

# LB

国家半导体照明工程研发及产业联盟推荐性技术规范

LB/T xxx-2010

## 照明用 LED 驱动电源通用规范

### General Specification of

### Lighting LED Driver Power Supply

(征求意见稿V1.00)

2010-xx-xx 发布

2010-xx-xx 实施

国家半导体照明工程研发及产业联盟 发布



# 目 录

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 前 言 .....                          | II |
| 1 范围 .....                         | 3  |
| 2 规范性引用文件 .....                    | 3  |
| 3 术语和定义 .....                      | 4  |
| 4 技术要求 .....                       | 6  |
| 5 试验方法 .....                       | 18 |
| 6 检验规则 .....                       | 29 |
| 7 标志、包装、运输、贮存 .....                | 31 |
| 附录 A. 确定导电部件是否可能引起电击的带电部件的试验 ..... | 32 |
| 附录 B. 故障判据 .....                   | 33 |

## 前 言

本推荐性技术规范的全部技术内容为推荐性。制定本推荐性技术规范的目的是对室内外照明用 LED 驱动器的外观结构、性能要求、安全规范、电磁兼容等方面作了详细描述和规定,规范和引导 LED 驱动器的应用与发展。

本推荐性技术规范为暂行稿,所涉及评价项目和技术指标均是最为基本的和具备较好的考核可操作性的,暂时不追求全面性和完整性,并将随着 LED 驱动器技术水平的不断提高和相应的技术标准化水平的不断提升,作进一步修正。

本推荐性技术规范由国家半导体照明工程研发及产业联盟提出。

本推荐性技术规范由国家半导体照明工程研发及产业联盟归口。

本推荐性技术规范主要起草单位:英飞特电子(杭州)有限公司,北京半导体照明科技促进中心。

本推荐性技术规范主要起草人:毛昭祺,熊代富,华桂潮,阮军,赵璐冰。

# 照明用 LED 驱动电源通用规范

## 1 范围

本规范规定了照明用LED驱动电源（以下简称产品）的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存等。

本规范适用于室内外照明用LED驱动电源，是制定产品规范的依据。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本技术规范的引用而成为本技术规范的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本技术规范，然而，鼓励根据本技术规范达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本技术规范。

GB/T 191—2000 包装储运图示标志

GB/T 2423.1—2001 电工电子产品环境试验第二部分：试验方法 试验A:低温（IEC 60068-2-1:1990, IDT）

GB/T 2423.2—2001 电工电子产品环境试验第二部分：试验方法 试验B:高温（IEC 60068-2-2:1974, IDT）

GB/T 2423.3—1993 电工电子产品基本环境试验规程 试验Ca: 恒定湿热试验方法（IEC 60068-2-3:1984, IDT）

GB 4208—2008 外壳防护等级（IP代码）（IEC 60529:2001, IDT）

GB/T 4728.2—2005 电气简图用图形符号第2部分:符号要素、限定符号和其他常用符号（IEC 60617 database, IDT）

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试验方案（IEC 60605-7:1978, IDT）

GB/T 5169.10—2006 电工电子产品着火危险试验第10部分:灼热丝/热丝基本试验方法 灼热丝装置和通用试验方法（IEC 60695:2000, IDT）

GB/T 6109.1—2008 漆包圆绕组线第1部分：一般要求（IEC 60317-0-1:2005, IDT）

GB 7000.1—2007 灯具一般安全要求与试验（IEC 60598-1: 2006, IDT）

GB/T 12113—1996 接触电流和保护导体电流的测量方法(IEC60990:1990,IDT)

GB 16895.21—2004 建筑物电气装置 第4-41部分:安全防护 电击防护（IEC 60364-4-41:2001, IDT）

GB 17625.1—2003 电磁兼容限值谐波电流发射限值（设备每相输入电流限值 16 A）标准（IEC 61000-3-2:2001, IDT）

GB 17625.2—2007 电磁兼容限值对每相额定电流 $\leq 16\text{A}$ 且无条件接入的设备在公用低压供电系统中产生的电压变化、电压波动和闪烁的限制（IEC 61000-3-3:2005, IDT）

GB/T 17626.2—2006 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验（IEC 61000-4-2:2001, IDT）

GB/T 17626.4—2008 电磁兼容试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验（IEC 61000-4-4:2004, IDT）

GB/T 17626.5—2008 电磁兼容试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验（IEC 61000-4-5:2005, IDT）

GB/T 17626.6—2008 电磁兼容试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度（IEC 61000-4-6:2006, IDT）

GB/T 17626.8—2006 电磁兼容试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验（IEC 61000-4-8:2001, IDT）

GB/T 17626.11—1999 电磁兼容试验和测量技术 电压暂降，短时中断和电压化的抗扰度试验（IEC 61000-4-11:1994, IDT）

GB 17743—2007 电气照明和类似设备的无线电骚扰特性的限值和测量方法（CISPR15: 2005, IDT）

GB 19510.1—2009 灯的控制装置第1部分:一般要求和安全要求（IEC61347-1:2007, IDT）

GB 19510.14—2006 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（IEC 61347-2-13:2006, IDT）

MIL-HDBK-217F Reliability Prediction of Electronic Equipment

ISO 4046-1978 Paper, board, pulps and related terms

IEC 60065-2005 Audio, video and similar electronic apparatus –safety requirements

IEC 60249-1-1993 Base materials for printed circuits - Part 1: Test methods

IEC 60364-4-41-2005 Low-voltage electrical installations –Part 4-41:Protection for safety –Protection against electric shock

IEC 60384-14-2005 Fixed capacitors for use in electrical equipment - Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression and connection to the supply mains

IEC 60664-3-2003 Insulation coordination for equipment within low-voltage systems-Part3 :use of coat is to achieve insulation coordination of printed board assemblies

IEC 60950-1-2001 Information technology equipment –Safety –Part 1: General requirements

### 3 术语和定义

#### 3.1

**照明用 LED 驱动器 lighting LED Driver**

照明用LED控制和供电装置。

#### 3.2

**额定值 rating**

驱动器在规定的工作条件下其特定的数值，该值及条件由本规范中规定或由制造商或销售商规定。

#### 3.3

**额定输入电压 input voltage rating**

驱动器在规定的工作条件下其特定的输入电压，该值及条件由本规范中规定或由制造商或销售商规定。

本规范中取220V。

#### 3.4

**额定输出功率 output power rating**

驱动器在规定的工作条件下其特定的输出功率，该值及条件由本规范中规定或由制造商或销售商规定。

#### 3.5

**启动时间 turn on time**

交流电源接通到恒流输出额定电流(或恒压输出额定电压)的90%建立的时间段。

#### 3.6

**过冲幅度 overshoot**

由某一影响量瞬变而引起输出直流电压或者电流超过稳定值的现象为过冲。过冲幅度为输出电流或偏离稳定值的最大瞬变幅度。

### 3.7

#### 负载调整率 load stability

在所有其他影响量保持不变时,由于负载的变化所引起恒流驱动器输出电流(或恒压驱动器输出电压)的相对变化量。

### 3.8

#### 输入电压调整率 voltage stability

在所有其他影响量保持不变时,由于输入电压的变化所引起恒流驱动器输出电流(或恒压驱动器输出电压)的相对变化量。

### 3.9

#### 输出电压纹波及噪声 Output Ripple & Noise

输出直流电压中所包括的交流分量峰一峰值。

### 3.10

#### 输入冲击电流 input inrush current

当接通电源时,交流输入回路最大瞬时电流值。

### 3.11

#### 最高壳温 maximum case temperature

$t_c$ , 处于驱动器允许工作状态时的外壳表面最高温度。

### 3.12

#### 最高环境温度 maximum ambient temperature

确保驱动器正常工作的最高环境温度。

### 3.13

#### 爬电距离 creepage distance

沿绝缘表面测得的两个导电零部件之间或导电零部件与设备防护界面之间的最短路径。

### 3.14

#### 电气间隙 electrical clearance

在两个导电零部件之间或导电零部件与设备防护界面之间测得的最短空间距离。

### 3.15

#### 介电强度 dielectric strength

介电强度是指给介质施加电压后,当电压超过某一极限值时,通过电介质的电流急剧增加,电介质的介电性能被破坏,这种现象称为电介质击穿,这时的电压称为击穿电压,相应的电场强度称为电介质介电强度。

### 3.16

**双重绝缘 double insulation**

由基本绝缘加上附加绝缘构成的绝缘。

**3.17****加强绝缘 reinforced insulation**

一种单一的绝缘结构，在本规范规定的条件下，其所提供的防电击的保护等级相当于双重绝缘。

注：“绝缘结构”这一术语并不是指该绝缘必须是一块质地均匀的整体。这种绝缘结构可以由几个不能像附加绝缘或基本绝缘那样单独来试验的绝缘层组成。

**3.18****闪络 flashover**

在高电压作用下，气体或液体介质沿绝缘表面发生的破坏性放电。其放电时的电压称为闪络电压。发生闪络后，电极间的电压迅速下降到零或接近于零。闪络通道中的火花或电弧使绝缘表面局部过热造成炭化，损坏表面绝缘。沿绝缘体表面的放电叫闪络。

**4 技术要求****4.1 外观和结构**

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。

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。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。

说明功能的文字、符号及功能显示应清晰端正。

印刷线路允许为内部连接式。

**4.2 外壳**

外壳必须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与不带电导体间绝缘间距的减少，或是该部件的松脱或是移动而造成火灾、电击、人体伤害等危险的增加。

所有的要求与本规范的其它安规要求应该同时考虑。

**4.2.0.1 金属外壳**

铁或钢制外壳，无论是内侧或是外侧，均必须可以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以不做防锈处理。

下列情况不需要进行涂布防护层：

- a. 完全以成模复合物填充的外壳内侧；
- b. 紧密夹住的平整金属表面间；
- c. 存在滚动，或者滑动接触的表面。

金属外壳需要有足够的强度，建议符合表1关于最低厚度的要求。

表1 金属外壳最低可接受厚度

| 金属件种类 | 小块的平坦的未加固表面和形状和大小能提供足够机械强度的表面 (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              | -             |



|            |      |      |      |
|------------|------|------|------|
| 其它铸造金属     | 2.4  | 3.2  | -    |
| 无涂层的钢片     | 0.66 | 0.66 | 0.81 |
| 电镀钢片       | 0.74 | 0.74 | 0.86 |
| 除了铜之外的非铁钢片 | 0.91 | 0.91 | 1.14 |

#### 4.2.0.2 塑料（聚合物）外壳

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。

塑料外壳必须具有耐火，耐腐蚀的特性，相关要求参照4.3.11和4.3.12。

#### 4.2.1 输入、输出接口及亮度控制接口

输入线截面积应不小于 $0.81\text{mm}^2$ ；

输出线及亮度控制线直径应不小于 $0.2\text{mm}^2$ 。

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1.1毫米厚的钢板，连接线应提供下列一种保护方法：

- a. 轧制的金属边缘不小于 $120^\circ$ ；
- b. 除非是橡胶材料，绝缘套管或套环至少 $1.2\text{mm}$ 厚；
- c. 玻璃套管至少 $0.25\text{mm}$ 厚。

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。

#### 4.2.2 标志

##### 4.2.2.1 驱动器上应有如下清晰而持久的标志

- a. 来源标记，可以用商标或制造厂名称或负责供货单位的名称；
- b. 制造厂的产品编号或型号；
- c. 标明接线端的位置。若驱动器没有接线端子，则应标出接线编号的含义；
- d. 额定输入电源电压、频率和电流；
- e. 输出电压和电流；
- f. 接地符号 $\oplus$ ， $\perp$ 或 $\downarrow$ ，用来识别接地的接线端子，这些符号不应标在螺钉或者其它易于移动的部件上。

##### 4.2.2.2 必要时应该标出的标志

除上述必备标志之外，必要时还应在驱动器上或在制造厂产品目录或类似资料中标明下述标志。

- a. 额定功率，或与之匹配灯的型号。如该驱动器可与几支灯配套使用，则应标明灯数及每支灯功率数；

注：在标明值为一个功率范围时，则被认为包括该范围内的全部值，但制造厂目录中另有规定者除外。

- b. 驱动器如无需依赖灯具外壳防止意外触电则应加以说明；
- c. 在有端子时，应说明端子导线的截面积。

符号：在以平方毫米表示的值后面紧接着加一个小正方形□。

##### 4.2.2.3 所有标志应清晰而持久

通过目视检验和如下试验来确定合格与否，即用一块沾水的布在标记上轻轻擦拭15秒，然后换另一块蘸有汽油的布擦拭15秒，然后用目测法观察。经过本项试验后标记仍应保持清晰。

注：所用汽油为已烷溶液，含有的芳香剂最多为0.1体积百分比，贝壳松脂丁醇为29，初始沸点为65℃，干点为69℃，密度约为0.68g/cm<sup>3</sup>。

#### 4.2.3 结构

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。

合格性采用目视进行检验。

#### 4.3 电气性能要求

设计性能在常温，湿度为50%±5%，额定输入电压220V±1%条件下，除非有具体说明应符合表2的要求。

表2 电气性能要求

| 恒流输出型<br>等级  | 一级            |                     |                      |              | 二级           |                     |                      |              |
|--|---------------|---------------------|----------------------|--------------|--------------|---------------------|----------------------|--------------|
|  | 输出功率<br>≤5W   | 5W<输出<br>功率≤<br>25W | 25W<输<br>出功率≤<br>75W | 输出功率<br>>75W | 输出功率<br>≤5W  | 5W<输出<br>功率≤<br>25W | 25W<输<br>出功率≤<br>75W | 输出功率<br>>75W |
| 稳流范围 (%)   | ≤±5           |                     |                      |              | ≤±10         |                     |                      |              |
| 负载调整率 (%)  | ≤±3           |                     |                      |              | ≤±5          |                     |                      |              |
| 输入电压调整<br>率 (%) <sup>[1]</sup>                       | ≤±1           |                     |                      |              | ≤±3          |                     |                      |              |
| 输出电压纹波<br>及噪声峰峰值<br>(V <sub>o</sub> ) <sup>[2]</sup> | ≤5%           |                     |                      |              | ≤15%         |                     |                      |              |
| 效率-满载 (%)  | ≥78           | ≥80                 | ≥85                  | ≥90          | ≥70          | ≥75                 | ≥80                  | ≥85          |
| 功率因数   | -             | ≥0.85               | ≥0.90                | ≥0.95        | -            | ≥0.7                | ≥0.85                | ≥0.9         |
| 启动时间 (s)   | ≤0.5          |                     | ≤1                   |              | ≤3           |                     |                      |              |
| 启动输出电流<br>过冲幅度                                       | ≤额定输出电流的 20%  |                     |                      |              | ≤额定输出电流的 50% |                     |                      |              |
| 输出过压保护<br>值  | ≤额定输出电压的 130% |                     |                      |              |              |                     |                      |              |
| 输入冲击电流<br>(A)  | ≤65           |                     |                      |              | ≤80          |                     |                      |              |
| 恒压输出型<br>等级  | 一级            |                     |                      |              | 二级           |                     |                      |              |
| 功率等级   | 输出功率<br>≤5W   | 5W<输出<br>功率≤<br>25W | 25W<输<br>出功率≤<br>75W | 输出功率<br>>75W | 输出功率<br>≤5W  | 5W<输出<br>功率≤<br>25W | 25W<输<br>出功率≤<br>75W | 输出功率<br>>75W |
| 稳压范围 (%) <sup>[3]</sup>                              | ≤±3           |                     |                      |              | ≤±5          |                     |                      |              |
| 负载调整率 (%)  | ≤±2           |                     |                      |              | ≤±3          |                     |                      |              |
| 输入电压调整<br>率 (%) <sup>[1]</sup>                       | ≤±0.5         |                     |                      |              | ≤±1          |                     |                      |              |
| 输出电压纹波<br>及噪声峰峰值<br>(V <sub>o</sub> ) <sup>[2]</sup> | ≤5%           |                     |                      |              | ≤15%         |                     |                      |              |

|   |               |       |       |       |              |      |       |      |
|---|---------------|-------|-------|-------|--------------|------|-------|------|
| 效率-满载 (%)   | ≥78           | ≥80   | ≥85   | ≥90   | ≥70          | ≥75  | ≥80   | ≥85  |
| 功率因数  | -             | ≥0.85 | ≥0.90 | ≥0.95 | -            | ≥0.7 | ≥0.85 | ≥0.9 |
| 启动时间 (s)  | ≤0.5          |       | ≤1    |       | ≤3           |      |       |      |
| 启动输出电压<br>过冲幅度  | ≤额定输出电压的 5%   |       |       |       | ≤额定输出电压的 10% |      |       |      |
| 输出过流保护<br>值   | ≤额定输出电流的 200% |       |       |       |              |      |       |      |
| 输入冲击电流<br>(A)   | ≤65           |       |       |       | ≤80          |      |       |      |
| 注：1. 输入电压由 85%额定电压至 110%额定电压变化；<br>2. 示波器使用 20MHz 带宽测量；<br>3. 10V 调光辅助电压，直流过压保护功能不受表中要求的限制。 |               |       |       |       |              |      |       |      |

#### 4.4 安全要求

##### 4.4.1 一般要求

驱动器的设计和结构应能使其在正常使用过程中不对使用者或周围环境构成危险。

合格性采用所规定的全部试验进行检验。

此外，独立式驱动器还应按照GB 7000.1的要求，包括分类要求和标志要求，例如：IP分类，标志等。

##### 4.4.2 防止意外接触带电部件的措施

无须依靠灯具外壳防止电击的驱动器，当按照正常使用安装时，应按照附录A中的规定，具备充分防止意外接触带电部件的保护。

依靠灯具外壳作为防电击保护措施的整体式驱动器，应按照其预定使用要求进行试验。

清漆或搪瓷，被认为是不具备充分的保护或绝缘性能。

用于防止意外触电的零部件，应有足够的机械强度并在正常使用中不应松动。不用工具，这些部件不应有被拆开的可能。

对意外触电防护的合格性，通过目视检验，必要时，用符合GB 4208（IEC 60529）中图1所示的规范试验指进行检验。该试验指应用于每个位置上，必要时可施加不大于10N的力，并用电气指示器显示其是否接触带电部件。建议采用一只灯作为接触指示器，其电压不应小于40V。

凡是内部装有总电容量超过0.5μF电容器的驱动器，应有放电装置，以便当驱动器在额定电压下断开电源1分钟后，在驱动器终端不超过50V。

对于等效安全特低电压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，并按照IEC 60065的8.6和13.1要求实施。

注：安全特低电压或等效安全特低电压驱动器的输出电压限值按照IEC 60364-4-41。

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：

- 带负载时的恒压驱动器的额定输出电压或恒流驱动器的最大输出电压不超过 25 V（有效值）；
- 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。

合格性通过下述试验进行检验：驱动器在额定电源电压和额定频率下达到稳定状态，测量输出电压。在带负载试验，应给驱动器装上一个在额定输出电压下能产生额定输出的电阻。

对于具有一个以上额定电源电压的驱动器，本要求适用于每一个额定电源电压。

额定输出电压超过25V的驱动器应装有绝缘接线端子。

在安全特低电压和等效安全特低电压输入输出线路和初级线路之间连接有电容器的情况下,应使用符合IEC 60384-14表2和表3规定的Y1电容或两个串联的并有同一参数的Y2电容。

每个电容应符合IEC 60065第14.2条的要求。如果需要用其他元件将隔离变压器跨接,例如电阻,应按照IEC 60065-14的要求。

#### 4.4.3 防止电击的措施

在输出线路和壳体之间或在输出线路和接地保护线路(如果有这种线路的话)之间不应有任何连接,但在4.3.5所规定的条件下除外。

合格性通过目视进行检验。

##### 4.4.3.1 输入线路和输出线路

输入线路和输出线路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。

如果驱动器内装有高频变压器,“线路”一词也包括这种变压器的绕组。

尤其应防止下述情况发生:

高频变压器的输入绕组、输出绕组或线圈出现过度位移;

内部线路或外部连接线出现过度位移;

在导线断裂或连接件松动的情况下线路的部件或内部连接部件出现过度位移;

导线、螺钉、垫圈和包括高频变压器绕组的连接件,开始松动或脱落,并跨接在输入线路和输出线路之间的绝缘体的任一部位上。

两个独立的附件不应同时松动。

采用目视法检驱动器是否符合4.3.3.2的规定,驱动器外壳的合格性按照IEC 60598-1中4.13所述试验进行检验。

##### 4.4.3.2 输入线路和输出线路跨接零部件

输入线路和输出线路允许用零部件跨接,例如,电容器、电阻以及光耦合器。

电容器和电阻应按照4.3.2的要求。

光耦合器在符合IEC 60950-1中的双重绝缘或加强绝缘要求情况下,如果独立绝缘充分密封并且绝缘材料独立层之间没有空隙处,则不用对光耦合器内通过绝缘的距离进行测试。否则,光耦合器的输入和输出之间通过绝缘的距离应至少为0.4mm。这两情况均采用4.3.4,4.3.5的要求进行试验。

##### 4.4.3.3 高频变压器

高频变压器的输入绕组和输出绕组之间的绝缘应由双重绝缘或加强绝缘构成,但对于固定连接的I类驱动器除外。

此外,还需采用下述要求:

对于II类灯具驱动器(GB 7000.1),输入线路和壳体之间的绝缘以及输出线路和壳体之间的绝缘应由双重绝缘和加强绝缘构成;

对于I类灯具驱动器(GB 7000.1),输入线路和壳体之间的绝缘应由基本绝缘构成,输出线路和壳体之间的绝缘应由补充绝缘构成。

如果高频变压器的输入绕组和输出绕组之间装有未与壳体连接的中间金属部件(例如,高频变压器的磁芯),则经过该中间金属部件的输入绕组和输出绕组之间的绝缘应由双重绝缘或加强绝缘构成;对于II类灯具驱动器,经过高频变压器的这种中间金属部件的输入绕组和壳体之间的绝缘,以及输出绕组和壳体之间的绝缘应由双重绝缘或加强绝缘构成。

高频变压器的中间金属部件与输入绕组或输出绕组之间的绝缘均应至少由适用于相应线路电压的基本绝缘构成。

高频变压器中用双重绝缘或加强绝缘与一个绕组隔离的中间金属部件,可将其视为已被连接在另一个绕组上。

如果采用锯齿形胶带作为绝缘，应至少再加贴一层胶带，以降低两相临胶带产生齿形的危险。

对于固定连接的I类驱动器，其高频变压器的输入绕组和输出绕组之间的绝缘可以由基本绝缘加保护屏蔽代替双重绝缘或加强绝缘，但是，应符合下述条件（本条件中，“绕组”一词不包括内部线路）：

- a) 输入绕组和保护屏蔽之间的绝缘应符合基本绝缘的要求（适用于输入电压）；
- b) 保护屏蔽和输出绕组之间的绝缘应符合基本绝缘要求（适用于输出电压）；
- c) 除非另有规定，金属屏蔽应由金属箔或金属线绕网构成，它们至少延伸至邻近保护屏蔽的绕组的整个宽度；金属线绕网应结实、严密，线匝之间不应有空隙；
- d) 为了防止由于线圈短路而产生的涡流电流损耗，金属屏蔽的两个边沿不允许同时接触到磁芯；
- e) 金属屏蔽及其引出线应具有足够大的横截面，以便确保在发生绝缘失效的情况下，过载装置在金属屏蔽被损坏之前断开线路；
- f) 引出线应焊接在金属屏蔽上，或以同样可靠的方式加以固定。

高频变压器的每一个绕组的最后一圈应采用适宜的方式加以固定，例如使用胶带或适宜的粘接剂。

如果绕组采用无面板线圈架，每层的最后几圈应采用适当的方法加以固定。例如，可在每层线圈上交错施加充足的绝缘材料并凸出于每层的最后几圈，此外，

- a. 或者给绕组灌注热凝材料或冷凝材料，这些材料要牢固填充在中间空隙处，并要将最后几圈线圈有效地密封住；
- b. 或者用绝缘材料将绕组固定在一起。

两个独立的固定件不应同时松动。

采用目视法检验驱动器是否按照本节要求。

#### 4.4.4 接地装置

##### 4.4.4.1 保护性接地

规定符号  (GB4728.2)。

接地线确保与机壳相连，电连接应锁紧，防止松动，并且不能用手将其松动。

接地允许通过将驱动器固定在接地的金属片上来实现。

如果驱动器地线上带有接地端子，则该端子只准用于驱动器接地。接地端子的全部部件，应能够使由于与接地导体接触或与其他金属相接触而引起的电解腐蚀的危害降到最小程度。接地端子的螺钉或其他零件应用黄铜或防腐性能不次于黄铜的其他金属制成，也可采用具有防腐涂层并且至少有一个接触面为裸露金属材料制作。

对于由印刷线路板的印刷线提供接地导线的情况，应进行下述试验：

在印刷线路板的印刷线所连接的接地端子或接地触头与每个易被触及的金属部件之间依次接通25 A的交流电流，并持续1分钟试验之后，该驱动器应符合GB 7000.1中7.2.1的规定。

##### 4.4.4.2 功能性接地

规定符号  (GB4728.2)。

功能性接地指与那些并非由于安全原因而需要接地的部件相连接。

注1:在某些情况下，靠近灯一侧的启动装置要连接在电源一侧的输出接线端子上而不必接地。

注2:在某些情况下，功能性接地必须有助于灯的启动或应急照明。

#### 4.4.5 爬电距离和电气间隙

爬电距离和电气间隙不应小于表3和表4给出的相应值，但4.3.9另有规定时除外。

宽度不足1mm的槽口所相当的爬电距离不应大于槽宽。

在计算总的电气间隙时，凡小于1mm的间隙应忽略不计。

注1:爬电距离是指沿绝缘材料的外表面测量的空间距离。

注2:由于驱动器的绕组采用耐热试验进行检验,这些绕组间的爬电距离不作测量。此要求也适用于抽头之间的爬电距离。

注3:在开启铁芯式驱动器中,作为导线的绝缘层并能承受住GB/T 6109.1中第13章的一级或二级电压试验的瓷漆或类似材料,在按照GB/T 6109.1中表3和表4所示的值计算不同绕组的漆包线之间或漆包线与外壳、铁芯之间的距离时,可视为相当于1mm距离。但只能在除瓷漆涂层以外,爬电距离和电气间隙不小于2mm的情况下采用这种算法。

金属外壳应装有符合GB 7000.1规定的绝缘内衬,以避免造成带电部件和外壳之间的爬电距离和电气间隙会小于相应的表中所规定的值。

对于其零部件被密封在自凝固化合物中而该化合物又与相应的表面粘结,不留任何空隙的驱动器,可不作检验。

印刷线路板按照4.3.9要求进行检验,不受本条要求限制。

对于既承受正弦电压,又承受非正弦脉冲电压的距离,所要求的最小距离不应小于表3或表4所示最大值。

爬电距离不应小于所要求的最小间隙。

表3 交流50Hz/60Hz 正弦电压下的最小距离

| 工作电压有效值, V<br>最小距离, mm  | 50  | 150 | 250 | 500 | 750 | 1000 |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| a. 不同极性的带电体之间   |     |     |     |     |     |      |
| b. 带电体与可触及的金属零件之间, 这些金属零件是指永久性地固定在驱动器上的金属零件, 包括用于外壳或用于将驱动器固定在支架上所需的螺钉或部件          |     |     |     |     |     |      |
| 爬电距离  |     |     |     |     |     |      |
| 绝缘体 PTI $\geq$ 600  | 0.6 | 1.4 | 1.7 | 3   | 4   | 5.5  |
| <600  | 1.2 | 1.6 | 2.5 | 5   | 8   | 10   |
| 电气间隙  | 0.2 | 1.4 | 1.7 | 3   | 4   | 5.5  |
| c. 带电部件与支撑平面或可能松动金属外壳之间(在灯驱动器的结构不能确保其在最不利状态时保持上述款所示的值的情况下):                       |     |     |     |     |     |      |
| 电气间隙  | 2   | 3.2 | 3.6 | 4.8 | 6   | 8    |
| 注1: PTI为耐漏电   |     |     |     |     |     |      |
| 注1: PTI为耐漏电起痕指数, 参见IEC 60112。   |     |     |     |     |     |      |
| 注2: 对于不带电的部件或不可能产生漏电起痕而不必接地的部件的爬电距离, 规定用于PTI $\geq$ 600的材料值也适用于所有材料(无论PTI的实际值如何)。 |     |     |     |     |     |      |
| 对于所承受的工作电压的持续时间小于60秒的爬电距离, 规定用于PTI $\geq$ 600的材料值也适用于所有的材料。                       |     |     |     |     |     |      |

注3:对于不易受尘埃污染或不易受潮的爬电距离,规定用于PTI $\geq$ 600的材料数值也适用于所有材料(与PTI的实际值无关)。

表4 非正弦脉冲电压下的最小距离

|             |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|
| 额定脉冲电压峰值/kV | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 4.0 | 5.0 | 6.0 | 8.0 | 10 | 12 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 | 60 | 80  | 100 |
| 最小间隙/mm     | 1.0 | 1.5 | 2   | 3   | 4   | 5.5 | 8   | 11 | 14 | 18 | 25 | 33 | 40 | 60 | 75 | 90 | 130 | 170 |

#### 4.4.6 防潮和绝缘

驱动器应防潮。驱动器在通过如下试验后不应有明显损坏。

将驱动器放入潮湿试验箱内,箱内空气相对湿度保持在91%-95%之间,历时48小时。试验箱内的温度 $t$ 可在20℃-30℃之间任一值,试验期间温度应保持在 $t\pm 1^\circ\text{C}$ ,

样品放入试验箱之前,应使之处于 $t$ 至 $(t+4)^\circ\text{C}$ 之间的温度。

在输入端和输出端连接成的整体和全部外露金属零件之间应有足够的绝缘。

在进行绝缘性能试验之前,应用吸墨纸吸去试件上可见水珠。

防潮试验后,应立刻进行绝缘性能试验,即在施加为时1分钟的500V 直流电压后测定绝缘电阻。有绝缘外壳或外罩的驱动器应该用金属箔包在其外面进行试验。

该项绝缘电阻不应小于 $2\text{M}\Omega$ ,

在一个或多个输出端子和接地端子之间配有内部连接件或组件的驱动器,在试验期间应当断开此类部件。

对于等效安全特低电压控制端,其输入端和输出端之间的绝缘性应充分满足要求。

对于双重绝缘或加强绝缘,电阻应不小于 $4\text{M}\Omega$ 。具体如下表所示。

表5 绝缘电阻值

| 受试绝缘部位                           | 绝缘电阻 ( $\text{M}\Omega$ ) |
|----------------------------------|---------------------------|
| 带电部件与壳体之间:                       |                           |
| — 基本绝缘                           | 2                         |
| — 加强绝缘                           | 4                         |
| 输入线路与输出线路之间                      | 5                         |
| 只用基本绝缘与带电部件隔离的II类灯具驱动器的金属部件与壳体之间 | 5                         |
| 与绝缘材料外壳的内表面和外表面相接触的金属箔之间         | 2                         |

#### 4.4.7 介电强度

驱动器在测量绝缘电阻后应立即进行介电强度试验。驱动器应能承受住施加在4.3.6中规定的零件之间的历时1分钟的介电强度试验电压。

试验电压应是50Hz或60Hz的正弦波,且应符合表6中给出值。初始电压不超过规定施加电压的一半,然后将电压迅速上升到规定值。

试验期间,不得发生闪络或击穿。

试验用高压变压器应适当设计,当输出电压调整到适当试验电压后,在输出端短路时输出电流至少达200mA,当输出电流低于100mA时,过电流继电器不应脱开。

测量时的试验电压的平均有效值误差应在 $\pm 3\%$ 以内。

注意4.3.6中提到的金属箔的放置应使绝缘体边缘不产生闪络。

辉光放电如不造成电压降则可忽略不计。

表6 介电强度试验电压

| 工作电压 U (V)  |         | 试验电压 (V) |
|---|---------|----------|
| U ≤ 42  |         | 500      |
| 42 < U ≤ 1,000  | 基本绝缘    | 2U+1,000 |
|   | 补充绝缘    | 2U+1,750 |
|   | 双重或加强绝缘 | 4U+2,750 |
| 在既采用加强绝缘又采用双重绝缘的情况下，应该注意不应使施加在加强绝缘的电压过度超过基本绝缘或补充绝缘的负荷 |         |          |

等效安全特低电压驱动器内隔离式变压器绕组的绝缘条件应按照IEC 60065的14.3.2的要求。

#### 4.4.8 异常状态

驱动器在异常状态下工作时不应损害其安全性。在进行本节中的短路试验时应采用两根长度分别为20 cm和200cm的输出电缆，制造商另有声明除外。

合格性采用在额定电源电压的90%~110%的任一电压下所进行的下述试验进行检验：

使驱动器按照制造商的说明开始工作（如有规定，装上散热片），再施加下述每一个条件并持续1小时：

a. 不连接 LED 模块；

如果驱动器设计有多路输出，应依次将每一对相应连接 LED 模块的输出端开路，然后同时断开所有连接 LED 模块的每一对相应的输出端子。

注：同时断开所有端子对于开路负载条件是很重要的。

b. 二倍于驱动器设计连接的 LED 模块或等效负载串联在驱动器的输出端上；

c. 将驱动器的输出端短路。

如果驱动器设计有多路输出，应依次将每一对相应连接 LED 模块的输出端短路。

在a~c所规定的试验期间和试验结束时，驱动器不应出现任何损害安全性的故障，也不应有任何烟雾或可燃气体产生。

#### 4.4.9 故障状态

驱动器在设计上应能保证其在故障状态下工作时，不会喷出火苗或熔化的材料，并不会产生可燃气体。4.3.2所规定的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依次施加本节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。

一般通过检查受试样品及其线路图就可明确所应施加的故障状态，这些故障状态应以最适宜的顺序依次施加。


全封闭式驱动器不打开检查，也不施加内部故障状态。但是如有疑问，应检查其线路图，将输出端短路，或与制造商协商由其提交一专门制作的供试验用的驱动器。

如果驱动器是密封在自凝固化合物中，而该化合物又与相应的表面紧密粘结，且没有空隙，则认定其被完全封闭。

凡是符合制造商的技术要求不会发生短路的元件，或能消除短路的元件，均不允许跨接。凡是按照制造商的技术说明不会产生开路的元件，不应被断开。

制造商应提供证据表明，各个元件均能以预期的方式工作，例如，出示符合相应技术要求的合格证。

对于不符合有关规范的电容器、电阻器或电感器，应将其短路或断开，采用其中最不利的方式。

对于标有  标志的驱动器，其外壳上任一部位的温度应不超过标志所示值。应符合GB 19510.1附录C的规定。



注:对于不具备这种符号的驱动器,要按照GB 7000.1和灯具一起进行试验

a. 将爬电距离和电气间隙短路,如果爬电距离和电气间隙小于4.3.5所规定的值,要考虑到本节a-d所允许的任何减少值。

注1:带电部件和易被触及的金属部件之间的爬电距离和电气间隙不允许小于4.3.5所规定的值。

对于位于印刷线路板上并通过扼流圈或电容器等元件来防止来自电源的脉冲的导体,它们之间的爬电距离要加以修改。印刷线路板应按照IEC 60249撕裂拉伸强度要求。表3中的距离值根据式(1)所计算出的值代替。

$$\lg d = 0.78 \lg \frac{V}{300} \quad (1)$$

最小值为0.5mm

式中:

d: 爬电距离,单位为毫米(mm);

V: 电压的峰值,单位为伏(V)。

这些爬电距离可参照图1加以确定。

注2:在计算爬电距离时,印刷线路板上的漆涂层或类似涂层可忽略不计。

如果印刷线路板使用的涂层按照IEC 60664-3的规定,则其爬电距离可小于上述所规定的值。此要求也适用于带电部件与接在易被触及的金属部件上的部件之间的爬电距离。按照IEC 60664-3中相应条款进行试验以证明其合格性。

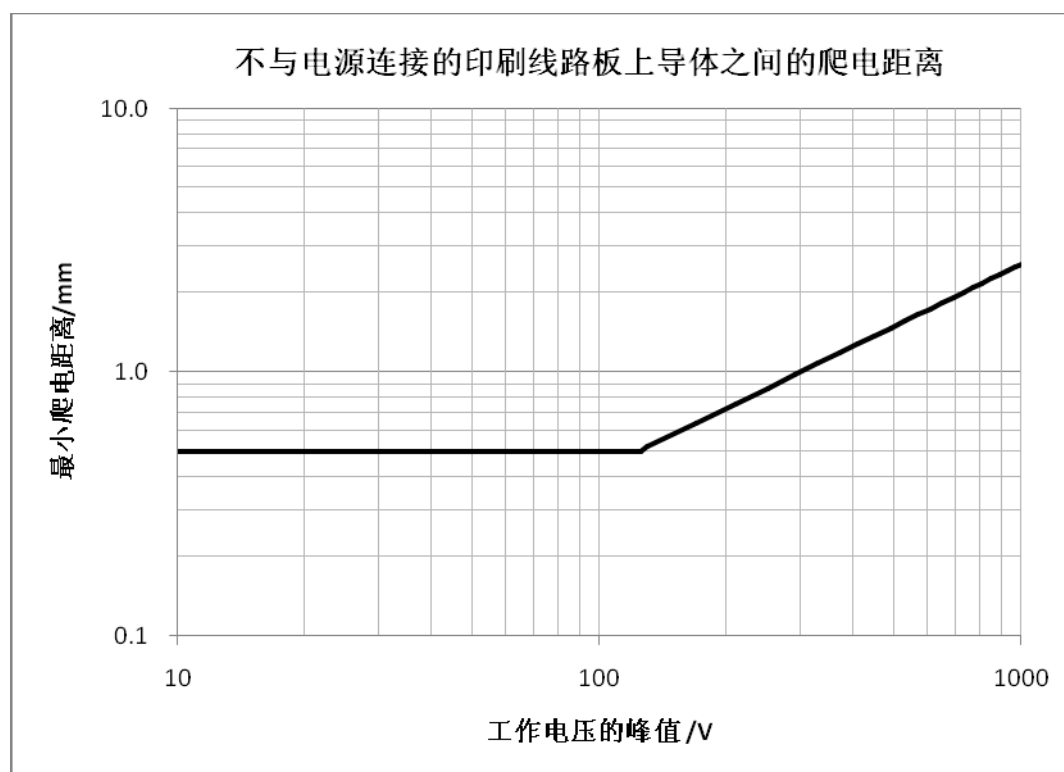


图1 不与电源连接的印刷线路板上导体之间的爬电距离

b. 将半导体装置短路或者断开。每次应该只将一个元件短路或者断开。

c. 将由漆层、瓷漆或纺织物构成的绝缘层短路。

在确定表3所规定的爬电距离和电气间隙时,这种绝缘层可忽略不计。但是,如果导线的绝缘层是由瓷漆构成的,并能承受IEC 60317-0-1第13章所规定的电压试验,则此绝缘层可被视为相当于1 mm的爬电距离和电气间隙。

本条款并不意味着需要将线圈各圈之间的绝缘层、绝缘套或绝缘管短路。

d. 将电解电容短路。

合格性采用以下试验进行检验:将驱动器与灯连接,使其在额定电压的0.9倍~1.1倍的任一电压下工作,并使其外壳温度保持在正常工作最大允许值 $t_c$ ,然后依次施加a~d所述各项故障状态。

试验要持续至达到稳定状态,然后测量驱动器的外壳温度。在进行a~d所述试验时,电阻器、电容器、半导体元件、保险丝等部件可能被损坏。为了继续试验,允许更换这些部件。试验之后,使驱动器恢复到环境温度,再接通大约500V的直流电测量其绝缘电阻,所测得的值不应小于 $1M\Omega$ 。为了检验零部件所逸出的气体是否可燃,可采用高频电火花发生器进行检验。为了检验易被触及的部件是否成为带电部件,可按照附录A进行试验。为了检验冒出的火苗或熔化的材料是否会对安全性造成危害,用ISO 4046中6.8.6规定的薄棉纸包裹受试样品,受试样品不应起火。

#### 4.4.10 螺丝,载流部件与连接件

螺钉、载流部件及机械连接件的损坏会使驱动器不安全,这些部件应能承受住在正常使用中出现的机械应力。

合格性通过目视及GB 7000.1中4.1.1和4.1.2所述试验进行检验。

#### 4.4.11 耐热,防火及耐漏电起痕

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。对于非陶瓷材料的部件,应对其实施GB 7000.1第13章所述球压试验来检验其合格与否。

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均应充分耐火、不易燃。

对于非陶瓷材料、合格性采用本节所述适用的试验进行检验。

印刷线路板不作上述试验。但是要按照IEC 60249-1中4.3的要求。

具备防电击保护功能的绝缘材料外部部件应能承受GB/T 5169.10所规定的灼热丝试验,并持续30秒,试验条件如下:

a.试验样品数量应是一个;

b.试验样品应是一完整的驱动器;

c.灼热丝末端的温度应为 $650^{\circ}\text{C}$ ;

d.在将灼热丝撤走30秒之内,样品的任何火苗或辉光均应熄灭,并且所散落下的燃烧物不应引燃试验样品下方 $200\text{mm}\pm 5\text{mm}$ 处水平展开的一张薄纸,此薄纸应按照ISO 4046中6.8.6的要求。

用于将带电部件固定到位的绝缘材料部件应能承受住GB/T 5169.5规定的针焰试验,试验条件如下所述:

a.试验样品数量应是一个;

b.试验样品应是一完整的驱动器,如果为了进行此试验必须将驱动器的零部件拆下,则应注意确保试验条件与正常使用条件没有明显的差别;

c.试验火焰施加在受试表面的中心;

d.施加火焰的持续时间为10秒;

e.在将火焰撤走30秒之内,样品上任何火苗均应熄灭,并且任何散落的燃烧物均不应引燃试验样品下方 $200\text{mm}\pm 5\text{mm}$ 处水平展开的一张薄纸,此薄纸应按照ISO 4046中6.8.6的要求。

安装在灯具中使用的驱动器(而不是普通独立式驱动器)及其绝缘体易遭受峰值高于 $1,500\text{V}$ 的启动电压的驱动器应能耐漏电起痕。

对于非陶瓷材料的部件,应对该部件实施GB 7000.1第13章所规定的漏电起痕试验。

#### 4.4.12 耐腐蚀

对于生锈后会危及驱动器安全的铁质部件，应采取充分的防锈措施。

合格性由下述试验来检验：

先将受试部件去油。然后在  $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  的 10%氯化铵水溶液中浸 10 分钟。不需晾干，但甩去水滴后立即放入  $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  含有湿度饱和空气的箱内 10 分钟。

在  $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  的烘箱内干燥 10 分钟后，部件表面不得有锈蚀现象。

注：锐边的锈蚀和可擦去的黄斑可忽略不计。

外表面涂漆被视为具有充分的保护作用

对于外露表面涂清漆即可被认定为具备充分的防锈措施。

#### 4.5 电磁兼容性

##### 4.5.1 无线电骚扰限值

产品的无线电骚扰（包含传导和辐射的射频骚扰）符合GB 17743（CISPR15）规定的要求。

##### 4.5.2 谐波电流

产品的谐波电流应该符合GB 17625.1规定的要求。

##### 4.5.3 电压波动和闪烁限制

电压波动和闪烁限制应该符合GB 17625.2规定的要求。

##### 4.5.4 静电放电抗扰度

产品的谐波电流应该符合GB/T 17626.2规定的要求。

##### 4.5.5 射频电磁场辐射抗扰度

产品的谐波电流应该符合GB/T 17626.3规定的要求。

##### 4.5.6 电快速瞬变脉冲群抗扰度

产品的谐波电流应该符合GB/T 17626.4规定的要求。

##### 4.5.7 浪涌（冲击）抗扰度

产品的谐波电流应该符合GB/T 17626.5规定的要求。

##### 4.5.8 注入电流及射频场感应的传导骚扰抗扰度

产品的谐波电流应该符合GB/T 17626.6规定的要求。

##### 4.5.9 工频磁场抗扰度

产品的谐波电流应该符合GB/T 17626.8规定的要求。

##### 4.5.10 电压暂降抗扰度

产品的谐波电流应该符合GB/T 17626.11规定的要求。

#### 4.6 环境适应性及可靠性

##### 4.6.1 气候环境适应性

适应性级别参照表7的规定。最低级为1级。

表7 气候环境适应性

| 项 目 | 级 别 |
|-----|-----|
|-----|-----|

|      |      | I              | II            | III            |
|------|------|----------------|---------------|----------------|
| 环境温度 | 工 作  | 0℃~45℃         | -20℃~55℃      | -35℃~70℃       |
|      | 贮存运输 | -40℃~55℃       |               | -40℃~85℃       |
| 相对湿度 | 工 作  | 40%~80%        | 20%~90% (40℃) | 10%~100% (50℃) |
|      | 贮存运输 | 10%~93% (40℃)  |               | 5%~100% (40℃)  |
| 大气压  |      | 86 kPa~106 kPa |               |                |

#### 4.6.2 振动要求

合格性由下述振动试验检验。

驱动器以其最不利的正常安装位置在振动发生器上扣紧。

振动的方向是最不利的方向，振动的强度是：

持续时间：30分钟

振幅：0.5mm

频率范围：10Hz，55 Hz，10Hz。

扫频速率：大约每分钟一次倍频。

试验后，不应发生会损害驱动器安全的部件松动。

#### 4.6.3 可靠性要求

采用平均故障间隔时间(MTBF)衡量系统的可靠性水平。产品的常温平均无故障间隔时间(MTBF)的最小值应不少于200000小时。

常温下寿命时间室内应用应不少于30,000小时，室外应用应不少于50,000小时。

### 5 试验方法

#### 5.1 试验环境条件

本规范中除气候环境试验、可靠性试验以外，其他试验均可在下述正常大气条件下进行：

- a. 温度：15℃~35℃；
- b. 相对湿度：45%~75%；
- c. 大气压：86 kPa ~106 kPa。

#### 5.2 外观和结构检查

用目测法在自然光线下检查，产品应符合4.1的要求。

#### 5.3 主要性能试验

##### 5.3.1 一般要求

产品试验前一般应预热15分钟。

##### 5.3.1.1 对测试用的交流稳压电源要求

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

##### 5.3.1.2 测试用负载设备要求

对恒流驱动器应使用LED灯作为负载设备,根据输出电压需要确定使用LED灯的个数及相应电路。  
对恒压驱动器可使用电子负载恒流模式。

### 5.3.2 稳流（或稳压）范围试验

#### 5.3.2.1 测量示意图

测量示意图如图2所示。

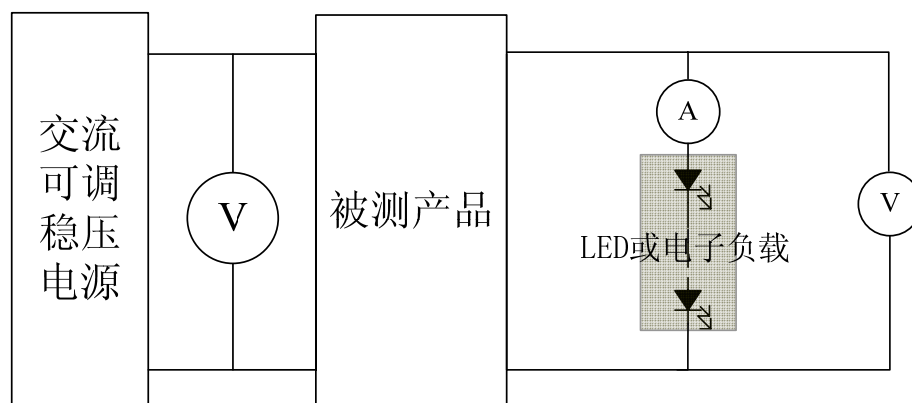


图 2

#### 5.3.2.2 测量步骤

对于恒流输出型驱动器,把输入电压调到额定值,将输出电压调到允许范围(可从产品说明书中获得)中心点。

对于负载电流超过10A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末端。

把输入电压调整到额定值的85%和110%,分别在稳定2分钟后,测出并记录输出电流的值。

将负载电压调整到标称最小值(可从产品说明书中获得),分别在稳定2分钟后,重复上述测量。

将负载电压调整到标称最大值(可从产品说明书中获得),分别在稳定2分钟后,重复上述测量。

取上面所有测量数据的最大值 $I_{Io+}$ 。

$$S_{I+} = \left| \frac{I_{Io+} - I_s}{I_s} \right| \times 100\% \quad (2)$$

取上面所有测量数据的最小值 $I_{Io-}$ 。

$$S_{I-} = \left| \frac{I_{Io-} - I_s}{I_s} \right| \times 100\% \quad (3)$$

取最大值 $S_I$ ,

$$S_I = \text{Max} |S_{I+}, S_{I-}| \quad (4)$$

式中:

$I_{Io+}$  : 以上数次实验中输出电流最大值;

$I_{Io-}$  : 以上数次实验中输出电流最小值;

$I_s$  : 标称直流输出流;

$S_{I+}$  : 正向最大偏移量;

$S_{I-}$  : 负向最大偏移量

$S_I$ : 最大偏移量

当输出电流的最大变化不在上述被测点上时,应找出其极值点,并测出其结果。  
对于恒压型输出驱动器,则采用调整输出电流,测量输出电压,方法据上类推。

### 5.3.3 负载调整率试验

#### 5.3.3.1 测量示意图

测量示意图如图2所示。

#### 5.3.3.2 测量步骤

对于恒流输出型驱动器,把输入电压调到额定值,改变负载电压,调整到额定负载电压范围的中间值。输出电流达到稳态后,10s内测出输出电流 $I_{2o}$ 。

把负载电压调到说明书中规定的最小值,重复上述测量;

把负载电压调到说明书中规定的最大值,重复上述测量;

对于负载电流超过10A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末端。

取上面所有测量数据的最大值。

$$S_{2+} = \left| \frac{I_{2o+} - I_{2o}}{I_{2o}} \right| \times 100\% \quad (5)$$

取上面所有测量数据的最小值。

$$S_{2-} = \left| \frac{I_{2o-} - I_o}{I_o} \right| \times 100\% \quad (6)$$

$$S_2 = \text{Max} |S_{2+}, S_{2-}| \quad (7)$$

式中:

$I_{2o+}$  : 以上数次实验中输出电流最大值;

$I_{2o-}$  : 以上数次实验中输出电流最小值;

$S_{2+}$  : 本次实验正向最大偏移量;

$S_{2-}$  : 本次实验负向最大偏移量

$S_2$ : 本次实验最大偏移量

当输出电流的最大变化不在上述被测点上时,应找出其极值点,并测出其结果。

$S_2$ 为负载调整率。

对于恒压型输出驱动器,则采用调整输出电流,测量输出电压,方法据上类推。

### 5.3.4 输入电压调整率试验

#### 5.3.4.1 测量示意图

测量示意图如图2所示。

#### 5.3.4.2 测量步骤

对于恒流输出型驱动器,把输入电压调到额定值,将负载电压调到额定电压。然后,改变负载电压,调整到额定负载电压的中间。输出电流达到稳态后,10s内测出输出电流 $I_{3o}$ 。

把负载电压调到说明书中规定的最小值,重复上述测量;

把负载电压调到说明书中规定的最大值,重复上述测量。

对于负载电流超过10A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末端。

取上面所有测量数据的最大值。

$$S_{3+} = \left| \frac{I_{3o+} - I_{3o}}{I_{3o}} \right| \times 100\% \quad (8)$$

取上面所有测量数据的最小值。

$$S_{3-} = \left| \frac{I_{3o-} - I_{3o}}{I_{3o}} \right| \times 100\% \quad (9)$$

$$S_3 = \text{Max} |S_{3+}, S_{3-}| \quad (10)$$

式中:

$I_{3o+}$  : 以上数次实验中输出电流最大值;

$I_{3o-}$  : 以上数次实验中输出电流最小值;

$S_{3+}$  : 本次实验正向最大偏移量;

$S_{3-}$  : 本次实验负向最大偏移量

$S_3$ : 本次实验最大偏移量

当输出电流的最大变化不在上述被测点上时, 应找出其极值点, 并测出其结果。

将输入电压调到额定电压的85%, 重复上述实验, 得到 $S_{21}$ ;

将输入电压调到额定电压的110%, 重复上述实验, 得到 $S_{22}$ ;

$S_3, S_{31}, S_{32}$ 中的最大值即为输入电压调整率。

对于恒压型输出驱动器, 则采用调整输出电流, 测量输出电压, 方法据上类推。

### 5.3.5 输出电压纹波及噪声试验

#### 5.3.5.1 测量示意图

测量示意图如图3所示。

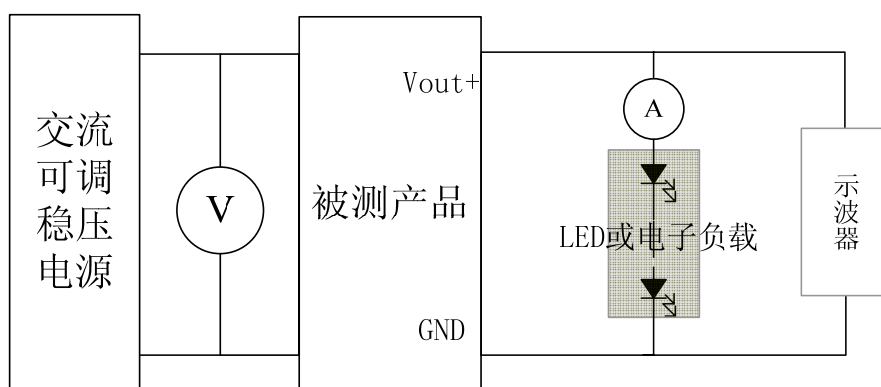


图 3

#### 5.3.5.2 测量步骤

对于恒流输出型驱动器, 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, 在示波器上观测输出电压上叠加的交流分量的峰峰值;

负载电压为最大值和最小值时, 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。如果最大值点不在上述两点上, 应找出最大值;

实验结果取所有测量值的最大值。

在测量纹波电压所用示波器中, 将测试带宽设定为20MHz, 输入探头为1M $\Omega$ /10pF, 其测试方法如图

4所示

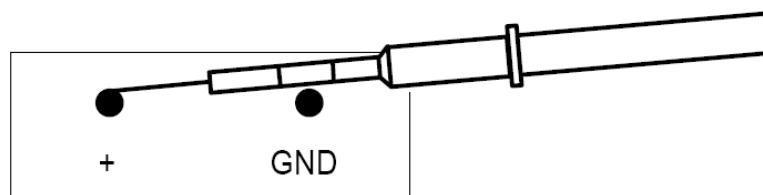


图 4 输出纹波测量方法

对于恒压型输出驱动器，则采用调整输出电流，测量输出电压，方法据上类推。

### 5.3.6 功率因数测试

#### 5.3.6.1 测量示意图

测量示意图如图5所示。

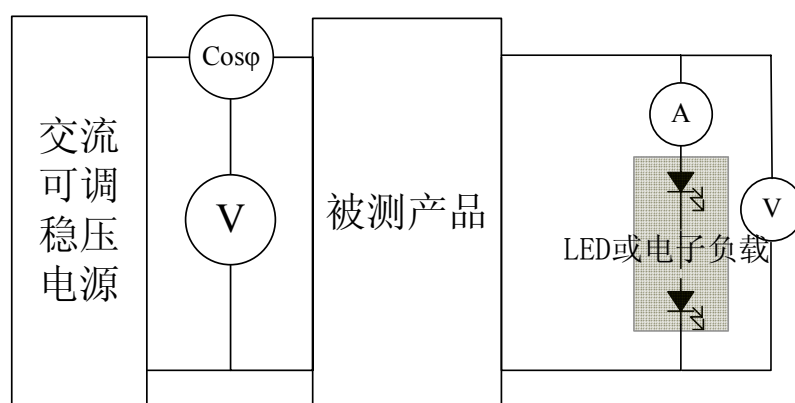


图 5

#### 5.3.6.2 测量步骤

对于恒流输出型驱动器，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。

对于恒压型输出驱动器，则采用调整输出电流至额定值，方法据上类推。

### 5.3.7 效率试验

#### 5.3.7.1 测量示意图

测量示意图如图6所示。



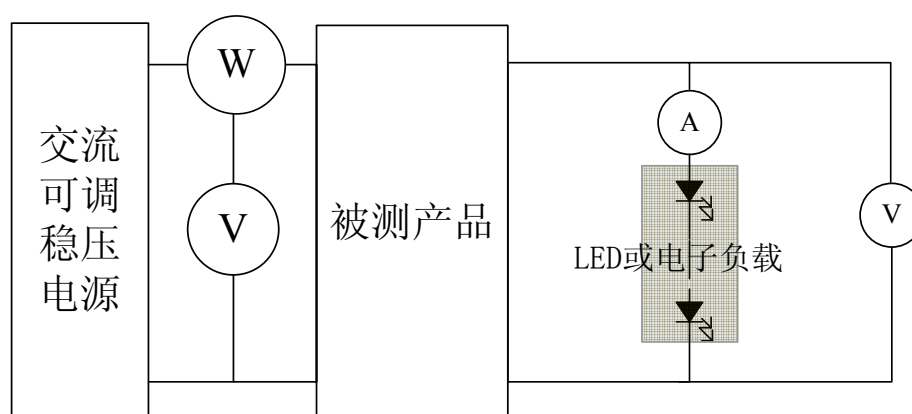


图 6

### 5.3.7.2 测量步骤

对于恒流输出型驱动器，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2分钟后，测量输入功率、输出电压和输出电流；

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。

按下式计算效率：

$$\text{单路输出时: } \eta = \frac{U_0 I_0}{P_{in}} \times 100\% \quad (11)$$

$$\text{多路输出时: } \eta = \frac{\sum_{n=1}^n U_n I_n}{P_{in}} \times 100\% \quad (12)$$

式中：

$n$  : 输出组数；

$P_{in}$  : 输入功率；

$U_0, I_0, U_n, I_n$  : 输出电压、电流；

实验结果取所有测量值的最小值。

对于恒压型输出驱动器，则采用调整输出电流至额定值，方法据上类推。

### 5.3.8 输出电流（或电压）过冲幅度试验

#### 5.3.8.1 测量示意图

输入电压启动时，过冲幅度测量示意图如图7所示。

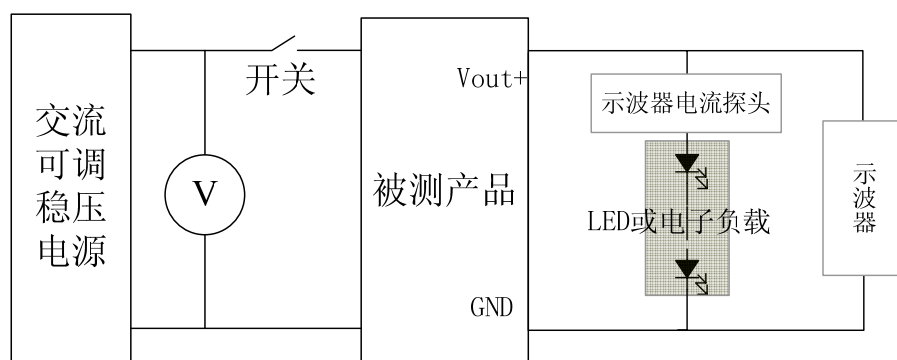


图 7

### 5.3.8.2 输入电压启动过冲幅度的测量步骤

对于恒流输出型驱动器，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流的最大过冲幅度。最大过冲定义如图8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。

如果最大值点不在上述两点上，应找出最大值。

实验结果取所有测量值的最大值。

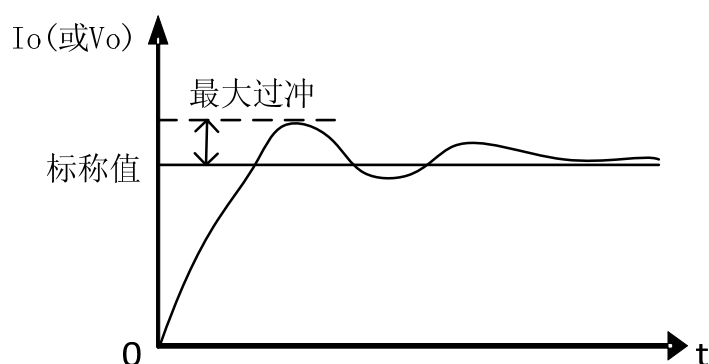


图 8 最大过冲定义

对于恒压型输出驱动器，则采用调整输出电流，测量输出电压，方法据上类推。

### 5.3.9 启动时间试验

#### 5.3.9.1 测量示意图

输入电压启动时间测量示意图如图9所示。

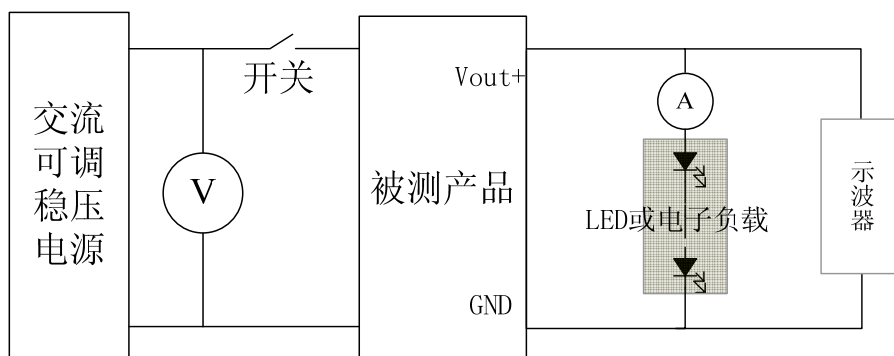


图 9

### 5.3.9.2 输入电压启动时间的测量步骤

对于恒流输出型驱动器，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10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。

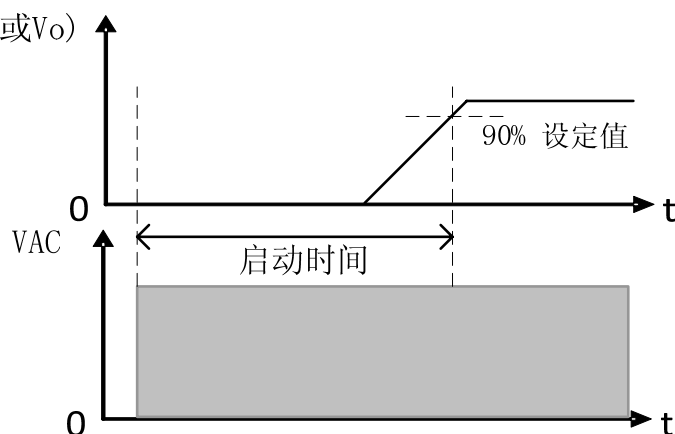


图 10 启动时间定义

实验结果取所有测量值的最大值。

对于恒压型输出驱动器，则采用调整输出电流，测量输出电压，方法据上类推。

### 5.3.10 恒流输出驱动器负载开路保护试验

#### 5.3.10.1 测量示意图

测量示意图如图11所示。

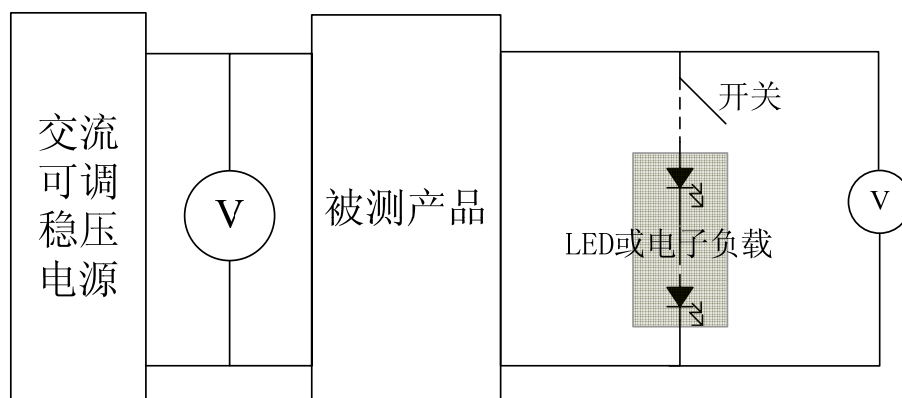


图 11

#### 5.3.10.2 测量步骤

输入电压为额定值，在负载电压为额定负载电压时，断开开关，测量输出电压值即为输出负载开路保护电压值。

### 5.3.11 恒压输出驱动器负载过流保护试验

#### 5.3.11.1 测量示意图

测量示意图如图12所示。

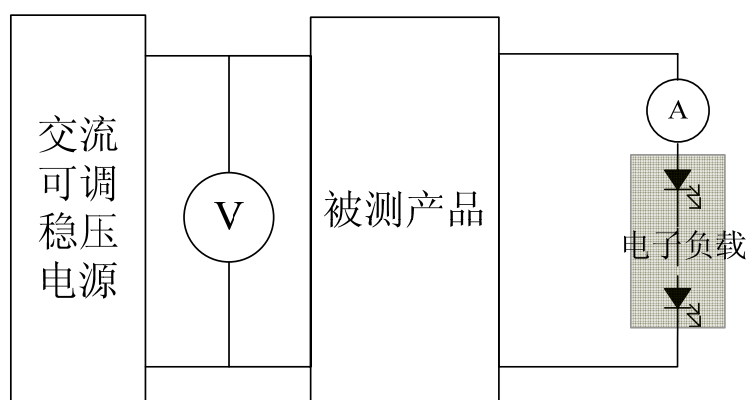


图 12

### 5.3.11.2 测量步骤

输入电压为额定值，在负载电流为额定负载，调节电子负载电流使之升高直到进入驱动器的过流保护状态。记录进入保护的临界值为过流保护点。

### 5.3.12 输入冲击电流试验

#### 5.3.12.1 测量示意图

测量示意图如图13所示。

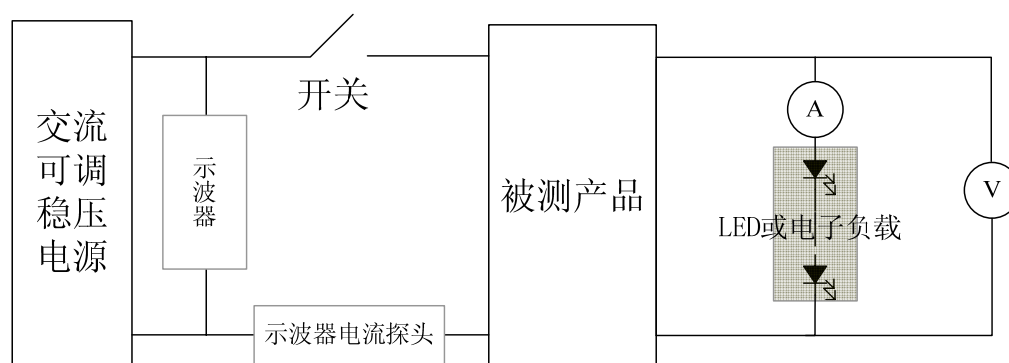


图 13

### 5.3.12.2 测量步骤

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做测量。

## 5.4 安全试验

### 5.4.1 一般安全试验

按GB 19510.1的相关规定进行。

### 5.4.2 防止意外接触带电部件的措施

按4.3.2中描述的方法进行检验。

### 5.4.3 防止电击的措施

按4.3.3中描述的方法进行检验。

#### 5.4.4 接地装置试验

按4.3.4中描述的方法进行检验。

#### 5.4.5 爬电距离和电气间隙试验

采用能精确到0.1mm的长度测量设备进行试验。

#### 5.4.6 防潮和绝缘

按4.3.6中描述的方法进行检验。

#### 5.4.7 介电强度

按4.3.7中描述的方法进行检验。

#### 5.4.8 异常状态

按4.3.8中描述的方法进行检验。

#### 5.4.9 故障状态

按4.3.9中描述的方法进行检验。

#### 5.4.10 螺丝，载流部件与连接件

合格性通过目视及GB 7000.1 中4.1.1和4.1.2所述试验进行检验。

#### 5.4.11 耐热，防火及耐漏电起痕

应对其实施GB 7000.1第13章所述球压试验来检验其合格与否。

#### 5.4.12 耐腐蚀

按4.3.12中描述的方法进行检验。

### 5.5 电磁兼容性试验

#### 5.5.1 无线电骚扰限值

按GB 17743规定的方法进行。

#### 5.5.2 谐波电流

按GB 17625.1规定的方法进行。

#### 5.5.3 电压波动和闪烁限制

按GB 17625.2规定的方法进行。

#### 5.5.4 静电放电抗扰度

按GB/T 17626.2规定的方法进行。

#### 5.5.5 射频电磁场辐射抗扰度

按GB/T 17626.3规定的方法进行。

#### 5.5.6 电快速瞬变脉冲群抗扰度

按 GB/T 17626.4 规定的方法进行。

#### 5.5.7 浪涌（冲击）抗扰度

按GB/T 17626.5规定的方法进行。

#### 5.5.8 注入电流及射频场感应的传导骚扰抗扰度

按 GB/T 17626.6 规定的方法进行。

#### 5.5.9 工频磁场抗扰度

按GB/T 17626.8规定的方法进行。

#### 5.5.10 电压暂降抗扰度

按GB/T 17626.11规定的方法进行。

### 5.6 环境试验

#### 5.6.1 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。

以下各项试验中规定的初始检测统一按4.1的规定进行，最后检测统一按4.2的规定进行。

#### 5.6.2 温度下限试验

##### 5.6.2.1 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7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。

##### 5.6.2.2 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，严酷程度取表7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。

#### 5.6.3 温度上限试验

##### 5.6.3.1 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7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。

##### 5.6.3.2 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，严酷程度取表7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。

#### 5.6.4 恒定湿热试验

##### 5.6.4.1 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7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。

##### 5.6.4.2 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表7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。

### 5.6.5 振动试验

受试样品须进行初始检测，并按4.5.2进行振动试验。

### 5.6.6 可靠性试验

MTBF试验按GB5080.7设备可靠性试验进行。

寿命试验需参照驱动器所使用电解电容的说明书，在额定电压，80%额定负载条件下进行测试和计算。取所有电容寿命的最小值。

## 6 检验规则

### 6.1 总则

产品在定型时和生产过程中通过规定的检验，以确定产品是否规范规定的要求。

### 6.2 检验分类

产品检验分为三类：

定型检验；

交收检验；

例行检验。

各类检验的试验项目和顺序分别按表8进行。若型号产品规范中补充了试验项目，应规定补充试验项目的检验类别及试验顺序的插入位置。

表8 检验项目

| 试验项目  |               | 要求    | 试验方法   | 定型检验 | 交收检验 | 例行检验 |
|-------|---------------|-------|--------|------|------|------|
| 外观和结构 |               | 4.1   | 5.2    | ○    | ○    | ○    |
| 电气性能  | 稳流范围          | 4.2   | 5.3.2  | ○    | ○    | ○    |
|       | 负载调整率         | 4.2   | 5.3.3  | ○    | ○    | ○    |
|       | 输入电压调整率       | 4.2   | 5.3.4  | ○    | ○    | ○    |
|       | 输出电压纹波及噪声峰峰值  | 4.2   | 5.3.5  | ○    | ○    | ○    |
|       | 功率因数          | 4.2   | 5.3.6  | ○    | ○    | ○    |
|       | 启动输出电流过冲幅度    | 4.2   | 5.3.7  | ○    | ○    | ○    |
|       | 启动时间          | 4.2   | 5.3.8  | ○    | ○    | ○    |
|       | 效率-满载         | 4.2   | 5.3.9  | ○    | ○    | ○    |
|       | 过压保护          | 4.2   | 5.3.10 | ○    | ○    | ○    |
|       | 输入冲击电流        | 4.2   | 5.3.11 | ○    | ○    | ○    |
| 安全    | 一般要求          | 4.3.1 | 5.4.1  | ○    | ○    | ○    |
|       | 防止意外接触带电部件的措施 | 4.3.2 | 5.4.2  | ○    | ○    | ○    |
|       | 防止电击的措施       | 4.3.3 | 5.4.3  | ○    | ○    | ○    |
|       | 接地装置          | 4.3.4 | 5.4.4  | ○    | ○    | ○    |
|       | 爬电距离和电气间隙     | 4.3.5 | 5.4.5  | ○    | ○    | ○    |
|       | 防潮和绝缘         | 4.3.6 | 5.4.6  | ○    | ○    | ○    |
|       | 介电强度          | 4.3.7 | 5.4.7  | ○    | —    | ○    |
|       | 异常状态          | 4.3.8 | 5.4.8  | ○    | —    | ○    |

|  |                    |        |             |   |   |   |
|--|--------------------|--------|-------------|---|---|---|
|  | 故障状态               | 4.3.9  | 5.4.9       | ○ | — | ○ |
|  | 螺丝, 载流部件与连接件       | 4.3.10 | 5.4.10      | ○ | ○ | ○ |
|  | 耐热, 防火及耐漏电起痕       | 4.3.11 | 5.4.11      | ○ | — | ○ |
|  | 耐腐蚀                | 4.3.12 | 5.4.12      | ○ | — | ○ |
| 电磁兼容性  | 无线电骚扰限值            | 4.4.1  | 5.5.1       | ○ | — | ○ |
|  | 谐波电流               | 4.4.2  | 5.5.2       | ○ | — | ○ |
|  | 电压波动和闪烁限制          | 4.4.3  | 5.5.3       | ○ | — | ○ |
|  | 静电放电抗扰度            | 4.4.4  | 5.5.4       | ○ | — | ○ |
|  | 射频电磁场辐射抗扰度         | 4.4.5  | 5.5.5       | ○ | — | ○ |
|  | 电快速瞬变脉冲群抗扰度        | 4.4.6  | 5.5.6       | ○ | — | ○ |
|  | 浪涌(冲击)抗扰度          | 4.4.7  | 5.5.7       | ○ | — | ○ |
|  | 注入电流及射频场感应的传导骚扰抗扰度 | 4.4.8  | 5.5.8       | ○ | — | ○ |
|  | 工频磁场抗扰度            | 4.4.9  | 5.5.9       | ○ | — | ○ |
|  | 电压暂降抗扰度            | 4.4.10 | 5.5.10      | ○ | — | ○ |
| 环境适应性  | 环境适应性              | 4.5.1  | 5.6.1-5.6.4 | ○ | — | ○ |
|  | 振动要求               | 4.5.2  | 5.6.5       | ○ | — | ○ |
|  | 可靠性                | 4.6    | 5.6.6       | ○ | — | — |
| 注: “○”表示在该类检验中应进行的试验项目, “—”表示在该类检验中不进行的试验项目。 |                    |        |             |   |   |   |

### 6.3 定型检验

产品在设计定型和生产定型时均应进行定型检验。

定型检验由产品承制方的质量检验部门或由上级主管部门指定或委托的质量检验单位负责进行。

定型检验中可靠性鉴定的受试样品数根据产品批量、试验时间和成本确定, 其余检验项目的样品数量为2台。

定型检验中的可靠性试验故障判据和计算方法见附录B, 其他项目均按以下规定进行:

检验中出现故障或某项通不过时, 应停止试验。查明故障原因, 提出故障分析报告, 排除故障, 重新进行该项试验。若在以后的试验中再出现故障或某项通不过时, 在查明故障原因, 提出故障分析报告, 排除故障, 应重新进行定型检验。

检验后应提交定型检验报告。

### 6.4 交收检验

批量生产或连续生产的产品, 进行逐批全数交收检验。检验中, 出现任一项不合格时, 返修后可重新进行检验。若再一次出现任一项不合格时, 则该产品判为不合格品。对于不合格品, 应修复成合格品后才能交付。

交收检验由产品承制方的质量检验部门负责进行。

### 6.5 例行检验

批量生产的产品, 其间隔时间超过六个月时, 每批均应进行例行检验; 连续生产的产品, 每年应至少进行一次例行检验。

当主要设计、工艺及关键元器件、原材料改变时, 应进行例行检验。

例行检验由产品承制方质量检验部门或上级主管部门指定或委托的质量检验单位负责进行。

例行检验的样品应在交收检验合格产品中随机抽取, 试验样品数为2台。



例行检验中出现故障或任一项通不过时，应查明故障原因，提出故障分析报告。经修复之后，从该项开始顺序做以下各项检验，如再次出现故障或某项通不过，查明故障原因后提出故障分析报告，再经修复后，应重新进行例行检验。在重新进行例行检验中，又出现某一项通不过时，则判该产品通不过例行检验。例行检验中经环境试验的样机，应印有标记，不准作为正品出厂。

检验后应提交例行检验报告。

## 7 标志、包装、运输、贮存

### 7.1 包装标志 包装箱外应注明产品型号、数量、质量、制造单位名称、地址、制造日期、产品执行规范编号。

包装箱外应印刷或贴有“易碎物品”、“向上”、“怕雨”、“堆码层数”或“堆码重量极限”等储运标志。储运标志应符合GB/T 191-2000的规定。

### 7.2 包装

包装箱应符合防潮、防尘、防震的要求，包装箱内应有装箱清单、检验合格证、备件、附件及有关的随机文件。

### 7.3 运输

包装后的产品应能用任何交通工具进行运输。产品在运输过程中不允许雨雪或液体直接淋袭和机械损伤。

### 7.4 贮存

产品贮存时应放在原包装箱内，存放产品的仓库环境温度为 $0^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 $30\%\sim 85\%$ 。仓库内不允许有各种有害气体、易燃和易爆物品及有腐蚀性的化学物品，并且应无强烈的机械震动、冲击和强磁场作用。包装箱应垫离地面至少15cm，距离墙壁、热源、冷源、窗口或空气入口至少50cm。

若在制造单位存放超过六个月，则应在出厂前重新进行交收检验。

## 附录 A. 确定导电部件是否可能引起电击的带电部件的试验

为了确定某一导电部件是否是可能引起电击的带电部件,应使驱动器在额定电压和标称电源频率下工作,并进行下述试验。

A.1 测量相关部件的电流,如果所测得的值大于0.7 mA(峰值)或2 mA直流电流,则该部件是带电部件。对1 kHz以上的频率,用以千赫为单位的频率数值乘以0.7 mA(峰值)的极限值,但是结果不应超过70 mA(峰值)。

测量相关部件与接地端之间的电流。

合格性按照GB/T 12113中的图4和7.1要求进行检验。

A.2 测量相关部件与任一易被触及的部件之间的电压,测量线路要具有50k $\Omega$ 的无感电阻。如果所测得的电压超过34 V(峰值),则该相关部件为带电部件。

对于上述试验,试验电源的一个极应处于地电位。

## 附录 B. 故障判据

### B.1 故障定义和解释

按GB/T 5271.14-1985规定的定义，出现以下情况之一均视为故障：

- a) 受试样品在规定的条件下，出现一个或几个性能参数超过规定要求；
- b) 受试样品在规定的应力范围内工作，由于机械零件、结构件的损坏或失灵，或出现了元器件的失效，而使受试样品不能完成其规定的功能。

### B.2 故障分类

#### B.2.1 关联性故障

关联性故障是受试样品预期会出现的故障，通常都是由产品本身条件引起的。它是在解释试验结果和计算可靠性特征值时必须计入的故障。

#### B.2.2 非关联性故障

非关联性故障是受试样品出现非预期的故障，这类故障不是由产品本身条件引起的，而是试验要求之外引起的，非关联性故障在解释试验结果和计算可靠性特征值时不计入。但应在试验中做记录，以

便于分析与判断时参考。

### B.3 关联性故障判据

以下故障为关联性故障：

必须更换元器件、零部件、外围设备等才能使系统恢复正常运行；

必须修理、调整接插件、电缆、插头和消除短路及接触不良，才能恢复正常运行；

不是由同一因素引起的，而同时发生两个或以上（含两个）的故障，应记为两个或两个以上的关联性故障。若由同一因素引起，则不论出现几次故障，均记为一次关联性故障；

由于受试样品本身原因，试验中出现危及测试、维护和使用人员的安全，或造成受试样品设备严重损坏的故障。一旦出现，应立即拒收或判定不合格。

### B.4 非关联性故障判据

以下故障为非关联性故障：

因试验条件变化超出规定范围（电网波动太大、温度波动太大、严重电磁干扰和机械冲击、振动等）所引起的故障；

因人为操作失误而使样机出现故障；

由于误判而更换元器件、零部件，或在检修过程中，由于人为因素而造成的故障；

根据产品有关技术规定，允许调整的部位（零部件、元器件等）未调整好而引起的故障；

a) 被确定是软件程序差错而造成的故障；

b) 若出现不正常情况，不需修理，停机 0.5h 后能自动恢复正常运行，每发生累积三次此类事件，则记为一次非关联性故障；

有寿命指标要求的部件，在寿命期以外出现的故障。

### B.5 判定

承担试验检测的单位，根据失效分析和产品规范及相关规范可以做出关联性故障或非关联性故障的判定。