

照明工程协会关于固态照明产品的电气与光度测量的认定方法

版权所有 2019 年照明工程协会。

照明工程协会董事会于 2019 年 2 月 28 日认定该报告为照明工程协会学报。

2019 年 5 月 14 日被批准为美国 **国际** 标准。

保留所有权利。未经照明工程协会事先书面许可，不得以任何形式、电子检索系统或者其他方式复制该出版物的任何内容。

该报告由照明工程协会出版，所在地为纽约华尔街 120 号（邮编: 10005）

照明工程协会标准与准则经委员会协商一致制定，并由位于纽约的照明工程协会办事处编制，请注意文体与准确度。若发现该文件存在任何错误，请按照上述地址将其发送至标准局局长 Brian Liebel，[邮箱是 Standard@ies.org](mailto:Standard@ies.org)，以获验证和修改。照明工程协会热诚欢迎并希望收到反馈意见与评论。

该报告在美国印刷。

ISBN# 978-0-87995-004-0

免责声明

照明工程协会出版物按照一致同意的标准制定过程制定，该过程获得美国国家标准协会的批准，该过程总结了代表不同观点与利益的志愿者的意见，以照明参数推算值达成一致。而照明工程协会在管理该过程以及制定政策和程序以提高一致意见制定的公正性时，并没有对此处出版的任何信息的准确性或完整性作出保证或担保。

照明工程协会否认由于出版、使用或者信任该文件直接或间接引起的有关特殊的、间接的、随之发生的或者赔偿性的任何性质的人身伤害或财产损失的责任。

在出版和编制该文件以备使用时，照明工程协会不同意为个人或实体或者代表其提供专业或其他服务。照明工程协会也不同意向其他人履行任何个人或实体所承担的义务。任何使用该文件的人应该凭借自身的独立判断，或者若适当，在特定情况下确定行使合理的注意义务时可向有能力的专业人员征求建议。

照明工程协会无权也不同意监视或者强制他人遵守该文件的内容，同时也无权且不同意为遵守该文件而列示、证明、测试或者检验产品、设计或安装。不得将任何遵守该文件要求的证明或声明作为照明工程协会的责任，仅能为该文件证明人或指定人的责任。

上海力汕免责声明：本翻译件仅用于照明工程师爱好者内部公益使用不做商业用途，若与英文原版有差异请购买原版

美国国家标准

美国国家标准的批准需要由 ANSI 进行验证，以确定标准开发人员是否满足了正当程序、协商一致和其他标准的要求。

在 ANSI 标准评审委员会的判断中，当直接和实质性受影响的利益达成实质性协议时，就形成了共识。实质性协议意味着 这远远超过简单的多数，但不一定是一致同意。协商一致要求考虑所有的意见和反对意见，并为解决这些意见和反对意见作出协调一致的努力。

美国国家标准的使用完全是自愿的；这些标准的存在在任何方面都不排除任何人，无论该人是否批准了该标准，也不排除该标准的制造。 销售、购买或使用不符合标准的产品、过程或程序。

美国国家标准研究所不制定标准，在任何情况下都不会对任何美国国家标准作出解释。此外，任何人都无权 以美国国家标准研究所的名义发布和解释美国国家标准的权力。应向秘书处提出解释请求 或其名称出现在本标准标题页上的保荐人。

注意事项：本美国国家标准可随时修改。美国国家标准研究所的程序要求采取行动重申、修改或撤回 本标准不迟于批准之日起五年。《美国国家标准》的购买者可以通过打电话或写信给《美国国家标准》来获得有关所有标准的最新信息 al 标准研究所。

由照明工程协会试验程序委员会固态照明委员会编制
固态照明小组委员会：

小组委员会主席： E.Bretschneider

小组委员会主席： C.C.Miller

会员

R.C.Berger	M.L.Grather	M.Kotrebai	M.Sapcoe
R.P.Bergin	Y.Hiebert	B.Kuebler	G.steinberg
R.S.Berman	J.Hospodarsky	S.Longo	R.Tuttle
L.Davis	J.Hulett	J.P.Marella	J.Vollers
P.Elizonda	A.Jackson	J.Melman	
K.C.Fletcher	J.Jiao	E.Radkov	

顾问会员

C.Andersen	G.John	R.McKim	D.Rogers
C.A.Bloomfield	P-C Hung	S.Mitsuhasshi	M.P.Royer
M. Boroson	T.Kawabata	M.S.O'Boyle	D Ryan
B.Boudreaux	J.Leland	Y.Ohno	G.Swiernik
P-T Chou	K.M.Liepmann	E.Page	T.Uchida
M.E.Duffy	J.Lockner	D.Park	S.Yamauchi
D.J.Ellis	R.J.Lowe	M.Piscitelli	G.Yu
J.Gaines	J.McIntosh	M.Przybyla	

照明工程协会试验程序委员会

主席： B.Kuebler

副主席： C.C.Miller

书记： D.Randolph

主管： J.Jiao

会员

C.Andersen	K.C.Fletcher	A.Jackson	G.McKee
R.P.Bergin	M.L.Grather	M.Kotrebai	E.Radkov
R.S.Bergman	Y.Hiebert	J.Leland	M.B.Sapcoe
E.Bretschneider	J.Hospodarsky	S.Longo	J.Walker
P.Elizondo	J.Hulett	J.P.Marella	
D.J.Ellis	P-C Hung	P.McCarthy	

顾问会员

L.M.Ayers	J.Frazer	J.Lockner	A.W.Serrres
J.Baker	K.J.Hemmi	Y.Ohno	G.A.Steinberg
C.A.Bloomfield	S.Hua	E.Page	L.Swainston
P-T Chou	G.John	D.Park	J.S. Swiernik
M. Damle	H. Khashinejad	E.S.Perkins	A.Thorseth

L.Davis

M.E.Duffy

J.J.Demirjian

V.Eberhard

T.Kawabata

R.Kelley

K.C.Lerbs

K.M.Liepmann

M.Piscitelli

D.Rogers

M.Royer

T.Schneider

R.C.Tuttle

J.C.Vollers

Y.Zong

目录

前言	7
1.0 概述和范围.....	7
1.1 概述	7
1.2 范围	7
2.0 参考文献	8
3.0 定义	8
3.1 可接受区间.....	8
3.2 电流峰值因数.....	8
3.3 公差区间.....	8
4.0 物理和环境测试条件.....	9
4.1 概述	9
4.2 温度	9
4.3 气流	9
4.4 安装 SSL 产品的热条件	10
4.5 振动	10
4.6 杂散光.....	10
4.7 湿度	10
5.0 电气试验条件.....	10
5.1 电源要求.....	10
5.2 测试和参考电路要求.....	11
5.3 电气测量仪器校准.....	12
5.4 电气装置.....	12
6. 试验准备	13
6.1 被测物识别.....	13
6.2 被测物处理.....	14
6.3 老化	14
6.4 预热和稳定.....	14
6.5 操作位置和方向.....	14
6.6 光电波形.....	14
7. 总光通量和综合光学测量.....	15
7.1 概述	15
7.2 积分球系统.....	15
7.3 角度积分系统.....	16
8. 发光强度或光学角分布测量.....	17
8.1 概述	17
8.2 光度计及光谱辐射计特性.....	18
8.3 测试距离.....	18
8.4 分布光度计对准.....	18
9. 色度均匀度测量.....	19
9.1 概述	19
9.2 角度分辨率.....	19
9.3 角度范围.....	19
9.4 角度颜色均匀性.....	19

9.5 信号限制和验证.....	20
10. 测量不确定性.....	20
11. 报告要求	20
11.1 典型报告内容.....	20
11.2 非标准条件或操作程序.....	21
附件 A-测试 SSL 产品的气流注意事项.....	21
附件 B-高频电流和测量电路电容	23
附件 C 电源电阻和电感的依赖性.....	24
附件 D 公差区间和接受区间	25
附件 E 波形测量的好处.....	27
附件 F 较低光强的色度均匀性	29
参考	31

认证方法：固态照明产品的光度与电气测量

前言

该文件是 IES LM-79-2008 的修订本，认证方法：固态照明产品的电气与光度测量。基于从与实验室认证和独立研究相关的能力测试中收集的信息，进行了修改，以便于更新信息并提供更好的指导。此测试方法中更新的要求旨在减少测试实验室之间测量结果的差异，从而最大程度地减少测试实验室的负担。该方法基于绝对光度法，可满足固态照明产品的光电测量要求。

该文件的结构已进行了重大更改，以匹配批准的 IES 测试程序委员会的文件结构。

1.0 概述和范围

1.1 概述

该文件中定义的固态照明 (SSL) 产品将发光二极管，包括无机 LED (简称 LED) 和有机 LED (OLED) 作为光辐射源使用，以产生光用于照明。在 IES TM-16-17.1 中提供了 LED 和照明的概述。尽管独立式 LED 通常为横流控制，但该文档设计了配备半导体设备电流控制的集成固态照明产品，因此所关心的电气参数即为固态照明产品的输入电气参数。

为特殊目的，当未在认定方法所描述的标准条件下操作固态照明产品时，测定固态照明产品的性能可能有效。因此，这些测量结果仅在达到的特殊条件下才有效，并且应在测试报告中指明这些条件。

固态照明产品通常需要的光学信息包括总光通量(流明)，光效(lm/W)、单向或多个方向的发光强度(坎德拉)、色度坐标、相关色温(CCT)和显色指数(CRI)。另外，SSL 产品的特殊照明应用可能需要诸如辐射强度、光子强度、辐射通量、光子通量、辐射效率和光子效率等数据。为使用该认定方法，这些数据的测定应视为光学测量。

AC 电源型固态照明产品所测量的电气性能包括 RMS*AC 电压、RMS AC 电流、AC 有功功率、功率因数、总谐波电流失真和电压频率。DC 电源型固态照明产品所测量的电气性能包括 DC 电压、DC 电流和功率。为使用该认定方法，这些数据的测定应视为电气测量。

1.2 范围

该认定方法描述了在标准条件下用于照明目的的固态照明产品总光通量、辐射或光子通量；电功率；系统功效；光辐射或光子强度分布；以及色度重复性/光谱测量时所遵循的程序和注意事项。该认定方法涵盖 LED 灯，OLED 灯，集成 LED 灯，集成 OLED 灯，由制造商的标识号或定义的参考电路指定的驱动器操作的非集成 LED 灯，以及 LED 灯引擎，所有这些都

称为 SSL 产品或被测设备 (DUT)。SSL 产品, 不包含仅需要交流市电或直流电压电源即可运行的非集成式 LED 灯。

该文件不适用于需要外部散热器的固态照明产品, 也不适用于固态照明产品的组件, 例如 LED 包装或 LED 模块。该文件不适用于为未配备光源的固态照明产品设计的装置 (通常使用相对光度法)。该文档描述了单个固态照明产品的测试方法, 但不包括产品性能等级的评定, 使用这种方法时应考虑产品之间的个体差异。

2.0 参考文献

2.1 ANSI/IES RP-16-17

照明工程的术语和定义。纽约: 照明工程协会; 2017。在线免费观看: www.ies.org/standards/ansi-ies-rp-16/

2.2 IES LM-78-17

使用积分球测量灯具总光通量的 IES 认定方法。纽约: 照明工程协会; 2017。
对于使用积分球系统的测量, 实验室应满足其中规定的要求。

2.3 IES LM-75-01/R12

光度计测量、类型和光学坐标系 IES 指南。纽约: 照明工程协会; 2012。
使用光度计系统进行测量时, 实验室应符合其中规定的要求。

3.0 定义

(参考 ANSI/IES RP-16-17)

3.1 可接受区间

允许的测量数量值的区间。(请参阅本文档的附件 D 和 ISO / IEC 导引 98-4 第 3.3.9 节) 测量的结果在一个可接受区间内, 该区间定义为在公差区间。在公差区间的两个极限上, 由于测量值的不确定性扩大 (95%置信度), 公差区间减小。

3.2 电流峰值因数

峰值交流电流的绝对值除以 RMS 交流电流的比值。

3.3 公差区间

性能允许值的区间。(请参阅本文档的附件 D 和 ISO / IEC 导引 98-4 第 3.3.5 节。)

注 1: 在本文件中, 所述条件包括公差区间。

注 2: 在符合性评估中使用的术语公差区间与统计中使用的术语不同。

4.0 物理和环境测试条件

4.1 概述

由于 LED 的热性能，固态照明产品的亮度值、光学测量与电气性能对环境温度的变化或空气流动非常敏感。

4.2 气温

4.2.1 环境温度

测量的环境温度应保持在 25°C ，公差区间为 $\pm 1.2^{\circ}\text{C}$ ，该温度的测量应距离固态照明产品不超过 1.5 米位置，且测量高度与固态照明产品的高度一致（见附件 D）。例如，如果温度计的扩展不确定度（ $k=2$ ）为 0.2°C ，则温度计的读数应为 $\pm 1.0^{\circ}$ 。应将温度传感器与固态照明产品发出的直接光辐射以及其他光源发出的光辐射隔离开，如辅助光源。若测量不是在建议的温度下操作的，这种条件为非标准条件，应在测试报告中注明。

4.2.2 灯具引擎温度测量

对于灯具引擎温度的测量，灯具引擎的所有部件都必须受到相同的环境影响，即使装配的元件可能没有被机械连接（例如，驱动器虽然是电连接的，但与 LED 发动机机械分离）（参见 LM-82-2012）。在测试期间，应记录温度监测点的引擎温度。温度监测点应由要求进行试验的一方或者引擎制造商确认。要求方应识别并绘制 LED 引擎温度监测点 T_b ，和发动温度监测点 T_d （参见 LM-82-12）。可以使用各种温度传感器，如热电偶或热敏电阻（温敏电阻）。如果使用热敏电阻，它们应根据可追溯到的国际单位制（SI）的标准进行校准。温度传感器的选择使其不会从 LED 引擎中散发出大量的热能。这个温度传感器也应屏蔽环境中的光源。温度测量公差区间应为 $\pm 2.0^{\circ}\text{C}$ 。（见附件 D）在整个测试过程中，温度传感器应按要求方或制造商的规定连接到测试点。

注：上述灯具引擎温度监测点测量适用于没有安装在完整灯具系统中的灯具引擎。此测量不代替现场测温试验。（4.5）

4.3 气流

被测 SSL 产品表面的空气流动可能极大地改变电力值和亮度值。所测 SSL 产品周围的空气流动应使所测装置减少的正常对流气体不受影响。对于需要移动被测设备的分布光度计测量，DUT 上任何点的瞬时切向速度应小于 0.20 m/s 的公差上限，附件 A 提供了有关气流的更多信息。

4.4 安装 SSL 产品的热条件

安装方法是装置散热的主要途径，对测试结果有显著的影响。被测 SSL 产品应该安装在测量仪器上（例如积分球、分布光度计）通过支撑物体的热传导使冷却效果最小化。例如，悬挂式产品安装在弧形墙上进行测量时，产品可以悬挂在露天而不是直接安装在紧靠弧形墙热接触点的位置，或者，产品靠热导性低的支架材料（比如聚四氟乙烯）支撑。安装可以通过将直接安装到测量仪器上的 DUT 的性能与使用两根线将 DUT 连接到插座的同一 DUT 的性能进行比较来验证。

这种要求产生的任何偏差都应该评估其对测量结果造成的影响。还要注意，配套设施不能阻碍产品周围的空气流动，如果被测 SSL 产品有一个规定用作照明热量管理体系成分的支撑结构，这件产品附带的支撑结构也需要检测。测量中任何这样的支撑结构都需要回报。

4.5 振动

没有规定特殊要求，但是良好的实验室实践表明：在固定，运输，安装或测试过程中，SSL 产品不应受到过度的振动或冲击。

4.6 杂散光

对于分布光度计测量，应在测试环境中通过在表面上适当使用低反射饰面，屏蔽和挡板来抑制杂散光。此外，杂散光可以在 SSL 产品测量中测试并除去。（详情请参阅 IES LM-75-01/R12。）杂散光不是积分球测试的关注点，但需要注意的是，应注意尽量减少外部光线进入球体--例如，围绕安装在 2π 配置中的 SSL 产品。（参见 IES LM-78-17）。

4.7 湿度

相对湿度值大于 65%会导致某些仪器的腐蚀，而相对湿度值低于 10%会导致静电。因此，实验室湿度应检测并维持在 10%至 65%之间。

5.0 电气试验条件

5.1 电源要求

5.1.1 电压波形和频率。 在使用 SSL 产品时，交流电源应在规定频率（通常为 60Hz 或 50Hz）下应有正弦电压波形，使谐波分量的 RMS 总和（如第 5.3.4 节所述）在进行检测时不超过原来的 3%。所供频率与规定频率的公差间隔为 $\pm 2\text{Hz}$ 。

注：交流电源的内部或动态响应应尽可能保持较低(即尽可能快)。其中之一是输出电压响应时间，通常为 50 μ s 或更快。

5.1.2 交流电压调节。 用于被测 DUT 的交流电源（电压有效值）的电压应**根据负载**限制在 $\pm 0.2\%$ 以内。交流电源应具有大于 DUT 要求的电流峰值因数能力。如果 DUT 所需波形的电流峰值因子未知，则电源的电流峰值因数能力至少为 10。

注：对于电压阈值大于 220V 的设备，不需要电流峰值因数能力。

5.1.3 直流电压调节。 施加在 DUT 上的直流电源电压(瞬时电压)**根据负载**应控制在 $\pm 0.2\%$ 以内。直流稳压电压的交流电压分量或纹波系数应小于直流稳压电压的 0.5%(均方根)。

注：纹波系数=[交流均方根电压(或“纹波”)]/(直流电压)，以百分比表示。

5.2 测试和参考电路要求

5.2.1 测试电路要求。 为避免电缆或插座上电压降落的影响，电压测量应使用连接在 DUT 的电源线连接点的独立传感线。对于 Edison 型基座，需要 4 端子连接（即 4 极插座或 Kelvin 插座）

测试输入直流电源的 SSL 产品需要在直流电源和被测产品之间连接上直流电压表和直流电流表。测试的 DUT 上的电压和电流可以计算出输入电能（瓦特）。

测试输入交流电源的 SSL 产品应该在交流电源和被测产品低压端之间连接交流功率计。

5.2.1.1 测试电路的最大电阻。 因为较大的电阻可能会改变 SSL 产品在交流电压下的运行，所以测试电路的电阻，不包括电源，应小于 0.5ohms (Ω)

注：测试电路的电阻只需在设备安装期间或系统接线发生变化时进行验证。

5.2.1.2 测试电路的最大电容。 测试电路的电容，不包括电源，应小于 1.5 纳米法拉 (nF)。应当在插座中安装纯电阻性负载（例如白炽灯）时，通过测量打算连接到交流电源端子的电线两端的电容来确定测试电路电容。

注 1：测试电路的电容只需在设备安装期间或系统接线发生变化时进行验证。

注 2：已显示某些 SSL 产品在使用依靠数字波合成器创建交流波形的交流电源供电时会产生高频电流分量（可大于 30KHz）。由于系统中的电容，测试电路可能对高频电流敏感，这可能是由于平行走线的导线之间没有相隔一定距离而导致的。附件 B 中对此主题进行了讨论。

5.2.2 参考电路测试。 测试 SSL 产品不需要参考电路。少量 SSL 产品对测量系统的阻抗和交流电源的动态阻抗非常敏感。使用参考电路将实验室交流电源桥接到典型的墙壁交流电特性，可以改善与此类灵敏度相关的误差。目前，还没有开发出这种参考电路。附件 C 中对此主题进行了讨论。

5.3 电气测量仪器校准

所有电气测量设备均应校准并溯源到国际单位制 (SI)。

5.3.1 电压电路内部阻抗。

为避免因漏电电流而产生的误差,通过断开电源并测量测试灯插座处的电阻来测量的电压测量电路(包括功率计)的内部阻抗应至少为 $1M\Omega$ 。

5.3.2 交流功率计精确度。交流功率计应在所有线路滤波器关闭和所有频率滤波器关闭的情况下运行。

对于 RMS 交流电压的测量,对于 60 Hz 正弦波形的测量,仪表应具备 0.4%或更小的扩展不确定度($k=2$)。

注:市面上大多数交流功率计都会提供精度方面的规格。附件 D 讨论了关于精度与测量不确定度之间关系。

对于 RMS 交流电流的测量,对于 0.5Hz 至 1kHz 的测量频率,电表应具备 0.6%或更小的扩展不确定度 ($k=2$),在 1kHz 至 100kHz 的测量频率范围内,扩展不确定度 ($k=2$) 应为 2.0%或更小。

注:附件 B 讨论了使用交流功率计能够测量大于 100 kHz 频率的理由。

在测量交流有功功率时,对于 0.5Hz 至 1kHz 的测量频率,功率计的扩展不确定度($k=2$)应为 1.0%或更小,而测量频率从 1kHz 到 100kHz,扩展的不确定度($k=2$) 应为 2.0%或更小。

5.3.3 交流功率分析仪频率范围。交流功率分析仪的频率范围应从直流到至少 100kHz,以覆盖电流的谐波含量。

注:由于电源相互作用(如附件 B 所述),一些 SSL 产品产生高于交流功率分析仪带宽的高频成分。对于这些产品,建议使用带宽频率范围从 DC(0 Hz)到至少 1 MHz 的交流功率分析仪。

5.3.4 总谐波失真测量。总谐波失真 (THD) 应计算为谐波分量的 RMS 总和(对于 100kHz 仪表为 2 到 50 数量级,对于 1MHz 仪表为 2-100 最小数量级)除以 DUT 工作期间的基频。

5.3.5 直流电压测量。直流电压测量的扩展不确定度 ($k=2$) 应为 0.1%或更小。

5.3.6 直流电流测量。直流电流测量的扩展不确定度 ($k=2$) 应为 0.1%或更小。

5.4 电气装置

DUT 须按照 SSL 产品正常使用的额定 RMS 交流电压,额定 DC 电压或额定 DC 电流运行。RMS 交流电压设定测量值的容差区间应在 $\pm 0.5\%$, DC 电压设定测量值的容差区间应在 $\pm 0.2\%$, DC

电流设定测量值的容差区间应在 $\pm 0.2\%$ 。

注：在美国市场，多额定电压的集成 LED 灯额定 120V 的，应在 120V 电压下操作。如果具有多个额定电压的集成 LED 灯不额定 120V，则该灯应在最高额定输入电压下工作。其他经济市场的运行电压各不相同。

当 AC 电源以 90° 的相位施加时，某些 SSL 产品会遭受较大的浪涌电流。交流电源应设置为在零相时开始施加电流。如果交流电源不能确保零相启动，则交流电压应从 0 伏开始增加。交流电压可能会在几秒钟内升高。

注：某些交流供电的 SSL 产品从 0V 升压后将无法开启，并且必须在施加非零电压的情况下开启。该电压可能会因产品而异。对于尝试以恒定功率操作 LED 并可能试图在低输入电压下汲取过多电流的产品而言，尤其如此。如果在尝试从 0V 斜升时 DUT 没有打开，则应通过向 DUT 施加额定输入电压来启动 DUT。

某些直流供电的 SSL 产品需要浪涌电流才能开始运行，该浪涌电流比额定电流大得多；因此，对于某些产品，需要将电流限制设置为远高于额定电流。

脉冲输入电能，以及与减少占空比输入功率的同步测量，目的是将 p-n 结温度降低到以下那些达到连续输入电力，不得用于 SSL 产品测试。

脉冲输入功率以及与降低的占空比输入功率同步的测量旨在将 p-n 结温降低到低于连续输入电功率所达到的测量值，不得用于 SSL 产品测试。

如果被测设备具有调光能力，则应在最大调光输入功率条件下作为标准条件进行测量。如果产品具有多种操作模式，包括可变相关色温 (CCT)，则可以在不同操作模式 (和 CCTs) 的功率水平下进行测量。这些设置条件应在报告中明确。

对于低压交流或直流装置，电压可能受到电源分辨率的限制。在这种情况下，可以用一个高于设定值的电压和一个低于设定值的电压组合进行测量。然后通过内插这两个测量的结果来确定所需的测量数据。对于分辨率为 0.1V 的典型交流电源，当不能满足 AC RMS 电压 $\pm 0.5\%$ 的容差区间时，应在 0.1V 间隔内对所有数据测量使用线性插值。

6. 试验准备

6.1 被测件识别

标记或清楚标识 DUT 始终是良好的实验室操作。

6.2 DUT 处理

尽管 SSL 产品不如白炽灯对运动敏感，但应将振动和机械冲击降至最低。被测设备不应存放在极端温度或高湿条件下。

6.3 老化

SSL 产品在测试时不需要老化处理。

注：一些 LED 光源在使用的前 1000 小时会增加少量光能输出，有些则不会。如果将 SSL 产品用作检查标准或进行实验室间比较的设备，则该 SSL 产品在投入使用之前应至少老化 1000 小时。

6.4 预热和稳定

测量前被测 SSL 产品需要经过足够的处理直到产品达到光电稳定和温度平衡。达到稳定所需时间取决于被测 SSL 产品类型。一般稳定所需时间从 30 分钟（小型集成 LED）至 2 小时以上（大型 SSL 照明体）。SSL 产品稳定过程应该在 4.2.1 节规定的环境温度和 6.5 节规定的操作下进行。当在 20 分钟的时间内以最大 10 分钟的间隔获取至少三个光输出和功耗的读数（最大到最小）的变化（最大到最小），并按时间顺序将其除以三个测量的最后一个，小于 0.5%，则应达到稳定性。读数应按固定间隔获得。

对同一 SSL 产品（已达到初始稳定）在不同的颜色或强度控制设置下的后续测量，确定稳定性的另一种方法是通过线性回归将流明输出和电功率的变化预计在 20 分钟内小于 0.5%；线性回归应基于至少间隔一分钟进行的至少三个测量。每次测量所用的稳定时间应予以记录。

SSL 产品可预热数小时以减少所需的稳定时间以及稳定期间光输出和功耗变化的幅度。对于预期用途仅需要有限寿命（大约 1000 小时或更短）的情况，在测量之前，无需预热 DUT

6.5 操作位置和方向

DUT 应该在制造商建议的 SSL 产品预期用途的操作环境中进行测试。DUT 的稳定性和光度和光学测量应该在相同环境下进行。安装 DUT 测角系统的位置和方向应该被记录。

注意：LED 的灯光发射过程不受其位置影响，但 SSL 产品的位置会导致产品中使用的 LED 的热条件发生变化。因此光输出可能受到 SSL 产品位置的影响。

6.6 光电波形

SSL 产品的光电波形是随时间变化而变化的，并且通常没有记录。实验室应分析光电波形，以确保所使用的测量设备是合适的。附件 E 中讨论了光电波形测量的好处

7. 总光通量和综合光学测量

7.1 概述

DUT 的总光通量(流明)和/或综合光学测量（包括色度、辐射和光子通量）应用积分球系统或分布光度计（空间光谱辐射分布光度计）系统测量。可根据需要测量的其他参数（例如强度分布）、SSL 产品大小以及其他需求来选择测量方法。下面是每种方法的使用指南和要求：

7.2 [积分球系统](#)

7.2.1 概述

积分球系统适用于集成 SSL 灯具和相对较小的 SSL 灯具的总光通量和综合光学测量。积分球系统具有测量速度快和无须暗室的优点。空气流动达到最小，从而 DUT 温度波动最小。注意安装在积分球内部或者表面的 DUT 散发的热量可能会增加球内环境温度。

有两种积分球探头可以用于测量： $V(\lambda)$ 校正光度计头（球形-光度计）和光谱辐射计（球体-光谱辐射计）。由于光度计的光谱敏感度相对于 $V(\lambda)$ 的偏差，加上球体的光谱变化，使得 $V(\lambda)$ 校正的光度计存在光谱非匹配误差。用总光谱辐射通量标准校正的光谱辐射计没有光谱非匹配误差。

采用光谱辐射计法更常用于 SSL 产品的测量，因为采用亮度头产生的光谱非匹配误差非常重要，而不仅仅只对于 SSL 发射光和校正很重要，它需要系统光谱敏感度以及被测装置光谱方面的知识。此外，采用光谱辐射计法可以在测量总光通量的同时测量色量，辐射通量和光子通量。

光谱辐射计法确实有一些缺点，例如光谱杂散光和长期稳定性问题（请参考 IES LM-78-17 有关使用积分球进行测量的一般建议和要求）。

7.2.2 光度计和光谱辐射计特性。具有光度计检测功能的积分球（光度计积分球系统）应根据可通过国家计量学会（NMI）追溯至 SI 的总光通量标准（ 4π 或 2π ）进行校准。*光度计积分球系统的总相对光谱响应度 f_1 [偏离 $V(\lambda)$ 函数的量度]不得超过 3%。如果应用光谱非匹配校正因子，则光度计积分球系统的总相对光谱响应度的 f_1' 可能会更大。光谱非匹配校正应用于发射窄带光谱功率分布的 SSL 产品（例如单色光源）。

具有光谱仪检测功能的积分球（光谱辐射计积分球系统）应根据可通过国家计量机构溯源至 SI 的总光谱辐射通量标准（ 4π 或 2π ）进行校准。光谱辐射计系统应覆盖至少 380nm~780nm 的波长范围的光学测量。对于辐射通量和光子通量，根据应用，可能需要更大的波长范围。光谱辐射计系统应考虑波长范围外的光可能会导致光谱辐射计系统内产生杂散光。

光谱辐射计系统的波长不确定度应在 0.5nm ($k=2$) 以内，带宽（FWHM）和扫描间隔（扫描系统）应不大于 5nm。

光度计或光谱辐射计的余弦响应的方向响应指数(f_2) 应小于 15% (请参考 LM-78-17)。

7.2.3 球体的自吸收和尺寸。 使用积分球时, 应使用辅助灯进行自吸收校正。为了最大限度地减少安装在球体中心 DUT 的自吸收误差, DUT 的总表面积不应超过积分球总表面积的 2%; 对于安装在 2π 位置的 DUT, DUT 的总表面积不应超过积分球总表面积的 1%。

注: 自吸收校正受到 SSL 产品尺寸、颜色和不规则形状的影响。在测试较大的产品、较暗的产品和形状不规则的产品 (产品需要多次反射使光射到表面再离开表面) 时, 应小心谨慎。可以通过使用积分球和分布光度计进行测试并比较测试结果来确定对产品进行测试的能力验证。

7.3 分布光度计系统

7.3.1 概述 分布式光度计可以测试 SSL 产品的总光通量和/或光学质量。专门用于不适合积分球系统测量的相对较大尺寸、颜色较深、或不规则形状的 SSL 产品。分布光度计通常安装在温控的暗室内, 不受 DUT 的热量积累影响。应注意防止通风, 这可能会影响对温度敏感的 DUT 的测量 (请参考第 4.3 节)。分布光度计类型应能够相对于重力保持预期的工作位置不变; 因此, 仅允许使用 **TYPE-C** 型分布光度计。测角光度计类型应能够保持预定的操作位置相对于重力保持不变; 因此, 只有 C 型分布光度计被允许。如果仅要测量综合量, 则距离要求并不重要。(有关使用分布光度计进行测量的一般建议和要求, 请参阅第 8.3 节和 IES LM-75-01 / R12)

7.3.2 光度计和光谱辐射计特性。 分布光度计系统应根据可通过国家计量机构 (NIM) 溯源至 SI 的标准进行校准。在 DUT 视场范围内, 光度计或光谱辐射计应具有余弦角响应度 $f_2(\epsilon, \varphi)$ 小于 2%。

使用光度计的分布光度计系统的 f_1' 不得超过 3%。如果应用光谱非匹配校正因子, 则光度计的 f_1' 可能会更大。如果颜色随角度的变化很大, 则光谱不匹配的校正可能会更加困难。对于发射窄带光谱功率分布的 SSL 产品 (例如单色光源), 应评估光谱非匹配误差的影响, 并在必要时进行光谱非匹配校正。

应该考虑使用色度计测量色度坐标的分布光度计系统的光谱不匹配的影响。

使用光谱辐射计检测的分布光度计系统应覆盖至少 380nm 至 780nm 的波长范围的光学测量。为了测量辐射通量和光子通量, 可能需要更大的波长范围。光谱辐射计系统应考虑波长范围外的光可能会导致光谱辐射计系统内产生杂散光, 尤其是在校准期间。光谱辐射计系统的波长不确定度应在 0.5nm ($k=2$) 以内, 带宽 (FWHM) 应不大于 5nm。

7.3.3 角度扫描分辨率。 角度扫描分辨率应能够精确定义测试样品。测量典型的宽角度光滑强度分布, 一般使用横向 (水平) 22.5° 和纵向 (垂直) 2.5° 的网格就够了。对于来自 DUT 的发光强度随角度而快速变化的情况 (例如在波束形成源中), 应使用更高的角度分辨率 (较小的测试增量)。(请以多年测试其他照明技术的经验为基础, 参考特定于应用程序的文档, 以获取正确的扫描分辨率的进一步指导) 例如, IES LM-20 IES 批准的方法: 反射型灯的光度

法，根据灯的光束角提供建议的角度分辨率，如表 7-1 所示。

表 7-1. 光束灯的角度分辨率

For lamps with beam angle < 20°	
% of Maximum luminous intensity	Angular resolution in degrees
100% to 50%	1
<50% to 10%	2
<10%	5
For lamps with beam angle ≥ 20°	
% of Maximum luminous intensity	Angular resolution in degrees
100% to 50%	2
<50%	5

7.3.4 角度扫描范围。除非应用测试方法的法规或强制性要求要进一步测量，否则角度扫描的范围应覆盖 DUT 发光的整个立体角。分布光度计固有地具有一个角度区域，安装硬件会将来自 SSL 产品的光阻挡在该角度区域中。对于各向同性的 SSL 产品，应尽量减少这种“死角”立体角，或采用适当的校正程序。（请参阅 IES LM-75-01 / R12。）

某些 DUT 可能需要两次测量。首先是正常的角度范围全扫描。第二种是将 DUT 安装在分布光度计中 DUT 的正确操作位置，并将分布光度计臂旋转 180 度。然后将两组数据结合。

8. 发光强度或光学角分布测量

8.1 概述

分布光度计类型应能够相对于重力保持预期的工作位置不变；因此，仅允许使用 **TYPE-C** 型分布光度计（请参考 IES LM-75-01 / R12。）

应格外注意防止从分布光度计或任何其他表面的机械结构反射的光（包括来自 DUT 本身表面的二次反射）到达光电探测器。定位设备的旋转速度应尽可能减小 DUT 的热平衡干扰（请参考第 4.3 章节）

分布光度计系统应根据可通过国家计量学会（NMI）追溯至国际单位制（SI）的标准进行校准。光强分布应为以坎德拉（cd）为单位报告的绝对测量值。

8.2 光度计及光谱仪特性

在 DUT 的视场内，光度计或光谱仪的余弦角响应度 $f_2(\epsilon, \phi)$ 应小于 2%

使用光度计的分布光度计系统的 f_1' 不得超过 3%。如果应用光谱非匹配校正因子，则光度计的 f_1' 可能会更大。对于发射窄带光谱功率分布的 SSL 产品（例如单色光源），应评估光谱非匹配误差的影响，并在必要时应用光谱非匹配校正。如果颜色随角度的变化很大，则光谱非匹配的校正可能会更加困难。

使用光谱仪检测的分布光度计系统应覆盖至少 380nm 至 780nm 的波长范围以进行光度测量。对于辐射通量和光子通量的测量，可能需要更大的波长范围，取决于应用光谱辐射仪系统应考虑该波长范围之外的光，这可能会导致光谱辐射仪系统内产生杂散光。分光辐射计系统的波长不确定度应在 0.5nm ($k=2$) 之内，并且带宽 (FWHM) 不得大于 5nm。

8.3 测试距离

测试距离应足够大，以使 DUT 在远场条件下测量（适用平方反比定律）。该距离应大于 SSL DUT 最大发光尺寸的五倍。应当注意的是，此要求对于角度分布接近 Lambertian 的 SSL 产品已经足够，聚束 SSL 产品可能需要更大的测试距离。该要求可以使来自光源边缘的光与来自光源中心的光的测量角度不同而引起的误差最小化。由于用于生产聚束 SSL 产品的光学方案可能很复杂，建议通过实验测量强度随距离的变化来确定最小测试距离，以找出平方反比定律适用的最小距离。此测试距离应在报告中体现。

注意：对于较窄视角的灯具，使用积分球和分布光度计系统进行测量具有挑战性。积分球系统可能具有不均匀的角响应度（很大程度上取决于球面涂层的反射率）。对于分布光度计系统，光源和光电探测器之间的距离应足够大，才好使用平方反比定律。

8.4 分布光度计对准

DUT 的测光中心应与测角轴的交点对齐。DUT 的光度学中心位置的描述和 DUT 相对于测角计轴的方向的描述应体现在报告中。分布光度计应具有足够的角度分辨率和绝对对准来定义测试样品。分布光度计系统所需的角分辨率和绝对对准取决于 DUT 光强分布相对于角度的斜率。（有关选择 DUT 的正确对齐方式的更多指导，请参见专用文件，例如 IES LM-46-04 / R14）IESNA 批准的使用高强度放电或白炽灯丝对室内灯具进行光度测试的方法，提供了有关如何正确对准室内灯具的信息。

分布光度计的轴（灯座的旋转轴）和检测器的位置应准确对齐，且要定期检查，因为如果反射镜角度偏斜，分布光度计的轴可能会随时间漂移。反射镜即使很小的角度偏转也会对窄光束灯的测量造成较大的误差。

9. 色度均匀度测量

9.1 概述

SSL 产品的色度可能会随发射角度而变化。本文档的前版（IES LM-79-08）提供了一种色度积分和色度空间不均匀性的测量方法，用于无法使用空间颜色测试分布光度计或测色仪的情况下。IES LM-79-08 中介绍的方法不再使用。

9.2 角度分辨率

角度分辨率应足够精确定义测试样品。对于典型的宽角度光滑强度分布可以使用横向（水平）90° 纵向（垂直）10° 的网格。对于来自 DUT 的色度随角度而快速变化的情况（例如聚束光源），应使用较小的角度分辨率（较小的测试增量）。（请参阅第 7.3.3 节）

9.3 角度范围

除非应用测试方法的法规或强制性要求要求进一步测量，否则角度扫描的范围需覆盖 DUT 发光到达的整个立体角。发光强度小于峰值强度的 10% 的角度区域中的数据不应包括在角度颜色均匀性的计算中。分布光度计一般会有角区，来自 SSL 产品的光被安装硬件阻挡。对于各向同性的 SSL 产品，应尽量减小这种“死角”立体角，或者使用适当的校正程序（请参阅 IES LM-75-01 / R12）

对于某些 DUT，可能需要测量两次。第一次是正常的角度范围全扫描；第二次是当被测样品在其正确操作位置上安装后，将分布光度计臂旋转 180°。然后将两组数据结合。

9.4 角度颜色均匀性

角颜色均匀度 ($\Delta u'v'$) 是 SSL 产品（沿不同方向发射）的色度 (u', v') 与其角度平均色度 ($u'a, v'a$) 的最大偏差，偏差计算方法为：

$$\Delta_{u',v'} = \sqrt{(u' - u'a)^2 + (v' - v'a)^2}$$

色度坐标 (u', v') 用测色仪或带空间颜色测试分布光度计测量。角度平均色度应从在感兴趣的角度范围内测得的测角数据计算为所有测量点的加权平均值（由每个点的发光强度和立体角因子加权）。（有关整合测角数据的方法，请参考 IES LM-75-01 / R12）感兴趣的角度区域上色度的最大偏差应报告为角度颜色均匀性

9.5 信号限制和验证

实验室应设定发光强度极限，用于测量色度均匀性。实验室应对瓦特数合适的重磨砂或乳白色涂层白炽灯进行调光，以确定较低的发光强度。可能需要使用发光强度高于和低于要确定的限制的几个瓦数不同的灯。确定发光强度极限的其他方法是：如果检测装置是光谱辐射计，则减少积分时间；如果检测装置是色度计，则降低增益。确定发光强度极限是为了减少积分时间或减小增益，然后将其除以可用的积分时间或增益，以达到最终的发光强度极限。

磨砂严重或乳白色涂层的灯应安装在底座上方并连接恒定电流工作。灯丝支架不得与 0° 或 90° 半平面对齐。应收集四个半平面的数据（横向或水平）（ 0° 、 90° 、 180° 和 270° ），并从 0° 到 150° 纵向（垂直）每 10° 收集一次。应为每个横向平面确定 $\Delta u'v'$ ，这四个测量值均参考横向平面的平均值 u' 和 v' 。然后，将侧面的 $\Delta u'v'$ 取平均值，以创建整体 $\Delta u'v'$ 。发光强度下限以整体 $\Delta u'v'$ 为 0.0015 或更大为条件确定。附件 F 提供了此验证的示例。

10. 测量不确定性

测量不确定性预算的发展是分析测量系统非常有用的工具，尤其是作为发现问题和证明改进的方法。通过查看不确定性的各个组成部分，实验室可以对可减少测量不确定性或测量分散性的系统改进做出投资决策。IES 正在通过提供知识和实施示例来制定技术备忘录，以指导实验室制定测量不确定度预算。

由于整个标准中提供的公差间隔旨在限制测量不确定度的大小，因此不需要直接计算 SSL 产品检测的测量不确定度。如果遵守所提供的准则，则用于测量总光通量的预期扩展测量不确定度约为 $\pm 4\%$ ($k = 2$)。这与全球 118 个实验室进行的能力验证的摘要结果一致。应该注意的是，能力测试中最大的偏差来源是四极插座的不正确使用（请参阅第 5.2.1 节）

11. 报告要求

11.1 典型报告内容

测试报告应列出每个被测样品的所有标识数据以及性能数据，报告还应列出有关测试条件、测试设备类型、SSL 产品和参考标准的相关数据。报告数据时应使用适当数量的有效数字

下面列出的是典型的报告指标。所需数据通常是与客户一起确定的。

- 数据和测试组织
- 制造商名称； DUT 的名称
- 测量的光学参数（例如，总光通量，辐射通量，光子通量）
- 测量的电气值（例如，交流电，包括频率或直流电）
- 计算量（例如发光效率，角度颜色均匀性）

- 测量期间的环境温度，以及轻型发动机监测温度（如需测量的话）
- 使用的仪器（分布光度计或积分球）和光度测量条件
 - 用球体测量：球体直径，涂层反射率， 4π 或 2π 测试
 - 用分布光度计测量：光度距离
- SI 可追溯性来源
- 应用的校正因子（例如，光谱失配，自吸收）
- 发光强度，辐射强度和光子强度分布（如果适用）
- 颜色参数：色度坐标，CCT，ANSI / IES TM-30-18 数量（Rf，Rg，局部色度偏移，局部色相偏移）和 CRI（用于白光产品）
- 频谱功率分布（如果适用）
- 不确定性声明（如果需要）

11.2 非标准条件或操作程序

对于在非标准条件（不是本文件要求的）下进行的测量，实验室应在测试报告的醒目位置注明非标准条件。

附件 A-测试 SSL 产品的气流注意事项

经过 SSL 产品的气流会改变工作温度，从而导致光通量发生变化，而电能消耗却没有成比例的变化。但是，如下所述，这种潜在影响被认为足够小，因此不必担心。

图 A-1 和 A-2 显示了两种不同的典型住宅产品的光输出和 RMS 电功率的变化，结果显示对空气速度的显著的依赖性。

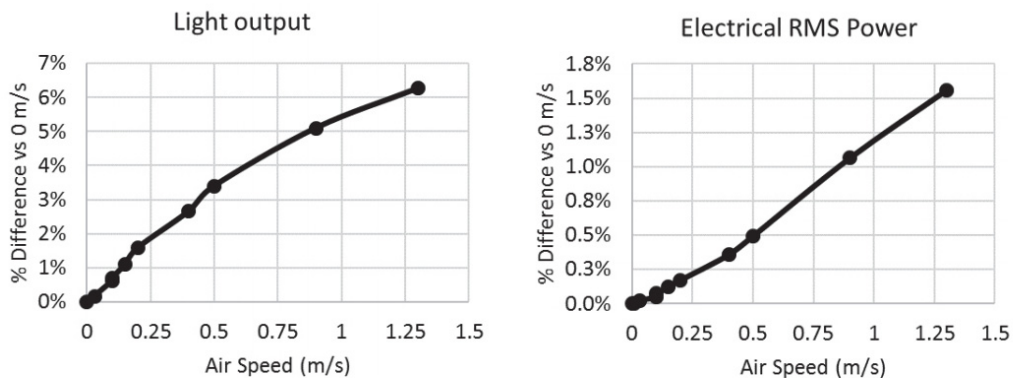


Figure A-1. Change in light output and electrical RMS power vs. speed of airflow for a typical residential product.

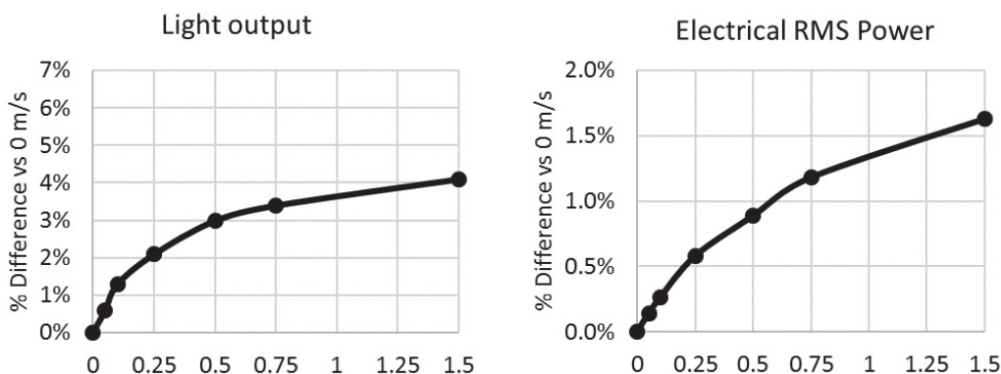


Figure A-2. Change in light output and electrical RMS power vs. speed of airflow for a second typical residential product.

气流经常在旋转，因此需要全方位的测量技术。为了测量全向空气速度，通常使用校准过的热风速计（有时称为热线风速仪）或热风速仪。热风速计的测量范围为 0m / s 到 1m / s 或更高，应校准至 SI 单位米每秒。使用热风速计时，传感器应安装在分布光度计或积分球的测光中心。为了捕获温度控制器的几个工作循环，应该以最多 2 分钟的间隔测量 30 分钟的风速。在 30 分钟的测量期内的所有测量均应在可接受的误差范围内，这取决于热风速计的不确定性。

本文档文件不需要对气流进行特定测量。当前的实验室比较表明，实验室周围的空气流量没有问题。美国国家标准技术研究院 (NIST) 于 2010 年至 2014 年运行的“测量保证计划”的数据显示，与使用分布光度计的实验室相比，使用积分球的实验室之间的气流差异很小，并且在测量的不确定性范围内。图 A-3 中所示的图使用正态概率图分析。使用积分球系统测得的所有灯的总光通量的标准偏差为 2%，因此 95% 的置信区间为 ±4.0%。对于积分球系统测量，NIST 与普通实验室之间的偏差为 0.53%。对于分布光度计系统测量，NIST 与一般实验室之间的偏差为 0.37%。人们会扩大分布光度计的测量值，以显示更多的变化或偏差大于 NIST。尽管有细微的迹象，但这些迹象在统计上并不重要，因为典型的测试实验室的不确定度至少扩大了 3% (k = 2)

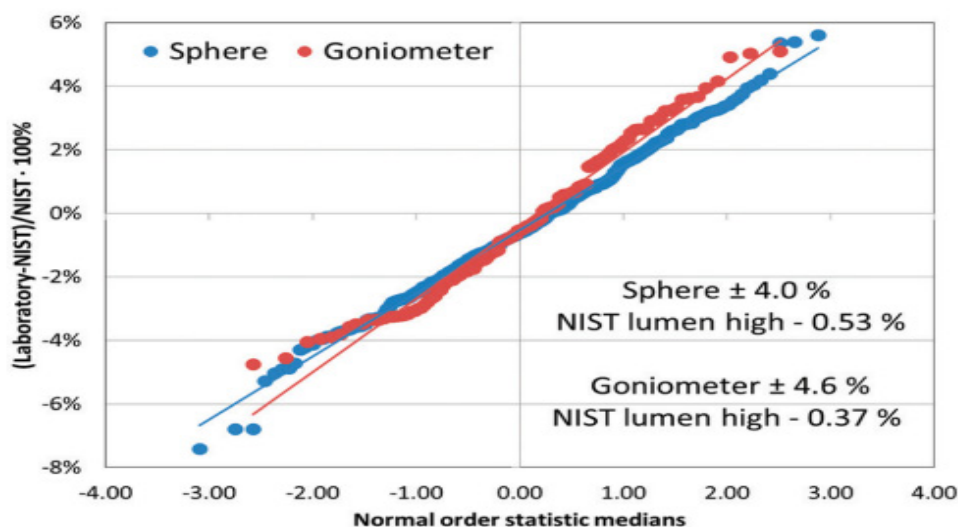


图 A-3. NIST 测量保证计划 (2010 年至 2014 年) 对积分球系统测量和分布光度计系统测量

的法线概率图进行线性拟合。

基于以上考虑，目前不考虑气流造成的影响。

附件 B-高频电流和测量电路电容

实验室一直关注某些照明技术的测量电路电容和高频电流传输，包括旨在替换荧光灯与电子镇流器一起工作的 SSL 产品。电子镇流器在高频（20kHz 至 85kHz）下的典型输出为 300V RMS。例如，如果实验室在镇流器和灯之间运行 8m（约 25ft）的 14 规格平行线，则 17% 的测量电流将永远不会到达灯，因为两条线之间的电容将电流分流回电源。

已显示某些 SSL 产品与依赖于数字波合成器来创建 AC 波形的 AC 电源一起使用时会产生电流的高频分量（大于 30 kHz）。由于系统中的电容，测试电路可能对高频电流敏感，这可能是由于并行走线而没有相隔一段可观的距离而引起的。图 B-1 显示了由两种不同类型的交流电源和实验室墙壁插座供电的灯的电压和电流波。

请注意，电压波都非常相似。但是，虽然与壁装电源插座关联的电流波没有高频分量，但与两个电源关联的电流波都显示了高频分量。高频成分与数字波合成器的频率成正比，其幅度与输出电压响应的速度相关。表 B-1 显示了使用上述三个电源和球体系统对被测灯的测量结果，该球体系统具有 8m（约 25ft）平行的 14 号平行线。功率损耗是由于测量系统中的电容引起的。表 B-2 显示了用 8m 的导线进行的相同测量，导线之间的空隙间隔为 30cm（约 1ft）以上。如图所示，由于电容引起的误差被大大减小。

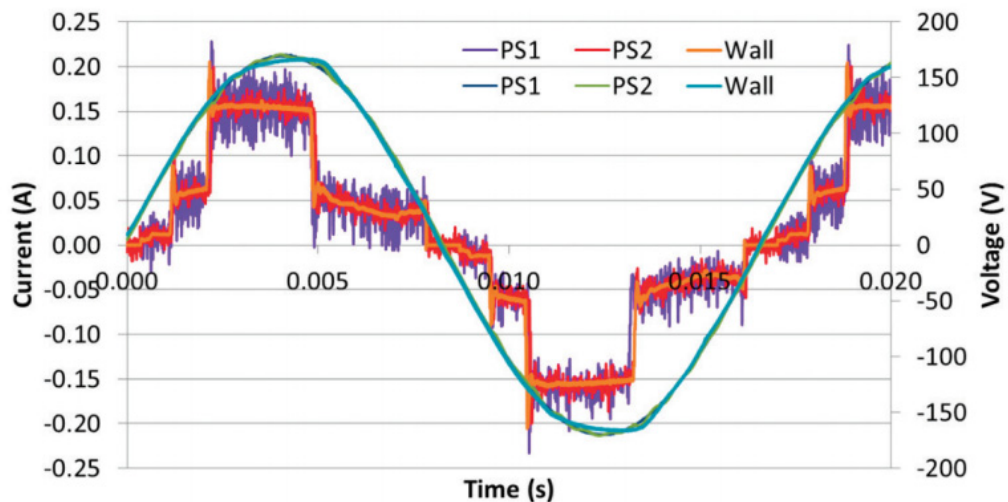


Figure B-1. Voltage (green, grey, & teal) and current (purple, red, & gold) waves for a test lamp powered by three different sources.

Table B-1. Electrical Measurements for the Test Lamp Shown in Figure B1 with Conductors in Close Proximity

	Voltage	Current	Current % difference from wall	Power	Power % difference from wall	PF	Power factor difference from wall
Wall	120.1	0.09504		10.378		0.9100	
PS1	120.0	0.09462	0.61%	10.337	0.80%	0.9081	0.0016
PS2	120.1	0.09444	0.42%	10.293	0.38%	0.9104	-0.0007

Table B-2. Electrical Measurements for the Test Lamp with the Conductors Separated by More Than 30 cm (about 1 ft)

	Voltage	Current	Current % difference from wall	Power	Power % difference from wall	PF	Power factor difference from wall
Wall	120.0	0.09502		10.376		0.9097	
PS1	120.1	0.09508	-0.06%	10.366	0.10%	0.9080	0.0018
PS2	120.0	0.09510	-0.08%	10.391	-0.15%	0.9106	-0.0010

附件 C 电源电阻和电感的依赖性

测试 SSL 产品不需要参考电路。几乎所有的 SSL 产品都对测量系统的阻抗和交流电源的动态阻抗具有一定的灵敏度，尽管对于许多灯来说，灵敏度是很小的，如图 C-1 所示的特定灯。

图 C-1 中的第一张图显示了使用两种（虚线和实线）不同类型的电源（不同的输出电压响应速度）的 SSL 产品的光通量的百分比差异，并且将 SSL 产品插上实验室交流电源（墙壁）。彩色点表示将电感器添加到电路中的影响，横坐标表示将电阻器添加到电路中的影响。图 C-1 中的第二张图显示了 RMS 电流的差异百分比，而第三张图显示了 RMS 功率的差异百分比。

如图 C-2 和图 C-3 所示，为其他灯对电阻和/或电感显示灵敏度。图 C2 中的灯显示了在不同实验室之间基于测量系统中的电阻和电感在 RMS 电流测量中存在较大差异的可能性。图 C3 中的灯显示了不同实验室之间在 RMS 电流和光通量测量上存在较大差异的可能性。

图 C-4 显示了非常敏感的 SSL 产品仅占市场上产品的一小部分。IES 测试程序委员会尚未开发一种可以使不同实验室进行一致测量且结果可代表 SSL 产品在实际条件下的性能的标准交流电源测量技术。

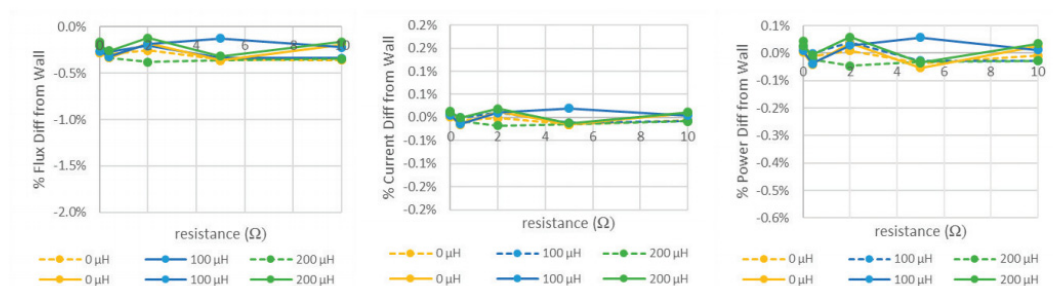


图 C-1 SSL 产品（1）对电阻和电感的敏感性小。

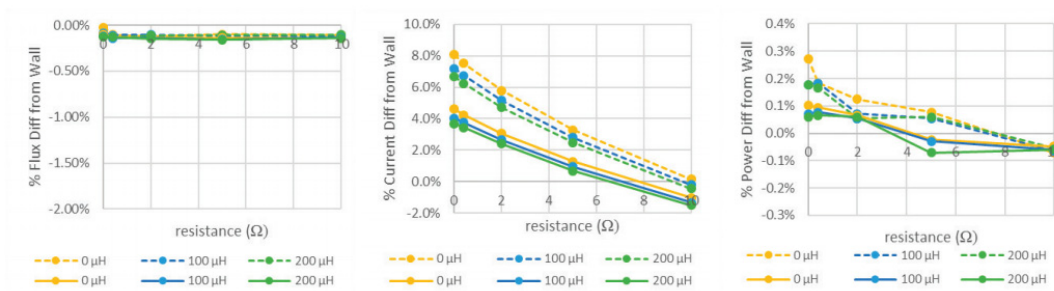


图 C-2 对 RMS 电流中的电阻和电感具有敏感性的 SSL 产品（2）

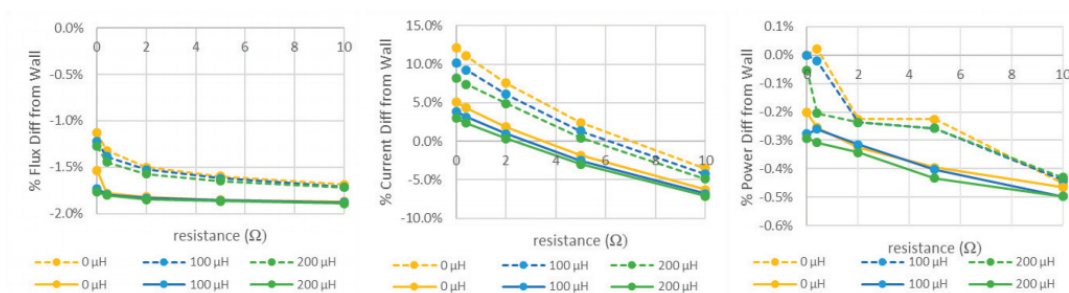


图 C-3 对 RMS 电流和光通量中的电阻和电感具有敏感性的 SSL 产品（3）

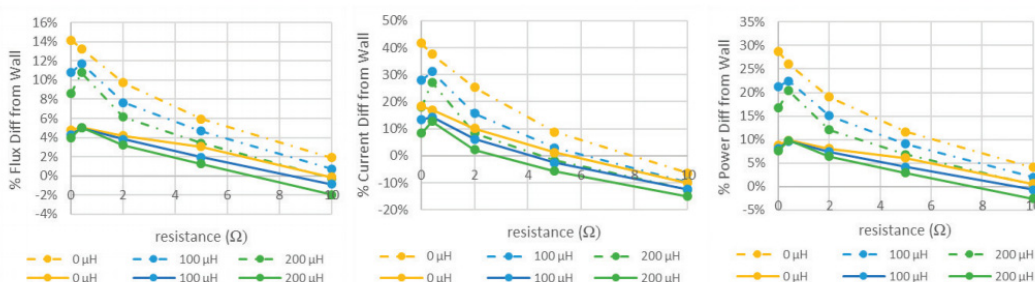


图 C-4 在 RMS 电流、光通量和 RMS 功率中对电阻和电感具有敏感性的 SSL 产品(4)

附件 D 公差区间和接受区间

在本文档中，所需条件以公差区间表示，并带有指定的上限和下限。为确保任何给定参数在规定的公差区间内，应通过推导相应的接受区间来考虑可测量的不确定性。接受区间定义为在公差区间的两个极限处因测量不确定性的扩大（在 95%置信度下）而减小的公差区间。图 D-1 以图形方式说明了这种关系。任何规定参数的测量值应在由相应的公差区间和测量不确定度得出的可接受区间内。

例如，常用的交流功率分析仪的规格可提供 45Hz 至 66Hz 频率范围内交流电压测量的精度：精度=0.1%（读数）0.1%（范围）

此精度有效期为三个月。对于 12 个月的校准精度，将 3 个月的精度乘以 1.5。当校准实验室对交流功率分析仪执行单点校准或范围设置验证时，将重新验证该精度。

因此，对于 150 伏范围（范围= 150V）上的 120 伏，60Hz 读数（读数= 120V），在 12 个月内的精度为 0.41V，这定义了均匀矩形分布的一半宽度。通过将半角宽度除以三的平方根，可以将均匀分布的半角转换为标准不确定性。此交流功率分析仪用于交流电压测量的标准不确定度为 0.23V 或 0.19%。覆盖因子 $k = 2$ 时，扩展不确定度或校准不确定度为 0.46V 或 0.38%。对于 220V 的测量，扩展不确定度为 0.90V 或 0.41%。

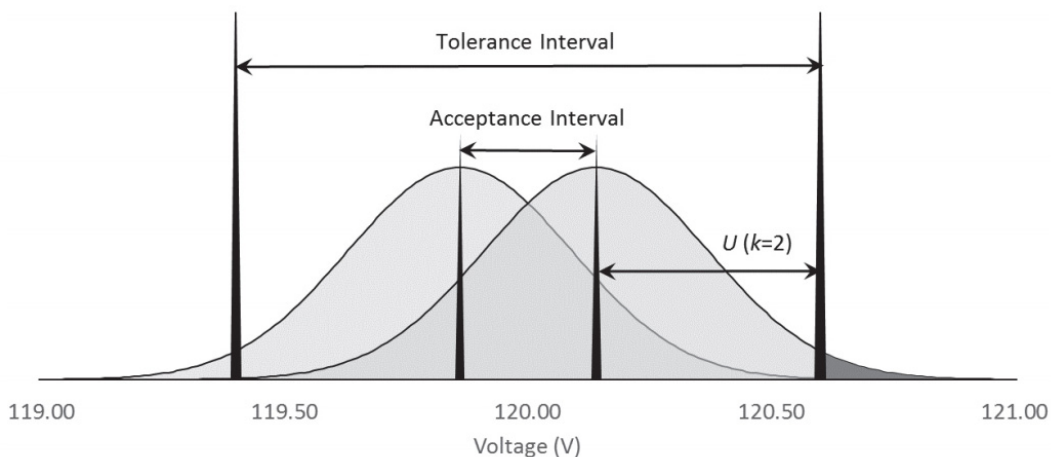


图 D-1 设置 120V AC 时，公差区间、接受区间和测量不确定度之间的图形关系

若要使用公差范围为 $\pm 0.5\%$ 的交流功率分析仪将交流电压设置为 120V（如第 5.3.2 节中所述），交流功率分析仪的读数应介于 119.86V 和 120.14V 之间（定义了接受区间）。ISO / IEC 导引 98-4 中提供了有关接受区间概念的更多信息。

另一个例子是环境温度的测量，根据 4.2.1 章节的规定，温度应保持在 25°C，公差区间 $\pm 1.2^\circ\text{C}$ 。如果温度计的扩展不确定度 ($k = 2$) 为 0.2°C ，则温度计的读数应为 $25^\circ\text{C} \pm 1.0^\circ\text{C}$ ，如图 D2 所示。

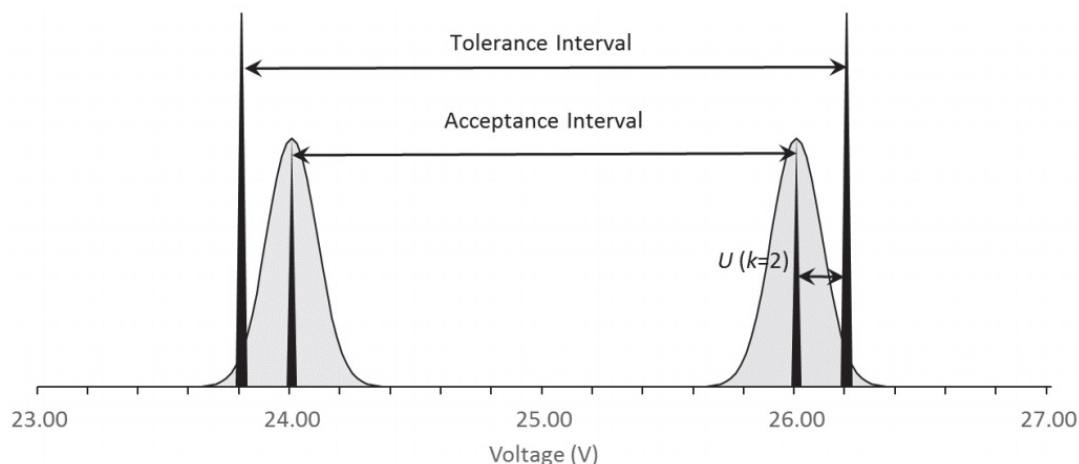


图 D-2 环境温度测量的公差区间、接受区间和测量不确定度之间的图形关系。

附件 E 波形测量的好处

测量光学波形和电气波形有几个好处。一个是避免不正确的 RMS 测量，因为当振荡波超出刻度时并不总是很明显。图 E-1 给出了一个偏刻度波的示例，该波形导致 RMS 测量值相差 1.1%。

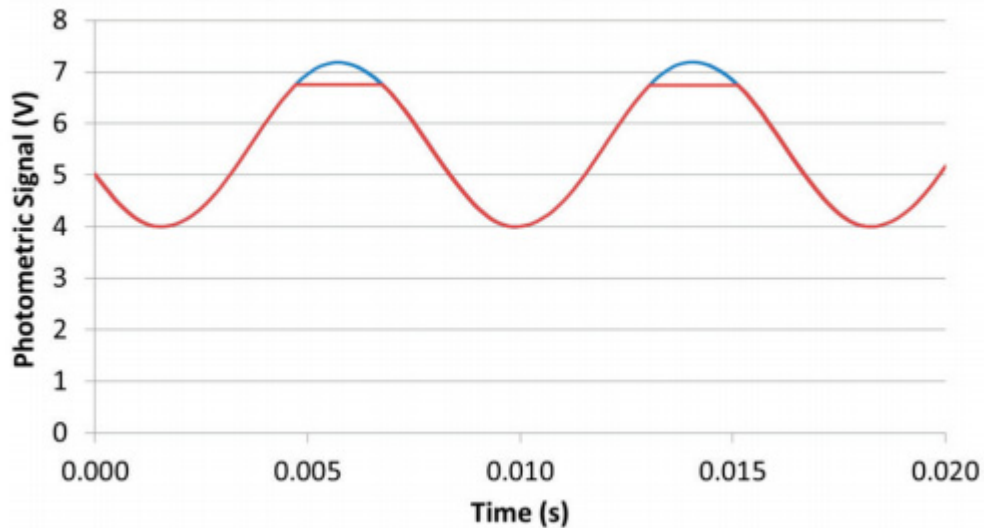


图 E1 非比例光度计信号示例

测量光学波形还可以确保光度计放大器和电压表正常工作。例如，设置用于测量具有 AC 分量电压的电压表测量 DC 电压，可能无法正确测量信号。

交流信号也可以评估，如图 E-2 所示。在这种情况下，光信号的变化非常大，导致放大器振铃，因为它无法跟上急剧的变化。

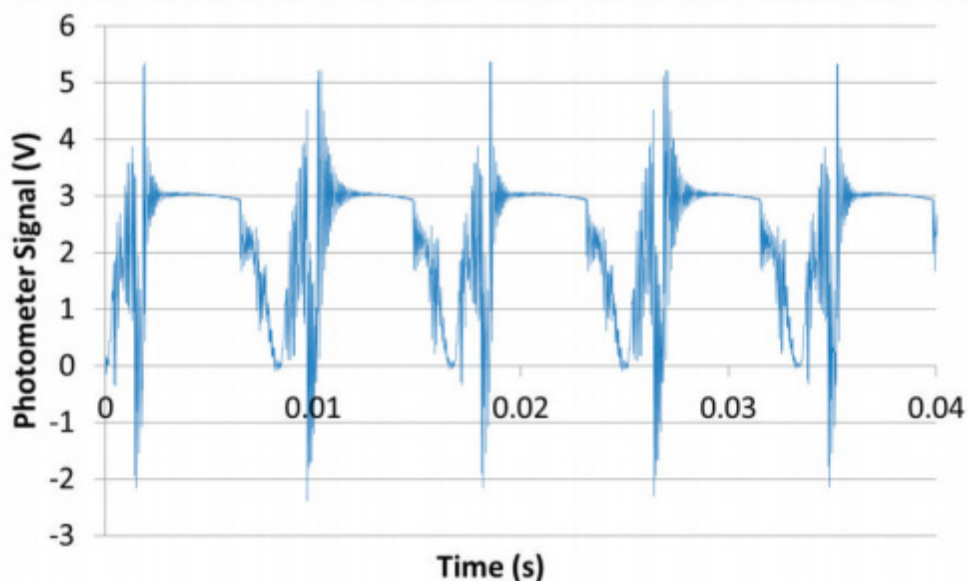


图 E-2 来自慢速放大器的信号波动。

另一个测量光学波形和电气波形的好处是能够为电荷捕获装置（例如 CCD 光谱仪）确定合适的积分时间。如图 E-3 所示，光信号本质上是频率为 120Hz 的方波，在给 CCD 孔充电之前，使用具有高反射率涂层的小球体和灵敏的光谱仪的积分时间可小至 6ms。因为数据收集开始时间决定了脉冲的测量宽度，所以很可能会导致较大的重复性误差。

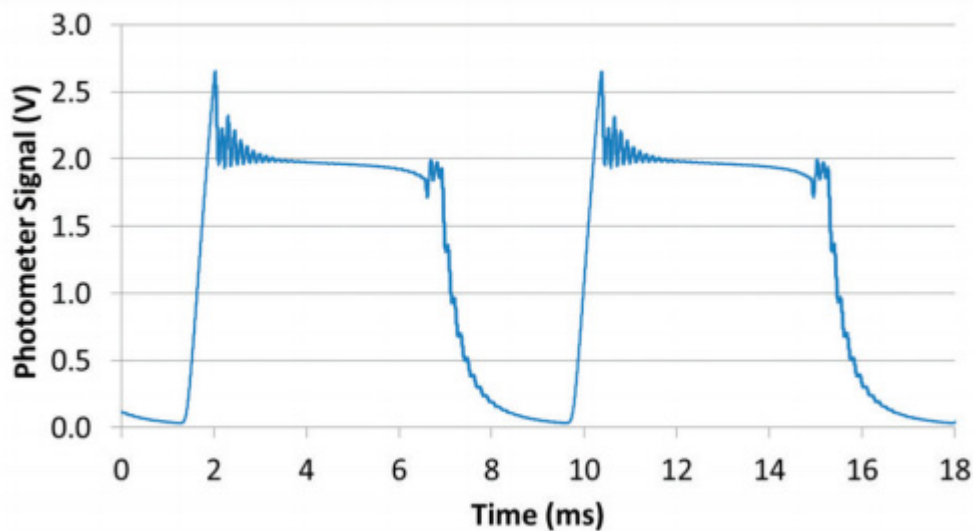


图 E-3 脉冲光源的光学波形示例

均方根和平均值的测量不应受到用于测量光学波形和电气波形的仪器的影响

附件 F 较低光强的色度均匀性

在本文件原来的版本中未解决的挑战是确定用于测量色度均匀性的发光强度极限。图 F-1 显示了被测灯的相关色温 (CCT) 分布, 数据显示从 2900k 到 3200k 渐变, 突变 100k。图 F-2 显示了使用不同的分布光度计测试的同一盏灯的相关色温分布, 存在相同的渐变, 但没有突变。

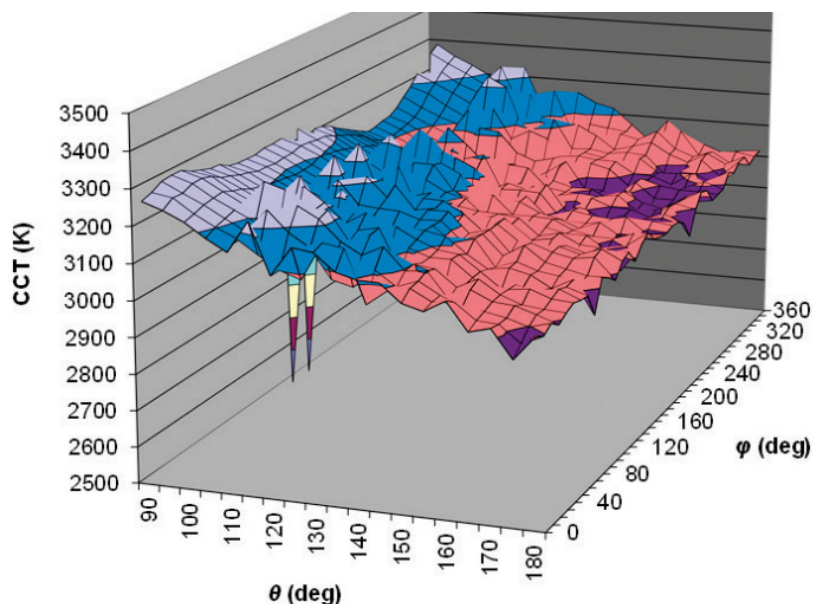


图 F-1 被测灯的相关色温分布

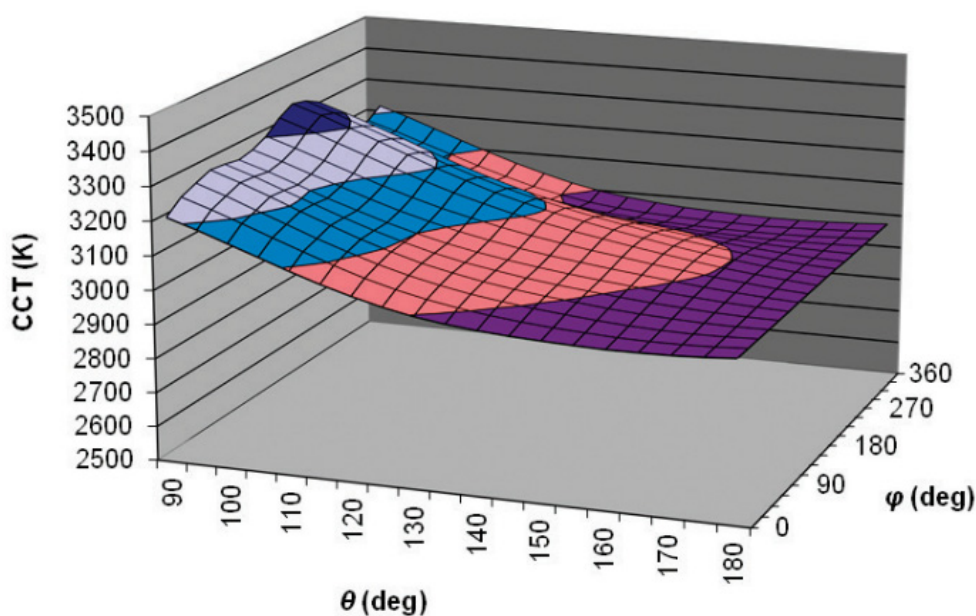


图 F-2 被测灯的相关色温分布如图 E-1 (附件 E) 所示, 使用不同的测角系统。

如果没有表征测量系统的功能, 就很难确定哪个测量是正确的。图 F-1 中的图形可能不准

确，因为信噪比太小，导致突变。图 F-2 中的图形可能不准确，因为即使分布光度计系统具有适当的显示分辨率，检测系统也可能没有必要的模拟数字分辨率（位数）来检测变化。

为了表征测量系统的信噪比性能，对带有严重磨砂或乳白涂层的白炽灯进行了密封，并测量了五个半平面的色度坐标。该灯产生约 97lm 的光，因此，基于均匀分布，其发光强度为 7.8cd。图 F-3 显示了第 9.5 章节中描述的一组测量值的相关色温分布。为图 F-3 中所示的测量值计算的 $\Delta u'v'$ 为 0.00013。代替使用不同光强值的灯，积分时间减少了，产生了因更换灯而产生的相同依赖性。

图 F-4 显示了（第 9.5 章节中描述）对发光强度的依赖性。这种变化在噪声主导信号的点突然发生。因此，对于这种分布光度计系统，需要 0.028cd 的最小发光强度来测量 0.0015 的最小亮度。

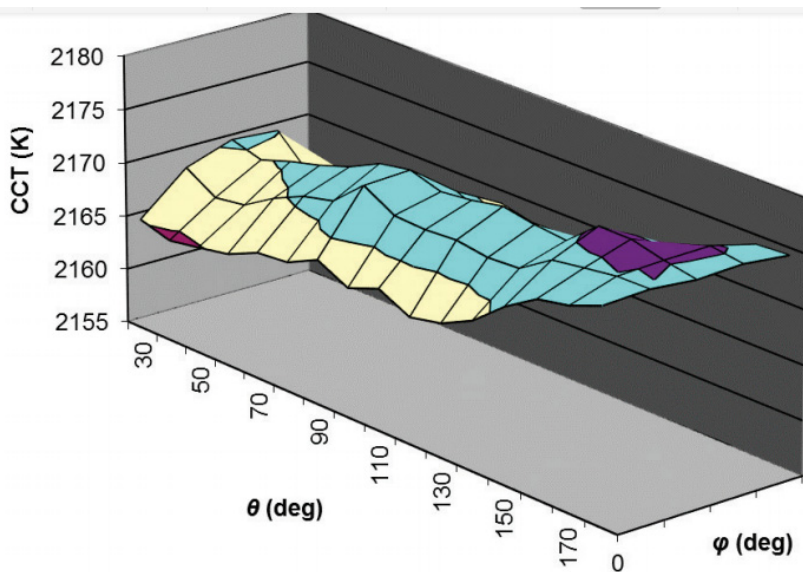


图 F-3 在 9.2 章节中描述的一组测量值的相关色温 (CCT) 分布，用于严重磨砂或乳白涂层的白炽灯。

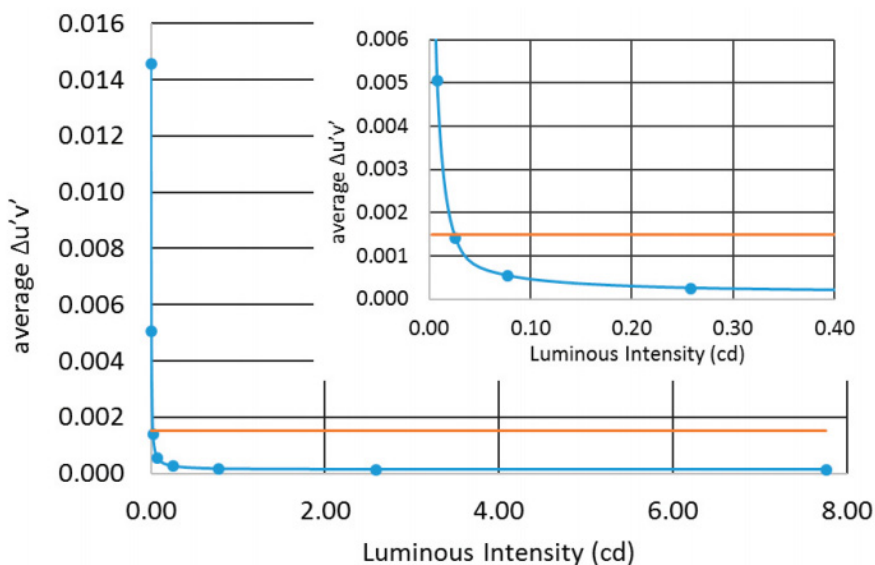


图 F-4 $\Delta u'v'$ 相对于发光强度；插入扩展了 $\Delta u'v'$ 迅速增加的区域

参考

1. 照明工程协会。TM-16-17; 固态照明源和系统。纽约: IES; 2017 年
2. 国际标准组织 (ISO) 和国际电工委员会 (IEC)。测量不确定度-第 4 部分: 测量不确定度在合格评定中的作用。日内瓦: IEC; 2012 (ISO / IEC 导引 98-4: 2012。另请参见: JCGM 106: 2012)。
3. 照明工程协会。LM-82-12; IES 批准的表征 LED 光引擎和 LED 灯的电气和光度特性随温度变化的方法。纽约: IES; 2012 年。
4. UL, LLC。ANSI / UL 1598-2008: 安全灯具的 UL 标准。第 19.7 节和第 19.10-16 节。伊利诺斯州诺斯布鲁克; UL; 2008 年。
5. UL, LLC。ANSI / UL 153-2014; 安全便携式电子灯具的 UL 标准。伊利诺斯州诺斯布鲁克: UL; 2014。
6. 国际标准组织 (ISO) 和国际照明委员会 (CIE)。照度计和亮度计的性能表征。维也纳: CIE; 2014。(ISO / CIE 19476: 2014。另: CIE S023 / E: 2013)
7. 照明工程学会。LM-20-13; IES 批准的方法: 反射型灯的光度法。纽约: IES; 2015 年。
8. 照明工程学会。LM-46-04 / R14; IESNA 批准了使用高强度放电灯或白炽灯丝对室内灯具进行光度测试的方法。纽约: IES; 2015 年。
9. Miller CC, Hastings H 和 Nadal ME.118 个固态照明测试实验室功能的快照。LEUKOS.2016 年 6 月 23 日: 47-56。DOI: 10.1080 / 15502724.2016.1189834。
10. 照明工程学会。ANSI / IES TM-30-18; IES 评估光源色彩再现的方法。纽约; IES; 2018 年。