

OFweek 解读:LED 照明产品检测标准

为了发展照明 LED 技术，发达国家都非常重视 LED 测试方法及标准的研究。例如美国国家标准检测研究所 (NIST) 组织国际知名测试专家开展 LED 测试的研究，重点研究 LED 发光特性、温度特性和光衰特性等测试方法，试图建立整套的 LED 测试方法和技术标准，在 LED 测试方面已经走在了世界的前列。

半导体发光二极管 (LED) 因其体积小、定向发射光、高亮度、PN 结电特性等特点，从而在品质的评价和检测方法方面产生许多新的问题。不同的应用场合，决定了对 LED 产品的性能要求。从光学性能来看，用于显示的 LED，主要是亮度、视角分布、颜色等参数。用于普通照明的 LED，更注重光通量、光束的空间分布、颜色、显色特性等参数，而生物应用的 LED，则更关心生物有效辐射功率、有效辐射照度等参数。此外，发光二极管既是一种光源，又是一种功率型的半导体器件，因此有关它的质量必须从光学、电学和热学等诸多方面进行综合评价。

从目前 LED 产品的结构及产业发展的角度看，照明 LED 产品主要需考虑光学性能、电性能、热性能、辐射安全和寿命等几方面的参数。

光学性能：LED 的光学性能主要涉及到光谱、光度和色度等方面的性能要求。根据新制定的行业标准“半导体发光二极管测试方法”，主要有发光峰值波长、光谱辐射带宽、轴向发光强度、光束半强度角、光通量、辐射通量、发光效率、色品坐标、相关色温、色纯度和主波长、显色指数等参数。显示用的 LED，主要是视觉的直观效果，因此对相关色温和显色指数不作要求，而照明用的白光 LED，上述两个参数就尤为重要，它是照明气氛和效果的重要指标，而色纯度和主波长一般没有要求。

电性能：LED 的 PN 结电特性，决定了 LED 在照明应用中区别于传统光源的电气性能，即单向非线性导电特性、低电压驱动以及对静电敏感等特点。目前主要的测量参数包括正向驱动电流、正向压降、反向漏电流、反向击穿电压和静电敏感度等。

热性能：照明用 LED 发光效率和功率的提高是当前 LED 产业发展的关键问题之一，与此同时，LED 的 PN 结温度及壳体散热问题显得尤为重要，一般用热阻、壳体温度、结温等参数表示。

辐射安全：目前，国际电工委员会 IEC 将 LED 产品等同于半导体激光器的要求进行辐射的安全测试和论证。因 LED 是窄光束、高亮度的发光器件，考虑到其辐射可能对人眼视网膜的危害，因此，对于不同场合应用的 LED，国际标准规定了其有效辐射的限值要求和测试方法。目前在欧盟和美国，照明 LED 产品的辐射安全作为一项强制性的安全要求执行。

可靠性和寿命：可靠性指标是衡量 LED 在各种环境中正常工作的能力。在液晶背光源和大屏幕显示中特别重要。寿命是评价 LED 产品可用周期的质量指标，通常用有效寿命或终了寿命表示。在照明应用中，有效寿命是指 LED 在额定功率条件下，光通量衰减到初始值的规定百分比时所持续的时间。

LED 产业需重视制定测量标准

LED 的发光面小、光束狭窄、亮度高等特点决定了其检测的特殊性，为了应对这个问题，CIE 分别成立了“TC2-45LED 测量”和“TC2-46CIE/ISOLED 强度测量标准”两个技术委员会。CIETC2-34 小组于 1997 年 10 月在维也纳总部召开会议，制定并推荐了 CIE127-1997LED 测量标准，它涉及 LED 辐射度、光度和色度测量。但是由于近年来 LED 的技术发展迅速，尤其是照明用白光 LED 的产品，许多问题是过去所未考虑到的。因此，在 1999 年日本京都举行的 CIE 年会上，与会的发达国家代表提议，由 CIETC2-34 制定白光 LED 照明器具标准，日本代表团还提交了一般照明用白光 LED 的两项标准草案。

为了发展照明 LED 技术，发达国家都非常重视 LED 测试方法及标准的研究。例如美国国家标准检测研究所 (NIST) 组织国际知名测试专家开展 LED 测试的研究，重点研究 LED 发光特性、温度特性和光衰特性等测试方法，试图建立整套的 LED 测试方法和技术标准，在 LED 测试方面已经走在了世界的前列。日本成立了“白光 LED 测试研究委员会”，专门研究照明用白光 LED 的测试方法和技术标准。世界发达国家为了抢占 LED 研究的制高点，在 LED 标准和测试方面都投入了大量的人力物力，在标准方面注重选择 LED 的特性参数及测试方法的研究。

在我国，半导体发光二极管测试方法目前尚无相应的国家标准，因此在不同的生产厂家以及用户之间经常产生很大争议。近年来，中国光协光电器件专业分会陆续组织了多次的半导体发光二极管测试方法的学术研讨和交流，业界人士逐步形成较为统一的认识，并制定了统一的行业标准 SJ/T2355-2005“半导体发光二极管测试方法”，在行业内的产品交流、对比中发挥了重要作用。该标准不仅采纳了

CIE127-1997“Measurement of LEDs”的方法，同时结合照明用功率型白光 LED 的发展需求，增加了显色特性、结温等参数的测量方法，为照明 LED 产品的发展提供了极为重要的依据。

近几年来，多芯片或多管组合型 LED 灯的发展亦非常迅速，而国内外还没有专门针对 LED 灯制定相应的检测标准。但是作为一种照明应用产品，国际电工委员会 IEC 和国际照明委员会 CIE 已有相关的测量标准。照明用 LED 灯的中心光强和光束角可参照 IEC61341-1994 的标准执行，同样国家标准 GB/T19658-2005“反射灯的中心光强和光束角的测量方法”已由浙大三色仪器公司负责起草完成，并于 2005 年 8 月开始实施。对于光谱辐射及颜色的测量，则可参照 CIEN0.63 文件及国家标准 GB/T7922-2003 等执行。

随着人们对光生物安全性的重视，根据国际电工委员会 IEC60825 标准的要求，LED 灯或灯具产品必须按照类似于激光器件的要求进行辐射安全的检测。国内的企业普遍对此重视不够。随着国内更多的 LED 产品进入美国和欧盟等国际市场，将会涉及更多较为复杂的辐射安全的测试问题。对于目前发展迅速的宽光束 LED 产品，上述 IEC 标准的要求可能太苛刻。对于常规照明用的灯和灯系统，考虑到可能对人体皮肤和眼睛的健康造成的危害，国际电工委员会于 2002 年采纳了国际照明委员会的文件 CIES009/E2002 “灯和灯系统的光生物安全性”，作为 IEC 的正式标准。为了应对国际上的变化，我国于 2004 年亦制定了相应的标准，该标准由国家电光源检测中心(北京)和浙江大学三色仪器有限公司负责起草，并将于近期正式发布。

我国 LED 测试企业正努力开发检测仪器

国际上，美国、德国和日本等国家在 LED 的检测仪器方面起步较早，并形成了一定的特色。在国内，近几年 LED 的检测仪器发展非常迅速，已逐步研发成功了从 LED 芯片、发光材料、LED 管、LED 灯和灯具等产业的上、中、下游各个环节的检测仪器，包括实验室研发用的检测仪器、生产线上的自动检测和分选设备以及产品的品质检验用仪器。

测量指标包括：光谱、光度、色度、辐射、电参数、热阻、可靠性和寿命等参数。在实验室研发及品质检测仪器方面，基本上可以满足国内 LED 产品发展的一般需求。国内的仪器价格上往往有比较大的优势，只有进口仪器的几分之一，这对国内众多的中小型 LED 企业初期的产品质量的提高起到一定的积极作用。但是，由于某些仪器制造的技术水平以及对 LED 测量标准的认识差距，使得各个厂家之间的仪器测量结果往往存在明显的差别。典型的情况，如发光二极管的轴向光强的测量，普遍存在测量结果的可比性差。对于同一 LED 管子，两个厂家之间的测量结果可能存在百分之十几，甚至百分之几十的误差，远远超过一般的光度测量精度范围。

目前，在 LED 光电测量中应特别注意下列几方面的问题：

首先，测量的标准

发光二极管的光辐射实际上是一种定向的成像光束，因此不能按照一般教科书中的光度测量规则测量和计算发光强度。也就是说，一般情况下发光强度不能简单地用探测面上的照度和距离平方反比定律来计算。CIE127-1997 “发光二极管测量”出版物把 LED 的强度测试确定为平均强度的概念，并规定了统一的测试结构，包括探测器接收面的大小和测量距离的要求。这样就为 LED 的准确测试比对奠定了基础。虽然 CIE 的文件并非国际标准，但目前已得到国际上的普遍认同和采用。我国的 LED 行业标准与该 CIE 文件的方法完全一致。

第二，光度测量传感器的光谱响应

目前，在 LED 测量仪器中所用的光度测量传感器是采用硅光电二极管和相应的视觉光谱响应校正滤光片组成。为了使探测器的光谱响应函数与 CIE 标准观察者光谱光视效率函数 $V(\lambda)$ 一致，一般需由多片滤光片组成。由于受材料及工艺的限制，某些仪器的传感器在光谱匹配上存在一定的差异，当仪器出厂定标所用的标准源(通常采用 2856K 钨丝灯)与所测量的 LED 管的光谱存在较大差异时，测量的 LED 光度量值就会产生明显的偏差，而且对某些单色 LED 往往更加明显。因此应采用光谱响应曲线在各个波长符合度较好的高精度光度探测器，或者采用光谱辐射法测量，并由计算机加权积分，得到准确的测量结果。否则，必须采用 LED 标准样管对仪器进行定标或校正，才能得到比较一致的结果。

第三，测量的方向性

发光二极管发射光的方向性很强，测量方向的定位将明显影响测量结果的准确性。尤其在 LED 的轴向光强测量中，一些仪器没有对测量 LED 的方向作限定，这样就很难保证测量精度。

在 LED 的测试供电驱动中，LED 本身结温的升高对电参数和发光的影响不容忽视。因此，测量时的环境温度及器件的温度平衡是非常重要的一项测量条件。

从国内外现有的 LED 检测仪器来看，基本上是针对发光二极管的测试要求。随着功率型 LED 的发展，对测试方法的统一和仪器的要求，越来越受到大家的关注。现有的许多测试仪器，对于照明用 LED 灯的测量将会带来很多新的问题。因此，在选购和使用 LED 测量仪器的过程中，必须根据产品的种类、特性及相关的国内外标准来确定。

随着 LED 产业的飞速发展，行业内应针对 LED 产品不同阶段的要求，尽快制定统一的检测方法和标准，形成符合实际需求、有中国自主知识产权的检测仪器，从而有利于上、中、下游各产业链的相互配合和协调发展，促进照明 LED 市场的规范以及中国企业参与国际市场竞争力的提高。值得注意的是，检测仪器是产品质量分析和判断的杠杆，仪器的精度和可靠性应该是最重要的指标。中国的仪器制造企业，应该发展更多具有国际先进水平的检测仪器，满足照明 LED 产业不断发展的需求。

欧美市场 LED 照明产品检测认证

一、主要标准机构和认证标识

ANSI: 美国国家标准协会(American National Standards Institute), 是由公司、政府和其它成员组成的自愿性组织, 本身很少制订标准, ANSI 的标准是自愿采用的, 但被法律引用和政府部门制订的标准, 一般属强制性标准。

UL: 是美国保险商实验室(Underwriter Laboratories Inc.)的简写, UL 安全试验所是美国最有权威的, 也是世界上从事安全试验和鉴定的较大的民间机构。

FCC: 美国联邦通讯委员会(Federal Communications Commission), 是美国政府的一个独立机构, 直接对国会负责。FCC 通过控制无线电广播、电视、电信、卫星和电缆来协调国内和国际的通信。

ETL: ETL 是美国电子测试实验室(Electrical Testing Laboratories)的简称, ETL 试验室是由美国发明家爱迪生在 1896 年一手创立的, 在美国及世界范围内享有极高的声誉。右下方的“us”表示适用于美国, 左下方的“c”表示适用于加拿大, 同时具有“us”和“c”则在两个国家都适用。

Energy Star: 能源之星, 是一项由美国政府所主导, 主要针对消费性电子产品的能源节约计划, 能源之星计划于 1992 年由美国环保署(EPA)所启动, 目的是为了降低能源消耗及减少发电厂所排放的温室效应气体。

IEC: 国际电工委员会(International Electrotechnical Commission), 是世界上成立最早的国际性电工标准化机构, 负责有关电气工程和电子工程领域中的国际标准化工作, 世界各国有近 10 万名专家在参与 IEC 的标准制订、修订工作。

ENEC: (European Norms Electrical Certification, 欧洲标准电器认证)是针对特定并符合欧洲标准的产品(如照明设备, 组件, 及办公室&数据设备)所使用的通用欧洲标, ENEC 标志是欧洲安全认证通用标志, 2000 年开始原来只允许欧洲制造商采用的“ENEC”标志开始对全世界所有制造商开放使用。

GB: “国标”的汉语拼音缩写, 编号由国家标准的代号、国家标准发布的顺序号和国家标准发布的年号(采用发布年份的后两位数字)构成, 由国务院标准化行政主管部门编制, 由国家标准化主管机构批准发布, 在全国范围内统一的标准。

CCC: 中国强制认证(China Compulsory Certification), 于 2001 年 12 月 3 日开始实行强制性产品认证制度, 将原来的“CCIB”认证和“长城 CCEE 认证”统一为“中国强制认证”, 其英文缩写为“CCC”, 简称“3C”认证, 其产品目录包含 19 大类 132 种, 目录内的产品, 必须经国家指定的认证机构认证合格, 取得相关证书并加施认证标志后, 方能出厂、进口、销售和在经营服务场所使用。

二、LED 产品出口欧盟市场的标准

出口欧盟国家需要通过包括安全认证测试 (LVD) 和电磁兼容性认证测试 (EMC), 其主要的认证标示有 CE 和 ENEC, 认证引用标准主要包括: IEC/EN: 60598-1 (灯具的一般要求与试验), IEC/EN: 60598-2-3 (道路与街道照明灯具的安全要求), IEC/EN62031 (LED 模块通用安全要求) IEC/EN: 61000-3-2 (单相输入电流 $\leq 16A$ 设备谐波电流发射限值), IEC/EN: 61000-3-3 (低压供电系统中电压波动和闪烁的限值), IEC/EN61547 (一般照明用设备电磁兼容抗扰度要求), IEC/EN55015(电气照明或类型设备的电磁干扰特性的限值和测量方法), CE 认证与 ENEC 认证引用的标准基本一样, 但是在认证方面却有很大的差别, 主要表现如下:

1. ENEC 必须有经过 ENEC 成员国认证机构的测试和认证方可, CE 属于自我宣称性认证, 如果企业认为自身产品已经满足了 CE 认证标准, 不需要经过第三方的测试和发证, 可自行贴 CEMark;

2. ENEC 认证, 其制造商的产品管理必须符合 ISO9002, 或于其相等的标准, CE 认证不需要 ISO 相关方面的标准;

3. ENEC 认证, 需要根据调和检查程序, 最初的和最小年产量将受发证机构的检查, CE 认证产品不需要相关认证机构的检查;

4. ENEC 认证, 需要每隔一年对认证过的产品进行有选择的重测, 且需要重测费用, CE 认证产品在产品未变更情况下, 可持续有效;

5. ENEC 采用“标准欧洲标准化委员会 (EN)”标准, CE 采用“国际电工委员会 (IEC)”标准, 但两种标准内容完全一样;

6. ENEC 认证, 如果电源是外购, 电源需有通过 ENEC 认证, 再将电源作为灯具配进行认证测试, 如果电源是申请商自己生产, 可不需要 ENEC 的认证, 但需要配合灯具做随机测试, 引用标准为 EN61347-1 (灯的控制装置的一般要求和安全要求), EN61347-2-13 (LED 模块用交流或直流电子装置控制的特殊要求), CE 认证电源如有 CE 认证标示, 就只测试电源配合灯具的 EMC 测试, 不再对电源进行随机的安全测试。

三、LED 产品出口北美市场的标准

出口北美市场的主要认证有 UL、ETL、FCC 和 ENERGY STAR (能源之星) 等几种, LED 道路照明产品 UL 认证引用 UL8750 或 UL60950、UL1598 两个标准, 不测试灯具的 EMC 特性, ETL 认证测试引用完全同于 UL 的标准。FCC 认证引用 FCC Part15B, Class A digital device 的测试限值标准, 不测试灯具的安全特性; ENERGY STAR (能源之星) 主要针对住宅区和商业照明用类 LED 灯具的光电性能要求, LED 道路照明暂不在列; 这里主要介绍比较常见的 UL 和 FCC 认证进行介绍和分析:

美国法律法规对电子产品的强制性认证总包括 Title1 至 Title50, 其中 Title47 为电传视讯类产品, 一共有 Part0 至 Part499 部分, 其中 Part0 至 Part199 为 FCC。FCC 认证的方式分为 Verification (自我认证)、Declaration of Conformity(公告宣称)和 Certification(认证)三种模式, 采用 Verification 时, 没有对测试实验室做任何要求, 可不用测试 (只要确保产品能够符合相应的技术要求) 且不需要提供资料给 FCC; 采用 Declaration of Conformity 时, 测试实验室需取得 NVLAP, A2LA 资质或 FCC 制定认证的实验室, 而且需要多边的互认协议, 但不需要提供资料给 FCC; 采用 Certification 时, 测试实验室需在 FCC 网站上注册, 得到 FCC 官方认可, 有 FCC 或 FCC 指定的 TCB 机构发证, 且需要提供资料给 FCC, 同时可得到一个 FCCID。采用何种认证方式, 取决于产品的类型, LED 灯具产品 FCC 测试的标准为 FCC Part15B, 认证类型为: Verification。

FCC 是美国联邦法律规定的对电传视讯产品的 EMI 特征限值的强制性认证, LED 灯具的 FCC 认证测试与欧盟 CE 中的电磁兼容认证测试有较大区别, 主要表现如下:

1、LED 灯具的 FCC 认证只测试 EMI, 不包涵 EMC 测试项; CE 中的电磁兼容测试则两项都需要认证测试;

2、LED 灯具的 FCC 认证分为 ClassA (工业、商业环境中使用的 LED 灯具) 和 ClassB (居民环境中使用的 LED 灯具) 两类, 两类的测试限值完全不一样, CE 认证中的电磁干扰测试限值标准只有一种, 限值大小与 FCC 中的 ClassB 相当;

3、LED 灯具的 FCC 认证传导干扰扫瞄测试频率从 0.15MHz 开始至 30MHz 结束, CE 认证中的传导干扰扫瞄测试频率从 9KHz 开始至 30MH 结束;

4、LED 灯具的 FCC 认证空间辐射干扰扫瞄测试频率从 30MHz 开始至 1GHz 结束, CE 认证中的空间辐射干扰扫瞄测试频率从 30KHz 开始至 300MH 结束;

5、FCC 认证要求较苛刻, 其 EMI 认证测试限值标准通常要求在 6dB 以上的余量, CE 认证的 EMI 测试余量在 3dB 或以上时 (包括读点后的余量) 即可。

UL 认证在美国属于非强制性认证, 主要是产品安全性能方面的检测和认证, 其认证范围不包涵产品的 EMC (电磁兼容) 特性。以下简单介绍 LED 道路照明产品涉及到的有 UL8750、UL1310 及 UL60950。UL8750 适用于将安装在额定 600V 支路或更低的非危险位置的 LED 照明光源元件的最低安全要求, 同样适用于连接到电池、燃料电池等隔离 (无有效连接) 电源的 LED 光源的最低安全要求; UL1310 适用于包含输入电压 120 或 240Vac 电压通过软件或直接插入的连接 15 或 20A 交流电分支电路或潜在少于 150V 接地的, 使用绝缘变压器和可以并入整流器及其它组件提供直流或交流电能源的, 预期可用于提供能源给低压用电操作的 CLASS2 电源设备; UL60950 适用于信息技术类 (简称 IT) 设备的安规标准, 包括手机、电脑及其周边设备, 比如投影仪, 打印机等等, 也包括输出可带 LPS (受限制电源) 安全回路的电源供应器;

在 LED 照明产品的 UL 认证中，驱动电源认证测试可选用 UL1310 或 UL60950。两款标准的主要差异如下：

1、UL1310 是 CLASSII(提供有限电压和容量的电源)电源设备安全标准，通过 UL1310 认证的电源为 CLASSII 电源，使用 CLASSII 电源做 cUL（加拿大市场）的 LED 照明灯具认证时，可豁免相关安全测试；UL60950 是信息技术类（简称 IT）设备的安规标准，其适用的认证范围要大于 UL1310，但使用通过 UL60950 认证的电源做 cUL（加拿大市场认证）的 LED 照明灯具认证时，不可豁免相关安全测试；

2、UL1310 标准规定输出电压在任何负载条件下电源最大输出电压（包括无负载）的外露接触电压峰值为 42.4V，当设备不包含可自动在输出电路断电装置的最大输出伏安不多于 100 伏安；UL60950 则定义输出电压正常条件下，任何两个可触及的电路零部件之间的电压，或者其任何可触及的电路零件与 I 类设备的保护接地端子之间的电压，不超过 42.4V 交流峰值，或 60V 直流值；

3、UL1310 认证只适用于 120 或 240Vac 标定电压的电网中 CLASSII 电源设备，UL60950 适用于额定输入电压不超过 600Vac 的信息技术类产品，对于 277V 电压系统 UL 认证的 LED 照明产品的驱动电源，只能引用 UL60950 标准认证测试。

国标委正式发布 LED 射灯和筒灯立项行业标准

2011 年 7 月 29 日，国标委正式发布了《反射型自镇流 LED 灯性能要求》、《反射型自镇流 LED 灯性能测试方法》、《LED 筒灯性能要求》和《LED 筒灯性能测试方法》4 个立项标准。这标志着国家半导体照明工程研发及产业联盟（以下简称“联盟”）于 2010 年 7 月发布的《LED 筒灯》和《反射型自镇流 LED 照明产品》技术规范将升级为国家标准。

为指导 LED 射灯和筒灯设计、生产和使用，规范和引导应用与发展，联盟于 2010 年 7 月发布了《LED 筒灯》和《反射型自镇流 LED 照明产品》技术规范，其主要技术内容被 2010 年国家发改委等三部委组织开展的“半导体照明产品应用示范工程”的技术指南采用。

为进一步推动半导体照明产品的标准化工作，在发改委、科技部和国家标准委的协调下，国家标准委决定以联盟发布的《反射型自镇流 LED 照明产品》和《LED 筒灯》技术规范为基础制定国家标准。2011 年 6 月 28 日，联盟组织 20 余家国内检测机构、研究院所及骨干企业的 30 余位代表对标准的技术要求、内容，性能和测试方法是否分别制定等内容进行了研讨，并将会议讨论的相关结果向国标委进行了汇报。联盟对《LED 筒灯》与原来国标委立项的 LED 嵌入式灯具标准的差异性，与全国照明电器标准委进行了沟通，最终确定了《反射型自镇流 LED 灯性能要求》、《反射型自镇流 LED 灯性能测试方法》、《LED 筒灯性能要

求》和《LED 筒灯性能测试方法》四个标准进行立项。其中《反射型自镇流 LED 灯性能要求》和《反射型自镇流 LED 灯性能测试方法》起草单位为国家电光源质量检验中心（北京）和联盟秘书处-北京半导体照明科技促进中心；《LED 筒灯性能要求》和《LED 筒灯性能测试方法》起草单位为上海时代之光照明电器检测有限公司。标准的研讨工作将于近期启动。

为规范半导体照明器件开发和应用产品市场推广，联盟从 2007 年开始进行了半导体照明产品技术规范的制定工作，并成立联盟标准协调推进工作组协调推动半导体照明相关标准的制定工作。联盟将继续推动半导体照明技术规范的研究与制定工作，进一步推进半导体照明的标准化工作，积极为半导体照明战略性新兴产业的技术创新、应用开发和市场应用提供持续性的支撑服务。