

本标准规定了微型计算机系统中开关电源通用规范，适用于额定功率在100W及以下的开关电源。本标准不适用于额定功率大于100W的开关电源。

本标准规定了开关电源的术语和定义、产品分类、基本要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等。

本标准规定了开关电源的术语和定义、产品分类、基本要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等。

本标准规定了开关电源的术语和定义、产品分类、基本要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等。

本标准规定了开关电源的术语和定义、产品分类、基本要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等。

本标准规定了开关电源的术语和定义、产品分类、基本要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等。

本标准规定了开关电源的术语和定义、产品分类、基本要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等。

本标准规定了开关电源的术语和定义、产品分类、基本要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等。

本标准规定了开关电源的术语和定义、产品分类、基本要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等。

本标准规定了开关电源的术语和定义、产品分类、基本要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等。



GB/T 14714-2008

中华人民共和国
国家标准
微型计算机系统中
开关电源通用规范
GB/T 14714—2008

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 38 千字
2008年11月第一版 2008年11月第一次印刷

书号:155066·1-34745 定价 20.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533



中华人民共和国国家标准

GB/T 14714—2008
代替 GB/T 14714—1993

微小型计算机系统设备用 开关电源通用规范

General specification of switching power
supply for mini-micro computer system

2008-07-18 发布

2008-12-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布



目 次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 要求 2

5 试验方法 5

6 检验规则..... 15

7 标志、包装、运输、贮存 17

附录 A（规范性附录） 故障判据 18

前 言

本标准代替 GB/T 14714—1993《微小型计算机系统设备用开关电源通用技术条件》。

本标准与 GB/T 14714—1993 的主要区别如下：

- 标准名称修改为“微小型计算机系统设备用开关电源通用规范”；
- 表 1 中关于电压分类，电压分类增加 3.3 V 和负电压，取消 24 V，将大于 60 V 的电压并入“其他”；将“最小调节范围”修改为“稳压范围”；其他各项指标也作了部分修订；
- 增加电源适应能力的要求；
- 电磁兼容增加抗扰度限值和谐波电流限值的要求；
- 可靠性要求由 3 000 h 更改为 4 000 h；
- 主要性能试验增加测试电流计算方法，确定了额定负载的计算方法，并在相关的试验中作了修订。

本标准中的附录 A 是规范性附录。

本标准由全国信息技术标准化技术委员会(SAC/TC 28)提出并归口。

本标准起草单位：中国电子技术标准化研究所、东莞市金河田实业有限公司、七喜控股股份有限公司、中国长城计算机深圳股份有限公司、深圳市航嘉驰源科技有限公司。

本标准主要起草人：刘正波、郑洪仁、谢月明、汤汉文、姚凯文、张贻南、谭建辉、罗勇进。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 14714—1993。

微小型计算机系统设备用 开关电源通用规范

1 范围

本标准规定了微小型计算机系统设备用开关电源的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存等。

本标准适用于微小型计算机系统设备用开关电源(通常简称开关电源),是制定产品标准的依据。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。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标准,然而,鼓励根据本标准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标准。

GB/T 191—2008 包装储运图示标志(ISO 780:1997,MOD)

GB/T 2421 电工电子产品环境试验 第1部分:总则(GB/T 2421—1999,eqv IEC 60068-1:1988)

GB/T 2422 电工电子产品环境试验 术语(GB/T 2422—1995,eqv IEC 60068-5-2:1990)

GB/T 2423.1—2001 电工电子产品环境试验 第2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2部分:试验方法 试验B:高温(IEC 60068-2-2:1974,IDT)

GB/T 2423.3—2006 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Cab:恒定湿热试验(IEC 60068-2-78:2001,IDT)

GB/T 2423.5—1995 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Ea和导则:冲击(idt IEC 60068-2-27:1987)

GB/T 2423.6—1995 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Eb和导则:碰撞(idt IEC 60068-2-29:1987)

GB/T 2423.10—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Fc:振动(正弦)(IEC 60068-2-6:1995,IDT)

GB/T 4857.5—1992 包装 运输包装件 跌落试验方法(eqv ISO 2248:1985)

GB 4943—2001 信息技术设备的安全(eqv IEC 60950:1999)

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(idt IEC 60605-7:1978)

GB/T 5271.14—2008 信息技术 词汇 第14部分:可靠性、可维修性与和可用性(ISO/IEC 2382-14:1997,IDT)

GB/T 6882—1986 声学 噪声源声功率级的测定 消声室和半消声室精密法(neq ISO 3745:1977)

GB 9254 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法(GB 9254—1998,idt CISPR 22:1997)

GB/T 17618 信息技术设备抗扰度限值和测量方法(GB/T 17618—1998, idt CISPR 24:1997)

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

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

维持时间 hold up time

交流电源断电到输出电压下降至下限值的时间段。

3.2

过冲幅度 overshoot

由某一影响量瞬变而引起输出直流电压超过稳压值的现象为过冲。过冲幅度为输出电压偏离正常值的最大瞬变幅度。

3.3

暂态恢复时间 transient recover time

由某一影响量瞬变,输出电压从第一次离开稳压区到最后进入稳压区的时间间隔。

3.4

负载稳定度 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输出电压的相对变化量。

3.5

电压稳定度 voltage stability

在所有其他影响量保持不变时,由于输入电压的变化,所引起输出电压的相对变化量。

3.6

输出纹波及噪声 output ripple & noise

输出直流电压中所包括的交流分量峰—峰值。

3.7

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。

4 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。

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,并应符合有关标准的规定。

4.2 性能要求

设计性能应符合表1的要求。如有特殊要求的产品,由供需双方协商规定。

表 1 主要性能

项目		1 级					2 级					3 级					
电压分类/ V		3.3	5	12	负电压	其他	3.3	5	12	负电压	其他	3.3	5	12	负电压	其他	
稳压范围		±5%			±10%		±5%			±10%		±5%			±10%		
负载稳定度		≤8%			≤10%	≤8%	≤6%			≤8%	≤6%	≤6%			≤8%	≤6%	
电压稳定度		≤1%															
纹波及噪声 $V_{pp}/$ mV		≤80	≤150	小于额定电压值的 1.5%	由产品 标准 规定	≤50	≤120	小于额定电压值的 1%	由产品 标准 规定	≤50	≤120	小于额定电压值的 1%	由产品 标准 规定	≤50	≤120	小于额定电压值的 1%	由产品 标准 规定
漂移		≤5‰	≤3‰	≤10‰		≤4‰	≤2‰	≤8‰		≤4‰	≤2‰	≤8‰		≤4‰	≤2‰	≤8‰	
效率		额定负载时≥70%，额定负载的 50%负载时≥72%， 额定负载的 20%负载时≥65%										在额定负载及 20%和 50% 的额定负载时≥80%					
维持时间/ms		≥12					≥16					≥20					
温度系数/(1/℃)		≤5×10 ⁻⁴					≤3×10 ⁻⁴					≤2×10 ⁻⁴					
过冲幅度		≤额定输出电压的 10%，或由产品标准规定															
过流保护值		≤额定输出电流的 200%，或由产品标准规定															
直流过 压保护	动作值/ V	3.76~ 4.5	5.74~ 7.0	13.4~ 15.6	由产品标准 规定		3.76~ 4.5	5.74~ 7.0	13.4~ 15.6	由产品标准 规定		3.76~ 4.5	5.74~ 7.0	13.4~ 15.6	由产品标准 规定		
	响应 时间	≤100 μs 或由产品标准规定															
输入冲击电流		最大值应小于 50 倍输入电流的标准值，或由产品标准规定															
暂态恢复时间/ ms		最大值应小于 50 或由产品标准规定															
注：5 V 待机输出电压，直流过压保护功能不受表中要求的限制。																	

4.3 安全

4.3.1 一般要求

产品的一般安全要求应符合 GB 4943—2001 中的有关规定。

4.3.2 接触电流

产品的接触电流应符合 GB 4943—2001 中 5.1 的规定。

4.3.3 抗电强度

产品的抗电强度应符合 GB 4943—2001 中 5.2 的规定。

4.3.4 接地连续性

产品的接地连续性应符合 GB 4943—2001 中 2.6 的规定。

4.3.5 保护功能

产品应具有过流、过压和短路等保护功能。

4.4 电源适应能力

产品应在电压 200^{+22}_{-33} V、频率(50±1) Hz 的条件下正常工作。

4.5 噪声

产品工作时,噪声应低于 45 dB。如有特殊要求的产品,由供需双方协商规定。

4.6 电磁兼容性

4.6.1 无线电骚扰限值

产品的无线电骚扰限值应符合 GB 9254 规定的要求。应在产品标准中指明是 A 级或 B 级。

4.6.2 抗扰度限值

产品的抗扰度限值应符合 GB/T 17618 规定的要求。

4.6.3 谐波电流

产品的谐波电流应该符合 GB 17825.1 规定的要求。

4.7 环境适应性

4.7.1 气候环境适应性应符合表 2 的规定。

4.7.2 机械环境适应性应符合表 3~表 6 的规定。

注:表 2~表 5 中可选不同级别。

表 2 气候环境适应性

项 目		级 别		
		1	2	3
温度	工 作	5℃~40℃	0℃~45℃	-10℃~55℃
	贮存运输		-40℃~55℃	
相对湿度	工 作	40%~80%	40%~90%	20%~90%(40℃)
	贮存运输		10%~93%(40℃)	
大气压			86 kPa~106 kPa	

表 3 振动适应性

试验项目	试验内容	级 别			
		1	2	3	
初始和最后响应检查	频率范围	5 Hz~35 Hz	10 Hz~55 Hz	10 Hz~58 Hz	58 Hz~150 Hz
	扫频速率	≤1 oct/min			
	位移幅值或加速度	0.15 mm			20 m/s ²
定额耐久试验	位移幅值或加速度	0.15 mm	0.75 mm(10 Hz~25 Hz) 0.15 mm(25 Hz~58 Hz)	20 m/s ²	
	试验时间	(10±0.5) min	(30±1) min		
扫频耐久试验	频率范围	5 Hz~35 Hz ~5 Hz	10 Hz~55 Hz ~10 Hz	10 Hz~58 Hz ~10 Hz	58 Hz~150 Hz ~58 Hz
	位移幅值或加速度	0.15 mm			20 m/s ²
	扫频速率	≤1 oct/min			
	循环次数	2	5		

注:表中驱动振幅为峰值。

表 4 冲击适应性

级别	峰值加速度/(m/s ²)	脉冲持续时间/ms	冲击次数	冲击波形
1	150	11	x、y、z 三个 轴向面,每 面各 3 次	半正弦波
2	300	18		
3	500	11		

表 5 碰撞适应性

级别	峰值加速度/(m/s ²)	脉冲持续时间/ms	碰撞次数
1	50	16	1 000±10
2	100	16	
3	250	6	

表 6 运输包装件跌落适应性

包装件质量/kg	跌落高度/mm
≤15	1 000
15~30	800
30~40	600
40~45	500
45~50	400
>50	300

4.8 可靠性

采用平均故障间隔时间(MTBF)衡量系统的可靠性水平。产品的平均故障间隔时间(MTBF)的 m_1 值应不少于 4 000 h。

5 试验方法

5.1 试验环境条件

本标准中除气候环境试验、可靠性试验以外,其他试验均可在下述测试用标准大气条件下进行:

- a) 温度:15℃~35℃;
- b) 相对湿度:25%~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 min。

5.3.1.1 对测试用的交流稳压电源要求

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

5.3.1.2 测试用负载设备要求

应使用电流性电子负载,如果测试产品为多路输出,应使用一体化的可程式多路电子负载仪。

5.3.1.3 测试电流计算方法

5.3.1.3.1 对于各路输出没有功率限制的情况,依据式(1)计算降级因数 D 。

$$D = \frac{P}{(V_1 \times I_1) + (V_2 \times I_2) + (V_3 \times I_3) + (V_4 \times I_4)} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- D ——降级因数;
- P ——额定输出功率;
- V ——各路额定输出电压;
- I ——各路标识输出电流。

如果 $D \geq 1$,每组电流的标称电流就是每组输出电压的额定负载。

如果 $D < 1$,采用降级因数 D ,依据式(2)计算试验时某一路输出的电流。

$$I_{bus} = I_n \times D \times \frac{X}{100} \dots\dots\dots(2)$$

令 X 等于 100 时,计算出的 I_{bus} 就是此路输出电压的额定负载。

5.3.1.3.2 对于各路输出有功率限制的情况

分别计算各路额定输出功率的降级因数 D_S 和电源总额定输出功率的降级因数 D_T 。

假定一个 6 路输出的电源,第 1 路输出和第 2 路输出有一个限制功率,第三路和第四路输出有一个限制功率,见表 7 所示:

表 7 直流输出限制功率

各路输出电压	各路标称输出电流	各路额定输出功率	电源额定输出功率
V_1	I_1	P_{S1-2}	P
V_2	I_2		
V_3	I_3	P_{S3-4}	
V_4	I_4		
V_5	I_5	P_{S5}	
V_6	I_6	P_{S6}	

计算每一路小群输出的降级因数 D_{S1} 到 D_{S6} ,见式(3)。

$$D_{S1-2} = \frac{P_{S1-2}}{V_1 \times I_1 + V_2 \times I_2}$$
$$D_{S3-4} = \frac{P_{S3-4}}{V_3 \times I_3 + V_4 \times I_4} \dots\dots\dots(3)$$
$$D_{S5} = \frac{P_{S5}}{V_5 \times I_5}$$
$$D_{S6} = \frac{P_{S6}}{V_6 \times I_6}$$

计算施加小群最大输出功率时的电源总降级因数 D_T ,见式(4)。

$$D_T = \frac{P}{P_{S1-2} + P_{S3-4} + P_5 + P_6} \dots\dots\dots(4)$$

测试时输出的电流见表 8:

表 8 测试电流计算

各路输出电压	各路标称输出电流	输出功率小群	测试输出电流 I_n
V_1	I_1	1-2	$D_T \times D_{S1-2} \times I_1 \times \frac{X}{100}$
V_2	I_2		$D_T \times D_{S1-2} \times I_2 \times \frac{X}{100}$
V_3	I_3	3-4	$D_T \times D_{S3-4} \times I_3 \times \frac{X}{100}$
V_4	I_4		$D_T \times D_{S3-4} \times I_4 \times \frac{X}{100}$
V_5	I_5	5	$D_T \times D_{S5} \times I_5 \times \frac{X}{100}$
V_6	I_6	6	$D_T \times D_{S6} \times I_6 \times \frac{X}{100}$
当 $D_S \geq 1$, 计算测试输出电流时, 令 $D_S = 1$ 。 当 $D_T \geq 1$, 计算测试输出电流时, 令 $D_T = 1$ 。 令 $X = 100$ 时, 计算出的 I_n 就是此路输出电压的额定负载。			

5.3.2 稳压范围试验

5.3.2.1 测量示意图

测量示意图如图 1 所示。

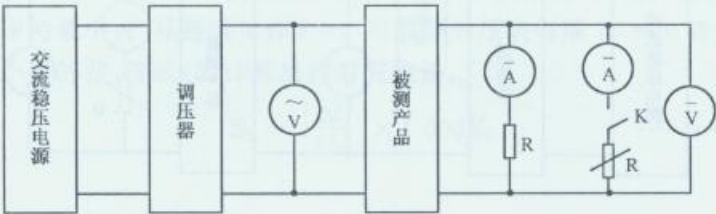


图 1

5.3.2.2 测量步骤

把输入电压调到标称值, 将负载电流由最小值调整到额定负载(各组输出电压的额定负载按 5.3.1.3 的方法确定, 下同; 多路输出时, 其他各路与被测一路同时置于相同比值的负载), 在上述要求的负载范围内任意一点, 当输出电压达到稳态后, 10 s 内测量出输出电压 U_o 。对于负载电流超过 10 A 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。

然后把输入电压调整到标称值的 110% 和 85%, 重复上述测量。

按式(5) 计算出电压变化量, 取其最大值。

$$S_1 = \left| \frac{\Delta U_o}{U_s} \right| \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

式中:

$\Delta U_o = U_o - U_s$;

ΔU_o ——直流电压变化量;

U_s ——标称直流输出电压;

S_i ——稳压范围。

5.3.3 负载稳定度试验

5.3.3.1 测量示意图

测量示意图如图 1 所示。

5.3.3.2 测量步骤

把输入电压调到标称值的 110%，将负载电流调到额定负载，测量输出电压 U_O 。然后，改变负载电流，调整到额定负载电流的 20%~100% 或 100%~20%（多路输出时，其他各路与被测一路同时置于相同比值的负载）。输出电压达到稳态后，10 s 内分别测出最小负载和最大负载时的输出电压 U_{O1} 。

然后把输入电压降到标称值的 85%，重复上述测量。

对于负载电流超过 10 A 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。

按式(6) 计算出电压相对变化量，取其最大值。

$$S_i = \left| \frac{\Delta U_O}{U_O} \right| \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$\Delta U_O = U_O - U_{O1}$ ；

ΔU_O ——直流电压变化量；

S_i ——负载稳定度。

当输出电压的最大变化不在上述被测点上时，应找出其最大变化点，并测出其结果。

5.3.4 电压稳定度试验

5.3.4.1 测量示意图

测量示意图如图 2 所示。

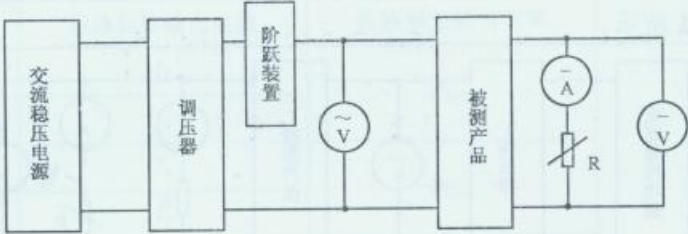


图 2

5.3.4.2 测量步骤

在输入电压标称值，负载电流调整为额定负载时，测量输出电压 U_O （多路输出时，其他各路负载与被测一路同时置于额定负载）。

在负载电流为额定值时，将输入电压变化到标称值的 110% 和标称值的 85%，在输出电压达到稳态后，10 s 内分别测出输出电压 U_{O1} 。

在负载电流为额定值的 20% 时（多路输出时，其他各路负载与被测一路同时置于相同比值负载下），重复上述测量。

按式(7)计算出输出电压的相对变化量，取其最大值。

$$S_v = \left| \frac{\Delta U_O}{U_O} \right| \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$\Delta U_O = U_O - U_{O1}$ ；

ΔU_O ——直流电压变化量；

S_v ——负载稳定度。

当输出电压的最大变化不在上述被测点时,应找出其最大变化点,并测出其结果。

5.3.5 输出纹波及噪声试验

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

在输入电压标称值,负载电流为额定负载和最小值时,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。

输入电压在标称电压 110%或 85%时,负载电流为额定值和最小值,重复上述测量取其最大值。

测量纹波电压所用示波器的带宽大于 50 MHz,测试带宽设定为 20 MHz,输入探头为 1 MΩ/10 pF,示波器探头以 a 点作为测量点,示波器的探头线要尽可能的短,测试电路中 C₁ 为 47 μF 钽电容器、C₂ 为 0.1 μF 高频电容器。

5.3.6 漂移试验

把输入电压调到标称值,将负载电流调到额定负载,测量输出电压 U_O。交流输入电压、直流负载及温度等所有影响量保持最小,产品连续工作 8 h。用数字电压表每隔 15 min 测量一次输出电压,计算输出电压最大值与最小值的差,按式(8)计算出相对变化量。

$$S_t = \left| \frac{\Delta U}{U_O} \right| \times 1\,000\% \dots\dots\dots(8)$$

式中:

ΔU——输出电压最大值与最小值的差;

U_O——直流输出电压;

S_t——时间漂移。

5.3.7 温度系数试验

在输入电压为标称值、负载电流为额定值时,恒温箱温度由室温变化到最高使用温度,每变化 10 ℃,待温度稳定后,测量输出电压 U_{O1}。

恒温箱温度由室温变化到最低使用温度时,重复上述测量。

按式(9)计算出各次测量点的温度系数。取其最大值。

$$\alpha = \left| \frac{\Delta U_O}{U_O} / \Delta T \right| \dots\dots\dots(9)$$

式中:

ΔU_O=U_{O1}-U_O;

ΔU_O——直流电压变化量;

ΔT——温度变化量;

α——电源温度系数。

5.3.8 过冲幅度和暂态恢复时间试验

5.3.8.1 输入电压阶跃时测量示意图

输入电压阶跃时过冲幅度和暂态恢复时间测量示意图如图 4 所示。

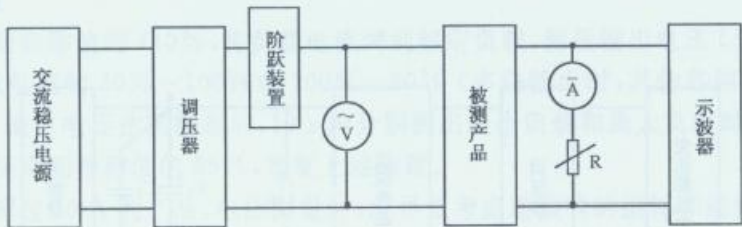


图 4

5.3.8.2 输入电压阶跃时过冲幅度和暂态恢复时间的测量步骤

在负载电流为额定值时,输入电压由标称值分别阶跃到 110% 和 85%,用示波器分别测出输出电压的过冲幅度和暂态恢复时间。

5.3.8.3 负载阶跃时测量示意图

负载阶跃时过冲幅度和暂态恢复时间测量示意图如图 5 所示。

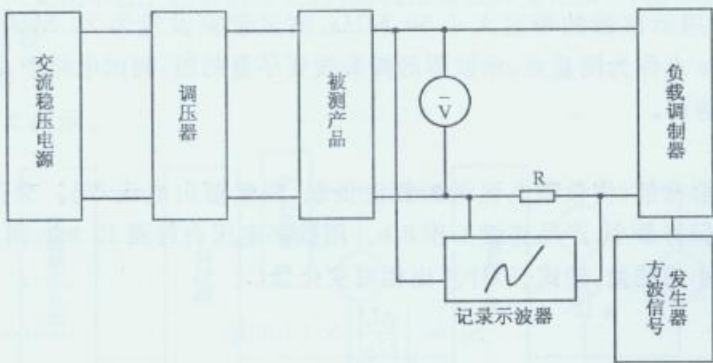


图 5

5.3.8.4 负载阶跃时过冲幅度和暂态恢复时间的测量步骤

在输入电压为标称值时,负载电流从额定电流的 50% 阶跃到额定电流的 100%,再从额定电流的 100% 阶跃到额定电流的 50%,多路输出时,其他各路与被测一路同时置于同比值的负载,用示波器测量输出电压的过冲幅度和暂态恢复时间。见图 6 和图 7。

输入电压分别在标称值的 110% 和 85%,重复上述测量。

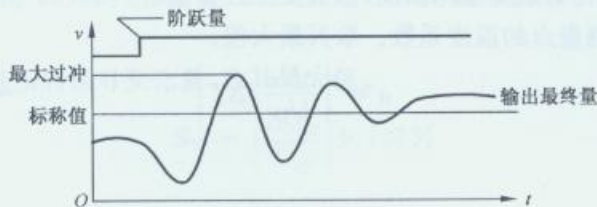
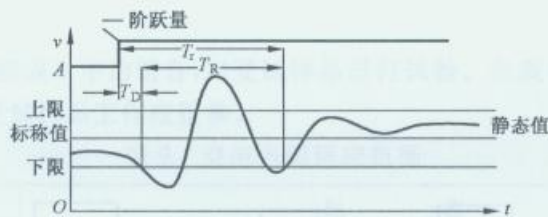


图 6



A——一般输出量；
T_D——瞬态延迟时间；
T_R——瞬态恢复时间；
T_r——总的瞬态恢复时间。

图 7

5.3.9 效率试验

5.3.9.1 测量示意图

测量示意图如图 8 所示。

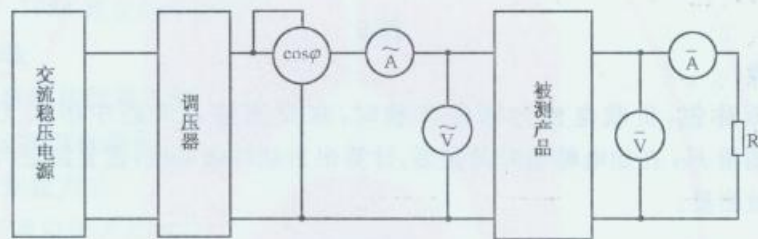


图 8

5.3.9.2 测量步骤

在输入电压为标称值，负载电流为额定电流时，测量输入电压、输入电流、功率因数、输出电压和输出电流。

对于功率较大的产品，输出电压值的测试点应选在输出线终端量测，尽量减小因负载较大引起的端子连接损耗。

负载电流调整为额定电流的 20% 时，重复上述测量。

负载电流调整为额定电流的 50% 时，重复上述测量。

按式(10)，式(11)计算效率：

单路输出时：
$$\eta = \frac{U_O I_O}{U_{\sim} I_{\sim} \cos \phi} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (10)$$

多路输出时：
$$\eta = \frac{\sum_{n=1}^n U_n I_n}{U_{\sim} I_{\sim} \cos \phi} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中：

n——输出组数；

U_O、U_n、I_O、I_n——直流电压、电流；

U_~、I_~——交流电压、电流；

cosφ——功率因数。

5.3.10 维持时间试验

在输入电压为标称值时，电源处于额定负载情况下，切断交流输入电压，用示波器测量，从切断交流输入电压到直流输出电压下降到标称值的 95% 时的时间间隔。

交流电压断电的相位角为 90 度，多组直流输出时，维持时间测试的参考电压为 +5 V。

5.3.11 输入冲击电流试验

5.3.11.1 测量示意图

测量示意图如图 9 所示。

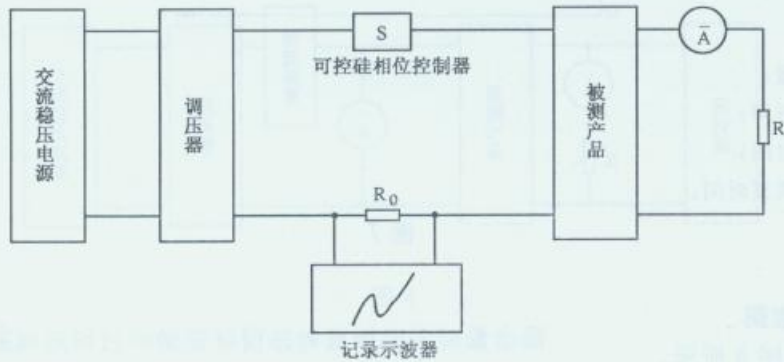


图 9

5.3.11.2 测量步骤

在输入电压为标称值，负载电流为额定负载时，在交流输入回路中串入无感电阻 R_0 ($R_0 = 0.01 \Omega$)，用示波器测量 R_0 在加电峰值时的波形，计算出启动冲击电流，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 4943—2001 的有关规定进行。

5.4.2 接触电流试验应按 GB 4943—2001 中 5.1 的规定进行测量，其限值不应超过 GB 4943—2001 中表 5 的最大电流。

5.4.3 抗电强度应按 GB 4943—2001 中 5.2 的规定进行，定型检验和例行检验的电压维持时间是 60 s，交收检验保持 1 s，试验期间绝缘不应被击穿。

针对抗电强度的交收检验(包括生产线末端)，对每个产品只进行一次。

5.4.4 接地连续性试验应按 GB 4943—2001 中 2.6 的规定进行。接地端子与需要接地的零部件(如外箱)之间的连接电阻不应超过 0.1Ω 。

5.4.5 保护功能试验

5.4.5.1 过流保护值试验

输入电压为标称电压，初始负载电流为额定负载，电流按 10 A/s 的速率爬升。

产品在上述条件正常工作时，逐渐增加电流，当负载电流进入过流保护范围时应自动保护，过流排除后重新启动或自动恢复后应能正常工作。

5.4.5.2 短路试验

产品在输入电压为标称值，负载电流最小设定为额定电流的 10% 时，产品正常工作，然后人为将输出电压短路，短路阻抗应小于 $100 \text{ m}\Omega$ ，短路的时间为最小 1 s，产品应能自动保护，故障排除后重新启动或自动恢复，产品应正常工作。

5.4.5.3 直流过压保护动作值试验

产品在输入电压为标称值，负载电流为额定负载的 5% 时，调节输出电压使之产生过压，当输出电压超过过压保护值时，产品应自动保护，故障排除后重新启动或自动恢复，产品应正常工作。用示波器测量过压保护值及回到标称值 110% 时的时间。如按本条方法试验有困难，也可改为对产品电路进行分析，确认产品是否具有输出过压保护功能。

5.5 电源适应能力试验

交流电源适应能力试验按表 9 中的组合,对受试样品进行试验。负载电流定义为额定电流。每种组合应运行检查程序一遍,受试样品工作应正常。

表 9 交流电源适应范围

组合	标 称 值	
	电压/V	频率/Hz
1	220	50
2	187	49
3	187	51
4	242	49
5	242	51

5.6 噪声试验

按 GB/T 6882—1986 规定的方法进行。

5.7 电磁兼容性试验

5.7.1 无线电骚扰限值的测量方法

按 GB 9254 规定的方法进行。

5.7.2 抗扰度限值测量方法

按 GB/T 17618 规定的方法进行。

5.7.3 谐波电流限值测量方法

按 GB 17625.1 规定的方法进行。

5.8 环境试验

5.8.1 一般要求

本标准中,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 5.2 的规定进行,最后检测统一按 5.3.2~5.3.5 的规定进行。

5.8.2 温度下限试验

5.8.2.1 工作温度下限试验

按 GB/T 2423.1—2001“试验 Ad”进行。受试样品须进行初始检测,严酷程度取表 2 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 h,工作应正常。恢复时间为 2 h。

5.8.2.2 贮存温度下限试验

按 GB/T 2423.1—2001“试验 Ab”进行。受试样品须进行初始检测,严酷程度取表 2 规定的贮存温度下限值,受试样品在不工作条件下存放 16 h,恢复时间为 2 h,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。

5.8.3 温度上限试验

5.8.3.1 工作温度上限试验

按 GB/T 2423.2—2001“试验 Bd”进行。受试样品须进行初始检测,严酷程度取表 2 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 h,工作应正常。恢复时间为 2 h。

5.8.3.2 贮存温度上限试验

按 GB/T 2423.2—2001“试验 Bb”进行。受试样品须进行初始检测,严酷程度取表 2 规定的贮存温

度上限值,受试样品在不工作条件下存放 16 h,恢复时间为 2 h,然后进行最后检测。

5.8.4 恒定湿热试验

5.8.4.1 工作条件下恒定湿热试验

按 GB/T 2423.3—2006“试验 Cab”进行。受试样品须进行初始检测,严酷程度取表 2 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 h,工作应正常。恢复时间为 2 h。

5.8.4.2 贮存条件下恒定湿热试验

按 GB/T 2423.3—2006“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 2 规定上限存储温度和湿度存放 48 h,恢复时间为 2 h,并进行最后检测。

5.8.5 振动试验

按 GB/T 2423.10—2008“试验 Fc”进行。受试样品须进行初始检测,并按工作位置固定在振动台上,受试样品在不工作状态下,按表 3 规定值进行试验,分别对三个互相垂直轴线方向进行振动,试验完成后须进行最后检测。

5.8.5.1 初始振动响应检查

试验在给定频率范围内,在一个扫频循环上完成。试验过程中记录危险频率,包括机械共振频率和导致故障及影响性能的频率。

5.8.5.2 定频耐久试验

用初始振动响应检查中记录的危险频率进行定频试验。如果两种危险频率同时存在,则不得只选其中一种。

在试验规定频率范围内如无明显共振频率或无影响性能的频率,或危险频率超过四个则不做定频耐久试验,仅做扫频耐久试验。

5.8.5.3 扫频耐久试验

按表 3 给定频率范围由低到高,再由高到低,作为一次循环,按表 3 规定的循环次数进行,已做过定频耐久试验的样品不再做扫频耐久试验。

5.8.5.4 最后振动响应检查

此项试验在不工作状态下进行,对于已做过定频耐久试验的受试样品应做此项试验。对于做扫频耐久试验的样品,可将最后一次扫频试验作为最后振动响应检查。本试验须将记录的共振频率与初始振动频率响应检查记录的共振频率相比较,若有明显变化,应对受试样品进行修整,重新进行该项试验。试验结束后,进行最后检测。

5.8.6 冲击试验

按 GB/T 2423.5—1995“试验 Ea”进行。受试样品应进行初始检测,安装时要注意重力影响,按表 4 规定值,在不工作状态下,分别对三个互相垂直轴线方向进行冲击,冲击次数各为三次,试验后进行最后检测。

5.8.7 碰撞试验

按 GB/T 2423.6—1995“试验 Eb”进行。受试样品应进行初始检测,安装时要注意重力影响,按表 5 规定值,在不工作状态下,分别对三个互相垂直轴线方向各进行一次碰撞,试验后进行最后检测。

5.8.8 运输包装件跌落试验

受试样品应进行初始检测,将运输包装件按 GB/T 4857.5—1992 的 5.6.2a)的要求和本标准表 6 的规定值进行跌落,任选四面,每面跌落一次。试验后检查包装件的损坏情况,并对受试样品进行外观和结构的检查及检测。

5.9 可靠性试验

5.9.1 试验条件

本标准规定可靠性试验目的为确定产品在正常使用条件下的可靠性水平,试验周期内综合应力规

定如下：

电应力：受样品在输入电压 $20\pm_{33}^{22}$ V 范围内工作一个周期，一个周期内工作时间的分配为：电压上限 25%，标称值 50%，电压下限 25%。

温度应力：受试样品在一个周期内由正常温度（具体值由产品标准规定）升至表 2 规定的工作温度上限值再回到正常温度。温度变化率的平均值为 $(0.7\sim1)$ °C/min 或根据受试样品的特殊要求选用其他值。在一个周期内保持在上限和正常温度的持续时间之比应为 1：1 左右。

一个周期称为一次循环，在总试验期间内循环次数不应少于三次。每个周期的持续时间应不大于 $0.2\ m_0$ ，电应力和温度应力应同时施加。

5.9.2 试验方案

可靠性试验按 GB/T 5080.7—1986 进行，可靠性鉴定试验和可靠性验收试验的试验方案由产品标准具体规定。在整个试验过程中产品应满载工作，故障的判据和计入方法按附录 A 的规定，只统计关联故障数。

5.9.3 试验时间

试验时间应持续到总试验时间及总故障数均能按选定的试验方案作出接收或拒收判决时截止。多台受试样品试验时，每台受试样品的试验时间不得少于所有受试样品的平均试验时间的一半。

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，以确定产品是否符合标准规定的要求。

6.2 检验分类

产品检验分为三类：

- a) 定型检验；
- b) 交收检验；
- c) 例行检验。

各类检验的试验项目和顺序分别按表 10 进行。若型号产品标准中补充了试验项目，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 10 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、结构	4.1	5.2	○	○	○
稳压范围	4.2	5.3.2	○	○	○
负载稳定度	4.2	5.3.3	○	—	○
电压稳定度	4.2	5.3.4	○	○	○
纹波及噪声	4.2	5.3.5	○	○	○
漂移	4.2	5.3.6	○	—	○
温度系数	4.2	5.3.7	○	—	○
过冲幅度和暂态恢复时间	4.2	5.3.8	○	○	○
效率	4.2	5.3.9	○	○	○
维持时间	4.2	5.3.10	○	○	○
输入冲击电流	4.2	5.3.11	○	○	○
保护功能	4.2 4.3.5	5.4.5	○	○	○

表 10 (续)

试验项目		要求	试验方法	定型检验	交收检验	例行检验
安全	一般要求	4.3.1	5.4.1	○	—	○
	接触电流	4.3.2	5.4.2	○	○	○
	抗电强度	4.3.3	5.4.3	○	○	○
	接地连续性	4.3.4	5.4.4	○	○	○
电源适应能力		4.4	5.5	○	○	○
噪声		4.5	5.6	○	—	○
电磁兼容性	无线电骚扰限值	4.6.1	5.7.1	○	—	○
	抗扰度限值	4.6.2	5.7.2	○	—	—
	谐波电流	4.6.3	5.7.3	○	—	○
环境		4.7	5.8	○	—	○
可靠性		4.8	5.9	○	—	—
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

6.3.1 产品在设计定型和生产定型时均应进行定型检验。

6.3.2 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。

6.3.3 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。

6.3.4 定型检验中的可靠性试验故障判据和计算方法见附录 A，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。

6.3.5 检验后应提交定型检验报告。

6.4 交收检验

6.4.1 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。

6.4.2 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

6.5.1 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。

6.5.2 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。

6.5.3 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。

6.5.4 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。

6.5.5 检验后应提交例行检验报告。

7 标志、包装、运输、贮存

7.1 标志

销售包装应注明产品型号、数量、质量、制造单位名称、地址、制造日期、产品执行标准编号。

包装箱外应印刷或贴有“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—2008 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 15 cm,距离墙壁、热源、冷源、窗口或空气入口至少 50 cm。

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
(规范性附录)
故障判据

A.1 故障定义和解释

按 GB/T 5271.14—2008 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。

A.2 故障分类

A.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。

A.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。

A.3 关联性故障判据

以下故障为关联性故障:

- a) 必须更换元器件、零部件等才能使系统恢复正常运行;
- b) 必须修理、调整接插件、电缆、插头或消除短路及接触不良,才能恢复正常运行;
- c) 不是由同一因素引起的,而同时发生两个以上(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;
- d) 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。

A.4 非关联性故障判据

以下故障为非关联性故障:

- a) 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;
- b) 因人为操作失误而使样机出现故障;
- c) 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;
- d) 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;
- e) 被确定是软件程序差错而造成的故障;
- f) 若出现不正常情况,不需修理,停机 0.5 h 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;
- g) 有寿命指标要求的部件,在寿命期以外出现的故障。

A.5 判定

承担试验检测的单位,根据失效分析和产品标准及相关标准可以做出关联性故障或非关联性故障的判定。
