

# “半导体照明产品国外 技术性贸易壁垒及应对策略研究”

## 研究报告



Foreign Technical Barriers to Trade and our Countermeasures  
on LED Lighting Products



**totmap**  
技术壁垒资源网

深圳市标准技术研究院  
技术性贸易措施研究所

2009 深圳市实施标准化战略资金资助项目 专题报告

# 半导体照明产品国外 技术性贸易壁垒及应对策略研究

深圳市标准技术研究院  
技术性贸易措施研究所  
二〇〇九年九月

# 2009 深圳市实施标准化战略资金资助项目

---

建设单位：深圳市标准技术研究院

## 半导体照明产品国外 技术性贸易壁垒及应对策略研究

监制：俞 科 吴重农 李 猛  
撰稿：黄 璇 陈 胜 李 明 夏 怡 童生华  
姜 婷 曾延光 杨志花 万茸茸 田 野  
审校：俞 科 吴重农 陈 胜 黄 璇  
排版：刘忠凯

# 目 录

1 前言	2
1.1 产品概述	2
1.1.1 半导体照明产品的构成及其发光原理	2
1.1.2 半导体照明产品的分类	3
1.1.3 半导体照明产品的特点	3
1.2 产业概况	5
1.2.1 半导体照明产业链	5
1.2.2 全球半导体照明产业概况	5
1.2.3 我国半导体照明产业概况	7
1.2.4 深圳半导体照明产业概况	9
1.3 中国半导体照明标准制定概况	10
1.3.1 TC 224 全国照明电器标准化技术委员会	11
1.3.2 TC 229 全国稀土标准化技术委员会	12
1.3.3 工业和信息化部半导体照明技术标准工作组	13
1.3.4 其他相关半导体照明标准	14
1.3.5 半导体照明标准的特点	14
1.4 本项研究的必要性	15
1.4.1 本项研究的范围	15
1.4.2 本项研究有利于帮助企业突破技术性贸易壁垒	15
1.4.3 本项研究有助于推动节能减排	17
1.4.4 本项研究可以带来较大的经济效益	17
1.4.5 本项研究将对我国半导体照明标准体系的建设提供参考	18
2 国际标准	20
2.1 CIE 标准	20

2.1.1 CIE 127:2007.....	21
2.1.2 CIE 177:2007.....	25
2.2 IEC 标准 .....	26
2.2.1 概况 .....	26
2.2.2 安全要求 .....	28
2.2.3 性能要求 .....	45
2.2.4 EMC 要求.....	48
2.3 小结 .....	52
<b>3 半导体照明产品美国市场技术准入要求 .....</b>	<b>56</b>
3.1 安全要求 .....	56
3.1.1 LED 光源安全要求——UL Subject 8750.....	56
3.1.2 终端产品及相关配件安全要求 .....	68
3.1.3 电源安全要求 .....	78
3.2 光电、色度性能规范及测试要求 .....	82
3.2.1 ANSI C78.377-2008 .....	82
3.2.2 IES LM-79-08 .....	83
3.2.3 IES LM-80-08 .....	86
3.3 电磁兼容要求.....	87
3.3.1 FCC 许可方式.....	88
3.3.2 辐射与传导限值.....	89
3.3.3 技术报告 .....	90
3.3.4 标签、说明书及相关信息要求 .....	91
3.3.5 工作频率小于 9 kHz 的设备.....	92
3.4 能效要求 .....	92
3.4.1 固态照明灯具认证计划.....	93
3.4.2 LED 光引擎 .....	97
3.4.3 整体式 LED 灯 .....	98

4 半导体照明产品日本市场技术准入要求 .....	106
4.1 安全要求 .....	106
4.1.1 电气用品安全法 .....	106
4.1.2 强制性的安全要求 .....	113
4.1.3 其它安全要求 .....	116
4.2 电磁兼容要求 .....	121
4.3 性能要求 .....	124
4.4 白光 LED 测试方法 .....	125
5 半导体照明产品欧盟市场技术准入要求 .....	130
5.1 安全要求 .....	130
5.1.1 LVD 指令 .....	130
5.1.2 半导体照明产品进入欧盟的安全要求 .....	133
5.2 电磁兼容要求 .....	138
5.2.1 基本要求 .....	139
5.2.2 协调标准 .....	139
5.2.3 合格评定程序 .....	143
5.2.4 信息要求 .....	146
5.3 环保要求 .....	147
5.3.1 RoHS 指令 .....	147
5.3.2 WEEE 指令 .....	148
5.4 能效要求 .....	148
5.4.1 EuP 指令概述 .....	148
5.4.2 家用非定向 LED 灯的要求 .....	149
5.4.3 定向 LED 灯的要求 .....	152
5.4.4 欧美能效要求比较 .....	152
5.5 合格评定要求 .....	155
5.5.1 CE 标志 .....	155

5.5.2 GS 认证 .....	158
<b>6 企业应对策略 .....</b>	<b>166</b>
6.1 半导体照明企业的机会 .....	166
6.1.1 政策上的扶持 .....	166
6.1.2 市场需求大 .....	167
6.1.3 入行门槛低 .....	167
6.1.4 劳动力优势 .....	167
6.2 面临的问题及应对策略解析 .....	168
6.2.1 企业应做好内功，应对技术性贸易壁垒 .....	168
6.2.2 企业通力合作，抱团应对技术性贸易壁垒 .....	175
6.3 小结 .....	179



## 1 前言



## 1 前言

### 1.1 产品概述

半导体照明是一种采用发光二极管（LED）作为光源的照明装置，广泛应用于装饰灯、城市景观照明、交通信号灯、大屏幕显示、仪器仪表指示灯、汽车用灯、手机及 PDA 背光源、电脑及普通照明等领域。LED 是英文 light emitting diode（发光二极管）的缩写，它是半导体制成的光电器件，可将电能转换为光能。半导体照明相同亮度的能耗仅为普通白炽灯的十分之一，而寿命却为其 100 倍，被誉为“21 世纪新固体光源时代的革命性技术”。

#### 1.1.1 半导体照明产品的构成及其发光原理

与白炽灯和节能灯不同的是，半导体照明采用电场发光。它的基本结构是将一块电致发光的半导体材料置于一个有引线的架子上，然后四周用环氧树脂密封，起到保护内部芯线的作用。发光二极管的核心部分是由 p 型半导体和 n 型半导体组成的晶片，在 p 型半导体和 n 型半导体之间有一个过渡层，称为 p-n 结。在某些半导体材料的 PN 结中，注入的少数载流子与多数载流子复合时会把多余的能量以光的形式释放出来，从而把电能直接转换为光能。LED 因使用材料的不同，其二极管内电子、空穴所占能级也有所不同，能级差的不同使载流子复合时产生的光子的能量不同，从而形成不同波长的光。

由于半导体照明能把电能直接转换为光能，因此从理论上可以产生较高的光效。近几年来，LED 的光效提高很快。在 1998 年，白光 LED 的光效只有 5 lm/W，但在 2000 年时，白光 LED 的光效已达 25 lm/W，这一指标与卤钨灯相近。2008 年 7 月 22 日，位于加州的欧司朗公司在开发高亮度、高效率 LED 上取得了新的突破，在 350 mA 的标准条件下，亮度的峰值达到 155 lm，效率达到 136 lm/W。2009 年，世界 LED 巨头 Cree、Nichia 新近宣布 LED 的发光效率实验值分别是 161 lm/W@350 mA、145 lm/W@350 mA，这些结果都已经大大超过了现有照明灯具的光效。当然，上述这些都是在实验室取得的，在实际应用中，由于受散热性等多方面的影响，LED 的光效仅只有几十 lm/W。不过以当前 LED 技术的发展速度，相信 LED 光效的瓶颈会得到突破，从而真正实现 LED 照明的广泛应用。

### 1.1.2 半导体照明产品的分类

LED 常见分类主要有以下五种方式:

(1) 按发光管发光颜色: 可分成红色、橙色、绿色(又细分黄绿、标准绿和纯绿)、蓝光等。另外,有的发光二极管中包含二种或三种颜色的芯片。根据发光二极管出光处掺或不掺散射剂、有色还是无色,上述各种颜色的发光二极管还可分成有色透明、无色透明、有色散射和无色散射四种类型。散射型发光二极管不适合做指示灯用。目前,为了提高 LED 的发光效率,推动 LED 在通用照明领域的应用,用红、绿、蓝三基色或其他途径合成白光 LED 成为该领域的研究热点。

(2) 按发光管出光面特征: 可分为圆灯、方灯、矩形、面发光管、侧向管、表面安装用微型管等。圆形灯按直径分为  $\Phi 2\text{ mm}$ 、 $\Phi 4.4\text{ mm}$ 、 $\Phi 5\text{ mm}$ 、 $\Phi 8\text{ mm}$ 、 $\Phi 10\text{ mm}$  及  $\Phi 20\text{ mm}$  等。由半值角大小可以估计圆形发光强度角分布情况。

(3) 按照发光强度角分布图,可分为以下三类:

高指向性: 一般为尖头环氧封装,或是带金属反射腔封装,且不加散射剂。半值角为  $5^\circ \sim 20^\circ$  或更小,具有很高的指向性,可作局部照明光源用,或与光检出器联用以组成自动检测系统。

标准型: 通常作指示灯用,其半值角为  $20^\circ \sim 45^\circ$ 。

散射型: 这是视角较大的指示灯,半值角为  $45^\circ \sim 90^\circ$  或更大,散射剂的量较大。

(4) 按发光二极管的结构: 可分为全环氧包封、金属底座环氧封装、陶瓷底座环氧封装及玻璃封装等结构。

(5) 按发光强度和工作电流: 按发光强度可分为普通亮度的 LED(发光强度小于  $10\text{ mcd}$ )、高亮度的 LED(发光强度介于  $10 \sim 100\text{ mcd}$  之间)和超高亮度的 LED(发光强度大于  $100\text{ mcd}$ ); 按照工作电流,可分为一般 LED 和低电流 LED,其中一般 LED 的工作电流在十几 mA 至几十 mA,而低电流 LED 的工作电流在  $2\text{ mA}$  以下(亮度与普通发光管相同)。

### 1.1.3 半导体照明产品的特点

在当前全球能源短缺的形势下,节约能源是我们正面临的重要问题。LED 被称为第四代照明光源或绿色光源,它的节能、环保、寿命长等特点,正是其不断受到世界各国推崇的重要

原因：

(1) 寿命长：光通量衰减到 70% 的标准寿命是 10 万小时，一个 LED 灯在理想情况下可以使用 50 年。

(2) 色彩丰富：LED 已经实现了多个波长的单基色，有红、琥珀黄、黄、绿、蓝等，基本满足了应用领域对 LED 色彩的要求，随着更多新材料的开发，还会实现更多的基色及至全彩色。

(3) 稳定可靠：没有钨丝、玻壳等容易损坏的部件，非正常报废率很小。在 LED 的寿命期内，LED 一般都能稳定地工作，维护工作量较小。

(4) 电气安全性高：LED 一般工作在低电压（6-24 V）、小电流（10-20 mA）环境下，属弱电级工作器件，有较好的电气安全性能。

(5) 节能环保效率高：光谱几乎全部集中于可见光频率，效率可以达到 50% 以上，而光效相近的白炽灯可见光效率仅为 10%-20%。而且 LED 灯不存在有害金属汞污染等问题，符合社会发展趋势。

(6) 应用灵活性好：LED 可用低压供电，也可用 110 V/220 V 电源供电，加上单粒 LED 的体积小（芯片更小，只用 3-5 mm<sup>2</sup>），可以平面封装，易开发成轻薄短小的产品，做成点、线、面各种形式的具体应用产品。

(7) 受控制能力强：现有的技术已经可以实现 LED 的亮度、灰度、动态显示、分布控制等，是其它发光装置无可比拟的。

(8) 抗震性能优越：LED 的坚固、耐震、耐冲击性能都超过了目前所有其它类型的电光源产品。

(9) 响应速度快：LED 的响应速度在毫秒级，可以有效地应用于显示屏、汽车刹车灯、相机闪光灯等领域。

(10) 显色性能良好：白色 LED 目前的显色指数 Ra 达到了 70 以上，色温范围从 3600 K 到 11000 K 不等（随荧光粉不同而变），而且已经获得了实验室提高的方案。

此外，LED 还具有亮度高、无干扰、方向性好等特点。

## 1.2 产业概况

### 1.2.1 半导体照明产业链

LED 产业链大致可分为五部分：原材料；LED 上游产业；LED 中游产业；LED 下游产业；测试仪器和生产设备。具体包含内容如表 1.1 所示：

**表 1.1 LED 产业链分布**

产业链位置	具体内容
上游产业	LED 发光材料外延制造；芯片制造。
中游产业	LED 器件封装产业。
下游产业	应用 LED 显示或照明器件后形成的产业。
测试仪器	外延材料方面的射线双晶衍射仪、荧光谱仪、卢瑟福背散射沟道谱仪等芯片、器件测试仪器方面的 LED 光电特性测试仪、光谱分析仪等。
生产设备	包括 MOCVD 设备、液相外镀炉、光刻机、划片机、全自动固晶机、金丝球焊机、硅铝丝超声压焊机、灌胶机、真空烘箱、芯片计数器、芯片检测仪、倒膜机、光色点全自动分选机等。

纵观整条产业链，上游和中游是典型的技术或资本密集的“三高”产业：高难度、高投入、高风险，在某些环节技术难度极大、工艺精度要求极高、对技术和设备的依赖极强，而处于产业链中下游的封装和应用环节壁垒很低，属于劳动密集型产业。但目前封装对于高亮度芯片的散热、发光提出了更高的要求，技术上的要求和重要性也越来越高。行业呈现出上中游企业数量相对较少，而下游企业数量较多的金字塔形态。

### 1.2.2 全球半导体照明产业概况

#### 1. 各国加紧推进半导体照明产业发展

从国际上看，由于 LED 产业巨大的经济效益和社会效益，世界主要发达国家和地区纷纷制定了发展计划，带动了各国和地区研发、投资力度的不断加大，推动了 LED 产业的快速发展。

日本于 1998 年率先实施“21 世纪照明”计划，参与机构包括 4 所大学、13 家公司和 1 个协会。该计划关注的核心在于高质量材料的生长、高功率芯片的制备和高效率白光荧光粉的

获得等，开展研究的项目包括：氮化镓基化合物半导体发光机理的基础研究，改进用于紫外发光二极管外延生长的方法，研究用于同质外延生长的大面积衬底，开发由紫外发光二极管激励产生白光的荧光粉等。日本十分支持 LED 技术的推广应用工作，目前，已经有相当部分的传统照明光源被 LED 所取代。

作为美国半导体照明的主要推进部门，美国能源部制定了一系列计划和政策来支持半导体照明技术与产业的发展。2000 年，美国能源部启动了由 13 个国家重点实验室、公司和大学参加的“半导体照明国家研究项目”，计划用 10 年时间，耗资 5 亿美元开发半导体照明产品，重点研究方向是：发光二极管成本的降低和转换效率的提升、氮化镓（GaN）材料的固体物理学问题、金属有机化学气相沉积（MOCVD）相关工艺、低缺陷密度衬底和器件结构的优化等，目的是为了使美国在未来照明光源市场竞争中，领先于日本、欧洲及韩国等竞争者。随后，由美国能源部负责制定了《固态照明研究与发展计划》，该计划为半导体照明确定了无机发光二极管和有机发光二极管（OLED）两个方向，最新的修订计划已经将技术发展的时间表更新为：到 2010 年、2012 年和 2015 年，无机发光二极管的发光效率目标分别达到 129 lm/W、151 lm/W 和 184 lm/W。预计到 2010 年，55% 的白炽灯和荧光灯被半导体照明产品取代；到 2025 年，固态照明光源的使用将使照明用电减少一半，每年节电额达 350 亿美元。

欧盟于 2000 年 7 月实施了“彩虹计划”，成立研究总署，通过欧盟的补助金推广白光 LED 的应用。该计划委托 6 个大公司、2 所大学执行，研究内容之一是发展氮化镓基照明光源。2004 年 7 月，“彩虹计划”的后续固态照明研究项目已经正式启动。

2002 年，韩国产业资源部制定了光电子产业分支—GaN 半导体发光计划，在 2000—2008 年间政府投入 4.72 亿美元，企业投入 7.36 亿美元，目标是成为亚洲最大的光电子生产国。2009 年，政府还协助建立一项规模为 500 亿韩元（约合 4700 万美元）的采购基金，以促进 LED 的生产和使用。

台湾经济主管部门为构建白光 LED 产业竞争力和加速 LED 照明产业化，于 2007 年 7 月开始推动为期 4 年的“白光 LED 照明产业发展辅导计划”，以发展白光 LED 组件及照明应用产业为主轴，协助厂商研发相关应用的关键性零组件及核心技术，提升相关 LED 照明产业的技术自主性及产品竞争力。并积极推动“白炽灯汰换计划”，预计于 2009 年第一季度政府机关全面禁用白炽灯，改用 LED 照明。

## 2. 全球 LED 产业竞争格局

LED 产业已形成以美国、亚洲、欧洲三大区域为主导、三足鼎立的产业分布与竞争格局，这些地区的厂商垄断着高端产品市场。从全球范围来看，LED 的主导厂商是日本的日亚化学（Nichia）和丰田合成（Toyoda Gosei）、美国的 Cree 以及欧洲的 Philips Lumileds 和欧司朗（Osram）五大厂商，他们无一例外都在上游拥有强大技术实力和产能。

从收入看，目前日本是全球最大的 LED 生产地，约占一半的市场份额，其主要厂商为日亚公司和丰田合成公司。其中日亚公司为全球最大的 LED 生产商，专长生产荧光粉和各种颜色的 LED，年销售收入超过 10 亿美元，是全球 InGaN LED 的领导者，以生产高亮度白光 LED 和大功率 LED 著称。丰田合成从 1986 年开始 LED 的研究和开发，1991 年成功开发出世界第一个氮化镓的蓝光 LED，扫除了实现白光 LED 的最后障碍，目前主要生产应用于移动手机的 LED 产品，高亮度 LED 年销售收入超过 2.74 亿美元。

欧美也是 LED 的传统强势区域，其主要厂商是 Cree 和 Philips Lumileds。美国 Cree 虽然是新兴照明企业，但以其技术先进性成为 LED 照明产业的先锋代表。2008 年 3 月，Cree 完成对元老级厂商 LED Lighting Fixture Inc. 公司的收购，使其在产品丰富性及技术先进性上得到进一步加强。2008 财年 CREE 的销售收入达到 5 亿美元。Philips Lumileds Lighting 目前是飞利浦的全资子公司，总部设在加州圣何塞，是世界领先的高功率 LED 的制造商，同时也是为日常用途，包括汽车照明、照相机闪光灯、LCD 显示器和电视、便携照明、投影和普通照明等领域，开发固态照明解决方案的开创者。

台湾在全球市场份额中排名第二，其 LED 技术含量与日本、欧美的主要企业相比还存在一定距离。台湾地区 LED 产业是典型的下游切入模式，即通过二十多年下游封装领域的经验积累，逐步延伸拓展到上游/中游的外延片/芯片领域。目前上游已有多家较有实力的外延片厂商，其中最大的是晶元（Epistar），07 年销售收入 102 亿新台币，合 25 亿人民币。

### 1.2.3 我国半导体照明产业概况

我国是世界照明电器第一大生产国、第二大出口国，半导体照明产业有着一定的产业基础。经过多年的发展，我国 LED 产业已经取得了一定规模。2008 年包括了外延、芯片、封装、应用四个环节的中国 LED 产业总产值近 700 亿元，其中芯片产值 19 亿元，芯片国产化率达到 49%，已成为全球第三大 GaN（氮化镓）芯片生产基地；封装产值 185 亿元，成为全球重要的封装生产基地；应用产品产值 450 亿元，年增长率接近 50%。随着国内半导体照明技术日

渐成熟和产业规模迅速扩大,我国台湾地区及国外企业开始大量向我国大陆转移,我国大陆地区已经成为半导体照明产业发展最快、潜力最大的地区,预计 2010 年我国半导体照明产业产值将超过 1000 亿元。

国家对 LED 产业的发展给予了大力支持。2003 年 6 月 17 日,由中国科技部牵头成立了跨部门、跨地区、跨行业的“国家半导体照明工程协调领导小组”。2005 年,我国又启动了“半导体照明工程产业化技术开发”重大项目,目的是打造一批半导体照明特色产业基地,形成我国自己的半导体照明产业。在这一背景下,全国十几个省市迅速掀起了建立国家半导体照明工程产业化基地的高潮。从 2006 年的“十一五”开始,国家继续把半导体照明工程作为一个重大工程进行推动。2006 年初,国务院发布了《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006-2020)》,“高效节能、长寿命的半导体产品”被列入中长期规划第一重点领域(能源)的第一优先主题(工业节能),在国内外引起广泛关注。目前,我国 LED 产业已经初步形成了四大片区(珠三角、长三角、福建江西地区、北方地区)、七大基地(大连、上海、深圳、南昌、厦门、扬州、石家庄)的产业格局。

在 LED 产业链分布方面,我国存在上下游产业分布不均衡的现状。由于上游产业对于技术和资金要求较高,导致国内企业极少涉足,因此存在企业数量少,规模小的特点。相比之下,由于中下游封装和应用对企业提出的资金和技术要求相对较低,这恰恰与国内企业资金少,技术弱的特点相匹配,因此,国内从事这两个环节的企业数量较多。这种企业结构分布不均的局面导致中国 LED 产业多以低端产品为主,企业长期面临严峻的价格压力。随着国家半导体照明工程的启动,中国 LED 产业发展“一头沉”的状态正在逐步发生改变,中国 LED 上游产业近几年得到了较快的发展,其中芯片产业发展最为引人注目。随着厦门三安、大连路美等一批高亮度芯片生产企业的产能释放,国内高亮度芯片产量出现井喷式增长。从 2003 年至 2006 年,高亮度芯片产量持续保持 100%以上的增长速度。一方面,LED 芯片产业产品升级步伐逐渐加快,LED 芯片产品将整体走向高端。另一方面,LED 封装产业的快速发展,也为 LED 芯片提供了广阔的市场需求,进而为 LED 产业的发展提供了良好的外部环境。随着 LED 芯片生产企业的不断增多,LED 芯片产值的增长速度一直高于封装环节,我国 LED 产业正在由低端走向高端,向附加值更高、更具核心价值的芯片环节迈进。

总之,在政府的大力支持下,我国 LED 产业正在迅速发展。但和发达国家相比,我国还存在很大差距,主要表现在缺乏包括研发、制造、销售与物流、服务等环节的完整的价值链;

产业链不平衡、不配套、头重脚轻、基础不稳；缺乏战略性发展规划，相关企业规模小而分散，缺乏业内龙头企业；研发投入严重不足等。

#### 1.2.4 深圳半导体照明产业概况

从上世纪 90 年代初起，经过十几年的发展，深圳 LED 产业发展迅速，已有 700 多家企业从事半导体照明技术及产品研究、开发、生产。2008 年度的产值超 180 亿元，员工人数超过 12 万人。目前，深圳已成为太阳能 LED 灯具全球最大的生产和供应基地、LED 背光源全球主要的生产和供应基地、LED 显示屏国内最大的生产和供应基地，LED 封装和特种工业照明国内主要生产地区。

深圳 LED 企业主要分布在上游衬底材料、外延片以及芯片，到中下游封装、应用及配套材料、加工及检测设备等各个环节，已形成国内相对完整的产业链，并在产业链中下游形成了一定的产业聚集。据不完全统计，深圳 LED 企业中，应用产品企业、封装企业、配套企业各约占 33%，外延芯片等上游企业约占 1%。从产品结构上看，深圳 LED 产业的产品分布非常广泛，几乎涵盖了目前 LED 产业上、中、下游的产品大类。

深圳市已设立“深圳国家半导体照明工程产业化基地联席会议”，积极推进 LED 产业发展。目前，基本形成“衬底材料—外延片—芯片—封装—应用”相对完整的产业链，为产业发展奠定了良好的基础。未来 5—10 年，是现代 LED 技术产业化应用大规模展开、分工格局快速形成的重要阶段。如果能在这个阶段，形成推动 LED 产业快速发展的有利条件，深圳的 LED 产业就有可能在现有的基础上进一步做大做强，抢占国内乃至国际 LED 产业发展的制高点。目前，科技部已经批准上海、大连、南昌、厦门以及深圳作为产业化基地。2007 年 6 月，深圳“国家半导体照明工程产业化基地”在宝安区光明高新技术园区奠基挂牌，产业基地的目标是——到 2010 年，上、中、下游及应用产品企业超过 200 家，年销售收入接近 1000 亿元，创汇超过 25 亿美元。同时，深圳市还将建研究开发、资源共享、成果转化及产品交易平台，建设 LED 产业聚集园，制定 LED 照明产品推广财政补贴方法，鼓励单位和个人选用高效节能的 LED 产品，以推动 LED 产业及市场的共同成长。

为进一步促进 LED 产业发展，2009 年深圳编制了《深圳市 LED 产业发展规划（2009—2015 年）》。该发展规划是深圳市 LED 产业科学发展的行动纲领，它和《深圳推广高效节能半导体照明（LED）产品示范工程实施方案》等 6 大文件一起组成深圳市扶持发展



LED 产业发展的重要政策框架。

深圳也积极通过产业联盟、国际采购交易中心的建设来推动 LED 产业的发展。2009 年 7 月 7 日，由深圳市 42 家 LED 产学研单位组成的“深圳市 LED 产业标准联盟”揭牌，该联盟将致力于 LED 相关标准的研究、应用和服务，力求将深圳打造成 LED 行业的引领者，争取国际标准的话语权。LED 产业标准联盟的成立，对于规范 LED 行业发展、提升产品品质、提升自主创新能力、加快深圳 LED 产业升级具有重要的意义。2009 年 7 月 30 日，深圳 LED 国际采购交易中心在深圳华强北华强电子世界成立，中心集 LED 相关产品展示、国际化采购交易、LED 应用设计及创意设计展示传播功能于一体，是深圳 LED 产业核心竞争力的体现，也是政府、企业、产业三者之间资源共享与交流的平台。此外，深圳还计划由政府主导为 LED 产业配套公共研发平台、公共检测平台、公共信息平台 and 知识产权服务平台，并开始着手深圳 LED 国际交易博览中心项目的选址、确定投资主体、运营模式等前期建设工作。

LED 产业是朝阳产业、绿色产业，符合科学发展观的方向，符合集约、节约发展道路，符合建设和谐深圳、效益深圳的要求，同时也符合国家的产业发展方向。长期以来，深圳市政府对这一产业给予了充分关注和支持，深圳的 LED 产业已经形成一定规模和产业优势，具备了抢占国内乃至国际 LED 产业发展制高点的重要因素和条件。通过这一系列政策的实施，深圳将建成全国乃至全球重要的 LED 产业研发生产基地，进一步带动深圳产业结构升级，促进深圳经济发展方式转变，推动深圳经济平稳较快发展。

### 1.3 中国半导体照明标准制定概况

LED 产业迅速发展对标准化工作提出迫切需要，国际相关标准化组织和欧美日韩等发达国家都加大力度开展相关标准的研制工作。我国相关标准化组织也同样开展了大量的标准化工作，目前我国与 LED 材料、外延片、芯片、器件/模块和应用方面相关的 TC/SC 可参见表 1.2。

**表 1.2 我国与 LED 相关的 TC/SC**

TC/SC 名称	标准领域	秘书处
全国平板显示器件标准化技术委员会	液晶显示器件、等离子体显示器、有机发光二极管显示器件、有机发光二极管显示器件等平板显示器件	中国电子技术标准化研究所
TC 224 照明电器	全国电光源及其附件	北京电光源研究所
TC 78 半导体器件	半导体器件	信息产业部电子第十

TC/SC 名称	标准领域	秘书处
		三研究所
TC 203 半导体设备和材料	半导体材料和设备	中国电子技术标准化研究所
TC 284 光辐射安全和激光设备	激光基础技术、激光器件和材料、激光设备、激光应用	中国电子科技集团公司第十一研究所
TC 229 全国稀土标准化技术委员会	全国稀土矿、稀土冶炼产品、加工产品和应用产品等专业领域的标准化工作	中国有色金属工业标准计量质量研究所
TC 114/ SC 21 汽车技术委员会中的灯具及灯光分技术委员会	全国装在车身外部照明装置、内部照明装置及光信号装置的术语、图形符号、型式尺寸及产品性能标准等专业领域标准化工作	上海汽车工程研究院汽车灯具研究所
TC 242 音频、视频及多媒体系统与设备	负责全国音视频及多媒体技术专业领域标准化工作	中国电子技术标准化研究所
全国铁路标准化技术委员会	铁路行业机车车辆、工务工程、通信信号、运输管理、电气化铁道	铁道部标准计量研究所

其中，TC 224 全国照明电器标准化技术委员会和 TC 229 全国稀土标准化技术委员会已经制定或正在制定一系列 LED 标准。此外，工业和信息化部半导体照明技术标准工作组的活动也较为活跃，而一些省市也制定了 LED 相关的地方标准。下面就重点介绍这几个 TC 和工作组及其制定的相关 LED 标准的情况。

### 1.3.1 TC 224 全国照明电器标准化技术委员会

TC 224 负责全国照明电器标准化和 IEC/TC 34 的国内技术归口工作。该委员会下设两个分委会，分别负责电光源及其附件和灯具方面的标准工作。目前 TC 224 已经制定的相关标准有：

- GB 19651.3-2008 《杂类灯座 第 2-2 部分：LED 模块用连接器的特殊要求》，该标准等同采用了 IEC 60838-2-2:2006，将于 2010 年 4 月 1 日实施；
- GB/T 20145-2006 《灯和灯系统的光生物安全性》，该标准等同采用了国际照明学会的 CIE S 009/E:2002，已于 2006 年 11 月 1 日起实施。

此外，TC 224 提出一系列针对 LED 光源的国家和轻工行业标准制定项目，如表 1.3 所示。

表 1.3 TC 224 的 LED 标准项目

序号	项目编号	项目名称	标准性质	采用标准
1	20079283-T-607	普通照明用 LED 模块 安全要求	强制	IEC 62031
2	20079284-T-607	普通照明用 LED 模块 性能要求	推荐	
3	20079285-T-607	普通照明用电压 > 50V 自镇流 LED 灯 安全要求	强制	
4	20079286-T-607	普通照明用电压 > 50V 自镇流 LED 灯 性能要求	推荐	
5	Q2005-036T	普通照明用发光二极管性能要求	推荐(行业标准)	
6	20067479-T-607	普通照明用 LED 测试方法(发光二极管测量方法)	推荐	CIE 127:1997
7	20079261-T-607	道路照明用 LED 灯	推荐	
8	20079297-T-607	装饰照明用 LED 灯	推荐	
9	20070403-Q-607	灯的控制装置 第 14 部分: LED 模块用直流或交流电子控制装置的特殊要求	强制	IEC61347-2-13:2006
10	20072781-T-607	普通照明 LED 模块用直流/交流电子控制装置 性能要求	推荐	IEC 62384:2006
11	20070405-Q-607	杂类灯座 第 3 部分: LED 模块用连接器 特殊要求	强制	IEC60838-2-2:2006
12	20079282-T-607	普通照明用 LED 灯和 LED 模块术语和定义	推荐	
13	20090967-T-607	可寻址数字照明接口 第 207 部分: 控制装置的特殊要求 LED 模块(设备类型 6)	推荐	IEC 62386-207

### 1.3.2 TC 229 全国稀土标准化技术委员会

TC 229 负责全国稀土矿、稀土冶炼产品、加工产品和应用产品等专业领域标准化工作，秘书处设在中国有色金属工业标准计量质量研究所。目前，TC 229 已经制定了 6 项白光 LED 灯用稀土黄色荧光粉试验方法的标准，并于 2009 年 4 月 23 日发布，将于 2010 年 2 月 1 日实施。这 6 项标准是：

- GB/T 23595.1-2009 《白光 LED 灯用稀土黄色荧光粉试验方法 第 1 部分：光谱性能的

测定》;

- GB/T 23595.2-2009 《白光 LED 灯用稀土黄色荧光粉试验方法 第 2 部分: 相对亮度的测定》;
- GB/T 23595.3-2009 《白光 LED 灯用稀土黄色荧光粉试验方法 第 3 部分: 色品坐标的测定》;
- GB/T 23595.4-2009 《白光 LED 灯用稀土黄色荧光粉试验方法 第 4 部分: 热稳定性的测定》;
- GB/T 23595.5-2009 《白光 LED 灯用稀土黄色荧光粉试验方法 第 5 部分: pH 值的测定》;
- GB/T 23595.6-2009 《白光 LED 灯用稀土黄色荧光粉试验方法 第 6 部分: 电导率的测定》。

### 1.3.3 工业和信息化部半导体照明技术标准工作组

针对半导体照明产业的蓬勃发展,原信息产业部于 2005 年组织成立了半导体照明技术标准工作组,专门负责相关标准的制定。工作组联合国内芯片制作、器件封装、荧光粉制备和应用产品制造等单位,组织开展半导体照明产业链中材料、芯片、二极管及模块的测试方法、名词术语和符号、可靠性试验等方面的标准和相关产品规范的研究制定,以及技术标准体系的编制工作。

根据产业的需求,工作组开展了大量标准的研究与制定工作,目前已形成报批的标准 2 项:《半导体光电子器件 功率发光二极管空白详细规范》和《半导体发光二极管测试方法》。

报批中的标准有 9 项:《半导体照明术语》、《半导体发光二极管测试方法》、《半导体发光二极管产品系列型谱》、《半导体发光二极管用荧光粉》、《半导体光电子器件 功率发光二极管空白详细规范》、《功率半导体发光二极管芯片技术规范》、《氮化镓基发光二极管蓝宝石衬底片》、《半导体光电子器件 小功率发光二极管空白详细规范》、《半导体发光二极管芯片测试方法》。

2009 年,工作组还参与了以下国家标准和电子行业标准的制定。国标包括:《LED 模块测试方法》、《LED 光辐射安全要求和评价方法》、《LED 用荧光粉测试方法》、《光学性能》、《LED 用荧光粉测试方法 物理性能》、《LED 加速寿命试验方法》、《背光源用 LED 性能规范》、《液晶显示用背光组件 第 3-1 部分: 便携式显示用 LED 背光组件空白详细规范》。电子行业标准包

括:《小功率芯片技术规范》、《外延片性能规范》、《外延片测试方法》、《LED 型号命名规则》。

### 1.3.4 其他相关半导体照明标准

除了以上标准之外, TC 223 全国交通工程设施(公路)标准化技术委员会已经制定了 GB 23826-2009《高速公路 LED 可变限速标志》和 GB/T 23828-2009《高速公路 LED 可变信息标志》。公安部主持制定了 GB 14887-2003《道路交通信号灯》,该标准中对信号灯进行了分类,规定了光学性能、电气安全和环境试验要求。原煤炭部正在制定《LED 矿灯技术标准》。铁道部制定了 GB/T 14046-2009《铁路信号灯泡》和 TB/T 1917-2008《铁路信号灯泡技术条件》等。

有些地方省市针对当地半导体照明工程的需求,也制定了一些地方标准,包括:

- 山东地方标准 DB 37/T 1181-2009《太阳能 LED 灯具通用技术条件》;
- 广东地方标准 DB 44/T 609-2009《LED 路灯》;
- 重庆地方标准 DB 50/T 253-2007《LED 印装饰照明灯通用技术条件》;
- 福建地方标准 DB 35/T 810-2008《普通照明用 LED 灯具(固定式、可移式、嵌入式)》;
- 福建地方标准 DB 35/T 811-2008《景观装饰用 LED 灯具》;
- 福建地方标准 DB 35/T 812-2008《投光照明用 LED 灯具》;
- 福建地方标准 DB 35/T 813-2008《道路照明用 LED 灯具》。

### 1.3.5 半导体照明标准的特点

从以上分析中,我们可以看出我国 LED 标准制定具有以下特点:

- 标准大部分还在制定中,这与产业发展基本相符;

在半导体照明产业链上 LED 芯片、LED 器件标准基本完善;材料标准有所涉及,但仍有较多空白;LED 模块/组件标准仍是空白。相对成熟的交通信号灯、矿灯、铁路信号灯等应用产品标准应用部门十分重视。应用热点之一的室外照明,如路灯标准,很多组织和机构都在积极制定,但都不成熟。应用重点之一的普通照明,相关标委会与 IEC 同步,对安全和控制器、连接器性能要求作了一些规定;应用产品标准为空白;

有关辐射安全方面标准正在研究中,与国际基本同步;能效标准也在制定中。

相比之下，一些国际组织及发达国家和地区比较注重对 LED 辐射安全、能效及光电、色度测试方法的标准的制定(相关内容后面章节会进行详细介绍),在这些方面走在我国的前列。

## 1.4 本项研究的必要性

半导体照明是 21 世纪最具发展前景的产业，将引发全球性照明光源的革命。目前，深圳已经将半导体照明作为重点扶持的高新技术产业。针对半导体照明产品国外技术性贸易措施的研究，可以帮助企业顺利实现出口，扩大国际市场份额，预计会产生数十亿元的经济效益，同时在实现节能减排、促进创新型城市建设方面具有重大的社会价值。

### 1.4.1 本项研究的范围

本章 1.2.1 节中已经提到，LED 的产业链条包括上游产业、中游产业和下游产业。其中，LED 下游应用产业的领域十分广泛，目前发展迅速的有 LED 通用照明、LED 显示屏、LED 背光源等。而 LED 通用照明是国家绿色照明计划中的核心内容之一，也是当前 LED 领域的重点和热点。围绕 LED 通用照明，不少国际标准化组织都纷纷制定相关标准予以规范。因此，本项研究主要围绕 LED 通用照明器具，对其国外技术性贸易壁垒进行解读与分析，而这些技术性贸易壁垒，主要体现在安全、电磁兼容、性能、能效、环保等技术要求以及相关合格评定程序的要求上。

在出口目标市场的选择上，本研究选择了我国出口贸易的三个最为重要的市场——美国、欧盟及日本展开研究，这三大市场也是当前半导体照明发展最快、相关标准和技术法规相对较为成熟的地区。此外，本项研究的范围还包括半导体照明的国际标准以及企业应对国外技术性贸易壁垒的对策等。

### 1.4.2 本项研究有利于帮助企业突破技术性贸易壁垒

为了规范半导体照明这一新兴市场，国际标准化组织以及美、欧、日各国纷纷制定相关的标准或技术法规，构筑了较为复杂的市场准入技术壁垒。

一方面，半导体照明的国外技术性贸易壁垒内容复杂，体系庞杂；其中包括安全壁垒、能效壁垒、性能要求等多个方面。

(1) 安全壁垒：例如 IEC 62031 以及即将出台的 IEC 62560 对普通照明用 LED 产品提出了严格的安全要求；UL 8750 是半导体照明产品进入北美市场必须符合的安全标准；EN 62031 为欧洲的半导体照明产品设立了安全规范。

(2) 能效壁垒：能源之星有关 LED 灯具能效认证的规范于 2008 年已经正式生效，2009 年能源之星又推出有关整体式 LED 灯认证的草案；欧盟 EuP 指令针对 LED 灯已经出台了一个实施措施，另一个规范也将于近期出台。

(3) 性能要求：各国或相关国际组织均对半导体照明产品提出了严格的性能要求。例如国际照明学会(CIE)已经发布了有关白光 LED 显色性的技术报告；国际电工委员会的 IEC 62384 以及 IEC 62612 对 LED 模块电子控制装置、普通照明用自镇流 LED 灯等提出了性能要求；欧盟的 EN 62384 以及美国的 ANSI C78.377 等标准都提出了相关的性能规范；台湾地区也提出了 LED 路灯的相关规范。

(4) 电磁兼容要求：半导体照明产品还需符合包括欧盟 EMC 指令、美国联邦通信委员会法规等在内的电磁兼容要求。

(5) 测量方法要求：半导体照明产品的测量方法也是企业进行产品设计和生产时需考虑的一个重要因素。目前 CIE 已经发布了最新版的 LED 测量方法；美国照明学会 (IESNA) 发布了 IESNA LM-79、IESNA LM-80 等有关电气、光度及光衰的测试方法；日本发布了白光 LED 的测试方法等。

(6) 绿色壁垒：作为一种电气产品，半导体照明产品也需要符合有关有毒有害物质限制以及电子废弃物回收的环保法规，例如欧洲的 RoHS 指令和 WEEE 指令等。

此外，半导体照明产品还需符合传统的灯具标准，并进行相应的检测和认证，同时还需满足出口目标国法定的合格评定程序要求。

另一方面，新的技术壁垒不断出台，企业应对难度增大。作为一种新兴的产品，有关半导体照明产品的技术性贸易措施体系并没有完全定型，仍在发展。各种标准和技术法规的推陈出新导致半导体照明市场准入的不确定性增大，企业的应对难度也加大。本研究能够帮助 LED 企业对于这些新近或即将出台的技术准入规则进行了解，为企业构筑有效的快速预警机制，从而尽量避免出口损失，提高产品出口能力。

### 1.4.3 本项研究有助于推动节能减排

半导体照明的能耗仅有白炽灯的 10%，相比荧光灯也可达到 50%的节能效果。用 LED 替代荧光灯，还可避免荧光灯管破裂溢出汞的二次污染。中国绿色照明工程促进项目办公室做过一个专项调查，我国照明用电每年在 3000 亿度以上，用 LED 取代全部白炽灯或部分取代荧光灯，节省 1/3 的照明用电，就意味着节约 1000 亿度，相当于一个总投资超过 2000 亿元的三峡工程全年的发电量。而减少用电，便意味着二氧化碳排放量的减少。可以说，在当前全球气候变暖的大形势下，对半导体照明国外技术性贸易措施进行研究、推动半导体照明产业的发展在实现减排、促进环境保护方面具有重大的社会效益，对推动深圳创新型城市及循环经济示范城市建设也起着不可估量的作用。

### 1.4.4 本项研究可以带来较大的经济效益

#### 1. 突破贸易壁垒、减少出口损失而取得的经济效益

根据对中宏海关数据库的统计结果，2008 年深圳海关出口的 LED 约为 9.29 亿美元，折合人民币为 63.55 亿元。在出口过程中，技术性贸易壁垒给企业带来的损失远远超过反倾销、反补贴、关税等其他市场准入壁垒。根据国家质检总局最新统计数据，我国 2007 年有 34.6% 的出口企业受到国外技术性贸易措施不同程度的影响，全年出口贸易直接损失 494.59 亿美元，占同期出口额的 4.06%。因此保守估计，2008 年深圳半导体照明产品出口受国外技术性贸易壁垒影响带来的损失为 2.58 亿元，约占当年产值规模 150 亿元的 1.72%。按照深圳市 LED 产业的规范纲要，2010 年全市将建成年产值 280 亿元以上的国内一流的 LED 产业集聚地，2015 年建成年产值 1300 亿元以上的全球重要的 LED 产品研发生产基地。依此推算，我市半导体照明出口因国外技术性贸易壁垒影响带来的损失也将上升至 2010 年的 4.82 亿元和 2015 年的 22.36 亿元。本报告针对美国、欧盟、日本等主要出口市场的技术性贸易措施进行研究，为企业提供应对参考，可以有效地帮助企业跨越这些技术壁垒，减少由此带来的损失，从而取得巨大的直接经济效益。

#### 2. 帮助企业抢占国际市场、推动产业发展取得的经济效益

当前，全球半导体照明市场正在飞速膨胀，通过对主要目标市场国技术性贸易壁垒进行研究，可以帮助企业提升国际竞争力，抢占更多市场份额。例如，美国能源部预测，到 2010 年，



美国将有 55% 的白炽灯和荧光灯被 LED 所替代，会形成 500 亿美元的巨大产业市场。这对于深圳的半导体照明企业都预示着巨大的机遇。此外，本项研究帮助企业顺利实现出口、从而推动全行业的快速发展所带来的经济效益更是无法衡量的。

#### 1.4.5 本项研究将对我国半导体照明标准体系的建设提供参考

本报告对国际和先进国家的半导体照明标准进行研究，对相关的技术指标进行比对，这也为我国半导体照明标准体系的建设提供参考。我国半导体照明标准体系正处于建设中，目前有涉及安全、性能、荧光粉测试方法、LED 路灯等十来项标准在制定或报批中。但对于 LED 白光测试方法、LED 色度、光度测试以及 LED 能效等方面都没有相关标准在制定，此项研究可以帮助我国不断完善半导体照明的标准体系，从而保证整个产业朝着更为有序的方向良性发展。

##### 本章参考文献：

- [1] 中商情报网. 2008 年全球半导体照明产业发展研究报告 [R/OL]. [2009-09-02]. <http://www.askci.com/reports/2008-01/20081417124.html>.
- [2] 中国机电数据网. 2009 年 LED 行业深度调研报告 [R/OL]. [2009-09-02]. [http://www.86mdo.com/ReportIllumProduce/sub6064\\_2065.html](http://www.86mdo.com/ReportIllumProduce/sub6064_2065.html).
- [3] 深圳市人民政府. 深圳市 LED 产业发展规划 [EB/OL].(2009-04-07). [http://www.sz.gov.cn/zfgb/2009/gb645/200904/t20090407\\_979019.htm](http://www.sz.gov.cn/zfgb/2009/gb645/200904/t20090407_979019.htm).
- [4] 深圳市人民政府. 深圳市促进半导体照明产业发展的若干措施[EB/OL]. (2009-04-07). [http://www.sz.gov.cn/zfgb/2009/gb645/200904/t20090407\\_978979.htm](http://www.sz.gov.cn/zfgb/2009/gb645/200904/t20090407_978979.htm)
- [5] 深圳市人民政府. 深圳市国民经济和社会发展第十一个五年总体规划[EB/OL]. [2008-10-19]. [http://www.sz.gov.cn/zfgb/2006/gb492/200810/t20081019\\_94460.htm](http://www.sz.gov.cn/zfgb/2006/gb492/200810/t20081019_94460.htm).



## *2 国际标准*



## 2 国际标准

鉴于半导体照明技术的日益成熟以及飞速发展，国际标准化组织纷纷制定相关的标准，对半导体照明产品的安全、性能等方面的要求予以规范。其中，国际照明委员会（CIE）和国际电工委员会（IEC）在这方面起着主导作用。国际照明委员会制定的 LED 相关标准侧重于基础理论和测试方法方面，对整个行业都具有重要的指导作用；国际电工委员会侧重于对半导体照明器具的安全、性能及电磁兼容要求进行规定，是许多国家和地区制定本地标准的主要依据，也是企业开展生产的重要指导。因此，对 CIE、IEC 等国际标准化组织制定的相关标准进行熟悉和了解，是半导体照明企业顺利实现出口的重要前提。本章着重对 CIE 和 IEC 相关 LED 照明器具标准进行解读，以期为企业提供参考。

### 2.1 CIE 标准

国际照明委员会（International Commission on Illumination，简称 CIE）是一个独立的、公益性的学术组织，致力于推动光学和照明、色彩和视觉以及图像技术领域的国际合作和信息交流。CIE 成立于 1913 年，总部位于奥地利维也纳，鉴于其在光学和照明领域的专业性和权威性，目前已被国际标准化组织（ISO）认可为国际标准化机构之一。

CIE 的技术领域包括基础学科和应用学科。基础学科如：涉及涵盖紫外线、可见光和红外线的光谱范围内的自然和人造辐射的视觉、光度学和色度学；应用学科包括光的所有使用，室内和室外应用，环境和审美的影响，以及光的产生和控制方式等。1999 年以来，图像传输、处理和复制使用的所有类型的分析和数字图像装置、存储媒体和图像媒体的光学、视觉和度量衡方面的问题也归属于 CIE。目前，CIE 已经出版了大量的光学、色彩、照明等领域的标准、指南、技术报告和会议文件等。

由于 LED 光源与其他电光源存在显著差异，因此近几年来，CIE 也在积极制定与 LED 相关的技术报告和规范。目前它已经推出的技术报告有：CIE 127:2007《LED 测量方法》、CIE 177:2007《白光 LED 的显色性》等，标准有 CIE S 009/D:2002《灯与灯系统的光生物安全性》、CEI/IEC 62471:2006《灯与灯系统的光生物安全性》等。此外，CIE 也在积极进行有关 LED 光强测量、LED 辐射及亮度测量、LED 串及阵列的光学测量等规范的制定。由于 CIE S

009/D:2002 已经被应用到标准 CEI/IEC 62471:2006 中,我们在本章第二节将对此标准进行详细介绍,因此这里主要对 CIE 127:2007 及 CIE 177:2007 进行介绍与分析。

### 2.1.1 CIE 127:2007

CIE 127:2007《LED 测量方法》是由 CIE 的技术委员会 TC 2-45“LED 的测量”负责研究与撰写的,它是对 CIE 127:1997 的修订与更新,并且取代了 CIE 127:1997。CIE 127:1997 是在大功率 LED 技术普及之前发布的,自发布以来,LED 技术取得了巨大进步,尤其是包括白光在内的多色彩的大功率 LED 出现,使得 LED 检测技术出现了很大的变化。CIE 127:2007 对这些变化进行了反映,同时推荐了更为有效的、可复制性更强的 LED 检测方法。

CIE 127:2007 仅对单一的 LED 的检测方法进行规定,并不涵盖 LED 串或 LED 阵列以及使用 LED 的灯具,也不包含诸如有机发光二极管(OLED)在内的大面积表面发光体。CIE 127:2007 主要涉及进行实验室校准时,LED 的光度测量、辐射度测量以及色度测量,并不涉及有其它考虑的生产线上的测量程序。以下就部分主要内容进行介绍:

#### 1. 光强 ( Luminous intensity )

光强 ( $I$ ) 即光源中发出的光通量 ( $d\Phi_v$ ) 与指定方向立体角 ( $d\Omega$ ) 之间的商:

$$I = d\Phi_v / d\Omega \quad (1)$$

也许公式(1)让人觉得仅仅对给定方向的每立体角的光通量进行测量即可,但实际情况要复杂得多。光强的概念要求对点光源进行假设,或者至少有一个尺寸足够小的光源,小到在和光源及检测器之间的距离相比时足以对其进行忽略,以及,至少大体上要求测量应该在立体角的非常小的单元上进行。许多 LED 在发光体上存在一个扩展区域,因此很难将其视作一个点光源。除此之外,LED 的封装常常也包含透镜,使得发光的有效中心有所移动。

#### 2. 照度 ( Illuminance )

照度  $E_v(\theta, \Phi)$ , 由来自某方向( $\theta, \Phi$ )的光源在距离  $d$  上在与该方向正交的表面上产生的,它与该方向的光强  $I_v(\theta, \Phi)$  是相关的,见以下公式:

$$E_v(\theta, \Phi) = I_v(\theta, \Phi) / d^2 \quad (2)$$

公式(2)假设该距离足够大,以使得光源可以有效地作为点光源,并且检测器所对的角度足够小,以使得照度均匀。该公式还可以表述为:

$$I_v(\theta, \Phi) = E_v(\theta, \Phi) * d^2 \quad (3)$$

这是所有光强实际测量的基础。所实际测量的量是光度计表面的照度，强度可以根据公式(3)将照度乘以与光源距离的平方。

然而，如果需要精确测量光强，不仅光源的相对尺寸和检测器所对的角度要小，而且能够测量光源和光度计之间的精确距离也是非常重要的。LED 有效发光中心的实际位置由于其透镜或整体的扩散性而难以把握，因此距离也通常通过对 LED 封装上的任意位置的测量而确定。

### 3. 平均 LED 强度 ( Averaged LED Intensity )

在 LED 的测量中，CIE 引入了平均 LED 强度 ( Averaged LED luminous intensity 或 Averaged LED radiant intensity, 简称为 Averaged LED Intensity ) 的概念。在测量中，设定了用于 LED 测量的 CIE 标准条件 A 和条件 B 两种情形。对于在这些条件下进行的平均 LED 强度的测定，引入了  $I_{LED A}$  和  $I_{LED B}$  两个符号，它们既可用于辐射度量值，也可用于光度量值(例如  $I_{LED A e}$ ,  $I_{LED B v}$ )。

两种条件均包含了对具有  $100 \text{ mm}^2$  面积 ( 相当于直径大约为  $11.3 \text{ mm}$  ) 的圆形入口孔的检测器的使用。LED 应被置于面向检测器的地方，并被调整为 LED 的机械轴通过检测器孔径的中心。正是 LED 和检测器之间的距离构成了条件 A 和条件 B 之间的差异。这个距离是：

- 对于 CIE 标准条件 A:  $316 \text{ mm}$ ;
- 对于 CIE 标准条件 B:  $100 \text{ mm}$ 。

在两种情况下，距离都是通过 LED 前面尖端到光度计或辐射度计的入口孔平面的距离来测量的。如果检测器被校准为用于照度，则平均 LED 强度可以用以下公式进行计算：

$$I_{LED v} = E_v * d^2 \quad (4)$$

在上面公式中， $E_v$  为由检测器测量的平均照度 ( 单位勒克斯 )， $d$  为距离 ( 单位米 )。对于条件 A， $d = 0.316 \text{ m}$ ；对于条件 B， $d = 0.100 \text{ m}$ 。

对于平均 LED 强度测量，有如下的替代方法：

受检测的 LED 被校准为与同一类型的参考 LED ( 类似的光谱分布 ) 相比较。参考 LED 必须被校准为和受测量的 LED 有同样的几何形 ( CIE 条件 A 或条件 B )。受测 LED 的平均 LED 强度  $I_{LED}$  ( 单位:  $\text{cd}$  ) 可由以下公式获得：

$$I_{LED, test} = (y_{test} / y_{ref}) * I_{LED, ref} \quad (5)$$

在公式(5)中， $I_{LED, test}$  和  $I_{LED, ref}$  分别为参考 LED 和受测 LED 的平均 LED 强度。 $y_{test}$  和  $y_{ref}$  分别为参考 LED 和受测 LED 的光度信号。用这一替代测量方法，就没有必要进行光谱非匹配校

正，测量过程也非常简单。但是，如果许多不同型号的受测 LED 进行测试，则相应需要许多不同型号的标准 LED。也许，由于参考 LED 和受测 LED 之间会有细微的光谱分布的差异，也会存在一些光谱非匹配的误差，这应该作为不确定组件来进行衡量。如果在实际中存在许多类（颜色）受测 LED，而很难得到如此多类型的标准 LED，则可运用光谱非匹配校正方法进行测量。

在这类测量中，光谱辐射计（Spectroradiometer）可以安装在用于平均 LED 强度测量的光度计的头部，但前提是该光谱辐射计是针对 LED 的测量进行恰当设计的。

#### 4. 光通量（Luminous Flux）

在 LED 的测量中，光通量分为总光通量（Total Luminous Flux）和部分 LED 通量（Partial LED Flux）。总光通量指从光源发射的所有通量，即所有角度（ $4\pi$  球面立体角）上整合的总通量。然而，在某些情况下，发射到某一特定立体角的部分光通量的概念也十分必要，一些无意识的发射角度（例如向后发光）可以忽视。

##### (1) 总光通量

总光通量是光源的基础参数。它由光源在  $4\pi$  球面立体角上的累积光通量所确定。总光通的符号为  $\Phi$  或  $\Phi_v$ ，单位为流明。它可以根据整个光源的完整立体角上的所有光强进行确定：

$$\Phi = \int_{\Omega} I \, d\Omega \quad (6)$$

或者，可以通过在光源周围环绕的一个封闭虚拟表面的整体区域所发出的所有光进行确定：

$$\Phi = \int_A E \, dA \quad (7)$$

上述总光通量，应该包括 LED 发出的所有光通量，其中也包括向后发出的光通量。

##### (2) 部分 LED 通量

部分 LED 通量是一个在特定应用情形下才使用的参数。它是指从 LED 发出的通量，该通量仅在一个给定的锥形角（以 LED 的机械轴为中心）内传播，此锥形角由一个尺寸 50 mm 的圆孔决定，其距离从 LED 的尖端开始测量。距离  $d$  由锥形角度  $x^\circ$  决定，计算公式为：

$$d = \frac{25}{\tan(x/2)} \text{ [mm]} \quad (8)$$

在公式(8)中， $0^\circ \leq x \leq 180^\circ$ 。

部分 LED 通量的符号为  $\Phi_{\text{LED}, x}$ ，其中  $x$  的值是锥形角的角度。在对部分 LED 通量进行衡量时，任何不在给定锥形角中发出的光都将被忽略。LED 的参考点为 LED 封装的尖端，尽管其并非光发射的有效中心，但它很容易被确定。而 LED 真正有效中心是很难确定的，有时

候甚至无法确定。因此选择 LED 封装尖端作为 LED 测量的参考点,是为了测量的简便性和可复制性。为了在测量中获得较好的可复制性,圆孔直径(50 mm)也是固定的。

通常,总光通量的概念应该尽量多地使用。部分 LED 通量仅在总光通量无法满足既定应用的需求时才使用。当使用部分 LED 通量时,建议尽量多地使用 40°、60°、90°、120° 这样的角度。

### (3) 测量方法

光通量的测量方法有两种:测角光度计(Goniophotometer)和积分球(Integrating sphere)。其中,总光通量的测量两种方法均可使用;但部分 LED 通量的测量通常使用积分球法。

## 5. 光谱测量(Spectral Measurement)

### (1) 与光谱分布相关的参量

- 峰值波长

峰值波长( $\lambda_p$ )是指光谱分布中的最大波长。

- 一半强度的光谱带宽(Spectral bandwidth at half intensity levels)

一半强度的光谱带宽( $\Delta\lambda_{0.5}$ )是通过当峰值强度降到 50%时, $\lambda_p$  两旁的两个波长值  $\lambda'_{0.5}$  和  $\lambda''_{0.5}$  来计算的:

$$\Delta\lambda_{0.5} = \lambda''_{0.5} - \lambda'_{0.5} \quad (9)$$

在某些情况下, $\Delta\lambda_{0.1}$  的值也使用,即当强度降到最大强度的 10%时,两个波长之间带宽。

- 一半强度带宽的中心波长

一半强度带宽的中心波长( $\lambda_{0.5m}$ )即指光谱带宽在 50%水平时两个限制波长  $\lambda'_{0.5}$  和  $\lambda''_{0.5}$  之间中央部位的波长。它可以根据公式 10 来计算:

$$\lambda_{0.5m} = 1/2(\lambda'_{0.5} + \lambda''_{0.5}) \quad (10)$$

- 波长重心

光谱分布的波长重心( $\lambda_c$ ),作为波长重力的中心,根据以下公式来计算:

$$\lambda_c = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \lambda * S_x(\lambda) d\lambda / \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} S_x(\lambda) d\lambda \quad (11)$$

### (2) 由光谱分布决定的色度参量

- 主波长

带色彩刺激因子的主波长根据以下方法定义:

带单色刺激因子的波长,当按照合适比例和特定消除色差的因子混合在一起时,就与彩色

刺激因子相匹配。为了符合 LED 的特征，参考的消除色差因子应该是等能量谱，其作为波长功能的光谱能量聚集的刺激因子是恒量，并且具有以下色度坐标： $X_E = 0.3333$ ， $Y_E = 0.3333$ 。

- 纯度

为了描述 LED 发射的纯度，使用了术语激发纯度 ( $P_e$ )。该参量是 CIE 1931 标准色度系统的色度坐标上的两个同一直线上的距离 NC/ND 的比率。第一个距离是代表所涉及的色彩刺激因子的 C 点与代表特点消除色差因子的 N 点之间的距离；第二个距离是 N 点和 D 点之间的距离，D 点是所涉及的色彩刺激因子的主波长的光谱所在地。可以根据公式 12 进行计算：

$$P_e = (y - y_n) / (y_d - y_n) \text{ 或 } P_e = (x - x_n) / (x_d - x_n) \quad (12)$$

公式(12)中， $(x, y)$ 、 $(x_n, y_n)$ 、 $(x_d, y_d)$ 分别代表点 C、N 和 D 的  $x, y$  色度坐标。

### 2.1.2 CIE 177:2007

CIE 177:2007《白光 LED 的显色性》是一份有关 LED 显色性的技术报告。这份技术报告针对 CIE 显色指数 (CRI) 对白光 LED 的适用性进行了评估。目前推荐的显色指数计算方法是 1974 年引入的，CIE 13.3:1995 对其有着详细的描述。这份技术报告通过几次最近完成的视觉试验，最终得出结论：当前的 CIE CRI 不能很好地对白光 LED 的显色性能进行描述。因此，CIE 建议 Division 1 技术委员会制定新的显色指数。该显色指数不应该马上替代现有的 CIE 显色指数，但应该提供信息以对现有显色指数进行补充。新的补充的显色指数应该能够适应于所有类型的光源，而非仅仅是白光 LED。

本技术报告的附录部分提出了对白光 LED 显色指数的改进性的描述。目前，R96<sub>a</sub>是推荐的新的 CRI 计算方法。与标准方法比较起来，该方法有以下主要特征：

- 测试样本取自 Macbeth 色彩测试标板，而非 Munsell 色谱；
- 使用六个参考光源：D65、D50、P4200、P3450、P2950、P2700，而非连续普朗克/昼光光源集；
- 使用 CIE 色度适应公式 (CIE, 1994)，而非 von Kries 色适应模型；
- 测试灯及参考灯均需转换至 D65 色度；
- 色彩差异用 CIELAB 量化。

总之，CIE 会根据白光 LED 特点对其显色性进行具体规定，具体规范有待进一步出台。



## 2.2 IEC 标准

### 2.2.1 概况

IEC 于 1906 年成立于伦敦，是世界上最早成立的国际标准化团体，主要负责制定电气和电子领域的国际标准。目前，IEC 已成立了约 179 个技术委员会( TC )和分技术委员会( SC )，以及 700 个项目组( project teams )/维护组( maintenance teams )。在半导体照明设备领域，IEC 目前的主要工作内容集中在对 LED 模块及其连接器的安全要求、LED 控制电路安全要求、自镇流 LED 灯的安全及性能要求以及 LED 的光辐射要求等方面。此外，LED 灯具还得符合 IEC 有关灯具的安全要求和电磁兼容要求。

上述要求主要由三个技术委员会负责制定：TC 34 ( 灯和相关设备 )、TC 76 ( 光辐射安全和激光设备 ) 和 CISPR ( 国际无线电干扰特别委员会 )。以下分别对这三个技术委员会及其制定的相关标准进行简要介绍。

#### 1. TC 34

TC 34 成立于 1948 年，其下设的 SC 34A、SC 34B、SC 34C 和 SC 34D 四个分技术委员会，分别负责电灯、灯头和灯座、灯的控制装置、灯具的标准化工作。TC 34 为这些分技术委员会提供协调作用，其目的是确保上述这些部件的安全性、可靠性及互换性。TC 34 及其下设的 SC 已制定/正在制定的与 LED 照明器具相关的标准见表 2.1：

**表 2.1 TC 34 制定的 LED 照明器具相关标准**

TC/SC	标准号	标准名称	制定状态
TC 34	IEC 61547:2009	日常照明器具 – EMC 抗扰要求	已制定
SC 34A	IEC 60968:1999	通用照明的自镇流灯 – 安全要求	已制定
	IEC 62031:2008	通用照明用 LED 模块 – 安全要求	已制定
	IEC 62560	> 50 V 的通用照明自镇流 LED 灯 – 安全规范	正在制定
	IEC/PAS 62612:2009	通用照明自镇流 LED 灯 – 性能要求	已制定
	IEC 62612	> 50 V 的通用照明自镇流 LED 灯 – 性能要求	正在制定
SC 34B	IEC 60838-2-2:2006	杂类灯座 – 第 2-2 部分：LED 模块连接器的特殊要求	已制定
	IEC 61347-1:2007	灯的控制装置 – 第 1 部分：通用及安全要求	已在制定
	IEC	灯的控制装置 – 第 2-13 部分：LED 模块用交	已制定

TC/SC	标准号	标准名称	制定状态
SC 34C	61347-2-13:2006	流或直流电子控制装置的特殊要求	
	IEC 62384:2006	LED 模块用交流或直流电子控制装置 - 性能要求	已制定
	IEC 62384-am1:2009	修订件 1 - LED 模块用交流或直流电子控制装置 - 性能要求	已制定
SC 34D	IEC 60598 系列标准 ( 具体的标准列表参见 2.2.2 中的第 5 部分 )		已制定

## 2. TC 76

TC 76 的首次会议于 1974 年召开, 主要负责制定激光基础技术、激光器件和材料、激光设备和发光二极管、激光应用及相关领域的国际标准。此外, TC 76 还负责制定有关由国际非离子辐射防护委员会 ( ICNIRP ) 和国际照明委员会 ( CIE ) 等组织确定的、对来自人造光且辐射范围在 100 nm 到 1 mm 之内的人体暴露限值的应用标准。TC 76 已制定/正在制定的与 LED 照明设备相关的标准见表 2.2。

**表 2.2 TC/SC 76 已制定/正在制定的 LED 照明设备的相关标准**

标准号	标准名称	制定状态
IEC 62471:2006	灯和灯系统的光生物安全性	已制定
IEC 62471-2:2009	灯及灯系统的光生物安全性-第 2 部分: 非激光光学辐射安全性的制造要求指南	已制定

## 3. CISPR

CISPR 成立于 1934 年, 负责频率范围在 9 kHz~400 GHz 的无线电通讯设备的产品发射标准的制定, 下设 7 个分委会: A 分会 ( 无线电干扰的测量与统计方法 )、B 分会 ( 工、科、医射频设备的无线电干扰 )、D 分会 ( 机动车和内燃机上的电子/电气设备的电磁干扰 )、F 分会 ( 家用设备工具、照明设备及类似设备的干扰 )、H 分会 ( 无线电服务保护的限值 )、I 分会 ( 信息技术设备、多媒体设备及接收装置的电磁兼容性 )、S 分会 ( CISPR 的领导委员会 ), 其中 LED 照明设备应符合的 EMC 标准 CISPR 15:2009 《无线电干扰特性. 极限值和测量方法》由 F 分会制定。

## 2.2.2 安全要求

半导体照明产品在生产时，其模块应该符合 IEC 62031《通用照明的 LED 模块 - 安全要求》的规定；模块中有连接器的，必须遵循 IEC 62838-2-2《杂类灯座：LED 模块连接器的特殊要求》；LED 照明产品中的电源和驱动，需满足 IEC 61347-1《灯的控制装置：通用和安全要求》以及 IEC 61347-2-13《灯的控制装置：LED 模块交流或直流电子控制装置的特殊要求》中的规定；在有关自镇流 LED 灯的安全规范 IEC 62560 出台之前，自镇流的 LED 灯可以参照 IEC 60968《通用照明的自镇流灯 - 安全规范》中的相关要求进行了安全考核；在光辐射方面，半导体照明产品需遵循 IEC 62471《灯和灯系统的光生物安全性》或 IEC 60825-1《激光产品的安全. 第 1 部分：设备分类及要求》的规定；此外，半导体照明产品中所使用的灯具还需满足 IEC 60598 系列标准对灯具的安全要求。总之，IEC 对于半导体照明产品的安全要求较为系统，企业应该根据自己产品的特征，根据相应的要求进行生产。下面，将对几个主要的安全标准进行详细介绍。

### 1. LED 模块的安全要求

2008 年新发布的 IEC 62031 规定了 LED 模块的一般要求和安全要求，其适用范围为各类作为光源使用的 LED 模块，不论此 LED 模块包含或不包含电源供应电路均可适用。当 LED 模块包含电源供应线路时，其适用输入电压为交流 1000 V 以下，频率 50 Hz 或者 60 Hz，或者直流 250 V 以下。IEC 62031 大量引用了 IEC 60598-1、IEC 61347-1、IEC 60838-2-2 等现有标准，要求产品的接线端子、爬电距离和电气间隙等符合 IEC 60598-1 中的相应要求；保护接地、防止意外接触带电部件、防潮性和绝缘、介电强度、螺钉和载流部件、连接件、耐腐蚀等满足 IEC 61347-1 中的相应要求；模块中连接器部分满足 IEC 60838-2-2 的相关要求（参见本小节中“2. LED 模块连接器的安全要求”部分）。此外，该标准还对标记、故障条件和结构进行了详细的说明。

#### (1) 标记

该部分详细规定了嵌入式或独立 LED 模块的强制性标记，主要包括以下方面：

- 来源标记（商标，制造商或者供应商名称）；
- 型号或制造商的类型符号；
- 以下任意一项：额定电压、电压范围、电源频率等；额定电流、电流范围、电源频率

等；额定功率或功率范围；

- 标称功率；
- 为了安全起见，应标识连接的位置和目的，连接线应清楚地标识在线路图上；
- $t_c$  值，如果它涉及到 LED 模块某个位置，则该位置应该在制造商的产品说明书中说明；
- 对眼睛的保护，参见 IEC 62471 的要求；
- 为了与独立式模块区分开，嵌入式模块应该标识出来，该标识应位于产品包装或模块自身上。

此外，该部分还对标记位置以及标记的耐久性和易辨认性进行了规定。

## (2) 接线端子

这部分主要引用了 IEC60598-1 中第 14 和 15 条相关要求。

### ① 螺纹接线端子

在适用的情况下，LED 模块中的螺纹接线端子应符合以下要求：

- 接线端子主要是连接一根导体；
- 在一般情况下，接线端子应适宜连接软缆或软线，导体不必特殊处理，在某些情况下，用电缆接线片连接或与接线条连接时，则需要进行处理；
- 接线端子的设计或定位应使得当拧紧夹持螺钉或螺母时，无论是实心导体还是绞合导体中的一股都不能滑出；
- 接线端子应具有足够的机械强度；
- 接线端子应耐腐蚀；
- 接线端子应将导体可靠地夹紧在两个金属面之间；
- 接线端子应以导体不会过度损坏的方式夹紧导体。

此外，还对导体标称截面积、导体合成、接线端子不同的设计形状等进行了规定。

### ② 无螺纹接线端子

- 接线端子或连接件的载流部件应由下列材料之一组成：
  - 铜；
  - 对冷作部件，至少含 58%铜的合金，或其他部件，至少含 50%铜的合金；
  - 耐腐蚀性能不低于铜且机械性能不低于适合的其他金属；
- 接线端子设计应使得当导体已充分插入接线端子时，有一挡块防止导体端部继续插入；

- 弹簧式非永久性的无螺纹接线端子，连上和拆下导体的方式应明晰；
- 用弹簧夹连接几根导体的接线端子应独立地夹紧每根导体；
- 接线端子应适当地在设备上或接线端子座上或者其他位置上固定，导体插入或拆下时，接线端子不得松动；
- 接线端子和连接件应能承受在正常使用中可能出现的机械、电和热的应力。

此外，还对电气连接件的设计等进行明确规定。

### (3) 保护接地装置

这部分引用了 IEC 61347-1 中第 9 条的规定，即要求接地端子符合 IEC 60598-1 中的相关规定（参见前述“(2)接线端子部分”）。电气连接件应能充分锁定防止松动，并且在只用手不使用工具的情况下不能将其松动。对于无螺纹节点端子，其固定装置/电气连接不能随意被打开。灯的控制装置（不包括独立式灯的控制装置）可以固定在接地的金属件上来形成接地，但是，如果灯的控制装置具备接地端子，则该接地装置只能用于灯的控制装置的接地。接地端子的所有部件应能将由于与接地导体或其它金属件相接而发生电解质腐蚀的危险降至最低程度。接地端子的所有部件应由黄铜或其它耐腐蚀的金属制成，或由有防锈表面的材料制成，并且它们的接触面中应至少有一个是裸露的金属。

### (4) 防止意外接触带电部件

这部分引用了 IEC 61347-1 中第 10 条的规定，即要求：

- 不是依靠灯具的外壳作为防电击保护措施的灯的控制装置在按正常使用要求进行安装时应能充分防止与带电部件发生意外接触；
- 依靠灯具外壳作为防电击保护措施的整体式灯的控制装置，应按照其预定使用要求进行试验；
- 清漆和瓷釉被视为不具备充分的防电击性能和绝缘性；
- 凡能提供防电击保护措施的部件，应具有充分的机械强度，在正常工作中不应松动，在不使用工具的情况下不能将其拆除。

### (5) 防潮性和绝缘

这部分引用了 IEC 61347-1 中第 11 条的规定，即要求：

- 灯的控制装置应耐潮湿；
- 基本绝缘的绝缘电阻应不小于 2 MΩ，在下述各部件之间应具有充分的绝缘性：

- 相互分开或可以分开的具有不同极性的带电部件之间；
- 带电部件和外部元件（包括定位螺钉）之间；
- 带电部件与相应的控制端子之间。

#### (6) 介电强度

这部分引用了 IEC 61347-1 中第 12 条的规定，即要求：

- 灯的控制应具有足够的介电强度；
- 在绝缘电阻的测量完成后，立即对灯的控制装置进行介电强度试验。试验电压施加在“（5）防潮性和绝缘”所规定的各部件之间，并持续 1 分钟。试验期间不应产生飞弧或击穿现象。

#### (7) 构造

木材、棉花、丝绸、纸和类似的纤维性材料不能用作绝缘材料。

#### (8) 爬电距离和电气间隙

爬电距离和电气间隙主要引用 IEC 60598-1 中第 11 条的规定，具体参数要求可参见表 2.3 和表 2.4。

**表 2.3 交流 50 Hz/60 Hz 正弦电压下的最小爬电距离和电气间隙**

距离 (mm)	不超过以下各值的有效工作电压 (V)					
	50	150	250	500	750	1000
爬电距离 <sup>a</sup>						
- 基本绝缘 PTI <sup>b</sup> $\geq 600$	0.6	0.8	1.5	3	4	5.5
$< 600$	1.2	1.6	2.5	5	8	10
- 附加绝缘 PTI <sup>b</sup> $\geq 600$	-	0.8	1.5	3	4	5.5
$< 600$	-	1.6	2.5	5	8	10
- 加强绝缘	-	3.2 <sup>c</sup>	5 <sup>c</sup>	6	8	11
电气间隙 <sup>d</sup>						
- 基本绝缘	0.2	0.8	1.5	3	4	5.5
- 附加绝缘	-	0.8	1.5	3	4	5.5
- 加强绝缘	-	1.6	3	6	8	11
a: 直流电压下的爬电距离与正弦交流电压下的 r.m.s 值相同。						
b: PTI 为耐漏电起痕指数，参见 IEC 60112。						
c: PTI $\geq 600$ 的绝缘材料，其在基本绝缘条件下的距离减少两倍。						
d: 直流电压下的电气间隙与交流电压下的峰值相同。						
注：该表中的值不适用于日本。日本要求的爬电距离和电气间隙大于本表中的值。						

**表 2.4 正弦或非正弦脉冲电压下的最小距离**

	额定脉冲峰值电压 ( kV )								
	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10	12
最小电气间隙(mm)	1	1.5	2	3	4	5.5	8.0	11	14
	额定脉冲峰值电压 ( kV )								
	15	20	25	30	40	50	60	80	100
最小电气间隙(mm)	18	25	33	40	60	75	90	130	170

(9) 螺钉、载流部件和连接件

这部分引用了 IEC 61347-1 中第 17 条的规定,即要求螺钉、载流部件及机械连接件应能承受住在正常使用时出现的机械应力。

(10) 耐热、防火及耐漏电起痕

这部分引用了 IEC 61347-1 中第 18 条的规定,即要求:

- 将带电部件固定到位的绝缘材料部件或具备防电击保护功能的绝缘材料部件,应充分耐热;
- 具备防电击保护功能的外部绝缘材料部件,以及将带电部件固定到位的绝缘材料部件应充分耐火、不易燃;
- 具备防电击保护功能的绝缘材料外部部件应能承受 IEC 60695-2-10 所规定的灼热丝试验;
- 用于将带电部件固定到位的绝缘材料部件应能承受住 IEC 60695-11-5 规定的针焰试验;
- 安装在灯具中使用的灯的控制装置(而不是普通独立式灯控制装置)以及有绝缘体的易遭受峰值高于 1500 V 的启动电压的灯的控制装置应能耐漏电起痕。

(11) 耐腐蚀

这部分引用了 IEC 61347-1 中第 19 条的规定,即要求对于生锈后会危及灯的控制装置安全的铁质部件,应采取充分的防锈措施。外表面涂漆被视为具有充分的保护作用。

**2. LED 模块连接器的安全要求**

IEC 60838-2-2《杂类灯座 - 第 2-2 部分: LED 模块连接器的特殊要求》是 IEC 于 2006 年颁布的一个有关 LED 模块间连接器的安全规范,它对 LED 模块连接器的分类、标记、防触电保护、接线端子、接地装置、结构、防潮、绝缘电阻和介电强度、机械强度、螺钉、载流部

件和连接件、爬电距离和电气间隙、耐久性、耐热与防火、抗剩余应力和抗腐蚀性、抗震动性能等方面进行了详细规定。IEC 60838-2-2 中大量引用了 IEC 60838-1《杂类灯座 – 第 1 部分：通用要求和测试》中的相关规定，所以应该将这两个标准结合进行考量。以下对部分要求进行详细介绍：

#### (1) 标准的额定值

IEC 60838-2-2 规定了所适用的 LED 模块连接器的最大额定电压为 50 V，最小额定电流为 10 mA，最大额定电流为 3 A，额定工作温度范围为：-30°C ~ +65°C。

#### (2) 防触电保护

这部分引用了 IEC 60838-1《杂类灯座 – 第 1 部分：通用要求和测试》中第 7 条的规定，即要求：

- 嵌入式灯座的结构应能使灯座按正常使用安装或嵌装及接线时，其带电部件不应被人触及；
- 双端灯座按正常使用安装接线后，其结构应能使灯座的带电部件不被触及。

#### (3) 接地装置

这部分引用了 IEC 60838-1 中第 9 条的规定，即要求：

- 除带连接引线的灯座外，带接地装置的灯座应至少有一个接地端子；
- 在灯座上，发生绝缘故障时可能带电的、可触及金属部件应能可靠接地；
- 接地端子应牢固锁定，防止意外松动；
- 接线端子所用金属在与接地铜线接触时不应有发生锈蚀的危险；
- 导线固定架的金属部件应与接地电路无关。

#### (4) 结构

除了满足 IEC 60838-1 中第 10 条的通用要求外，还规定连接导线的最小横截面积为 0.22 mm<sup>2</sup>，如使用带状电缆，则其最小横截面积为 0.09 mm<sup>2</sup>。

#### (5) 耐久性

当温度快速变化或在高湿度环境下，LED 模块用连接器应能与模块保持良好的电气接触。耐久试验后，所测得的灯座触点与连接件之间的电阻应不超过以下值：

$$0.045 \Omega + (A \times n) \quad (13)$$

在公式 13 中，如果  $n=2$ ，则  $A=0.01 \Omega$ ；如果  $n > 2$ ，则  $A=0.015 \Omega$ 。其中  $n$  是指连接器



和 PCB 间单独的触点的数目。

(6) 抗剩余力和抗腐蚀性

这部分引用了 IEC 60838-1 中第 17 条的规定，即要求：

- 由轧制铜板材或铜合金制成的触点及其它部件，在发生故障时会使灯座不安全，这些部件不应由于剩余应力而被损坏；
- 铁质部件生锈后会破坏灯座的安全性，应对这些部件采取充分的防锈措施。





(7) 抗振动性能

LED 模块用连接器在正常使用中受到振动时应能和模块保持良好的电气接触。

### 3. LED 控制装置的安全要求

IEC 61347-2-13《灯的控制装置 – 第 2-13 部分：LED 模块用直流或交流电子控制装置的特殊要求》是 IEC 于 2006 年 5 月发布的有关 LED 模块控制装置的安全规范。该规范中的 LED 模块用电子控制装置，即指在电源和一个或多个 LED 模块间插入的、用来为 LED 模块提供额定电压或额定电流的单元，该单元可能包含一个或多个单独的部件，并且可能带有用于调光、调整功率因数和抑制无线电干扰的功能。该标准大量引用了 IEC 61347-1 中的相应条款，因此需要将 IEC 61347-2-13 和 IEC 61347-1 综合起来进行考量。

(1) 强制性标记

- 来源标记（商标，制造商或者供应商名称）；
- 型号或制造商的类型符号；
- 如果是独立控制装置，则标识 ；
- 可替代和可互换部件如包括保险丝，其相互关系应采用图例的方式明确无误地标识在灯的控制装置上，如果不包括可替代或互换的保险丝，则可标明在制造商的产品目录中；
- 额定电源电压（或若干个电压值）电压范围，电源频率和电源电流，电源电流可在制造商的产品说明书中标出；
- 接地符号 , , ，用来识别接地的接线端子，这些符号不应标在螺钉或其它易于移动的部件上；
- 表明接线端子的位置和用途的线路；
- $t_c$  值，如果该值涉及到灯的控制装置上的某一个部位，则制造商的产品目录对该部位

应加以指明或有所规定；

- 恒压类型：额定输出电压；
- 恒流类型：额定输出电流和最大输出电压；
- 如果可能的话，应指出控制装置仅仅适用于 LED 模块操作。

#### (2) 防止意外接触带电部分

除了常规的对防止意外接触带电部分的规定，该标准还针对 LED 模块用控制装置的特定进行了如下规定：

- 对于等效安全超低电压控制装置，可触及部件应通过双层或加强绝缘与带电部件绝缘；
- 如果有下列情况，安全超低电压或者等效安全超低电压控制装置的输出电路可以有外露接线端子：
  - 带载情况下恒压源的额定输出电压或恒流源的最大输出电压有效值不超过 25 V；
  - 空载情况下输出电压有效值不超过 33 V，其峰值不超过  $33\sqrt{2}$  V。

额定输出电压在 25V 以上控制装置需要有绝缘接线端子。

#### (3) 变压器发热

该标准分正常工作条件和非正常工作条件对变压器的温升限值进行了规定。其中，在正常操作条件下，应满足 IEC 60065《音频、视频及类似电子设备—安全要求》的表 3“设备零部件的允许温升”中第 2 列值的要求；在故障条件或异常条件下，应满足该表中第 3 列值的要求。如果所用的不是 IEC 60085《电气绝缘—热评估和等级指定》中所列举的材料，最高温度不应超过被证明为令人满意的温度。对于嵌入式变压器应特别准备带有热电偶的样品以供试验。

#### (4) 异常条件

该标准还对控制装置的异常条件进行了规定，要求在异常条件下的操作应不影响控制装置的安全性。同时，分恒压输出的控制装置和恒流输出的控制装置两种情况对异常条件的测试进行了明确规定，并且要求在测试中或测试结束后，控制装置应无明显的影响安全性的缺陷。

#### (5) 故障条件

控制装置在设计上应能保证其在故障状态下工作时，不会喷出火苗或融化的材料，并不会产生可燃气体。防止意外接触带电部件的保护措施不应被损坏。

在故障状态下工作是指对样品一次施加下列规定的每一种故障状态，以及由此而必然产生的其他故障状态，并且，每次只允许一个部件置于一种故障状态：



接线端子是引用了 IEC 60598-1 中的相关规定外，其它均引自 IEC 61347-1，因此对于这部分内容，可以参见本小节“1. LED 模块的安全要求”中的相关部分。当然，IEC 61347-2-13 也在某些方面额外规定了一些特殊要求：

① 对于防潮和绝缘：规定对于等效安全超低电压控制装置，输入输出端子应没有粘合在一起；对于双重或加强绝缘，阻抗应不小于 4 MΩ。

② 对于介电强度，要求等效安全超低电压控制装置中隔离变压器的绕线绝缘条件满足 IEC 60065 中的相应要求。

#### 4. LED 照明设备的光辐射安全要求

辐射危害已被世界卫生组织列为继“空气、水、噪声”外的人类所面临的第四大环境安全问题。光辐射是辐射的重要组成部分，它的紫外线辐射和蓝光辐射对人体的危害尤其显著。近几年来，随着 LED 技术的发展，LED 芯片的辐射亮度大幅度提高，光束越来越窄，再加上 LED 紫外和蓝光波段芯片的广泛应用，使得 LED 光辐射危害成为一个不容忽视的问题。LED 光辐射危害主要体现在眼睛的近紫外辐射损伤、视网膜蓝光的光化学损伤和辐射的热损伤等方面。

鉴于以上原因，国际标准化组织很早就开始考虑对 LED 光辐射的安全要求进行规范。最早，LED 产品的光辐射安全要求被纳入到 IEC 60825-1 标准中，按照激光产品的要求进行评价，但是 LED 毕竟和激光不一样，所以最后又被纳入非激光类产品标准 IEC 62471 中进行考核（见表 2.6）。目前，在许多地区，例如欧洲和日本，还可以参照 IEC 60825-1 来进行 LED 光辐射安全要求的考核，但在不久的将来，将会全部采用 IEC 62471 替代 IEC 60825-1。因此，在下文中，我们将主要对 IEC 62471 的要求进行介绍。

**表 2.6 LED 辐射安全标准发展历程**

时间	标准发展历程
1993 年	IEC 60825-1:1993 将 LED 列入该标准范围
1997 年	IEC 60825-1:1993+A1:1997 对 LED 做了明确的要求
2001 年	IEC 60825-1:1993+A1:1997+A2:2001 补充版本
2002 年	国际照明委员会制定了非激光的光安全标准 CIE S 009/E:2002，标准中包括 LED 产品
2006 年	非激光的光辐射安全 IEC 62471:2006 的发布
2007 年	激光产品的 IEC 60825-1 第二版发布，明确排除 LED 产品
2008 年	IEC/TC 76 会议上，决定将所有 LED 产品的光辐射安全纳入 IEC 62471 标准

IEC 62471 为灯以及包括灯具在内的灯系统的光生物安全性提出了评估指南，其中的光源就包含了 LED，但不包括激光。2009 年，IEC 正在着手对该标准进行修订，计划在近两年发布 IEC 62471-1。此外，IEC 还于 8 月 6 日发布了 IEC 62471-2:2009《灯及灯系统的光生物

安全性-第 2 部分：非激光光学辐射安全性的制造要求指南》，明确了灯及灯系统制造商应采用 IEC 62471 的指南。

IEC 62471 主要对曝辐限值、灯和灯系统的测量条件以及灯的分类进行规定。在曝辐限值方面，该标准分别对皮肤和眼睛的光化学紫外危害曝辐限值、眼睛的近紫外危害曝辐限值、视网膜蓝光危害曝辐限值、视网膜蓝光危害曝辐限值（小光源）、视网膜热危害曝辐限值、视网膜热危害曝辐限值（对微弱视觉刺激）、眼睛的红外辐射危害曝辐限值及皮肤热危害曝辐限值进行了详尽的规定。

IEC 62471 还根据光辐射危害的程度将连续辐射灯分为无危险类、1 类危险（低危险）、2 类危险（中度危险）及 3 类危险（高危险）四大类。其中，无危险类灯必须同时符合以下条件：

- 在 8 h ( 30000 s ) 曝辐中不造成光化学紫外危害 (  $E_s$  )；
- 在 1000 s ( 约 16 min ) 内不造成近紫外危害 (  $E_{UVA}$  )；
- 在 10000 s ( 约 2.8 h ) 内不造成对视网膜蓝光危害 (  $L_B$  )；
- 在 10 s 内不造成对视网膜热危害 (  $L_R$  )；
- 在 1000 s 内不造成对眼睛的红外辐射危害 (  $E_{IR}$  )。

此外，发射红外辐射但没有强视觉刺激（即小于  $10 \text{ cd/m}^2$ ），并且 1000 s 内不造成近红外视网膜危害的灯也属于无危险类。

1 类危险灯需同时符合下列要求：

- 在 10000 s 不造成光化学紫外危害；
- 在 300 s 内不造成近紫外危害；
- 在 100 s 内不造成视网膜蓝光危害；
- 在 10 s 内不造成对视网膜热危害；
- 在 100 s 内不造成对眼睛的红外辐射危害。

此外，发射红外辐射但没有强视觉刺激，并且 100 s 内不造成近红外视网膜危害的灯也属于 1 类危险。

2 类危险灯需同时符合下列要求：

- 在 1000 s 内不产生光化学紫外危害；
- 在 100 s 内不造成近紫外危害；

- 在 0.25 s 内不造成视网膜蓝光危害；
- 在 0.25 s 内不造成对视网膜热危害；
- 在 10 s 内不造成对眼睛的红外辐射危害。

此外，发射红外辐射但没有强视觉刺激，并且 10 s 内不造成近红外视网膜危害的灯也属于 2 类危险。3 类危险灯的分类基础是灯在更短瞬间造成危害，它的限制量超过了 2 类危险。除了连续辐射灯，该标准还对脉冲灯的分类等级进行了规定。

## 5. 自镇流灯的安全要求

在普通照明用自镇流 LED 灯的安全标准 IEC 62560 正式出台前，IEC 60968《通用照明用自镇流灯-安全要求》被用来对自镇流 LED 灯的安全要求进行考核。目前的 IEC 60968 是 1999 年 9 月公布的 1.2 版，它主要适用于额定功率不超过 60 W、额定电压为 100 V ~ 250 V 的爱迪生螺口灯头或卡口灯头的自镇流灯。它主要对自镇流灯的标志、互换性、防触电保护、绝缘电阻和介电强度、机械强度、灯头温升、耐热性、防火与阻燃、故障状态等进行规定。

### (1) 标志

灯上必须标有来源标志、额定电压或电压范围、额定功率、额定频率。此外，制造商还应在灯，或包装，或使用说明书上提供诸如灯的电流、灯的燃点、灯在使用时应遵循的特定条件和限制等补充信息。

### (2) 互换性

为了保证互换性，自镇流灯必须采用符合 IEC 60061-1《灯头、灯座及检验其互换性和安全性的量规 第 1 部分：灯头》规定的灯头。对装有 B22d 灯头或 E27 灯头的自镇流灯，要求灯的质量不应超过 1 kg，且灯与灯座之间的弯矩应不大于 2 N·m。

### (3) 防触电保护

自镇流灯的结构设计应保证，在不装有任何灯具形状的辅助灯具情况下，当灯旋入灯座后，不能触及灯头内的金属件或灯头上的带电金属部件。除了灯头上的载流金属部件外，灯头外部的金属部件都不应带电或容易带电。

### (4) 潮湿处理后的绝缘电阻和介电强度

自镇流灯的载流金属部件与灯的易触及部件之间，要有充分的绝缘电阻和介电强度。灯头的载流金属件与灯的易触及部件（测试时在灯的易触及的绝缘件上包一层金属箔）之间的绝缘电阻不小于 4 MΩ。在进行介电强度测试时，不允许出现闪络或击穿现象。要求 ES 灯头的螺

口灯头的壳体与灯的易触及部件之间的介电强度达到下列要求：

- HV 型 ( 220 V~250 V ) : 4000 V ( 有效值 ) ;
- BV 型 ( 100 V~120 V ) :  $2U+1000$  V ( U 为额定电压 ) 。

(5) 灯头温升

在进行温升测试时，其温升在灯的启动期间、稳定期和稳定以后的时间内均不应超过表 2.7 中的规定值：

**表 2.7 灯头温升的规定值**

灯头类型	温升值
B22d	125 K
B15d	120 K
E27	120 K
E14	120 K
E26	正在研究中

此外，IEC 60968 还规定：自镇流灯必须具有一定的机械强度；提供防触电保护的绝缘材料的外部部件以及固定带电部件的绝缘材料部件均应具有充分的耐热性和防火、阻燃性；自镇流灯在故障状态下工作不应降低其安全性能。

**6. LED 灯具的安全要求**

如果制造商所生产的为 LED 灯具，则需要遵循 IEC 60598 系列标准中规定的安全要求。IEC 60598 系列安全标准由通用要求和特殊要求两个部分组成。第 1 部分“通用要求”规定了灯具的一般安全要求，第 2 部分“特殊要求”则规定了特定类型产品的安全要求。“特殊要求”对“通用要求”中的相应条款进行了补充或修改，对于特定类型的灯具，其完整的安全要求由灯具的“通用要求”与其对应的“特殊要求”共同构成（见表 2.8）。例如，对于儿童用可移动式灯具，就是将 IEC 60598-1 和 IEC 60598-2-10 结合起来进行考量。

**表 2.8 特定类型 LED 灯具的特殊安全标准及与 IEC 60598-1 各章节的对应关系**

灯具类型	标准号	与 IEC 60598-1 各章节的对应关系
普通固定式灯具	IEC 60598-2-1:1979	参见 IEC 60598-1 中的相关规定。
凹槽式灯具	IEC 60598-2-2:1997	特殊规定了标记、结构、外部接线和内部接线、防触电保护、耐久性试验和热试验等要求，其他要求参见 IEC 60598-1。

灯具类型	标准号	与 IEC 60598-1 各章节的对应关系
道路和街道照明灯具	IEC 60598-2-3:2002	特殊规定了标记、结构、接地要求、接线端子、外部和内部接线、耐久性试验和热试验、防尘和防水试验等要求，其他要求参见 IEC 60598-1。
可移式灯具	IEC 60598-2-4:1997	特殊规定了结构、外部接线和内部接线、防触电保护、耐久性试验和热试验等要求，其他要求参见 IEC 60598-1。
投光灯具	IEC 60598-2-5:1998	特殊规定了标记、结构、耐久性试验和热试验等要求，其他要求参见 IEC 60598-1。
带内装式钨丝灯变压器或转换器的灯具	IEC 60598-2-6:1994	特殊规定了标记、结构、接地规定、耐久性试验和热试验、防尘和防水等要求，其他要求参见 IEC 60598-1。
花园用便携式灯具	IEC 60598-2-7:1982	特殊规定了分类、结构、外部和内部接线、耐久性试验和热试验、防尘和防水等要求，其他要求参见 IEC 60598-1。
手提灯	IEC 60598-2-8:2007	特殊规定了分类、标记、结构、接线端子、外部和内部接线、防触电保护、耐久性试验和热试验、防尘和防水、耐热耐火和耐起痕等要求，其他要求参见 IEC 60598-1。
摄影和电影灯具（非专业用）	IEC 60598-2-9:1987	特殊规定了分类、标记、结构、外部接线和内部接线、耐久性试验和热试验、防触电保护、防尘和防水等要求，其他要求参见 IEC 60598-1。
儿童用可移式灯具	IEC 60598-2-10:2003	特殊规定了分类、标记、结构、接地规定、耐久性试验和热试验、防尘和防潮、耐热耐火和耐起痕等要求，其他要求参见 IEC 60598-1。
水族箱用灯具	IEC 60598-2-11:2005	特殊规定了标记、结构、爬电距离和电气间隙、外部和内部接线、耐久性试验和热试验、防尘防固体异物和防水等要求，其他要求参见 IEC 60598-1。
电源插座安装的夜灯	IEC 60598-2-12:2006	特殊规定了分类、结构、外部和内部接线、防触电保护、爬电距离和电气间隙、耐久性试验和热试验、螺纹接线端子等要求，其他要求参见 IEC 60598-1。
地面嵌入式灯具	IEC 60598-2-13:2006	特殊规定了标记、结构、外部和内部接线、耐久性试验和热试验、防尘防固体异物和防水等要求，其他要求参见 IEC 60598-1。
舞台照明、电视和电	IEC	特殊规定了标记、结构、接线端子、外部和内部



灯具类型	标准号	与 IEC 60598-1 各章节的对应关系
影摄影场（室内外）用灯具	60598-2-17:1984	接线、耐久性试验和热试验、防尘防固体异物和防水等要求，其他要求参见 IEC 60598-1。
游泳池和类似场所用灯具	IEC 60598-2-18:1993	特殊规定了分类、标记、结构、接线端子、外部和内部接线、耐久性试验和热试验、防尘和防水等要求，其他要求参见 IEC 60598-1。
通风式灯具	IEC 60598-2-19:1981	特殊规定了分类、标记、结构、外部和内部接线、耐久性试验和热试验、防尘防固体异物和防水等要求，其他要求参见 IEC 60598-1。
灯串	IEC 60598-2-20:2002	特殊规定了分类、标记、结构、爬电距离和电气间隙、外部和内部接线、防触电保护、耐久性试验和热试验、防尘和防水、耐热耐火和耐起痕等要求，其他要求参见 IEC 60598-1。
应急照明灯具	IEC 60598-2-22:2008	特殊规定了分类、标记、结构、外部和内部接线、耐久性试验和热试验、防尘防固体异物和防水、耐热耐火和耐起痕、安全功能、转换操作、高温操作、自容式应急灯具的蓄电池充电以及应急工作试验装置等方面的要求，其他要求参见 IEC 60598-1。
钨丝灯用超低压照明系统	IEC 60598-2-23:2001	特殊规定了标记、结构、接地规定、接线端子和电气连接件、外部和内部接线、防触电保护、耐久性试验和热试验等要求，其他要求参见 IEC 60598-1。
表面温度受限灯具	IEC 60598-2-24:1997	特殊规定了分类、标记、结构、耐久性试验和热试验、防尘防固体异物和防水等要求，其他要求参见 IEC 60598-1。
医院和医疗保健中心临床用灯具	IEC 60598-2-25:1994	特殊规定了分类、标记、结构、外部和内部接线、防触电保护、耐久性试验和热试验、防尘防固体异物和防水、耐热耐火和耐起痕等要求，其他要求参见 IEC 60598-1。

IEC 60598-1 是灯具的通用安全标准，现行版本为 2008 年 4 月公布的 7.0 版。该标准对包括接地保护、防触电保护、防尘防固体异物和防水、绝缘电阻和介电强度、爬电距离和电气间隙、耐久性试验和热试验、耐热耐火和耐起痕、接线端子等在内的灯具通用安全要求进行了详尽规定，是 IEC 60598 系列标准的基础。因此，下文将主要对 IEC 60598-1 进行介绍。

## (1) 接地保护

- 在 I 类灯具完成安装或者为其更换光源或可替换的启动器或清洁而打开时，绝缘失效可能变为带电的灯具金属部件应永久地、可靠地与接地端子连接，其接地连接件应是低电阻的；
- 带有连接器或类似的连接装置的可分离部件的 I 类灯具，在载流触点接通之前，接地连接件应先接通，在接地连接件断开之前，载流触点应先断开；
- 当 I 类灯具配有附着的软线时，该软线应有一根黄绿双色的接地芯线；
- 提供接地连续性的活动街头、伸缩管等的表面应确保有良好的电接触；
- 接地端子应符合相关要求，其连接应充分锁定以防松动；
- 对于配有电源连接插座的灯具，接地触点应为插座的一个完整的一部分；
- 对于与电源电缆或不可拆卸的软缆或软线连接的灯具，接地端子应邻近电源接线端子；
- 尽量减小接线端子的所有部件与接地导体接触或与任意其他金属接触以防产生电解腐蚀的危险；
- 接地端子的螺钉或其他部件都应采用紫铜或其他不锈钢或带有不锈表面的材料制成，其接触面应为裸露金属面；
- 固定连接的具有功能用途（如环路安装）的接地连接的 II 类灯具，其功能接地线路应采用双重绝缘或加强绝缘与可触及金属部件隔开。

## (2) 防触电保护

灯具产品应具备足够的防触电保护措施和要求，确保灯具在安装、清洁、维护、更换光源或启动器而必须打开灯具时，避免造成触电和人身伤害。

## (3) 防尘、防固体异物和防水

灯具外壳应提供相应的防尘、防固体异物和防水的 IP 防护等级，其 IP 等级用 IEC 60529 《外壳防护等级》中规定的相关试验来进行检验。试验完成后，灯具应能承受相关的介电强度试验，并目视检验符合下列要求：

- 防尘灯具内无滑石粉沉积，尘密灯具外壳内部无滑石粉沉积；
- 在载流部件上或安全超低电压部件上或可能对使用者或周围环境造成危害的绝缘体上应无水的痕迹；
- 没有排水孔的灯具，应没有水进入；有排水孔的灯具，如果水可以有效地排出，而且

不会使爬电距离和电气间隙降至规定数值以下时, 试验时水的进入包括凝露是允许的;

- 水密或压力水密灯具内, 任何部件内均无水进入的痕迹;
- 第 1 位 IP 特征数字为 2 的灯具, 相关的试具不能触及带电部件; 第 1 位 IP 特征数字为 3 和 4 的灯具, 相关的试具不能进入灯具外壳;
- 在适用的灯泡标准章节“灯具设计信息”中规定的、要求防溅水的灯具内, 其任何部件内均无水的痕迹;
- 无损坏, 例如, 防护罩或玻璃膜的开裂或破损可能会削弱产品的安全和防水性能。

#### (4) 绝缘电阻和介电强度

绝缘电阻和介电强度是考核灯具绝缘性能的重要安全指标, 灯具外壳及其使用的所有绝缘材料必须有良好的绝缘性能, 保证带电部件与易被触及的部件之间及不同极性的带电部件之间有足够的绝缘电阻和介电强度。IEC 60598-1 对 I 类、II 类和 III 类灯具的最小绝缘电阻和介电强度均进行了详细规定, 同时还规定了灯具在正常工作时, 其接触电流、保护导体电流和电流烧伤的限值 (见表 2.9)。

**表 2.9 接触电流、保护导体电流和电流烧伤的限值**

接触电流		最大限值 (峰值)
16 A 及以下的、安装有一个连接到非接地插座上的插头的 I 类和 II 类灯具		0.7 mA
保护导体电流	供应电流	最大限值 (有效值)
32 A 及以下的、安装有一个或多个插头的 I 类灯具	$\leq 4$ A	2 mA
	$> 4$ A 且 $\leq 10$ A	0.5 mA/A
	$> 10$ A	5 mA
永久连接的 I 类灯具	$\leq 7$ A	0.35 mA
	$> 7$ A 且 $\leq 20$ A	0.5 mA/A
	$> 20$ A	10 mA
电流烧伤		正在研究中

#### (5) 其他

IEC 60598-1 对接线端子以及爬电距离和电气间隙的规定可以参见本节“1. LED 模块的安全要求”中的相应内容。此外, IEC 60598-1 还要求:

- 对于耐久性试验, 在模拟工作中周期性的发热和冷却条件下, 灯具不能变得不安全(包括开裂、烧焦和变形) 或过早损坏;

- 对于热试验，灯具处于工作温度时，灯具上徒手可触及的、操作的、调节的或夹持的部件，都不得过热，同时，灯具不应使被灯具照射的物体以及安装灯具的导轨过分受热；
- 固定载流部件的绝缘材料部件应经受针焰试验；提供防触电保护的外部绝缘材料部件以及固定载流部件或安全特低电压部件就位的绝缘材料部件应经受 650℃的镍铬灼热丝试验；固定载流部件或安全特低电压部件就位或者与这些部件接触的非普通灯具的绝缘部件，应采用耐起痕的材料。

除了以上部分，IEC 60598-1 还对灯具的分类、标记、结构、外部和内部接线等进行规定，具体要求可以参看该标准，这里不再赘述。

### 2.2.3 性能要求

#### 1. 普通照明用自镇流 LED 灯性能要求

IEC/PAS 62612:2009 是 IEC 于 2009 年 6 月 10 日发布的有关普通照明用自镇流 LED 灯的性能规范，它是 IEC 62560（即普通照明用自镇流灯安全要求）的补充。PAS 全称为可公开提供的规范，它是“为满足市场急需而出版的标准文件”，是制定正式国际标准之前出版的中间性标准文件。IEC/PAS 62612 适用于额定瓦数不超过 60 W、额定电压不超过 250 V 交流或直流，并且灯头符合 IEC 62560 的普通照明用自镇流 LED 灯。该标准不适用于有意发出彩色光的自镇流 LED 灯，也不适用于 OLED。

IEC/PAS 62612 主要对自镇流 LED 灯的标记、尺寸、功率、光通量、相关色温及显色指数、寿命、测试方法等进行规定：

##### (1) 标记位置

灯的额定光通量、颜色编码、寿命及光通维持率需要在产品及产品包装、产品数据表或宣传单页上标出；灯的报废率、光通维持类别、额定相关色温、额定显色指数只需在产品数据表或宣传单页上标出。

##### (2) 尺寸

灯的尺寸应符合制造商所标称的值。灯的外形不应超出其所要取代的灯（参见 IEC 60630《白炽灯的最大灯泡外形图》）。

##### (3) 功率

LED 灯的功率不能超过额定值的 15%。

(4) 光通量

初始光通量不能低于额定光通量的 90%。

(5) 相关色温和显色性

LED 灯的额定相关色温为 2700 K、3000 K、3500 K、4000 K、5000 K 或 6500 K 中的一种。初始显色指数和运转时间为额定灯寿命的 25% (最长持续时间为 6000 小时) 的显色指数均要进行测量。实际的显色指数测量值 (既有初始值又有最长持续时间为 6000 小时的 25% 额定寿命值) 不应比额定 CRI 值减少超过 5 个点。

(6) 寿命

LED 灯的寿命是由其光通维持性能和内置镇流器的寿命综合决定的。

对于光通维持率：在额定灯使用寿命的 25% (最长持续时间为 6000 小时) 时所测的光通值，应不少于与制造商或责任分销商规定的额定使用寿命 ( $L_{50}$  或  $L_{70}$ ) 相关的最大光通维持。所测量的光通维持应与制造商或责任分销商规定和提供的“光通维持种类”相对应：种类 A 至 E 适用于  $L_{50}$  (种类 A 至 C 适用于  $L_{70}$ )。其中，“光通维持种类”在该规范中进行了明确定义。

对于内置镇流器的寿命：由于自镇流灯是个除非永久损坏，否则无法分拆的整体单元，所以其内置镇流器应被作为完整的自镇流灯的一个部分进行测试。自镇流 LED 灯应经受温度循环冲击测试和电压开关测试。在相当于 25% 额定使用寿命 (最长持续时间为 6000 小时) 的测试周期内，LED 灯应一直在测试电压及 +45 ° C 的环境温度下工作。这一时间结束时，在将温度降至室温时，灯还能点燃至少 15 分钟。

## 2. LED 模块用控制装置性能要求

IEC 62384 《LED 模块用直流或交流电子控制装置 – 性能要求》是 IEC 于 2006 年 8 月份发布的有关 LED 模块控制装置性能要求的标准。这里的控制装置，是指设计为提供恒流或恒压的装置。有关具有改变输出功率功能的控制装置的标准正在制定中。IEC 62384 主要对控制装置的分类、标记、输出电压和电流、线路总功率、电路功率因数、电源电流、声频阻抗、异常条件下的工作试验、耐久性等进行了规定，其主要内容如下：

(1) 标记

- 强制性标记

控制装置应明确标识：电路功率因子，若功率因子未达 0.95，应附加一字母“C”，例如  $\lambda = 0.9 C$ 。如果适用，还应在控制装置上或制造商提供的目录或类似之处，提供下列信息：允许温度范围的限值、标明控制装置具有稳定的输出电压/输出电流、标明控制装置适合与市电调节器一同操作、标明操作模式（例如相位控制）。

- 选择性标记

可在控制装置上或制造商提供的目录或类似之处，提供总电路功率、表明控制装置设计为符合音频阻抗条件的符号  $Z$ （如果适用）以及表明控制装置为短路保护型的符号（如果适用，具体符号还在考虑中）。

(2) 输出电流和电压

- 在最低额定功率的测试条件下，当激活或连接 LED 模块后，2 s 内输出值应在额定值的 110% 以内，最大电流或最大电压不应超过制造商所提供的值；
- 在进行操作时，对于不具有稳定输出电压/电流的控制装置，以额定电压供电时，输出电压/电流与 LED 模块的额定电压/电流之间的差异，应在 10% 以内；对于具有稳定输出电压/电流的控制装置，当以额定电压的 92%–106% 之间的任何电压供电时，输出电压/电流与 LED 模块的额定电压/电流之间的差异，应在 10% 以内；

对于电容性负载所产生的脉冲电流，不应影响控制装置的过电流检测和控制装置的启动过程。

(3) 总电路功率

在额定电压下，当控制装置和 LED 模块一起使用时，总电路功率不超过制造商声明值的 110%。

(4) 电路功率因数

在控制装置在额定功率条件下搭配 LED 模块操作，且该组合以额定电压及额定频率供电时，所测得的电路功率因数应不小于标称值的 0.05。

(5) 供电电流

当控制装置搭配 LED 模块工作在其额定功率、额定电压时，供电电流与控制装置上标识的值或制造商文档中的声明值之间的差异不超过 10%。

(6) 音频阻抗

该标准规定了标有音频阻抗符号的控制装置的测试方法。并要求对 400 Hz 至 2000 Hz 之

间任意信号频率，在额定电压及额定频率下搭配额定 LED 模块负载操作时，控制装置的阻抗应为电感性。阻抗值至少应与 LED 模块-控制装置组合在额定电压和额定频率工作时，与其消耗功率相同的电阻阻值相等。在 250 Hz 至 400 Hz 范围内时，阻抗值应至少与在 400 Hz 到 2000 Hz 之间所需最低值的一半相等。

此外，IEC 62384 还对异常条件下的操作试验以及耐久性测试进行了详尽规定。

## 2.2.4 EMC 要求

电磁兼容性 ( Electromagnetic Compatibility, EMC ) 是指设备或系统在其电磁环境中符合要求运行并不对其环境中的任何设备产生无法忍受的电磁干扰的能力。电磁兼容性包括两个方面：电磁干扰 ( EMI ) 要求和电磁抗扰度 ( EMS ) 要求。LED 灯具的电磁兼容标准主要有由 CISPR 制定的 CISPR 15:2009 (Ed 7.2)和由 TC 34 制定的 IEC 61547 :2009 (Ed 2.0)。

### 1. CISPR 15:2009 (Ed 7.2)

CISPR 15 覆盖的设备频率范围为 9 kHz~400 GHz，适用产品范围为：

- 用于照明的具有产生和 ( 或 ) 分配光的基本功能，并打算连接到低压电源上或用电池工作的所有照明设备；
- 主要功能之一是照明的多功能设备中的照明部分；
- 专用于照明设备的独立的辅助设备；
- 紫外线和红外线辐射设备；
- 霓虹广告标志灯；
- 打算在室外使用的道路/投光灯具；
- ( 安装在汽车、火车上的 ) 运输照明灯具。

不适用本标准的照明设备：

- 工作在工业、科学和医疗频段的照明设备；
- 航空器和飞机场用的照明设备；
- 射频范围内的电磁兼容要求在其它 IEC 或 CISPR 标准内有明确规定的器具。

该标准主要规定了频率范围在 9 kHz~30 MHz 的电源端子、负载端子、控制端子的骚扰电压限值 ( 分别见表 2.10、表 2.11、表 2.12 )。

表 2.10 电源端子骚扰电压限值

频率范围	限值/dB ( $\mu\text{V}$ ) <sup>a</sup>	
	准峰值	平均值
9 kHz~50 kHz	110	—
50 kHz~150 kHz	90~80 <sup>b</sup>	—
150 kHz~0.5 MHz	66~56 <sup>b</sup>	56~46 <sup>b</sup>
0.5 MHz~5 MHz	56 <sup>c</sup>	46 <sup>c</sup>
5 MHz~50 MHz	60	50

a: 在转换频率处, 应用较低限值。

b: 在 50 kHz~150 kHz 和 150 kHz~0.5 MHz 范围内, 限值随着频率的对数增加而线性递减。

c: 对无极灯及其灯具, 在频率范围为 2.51 MHz~3 MHz 之间的准峰值限值为 73 dB ( $\mu\text{V}$ ) 和平均值限值 63 dB ( $\mu\text{V}$ )。

注: 日本暂没有提供 9 kHz 到 150 kHz 的频率范围的限值。

表 2.11 负载端子骚扰电压限值

频率范围/MHz	限值/dB ( $\mu\text{V}$ ) <sup>a</sup>	
	准峰值	平均值
0.15~0.50	80	70
0.50~30	74	64

a: 在转换频率处, 应用较低限值。

表 2.12 控制端子骚扰电压限值

频率范围/MHz	限值/dB ( $\mu\text{V}$ ) <sup>a</sup>	
	准峰值	平均值
0.15~0.50	84~74	74~64
0.50~30	74	64

注 1: 在 0.15 MHz~0.5 MHz 范围内, 限值随着频率的对数线性递减。

注 2: 电压骚扰限值来自于连接到控制端子的共模(不对称模式)阻抗为 150  $\Omega$  的阻抗稳定网络 (ISN)。

本标准还规定了 9 kHz~30 MHz 频率范围内, 照明设备周围用直径为 2 m、3 m 或 4 m 的环形天线测得的辐射骚扰场强的磁场分量的电流准峰值限值 (表 2.13) 以及 30 MHz~300 MHz 频率范围内的辐射骚扰场强的电场分量的准峰值限值 (表 2.14)。



**表 2.13 9 kHz~30 MHz 频率范围内的辐射电磁骚扰限值**

频率范围	不同直径环形天线的限值/dB (μA) <sup>a</sup>		
	2 m	3 m	4 m
9 kHz~70 kHz	88	81	75
70 kHz ~150 kHz	88~58 <sup>b</sup>	81~51 <sup>b</sup>	75~45 <sup>b</sup>
150 kHz ~3.0 MHz	58b~22 <sup>b</sup>	51~15 <sup>b</sup>	45~9 <sup>b</sup>
3.0 MHz ~30 MHz	22	15~16 <sup>c</sup>	9~12 <sup>c</sup>

a: 在转换频率处, 采用较低的限值。  
 b: 限值随频率对数线性递减。对于无极灯及其灯具, 在 2.2 MHz~3.0 MHz 频率范围, 当环形天线直径是 2 m 时限值为 58 dB (μA), 直径是 3 m 时限值为 51 dB (μA), 直径是 4 m 时限值为 45 dB (μA)。  
 c: 频率呈对数线性递增。

注: 在日本, 9 kHz 到 150 kHz 的频率范围的限值不适用。

**表 2.14 10 m 的距离内频率范围从 30 MHz 到 300 MHz 的辐射电磁骚扰的限值**

频率范围/MHz	准峰值/dB (μV/m) <sup>*</sup>
30~230	30
230~300	37

\*: 在转换频率处, 应用较低的限值。

**2. IEC 61547:2009 (Ed 2.0)**

IEC 61547:2009 (Ed 2.0)规定了照明设备的抗扰度要求, 主要适用于 TC 34 负责范围内的照明设备, 如低压电源或电池组供电的灯泡、辅助设备及灯具, 不适用于在其它 IEC 或 CISPR 标准中对抗扰度要求已作出规定的了的设备, 如 CISPR 15 中规定的照明设备。

该标准主要规定了对静电放电、辐射敏感度、工频磁场、快速脉冲群抗扰度、传导敏感度、浪涌、电压暂降及短时中断、电压波动八个方面的试验要求, 具体要求见表 2.15 和表 2.16。

**表 2.15 照明设备的抗扰度测试项目及基本要求**

测试项目	基本要求	采用标准	备注
静电放电 (ESD)	空气放电: ±8 kV; 接触放电: ±4 kV	IEC 61000-4-2	-
射频电磁场	频率范围: 80 ~ 1000 MHz; 测试场强: 3 V/m (未调制); 调制: 1 kHz, 80% AM, 正弦	IEC 61000-4-3	-

测试项目		基本要求	采用标准	备注
工频磁场		频率: 50/60 Hz; 磁场强度: 3 A/m	IEC 61000-4-8	-
快速瞬变	信号和控制端口	试验电压: $\pm 0.5$ kV (峰值); 上升时间/持续时间: 5/50 ns; 重复频率: 5 KHz	IEC 61000-4-4	根据制造商的规定, 只适用于与之连接的 电线总长超过 3 m 的端口。在试验中不 执行状态指令变化 的操作。
	直流电源输入 和输出端口			不适用于使用时不 与电源连接的设备。
	交流电源输入 和输出端口	试验电压: $\pm 1$ kV (峰值); 上升时间/持续时间: 5/50 ns; 重复频率: 5 KHz		-
注入 电流 (射 频普 通模 式)	直流电源输入 和输出端口	频率范围: 0.15 ~ 80 MHz; 试验电压: 3 V r.m.s(未调制); 调制: 1 kHz, 80% AM, 正弦 阻抗: 150 $\Omega$	IEC 61000-4-6	只适用于使用时与 电源连接的设备。
	信号和控制端			根据制造商的规定, 只适用于与之连接 的电线总长超过 3 m 的端口。
	交流电源输入 和输出端口			
电压暂降		测试电压水平: 70%; 周期数: 10	IEC	-
电压短时中断		测试电压水平: 0%; 周期数: 0.5	61000-4-11	-
电压波动		电压波动的测试根据产品标准 进行。		-

表 2.16 浪涌——交流电源输入端口的试验要求

特性		试验等级		
		设备		
		自镇流灯及半 灯具	灯具及独立式附件	
			输入功率	
			$\leq 25$ W	$> 25$ W
波形数据		1.2/50 $\mu$ s	1.2/50 $\mu$ s	1.2/50 $\mu$ s
试验电压	线-线	$\pm 0.5$ kV	$\pm 0.5$ kV	$\pm 1.0$ kV
	线-地	$\pm 1.0$ kV	$\pm 1.0$ kV	$\pm 2.0$ kV
注: 除了测试以上规定的试验等级, 还应该测试 IEC 61000-4-5 中规定的所有更低的试验等级。				

以上所述的试验要求适用于灯具或与之等同的器具或独立式附件或自镇流灯,不适用于自镇流之外的灯,也适用于装在灯具、自镇流灯或半灯具中的部件。如果单独的测试能验证内置式部件,例如镇流器或转换器,符合独立式附件要求,则可认为该灯具符合本标准的要求,不需进行测试。此外,除应急照明灯具外,任何由电源或电池组供电、且不含任何有源电子元件的照明设备,也可认为其抗扰度符合本标准要求而无需进行试验。

## 2.3 小结

以上对 CIE 和 IEC 制定的与 LED 照明器具相关的标准或技术报告进行了介绍与分析。鉴于这两个组织在全世界的影响力,许多国家都会陆续将这些标准转化自己的国内标准,因此,企业应该对这些国际标准采取足够的重视,并遵循这些标准进行产品的生产制造。除此之外,国际非电离辐射防护委员会(ICNIRP)也在 LED 标准领域作了一些工作。ICNIRP 是 1992 年成立的独立的国际机构,是被世界卫生组织、国际劳工组织、欧盟正式认可的非电离辐射防护的非政府组织。ICNIRP 根据对生物物理数据的评估提供推荐曝光限值,并且出版了非相干光源和激光束的光安全方面的指导方针。对于目前所关心的 LED 各个方面的问题,ICNIRP 声明建议对于 LED 的安全评估和对应测试应该遵循非相干光源的指导方针。尽管该声明并不具有法律效应,但是它为开始建立专门的科学适用的 LED 光安全性问题方面的标准提供了一个很好的起点。

### 本章参考文献:

- [1] CIE 127:2007 Measurement of LEDs[S]
- [2] CIE 177:2007 Colour rendering of white LED light sources[S]
- [3] IEC 62301:2008 LED modules for general lighting - Safety specifications[S]
- [4] IEC 61347-2-13:2006 Lamp controlgear – Part 2-13: Particular requirements for d.c. or a.c. electronic controlgear for LED modules supplied[S]
- [5] IEC 60838-2-2:2006 Miscellaneous lampholders – Part 2-2: Particular requirements – Connectors for LED-modules[S]
- [6] IEC 61347-1:2007 Lamp controlgear-Part 1: General and safety requirements[S]
- [7] IEC 62471:2006 Photobiological safety of lamps and lamp systems[S]

[8] IEC/PAS 62384:2009 Self-ballasted LED lamps for general lighting services – performance requirements[S]

[9] IEC 62384:2006 D.C. or A.C. supplied electronic controlgear for LED modules – performance requirements[S]

[10] International Electrotechnical Commission (IEC). List of technical committees and subcommittees[EB/OL]. [2009-09-02]. <http://www.iec.ch/dyn/www/f?p=102:6:0>

[11] IEC 60968:1999 Self-ballasted lamps for general lighting services - Safety requirements[S]

[12] IEC 62471:2006 Photobiological safety of lamps and lamp systems[S]

[13] IEC 60598-1:2008. Luminaires - Part 1: General requirements and tests[S]

[14] CISPR 15:2009 Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of electrical lighting and similar equipment [S]

[15] IEC 61547:2009 Equipment for general lighting purposes - EMC immunity requirements [S]





### **3 半导体照明产品美国市场 技术准入要求**

### 3 半导体照明产品美国市场技术准入要求

美国是全球 LED 产业最为发达的地区之一，也是我国最大的出口市场。美国在 LED 标准规范制定方面，一直居于世界领先地位，除了目前已经形成了较为完善的安全、电磁兼容规范外，美国电气制造商协会、北美照明协会还针对 LED 光源的特点，制定了有关电气、光度和色度方面的要求及测试方法。此外，美国的“能源之星”计划也在迅速推进有关半导体照明产品的能效标准，以提高其发光效率和相关性能。本章将对这些要求进行详细地介绍与分析，以期能为意图开拓美国市场的企业提供参考。

#### 3.1 安全要求

美国市场对于半导体照明产品的安全要求主要体现在 LED 模块、控制模块、电源、灯具及相关配件上。其中，UL Subject 8750 为 LED 模块、控制模块、电源提出了详细的安全要求，此外，电源安全还可参照 UL 1310、UL1012 或 UL 60950-1 中的相应规定。而 UL 1598、UL 1993、UL 1574 等系列 UL 有关传统照明设备的标准为半导体照明的终端产品提出了安全规范。如果要顺利进入美国市场，企业需要将以上要求综合进行考量。

##### 3.1.1 LED 光源安全要求——UL Subject 8750

由于 LED 光源与传统电光源有着很大的不同，且现行的 UL 照明安规标准对于 LED 光源并无明确的规范，因此早在 2005 年，UL 即着手草拟 LED 光源产品的安全规范——UL Subject 8750《照明产品中使用的 LED 光源的调研框架》，以补充传统照明产品安规标准在 LED 照明适用上的不足，并计划未来正式生效成为 UL 8750 安规标准，作为所有以 LED 为光源的灯具类产品安全检测的主要依据。现行的 UL Subject 8750 为 2008 年 7 月 22 日发布的第 3 版。对于出口北美地区的 LED 企业而言，UL Subject 8750 将成为其需要遵循的主要安全规范。

UL Subject 8750 (3 版) 内容共分 12 章，其中第 1 至 4 章为适用范围、通用要求、定义等；第 5 至 9 章为环境考量、机械结构、电气结构、LED 电源、LED 阵列/模块和控制模块；第 10 至 11 章为性能测试、异常条件测试；第 12 章为产品标识。本节将对其中的主要内容进行介绍。

## 1. 适用范围

UL Subject 8750 对照明器具中使用的发光二极管（LED）光源确立了最低安全要求。其中的 LED 光源包含下列零组件：

- 将电能转化成光（400 至 700 nm）或 UV 辐射（180 至 400 nm）或红外辐射（700 至 3000 nm）及热能的 LED 封装、阵列或模块；
- 提供适当的电压与电流使 LED 运作的电源；
- 可以进行开关、调光或相反控制 LED 电能的控制电路。

UL Subject 8750 所适用的照明器具一般在依照美国国家电工法规（ANSI/NFPA 70）所列的非危险的环境下使用，并适用于 600V 及其以下的电源分支。此外，该规范也适用于与诸如电池、燃料电池等类似的隔离式电源连接的 LED 光源。

UL Subject 8750 所适用的照明器具包括如下几类：

- 灯具，UL 1598；
- 便携式电子灯具，UL 153；
- 舞台与工作室照明，UL 1573；
- 潜水用照明，UL 676；
- 游泳池照明，UL 676；
- 轨道照明系统，UL 157；
- 信号灯，UL 48；
- 紧急照明灯与出口标示灯，UL 924；
- 自镇流灯，UL 1993；
- 逃生出口路径标示系统照明，UL 1994；
- 小夜灯，UL 1786；
- 柔性照明产品，UL 2388；
- 低压照明系统，UL 2108；
- 灯座配件，UL 496；
- 低压景观照明，UL 1838；
- 用于危险场所的灯具，UL 844。

## 2. 环境考量



这一部分主要对产品使用在不同环境下，如干燥（Dry）、潮湿（Damp）、泡水（Wet）等场所的有关带电体的间距、塑料外壳、测试、警示标语等方面的安全要求。

(1) 干燥环境下使用：

如果相关产品仅仅在干燥环境下使用，则需标识“仅适用于干燥场所”；产品的纸箱或设备上不能以标识、指示或图例等任何信息形式暗示或描述该产品可在潮湿或泡水的环境下使用。

(2) 在潮湿环境，例如置于室外照明器具内，必须符合以下要求：

- 根据 UL 935《荧光灯镇流器》的第 23 节，进行标准中针对荧光灯镇流器的湿度测试；
- 电气部件间距符合潮湿或泡水环境下的要求，或者达到本规范“电气部件间距”要求中阐述的污染等级 2；
- 标识“适应潮湿环境”。

(3) 泡水环境下使用：

- 根据 UL 935 的第 23 节，进行标准中针对荧光灯镇流器的湿度测试；
- 电气部件间距符合潮湿或泡水环境下的要求，或者达到本规范“电气部件间距”要求中阐述的污染等级 3；
- 具有符合 UL 746C《电气设备评定中使用的聚合物材料》第 57 节关于 UV 等级要求的聚合物外壳；
- 根据 UL 1598 第 16.5.2 条进行洒水测试；
- 具有符合 UL 746C 第 56 节低温测试要求的聚合物外壳；
- 标识“适应泡水环境”。

(4) 持续与水接触的产品，例如安装在信号灯底部，或室外信号灯的外壳，或浸水环境中的产品：

除了(3)中的前 3 条及第 5 条需要满足外，还要根据 UL 746C 进行水暴露及浸泡测试。

### 3. 机械结构

该部分对金属外壳的安全要求、外壳的聚合物材料、阻绝层、导体保护、抗拉、灌封胶等方面进行了严格要求。

(1) 金属外壳

在外壳厚度方面，应满足 UL 1310《2 类电源》的表 8.1“外壳材料最低厚度”中的要求（见表 3.1）。

表 3.1 金属外壳最低厚度要求 (引自 UL 1310)

金属	在小的、平的、无钢筋表面以及其形状或尺寸能提供足够机械强度的表面上 (mm)	在相对大的无钢筋表面上 (mm)
铸模	1.2	2.0
可锻铸铁	1.6	2.4
其他浇铸金属	2.4	3.2
无涂层钢片	0.66	0.66
镀锌钢片	0.74	0.74
除铜外的非铁金属片	0.91	0.91
铜	0.84	0.84

以铁或钢制的外壳,应该采用电镀、油漆或类似方法抗腐蚀。但当外壳内部完全充满灌密封胶,或平整金属表面紧紧地夹在一起时,金属外壳无需采用保护性的涂层。

#### (2) 外壳及电气绝缘的聚合物材料

聚合物材料包含热塑性、热固性以及有机材料结合成的复合材料。热固性材料,如酚树脂与环氧树脂是铸造而非塑造的材料。聚合物材料的相对温标 (RTI) 或额定温度必须不低于本规范在常规温度测试下所测量的温度。评估聚合物外壳时,还需考虑其材料的燃烧特性、抗电弧特性及吸湿性。此外,诸如外壳内非金属表面导电涂层、黏合外壳的黏胶等都应该参考 UL 746C 中的相应要求。

#### (3) 阻绝层

提供电气间距的绝缘层或内衬应符合 UL 746C 第 7 节中的要求,且厚度不能低于 0.71 mm。此外,规范还规定了几种材料厚度可以低于 0.71 mm,但不可以低于 0.305 mm 或 0.25 mm 的情形。

#### (4) 导体保护

通过金属边缘或金属开口的导体必须锁定,以避免接触该金属边缘,或避免导体被切断和磨损。对于厚度小于 1.1 mm 的金属片,可以采用以下方式进行保护:

- 卷起金属边缘,角度不可低于 120 度;
- 橡胶以外材金的垫材厚度至少为 1.2 mm;
- 玻璃套管厚度至少为 0.25 mm。

#### (5) 抗拉

电源线与输出线均必须提供抗拉功能。抗拉装置，包括带整体式抗拉功能的衬套，应该可以限制拉力，防止线缆护套与导体间绝缘材料受到损害。装置的设计也必须防止线缆由线孔被推到外壳内的移位而造成下列问题：

- 造成电源线的机械性损害；
- 将电源线暴露在高于额定温度的环境下；
- 降低绝缘间距（如金属的抗拉夹）到低于最小绝缘间距要求；
- 损害到内部的电路连结或零组件。

#### (6) 灌胶 ( Potting compound )

灌胶材料不能太软以至于不能在正常或异常操作的温度下行使其功能。在常规温度测试下的热塑灌胶的最大操作温度应至少比该灌胶材料软化点温度低 15°C。

### 4. 电气结构

该部分主要规定了危险带电体的避免接触、内部结线、供电端与负载端的连结、电路的隔离、绝缘材质的使用、印刷电路板的规格、带电体的间距、电路零件、保护装置等内容。

#### (1) 通用要求

- 带电流的部件必须是银、铜、铜合金、电镀铁、电镀钢、不锈钢或是其他适用的抗蚀合金；
- 必须固定未绝缘的带电体，避免弯折或是移动并造成绝缘间距低于最小可接受值；
- 除了锁定的垫圈以外，不可以表面间的摩擦力作为减少带电体滑动或弯折的方式。

#### (2) 危险带电体的接触性

危险带电体应该被固定或被绝缘包覆以降低接触风险。

#### (3) 内部配线

内部配线必须包含具有足够机械强度、耐电压与通电流量的绝缘导体。每个分叉与连接点都必须以机械方式固定，并提供可靠的电气连接，除非在分叉点与其他金属部品之间能保持有足够的永久绝缘间距，否则必须具有至少与该导线等效的绝缘材料。导体及印刷线路板之间的焊接点应该在焊接之前就进行机械固定。除非评估为没有绝缘的带电体，否则，包含接地导体在内的内部配线必须依照使用情况对内部电线考量下列情况：

- 电线可能被使用的温度与电压；
- 可能接触到的油脂、清洁剂或是其他可能造成绝缘破坏的物质；

- 其他可能的操作环境条件。

#### (4) 电源与负载的连接

电源单元的输出与输入连接必须以电线、导线、端子或是输出连接器作连接。连接的绞线或是单股线绝缘层厚度不可低于 0.33 mm，也必须能永久地与输出电路连接。接线长度至少要足够延伸到电源单元外 150 mm，且还必须符合本规范中的抗拉要求。当电源单元以绝缘被覆的多芯复合导线作为输出接线时，当导线符合下列要求时，个体导体间的绝缘厚度可低于 0.33 mm。

- 个体导体间的绝缘厚度加上被覆的绝缘厚度不低于 0.33 mm；
- 电源单元需符合 UL 1310 第 28 节的最大输出电压测试要求，且符合 30.2.1 节的内建限制电流的测试要求。

母接线座的设计不可接触到标准插头的刀片，公接线座的设计不可接触到标准插座的带电体。用于固定接线的螺丝钉或螺栓端子座材质必须为黄铜或其他非铁金属，或电镀钢，厚度不可以低于 0.76 mm，用于连接的螺丝钉不可以少于两个完整的螺纹。压线螺丝钉或端子螺栓尺寸不可少于 3.5 mm，且每 25.4 mm 不应有超过 32 个螺纹。同轴电缆的连接器不可以作为电力输出的连接用途。

#### (5) 电路的分隔

可任意接触的限制功率线路与分支电路线路必须具有符合整个电路中最高电压状况的绝缘能力，否则就必须永久并可靠地分开，相距至少 6.44 mm 以免接触的风险。将绝缘导体分开的方式可以是夹住、透过管线、加上阻绝或者其他等效的方式，能够将不同线路间有绝缘或无绝缘的带电体永久分开。分隔内部线路的阻绝材料必须具有足够的机械强度。将 2 类线路与分支电路火线分离的阻绝材料，必须具有足够的厚度，以符合其使用目的。阻绝材料也必须具有适当的支撑，以免因为变形而破坏了原有的绝缘功能。

#### (6) 绝缘材料

如绝缘垫圈、衬套以及支撑带电体的部件，必须是不吸湿材料，并且在实际使用中不会受到操作温度和压力的破坏。绝缘材料必须依照 UL 746C 来评估下不项目：

- 机械强度；
- 点火源的抗力；
- 介电强度；

- 绝缘电阻；
- 在老化前后的耐热性；
- 被包覆的程度；
- 产品在非干燥环境下使用时的耐水性；
- 其他任何会导致火灾与电击的因素。

例外：云母、陶瓷或一些模塑化合物通常可以作为带电体的唯一支撑材料。

#### (7) 印刷电路板

黏在载板上的铜箔，最小导线宽度与最大无穿孔面积均必须符合 UL 796 要求。完全透过封装材料或是绝缘涂布材料包覆起来的电路板就不需要符合 UL 796 的要求。印刷电路板载板的耐燃等级不可以低于 UL 94 中的 V-1。没有涂层的印刷电路板，铜箔导体间最小绝缘间距必须符合表 3.1 所列要求。绝缘涂布层的聚物质必须符合 UL 746C 的要求，以确保其安全性。黏附在印刷电路板边缘的零件，无绝缘且极性相反导体之间、无绝缘带电体与接地的无带电导体之间，或者是人体可接触到的暴露金属部品，其空间裕度均必须将印刷电路板与零件本身的可动情况纳入考虑。

#### (8) 电子部件的绝缘间距

非绝缘带电部件的相反两级之间，以及非绝缘带电部件和可能带电的不带电导体之间的电气间隙和爬电距离应符合表 3.2 的要求：

**表 3.2 在干燥、潮湿与泡水环境下的绝缘间距**

位置	零部件间的最大电压, $V_{rms}(V_{peak}=1.4 V_{rms})$ [空隙/爬电距离]				
	50	150	300	450	600
	尺寸 (mm)				
封装或后继涂层部件	-/0.18	-/0.3	-/0.7	-/0.8	-/0.8
干燥及潮湿环境：带电体可靠固定以及绝缘体 CTI ≥ 600 (PLC=0)	0.2/0.6	0.5/0.8	1.5/1.5	2.25/2.25	3.0/3.0
干燥及潮湿环境：带电体可靠固定以及绝缘体 CTI < 600 (PLC=3 或 4)	0.2/1.2	0.5/1.6	1.5/3.0	2.25/4.5	3.0/6.1
泡水环境：带电体可靠固定以及绝缘体 CTI ≥ 600 (PLC=0)	0.2/1.5	0.5/2.0	1.5/3.7	2.25/5.6	3.0/7.5
泡水环境：带电体可靠固定以及绝缘体 CTI < 600 (PLC=3 或 4)	0.2/1.9	0.5/2.7	1.5/4.7	2.25/7.1	3.0/9.5

位置	零部件间的最大电压, $V_{rms}(V_{peak}=1.4 V_{rms})$ [空隙/爬电距离]				
	50	150	300	450	600
	尺寸 (mm)				
焊接到电路板上面的零件, 但在焊接之前该零件可以移动	未定义	3.0/-	3.9/-	4.7/-	5.6/-
在一般的线圈尺寸因为任意缠绕或是线圈摆放位置可以依据产品需要而变动的磁性装置内的带电体与不带电导体之间	3.2/6.4	3.2/6.4	6.4/9.5	6.4/9.5	9.5/9.5
固定带电或不带电导体部位对接的现场安装用接线端子之间	未定义	6.4/6.4	6.4/9.5	9.5/9.5	9.5/9.5

除了上表的绝缘间距要求方式以外, 也可以采用 UL 840 关于电气间隙与爬电距离的标准要求。表 3.2 就是摘录自 UL 840 关于电源与 LED 模块的绝缘间距要求。

#### (9) 电路零部件

评估这些零部件的因素如下:

- 操作环境温度的影响;
- 电压水平;
- 瞬波影响;
- 抗湿性。

#### (10) 保护装置

保护装置可以设计在一次线路或二次线路中, 除非可以同时中断接地与非接地的导体, 否则设计在一次线路端的保护装置不可以连接到中性线(接地线)。保护装置可包含共熔材料、保险丝、过温或过电流保护装置、热保护装置或其他可以中断或限制电流的类似装置。产品中采用的温度调节器、热切断开关、正或负温度系数热敏电阻, 不可以因为操作不当而增加火灾或电击危险。当一次线路上只有一个保护装置时, 必须连接到非接地线路的导体上。过电流保护装置应该设计在单元外壳的内部, 在外壳受到破坏时也不可以被接触到。如果产品有保险丝预定接上标准 120 V 电路分支的电路导体上, 也有保险丝接到接地线路上的导体时, 接地线路上保险丝的额定电流不可低于非接地线路上保险丝的额定电流值。

此外, 该部分还对外露的结线端子、判定 2 类或 LPS 的方法等进行了规定。

## 5. LED 电源

这部分主要对 LED 电源的一些要求进行了补充规定。

### (1) 通用要求

电源必须在其额定的输入与输出范围内操作。没有一体式外壳的电源必须被符合最终产品电气绝缘外壳标准要求的外壳所包覆。电源可以有一个以上的输出。电源输出可以标示为“输出类型：隔离式”、“输出类型：直接”和“输出类型：2类”。

### (2) 电源外壳

作为电源外壳的聚合物材料应该符合本规范“机械结构”下有关聚合物材料的要求，同时还需要满足下表要求（见表 3.3）：

**表 3.3 LED 电源聚合物外壳要求摘要**

	固定式电源，在外壳 0.8 mm 内没有危险的带电体	固定式电源，在外壳 0.8 mm 内有危险的带电体	通过电源线连接或插入式电源，在外壳 0.8 mm 内没有危险的带电体	通过电源线连接或插入式电源，在外壳 0.8 mm 内有危险的带电体
相对温标(RTI)	参考本规范中的 6.3.2	参考本规范中的 6.3.2	参考本规范中的 6.3.2	参考本规范中的 6.3.2
室温下 5 ft-lb 冲击测试	要	要	不要	不要
室温下 3 英尺坠落冲击测试	不要	不要	要	要
对于潮湿环境在 0°C、泡水环境在 -35°C 的 5 ft-lb 冲击测试	要——额定为泡水环境下	要——额定为泡水环境下	不要	不要
模具硬力松弛测试	要	要	要	要
UV 稳定性	要——额定为泡水环境下	要——额定为泡水环境下	不要	不要
最低阻燃等级	5VA	5VA	V-1	V-1
比较电弧指数	不适用	PLC=4 或更少	不适用	PLC=4 或更少
热线点燃等级	不适用	PLC=3 或更少	不适用	PLC=3 或更少
高电流电弧	不适用	PLC=2 或更少	不适用	PLC=2 或更少
注：上表仅为 UL746 C 的摘要，并不是完整的要求，其他的要求以 UL 746C 内所列为准。				

### (3) 电源

电源应符合 UL 1310、UL 60950 或 UL 1012 中的相应要求，然后根据本规范进行补充性的评估。标示为“室内使用”的插墙式或通过电源线连接的电源，只能适用于可携式灯具设备；标示为“仅信息设备使用”的插墙式或通过电源线连接的电源，只能适用于信息设备的灯具设备。LED 光源连接到标示为“2 类”的插墙式或通过电源线连接电源的零件，不需要被包含在电气外壳内。

在永久性连接到电路分支方面：

连接到符合 UL 60950 安全超低电压或超低电压输出要求电源的 LED 模块与控制电路，如果该电源超过火灾危险限制时，必须要连接到“1 类”的电路的二次线路端。

连接到符合 UL60950 安全要求电源的 LED 模块与控制电路，如果该电源有二次线路而且是限制功率的电源时，必须要连接到符合“2 类”电路要求的线路。

以污染环境等级 2 评估的电源供应器，只能适用于室内或是干燥环境下操作的灯具；但如果以绝缘涂布材料或是其他模铸材料完全包覆时，或者安装在 NEMA 类别为 3、3S 或 4X 的外壳内时，可以适用于室外或是在潮湿或是泡水环境下操作的灯具。

以污染环境等级 3 评估的电源供应器，安装在 NEMA 类别为 3R 的外壳或可以满足终端产品泡水环境要求的外壳内时，可以适用于室外或是泡水环境下操作的灯具。

### (4) 变压器

符合下列标准要求之一的变压器，只需要再针对本指南所列的额外适用补充要求评估即可：

- UL 5085-1《低压变压器标准—第 1 部分：通用要求》以及 UL 5085-3《低压变压器标准—第 3 部分：2 类及 3 类变压器》；
- UL 1411《无线、声频与电视类家用设备的变压器标准》；
- UL 5085-2《低压变压器标准—第 2 部分：通用变压器》；或
- UL 1561《干燥型通用及功率型变压器标准》

此外，变压器必须在额定输入与输出条件下操作使用。

## 6. LED 阵列、模块与控制模块

### (1) 外壳

除了前述要求外，作为 LED 模块及控制模块外壳还需满足下表要求（见表 3.4）：



表 3.4 LED 模块及控制模块的外壳要求摘要

电源	电源类型		
	2 类	隔离式或直接连接	
LED 模块或控制模块是否需要封装	不要	要	
与电弧或带电体的绝缘间距	不适用	在外壳 0.8 mm 内无危险带电体	在外壳 0.8 mm 内有危险带电体
相对温标(RTI)	不适用	参考本规范中的 6.3.2	参考本规范中的 6.3.2
室温下 5 ft-lb 冲击测试	不适用	要——额定为固定/静止和干燥/潮湿环境	要——额定为固定/静止和干燥/潮湿环境
室温下 3 英尺坠落冲击测试	不适用	要——便携式	要——便携式
对于潮湿环境在 0℃、泡水环境在-35℃的 5 ft-lb 冲击测试	不适用	要——额定为固定/静止和泡水环境	要——额定为固定/静止和泡水环境
模具硬力松弛测试	不适用	要	要
UV 稳定性	不适用	要——额定为泡水环境	要——额定为泡水环境
最低阻燃等级	不适用	固定——5VA	固定——5VA
		便携——V-1	便携——V-1
比较电弧指数	不适用	不适用	PLC=4 或更少
热线点燃等级	不适用	不适用	PLC=3 或更少
高电流电弧	不适用	不适用	PLC=2 或更少

(2) 外壳开孔

- 控制模块的电气绝缘外壳任何表面，必须要开孔通风；
- 通风孔的最大尺寸需符合 UL 1598 要求，以附有停止网的设计来防止探棒接触到无绝缘带电体或者是漆包线；
- 允许看到铁心与线圈零件的通风孔，必须以天窗或挡板方式设计。

7. 标识

(1) 通用要求

标识的方法有以下几种：

- 有文字的自黏卷标；
- 利用油漆图板标示文字；
- 利用油墨印章机械印刷文字；

- 利用油墨印章手工印刷文字；
- 以磨去的方式印刷文字；
- 以模印方式印刷文字；
- 以浮雕方式显示文字；或
- 以模铸方式形成文字。

在利用以上方式进行标识时，还需注意以下几点：

- 利用浮雕、模铸形成的文字，无论是突出还是凹陷都至少要有 0.25 mm 的高度或深度；
- 文字大小至少要有 1.6mm 高，大写，并采用标楷体、细明体、新细明体或是以粗体字表示；
- 利用黏胶固定的自黏标签或是永久性的铭版，必须符合 UL 969《标识和标签系统》的要求；
- 利用黏胶固定的自黏标签或是永久性的铭版，必须符合黏贴表面材料及相关温度要求，要考虑产品所使用环境的特性。

## (2) 所要求的标识内容

所有标识上应有以下内容：

- 厂商名称；
- 型号；
- 工厂的标识符；
- 制造日期。

与其他 LED 光源零件分开的 LED 光源应该提供以下标识内容：

- 输出类型：隔离式或直接；
- 环境位置：干燥、潮湿或泡水；
- 输入电压；
- 输入电流和功率因素，或输入功率；
- 最大输出电压；
- 最大输出电流；
- 最大输出功率；或

- 预期的 LED 负载的信息。

与 LED 光源零件一体式的 LED 光源应提供以下标识内容：

- 环境位置：干燥、潮湿或泡水；
- 输入电压；
- 输入电流和功率因素，或输入功率。
- 电源如果采用压入式(无螺丝)的端子，必须标上在连接时可以看到的下列连接指示：
- 将接线由连接端子移开；
- 标识为适用电线尺寸规格的电线；
- 标识为“仅适用单股铜电线”的电线，除非端子可以接上单股式电线或是多股缠绕式电线；
- 将一段长度的绝缘外被从导体上移除；
- 接上适当尺寸规格的电线；以及
- 标识连接灯的端子位置。

此外，该规范还对 LED 模块或控制模块应该带有的标识以及带外壳的产品单元和无外壳的产品单元的标识内容进行了具体规定。

## 8. 其他

UL Subject 8750 还对产品的性能测试进行了规定，例如输入测试、温升测试、绝缘耐压测试、异常操作测试、电子零件异常测试、50 瓦电路测试等。

总之，UL Subject 8750 是 LED 产品进入北美地区的一个重要的安全评定标准。UL 强调 UL8750 是一个与其它标准并列的标准(并不隶属于哪一个具体的灯具标准)，在评定产品时，除了用该标准评估 LED 的安全性外，整个灯具产品仍然以现有的灯具标准为评定依据。因此，企业需要将 UL Subject 8750 与其他 UL 的灯具标准综合进行考量。此外，UL 8750 也处于不断地更新中，2009 年 UL 又对 UL 8750 作了一定的修订，该新版要求还没有正式公布，企业也应该随时关注标准的变化。

### 3.1.2 终端产品及相关配件安全要求

上节对 UL Subject 8750 进行了详细介绍，UL Subject 8750 主要对 LED 产品的模块、电源及控制模块进行了规定，对于终端 LED 照明产品，最终还需结合 UL 有关终端照明设备的

标准进行安全考核。这些标准主要包括：

- UL 1598《固定式灯具》；
- UL 153《便携式电子灯具》；
- UL 1573《舞台灯》；
- UL 48《信号灯》；
- UL 924《应急灯》；
- UL 1993《自镇流灯》；
- UL 1786《小夜灯》；
- UL 2108《低压灯系统》；
- UL 1574《轨道灯》；
- UL 676《水下灯具》；
- UL 1838《低压景观灯》；
- UL 588《圣诞灯串》；
- UL 2388《水管灯》。

此外，关于灯头还可以参照 UL 496《灯头》进行考量。以下主要对 UL 1598、UL 153、UL 1993 以及 UL 496 的要求进行介绍。

### 1. UL 1598 (Ed.3)

UL 1598《灯具》是关于灯具的安全标准，现行的是 2008 年 9 月 17 日发布的第三版。该标准适用于在非危险场所使用的安装在标称电压等于或小于 600 V 的分支电路中的固定式灯具。它不适用的产品有：水族馆用灯、橱柜灯、装饰性灯串、指示灯、低压景观灯、危险场所用灯具、娱乐车辆用灯具、航海用灯具、船舶类固定装置、便携式电子显示器、便携式手提灯、便携式照明设备、便携式加热灯、自镇流灯、舞台灯、潜水灯、游泳池灯具、轨道灯、应急照明设备等等。该标准主要对固定式灯具的机械结构、电气结构进行了要求，对产品标志作了规定。

#### (1) 机械结构

机械结构部分主要对灯具的装配和包装、外壳、隔板、外壳的金属厚度、防锈蚀保护、聚合材料、栅格、导管敲孔和扭落孔、机械性接合和紧固、安装装配方法、可活动的连接点、凹槽管道系统、导线保护、应力消除、玻璃、玻璃支承、热绝缘、连续成排安装、通道等方面进

行了规定。

- 组装和包装

除非包装需要，所有的接合和电气连接应在工厂完成。只有能用普通工具或应该在现场安装的灯具才允许现场装配，且必须提供安装说明。

- 外壳

外壳应能减少与带电部件接触的风险，能保护内部零部件免受机械及外部环境的损害。此外，金属外壳还有相应的厚度要求等。

- 防锈蚀

安装之后所有暴露于空气中的含铁金属部件，必须通过油漆、涂覆层或电镀来提供防锈蚀保护。玻璃质的釉瓷可以作为保护层用于厚度最小为 0.6mm 的含铁金属板上。

- 聚合材料

规定了聚合材料的阻燃等级、额定温度、灼热丝引燃等级或大电流起弧等级，并要求聚合材料除了符合规定的 5 英寸火焰试验、冲击试验、灼热丝试验、成品灼热丝试验、大电流起弧试验、成品大电流起弧（耐电弧）试验和燃烧试验之外，还要在适用的情况下承受模制应力试验、压力试验、UV 辐射试验、聚合体支承试验、聚合材料部件涂覆粘附性试验等。

- 机械结合和紧固

进行联结的方法应该有足够的力度和硬度，可以在安装完成后防止旋转，从而避免导体或配线设备的移动。部件之间的摩擦不能单独作为防止旋转的方法，应采用适当匹配的锁紧垫圈、固定的防松螺栓螺母或类似的装配螺钉，或通过类似的其他方法防止旋转。此外，对于这部分还有相应的负载试验、自攻螺钉扭矩试验、部件拉力试验等方面的规定。

- 可活动的连接点

内含导线的可活动的连接点在活动时不会导致导线绝缘的损坏，其旋转角度应被限制在 370 度以内，或符合可活动的连接点旋转试验。

- 导线保护

经过金属的边缘或穿过开口的导线，必须进行保护防止同锐边接触或避免被切断或磨损，金属板的厚度少于 1.1 mm 的必须以下列方式保护：卷边角度不应小于 120 度；非橡胶的套管或护环至少 1.2 mm 厚；玻璃管厚度至少为 0.25 mm。

- 应力消除

软缆的应力消除装置应符合施加 1 分钟 156 N ( 35 lb ) 拉力的应力消除试验；导线的应力消除应符合施加 1 分钟 89 N ( 20 lb ) 拉力的应力消除试验。

- 玻璃

玻璃的棱角应经过消除锐边的处理，最小厚度及外露面积应满足一定限值的规定，不符合该规定的钢化玻璃必须通过钢化玻璃冲击试验。用于固定玻璃的夹子，应与玻璃交叠至少 5 mm。玻璃支架的钢厚度至少 0.4 mm，其他金属厚度 0.5 mm，聚合材料厚度至少 1.5 mm。

- 热绝缘

热绝缘材料应是耐燃的，如玻璃纤维、无机材料或聚合材料。聚合热绝缘材料应：具备最小燃烧等级为 HB 或符合水平燃烧试验；额定温度等于或大于灯具的最大工作温度。

## ( 2 ) 电气结构

电气结构部分主要规定了配线装置、灯座、开关、插座、保险丝和保险丝座、镇流器和变压器、电容器、导线和电缆、识别标志与极性、电气间隙、电绝缘、带电部件的易触及性、接地与连接、用于支路导线的配线箱和接线盒以及电路的隔断等方面内容。

- 灯座

支撑灯的灯座必须使用绞线。对接线端子以及灯座的锁定螺钉提供绝缘功能的外壳或玻璃纤维绝缘套管，应至少 0.8 mm 厚，如果灯座的接线端子去除外壳或套管后可触及，则需要附加额外的绝缘保护层。由支电路直接供电的灯座螺口必须接到中性接地线上。

- 开关

开关的最小电流值应等于总负载电流与开关的额定负载系数的乘积。开关必须能同时断开所有不接地的供电导线。单级开关不应连接到中性接地线上。载流部件应采用铜、铜合金、镍合金或不锈钢制成，但不锈钢材料不得用于快速连接端子、焊接端子、和弧焊部件。

- 插座

灯具上的使用插座应为接地类型的，并标记最大负载参数。但地面嵌入式安装或吊顶灯具不应配有使用插座。灯具最多允许配有一个双插或两个单插使用插座。

- 镇流器和变压器

使用了开路电路电压大于 1000 V 的变压器或镇流器的灯具，则必须标明不得用于住宅照明。灯具工作所必需的镇流器或变压器的功率应标明在灯具上，同时必须根据镇流器上或其附带的线路图或安装说明进行接线。采用外置镇流器或变压器的灯具，应标明功率值和灯泡类型。

● 电气间距

非绝缘带电部件的最低空间间隙和爬电距离要求见表 3.5。

**表 3.5 最低间距—非绝缘带电部件的空间间隙和爬电距离**

有效值电压范围, V	峰值电压范围, V	最低空间间隙		最低爬电距离	
		mm	( in )	mm	( in )
0 – 50	0 – 71	1.6	(0.063)	1.6	(0.063)
51 – 150	72 – 212	3.2	(0.125)	6.4	(0.250)
151 – 300	213 – 423	6.4	(0.250)	9.5	(0.375)
301 – 600	424 – 846	9.5	(0.375)	9.5	(0.375)
601 – 2000	847 – 2828	9.5	(0.375)	12.7	(0.500)

● 带电部件的易触及性

电气接点在元器件凹处 (至少 0.8 mm) 并被绝缘覆盖是被认为不可触及的。

可触及的部件有：灯泡或启动器座、与灯泡或启动器相连的带电部件是可以接触的；电压为均方根 30 V 或峰值 42.4 V 的隔离变压器次级电路中的非绝缘带电部件；绝缘层厚度相当于或大于 SPT-2 的软线，当其穿过链子吊灯的链条时，电源线的绝缘厚度应大于等于 SPT-1 或导线绝缘厚度至少 0.8 mm；符合规定的软线、设备线以及 600 V 的器具用线材料。

● 接地和连接

易触及的非载流金属部件和金属化处理的聚合物材料部件，应在用户维护或徒手更换元器件可能导致电击危险的情况下提供接地保护，并应符合连接阻抗试验。

(3) 标记要求

灯具应标记下列信息：制造商识别符；生产日期；工厂信息；其他要求标记的内容。

此外，灯具还应标注目录号、型号、序列号和其他类似的识别编码。带有镇流器和变压器的灯具应标注额定输入电压、频率和总电流或功率。除透镜、发散体装置和装饰部件以外的灯具部件，装运时如果分装为多个包装的，每个包装应标注：制造商信息；部件编号、组号、描述性名称或其他识别信息。

该标准还对白炽灯具、荧光灯具、HID 灯具、表面安装灯具、嵌灯、杂类灯具等提出了补充要求，并对灯具的正常温升测试、异常温升测试、机械测试、电气测试、工厂生产测试、测试程序及设备等进行详尽规定。

2. UL 153 (Ed.12)

UL 153《便携式电子灯具》是关于便携式电灯及其配件的安全标准，目前已更新到第 12 版。该标准适用于主要功能为进行工作照明或是环境照明的，配有软线与连接插头，用来与标称 120 V、15 或 20 A 的分支电路进行连接的便携式灯具（便携式电灯）与配件。该标准不适用于圣诞树与装饰性的照明设备，不带灯罩的电子蜡烛与烛台，或带有季节性装饰和一个顶部与底部均不开口的灯罩的便携式照明设备、直接插入式夜灯、太阳能和热能灯、水族池灯、医疗及牙科用灯、标志灯与商业广告显示屏、摄影用灯、杀菌灯、船用或危险场所用便携式照明灯、主要功能并非用于工作或环境照明的便携式装饰用发光设备。该标准也主要对便携式电灯的机械结构通用要求、电气结构通用要求、相关测试及标志要求进行了规定，同时详细地对各种应用型便携式灯（例如白炽灯、卤素灯、荧光灯等）的各种安全要求进行规定。

#### (1) 机械结构

该部分主要对灯具的封装与包装、外壳、外壳的金属厚度、防腐蚀、聚合体外壳、聚合装饰性部件、外壳开口、金属线导管与管道、灯罩的结构、应力消除、具有玩耍功能的便携式照明设备、防液体侵害和包含危险性物质的便携式照明设备等进行规定。

##### ● 外壳

对外壳金属的材料及厚度做了规定，但该规定不适用于装饰性部件、不作为外壳组成部分的反射器部件或不要求用为外壳、提供结构集成或作为布线设备的支承的任何部件。聚合材料外壳还应按照 UL 746B 及 UL 746C 的要求进行相关评估。

##### ● 应力消除

应为便携式灯具提供应力消除，使作用于电源线的外拉力不会直接传输至终端接头或内部单元布线，符合应力消除试验。

##### ● 具有玩耍性的便携式照明设备

供 8 岁或 8 岁以下儿童玩耍的以及可以从设备上取下进行玩耍的部件应符合 ASTM F963《关于玩具安全的消费者安全规范》。测试项目应包括对冲击力、咬、屈曲、扭矩、张力、压力、尖锐的点、尖锐的边角以及其它小部件的评估。

##### ● 防液体侵害

若使用绝缘材料的便携式照明设备在工作条件下可能受到潮湿空气的不利影响，则应进行抗潮湿试验。

##### ● 含有危险物质的便携式照明设备



含有危险物质(例如在特定类型灯中用作装饰性液体的化学混合物)的便携式照明设备应在易燃性及所用材料是否有毒等方面接受评定。危险材料的容器、密封垫、封条及盖板不应受到该有害物质的影响。软质玻璃不应作为危险材料的容器。此类设备还应符合特定的标记要求。

## (2) 电气结构

### ● 带电部件的可触及性

在“外壳”部分规定的需要封装的部件或设备必须受到适当的防护,以便于人员在进行正常操作时与之发生意外接触。

### ● 电气间隙

极性相反的非绝缘带电部件之间、以及非绝缘带电部件与可以接地的金属之间的间隔,其空间距离应不小于 1/4 in. (6.4 mm),表面距离应不小于 3/8 in. (9.5 mm)。就这方面的要求来说,开放缆芯或是线圈式镇流器的外缠绕层是未绝缘带电部件。

### ● 额定功率

电气设备和绝缘导线的电压额定值至少要等于其正常使用时的电压。最大电流额定值不应超过:

对带有一个 15 A、125 V 的连接插头的设备, 12 A;

对带有一个 20 A、125 V 的连接插头的设备, 16 A; 或

分支电路的 80%额定用于装配一个用于除 120 V, 15–20 A 外的标准供电系统的连接插头的设备。

每个电气设备和每个绝缘导线的额定电流应是其正常使用时电流的最大值。

### ● 导线和电缆

导线或电缆的规格为 18 AWG (0.82 mm<sup>2</sup>) 或大于此规格。但小于 18 AWG (0.82 mm<sup>2</sup>) 的导线当经过调查符合预期应用的要求时可被用于内部布线。

规格小于 18 AWG (0.82 mm<sup>2</sup>) 且不小于 24 AWG (0.21 mm<sup>2</sup>) 的导线在特定条件下可永久装于电钟用电动机或变压器上。

规格小于 18 AWG (0.82 mm<sup>2</sup>) 但不小于 24 AWG (0.21 mm<sup>2</sup>) 的导线可适用于低压 2 级电源限制电路。

### ● 电源线

应对电源线提供机械措施,以防止其在外壳或涂覆层中被拉扯或接触到表面温度超过电源

线额定温度的灯泡或加热表面、锋利的边角或可移动部件。

此外，该部分还对连接插头、接地与联结、电子电路、二次低压电路、灯座、开关与调光器、插座、变压器、发动机等内容进行了规定。在补充部分，该标准对便携式灯具的各种应用类型，例如白炽灯、卤素灯、荧光灯、高强度气体放电灯、表面安装灯、橱柜灯、办公室家具灯、互换灯、轨道灯、工作灯以及相关配件的安全要求均进行了规定。

### (3) 标记要求

标记应使用油漆刻印的、压模压印永久文字的或永久性打印的标签，字母高度最小 1/8 in. (3.2mm)，其材料和墨水应当永不退色，并根据正常温度试验对表层类型的和表层的温度进行分级。标记内容有：

- 标注制造商名称、商标或其他描述性标记，指明对产品负责的机构；
- 若计划使用非 120 V 电源时，应注明额定电压；
- 若装有仅使用交流电的部件（如仅用于交流电的镇流器、变压器或开关），应标明其所用的额定电压、电流和频率；
- 便捷插座应在插座上或附近标明其额定电压和电流；
- 若便携式灯具能安装在多个方位，必须指出其正确的安装方位；
- 在正常温度测试过程中，墙壁或天花板设备外表面的温度超过 90°C ( 194° F )，不超过 150°C ( 302° F ) 时，应注明“CAUTION：表层炽热，与窗帘和其他易燃物料保持距离”或类似的表述；
- 属于便携式灯具一部分，用于承托物件的架子、支架及其他部件应按标明“警告—小心倾翻”或“最大负荷量\_磅”或类似表述；
- 具有玩耍功能的灯具应注明“警告——这是电灯——而非玩具！为防止火警、烧伤、人身损伤和触电，禁止进行玩耍或置于儿童可接触之处”或类似表述；
- 含有危险物质的照明灯应标明“切勿让儿童触摸”。

此外，对于潮湿环境使用的灯具还须有相应的警告语。

### 3. UL 1993 (Ed.2)

UL 1993《自镇流灯及灯的适配器》是关于自镇流灯及其适配器的标准，现行版本为 UL 于 2006 年 12 月 8 日发布的第 2 版。该标准涉及标称额定电压为 120 V、使用爱迪生灯座、并且在白炽照明设备和便携式电灯中使用的自镇流荧光灯及其适配器。该标准主要对自镇流灯

的结构要求、相关测试及标志要求进行了规定。

(1) 结构要求

结构要求包括对外壳、灯泡底座和灯座、载流部件、镇流器和电容器、间距、聚合材料、重量、大小和力矩以及需考虑的环境事项等方面的规定。

● 外壳

聚合外壳应符合 UL 746C 中的规定，且易燃等级至少为 V-1。金属外壳应考虑其最低厚度：压铸金属 1.2 mm；未涂层钢片 0.66 mm；不含铁的金属片 0.81 mm。铁或钢制外壳应电镀、上漆或在外壳内外表面同时进行等效的工序以防止腐蚀。外壳不应具有超过 2 mm 宽的开孔，除非它不允许直径为 2 mm、任意长度的棒子接触带电部件。

● 载流部件

绝缘导线应带有标有额定使用电压、温度和条件的绝缘层。导线的绝缘层应防吸湿。铁或钢，无论是否电镀都不应用作载流部件。除非是集成在灯泡照明电源上的电线或用于电磁或静电领域外壳的铁或钢部件。

印刷电路板的额定阻燃等级至少为 V-2。

● 镇流器

被封装在设备内的镇流器应符合 UL 935《荧光灯镇流器标准》的结构要求，其热保护等级为 P 级。

● 电气间隙

相反极性的非绝缘带电部件之间和在非绝缘带电部件和可触及的不带电金属部件之间，其电气间隙和爬电距离应符合表 3.6 中的规定。

表 3.6 最小间距

使用环境	电压, V	最小间距, mm ( in. )	
		电气间隙	爬电距离
干燥环境	小于 130 ( 176 ) <sup>a</sup>	3.2 ( 1/8 )	6.4 ( 1/4 )
	131-250 ( 177-353 ) <sup>a</sup>	6.4 ( 1/4 )	9.5 ( 3/8 )
	251-600 ( 354-846 ) <sup>a</sup>	9.5 ( 3/8 )	9.5 ( 3/8 )
潮湿和泡水环境	小于 1000 ( 1410 ) <sup>a</sup>	9.5 ( 3/8 )	12.7 ( 1/2 )

a 括号内的数值为峰值电压。当估算电路电压时（除了由正弦波产生的），要估算记录有效值和峰值，且应用较大的间隙的要求。

● 聚合材料

聚合材料应符合 UL 746C 中规定的 CTI、HAI、HWAI 和 RIT 要求；用于潮湿环境的装置的聚合材料，还需符合 UL 746C 中的紫外线暴露测试。用于电气部件外壳的聚合材料应具有相对热指数（RTI）。聚合材料外壳的阻燃等级至少为 V-1。

- 重量、尺寸和力矩

设备的重量、尺寸和力矩限制如表 3.7 重量、尺寸和力矩限制中的规定：

**表 3.7 重量、尺寸和力矩限制**

装置底座	最大重量， <sup>a,c</sup> kg ( pounds )	最大尺寸， mm ( inches )	最大力矩， <sup>a,b</sup> N · m (inch-pounds)
E12 ( 烛台 )	0.50 (1.15)	100 (3.92)	0.60 (5.54)
E17 ( 中间 )	0.75 (1.63)	143 (5.56)	0.09 (7.85)
E26 ( 中型 )	1.15 (2.5)	216 (8-1/2) <sup>d,e</sup>	1.35 <sup>e</sup> (12)
E39 ( 大型 )	1.70 (3.75)	324 (12.75)	2.05 (18)

a 重量和力矩测量时，灯适配器应带有灯泡。  
b 力矩为装置自身的重量乘以装置的中心触点和装置中心之间的距离。  
c 包括任何玻璃器具的重量和/或装置的外壳。  
d 如说明书给出灯或灯的支承在安装前和装备最大尺寸不得超过 317 mm ( 12.5inches ) 时，可不包括灯泡或灯泡支承。  
e 如果装置带有集电环灯泡底座（可通过集电环降低过转矩至少 1.13 N · m (10 in-lbf) 的可能性），则最大尺寸为 317 mm。

(2) 标记要求

除特定情况外，产品上应清晰持久地标有下列标记：

- 生产商名称、品牌或商标或其他相应的描述性标记以便识别产品；
- 目录号或类似物；
- 电气额定值，包括输出电压、频率、瓦特和电流；和
- 生产日期。

对于标记文字，警句至少为 2.75 mm 高，正文至少为 1.5 mm 高，且颜色与背景色形成对比。在干燥场所、潮湿场所使用的装置都应有特定的警告标语。不用于调光电路的装置也需标有“不与调光器一起使用”字样。

此外，该标准还对自镇流灯的输入测试、灯泡启动和运行测试、漏电测试、温度测试、介质耐压测试、谐波失真测试、跌落测试、环形荧光灯的应力消除测试、调光电路测试、潮湿测

试、水喷雾测试和冷冲击测试进行了规定。

#### 4. UL 496 (Ed.13)

UL 496《灯头》为灯头确立了安全规范，现行版本为 2008 年 9 月 30 日公布的第 13 版。该标准主要对灯头的结构要求、测试方法、标记要求等进行了详细规定。该标准适用于包括白炽灯泡、荧光灯泡和其他放电灯泡在内的电灯泡的固定器和连接器。目前，对于 LED 照明设备的灯头，也可以参照该标准进行考核。

结构要求部分主要对灯头的外壳、绝缘材料、密封剂、安装、带电部件的可触及性、防腐蚀保护、载流部件、电源连接、爬电距离和电气间隙、螺口设备、用于潮湿或泡水环境的螺口灯头、额定脉冲灯头和灯锁进行规定。

绝缘材料方面，它要求用于支承或固定带电部件的绝缘材料应为陶瓷、玻璃、尿素化合物或其他等效绝缘材料；酚醛化合物可用于额定电压不超过 1000V 的灯头；安装非绝缘带电部件的支承底座应为陶瓷、冷铸或酚化合物或其他特殊用途的绝缘材料；用作电气部件外壳或直接或间接支承带电部件的热塑性（聚合）绝缘材料的燃烧等级应为 V-2、V-1、V-0、5VA 或 5VB，在户外应用时，其最小 CTI 为 175。

密封剂方面，它要求用于带电螺母、螺杆头或铆钉的密封剂的深度或厚度应不小于 1.6 mm；在 100 ° C 时，密封剂仍应是绝缘而且不会软化，并符合密封剂软化测试；硫磺不能用作密封剂。

除了上述结构要求，它还对灯头的引线安全测试、端子测试、耐压测试、热效测试、机械强度测试、防风雨测试、温升测试等进行了具体规定。

### 3.1.3 电源安全要求

电源首要的要求是效率高，效率高的产品，发热较低并且稳定性高。通常 LED 照明产品的电源驱动模块分为线性电源和开关电源，而开关电源又分为隔离式和非隔离式。隔离式电源相对于非隔离式电源，体积偏大，效率较低，在使用和安装上都会产生很多问题。表 3.8 比较了三种电源驱动模块的特点：

表 3.8 三种电源驱动模块的特点

电源驱动模块的类型	特点
线性电源	输入电压范围窄、输出不稳定；初级电路与次级电路相隔离，次级电路属于 SELV，安全可触及；体积大，重量重，成本低。
隔离式开关电源	输入电压范围宽、输出稳定；初级电路与次级电路相隔离，次级电路属于 SELV，安全可触及；体积小，成本高，重量轻。
非隔离式开关电源	输入电压范围宽、输出稳定；初级电路与次级电路不隔离，次级电路不属于 SELV，不可触及；体积小，成本高，重量轻。

现行的 UL Subject 8750 提到，电源及 LED 驱动可以根据 UL 1310《2 类电源设备安全标准》、UL 1012《非 2 类电源设备安全标准》和 UL 60950-1《信息技术设备的安全》中所适用的要求进行评估，并且结合 UL Subject 8750 中所列出的补充规定以判定其符合性。因此，除了 UL Subject 8750 外，UL 1310、UL 1012 和 UL 60950-1 对 LED 电源的安全要求也具有一定的参考价值。以下主要对 UL 1310 和 UL 1012 的部分内容进行简单介绍。

### 1. UL 1310

UL 1310 主要对户内和户外使用的 2 类电源和电池充电器的安全要求进行规定，现行版本为 UL 在 2005 年 5 月 3 日发布的第 5 版，该版标准在 2008 年 7 月 17 日作了修订。该标准适用于：

- 插头规格为 15 A、使用在标称 120~240 V 交流分支电路、最大对地位能为 150 V 的便携式和半永久装配的直插式设备；
- 插头规格为 15 或 20 A、使用在标称 120~240 V 交流分支电路、最大对地位能为 150 V 的软线和插头连接设备；和
- 永久连接于输入电源的设备。

该标准重点对 2 类电源的机械装配、外壳、抗锈蚀保护、开关、保护装置、元器件、线圈绝缘、输入连接、输出连接、带电零件的可触及、带电零件（第 17 章）、应力消除、内部布线、电路隔离、绝缘材料、印制电路板、接地措施、电气间隙等方面进行了详细规定。

其中在电气间隙方面，它要求不同极性带电零部件、带电与不带电金属零部件、带电零部件与金属外壳间应符合表 3.9 和 3.10 的最小间隙要求。该项测试失败主要在于样品外壳开孔或内部相关零部件未加绝缘套管或加的绝缘套管的长度不够，整改方案为外壳不开孔，或相关零部件加上规范的绝缘套管。

**表 3.9 有开孔设备的间隙**

涉及位能, V 有效值 (峰值)	最小间隙 in. (mm)		
	通过空气	通过表面	到金属外壳的最小距离
≤ 50 (70.7)	1/16 (1.6)	1/16 (1.6)	1/16 (1.6)
51 ~ 150 (70.8 ~ 212.1)	1/8 (3.2)	1/4 (6.4)	1/4 (6.4)
151 ~ 250 (212.2 ~ 353.5)	1/4 (6.4)	3/8 (9.5)	1/2 (12.7)
251 ~ 600 (353.6 ~ 848.5)	3/8 (9.5)	1/2 (12.7)	1/2 (12.7)

**表 3.10 无开孔设备的间隙**

涉及位能, V 有效值 (峰值)	最小间隙 in. (mm)	
	通过空气和表面	到金属外壳的最小距离
≤ 50 (70.7)	1/16 (1.6)	1/16 (1.6)
51 ~ 150 (70.8 ~ 212.1)	1/16 (1.6)	1/4 (6.4)
151 ~ 250 (212.2 ~ 353.5)	3/16 (4.8)	1/4 (6.4)
251 ~ 600 (353.6 ~ 848.5)	1/4 (6.4)	1/2 (12.7)

除此外,该标准还详细规定了相关的测试项目,例如泄露电流测试、耐压测试、最大输出电压测试、最大输入测试、输出电流及功率测试、过流保护装置的校准测试、正常温度测试、耐压测试、耐久性测试、次级开关的过载测试、工作测试、异常测试、绝缘材料测试、应力消除测试、后推力消除测试、输出连接器安全测试、热塑外壳测试、制造和生产测试等。并对产品标记、使用说明书、永久连接设备也作了一定要求。

## 2. UL 1012

UL 1012 主要对非 2 类电源的安全要求进行了规定。该标准涵盖输入额定电压小于等于 600 V、直流或交流电、至少一个输出不为 2 类、并且预期用于美国 NEC (ANSI/NFPA 70) 的普通位置的便携式、驻立式和固定电源设备。设备可分为两类:额定值小于等于 10 千伏安的设备;额定值大于 10 千伏安的设备。

LED 照明产品使用的电源设备可以参照 UL 1012 中有关间隙的要求(见表 3.11 和表 3.12)。

表 3.11 预期在一般环境下使用的电源设备的间隙要求

涉及位能, V 有效值 (峰值)	最小间隙 in. (mm)		
	非绝缘带电零部件与相反极性的非绝缘带电零部件、除外壳之外的非绝缘接地零部件、或外露的金属零部件之间		非绝缘带电零部件与金属外壳墙 (包括导管与铠装电缆装配件) 之间
	通过空气	通过表面	最小距离
0 ~ 50 (0 ~ 70.7)	1/16 (1.6)	1/16 (1.6)	1/16 (1.6)
50 ~ 150 (70.7 ~ 212.1)	1/8 (3.2)	1/4 (6.4)	1/4 (6.4)
150 ~ 300 (212.1 ~ 424.2)	1/4 (6.4)	3/8 (9.5)	1/2 (12.7)
300 ~ 600 (424.2 ~ 848.4)	3/8 (9.5)	1/2 (12.7)	1/2 (12.7)
600 ~ 3000 (848.4 ~ 4242.0)	3/4 (19.1)	3/4 (19.1)	3/4 (19.1)
3000 ~ 5000 (4243.4 ~ 7070.0)	1 (25.4)	1 (25.4)	1 (25.4)
5000 ~ 10000 (7070.0 ~ 14140.0)	1-1/2 (38.1)	1-1/2 (38.1)	1-1/2 (38.1)
	1-1/8 (28.6)	1-1/8 (28.6)	
10000 ~ 15000 (14140.0 ~ 21210.0)	1-1/2 (38.1)	1-1/2 (38.1)	1-1/2 (38.1)

表 3.12 预期在控制环境下使用的电源设备的间隙要求

涉及位能, V 有效值 (峰值)	最小间隙 in. (mm)		
	非绝缘带电零部件与相反极性的非绝缘带电零部件、除外壳之外的非绝缘接地零部件、或外露的金属零部件之间		非绝缘带电零部件与金属外壳墙 (包括导管与铠装电缆装配件) 之间
	通过空气	通过表面	最小距离
0 ~ 50 (0 ~ 70.7)	3/64 (1.2)	3/64 (1.2)	1/16 (1.6)
50 ~ 150 (70.7 ~ 212.1)	1/16 (1.6)	1/16 (1.6)	1/4 (6.4)
150 ~ 300 (212.1 ~ 424.2)	3/32 (2.4)	3/32 (2.4)	1/2 (12.7)
300 ~ 600 (424.2 ~ 848.4)	3/8 (9.5)	1/2 (12.7)	1/2 (12.7)
600 ~ 3000 (848.4 ~ 4242.0)	3/4 (19.1)	3/4 (19.1)	3/4 (19.1)
3000 ~ 5000 (4243.4 ~ 7070.0)	1 (25.4)	1 (25.4)	1 (25.4)
5000 ~ 10000 (7070.0 ~ 14140.0)	1-1/2 (38.1)	1-1/2 (38.1)	1-1/2 (38.1)
	1-1/8 (28.6)	1-1/8 (28.6)	
10000 ~ 15000 (14140.0 ~ 21210.0)	1-1/2 (38.1)	1-1/2 (38.1)	1-1/2 (38.1)



此外，UL 1012 还对电源的构造、性能、制造和生产测试、标志等具体内容进行了规定。

## 3.2 光电、色度性能规范及测试要求

美国不仅注重半导体照明产品的安全要求，而且也注重对其光电和色度性能进行规范。作为一种新型光源，半导体照明产品在其光电和色品特性上和其他光源有着较大的差异，因此不能完全引用传统光源的标准对其进行考量。为了保证半导体照明产品的质量，促进半导体照明产业的发展，美国国家电气制造商协会（National Electrical Manufacturers Association，简称 NEMA）、美国国家标准照明集团（American National Standard Lighting Group，简称 ANSLG）和北美照明工业协会（The Illuminating Engineering Society of North America，简称 IESNA）都抓紧制定了相关标准。其中，NEMA 和 ANSLG 联合发布了有关固态照明产品的色度规范 ANSI NEMA ANSLG C78.377-2008，该标准已被认可为美国国家标准；IESNA 发布了 IES LM-79-08《固态照明产品电气和光度测量》和 IES LM-80-08《LED 光源光通维持率的测量》，这两份标准在半导体照明的电气和光度测量、光衰测量等方面起着标志性的作用。以下就重点对这三份标准进行介绍。

### 3.2.1 ANSI C78.377-2008

ANSI C78.377-2008《固态照明产品的色品规范》规定了日常固态照明产品（SSL）建议使用的色度范围。标准适用于基于 LED 的、集成了控制电路和散热槽、因此只需要交流或直流电源便可运行的 SSL 产品。标准适用于整个照明产品，即包括光源和支撑装置，但是不适用于不带光源的单独销售的支撑装置。标准适用于室内日常照明用的产品，不适用于室外和一些有意发出彩光的产品。对于非日常照明的应用情况，色度要求可适当放宽。

本标准的内容包括两部分：第一部分包括色度相关的一些定义和要求；第二部分是资料性的附录，介绍了 SSL 产品色度规范的制定背景和技术要求来源。

本标准所使用的色度坐标和色温是基于国际照明委员会的色度体系。标准的要求是参考了 ANSI C78.376 对于荧光灯的色度要求，但是对其进行适当修改以符合 SSL 产品的特点。

对于适用于本标准的 SSL 产品，其额定 CCT（相关色温）应属于表 3.13 所列出的之一，而实际测量的色温和色差也应符合相应的要求。对色度的测量是采用 IESNA LM-79《固态照

明产品电气和光度测量》，该测量标准的介绍可以参见 3.2.2 节。

**表 3.13 额定 CCT 的类别**

额定 CCT <sup>1)</sup>	实际 CCT 和误差(K)	实际色差 ( Duv ) 和误差
2700 K	2725 ± 145	0.000 ± 0.006
3000 K	3045 ± 175	0.000 ± 0.006
3500 K	3465 ± 245	0.000 ± 0.006
4000 K	3985 ± 275	0.001 ± 0.006
4500 K	4503 ± 243	0.001 ± 0.006
5000 K	5028 ± 283	0.002 ± 0.006
5700 K	5665 ± 355	0.002 ± 0.006
6500 K	6530 ± 510	0.003 ± 0.006
Flexible CCT (2700 – 6500 K)	T <sup>2)</sup> ± ΔT <sup>3)</sup>	Duv <sup>4)</sup> ± 0.006

注：1) 其中有 6 个额定 CCT 是与荧光灯对应的：2700 K、3000 K ( 暖白光 )、3500 K ( 白光 )、4100 K ( 冷白光 )、5000 K 和 6500 K ( 日光 )；  
 2) T 应该是 100 K 的整数 ( 如 2800 K, 2900 K, …… , 6400 K )，但不包括前头列出的 8 个额定 CCT 值；  
 3)  $\Delta T = 0.0000108 \times T^2 + 0.0262 \times T + 8$ ；  
 4)  $D_{uv} = 57700 \times (1/T)^2 - 44.6 \times (1/T) + 0.0085$ 。

对于 SSL 产品的显色指数( CRI ),本标准中是采用 CIE 13.3–1995 标准中的“一般 CRI”，用  $R_a$  表示。 $R_a$  是根据光源的相对光谱功率分布计算而得的。SSL 产品的  $R_a$  平均值应该不低于 CIE 13.3 中规定的最低值，而每个样品的  $R_a$  都不得低于  $R_a$  平均值减去 3。

对于光谱功率分布的测量是采用 IESNA LM–79 标准，而对  $R_a$  的计算则是根据 CIE 13.3 标准。

### 3.2.2 IES LM–79–08

IES LM–79–08《固态照明产品电气和光度测量》规定了测量固态照明产品 ( SSL ) 的总光通量、电功率、光通强度分布和色度时，所应遵守的程序和注意事项。标准适用于基于 LED 的、集成了控制电路和散热槽、因此只需要交流或直流电源便可运行的 SSL 产品；不适用于需要外部运行电路或外部散热槽 ( 如 LED 芯片、LED 封装、LED 模块等 ) 的 SSL 产品。

标准的第 2 到第 8 章介绍了产品在测量时的各种要求。在测量时，环境温度和空气流动

对于测量结果影响较大。测量时的环境温度应保持在  $25^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，温度传感器应与 SSL 产品同高度，距离不超过 1 米，并避免受到 SSL 产品和其他光源的直接照射。SSL 产品的支撑装置应采用热传导性较差的材料（如聚四氟乙烯）。测量装置内的空气流动应足够小，以免影响到装置所产生的正常的空气对流。

测量时还应当注意 SSL 产品的老化和稳定问题。在对新的 SSL 产品进行分级时，应该直接进行测量，而不进行老化。虽然有些 LED 光源在开始 1000 小时内亮度会有所增加，但由于一般只增加几个百分点，因此对测量结果影响不大。在测量前，应该先在上述环境温度和空气流动的要求下运行一定时间以达到稳定状态，稳定时间一般为 30 分钟（小型集成式 LED 灯）到 2 小时以上（大型 SSL 照明设备）。当产品在 30 分钟内的 3 次光输出和电功率的读数（15 分钟读一次）变动不超过 0.5% 时，就认为产品已经达到了稳定状态。

此外，测量时 SSL 产品的朝向应根据制造商的建议或产品正常使用的状态来放置。供电的交流或直流电源应采用产品正常操作时的数值，其电压波动不得超过 0.2%。

标准的第 9 章介绍了总光通量的测试方法，是采用积分球系统或测角光度计来测量。其中积分球系统适用于测量集成式 LED 灯和小尺寸 LED 照明设备的总光通量和色度，其优点是速度快、不需要暗室、空气流动小和温度波动小。但是 SSL 产品产生的热量会积累从而导致产品测试环境温度的升高。积分球系统包括两种，一种采用  $V(\lambda)$  关联光度头，另一种采用分光辐射谱仪作为探头。

对于较大尺寸的 SSL 产品应该采用测角光度计来测量，当然测角光度计也可以用于测试小尺寸的 SSL 产品。测角光度计一般用于测量流明强度分布，进而计算出总光通量。测角光度计必须安装于温度恒定的暗室中，其优点是测试光源发出的热量不会积累。但是，测角光度计测量的时间较长，容易产生光谱失谐。

标准第 10 章是流明强度分布的测量。在用测角光度计测量流明强度分布时，光度计与 SSL 产品的距离应该在产品最大尺寸的 5 倍以上，窄射束光源的距离应该更长。对于 SSL 产品，应该记录其绝对流通强度分布值（对应于传统照明设备的绝对光度测定法），而不能采用传统照明设备的相对光度测定法。对于流明强度分布测量的电子版数据，必要时应根据 IES LM-63 中的 IES 文件格式进行准备。

标准第 11 章是关于流明效率  $\eta_v$  的计算公式。 $\eta_v = \Phi_{\text{TEST}}/P_{\text{TEST}}$ ，单位是  $\text{lm/W}$ 。其中  $\Phi_{\text{TEST}}$  是所测得的总光通量， $P_{\text{TEST}}$  是所测得的输入功率。注意这里的流明效率  $\eta_v$  不能与辐射流明效

率混淆，后者等于光通量除以辐射通量。

标准第 12 章是 SSL 产品颜色特征的测试方法，包括色度坐标、相关色温和颜色指数。测量可以采用两种方法：采用分光辐射谱仪作为探头的积分球系统、采用分光辐射谱仪或色度计进行三维扫描。分光辐射谱仪的波长范围至少要覆盖 380 nm 到 780 nm。

在对测量时的不确定性进行说明时，标准第 13 章要求，置信度应采用 95%，因此包含因子 k 应该为 2。

标准第 14 章描述了 SSL 产品依据本标准进行测试后，产品测试报告所应当包含的内容，包括：

- 测试日期和测试机构；
- 制造商名称和所测试 SSL 产品的名称；
- 测试参数的数目（总光通量、流明效率等）；
- 相关电量值（注明是直流（频率）或交流电），所测试 SSL 产品的名义相关色温；
- 测试前的运行时间（新产品应该为 0）；
- 包括稳定时间在内的总运行时间；
- 环境温度；
- SSL 产品在测量时的朝向（点亮位置）；
- 稳定时间；
- 所使用的光度方法或仪器（分光辐射谱仪、采用分光辐射谱仪作为探头的积分球系统、测角光度计等）；
- 所引用标准的名称和类型（功率、灯类型、强度分布类型 – 多向/单向）以及来源；
- 采用的校正系数（如光谱失谐、自我失谐、强度分布等）；
- 光度测量条件（对分光辐射谱仪是指球直径、涂层反射系数、 $4\pi$  或  $2\pi$  结构；对测角光度计是指光度距离）；
- 测量的总光通量（lm）和每个 SSL 产品的输入电压（V）、电流（A）和功率（W）；
- 流明强度分布（若适用）；
- 颜色特征（色度坐标、白光产品的相关色温和/或显色指数）；
- 光谱功率分布（若适用）；
- 分光辐射谱仪的带宽（如果报告中涉及光谱分布和/或颜色特征）；

- 使用的设备；
- 不确定性说明（如果有要求）；
- 与标准操作程序的偏差（若有）。

### 3.2.3 IES LM-80-08

IES LM-80-08《LED 光源光通维持率的测量》规定了基于无机 LED 的封装、阵列和模块的光通维持率的测试。光通维持率是指所测试时间点上的光通量与光源最大光通量的比值，通常以百分比来表示。与传统光源不同，LED 光源的光通维持率是逐步下降的，当下降到标准规定的数值时，便认为其寿命已终结。

进行光通维持率测试时，选取的样品和样品数量应具有足够的代表性。在测试时，每个 LED 光源都应该进行标识，以便于在测试、运输或评估时不会混淆。测试应该在干净的环境中进行。测试时光源不应过分抖动或振动，以免影响测试结果。

测试应该至少在三个管壳温度 ( $T_s$ ) 下进行：55°C、85°C 和制造商自行选定的一个温度，测试过程中管壳温度的偏差不得超过 2°C，探头周围空气温度的偏差不得超过 5°C。对温度的控制采用符合 ASTM E230 标准的表 1 规定的热电偶测量系统。测试时的相对湿度应不超过 65%。测试时样品应根据制造商规定的朝向进行放置，并尽量减小空气的流动。

在电压和电流方面，测量时应采用产品规定的电压和频率，交流电源的电压波动不得超过 3%，直流电源的电压波动不得超过 2%。电流的波动不得超过 3%，在测量时不得超过 0.5%。

在测量时，如何正确记录运行时间是非常关键的。因此，应在特定的位置安装计时器，并只在 LED 光源发光的时候进行计时，断电时不用计时。为了提高精确度，还可利用视频监控、电流检测等方法。总运行时间测量的偏差不应超过 0.5%。在进行光度测量时，可采用分光辐射度计来进行总光谱辐射通量的测量，进而获得光度和色度值。LED 光源在测量前应冷却至室温，环境温度应设为 25°C±2°C。

LED 光源至少应进行 6,000 小时的测量，至少每 1,000 小时采集一次数据。为获得更佳结果，应该进行 10,000 小时的测量。每个采样周期中应观察 LED 光源是否曾熄灭，并查找原因，确保不是由于测量设备的失效导致。

在标准最后一章中，描述了 LED 光源依据本标准进行测试后，产品测试报告所应当包含的内容，包括：

- 所测试 LED 光源的数量；
- LED 光源的详细描述；
- 辅助设备的详细描述；
- 运行周期；
- 环境温度，包括空气流动、温度和相对湿度；
- 管壳温度（测试点的温度）；
- 测试时 LED 光源的电流；
- 初始光通量，光度测量电压时的正向电压；
- 每个 LED 光源的光通维持率数据，以及所有 LED 光源的光通维持率平均值、标准偏差、最小值和最大值；
- 对 LED 光源熄灭的观察，包括熄灭原因和时间；
- 对 LED 光源的监测；
- 光度测量的不确定性；
- 测量时的色度偏移。

### 3.3 电磁兼容要求

美国电磁兼容方面的主管机构为联邦通信委员会（FCC）。作为独立的政府机构，FCC 主要负责全美 50 个州、哥伦比亚特区和美国所属地区的国内与国际范围的无线电、广播、有线、卫星和光缆通信的管制。为有效实施《电信法》赋予的职责，FCC 制定了无线电、电信、电子电气等设备有关电磁兼容、频率范围等方面的技术标准作为其执法依据，这些标准被编纂列入联邦法规的 15 卷和 47 卷（47 CFR），成为具有强制性要求的技术法规。另外，为确保消费者生命和财产安全，FCC 还对其管制范围内的产品和设备实施了认可制度。

一般来说，照明设备在正常工作时会产生射频能量。当设备工作时产生的射频信号的频率大于 9 kHz 时，应使用 FCC Part 18 来进行测试；否则，使用 FCC Part 15 来进行测试。为了判定是适用 FCC Part 18 还是 FCC Part 15，必须先检查从电源端输入至产品本身的工作频率。对于 LED 照明产品，如果产品使用开关电源作为电源供应，而电源的工作频率大于 9 kHz，也就是 LED 照明产品的工作频率大于 9 kHz（整流前），则必须满足 FCC Part 18 的要求；如果电源工作频率小于 9 kHz 或是使用直流供电，则适用 FCC Part 15。对于其他特殊情况，可

直接咨询 FCC。

### 3.3.1 FCC 许可方式

对于属于 FCC Part 18 的情况（工作频率大于 9 kHz），可采用合格声明（DoC）或认证的许可方式；对于 FCC Part 15 的情况（工作频率小于 9 kHz），一般采用验证方式。

#### 1. 验证（Verification）

对于验证方式，无需 FCC 签发文件，制造商或进口商只需在 FCC 认可的实验室完成一份自我确认的报告，并在销售的产品上标明验证标记，用以证明该项商品与制造厂测试的样品完全一致即可。此外，产品在进行验证时，需要提供制造商名称以及客户名称和地址、设备操作和说明手册、要验证的产品型号等资料并提交产品样品。

#### 2. 合格声明（DoC, Declaration of Conformity）

制造商或进口商将产品在 FCC 指定的（美国实验室认可协会 A2LA 或美国国家实验室认证系统 NVLAP 授权认可）合格检测机构对产品进行检测，做出检测报告，若产品符合 FCC 标准，则在产品上加贴相应 FCC 标志，在用户使用手册中声明有关符合 FCC 标准规定，并保留检测报告以备 FCC 索要。具体程序如下：

- 申请者向 FCC 认定的实验室提供样品、资料；
- 实验室对样品进行测试以确保产品符合标准的要求；
- 申请者根据测试结果声明产品符合标准要求；
- 申请者根据 FCC 规定加贴标签；
- 在用户使用手册中声明有关符合 FCC 标准规定，并保留检测报告以备 FCC 索要。

#### 3. 认证（Certification）

产品需通过 FCC 认可的实验室测试完毕，取得测试报告后，整理产品的技术资料，包括：产品细节照片、电路原理图、使用手册等，同测试报告一起送到 FCC 的电信认证机构（TCB）测试室。FCC 的 TCB 实验室确认所有资料无误，并颁发证书。产品的测试数据必须由 FCC 注册的实验室提供。

- 申请 FCC ID，先申请一个 FCC 注册代码（FRN），用来填写其他的表格。如果申请人是第一次申请 FCC ID，就需要申请一个永久性的 Grantee Code；
- 准备测试数据；

- TCB 提交测试数据和技术资料；
- TCB 代表 FCC 处理认证申请，审查后给 FCC ID；
- 申请者在产品的标签上注明证书上识别号即 FCC ID。

由于工作频率小于 9 kHz 的 LED 照明产品极少，下面主要介绍工作频率大于 9 kHz 的 LED 照明产品（属于 FCC Part 18）的情况。FCC Part 18（47 CFR 18）规定了工科医（ISM）设备的通用技术要求和条件、设备的许可和识别、设备的工作频率、辐射场强度限值和传导限值、测量的频率范围和测量方法，以及技术报告、符合性信息、提供给用户的信息等内容。LED 照明产品在使用或销售前可通过合格声明或认证的方式获得 FCC 的许可。

### 3.3.2 辐射与传导限值

FCC Part 18.305（47 CFR 18.305）和 FCC Part 18.307（47 CFR 18.307）规定了照明设备的辐射和传导限值，如表 3.14 和 3.15 所示。

**表 3.14 照明设备的辐射磁场强度限值**

频率（MHz）	辐射场强度限值（在 30 米处）（ $\mu\text{V/m}$ ）
非消费类设备	
30 ~ 88	30
88 ~ 216	50
206 ~ 1000	70
消费类设备	
30 ~ 88	10
88 ~ 216	15
206 ~ 1000	20
注：	
① 对于两个频段范围的边界频率适用较为严格的限值；	
② 符合这些限值的检测可以在更短的距离进行，如果可进行足够数量的测量绘出辐射的图案，来确定辐射的主要叶以及在 30、300 或 1600 米的预期磁场强度。另外，如果仅在一个固定的更短距离进行的测量，允许的场强限值应用 $1/d$ 作为衰减因子进行调整。	



**表 3.15 照明设备的传导限值**

频率 ( MHz )	在 50 uH 或 50 ohm LISN 上测量的最大线电压 ( uV )
非消费类设备	
0.45 ~ 1.6	1000
1.6 ~ 30	3000
消费类设备	
0.45 ~ 2.51	250
2.51 ~ 3.0	3000
3.0 ~ 30	250

### 3.3.3 技术报告

申请认证的设备应向 FCC 递交 FCC 的 731 表，并附带测量设备的描述或引用已在 FCC 备案的相关信息以及技术报告。技术报告包含以下信息：

- a) 测量设备的描述，或引用已在 FCC 备案的相关信息；
- b) 提供给用户的安装和使用说明书的副本。申请时也可以递交此类说明书的草案副本，但正式文本必须尽快提供给用户，不迟于准予申请 60 日后；
- c) 设备制造商和/或设备许可申请者的完整的名称和通信地址；
- d) FCC 识别码 ( Identifier )、商标和/或投入市场的设备型号；
- e) 额定技术参数的说明，包括：
  - 电路图或原理图；
  - 正常工作频率；
  - 产生的最大射频能量；
  - 设备的功率要求；
  - 任何其他相关的工作特性。
- f) 测量报告，包括使用测量设备的清单，以及测量设备最后校准日期和实施测量日期的说明，并且指出获得测量报告时调查的频率范围。

### 3.3.4 标签、说明书及相关信息要求

通过合格声明方式获得许可的设备应加贴以下标签（见右图 3.1）。该标签不应是粘贴式的纸标签，而应永久性地施加于产品上，并且购买者在购买时易于识别。永久性施加是指通过焊接、铆接或永久性黏合剂，以蚀刻、雕刻、铭刻、丝网印刷、无法擦除地印制、或其他永久性的标记方式，在设备部件、金属和塑料铭牌、或其他固定在设备上的材料上加贴标签的方式。标签应能在设备的生命周期内保持清晰并且不易被剥离。



图 3.1 合格声明

通过合格声明方式获得许可的设备还应包括以下符合性信息：

- 产品的识别，如产品名称和型号；
- 符合性声明，如 “This device complies with Part 18 of the FCC Rules.”（本设备符合 FCC Part 18 的规定）；
- 美国境内责任方的名称和地址。

符合性信息也可放在使用手册、单独的宣传册或包装上。符合性信息格式没有作规定。

此外，照明设备制造商还应向用户在使用说明书或包装（如果没有使用说明书）上提供以下信息：

- 设备或系统的潜在干扰；
- 系统的维护；
- 用户可以采取的纠正干扰的简单措施；
- 在产品包装或其他用户文件中提供建议声明：“This product may cause interference to radio equipment and should not be installed near maritime safety communications equipment or other critical navigation or communication equipment operating between 0.45–30 MHz.”（本产品会对无线电设备造成干扰，不能在海事安全通信设备或其他在 0.45 ~ 30 MHz 频率工作的重要航海或通信设备附近安装）。

### 3.3.5 工作频率小于 9 kHz 的设备

对于工作频率低于 9 kHz 的 LED 照明产品,应符合 FCC Part 15 的要求。FCC Part 15( 47 CFR 15 ) 规定了有意和无意发射体辐射骚扰和传导骚扰的测量方法、限值等技术要求,还明确了相关产品的认证流程、市场管理条例以及处罚办法。FCC Part 15 中引用 ANSI C 63.4:2003《低压电子电气设备在 9 kHz~40 GHz 的无线电噪声发射测量方法》作为设备的 EMI 测量标准,企业需要根据 FCC Part 15 规定的限值要求,应用 ANSI C 63.4 的测量方法,完成对产品的检测。LED 照明产品属于 B 类无意发射体,一般通过验证的方式获得 FCC 的许可。此类设备的传导和辐射限值应符合 FCC Part 15.107 和 FCC Part 15.109 的规定。

## 3.4 能效要求

半导体照明是一种新型的照明产品,对其能效进行规范是目前世界各国都在努力的重点领域。美国的“能源之星”计划在这方面居于领先地位。作为由美国能源部(DOE)和环保署(EPA)联合推出的一项产品能效认证计划,“能源之星”比较注重半导体照明这类新型的、市场潜力较大的产品能效规范工作。早在 2007 年,“能源之星”便推出了有关固态照明灯具的认证计划;从 2009 年开始,“能源之星”又在不断完善其整体式 LED 灯的认证规范;此外,“能源之星”还对灯具中的 LED 光引擎的能效及相关性能要求进行了详细规定。可以说,“能源之星”对半导体照明的能效要求已经涵盖了灯具、光源及相关配件几大块。

尽管“能源之星”是一个自愿性的认证项目,但在美国影响非常广泛,贴上了“能源之星”标签,就标志着产品在能效方面已经获得了美国能源部和环保署的认可,消费者主要依据该标签来选购节能型产品。同时,依据联邦政令,获得“能源之星”认证的产品还可获得政府的优先采购。“能源之星”不仅在美国本土发挥着重要的作用,而且已成为一个国际性的节能标志,目前已被加拿大、日本、欧盟、澳大利亚等国家引进。因此,对于那些期望在国际市场上更具竞争力的 LED 企业而言,应该关注并实施 LED 产品的“能源之星”认证。

能源之星有关半导体照明的规定主要包括固态照明灯具认证计划、LED 光引擎的规定以及整体式 LED 灯认证草案三部分,下面将对这三方面的认证要求进行详细介绍。

### 3.4.1 固态照明灯具认证计划

“能源之星”固态照明灯具认证计划由美国能源部于 2007 年 9 月颁布，2008 年 12 月该计划又进行了重大修订，目前最新的 1.1 版已经在 2009 年 2 月 1 日正式生效。该计划首先对灯具、LED 模块/阵列/电源等提出通用要求，然后将固态照明灯具分为 A 类和 B 类，对不同类型的相应要求进行规定。

#### 1. 范围

“能源之星”固态照明灯具认证计划（1.1 版）主要适用于以下产品：

- 用于一般照明的固态照明产品（SSL），其中包括具有显著照明功能的装饰类产品；
- 既适用于商业领域的产品，也适用于住宅用产品；
- 仅适用于被设计连接至电力网（electric power grid）的产品。

下列产品除外：指示用的 SSL，如交通灯和出口标志；专供装饰的产品；用于改进现有设备的产品。

#### 2. 通用要求

通用要求分为对所有灯具、LED 模块/阵列（Modules/Arrays）、户外灯具、电源模块以及包装的通用要求。

(1) 对所有灯具的通用要求如表 3.16 所示：

**表 3.16 对所有灯具的通用要求**

相关色温（CCT）	标称 CCT（K）	CCT（K）
		2700 K
	3000 K	3045 ± 175
	3500 K	3465 ± 245
	4000 K	3985 ± 275
	4500 K	4503 ± 243
	5000 K	5028 ± 283
	5700 K	5665 ± 355
	6500 K	6530 ± 510
色空间均匀度	视角的改变的色度变化，必须位于从 CIE 1976(u',v')色度图的加权平均点（Weighted Average Point）的 0.004 以内	
色彩维护	产品生命期间的色度变化应不超过 CIE 1976(u',v')色度图上的 0.007	
显色指数（CRI）	户内灯具不小于 75	

关闭状态功率 ( Off-state Power )	关闭状态时不得消耗功率；但具整体占用、运动、光控或具独立智能寻址功能的除外，其在关闭状态时的电消耗不得超过 0.5 瓦
保证书	必须提供最低 3 年内对有缺陷的电子部件进行维修或替换的保证书；对于住宅用品，书面保证书应包括在产品包装上
热管理	灯具制造商应遵守封装制造商有关热管理的指南、认证程序和检测程序

(2) 对模块/阵列的通用要求：

这方面要求主要体现在对 LED 光源的流明维护系数方面，它要求在合格的灯具中使用的 LED 封装/模块/阵列至少应维持初始流明的 70%，并需满足以下的最低使用时间：

- 住宅户内：25000 小时；
- 住宅户外：35000 小时；
- 所有商业用途：35000 小时。

(3) 对户外灯具的通用要求：大于 13 瓦的墙上使用的户外灯具须包含一体式的感光开关，保证白天灯具自动关闭。

(4) 对电源模块的通用要求如表 3.17 所示：

**表 3.17 对电源模块的通用要求**

功率因数	住宅用 $\geq 0.7$ 商用 $\geq 0.9$
最低操作温度	户外灯具之电源应有 $-20^{\circ}\text{C}$ 或更低的最低运行温度
最大测量的电源机箱或制造商指定温度测量点 ( TMPps ) 的温度	在实时操作时，不超过制造商建议的最大机箱温度或 TMP 温度
操作输出频率	$\geq 120 \text{ Hz}$
电磁及无线电频率干扰	制造商指定用于住宅灯具的电源需符合 FCC 针对消费者使用的要求 ( FCC 47 CFR Part 15/18 消费者发射限值 ) 制造商指定用于商用灯具的电源需符合 FCC 针对非消费者使用的要求 ( FCC 47 CFR Part 15/18 非消费者发射限值 )
噪音	需具 A 级声音分类
瞬时电流保护	符合 IEEE C.62.41-1991 中 A 级操作

(5) 包装要求：包装中应包含宣称任何已知的与光控、调光器或定时装置不兼容的文档。

### 3. A 类：近期应用

A 类主要是针对现有的或近期应用的灯具提出的要求，它根据应用领域的不同，又分为住宅用和非住宅用。其中住宅用灯具包括厨房橱柜照明、便携式案头工作灯、内嵌式、平面安装

及吊顶筒灯、带罩吸顶灯、凹槽口照明、带定向头的表面安装灯具、户外门廊壁灯、户外台阶灯、户外走道灯、户外杆型/悬臂式装饰灯具，非住宅用灯具包括内嵌式、平面安装及吊顶筒灯、架装橱柜工作灯、便携式案头工作灯、洗墙灯、柱灯。每类灯具都对其最低光输、最低光效、区间流明密度、允许色温等进行了详细要求（见表 3.18、表 3.19）。

**表 3.18 住宅用灯具“能源之星”要求**

灯具类型	最低光输	区间流明密度	最低灯具光效	容许色温
厨房橱柜照明	灯具应提供每直线英尺最低 125 流明(初始值)。光输要求可由以下公式计算：测量的灯具长度（英寸）/12×125=最低要求光输（流明）	灯具在 0~60°的区间内至少应提供总流明值(初始值)之 60%的光输,在 60~90°区间至少应提供总流明值(初始值)之 25%的光输(双边对称)。	24lm/W	2700K/3000K/3500K
便携式案头工作灯	200 流明（初始值）	灯具在 0~60°的区间内至少应提供总流明值(初始值)之 85%的光输(双边对称)。	29lm/W	2700K/3000K/3500K/4000K/4500K/5000K
内嵌、平面及吊顶筒灯	孔径≤4.5 英寸：345 流明(初始值)；孔径 > 4.5 英寸：575 流明(初始值)	灯具在 0~60°的区间内至少应提供总流明值(初始值)之 75%的光输(双边对称)。	35lm/W	2700K/3000K/3500K
带灯罩的吸顶灯	最大灯具宽度≤8 英寸：375 流明(初始值)；> 8 英寸：750 流明(初始值)		30lm/W	2700K/3000K/3500K
凹槽口照明	灯具应提供每直线英尺最低 200 流明(初始值)的光输。光输要求可由以下公式计算：测量的灯具长度（英寸）/12×200=最低要求光输（流明）	灯具在 120°~150°的区间内至少应提供总流明值(初始值)之 35%的光输。	45 lm/W	2700K/3000K/3500K
带定向头的表面安装灯具	灯具应提供每头最低 200 流明的光输（初始值）	灯具在 0~90°的区间内至少应提供总流明值(初始值)之 85%的光输(双边对称)。	35 lm/W	2700K/3000K/3500K
户外门廊壁灯	150 流明（初始值）	灯具在 0~90°的区间内至少应提供总流明值(初始值)之 85%的光输(双边对称)。	24 lm/W	

灯具类型	最低光输	区间流明密度	最低灯具光效	容许色温
户外台阶灯	50 流明 ( 初始值 )	灯具在 0~90°的区间内至少应提供总流明值(初始值)之 85%的光输(双边对称)。	20 lm/W	
户外走道灯	300 流明 ( 初始值 )	灯具在 0~90°的区间内至少应提供总流明值(初始值)之 85%的光输(双边对称)。	25 lm/W	
户外杆型 / 悬臂式装饰灯具	300 流明 ( 初始值 )	灯具在 0~90°的区间内至少应提供总流明值(初始值)之 85%的光输(双边对称); 灯具不应在 110°以外区间发射任何光。	35lm/W	

此外，对于内嵌、平面安装及吊顶筒灯，还对最大允许的灯具孔径以及减少的空气泄漏作了要求。对于前者，要求直径（圆形灯）或任意一边（矩形）必须小于或等于 8 英寸；对于后者，要求用于在绝缘天花板安装的嵌灯应根据 ASTM E283 检测其空气泄漏，其在 75 帕斯卡压差下不应超过 2 立方英尺/分（cfm），经过认证的灯具应打上“airtight”的标签，或者以类似的方式表示其空气泄漏不超过 2 cfm。

**表 3.19 非住宅用灯具“能源之星”要求**

灯具类型	最低光输	区间流明密度	最低灯具光效	容许色温
内嵌、平面及吊顶筒灯	孔径≤4.5 英寸：345 流明(初始值)；孔径 > 4.5 英寸：575 流明(初始值)	灯具在 0~60°的区间内至少应提供总流明值(初始值)之 75%的光输(双边对称)。	35lm/W	2700K/3000K/3500K/4000K/4500K/5000K
架装橱柜工作灯	灯具应提供每直线英尺最低 125 流明 ( 初始值 )。光输要求可由以下公式计算：测量的灯具长度(英寸)/12×125 = 最低要求光输(流明)	灯具在 0~60°的区间内至少应提供总流明值(初始值)之 60%的光输，在 60~90°区间至少应提供总流明值(初始值)之 25%的光输(双边对称)。	29lm/W	2700K/3000K/3500K/4000K/4500K/5000K
便携式案头工作灯	200 流明 ( 初始值 )	灯具在 0~60°的区间内至少应提供总流明值(初始值)之 85%的光输(双边对称)。	29lm/W	2700K/3000K/3500K/4000K/4500K/5000K
洗墙灯	575 流明 ( 初始值 )	灯具在 20°~40°的区间内至少应提供总流明值(初始值)之	40lm/W	2700K/3000K/3500K/4000K/4500K

灯具类型	最低光输	区间流明密度	最低灯具光效	容许色温
		50%的光输(双边对称)。		00K/5000K
柱灯		灯具在 90°~110°的区间内应提供的光输不应超过总流明值(初始值)之 15% , 灯具不应在 110°以外区间发光。	35lm/W	

此外,对于内嵌、平面安装及吊顶筒灯,还规定其最大允许的灯具孔径符合以下要求:对于圆形灯具,其直径必须小于或等于 8 英寸;对于矩形灯,任意一边必须小于或等于 8 英寸。

#### 4. B 类: 未来性能目标

B 类确定了一个能源之星认证产品需要达到的未来性能目标,并且要求 2011 年 9 月 30 日之后必须符合这些要求。在光效方面,要求至少达到 70 lm/W。这是根据现有的高性能的节能灯具的水平确定的。目前最高性能的 T8 荧光灯与电子镇流器配套大概拥有约 100 lm/W 的系统效率,其固定器具的效率约为 70%,因此灯具效率大约为 70 lm/W。此外,能源之星还计划对眩光作出要求。而其它要求与 A 类要求保持一致,不过“最低光输”及“区间流明密度要求”这两项指标在 B 类中不使用。

#### 5. 版本 1.1 与 1.0 的区别

目前生效的固态照明灯具认证计划(1.1 版)在 1.0 版基础上作了较大的改进。总体而言,其不同主要体现在以下几方面:

- 将 A 类产品分为住宅用和非住宅用;
- 在 A 类产品中增加了新的应用:住宅用灯具中增加了带灯罩的吸顶灯具、凹槽口照明、带定向头的表面安装灯具。此外,将筒灯的范围扩展,不限于内嵌式,将平面安装及吊顶灯均纳入进来。非住宅用灯具中增加了洗墙灯及柱灯,同样在筒灯类别中增加了平面安装及吊顶灯;
- 流明维护认证方面,根据 2008 年 9 月 23 日采纳的 IESNA LM-80-08,规定了 6000 小时时的最低流明维护系数:91.8%(户内宅用)及 94.1%(户外宅用及非住宅用)。

### 3.4.2 LED 光引擎

在“能源之星”有关住宅用照明设备认证计划中,有对灯具中的 LED 光引擎的规定(见表 3.20),这个计划最近在 2008 年 6 月进行了一次修改,目前是 4.2 版。这里的 LED 光引擎



是指 LED 灯具中的一个子系统，包括一个或多个 LED 封装，或一个 LED 阵列，或一个 LED 模块；一个 LED 驱动；电气和机械界面；以及一个提供散热功能的整体散热槽。LED 光引擎还可包含附加的提供美学、光学和环境控制功能( 散热除外 )的零件，它主要与分电路相连接。

**表 3.20 “能源之星” LED 光引擎的规定**

性能特征	“能源之星”要求
LED 光引擎的光效	对于不带罩的 LED 光引擎：≥50 LPW 对于带罩的 LED 光引擎：≥40 LPW
LED 光引擎的显色指数( 仅对室内灯具作要求 )	≥75
LED 光引擎的相关色温( 仅对室内灯具作要求 )	2700K、3000K、3500K、4000K、4500K、5000K、5700K、6500K
最大测量驱动器/驱动机箱温度	不超过 LED driver 制造商最大推荐的机箱温度
流明维护	室内灯具:25000 小时不低于 70%;室外灯具:35000 小时不低于 70%
色彩稳定性	Led 封装的色度变化位于 CIE 1976(u',v')色度图上的 0.007 以内
功率因数	≥0.7
操作输出频率	≥120 Hz
噪音	不超过 24 分贝
瞬时电流保护	符合 IEEE C.62.41-1991 中 A 级操作
电磁及无线电频率干扰	电源需符合 FCC ( 美国通信委员会 ) 针对消费者使用的要求 ( FCC 47 CFR Part 15/18 消费者发射限值 )
关闭状态功率消耗	关闭状态时不得消耗功率；但具整体式占用传感器、移动传感器，或光传感器，或便携式灯具除外，其在关闭状态时的电消耗不得超过 0.5 瓦。美国环保署要求制造商在电源方面最好符合能源之星有关外部电源的规范。

### 3.4.3 整体式 LED 灯

2009 年 1 月，“能源之星”发布了有关整体式 LED 灯能效认证的草案。2009 年 5 月 19 日，“能源之星”又对该草案进行了较大修改，发布了《整体式 LED 灯能源之星计划要求 ( 草案 2 )》( 以下简称“草案 2” )。草案 2 计划在今年下半年正式生效，它共分三部分：首先对面向所有整体式 LED 灯的要求进行规定；其次对非标准灯的能效要求进行规定；最后对替换灯的能效要求进行规定。

## 1. 定义及范围

整体式 LED 灯, 它被定义为一种包含发光二极管、一个集成 LED 驱动器和一个符合 ANSI 标准的用于通过 ANSI 标准灯座/插座连接到支电路的灯的底座。该规范所适用的产品范围包括计划取代 25W 以上标准通用白炽灯的整体式 LED 灯, 装饰 (烛台风格) 灯和 20W 以上标准反射灯, 以及非标准灯 (non-standard lamps)。其它替代灯在未来可能随着 LED 技术的发展加入本标准中。

## 2. 对所有灯的要求

表 3.21 中列出了对所有灯的要求, 即所有整体式 LED 灯, 不管是非标准灯还是替换灯, 都必须满足其中的要求。

**表 3.21 对所有灯的要求**

相关色温及深紫外 (Duv)	灯必须包含下列指定的相关色温 (根据 ANSI C78.377-2008) 中的一种, 且范围落在附件中定义的七阶色度四边形内。		
	标称相关色温	目标色温 (K) 及公差	目标 Duv 及公差
	2700K	2725 ± 145	0.000 ± 0.006
	3000K	3045 ± 175	0.000 ± 0.006
	3500K	3465 ± 245	0.000 ± 0.006
	4000K	3985 ± 275	0.001 ± 0.006
颜色维持	产品寿命期间的色度变化在 CIE 1976 (u', v') 色度图上在 0.007 之内。		
显色指数	最低显色指数 (CRI) 为 80。		
调光	灯可以是可调光的, 也可以是不可调光的。产品包装上必须清楚表明是否可调。 所有灯的调光器必须是安全的。 制造商对于合格的可调光产品, 应提供网页以发布有关调光器兼容的信息。		
担保	从购买之日起必须为灯提供至少 3 年担保, 包括修理或更换。出货时灯的包装必须包括书面保修。		
灯的寿命/流明维护	运行 25000 小时时, 灯应该至少能输出初始流明量的 70%		
允许灯座	必须是在 ANSI ANSLG C81.61:2007 中列出的灯座		
功率因素	≥ 0.70		
最低工作温度	整体式灯的最低工作温度为 -20° C 或更低		
LED 工作频率	≥ 120 Hz 注: 该性能特征说明了由于低频率运作引起的可见闪烁的问题并用于稳定形态以及调光操作。调光操作应满足所有的光输出水平的要求。		
电磁和无线电频率	制造商为住宅应用指定的电源必须符合 FCC 消费者使用要求 (FCC 47		

(射频)干扰	CFR Part 15 消费者辐射限制)。
噪音	整体式灯的声音等级应为A级
瞬时电流保护	电源应符合IEEE C.62.41-1991中A类操作。
工作电压	灯的工作电压为120伏特, ±10%。

此外, 草案中还列出了对整体式 LED 灯的要求。

### 3. 对非标准灯的要求

所谓非标准灯, 也即非标准灯形式的 LED 灯。这种灯在功率或类型上不等同于现有的标准电灯。除了针对所有灯的要求, 非标准灯还需满足表 3.22 中所列的性能和信息要求。此外, 针对非标准灯的要求并不适用于计划取代线型荧光灯或高强度气体放电 (HID) 灯的 LED 灯。

**表 3.22 对非标准灯的要求**

最低光效	55 lm/W
最低光输出	400 lm
光强度分布	没有特定的光强分布要求。必须提交测角光度计报告 (基于 LM-79-08 测试程序) 以显示灯产生的光强度分布。 产品标签必须以图解形式标明与上述报告一致的光线分布。格式待定。
计划应用	产品提交的材料必须说明非标准灯打算使用的照明应用和灯具类型

### 4. 对替换灯的要求

所谓替换灯(Replacement Lamps), 是指计划取代现有标准电子灯的 LED 灯 (根据 ANSI C79.1:2002)。在产品包装、印刷品或其他材料上注明标准灯功率或类型的等效值的所有灯必须提供下列关于被取代灯 (即目标灯) 的信息:

- 目标灯类型, 使用在 ANSI C79.1:2002 中定义的标准灯名称, 如 A、R、MR、PAR 等;
- 以八分之一英寸为单位的目标灯直径, 如 A19、MR16、PAR38 等;
- 目标灯标称功率;
- 对定向灯, 以度数为单位的目标灯光束角度。

对替换灯的要求并不适用于计划取代线型荧光灯或高强度气体放电 (HID) 灯的 LED 灯。

草案 2 将替换灯分为全方向灯 (omnidirectional lamp replacement)、装饰灯 (decorative lamp replacement) 和定向灯 (directional lamp replacement) 三类, 每类都详细地规定了

其最低性能标准和尺寸要求（分别参见表 3.23、表 3.24 和表 3.25）。

**表 3.23 对全方向灯的要求**

适用的灯型	计划取代下列类型标准灯（ANSI C79.1:2002）的 LED 灯：A、G、P、PS、S	
最低光效 LED 灯功率 < 10W LED 灯功率 ≥ 10W	50 lm/W 55 lm/W	
最低光输出	灯的最低光输出（总光通量）至少应符合要被取代的灯的目标功率，如下所示。	
	被取代的灯的标称功率(watts)	LED 灯最低光输出 (lumens)
	25	250
	40	450
	60	800
	75	1100
	100	1600
	125	2000
150	2600	
光强度分布	在 0°到 135°区域内(轴对称)产品应具有均匀分布的光强度。在该区域的任何角度的光强度不应与在整个 0°到 135°区域的平均光强度有超过 20%的不同。	
灯最大直径	不超过目标灯的直径。	
最大总长 (MOL)	根据 ANSI C78.20:2003 不超过目标灯的最大总长。	

**表 3.24 对装饰灯的要求**

适用的灯型	计划取代下列类型标准灯(ANSI C79.1-2002)的 LED 灯：B、BA、BT、C、CA、DC、F
最低光效	40 lm/W
最低光输出	灯的最低光输出(总光通量)等于其计划取代的灯的目标功率的 7 倍。
最大的灯直径	不超过目标灯的直径。

**表 3.25 对定向灯的要求**

适用的灯型	计划取代下列类型标准灯(ANSI C79.1-2002)的 LED 灯：BR、ER、K、MR、PAR、R 对于 MR 和 PAR 灯，应包括下列灯直径： MR16、PAR16、PAR20、PAR30S、PAR30L、PAR38
最低光效	

灯的直径 ≤ 20/8 英寸	40 lm/W
灯的直径 > 20/8 英寸	45 lm/W
颜色空间均匀度 ( Color Spatial Uniformity )	不同方向 ( 如视角的改变 ) 的色度变化应在 CIE 1976 (u',v')色度图的加权平均点的 0.004 之内。
最大灯的直径	不超过目标灯直径
最大总长	BR、ER、PAR、R 型灯：根据 ANSI C78.21-2003 不超过目标灯的最大总长。
仅对 PAR 和 MR16 型灯	
最小中心光束强度- PAR 和 MR16 灯	以对 NEMA 制造商生产的 432 PAR 与 122 MR16 灯的统计分析为基础的模型来确定最低中心光束强度要求。对给定的目标灯功率和目标光束角度，每个灯型的数学函数产生以坎德拉 ( cd ) 为单位的最低必需中心光束强度。最低要求是在模型预测的中心光束强度的 2 个标准偏差以内。
	灯的类型   函数
	PAR
MR16	<a href="http://www.drintl.com/temp/ESIntLampCenterBeamTool_5_19.xls">http://www.drintl.com/temp/ESIntLampCenterBeamTool_5_19.xls</a> 请将下列信息输入到在线工具： 1.目标灯标称功率 2.以角度为单位的目标灯光束角度
场角要求 ( Field angle requirement ) - PAR 和 MR16 灯	在 1.3*波束角+3 度，强度必须至少为最大强度的 10%。
仅对 BR, ER, K, 及 R 型灯	
最低光输出- BR, ER, K, 及 R 灯	灯的最低光输出 ( 总光通量 ) 应等于计划取代的灯的目标功率的 10 倍
光强分布 - BR, ER, K, 和 R 灯	被要求用聚光 ( Spot )、窄泛光(Narrow flood)、泛光(Flood)这三个术语来表明 BR, ER, K,和 R 型灯的光束分布： 聚光：10°-20°光束角 窄泛光：20°-30°光束角 泛光：>30°光束角

综上所述，相较欧盟和日本等市场，美国在半导体照明的光度、电气及色度规范和测量方法方面居于领先地位，此外美国也较为重视对 LED 能效要求的规定。这和美国半导体照明产业的发达程度以及政府对国家半导体照明工程的重视程度是息息相关的。对于出口企业，应该

关注美国有关半导体照明产品安全及电磁兼容方面的要求,同时在能效及性能方面也积极改进,只有这样才能使产品在美国市场上真正具有竞争力。

**本章参考文献:**

- [1] UL Subject 8750:2008 Light emitting diode (LED) light sources for use in lighting products[S]
- [2] UL 1598:2008 (Ed.3). Safety for Luminaries [S]
- [3] UL 153:2002 (Ed.12). Safety for Portable Electric Luminaires[S]
- [4] UL 1993:2006 (Ed.3). Safety for Self-Ballasted Lamps and Lamp Adapters [S]
- [5] UL 496:2008 (Ed.13). Safety for Lampholders[S]
- [6] UL 1310:2005 (Ed. 5). Safety for Class 2 Power Units[S]
- [7] UL 1012:2005 (Ed. 7) Power Units Other Than Class 2[S]
- [8] ANSI NEMA ANSLG C78.377-2008 American National Standard for electric lamps Specifications for the Chromaticity of Solid State Lighting Products[S]
- [9] IES LM-79-08 Electrical and Photometric Measurements of Solid-State Lighting Products[S]
- [10] IES LM-80-08 Measuring Lumen Maintenance of LED Light Sources[S]
- [11] Federal Communications Commission. 47 CFR PART 18 – Industrial, Scientific and Medical Equipment [G]. Code of Federal Regulations, 2008, Title 47, Volume 1:862-868





## **4 半导体照明产品日本市场 技术准入要求**



## 4 半导体照明产品日本市场技术准入要求

日本是全球重要的 LED 产业基地之一，也是 LED 技术实力最强的国家，掌握着大部分的 LED 高端市场。LED 照明产品要进入日本市场，首先要满足《电气用品安全法》及其相关实施法规的要求。目前 LED 产品中受《电气用品安全法》管控的主要是电源模块，如果电源是外置的，则需依据 J61347-2-13 (即 JIS C 61347-2-13) 进行检测，合格之后加贴菱形 PSE 标志。在电磁兼容方面，则要满足 J55015 标准，这也是强制性的。

此外，还有一些安全标准日本法规中并没有作强制性要求，如 JIS C 8154、JIS C 8121-2-2、J60968、J60598 系列、JIS C 6802 等，但企业也应该参照这些标准进行生产，以保证产品的质量。在 LED 照明产品的性能要求方面，JIS C 8153 规定了 LED 模块用交直流控制装置的性能要求。另外，日本还是最早制定白光 LED 检测标准的国家，本章也将会对该标准作简要介绍。

### 4.1 安全要求

#### 4.1.1 电气用品安全法

日本有关电气产品的管理机构为经济产业省 (METI)。METI 成立于 1949 年 5 月，原名通商产业省，是主管贸易和投资的政府部门之一，负责贸易政策和吸引外资政策的制定与实施、从事进出口审批和许可等管理工作。METI 的下属科室及其管理的电气产品法规可参见表 4.1。

表 4.1 METI 的下属科室及其管理的电气产品法规

管理科室	法规中文名称	法规日文名称	法规编号
商务情报政策局 - 消费者政策部 - 制品安全科	消费品安全法	消費生活用製品安全法	昭和四十八年六月六日法律第三十一号
	电气用品安全法	電気用品安全法	昭和三十六年十一月十六日法律第二百三十四号
	半导体集成电路的电路配置法	半導体集積回路の回路配置に関する法律	昭和六十年五月三十一日法律第四十三号
自然资源与能源厅 - 电力事	电气事业法	電気事業法	昭和三十九年七月十一日法律第七十号

管理科室	法规中文名称	法规日文名称	法规编号
业部 - 政策科	电气事业法的修订案	電気事業法及びガス事業法の一部を改正する等の法律	平成十五年六月十八日法律第九十二号
	有关电气事业新能源使用特别措施法	電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法	平成十四年六月七日法律第六十二号
	发电用设施周边地区开发法	発電用施設周辺地域整備法	昭和四十九年六月六日法律第七十八号
原子力安全保安院 - 电力安全科	电气工程师法	電気工事士法	昭和三十五年八月一日法律第三百三十九号
	保障公平电气商业实践法	電気工事業の業務の適正化に関する法律	昭和四十五年五月二十三日法律第九十六号

《电气用品安全法》(電気用品安全法, Electrical Appliance and Material Safety Law, 简称电安法或 DENAN 法) 是日本有关电气产品安全最重要的一部法律。2001 年 4 月 1 日, 《电安法》取代原《电气用品取缔法》, 要求管制产品加贴 PSE 标志, 并且加强了对进口商的惩罚措施。《电安法》通过规范电气用品的生产销售等环节, 引入第三方认证制度, 以防止由电气用品引起的危险的发生。

《电安法》下的实施法规有:

- 《电气用品安全法・实施令》: 昭和三十七年八月十四日政令第三百二十四号 (1962 年内阁第 324 号政令), 其附录给出了特定产品和非特定产品清单;
- 《电气用品安全法・实施规则》: 昭和三十七年八月十四日通商产业省令第八十四号 (1962 年经济产业省第 84 号省令), 其附录给出了产品分类 (附录 1)、型式区分 (附录 2)、测试方法 (附录 3)、测试设备 (附录 4) 和标志方法 (附录 5、6、7) 以及交易通报等表格;
- 《电气用品安全法・有关技术基准的省令》: 昭和三十七年八月十四日通商产业省令第八十五号 (1962 年经济产业省第 85 号省令), 给出了 PSE 认证所依据技术标准的要求。

《电安法》所管制的产品一共有 454 种, 分为 A、B 两大类, 采用不同的管理要求。A 类为特定产品, 共 115 种, 为可能有危险的或导致伤害的产品; B 类为非特定产品, 共 339 种。

制造商/进口商有义务通报 METI，保证产品符合技术标准，保存测试结果和证明，并在产品上加贴 PSE 标志。对于特定产品，制造商必须在经授权的（日本国内）或经批准的（日本国外）检测实验室通过相关测试。当电气用品不符合相关技术标准时，为了防止危险的发生，METI 可能会禁止在该电气用品上加贴 PSE 标志。而且，如果有必要，当电气用品不符合相关技术标准时，为了防止危险的扩大，METI 可能会采取必要的措施（如命令召回该电气用品），对于违反命令者将实施处罚，法人的最高罚款可达 1 亿日元，对于其他处罚也有相应规定。

《电安法》包含七章：通则、交易报告、电气用品的合格评定、限制销售和使用、合格评定机构的认可（包括授权和批准两种情况、以及防止危害发生的命令）、其他规定、处罚条款。下面介绍其主要内容。

## 1. 交易报告

所有从事生产或进口电气用品的人员，应按《实施规则》规定的电气用品的分类（classification），在交易开始的 30 天内，向 METI 通报以下事项：

- 名称（或商标）、地址、法人代表的姓名（对于法人）；
- 《实施规则》规定的电气用品的“型式区分”（type classification）；
- 生产电气用品的工厂或交易地点的名称和地址；对于从事进口电气用品交易的人员，应提供电气用品制造商的名称（或商标）和地址。

这里的通报供应商指居住于日本、对产品质量负有责任的相关方，可以是日本制造商、进口商、法人和/或自然人。虽然《电安法》的责任人为日本的通报供应商，国外制造商实际上仍要协助并保证其生产的产品满足《电安法》的要求。

如果通报供应商将其业务委托给另一方，或出现继任、合并、分裂等情况，继任者或者合并或分裂后的法人应继承通报供应商的位置，并立即向 METI 报告。如果上述通报事项发生了变更，通报供应商应立即向 METI 报告这种变化。如果通报供应商中止其通报的义务，也应向 METI 通报。任何人可以向 METI 要求提供有关通报供应商名称和地址以及电气用品“型式区分”的信息。

## 2. 合格评定

生产或进口电气用品的通报供应商应符合《实施规则》规定的技术要求。获得 METI 许可的用于特殊应用的电气用品、以及仅用于试验用途的电气用品无需符合该技术要求。通报供应商应根据《实施规则》对电气用品进行检测并保持检测记录。

对于特定产品,通报供应商应在产品销售前由 METI 授权或批准的合格评定机构进行评定,获得并保持合格证书。该证书可以是生产特定产品的海外制造商获得的、授权/批准合格评定机构签发的、证明产品通过规定的检测方法符合技术要求和 METI 规定标准的文件,该文件应在制造商收到之日起保留 3 年。该证书也可以是任何被认为等同于 METI 颁发证书的文件。这里,合格评定方法指适合于确定产品符合技术要求、并且符合通报供应商工厂或商业地点的检测设施要求、以及 METI 规定的其他要求的方法。《实施规则》附录 4 给出了 METI 规定的检测设备的技术要求,其中第 1 栏为电气用品的分类,第 2 栏为检测设施名称,第 3 栏为检测设施的技术要求。

合格证书的内容包括:

- 合格评定机构的名称;
- 申请者的名称和地址;
- 特定电气用品的分类类型;
- 生产特定电气用品的工厂或商业地点的名称和地址(对于进口商,生产特定电气用品的制造商的名称和地址,以及生产电气用品的工厂或商业地点的名称和地址);
- 测试方法;
- 符合技术要求以及 METI 规定标准的事实;
- 合格证书的颁发时间。

通报供应商应从检测实施之日起保持检测记录 3 年。检测记录可以以电子形式保存,但该电子记录应在需要时可以立即通过计算机或其他仪器显示。检测记录包括以下内容:

- 电气用品的名称和分类,以及其结构、材料和性能的描述;
- 测试的时间和地点;
- 测试执行人的名字;
- 测试方法;
- 测试结果。

不同类别的电气用品,有不同的加贴标志方法,具体要求在《实施规则》的附录 5 中规定。对于特定产品,需要加贴菱形 PSE 标志(图 4.1)、通报供应商的名称以及颁发合格证书的合格评定机构的名称;对于非特定产品,需要加贴圆形 PSE 标志(图 4.2)以及通报供应商的名称。当 LED 照明产品的电源外置时,其外置电源需要加贴菱形 PSE(强制)。如果通报

供应商或合格评定机构已经从 METI 获得了许可或已向 METI 报告，其名称可以使用 METI 认可的简称或报告的注册商标（根据《商标法》注册的商标）。欲获得 METI 许可或向 METI 报告使用简称或商标的通报供应商应向 METI 递交书面申请。



图 4.1 菱形 PSE 标志



图 4.2 圆形 PSE 标志

如果 METI 认为通报供应商违反了符合技术要求的规定，会命令通报供应商采取措施改进电气用品的生产、进口或检测方法。对于以下情况，METI 会在不超过 1 年的时间期限内，禁止通报供应商在电气用品上加贴 PSE 标志：

- 电气用品不符合技术要求，并且 METI 认为有特殊需要防止危险的发生；
- 通报供应商没有对电气用品进行检测并保持检测记录，特定产品的通报供应商未经 METI 授权或批准的合格评定机构进行评定并获得合格证书；
- 违反 METI 要求采取改进措施的命令。

### 3. 认证流程

根据《电气用品安全法》，日本进口商应满足以下要求：

- ① 交易通报；
- ② 对特定产品，由合格评定机构（CAB）进行符合性检测，并从该机构获得合格证书；
- ③ 确保产品符合相关技术标准；
- ④ 对生产过程进行检查，获得完整的产品和维护记录；
- ⑤ 标志要求：进口商、合格评定机构名称、以及其他法律要求的相关信息。

对于日本境外制造商，由于无法进行②和③所指的生产过程检查，日本境外制造商可以进行《实施规则》所指的生产工厂检查而获得合格证书，并将合格证书的副本发给日本进口商，以表明产品进行了检测并对工厂测试设备进行了确认。

《电气用品安全法》的认证流程如图 4.3 所示。

电气用品安全法的实施流程图  
(安全规定的内容以及手续)

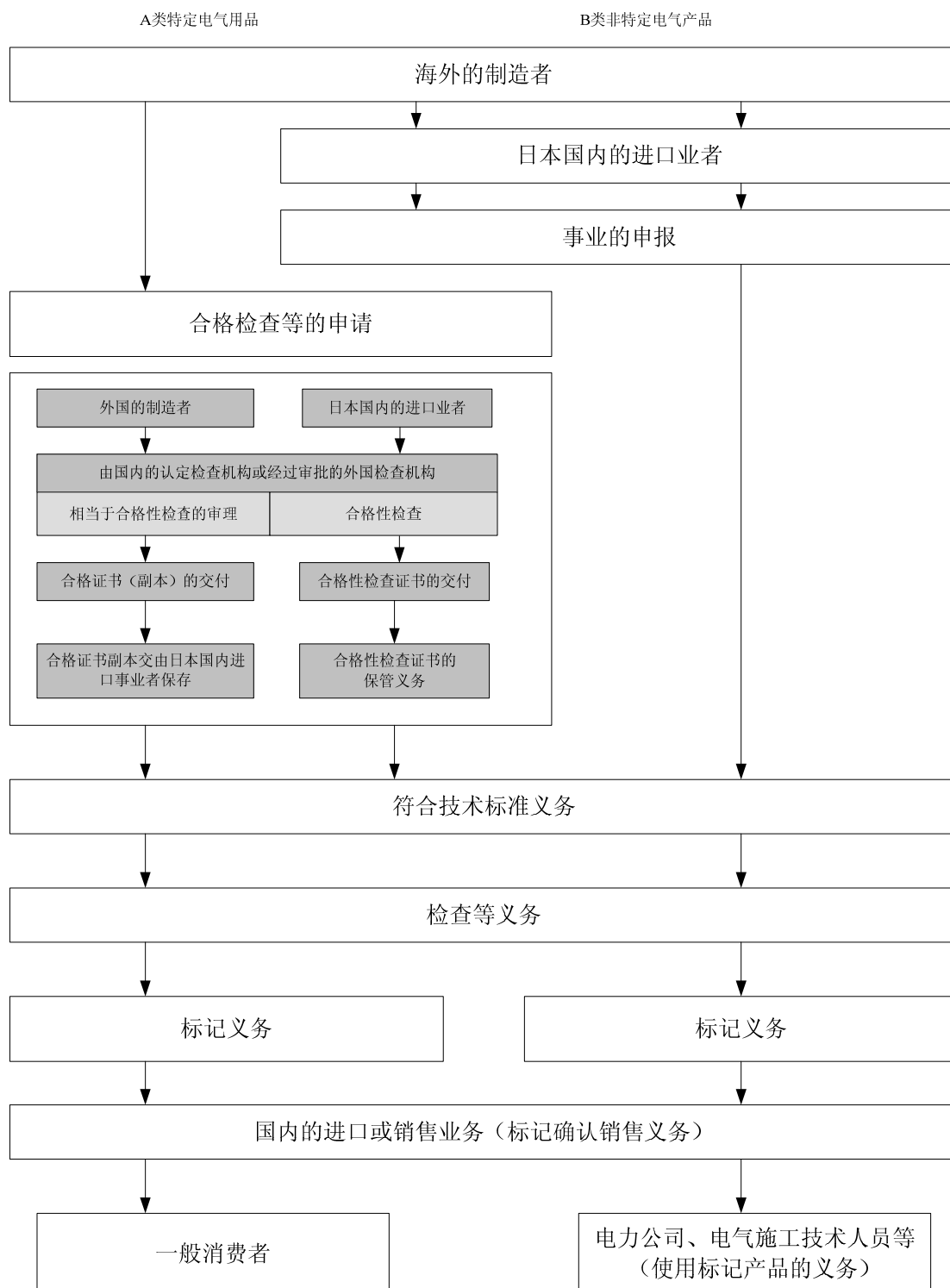


图 4.3 《电气用品安全法》的认证流程

#### 4. 限制销售和使用

任何生产、进口或销售电气用品的相关人员，不得在加贴 PSE 标志前，以销售为目的销售或展示电气用品；此规定不包括用于特殊用途并且获得 METI 许可的电气用品。

任何电力供应运营商、安装此类电气设施于私人用途的人员、电力作业技术人员以及授权的电力作业工程师不得在安全和维修电气设施时使用未加贴 PSE 标志的电气用品。任何从事生产《实施令》规定的电气产品的人员，不得使用未加贴 PSE 标志的电气用品。

#### 5. 合格评定机构的授权与批准

合格评定机构的授权仅限于在日本国内进行合格评定的机构。接到合格评定机构有关实施合格评定的申请后，METI 将依据《实施规则》及其规定的分类对合格评定机构进行授权。如果 METI 认为有必要，会让日本国家技术与评估研究所（National Institute of Technology and Evaluation，以下称为“国家研究所”）对申请的合格评定机构进行必要的调查，评估该机构是否符合规定的要求。

批准仅限于在日本国外进行合格评定的机构。

METI 授权的检测机构有：

- 日本电气安全环境研究所（JET）；
- 日本品质保证协会（JQA）；
- 日本电线综合技术中心（JECTEC）；
- TUV 莱茵日本分公司；
- COSMOS Corp.；
- UL 日本分公司。

METI 批准的检测机构有：

- UL 美国总部；
- UL 欧洲分公司（UL-DK）；
- 天祥香港分公司（ITS HKG）；
- TUV 莱茵德国总部；
- TUV 莱茵香港分公司；
- TUV 莱茵台湾分公司；
- 中国质量认证中心（CQC）。

## 6. 电气用品安全法依据的技术标准

在《电安法》下，对于 PSE 认证依据的技术标准有两套：一套是日本本土标准（“第 1 项”标准）；一套是引用 IEC 标准并加上日本国家差异的标准，也称为 J 标准或“第 2 项”标准。METI 在认可第三方认证机构的认证范围时，会在授权认证的产品旁注明使用的是“第 1 项”还是“第 2 项”标准，一般日本国外机构都倾向于 J 标准。

对于 LED 照明产品，《电安法》引用的 J 标准是 J61347-2-13。

### 4.1.2 强制性的安全要求

J61347《灯具控制装置》系列标准是日本《电安法》引用的标准，采用了 JIS C 8147 系列标准的相关技术要求。与 LED 照明产品相关的主要 J61347-2-13(H21)《LED 用交直流控制装置安全要求》，即 JIS C 8147-2-13:2008。该标准在使用时还必须结合 J61347-1(H20)《灯具控制装置一般和安全性要求》，即与 JIS C 8147-1:2005 一起使用。如果 LED 照明产品的电源是外置的，则必须参照 J61347-2-13(H21)进行测试，并加贴菱形 PSE 标志。

在 IEC 层面，灯具控制装置相应的标准是 IEC 61347 系列。JIS C 8147-1:2005 是修改采用了 IEC 61347-1:2000，而 JIS C 8147-2-13:2008 是修改采用了 IEC 61347-2-13:2006。值得注意的是，IEC 61347-1 的最新版本是 IEC 61347-1-2007。

关于 IEC 61347 的内容可以参考本报告第 2.2.2 节的相应部分，这里主要介绍日本 JIS C 标准与 IEC 标准的差异。

#### 1. JIS C 8147-1:2005 与 IEC 61347-1:2000 的差异

JIS C 8147-1:2005 和 IEC 61347-1:2000 的主要技术差异见表 4.2。

此外，JIS C 8147-1 还对附录中温度试验时周围温度、灯具控制装置的加热试验方法等事项做出了变更。

#### 2. JIS C 8147-2-13:2008 与 IEC 61347-2-13:2006 的差异

JIS C 61347-2-13:2008 是在 IEC 61347-2-13:2006 的基础上，添加了部分 JIS 自行规定的项目。本标准主要适用于直流 250 V 以下或 50/60 Hz 时交流 1000 V 以下的 LED 模块用控制装置。JIS C 8147-2-13:2008 与 IEC 61347-2-13:2006 的差异主要体现在以下方面：



表 4.2 IEC 61347-1 和 JIS C 8147-1 主要技术差异

章节	IEC 61347-1:2000	JIS C 8147-1:2005	主要技术性差异原因
3.定义	规定了 25 个常用术语的定义	追加了输出功率、变压式镇流器、二次电压、二次短路电流及额定最高周围温度的定义	由于电气安全法规定了日本特有的、必须标示的项目，所以在定义中追加了内容。
4.一般要求事项	规定了和安全相关、独立型灯具控制装置一般性事项	追加拥有双重绝缘或加强绝缘器具内所使用的镇流器的要求事项,没有外壳的由电路板和电子元件组成的控制装置、本身未装有外壳的整体式灯的控制装置的要求	在 IEC 61347-1: 2000 中没有提及,但是被追加至 2003 版中。
5.试验说明	如果三个样品中有一个不合格,应在其它三个样品中重复进行试验,如果还有样品不合格,则认为不合格	删除了此项要求	JIS 标准比 IEC 标准更加严格,如果有不合格样品,则认为整体不合格
7.标志项目	规定了 17 项标志项目要求,具体标志位置参见具体标准	增加 3 项标志项目,并在 e), i), p)中追加规定内容	根据日本电器用品安全法以及电气设备技术基准追加了标志要求
8.保护接地	规定了螺钉端子材料、接地合格性要求	追加了需要接地的条件、接地端子及插座线的规格要求	根据电器用品安全法的追加接地要求基准
12.介电强度	规定了介电强度试验方法和要求	追加了补充绝缘和加强绝缘的要求	在 IEC 61347-1: 2000 中没有提及,但是被追加至 2003 版中
13.镇流器绕组的耐热试验	规定了试验方法和绝缘性能要求 用“电阻变化法”测量绕线温度的时间为“4 个小时之后”	用“电阻变化法”测量绕线温度的时间变更为“绕线温度开始稳定之后” 规定试验中灯具电流测量用灯具,追加仅仅在特性试验中使用的要求	由于有些放电灯式镇流器稳定可能需要更长的时间,所以做出变更; 明确划分耐热试验用灯具和灯具电流测量用灯具
18.耐热、防火及耐漏电起痕	规定了防电击保护外部绝缘部件的耐热、防火及耐漏电起痕要求	在耐漏电起痕要求上,追加了要求的零部件和其他项目,使得位置明确	在 IEC 标准中,不确定灯具控制装置的哪一个部位应具有耐漏电起痕要求,因此对部位加以明确
19.耐腐蚀性	对铁质部件的防锈,规定了试验和评估要求	追加了镇流器上外露铁芯表面的耐腐蚀条件	追加不损害安全性的耐腐蚀条件

## (1) 术语、定义和一般要求事项 (第 3 章和第 4 章)

JIS C 8147-2-13 与 IEC 61347-2-13 相比, 追加了 0 类控制装置、I 类控制装置以及 II 类控制装置的定义, 引用了在灯具一般安全要求 JIS C 8105-1 中规定的 0 类照明灯具、I 类照明灯具以及 II 类照明灯具的定义, 其它的定义则参照对应的国际标准。在一般要求事项方面, 由于追加了独立型 0 类控制装置的定义, 除满足 JIS C 8147-1 中第 4 款的要求外, 还要求满足附录 JA 的要求。

0 类控制装置只需通过基本绝缘, 就可以进行防触电保护, 也就是说, 在使用时, 即使有人体可以接触到的导体部, 也不要采取将其连接到电源侧配线的保护接地导体上的方式。I 类控制装置在防触电保护时, 除了基本绝缘方式以外, 还采取附加的安全防护措施, 即使基本绝缘产生故障, 也可以将人体接触到的带电部件连接到电源侧配线上的保护接地导体上。II 类控制装置则除了基本绝缘外, 还具备双重绝缘或加强绝缘的安全预防方式, 但是它不具备保护接地结构或者不存在接地条件。

## (2) 标示 (第 7 章)

除了满足国际标准中的各项强制性标示和自愿性标示外, 在产品标示方面, 添加了对调光器的要求。由于相位控制调光器有很多的种类, 可能会有不适用的调光器, 所以规定如果当控制装置和调光器组合时, 须对调光器的生产厂家名称或销售商进行标示。

## (3) 防止意外接触带电部件 (第 8 章)

在 IEC 61347-2-13 的 SELV 等效控制装置当中, 必须是通过双重绝缘或加强绝缘, 使可能接触的部分与带电部件绝缘。但是在 III 类 SELV 电路中, 如果没有对外壳进行接地的情况下, 变压器的初级-次级间, 必须是双重绝缘或加强绝缘, 次级侧输出线 (可以接触的部分) 和外壳之间必须是补充绝缘。但是在 0 类或者 I 类 SELV 电路中, 如果对外壳进行接地处理, 变压器的初级-次级间可以是双重绝缘或加强绝缘, 次级侧输出线和外壳之间可以是基本绝缘。

在日本, JIS C 8105 中规定 0 类照明器具只需通过基本绝缘就可以进行触电保护, 所以对防止意外接触带电部件要求中, 追加了对 0 类控制装置的要求, 适用于等效 SELV 控制装置的要求, 在一定电压条件下允许暴露终端。

## (4) 防潮性和绝缘性、耐压性 (第 11 章和第 12 章)

与 IEC 61347-2-13 相比, 在等效 SELV 控制装置防潮和绝缘性要求事项中添加了对独立型 0 类控制装置的要求, “等效 SELV 控制装置以及 0 类的控制装置, 互不相连的输入端子和

输出端子之间的绝缘必须是充分的”，其数值以表 1.5 中的输入电路与输出电路之间的值为基准，输入输出端子之间的绝缘等级及绝缘电阻的值为 4 MΩ。在 JIS C 8105 中，虽然规定 0 类照明灯具满足基本绝缘条件即可以进行绝缘保护，但对绝缘电阻的性能方面，要求与双重绝缘和加强绝缘相同的电阻值 4 MΩ。

同样，在耐压性方面，也在等效 SELV 控制装置中追加了对 0 类控制装置的要求。

#### (5) 变压器温升和结构 (第 15 章)

在变压器温升要求方面，追加了对 0 类控制装置的要求，需要按照 JIS C 6065 中 7.1 进行试验。还规定如果采用热电偶方法进行测定的情况下，采用从测定温度中减去 10℃ 的值进行判断。在结构要求上，也添加了 JIS C 8303 和 JIS C 8358 中插座的要求。

与 IEC 61347-2-13 相比，JIS C 8147-2-13 还在附录书 JA 中追加了对独立型 0 类控制装置规定要求。附录书 JB 中，追加要求具有插座线的产品，满足于 JIS C 8147-1 规定事项。

### 4.1.3 其它安全要求

在日本，除了强制性的 J61347 (JIS C 8147-2-13) 标准之外，与 LED 照明产品相关的安全标准还包括 JIS C 8154《普通照明用 LED 模块 - 安全规范》、JIS C 8121-2-2《各类灯座 - 第 2-2 部分：特殊要求 - 基于印刷电路板的 LED 模组用连接器》、J60968《普通照明设备用的自镇流灯 - 安全要求》、J60598《照明设备》系列标准、JIS C 6802《激光产品的安全》以及 J62471《灯及灯系统的光生物安全性》等。

目前，一些检测机构开展针对半导体照明产品进入日本市场的“S 标志”认证。作“S 标志”认证所依据的标准，除了 4.1.2 节中所介绍的 J61347-2-13 以及 4.2 节中将要介绍的 J55015 外，还有上述这些非强制性的安全标准，当然，标准的适用性要根据产品的类型进行判断。例如，自镇流 LED 灯，对其考察要求除了模块、控制电路、辐射的安全要求外，还必须参照 J60968 进行；对于包含灯具在内的整套照明设备，还应考虑 J60598 系列中所对应的灯具安全要求。对于符合上述安全要求的产品，在经过批准的认证机构认证之后，可加贴 S 标志。在 S 标志下还可加上检测机构的名称缩写，如电气安全环境研究所 (JET)、日本质量保证协会 (JQA)、UL Japan 和 TÜV Rheinland 等 (见图 4.4)。“S 标志”尽管是一个自愿性的认证，但在日本国内具有一定的认可度，可以作为企业出口日本的一个选择。



图 4.4 日本 S 标志

### 1. JIS C 8154 (即 J8154)

JIS C 8154:2009《普通照明用 LED 模块 – 安全规范》规定了普通照明用 LED 模块的安全规范，是采用了 IEC 62031:2008。关于 IEC 62031 的内容可以参考本报告第 2.2.2 节的相应部分，这里主要介绍 JIS C 8154:2009 与 IEC 62031:2008 的差异。

#### (1) 引用标准和术语定义 (第 2 章和第 3 章)

JIS C 8154 引用了 9 项标准，而 IEC 62031 引用了 6 项标准。除 IEC 62471:2006 和 ISO 4046-4 相同外，JIS C 8154 引用的都为日本国内的 JIS 标准。

在定义部分，与 IEC 62031 不同的是，JIS C 8154 增加了对自镇流 LED 灯的定义。

#### (2) 标识 (第 7 章)

相对于 IEC 62031，JIS C 8154 的 7.1 节省略了标称功率的标识。但是在 7.1 f)项增加了对眼睛保护的标识，这部分是参考了 IEC 62471《灯类产品的光生物安全》的第 6 条“灯分类的规定”。

#### (3) 终端 (第 8 章)

JIS C 8154 规定对于螺丝终端，应按照 JIS C 8105-1 第 14 部分的要求；对于无螺丝终端，按照 JIS C 8105-1 第 15 部分的要求；连接器的要求按照 JIS C 8121-2-2 的要求。其中 JIS C 8105-1 与 JIS C 8121-2-2 分别对应的是 IEC 60598-1 和 IEC 60838-2-2。

#### (4) 故障状态 (第 13 章)

与 IEC 60321 不同的是，JIS C 8154 中故障状态的一般条件规定应采用 JIS C 8147-1 的第 14 条，并且要按照 13.2 节中的过功率状态进行试验。另外，在过功率试验中，JIS C 8154 还添加了“LED 模块应在实际使用状态下通电”的要求。

#### (5) 其他

JIS C 8154:2009 中的附录书 JA 规定了额定输入电压超过 50 V 的普通照明用自镇流 LED 灯的安全注意事项，与之有关的 IEC 标准 (IEC 62560) 正处于草案阶段。该附录详细说明了

自镇流 LED 灯具在安全性以及兼容性方面的注意事项。作为参考，还说明了和上述注意事项相关的试验方法及试验环境。

## 2. JIS C 8121-2-2

JIS C 8121-2-2:2009《各类灯座 – 第 2-2 部分：特殊要求 – 基于印刷电路板的 LED 模组用连接器》规定了基于印刷电路板的 LED 模组的安全要求，是采用了 IEC 60838-2-2:2006。我国现行的 GB 19651.3-2008 也是采用 IEC 60838-2-2:2006。关于 IEC 60838-2-2:2006 的内容可以参考本报告第 2.2.2 节的相应部分，这里主要介绍 JIS C 8121-2-2:2009 与 IEC 60838-2-2:2006 的差异。

### (1) 适用范围和引用标准（第 1 章）

JIS C 8121-2-2 规定，阅读本标准时必须和被引用的 JIS C 8121-1 标准结合起来。而 IEC 60838-2-2 没有相关要求。在“引用标准”一节中，除 IEC 60061 外，JIS C 8121-2-2 还引用了 6 个日本标准；IEC 60838-2-2 引用了 4 个 IEC 标准。

### (2) 一般要求（第 3 章）

在“一般要求”方面，IEC 60838-2-2 是采用了 IEC 60838-1 的第 3 条。JIS C 8121-2-2 与之类似，是要求采用 JIS C 8121-1 的第 3 条，但是添加了注释部分，指出在引用 JIS C 8121-1 的情况下，可以把灯座（lamp socket）换一种说法，说成“LED 模组用连接器”。

### (3) 标准额定值（第 5 章）

JIS C 8121-2-2 的 5.3 小节在规定额定工作温度范围时，增加了包括 LED、LED 模组、LED 模组用连接器、控制装置等在内的使用范围。并且要求安装了 LED 模组用连接器的照明器具的注意事项和标记应参考 JIS C 8105-1 中的第 3 章和图 1。

### (4) 爬电距离和电气间隙（第 15 章）

关于“爬电距离和电气间隙”，IEC 60838-2-2 要求采用 IEC 60838-1 的第 14 条。JIS C 8121-2-2 与之类似，是要求采用 JIS C 8121-1 的第 14 条。另外还规定额定电压不足 50 V 的 LED 模组用连接器中的爬电距离和电气间隙，应适用于日本标准 JIS C 0664。

### (5) 耐久性和抗震动性能（第 16 章和第 19 章）

关于耐久性的要求，IEC 60838-2-2 规定装有 IEC 60061 灯头的商品 LED 模块或印刷电路板插入连接器，连接器的触电和连接电阻按 16.3 所述测量。JIS C 8121-2-2 在上述要求上还添加了接触电阻的内容，它应包括连接电线的电阻值、以及和接触部之间的接触电阻值。

对于抗震动性能部分的要求, IEC 60838-2-2 和 JIS C 8121-2-2 都要求按照 IEC 60061 的要求进行合格性试验检验。与 IEC 60838-2-2 不同的是, JIS C 8121-2-2 对加速度振幅的单位进行了注释和换算:“相对应的国际标准当中, 在加速度振幅单位中使用 g。在本标准当中, 由于使用了国际单位 (SI), 所以换算为  $1\text{ g}=10\text{ m/s}^2$ ”。

### 3. JIS C 6802:1998 (即 J60825-1)

光辐射是 LED 产品安全的一个重要考核要素。目前, 日本在 LED 产品的光辐射安全方面也是 J60825-1(H14)和 J62471 并行, 企业可自行选择其一进行检测。考虑到产品按 J62471 进行检测的费用比按 J60825-1 进行检测的费用要高很多, 目前, 很多企业还是选择按 J60825-1 进行检测, 以节省费用。J62471 的大致要求可以参照第 2.2.2 小节中的相应部分。而 J60825-1(H14)对应的标准是 JIS C 6802:1998, 该标准除了分类与欧盟标准有所出入外, 其它许多要求和 EN 60825-1 类似。因此, 对于该标准的基本要求, 可以参照本报告第 5.1.2 节下的“3. LED 光辐射欧洲安全要求”部分。

### 4. J60968(H14)

J60968(H14)《普通照明设备用的自镇流灯 - 安全要求》修改采用了 IEC 60968:1998+A1:1991+A2:1999, 主要规定了自镇流灯的安全和互换性要求。该标准与 IEC 标准只有编辑性修改, 不存在技术性差异, 具体内容可参考本报告 2.2.2 部分中对 IEC 60968 的介绍。

### 5. J60598 系列标准

J60598《照明设备》系列标准规定了通用灯具的安全要求。J60598 系列标准由通用要求和特殊要求两个部分组成。第 1 部分“通用要求”规定了灯具的一般安全要求, 第 2 部分“特殊要求”则规定了特定类型产品的安全要求, “特殊要求”对“通用要求”中的相应条款进行了补充或修改。对于特定类型的灯具, 其完整的安全要求由灯具的“通用要求”与其对应的“特殊要求”共同构成。

J60598 系列标准对与灯具相关的概念进行了定义, 根据灯具的防触电保护型式 (可分为 0 类、I 类、II 类和 III 类)、防尘防固体异物和防水等级 (IP 等级)、表面安装材料以及使用环境对灯具进行了分类, 规定了组成各种类型灯具的零部件、螺纹接线端子、无螺纹接线端子和电气连接件以及灯具内外部接线的技术要求。为满足相关的安全和性能要求, J60598 系列标准规定了灯具在接地保护、防触电保护、防尘防固体异物和防水、绝缘电阻和介电强度、爬电距离和电气间隙、耐久性试验和热试验、耐热耐火和耐磨等方面的要求以及其必须通过的相关

试验要求。

J60598-1(H14)修改采用了 IEC 60598-1:1996+A1:1998, 是灯具的通用安全标准, 包括了对带有标称脉冲电压峰值不超过规定数值的触发器的灯具的要求, 规定了电源电压不超过 1000 V 的使用电光源的灯具的一般要求, 提出了有关灯具的分类、标记、机械结构和电气结构方面的要求和有关试验, 对灯具各方面( 电的、热的和机械的 )的安全要求进行了详细规范, 同时包含了对半灯具的要求。目前, IEC 60598-1 的最新版本为 IEC 60598-1:2008, 其主要内容可参见本报告的 2.2.2 节。

J60598-1 要求灯具除整体部件外, 所有部件都应符合该部件有关的标准要求, 而整体部件作为灯具的一部分, 应尽量符合部件的标准要求; 对于满足有关标准的部件, 测试时只对该灯具标准中的、而该部件标准中没有包括的要求进行试验; 对于没有相应标准的部件, 作为灯具的一部分其应满足该类灯具标准的要求; 灯座和启动器座应符合其适用的相应部件标准中的规格和互换性要求, 使其能装入灯具。

J60598 系列标准中第 2 部分特定类型的灯具 ( 见表 4.3 ) 对对应的特定类型的灯具要求在 J60598-1 的基础上进行了补充或修改, 在了解某种特定类型的灯具的要求时须结合 J60598-1 以及相应的特定类型灯具的特殊要求标准进行。

**表 4.3 特定类型灯具的特殊安全标准及对应的 IEC 标准**

灯具的 J 标准	灯具类型	对应的 IEC 标准
J60598-2-1(H14)	普通固定式灯具	IEC 60598-2-1:1979+A1:1987
J60598-2-2(H14)	凹槽式灯具	IEC 60598-2-2:1996+A1:1997
J60598-2-3(H14)	道路和街道照明灯具	IEC 60598-2-3:1993+A1:1997
J60598-2-4(H14)	可移式灯具	IEC 60598-2-4:1997
J60598-2-5(H14)	投光灯具	IEC 60598-2-5:1998
J60598-2-6(H14)	带内装式钨丝灯变压器或转换器的灯具	IEC 60598-2-6:1994+A1:1996
J60598-2-7(H14)	花园用便携式灯具	IEC 60598-2-7:1982+A1:1987+A2:1994
J60598-2-8(H14)	手提灯	IEC 60598-2-8:1996
J60598-2-9(H14)	摄影和电影灯具( 非专业用 )	IEC 60598-2-9:1987+A1:1993
J60598-2-17(H14)	舞台照明、电视和电影摄影场 ( 室内外 ) 用灯具	IEC 60598-2-17:1984+A1:1987+A2:1990

## 4.2 电磁兼容要求

在电磁兼容方面，日本与 LED 照明设备相关的标准主要是 J55015《电气照明和类似设备的无线电骚扰性能的限值和测试方法》，是强制性的要求。目前 J55015 最新的版本号为 2008 年发布的 H20（即平成 20 年发布的标准），是采用了 CISPR 15:2000+A1:2001+A2:2002。值得注意的是，国际标准 CISPR 15 的最新版本为 CISPR 15:2005+A1:2006+A2:2008，其主要内容可参见本报告的 2.2.4 节。

在电气照明和类似设备的无线电骚扰限值方面，各国基本上都是采用了 CISPR 15 标准，只是采用的版本有所差异。例如我国现行的 GB 17743-1999 是采用 CISPR 15:1996，而即将于 2009 年 11 月 1 日实施的 GB 17743-2007 则是采用 CISPR 15:2005+ A1:2007（未包括 A2）；澳大利亚/新西兰的 AS/NZS CISPR 15-2006 也是采用 CISPR 15:2005；欧盟的 EN 55015-2006+A1:2007+A2:2009 则是采用了最新的 CISPR 15 标准。

J55015(H20)与 CISPR 15:2000+A1:2001+A2:2002（以下简称 CISPR 15）的差异主要是以下方面：

### 1. 适用范围和引用标准（第 1 章和第 2 章）

CISPR 15 适用于 7 大类产品；而 J55015 只适用于 6 大类产品，并不包括 CISPR 15 中的“霓虹广告标志灯”类产品。

在“不适用本标准的产品”中，J55015 比 CISPR 15 增加了一项，即在日本国内相关法令中、以 CISPR 标准为基础的标准中、以及电气通信技术委员会/信息通信委员会的答复等当中，已经明确规定了无线电骚扰相关要求的设备，不适用于 J55015 的要求。在“不适用本标准的产品”的举例中，J55015 还增加了“电击杀虫器”一项。

在“引用标准”一章中，除了 IEC 60598 和 CISPR 11 外，J55015 还引用了日本国内的很多 JIS 标准和一些电气通信技术委员会答复，一共是 25 项。而 CISPR 15 是 7 项。

### 2. 限值（第 4 章）

在第 4 章“限值”中，J55015 在“4 限值”和“4.1 频率范围”之间增加了一个悬置段：“本条规定的电源端子、负载端子以及控制端子中的骚扰电压的限值，可以使用附录书 ZA 规定的过渡措施（表 1）”。

CISPR 15 的 4.2 节是“插入损耗”，规定了频率范围为 150 kHz ~ 1605 kHz 的插入损耗



的最小值。而 J55015 删除了该节，即对“插入损耗”不做要求。

在 4.2 节“骚扰电压”的 4.2.1 节“电源端子”(对应 CISPR 15 的 4.3 节和 4.3.1 节)中，J55015 规定了频率范围为 150 kHz~30 MHz 的电源端子骚扰电压限值，而 CISPR 15 则是规定了 9 kHz~30 MHz，两者所规定的频率范围不尽相同。但是 4.2 节中负载端子和控制端子的频率范围，J55015 和 CISPR 15 都是 150 kHz~30 MHz。

在 4.2.3 节“控制端子”的表 2c(对应 CISPR 15 的 4.3.3 节和表 2c)中，对于 0.15 MHz~0.50 MHz 的频率范围，J55015 规定的限值的准峰值和平均值分别为 80  $\mu$ V 和 70  $\mu$ V；而 CISPR 15 为 84~74 dB 和 74~64 dB。同样在该表中，J55015 的表注是：“在转换频率处，应用较低限值”和“骚扰电压是使用第 7.1.3 节规定的电压探针测得的”；而 CISPR 15 的表注是：“在 0.15 MHz~0.50 MHz 范围内，限值随着频率的对数增加而线性递减”和“电压骚扰限值来自于连接到控制端子的共模(不对称模式)阻抗为 150  $\Omega$  的阻抗稳定网络(ISN)”。

在 4.3 节“辐射电磁骚扰”(对应 CISPR 15 的 4.4 节)中，J55015 同样只是规定了频率范围为 9 kHz~30 MHz 内，照明设备周围用直径为 2 m、3 m 或 4 m 的环形天线测得的辐射骚扰场强的磁场分量的电流准峰值限值；而 CISPR 15 则是规定了 150 kHz~30 MHz。

此外，J55015 还增加了 4.4 节“骚扰功率”，规定了频率范围为 30 MHz~300 MHz 的骚扰功率限值。其准峰值和平均值的限值分别为 45~55 pW 和 35~45 pW。

### 3. 限值的应用(第 5 章)

由于在第 4 章中，J55015 并未涉及“插入损耗”的内容，而增加了“骚扰功率”，因此，在第 5 章“限制的应用”中，J55015 与 CISPR 15 的差异也主要是体现在这两个方面，具体包括：

5.2.3 节“荧光灯灯具”中，CISPR 15 规定了 5 种启动器开关工作型的荧光灯的插入损耗值；而 J55015 是规定了启动器开关工作型的荧光灯照明器具的电源端子骚扰电压的限值。5.3.4.1 节、5.5.5 节、5.6.3 节同样也是这个差异。

在 5.2.4 “其他照明灯具”的第二段中，CISPR 15 规定灯电流工作频率超过 100 Hz 的灯具应符合表 3 给出的辐射骚扰限值；而 J55015 还要求其符合表 4 给出的骚扰功率限值。5.3.3.3 节、5.3.4.2 节、5.3.5 节的第三段、5.4 节的第三段、5.5.6 节的第二段、5.6.4 节的第二段、5.7.2 节、5.8.2 节、5.8.3 节同样也是这个差异。

5.3.2.3 节“独立的遥控装置”中，J55015 比 CISPR 15 增加了一句：“限值适用于产生

脉冲宽度调制的控制信号的控制装置、以及适用于输出电压、对商用交流电源进行相位控制的控制装置”。

在 5.6 节“紫外线和红外线辐射器具”的 5.6.1 节“总则”中，J55015 增加了一个注释：“关于电击杀虫器，请参考第 2 章引用标准中的第 23 项标准”。

由于 J55015 不适用于“霓虹广告标志灯”类产品，因此 J55015 并未包含 CISPR 15 中的 5.8 节“霓虹灯和其他广告标志牌”。这个变动其实差别不大，因为 CISPR 15 对霓虹灯和其他广告标志牌的规定也只有一句话：“限值和测量方法正在考虑之中”。

#### 4. 插入损耗的测量方法（CISPR 15 的第 7 章，J55015 无）

CISPR 15 第 7 章是“插入损耗的测量方法”，由于 J55015 未对此作规定，因此无相应条款。

#### 5. 骚扰电压的测量方法（CISPR 15 的第 8 章，J55015 的第 7 章）

CISPR 15 的 8.1.3 节“控制端子电压测量”规定：“控制端子测量应使用 CISPR 22:2005 描述的阻抗稳定网络。阻抗稳定网络（ISN）应接地。测量应在稳定工作模式下进行，即有稳定的光输出。” J55015 对应的 7.1.3 节则规定：“在进行控制端子的测试时，必须使用电压探针。该电压探针由具有 1500  $\Omega$  以上的电阻器以及（150 kHz ~ 30 MHz 范围内）与其相比电阻可以忽视的串联电容器构成（参考第 2 章引用标准的第 24 项的标准的第 12 条）。关于测定结果，必须使用探针和测试装置的组合，对电压分压进行补正。在补正时，必须考虑阻抗的电阻部分。”

CISPR 15 的 8.1.4.1 节“电源端子”中，测量或搜寻的频率范围是 9 kHz ~ 30 MHz；而 J55015 是 150 kHz ~ 30 MHz。

CISPR 15 的 8.2 节“市内和市外灯具”的第二段中，规定“荧光灯灯具在装有一个可替换的启动器的情况下，使连接到启动器的相同的接线端子处于两种可能的测量位置”。而 J55015 规定：“对于装有一个可替换启动器的 P21 型荧光灯灯具，将启动器从两个可以插入的方向插入进行测试。在这两个方向的测试位置中，在各自的插入方向进行测试时，启动器与灯具接线端子要保持连接。”

#### 6. 骚扰功率的测量方法（CISPR 15 无，J55015 的第 9 章）

J55015 的第 9 章是关于骚扰功率的测量方法，这块内容在 CISPR 15 中是没有的。该章包括：

- 9.1 节“测量装置”：包括 9.1.1 节“测量用接收器”和 9.1.2 节“功率吸收钳”；
- 9.2 节“电源线上的测量程序”；
- 9.3 节“由外部装置或辐射光输出控制的照明设备的特殊要求”；
- 9.4 节“测量结果的评估”。

## 7. 其他

在第 10 章“标准限值的解释”中，J55015 的表达方式与 CISPR 15 稍有不同，但内容是相近的，即限值的意义应是在统计基础上有至少 80%成批生产的器具，以至少 80%的置信度符合限值。另外，CISPR 15 的 10.4 节是“禁止销售”，而 J55015 中无此条款。

最后，CISPR 15 的附录是“低电容平衡/不平衡转换器的电气和结构要求”；而 J55015 的附录是关于电源端子、负载端子和控制端子的骚扰电压的限值的过渡措施。

## 4.3 性能要求

JIS C 8153 是日本关于 LED 模块用交直流控制装置的性能要求，为非强制标准。目前最新的版本为 2009 年 3 月发布的 JIS C 8153:2009，是修改采用了 IEC 62384:2006，并添加了 JIS 自行规定的部分。本标准主要适用于 LED 模块用直流 250V 以下或交流 1000V 以下 50/60 Hz 的控制装置。本标准中的 LED 模块控制装置是设计为供应恒定电压或者恒定电流的型式，非恒压或恒流的控制装置也适用于本标准。对具有改变输出功率功能的控制装置的标准正在制定中。

关于 IEC 62384 的内容可以参考本报告第 2.2.3 节的相应部分，这里主要介绍 JIS C 8153:2009 标准与 IEC 62384:2006 标准的差异。

1. 在术语和定义方面，因为在强制性标示中规定了对高功率因数控制装置的标示要求，新追加了高功率因数控制装置的定义，即线路功率因数 0.85 以上的控制装置；新追加额定最高温度  $t_c$  的定义，即正常工作状态和处于额定电压或额定电压范围的最大值时，在控制装置外表面可能产生的最大允许温度。

2. 在标示方面，由于日本现有许多 LED 模块用控制装置功率绝大多数集中在 1 瓦至几瓦，所以现在没有对功率因数进行强制标示。因此在 JIS C 8153 中规定，仅仅需要对高功率因数进行标示，不需要对低功率因数进行标示。

3. IEC 62384 在对输出电压电流、总功率、供电电流的要求上，将实际值与额定值的偏差

定义为 $\pm 10\%$ 。因为试验用 LED 模块的偏差可以为 $+6\% \sim 0\%$ ，如果包括这个偏差的话， $\pm 10\%$ 就成为一个很严格的值，所以对输出电压电流、总电路功率、供电电流的要求，JIS C 8153 将偏差定义为 $\pm 20\%$ 。

此外，这两者还在输出电压和输出电流等方面有差异。

#### 4.4 白光 LED 测试方法

LED 已被许多人视为充满潜力的新世代主要照明光源，然而 LED 具有与传统照明光源截然不同的空间发光特性，使原本适用于传统光源光学特性测量的方式未必适用于 LED，如光通量、光强度及色度测量，否则 LED 的测量精度及准确度都将成问题。因此，全球各大标准协会均修订或是新增 LED 测量标准，但由于 LED 封装种类繁多，性能也各不相同，所以也有协会针对不同用途的 LED 制定新的测量标准。

日本近年来较为注重照明用白光 LED 标准化的推动工作，其推进速度也相当迅速。2007 年，日本正式发布了 JIS C 8152:2007《照明用白光 LED 测量方法》，成为了最早对白光 LED 测试方法进行规范的国家。以下对该标准作一些简要介绍：

##### 1. 适用范围限于照明用白光 LED

该标准的适用范围仅限于照明用白光 LED，将测量目标限定于照明用白光 LED，以限定与标准 LED 比较的测量方法能有效提升测量精度，且对于标准 LED 的内容做出很详细的规定。在光强度的测量部分，则依照国际照明委员会所规定的标准条件进行测量；在光通量的测量部分，则一律使用积分球测量，并在修订版中增加色度、相关色温、显色性指数等的测量方法。

该标准主要针对单体 LED 进行规范，但对于小型的 LED 模块的光强度测量也有所规定。对于小型 LED 模块而言，其不一定适用于 CIE 标准所规定的平均 LED 光强度的测量方法。

##### 2. 明确定义照明用白光 LED

该标准与其它 LED 的相关标准最大的不同在于对于“照明用白光 LED”做出很明确的定义。根据该标准的解释，所谓“照明用白光 LED”，其测量光通量或平均光强度的光色，须满足以下三项条件：光谱几乎涵盖可见光领域的全部范围，且其中不能有欠缺的部分；相关色温的范围在（2500 ~ 10000）K 以内；相关色温在 CIE 1960 均匀色度坐标上，与普朗克轨迹的偏差量须小于 0.02。

##### 3. 规定光强度/光通量的测量方式

由于目前没有规范统一的 LED 封装形状、尺寸及配光特性，而是依各种目的产生不同的设计构造，故 LED 测量的难度较大。因此，该标准对于标准 LED 应具备的结构、性能、再现性均做出了规定。

在此标准中，标准 LED 的测量主要分为光强度测量及光通量测量两方面，其依据测量特性的不同而有不同的设计概念。举例来说，光强度测量用的标准 LED，由于在光强度测量方法中，待测 LED 机械轴对准测光器是很重要的一项校正因素，因此在该标准中采用机械轴容易对准的子弹型封装当作标准形式；至于光通量测量用标准 LED，由于考虑到全光通量的测量规定，因此使用可防止朝 LED 后方发出光线，且光强度较为均匀的金属罐型封装作为标准形式。值得注意的是，此处两种形式的标准 LED，都是使用氮化镓系列的芯片配合钪铝石榴石荧光粉所制成的白光 LED，其对应在定义项中针对照明用白光 LED 所述的无欠缺波长的部分。

由于标准 LED 是测量时重要的参考依据，故此标准希望在尽量减少周边环境的影响下，将其光学及电气特性的不稳定性降至最低，以达到所期望之再现性的要求。本标准除了限制测量环境温度变动须小于 2°C 外，为减少 LED 的初期变动，建议最好使用已经过 100 小时以上恒流（如 20 毫安）驱动的标准 LED，标准 LED 的环境温度须控制在 25°C。在修订版内，在附件 4 中增加温控插槽（为具有芯片温度控制功能的点灯夹具）说明，其要求在恒定电流的情况下，LED 到达热平衡状态的时间（希望至少在 5 分钟以上）后进行点灯测量。

#### 本章参考文献：

- [1] 技术壁垒资源网 . 电气用品安全法 [EB/OL]. (2008-09-11)[2009-09-02]. [http://www.tbmap.cn/portal/Contents/Channel\\_2125/2008/0911/36448/content\\_36448.jsf?ztid=2142](http://www.tbmap.cn/portal/Contents/Channel_2125/2008/0911/36448/content_36448.jsf?ztid=2142)
- [2] J61347-1(H20) ランプ制御装置 - 第 1 部：一般及び安全性要求事項[S]
- [3] J61347-2-13(H21) ランプ制御装置 - 第 2-13 部：直流又は交流電源用 LED モジュール用制御装置の個別要求事項[S]
- [4] JIS C 8153:2009 LED モジュール用制御装置 - 性能要求事項[S]
- [5] JIS C 8152:2007 照明用白色発光ダイオード ( LED ) の測光方法[S]
- [6] JIS C 8154:2009 一般照明用 LED モジュール - 安全仕様[S]

[7] JIS C 8121-2-2 : 2009 ランプソケット類 - 第 2-2 部: プリント回路板 ベース LED モジュール用コネクタに関する 安全性要求事項[S]

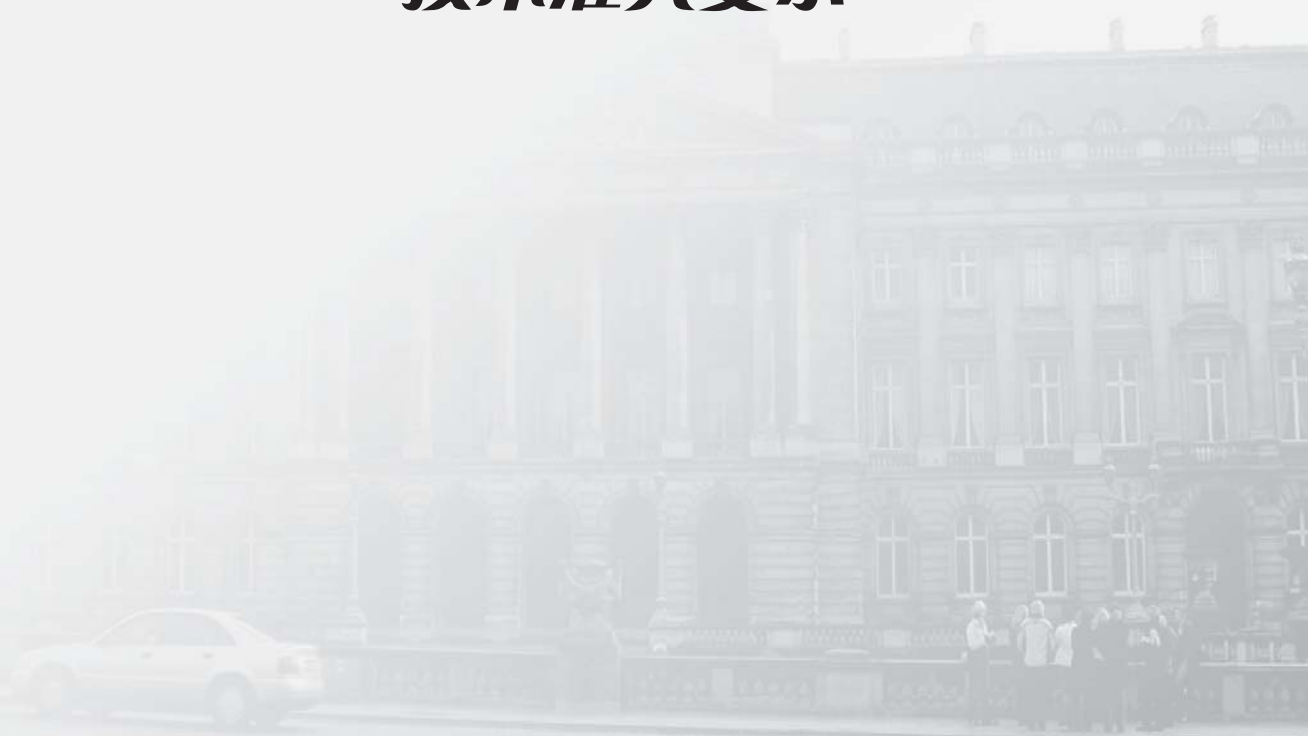
[8] J55015(H20) 電気照明及び類似機器の無線妨害波特性の許容値及び測定法[S]

[9] 中国照明网. 综论 LED 标准发展及制定现况概观 .(2009-01-09)[2009-09-02].  
<http://www.lightingchina.com/news/15089.html>





## **5 半导体照明产品欧盟市场 技术准入要求**





## 5 半导体照明产品欧盟市场技术准入要求

欧盟是我国半导体照明产品出口的重点市场。半导体照明产品进入欧盟市场，应该主要考虑其强制性要求：低电压指令及其协调标准所规定的安全要求、电磁兼容指令及其协调标准规定的电磁兼容要求、RoHS&WEEE 指令中的环保要求以及 EuP 指令中规定的能效要求。此外，半导体照明产品还需符合相应法规所规定的合格评定程序。只有这样，才能加贴 CE 标志，顺利进入欧盟市场。

### 5.1 安全要求

#### 5.1.1 LVD 指令

低电压指令（Low Voltage Directive, LVD）为所有进入欧盟的低电压产品确立了整体的安全要求，半导体照明产品属于其所定义的低电压产品，因此也必须遵循低电压指令的规范。

##### 1. LVD 指令简介

LVD 指令适用于供电电压在交流 50~1000 V 或直流 75~1500 V 之间的电气设备。具体而言，低电压设备包含消费性产品及设计为在此电压范围内运作的设备，如家用电器、电动工具、照明设备、电线、电缆和管线，以及配线设备等。LVD 指令最早制定于 1973 年，2006 年 12 月 12 日，新版 LVD 指令 2006/95/EC 通过，并从 2007 年 1 月 16 日开始实施，旧的 LVD 指令 73/23/EEC 即行废止。

LVD 指令确立了低电压设备应该达到的安全目标，这些目标包括：

##### (1) 一般目标

- 确保电气设备能够按照设计目的正确地使用，基本性能应该在设备上或在随附的报告上进行标识；
- 制造商的名称和商标应清楚地印在电气设备上或在包装上；
- 电气设备及其零部件的设计应确保设备能够安全并且正确地安装和连接；
- 电气设备的设计和生产应确保防止下述(2)和(3)中指出的危害，如果设备按照其设计目的使用并且正确维护。

##### (2) 防止电气设备引起的危害

应采取措施保证：

- 对人身和家畜有足够的保护，免受因电气直接或间接接触造成物理伤害或其他危害（触电）；
- 不会产生导致危险的温度、电弧或辐射；
- 人身、家畜和财产有足够的保护，免受按照经验电气设备导致的非电气危险；
- 在可预见的条件下有适当的绝缘保护。

(3) 防止外在因素影响电气设备引起的危害

应采取措施保证：

- 电气设备满足预期的机械要求，从而不会危及人身、家畜和财产；
- 电气设备在预期的环境条件下能够抵御非机械的影响，从而不会危及人身、家畜和财产；
- 在可预见的过载（过电流）的情况下，电气设备不会危及人身、家畜和财产。

## 2. 合格评定程序

LVD 指令的合格评定程序为附录 IV 中所规定的“内部生产控制”，即主要采取制造商自我声明的形式。制造商对自己的产品进行评价，然后撰写相关的技术文档，如果这些均符合法规的要求，制造商就可以签发 EC 合格声明，并在产品上加贴 CE 标志（具体 CE 加贴要求及相关的市场监管程序，可以参见本章 5.5 节）。政府不参与评定过程，只负责产品投放市场后的监督。制造商所编写的技术文档，必须在最后一件产品制造后保存十年，以供相关单位检验之用。其中，“内部生产控制”中所要求的技术文档主要由以下部分构成：

- 设备的一般描述；
- 概念设计和生产原理图，以及元件、子组件、线路等的图解；
- 解释说明上述的图及图解，以及该电气设备操作的说明文件；
- 全部或部分使用的标准清单，以及没有使用标准时用以符合指令安全要求的解决方案；
- 设计的计算结果，以及实施的检查结果；
- 测试报告（由制造商或第三方机构提交）。

此外，制造商还需撰写 EC 合格声明，指令中规定的 EC 合格声明内容包括：

- 制造商或其欧盟授权代理的名称及地址；
- 电气设备的描述；

- 参考的协调标准；
- 必要时，声明符合性时所依据的规范；
- 制造商及其欧盟授权代理授权委托签署者的身份证明；
- 产品（首次）加贴 CE 标志年份的最后两位数字。

### 3. 协调标准

协调标准是欧盟委员会委托的欧洲标准化机构制定的技术规范，它会定期在欧盟官方公报（OJ）上进行公布。符合协调标准不是强制的，它为设备提供了一种标准的、可重复的、准确的、可接受的评定方法，通常为优先选择的方法。半导体照明产品的协调标准主要由欧洲电工标准化委员会（CENELEC）制定。CENELEC 于 1972 年成立于比利时的布鲁塞尔，其宗旨是协调欧洲各国标准机构所颁布的电工标准。LVD 指令中与半导体照明设备有关的协调标准参见表 5.1：

**表 5.1 LVD 指令中有关半导体照明设备的协调标准（截至 2009 年 6 月 5 日）**

协调标准号	采用的 IEC 标准	采用关系	最新的 IEC 标准
EN 60598-1:2004 +A1:2006	IEC 60598-1:2003 +A1:2006	修改	IEC 60598-1:2008 (Ed 7.0)
EN 60598-2-1:1989	IEC 60598-2-1:1979	等同	IEC 60598-2-1:1979 (Ed 1.0)
EN 60598-2-2:1996 +A1:1997	IEC 60598-2-2:1996 +A1:1997	等同	IEC 60598-2-2:1997 (Ed 2.1)
EN 60598-2-3:2003	IEC 60598-2-3:2002	等同	IEC 60598-2-3:2002 (Ed 3.0)
EN 60598-2-4:1997	IEC 60598-2-4:1997	等同	IEC 60598-2-4:1997 (Ed 2.0)
EN 60598-2-5:1998	IEC 60598-2-5:1998	等同	IEC 60598-2-5:1998 (Ed 2.0)
EN 60598-2-6:1994 +A1:1997	IEC 60598-2-6:1994 +A1:1996	等同	IEC 60598-2-6:1994 (Ed 2.0)
EN 60598-2-7:1989 +A2:1996+A13:1997	IEC 60598-2-7:1982 +A1:1987+A2:1994	修改	IEC 60598-2-7:1982 (Ed 1.0)
EN 60598-2-8:1997 +A1:2000+A2:2008	IEC 60598-2-8:1996 +A1:2000+A2:2007	修改	IEC 60598-2-8:2007 (Ed 2.2)
EN 60598-2-9:1989 +A1:1994	IEC 60598-2-9:1987 +A1:1993	等同	IEC 60598-2-9:1987 (Ed 2.0)
EN 60598-2-10:2003	IEC 60598-2-10:2003	等同	IEC 60598-2-10:2003 (Ed 2.0)
EN 60598-2-11:2005	IEC 60598-2-11:2005	等同	IEC 60598-2-11:2005 (Ed 1.0)
EN 60598-2-12:2006	IEC 60598-2-12:2006	等同	IEC 60598-2-12:2006 (Ed 1.0)

协调标准号	采用的 IEC 标准	采用关系	最新的 IEC 标准
EN 60598-2-13:2006	IEC 60598-2-13:2006	等同	IEC 60598-2-13:2006 (Ed 1.0)
EN 60598-2-17:1989 +A2:1991	IEC 60598-2-17:1984 +A1:1987+A2:1990	等同	IEC 60598-2-17:1984 (Ed 1.0)
EN 60598-2-19:1989 +A2:1998	IEC 60598-2-19:1981 +A1:1987++A2:1997	修改	IEC 60598-2-19:1981 (Ed 1.0)
EN 60598-2-20:1997 +A1:1998+A2:2004	IEC 60598-2-20:1996 +A1:1998+A2:2002	修改	IEC 60598-2-20:2002 (Ed 2.2)
EN 60598-2-22:1998 +A1:2003+A2:2008	IEC 60598-2-22:1997 +A1:2002+A2:2008	修改	IEC 60598-2-22:2008 (Ed 3.2)
EN 60598-2-23:1996 +A1:2000	IEC 60598-2-23:1996 +A1:2000	等同	IEC 60598-2-23:2001 (Ed 1.1)
EN 60598-2-24:1998	IEC 60598-2-24:1997	修改	IEC 60598-2-24:1997 (Ed 1.0)
EN 60598-2-25:1994 +A1:2004	IEC 60598-2-25:1994 +A1:2004	等同	IEC 60598-2-25:1994 (Ed 1.0)
EN 60968:1990 +A1:1993+A2:1999	IEC 60968:1988 +A1:1991+A2:1999	修改	IEC 60968:1999 (Ed 1.2)
EN 60825-1:1994 +A1:2002+A2:2001	IEC 60825-1:1993 +A1:1997+A2:2001	等同	IEC 60825-1:2007 (Ed 2.0)
EN 60838-2-2:2006	IEC 60838-2-2:2006	等同	IEC 60838-2-2:2006 (Ed 1.0)
EN 61347-1:2008	IEC 61347-1:2007	修改	IEC 61347-1:2007 (Ed 2.0)
EN 61347-2-13:2006	IEC 61347-2-13:2006	等同	IEC 61347-2-13:2006 (Ed 1.0)

### 5.1.2 半导体照明产品进入欧盟的安全要求

以上对 LVD 框架指令作了介绍，企业要能够加贴 CE、顺利进入欧洲市场，除了在程序上符合 LVD 指令的要求外，至关重要的一点是需要按照相关的协调标准开展生产，进行检测认证。半导体照明产品进入欧洲需要符合的安全要求主要有以下几方面：

- 对于 LED 模块的安全性：应符合 EN 62031 的安全要求，LED 模块连接器需符合 EN 60838-2-2 中的相应要求（虽然目前的 LVD 协调清单中还未将 EN 62031 列出，但很多进口商已经要求企业按照该标准进行生产）；
- 对于 LED 照明设备中的电子控制装置：应符合 EN 61347-1 和 EN 61347-2-13 中的相应

安全要求；

- 对于设备的光辐射安全性:应符合 EN 60825-1( 2010 年 9 月 1 日将被 EN 62471 取代 ) 或 EN 62471 中的相应要求；
- 对于自镇流 LED 灯:应符合 EN 60968 中的相关要求；
- 对于 LED 灯具:应符合 EN 60598-1 及 EN 60598-2 系列中相对应灯具标准的安全要求。

此外, 半导体照明产品还需符合相关的电磁兼容要求( 详见本章 5.2 节)。只有在产品所对应的上述要求均获得满足的前提下, 企业才能加贴 CE 标志。由于绝大部分 EN 标准均由相应的 IEC 标准转换而来, 在本报告第二章“国际标准”的 2.2 节“IEC 标准”部分我们已经对相应的 IEC 标准进行了全面的介绍, 因此下文将主要就 EN 标准与 IEC 标准的差异部分进行说明。

### 1. LED 模块欧洲安全要求

规定 LED 模块安全要求的欧洲标准 EN 62031 和 EN 60838-2-2 均等同采自相应的 IEC 标准 IEC 62031 和 IEC 60838-2-2, 对于这部分要求可以参见本报告“2.2.2 安全要求”下的“1. LED 模块的安全要求”和“2. LED 模块连接器的安全要求”部分。

### 2. LED 控制装置欧洲安全要求

有关 LED 模块用直流或交流电子控制装置的欧洲安全标准 EN 61347-2-13 是等同采用了 IEC 61347-2-13 的。因此这部分要求可以参见报告“2.2.2 安全要求”下的“3. LED 控制装置的安全要求”部分。

### 3. LED 光辐射欧洲安全要求

LED 产品的光辐射安全方面, 欧盟在 2006 年的决议中同步执行了 IEC 标准对 LED 产品的光辐射安全要求, 对工作场所的照明提出了强制性的光辐射安全要求。因此, 目前销往欧盟国家的 LED 产品必须进行光辐射安全的等级评估, 对于普通照明用途和儿童用灯具, 其光辐射必须达到“豁免”类要求。在现阶段, 由于 EN 60825-1:1994 在 2010 年 9 月 1 日前还可作为 LVD 指令的协调标准, 因此企业可以选择 EN 60825-1:1994 或 EN 62471 来进行 LED 产品光辐射要求的检测。但到了 2010 年 9 月以后, 将只能选择 EN 62471 作为光辐射安全考核的依据。EN 62471 和 IEC 62471 没有实质性的差异, 可以参见报告“2.2.2 安全要求”下的“4. LED 照明设备的光辐射安全要求”部分。以下简要地介绍一下 EN 60825-1:1994 的基本内容。

EN 60825-1:1994 适用于激光产品的光辐射安全。激光产品包括附带或不附带独立电源的单一激光器，也包括装配了一个或多个激光器的复杂光学、电气或机械系统。EN 60825-1:1994 明确将 LED 纳入其考核范围。

EN 60825-1:1994 包含三个独立的部分：总则、制造要求和用户指南。总则主要介绍了标准涉及的范围及制定标准的目的，对与激光产品的组件和相关术语等进行了定义。制造要求包括对激光产品的分类、工程技术要求、标记要求、其他说明性要求（包括用户资料以及采购和检修说明）、专用激光产品的附加要求（包括对医用激光产品和激光光纤传输系统的要求）以及检测要求等。用户指南为用户使用激光产品规定了安全防护及控制措施，对使用激光器的伴随危害以及激光产品的最大允许照射量（MPE）进行了详细介绍。用户指南仅供用户参考，不作为限制或要求强加给制造商。下面对企业关注的与产品安全相关的制造要求进行介绍：

#### (1) 分类

根据使用条件及激光器的发射波长，激光器可分为 1 类、1M 类、2 类、2M 类、3R 类、3B 类和 4 类激光器。制造商或其代理商有责任对激光产品进行正确的分类。激光产品要在综合考虑其出厂后任何时间工作时可接触的全部辐射波长和输出功率的基础上进行分类，并将其划分到相应的最高类上。

#### (2) 工程技术要求

根据制造商确定的安全类别，激光产品需采取一定的安全措施：

- 除执行产品的功能需要外，每个激光产品装有的防护罩必须防止人员接触超过 1 类的激光辐射（包括漂移激光辐射），产品的防护罩或防护围封的任意部分必须紧固，不能被徒手移开或拆除；
- 在特定条件下，制造商要为防护罩的挡板安装安全联锁；
- 3B 类和 4 类的任何激光系统必须装有遥控联锁连接器和钥匙控制器；
- 波长范围在 400 nm~700 nm 之外的属于 3R 类的任何激光系统以及属于 3B 类和 4 类的每个激光系统在接通电源时，或脉冲激光器的电容器组正在充电或确实尚未放电时，应给出一个可闻或可视的报警；
- 属于 3B 类和 4 类的任何激光系统必须带有一个或多个永久性的附加衰减装置；
- 每一激光产品必须装有控制装置，以确保在调整和使用时，不会受到超过 3R 类、3B 类或 4 类可达发射极限（AEL）的激光辐射照射；

- 激光产品上的任何光学观察器、观察孔或显示屏须提供充分的衰减以防人员接触超过 1M 类 AEL 的激光辐射；
- 预定发射扫描辐射的激光产品,按其分类,在扫描失效或扫描速率与幅度发生变化时,不能使人员接触到超过规定类别 AEL 的激光辐射；
- 日常维护要求对光路元件准直时,需提供相应的安全装置；
- 如果防护罩安装了能提供“进入”通道的挡板,则必须采取措施防止任何进入防护罩内的人员避免受到意外接触激光危害,并安装警告装置；
- 在工作过程和电气伤害、温度过高、设备中火焰的蔓延、声音和超声波、有害物质、爆炸等任一故障条件下,激光产品应能满足对应的产品安全标准要求；
- 激光产品的防护罩正常情况下应能防护伴随辐射(如紫外、可见、红外)的危害。

### (3) LED 辐射警告标记要求

每个 LED 产品都必须按要求带有标记。在 LED 产品的使用、维护或检修期间,标记按其目的必须永久固定,字迹清楚,明显可见。标记应放置在人员不会受到 1 类 AEL 的 LED 辐射照射就能看到的位置。标记的边框及符号应在黄底面上涂成黑色,但 1 类 LED 产品不必用此颜色组合。

## 4. 自镇流 LED 灯欧洲安全要求






EN 60968:1990+A1:1993+A2:1999 是修改采用了 IEC 60968:1988+A1:1991+A2:1999。目前 IEC 60968:1988 及其两个修订件已被整合为 IEC 60968:1999 (Ed 1.2)。EN 60968:1990 与 IEC 60968:1999 (Ed 1.2)在标准的适用范围、标志、互换性、防触电保护、绝缘电阻和介电强度、机械强度、灯头温升、耐热性、防火与阻燃、故障状态等方面的要求基本一致(参见报告“2.2.2 安全要求”下的“5. 自镇流灯的安全要求”部分),其差异主要体现在删除了 IEC 标准中对 E26 灯头的相关规定。

## 5. LED 灯具欧洲安全要求

LED 灯具进入欧洲主要遵循 EN 60598 系列标准,EN 60598 系列标准由 IEC 60598 系列转化而来。对于灯具通用安全要求,目前 LVD 指令协调标准清单中所列的是 EN 60598-1:2004+A1:2006,各检测机构也依据该版标准进行检测。但根据最新版的 IEC 60598-1:2008 所采用的 EN 60598-1:2008 目前已经发布,各成员国最迟于 2009 年 8 月 1 日前须在国家层面以颁布等同的国家标准或认可为本国标准的方式实施该标准。旧版的 EN

60598-1:2004 及其修订件 A1:2006 将于 2012 年 4 月 12 日停止使用, 所有使用旧版标准检测的证书 (包括 Semko、GS、CE 等) 都将自动作废, 只有使用了新版标准的产品才能够进入欧盟市场。为应对这一措施, 企业须提前做好准备, 尽快使产品符合新版标准的要求。EN 60598-1:2008 采用 IEC 60598-1:2008 时只存在一些编辑性修改, 而不存在技术性差异, 因此具体要求可以参见报告“2.2.2 安全要求”下的“6. LED 灯具的安全要求”部分。

新版 EN 60598-1 对现行的 EN 60598-1:2004+A1:2006 进行了总共 31 个方面的修改, 其中由于标准要求的变化而更趋严格、可能会导致产品需要重新设计及测试的有 19 个方面; 不涉及重新设计及测试, 主要是针对旧版标准中比较模糊的章节作进一步的澄清有 12 个方面。以下对可能涉及需要重新进行测试的改动之处进行分析:

(1) 安装在非可燃表面的灯具, 及不适宜覆盖绝缘材料的嵌入式灯具的新标签取消了旧版标准中沿用的  和  标志。启用更加直观的标志, 即对于安装在非可燃表面的灯具必须加上  (表面安装) 或者  (嵌入安装) 标志, 对于不适宜覆盖绝缘材料的嵌入式灯具必须加上  标志。

#### (2) 漏电流限值

定义了 3 种漏电流类型: 接触电流 (touch current)、保护导体电流 (protective conductor current)、电灼伤电流 (electric burn), 按照产品类型/供电电流等重新设置漏电流限值。

#### (3) 自带防护罩灯泡及紫外线防护要求方面

把自带防护罩金卤灯泡也作为自带防护罩灯泡中的一类对待; 同时, 把用于防护紫外线的罩子也作为自带防护罩的一类。修改了紫外线保护罩的紫外线吸收率的两种计算方法。

#### (4) 爬电距离和空气间隙

对 I 类灯具的“软缆或者软线的外表面和易触及金属部件之间, 且该金属部件用线夹、载线座或绝缘材料的夹子固定”这种情形, 增加了基本绝缘的要求。

#### (5) 安全超低电压要求


修改了安全超低电压的定义, 除了原有的不超过 50 V 交流有效值外, 增加了不超过 120 V 无纹直流值。对于载流件外露的 III 类灯具, 必须满足:

- 普通灯具 (IP20), 带载电压  $\leq 25$  V 交流有效值或者 60 V 无纹直流值; 如果超过此电压限值, 则触摸漏电流必须  $\leq 0.7$  mA 交流峰值或者  $\leq 2.0$  mA 直流;
- 空载电压  $\leq 35$  V 交流有效值或者 60 V 无纹直流值;



- 对于非普通灯具（非 IP20），正常电压 $\leq 12\text{ V}$  交流有效值或者  $30\text{ V}$  无纹直流值。

#### (6) 可更换保险丝

新增条款，要求内部附带可更换保险丝的灯具，需要标示  符号，并规定了保险丝的额定电流等参数。

#### (7) 灯具基本绝缘部件的触及

明确了安装在非手可触及的范围（arms reach）的灯具为固定式灯具。要求灯具安装好之后，IP2X 标准测试指针（standard test finger）不能触及带电体。正常使用时，标准测试指针不能触及移动式灯具（带插头且可以不用工具拆下的壁灯也属于移动式灯具）和可调节灯具的基本绝缘。安装在手可触及的范围的壁灯，使用 IP1X 的  $\Phi 50\text{ mm}$  的测试指针从外部不能触及基本绝缘。

此外，在调节装置发热测试、附带接地触点的接线端子、提供防触电保护的外罩、钨丝灯座和单端荧光灯座的固定、光源溅水测试要求、超低电压灯具正常发热测试、判断导电部件是否引起触电的测试、IP 图示符号、附带变压器或转换器的灯具异常发热测试等方面也进行了改动。

在 EN 60598 系列标准的第二部分“特定类型灯具的特殊要求”中，除了 EN 60598-2-7、EN 60598-2-8、EN 60598-2-19、EN 60598-2-20、EN 60598-2-22、EN 60598-2-24 作了适当修改外，其它均为等同采用相应的 IEC 标准。

对于进入欧盟市场的 LED 灯具，其安全要求应该是将 EN 60598-1 和 EN 60598-2 下的特定标准结合起来进行考量。例如，对于应急照明 LED 灯具，所遵循的安全标准是 EN 60598-1+EN 60598-2-22。

此外，在性能要求方面，目前 EN 62384 提出了对 LED 模块中电子控制装置的性能要求，该标准等同采用了 IEC 62384，因此具体要求可以参见报告“2.2.3 性能要求”下的“2. LED 模块用控制装置性能要求”部分。

## 5.2 电磁兼容要求

在电磁兼容方面，LED 照明产品必须符合欧盟电磁兼容指令（2004/108/EC）的要求，测试标准依据照明设备的 EMC 标准。2004 年 12 月 31 日，欧盟公布了新 EMC 指令 2004/108/EC，而旧指令 89/336/EEC 于 2007 年 7 月 20 日作废。到 2009 年 7 月 20 日，符合旧指令的设备

将不能在市场上销售。新指令在范围、定义、要求方面更加明确；简化了合格评定程序（取消了两种要求第三方机构强制性参与的程序，仅保留了模式 A），旨在为制造商减负；加强产品标识和技术文件的要求以便于市场监督。

下面我们主要介绍新 EMC 指令 2004/108/EC 及相关协调 EMC 标准的内容。

### 5.2.1 基本要求

2004/108/EC 指令包含了电磁干扰（EMI）和抗干扰（EMS）两方面。在保护要求方面，指令要求设备应依据现状进行设计和制造，以确保设备产生的电磁骚扰不超过无线电通讯设备或其他设备不能按预期用途正常运行的水平，并且设备对预期使用中遇到的电磁骚扰应有抗扰性，预期性能没有无法接受的降低。

### 5.2.2 协调标准

与一般照明设备相同，欧盟对于 LED 照明产品的 EMC 要求分为电磁骚扰、抗扰度、谐波电流和电压波动四方面。表 5.2 列出了 EMC 指令中有关照明设备的 EMC 标准及其对应的国际标准和修订件：

**表 5.2 2004/108/EC 指令中有关照明设备的 EMC 标准**

标准内容	EN 标准及修订件	DoC	对应国际标准及修订件
照明设备的无线电骚扰	EN 55015:2000 +A1:2001 +A2:2002	2003.08.01 2004.12.01 2005.10.01	CISPR 15:2000 A1:2001 A2:2002
	EN 55015:2006 +A1:2007	2009.09.01 2010.05.01	CISPR 15:2005 A1:2006
照明设备的抗扰度	EN 61547:1995 +A1:2000	1996.07.01 2003.11.01	IEC 61547:1995 A1:2000
谐波电流	EN 61000-3-2:2006	2009.02.01	IEC 61000-3-2:2005
电压波动和闪烁限值	EN 61000-3-3:1995 +A1:2001 +A2:2005	2001.01.01 2004.05.01 2008.09.01	IEC 61000-3-3:1994 A1:2001 A2:2005

来源：EMC 指令协调标准清单，官方公报 OJ C 126, 5.6.2009, p. 1-21

表 5.2 第 3 栏的“DoC”全称为“Date of cessation of presumption of conformity of the superseded standard”，即“被替代标准的符合性推断的中止期”。对于某一版本的标准，超过该日期，被替代标准(前一版本标准)在安全方面不再胜任技术进步和良好工程规范的要求，从而被替代标准及其修订件不再具有推断符合性；而对于标准的修订件，超过“DoC”，被修订的标准必须与该修订件一起使用才具有推断符合性。以 EN 55015:2006 为例，当到了 2009 年 9 月 1 日后，其替代标准 EN 55015:2000 及其第一份和第二份修订件不再为协调标准，也不具有推断符合性；到 2010 年 5 月 1 日，EN 55015:2006 必须与其修订件 A1:2007 结合，才具有推断符合性。

需要注意的是，2008 年 9 月 30 日欧盟发布了新版的 EN 61000-3-3:2008，但该标准将于 2009 年 6 月 1 日实施，现在尚未列入 EMC 指令的协调标准目录之中；2011 年 9 月 1 日，它将取代其替代标准 EN 61000-3-3:1995 及其修订件。

下面介绍这些 EMC 协调标准的主要内容。

### 1. EN 55015:2006+A1:2007

本标准规定了照明设备在 150 kHz~1605 kHz 频率范围的插入损耗限值、在 9 kHz~30 MHz 频率范围的电源端子、负载端子、控制端子的骚扰电压限值，在 9 kHz~300 MHz 频率范围内的辐射电磁骚扰限值以及它们的测量方法。EN 55015:2006+A1:2007 等同采用 CISPR 15:2005+A1:2006，其限值要求与 CISPR 15:2005+A1:2006 相同(见表 2.10~2.14)。

### 2. EN 61547:1995+A1:2000

本标准规定了照明设备的抗扰度要求，包括静电放电、射频电磁场、工频磁场、快速瞬变、注入电流、浪涌、电压暂降及中断七个方面的测试。EN 61547:1995+A1:2000 等同采用 IEC 61547:1995+A1:2000，其测试要求同国际标准(见表 2.15)。

### 3. EN 61000-3-2:2006

该标准适用于准备接入到公用低压供电系统的每相输入电流不大于 16 A，电源输入端与电压为 220/380 V、220/440 V 和 240/415 V、频率在 50~60 Hz 的供电系统相连的电子电气设备，规定了在指定测试条件下设备输入电流可能产生的谐波分量的限值以及测试条件和测量要求。该标准等同采用 IEC 61000-3-2:2005，限值和测试要求相同。

根据该标准对设备的分类，照明设备属于 C 类设备。依据标准 7.3 条款，当 LED 照明产品的有功输入功率大于 25 W 时，谐波电流不得超过表 5.3 规定的限值；而当产品的有功输入

功率小于等于 25 W 时,属于未规定为 B、C、D 类的设备,视为 A 类设备,谐波电流不得超过表 5.4 给出的限值。总额定功率大于 1 kW 的专用设备不受限值规定。

**表 5.3 C 类设备的限值**

谐波次数 n	基波频率下输入电流百分数标识的 最大允许谐波电流 (%)
2	2
3	$30 \times \lambda^a$
5	10
7	7
9	5
$11 \leq n \leq 39$ (仅有奇次谐波)	3

a:  $\lambda$ 是电路功率因数。

**表 5.4 A 类设备的限值**

谐波次数 n	最大允许谐波电流 A
奇次谐波	
3	2.30
5	1.14
7	0.77
9	0.40
11	0.33
13	0.21
$15 \leq n \leq 39$	$0.15 \times 15 / n$
偶次谐波	
2	1.08
4	0.43
6	0.30
$8 \leq n \leq 40$	$0.23 \times 8 / n$

标准附录 A 给出了测试电路和测试电源要求,附录 C 的 C.5 给出了照明设备的测试条件。

#### 4. EN 61000-3-3:1995+A1:2001+A2:2005

本标准对公用低压系统的电压波动和闪烁进行了限制,规定了在一定条件下受试设备可能

产生的电压变化限值并给出了评定方法导则。标准适用于每相输入电流小于等于 16 A，打算连接到相电压在 220~250 V、频率为 50 Hz 的公共低压供电系统，并且无条件连接的电子电气设备。EN 61000-3-3:1995+A1:2001+A2:2005 等同采用 IEC 61000-3-3:1994+A1:2001+A2:2005。

按照标准第 6 章和附录 A 规定的测试条件，以及标准第 4 章的评定方法，测量或计算出设备电源端的电压波动和闪烁限值。测量或计算的限值应满足以下要求：

- 短期闪烁指示值 ( $P_{st}$ ) 不大于 1.0；
- 长期闪烁指示值 ( $P_{lt}$ ) 不大于 0.65；
- 在电压变化期间  $d(t)$  值超过 3.3% 的时间不大于 500 ms；
- 相对稳态电压  $d_c$  超过 3.3%；
- 最大相对电压变化  $d_{max}$  不超过：
  - a) 4%，无附加条件；
  - b) 6%，设备为：
    - ◆ 手动开关，或；
    - ◆ 每天多于 2 次的自动开关，且在电源中断后有一个延时再启动（延时不短于数十秒），或手动再启动。
  - c) 7%，设备为：
    - ◆ 使用时有人照看，或；
    - ◆ 每天不多于 2 次的自动开关或打算手动的开关，且在电源中断后有一个延时再启动（延时不短于数十秒）或手动再启动

对于具有几个单独控制电路的设备，只有在电源中断后有延时或手动再启动时，限值 b) 和 c) 适用；对所有具有电源中断后恢复时能立即动作的自动开关的设备，适用限值 a)；对所有手动开关设备，根据开关的频率，适用限值 b) 或 c)。

$P_{st}$  和  $P_{lt}$  要求不适用于由手动开关引起的电压变化。

这些限值不适用于应急开关动作或紧急中断的情况。

### 5.2.3 合格评定程序

#### 1. 合格评定流程

新 EMC 指令规定了两种合格评定程序（见指令的附录 II 和附录 III），差别在于制造商是否申请公告机构（NB）进入了合格评定过程，见图 5.1。不管哪条途径，指令都要求制造商或其欧盟授权代表提供一份技术文件以此作为符合指令基本要求的依据。

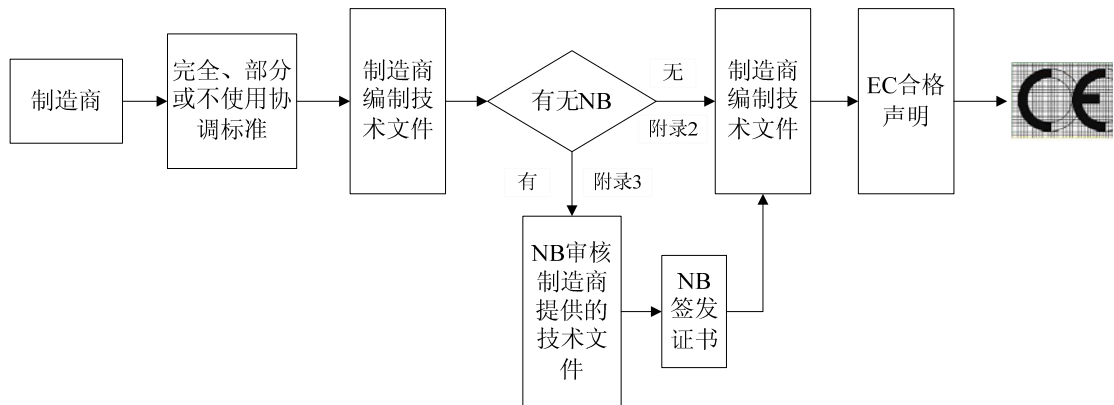


图 5.1 2004/108/EC 指令的合格评定程序

指令附录 II 中规定的合格评定程序（无 NB 参与）：

- 制造商应根据相关的现象对设备进行电磁兼容评定，以便满足指令附录 I 第一点中的保护要求。如果所有相关协调标准都得到了正确应用，则认为完成了电磁兼容评定；
- 电磁兼容评定应考虑所有预期的工作条件。如果设备有多种配置，则电磁兼容评定应在制造商规定的所有配置下进行以确保设备满足指令附录 I 第一条的保护要求；
- 根据指令附录 IV 的规定，制造商应编制技术文件及 EC 合格声明以作为设备符合新指令基本要求的证据；
- 按管理机构的要求，从该设备停止生产后，制造商或其在欧盟的授权代表至少应保存该技术文件及 EC 合格声明 10 年；
- 如果制造商或其在欧盟内的代表均未确定，则管理机构要求保持 EC 合格声明和技术文件的义务由将设备投放到欧盟市场的人承担；
- 制造商应采取所有必要的措施确保产品的制造是根据指令附录 IV 所要求的技术文件和新指令的相关规定进行的。

指令附录 III 中规定的合格评定程序（有 NB 参与）：

- 本程序由指令附录 II 和以下内容组成；
- 制造商或其在欧盟内的代表应将技术文件提交给 NB，由它进行评定。制造商或其代表应向 NB 规定基本要求中的哪些方面必须由 NB 评定；
- NB 对技术文件进行审查，并评定技术文件是否恰当地证明了指令中需要评定的要求得到了满足。如果符合性得到了确认，NB 将为制造商或其代表颁发证书。证书内容应限于 NB 针对基本要求已评定的那些方面；
- 制造商把 NB 的证书加到技术文件里。

## 2. 电磁兼容评定 (EMC 评定)

首先，制造商需要根据相关 EMC 现象对设备进行 EMC 评定，以确保设备满足保护要求。EMC 评定需要考虑设备所有正常预期工作条件。如果设备有不同的配置，EMC 评定要确保在制造商确定的预期用途的所有典型配置下，设备满足保护要求。EMC 评定有三种方式：① 使用 EMC 协调标准；② 不使用协调标准，而是制造商自己的方法；③ 两者的混合，例如，发射现象使用协调标准，抗扰现象使用详细的 EMC 技术评定。

制造商可以请第三方为其进行 EMC 评定，或协助其进行部分评定。但根据指令的规定，制造商对设备的符合性负有全责，而不是第三方如公告机构或 EMC 检测实验室。如果制造商使用其他制造商的零部件组装成最终产品，该制造商必须保持整体上的控制，并且对最终产品的符合性负责。

### (1) “最恶劣情况”方法

如果设备有不同的配置，只须对最可能造成最大骚扰和最容易受到骚扰影响的配置进行 EMC 评定，这种方法为“最恶劣情况”方法，旨在减少评定的成本。它适用于有着类似特性的系列产品，也适用于以设备不同变型和功能的不同配置投入市场的产品，如同一类型但有不同的功率输入、而骚扰源或可能的抗扰问题不依赖于功率输入的产品。制造商负责识别可能的配置以及选择最恶劣情况，并在技术文件中说明使用“最恶劣情况”方法。

### (2) 使用 EMC 协调标准

正确使用涵盖 EMC 指令所有基本要求的相关协调标准，相当于进行详细的 EMC 技术评定，这是证明 EMC 符合性的最常用和优选的方式。当投入市场的单个设备符合在欧盟官方公报 (OJ) 上公布的最新整合版本的相关协调标准的 EMC 要求，可推断其符合 EMC 指令的保护要求。选择适当的协调标准是制造商的责任。

当时间过了设备采用标准的符合性推断中止期 ( date of cessation ) 时, 制造商需要对新版标准进行 EMC 评估( 仅限于那些直接影响设备 EMC 特性的变更 ), 甚至可能需要重新检测, 并对新版协调标准签署合格声明。然而, 因为使用协调标准是自愿的, 如果制造商希望继续使用已不是协调标准的旧版标准, 必要时需要提供其他技术解决方案, 并在合格声明的文字上说明合格评定方法 ( 不再具有推断符合性 ) 改变了。

### (3) 没有使用协调标准的 EMC 评定

制造商也可以不引用协调标准, 而是通过自己的 EMC 评定来直接声明其设备符合保护要求。这种评定须遵循一定的技术方法以确保满足 EMC 指令的要求。制造商须提供符合性的明确的证据。这种方式适用于没有适合设备的协调标准 ( 如新产品 ), 或标准没有涵盖所有保护要求, 或设备使用与协调标准矛盾或标准没有考虑到的技术等情况。

技术文件包含 ( 但不限于 ) 以下内容, 说明制造商选择这种评定方式而采取的步骤以及如何检查设备符合性:

- 设备工作条件和预期用途的描述和定义, 包含有关设备的电源电压和频率特性;
- 设备使用所在环境的规范、描述和分类, 包含设备被移动而必须在多个环境下的发射和抗扰特性。这项选择是制造商的责任, 基于对电磁环境的知识和涉及的统计特性的了解;
- 所涵盖电磁现象的来源和影响的明确规范以及适用的兼容等级;
- 设备性能标准的规范, 该规范的制定应考虑到用户的合理预期;
- 关于设备抗扰度的测试电平;
- 采用的发射限值等等;
- 参考已有资源如任何协调标准、建议;
- 指出与参考文件的差异, 这些差异可能涉及考虑到的现象、测试方法、测试设备或测试电平等等;
- EMC 设计考虑和/或计算结果;
- 统计计算、理论研究或其他实施的检查, 提出背景理论、争论、结果和结论; 这可能包括骚扰的发生电平和统计分布;
- 有关如何选择零部件的描述;
- 有关屏蔽、电缆屏蔽和路由、过滤器、铁氧体等;



- 任何为了符合保护要求而采取解决方案的描述；
- 任何用于限制骚扰发射的通用或特殊要求的规范；
- 在住宅区是否符合保护要求的评定；如果不符合要求，必须明确规定限制使用；
- 为了确保设备投入使用后符合保护要求，设备在组装、安装、维修或使用时是否需要采取特殊防范措施的评定；
- 对于系列产品选择“最恶劣情况”方法的标准。

### 3. 技术文件

技术文件应使设备对于基本要求的符合性得到评定，特别包括设备的设计和制造细节：

- 产品的定义；
- 设备的一般性描述；
- 如果全部或部分采用了协调标准，应提供符合协调标准的证据；
- 引用的全部或部分协调标准清单，如果没有采用或只采用了一部分协调标准，则提供为满足指令基本要求而采取的步骤描述和解释，包括指令附录 II 第一点提出的电磁兼容评定的描述、所作的设计计算结果、实施的检查、测试报告等；
- 如果制造商采用的是指令附录 III 中的合格评定程序，则需要 NB 的声明。

### 4. EC 合格声明

EC 合格声明必须至少包括以下内容：

- 对于指令 2004/108/EC 的引用；
- 对设备的识别（型号、批号和系列号等）；
- 制造商或其欧盟授权代理的名称和地址；
- 确保设备符合指令规定的合格声明所依据的标有日期的规范；
- 合格声明的日期；
- 制造商或其授权代理的授权签字人的身份和签名。

#### 5.2.4 信息要求

除了 CE 标志要求外，EMC 指令增加了一些额外的信息要求，从而极大地方便欧盟对产品的管理和监督，降低各种费用，增加了设备的可追溯性。它们包括：

- 应用型号、批次、串号或其它信息来标识每个设备；

- 每个设备都应附有制造商或其在欧盟授权代表或负责将设备投入到欧盟市场的人的姓名和地址；
- 制造商应提供任何有关装配、安装、维护或使用的专门防范信息；
- 对于在居住区不能确保符合保护要求的设备，应附有限制使用的醒目指示，合适时该要求也适用于设备的包装上；
- 在随附设备提供的使用说明中，应包含使设备按预期目的使用的信息。

### 5.3 环保要求

在环保方面，欧盟与 LED 灯具有关的法规主要是 2003 年发布的《在电子电气设备中限制使用某些有害物质指令》( RoHS, 2002/95/EC ) 和《报废电子电气设备指令》( WEEE, 2002/96/EC ), 分别规定了有害物质限量和废弃产品回收的要求。

#### 5.3.1 RoHS 指令

欧盟委员会在 2003 年 1 月 27 日批准了 RoHS 指令, 并从 2006 年 7 月 1 日起实施。RoHS 指令规定, 自 2006 年 7 月 1 日起投放欧盟市场的电子电气产品不得含有超标的铅 ( Pb )、镉 ( Cd )、汞 ( Hg )、六价铬 ( Cr6+ ) 与多溴联苯 ( PBB ) 和多溴二苯醚 ( PBDE ) 6 种有害物质。在构成电子电气设备的每个均质材料中, 铅、汞、六价铬、PBB 与 PBDE 的含量不能超过 0.1% ( 1000 mg/kg ), 镉含量不能超过 0.01% ( 100 mg/kg )。均质材料的定义为不能通过机械拆分的手段进一步分解的单一材料, 机械拆分包括典型的刨、磨、剪、钻等机械手段。

RoHS 指令适用于 10 大类电子电气设备, 其中第 5 大类就是照明设备, 也包括 LED 灯具。在 RoHS 指令的附录中, 规定了一些豁免情况, 但与 LED 灯具都无关系。LED 光源由于其结构特性, 一般不含铅、汞等有害物质, 因此主要是光源之外的部件要符合 RoHS 指令规定的有害物质限量要求。

2008 年 12 月, 欧盟发布了 RoHS 指令的修改提案, 打算对现有 RoHS 指令进行较大的修订。新提案引入了欧盟“产品销售”立法框架 ( (EC) No 765/2008 和 768/2008/EC ) 中经营者的义务要求, 包括制造商、授权代表、进口商和销售商; 并改变了豁免机制, 要求提交豁免申请时应同时进行替代物分析, 豁免将每 4 年评审一次。

### 5.3.2 WEEE 指令

WEEE 指令是与 RoHS 指令同时发布的，同样适用于包括照明设备在内的 10 大类电子电气产品，其主要内容包括：

1. 报废设备的治理方法：

- 从产品设计开始就考虑环保要求；
- 分类收集：报废设备/产品与普通市政垃圾分开收集；
- 处理：按特殊处理程序处理和报废设备/产品；
- 回收：由生产者或第三方在单独或集中的基础建立回收系统并制定了各类产品的回收率。

2. 回收处理费用：指令规定回收费用由生产者承担。

3. 有关信息体系：成员国应建立体系提供足够信息使涉及电子电气设备生命周期的相关方明白各自的责任与义务。

4. 惩罚与强制措施及实施条款：WEEE 指令是生产者负责的指令，由生产者为指令的实施付费，生产者承担 WEEE 的收集、处理、回收、再使用和循环利用所发生的费用。成员国则需达到回收循环目标，其中照明设备的回收率为 70%，再使用率为 50%。

2008 年 12 月，欧盟发布了 WEEE 指令的修订提案，打算将目前成员国 4 公斤/人的收集率改为投放市场总量的 65%；回收目标增加 5%，即到 2011 年 12 月 31 日前，照明设备的回收率应达到 75%，再使用率为 55%；提案还对生产者在各成员国注册的通用性、以及对报废电子电气设备的运输监督等规定了要求。

## 5.4 能效要求

欧盟对于 LED 照明产品的能效要求主要体现在《制定耗能产品生态设计要求的框架指令》（简称 EuP 指令）中。

### 5.4.1 EuP 指令概述

2005 年 7 月 22 日，欧盟正式颁布了《制定耗能产品生态设计要求的框架指令》，即 EuP

指令。该指令涉及的产品范围非常广泛,原则上涵盖了除车辆以外的所有投放市场的耗能产品,并要求必须注重这些产品在其整个生命周期过程中的各个阶段对环境所产生的影响。这是欧盟继 WEEE 指令、RoHS 指令之后掀起的又一次绿色浪潮。EuP 指令规定了耗能产品的一般生态要求(指令附录 I)和特殊生态要求(指令附录 II),并据此制定出特定产品的具体生态特征和实施措施规范(指令附录 VII)。欧盟制造商和进口商根据该具体规范来调整自己的产品,如果符合要求,便可在整个欧盟市场投放,否则将禁止其产品的投放或受到相关惩罚。

EuP 指令只是一个框架指令,它的真正实施需要进一步制定有关特定产品要求的实施措施。EuP 指令第 15 条规定了选择制定实施措施的耗能产品需要遵循的原则:在欧盟市场具有一定的销售规模(每年 20 万套以上);对环境有重大影响;在不需要增加过多成本的条件下有较大的改善环境影响的潜力。此外,还需考虑欧盟的环境优先政策。实施措施的制定,将从产品的生命周期出发,对环境影响因素和改善环境性能的可行性进行分析;继而开展创新性、市场准入及成本与效益等竞争性方面的评估,并综合考虑其对环境、消费者和包括中小企业在内的制造商的影响。此外,欧盟要求实施措施在改善产品环境性能的同时,不应该对消费者以及制造商产生明显的负面影响。EuP 指令属于新方法指令,满足 EuP 指令的要求将加贴 CE 在欧盟销售。目前, EuP 指令实施措施确定的生态设计要求主要体现在能效方面,可以说, EuP 指令就是欧盟的最低能源效率要求(MEPS)。

EuP 指令对 LED 照明产品的规定,主要体现在其已经正式生效的《委员会条例(EC) No 244/2009,就非定向家用灯生态设计要求,执行欧洲议会与理事会指令 2005/32/EC》(以下简称“ No 244/2009”)中。此外,其正处于预研阶段的“Lot 19:家用照明—第 2 部分 定向灯和家用灯具”也将对定向 LED 灯的能效要求进行规定。

#### 5.4.2 家用非定向 LED 灯的要求

No 244/2009 主要规定了市场上的非定向家用灯(包括销售目的为非家用和整合至其他产品的灯)的生态设计要求,其中的非定向家用灯就包括了使用发光二极管的 LED 灯。对非定向 LED 灯的要求,主要包括能效要求、产品信息要求、合格评定要求以及市场监管要求等。

##### 1. 能效要求

No 244/2009 规定,从 2009 年 9 月 1 日开始,对于非透明灯,其在给定的额定光通量( $\Phi$ )下的最大额定功率( $P_{\max}$ )为  $(0.24\sqrt{\Phi}+0.0103\Phi)$ 瓦。这一要求就相当于要达到欧盟《家用灯

能效标签指令》(98/11/EC)中的A级能效要求。对于非定向家用LED灯,能效上必须达到这一要求,否则无法加贴CE。

## 2. 产品信息要求

对非定向LED灯,从2010年9月1日起应提供以下信息:

(1) 在终端消费者购买前在产品包装和自由登陆的网站上清晰展示的信息:

- 依据98/11/EC指令,当灯的标称功率显示在能效标签外部时,灯的标称光通量也应在标签外部以至少为灯标称功率两倍大的字体显示;
- 以小时表示的灯的标称寿命(不高于额定寿命);
- 灯过早报废前的开关周期次数;
- 色温(也用绝对温标值表示);
- 达到60%光输的预热时间(若小于1秒则显示为“instant full light”);
- 若灯不能调光或仅在特定的调光器下调光,则发出警告;
- 若设计在非标准条件下(诸如环境温度 $T_a \neq 25^\circ\text{C}$ )实施最佳使用,则提供相关条件的信息;
- 用mm表示的灯的尺寸(长度和直径);
- 若包装上宣称与白炽灯等同,宣称等同的白炽灯功率(四舍五入到1瓦)应与包装中包含的灯的光通量一致(根据表5.5)。

**表 5.5 适用于指定的额定光通量的最大额定功率**

灯额定光通量 $\Phi$ [lm]	要求一致的白炽灯功率
LED 及其它灯	[W]
136	15
249	25
470	40
806	60
1055	75
1521	100
2452	150
3452	200

(2) 在免费访问网站上公开信息

下列信息至少应该以数值的形式表示：

(1)中规定的信息；

- 额定瓦数（精确到 0.1 瓦）；
- 额定光通量；
- 额定灯的寿命；
- 灯的功率因数；
- 达到标称寿命时的光通维持率；
- 启动时间（以 X.X 秒表示）；
- 显色性。

### 3. 合格评定要求

No 244/2009 第 4 条规定了该条例的合格评定要求，即按照 EuP 指令的附录 IV “内部设计控制”或附录 V “符合性评估管理体系”进行。非定向 LED 生产企业可以选择任何一种途径来满足 EuP 指令的符合性要求。

如果企业采用附录 IV “内部设计控制”作为合格评定途径，则需要提交一份包含以下信息的技术文档：

- 耗能产品概述及其使用目的；
- 生产商进行的环保性能评估结果和/或生产商评估、纪录、确定产品设计方案时使用的的环境评估文献及案例研究；
- 生态档案（实施措施要求时）；
- 与产品环保设计相关的设计要素；
- 第十条提到的全部或部分标准名单；当第十条提到的标准不适用或不能满足所有实施措施要求时，应给出解决方案；
- 根据附录 I 第 2 部分要求提供产品环保设计指标相关信息；
- 所执行生态设计要求的衡量结果，包括与适用实施措施中所述生态设计要求相比这些衡量结果的合格性详情。

如果企业采用附录 V “符合性评估管理体系”作为合格评定途径，则需要按照“产品环保性能政策”、“计划”、“执行与记录”、“检查与纠正”等步骤来实施管理体系（具体要求见欧盟 EuP 指令附录 V）。

#### 4. 市场监管要求

No 244/2009 第 5 条要求成员国根据条例附录 III 的要求实施市场监管程序，以确保非定向 LED 灯能满足条例附录 II 中确定的生态设计要求。附录 III 对市场监管作了如下规定：成员国当局应从随机挑选的同一制造商的同一型号中抽取最低 20 盏灯作为样品进行检测。如果该批次的平均值与附录 II 中规定的限值或宣称值的差异没有超过 10%，则可认为该批次产品符合条例附录 II 中的要求。否则，该型号将被视为不符合。此外，附录 III 还确定了相应的检测标准。

#### 5.4.3 定向 LED 灯的要求

欧盟 EuP 指令定向 LED 灯的要求还处于预备性研究的阶段，目前“Lot 19：家用照明—第 2 部分 定向灯和家用灯具”预研报告的大部分章节已经发布了，但报告的最终定稿还没有正式出台。一旦预备性研究完成，欧盟将召开针对该部分内容的咨询论坛，并最终出台相关实施措施，预计相关实施措施将在 2010 年出台。在“Lot 19：家用照明—第 2 部分 定向灯和家用灯具”预研报告中，欧盟对欧洲市场上主要使用的定向灯进行了梳理，并确定了重点的研究对象，其中涉及的定向 LED 灯主要有以下三类：

- 电压 230 V、功率大于 0.5 W、灯头为 E27、GU10 的白光 LED 灯；
- 电压 12 V、功率大于 2 W、灯头为 GU5.3 的白光 LED 灯；
- 混杂电压、无灯头的白光 LED 模块。

在预研报告中，欧盟对各类定向光源的生命周期成本、对环境的影响等要素进行了分析，最终得出的结论是，采用 LED 定向灯在生命周期成本和环境影响方面是最佳的选择。和基准的白炽反射灯相比，LED 反射灯可以节约 82% 的总体能耗、82% 的生命周期成本，其水银排放量也将降低 81%。具体有关定向 LED 灯的能效及性能要求，只有密切跟踪 EuP 指令 Lot 19 的立法进程才能进一步明确。

#### 5.4.4 欧美能效要求比较

目前在 LED 照明的能效要求方面，美国和欧盟的标准制定走在了世界各国的前列。美国

主要是在其自愿性认证计划——“能源之星”认证中体现了对 LED 产品的要求（见 3.5 节），其强制性的能效规范还未出台。而本节中，我们重点介绍了欧盟 EuP 指令对 LED 灯的能效要求。为了让读者对这些能效要求有更深入的了解，我们将对两者的要求作一个较为全面的比较。

### 1. 标准性质

美国“能源之星”是美国能源部和环保署推出的资源性能效认证计划，它非强制性的，也就是说，企业可以选择“能源之星”认证，也可以不选择“能源之星”认证。只不过鉴于“能源之星”在美国和世界的影响力，通过“能源之星”认证的产品将会更好地受到消费者的认同。

欧盟 EuP 指令属于强制性要求，所有出口欧盟的相关企业必须满足指令及其实施措施中的要求，才能在产品上加贴 CE 标志。一旦被欧盟市场监管机构发现有任何违规行为，都将会受到严厉的处罚。

### 2. 涉及范围的比较

美国“能源之星”在 LED 照明产品的能效规范方面推进速度非常快，涵盖的内容十分广泛，除了对 LED 灯具进行了详细规定外，还有针对 LED 光引擎的相关要求。此外，“能源之星”有关整体式 LED 认证的规范也即将正式出台。

欧盟 EuP 指令目前仅有针对家用非定向 LED 的能效要求，针对定向 LED 的要求还处于预研阶段，但预计 2010 年会最终出台。

### 3. 相关指标的比较

美国“能源之星”和欧盟 EuP 指令均有针对非定向 LED 灯的相关能效要求，这里主要就这点作一比较。

欧盟 EuP 指令的 No 244/2009 要求非定向的 LED 灯达到欧盟 98/11/EC 指令中的 A 级能效要求，根据该要求，非定向 LED 灯的功率不同，相应的光效限值也不同（见表 5.6）：

**表 5.6 No 244/2009 中非定向 LED 灯的光效要求**

功率 (w)	欧盟 A 级光效 (lm/W)	功率 (W)	欧盟 A 级光效 (lm/W)
0.5	7.41	11	48.27
1	13.02	12	49.68
2	21.21	13	50.96
3	27.08	14	52.13
4	31.60	15	53.20
5	35.23	16	54.20



功率 (w)	欧盟 A 级光效 (lm/W)	功率 (W)	欧盟 A 级光效 (lm/W)
6	38.25	17	55.13
7	40.82	18	55.99
8	43.04	19	56.80
9	44.99	20	57.56
10	46.72		

而“能源之星”《整体式 LED 灯能源之星计划要求 (草案 2)》中对全方向的 LED 灯的最低光效要求为: 50 lm/W (灯的功率小于 10 W) 和 55 lm/W (灯的功率大于等于 10 W)。将上述两者进行比较, 可知对于功率 16 W 及其以下的 LED 灯, “能源之星”要求比欧盟 EuP 的要求更为严格; 对于功率 16 W 以上的 LED 灯, 欧盟要求更为严格。由于非定向 LED5W 以下的更为常见, 由此可见“能源之星”要求远远比欧盟 EuP 的相应要求严格。

此外, “能源之星”还对灯的光强分布、最低光输、灯的最大直径及最大总长等性能指标进行规定 (见 3.5 节下的表 3.23), 而 EuP 没有就这方面进行严格限定。但是 EuP 比“能源之星”提出了更为严格的产品信息要求 (见 5.4.2 下的第 2 点)。

#### 4. 测试方法的比较

“能源之星”《整体式 LED 灯能源之星计划要求 (草案 2)》对非定向 LED 灯推荐了一些测试方法, 如表 5.7 所示:

**表 5.7 “能源之星”推荐的测试方法**

性能特征	测试方法推荐标准
整体式 LED 灯光效: 光输 输入功率	IESNA LM-79-08 ANSI C82.2:2002
功率因素	ANSI C82.77:2002
流明维护 (L70)	IESNA LM-80-08
可靠性	DOE 正在评估几种可靠性测试程序以确保整体式 LED 灯的长期可靠性。这些包括: 短期老化测试 (burn-in test) (根据 NEMA, 程序在制定中); Wet high temperature operating life(WHTOL)测试, 根据 EIA/JESD22-A101-B; “能源之星紧凑型荧光灯认证要求” (4.0 版) 中提到的温升加快速周期强度测试。
显色指数	ANSI C78.377:2008、IESNA LM-79-08、CIE 13.3:1995、 IESNA LM-58-94
染色性及相关色温	ANSI C78.377:2008、IESNA LM-79-08、CIE 15:2004、

性能特征	测试方法推荐标准
	IESNA LM-58-94、IESNA LM-16-93
色彩空间均匀度及色彩维护	IESNA LM-79-08、CIE 15:2004、IESNA LM-58、IESNA LM-16、IESNA LM-80
噪音	A 类声音分类：电源不超过 24 分贝
灯的安全	UL Subject 8750

而欧盟 EuP 指令 No 244/2009 附录 III 中还没有明确对非定向 LED 灯的具体测试标准。

总之，美国“能源之星”在 LED 照明产品能效规范方面推进速度更快、要求更为全面和完备。

## 5.5 合格评定要求

以上重点对 LED 照明产品进入欧盟市场需要遵循的主要技术法规和标准进行介绍，此外，进入欧洲的 LED 照明产品还须符合一定的合格评定要求。在前面的低电压指令以及电磁兼容指令的介绍中，我们已经对两指令具体规定的合格评定程序进行了介绍。但欧盟市场合格评定程序的一个重要特点就是，进入该市场的产品必须加贴 CE 标志。因此，本小节将对欧盟 CE 标志要求作一个整体介绍。此外，德国的 GS 认证在欧洲也享有较高的知名度，取得该认证的产品更容易获得消费者的认同，本文也将对其进行介绍。

### 5.5.1 CE 标志

#### 1. CE 标志简介

为了实现单一市场目标，实施技术协调原则，1989 年，欧盟理事会通过《关于合格评定全球方法的决定》（90/C 10/01），确立了合格评定全球方法的基本框架。在此基础上，1990 年欧盟理事会通过的《关于用于技术协调指令的不同阶段合格评定程序模式以及加贴 CE 合格标志规则的决定》（90/683/EEC，1993 年被 93/465/EEC 替代），确定了合格评定程序的八种基本模式和八种派生模式，规定所有新方法指令都采用模式方法进行合格评定，也确定使用 CE 标志作为法规符合性的唯一标志。

CE 标志是一种强制性的安全认证标志，是制造商进入欧盟市场的必要条件。CE 标志意义在于：加贴 CE 标志的产品表明其符合有关欧盟新方法指令规定的基本要求，并通过了相应

的合格评定程序和/或制造商的合格声明。法律要求加贴 CE 标志的工业产品，没有加贴 CE 标志，不得上市销售；已加贴 CE 标志进入市场的产品，如发现不符合安全要求的，要责令从市场收回；持续违反指令中有关 CE 标志规定的，将被限制或禁止进入欧盟市场或被迫退出市场。

## 2. 欧盟法规对加贴 CE 要求的新变化

2008 年 8 月 13 日，欧盟官方公报( OJ )刊登了条例(EC) No 765/2008 和决定 768/2008/EC，其中(EC) No 765/2008 从 2010 年 1 月 1 日起正式实施。这两个法规和新方法指令是牢牢捆绑在一起的，它加强了进入欧盟市场产品的监管程序，也对 CE 标志提出了一些新要求。在条例 765/2008 里，它直接授权海关相关权力，当发现产品具有严重风险、缺乏相关证书和技术文档、CE 标志未正确加贴等情况时，海关可以暂时对其扣押，并告知市场监管机构。此外，对于严重的违规行为，它要求最高可负刑事责任。

决定 768/2008/EC 是条例 765/2008 的补充，详细规定了 CE 标志的加贴要求、EC 合格声明的模版以及制造商、进口商、授权代表和经销商的义务。其中，它要求制造商建立产品的技术文档，并进行相应的合格评定程序，对于符合要求的产品，可出具 EC 符合性声明，并加贴 CE 标志；要求进口商应保证制造商已进行了适当的合格评定程序、已建立技术文档、已加贴 CE 标志，同时进口商还需将 EC 合格声明和技术文档保存一定期限（通常为 10 年），并在市场监管机构要求时提供。此外，该决定还规定了六种不合规行为：没有加贴 CE 标志或 CE 标志加贴不正确；没有编写技术文档或技术文档不完全；没有 EC 合格声明或 EC 合格声明不正确。一旦发现任何一种不合规行为，制造商或进口商应立即整改，否则会面临产品退出欧盟市场的处罚。

由此可见，欧盟对 CE 标志的加贴要求更为严格化。上述有关技术文档及 EC 合格声明的具体内容，在具体的新方法指令，例如低电压指令、电磁兼容指令、EuP 指令中，都会有明确的规定。

## 3. CE 标志的加贴要求

CE 标志必须由制造商或其欧盟的授权代理加贴。无论制造商是欧盟内还是欧美外的，最终都要为产品对指令规则的符合性以及 CE 标志的加贴负责。制造商可在欧盟内指定一个授权代表。特殊情况下，负责将产品投入市场的人也可被视为已经承担起制造商的责任。原则上讲，为确保产品符合相关指令的所有要求，必须在完成所有合格评定程序后方可在产品上加贴 CE 标志。

通常 CE 标志应加贴在产品或产品的铭牌上,也可将 CE 标志贴在如包装或随附的资料上,但需证明 CE 标志不能贴在产品上的原因,如某些爆炸品上不可能加贴 CE 标志、或者受某些技术和经济条件制约无法加贴 CE 标志、或无法达到 CE 标志的尺度要求、或不能保证 CE 标志显著、清晰、难以擦除时,才可以将 CE 标志加贴到包装上(如有包装)或产品随附的文件上(如相关指令规定了这些文件)。

No 765/2008 和 768/2008/EC 规定 CE 标志的最低高度不得小于 5 mm,如果缩小或扩大应按图 5.2 的比例进行。无论 CE 标志被局部缩小或放大,还是 CE 字体未使用圆形字母,还是 CE 标志与原比例规定有细微差别,都将被视为误用。对误用或滥用 CE 标志的行为将受到成员国法律的严厉制止。此外,768/2008/EC 还传达了欧盟委员会计划对 CE 标志进行注册的信息,计划使该标志成为一个集体商标,商标形式将成为成员国当局市场监督和法律保障的新工具。

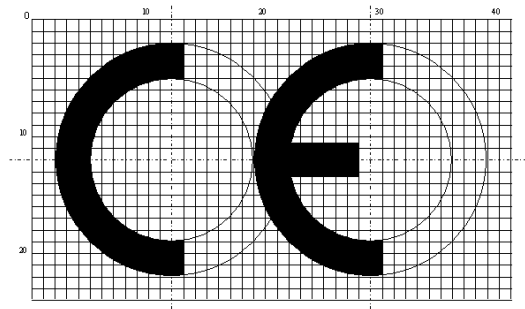


图 5.2 CE 标志

#### 4. CE 标志申请程序

CE 标志原则上属于自我声明,也即制造商在确保自己的产品符合相应法规或标准的要求后,可以自行加贴该标志。但在很多情况下,许多进口商都会要求第三方认证,这样,制造商需要向第三方机构申请 CE 标志。一般的申请程序如下:

- (1) 制造商相关实验室(以下简称实验室)提出口头或书面的初步申请;
- (2) 申请人填写 CE 标志申请表,将申请表、产品使用说明书和技术文档一并寄给实验室(必要时还要求申请公司提供一台样机);
- (3) 实验室确定检验标准及检验项目并报价;
- (4) 申请人确认报价,并将样品和有关技术文档送至实验室;
- (5) 申请人提供技术文档;

(6) 实验室向申请人发出收费通知，申请人根据收费通知要求支付认证费用；

(7) 实验室进行产品测试及对技术文档进行审阅；

(8) 技术文档审阅包括：文件是否完善以及文件是否按欧盟官方语言( 英语、德语或法语 ) 书写；

(9) 如果技术文档不完善或未使用规定语言，实验室将通知申请人改进；

(10) 如果测试不合格，实验室将及时通知申请人，允许申请人对产品进行改进。如此，直到测试合格。申请人应对原申请中的技术资料进行更改，以便反映更改后的实际情况；

(11) 根据第(9)、(10)条所涉及的整改费用，实验室将向申请人发出补充收费通知；

(12) 申请人根据补充收费通知要求支付整改费用；

(13) 实验室向申请人提供测试报告或技术文档、合格证书 ( COC )、CE 标志；

(14) 申请人签署合格证书，并在产品上加贴 CE 标志。

## 5. CE 标志与欧洲其他认证标志的关系

CE 标志是表明产品符合欧洲指令 ( 取代所有国家法规 ) 的唯一标志，这就意味着 CE 标志应取代所有符合国家法规的标志 ( 如德国的 GS 标志 )。但是，有的国家的消费者更看中本国的一些认证标志，应视具体情况适当加贴其他认证标志，如 GS 标志。产品上可加贴其他标志，但必须满足下列条件：

- 该标志具有与 CE 标志不同的功能，为该标志提供了其它附加的价值；
- 加贴的是不易引起混淆的法律标志，如制造商保护性商标等。

### 5.5.2 GS 认证

#### 1.GS 认证概况

GS 的含义是德语 “Geprüfte Sicherheit”，相当于英文 “Tested Safety” ( 安全性已认证 )，也有 “Germany Safety” ( 德国安全 ) 的意思。GS 认证以《德国设备和产品安全法》( GPSG—Geräte- und Produktsicherheitsgesetz, German Equipment and Product Safety Act ) 为依据,按照欧盟统一标准 EN 或德国工业标准 DIN 进行检测的一种自愿性认证,于 1977 年由德国劳工部颁布，是欧洲市场公认的德国安全认证标志。

GS 标志，虽然不是法律强制要求，但是它确实能在产品发生故障而造成意外事故时，使制造商受到严格的德国 ( 欧洲 ) 产品安全法的约束。所以 GS 标志是强有力的市场工具，能增

强顾客的信心及购买欲望。在德国和欧洲，GS 认证的公信力很高，具有广泛的认可度。虽然 GS 是德国认证标志，但欧洲绝大多数国家都认同；而且满足 GS 认证的同时，产品也会满足欧共体的 CE 标志的要求。颁发 GS 的认证机构必须得到德国安全认证技术中心( ZLS )认可。

### 1. 认证的产品范围

- 家用电器，比如电冰箱，洗衣机，厨房用具等；
- 家用机械；
- 体育运动用品；
- 家用电子设备，比如视听设备；
- 电气及电子办公设备，比如复印机、传真机、碎纸机、电脑、打印机等；
- 工业机械、实验测量设备；
- 其它与安全有关的产品如自行车、头盔、爬梯、家具等。

照明器具也属于 GS 认证的范畴。

### 2. 基本要求

通过 GS 认证的产品要求满足 LVD、EMC、WEEE 和 RoHS 等指令所规定的安全、电磁兼容以及环保要求，通过 PAH 测试，取得 GS 证书，并加贴 GS 标志。其中 GS 证书上列出的所有型号都必须提供德文( GPSG 第 4 条第 4 款第 2 部分 )用户手册/使用说明和警告标签；并且必须已纸本形式向最终用户提供与安全有关的信息和说明。

### 3. 认证流程

- 首次会议：通过首次会议，检测机构或代理机构向申请者的产品工程师解释认证的具体程序及有关标准，并提供将递交要求的文件表格；
- 申请：由申请者提交符合要求的文件，对于电器产品，需要提交产品的总装图，电气原理图，材料清单，产品用途或使用安装说明书，系列型号之间的差异说明等文件；
- 技术会议：在检测机构检查过申请者的文件资料后，将会安排与申请者的技术人员进行技术会议；
- 样品测试：测试将依照所适用的标准进行，可以在制造商的实验室或检验机构的任何一个驻在各国的实验室进行；
- 工厂检查：GS 认证要求对生产的场所进行与安全相关的程序检查；
- 签发 GS 证书。

#### 4. 认证周期和认证费用

一般来说,时间长短取决于产品是否需要作修改或者生产商提交所需产品文件资料的速度。总的来讲,所需的时间一般约在 6~8 周。

费用包括一次性发证费,工厂检查费以及证书年费。具体的数目将根据产品的类别以及所需的测试决定。认证机构在收到申请者提交所需要的文件后将为您提供价格参考,每个认证机构的市场政策、公信力不同,价格会有所差异。

#### 5. GS 标志

GS 的认证标志左边须带有认证机构的标志。图 5.3 列出了德国安全认证协会、德国 UL、TÜV 莱茵三个有代表性的机构颁发的 GS 标志。



图 5.3 GS 标志

#### 6. GS 认证和 CE 认证的区别

表 5.8 GS 认证与 CE 认证的区别

项目	GS 认证	CE 认证
引入时间	1977	1993
使用性质	自愿性认证	强制性认证, 如果产品属于要求 CE 标志的 EC 指令范畴
认证含义	独立的第三方机构证明产品符合德国安全和健康法规	制造商向权威机构声明产品符合 EC 的技术法规
法律依据	德国设备和产品安全法 (GPSG)	欧盟指令以及转化的成员国法律
产品范围	技术作业设备和现成商品	各种工业产品
是否需要独立的第三方机构检测	是, 由经德国政府授权的独立的第三方进行检测并核发 GS 标志证书	大多数情况不需要, 只在 EC 指令规定的情况要求检测, 其他情况可在具备完整技术文件 (包含测试报告) 的前提下进行自我声明
检测依据	德国安全法规 (GPSG)	欧洲标准 (EN)
工厂审查	首次申请 GS 认证的厂商在发证之前	无须工厂审查

项目	GS 认证	CE 认证
	必须进行工厂检查；此外，每年发证机构还要进行例行厂检。	
标志	GS 标志	CE 标志
年费	必须缴年费	无需缴年费
有效期	最多 5 年（可以延期）	-
公信力和市场接受度	由授权测试机构来核发 GS 标志，公信力及市场接受度高	工厂对产品符合性的自我声明，公信力及市场接受度低

### 本章参考文献：

[1] The European Parliament and of the Council. Directive 2006/95/EC of 12 December 2006 on the harmonisation of the laws of Member States relating to electrical equipment designed for use within certain voltage limits[EB/OL]. Official Journal of the European Union, 2008, L 374:10-19(2006-12-27).

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:374:0010:0019:EN:PDF>

[2] The European Parliament and of the Council. Directive 2002/96/EC of 27 January 2003 on waste electrical and electronic equipment (WEEE)[EB/OL]. Official Journal of the European Union, 2003, L 37:24-38(2003-02-13). <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:037:0024:0038:EN:PDF>

[3] The European Parliament and of the Council. Directive 2002/95/EC of 27 January 2003 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment [EB/OL]. Official Journal of the European Union, 2003, L 37:19-23(2003-02-13). <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:037:0019:0023:EN:PDF>

[4] The European Parliament and of the Council. Regulation (EC) No 765/2008 of 9 July 2008 setting out the requirements for accreditation and market surveillance relating to the marketing of products and repealing Regulation (EEC) No 339/93[EB/OL]. Official Journal of the European Union, 2009, L 218:30-47(2008-08-13). <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:218:0030:0047:EN:PDF>

[5] The European Parliament and of the Council. Decision No 768/2008/EC of 9 July 2008 on a common framework for the marketing of products, and repealing Council Decision



93/465/EEC[EB/OL]. Official Journal of the European Union, 2009, L 218:82-128(2008-08-13).  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:218:0082:0128:EN:PDF>

[6] The European Parliament and of the Council. Directive 2004/108/EC of 15 December 2004 on the approximation of the laws of the Member States relating to electromagnetic compatibility[EB/OL]. Official Journal of the European Union, 2009, L 390:24-37(2004-12-31).  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:390:0024:0037:EN:PDF>

[7] The European Parliament and of the Council. Directive 2005/32/EC of 6 July 2005 establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy-using products and amending Council Directive 92/42/EEC and Directives 96/57/EC and 2000/55/EC of the European Parliament and of the Council[EB/OL]. Official Journal of the European Union, 2005, L 191:29-58(2005-07-22).  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:191:0029:0058:EN:PDF>

[8] 技术壁垒资源网 . 照明设备 - 低电压指令 (LVD)[EB/OL]. (2009-04-28).  
[http://www.tbmap.cn/portal/Contents/Channel\\_2125/2008/0814/31443/content\\_31443.jsf?ztid=2134](http://www.tbmap.cn/portal/Contents/Channel_2125/2008/0814/31443/content_31443.jsf?ztid=2134)

[9] 技术壁垒资源网 . 电气安全 - CE 认证 [EB/OL]. (2008-11-07).  
[http://www.tbmap.cn/portal/Contents/Channel\\_2125/2008/0916/37718/content\\_37718.jsf?ztid=2142](http://www.tbmap.cn/portal/Contents/Channel_2125/2008/0916/37718/content_37718.jsf?ztid=2142)

[10] 技术壁垒资源网 . 电气安全 - GS 认证 [EB/OL]. (2008-11-07).  
[http://www.tbmap.cn/portal/Contents/Channel\\_2125/2008/0917/37748/content\\_37748.jsf?ztid=2142](http://www.tbmap.cn/portal/Contents/Channel_2125/2008/0917/37748/content_37748.jsf?ztid=2142)

[11] The European Commission. Commission communication in the framework of the implementation of Directive 2004/108/EC of the European Parliament and of the Council of 15 December 2004 on the approximation of the laws of the Member States relating to electromagnetic compatibility and repealing Directive 89/336/EEC[EB/OL]. Official Journal of the European Union, 2009, C 126:1-21(2009-06-05). <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2009:126:0001:0021:EN:PDF>

[12] The European Commission. Commission communication in the framework of the

implementation of Directive 2006/95/EC of the European Parliament and of the Council of 12 December 2006 on the harmonisation of the laws of Member States relating to electrical equipment designed for use within certain voltage limits[EB/OL]. Official Journal of the European Union, 2009, C 126:22-100(2009-06-05). <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2009:126:0022:0100:EN:PDF>

[13] European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC). CENELEC[EB/OL]. <http://www.cenelec.eu/Cenelec/About+CENELEC/default.htm>

[14] EN 60825-1:1994 Safety of laser products - Part 1: Equipment classification, requirements and user's guide[S]

[15] EN 60968:1990 Self-ballasted lamps for general lighting services - Safety requirements[S]

[16] EN 61347-1:2008 Lamp controlgear - Part 1: General and safety requirements[S]

[17] EN 60598-1:2004 Luminaires - Part 1: General requirements and tests [S]

[18] EN 60598-1:2008 Luminaires - Part 1: General requirements and tests [S]

[19] Federal Communications Commission. 47 CFR PART 18 – Industrial, Scientific and Medical Equipment [G]. Code of Federal Regulations, 2008, Title 47, Volume 1:862-868

[20] European Commission. Guide for the EMC Directive 2004/108/EC[EB/OL]. (2007-5-21). [http://ec.europa.eu/enterprise/electr\\_equipment/emc/guides/emcguide\\_may2007.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/electr_equipment/emc/guides/emcguide_may2007.pdf)

[21] EN 61000-3-2:2006 Electromagnetic compatibility (EMC) -- Part 3-2: Limits - Limits for harmonic current emissions (equipment input current  $\leq 16$  A per phase)[S]

[22] EN 61000-3-3:1995 Electromagnetic compatibility (EMC) - Limits - Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current 16 A per phase and not subject to conditional connection[S]

[23] 谢秀杰. IEC/EN 60598-1 灯具标准 2008 版的更新[J]. 电子质量 , 2009(03):64-66.





## 6 企业应对策略



## 6 企业应对策略

由于世界能源紧缺及 LED 具有节能、减排和环保优势，LED 产业已引起世界各国和地区的重视，各国政府纷纷出台政策，扶持 LED 产业。并且随着技术的进步和革新，LED 产品的亮度和发光效率不断提升，LED 技术被越来越多地应用于照明。在此大环境下，全球的半导体照明产业呈现稳步、两位数的高增长，相关企业数量急剧增多，中国的相关企业借此东风蓬勃发展。近几年，LED 产业的增速达 30%以上。以 2007 年为例，LED 应用产品产值已超过 300 亿元人民币，成为世界上 LED 全彩显示屏、太阳能 LED 景观照明灯应用产品最大的生产国和出口国。产业主要集中在长三角、珠三角、闽三角和北方地区。

深圳历来都是 LED 相关产业的集散地，聚集了 700 多家从事半导体照明技术及产品研发、生产和应用的企业，占全国半导体照明企业数量的 50%以上，产业规模约 150 亿元人民币。此外，深圳还是全球最大的太阳能 LED 灯具生产和供应基地、LED 背光源及显示屏的主要生产和供应基地。在 LED 照明企业中，规模以上企业近 100 家，拥有诸如世纪晶源、量子光电、亿合光电、巨能光电在内的一大批行业龙头企业，这部分企业实力雄厚，自主创新能力较强，产能巨大，产品大多远销海内外，引领着深圳乃至全国半导体照明行业的发展。

### 6.1 半导体照明企业的机会

#### 6.1.1 政策上的扶持

半导体照明在整个世界范围看来都是朝阳产业，这个产业上中国具有很好的机会赶超欧美日等发达国家，因此中国政府将其作为一项能赶超世界水平的新型战略产业来扶持。更为重要的一点是半导体照明具有节能减排的特点，并且寿命长、体积小，横跨了传统照明产业和电子行业，具有广阔的前景，符合“国家中长期科技发展规划战略研究”中将建立资源节约型和环境友好型的工业和社会列为未来十几年发展的主要指导思想。国家科技部也已经把“国家半导体照明工程”列入“十一五”科技发展规划，作为一项重点工作来抓。各省及市政府纷纷出台政策，如广东省就提出了“千里万盏”计划来积极推进半导体照明产业的发展。

深圳市是我国半导体照明行业的集散地，市政府也一直将半导体照明产业作为重点高新技术产业予以扶持。这在《深圳市高新技术产业发展“十一五”规划》、《关于实施自主创新战略

建设国家创新型城市的决定》、《珠江三角洲地区改革发展规划纲要(2008-2020)》、《深圳 LED 产业发展规划(2009-2015 年)》、《深圳市推广高效节能 LED 照明产品示范工程实施方案》、《深圳市 LED 产业公共技术服务平台建设方案》、《关于促进半导体照明产业发展的若干措施》、《关于光明 LED 产业聚集园区规划研究及相关实施建议》、《LED 国际交易采购中心筹建工作方案》等一系列的政策文件中得到了体现。同时,深圳市出台促进半导体照明的若干措施,决定自 2009 年起连续三年,每年出资 1 亿元人民币,设立总额为 3 亿元人民币的半导体照明产业发展专项资金,扶持深圳的半导体照明企业。

### 6.1.2 市场需求大

由于早期的 LED 产品发光效率低,光强一般只能达到几个到十几个发光强度(mcd),因此只适用于家电、仪器仪表、通讯设备、玩具等,应用范围受限,市场规模较小(LED 半导体照明市场在 2006 年仅达到了 2.05 亿美元)。随着技术的进步,发光效率较高的 LED 逐步面市,以照明所需的白光 LED 为例,商品化规格已达 50 lm/W,超越了目前常用的白炽灯和卤素灯,目标直指 LED 光源替代白炽灯和荧光灯而用于普通照明。预计未来普通照明的市场潜能达上千亿元,将成为 LED 产业的主要市场。

长远看来,半导体照明市场需求大,终端消费人群和消费产品类型分散,不易形成垄断,企业生存空间广阔。

### 6.1.3 入行门槛低

半导体照明产业是高科技产业,目前的产业链主要分为:LED 外延片生长、芯片制造、器件封装和产品应用以及相关配套产业。企业可以根据自身的条件,选择投资产业链中的一部分或全部。相对于集成电路制造及液晶面板制造动辄几十亿到上百亿的投资门槛,半导体产业投资的额度较小,企业进入门槛较低,容易实现滚动发展,企业容易形成产业集群。

### 6.1.4 劳动力优势

虽然目前整个半导体照明产业的产业化水平总体不高,并且半导体照明光源和灯具制造业又是新兴行业,处于发展时期。但是下游的封装技术与国外差距较小,而深圳市在该产业的总

生产能力又很大，产业具备了一定规模，占有较大市场份额。此外，产业链下游的封装和器件生产既属于技术密集型产业，又属于劳动密集型的产业。深圳的企业具有较明显的劳动力成本优势，因此有能力承接国际半导体照明产业的转移。

## 6.2 面临的问题及应对策略解析

从整体而言，我国的半导体照明企业都面临以下的问题：作为新兴产业，对 LED 照明的认识不足；关键技术尚未突破；市场虽然未来需求量大，但目前尚不够成熟；制造成本总体偏高。

近年来，深圳的半导体照明企业借着深圳市大力推动半导体照明的政策遍地开花，涌现出的一大批企业，数量众多、规模有大有小、技术水平和应对风险的能力参差不齐。但总体呈现技术水平低、抗风险能力差的特点。特别是中小型企业，基本上没有能力应对目前各类的技术壁垒和贸易风险。

为此，规避技术壁垒和贸易风险，做到“引进来”、“走出去”，成为摆在企业面前的一道难题。换言之，半导体照明企业能否突破技术性贸易壁垒的瓶颈，是能否更好地发展乃至于是能否生存的一个先决条件。半导体照明企业可以分别从企业内部和外部两个方面找寻突破口，进行应对。

### 6.2.1 企业应做好内功，应对技术性贸易壁垒

#### 1. 了解进口国的技术壁垒，及时跟踪最新情况

##### (1) 存在问题

国际贸易发展至今，经济全球化和国际贸易投资自由化迅速发展，关税壁垒逐步取消，而技术性贸易壁垒等新的贸易壁垒因形式隐蔽多样、涵盖范围广泛、效果明显等原因备受发达国家的青睐。各发达国家凭借其完善的标准化体系及自身技术、经济的优势，通过标准中技术要素、技术指标的设定及相关的合格评定制度等，设立一定的技术壁垒，提高外国产品进入本国的市场准入门槛以保护本国市场和产业。数据统计显示：1995 年至 2008 年间，WTO 成员国累计通报贸易措施 20735 项，十三年间每年的通报数量呈上升趋势。技术性的标准、法规和合格评定已成为阻止外国商品进入本国市场的“合法”、“有效”的武器。

对半导体照明产业而言，由于该产业是新兴产业，目前尚处于上升期和探索期，各国对很多的概念、性能考核指标等尚存在较大的分歧和争议，有技术壁垒滋生的“土壤”；美日欧等发达国家掌握着关键技术，容易设置技术壁垒。而大多数的半导体照明企业，普遍对标准、法规和合格评定程序知之甚少或者干脆就不了解，因此更谈不上应对。造成这种情况的原因多种多样：从主观上看，企业自身对技术壁垒的意识比较淡薄，思想上就未对此引起重视；从客观上看，企业缺乏可靠的信息来源渠道，缺乏突破技术性贸易壁垒的引导。

## (2) 解决方法

### a. 从思想上重视，不打无准备的仗

技术性贸易壁垒并非空穴来风，也不是“纸老虎”，它作为贸易中的一柄“双刃剑”，对于各技术先进的发达国家而言，是“利”，对各技术较落后的发展中国家而言，是“弊”。中国企业自身作为技术壁垒的应对主体和应对后的既得受益者，必须从思想上重视。“工欲善其事，必先利其器”，面对来势汹汹的各类技术性贸易壁垒，企业首先是从思想上重视它，其次才谈得上了解和应对。

### b. 主动应对，做到有的放矢

目标市场既相似又不同，把握其各自的特点进行跟踪，无疑是获取信息的一条事半功倍的捷径。以美国为例，由于美国经济实力和技术实力超强，因此在多个产品领域快人一步，其制定的标准、法规和合格评定也与国际惯例有较大的差异，但由于国际标准化组织的一国一票制使其难与欧盟抗衡，因而美国形成了以美国国家标准协会（ANSI）为主导，政府、协会及企业积极参与的标准化体系。为此，跟踪美国的相关标准应重点关注 ANSI 的标准。但是值得注意的是，美国的民间协会也在标准的制定中占据着“一席之地”。如 UL 在光、电、通讯设备等领域的安全认证占有较大优势，而北美照明协会是照明领域广泛认可的机构，因此这些机构制定的标准，半导体照明企业也应予以关注。因而，企业需要依据自身产品的特点，找到适合于目标市场的跟踪机制。

在应对技术壁垒时，发达国家积极支持企业参与标准化活动，企业已成为跟踪和参与国际标准化活动的主体。深圳的半导体照明企业可以借鉴发达国家的经验，设立专门的部门或派专人应对。但必须要指出的是，深圳的不少半导体照明企业都是中小型企业，人力和经济实力都不允许设立专门的部门跟踪国外的技术性贸易壁垒，而且企业自己收集信息费时又费力。而国内有不少标准化研究机构都有专人跟踪相关国家的技术性贸易壁垒的情况（如深圳标准技术研



究院),企业可以考虑与有实力的标准研究机构合作,又省时又省力。

## 2. 完善企业内部标准,实现管理标准化

企业标准体系包括技术标准、管理标准和工作标准。其中,技术标准作为企业标准体系的主体,对企业至关重要。管理标准和工作标准从管理事项和工作事项两方面对企业的相关活动进行规范和控制,对技术标准起支撑作用。

### (1) 指导思想

半导体照明企业的标准化体系的建立和实施必须紧紧围绕企业的目标和产业特点,结合自身的产品来完成。制定企业的过程需要参考国际、国家、行业、地方标准,特别是相关的目标出口国的强制性标准的规定,力求与国际标准接轨。如参考 IEC 61347-2-13《灯的控制装置-第 2-13 部分:LED 模块用交流或直流电子控制装置的特殊要求》,IEC 62031《普通照明用 LED 模块安全细则》等。

### (2) 工作对象及重点

作为制造和技术并重的企业,半导体照明企业中发生的活动有许多具有重复性,可程序化。如产品的设计、工艺文件的编制、原料投入、工人的操作、产品的生产等,这些都是企业需要进行标准化的对象。换言之,半导体照明企业进行标准化的对象可分为两类:一类为物,即产品、材料、设备和工具等,另一类为事,即物的处理方法、工作程序和规章制度等。可通过形成企业内执行的标准、规范、规程、导则、操作卡、作业指导书将这些对象文件化、具体化、程序化、常态化。

### (3) 重视管理标准和工作标准

有些半导体照明企业把技术标准作为企业标准体系构建的全部,忽视了管理标准和工作标准。殊不知,无论是技术标准的制定还是实施,都与管理标准和工作标准密不可分。后两种标准是技术标准有效贯彻和实施的利器。其中,管理标准涉及了企业的质量、环境、职业健康安全、生产、经营和管理各个领域;工作标准涉及到整个企业的几乎所有的员工,因此在企业标准体系的构建过程中,技术标准、管理标准和工作标准三方面都要抓,三方面都要硬。

适合企业自身的管理标准和工作标准的制定可参考全球范围内普遍采用的环境管理体系 ISO 14000 和质量管理体系 ISO 9000。ISO 14000 和 ISO 9000 是国际标准化组织 (ISO) 设立的国际标准中,应用最为广泛的两个标准。前者适用于规范各类组织的环境管理标准,涵盖了环境体系、环境审核、生命评估等环境管理的多个方面,突出了“全面管理、预防污染、持

续改进”的思想；后者用于评估产品在生产过程中品质控制，在 2000 年的修订版中提出了“以顾客为关注焦点、领导作用、全员参与、持续改进”等八项质量管理原则。二者可作为企业进行内部环境管理和质量管理的指南。

实际的操作过程中，要求企业领导思路清晰、决策正确，还要求工作标准结构合理、分工明确、职责清楚，建议对企业各级各类人员建立相应的评价考核体系用以改进和完善其工作。

### 3. 与相关科研机构合作，搭建高端科技创新平台

#### (1) 存在问题

半导体照明的研发目前主要集中在各大学和科研院所，这些机构本身又不是 LED 产品的生产企业，因而直接导致了研发和应用的矛盾：一方面是很多中小企业不具备自主研发的能力，生产基本依靠购买成型的技术；另一方面是很多科研院所缺乏配套的资金和科技转移的有效渠道，不能及时将研发的成果转移到工业界释放出产能，科技和生产严重脱节，难以产生经济效益。很多成果和专利被束之高阁，成为有价无市的“废品”。

#### (2) 解决方法

企业与高校及科研院所联合，将成为推动半导体照明产业快速发展有力的推手。可以通过企业与研发机构共建实验室等合作方式，实现半导体照明创新技术的有效转移。目前国内较成功的案例是勤上光电与清华大学集成光电子学国家重点实验室共建的半导体照明技术研究院。已研发的新型截光型大功率 LED 系列产品在二次光学设计、远程无线智能控制、电源稳压器驱动和散热设计等方面均取得了重大突破，拥有 100 多项国际、国家发明及实用型专利，并成功将技术转化为生产力，建成了亚洲最先进的全自动化大功率 LED 封装线。但是，就目前发展态势看来，企业与科研机构的合作渠道并不是那么顺畅，有效的合作模式并没有建立起来。这方面可以借鉴某些先进地区的科研转化机制，如台湾工业研究院的技术成果授权机制，该研究院将自主创新的研发成果，以技术转移和技术辅导的方式，扩散到产业界。该模式下的技术转移分三大类：第一类为针对个别厂商的技术合作与技术服务，第二类是针对多家厂商合作的技术开发，第三类为针对产业内尚未出现承纳对象的前瞻性的技术创新。这些必将加快技术成果转化的速度。

### 4. 建立自主创新机制，进行技术更新

#### (1) 存在问题

首先，半导体照明从技术上本身就存在较多的问题亟待解决，如发光效率上半导体照明与

现有光源产品仍有差异，且其光通量也明显不足，成本也较普通的电光源产品高，还存在散热的问题等。因此半导体照明要进入普通的照明市场，完全取代目前广泛使用的白炽灯、卤素灯和荧光灯还需要进行进一步的技术革新。

其次，目前已有的半导体照明技术的核心被日本的日亚公司、Toyode Gosei 丰田合成公司，美国的 Gree 公司、Geleore 公司和 Lumileds 公司，德国的 Osrom 等公司所掌握，这些公司基本垄断了半导体照明产业的所有的核心技术。

以上原因导致我国成为了半导体照明产业的制造大国，而非半导体照明产业的强国。从技术水平上看，我国的半导体照明总体产业水平比较低，目前仍以下游的封装产业和器件生产为主，整个产业发展不均衡、利润空间较小。诸多企业缺乏核心竞争力，推向市场的产品大多是模拟、仿照的产品，并且这些“依葫芦画瓢”制造的产品质量参差不齐，存在不同程度的问题。比如由于技术不过关造成 LED 光源光衰严重甚至死灯，对保证半导体照明产品的工作条件和电源技术性的认知程度不够造成产品在电源上的故障层出不穷等，影响了半导体照明“中国制造”的形象和声誉。

## (2) 解决方法

除采用与相关科研机构合作，走一条产学研相结合的路子之外，企业还应该从自身寻找突破口，努力进行技术更新，提高自身的技术实力。

实践证明，机遇与挑战并存，而机遇往往给予那些有准备的企业。在进行技术更新这点上，企业需要依据自身的优势，明确自身的主攻方向和优势产品，从提高技术水平入手，进行半导体照明产品的自主研发。一方面企业需要建立自主创新机制，激励自主创新，提高自身研发水平；另一方面，企业需要有的放矢，在哪些产品进行研发，哪些产品不进行研发，研发的力度究竟有多大等方面都需要心里有数。比如对于“市场型产品”，其收效快、市场竞争力强，应该开发和细分；对于“战略型产品”，特别是那些尚未突破的核心技术（如提高发光效率、延长使用寿命、降低成本等内容，从材料外延、芯片制作、器件封装和应用等方面展开的研究），其对提高产品的技术含量和市场地位，抢占行业的制高点意义重大，企业应特别予以关注。此外，企业应重视和加强人才队伍的建设，可通过引进和自身培养两种方式相结合来完成战略人才的储备和培养。俗话说“养兵千日，用兵一时”，技术战的核心说白了就是人才战。建立一个反应速度快、能力强、协作好的研发团队，对企业的未来良性发展大有裨益。

LED 照明产品的产值在 2008 年超过了 700 亿元，企业纷纷通过提高竞争力获得更大的市

场份额。由于产业自身的特点，业内人士普遍认为，在未来的竞争中，谁能技高一筹，谁就能赢得先机，抢滩成功。

## 5. 增加投入，加快专利申请步伐

### (1) 存在问题

加入 WTO 之后，市场竞争的关键不是关税壁垒，而是技术壁垒，技术壁垒后面还隐藏着专利壁垒。“337 调查”作为美国保护本土知识产权的一种常用手段，其对进口贸易领域的“不公平行为”或“不正当手段”拥有广泛的调查权和裁处权，有权禁止这些产品进入美国，其打击面大，结案速度快，一直是笼罩在世界其他国家头上挥之不去的阴影。2008 年 2 月，“337 调查”首次波及到中国企业。首批涉案的 6 家 LED 照明企业全部为珠三角地区的企业，其中有 5 家是深圳的半导体照明企业。而仅过了半年的时间（2008 年 8 月），又有 6 家中国的半导体照明企业被提起“337 调查”，6 家企业中有 1 家是深圳的企业。这与自 1997 年以来在美国境内关于 LED 专利诉讼案件不断攀升是相契合的。有资料统计：从 1997 年至 2007 年的 10 年期间，美国各联邦地区法院受理了达 900 余件的半导体专利诉讼案件，很多知名厂商被牵涉其中，有些甚至成为被告席上的常客。这种情况的出现，与近年来半导体技术的迅猛发展密不可分。自 2005 年以来，半导体照明的应用产品种类和生产厂商越来越多、市场规模急剧扩大，与此同时，专利关系也越来越复杂。专利诉讼扩大到了整个产业链的上、中、下游企业。

### (2) 解决办法

专利壁垒给半导体照明产业带来的不利影响是不言而喻的。首先，使得企业在拓展市场时蒙受巨额损失，企业需要支付相当数额的赔偿金，同时还需要缴纳相应的专利费；其次，削弱了企业的竞争力，阻碍了整个产业健康有序的发展，此外也由于产品利润的转移直接影响了企业研发资金的投入，阻碍了产业的进一步发展。企业进入了一个恶性循环的怪圈，企业应对专利壁垒已迫在眉睫。

首先，企业应提高专利意识，重视海外专利的申请。我国申请专利的落后局面，与我国长期实行与经济脱节的科研立项、鉴定、评价、奖励制度而造成的专利意识淡薄有关。就半导体照明而言，一半以上的专利来自日本，而中国只占到了 5%，且这部分的专利质量也不高，一般是外围专利。核心的专利技术被美国、日本和德国垄断。

其次，依靠科技创新，加快专利申请的步伐。“引进来、走出去”，既重视专利技术的引进和使用，更重要的是要重视专利的申请；“两个市场两种资源并重”，既重视国内市场，更要重

视国外市场；在企业的科技创新上，既重视依靠自身力量，也要重视与有实力的高校和科研院所加强合作，加速研究开发有自主知识产权的技术。不断扩大企业和产业的规模。更进一步说，即使申请的专利是外围专利或改进型专利，而非核心专利，企业也尽量不要放弃，因为这些专利在某些情况下可以在谈判中争取有利的话语权。

在专利的申请方面，企业需要量力而行，制定合理的专利申请策略。企业投入科技创新的资金和技术是有一定比例的，俗话说“好钢要用在刀刃上”，如何使这部分资金和技术合理分配是值得企业探讨和关注的问题。众所周知，国外在半导体照明的上游领域进行专利封锁已成事实。对某些技术实力较弱的中小半导体照明企业而言，短时间内突破外延和芯片领域这些上游产业的技术难题继而在上游产业的关键领域进行专利突围不现实。因此，在专利的申请上，各企业要依据自身的情况制定合理的策略，技术实力强的可尝试攻克上游领域，而技术实力稍弱的，攻克下游应用方面的专利也未尝不可。

此外，企业在签订合同时，一定要进行必要的知识产权调查，在按照国外进口商提供的图纸或样品进行代工生产时，应在合同上约定知识产权的免责条款。当面临知识产权纠纷时，应积极应对，整个行业携手联动，避免遭受损失。

## 6. 开展生态设计，应对能效要求

### (1) 半导体照明的能效要求

半导体照明是一种新型的照明产品，对其能效进行规范是目前世界各国都在努力的重点所在。目前对半导体照明的能效要求，美国和欧盟走在了前列。此外，日本、澳大利亚等国也不甘落后，纷纷针对半导体照明的能效进行了规定。

美国能源部（DOE）和环保署（EPA）联合推出的产品能效认证计划“能源之星”，早在2007年就推出了有关固态照明灯具的认证计划，从2009年开始，不断完善其整体式LED灯的认证规范。此外，“能源之星”还对灯具的LED光引擎的能效及相关性能要求进行了详细规定。目前，“能源之星”对半导体照明的能效要求已经涵盖了灯具、光源及相关配件几大块。如其要求“住宅用灯具”中厨房橱柜照明的最低灯具光效为24lm/W，便携式案头工作灯的最低光效为29lm/W等。

欧盟对半导体照明产品的规定，主要体现在针对非定向家用灯的EuP指令的实施措施——《委员会条例(EC)No 244/2009，就非定向家用灯生态设计要求，执行欧洲议会与理事会指令2005/32/EC》。该条例要求从2009年9月1日开始，对非透明灯，其在给定的额定光通量

( $\Phi$ ) 下的最大额定功率 ( $P_{\max}$ ) 为  $(0.24\sqrt{\Phi}+0.0103\Phi)$ 瓦。这一要求就相当于要达到欧盟《家用灯能效标签指令》(98/11/EC) 中的 A 级能效要求。此外,正处于预研阶段的“Lot 19: 家用照明——第 2 部分 定向灯和家用灯具”也将对定向 LED 灯的能效进行规定。

## (2) 开展产品的生态设计

对半导体照明的能效要求,最有效的应对策略就是针对产品开展生态设计 (Ecological Design),即绿色设计。绿色设计是与被称为“从摇篮到坟墓”的传统设计迥然不同的一种全新的设计理念和办法,被称为“从摇篮到摇篮”的设计,其核心内容是在设计时从产品的整个生命周期考虑产品的环境影响,并将其作为设计目标,在满足环境目标要求时,保证产品应有的功能、使用寿命、质量等。换言之,产品的生态设计,是在设计阶段考虑产品的不同生命周期(EuP 指令将产品的生命周期分为以下六个阶段:原材料的选择与使用,加工制造,包装、运输、分销,安装与维修,使用,试用期结束)对环境可能产生的影响,尽量将对环境的不利影响降至最低。

企业开展的生态设计应符合以下几个原则:资源最佳利用,能量最佳利用,污染最小化,安全实用,综合效益最佳。

## 6.2.2 企业通力合作,抱团应对技术性贸易壁垒

### 1. 积极参与国际标准、国家标准和地方标准的制定

#### (1) 标准的现状

虽然半导体照明已经发展了很长一段时间,然而包括国际标准、国家标准、地方标准在内的半导体照明方面的标准一直处于匮乏的状态,当前国内外与 LED 产业相关的标准有 40 余个,仅为普通的 LED 标准及照明灯具标准,较少涉及 LED 产业主要元器件、技术工艺和关键性能、检测方法。中国的半导体照明的相关标准的制定工作自 2005 年启动以来,国内已出台相关标准 26 个,并未形成较完整的 LED 及照明器具标准体系。标准的制定和修订速度跟不上市场发展,新标准也与原有标准的协调配套等存在脱节的问题。与半导体照明产业如火如荼的发展现状极不相称。

特别是特种照明、景观亮化和道路照明等方面的发展非常迅速,但由于缺乏标准,导致产品同质化现象严重,利润较大的产品呈现企业扎堆生产的状况,企业相互“抄袭”;另一方面,企业缺乏合适的标准用于指导生产,直接导致了“山寨”产品数量多,市场上产品鱼目混杂,

产品以次充好，夸大寿命误导消费者的现象相当严重，这对于市场规范和企业的声誉都造成了一定的危害，不利于整个产业健康有序的发展。

按照以往的惯例，一项新标准的制定往往是技术成熟、产品面世后才开始制定用以规范市场，而半导体照明是新兴的产业，本来就处于摸索期，技术不成熟，要想让半导体照明产业的标准走在整个产业发展之前本来就有一定的困难。虽然我国已为光电子显示器件的 LED 制定了一些标准，但是随着新技术的层出不穷和应用领域的扩大，原有标准已相对落后，亟须更新。此外，整个行业的标准没有龙头企业的引导，现阶段主要依靠以信息产业部半导体照明技术标准工作组牵头的行政部门推进，使得标准的出台效率低、时间长，与产业脱节，长远看来，脱离了产业制定的标准也会缺乏权威性和可操作性。

## (2) 标准先行，企业参与

在半导体照明的应用领域，中国基本与国外企业同期展开。中国建立符合自己国情的标准体系是完全可行的。这个过程需要政府、半导体照明企业、科研院所及各相关机构的共同努力。对企业而言，需要在政府的引导下，积极参与标准的制定。参与的企业应该既包括 LED 芯片、材料、器件、模块和组件等上游产品制造企业，同时也包括 LED 照明封装等下游企业。关注的重点除了安全、能效、寿命及 LED 照明应用标准外，还应特别关注光辐射安全标准。

企业积极参与标准的制定，不但是企业抢滩行业制高点的一个重要手段，各技术过硬的企业可以以质量来赢得市场份额，避免陷入以牺牲质量为代价进行的恶性价格竞争战。同时参与标准的制定也是企业社会责任的一部分，由企业参与制定的标准，能做到有的放矢，而且多方的参与也可以保证标准的公平性和可执行性，避免少数几家企业联合垄断的情况发生。

企业积极参与标准的制定的一个较好的范例是 2009 年上半年由广东省推出的地方标准——《广东省 LED 路灯地方标准》，该标准由东莞勤上光电股份有限公司提出并牵头组织，同时考虑了企业的成功经验和企业的建议，标准适用于 250 V 以下直流电源或 1000 V 以下交流供电的道路、街路、隧道照明和其他室外公共场所照明用 LED 路灯。该标准作为第一个先行于国家相关标准的地方标准，意义比较重大。

## 2. 从战略高度形成产业联盟，抱团应对风险

### (1) 产业联盟的发展现状

产业联盟作为企业自发形成的互相协作和资源整合的一种合作模式，兴起于 20 世纪 70 年代，进入 90 年代以来在我国初现端倪。这种被称为“20 世纪末最重要的组织创新”的合作

模式对产业的发展、企业的成长，特别是高新技术企业的快速成长具有重要的意义。在资源调配、形成企业优势互补，拓展发展空间、提高整个行业的竞争力、实现超常规发展等方面收效显著。产业联盟有研发合作产业联盟、产业链合作产业联盟、市场合作产业联盟、技术标准产业联盟四种类型。目前国内已形成的产业联盟以产业链合作产业联盟和市场合作产业联盟这两种方式为主。研发合作产业联盟和技术标准产业联盟并未大量兴起，特别是技术标准联盟，长期受到冷遇。

就半导体照明产业而言，深圳走在了全国其他地区的前列，2009年7月，由深圳市相关研究机构牵头，42家LED产学研重点单位联合组成了深圳LED产业标准联盟。该联盟基本涵盖了深圳LED产业链中有规模、有影响力的企业。目前该联盟尚处于起步阶段。

### (2) 产业联盟应对LED产业技术性贸易壁垒发挥着积极作用

应对技术性贸易壁垒，仅靠企业自身力量还是稍嫌薄弱。而产业联盟作为沟通政府和企业，企业与企业之间一个良好的中介，在应对LED产业技术性贸易壁垒时有相当的优势，能承担许多由政府和企业难以承担的义务。

首先，产业联盟可以整合整个LED产业的力量，协调各企业研发有自主知识产权的产品和专利以应对国外的专利壁垒和知识产权壁垒。就半导体照明领域而言，核心技术靠单个企业在短时间内绝难攻克，因此需要产业联盟发挥作用，整合资源，避免重复劳动，实现资源共享。

其次，产业联盟可与相关研究机构联手，研究国外知识产权和专利的发展态势和情况，建立知识产权预警机制，及时、动态地进行分析，并采取相应的对策。可定期举办各种高峰论坛，加强企业之间，企业和政府之间的联系、交流和沟通。还可以与其他企业和公益性的研究机构一道举办培训等，提升企业的竞争力。

此外，台湾省在半导体照明产业上起步较早，技术实力较强。特别是在我们技术力量相对薄弱的上游产业更是具有技术和产业优势，但在应用等下游产业却缺少足够参与的企业和市场，而这正是大陆的优势所在。因而海峡两岸的半导体照明产业具有互补性，两岸进行联手，形成范围更广的跨地区联盟，对两岸都是互利互惠的好事。如此看来，形成产业联盟的思路可以不局限于深圳市甚至整个中国大陆的范围，触角可以伸得更远些。

## 3. 配合政府的部署，形成有利的产业格局的“垂直一体化”的产业结构

### (1) 产业格局现状

半导体照明的产业规模最大的一部分是应用，特别是产业链的下游，是目前中国半导体产



业中发展最充分、规模最大的部分，但其并不是产业链中利润最大的部分。利润最大化和技术最尖端的部分集中在产业链上游的外延片、芯片的制造。中国的半导体照明产业目前以下游封装为主的产业结构的形成，与中国企业的产业扎堆、整体技术水平低下、缺乏产业结构的整体部署及中国特殊的国情和经济特点分不开。

这种一边倒的格局，在 LED 照明企业遍地开花的深圳尤其突出。目前深圳的七百多家 LED 企业中，大多数企业属于 LED 的下游企业，主要生产经营发光二极管、封装 LED 光源和 LED 应用、数码管、点阵模块等。而涉猎上游领域的原材料和衬底、材料外延、芯片制作、切割和测试等环节的企业少之又少。

这种“单一平行化”的产业结构容易造成：规模的投入和效益的产出严重失调；容易在产业链的下游集聚过多的产能造成恶性竞争；利润空间被进一步压缩；在上游领域没有话语权。总体来看，不利于半导体照明产业的健康发展。

此外，即便是处于优势的下游产业，也存在企业数目众多、企业规模小，缺乏主导产品，低水平重复和恶性竞争的现状。产业未能规模化。

#### (2) 形成“垂直一体化”的产业结构，壮大上游产业，规模化下游产业

长远看来，对任何一个产业，产业的结构由“单一平行化”转化为“垂直一体化”，对整个产业的持续健康发展是有利的。对深圳的半导体照明产业而言，要解决产业格局不合理的困境，也急需整合产业的资源，建立涵盖制造 LED 芯片、外延、封装、驱动 IC、电源、LED 引擎和灯具在内的整条产业链。特别是要大力发展深圳 LED 照明产业中较缺乏的上游产业。

在具体操作中，政府应该在形成“垂直一体化”的产业结构中发挥引导作用，给予产业链上游和中游的企业一定的技术、资金和政策上的扶持和倾斜。企业作为市场上的主体，应该配合政府的统一部署和安排，积极完成企业的产业转型。同时，也不能放弃有优势的下游产业，进一步使其规模化，使现有的企业进一步做大做强。

整个半导体照明行业在一段时间后，应形成“各有侧重、相互支持、协调配合、资源共享、整体优化”的良性产业框架。

#### 4. 积极参与通报评议，说出自己的声音

##### (1) 通报评议的现状

通报评议是指世界贸易组织（WTO）各成员国接收其他成员国发布的技术性贸易措施通报后，对通报措施与 WTO 规则及相关协定原则的一致性进行研究，并向其他成员国进行咨询、

磋商或提出科学合理的意见，以避免不必要的贸易障碍的一项活动。通报评议工作是 WTO 成员应享有的权利和应履行的义务。各国可以通过通报评议为本国争取到更合理的权益，使产品出口的负面影响和损失降到最低。

在国外，应对 TBT 的程序是自下而上的，企业出口受阻后，会通过行业协会研究对策并展开外交交涉。费用由企业自行承担。对我国而言，应对 TBT 的程序是自上而下的，通报评议由国家质量监督检验检疫总局牵头，组织各相关方参与评议。这种模式下，企业不了解通报评议为何物，也不了解通报评议的意义所在，参与通报评议的积极性不高。

## (2) 政府牵头、企业参与，共同应对

我国是半导体照明的重要制造基地和出口国，却存在产品技术含量低、技术开发与更新慢等缺点，因此，技术贸易壁垒已成为我国半导体照明产品出口的软肋。在此背景下，如何较好地应对国外不合理的技术性贸易壁垒，将出口的损失降至最低，已成为政府、企业和相关机构必须要共同面对的挑战。这场看不见硝烟的战争，仅靠政府应对是远远不够的，需要举各方之力。尤其是企业，作为技术性贸易壁垒的直接受害者，更是需要重视。

一方面，企业要加强对 WTO 规则和 TBT 通报评议的了解，有防范意识。有部分企业在出口过程中遭遇了技术性贸易壁垒，给自己带来了相当的损失之后却并未意识到这是由技术性贸易壁垒造成的。为此，必须要强化对 WTO 规则和 TBT 通报评议的了解。了解的途径多种多样，可通过查阅相关的网站（如深圳市标准技术研究院的技术壁垒资源网：[www.tbmap.cn](http://www.tbmap.cn)），阅读相关的图书来完成，也可以通过参与政府的相关研究机构举办的培训班、研讨会来完成。

另一方面，由政府牵头举办的通报评议会，企业要积极参与。正如前文所述，应对技术性贸易壁垒，并非完全是政府的责任，企业也需要尽自己的一份力。通报评议会为企业搭建一个发表自己的意见的平台，但是这种由政府牵头组织的通报评议，更侧重于宏观上提纲挈领，若缺乏企业的参与则很难触及细微处，而这些又可能正好是企业带来切肤之痛的“硬伤”。因此，通报评议会只有相关企业的参与，才能够切实体现企业的“心声”，实质性地解决企业在出口中遇到的问题。

## 6.3 小结

敞开的国门给企业送来了更多的机遇，同时也带来了更大的压力和和挑战。全球一体化发展至今，技术性贸易壁垒因其隐蔽性和高门槛受到更多发达国家的青睐，高新领域更是如此。

半导体照明产业是深圳市重点扶持的高新产业，也是中国起步较早的高新产业，从政策倾斜、市场需求、劳动力成本等方面具有较大的优势，但是在各国贸易摩擦日益尖锐的今天，特别是受金融风暴的影响，各国必然会出台更利于本国经济发展、保护本国产业的政策。中国的半导体照明企业想要在激烈的竞争中异军突起、一枝独秀，要走的路还很长。

深圳的半导体照明企业想在激烈的竞争中谋求发展也是如此，企业除需要了解技术性贸易壁垒的相关情况，实现企业的标准化管理，增加科研投入、与高等院校和科研院所合作、积极进行技术创新之外，还需要从大局出发，配合政府进行产业调整，形成健康的“垂直一体化”的产业机构，同时要积极参与国家标准、地方标准、行业标准的制定，参加 WTO/TBT 通报评议会，形成产业联盟，“组团”应对专利风险和其他技术性贸易壁垒。

半导体照明的广阔的前景是不必怀疑的。但是半导体照明企业想占有一席之地，甚至做大做强并非易事。随着竞争的白热化，谁能更好地突破技术性贸易壁垒，谁就能更好地在激烈的竞争中抢占市场，赢得先机。

#### 本章参考文献

- [1] 杨锋. 技术性贸易措施趋势及应对对策研究[J]. 标准科学, 2009(6):93-96.
- [2] 艾兵, 刘国旗, 张泳琪. ISO 14001:2004 管理体系建立简明教程[M]. 北京: 中国标准出版社, 2007
- [3] 刘飞, 曹华军, 张华. 绿色制造的理论与技术[M]. 北京: 科学出版社, 2005
- [4] 李思源, 企业标准体系是企业标准化工作的重要环节[J]. 中国标准化, 2007(9):519-521
- [5] 王国富. 强化标准化建设——提高企业竞争力[J]. 中国标准化(专刊), 2004(5):100-102
- [6] 陈光华, 陈丽辉, 李晔. 技术性贸易壁垒成因的理论探讨[J]. 标准科学, 2009(1):93-96
- [7] 汪顺贵. 重视 WTO 评议、消费不合理(非法)TBT[J]. WTO 与技术壁垒, 2009(9):33-35