

LM-79 和 LM-80 是北美照明协会针对 LED 产品的测试方法标准:

LM-79 是固态照明产品电气和光度测量的方法
针对所有 LED 产品的测试方法, 包含测试内容:

- 1、电参数 (功率、电压、电流、功率因数)
- 2、颜色参数
- 3、光通量、光效
- 4、光强分布
- 5、色度不均匀性

LM-80 是针对 LED 光源光通维持率的测试方法
针对 LED 光源而非 LED 灯泡和灯具, 包含测试内容:

- 1、光源在不同温度下的光通维持率
- 2、光源在不同温度下的色度维持率

LM-79 和 LM-80 与能源之星的关系:

LM-79:

能源之星中有大量光色参数的要求, 其测试方法均引用 LM-79 作为测试方法标准

LM-80:

LM-80 的测试数据作为成品光源光通量的引用数据以计算成品灯的光通维持率和色度维持率

并非有了 LM-80 数据就不需做光通维持率, 同样需要测试验证。

www.docin.com



LM-80-08标准中文版

IES 北美照明工程协会

认定方法：LED光源流明维护率测量

照明工程协会关于LED光源流明维护率测量的认定方法

照明工程协会批准出版该委员会报告。修订建议应遵照照明工程协会的有关规定。

编制：北美照明工程协会试验程序委员会下属的固态光源小组委员会



版权所有：2008北美照明工程协会。

照明工程协会董事会于2008年9月22日认定该报告为北美照明工程协会学报。

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。

该报告由北美照明工程协会出版，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委员会一致同意制定，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教育与技术部门总监Rita Harrold，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。

ISBN # 978-0-87995-227-3

该报告在美国印刷。

北美照明工程协会关于LED光源流明维护率的认定方法

简介

该认定方法LM-80适用于基于无机LED的包装、阵列和模块。LM-80旨在指导光输出维持而非任何其他失效模式。该文件中术语“源”仅指包装、阵列和模块。

该认定方法描述了LED光源在受控条件下进行操作的程序，该操作旨在获取灯具在其使用期限内产生的光输出变化的最佳参照数据。这些光源必需在外部辅助设备上进行操作。

LED通常具备很长的使用寿命特性，且依靠驱动电流和使用条件可以使用50000小时或者更久。与所有光源一样，LED发出的光输出随着输出时间会慢慢减弱。与传统光源不同的是，LED不会彻底失效。因此，随着时间的变化，流明维护率会导致更慢的光输出，而非规格中预期的或者规范、标准规范或规划中要求的情况。

随着时间的变化，LED发出的光谱也会逐渐变化，这会导致不可接受的外观或显色性。这些变化可能影响流明维护率，这主要是由于变化的光谱能量分布所引起的光输出变化的作用。

了解光输出、功效和流明维护率以及这些光源的使用寿命是至关重要的。如需了解LED光源光度测量相关信息，请参见参考文献2.1.2, LM-79。术语“使用寿命”通常用于描述使用寿命终止条件，比如当流明维护率降到规定的最低限度之后。该标准制定了流明维护率测量的程序。

LED光源的性能通常受变量的影响，比如操作周期、外部设备与装置产生的条件、环境温度、气流以及方位。当多个实验室进行测试时，测试条件与程序的设计应可提供参照结果。推荐使用该认定方法也旨在此目的。

参见照明工程协会出版物RP-16-05照明工程术语与定义，附录A。

1.0 范围

该认定方法为北美照明工程协会连续系列认定方法之一，该成文方法旨在准许多个实验室通过制定统一的测试方法对测试结果作出可靠的比较，该方法解决了LED光源流明维护率测试的测量，该测量方法经过设计和证明以符合照明行业标准。

该文件提供了光源流明维护率的测量方法，仅包括LED包装、阵列和模块。流明维护率是受控条件下测量的性能，而特殊应用情况下的性能则不同。该认定方法未对超过实际测量所测定的流明维护率限值之外的流明维护率的预计估算或外推提供任何指导或者做出任何建议。

2.0 参考文献

2.1 参考标准

2.1.1 《LED测量》（第二版），CIE 127: 2007, ISBN 978 3 901 906 58 9

2.1.2 北美照明工程协会试验程序委员会，北美照明工程协会 LM-79-2008 《认定的LED光源的电气与光度测量方法》，纽约：北美照明工程协会，2008。



2.0 参考文献

2.1 参考标准

2.1.1 《LED测量》（第二版），CIE 127: 2007, ISBN 978 3 901 906 58 9

2.1.2 北美照明工程协会试验程序委员会，北美照明工程协会 LM-79-2008 《认定的LED光源的电气与光度测量方法》，纽约：北美照明工程协会，2008。

2.2 非标准参考

2.2.1 ASSIST推荐：《LED寿命测试》，第1至6卷，2005年，纽约特洛伊伦斯勒理工学院照明研究中心，2005年。

2.2.2 美国国家标准协会/北美照明工程协会试验程序委员会，IESNA RP-16-07，《照明工程术语与定义》，另请参见有关固态照明的附录A（文件不断更新）

2.2.3 北美照明工程协会试验程序委员会，IESNA LM-10-01《荧光灯寿命性能测试的认定方法》，纽约：北美照明工程协会，2001。

2.2.4 IESNA 试验程序委员会，IESNA LM-65-01 单一终端荧光灯寿命试验，纽约：北美照明工程协会 2001。

2.2.5 美国政府，印刷办公室，华盛顿，D.C.，国家标准研究院，*受测统计手册 91*，第一章

2.2.6 IESNA 照明手册，第九版，纽约 北美照明工程协会 2000。

2.2.7 ASTM标准 E230-03，“标准规范与用于热电偶的温度-电动势(国际电磁辐射)表格” ASTM国际West Conshohocken, PA, www.astm.org.

3.0 定义

3.1 测量仪器

电子测量仪器是电压表、电流表和功率表，温度的单位是摄氏度，光度的单位是流明。

3.2 LED 光源

LED包，阵列，或通过辅助驱动器操作的模型。

3.3 流明维持

流明维持是保持的输出在任一选定的实际时间里输出的光通量（通常以最大输出量的百分数表示）。流明维持与流明降落是相反的。

3.4 流明维护寿命

指定的流明降落或流明维持百分数达到的时间，用小时表示。操作时间不包括光源重复打开或关闭以及周期性打开的实际时间。

3.5 LED 光源故障

无法发光等故障，如生产缺陷引起的过早故障进行报道，但是不包含在 LED光源流明维护计算中。

3.6 额定流明维护寿命 (L_m)

LED光源的实际操作时间将保持为起始光输出的百分数，如 L_{70} (小时): 70% 流明维护的时间。 L_{50} (小时): 50% 流明维护的时间。

3.7 壳体温度 (T_s)

T_s 是厂家包装中规定的，LED光源包装上热电偶安装点的温度。

www.docin.com

4.0 周围与物理条件

4.1 通则

实验室规范建议，LED光源的贮藏和试验应该在相对整洁的环境中进行。操作前，光源必须消除操作标记，必须遵守厂家的操作说明。如：静电释放，ESD。

4.2 LED仪器标记

在寿命试验过程中，必须跟踪每个LED光源。仪器可以用直接贴在其上面的标记区分，也可以用在运输或评估期间可以附在上面的标签，或者在寿命测试过程中贴在寿命测试位置。

所选的鉴定方法将考虑暴露于光和热的效果。合适的标记方法或材料包括：耐久的条码、陶瓷油墨、高温标记，或其他任何可以在寿命测试中周期性更新的方法。

4.3 选样

LED光源的选样是很重要的，因为试验值取决于选样方法，样板尺寸和测试条件以及其他因素。选出的样板光源必须足以代表将要受测的全部产品。在多数情况下，本批必须适当的标准委员会指定。应该报告抽样方法和样板尺寸。

4.4 环境条件

4.4.1 振动 在寿命试验过程中，灯不应该过度摇摆或振动。与其他光源相比，这对LED还不是什么问题。

4.4.2 温度与湿度 光度测量中，LED光源的操作，必须是驱动电流相同的情况下，三个壳体温度的最小值。必须为55° C和 85° C 第三个温度由厂家选定。厂家选定的管壳温度和驱动电流必须代表他们对客户应用的预期，并且必须在建议的操作温度范围内。在寿命试验过程中，管壳温度必须控制在-2° C。在试验过程中，周围空气的温度应该保持在-5° C以内。周围空气应该控制在试验室内。整个寿命试验中，湿度必须保持小于65 RH。

4.4.3 气流 为了恰当地开启和操作光源，必须使气流最小化，因为气流变化会引起热流特性的改变。因为需要一定的气流来避免温度分层，必须注意在把受测仪器，紧邻的距离最小化。

4.4.4 操作介绍与 LED 仪器间距

受测LED光源的操作介绍应由厂家规定。

www.docin.com

5.0 电气与热条件

5.1 输入电压和电流

输入电压必须与额定输入电压(rms)和驱动器的频率一致。使用直流电流时，直流电流和脉动电压不可以超过直流输出电压的2%。

5.2 电压波形

电源必须有波形的电压，这样总谐波失真才不会超过基谐波的3%。

5.3 输入电流调节

在寿命测试过程中，输入电流必须控制并调节在额定电流值的 $\pm 3\%$ 之内，在光度测量过程中，为额定电流值的 $\pm 0.5\%$ 。在操作LED光源的整个过程中，驱动电流必须保持不变。根据厂家的建议，电流作为温度的函数，可以减小，目的是在实际操作中以相同电流试验LED。

5.4 包括驱动器的辅助设备

LED光源的外部驱动器，必须根据厂家的指导使用。

5.5 壳体温度

必须使用符合 ASTM E230 表格 1 “特殊限制” ($< 1.1^\circ\text{C}$ 或 0.4%，或任何更大的)的热电偶测量系统，监控壳体温度。在寿命试验过程中，壳体温度必须控制在 $\pm 2^\circ\text{C}$ 。T。直接在厂家指定原件的LED仪器的壳体温度测量点测量（如：热电偶安装点），应根据参加建议使用散热片。

6.0 试验与测试步骤

6.1 仪器

在寿命试验时，实际操作时间的正确记录是临界的。如果实际时间指示器，必须把它放在特定的试验位置，只有当LED光源通电时才累计时间。若该位置出现电力故障，监控设备不应累计时间。为了时间的精确性，可以使用视频监控、电流监控和其他的方法，以确定实际操作时间。所有设备的校准都必须依据厂家的说明。时间不确定性应范围在 $\pm 0.5\%$ 以内。

6.2 光度测量

光度测量必须按照被测LED光源正确的实验室方法进行。光通量必须在寿命试验中使用的驱动电流中测量。理想情况下，驱动电流起初必须设置为确定厂家光通量测定等级的驱动电流。

因为使用过程中的色彩稳定性对照明设备来说是一个很重要的参数，所以必须确定其色度值。强烈建议用分光辐射度计测量光通量，确定光度和色度值。

6.3 测光法测量温度

在流明和色度测量中，周围温度必须设置为 $25\text{C} \pm 2\text{C}$ 。测试报告中必须提供整个测试过程的周围温度，用于光度测量。测量前，LED 光源必须调为室温。

7.0 LED光源流明维护试验方法

7.1 流明维护试验时间与间隔

在规范4.4指出的指定周围温度中，仪器至少必须驱动6000小时，至少每隔1000小时收集一次数据。为了改善预测模型，间隔最好为10,000小时。

7.2 操作周期

不像其他的光源，反复开电源会缩短寿命，削弱性能，LED 可以很高的速率调整，不影响寿命。但是，设备和模型必须在稳定的电流下驱动，避免调整对结果产生影响。必须报告驱动方法。



7.3 记录故障

至少在每个测量间隔中，用目测法或者自动检测法检测LED光源的故障。每个故障都必须调查，确定是否确实是LED光源故障，而不是辅助设备或电子连接件的不恰当功能引起的。必须报告灾难性的 LED 光源故障，并且记录在实验报告中。

7.4 色度

在流明维护试验过程中，必须在每个光度试验间隔测量色度，测量并报告色度的变化。

8.0 测试报告

该报告应列示所有有关特使条件、设备类型、所测试的LED光源类型的相应的资料。测试报告应包括以下项目：

1. 所测试的LED光源的数量
2. LED光源描述
3. 辅助设备描述
4. 操作周期
5. 环境条件，包括气流、温度和相对湿度
6. 管壳温度（测试室温度）
7. 使用寿命测试期间LED光源的驱动电流
8. 光度测量电流的初始光通量与正向电压
9. 单个LED光源的流明维护率数据以及所有LED光源的平均值、标准偏差、最小与最大流明维护率值。
10. LED光源失效的观察，包括失效条件与失效时间。
11. LED光源监控间隔
12. 光度测量不确定性
13. 随测量时间报告的色度变化。



每项测试均报告其测试项目。应使用表格格式展示测试结果。

IES LM-79-08 标准

版权所有 2008 照明工程协会。

照明工程协会董事会于 2007 年 12 月 31 日认定该报告为照明工程协会学报。

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一致同意制定，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教育与技术部门总监 Rita Harrold，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。

ISBN # 978-0-87995-226-6

该报告在美国印刷。

docin 豆丁
www.docin.com

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，以对照明参数推荐值达成一致。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归为照明工程协会的责任，仅能视为该文件证明人或制定人的责任。

由照明工程协会试验程序委员会固态照明小组委员会编制
固态照明小组委员会

主席: Kevin Dowling
技术协调员: Yoshi Ohno

R. C. Berger
R. S. Bergman
E. Bretschneider* J.
R. Cyre
M. T. Dyble LC*
S. D. Ellersick*
D. Ellis*
M. Grather
P. J. Havens*
A. Jackson*
J. Jiao*
C. F. Jones*
M. A. Kalkas*
D. Karambelas
H. S. Kashani*

P. F. Keebler*
M. Kotrebai
K. K. Krueger
J. P. Marella
M. J. Mayer
D. M. Mesh*
C. C. Miller
Y. Ohno
M. L. Riebling*
M. B. Sapcoe*
L. Stafford*
G. Trott*
R. C. Tuttle
J. W. Yon*
J. X. Zhang

照明工程协会试验程序委员会

主席: Michael Grather

C. K. Andersen
D. V. Andreyev*
J. B. Arens
L. M. Ayers
W. E. Beakes
R. C. Berger
R. P. Bergin*
R. S. Bergman
J. R. Cyre*
R. C. Dahl*
R. O. Daubach*
K. J. Dowling
D. Ellis
A. M. Foy*
P. J. Franck*
R. V. Heinisch
T. T. Hernandez* R.
E. Horan
D. E. Husby**
J. Hospodarsky*
J. Jiao*
M. A. Kalkas
D. Karambelas
M. Kotrebai
K. K. Krueger
B. Kuebler*
E. Ladouceur*

J. Lawton*
L. E. Leetzow*
K. C. Lerbs*
R. E. Levin*
I. Lewin
R. Low*
J. P. Marella
G. McKee
S. W. McKnight*
D. C. Mertz**
C. C. Miller
B. Mosher
W. A. Newland
Y. Ohno*
D. W. Parkansky*
D. N. Randolph
D. Rector
M. B. Sapcoe
D. C. Smith*
R. C. Speck**
L. Stafford*
G. A. Steinberg
N. Stuffer**
T. G. Yahraus*
J. X. Zhang

* 顾问会员

* 名誉会员

该认定方法经与美国国家标准协会固态照明联合工作组 C78-09 与 C82-04 合作制定。

特别感谢 Yoshi Ohno 所提供的技术支持、评审与合作。

目录

1.0	简介	1
1.1	范围 1	
1.2	概述 1	
1.3	术语与定义	1
2.0	环境条件	2
2.1	概述 2	
2.2	气温 2	
2.3	装配SSL产品的热环境	2
2.4	空气流动	2
3.0	电源特征	2
3.1	交流电源的波形	2
3.2	电压调整	2
4.0	SSL产品的老化处理	3
5.0	SSL产品稳定性	3
6.0	操作定位	3
7.0	电力装置	3
8.0	电器仪表设备	3
8.1	电路 3	
8.2	不确定度	3
9.0	总光通量的测试方法	4
9.1	积分球和球体光谱辐射仪（球体光谱辐射仪系统）	4
9.1.1	积分球4	
9.1.2	球形几何体	5
9.1.3	测量原则	6
9.1.4	光谱辐射仪	7
9.1.5	自吸校正	7
9.1.6	校准 7	
9.2	带亮度头的积分球（球形亮度计系统）	7
9.2.1	积分球7	
9.2.2	球形几何体	7
9.2.3	测量原理	8
9.2.4	亮度计头	8
9.2.5	自吸校正	8
9.2.6	f_1 的计算和光谱错配校正系数	9
9.2.7	校准 9	
9.3	测角亮度计	9
9.3.1	亮度计的类型	9
9.3.2	总光通量测量原则	9
9.3.3	扫描分辨率	10
9.3.4	视角 ..10	
9.3.5	偏振 ..10	
9.3.6	亮度计头	10
9.3.7	校正 ..10	
10.0	光强分布	10
11.0	发光效能	11

12.0	SSL 产品颜色特性的测试方法.....	11
12.1	使用球体测角亮度计系统的方法.....	11
12.2	使用空间扫描过的测角亮度计或色度计.....	11
12.3	光谱辐射仪参数对所测颜色特性的影响.....	12
12.4	色度计算.....	12
12.5	色度的空间分布不均.....	12
13.0	不确定度陈述.....	13
14.0	测试报告.....	13
	参考文献.....	14
	附件（信息）.....	15



照明工程协会关于固态照明产品的电气与亮度测量的认定方法

前言

该认定方法为指导固态照明 (SSL) 产品而设计。虽然有许多光源和泛光灯亮度测量的其它标准,但这些标准专用于灯具或者泛光灯的测量。由于目前固态照明产品的形式为泛光灯或灯具,并且泛光灯中的 LED 光源不容易分散为可代替的灯具,因此现行标准不能直接用于固态照明产品。这就要求使用绝对亮度测量。参见该文件的附件以了解绝对亮度测量不同于相关亮度测量的说明,在历史上绝对亮度测量一直作为照明行业标准。因此,该标准提供了可以解决固态照明产品测量要求的测试方法。由于固态照明产品技术仍然处于初级阶段,因此测量条件要求与适当的测量技术应该随着固态照明技术的提高而随时变化。

1.0 简介

1.1 范围

该认定方法描述了在标准条件下用于照明目的固态照明 (SSL) 产品总光通量、电功率、发光强度分布以及色度重复性测量时所遵循的程序以及遵守的预防措施。该认定方法适用于基于 LED 的配备控制电子设备和散热器的固态照明产品,即这些设备仅需要 AC 主电源与 DC 电源电压即可运行。该文件不适用于需要外部操作电路或者外部散热器的固态照明产品 (例如, LED 芯片、LED 包装与 LED 模块)。该文件适用于泛光灯形式 (装置配备光源) 与集成 LED 灯具形式的固态照明产品 (参见第 1.3 f 节)。该文件也不适用于为未配备光源的固态照明产品设计的装置。该文件描述了单个固态照明产品的测试方法,但不包括产品的性能等级评定的测定,使用这种方法时应该考虑产品的个别变化。

1.2 概述

该文件中所定义的固态照明产品将 LED (包括无机和有机 LED) 作为光辐射源使用,以产生光用于照明。LED 是一种 $p-n$ 结半导体设备,当偏向正向时会发出不相干光辐射。LED 可通过两种方法产生白光。将 LED 产生的两种或更多颜色的可见光谱加以混合,或者使用 LED 放射 (位于蓝色或者紫外线区域) 激发磷光体以在可见去产生宽带发射。可参见参考 1 了解 LED 与照明的基本描述。尽管独立式 LED 通常为恒流控制,但该文件涉及了配备半导体设备水平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。如此,这些测量结果仅在达到的特殊条件下才有用,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亮度数据为在一个或多个方向、色度坐标、相关色温以及显色指数方面的总光通量 (流明)、光视效能 (lm/W) 和发光强度 (坎德拉)。为使用该认定方法,这些数据的测定应视为亮度测量。

AC 电源型固态照明产品所测量的电气性能为输入 RMS AC 电压、输入 RMS AC 电流、输入 AC 电源、输入电压频率以及功率因素。而 DC 电源型固态照明产品所测量的电气性能为输入 DC 电压、输入 DSC 电流与输入电源。为使用该认定方法,这些数据的测定应视为电气测量。

1.3 术语与定义

- a) 电气测量的单位为伏特、安培和瓦特。
- b) 亮度测量的单位为流明和平方坎德拉。规定色度坐标的单位为国际照明委员会推荐的立方系统,即 (x, y) 或者 (u', v') 色度坐标。需要使用 (u', v') 坐标指定与相关色温 (CCT) 无关的色度的容差。也可用 CCT 和 D_{uv} 表示色度 (标明 $\text{CIE}(u', 2\beta u')$ 图解中与普朗克轨迹之间的距离; 在参考 4 中定义)。

- c) 调节意指测试中固态照明产品使用的电压的恒定性。
- d) 老化时间意指全新条件下在指定时间内提前操作测试的固态照明产品。老化时间达到“初始”数据时即可获得亮度数据。
- e) 稳定性意指测试的固态照明产品在足够长的时间内可使电气和亮度值变得稳定的运行。有时将其称为预热时间。
- f) 集成LED灯具意指配备集成驱动器和标准化管座的LED设备，其设计方式是通过标准化灯座/插座将其连接到支路（例如，用螺丝灯座替换白炽灯）。
- g) LED照明灯具意指全套照明设备，其包括光源和驱动器以及分散光、固定并保护光源以及将光源连接到支路上的所有部件。光源本身可为LED数组、LED模块或者LED灯具。
- h) 预燃意指将光源安装到测量仪之前进行的光源的操作，以缩短所需稳定测量仪的时间。
- i) 亮度计头意指设备内具有探测器、一个校正滤光器和任何其他部件（光圈、扩散器、放大镜等）的设备。

2.0 环境条件

2.1 概述

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

2.2 气温

测量的环境温度应维持在 $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ，该温度的测量应距离固态照明产品超过1米位置，且测量高度与固态照明产品的高度一致。

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产发出的光辐射隔离开。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。

2.3 装配SSL产品的热环境

选择安装方法是装置散热的第一步，对测量结果影响很大。被测SSL产品应安装在测量仪器上（例如，积分球）方便配套设施传导热量，稍微起到冷却作用。例如，悬挂式产品安装在弧形墙上进行测量时，产品可能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。这种要求产生的任何偏差都应该计算出来，以观测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汇报。

2.4 空气流动

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。

3.0 电源特征

3.1 交流电源的波形

在使用SSL产品时，交流电源在规定频率（一般是60赫兹至50赫兹）下应该有正弦电压波形，使谐波分量的RMS总和在进行检测时不超过原来的3%。

3.2 电压调整

用于被测装置的交流电源（电压有效值）或直流电源（瞬时电压）电压在欠载时应限制在 $\pm 0.2\%$ 范围内。

4.0 SSL产品的老化处理

为检测SSL产品新等级，SSL产品在测试时不需要老化处理。

注意：一些发光二极管（LED）电源在使用的前1000小时会增加少量光能输出；其他一些LED电源则不会。由于LED产品光能输出在1000小时内会增加，所以产品没必要进行老化处理，如果光能输出增加且增加率低于百分之几，就不会使原来的光通量等级或产品使用寿命发生明显改变。

5.0 SSL产品稳定性

测量前被测SSL产品需要经过足够的处理直到产品达到稳定和温度平衡。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灯）至2小时以上（大型SSL照明体）。SSL产品稳定过程应该在2.2节规定的环境温度和参考文献6规定的情况下进行。当光能输出和电能经过30分钟（除去其中15分钟）之后，至少有3个指数的变化范围（最大值—最小值）低于0.5%时，可以断定产品已达到稳定性。每个SSL产品达到稳定的时间都应该有所记录

测试同类产品时，如果在使用上述的标准方法时用上述（例如，产品的预热时间—见1.3h节）以外的方法也能得到同样的稳定状态（所测总光通量在规定的0.5%以内），那么这些方法也可以使用。

6.0 操作定位

被测SSL产品应该在制造商推荐的产品最终使用环境中进行评价。SSL产品的稳定性和亮度测量应该在这种环境下进行操作。

注意：LED的灯光发射过程不受环境影响。但SSL产品的环境会改变LED在产品上产生的热状态，因此电能输出也可能受SSL产品环境的影响。SSL在安装测量时的环境也应该和结果一起记录下来。

7.0 电力装置

所测SSL产品应按照关于SSL通用产品的规定在规定的电压（AC或DC）下进行检测。为减少低于持续使用输入电能达到状态的p-n结温度，脉冲型输入电能和测试要配有占空型输入电能，这种方法不能用于SSL产品测

试。

如果产品亮度会变暗，则测试应该采用电能最大输入状态。如果产品有多种操作模式，包括可变电路(CCT)，如果必要可以在不同的操作模式(和电路)中进行测量，这类装置情况需要明确阐述。

8.0 电器仪表设备

8.1 电路

测试输入直流电源的 SSL 产品需要在直流电源供应器和被测 SSL 产品之间连上直流电压表和直流电流表。电压表应穿过 SSL 产品的电源输入设备。所测电压和电流结果可以显示直流电源输入的 SSL 产品所输入的电能(瓦特)。

测试输入交流电源的 SSL 产品应该在交流电供应器和被测 SSL 产品之间连上交流电表，从而测出交流电能以及所输入的电压和电流。

8.2 不确定度

使用交流电压和电流仪器的校正误差(见以下标注)应低于 0.2%，交流电表的校正误差应低于 0.5%，直流电压和电流的校正误差则应低于 0.1%。

标注：这里的误差指的是相关的扩展误差，可靠度为 95%，覆盖率一般为 $k=2$ ，参考文献 5 和 6 对此有所规定。如果制造商的规范中没有规定误差，那么制造方应该联系作出修改。

9.0 总光通量的测试方法

SSL 产品的总光通量(流明)应该使用积分球系统或测角亮度计进行测量。是否选用这种方法取决于还需要测量其他哪些测量值(颜色，强度分布)，SSL 产品尺寸和其他要求。下面是每种方法的使用指南：

<积分球系统>

积分球系统适合用于集成 LED 灯具和相对较小的 LED 照明体(见 9.1.2 节关于能用规定大小积分球测量的 SSL 产品大小衡量的方法指导)测量总光通量和色度。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，球体内温度不易受温度控制室内潜在的气流影响。注意安装在积分球内部或表面的 SSL 产品散发的热量可能会集聚并增加所测产品的环境温度(细节详见 9.1.1 节)

使用的积分球系统有两种，一种采用的是 $V(\lambda)$ 校正的亮度计(球形亮度计，见 9.2 节)，另一种采用光谱辐射仪作为探测器(球形光谱辐射仪，见 9.1 节)。由于 $V(\lambda)$ 产生的积分球相关光谱敏感度存在偏差，所以使用第一种方法会产生光谱非匹配误差(见 9.2.6 节)，而第二种方法理论上没有光谱非匹配误差。采用光谱辐射仪更常用于 SSL 产品的测量，因为采用亮度计(见 1.3i 节)产生的光谱非匹配误差非常重要，而不仅仅只对于 LED 发射光和校正很重要，它需要用到系统光谱敏感度以及被测装置频谱方面的知识。此外，采用测角

亮度计同时也可以测出色数和总光通量。9.1 和 9.2 节对两种方法进一步进行解释。在参考文献 7 和 8 可以找到用积分球亮度计测量的一般性建议。

<测角亮度计>

测角亮度计能测量光强分布以及总光通量。测角亮度计还能在测量小型 SSL 产品的同时，测量相对大尺寸(相对于传统荧光灯照明)的 SSL 产品的总光通量。测角亮度计安装在通常温度控制的暗室，不易于从被测光源吸收热量。但要注意通风装置会影响易受温度影响的 SSL 产品的测量。必须按照 2.2 节的规定测量和保持环境温度。用测角亮度计测量比球体亮度计更耗时。使用宽带适光检测器的测角亮度计易受上述光谱非匹配误差的影响。事实上，如果在颜色和角度方面改变很大，校正光谱非匹配误差就更难。使用测角亮度计测量 SSL 产品可参考 9.3 节。参考文献 8 和 9 提供测角亮度计的一般性建议。

9.1 带分光辐射度计的积分球(球体-分光辐射度计系统)

本类型的器具测量全光谱辐射流量(单位: W/nm)，用于计算光通量和色量。用一排分光辐射度计，测量速度可与使用亮度计一致。

9.1.1 积分球 积分球的尺寸必须足够大，确保遮挡和自吸收造成的误差在固态照明产品测试中不会很显著。要求的球体尺寸的指导，与受测 SSL 产品尺寸有关，见 9.1.2 节。通常，紧凑型灯具采用的球体尺寸为 1 米或更大(典型的白炽灯或紧凑型荧光灯的尺寸，更大的灯具用 1.5 米或更大的。(例如，4 脚线性荧光灯和高强度气体放电灯)。球体尺寸还必须足够大，以避免受测光源的热量使球体温度增加过高。通常，用 2 米或更大的球体，测量 500 瓦或更强的灯源。

积分球必须安装辅助灯，测量自吸收作用。(见 9.1.5 节)。球体分光辐射度计的辅助灯必须放射宽辐射整个分光辐射度计的光谱。所以，通常使用石英卤素灯。辅助灯在整个自吸测量过程中，灯光放射量必须稳定。

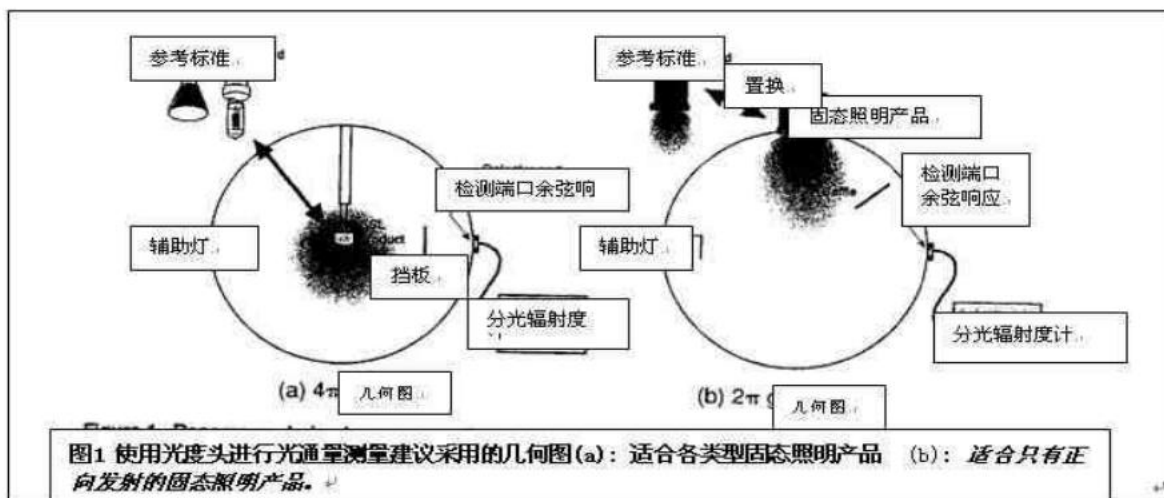
根据球体尺寸和用途，建议球壁内膜反射比为 90 % 到 98 %。得到更高的信号，最好用更高反射率的灯。小误差与球体反映的空间不一致性以及 SSL 受测产品密度分布的变化有关，球体-分光辐射度计系统最好采用更高的反射比，以保证整个可视区域的信噪比。然而，必须注意，反射率越高，球体的敏感度就越大，对自吸效果和长期飘逸就更加敏感，而且会有更大的光谱吞吐量。如果球体有开口，必须考虑平均反射率。更高的膜反射比有利于补偿减少的平均反射率。

9.1.2 球体几何图 1 为建议采用的球体-分光辐射度计系统的球体几何图，用于测量固态照明产品的全光谱辐射流量。参考标准用于全光谱辐射流量。SSL 产品的所有类型，包括向各个方向发射(4πTsr)的，或正向发射的(不考虑方向)，建议都采用 4-n 几何图(a)。2π 几何图(b)可用于正向放射(不考虑方向)的固态照明产品。如固态照明产品壳体或支座太大，不能用 4π 的几何图，也可以使用 2TT 的。两个几何图中，固态照明产品尺寸必须限制在球体尺寸范围内，确保光组合与自吸精校正空间上的一致性。为测量组合的 LED 灯，球体可安装带螺丝插座的灯座。

作为指导，在 4TT 几何图中，固态照明产品的表面总面积应该小于球壁中面积的 2 %。例如，这就相当于一个两米的积分球里面直径小于 30 厘米的球形物体。线性产品最长的物理尺寸应该小于球体直径的 2/3。

在 2TT 的几何图中，用于安装固态照明产品的开口的直径，应该小于球体直径的 $1/3$ 。固态照明产品必须安装在圆形开口内部，这样，它的前边与开口的边缘就接平无缝。（也可以稍微在球体里面，保证所有放射光线都集中在球体内。在这种情况下，开口边缘与固态照明产品（或参考标准）的缝隙可以用一个表面覆盖（里面为白色），这样，就可以在一个光线正常的房间里测量，因为球体完全被遮盖了。图 2(a)）。如果不方便而缝隙又必须保持打开，可能就需要一个昏暗的房间（至少要围绕开口），阻挡外部光线或放射光线进入球体。（见图 2 (b)）。两种情况下，接受检测的固态照明产品必须安装到球体上，支撑材料或结构才不会把热量传导到球壁。见 2.3. 节两个几何图，挡板的尺寸必须尽量小，检测器才不会从受测的最大固态照明产品或标准灯具中直接发光。建议时使用。





全光谱辐射通量的标准灯通常为石英卤素白炽灯，有宽带光谱在整个可视区域校准分光辐射度计。2π的几何图，需要只有正向分布的标准灯。例如，带反射体的石英卤素灯，适当地分布亮度，可用作参考标准源。4π的几何图，通常使用无方向分布亮度的标准灯，但是正向分布亮度的标准灯也可能需要。注意：如果燃烧位置改变，白炽标准灯的光输出量也会改变。

应该注意，积分球对它们内部的球体表面没有完全一致的敏感度。球体下半部分的敏感度往往会比较低，这是因为落下的灰尘的污染，以及球体周围接缝的小缝隙。所以，如果用无方向的标准灯有狭窄射线分布的光源，其误差一般会更大。误差的大小，取决于球体的设计和维护。如果标准灯和固态照明产品的光强度一样，就不能用该球体。为确保误差不致太明显，可以准备不同光强度的标准灯（无方向、向下/宽、向下/窄）以供受测的固态照明产品选择。或者，如果使用无方向的标准灯，就必须建立校准因素，并在测量固态照明不同亮度分布

这些校正因子，可以通过测量灯具或固态照明产品确定。灯具和固态照明产品的强度分布不同，且都用其他正确的方法校准过了。（例如：国家计量研究院的可追踪校准，或者使用设计精良的测角亮度计）。

球体周围温度必须根据2.2节的要求调节。如果挡板安装在与球体中心一样的高度，从检测端口挡住光源的挡板后面常常要安装一个温度计。图1(a) 当一个固态照明产品安装在球壁（例如：图1(b)），周围的温度将在球体内部的挡板后面测量（分光辐射度计）。另外，产品附近球体外部周围的空气（见2.2节）两个读数都必须符合25±1℃的要求。如果由于测试中固态照明产品发出的热量，封闭球体周围的温度超过25+1℃固态照明产品可以部分敞开，使之稳定，达到周围温度在5±1℃之内的要求。在测量时，球体必须轻轻关闭，避免空气进入其中。注意，如果产品的光通量的稳定性与球体亮度计监控好，当球体打开，室内灯必须关闭，敞开的半球必须转移。

9.1.3 测量原则：测量工具（积分球和分光辐射度计）必须根据光通量标准校准。由于用积分球校准，所以不必知道球体的光谱的吞吐量。受测固态照明产品的的光通量是经与参考标准比较计算出来的 $\Phi_{REF}(\lambda)$ ：

$$\Phi_{TEST}(\lambda) = \Phi_{REF}(\lambda) \cdot \frac{Y_{TEST}(\lambda)}{Y_{REF}(\lambda)} \cdot \frac{1}{\alpha(\lambda)} \quad (1)$$

其中， $Y_{TEST}(\lambda)$ 与 $Y_{REF}(\lambda)$ 是固态照明产品测试所得的分光辐射度计的读数并作为分别参照标准，而 $\alpha(\lambda)$ 为自吸系数（参见第9.1.5节）。

根据测得的总光谱辐射通量 $\Phi_{TEST}(\lambda)$ [W/nm]，总光通量 Φ_{TEST} [lm] 通过以下公式求得：

$$\Phi_{TEST} = K_m \int_{\lambda} \Phi_{TEST}(\lambda) V(\lambda) d\lambda \quad (2)$$

$(K_m = 683 \text{ lm/W})$

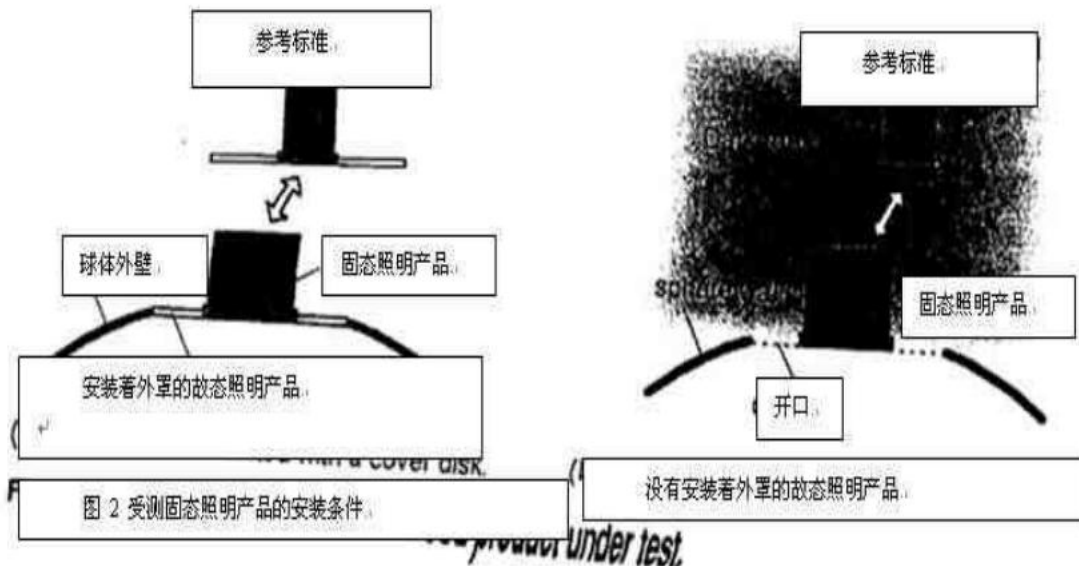


图 2 受测固态照明产品的安装条件。

9.1.4 分光辐射度计：机械扫描型或数组型分光辐射度计都可以用。由于数组的多元性质，数组型分光辐射度计有测量时间短的优点。分光辐射度计最小光谱范围为 380nm 到 780nm。确定的可视光谱区域从 360 nm 到 830nm。

积分球的检测端口必须是一个扁平的扩散体或卫星球体（带开口的很小的积分球检测系统），与球体涂层表面齐平安装，以便检测端口的分光辐射度计的输入有带定向的 小于响应指数的大概的余弦响应。⁶⁹⁾10。应该注意光纤输入（没有附加的光学器件），常常由数组分光辐射度计提供，有一个狭窄的接受角校准分光辐射度计测量光度量，没有误差；但是，还存在很多与分光辐射度计相关的误差来源。注意在某些质量很差的数组分光辐射度计中，误差可能会比质量好的亮度头大很多。测试固态照明产品的光谱分布与标准源（钨源）不一样时，误差可能很显著。主要的误差原因包括：带宽、扫描间隔、波长精度、光谱杂散光、检测非线性以及输入几何学等。为得到准确的比色，分光辐射方法要求带宽和扫描间隔应为 5 nm 或更小。按照参考 3.22 给出的其他建议，将误差和评估测量的不确定性减到最小。

9.1.5 自吸校正 自吸是这样的效果：球体系统的敏感度由于球体内部灯本身吸收光线而改变。当测试光源的尺寸和形状与标准光源不一致时，误差也可能发生。

自吸校正是临界的，因为受测的固态照明产品的物理尺寸和形状通常与参考标准的尺寸和形状不同。自吸取决于波长，因为球体涂层的光谱反射是不平的。自吸校正因子可以按以下公式测量：

$$\alpha(\lambda) = \frac{Y_{\text{aux, TEST}}(\lambda)}{Y_{\text{aux, REF}}(\lambda)} \quad (3)$$

当受测固态照明产品或参考标准的分光辐射度计分别安装在球体内部或上面时(4TT 或者 2TT 几何学)， $J_{\text{W,TESTW}}$ 和 (A) 是辅助灯的分光辐射度计读数。在这种情况下，不运作固态照明产品和参考标准。只运作辅助灯。

9.1.6 校准：测量工具（积分球和分光辐射度计）必须根据 NMI 可追溯全光谱辐射通量校准。

9.2 带分光辐射度计的积分球（球体-分光辐射度计系统）

这个方法是积分球测光法的传统方法，使用亮度头作为积分球的检测器。这个方法可接受，但不是最好的。因为，在测量固态照明产品的光通量中，可能有潜在的更大的非匹配误差（如果没有使用不匹配校正），同时还会因为需要色量的独立测量工具。

9.2.1 积分球 见9.1.1给出的描述，除了对辅助灯要求不同之外，也采用了这个方法。对球面亮度计系统，辅助灯不限于白炽灯。更好的做法是使用与受测固态照明产品光谱分布类似的辅助灯，以便准确地测量自吸效果，尤其是当自吸很值很打时($\alpha < 0.8$)或者当受测固态照明产品的壳体很大切色彩很牢固时。

9.2.2 辅助灯 在所有固态照明产品自吸测试过程中，必须保持稳定。例如，可以使用稳定的白色超高亮度光源。球面几何学：图3为本方法建议采用的积分球。与图1的不同在于亮度头用作检测器。见一节

建议并要求运用 4TT and 2TT 几何学。除了参考标准灯要求的差别外，9.1.2 的所有描述都可用于本方法。

参考标准灯分配全光通量，运用 9.1.2 节不同光强分布的相同要求。

例如，对一个窄束的固态照明产品，必须采用窄束光强分布相似的标准灯。只要采用全方向的标准灯，就必须确定不同类型强度分布的校正因子。虽然参考标准灯传统上是白炽灯，但是对分光辐射度计系统，不限于白炽灯。稳定而可再生的固态照明产品（如使用温控的白色超高亮源）可用作全光通量参考标准。最好减低辐射非匹配误差，使参考标准的光谱分布于受测的典型的固态照明产品相似。使用固态照明作为参考标准的好处是可以得到与受测固态照明产品类似的角强度分布。

9.2.3 测量原理：测试设备的光通量是通过与参考标准比较计算出来的。

$$\Phi_{\text{TEST}} = \Phi_{\text{REF}} \cdot \frac{Y_{\text{TEST}}}{Y_{\text{REF}}} \cdot \frac{F}{\alpha} \quad (4)$$

9.2.4 亮度头：虽然球体的光谱吞吐量影响整个光谱敏感度，但是亮度头(见 1.3 i 节)的相对光谱敏感度必须与 $V(\lambda)$ 的功能匹配。整个球体系统（亮度头和积分球）的值（CIE Pub 69 中指定）必须小于 3% 为进一步减小测量的不确定因素，可使用光谱校正器。见 9.2.6 节，值与光谱校正因子的确定程序。亮度头必须有大概的余弦响应，值为 f_2 （定向响应指数），小于 15%，扩散体表面必须与球体涂层表面齐平安装。如果用卫星球体做余弦响应，其开口不可以向内凹；卫星球体的开口边缘必须与积分球的涂层表面齐平。见 9.2.5 节。

9.2.5 除非测试固态照明产品和光通量参考标准模型与尺寸一致，必须使用自吸校正。自吸校正可以用以下公式测量：

$$\alpha = \frac{Y_{\text{aux,TEST}}}{Y_{\text{aux,REF}}} \quad (5)$$

其中，当固态照明产品受测或分别安装全部光通量到球体内部或上面时（4 或 2 几何图） $Y_{\text{aux,TEST}}$ 和 $Y_{\text{aux,REF}}$ 是辅助灯的亮度信号。

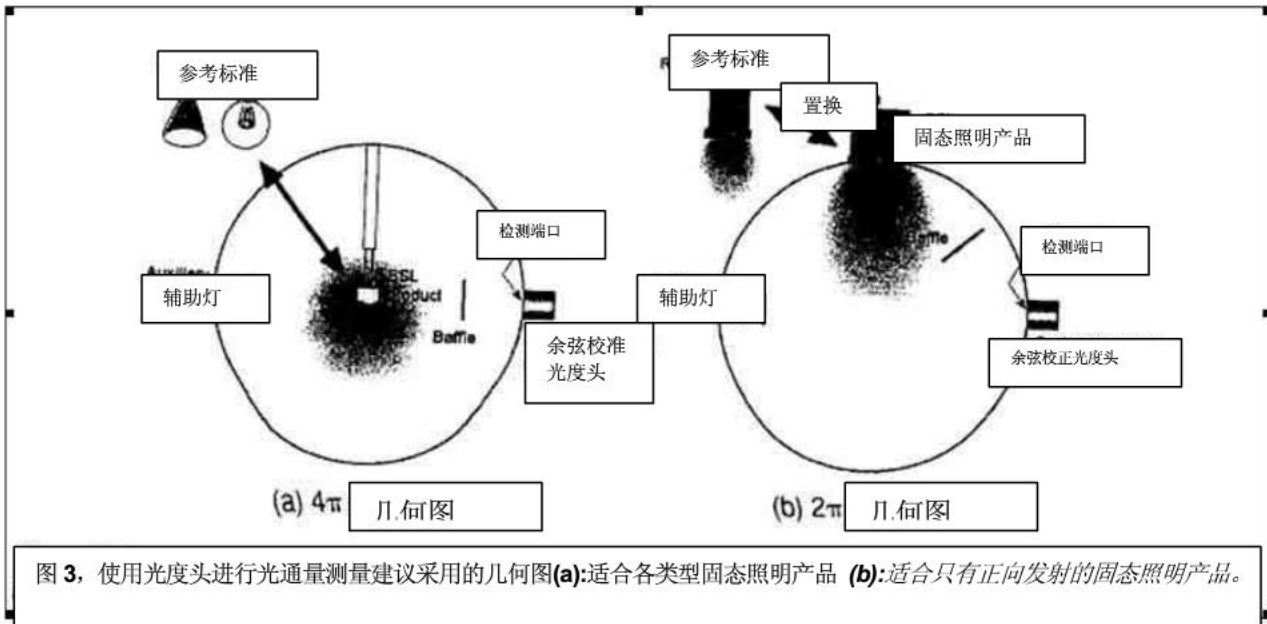


图 3. 使用光度头进行光通量测量建议采用的几何图(a):适合各类型固态照明产品 (b):适合只有正向发射的固态照明产品。

几何图). 它们没有运作; 只有辅助灯运作。辅助灯可以是卤素灯或白炽灯或者白色超高亮度光源。

9.2.6 f_1 与光谱非匹配校正因子的确定 积分球亮度计的光谱敏感度无法完全与 $V(\lambda)$ 函数匹配。当测试固态照明产品的光谱力量分布与标准光源不一样时, 就会出现误差 (称为光谱非匹配误差)。 f_1 数值值是指示光谱敏感非匹配的指数, 而数值 (%) 粗略指示误差的大小。误差可能一般的白色光源, 当误差可能比只含有一些窄束发射的固态照明产品更大。

为确定 f_1 值, 必须算出整个球体系统的相对光谱敏感度。 $s_{rel}(\lambda)$ 是亮度计的相对敏感度的产品。

$$s_{rel}(\lambda) = s_{ph,rel}(\lambda) T_{rel}(\lambda) \quad (6)$$

$s_{ph,rel}(\lambda)$ 应在半球形照明几何体中测量, 如果只在正常方向上测量, 应确定偏差。理论上 $T_{rel}(\lambda)$ 可以由此得出:

$$T_{rel}(\lambda) = k \cdot \frac{\rho_a(\lambda)}{1 - \rho_a(\lambda)} \quad (7)$$

其中, $\rho_a(\lambda)$ 是整个球体内部表面反射率 (如果 ρ 存在最小值, 则 ρ 最小为 0), k 是标准因子。如果使用的积分球 $\rho_a(\lambda)$ 值测量准确, $T_{rel}(\lambda)$ 可以由这个等式得出。但正在使用的积分球或多或少会受污染, 且样品数据与现实的球体表面反射率之间容易存在偏差。因此建议按照参考文献 7 中附件 B 提供的步骤直接在积分球上测量 $T_{rel}(\lambda)$ 。

$s_{rel}(\lambda)$ 值一旦确定, 就可以计算 f_1 值:

$$f_1 = \frac{\int_{\lambda} |s_{rel}(\lambda) - V(\lambda)| d\lambda}{\int_{\lambda} V(\lambda) d\lambda} \times 100\% \quad \text{with} \quad (8)$$

$$s_{rel}(\lambda) = \frac{\int_{\lambda} S_A(\lambda) V(\lambda) d\lambda}{\int_{\lambda} S_A(\lambda) s_{rel}(\lambda) d\lambda} \cdot s_{rel}(\lambda)$$

其中, $S_A(\lambda)$ 是国际照明委员会 A 类照明体的光谱分布, $V(\lambda)$ 是光谱发光效能。

经测试 SSL 产品得知 $s_{rel}(\lambda)$ 和相对光谱功率分布 $S_{TEST}(\lambda)$, 光谱错配校正系数 F 可以由此得出:

$$F = \frac{\int_{\lambda} S_{REF}(\lambda) s_{rel}(\lambda) d\lambda \int_{\lambda} S_{TEST}(\lambda) V(\lambda) d\lambda}{\int_{\lambda} S_{REF}(\lambda) V(\lambda) d\lambda \int_{\lambda} S_{TEST}(\lambda) s_{rel}(\lambda) d\lambda} \quad (9)$$

其中, $S_{REF}(\lambda)$ 是参考标准光源的光谱分布。光谱错位可以通过对 SSL 产品测得的流明值增加校正系数进行修正。 $S_{TEST}(\lambda)$ 的准确度一般关系不大, 因此产品的光谱分配可能无实际价值。

为进一步了解 f_1 和光谱错配校正细节, 请参阅参考文献 10 和 7。

9.2.7 校正 积分球亮度计应按照 NMI 提供的总光通量标准进行校准。

9.3 测角亮度计

测角亮度计通常用于测量光强分布, 并由此得出总光通量。

9.3.1 亮度计的类型 测角亮度计所选类型应能在重力作用下保持燃点位置不变, 因此只能使用 C 类测角亮度计。C 类测角亮度计包括可移动检测亮度计和可移动镜像亮度计。注意避免测角亮度计设备结构或其他表面反射的光, 包括 SSL 产品本身表面和到达光探测器的二次反射。定位装置的转速应使对 SSL 产品热平衡的干扰降至最低。

9.3.2 总光通量测量原则 通过测量光源的光强分布 $I(\theta, \phi)$, 可以得出总光通量:

$$\Phi = \int_{\phi=0}^{2\pi} \int_{\theta=0}^{\pi} I(\theta, \phi) \sin\theta d\theta d\phi \quad (10)$$

为测量照度 $E(\theta, \phi)$ 校正亮度计头,

$$\Phi = r^2 \int_{\phi=0}^{2\pi} \int_{\theta=0}^{\pi} E(\theta, \phi) \sin\theta d\theta d\phi \quad (11)$$

其中, r 是亮度计头基准面旋转半径。测量光强分布

需要足够长的测光距离（见 9.3.1 节）。

如果只是测量总光通量，那么对距离没有严格要求。Eq. (11) 表明，只要能精确测出照度，即使测光距离（半径 r ）相对较短，总光通量也可以精确测出。所以既定大小的所测光源需要的亮度测量空间更小。在这种情况下，检测器在所测 SSL 产品的视野范围内必须要有余弦校正角度响应。根据 Eq. (11) 所给定义，与旋转中心有关的光源位置理论上是无关系的，因此光源的调整对于测量总光通量影响不大。

9.3.3 扫描分辨率 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可以使用横向（水平） 22.5° 纵向（垂直） 5° 的网格。SSL 产品光强变化很快或不稳定时应使用更高的角分辨率（更小的余差），例如聚束光源。根据以往几年检测其他照明体和灯具样式的经验，要进一步了解如何选择正确的扫描分辨率，详见参考文献 9, 11-17。

9.3.4 视角 角度扫描的范围需覆盖 SSL 产品发射光到达的整个立体角。在测量总光通量时使用测角亮度计的一个缺点是，测角亮度计一般会有角区，在角区所测光源发射光会受设备（例如，SSL 产品支撑杆）阻挡，因此在那个方向上无法进行测量（这类角被称为死角）。对于像许多现有设备一样只向前方发射光的 SSL 产品来说，这一点不难解决。但对于那些能在任意方向发射光的 SSL 产品（例如，类似于荧光灯的集成 LED 灯），这将是一大难题。大死角的测角亮度计不适合用于测量这类 SSL 产品的总光通量。如果死角很小（比如，等于或小于 $\pm 10^\circ$ ），其他偏差将可能弥补丢失的数据点。

9.3.5 偏振 由于镜子本身具有轻微偏振的特性，所以要注意镜像型测角亮度计有一个偏振敏感度的检测系统。偏振光感受性在测量发射偏振光的 SSL 产品总光通量时会导致严重错误。测量这类 SSL 产品时建议不要使用带镜子的测角亮度计。为达到同样的目的，一些镜像型测角亮度计可以选择在旋转杆上直接安装一个亮度计头。

9.3.6 亮度计头 测角亮度计的亮度计头应该有与 $V(\lambda)$ 功能相对应的相对光谱响应度。光谱响应度的 f_1 值应低于 3%。亮度计读数需要进行光谱错配校正。要确定 f_1 和光谱错配校正系数，详见 9.2.6 节 eqs. (8) 和 (9)， $S_{rel}(\lambda)$ 是正常方向上测量的亮度计头相对光谱响应度。

为获得 9.3.2 节描述的总光通量，亮度计头在光束射入的角区应该有良好的余弦反应，且 $f_2(\epsilon, \phi)$ 值（余弦产生的相对偏差）在可接受的角度范围内应低于 2%。亮度计头的视野范围应有所限制（例如，利用筛孔）以免光线是从角上反射过来而非来自所测光源。在亮度计视野范围内，为将漫射误差降至最低建议在检测器摇杆另一侧使用挡光屏以及/或者在墙上和地板上使用低反射物（比如黑天鹅绒）。

9.3.7 校正 用于测量光强分布的测角亮度计应按照国家标准中的照明或发光强度标准进行校正。此外，用于测量总光通量的测角亮度计应该用国家标准规定的总光通量标准灯进行检测验证。这类检验要使用标准灯，且标准灯同测角亮度计所测的各种 SSL 产品一样有角度强度分布（定向或全方位的）的。

10.0 光强分布

9.3 节提供的建议是关于用于测量光强分布和总光通量的测角亮度计。测量光强分布需要足够的测光距离，通常测光距离是有宽角分布的 SSL 产品直径最大值的五倍以上。窄束光需要的测光距离更长（例如，详见参考文献 13）。

安装 SSL 产品的坐标体系和几何体应采用专用程序 9, 11-17 中的传统照明测试做法。所测 SSL 产品的绝对光强分布（指传统照明测试中的绝对亮度法；例如，详见参考文献 16）需要说明。注意使用有关的亮度法表示标准光强数据，这通常用于传统的照明测试，但不能用于 SSL 产品。如果需要球面带光通量，可以参照参考文献 16 的附件 A。

如果有必要，所测光强分布的电子数据应包含在“IES 文件”格式中，提供 IES LM-63 规定的绝对亮度。IES 文件是一个电子数据格式，可以被建筑师和设计师在设计应用中用来准确预测照度。但在使用这些数据时还需明白亮度文件描述的是单一照明体性能，并不代表同类 SSL 照明体的共同性能。

11.0 发光效能

SSL 产品的发光效能 (lm/W) η_v ，由所测总光通量 Φ_{TEST} （流明）和所测电力输入能量（瓦特）两者相除得到。

$$\eta_v = \frac{\Phi_{\text{TEST}}}{P_{\text{TEST}}} [\text{lm/W}] \quad (12)$$

注意上述的发光效能是参考文献 19 定义的一种光源的发光效能，不能和辐射的发光效能混为一谈，后者是光通量（流明）比光源的辐射通量（瓦特）。

12.0 SSL 产品颜色特性的测试方法

SSL 产品的颜色特性包括色度坐标、相关色温和显色指数。SSL 产品的这些特点可能在空间上分布不均匀，因此为了准确说明这些产品，色彩数量应用空间分布均匀的测量值进行测量，且在 SSL 产品有目的地发射光线的角区色彩要加强变得强烈。

12.1 使用球体测角亮度计系统的方法

为达到这个目的，首先建议使用 9.1 节中描述的球体测角亮度计系统测量总光谱辐射通量。测出的总

光谱辐射通量是一个集成数量，所以由此计算的颜色特性在空间上已分布均匀。按照 9.1 节提供的建议使用这种方法进行测量。

使用测角亮度计测量颜色的一般性建议可以参照参考文献 20 和 21。在光谱颜色测量中出现的各种错误分析和校正方法可参照参考文献 22。

12.2 使用空间扫描过的测角亮度计或色度计

这种方法用于没有球体光谱辐射仪或测试样品过大无法用球体测角亮度计系统测量时。这种方法利用测角亮度计和/或色度计在不同方向上测量被测 SSL 产品的色度。最有效的方法是在测角仪（也称作测角光谱辐射仪或测角色度计）上安装颜色测量器具。同时还能测量光强分布和色度坐标，参考阅读在产品有目的地发射光到达的整个角区内如何选择合适的角度间隔（详见 9.3.3）。然后空间分布均匀的色度可以通过以下 Eq. (13) 或总三色激励值提供的所有测量点获得。

如果没有测角光谱辐射仪或测角色度计，也可以使用在恒定距离朝给定方向手动安装仪器，因为角度的精确度在这种测量方法中影响不大。色度坐标和光强（或照明度）间隔应在 10° 以内，在光源有目的地发射光到达的角区垂直角度为 ϑ ，两个水平角最小为 0° 和 90° （详见图 4）。对于平均光强超过最大强度 10% 的 ϑ 角只需进行色度测量。平均色度坐标 (x, y) 或 (u', v') 应通过以下每个点的照明度和立体角因素加权，用作为所有测量点的加权平均值。

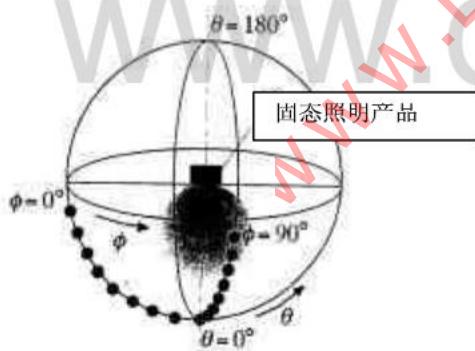


图 4. 使用测角器测量色度的几何图（数据显示的是 SSL 产品只在下方发射光这种情况）。

色度坐标和光强 $\varphi = 0^\circ$ 和 $\varphi = 90^\circ$ （或更多 φ 角）首先得在每个 ϑ 角求平均数，然后表示成 $x(\vartheta_i)$, $y(\vartheta_i)$ 和 $I(\vartheta_i)$ ，其中 $\vartheta_i = 0^\circ, 10^\circ, 20^\circ, \dots, 180^\circ$ 。然后平均色度坐标 \bar{x}_a 算作加权平均：

$$\bar{x}_a = \sum_{i=1}^{19} x(\vartheta_i) \cdot w_i(\vartheta_i) \quad \text{with} \quad w_i(\vartheta_i) = \frac{I(\vartheta_i) \cdot \Omega(\vartheta_i)}{\sum_{i=1}^{19} I(\vartheta_i) \cdot \Omega(\vartheta_i)} \quad (13)$$

and

$$\Omega(\vartheta_i) = \begin{cases} 2\pi \left[\cos(\vartheta_i) \cdot \cos\left(\vartheta_i + \frac{\Delta\vartheta}{2}\right) \right]; & \text{for } \vartheta_i = 0^\circ \\ 2\pi \left[\cos\left(\vartheta_i - \frac{\Delta\vartheta}{2}\right) \cdot \cos\left(\vartheta_i + \frac{\Delta\vartheta}{2}\right) \right]; & \text{for } \vartheta_i = 10^\circ, 20^\circ, \dots, 170^\circ \\ 2\pi \left[\cos\left(\vartheta_i - \frac{\Delta\vartheta}{2}\right) \cdot \cos(\vartheta_i) \right]; & \text{for } \vartheta_i = 180^\circ \end{cases}$$

$$\Delta\vartheta = 10^\circ$$

色度坐标 \bar{y}_a 和其他平均颜色数量的计算类似。这个公式计算的是近似值，但能为实际应用提供足够精确的数据。严格说来，所有颜色数量可以由三色值 X,Y,Z 的几何总通量计算得出。

如果使用的是三色色度计，应通过与光谱辐射仪比较对所测 SSL 产品进行校正，或按照某一参考点（例如，垂直方向）只测量颜色差别，参考点的色度应该用光谱辐射仪进行测量以便所有点的绝对色度都能能光谱辐射仪读出来。亮度输出（照明度）也需要记录下来，用于计算上述的加权平均。为使颜色测量均匀，测量距离应多于所测产品光区范围最大直径的 5 倍。

如果给定产品的颜色空间分布不均不太明显 ($\Delta u'v' \leq 0.001$ ，详见 12.5)，同一类产品的平均色度可以在靠近强度分布最大值的某一方向进行测量。

这种测量方法使用的光谱辐射仪（12.2 中描述的）应按照国家计量基准提供的光谱辐射照度或光谱辐射标准进行校准。

12.3 光谱辐射仪参数对所测颜色特性的影响

光谱辐射仪有一个最小光谱范围，380 nm 至 780 nm。两种方法中（12.1 或 12.2 节）的光谱辐射仪应该进行筛选和安装，以便即使有些 SSL 产品的光谱分布狭窄，其相关光谱分布能精确测量。宽度和扫描间隔一般包含在光源光谱分布测量的重要参数中。扫描间隔宽度和波长应不超过 5nm（除非采用合适的校正方法），且应相匹配，除非波长间隔非常小（例如，1nm 或更小）。要知道更多细节，请参照参考文献 3, 20, 21。各种光源的光谱颜色测量中出现的各种错误分析和校正方法（通频带，漫射光等）包括 LED 可以在参考文献 22 中找到。

12.4 色度计算

色度坐标 (x, y) 和/或 (u', v') 和相关色温 (CCT, 单位：开尔文) 根据 CIE 定义（参考文献 3）通过 SSL 产品相关光谱分布进行计算获得。CCT 被定义为普朗克辐射体，其色度与 $(u', 2/3v')$ 色度表（被称作 CIE1960 (u, v) 表格，现已废弃）的光源色度极为接近。显色指数 (CRI) 通过参考文献 23 的公式进行计算获得。

12.5 色度的空间分布不均

SSL 产品因发射角度不同会有不同颜色。色度的空间分布不均应根据 12.2 节中描述的测量条件进行估算。SSL 产品的色度坐标空间分布不均应在两个垂直基准面进行测量 ($\Phi = 0^\circ$, $\Phi = 90^\circ$), 从这些测量点中可以按照 eq. (13) 光谱计算出平均色度坐标。色度光谱不均值 $\Delta u'v'$, 被确认为分布均匀的色度坐标所有测量点中最大偏差 (CIE (u', v') 图表距离)。在估算中, 只对色度差别的精确度要求比较严格, 因此如果没有光谱辐射仪所有测量需用三色光源色度计进行。

13.0 不确定度陈述

如果存在不确定度, 按照参考文献 5 和 6 提供的建议进行处理。所有亮度测量要使用扩展不确定度和 95% 可靠区间, 所以大多数情况下使用覆盖率 $k=2$ 。

14.0 测试报告

测试报告应列出每个被测 SSL 产品所有重要数据以及特性数据。报告还应列出所有与测试环境, 仪器类别, SSL 产品和参考标准有关的相应资料。报告主要包含项有:

- a) 时间和测试机构
- b) 制造商名和被测 SSL 产品名称
- c) 被测的测量数目 (总光通量, 光效能等)

- d) 相关电子数值 (明确 AC (频率) 或 DC) 和所测 SSL 产品无实际意义的 CCT
- e) 测量前操作时间 (检定新产品不计时)
- f) 测量产品的总时间, 包括测量其稳定性
- g) 环境温度
- h) 测试中 SSL 产品的定位 (燃点位置)
- i) 稳定时间
- j) 使用的测光方法或器具 (球体测角仪, 球体光谱辐射仪或测角亮度计)
- k) 使用的参考标准名称和类型 (瓦数, 灯具型号, 强度分布类型——任意方向/单向) 和根据
- l) 采用的校正系数 (例如, 光谱错配、自吸、强度分布等)
- m) 测光环境 (用于测量球体, 球体直径, 反射涂层, 4π 或 2π 几何体, 测角亮度仪, 测光距离)
- n) 每个 SSL 产品所测的总光通量 (lm) 和电流 (A) 和 电力 (W)
- o) 光强分布 (可应用)
- p) 颜色数量 (色度坐标, 白灯产品 CCT 和/或 CRI)
- q) 光谱能量分布 (可应用)
- r) 如果已知光谱分布和/或颜色数量, 需列出测角亮度计宽度
- s) 使用的仪器
- t) 不确定度陈述 (如果有必要的话)
- u) 如果同标准操作步骤有任何偏差都需要列出来。

参考文献

1. 北美照明工程协会光源委员会,《北美照明工程协会关于发光二极管(LED)来源与系统的技术备忘录》, TM-16-05。
2. 国际照明委员会,《亮度学-CIE物理亮度系统》, CIE S010/E:2004 / ISO 23539-2005(E)。
3. 国际照明委员会,《色度学》, 第三版, CIE 15:2004。
4. 美国国家标准协会,《固态照明产品色品规范》, ANSI-NEMA-ANSLGC78-09.377-2008。
5. 国际标准组织,《测量不确定度表示指南》, 第一版, 1993年。
6. 美国国家标准协会,《测量不确定度表示指南》, ANSI/NCSL Z540-2-1997。
7. 北美照明工程协会试验程序委员会,《北美照明工程协会光源委员会认定的使用积分球亮度计测量灯具总光通量的方法》, LM-78-2007。
8. 国际照明委员会,《光通量测量》, 第三版, CIE 84: 1989。
9. 北美照明工程协会试验程序委员会,《测角亮度计类型与测光坐标》, LM-75-01。
10. 国际照明委员会,《表征照度计亮度计性能特性和规格的方法》, CIE 69:1987。
11. 北美照明工程协会试验程序委员会,《北美照明工程协会光源委员会认定的室内荧光照明器的亮度测试方法》, LM-41-98。
12. 北美照明工程协会试验程序委员会,《室外荧光照明器的亮度测试》, LM-10-96。
13. 北美照明工程协会试验程序委员会,《探照灯亮度测试》, LM-11-97。
14. 北美照明工程协会试验程序委员会,《反射型灯具的亮度测试》, LM-20-94。
15. 北美照明工程协会试验程序委员会,《使用白炽灯丝和氙气灯的道路泛光灯的亮度测试》, LM-31-95。
16. 北美照明工程协会试验程序委员会,《使用高强度气体放电或白炽灯的泛光灯亮度测试的认定方法》, LM-35-02。
17. 北美照明工程协会试验程序委员会,《使用高强度气体放电或白炽灯的室内泛光灯的亮度测试》, LM-46-04。
18. 北美照明工程协会试验程序委员会,《亮度测量数据和相关信息电子传送的标准文件格式》, LM-63-02。
19. 国际照明委员会,《国际照明词汇》, CIE 17.4-1987/国际电工委员会, 出版50 (845)-1989。
20. 北美照明工程协会试验程序委员会,《北美照明工程协会光谱辐射测量指南》, LM-58-94。
21. 国际照明委员会,《光源光谱辐射测量》, CIE 63-1984。
22. Ohno,Y.第五章光谱色测量 - 《理解国际照明委员会系统》, 编者: J. Schanda. 出版社: John Wiley & Sons, Inc., 新泽西州霍波肯。
23. 国际照明委员会,《光源显色说明和测量方法》, CIE 13.3-1995。

附件（信息）

该附件提供了有关此标准制定的背景信息。该附件解释了固态照明（SSL）产品测量与传统灯具和泛光灯测量为何不同、为何需要该标准以及为何不进行抽样。

为何固态照明产品不一样

在传统灯具与泛光灯的亮度测量中，由于灯型不同，操作温度也不一样。这些操作条件包括基准镇流器、电气测量值、稳定时间、挂灯等。因此为不同灯型甚至使用多种灯型的泛光灯制定不同的标准。固态照明产品的测量标准是必需的，因为 LED 光源在操作和温度条件方面与传统光源相比具有不同的要求。

固态照明产品的灯型可以为集成 LED 灯或者泛光灯，其尺度范围自小型灯到大型荧光照亮器。根据所需的尺寸和数量，这些产品可以使用积分球或者测角亮度计进行测量。因此固态照明产品通过具有不同经验和文化的灯具亮度测量工程师与泛光灯亮度测量公式进行测量。该标准为两个工程师组提供了共同基准和统一测量。

传统上，灯具与泛光灯分别使用不同的测试方法进行亮度测量。灯具通常使用积分球进行测量，且总光通量和色度是所关心的主要数值。泛光灯通常使用测角亮度计进行测量，且发光强度分布和照明器效率是所关心的主要数值。已分别制定灯具（比如直 LM-9 管荧光灯、LM-45 白炽灯以及用于紧凑型荧光灯测量的 LM-66）测量和泛光灯（比如用于室内荧光照亮设备测量的 LM-41）测量的标准。但是，对于当前大多数固态照明产品，LED 灯不可能与泛光灯完全脱离，且固态照明产品的性质类似于光源和泛光灯。因此，灯具或泛光灯的所有当前现行标准均不可直接适用于固态照明产品。

相对与绝对亮度测量

传统泛光灯亮度测量方法不适用于固态照明产品，因为根据惯例，泛光灯通常使用测角亮度计进行测量，其测量程序称为*相对亮度测量*。在这种方法中，测试的泛光灯与泛光灯使用的原装裸灯分别进行测量。

之后测角亮度计所测量的发光强度分布数据通过测量的测试泛光灯所使用的总光通量进行规格化。因此，发光强度分布通常以相对比例（例如，坎德拉每千流明）表示。不得将这种测试方法用于固态照明产品的测量，因为在大多数固态照明产品中，LED 灯的光源设计不得与泛光灯分隔。即使 LED 光源可以隔离并单独测量，相对亮度测量方法也并不准确，因为如果 LED 光源在泛光灯外部操作，则其光输出会由于热状况的不同发生很大变化。因此，泛光灯测量的现行标准不可用于固态照明产品。

一些 IES 标准（例如 LM-35-02）描述了*绝对亮度测量方法*，在这种方法中，泛光灯的绝对发光强度分布的测量无需将灯具的测量分开。固态照明产品应使用这种绝对亮度测量方法进行测量。但是，绝对亮度测量仅用于传统泛光灯，且在这些标准中没有充分的细节描述。该标准第 9.3 节描述了固态照明产品的总光通量测量中使用的绝对亮度测量的具体要求。

抽样

随着*相对亮度测量*方法普遍用于泛光灯，测量结果与灯具光输出的个别变化无关，因为测量结果经过测量的灯具的总光通量加以规格化。因此，由于灯具变化以及控制装置镇流器因素变化引起的灯具光输出的个别变化被消除。

若灯具产生的光通量变化引起的不一致性得以消除，则由于泛光灯几何形状变化引起的光通量测量的不一致性通常可忽略不计。必须注意，灯具产生的光通量变化是灯具及其镇流器/控制装置的共同作用。因此在历史观点上讲，仅测量一个样品足以评定灯具产品的级别。该惯例经常用于照明设备的性能等级评定。另一方面，固态照明产品的测量结果直接受光源输出的影响，且始终受到 LED 源个别变化的影响，且该影响甚至比荧光灯所受影响更大。

因此，一件样品的测量不足以评定固态照明产品的等级，且固态照明产品还需要适当的抽样检验和求结果平均数。不同应用中个别产品变化的容差要求可能不同。LM-79 描述了单个固态照明产品的测试方法，但不包括这种评定产品级别的抽样方法，抽样方法应包含于规章要求、客户要求或代理要求中。

后续工作

该标准将随着固态照明产品的改进而继续改进。特别是，使用滤色测角亮度计光滑度测量法测量灯具性能的内容需进一步具体化。不同照明应用的照明要求有所不同，需要作出巨大努力对该部分内容加以说明。照明工程协会将继续改进该标准，并制定固态照明产品测量所需的其他标准和方法。



docin 豆丁

www.docin.com

www.Lisungroup.cc