

主题：开关电源测试规范

第一部分：电源指标的概念、定义

一. 描述输入电压影响输出电压的几个指标形式。

1. 绝对稳压系数。

A. 绝对稳压系数：表示负载不变时，稳压电源输出直流变化量 ΔU_0 与输入电网变化量 ΔU_i 之比。既：

$$K = \Delta U_0 / \Delta U_i。$$

B. 相对稳压系数：表示负载不变时，稳压器输出直流电压 U_0 的相对变化量 ΔU_0 与输出电网 U_i 的相对变化量 ΔU_i 之比。急：

$$S = \Delta U_0 / U_0 / \Delta U_i / U_i$$

2. 电网调整率。

它表示输入电网电压由额定值变化 $\pm 10\%$ 时，稳压电源输出电压的相对变化量，有时也以绝对值表示。

3. 电压稳定度。

负载电流保持为额定范围内的任何值，输入电压在规定的范围内变化所引起的输出电压相对变化 $\Delta U_0 / U_0$ （百分值），称为稳压器的电压稳定度。

二. 负载对输出电压影响的几种指标形式。

1. 负载调整率（也称电流调整率）。

在额定电网电压下，负载电流从零变化到最大时，输出电压的最大相对变化量，常用百分数表示，有时也用绝对变化量表示。

2. 输出电阻（也称等效内阻或内阻）。

在额定电网电压下，由于负载电流变化 ΔI_L 引起输出电压变化 ΔU_0 ，则输出电阻为

$$R_o = |\Delta U_0 / \Delta I_L| \text{ 欧。}$$

三. 纹波电压的几个指标形式。

1. 最大纹波电压。

在额定输出电压和负载电流下，输出电压的纹波（包括噪声）的绝对值的大小，通常以峰峰值或有效值表示。

2. 纹波系数 γ （%）。

在额定负载电流下，输出纹波电压的有效值 U_{rms} 与输出直流电压 U_0 之比，既

$$\gamma = U_{rms} / U_0 \times 100\%$$

3. 纹波电压抑制比。

在规定的纹波频率（例如 50HZ）下，输出电压中的纹波电压 $U_{i\sim}$ 与输出电压中的纹波电压 $U_{o\sim}$ 之比，即：

$$\text{纹波电压抑制比} = U_{i\sim} / U_{o\sim}。$$

这里声明一下：噪声不同于纹波。纹波是出现在输出端子间的一种与输入频率和开关频率同步的成分，用峰-峰（peak to peak）值表示，一般在输出电压的 0.5% 以下；噪声是出现在输出端子间的纹波以外的一种高频成分，也用峰-峰（peak to peak）值表示，一般在输出电压的 1% 左右。纹波噪声是二者的合成，用峰-峰（peak to peak）值表示，一般在输出电压的 2% 以下。

四. 冲击电流。冲击电流是指输入电压按规定时间间隔接通或断开时，输入电流达到稳定状态前所通过的最大瞬间电流。一般是 20A—30A。

五. 过流保护。是一种电源负载保护功能，以避免发生包括输出端子上的短路在内的过负载输出电流对电源和负载的损坏。过流的给定值一般是额定电流的 110%—130%。

六. 过压保护。是一种对端子间过大电压进行负载保护的功能。一般规定为输出电压的 130%—150%。

七. 输出欠压保护。当输出电压在标准值以下时，检测输出电压下降或为保护负载及防止误操作而停止电源并发出报警信号，多为输出电压的 80%—30% 左右。

八. 过热保护。在电源内部发生异常或因使用不当而使电源温升超标时停止电源的工作并发出报警信号。

九. 温度漂移和温度系数。

温度漂移：环境温度的变化影响元器件的参数变化，从而引起稳压器输出电压变化。常用温度系数表示温度漂移的大小。

绝对温度系数：温度变化 1 摄氏度引起输出电压值的变化 $\Delta U_0 / T$ ，单位是 V/°C 或毫伏每摄氏度。

相对温度系数：温度变化 1 摄氏度引起输出电压相对变化 $\Delta U_o T/U_o$ ，单位是 V/°C。

十. 漂移。

稳压器在输入电压、负载电流和环境温度保持一定的情况下，元件参数的稳定性也会造成输出电压的变化，慢变化叫漂移，快变化叫噪声，介于两者之间叫起伏。

表示漂移的方法有两种：

1. 在指定的时间内输出电压值的变化 ΔU_{ot} 。
2. 在指定时间内输出电压的相对变化 $\Delta U_{ot}/U_o$ 。

考察漂移的时间可以定为 1 分钟、10 分钟、1 小时、8 小时或更长。

只在精度较高的稳压器中，才有温度系数和温漂两项指标。

十一. 响应时间。

是指负载电流突然变化时，稳压器的输出电压从开始变化到达新的稳定值的一段调整时间。

在直流稳压器中，则是用在矩形波负载电流时的输出电压波形来表示这个特性，称为过度特性。

十二. 失真。

这是交流稳压器特有的。是指输出波形不是正 波形，产生波形畸变，称为畸变。

十三. 噪声。按 30HZ—18kHz 的可听频率规定，这对开关电源的转换频率不成问题，但对带风扇的电源要根据需要加以规定。

十四. 输入噪声。为使开关电源工作保持正常状态，要根据额定输入条件，按由允许输入外并叠加于工业用频率的脉冲状电压（0—peak）制定输入噪声指标。一般外加脉冲宽度为 100—800us，外加电压 1000V。

十五. 浪涌。这是在输入电压，以 1 分钟以上的间隔按规定次数加一种浪涌电压，以避免发生绝缘破坏、闪络、电弧等异常现象。通信设备等规定的数值为数千伏，一般为 1200V。

十六. 静电噪声。指在额定输入条件下，外加到电源框体的任意部分时，全输出电路能保持正常工作状态的一种重复脉冲状的静电。一般保证 5—10KV 以内。

十七. 稳定度。

允许使用条件下，输出电压最大相对变化 $\Delta U_o/U_o$ 。

十八. 电气安全要求（GB 4943-90）。

1. 电源结构的安全要求。

1) 空间要求。UL、CSA、VDE 安全规范强调了在带电部分之间和带电部分与非带电金属部分之间的表面、空间的距离要求。UL、CSA 要求：极间电压大于等于 250VAC 的高压导体之间，以及高压导体与非带电金属部分之间（这里不包括导线间），无论在表面间还是在空间，均应有 0.1 英寸的距离；VDE 要求交流线之间有 3mm 的徐变或 2mm 的净空隙；IEC 要求：交流线间有 3mm 的净空隙及在交流线与接地导体间的 4mm 的净空隙。另外，VDE、IEC 要求在电源的输出和输入之间，至少有 8mm 的空间间距。

2) 电介质实验测试方法（打高压：输入与输出、输入和地、输入 AC 两级之间）。

3) 漏电流测量。漏电流是流经输入侧地线的电流，在开关电源中主要是通过静噪滤波器的旁路电容器泄露电流。UL、CSA 均要求暴露的不带电的金属部分均应与大地相接，漏电流测量是通过将这些部分与大地之间接一个 1.5K 欧的电阻，其漏电流应该不大于 5 毫安。VDE 允许：用 1.5K 欧的电阻与 150nF 电容并接。并施加 1.06 倍额定使用电压，对数据处理设备，漏电流应不大于 3.5 毫安。一般是 1 毫安左右。

4) 绝缘电阻测试。VDE 要求：输入和低电压输出电路之间应有 7M 欧的电阻，在可接触到的金属部分和输入之间，应有 2M 欧的电阻或加 500V 直流电压持续 1 分钟。

5) 印制电路板要求。要求是 UL 认证的 94V-2 材料或比此更好的材料。

2. 对电源变压器结构的安全要求。

1) 变压器的绝缘。变压器的绕组使用的铜线应为漆包线，其他金属部分应涂有瓷、漆等绝缘物质。

2) 变压器的介电强度。在实验中不应出现绝缘层破裂和飞弧现象。

3) 变压器的绝缘电阻。变压器绕组间的绝缘电阻至少为 10M 欧，在绕组与磁心、骨架、屏蔽层间施加 500 伏直流电压，持续 1 分钟，不应出现击穿、飞弧现象。

4) 变压器湿度电阻。变压器必须在放置于潮湿的环境之后，立即进行绝缘电阻和介电强度实验，并满足要求。潮湿环境一般是：相对湿度为 92%（公差为 2%），温度稳定在 20 到 30 摄氏度之间，误差允许 1%，需在内放置至少 48 小时之后，立

即进行上述实验。此时变压器的本身温度不应该较进入潮湿环境之前测试高出 4 摄氏度。

5) VDE 关于变压器温度特性的要求。

6) UL、CSA 关于变压器温度特性的要求。

注: IEC——International Electrotechnical Commission

VDE——Verbandes Deutcher Electrotechnicer

UL——Underwriters' Laboratories

CSA——Canadian Standards Association

FCC——Federal Communications Commission

十九. 无线电骚扰 (按照 GB 9254-1998 测试)。

1. 电源端子骚扰电压限值。

2. 辐射骚扰限值。

二十. 环境实验。

环境试验是将产品或材料暴露到自然或人工环境中, 从而对它们在实际上可能遇到的贮存、运输和使用条件下的性能作出评价。

(1) 低温

(2) 高温

(3) 恒定湿热

(4) 交变湿热

(5) 冲撞 (冲击和碰撞)

(6) 振动

(7) 恒加速

(8) 贮存

(9) 长霉

(10) 腐蚀大气 (例如盐雾)

(11) 砂尘

(12) 空气压力 (高压或低压)

(13) 温度变化

(14) 可燃性

(15) 密封

(16) 水

(17) 辐射 (太阳或核)

(18) 锡焊

(19) 接端强度

(20) 噪声: 微打 65DB

二十一. 电磁兼容性试验。

电磁兼容性试验 (electromagnetic compatibility EMC)

电磁兼容性是指设备或系统在共同的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干扰的能力。

电磁干扰波一般有两种传播途径, 要按各个途径进行评价. 一种是以波长长的频带向电源线传播, 给发射区以干扰的途径, 一般在 30MHZ 以下. 这种波长长的频率在附属于电子设备的电源线的长度范围内还不满 1 个波长, 其辐射到空间的量也很少, 由此可掌握发生于电源线上的电压, 进而可充分评估干扰的大小, 这种噪声叫做传导噪声。

当频率达到 30MHZ 以上, 波长也会随之变短. 这时如果只对发生于电源线的噪声源电压进行评价, 就与实际干扰不符. 因此, 采用了通过直接测定传播到空间的干扰波评价噪声大小的方法, 该噪声就叫做辐射噪声. 测定辐射噪声的方法有上述按电场强度对传播空间的干扰波进行直接测定的方法和测定泄露到电源线上的功率的方法。

电磁兼容性试验包括以下试验:

① 磁场敏感度: (抗扰性) 设备、分系统或系统暴露在电磁辐射下的不希望有的响应程度. 敏感度电平越小, 敏感性越高, 抗扰性越差. 固定频率、峰峰值的磁场;

- ② 静电放电敏感度：具有不同静电电位的物体相互靠近或直接接触引起的电荷转移。300PF 电容充电到-15000V，通过 500 欧电阻放电。可超差，但放完后要正常。数据传递、储存，不能丢
- ③ 电源瞬态敏感度：包括尖峰信号敏感度（0.5us 10us 2 倍）、电压瞬态敏感度（10%-30%，30S 恢复）、频率瞬态敏感度（5%-10%，30S 恢复）。
- ④ 辐射敏感度：对造成设备降级的辐射干扰场的度量。（14K-1GHZ，电场强度为 1V/M）
- ⑤ 传导敏感度：当引起设备不希望有的响应或造成其性能降级时，对在电源、控制或信号线上的干扰信号或电压的度量。（30HZ-50KHZ 3V，50K-400M 1V）
- ⑥ 非工作状态磁场干扰：包装箱 4.6m 磁通密度小于 0.525uT,0.9m 0.525Ut。
- ⑦ 工作状态磁场干扰：上、下、左、右交流磁通密度小于 0.5mT。
- ⑧ 传导干扰：沿着导体传播的干扰。10KHz-30MHz 60(48)dBuV。
- ⑨ 辐射干扰：通过空间以电磁波形式传播的电磁干扰。10KHz-1000MHz 30 屏蔽室 60(54)uV/m。

第二部分 测试方法

一. 耐电压

(HI.POT,ELECTRIC STRENGTH ,DIELECTRIC VOLTAGE WITHSTAND) KV

1.1 定义:于指定的端子间,例如:I/P-O/P,I/P-FG,O/P-FG 间,可耐交流之有效值,漏电流一般可容许 10 毫安,时间 1 分钟。

1.2 测试条件: Ta: 25 摄氏度; RH: 室内湿度。

1.3 测试回路:

1.4 说明:

1. 4. 1 耐压测试主要为防止电气破坏，经由输入串入之高压，影响使用者安全。

1. 4. 2 测试时电压必须由 0V 开始调升，并于 1 分钟内调至最高点。

1. 4. 2 放电时必须注意测试器之 Timer 设定，于 OFF 前将电压调回 0V。

1. 4. 3 安规认证测试时，变压器需另行加测，室内，温度 25 摄氏度，RH: 95 摄氏度，48HR，后测试变压器初/次级与初级/CORE。

1. 4. 5 生产线测试时间为 1 秒钟。

二. 纹波噪声（涟波杂讯电压）

(Ripple & Noise) %, mv

2. 1 定义:

直流输出电压上重叠之交流电压成份最大值(P-P)或有效值。

2. 2 测试条件:

I/P: Nominal

O/P: Full Load

Ta: 25°C

2. 3 测试回路:

2. 4 测试波形:

2. 5 说明:

2. 5. 1 示波器之 GND 线愈短愈好,测试线得远离 PUS。

2. 5. 2 使用 1: 1 之 Probe。

2. 5. 3 Scope 之 BW 一般设定于 20MHz，但是对于目前的网络产品测试纹波噪声最好将 BW 设为最大。

2. 5. 4 Noise 与使用仪器，环境差异极大，因此测试必须表明测试地点。

2. 5. 5 测试纹波噪声以不超过原规格值 +1% Vo。

三. 漏电流（洩漏电流）

(Leakage Current) mA

3. 1 定义:

输入一机壳间流通之电流（机壳必须为接大地时）。

3. 2 测试条件:

I/P: Vin max.×1.06(TUV)/60Hz

Vin max.(UL1012)/60Hz

O/P: No Load/Full Load

Ta: 25 °C

3.3 测试回路:

3. 4 说明:

3. 4. 1 L, N 均需测。

3. 4. 2 UL1012 R 值为 1K5。

TUV R 值为 2K/0. 15uF。

3. 4. 3 漏电流规格 TUV: 3. 5mA,UL1012:5mA。

四. 温度测试

(Temperature Test)

4.1 定义:

温度测试指 PSU 于正常工作下, 其零件或 Case 温度不得超出其材质规格或规格定值。

4. 2 测试条件:

I/P: Nominal

O/P: Full Load

Ta : 25°C

4. 3 测试方法:

4. 3. 1 将 Thermo Coupler(TYPE K)稳固的固定于量测的物体上
(速干、Tape 或焊接方式)。

4. 3. 2 Thermo Coupler 于末端绞三圈后焊成一球状测试。

4. 3. 3 我们一般用点温计测量。

4. 4 测试零件:

热源及易受热源影响部分

例如: 输入端子、Fuse、输入电容、输入电感、滤波电容、桥整、热敏、突波吸收器、输出电容、输出电感、变压器、铁芯、绕线、散热片、大功率半导体、Case、热源零件下之 P.C.B.....。

4. 5 零件温度限制:

4. 5. 1 零件上有标示温度者, 以标示之温度为基准。

4. 5. 2 其他未标示温度之零件, 温度不超过 P.C.B.之耐温。

4. 5. 3 电感显示个别申请安规者, 温升限制 65°C Max(UL1012),75°C Max(TUV)。

五. 输入电压调节率

(Line Regulation) , %

5. 1 定义:

输入电压在额定范围内变化时, 输出电压之变化率。

Vmax-Vnor

Line Regulation(+)=-----

Vnor

Vnor-Vmin

Line Regulation(-)=-----

Vnor

Vmax-Vmin

Line Regulation=-----

Vnor

Vnor:输入电压为常态值, 输出为满载时之输出电压。

Vmax:输入电压变化时之最高输出电压。

Vmin:输入电压变化时之最低输出电压。

5. 2 测试条件:

I/P: Min./Nominal/Max

O/P:Full Load

Ta:25°C

5.3 测试回路:

5. 4 说明:

Line Regulation 亦可直接 Vmax-Vnor 与 Vmin-Vnor 之±最大值以 mV 表示, 再配合 Tolerance%表示。

六. 负载调节率

(Load Regulation) %

5. 1 定义:

输出电流于额定范围内变化(静态)时, 输出电压之变化率。

|Vminl-Vcent|

Line Regulation(+)=-----×100%

Vcent

|Vcent-VfL|

Line Regulation(-)=-----×100%

Vcent

|VminL-VfL|

Line Regulation(%)=-----×100%

Vcent

VmilL:最小负载时之输出电压

VfL:满载时之输出电压

Vcent:半载时之输出电压

6. 2 测试条件:

I/P: Nominal

O/P:Min./Half/Full Load

Ta:25°C

6.3 测试回路:

6. 4Load Regulation 亦可直接 Vmin.L-Vcent 与 Vcent-Vmax.之±最大值以 mV 表示, 再配合 Tolerance%表示。

第三部分 测试报告要求的项目:

对于电源部品认定测试, 测试报告要求提供测试数据及结论。来料检可根据要求减少测试项目, 对于测试不合格品的应该表明不合格的测试项。

一. 输入特性。

1. 工作输入电压和电压变动范围。

2. 输入电压的频率和频率变动范围。

3. 额定输入电流。是指在输入电压和输出电流在额定条件时的电流。

4. 输入下陷和瞬间停电。这是一种输入电压瞬间时下降或瞬断的状态, 要用额定输出电压和电流加以限定。测试的指标

为电压和时间。

5. 冲击电流。
6. 漏电流。
7. 效率。因为该指标与发热有关，因此散热时要考虑效率。
8. 测试中要标明输入采用单相 2 线式还是 3 相三线式。

二. 输出特性。

1. 额定输出电压。
2. 额定输出电流。
3. 稳压精度。
 - 1) 电压稳定度。
 - 2) 电流调整率。
 - 3) 纹波噪声。包括最大纹波电压；最大纹波噪声电压。
4. 瞬间电流变动导致的输出电压的变动值。

三. 附属功能要求。

1. 过流保护。
2. 过压保护。
3. 输入欠压保护。
4. 过热保护。
5. 绝缘电阻。输入端与壳体；输入端子和输出端子；输出端子和壳体。
6. 绝缘电压。打高压：输入与输出、输入和地、输入 AC 两级之间，根据国家标准制定高压值。

四. 结构规格。

1. 形状条件：如外包装机壳的有无等。
2. 确定外型尺寸和尺寸公差。
3. 安装条件：安装位置、安装孔、等。
4. 冷却条件：强制或自冷以及通风方向，风量和孔径尺寸。
5. 接口位置和标志。
6. 操作零部件（输出电压可调电阻、开关、指示灯）的位置和提示文字的位置。
7. 重量。

五. 使用环境条件。

1. 温度。
2. 湿度。
3. 耐振动、冲击。

六. 其它条件。

1. 输入噪声。
2. 浪涌。
3. 静电噪声（有外壳的有要求）。