



中华人民共和国通信行业标准

YD/T 731 - 2002

代替 YD/T 731-94

通信用高频开关整流器

High Frequency Switch-mode Rectifier for Telecommunication

2002 - 02 - 01 发布

2002 - 02 - 01 实施

中华人民共和国信息产业部 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 产品型号、系列及结构尺寸	1
4 要求	2
5 试验方法	5
6 检验规则	14
7 标志、包装、运输、贮存	15
附录 A(规范性附录)试验用仪器、设备	18

前 言

本标准代替 YD/T 731-94。

本标准与 YD/T 731-94 相比主要有如下变化：

- a) 标准的格式是按 GB/T 1.1-2000 的要求编写的。
- b) 引用标准中删除了对 GB 156、GB 762、GB 2682、GB 3047.1、GB 3859、GB 10292 和 SJ 2811.2 标准的引用。
- c) 增加了对 GB/T 3047.6-1986《电子设备台式机箱基本尺寸系列》、GB 4943-1995《信息技术设备（包括电气事物设备）的安全》和 YD/T 983-1998《电信电源设备电磁兼容性限值及测量方法》标准的引用。
- d) 修订了 3.2.2 标题与内容，只保留了一48V 直流输出电压值。
- e) 修订了 4.3.1 标题与内容，对直流输出电压工作方式与调节范围重新进行了规定。
- f) 修订了 4.3.2 内容，对三遥性能进行了重新规定。
- g) 修订了 4.3.3，统一了均分负载的不平衡度指标，即均为 $\pm 5\%$ 。
- h) 修订了 4.3.4，交流过压点只规定了下限，交流欠压点只规定了上限，并分别规定了过、欠电压的保护功能要求。
- i) 修订了 4.3.7，取消了可闻告警信号的要求。
- j) 删除了 4.4.2 中最后一条要求。
- k) 修订了 4.4.3，提高了宽频杂音的指标。
- l) 修订了 4.4.7，提高了稳压精度的要求。
- m) 修订了 4.4.10，对启动冲击电流进行了客观的定义。
- n) 修订了 4.4.11，将软启动时间改为 3~10s。
- o) 修订了 4.5 标题与内容，提高了可靠性指标。
- p) 修订了 4.6.2，增加了直流测试电压条件。
- q) 增加了 4.8 对电磁兼容方面的相关要求，考虑该部分的内容专业性较强，所有相关内容均以引用标准 YD/T 983-1998《电信电源设备电磁兼容性限值及测量方法》为准。
- r) 增加了 4.9 对地漏电流的要求。
- s) 为了更具有操作性，本标准对大部分主要性能指标的试验方法重新进行了较详细的编制。
- t) 对表 2 的内容与结构进行了修改与调整。

本标准的附录 A 为规范性附录。

本标准由信息产业部电信研究院提出并归口。

本标准起草单位：信息产业部邮电工业标准化研究所、深圳安圣电气有限公司、武汉洲际通信电源集团有限责任公司、深圳市中兴通讯股份有限公司、河北亚澳通讯电源有限公司、珠海金电电源工业有限公司、上海新电元通信设备有限公司。

本标准主要起草人：秦陇、汤衷、胡怡、胡先红、孙栋、路东文、程安

通信用高频开关整流器

1 范围

本标准规定了通信用高频开关整流器的技术要求、试验方法、检验规则和包装贮运。
本标准适用于通信用高频开关整流器(以下简称整流器)。

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。凡是注明日期的引用文件，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。凡是不注明日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB 191	包装贮运图示标志
GB/T 2423.1—1989	电工电子产品基本环境试验规程 试验 A：低温试验方法
GB/T 2423.2—1989	电工电子产品基本环境试验规程 试验 B：高温试验方法
GB/T 2423.5—1995	电工电子产品环境试验 第二部分：试验方法 试验 Ea 和导则：冲击
GB/T 2423.9—1989	电工电子产品基本环境试验规程 试验 Cb：设备用恒定湿热试验方法
GB/T 2423.10—1995	电工电子产品环境试验 第二部分：试验方法 试验 Fc 和导则：振动（正弦）
GB/T 2828—1987	逐批检查计数抽样程序及抽样表(适用于连续批的检查)
GB/T 2829—1987	周期检查计数抽样程序及抽样表(适用于生产过程稳定性的检查)
GB/T 3047.4	高度进制为 44.45mm 的插箱、插柜的基本尺寸系列
GB/T 3873	通信设备产品包装通用技术条件
GB 4943—1995	信息技术设备（包括电气事物设备）的安全
YD/T 282—2000	通信设备可靠性通用试验方法
YD/T 638.3	通信电源设备型号命名方法
YD/T 983—1998	通信电源设备电磁兼容性限值及测量方法

3 产品型号、系列及结构尺寸

3.1 产品型号

应符合 YD/T 638.3 的规定。

3.2 产品系列

按各类通信设备的配套要求，整流器的直流输出电流、电压值应优先从本标准规定的系列值中选配。

3.2.1 直流输出电流额定值系列

2、5、10、20、25、(30) 40、50、80、100、200A

整流器在其直流输出电压的调节范围内均应满足以上相应的直流输出电流额定值。

注：带括号为非优选值，当用户提出要求，并与制造厂协商后，可以生产系列数值以外的产品。

3.2.2 直流输出电压标称值

直流输出电压标称值为—48V。

注：当用户提出要求，与制造厂协商后，可以生产系列数值以外的产品。

3.3 结构尺寸

整流器的结构尺寸应符合 GB/T 3047.4 的相关规定。

4 要求

4.1 环境条件

整流器的工作环境应无腐蚀性、爆炸性和破坏绝缘的气体及导电尘埃，并远离热源。

4.1.1 温度

工作温度：-5℃~40℃

贮存温度：-40℃~70℃

4.1.2 相对湿度

工作相对湿度：≤ 90% (40℃±2℃)

贮存相对湿度：≤ 90%~96% (40℃±2℃)

4.1.3 大气压力

86~106 kPa, (86 kPa 以下要求与制造厂商协商解决)。

4.1.4 冲击与振动

整流器应能承受以下冲击、振动的条件：

冲击：峰值加速度为 150 m/s²，持续时间为 11 ms。

振动：频率为 10~55 Hz (正弦扫频)，振幅为 0.35 mm。

4.2 交流输入电压

4.2.1 额定电压

单相：220 V

三相：380 V

4.2.2 额定频率与范围

50 Hz±2 Hz

4.2.3 电压波动范围

交流输入电压的波动范围应为其额定值的 85%~110%。

单相范围为 187~242 V；

三相范围为 323~418 V。

4.3 使用性能

4.3.1 直流输出电压可调节范围及

4.3.1.1 直流输出电压可调节范围

直流输出电压可调节范围为 43.2~57.6 V。

整流器的直流输出电压值在可调节范围内应具有手动或由监控电路(系统监控单元)控制连续可调的功能。

4.3.1.2 直流输出电压工作方式

整流器在稳压工作的基础上，应能与蓄电池并联以浮充、均充及蓄电池放电测试工作方式向通信设备供电(或应具有该方面的接口)。

4.3.2 遥测、遥信、遥控性能

整流器应具有 RS-232、RS-422/485 3 种接口中的一种或其他形式的接口电路与监控电路连接，在监控电路控制下应符合以下要求。

遥测：输出电压、输出电流。

遥信：开/关机状态、工作状态(均充/浮充/测试、限流)、故障/正常状态。

遥控：开/关机状态转换、均充/浮充/测试工作状态转换。

4.3.3 均分负载（并机工作）性能

整流器应采用多台同型号整流器并机工作。并机工作时整流器自主工作或受控于系统监控单元时应做到均分负载，在单机 50%~100% 额定输出电流范围内其均分负载的不平衡值应不超过直流输出电流额定值的±5%。

4.3.4 过、欠电压保护性能

4.3.4.1 交流输入过、欠电压及缺相保护

整流器应能监视电网电压的变化，当交流输入电压值过高或过低时，为了保证整流器的安全工作，整流器应具备以下交流输入过、欠电压及缺相保护功能：

当电网电压过高时，整流器应具有过电压关机保护的功能，电网电压恢复正常后，应能自动恢复工作；

过压保护电压的设定不应低于额定电压值的 115%（单相应 ≥ 253 V，三相应 ≥ 437 V）；

当电网电压过低时，整流器应具有欠电压保护的功能，电网电压恢复正常后，应能自动恢复工作；

欠压保护电压的设定不应高于额定电压值的 80%（单相应 ≤ 176 V，三相应 ≤ 304 V）；

三相电压输入时，电网出现缺相时整流器应具有缺相保护功能，电网恢复正常后，应能自动恢复工作。

4.3.4.2 直流输出过、欠电压保护

整流器直流输出电压的过、欠电压值可由制造厂根据用户要求设定。整流器应具备以下直流输出过、欠电压保护功能：

当整流器的直流输出电压值达到过电压设定值时，应能自动告警与关机保护，故障排除后，应能人工恢复工作；

当整流器的直流输出电压值达到欠电压设定值时，应能自动告警，故障排除后，应能自动恢复工作。

4.3.5 直流输出电流的限制性能

整流器应具有直流输出电流的限制性能，限制电流范围应在其额定值的 105%~110%。当整流器直流输出电流达到限流值时，整流器应进入限流工作状态。

整流器的直流输出电流除限流性能外，还应有短路的自动保护性能。当故障排除后，整流器应能自动恢复工作。

4.3.6 熔断器(或断路器)保护性能

整流器为限制某些故障的进一步扩大，主电路应设有熔断器(或断路器)保护性能。

4.3.7 告警性能

整流器在各种保护性能（本标准 4.3.4~4.3.6）动作的同时，应能自动发出相应的可见告警信号。

4.4 技术指标

4.4.1 电网电压波动的适应性

当整流器的交流输入电压达到本标准 4.2.3 所要求的上限值或下限值时，整流器应能正常工作。

4.4.2 效率与功率因数

整流器在单机输出最大功率不小于 1500 W 时，其效率应不小于 90%，功率因数应不小于 0.92。

整流器在单机输出最大功率小于 1500 W 时，效率应不小于 85%，功率因数应不小于 0.95。

4.4.3 杂音电压

4.4.3.1 电话衡重杂音电压

整流器直流输出端电话加权衡重杂音电压应 ≤ 2 mV。

4.4.3.2 宽频杂音电压

整流器直流输出端在 3.4~150 kHz 频带内的宽频杂音电压应 ≤ 50 mV。

整流器直流输出端在 0.15~30 MHz 频带内的宽频杂音电压应 ≤ 20 mV。

4.4.3.3 离散频率杂音电压

整流器直流输出端在 3.4~150 kHz 频带内的离散频率杂音电压应 ≤ 5 mV。

整流器直流输出端在 150~200 kHz 频带内的离散频率杂音电压应 ≤ 3 mV。

整流器直流输出端在 200~500 kHz 频带内的离散频率杂音电压应 ≤ 2 mV。

整流器直流输出端在 0.5~30 MHz 频带内的离散频率杂音电压应 ≤ 1 mV。

4.4.3.4 峰—峰值杂音电压

整流器直流输出端在 0~20 MHz 频带内的峰—峰值杂音电压应 ≤ 200 mV。

4.4.4 负载效应（负载调整率）

不同负载情况下的直流输出电压与输出电压整定值的差值应不超过输出电压整定值的 $\pm 0.5\%$ 。

4.4.5 源效应（电网调整率）

不同交流输入电压情况下的直流输出电压与输出电压整定值的差值应不超过输出电压整定值的 $\pm 0.1\%$ 。

4.4.6 温度系数（1/°C）

相对于 20°C 环境温度情况下，温度每变化 1°C 时的直流输出电压与输出电压整定值的差值应不超过输出电压整定值的 $\pm 0.02\%$ 。

4.4.7 稳压精度

不同交流输入电压与负载进行组合，各种情况下的直流输出电压与输出电压整定值的差值应不超过输出电压整定值的 $\pm 0.6\%$ 。

4.4.8 负载效应恢复时间（动态响应）

由于负载的阶跃变化（突变）引起的直流输出电压变化后的恢复时间应不大于 200 μ s，其超调量应不超过输出电压整定值的 $\pm 5\%$ 。

注：恢复时间是指直流输出电压变化量上升至大于稳压精度处开始，恢复至小于等于并不再超过稳压精度处为止的这段时间。

4.4.9 开关机过冲幅度

由于开关机引起直流输出电压变化的最大峰值应不超过直流输出电压整定值的 $\pm 10\%$ 。

4.4.10 启动冲击电流（浪涌电流）

由于启动引起的输入冲击电流应不大于额定输入电压条件下最大稳态输入电流峰值的 150%。

4.4.11 软启动时间

软启动时间（从启动至直流输出电压爬升到标称值所用的时间）可根据用户要求确定，一般为 3~10 s。

4.5 可靠性指标

MTBF $\geq 1 \times 10^5$ h。

4.6 绝缘电阻和绝缘强度

4.6.1 绝缘电阻

试验电压为直流 500 V 时，整流器主回路的交流部分和直流部分对地以及交流部分对直流部分的绝缘电阻均不低于 2 M Ω 。

4.6.2 绝缘强度

交流电路对地、交流电路对直流电路应能承受 50 Hz、有效值为 1500 V 的交流电压（漏电流 ≤ 30 mA）或等效其峰值的 2120 V 直流电压 1 min，且无击穿与飞弧现象。

直流电路对地应能承受 50 Hz、有效值为 500 V 的交流电压（漏电流 ≤ 30 mA）或等效其峰值的 710 V 直流电压 1 min，且无击穿与飞弧现象。

4.7 音响噪音

不大于 55 dB (A 计权)。

4.8 电磁兼容

4.8.1 传导骚扰限值

应符合 YD/T 983-1998 表 2 中 A 级的要求。

4.8.2 辐射骚扰限值

应符合 YD/T 983-1998 表 4 中 A 级的要求。

4.8.3 谐波电流限值

单相交流输入的整流模块应符合 YD/T 983-1998 表 6 中 A 类设备的限值要求。

4.8.4 电压起伏和闪烁限值

应符合 YD/T 983-1998 表 8 中的要求。

4.8.5 抗扰性

针对整流器外壳表面的抗扰性有：电磁场辐射抗扰性、静电放电抗扰性。

针对整流器直流端口的抗扰性有：射频场传导抗扰性、电快速瞬变脉冲群抗扰性。

针对整流器交流端口的抗扰性有：射频场传导抗扰性、电快速瞬变脉冲群抗扰性、浪涌（冲击电压波与冲击电流波）、电压暂降、电压短时中断。

整流器在进行以上各种抗扰性试验中或试验后应符合 YD/T 983-1998 表 9 中的要求。

4.9 对地漏电流

应符合 GB 4943-1995 中 5.2.2 表 17 最大对地漏电流的要求。

当漏电流大于 3.5 mA 时，漏电流不应超过每相输入电流的 5%，如果负载不平衡，则应采用 3 个相电流的最大值来进行计算。在大漏电流通路上，内部保护接地导线的截面积不应小于 1.0 mm²。在靠近设备的一次电源连接端处，应设置标有警告语或类似词语的标牌，即“大漏电流，在接通电源之前必须先接地”。

5 试验方法

5.1 试验前准备

5.1.1 试验环境条件

通电前被测整流器应与环境温度平衡，按照产品规定预热时间对被测整流器进行预热。

环境温度：15℃~35℃

相对湿度：45%~75%

大气压力：86~106 kPa

5.1.2 试验用仪器、设备

见本标准附录 A。

5.2 性能试验

5.2.1 直流输出电压调节范围试验

5.2.1.1 测试电路（见图 1）

5.2.1.2 试验方法与步骤

(1) 按图 1 接好试验电路；

(2) 启动被测整流器，调节交流输入电压为额定值、直流输出电压为出厂整定值、负载电流为 50% 额定值；

(3) 调节交流输入电压为 85% 额定值（单相为 187 V，三相为 323 V），调节直流输出电压及负载，观察并记录输出电流达到额定值时的最高输出电压，测试结果应符合 4.3.1 规定的直流输出电压范围的

上限;

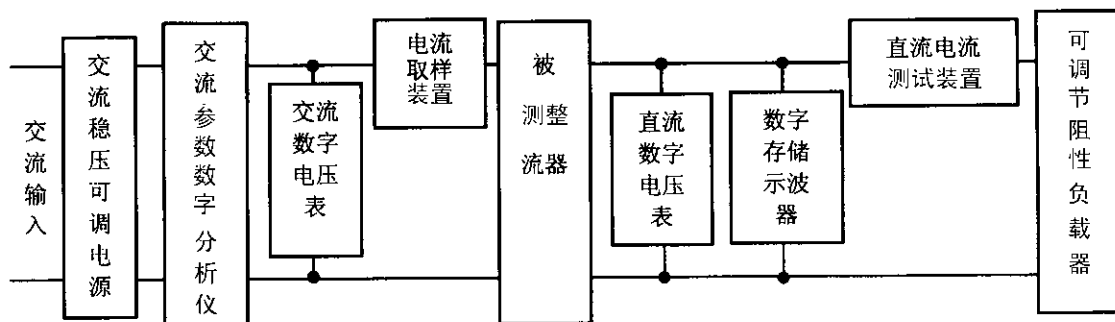


图 1 性能指标基本试验电路

(4) 调节交流输入电压为 110%额定值 (单相为 242 V, 三相为 418 V), 调节直流输出电压及负载, 观察并记录输出电流达到 5%额定值时的最低输出电压, 测试结果应符合 4.3.1 规定的直流输出电压范围的下限;

(5) 检查直流输出电压调节功能是否具有手动或由监控电路控制连续可调的功能。

5.2.2 遥测、遥信、遥控性能试验

5.2.2.1 试验电路 (见图 1)

5.2.2.2 试验方法与步骤

(1) 目测检查被测整流器是否具有与监控电路的接口电路 (RS-232、RS-422/485 中的一种或其他形式的接口);

(2) 按图 1 接好试验电路, 并将计算机通过监控电路 (或系统监控单元) 与被测整流器接口电路连接;

(3) 启动被测整流器, 调节交流输入电压、直流输出电压、负载电流在额定值范围内;

(4) 在计算机软件的支持下对被测整流器进行遥测、遥信、遥控性能测试, 测试结果应符合 4.3.2 的要求。

5.2.3 均分负载 (并机工作) 性能试验

5.2.3.1 试验电路 (见图 2)

5.2.3.2 试验方法与步骤

(1) 按图 2 接好试验电路 (被测整流器数量: $n \geq 3$ 台), 当被测整流器的均分负载性能受控于监控电路 (系统监控单元) 时, 被测整流器应经接口电路与监控电路相连接;

(2) 调节被测整流器交流输入电压为额定值;

(3) 逐台开启 n 台被测整流器, 调节直流输出电压为出厂整定值;

(4) 调节可调负载, 使总负载电流为 50%额定值, 记录各台被测整流器的电流值;

(5) 调节可调负载, 使总负载电流为 100%额定值, 记录各台被测整流器的电流值;

(6) 根据测试记录数据计算各台被测整流器在不同输出电压及电流情况下并机工作的均分负载不平衡度, 计算方法见公式 (1), 计算结果应符合 4.3.3 的要求。

$$\left. \begin{aligned} \delta_1 &= (K_1 - K) \times 100\% \\ \delta_2 &= (K_2 - K) \times 100\% \\ &\vdots \\ \delta_n &= (K_n - K) \times 100\% \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$$K_i = I_i / I_H$$

$$K_2 = I_2 / I_H$$

⋮

$$K_n = I_n / I_H$$

$$K = \Sigma I / n I_H$$

I_1, I_2, \dots, I_n —— 为各台被测整流器所承担的输出电流值

I_H —— 为各台被测整流器的输出电流额定值

ΣI —— 为 n 台被测整流器的输出电流总和

$n I_H$ —— 为 n 台被测整流器的输出电流额定值总和

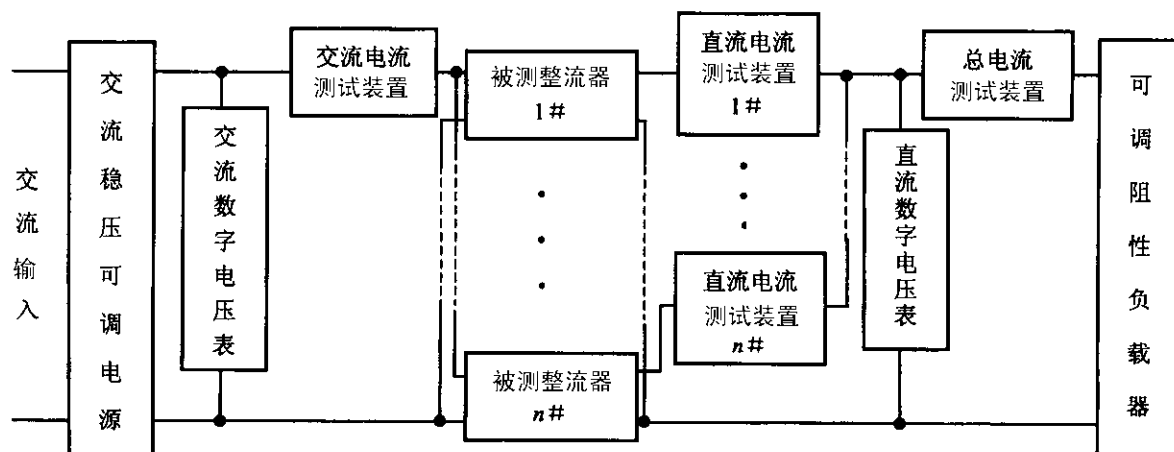


图2 均分负载性能试验电路

5.2.4 交流输入过、欠电压以及缺相保护与告警性能试验

5.2.4.1 试验电路（见图1）

5.2.4.2 试验方法与步骤

(1) 按图1接好试验电路；

(2) 启动被测整流器，调节交流输入电压为额定值、直流输出电压值为出厂整定值、负载电流为50%额定值；

(3) 调节被测整流器交流输入电压值至过压保护点（单相时不低于253V，三相时不低于437V）或欠压保护点（单相时不高于176V，三相时不高于304V），检查被测整流器状态应符合4.3.4.1与4.3.7的要求；

(4) 对三相交流输入的整流器人为制造缺相状态，检查被测整流器状态应符合4.3.4.1与4.3.7的要求；

(5) 调节被测整流器交流输入电压值从过压或欠压保护点恢复至额定值范围内，或将缺相状态恢复正常，检查被测整流器状态应符合4.3.4.1的要求。

5.2.5 直流输出过、欠电压保护与告警性能试验

5.2.5.1 试验电路（见图1）

5.2.5.2 试验方法与步骤

(1) 按图1接好试验电路；

(2) 启动被测整流器，调节交流输入电压为额定值、直流输出电压值为出厂整定值、负载电流为50%额定值；

(3) 调节被测整流器直流输出电压值至过压保护点或欠压保护点，检查被测整流器状态，应符合4.3.4.2

与 4.3.7 的要求;

(4) 调节被测整流器直流输出电压值从过压或欠压保护点恢复至额定值范围内, 检查被测整流器状态应符合 4.3.4.2 的要求。

5.2.6 直流输出电流限制试验

5.2.6.1 试验电路 (见图 1)

5.2.6.2 试验方法与步骤

(1) 按图 1 接好试验电路;

(2) 启动被测整流器, 调节交流输入电压为额定值、直流输出电压值为出厂整定值、负载电流为 50% 额定值;

(3) 调节负载电流至限流点, 检查被测整流器状态应符合 4.3.5 与 4.3.7 的要求;

(4) 调节负载电流从限流点恢复至额定值范围内, 检查被测整流器状态应符合 4.3.5 的要求。

5.2.7 告警性能试验

人为制造被测整流器任一保护性能动作时, 检查被测整流器状态应符合 4.3.7 的要求。

5.3 技术指标试验

5.3.1 电网电压波动适应性试验

5.3.1.1 试验电路 (见图 1)

5.3.1.2 试验方法与步骤

(1) 按图 1 接好试验电路;

(2) 启动被测整流器, 调节交流输入电压为 110% 额定值、直流输出电压为 43.2 V、负载电流为额定值, 检查被测整流器状态应符合 4.4.1 的要求;

(3) 调节被测整流器交流输入电压为 85% 额定值, 调节被测整流器直流输出电压为 57.6 V, 负载电流为额定值, 检查被测整流器状态应符合 4.4.1 的要求。

5.3.2 效率与功率因数测定

5.3.2.1 试验电路 (见图 1)

5.3.2.2 试验方法与步骤

(1) 按图 1 接好试验电路。交流参数数字分析仪对 3 种供电方式 (单相、三相三线、三相四线) 的接线方式见相关仪表使用说明书;

(2) 启动被测整流器, 调节交流输入电压为额定值、直流输出电压为出厂整定值、负载电流为额定值;

(3) 根据直流输出电压、电流的乘积计算出被测整流器的直流输出功率;

(4) 在交流参数数字分析仪上读取被测整流器的交流输入有功功率, 按公式(2)计算出效率, 应符合 4.4.2 的要求;

(5) 在交流参数数字分析仪上读取功率因数, 应符合 4.4.2 的要求。

$$\text{效率} = \frac{P_o}{P_i} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中:

P_o —— 直流输出功率;

P_i —— 交流输入有功功率。

5.3.3 杂音电压试验

5.3.3.1 试验电路 (见图 3)

5.3.3.2 试验方法与步骤

(1) 按图 3 接好试验电路。按测试内容要求在被测整流器直流输出端分别连接 30 MHz 选频表: 测试离散杂音电压 (仪表测试回路需串接一只 0.1 μ F/100 V 无极性电容器) 和 20 MHz 示波器: 测试峰—

峰值杂音电压。连接杂音计，测试电话衡重杂音电压与宽频杂音电压；

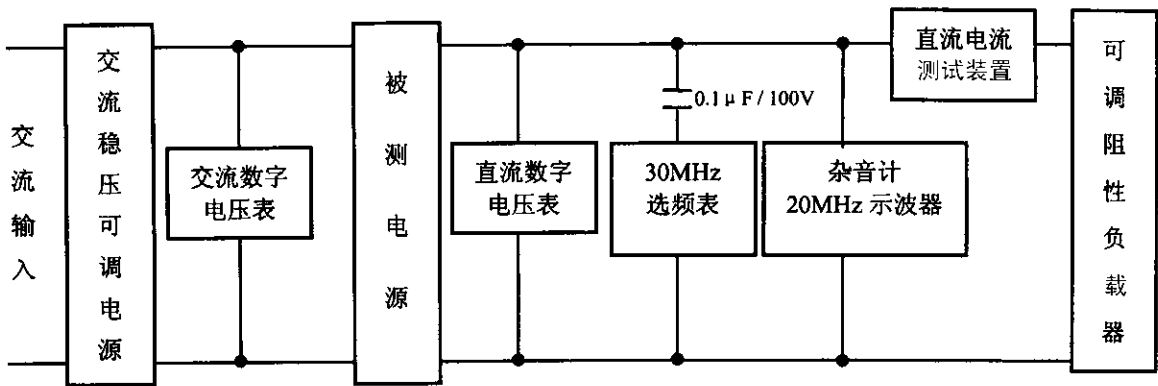


图3 杂音电压试验电路

(2) 启动被测整流器，调节交流输入电压为 110% 额定值，直流输出电压为出厂整定值，负载电流为额定值；

(3) 用杂音计中电话衡重加权测量模式，选择 600Ω 或 75Ω 输入阻抗，并选择适当量程，读取并记录杂音计的最大电压测量读数，即为被测整流器输出端电话衡重杂音电压值，其应符合 4.4.3.1 的要求；

(4) 用杂音计中 15 Hz~30 MHz 加权测量模式 II 段 (3.4 kHz~150 kHz) 及 III 段 (0.15~30 MHz)，选择 75 Ω 输入阻抗，并选择适当量程，分别读取并记录杂音计 II 段与 III 段最大电压测量读数，即分别为被测整流器输出端 3.4~150 kHz 频段与 0.15~30 MHz 频段的杂音电压值，应符合 4.4.3.2 的要求；

(5) 用 30MHz 选频表选择适当量程，按 3.4~150 kHz 频段、150~200 kHz 频段、200~500 kHz 频段、0.5~30 MHz 频段进行测量，读取并记录各频段最大电压测量读数，即为被测整流器输出端的离散杂音电压值，应符合 4.4.3.3 的要求；

(6) 用 20MHz 示波器选择适当量程，示波器扫描速度应低于 0.5 s，读取并记录 20 MHz 示波器所显示的最大峰—峰值幅度，即为被测整流器输出端的峰—峰杂音电压值，应符合 4.4.3.4 的要求；

(7) 调节被测整流器交流输入电压为 85% 额定值，并重复(3)~(6)项。

5.3.4 负载效应（负载调整率）试验

5.3.4.1 试验电路（见图 1）

5.3.4.2 试验方法与步骤

(1) 按图 1 接好试验电路；

(2) 启动被测整流器，调节交流输入电压为额定值、直流输出电压为出厂整定值、负载电流为 50 % 额定值，以此时直流输出电压值作为整定值；

(3) 调节交流输入电压为额定值，调节负载电流分别为 5%、100% 额定值，对每种负载电流情况下的直流输出电压分别进行测量、记录；

(4) 根据测试的记录数据按公式(3)计算出被测整流器在以上各种条件下的负载调整率，其中最差值应符合 4.4.4 的要求。

$$\text{负载调整率} = \frac{V_{a1}(V_{a2}) - V_{a0}}{V_{a0}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

V_{a0} ——直流输出电压整定值；

V_{a1} ——负载电流为 5% 额定值时的直流输出电压值；

V_{a2} ——负载电流为 100% 额定值时的直流输出电压值。

5.3.5 源效应（电网调整率）试验

5.3.5.1 试验电路（见图 1）

5.3.5.2 试验方法与步骤

(1) 按图 1 接好试验电路；

(2) 启动被测整流器，调节交流输入电压为额定值、直流输出电压为出厂整定值、负载电流为 100 % 额定值，以此时直流输出电压值作为整定值；

(3) 调节交流输入电压分别为 85%、110% 额定值，对在每种交流输入电压条件下的直流输出电压分别进行测量、记录；

(4) 根据测试的记录数据按公式(4)计算出被测整流器在以上各种条件下的电网调整率，其中最差值应符合 4.4.5 的要求。

$$\text{电网调整率} = \frac{V_{b1}(V_{b2}) - V_{b0}}{V_{b0}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

V_{b0} ——直流输出电压整定值；

V_{b1} ——交流输入电压为 85% 额定值时的直流输出电压值；

V_{b2} ——交流输入电压为 110% 额定值时的直流输出电压值。

5.3.6 温度系数试验

5.3.6.1 试验电路（见图 1）

5.3.6.2 试验方法与步骤

(1) 被测整流器放置恒温箱中，按图 1 接好试验电路；

(2) 启动被测整流器，调节交流输入电压为额定值、直流输出电压为出厂整定值、负载电流为额定值。控制高、低温试验箱内温度恒温 $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 至被测整流器平衡稳定工作后，测量并记录此时直流输出电压值为整定值；

(3) 控制高低温试验箱内温度变化至工作温度下限 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ （变化平均在 5 min 内不大于 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ），恒温 2 h 至被测整流器平衡稳定工作，恒温工作时间内间隔 15 min 测量并记录被测整流器直流输出电压值；

(4) 控制高低温试验箱内温度从下限上升（上升至 0°C 时保持 30 min，变化平均在 5 min 内不大于 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ）变化至工作温度上限 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，恒温 2 h 至被测整流器平衡稳定工作，恒温工作时间内间隔 15 min 测量并记录被测整流器直流输出电压；

(5) 按公式（5）计算出被测整流器在温度下降与上升时的温度系数，计算结果应符合 4.4.6 的要求。

$$\left. \begin{aligned} \text{温度系数（下降）} &= \frac{V_{t\text{下}} - V_{t_0}}{V_{t_0} \times (t_{\text{下}} - t_0)} \times 100\% \\ \text{温度系数（上升）} &= \frac{V_{t\text{上}} - V_{t_0}}{V_{t_0} \times (t_{\text{上}} - t_0)} \times 100\% \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

t_0 —— 20°C ；

$t_{\text{下}}$ —— 工作温度下限值（ -5°C ）；

$t_{\text{上}}$ —— 工作温度上限值（ 40°C ）；

V_{t_0} —— 直流输出电压整定值；

$V_{t\text{下}}$ —— 工作温度下限时的直流输出电压值；

$V_{r,上}$ —— 工作温度上限时的直流输出电压值。

5.3.7 稳压精度试验

5.3.7.1 试验电路 (见图 1)

5.3.7.2 试验方法与步骤

(1) 按图 1 接好试验电路;

(2) 启动被测整流器, 调节交流输入电压为额定值、直流输出电压为出厂整定值、负载电流为 50% 额定值, 以此时直流输出电压值作为整定值;

(3) 调节交流输入电压分别为 85%、110% 额定值, 负载电流分别为 5%、100% 额定值, 对组合后 4 种状态下的直流输出电压分别进行测量、记录;

(4) 根据测试的记录数据按公式(6)计算出被测整流器在以上各种条件下的稳压精度, 计算结果应符合 4.4.7 的要求。

$$\text{稳压精度} = \frac{V_{\max} - V_0}{V_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

V_0 —— 直流输出电压整定值;

V_{\max} —— 所测出数据中与整定值偏差 (正偏或负偏) 最大的直流输出电压值。

5.3.8 负载效应恢复时间 (动态响应) 试验

5.3.8.1 试验电路 (见图 4)

5.3.8.2 试验方法与步骤

(1) 按图 4 接好试验电路;

(2) 启动被测整流器, 调节交流输入电压为额定值、直流输出电压为出厂整定值、负载电流为 50% 额定值;

(3) 突变负载电流, 使负载电流从额定值的 25% → 50% → 25% 和 50% → 75% → 50% 进行阶跃式变化, 用数字存储示波器的适当量程观察被测整流器直流输出电压的时间变化波形, 从中计算电压幅度变化量、超调量及恢复时间, 计算结果应符合 4.4.8 的要求。

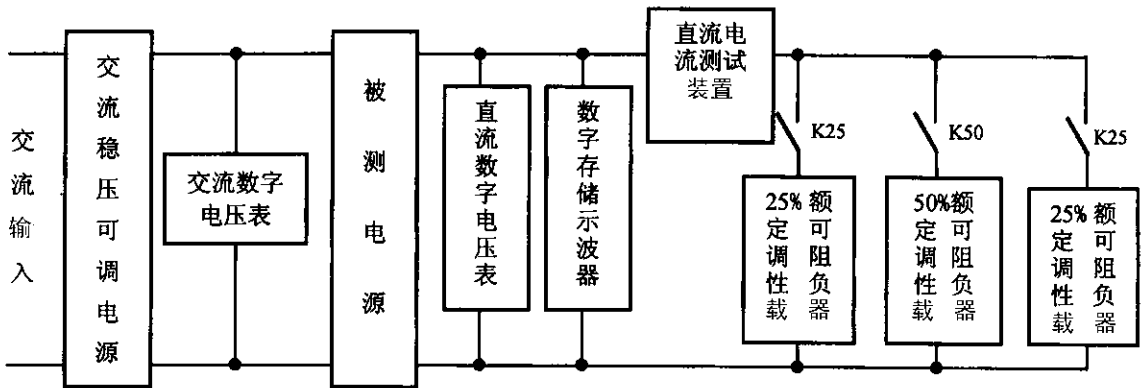


图 4 负载效应恢复时间 (动态响应) 试验电路

5.3.9 开关机过冲幅度试验

5.3.9.1 试验电路 (见图 1)

5.3.9.2 试验方法与步骤

(1) 按图 1 接好试验电路;

(2) 启动被测整流器, 调节交流输入电压为额定值、直流输出电压为出厂整定值、负载电流为额定

值。以直流输出电压作为整定值；

(3) 反复 3 次对被测整流器进行开关机的操作，用数字存储示波器适当量程观察直流输出电压的时间变化波形，从中计算出直流输出电压的过冲幅度，最大值应符合 4.4.9 的要求。

5.3.10 启动冲击电流（浪涌电流）试验

5.3.10.1 试验电路（见图 1）

5.3.10.2 试验方法与步骤

(1) 按图 1 接好试验电路；

(2) 启动被测整流器，调节交流输入电压为额定值、直流输出电压为出厂整定值、负载电流为额定值；

(3) 启动被测整流器时用存储示波器配合电流取样装置分别测量交流输入冲击电流峰值与稳定工作后的交流输入电流峰值；

(4) 对被测整流器反复进行 4 次启动，相临两次间隔 2 min，启动冲击电流最大值应符合 4.4.10 的要求。

注：由于 EMI 电路所产生的 μs 级冲击电流不考虑。

5.3.11 软启动时间试验

5.3.11.1 试验电路（见图 1）

5.3.11.2 试验方法与步骤

(1) 按图 1 接好试验电路；

(2) 启动被测整流器，调节交流输入电压为额定值、直流输出电压为出厂整定值、负载电流为额定值；

(3) 启动被测整流器时用数字示波器适当量程观察从启动到直流输出电压爬升至稳定输出过程，同时用时间记录装置记录该过程所用的时间，最大值应符合 4.4.11 的要求。

5.4 绝缘试验

5.4.1 绝缘电阻试验

在常温条件下，用绝缘电阻测试仪直流 500 V 的测试电压，对被测整流器交流部分对地、直流部分对地、交流部分对直流部分进行测试，被测整流器的绝缘电阻测试结果应符合 4.6.1 的要求。

5.4.2 绝缘强度试验

用耐压测试仪对被测整流器进行绝缘强度试验。

被测整流器必须是在进行完绝缘电阻试验并符合要求后才能进行绝缘强度的试验。

试验内容：耐压与漏电流（交流电路对地、交流电路对直流电路、直流电路对地）。

试验电压：交流电路对地、交流电路对直流电路的试验电压为 50 Hz，有效值为 1500 V 的交流电压或等效其峰值的 2120 V 直流电压。直流电路对地的试验电压为 50 Hz，有效值为 500 V 的交流电压或等效其峰值的 710 V 直流电压。

试验持续时间：试验电压从最高幅值的 1/2 处逐步升高，达到规定电压值时持续 1 min。

试验结果应符合 4.6.2 的要求。

5.5 音响噪音试验

5.5.1 试验电路（见图 1）

5.5.2 试验方法与步骤

(1) 按图 1 接好试验电路；

(2) 启动被测整流器，调节交流输入电压为额定值、直流输出电压为出厂整定值、调节负载电流为 50 % 额定值；

(3) 用声级计在被测整流器正面 1 m、设备的 1/2 高度处进行测量，测量结果应符合 4.7 的要求（要求测试现场的被测噪声—本底噪声 ≥ 7 dB）；

(4) 调节负载电流为 100%额定值，并重复第(3)项试验。

5.6 电磁兼容试验

5.6.1 传导骚扰限值试验

试验方法按 YD/T 983-1998 中 5.5.1 的要求进行。

5.6.2 辐射骚扰限值试验

试验方法按 YD/T 983-1998 中 5.5.2 的要求进行。

5.6.3 谐波电流限值试验

试验方法按 YD/T 983-1998 中的 6.3.2 的要求进行。

5.6.4 电压起伏和闪烁限值试验

试验方法按 YD/T 983-1998 中 6.5 的要求进行。

5.6.5 抗扰性试验

5.6.5.1 静电放电抗扰性试验

试验方法按 YD/T 983-1998 中 7.4.1 的要求进行。

5.6.5.2 辐射电磁场抗扰性试验

试验方法按 YD/T 983-1998 中 7.4.2 的要求进行。

5.6.5.3 电快速瞬变脉冲群试验

试验方法按 YD/T 983-1998 中 7.4.3 的要求进行。

5.6.5.4 射频场感应的传导骚扰抗扰性试验

试验方法按 YD/T 983-1998 中 7.4.4 的要求进行。

5.6.5.5 浪涌(冲击)抗扰性试验

试验方法按 YD/T 983-1998 中 7.4.5 的要求进行。

5.6.5.6 电压暂降、电压短时中断抗扰性试验

试验方法按 YD/T 983-1998 中 7.4.6 的要求进行。

5.7 对地漏电流试验

启动被测整流器，调节交流输入电压、负载电流为额定值、直流输出电压为出厂整定值。按 GB 4943-1995 中图 13、图 14 的要求连接测试仪表，测量被测整流器交流输入电源(相线、零线)对保护接地端的漏电流，其结果应符合 4.9 的要求。

5.8 环境条件试验

5.8.1 低温试验

5.8.1.1 低温贮存试验

试验方法按 GB/T 2423.1-1989 中“试验 Ab”的要求进行。产品无包装，不通电。试验温度为 $-40^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ，试验持续时间为 2 h。

试验后应符合表 2 中相关性能指标要求。

5.8.1.2 低温工作试验

试验方法按 GB/T 2423.1-1989 中“试验 Ad”的要求进行。产品无包装，通电加额定负载，试验温度为 $-5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ，试验持续时间为 2 h。

试验后应符合表 2 中相关性能指标要求。

5.8.2 高温试验

5.8.2.1 高温贮存试验

试验方法按 GB/T 2423.2-1989 中“试验 Bb”的要求进行。产品无包装，不通电。试验温度为 $70^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，试验持续时间为 2 h。

试验后应符合表 2 中相关性能指标要求。

5.8.2.2 高温工作试验

试验方法按 GB/T 2423.2-1989 中“试验 Bd”的要求进行。产品无包装，通电加额定负载，试验温度为 $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，试验持续时间为 2 h。

试验后应符合表 2 中相关性能指标要求。

5.8.3 恒定湿热试验

试验方法按 GB/T 2423.9-1989 中“试验 Cb”的要求进行。产品无包装，试验等级为：温度 $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $(93 \pm 3)\%$ ，试验持续时间为 2d。

试验后应符合表 2 中相关性能指标要求。

5.8.4 冲击、振动试验

5.8.4.1 冲击试验（半正弦）

被测整流器在不带包装的条件下按 GB/T 2423.5-1995 Ea 的要求与方法进行试验，峰值加速度为 150 m/s^2 ，持续时间为 11 ms，3 个垂直方向各连续冲击 3 次，共 18 次。

试验后应符合表 2 中相关性能指标要求。

5.8.4.2 振动试验（正弦）

被测整流器在不带包装的条件下按 GB/T 2423.10-1995 Fc 的要求与方法进行试验，频率为 10~55 Hz，振幅为 0.35 mm，周期时间为每根轴线方向 30 min。

试验后应符合表 2 中相关性能指标要求。

5.9 可靠性指标试验

按 YD/T 282-2000 中第 6 章相关要求进行。

6 检验规则

6.1 出厂检验

出厂检验分 100% 检验和抽样检验，视情况任选一种。

6.1.1 100% 检验

对每台设备的相关项目均需进行老化后的出厂检验。

100% 检验项目、要求及检验方法按表 2 的对应关系见第 4、5 两章的相关内容。

出现不合格项的产品不应出厂。

6.1.2 抽样检验

抽样检验按逐批检查进行，其检查水平按 GB/T 2828-1987 中表 2 的一般检查水平 II，抽样方案按 GB/T 2828-1987 中表 3，即正常检查一次抽样方案。

产品的质量以不合格数表示。产品的不合格判定分 B 和 C 两类。

合格质量水平 AQL 值分别为：B 类 4.0，C 类 10。

根据产品批量及 AQL 值在 GB/T 2828-1987 表 3 中查出抽样所需样本量及合格与不合格判定数。

抽样检验项目的 B、C 类不合格、要求及检验方法按表 2 的对应关系见第 4、5 两章的相关内容。

6.2 型式检验

型式检验按周期检查进行，一般 1~2 年进行一次。具有下列情况之一的均需做型式检验：

- a) 产品停产一个周期以上又恢复生产；
- b) 转厂生产再试制定型；
- c) 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变；
- d) 产品投产前签定或质量监督机构提出。

型式检验按 GB/T 2829-1987 中表 2 判别水平 II 的一次抽样方案。产品质量以不合格数表示。产品的不合格判定分 B 和 C 两类。

产品不合格质量水平（RQL）值见表 1。

表 1 RQL 值

不合格类别	RQL 值及抽样方案	
B 类	100	(3, 1, 2)
C 类	120	(3, 2, 3)

型式检验项目的 B、C 类不合格、要求及检验方法按表 2 的对应关系见第 4、5 两章的相关内容。

7 标志、包装、运输、贮存

7.1 标志

7.1.1 产品标志

在产品的适当位置必须有标志，其内容应符合有关国标、行标规定。

7.1.2 包装标志

产品包装上应有标志并符合 GB191 规定。

7.2 包装

产品包装应防潮、防振，并应符合 GB/T 3873 规定。

7.2.1 产品随带文件：

- (a) 产品合格证；
- (b) 产品说明书；
- (c) 装箱清单；
- (d) 其他技术资料。

7.3 运输

产品在运输中，应有遮篷，不应有剧烈振动、撞击等。

7.4 贮存

产品贮存应符合 GB/T 3873 的规定。

表 2 检验项目

序号	项 目	不合格判定		出厂检验		型式检验	要 求	试验方法
		B	C	100%	抽样			
1	直流输出电压调节范围及工作方式		○		√	√	4.3.1	5.2.1
2	遥测、遥信、遥控		○		√	√	4.3.2	5.2.2
3	均分负载（并机工作）		○		√	√	4.3.3	5.2.3
4	交流输入过、欠电压以及缺相保护与告警性能	○		√	√	√	4.3.4.1 4.3.7	5.2.4
5	直流输出过、欠电压保护与告警性能	○		√	√	√	4.3.4.2 4.3.7	5.2.5
6	直流输出电流限制性能	○			√	√	4.3.5	5.2.6

表 2 (续)

序号	项 目		不合格判定		出厂检验		型式检验	要 求	试验方法
			B	C	100 %	抽样			
7	熔断器保护及告警性能		○		√	√	√	4.3.6 4.3.7	5.2.7
8	电网电压波动的适应性		○			√	√	4.4.1	5.3.1
9	效率与功率因数		○			√	√	4.4.2	5.3.2
10	电话衡重杂音		○		√	√	√	4.4.3.1	5.3.3
11	宽频杂音		○			√	√	4.4.3.2	5.3.3
12	离散频率杂音		○				√	4.4.3.3	5.3.3
13	峰-峰值杂音		○		√	√	√	4.4.3.4	5.3.3
14	负载效应(负载调整率)		○			√	√	4.4.4	5.3.4
15	源效应(电网调整率)		○			√	√	4.4.5	5.3.5
16	温度系数		○				√	4.4.6	5.3.6
17	稳压精度		○		√	√	√	4.4.7	5.3.7
18	负载效应恢复时间(动态响应)		○			√	√	4.4.8	5.3.8
19	开关机过冲幅度		○			√	√	4.4.9	5.3.9
20	启动冲击电流(浪涌电流)		○			√	√	4.4.10	5.3.10
21	软启动时间			○		√	√	4.4.11	5.3.11
22	绝缘电阻		○		√	√	√	4.6.1	5.4.1
23	绝缘强度		○		√	√	√	4.6.2	5.4.2
24	音响噪音			○			√	4.7	5.5
25	电磁兼容		○				√	4.8	5.6
26	对地漏电流		○			√	√	4.9	5.7
27	低温工作试验	电话衡重杂音	○				√	4.1.1 4.4.3.1	5.8.1.2 5.3.3
		宽频杂音	○				√	4.1.1 4.4.3.2	5.8.1.2 5.3.3
		离散频率杂音	○				√	4.1.1 4.4.3.3	5.8.1.2 5.3.3
		峰-峰值杂音	○				√	4.1.1 4.4.3.4	5.8.1.2 5.3.3
		稳压精度	○				√	4.1.1 4.4.7	5.8.1.2 5.3.7
28	高温工作试验	电话衡重杂音	○				√	4.1.1 4.4.3.1	5.8.2.2 5.3.3
		宽频杂音	○				√	4.1.1 4.4.3.2	5.8.2.2 5.3.3
		离散频率杂音	○				√	4.1.1 4.4.3.3	5.8.2.2 5.3.3
		峰-峰值杂音	○				√	4.1.1 4.4.3.4	5.8.2.2 5.3.3
		稳压精度	○				√	4.1.1 4.4.7	5.8.2.2 5.3.7

表2 (完)

序号	项 目		不合格判定		出厂检验		型式检验	要 求	试验方法
			B	C	100%	抽样			
29	低温贮存试验	电话衡重杂音	○				√	4.1.1 4.4.3.1	5.8.1.1 5.3.3
		宽频杂音	○				√	4.1.1 4.4.3.2	5.8.1.1 5.3.3
		离散频率杂音	○				√	4.1.1 4.4.3.3	5.8.1.1 5.3.3
		峰—峰值杂音	○				√	4.1.1 4.4.3.4	5.8.1.1 5.3.3
		稳压精度	○				√	4.1.1 4.4.7	5.8.1.1 5.3.7
30	高温贮存试验	电话衡重杂音	○				√	4.1.1 4.4.3.1	5.8.2.1 5.3.3
		宽频杂音	○				√	4.1.1 4.4.3.2	5.8.2.1 5.3.3
		离散频率杂音	○				√	4.1.1 4.4.3.3	5.8.2.1 5.3.3
		峰—峰值杂音	○				√	4.1.1 4.4.3.4	5.8.2.1 5.3.3
		稳压精度	○				√	4.1.1 4.4.7	5.8.2.1 5.3.7
31	恒定湿热试验	电话衡重杂音	○				√	4.1.2 4.4.3.1	5.8.3 5.3.3
		峰—峰值杂音	○				√	4.1.2 4.4.3.4	5.8.3 5.3.3
		稳压精度	○				√	4.1.2 4.4.7	5.8.3 5.3.7
		绝缘电阻	○				√	4.1.2 4.6.1	5.8.3 5.4.1
32	振动、冲击试验	电话衡重杂音	○				√	4.1.4 4.4.3.1	5.8.4 5.3.3
		峰—峰值杂音	○				√	4.1.4 4.4.3.4	5.8.4 5.3.3
		稳压精度	○				√	4.1.4 4.4.7	5.8.4 5.3.7
33	可靠性指标试验	○				√	4.5	5.9	

附录 A
(规范性附录)
试验用仪器、设备

A.1 单相/三相稳压可调电源

额定电压：220 (380) × (1±30%) V 可调，功率为 15~30 kVA。

A.2 单相/三相变频电源

频率 47.5~52.5 Hz 可调，功率大于 3~5 倍被测整流器。

A.3 仪表用单相电源隔离变压器

220 V/1 kVA。

A.4 可调节阻性负载器

应满足被测电压范围及电流范围的 5%、25%、50%、75%、100% 负载调节。

A.5 仪表用交流电流互感器（或其他交流电流测量装置）

量程不小于 2~50 A。

精度：0.5 级。

A.6 直流电流分流器

按本标准直流输出电流系列要求配备各档分流器。

精度：0.5 级。

A.7 交/直流数字多用电压表

交流量程：0~500 V。

直流量程：0~200 V、0~200 mV。

精度：0.2 级。

A.8 直流数字电压表

量程：0~500 V。

精度：0.2 级。

A.9 数字存储示波器

频率带宽：不低于 100 MHz。

精度：0.5 级。

A.10 模拟示波器

频率带宽：20 MHz。

A.11 高低频杂音计

频率带宽：15 Hz~30 MHz。

电平误差：±0.2 dB。

A.12 单相/三相交流参数数字分析仪

具有单相/三相电压、电流、频率、功率、功率因数的测试功能及谐波分析功能。
精度：0.5 级。

A.13 选频电平表（或频谱分析仪）

频率带宽：不低于 0.3 kHz~30 MHz。

A.14 绝缘电阻测试仪

测试电压：DC 500 V。

量程：0~1000 MΩ。

A.15 绝缘强度测试仪

测试电压：AC/DC 0~5000 V。

漏电流量程：0~100 mA（测试电压为交流时）。

A.16 声级计

量程：0~100 dB，A 计权工作方式。

A.17 恒温、恒湿试验箱

温控范围：按不低于本标准要求。

温控误差：±1℃。

容积：应不小于 5 倍被测样品的体积。

A.18 振动、冲击试验台

应符合本标准相关试验条件。

A.19 电磁兼容测试设备

- (1) 传导骚扰限值测试设备应符合 YD/T 983-1998 中 5.5.1.1~5.5.1.4 要求。
- (2) 辐射骚扰限值测试设备应符合 YD/T 983-1998 中 5.5.2.1~5.5.2.4 要求。
- (3) 谐波电流限值测试设备应符合 YD/T 983-1998 中 6.3.1 要求。
- (4) 电压起伏和闪烁限值测试设备应符合 YD/T 983-1998 中 6.5.1 要求。
- (5) 抗骚扰性测试设备：
 - a) 抗静电放电骚扰测试设备应符合 YD/T 983-1998 中 7.4.1.2 要求；

- b) 抗电磁场辐射骚扰测试设备应符合 YD/T 983-1998 中 7.4.2.2 要求;
- c) 抗电快速瞬变脉冲群骚扰测试设备应符合 YD/T 983-1998 中 7.4.3.2 要求;
- d) 抗射频场传导骚扰测试设备应符合 YD/T 983-1998 中 7.4.4.1 要求;
- e) 抗浪涌骚扰测试设备应符合 YD/T 983-1998 中 7.4.5.2 要求;
- f) 抗电压暂降、电压短时中断骚扰测试设备应符合 YD/T 983-1998 中 7.4.6.2 要求。

A.20 对地漏电流测试设备

对地漏电流测试设备应满足 GB 4943-1995 中附录 D 的要求。
