

照明用 LED 驱动电源技术要求

**Technical Requirements on LED Power Drivers for
lighting**

目次

前言.....	3
1 范围.....	4
2 规范性引用文件.....	4
3 术语和定义.....	5
4 产品分类.....	6
5 产品性能要求.....	7
5.1 电气性能.....	7
5.2 电磁兼容.....	9
5.3 电气安全.....	10
5.4 环境条件.....	12
5.5 可靠性.....	13
5.6 标志与结构.....	13
5.7 寿命.....	15
7 试验方法.....	15
7.1 一般要求.....	15
7.2 电气性能实验.....	15
7.3 电磁兼容实验.....	23
7.4 环境要求实验.....	24
7.5 可靠性试验.....	25
8 检验.....	25
8.1 抽样方法.....	25
8.2 检验规则.....	25
9 包装、运输、储存.....	27
9.1 包装.....	27
9.2 运输.....	27
9.3 贮存.....	27

前言

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准由中国工程建设标准化协会提出。

本标准由绿色建筑与生态城区专业委员会归口。

本标准起草单位：

本标准主要起草人：

1 范围

本标准规定了照明用 LED 驱动电源的分类方法、技术要求、试验方法、检查规则、标识、包装、运输和储存。

本标准适用于恒流、恒压型室内外照明用 LED 驱动电源。

驱动电源制造应做到性能可靠、技术先进和经济合理。

2 规范性引用文件

下列文件对本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的版本，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2422-1995 电工电子产品基本环境试验规程

GB 17625.1 电磁兼容 限制 谐波电流发射限值（设备每相输入电流 $\leq$ 16A）

GB/T 17626 电磁兼容 试验和测量技术

GB 4943-2011 信息技术设备的安全

GB/T 5080.1-1986 设备可靠性试验 总要求

GB/T 5080.7-1986 设备可靠性试验 恒定失效率假设下的失效率与平均无故障时间的验证。

GB 9254 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法。

GB 191-2000 包装储运图示标志

GB 19510.1-2009 灯的控制装置 第一部分：一般要求和安全要求。

GB 19510.14-2009 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

GB/T 24825-2009 LED 模块用直流或交流电子控制装置 性能要求

GB7000.1 灯具 第一部分：一般要求与实验

GBT 4365-2003 电工术语 电磁兼容

3 术语和定义

以下术语和定义适用于本文件，除本标准规定的术语外，其他术语应符合标准。

3.1 照明用 LED 驱动电源 led driver for lighting

把电源供应转换为特定的电压电流以驱动 LED 发光的电源转换器。

3.2 输入电压 input voltage

由配电系统直接供给设备或设备部件的电压。

3.3 电路功率因数 circuit power factor

所测的有功输入功率与供电电压（有效值）和供电电流（有效值）的乘积之比。

3.4 总谐波畸变率 total harmonic distortion; THD

所有谐波分量有效值（本部分为 2 次~40 次谐波电流分量 I_h ）与基波电流有效值之比。

3.5 负载调整率 load regulation

在所有其他影响量保持不变时，由于负载的变化所引起输出电流或电压平均值的最大相对变化量。

3.6 输入电压调整率 line regulation

在标称交流输入电压的波动范围内，由于输入电压的变化所引起恒流电源的输出电流或恒压电源的输出电压平均值的最大相对变化量。

3.7 温度系数 temperature coefficient

在所有其他影响量保持不变时，工作温度每变化 10℃ 所引起输出电流或电压的相对变化量。

3.8 过冲幅度 overshoot

由某一影响量瞬间变化而引起输出直流电压或电流超过电压或电流标称值的现象称为过冲，过冲幅度为输出电压或电流超过正常值的最大瞬时幅度。

3.9 启动冲击电流 inrush starting current

由于启动引起的输入冲击电流。

3.10 启动时间 turn-on time

LED 照明灯提供电能的电子装置从交流电源接通到输出电流建立的时间段。

3.11 纹波峰值因数 peak-ripple factor

脉动量纹波峰谷间的差值与直流分量绝对值之比

3.12 电磁骚扰 electromagnetic disturbance

任何可能引起装置、设备或系统性能降低或者对生物或非生物产生不良影响的点此电磁现象。

注：电磁骚扰可以是电磁噪声、无用信号或者传输媒介自身的变化。

3.13 电磁干扰 electromagnetic interference; EMI

电磁骚扰引起的设备、传输通道或系统性能的下降。

注：1. 术语“电磁骚扰”和“电磁干扰”分别表示“起因”和“后果”。

3.14 电磁兼容性 electromagnetic compatibility; EMC

设备或系统在其电磁环境中能正常工作且不对该环境中任何事物构成不能承受的电磁骚扰的能力。

3.15 传导骚扰 conducted disturbance

通过一个或多个导体传递能量的电磁骚扰。

3.16 辐射骚扰 radiated disturbance

以电磁波形式通过空间传播能量的电磁骚扰。

3.17 寿命 life time

驱动电源从正常使用到功能丧失的时间。

3.18 差模电压 differential mode voltage

一组规定的带电导体中任意两根之间的电压。

注：差模电压又称对称电压（symmetrical voltage）

3.19 共模电压 common mode voltage

每个导体与规定参考点（通常是地或机壳）之间的相电压的平均值。

注：共模电压又称不对称电压（asymmetrical voltage）

3.20 浪涌 surge

沿线路或电路传送的电流、电压或功率的瞬态波，其特征是先快速上升再缓慢下降。

4 产品分类

4.0.1 驱动电源按输出类型宜分为恒流型驱动电源和恒压型驱动电源。

4.0.2 恒流型驱动电源宜按以下输出直流电流额定值分类。

350mA 500mA 700mA 1050mA 1400mA 2100mA 2800mA 4200mA 5600mA 8000mA

注：驱动电源正常工作时输出电流设定值宜为其额定值的 70%-100%。

4.0.3 恒压型驱动电源宜按以下输出直流电压额定值分类：

表 1 恒压型驱动电源电压额定值

电源类型	规格要求
常规型	12V 24V 36V、48V、240V
集中供电型	180~1000V 范围内可调

4.0.4 驱动电源功率宜按以下额定值分类：

表 2 驱动电源功率额定值

电源类型	规格要求
常规型	20W 及以下、30W、50W、75W 100W、 150W、200W、240W、320W
集中供电型单个模块	3kW，6kW，15kW

4.0.5 产品的尺寸及重量规格应符合表 3 的要求。

表 3 驱动电源规格要求

功率	尺寸限值(mm)			重量 限值(g)
	长度	宽度	高度	
30W≤	200	45	40	500
30W~75W	175	70	45	800
75W~100W	200	70	45	1000
≥100W	250	100	45	1300

4.0.6 可调光型驱动电源宜分为调电流大小型和调电流占空比型。

5 产品性能要求

5.1 电气性能

5.1.1 驱动电源输入电压额定值应符合表 4 要求，且应能在额定输入电压值上下 10%的波动和输入电压总谐波畸变率不大于±5%的条件下正常工作。

表 4 输入电压额定值

电压类型	电压额定值（V）
------	----------

AC	单相	220
	三相	380
DC		12, 24, 36, 48, 240

5.1.2 驱动电源交流输入电压的额定频率应为 50Hz，且应能在输入频率额定值 ± 3 Hz 的波动范围内正常工作。

5.1.3 交流驱动电源的功率因数、效率应满足表 5 的要求：

表 5 功率因数、效率限值

功率范围	负载比例	功率因数	效率
5W~25W	100%	0.92	86%
	75%	0.90	84%
	50%	0.90	80%
25W~75W	100%	0.95	88%
	75%	0.94	85%
	50%	0.90	83%
75W~100W	100%	0.96	90%
	75%	0.94	88%
	50%	0.90	85%
≥ 100 W	100%	0.96	90%
	75%	0.94	89%
	50%	0.90	87%

5.1.4 驱动电源输出电流纹波峰值因数应符合表 6 要求。

表 6 输出电流纹波峰值因数

电路模式	采用单极电路			采用双极电路		
纹波峰值因数	一级	二级	三级	一级	二级	三级
(%)	≤ 50	≤ 100	≤ 150	≤ 5	≤ 10	≤ 20

5.1.5 驱动电源在标称输入电压下启动时间不应超过 2s，并按以下规定分级：

A 级 ≤ 1 s B 级 ≤ 1.5 s C 级 ≤ 2 s

5.1.6 恒压型驱动电源输入电压调整率不应超过 $\pm 1\%$ ；

恒流型驱动电源输入电压调整率不应超过 $\pm 5\%$ ，并按以下规定分级：

A 级 $\leq \pm 1\%$ B 级 $\leq \pm 3\%$ C 级 $\leq \pm 5\%$

5.1.7 驱动电源负载调整率不应超过 $\pm 5\%$ ，并按以下规定分级：

A 级 $\leq \pm 1\%$ B 级 $\leq \pm 3\%$ C 级 $\leq \pm 5\%$

5.1.8 驱动电源温度系数不应超过 $\pm 0.6\%$ 。

5.1.9 驱动电源启动输出电压或电流过冲幅度不应超过额定电压值或电流值的 10%。

5.1.10 驱动电源启动冲击电流最大值应小于 50 倍输入电流的标称值，且不应超过 65A。

5.1.11 恒流型驱动电源输出电流精度不应超过 $\pm 5\%$ ；恒压型驱动电源输出电压精度不应超过 $\pm 3\%$ 。

5.1.12 驱动电源的调光性能应符合下列要求

1 采用调电流占空比控制方式进行调光的驱动电源，灯具实测光通与设定值的偏差不应超过 5%，电流脉冲的频率不应小于 3kHz。

2 采用调电流大小控制方式进行调光的驱动电源，电源的实测输出电流值与设定值的偏差不应超过 5%。

5.1.13 信息通讯

有通讯功能的驱动电源，应具有相应防电磁骚扰的装置和能力，应使信号在传输和接收的过程中无偏差。

5.1.14 数据存储

有数据储存功能的驱动电源，应能在意外断电的情况下，自动储存和保护数据。

5.2 电磁兼容

5.2.1 驱动电源在正常工作时，产品的电源端子传导骚扰电压的限值与分级应符合 GB 9254 中的规定。

5.2.2 驱动电源在正常工作时，产品的电源端子辐射骚扰场的限值与分级应符合 GB 9254 中的规定。

5.2.3 驱动电源的谐波电流限值应该符合 GB/T 17625.1 中第 7 条中的规定，且在额定电压下其总谐波畸变值不应超过表 7 规定的限值。

表 7 总谐波畸变（THD）限值

功率范围	负载比例	THD (%)
5W~25W	100%	15%

	75%	20%
	50%	25%
25W~75W	100%	15%
	75%	18%
	50%	25%
75W~100W	100%	10%
	75%	15%
	50%	20%
≥100W	100%	8%
	75%	15%
	50%	20%

5.2.4 驱动电源产品的静电抗扰度按照 GB/T 17626.2 中的 4 级进行测试后，应能正常工作。

5.2.5 室内用驱动电源产品的浪涌抗扰度按照 GB/T 17626.5 中的 3 级进行测试后，应能正常工作；室外用驱动电源产品的浪涌抗扰度按照 GB/T 17626.5 中的 4 级进行测试后，应能正常工作。

5.2.6 驱动电源电压暂降抗扰度应符合 GB/T 17626.11 中的要求。

5.3 电气安全

5.3.1 当驱动电源在额定电压下断开电源 1 分钟后，驱动电源终端电压不应超过 50V。

5.3.2 驱动电源短路与过载保护应符合 GB19510.14 中附录 I7 的要求。

5.3.3 驱动电源应能在内部温度达到保护设定值时自动告警，且应能自动变功率或直接断电保护。

5.3.4 驱动电源的耐热、防火及漏电起痕应符合 GB 19510.1-2009 第 18 章的要求。

5.3.5 防潮和绝缘

应满足 GB 19510.1 的第 11 章的要求，驱动电源的绝缘电阻还不应低于表格 8 中规定的值。对于 GB16895.21-2011 规定的安全特低电压和等效安全特低电压 SELV 控制端，应采用双重绝缘或加强绝缘使其易触及部件和带电部件绝缘。

表 8 绝缘阻抗要求

受试绝缘部位		绝缘阻抗 (MΩ)
带电部件与壳体之间	基本绝缘	2
	双重绝缘或加强绝缘	4

输入线路与输出线路之间	5
只用于基本绝缘与带电部件隔离的Ⅱ类控制装置的部件与壳体之间	5
与绝缘材料外壳的内表面和外表面之间接触的金属箔之间	2

5.3.6 驱动电源的耐腐蚀性应符合 GB 19510.1 第 19 章的规定。

5.3.7 驱动电源介电强度应符合 GB 19510.14 第 12 章的规定。

5.3.8 驱动电源的保护地 (PE) 措施应符合 GB 19510.1 第 9 章的规定，且保护接地对输入的中性线 (N) 的接触电流应不大于 0.75mA。

5.3.9 驱动电源的爬电距离和电气间隙应符合 GB 19510.1-2009 第 16 章的要求。

5.3.10 驱动电源的 IP 等级不应低于表 9 要求。

表 9 IP 等级要求

适用场所	电源类型	IP 等级
室内	内装式	IP20
	独立式	
	集中供电式	
室外	内装式	IP20
	独立式	IP67
	集中供电式	IP55

5.3.11 给嬉水池（游泳池）等场所 LED 灯具供电的驱动电源防电击措施应满足下列要求：

1 为 0 区内 LED 灯具供电的驱动电源，应采用 12V 及以下的特低隔离电压；其安装位置应在 0、1、2 区以外，嬉水池区域划分应符合 JGJ/T 163 中附录 C 的规定；

2 电气线路应采用双重绝缘；在 0 区及 1 区内不得安装接线盒；

3 防水等级不应低于 IPX4；

5.3.12 驱动电源输入线路、输出线路及高频变压器相互之间在电气上应当隔离，并且它们的结构应使这些线路之间不存在直接或间接通过其他金属部件形成任何接触的可能性。

5.3.13 安全特低电压或等效安全特低电压控制端的输出或者输入线路在下述情况下可装有外露的接线端子：

- a. 带负载时的恒压型驱动电源的额定输出电压或恒流型驱动电源的最大输出电压不超过 25V（有效值）；
- b. 无负载输出电压不超过 33V（有效值），并且峰值不超过 $33\sqrt{2}$ V。

5.3.14 额定输出电压超过 25V 的驱动电源应装有绝缘接线端子。

5.3.15 室外照明用 LED 驱动电源及其适配的防雷器的雷电防护要求不应低于表 10 要求。

表 10 防雷等级

类别	安装环境	防雷能力
一类	位于山区、空旷地、河道边、桥梁、非城市道路、高层建筑屋顶且雷暴日超过 25 天的户外照明用 LED 驱动电源及灯杆高度超过 12 米的市区户外照明用 LED 驱动电源。	差模 10kV 共模 10kV
二类	隧道、庭院、灯杆高不超过 12 米的城市道路等照明用 LED 驱动电源等。	差模 4kV 共模 6kV

5.3.16 在 GB 17626.5 规定的实验条件下，室内照明用 LED 驱动电源及其适配的防雷器（如有）防雷等级不应低于差模 1kV，共模 2kV。

5.3.17 驱动电源在工作过程中的温升效应应符合 GB19510.14 中附录 I 的要求。

5.4 环境条件

5.4.1 驱动电源应能在表 11 规定的工作环境温度条件下正常工作。

表 11 工作环境温度

工作环境	室内	室外
工作温度范围（℃）	-20~40	-40~60

5.4.2 驱动电源应能在表 12 规定的工作环境相对湿度条件下正常工作。。

表 12 工作环境相对湿度

等级	1 类	2 类	3 类
工作相对湿度	40%~80%	20%~90%	10%~95%

5.4.3 驱动电源应能在-40℃~85℃温度条件下正常储存。

5.4.4 驱动电源能在表 13 规定的相对湿度范围中正常储存。

表 13 储存相对湿度要求

等级	1 类	2 类	3 类
储存相对湿度	12%~90%	10%~93%	5%~95%

5.4.5 受试产品须进行初始检测，持续时间为 30 min；振幅为 0.5 mm；扫频范围分别为 10 Hz、55 Hz、100Hz；扫频速率为每分钟一次倍频，试验后产品外观无损伤，结构无松动。

5.5 可靠性

5.5.1 产品在高温（85℃）下进行的 500 h 耐久性试验后，不应出现任何故障。

5.5.2 按照 GB/T 24825—2009 中 13.1 章 a) 进行试验，在试验结束后产品应能使一个或若干个合适的 LED 模块正常工作 15 min。

5.5.3 按照 GB/T 24825—2009 中 13.1 章 b) 进行试验，在试验结束后产品应能使一个或若干个合适的 LED 模块正常工作 15 min。

5.5.4 驱动电源在故障状态下工作时应符合 GB 19510.1-2009 第 14 章的要求。

5.6 标志与结构

5.6.1 标志

5.6.1.1 产品上的标志除应符合 GB 19510.1-2009 第 7 章的规定外，以下信息也应标在产品上或注明在制造商的说明书或类似文件上。

- a) 允许的温度范围极限；
- b) 恒压型：额定输出电压；
- c) 恒流型：额定输出电流及最大输出电压；
- d) 驱动电源如无需依赖灯具外壳防止意外触电则应加以说明；
- e) 在有端子时，应说明端子导线的截面积。

f) 如适用：支持的通讯方式；

g) 适用场所。

5.6.2 外壳

5.6.2.1 产品表面不应有明显的凹痕、划伤、裂缝、变形等，表面涂镀层不应起泡、龟裂和脱落，金属零部件不应有锈蚀及其他机械损伤。

5.6.2.2 木材、棉织物、丝绸、纸和类似纤维材料不应用作绝缘材料，除非这类材料经过树脂浸渍。

5.6.2.3 开关和调节旋钮操作应方便、灵活、可靠，零部件应紧固无松动。

5.6.2.4 产品外壳应具备足够的强度与硬度，以抵抗于使用中预期会遭遇的破坏时，因为带电体间或是带电体不带电导体间绝缘间距的减少，或是该部品的松脱或是移动而造成火灾、电击、人体伤害等危险的增加。

5.6.2.5 铁或钢制外壳，无论是内侧或是外侧，均应能抵抗因为电镀或是涂漆或是其他类似方式所造成的腐蚀。铜，铝及其它不锈钢材质的金属可不做防锈处理。

下列情况不需要进行涂布防护层：

- 1 完全以成模复合物填充的外壳内侧；
- 2 紧密夹住的平整金属表面间；
- 3 存在滚动，或者滑动接触的表面；
- 4 金属外壳需要有足够的强度，建议符合表 14 关于最低厚度的要求。

表 14 金属外壳最低可接受厚度

金属件种类	小块、平坦未加固的表面，-形状和大小能提供足够的机械强度（mm）	相对较大的未加固的表面（mm）	带有连接线的表面（mm）
压铸铁	1.2	2	-
锻铸铁	1.6	2.4	-
其他铸造金属	2.4	3.2	-
无涂层钢片	0.66	0.66	0.81
电镀钢片	0.74	0.74	0.86

除铜之外的非铁 钢片	0.91	0.91	1.14
---------------	------	------	------

5.6.2.6 塑料（聚合物）材料包含热塑性、热固性与以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透过铸造而非塑造的材料。塑料外壳应满足耐火、耐腐蚀的要求。

5.6.3 连接线和端子

5.6.3.1 产品的输入线电流密度不大于 $5\text{A}/\text{mm}^2$ 。

5.6.3.2 产品的输出线电流密度不大于 $4\text{A}/\text{mm}^2$ 。

5.6.3.3 产品的调光控制线导线面积应不小于 0.2mm^2 。

5.6.3.4 经过金属边缘或者通过在金属开口的连接线应确保不会碰到金属边缘或者被割到和腐蚀。对于小于 1.1mm 厚的钢板，连接线应提供下列一种保护方法：

- 1 轧制的金属边缘不小于 120° ；
- 2 除非是橡胶材料，绝缘套管或套环至少 1.2mm 厚；
- 3 玻璃套管至少 0.25mm 厚。
- 4 如果有输入、输出端子：
 - a) 螺纹式接线端子应按照 GB 7000.1 第 14 章的要求。
 - b) 无螺纹接线端子应按照 GB 7000.1 第 15 章的要求。

5.7 寿命

5.7.1 驱动电源寿命不应低于 50000h 。

5.7.2 产品的常温平均无故障的间隔时间的最小值不应低于 20000h 。

5.7.3 产品失效率不应超过 3% 。

7 试验方法

7.1 一般要求

- 1 各项试验应按照条款顺序进行；
- 2 一只样品应承受所有实验；

7.2 电气性能实验

7.2.1 实验条件

7.2.1.1 实验环境条件:

- a) 温度: $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- b) 相对湿度: 45%~75%
- c) 大气压强: 86kPa~106Pa

7.2.1.2 输入电压要求

1 实验前宜预热 15min, 测试用的交流稳压电源应符合下列要求:

- a) 稳定度 $\leq \pm 1\%$;
- b) 波形失真 $\leq \pm 5\%$;
- c) 频率变化 $(50 \pm 3) \text{ Hz}$ 。

2 对恒流型驱动电源应使用 LED 灯或等效电子负载设备, 根据输出电压需要确定使用 LED 灯的个数及相应电路。对恒压型驱动电源可使用电子负载恒流模式。

7.2.2 功率因数

7.2.2.1 测试示意图如图 1 所示。

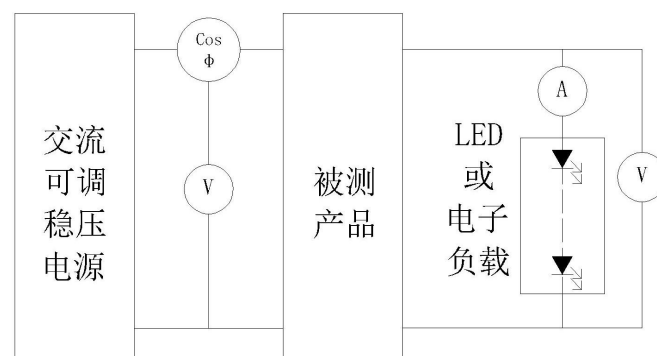


图 1 功率因数测试

7.2.2.2 测量步骤如下

——对恒流型驱动电源, 在输入电压额定值, 在负载电压为额定负载电压范围中间值时, 分别在功率计上读出功率因数。

——在输入电压额定值, 负载电压为最大值和最小值时, 分别在功率计上读出功率因数。如果最小值点不在上述两点上, 应找出最小值;

——实验结果取所有测量值的最小值;

——对恒压型驱动电源, 则采用调整输出电流至额定值, 方法据上类推。

7.2.3 效率实验

7.2.3.1 测试示意图如图 5 所示

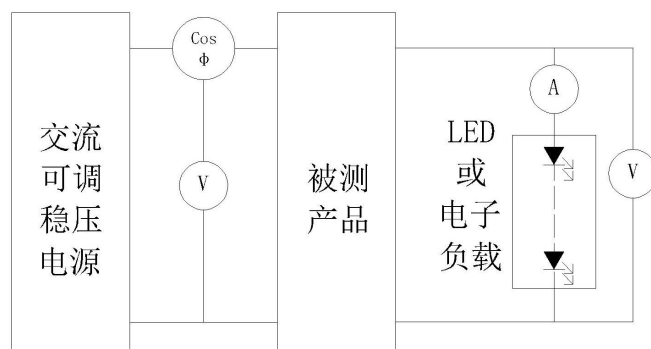


图 2 效率测试

7.2.3.2 测量步骤如下

——对于恒流型驱动电源，在开关断开状态下，输入电压为额定值，在负载电压为额定负载电压范围中间值时，稳定 5min，测量输入功率、输出电压和输出电流；

——调整负载电压为额定电压范围最小值时，重复上述测量；

——调整负载电压为额定电压范围最大值时，重复上述测量；

——实验结果取所有测量值的最小值；

——对恒压型驱动电源，则采用调整输出电流到额定值，方法据上类推。

7.2.3.3 单路输出时按公式（1）计算效率。

7.2.3.4 多路输出时按公式（2）计算效率。

$$\eta = \frac{U_0 I_0}{P_m} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

$$\eta = \frac{\sum_{n=1}^n U_n I_n}{P_m} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

式中：

n ——输出组数；

P_m ——输入功率；

U_0, U_n ——输出电压；

I_0, I_n ——输出电流。

7.2.4 输出电压纹波及噪声实验

7.2.4.1 测量示意图如图 3 所示

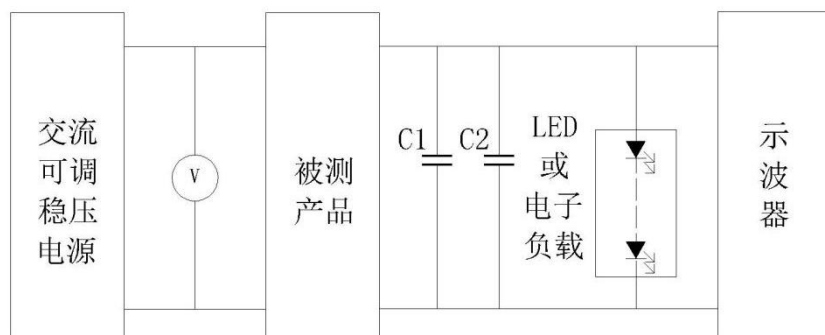


图 3 纹波及噪声测试

7.2.4.2 测量步骤

——调节输入电压从 90%到 100%变化，负载电流从最小值到标称值变化，分别在示波器上观测输出电压上叠加的交流分量的峰-峰值。多路输出时各交叉负载变化都应测试，取其最大值。

——测量纹波电压所用示波器的带宽应大于 20MHz（测试时设定为 20MHz）。测试电路中 C1 为 10 μ F 电解电容、C2 为 0.1 μ F 高频电容，C1、C2 应尽量靠近负载端，示波器探头也应尽量靠近负载端。

7.2.5 启动时间试验

7.2.5.1 输入电压启动时间测量示意图如图 4 所示。

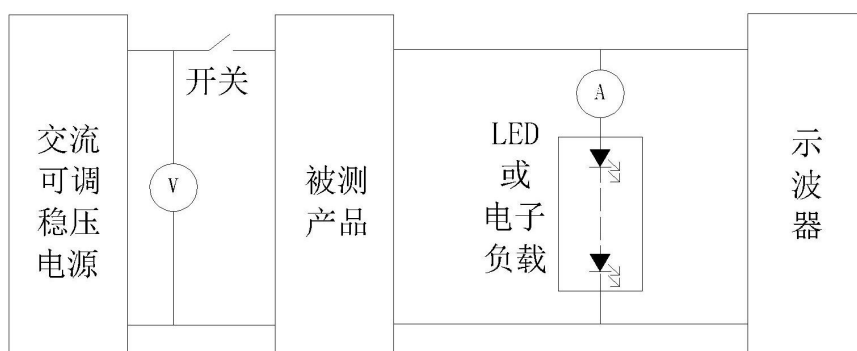


图 4 启动时间试验

7.2.5.2 输入电压启动时间的测量步骤如下：

——对于恒流型驱动电源，在开关断开状态下，输入电压为额定值，在负载电压为额定负载电压范围中间值时，闭合开关，用示波器分别测出输出电压的最

大过冲幅度。启动时间定义如图 5 所示；

- 调整负载电压为额定负载电压范围最小值时，重复上述测量；
- 调整负载电压为额定负载电压范围最大值时，重复上述测量；
- 实验结果取所有测量值的最大值；
- 对于恒压型驱动电源，则采用调整输出电流，测量输出电压，方法据上类似。

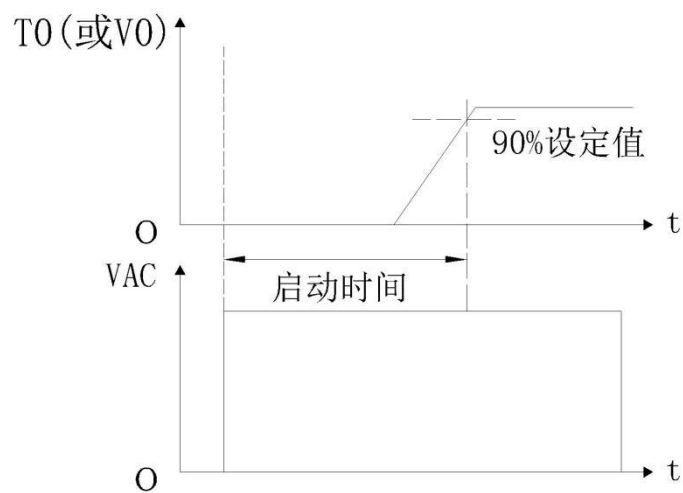


图 5 启动时间定义

7.2.6 负载调整率实验

7.2.6.1 测试示意图如图 6 所示。

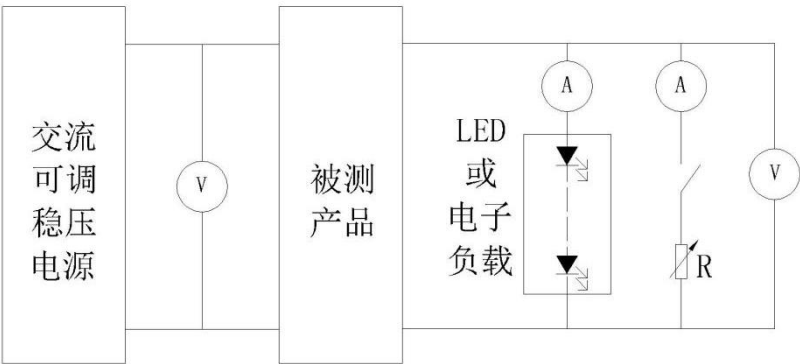


图 6 负载调整率实验

7.2.6.2 测量步骤

对于恒压型驱动电源，把输入电压调到标称值的 110%，将负载电流调到标称值，测量输出电压 U_0 。然后改变负载电流其变化范围为 $0\% \sim 100\%$ 或 $100\% \sim 0\%$ （多

路输出时，其他各路与被测一路根据需求，分别置于最大或最小负载）。输出电压达到稳定后，10s 内分别测出最小负载和最大负载时输出电压 U_{01} ，然后把输出电压降到标称值的 90%，重复上述测量。

按式（3）计算出电压相对变化量，取最大值。

$$S_i = \left| \frac{\Delta U_0}{U_0} \right| \dots\dots\dots (3)$$

式中： $\Delta U_0 = U_0 - U_{01}$ ； ΔU_0 ——直流电压变化量； S_i ——负载调整率。

对于恒流型驱动电源，则采取调整输出电压，测量输出电流，参照上述实验。

7.2.7 输入电压调整率实验。

7.2.7.1 测量示意图如图 7 所示。

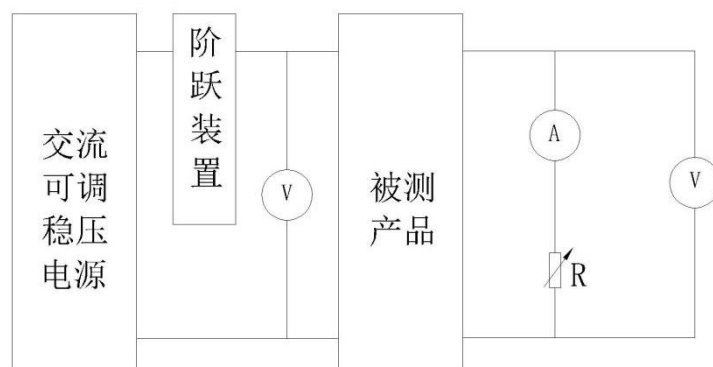


图 7 线性调整率实验

7.2.7.2 测量步骤

对于恒压型驱动电源在输入电压、输出电压和负载电压均为标称值时，测量输出电压（多路输出时，其他各路与被测一路同时置于标称值最大值）。

在负载电流为标称值时，将输入电压变化到标称值得 110%和标称值的 90%，在输出电压达到稳定后，10s 内分别测出输出电压 U_{01} 。

在负载电流为最小值时（多路输出时，其他各路负载与被测一路同时置于最小负载），重复上述测量。

按式（4）计算出电压相对变化量，取最大值。

$$S_v = \left| \frac{\Delta U_0}{U_0} \right| \dots\dots\dots (4)$$

式中： $\Delta U_0 = U_0 - U_{01}$ ； ΔU_0 ——直流电压变化量； S_v ——线性调整率。

对于恒流型驱动电源，则采用调整输出电压，测量输出电流，参照上述实验。

7.2.8 温度系数实验

在输入电压、输出电压和负载电流均为标称值时，恒温箱温度由室温变化为最高使用温度过程中，每变化 10℃，待温度稳定后，测量输出电压 U_{01} ；恒温箱温度由室温变化到最低使用温度时，重复上述实验。

按式（5）计算出各次测量点的温度系数，取出最大值。

$$\alpha = \left| \frac{\Delta U_0}{U_0} / \Delta T \right| \dots\dots\dots (5)$$

式中： $\Delta U_0 = U_0 - U_{01}$ ； ΔU_0 ——直流电压变化量

ΔT ——温度变化量； α ——电源温度系数。

7.2.9 过冲幅度实验

7.2.9.1 开机过冲测量示意如图 8 所示。

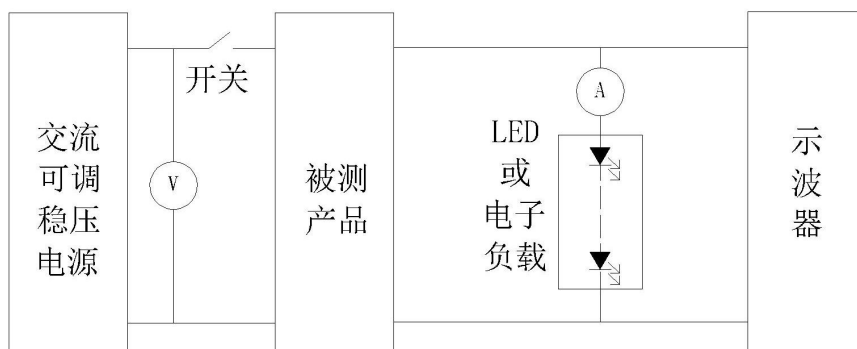


图 8 开机过冲实验

7.2.9.2 开、关机时过冲幅度的测量步骤

分别对输入电压的最小值、额定值、最大值条件下，对最小和最大负载进行输出直流电压测试（多路输出只测两次负载，即每路同时为最小或最大负载）。

7.2.9.3 负载阶跃过冲测量示意图如图 9 所示

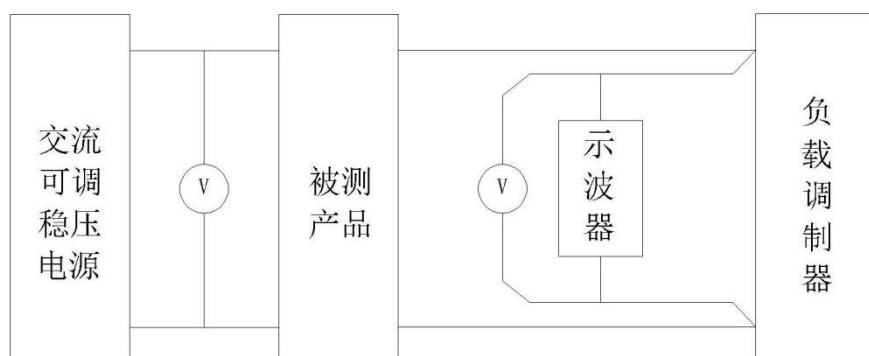


图 9 负载阶跃过冲实验

7.2.9.4 负载阶跃过冲的测量步骤

在输入电压、输出电压均为标称值时，负载电流从 10%阶跃到 90%，再从 90%阶跃到 10%，周期 0.25ms, 占空比 50%，上升斜率 0.5A/uS, 用示波器测量输出电压的过冲幅度（多路输出各路单独测试，即其他路输出为额定最大负载）。

输入电压分别在额定最大值和额定最小值，重复上述测量。

7.2.10 输入冲击电流实验

7.2.10.1 测量示意图如图 10 所示。

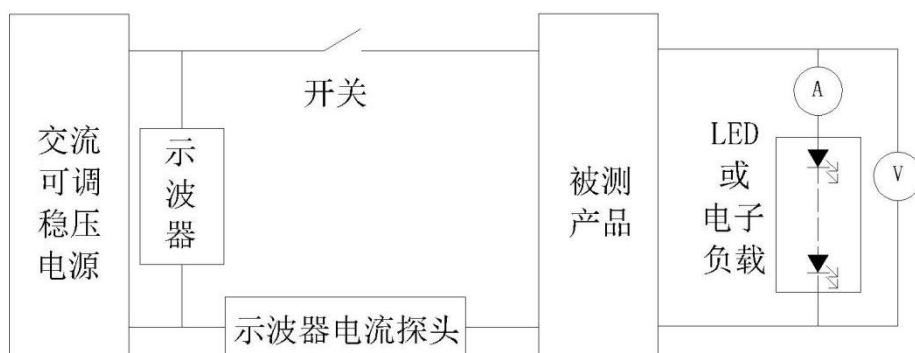


图 10 冲击电流实验

7.2.10.2 开关断开，在输入电压为额定值，输出为额定负载时，用示波器测量输入电压，在输入电压为峰值时闭合开关，测出输入电流的波形，得出启动冲击电流。重复测量时必须对电路中储能器件进行放电后再测量。

7.2.11 电流精度实验

7.2.11.1 测量示意图

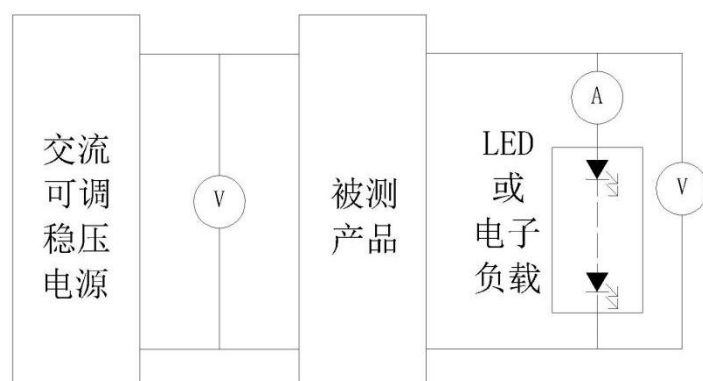


图 11 输出电流精度实验

7.2.11.2 测量步骤

对于恒流型驱动电源，把输入电压调到额定值，将输出电压调到允许范围中心点。

对于负载电流超过 2.1A 的产品，电压测量时，应尽量考虑连接线的损耗和接触损耗的问题，测试点应选择在产品输出线紧靠模块输出的位置。

待模块稳定工作 1 分钟后，测试并记录输出电流的值。重复以上实验，取上面所有测量数据的最大值。

对于恒压型驱动电源，把输入电压调到额定值，将输出电流调到允许范围中心点。待模块稳定工作 1 分钟后，测试并记录输出电压的值。重复以上实验，取上面所有测量数据的最大值。

7.3 电磁兼容实验

7.3.1 实验条件

电磁兼容实验条件应符合 GB 9254 中第八章的要求。

7.3.2 实验方法

7.3.2.1 传导骚扰

按照 GB 9254 中第 9 章规定的方法测量。

7.3.2.2 辐射骚扰

按照 GB 9254 中第 10 章规定的方法测量。

7.3.2.3 谐波电流

按照 GB/T 17625 中规定的方法进行实验。

7.3.2.3 电磁抗扰度

按照 GB/T 17626 中规定的方法进行实验。

7.4 环境要求实验

7.4.1 要求总述

本规范中，环境试验方法的总则和名词术语应符合 GB/T 2421、GB/T 2422 的有关规定。

7.4.2 温度下限试验

7.4.2.1 工作温度下限试验

按 GB/T 2423.1 “试验 Ad” 进行。受试样品须进行初始检测，严酷程度取表 12 规定的工作温度下限值，在温度达到规定值时，接通电源满载工作，持续时间 2 小时，恢复时间为 2 小时，并进行最后检测。

7.4.2.2 贮存温度下限试验

按 GB/T 2423.1 “试验 Ab” 进行。受试样品须进行初始检测，严酷程度取 5.4.3 规定的贮存温度下限值，受试样品在不工作条件下存放 16 小时，恢复时间为 2 小时，然后进行最后检测。

为防止试验中受试样品结霜和凝露，允许将受试样品用聚乙烯薄膜密封后进行试验，必要时还可以在密封套内装吸潮剂。

7.4.3 温度上限试验

7.4.3.1 工作温度上限试验

按 GB/T 2423.2 “试验 Bd” 进行。受试样品须进行初始检测，严酷程度取表 12 规定的工作温度上限值，在温度达到规定值时，接通电源满载工作，持续时间 2 小时，恢复时间为 2 小时，并进行最后检测。

7.4.3.2 贮存温度上限试验

按 GB/T 2423.2 “试验 Bb” 进行。受试样品须进行初始检测，严酷程度取 5.4.3 规定的贮存温度上限值，受试样品在不工作条件下存放 16 小时，恢复时间为 2 小时，然后进行最后检测。

7.4.4 恒定湿热试验

7.4.4.1 工作条件下恒定湿热试验

按 GB/T 2423.3 “试验 Ca” 进行。受试样品须进行初始检测，严酷程度取表 12、13 规定的工作温度、湿度上限值，在温度、湿度达到规定值时，接通电

源满载工作。持续时间 2 小时，恢复时间为 2 小时，并进行最后检测。

7.4.4.2 贮存条件下恒定湿热试验

按 GB/T 2423.3 “试验 Ca”进行。受试样品须进行初始检测，受试样品在不工作条件下按 5.4.3 和表 14 规定上限存储温度和湿度存放 48 小时，恢复时间为 2 小时，并进行最后检测。

7.4.5 振动试验

受试样品须进行初始检测，并按 5.4.5 进行振动试验。

7.5 可靠性试验

7.5.1 高温耐久性试验

在没有强制通风、温度控制在 85℃的环境中进行，按正常安装姿态摆放，按标称额定电压或标称的适用电压范围的最大电压接通电源，以满功率工作。在老化过程中，每 1h 中关闭不少于 1 次，每次关闭时间应为 1 min，间隔时间至少应为 30 min，实验 500h 后电源不应出现任何故障。

7.5.2 温度循环冲击试验

应按 GB/T 24825—2009 中第 13.1 章 a) 中规定的方法进行。

7.5.3 电源电压开关试验

应按 GB/T 24825—2009 中第 13.1 章 a) 中规定的方法进行。

8 检验

8.1 抽样方法

产品检验的抽样方法应符合 GB/2828.1-2012 中的规定

8.2 检验规则

8.2.1 检验分类分为出厂检验和型式检验。

8.2.2 出厂检验

8.2.2.1 凡提出交货的产品，应进行出厂检验，合格后方可出厂，检验项目和顺序按表 15 进行。

8.2.2.2 若有一项测试数据不符合本标准要求时，可进行二次抽样。

8.2.3 型式检验

8.2.3.1 产品在下列情况下应进行型式试验：

- a) 产品初次设计定型时；
- b) 产品加工工艺有重大改变时；
- c) 产品主要部件或材质改变影响产品质量或性能时；
- d) 国家质监等有关部门进行质量监督检查时。

8.2.3.2 型式检验项目顺序按表 15 进行。

8.2.3.3 型式检验项目全部合格，则判定合格。

表 15 检验项目表

序号	试验项目			要求
1	电气性能	功率 因数	100%负载	5.1.3
2			75%负载	5.1.3
3			50%负载	5.1.3
4		效率	100%负载	5.1.3
5			75%负载	5.1.3
6			50%负载	5.1.3
7		纹波噪声		5.1.4
8		启动时间		5.1.5
9		输入电压调整率		5.1.6
10		负载调整率		5.1.7
11		温度系数		5.1.8
12		开机过冲		5.1.9
13		冲击电流		5.1.10
14		电流精度		5.1.11
		调光		5.1.12
15	电磁兼容	传导骚扰		5.2.1
16		辐射骚扰		5.2.2
17		THD	100%负载	5.2.3
18			75%负载	5.2.3
19			50%负载	5.2.3
20		静电抗扰度		5.2.4
21		浪涌抗扰度		5.2.4
22		电压跌落/短时中断 抗扰度		5.2.4
23	电气安全	短路保护		5.3.2
24		过温保护		5.3.3
25		绝缘电阻		5.3.5
26		耐腐蚀性		5.3.6

27		介电强度		5.3.7
28		保护接地		5.3.8
29		接触电流		5.3.8
30		爬电距离		5.3.9
31		电气间隙		5.3.9
32		IP 等级		5.3.10 5.3.11
33		雷电防护 等级	室外	5.3.15
34			室内	5.3.16
35	环境要求	环境适应性		5.4
36		振动要求		5.4.5
37	可靠性			5.5
38	标志			5.6.1

9 包装、运输、储存

9.1 包装

9.1.1 包装箱外壁应有下列标志，储运标志应符合 GB/T 191 的规定：

- a) 产品名称、型号规格、数量；
- b) 每箱的净重或毛重；
- c) 制造厂商名称、商标或地址。
- d) 标明防潮、不准倒置、轻放、堆码层数或堆码重量极限等字样；

9.1.2 包装应符合防潮、防尘、防振的要求。

9.1.3 包装箱内应装入随同产品供应的文件：

- a) 装箱清单；
- b) 产品检验合格证明；
- c) 备件及附件；
- d) 产品使用说明书。

9.2 运输

9.2.1 在运输过程中，产品不得受剧烈机械冲撞、曝晒、雨淋。

9.2.2 在装卸过程中，产品应轻放，严防摔、掷、翻、滚或重压。

9.3 贮存

9.3.1 产品应在温度为 0℃～40℃，相对湿度为 30%～85% 的环境中贮

存。

9.3.2 不得与各种有害气体、易燃和易爆物品及有腐蚀性的化学物品共同贮存，应采用防潮措施。

9.3.3 不得倒置及卧放，不得受任何机械冲击或重压。

9.3.4 当存放期超过十二个月，则应重新进行检验，合格后方可使用。