为 68 lm。不同结温的光通量的计算方法如下所示：

- $F_v(T_j = 25\text{ °C}) = 68\text{ lm}$
- $F_v(T_j = 85\text{ °C}) = 0.700 \times 68\text{ lm} = 47.6\text{ lm}$
- $F_v(T_j = 120\text{ °C}) = 0.546 \times 68\text{ lm} = 37.1\text{ lm}$

图 16：相对光通量与结温的关系曲线



1. 参考资料

- [1] CIE 127:2007, 第 2 版 LED 的测量
- [2] DIN 5032-3 ; DIN 5032_9 光度测量法 — 第 9 部分: 非相干发光半导体光源的光度量测量
- [3] Günther Leschhorn、Richard Young, LED 和 SSL 计量手册, 仪器系统有限公司, 慕尼黑, 德国, 2017
- [4] János Schanda, 色度测定: 了解 CIE 系统, John Wiley & Sons, Inc., 2007
- [5] CIE 15:2004, 第 3 版 色度测定
- [6] CIE 170-2:2015 含生理轴的基本色度图 - 第 2 部分: 光谱发光效率函数和色度图
- [7] 技术指南: 发光二极管的辐射度测定, Labsphere, Inc., 2017
- [8] ILV CIE S 017/E:2011 国际照明词汇
- [9] CIE 225:2017 大功率 LED 的光学测量
- [10] CIE 226:2017: LED 的快速测试方法
- [11] IES LM-85-14: 大功率 LED 的电气和光度测量
- [12] JCGM 100:2008 评估测量数据 – 测量不确定度表述指南 (GUM), 20010
- [13] CIE 198:2011 光度测定中的测量不确定度的确定
- [14] CIE 198-SP1.(1-4):2011 光度测定中的测量不确定度的确定 — 增补 1: 确定测量不确定度的模块和示例 (4 部分)
- [15] 技术指南: 积分球辐射度测定和光度测定, Labsphere, Inc.



请牢记：LED Light for you 是您为 LED 照明项目寻找信息或全球合作伙伴时的理想之选。

www.ledlightforyou.com

关于欧司朗光电半导体有限公司

德国慕尼黑的欧司朗是全球领先的两家照明灯制造商之一。位于雷根斯堡（德国）的欧司朗光电半导体有限公司是它的子公司，为客户提供基于照明、传感器和可视化应用半导体技术的解决方案。欧司朗光电半导体有限公司在雷根斯堡（德国）、檳城（马来西亚）和无锡（中国）设有生产基地。它的北美总部设在森尼韦尔（美国），亚洲总部设在香港。欧司朗光电半导体有限公司还在全球范围内设立了销售办事处。欲了解更多信息，请访问网站 www.osram-os.com。

免责声明

请在使用本文所示的信息前仔细阅读以下条款与条件。如果您不同意这些条款与条件的任何内容，请不要使用这些信息。

本基本信息文件提供的信息是在极为谨慎的情况下编制的；然而，它是由欧司朗光电半导体有限公司“按现状”提供的。因此，欧司朗光电半导体有限公司对这些信息不承担任何明示或暗示的担保或责任，包括但不限于对正确性、完整性、适销性、任何特定目的的适用性、所有权或不侵权的担保。无论法律理论如何，欧司朗光电半导体有限公司在任何情况下都对因使用这些信息而导致的任何直接、间接、特殊、附带、示范性、从属或惩罚性损害不承担任何责任。即使已通知欧司朗光电半导体有限公司可能导致的损害，此限制也应适用。由于一些司法管辖区不允许排除某些担保或责任限制，因此上述限制和除外条款可能不适用。在这种情况下，欧司朗光电半导体有限公司的责任仅限于法律允许的最大程度。

欧司朗光电半导体有限公司会随时更改提供的信息，恕不另行通知用户，也没有义务对提供的信息提供任何维护或支持。提供的信息基于特殊条件，这意味着不能排除变更的可能性。

此处未明确授予的任何权利均予以保留。除了使用本文件提供的信息的权利外，不授予其他任何权利，也不应推断任何要求授予进一步权利的义务。明确排除与专利和专利申请有关的所有权利和许可。

除非适用的法律要求，否则未经欧司朗光电半导体有限公司事先书面许可，禁止以任何形式复制、转让、分发或存储本文件的全部或部分內容。

欧司朗光电半导体有限公司

总部：

Leibnizstr. 4
93055 雷根斯堡
德国
www.osram-os.com

OSRAM
Opto Semiconductors