

全球 LED 照明产品驱动电源的发展趋势

1、背景：

LED 半导体照明作为一种新型的领域，现行认证的引用标准已不能满足快速的发展趋势。2009 年 11 月 18 日 UL 发布的第一版 UL870 为业界提供了一个的用于 LED 发光器件为光源的灯具安规标准。在 UL8750 中规定电源模块 (Power supplies) 或驱动器 (LED Drivers) 可选择使用满足 UL1310 的 CLASS 2 电源、满足信息技术类安全 UL60950-1 要求的电源和除了 UL1012 标准规定以外的 CLASS 2 电源，在 LED 光源灯具的电气结构评估时对 CLASS 2 电源和 LVLE 电路可豁免较多的电气测试项目。虽欧盟到目前为止未制定一套针对 LED 光源灯具产品的安全标准，但欧盟一些国家 (法国、丹麦等) 已开始要求使用满足 CLASS 2 电源的 LED 道路照明灯具。国内 LED 户外照明灯具虽有 UL 认证，但基本上使用 UL60950 标准认证的电源，随着 LED 半导体行业的深入发展，LED 光源产品使用 CLASS 2 的电源驱动是将来的发展趋势。

2、什么 CLASS 2：

UL60950-1 (信息技术类设备的一般安全要求) 中按其电击危险保护措施的程度将电子设备分为 CLASS 1、CLASS 2 和 CLASS 3 三类。CLASS 1 类设备指除了基本绝缘为电击保护措施外，还采用了其它如接地等保护性措施；CLASS 2 类设备指不只依靠基本绝缘，还采取了双重绝缘或加强绝缘为电击保护措施，其绝缘保护效果不依赖于保护性接地或安装条件；CLASS 3 类设备指使用特低安全电压 (SELV) 方式供电且没有危险电压产生。在 UL8750 和 UL1310 标准涉及的 CLASS 2 电源都是满足 UL60950 中 CLASS 2 设备防电击安全保护规定的。

3、CLASS 2 电源的定义：

LED 灯具安全标准 UL8750 定义的 Class 2 电源 (Class 2 Power Source) 是指符合 UL1310 标准 (UL1310 是包含在室内和户外使用的 CLASS 2 电源单元的安全标准要求) 要求的隔离电源供电，或符合 UL5085-3 的要求的低压 Class 2 和 Class 3 变压器供电的电路。UL1310 定义 CLASS 2 电源单元 (CLASS 2 POWER UNITS) 为：与国际电码 ANSI/NFPA70 一致的，连接到 15A 或 20A 的 120-240Vac 分支电路中且与少于 150V 接地，采用绝缘隔离变压器的提供直流和交流电能源，预期用于提供能源予低压、用电操作的装置。且 CLASS 2 电源是有限制输出电压和能源容量的设备，在任何情况的输出负载下，输入电源不超过 660W。UL1310 对 CLASS 2 电源的装配机械结构、性能测试要求及产品标示等方面进行了规定，以下针对 CLASS 2 电源主要的电气性能要求及测试规范进行解析，为 LED 光源灯具用电源模块的 UL 认证提供相关参考。

4、CLASS 2 电源的可接触带电部件的电压限值：

UL1310 标准中规定 CLASS 2 电源设备的输出端应提供输出软线、接线端子、绝缘引线或输出接线端子。在电源的防护罩、隔板或不用工具就可被拆卸的护具

在拿走后，根据不同试针(图 1)、活节探测器(图 2)或可触性探测器(图 3)可接触带电部件的程度，对输出端最大电压有不同的要求。在测试前需要确认无绝缘的带电部件必须固定在基板或配件表面，不能因产生回旋或位移而导致可接受的最小间距较少，同时会引致电击危险的带电部件必须被围起或置于减少可接触危险的地方。

4.1 CLASS 2 电源外露接线端可接触的最大电压要求及测试方法：

CLASS 2 外露接线端可接受的带电部件最大电压在使用探测器(图 2 所示)不超过 25N(5.62 磅)力作用下，不可有超过以下电压的带电部件触碰到探测器：1)、正弦或非正弦的交流电峰值 42.4V；2)、连续直流电 42.4V；3)、受相等或少于 200Hz 频率，约 50%占空比的直流电峰值 24.8V；4)、直流与交流电混合峰值 42.4V；

4.2 CLASS 2 电源非外露接线端可接触的带电部件的最大电压要求及测试方法：

CLASS 2 电源非外露接线端可接受的带电部件最大电压为：在使用试针(图 1)和活节探测器(图 2)不超过 4.4N(1 磅)力作用下，不可有以下电路和超过电压的带电部件碰触到试针和活节探测器：1)初级电路；2)正弦或非正弦的交流电峰值 42.4V；3)连续直流电 60V；4)受相等或少于 200Hz 频率，约 50%占空比的直流电峰值 24.8V；5)图 4 所示的直流与交流电混合峰值；

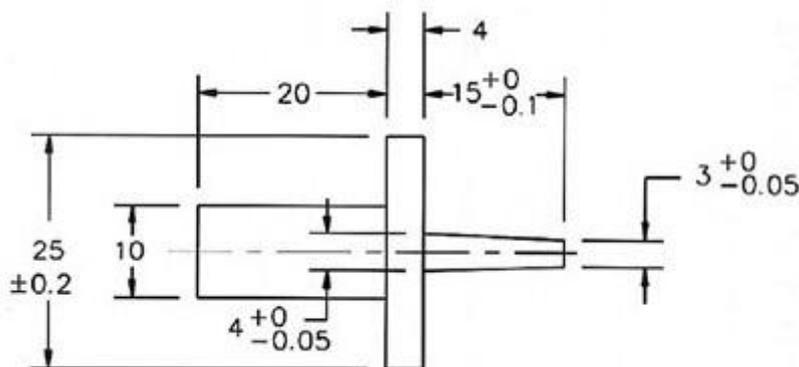


图 1

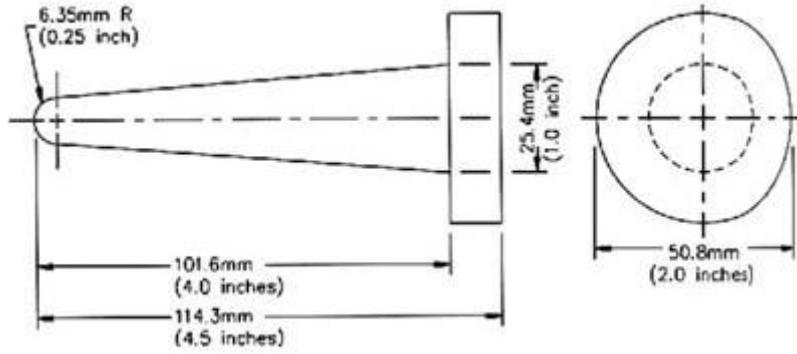


图 2

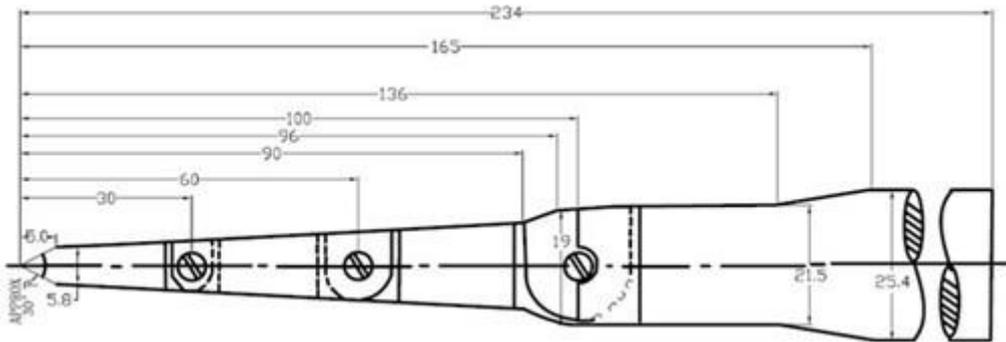


图 3

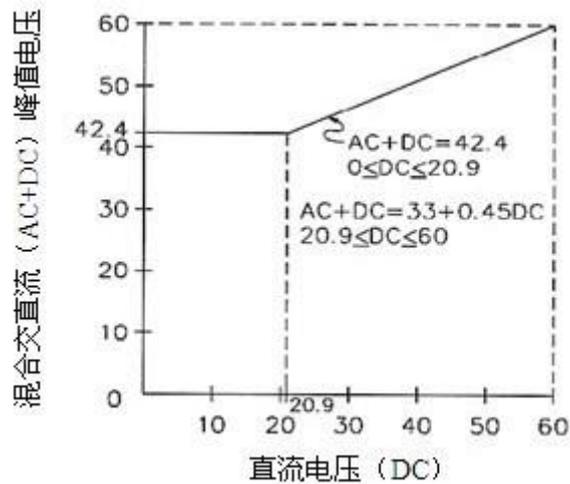


图 4

5、CLASS 2 电源的最大输出电流和功率限值及测试方法:

CLASS 2 电源的最大输出电流和功率分为能量固有限定电路 (ENERGY LIMITING CIRCUIT) 和非固有限定电路 (NOT ENERGY LIMITING CIRCUIT) 两种限值要求, 测试的最大输出电流和输出伏安值应使用电流计和功率计来判定, 在无负载调节时, 测试样品须断电并冷却至室温状态。

5.1、固有限定电源最大输出电流和功率的限值 and 测试方法：

能量固有限定电路是指把电源的输出限制在 CLASS 2 级别或限制于可接受的能量级别，带有固有限定电路的电源为固有限定电源 (LPS)，固定限制电源在任何负载条件下(包括短路和标签上未注明时的输出线相互连接)的最大输出电流不能超过表 1 列明的数值，最大输出功率不能大于 100 伏安。

表 1 固有限定电源的最大输出电流

电路最大交流或直流 电压(V)	最大标示等级		任何负载下的最大输出电 流值(I)
	伏安值	电流值	
0-20V	$5.0 \cdot V_{max}$	5.0	8.0
20-30V	100	$100/V_{max}$	8.0
30-60V 直流	100	$100/V_{max}$	$150/V_{max}$

同时在测试时需要注意以下情况：

- 1) 当设备使用无保护装置的变压器时，须通电 60S 后测试；
- 2) 当设备使用变压器和能量限制阻抗(如电阻、PTC 装置或相似电路)或能量限制电路保护时，须通电 5S 后测试；
- 3) 当设备使用变压器和热断路器、保险丝、或两者时保护时，须通电 60S 后测试，同时将所有保护装置在测试期间失效；
- 4) 当设备使用变压器、能量限制阻抗或能量限制电路和保护装置(如一个热断路器、一个保险丝，或两者都用)保护时，通电 5S 后测试，同时须将所有的保护装置在测试期间失效；
- 5) 当设备使用直流供电，同时使用能量限制阻抗或能量限制电路和保护装置(如一个热断路器、一个保险丝，或两者都用)保护时，通电 5S 后测试，同时须将所有的保护装置在测试期间失效；

5.2、非固有限定电源最大输出电流和功率的限值 and 测试方法：

非固有限定电源电路中无能量固有限定电路，需要有包含有限制输出能效和使输出端断电的离散性过载保护装置，输出电流和伏安限值不可超过表 2 所列明的数值。为判断非固有限定电源是否符合要求，主线连接到电源的设备需要提供测试电流给电阻负载，同时将设备的外表须裹上两层粗棉(炭化材料、灼热或炙热可燃的粗棉不可接受的)。

表 2 非固有限定电源的最大输出电流及伏安值

电路最大交流或 直流电压(V)	最大标示等级		最大输出电流 (I_{max})	最大输出伏安 (V_{Amax})	最大防过载装置等级 的电流(I)
	伏安值	电流值			
0-20V	$5.0 \cdot V_{max}$	5.0	$1000/V_{max}$	250	5.0
20-30V	100	$100/V_{max}$	$1000/V_{max}$	250	$100/V_{max}$
30-60V 直流	100	$100/V_{max}$	$1000/V_{max}$	250	$100/V_{max}$

6、过载保护装置的限值及测试要求：

非固有限定设备中的过载保护装置的次级特定输出电流不可超过表 3 所列明的时间，测试过程中外壳不可有火焰或熔化金属物，不能引起有火灾或电击危险产生，同时过载保护装置的初级和次级绕组之间以及初级和外露不通电金属零件之间能承受介电电压测试。

表 3 过载保护装置工作最大可接受时间

额定次级电压 (V)	次级测试电流 (A) 连续调节负载的测试电流	次级测试电流 (A) 工作 15 分钟后的电流值	保护装置工作的最 大时间 (分钟)
小于或等于 20	10	6.75	2/60
20 到 30 之间	$200/V_{max}$	$135/V_{max}$	2/60
30 到 60 之间的直流	$200/V_{max}$	$135/V_{max}$	2/60

7、CLASS 2 电源的耐压限值及测试要求：

UL 标准中的耐压测试相对于其他安规认证标准(如：IEC 或 EN 标准)的要求偏低，但耐压测试的点比较多。UL1310 规定 CLASS 2 电源设备能承受以下电压加在标准要求的个点之间测试一分钟而不出现击穿或拉弧现象是安全可靠的。

1)、初级电路和可触及不通电金属零件之间，初级和次级电路之间测试电压为 $1000V_{ac}$ 加上两倍的最大额定电压；

2)、有多路输出且互联输出的设备，次级电路之间测试电压为 $1000V_{ac}$ 加上次级电压的总和；

3)、次级电路和不通电的金属零件直接按测试电压为 $500V_{ac}$ ；

4)、消除无线电干扰和抑制电弧的电容之间测试电压为 1.414 倍 $(2U+1000)$ 的直流电势，V 值是电源电压的有效值。

需要注意的是：如果电容会导致交流电有超漏时，电容应拿掉后再做交流耐压测试。

8、CLASS 2 电源在 LED 光源产品中的应用分析：

led 照明作为继白炽灯、荧光灯之后照明光源的第三次革命，节能优势明显。全球各个国家产业推进迅速，如日本的”21 世纪照明”计划、韩国的”固态照明计划”、台湾的”新世纪照明光源开发计划”、中国的“半导体照明产品应用示范工程”计划，这些国家级半导体照明的规划都折射出各国对 LED 照明产业发展、产业经济与环境能源效益的重视。现时各国正积极推动 LED 照明计划当中，LED 灯泡将列为优先导入照明产品；LED 路灯切换计划亦如火如荼，预估 2013 年全球 LED 照明产值渗透率将进一步提升近 2 成。

相比，随着 led 照明应用市场的快速发展，包括 Philips、Osram、GE、SPARK、COOPER、THORN 等在内的全球 LED 照明知名厂商已逐渐在 LED 户外照明产品中尝试使用 CLASS 2 驱动电源。相比国内 LED 照明厂商——基于 LED 光源产品标准缺失、灯具集成技术及驱动电源设备技术要求较高、CLASS 2 驱动电源较传统驱动电源成本弱势等客观因素，真正在 LED 户外照明产品中应用 CLASS 2 电源驱动的企业尚属少数。

9、小结：

由 UL1310 对 CLASS 2 电源的电气性能要求可知：1) 使用开放式裸板电源模块(电源的防触电保护必须依靠灯具外壳)的 LED 光源灯具 UL 认证时，其电源模块采用 UL1310 做 CLASS 2 电源认证时须以随机方式测试，认证后的电源只能在随机测试指定产品上，不可作为 CLASS 2 电源单独销售；2) 使用独立外置电源模块(电源的防触电保护以自身外壳防护，且脱离灯具可单独工作)的 LED 光源灯具 UL 认证时，其电源模块可做带有 CLASS 2 电源标志的 UL 认证单独销售；3) UL1310 的 CLASS 2 电源的输出可接触的电压限值为 42.4V；4) 固有限定电源输出最大伏安值为 100VA；5) 非固有限定电源的过载保护装置的次级电流为 10A；6) CLASS 2 电源的最高耐压测试值为 $2U+1000V_{ac}$ 。