



中华人民共和国国家标准

GB/T 7261—2008
代替 GB/T 7261—2000

继电保护和安全自动装置基本试验方法

Basic testing method for relaying protection and security automatic equipment

2008-06-18 发布

2009-03-01 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 Ⅲ

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 试验条件 4

5 结构及外观检查 5

6 基本性能试验 5

7 功率消耗 20

8 温升试验 23

9 环境试验 24

10 电源影响试验 29

11 机械性能试验 31

12 绝缘性能试验 36

13 电磁兼容试验 36

14 过载试验 39

15 触点性能和机械寿命试验 40

16 安全试验 40

17 通信规约测试 42

18 装置功能试验 42

附录 A (资料性附录) 测时电路 43

附录 B (资料性附录) 用热电偶测量温度的推荐方法 45

附录 C (资料性附录) 型式试验导则 46

附录 D (资料性附录) 固有误差、动作误差和系统误差 48

附录 E (资料性附录) 地震试验选择原则 49

前 言

本标准代替 GB/T 7261—2000《继电器及装置基本试验方法》。

本标准做为电力系统二次电路所用有或无继电器、量度继电器、保护装置、安全自动装置及其接口设备等试验时应遵循的通用基本方法。本标准在对 GB/T 7261—2000 修订时,保留了原标准仍适用的内容,并根据 IEC 60255-1、IEC 60255-11、IEC 60255-27 等国际标准的最新版本,对部分试验项目和试验方法进行了调整。对于其他国家标准中已经规定了具体试验方法的试验项目,在本标准中不再重复叙述,而是直接引用相应的国家标准。为了方便标准的查询,按试验类别对试验项目进行了分类。考虑到标准的使用习惯,绝缘性能未归入安全试验,而是编为单独的一章。

本标准与 GB/T 7261—2000 相比,主要变化如下:

- 标准名称进行了修改;
- 按 IEC 60255-11 更新了辅助激励量中断试验;
- 增加了工频抗扰度试验、脉冲磁场试验、阻尼振荡磁场试验;
- 增加了恒定湿热试验;
- 增加了地震试验;
- 增加了安全试验;
- 增加了电气间隙及爬电距离测量;
- 增加了外壳防护试验;
- 增加了保护联结的阻抗试验;
- 增加了接触电流测量;
- 增加了着火危险试验;
- 增加了通信规约测试;
- 增加了附录 C、附录 D、附录 E。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D、附录 E 均为资料性附录。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国量度继电器和保护设备标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:国家继电保护及自动化设备质量监督检验中心、南京南瑞继保电气有限公司、中国南方电网有限责任公司、国家电力调度通信中心、中国电力科学研究院、许继电气股份有限公司、国电南京自动化股份有限公司、北京四方继保自动化股份有限公司、上海继电器有限公司、阿城继电器股份有限公司、烟台东方电子信息产业股份有限公司、北京紫光测控有限公司、河北北恒电气科技有限公司、珠海万力达电气股份有限公司、积成电子股份有限公司。

本标准主要起草人:李全喜、赵希才、韩冰、王德林、沈晓凡、陶学军、吴雪峰、郑蔚、王洁民、王燕飞、权宪军、胡家为、由建军、王磊、袁文广。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 7261—1987、GB/T 7261—2000。

继电保护和安全自动装置基本试验方法

1 范围

本标准规定了继电保护和安全自动装置的基本试验方法。

本标准适用于电力系统二次电路所用有或无继电器、量度继电器、保护装置、安全自动装置及其接口设备等产品的试验。

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 2422 电工电子产品环境试验 术语(GB/T 2422—1995, neq 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(idt IEC 60068-2-1:1990)

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(idt IEC 60068-2-2:1974)

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 2423.4—1993 电工电子产品基本环境试验规程 试验Db:交变湿热试验方法(eqv IEC 60068-2-30:1980)

GB/T 2423.21—1991 电工电子产品基本环境试验规程 试验M:低气压试验方法(eqv IEC 60068-2-13:1983)

GB/T 2423.22—2002 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验N:温度变化(IEC 60068-2-14:1984, IDT)

GB/T 2900.1 电工术语 基本术语(GB/T 2900.1—1992, neq IEC 60050)

GB/T 2900.17 电工术语 电气继电器(GB/T 2900.17—1994, eqv IEC 60050(446):1983)

GB/T 2900.49 电工术语 电力系统保护(GB/T 2900.49—2004, IEC 60050(448):1995, IDT)

GB 4208—1993 外壳防护等级(IP代码)(eqv IEC 60529:1989)

GB/T 4365 电工术语 电磁兼容(GB/T 4365—2003, IEC 60050(161):1990, IDT)

GB/T 5169.16—2002 电工电子产品着火危险试验 第16部分:50 W水平和垂直火焰试验方法(IEC 60695-11-10:1999, IDT)

GB/T 11287—2000 电气继电器 第21部分:量度继电器和保护装置的振动、冲击、碰撞和地震试验 第1篇:振动试验(正弦)(idt IEC 60255-21-1:1988)

GB/T 12113—2003 接触电流和保护导体电流的测量方法(IEC 60990:1999, IDT)

GB/T 13729—2002 远动终端设备

GB/T 14047—1993 量度继电器和保护装置(idt IEC 60255-6:1988)

GB/T 14537—1993 量度继电器和保护装置的冲击与碰撞试验(idt IEC 60255-21-2:1988)

GB/T 14598.1—2002 电气继电器 第23部分:触点性能(IEC 60255-23:1994, IDT)

GB/T 14598.3—2006 电气继电器 第5部分:量度继电器和保护装置绝缘配合要求和试验(IEC 60255-5:2000, IDT)

3.2

变差试验 variation test

在试验期间,产品的某个影响量或影响因素处于标称范围的极限值,其余影响量或影响因素处于基准条件下所进行的试验。

3.3

试验条件允许偏差 permissible deviation of the testing condition

如果规定试验条件的参数为 M ,实际试验条件为 N ,则试验条件的允许偏差见式(1):

$$\frac{N-M}{M} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

试验条件允许偏差也可以用绝对值表示。允许偏差是指这一数值的允许变动范围。

3.4

被试装置 equipment under test**EUT**

被试验的装置。它可以是一只继电器或一台装置。

3.5

冷态 cold state

产品在不施加激励量的情况下,其各部分的温度与周围环境温度之差不大于 $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的状态。

3.6

热态(热稳定状态) thermal state(thermally stable state)

产品在规定的激励量的作用下,产品温升达到稳定的状态。在该状态每隔半小时测得的温度差不超过 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

3.7

单轴正弦扫频地震试验 single axis sine sweep seismic test

被试装置的三个正交轴向依次经受标准频率范围内的等位移或者等加速度扫频正弦振动的试验。

3.8

双轴试验 biaxial test

被试装置的水平轴向和垂直轴向同时经受振动的试验。

3.9

双轴多频随机地震试验 biaxial multi-frequency random seismic test

被试装置经受试验相应谱的随机序列振动的试验。试验响应谱能够通过双轴多频输入运动复现标准响应谱。

3.10

标准响应谱 standard response spectrum

一种响应谱,其波形符合图 31,其主要参数为 3.11 和 3.12 定义的阻尼和零周期加速度。

3.11

阻尼 damping

一个表征系统中许多能量耗散机理的通用术语。

实际上,阻尼取决于许多参数,例如结构、振型、应变、作用力、速度、材料、连接滑移等。

3.12

零周期加速度 zero period acceleration

响应谱加速度的高频渐近值(见图 33)。

注:零周期加速度具有实际意义,因为在一个时间历程中,它代表最大的峰值加速度。这种零周期加速度不可与响应谱的峰值加速度相混淆。

3.13

随机运动样本 random motion sample

改变随机运动记录的频率范围和幅值后形成的样本,以便复现所需响应谱或者标准响应谱。

3.14

时间历程 time-history

由某一给定运动产生的加速度或位移或速度随时间变化的记录(见图 32)。

3.15

时间历程强部 strong part of time-history

从时间历程曲线第一次达到 25%最大值起,至最后一次降低到 25%最大值为止的时间历程部分(见图 32)。

4 试验条件

4.1 试验的环境条件

试验的正常试验环境条件及试验的基准环境条件见表 1。

表 1 试验环境条件

环境条件	正常试验环境条件	试验基准环境条件	
		基准条件	试验允差
环境温度	15℃~35℃	20℃	±2℃
相对湿度	45%~75%	45%~75%	—
大气压力	86 kPa~106 kPa	86 kPa~106 kPa	—
外磁感应	0 mT~0.5 mT	0	0.5 mT

除另有规定外,试验一般在正常试验环境条件下进行,试验的基准条件作为仲裁条件。

4.2 试验电源的基准条件及允差

除另有规定外,所有试验应在基准试验条件下进行,试验电源的基准条件及试验允差见表 2。

表 2 试验电源的基准条件及试验允差

试 验 电 源	基准条件	试 验 允 差
交流电源频率	50 Hz	±0.5%
交流电源波形	正弦波	波形畸变 5% ^a
交流电源中直流分量	0	峰值的 2%
直流电源中交流分量(纹波)	0	6% ^b
三相平衡电源中相电压或线电压	相等	差异不应大于电压平均值的 1%
三相平衡电源中相电流	相等	差异不应大于该系统电流平均值的 1%
三相平衡电源中各相电压与该相电流间夹角	相等	2°
^a 多输入量的量度继电器及装置试验电源的交流电源波形畸变系数试验允差为 2%。 ^b 按峰值——峰值纹波系数定义。		

4.3 安装位置

产品试验时,安装位置对于任一方向的允许偏差为 2°。

4.4 试验用仪器、仪表

4.4.1 一般使用仪表的准确度应根据被测量的误差等级按表 3 进行选择。

表 3 仪表准确度等级

误差	<0.5%	≥0.5%~1.5%	>1.5%~5%	≥5%
仪表准确度	0.1 级	0.2 级	0.5 级	1.0 级
数字仪表准确度	6 位半	5 位半	4 位半	4 位半

4.4.2 测量相位用仪表的准确度不应低于 1.0 级。

4.4.3 测量温度用仪表的误差不应超过 $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

4.4.4 测量时间用仪表

当测量时间大于 1 s 时,相对误差不大于 5/1 000;测量时间不大于 1 s 时,测量时间仪表的分辨率应为 0.1 ms。

4.4.5 其他测试仪表的精度应满足相应标准的要求,并符合有关计量管理的要求。

5 结构及外观检查

5.1 检查内容及方法

5.1.1 目测被试装置所有零件锡焊处的质量,如是否存在针孔、气泡、裂纹、挂锡、拉尖、桥接及焊点润湿不良等现象。

5.1.2 检查被试装置是否按产品标准规定对有关部位进行漆封。

5.1.3 目测被试装置表面的涂覆层的颜色是否均匀一致,有无明显的色差和眩光,检查涂覆层表面是否有砂粒、翘皱、流痕等缺陷。

5.1.4 检查被试装置连接导线的颜色、线径或连接方式等是否符合产品标准及有关的要求。

5.1.5 检查被试装置铭牌、标志和端子号是否符合标准规定的要求,是否正确、清晰、齐全。

5.1.6 检查插拔式产品接插件插拔的灵活性和互换性。

5.1.7 检查被试装置包装是否符合有关包装标准要求。

5.1.8 被试装置的外形尺寸和安装尺寸等可采用钢板尺和钢带卷尺进行检查,必要时可采用精度更高的测量仪器。

5.1.9 被试装置的质量用天平和磅秤等进行检查。

5.1.10 检查被试装置内各元器件的安装及装配是否符合产品的图样和工艺的要求。

5.1.11 检查被试装置中电镀零件、喷漆零件、塑料零件的表面质量,例如是否有划伤、碰伤和变形现象。

5.1.12 被试装置中是否存在引起电化学腐蚀的不同金属材料或电镀层的直接连接。

5.2 要求

5.2.1 检查被试装置时,一般应在无损试验下进行。

5.2.2 检查被试装置时,一般应在正常照明和视觉条件下进行。

5.2.3 当有严重缺陷或存在无法用文字描述的缺陷时,可以用相机拍摄记录。

6 基本性能试验

6.1 触点基本参数试验

6.1.1 触点压力测试

6.1.1.1 测试方法

当产品标准没有规定时,可按下述测试方法进行。

触点压力可用测力计、砝码和灯光信号、万用表(欧姆表)配合测试。测试时,测力计(或砝码)作用力的作用方向沿触点接触面的法线方向,并将灯光信号(或指针式万用表)电路接入触点电路中,当灯光信号熄灭(或指针式万用表没有指示)时,测力计的读数(或砝码的质量)即为被测触点压力。

6.1.1.2 测试程序

——当对被试装置施加的激励量为额定值时,产品处于动作状态,可单独测量动合触点的触点压力;

——当对被试装置施加的激励量为零时,产品处于释放状态,可单独测量动断触点的触点压力。

6.1.2 触点间隙测试

6.1.2.1 测试方法

触点间隙测试用塞尺进行,以塞尺刚好通过并不使触点片产生位移时的间隙为触点间隙。

6.1.2.2 测试程序

——当被试装置处于动作状态时,可单独测量动断触点的触点间隙;

——当被试装置处于释放状态时,可单独测量动合触点的触点间隙。

6.1.3 触点超行程测试

6.1.3.1 测试方法

用塞尺直接测量触点位移的方法或用间接测量并换算的方法。

6.1.3.2 测试程序

——对于动合触点,缓慢移动衔铁,测量从触点开始接触起到衔铁完全接触闭合为止衔铁运动的直线距离,然后根据图样的标称尺寸进行换算,换算为动合触点的超行程;

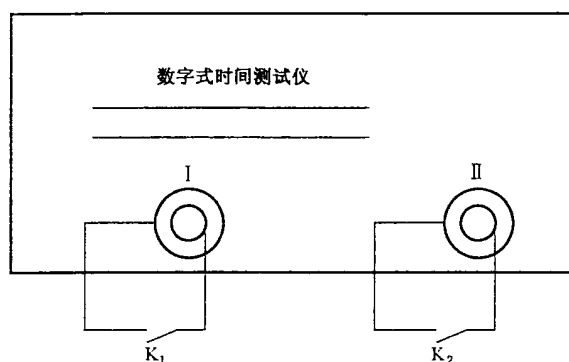
——对于动断触点,先使衔铁闭合。然后缓慢释放,测量从动断触点开始接触起到衔铁完全释放为止衔铁运动的直线距离,然后根据图样的标称尺寸进行换算,换算为动断触点闭合时的超行程。

6.1.4 触点接触同步测试

6.1.4.1 触点接触不同步没有时差要求的可以用目测,其方法是缓慢移动衔铁,利用灯光信号或万用表指示进行测试。

6.1.4.2 触点接触不同步有时差要求时,可分别测量各触点组的动作时间或返回时间,然后再进行比较。

6.1.4.3 两组触点接触不同步时差测试方法,可以按图 1 所示电路进行测量,对于多组触点应以某一组触点为基准,其他各组触点分别与该组触点进行测试。



K₁、K₂ 为两组触点。

图 1 两组触点接触不同步时差测试电路

a) 测试方法

——触点 K₁、K₂ 同时接触,数字时间测试仪指示为零;

——触点 K₁ 先于 K₂ 接触,数字时间测试仪指示数值为两触点不同步时差;

——触点 K₁ 后于 K₂ 接触,数字时间测试仪指示数值不停,应更换两触点测试电路位置再进行测试。

b) 测试程序

当对动合触点不同步时差进行测试时,应对继电器突然施加额定激励量,使继电器动作。当对动断触点不同步时差进行测试时,应对继电器突然去除激励量,使继电器返回。

6.1.5 触点接触电阻测试

6.1.5.1 测试方法

a) 采用伏—安法测触点接触电阻。

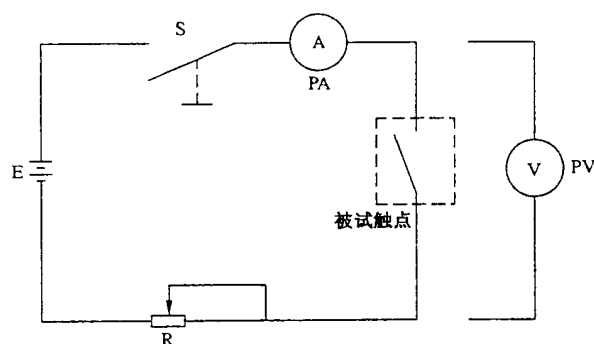
采用伏—安法测触点接触电阻的测试电路如图 2 所示。根据产品标准要求,使触点电路通过规定的电流,测量触点两端电压,根据电流、电压值用式(2)计算触点接触电阻。

$$R_j = \frac{U}{I} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

U ——触点两端电压,单位为伏特(V);

I ——通过触点电流,单位为安培(A)。



E ——直流电源;

R ——可调电阻;

PA ——电流表;

PV ——电压表;

S ——单刀开关。

图 2 采用伏—安法测触点接触电阻的电路

b) 采用直流双臂电桥测触点接触电阻。

测试电路如图 3 所示。

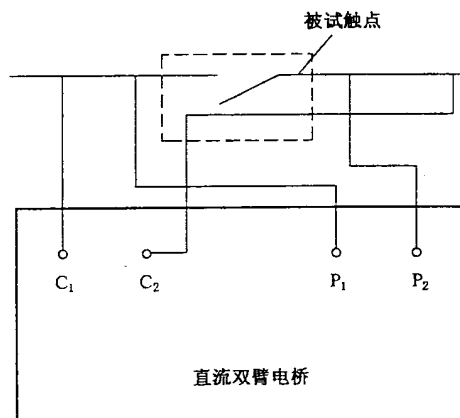


图 3 采用直流双臂电桥测触点接触电阻的电路示意图

c) 采用低电阻测试仪或毫欧表测触点接触电阻。

测试电路如图 4 所示。

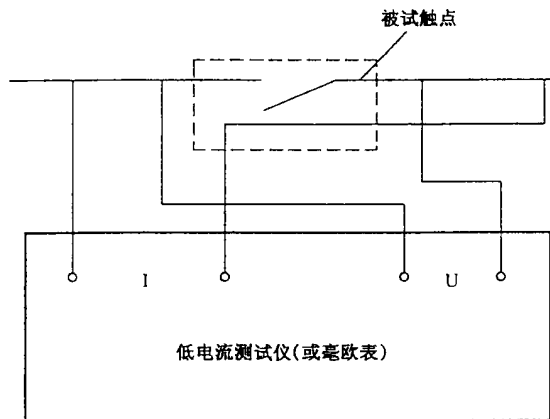


图 4 采用低电阻测试仪或毫欧表测触点接触电阻的电路

6.1.5.2 测试程序

- 继电器处于释放状态时,单独测量动断触点的接触电阻;
- 继电器处于动作状态时,单独测量动合触点的接触电阻;
- 测量 6 次,计算平均值。

6.1.5.3 要求

- 测试接触电阻的方法选择、测试时电流和电压的大小按产品标准规定执行;
- 测试触点接触电阻,是指包括触点的输出端在内的整个触点电路(例如触点输出端、连接导线、触点组等等)的电阻;
- 采用伏—安法测试时,电压表的内阻不应小于被测量电阻的 100 倍,用直流电源测试时也可以用直流电位差计或数字式电压表代替电压表;
- 采用直流电源测试接触电阻时,应在两种极性下分别测量 3 次,计算 6 次测量平均值;
- 触点在开闭过程中,触点电路不允许加负载;
- 采用四端子法测量接触电阻时,电流两端子应接在电压两端子外面,各端子连接应良好,同时被测部分的连接导线应尽可能粗而短,减少因接不良触和导线电阻所带来的测量误差;
- 测试时,应防止触点受到超过规定的电流的冲击。

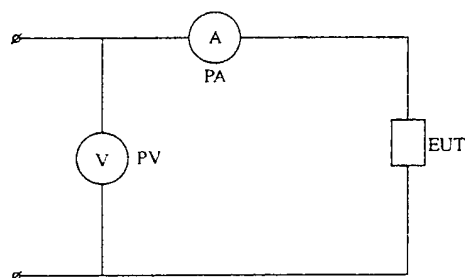
6.2 继电器线圈基本参数试验

6.2.1 继电器线圈电阻测试

6.2.1.1 测试方法

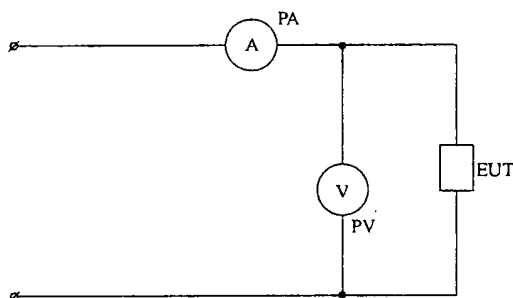
- 伏—安法测量线圈电阻
 - 电压型线圈电阻的测量电路按图 5 接线;
 - 电流型线圈电阻的测量电路按图 6 接线。
- 电桥法测量线圈电阻
 - 电压型线圈电阻用直流单臂电桥测量;
 - 电流型线圈电阻用直流双臂电桥测量。
- 电阻测量仪测量线圈电阻

根据线圈的类型,选用电阻测试仪测量电流型或电压型线圈的电阻。



PV——直流电压表；
PA——直流电流表；
EUT——被试装置。

图 5 电压型线圈电阻测量电路



PV——直流电压表；
PA——直流电流表；
EUT——被试装置。

图 6 电流型线圈电阻测量电路

6.2.1.2 要求

- 测量环境温度为 $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- 测试前被测线圈放置在测试环境的时间不应小于 2 h；
- 测试方法的选用按产品标准规定；
- 用伏—安法测量线圈电阻时，电压表应采用高内阻电压表，电流表应采用低内阻电流表；
- 用伏—安法测量线圈电阻时，通过线圈的电压或电流不宜过大，一般不应超过继电器的额定工作电压或额定工作电流，通过时间不宜过长，以免线圈发热增大测量误差；
- 被测线圈电阻较小时，应尽量减少测试接线引起的测量误差；
- 测量线圈电阻时应包括线圈输入端子在内的整个电路部分的电阻。

6.2.2 继电器线圈电感测试

6.2.2.1 测试方法

- 电桥法：用交流电桥测量线圈电感；
- 伏—安法：用交流伏—安法测量线圈电感。

6.2.2.2 交流伏—安法测量线圈电感程序

- 按 6.2.1 规定的方法测量线圈的直流电阻 R ；

注：在施加工频电源时，线圈的交流电阻与直流电阻近似相等。

- 按产品标准规定的电流、频率值对线圈施加电流，测量线圈两端电压降；
- 按 $Z = \frac{U}{I}$ 计算线圈的阻抗值；
- 按式(3)计算线圈的电感值。

$$L = \frac{\sqrt{Z^2 - R^2}}{2\pi f} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

L ——线圈电感,单位为亨利(H);

Z ——线圈阻抗,单位为欧姆(Ω);

f ——交流电源频率,单位为赫兹(Hz);

R ——线圈电阻,单位为欧姆(Ω)。

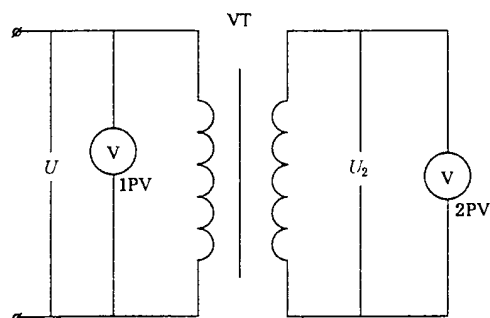
6.2.2.3 要求

- 测试方法的选用由产品标准规定;
- 测量用的交流电源波形应为正弦波,频率为激励量的额定频率;
- 测试环境温度为 $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$,在测试前产品放置在测试环境的时间不应小于 2 h;
- 产品应安装在附近无金属部件的地方;
- 测量线圈电感应包括线圈输入端子在内的整个电路的电感值。

6.3 静态继电器各类变换器基本参数的测试

6.3.1 变换器变比的测试

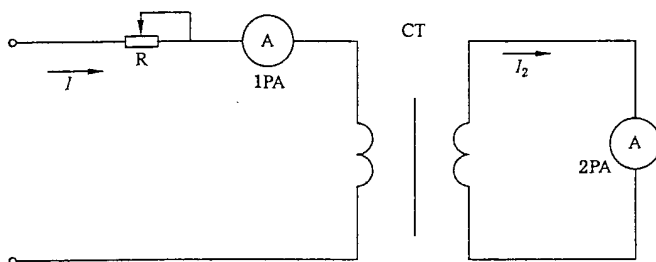
- 电压变换器按图 7 接线,电流变换器按图 8 接线;



VT——电压变换器;

1PV, 2PV——交流电压表。

图 7 电压变换器变比测试电路



R——可调电阻;

CT——电流变换器;

1PA, 2PA——交流电流表。

图 8 电流变换器变比测试电路

- 对电压变换器初级绕组施加额定电压 U_n ,测量次级绕组电压 U_2 ;
对电流变换器初级绕组施加额定电流 I_n ,测量次级绕组电流 I_2 ;
- 计算变比

电压变换器变比用式(4):

$$K_U = \frac{U_2}{U_n} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

U_n ——初级绕组额定电压(1PV 电压表指示值),单位为伏特(V);

U_2 ——次级绕组电压(2PV 电压表指示值),单位为伏特(V)。

电流变换器变比用式(5):

$$K_1 = \frac{I_2}{I_n} \dots\dots\dots (5)$$

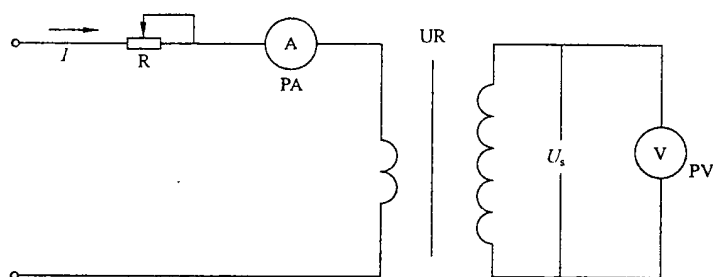
式中:

I_n ——初级绕组额定电流(1PA 电流表指示值),单位为安培(A);

I_2 ——次级绕组电流(2PA 电流表指示值),单位为安培(A)。

6.3.2 转移阻抗和转移阻抗角测试

a) 转移阻抗的测试按图 9 接线。转移阻抗角的测试按图 10 接线。



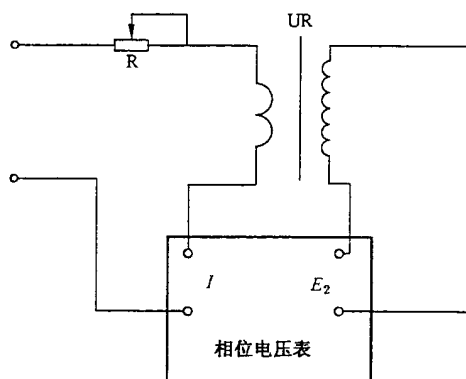
R——可调电阻;

UR——电抗变换器;

PV——交流电压表;

PA——交流电流表。

图 9 转移阻抗测试电路



R——可调电阻;

UR——电抗变换器。

图 10 转移阻抗角测试电路

b) 初级绕组施加额定电流 I_n 。

c) 测量次级绕组空载时电压 U_2 。

d) 计算转移阻抗用式(6):

$$Z = \frac{U_2}{I_n} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

I_n ——初级绕组额定电流(PA 电流表指示值),单位为安培(A);

U_2 ——次级绕组电压(PV 电压表指示值),单位为伏特(V)。

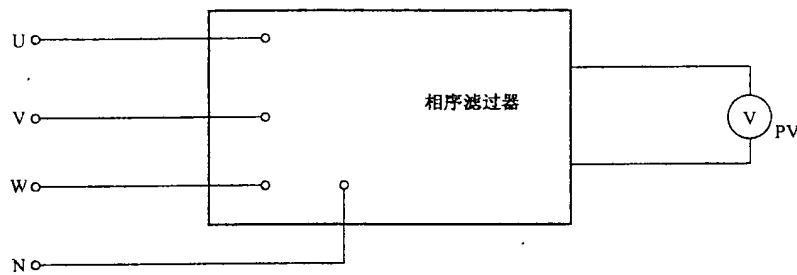
e) 测量转移阻抗角,用相位电压表测量初级绕组电流 I_1 和次级绕组空载电压 U_2 之间的相角差。

6.3.3 伏安特性测试

- a) 测试电路按图 9 接线;
- b) 变换器在试验前应先去磁;
- c) 初级绕组输入不同的电流值 I ;
- d) 测量不同电流值下次级绕组的空载电压 U ;
- e) 作出伏—安特性曲线 $U=f(I)$ 。

6.3.4 相序过滤器输出电压测试

- a) 测试电路如图 11 所示;
- b) 输入三相正序额定电压(或电流),测量二次输出电压;
- c) 输入三相负序额定电压(或电流),测量二次输出电压。



PV——直流电压表。

图 11 相序过滤器输出电压测试电路示意图

6.4 有或无继电器功能试验

6.4.1 直流继电器

直流继电器按图 12 所示的程序进行试验。试验时产品施加激励量采用突然施加的方法,每个程序试验 5 次。

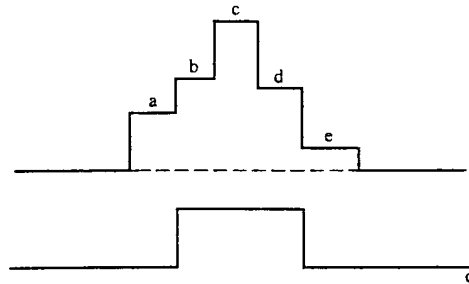


图 12 有或无继电器功能试验程序图

激励量及继电器相应的工作状态如表 4 所示。

表 4 继电器工作状态

图 12 中符号	施加值	继电器工作状态
a	不动作值 ^a	不动作
b	动作值	动作
c	额定值	保持动作
d	不返回值 ^a	保持动作
e	返回值	释放
^a 当产品标准有要求时才进行试验。		

6.4.2 交流继电器

交流继电器按图 12 所示程序进行试验。试验时,产品施加激励量采用突然施加的方法。

6.4.3 要求

- a) 除另有规定外,产品试验应在无自热状态下进行;
- b) 产品在突然施加激励量时,动作或返回前后电压变化不允许超过 5%,当电压有变化时,应取动作前的电压为产品的动作电压,返回前的电压为产品的返回电压。为了保证电压变化不超过 5%,直流电压采用电阻分压时的分压电阻值,应小于线圈电阻的 $1/4.75$;
- c) 当产品标准规定产品在不同极性下进行试验时,应分别在不同电源极性下进行试验;
- d) 产品的动作状态可以用中间继电器或灯光信号显示;
- e) 对具有延时功能的继电器应注意延时特性对继电器工作状态的影响;
- f) 对于多个输出触点的继电器应注意不同触点对继电器功能的影响;
- g) 合格判据:根据所施加激励量的大小,产品是否处于规定的工作状态来判断;
- h) 如果不是按上述规定的试验方法进行试验,应在产品标准中另行规定。

6.5 量度继电器及装置特性量的准确度试验

6.5.1 单输入激励量量度继电器及装置特性量的准确度试验

6.5.1.1 试验方法

- a) 激励量缓慢施加的方法;
- b) 激励量突然施加的方法。

6.5.1.2 试验程序

a) 单激励量缓慢施加法的试验程序

1) 过量继电器及装置

过量继电器及装置特性量准确度缓慢施加方法的试验程序见图 13 所示。试验时,所施加的激励量从零开始逐渐增大到动作值,然后逐渐减少至返回值,再由返回值降至零,测量 10 次(静态型产品可测 5 次);

2) 欠量继电器及装置

欠量继电器及装置特性量准确度缓慢施加方法的试验程序见图 14 所示。试验时,首先使激励量从零开始增大到额定值或两倍额定值。此阶段不测量产品特性量的准确度。然后,将激励量从额定值或两倍额定值开始下降至动作值,再逐渐增大至返回值,然后由返回值增大至额定值或两倍额定值,测量 10 次(静态型产品可测 5 次);

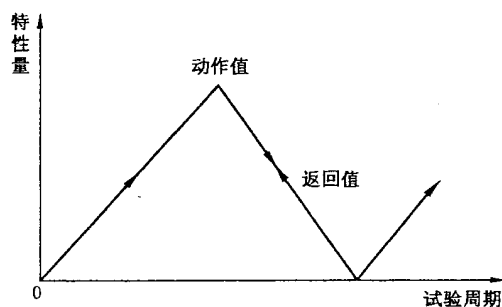


图 13 缓慢法测量过量继电器及装置的准确度试验程序

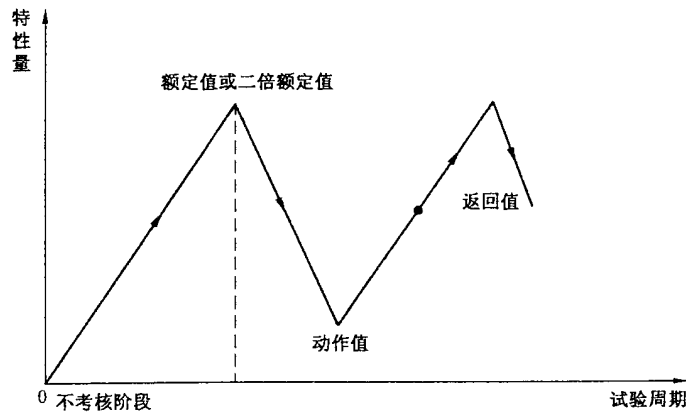


图 14 缓慢法测量欠量继电器及装置的准确度试验程序

b) 单激励量突然施加方法的试验程序

1) 过量继电器及装置

过量继电器及装置特性量准确度突然施加方法的试验程序见图 15 所示；

试验时,先设定目标激励量的大小分别为 $A_z - \Delta A$ 和 $A_z + \Delta A$ (A_z 为特性量的整定值, ΔA 为误差要求)。然后,激励量分别从零增加到 $A_z - \Delta A$ 和 $A_z + \Delta A$,合闸相角为随机任意角,观察产品的动作情况；

当激励量从零增加到 $A_z - \Delta A$,产品不应动作；

当激励量由零增加到 $A_z + \Delta A$,产品应可靠动作；

2) 欠量继电器及装置

欠量继电器及装置特性量准确度突然施加方法的试验程序见图 16 所示；

试验时,先将激励量增大至额定值 B_n ,并分别设定目标激励量的大小分别为 $B_z + \Delta B$ 和 $B_z - \Delta B$ (B_z 为特性量的整定值, ΔB 为误差要求)。然后,使激励量分别由 B_n 下降到 $B_z + \Delta B$ 和 $B_z - \Delta B$,合闸相角为随机任意角,观察产品的动作情况；

当激励量从额定值下降到 $B_z + \Delta B$,产品不应动作；

当激励量从额定值下降到 $B_z - \Delta B$,产品应可靠动作。

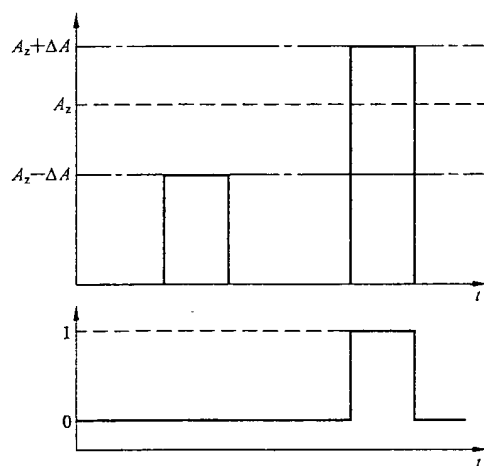


图 15 突然施加方法测量过量继电器及装置的准确度试验程序

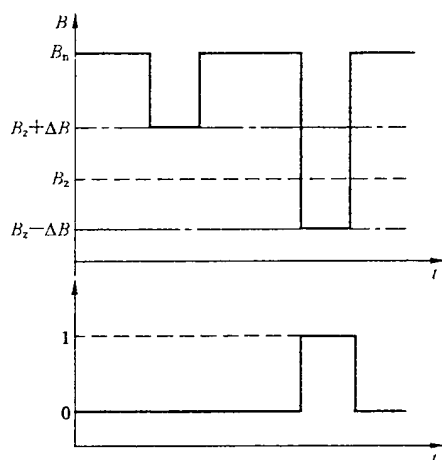


图 16 突然施加法测量欠量继电器及装置的准确度试验程序

6.5.2 多激励量量度继电器及装置特性量准确度试验

6.5.2.1 试验方法

- a) 激励量缓慢施加的方法；
- b) 激励量突然施加的方法。

6.5.2.2 试验程序

- a) 两个电流激励量的产品的试验程序
 - 1) 试验电路按图 17 接线；
 - 2) 将其中一个激励量固定；
 - 3) 改变另一个电流激励量，其程序同 6.5.1；
 - 4) 需要改变两个激励量相位时，可通过改变施加电流的相别来改变其两激励量间的相位角；
 - 5) 所施加激励量的相序与两激励量的相位角的关系见表 5。
- b) 两个电压激励量产品的试验程序
 - 1) 试验电路按图 18 接线；
 - 2) 将其中一个激励量固定；
 - 3) 改变另一个电压激励量，其程序同 6.5.1；
 - 4) 需要改变两个激励量相位时，可通过改变施加的相别来改变两个激励量间的相位角；
 - 5) 所施加激励量的相别与两激励量的相位角的关系见表 5；

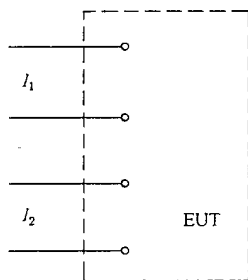


图 17 两个电流激励量的产品试验电路

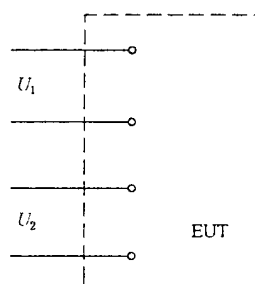


图 18 两个电压激励量的产品试验电路

表 5 相序与相位角的关系

相位角	激励量 1 的相序	激励量 2 的相序
0°	U—V	U—V
30°	U—V	N—V
60°	U—V	W—V
90°	U—V	W—N

c) 一个电流、一个电压激励量的产品试验程序

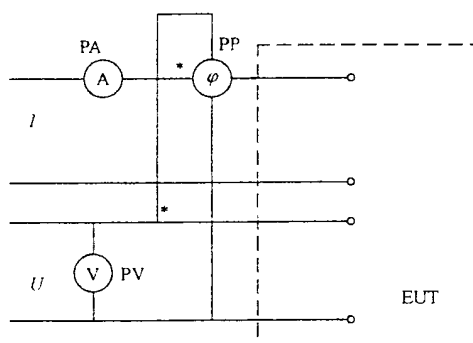
1) 试验电路按图 19 接线,要求两个激励量之间的相位角能任意改变。

2) 缓慢施加激励量的试验程序:

- 固定电流、电压和电流间的相位角,缓慢改变电压激励量。电压由额定值下降至动作值,继续下降至零,然后由零上升至返回,最后升至额定值;
- 固定电流、电压幅值,改变电压和电流激励量间的相位角,施加电流、电压激励量为产品标准的规定值,然后逐渐改变电流和电压间的相位角 ϕ ,确定产品的动作区的边界角;
- 固定电压,电压和电流间的相位角,缓慢改变电流激励量。电流激励量由零逐渐上升至动作值,然后由额定值下降至返回,最后下降至零。

3) 突然施加激励量的试验程序:

- 固定电流和电压激励量间的相位角,突然改变电压、电流激励量。其中,电流激励量由零上升至额定值,电压激励量由额定值分别下降至 $B_z + \Delta B$ 和 $B_z - \Delta B$ (B_z 为计算得到的电压激励量的动作边界值, ΔB 为误差要求),合闸相角为任意角,观察产品的动作情况;
- 固定电流和电压激励量的相位角,突然改变电压、电流激励量。其中,电流激励量由零上升至额定值,电压由零上升至规定的动作电压。观察产品是否处于动作状态。电压由零分别上升至 $B_z + \Delta B$ 和 $B_z - \Delta B$ (B_z 为计算得到的电压激励量的动作边界值, ΔB 为误差要求),合闸相角为任意角,观察产品的动作情况;
- 固定电流、电压幅值,改变电流和电压激励量间的相位角。其中电流、电压均为额定值,调整电流、电压间的相位角,使其分别为动作区边界角 $\pm \Delta \phi$ ($\Delta \phi$ 为误差要求),观察产品的动作情况。



PV——交流电压表；
PA——交流电流表；
PP——相位表；
EUT——被试装置

图 19 一个电流、一个电压激励量的产品试验图

6.5.3 负序电流、负序电压、负序功率等特性量准确度的试验方法

负序电流、负序电压、负序功率等特性量准确度的试验，除另有规定外，应采用模拟相间短路的试验方法。

6.5.3.1 负序电压特性量准确度的试验方法

a) 试验电路按图 20 接线，分别模拟 UV 相、VW 相、WU 相短路；

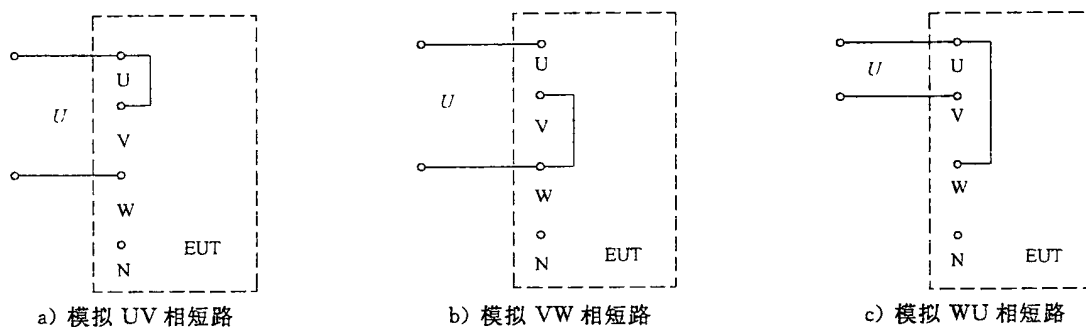


图 20 负序电压特性量准确度的试验接线图

b) 试验方法同单激励量产品；

c) 测量的动作电压为实际负序动作电压的 $\sqrt{3}$ 倍。

6.5.3.2 负序电流特性量准确度的试验方法

a) 按图 21 接线，分别模拟 UV 相、VW 相、WU 相短路；

b) 试验方法同单激励量产品；

c) 测量的动作电流为实际负序动作电流的 $\sqrt{3}$ 倍。

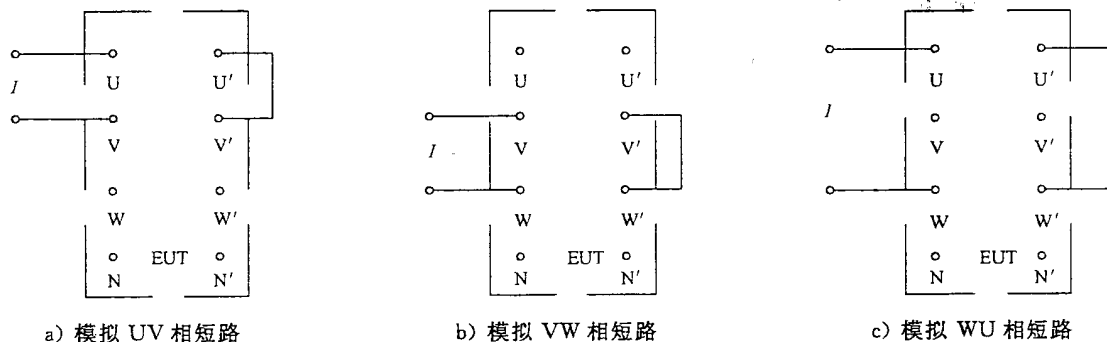


图 21 负序电流特性量准确度的试验接线图

6.5.3.3 负序功率特性量准确度的试验方法

a) 按图 22 接线,分别模拟 UV 相、VW 相、WU 相短路;

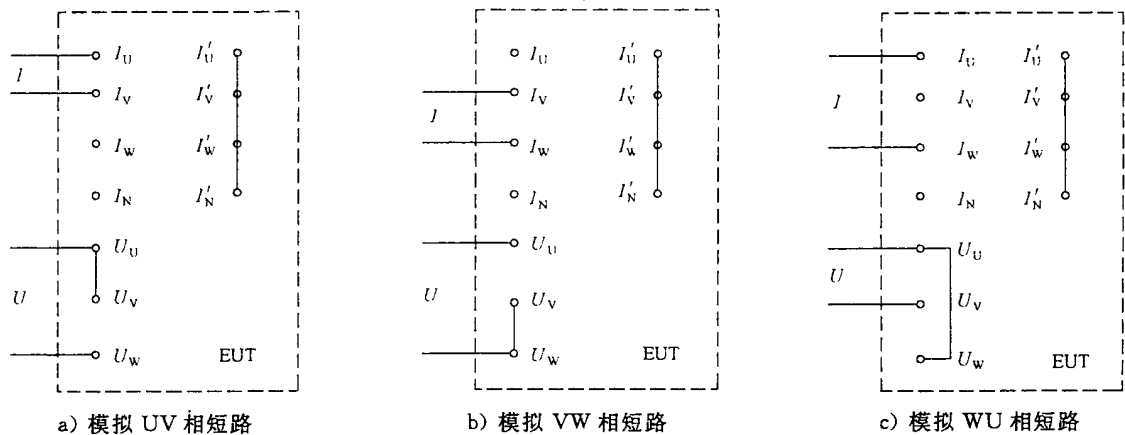


图 22 负序功率特性量准确度试验接线图

b) 试验方法同多激励量产品;

c) 施加的动作电流为 $\sqrt{3}$ 倍负序动作电流,施加的动作电压为 $\sqrt{3}$ 倍负序动作电压。

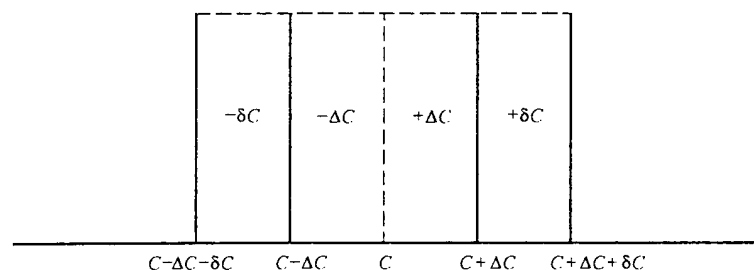
6.5.4 影响量和影响因素的变差确定方法

a) 缓慢施加激励量的变差确定方法

变差=影响量或影响因素标称范围的极限值下的平均误差—基准条件的平均误差 ……(7)

b) 突然施加激励量的变差确定方法

施加的激励量如图 23 所示。



C——产品的激励量的整定值;

ΔC ——产品的激励量的误差要求;

δC ——产品在影响量及影响因素标称范围的极限值下的变差要求。

图 23 突然施加激励量的变差的确定方法

突然施加激励量的试验方法见 6.5.1、6.5.2、6.5.3。设定目标激励量分别为 $C-\Delta C-\delta C$ 和 $C+\Delta C+\delta C$,观察产品的动作情况。

6.5.5 确定基准条件下的准确度

确定基准条件下特性量的极限误差、平均误差、一致性和返回系数的公式见(8)~(14):

$$\Delta = D_{\max}(\text{或 } D_{\min}) - D_z \quad \dots\dots\dots(8)$$

$$\Delta\% = \frac{D_{\max}(\text{或 } D_{\min}) - D_z}{D_z} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(9)$$

$$\Delta_s = D_s - D_z \quad \dots\dots\dots(10)$$

$$\Delta\%_s = \frac{D_s - D_z}{D_z} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(11)$$

$$\delta = D_{\max} - D_{\min} \quad \dots\dots\dots (12)$$

$$\delta\% = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{D_z} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (13)$$

$$K = \frac{D_z}{K_z} \quad \dots\dots\dots (14)$$

式中:

- Δ ——极限绝对误差;
- $\Delta\%$ ——极限相对误差;
- Δ_z ——平均绝对误差;
- $\Delta\%_z$ ——平均相对误差;
- δ ——动作值一致性(绝对值);
- $\delta\%$ ——动作值一致性(相对值);
- D_z ——刻度整定值;
- D_{\max} ——10次(或5次)测量动作最大值;
- D_{\min} ——10次(或5次)测量动作最小值;
- D_z ——10次(或5次)测量动作平均值;
- K ——返回系数;
- F ——10次(或5次)测量返回平均值。

6.5.6 要求

6.5.6.1 当产品标准或技术条件中没有规定时,特性量整定值应分别整定在最大、最小和中间任一整定值下进行试验。

6.5.6.2 测试特性量的动作值、返回值时,触点电路用快速中间继电器监视,中间继电器的动作时间不应大于10 ms。

6.5.6.3 产品标准规定了试验程序的,按产品标准的规定进行。

6.6 时间特性试验

6.6.1 试验内容

6.6.1.1 时间特性试验适用于触点时,包括以下内容:

- a) 动合触点闭合时间测试;
- b) 动断触点断开时间测试;
- c) 动合触点断开时间测试;
- d) 动断触点闭合时间测试;
- e) 动合触点在动作(或返回)过程中回跳时间测试;
- f) 动断触点在动作(或返回)过程中回跳时间测试。

6.6.1.2 时间特性试验适用于继电器及装置时,包括以下内容。

6.6.1.2.1 动作时间

对处于释放状态的继电器或者装置,当激励量变化至规定值的瞬间开始到继电器触点或装置的出口继电器触点可靠动作为止所经历的时间,为动作时间。

继电器触点或装置的出口继电器触点可靠动作是指其动合触点可靠闭合或者动断触点可靠断开。

过量继电器的激励量的规定值为6.5.1.2b) 1)中规定的 $A_z + \Delta A$ 。

欠量继电器的激励量的规定值为6.5.1.2b) 2)中规定的 $B_z - \Delta B$ 。

6.6.1.2.2 返回时间

对处于动作状态的继电器或者装置,当激励量变化至规定值的瞬间开始到继电器触点或装置的出口继电器触点可靠返回为止所经历的时间,为返回时间。

继电器触点或装置的出口继电器触点可靠返回是指其动合触点可靠断开或者动断触点可靠闭合。

过量继电器的激励量的规定值为 6.5.1.2b) 1) 中规定的 $A_z - \Delta A$ 。

欠量继电器的激励量的规定值为 6.5.1.2b) 2) 中规定的 $B_z + \Delta B$ 。

6.6.2 测试方法

6.6.2.1 时间参数不大于 1 s 时,用示波器或数字毫秒仪;大于 1 s 时用电动秒表或数字秒表;大于 1 h 时,用电动秒表或数字秒表,配合时钟进行测试。触点回跳时间测试,应采用示波器或触点回跳时间测量仪进行。

用示波器测量时间参数的试验电路参见附录 A。

6.6.2.2 按产品标准或技术条件规定,突然施加规定的激励量或特性量。

6.6.2.3 测量 10 次,取 10 次测量平均值来计算时间参数(静态型产品可测 5 次);

6.6.2.4 确定时间参数的准确度,平均误差用式(10)或者式(11),一致性用式(12)或者式(13)。

6.6.3 要求

- 试验过程中,产品动作前后线圈电压波动不应超过 5%。在采用分压电阻分压进行直流继电器时间参数测试时,分压电阻值应小于继电器线圈电阻的 1/4.75;
- 对直流继电器的时间参数测试,当时间参数小于 1s 时,应注意测试电路参数对测试结果的影响;
- 应注意试验电路中操作开关不同步对时间参数测试引起的误差;
- 应注意多组触点由于触点不同步对测试结果的影响。

6.7 测控性能试验

测控性能试验按 GB/T 13729—2002 规定的方法进行。

7 功率消耗

7.1 试验方法

用伏—安法进行测试。

按产品标准将规定的激励量施加于产品的输入端,测量产品功率消耗。

7.2 测试电路及产品功率消耗的计算方法

7.2.1 单输入激励量产品功率消耗测试

电压型试验电路按图 24a)接线,电流型试验电路按图 24b)接线。

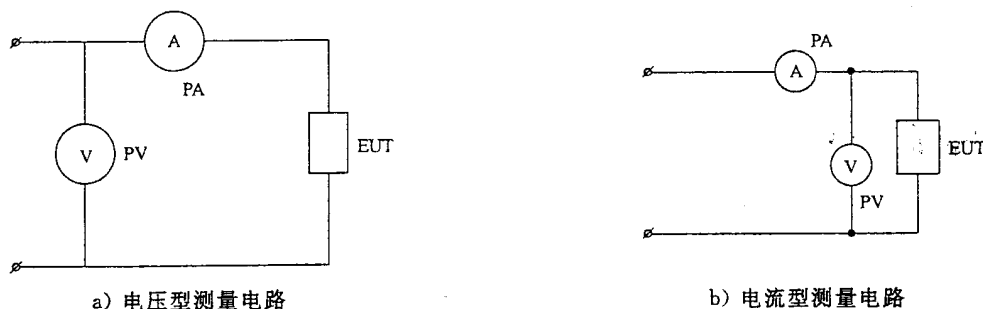


图 24 单输入激励量电流

功率消耗按式(15)计算:

$$P = U \times I \quad \dots\dots\dots (15)$$

式中:

P ——被试装置功率消耗,单位为伏安或瓦特(VA 或 W);

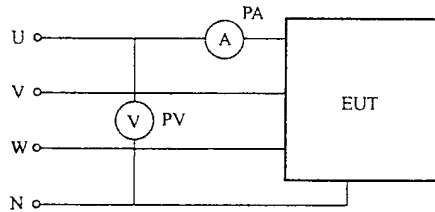
U ——线圈两端电压(PV 电压表指示值),单位为伏特(V);

I ——通过线圈电流(PA 电流表指示值),单位为安培(A)。

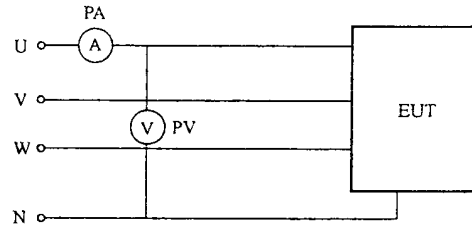
7.2.2 多输入激励量产品功率消耗测试

7.2.2.1 三相四线对称输入电路

试验电路按图 25 接线:



a) 电压型



b) 电流型

图 25 三相四线对称输入电路

三相总功率消耗按式(16)计算:

$$P = 3 \times U \times I \quad \dots\dots\dots (16)$$

式中:

P ——被试装置功率消耗,单位为伏安(VA);

U ——相电压(PV 电压表指示值),单位为伏特(V);

I ——相电流(PA 电流表指示值),单位为安培(A)。

各相功率消耗按式(17)计算:

$$P_U = P_V = P_W = U \times I \quad \dots\dots\dots (17)$$

式中:

P_U ——U 相功率消耗,单位为伏安(VA);

P_V ——V 相功率消耗,单位为伏安(VA);

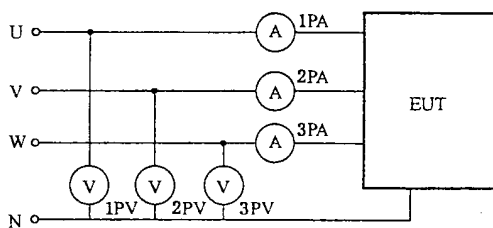
P_W ——W 相功率消耗,单位为伏安(VA);

U ——相电压(PV 电压表指示值),单位为伏特(V);

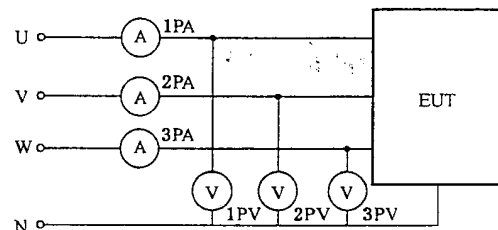
I ——相电流(PA 电流表指示值),单位为安培(A)。

7.2.2.2 三相四线不对称输入电路

试验电路按图 26 接线:



a) 电压型



b) 电流型

1PA、2PA、3PA——交流电流表(分别测量 U 相、V 相、W 相电流);

1PV、2PV、3PV——交流电压表(分别测量 U 相、V 相、W 相电压)。

图 26 三相四线不对称输入电路

三相总功率消耗用式(18)计算:

$$P = U_U \times I_U + U_V \times I_V + U_W \times I_W \quad \dots\dots\dots(18)$$

各相功率消耗用式(19)、式(20)、式(21)计算:

$$P_U = U_U \times I_U \quad \dots\dots\dots(19)$$

$$P_V = U_V \times I_V \quad \dots\dots\dots(20)$$

$$P_W = U_W \times I_W \quad \dots\dots\dots(21)$$

式中:

P ——被试装置功率消耗,单位为伏安(VA);

U_U, U_V, U_W ——相电压(1PV、2PV、3PV 电压表指示值),单位为伏特(V);

I_U, I_V, I_W ——相电流(1PA、2PA、3PA 电流表指示值),单位为安培(A);

P_U, P_V, P_W ——相功率消耗,单位为伏安(VA)。

7.2.2.3 三相三线输入电路

试验电路按图 27 接线:

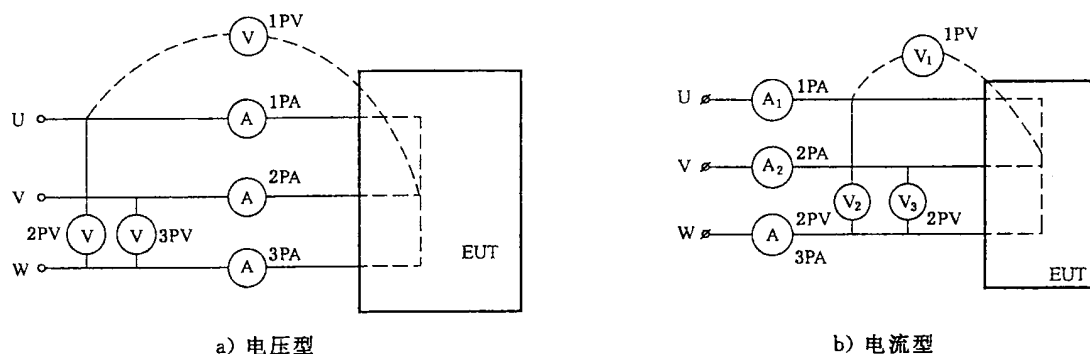


图 27 三相三线输入电路

三相总功率消耗用式(22)计算:

$$P = U_{UW} \cdot I_U + U_{VW} \cdot I_V \quad \dots\dots\dots(22)$$

各相功率消耗分别按式(23)、式(24)、式(25)计算:

$$P_U = U_U \times I_U \quad \dots\dots\dots(23)$$

$$P_V = U_V \times I_V \quad \dots\dots\dots(24)$$

$$P_W = U_W \times I_W \quad \dots\dots\dots(25)$$

式中:

P ——被试装置功率消耗,单位为伏安(VA);

P_U, P_V, P_W ——相功率消耗,单位为伏安(VA);

U_{UW} ——UW 相间线电压(2PV 电压表指示值),单位为伏特(V);

U_{VW} ——VW 相间线电压(3PV 电压表指示值),单位为伏特(V);

U_U, U_V, U_W ——相电压(1PV 电压表分别测试 U、V、W 相指示值),单位为伏特(V);

I_U, I_V, I_W ——相电流(为 1PA、2PA、3PA 电流表指示值),单位为安培(A)。

7.2.3 辅助激励量电路

辅助激励量电路的功率消耗试验方法见 7.2.1 中电压型产品功率消耗试验方法。

7.3 要求

试验时产品放置在测试环境中的持续时间不小于 2 h。

8 温升试验

8.1 试验条件

8.1.1 根据不同的被试装置(EUT)选择适当的试验方法。

8.1.2 除另有规定外,试验的环境温度为+40℃。

8.1.3 试验箱容积至少应为被试装置体积的5倍。

8.1.4 试验时,应按产品标准的规定施加激励量,从冷态开始至热态。

8.1.5 对于多输入激励量的产品,应同时施加多个规定的激励量。对于具有辅助激励量的产品应分别对激励量和辅助激励量电路进行温升试验。

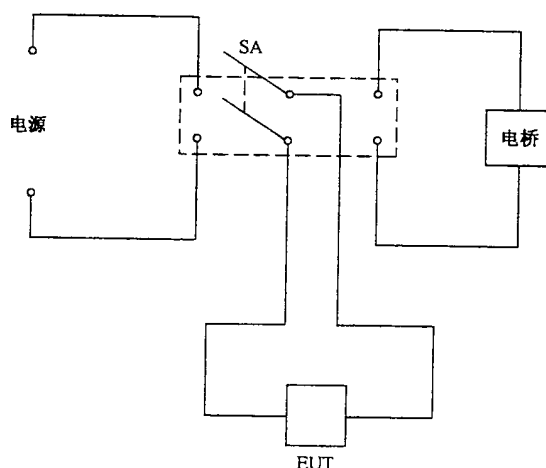
8.2 试验方法

8.2.1 电阻法

8.2.1.1 电阻法用于测量线圈的平均温升。对于直流产品可以采用电桥测量线圈冷态电阻和热态电阻,也可以用伏—安法进行测量。

对于交流产品除电桥法外,还可以采用等值的直流电路法。

用伏—安法等测试方法测量线圈的冷态和热态的直流电阻,测试电路示意图如图28所示。



SA——双刀双置开关。

图 28 产品线圈温升测试电路示意图

8.2.1.2 将产品置于被试环境中,放置不少于2h后测量线圈的冷态电阻,然后按产品标准施加规定的激励量。当线圈达到热稳定状态时,测量热态电阻并按式(26)计算线圈温升。

$$\tau = \frac{R_2 - R_1}{R_1} (234.5 + T_1) + T_1 - T_2 \quad \dots\dots\dots (26)$$

式中:

τ ——温升,单位为开尔文(K);

T_1 ——测量线圈冷态电阻时的环境温度,单位为摄氏度(℃);

T_2 ——测量线圈热态电阻时的环境温度,单位为摄氏度(℃);

R_1 ——温度为 T_1 时线圈电阻值,单位为欧姆(Ω);

R_2 ——温度为 T_2 时线圈电阻值,单位为欧姆(Ω)。

此式仅适用于铜材料绕制的线圈。

8.2.2 热电偶法

热电偶法用于测量线圈的表面温升,也可以测量其他发热体的表面温升。

测量时,将热电偶的热端用锡焊、胶粘等方法固定在被试线圈或发热体的表面,按产品标准的规定

施加激励量,当达到热稳定状态时,用电位差计测试热电偶两端的电动势,根据电位差查热电偶分度表,得到对应的温度 t ,按式(27)计算温升。

$$\tau = t + T_1 - T_2 \quad \dots\dots\dots (27)$$

式中:

τ ——温升,单位为开尔文(K);

t ——热电偶读取的温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);

T_1 ——热电偶冷端环境温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);

T_2 ——热电偶热端环境温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$)。

9 环境试验

9.1 运行温度试验

9.1.1 最低运行温度

9.1.1.1 最低运行温度试验依据 GB/T 2423.1—2001 规定的试验 Ad 进行。

9.1.1.2 试验设备

除满足 GB/T 2423.1—2001 规定外,试验箱容积至少应为被试装置体积的 5 倍。

9.1.1.3 严酷等级

试验温度由产品标准规定。

除另有规定外,在达到试验温度后持续 2 h。

注:与安全有关的试验,试验持续时间为 16 h。

9.1.1.4 预处理

按照制造厂的规范进行。

9.1.1.5 初始检测

试验前,应在 4.1 规定的试验环境条件下对外观和产品标准规定的其他试验项目进行检验。

9.1.1.6 试验条件

当产品标准规定试验期间施加激励量或特性量时,应施加规定的激励量或特性量。

9.1.1.7 中间检测

在试验结束前应按产品标准规定的试验项目,在试验箱内进行试验。并与试验前的试验结果进行比较,按 6.5.4 规定的方法计算变差。

9.1.1.8 恢复

试验后,产品应放置在 4.1 规定的试验环境条件下恢复至少 2 h,若 2 h 后产品表面凝露未完全消失,应增加恢复时间至凝露消失,才能进行其他项目试验。

9.1.1.9 最后检测

试验后应进行外观检查和产品标准规定的其他试验项目。

9.1.2 最高运行温度

9.1.2.1 最高运行温度试验依据 GB/T 2423.2—2001 规定的试验 Bd 进行。

9.1.2.2 试验设备

除满足 GB/T 2423.2—2001 规定外,试验箱容积至少应为被试装置体积的 5 倍。

9.1.2.3 严酷等级

试验温度由产品标准规定。

除另有规定外,在达到试验温度后持续 2 h。

注:与安全有关的试验,试验持续时间为 16 h。

9.1.2.4 预处理

按照制造厂的规范进行。

9.1.2.5 初始检测

试验前,应在 4.1 规定的试验环境条件下对外观和产品标准规定的其他试验项目进行检验。

9.1.2.6 试验条件

当产品标准规定试验期间施加激励量或特性量时,应施加规定的激励量或特性量。

9.1.2.7 中间检测

在试验结束前应按产品标准规定的试验项目,在试验箱内进行试验。并与试验前的试验结果进行比较,按 6.5.4 规定的方法计算变差。

9.1.2.8 恢复

试验后,产品应放置在 4.1 规定的试验环境条件下恢复至少 2 h,才能进行其他项目试验。

9.2 贮存温度试验

9.2.1 最低贮存温度

9.2.1.1 最低贮存温度试验依据 GB/T 2423.1—2001 规定的试验 Ab 进行。

9.2.1.2 试验设备

除满足 GB/T 2423.1—2001 规定外,试验箱容积至少应为被试装置体积的 5 倍。

9.2.1.3 严酷等级

试验温度由产品标准规定。

除另有规定外,在达到试验温度后持续 16 h。

9.2.1.4 预处理

按照制造厂的规范进行。

9.2.1.5 初始检测

试验前,应在 4.1 规定的试验环境条件下对外观和产品标准规定的其他试验项目进行检验。

9.2.1.6 试验条件

被试装置在试验期间不通电。

9.2.1.7 中间检测

被试装置在试验期间不进行检测。

9.2.1.8 恢复

试验后,产品应放置在 4.1 规定的试验环境条件下恢复至少 2 h,若 2 h 后产品表面凝露未完全消失,应增加恢复时间至凝露消失,才能进行其他项目试验。

9.2.1.9 最后检测

试验后应进行外观检查和产品标准规定的其他试验项目。

9.2.2 最高贮存温度

9.2.2.1 最高贮存温度试验依据 GB/T 2423.2—2001 规定的试验 Bb 进行。

9.2.2.2 试验设备

除满足 GB/T 2423.2—2001 规定外,试验箱容积至少应为被试装置体积的 5 倍。

9.2.2.3 严酷等级

试验温度由产品标准规定。

除另有规定外,在达到试验温度后持续 16 h。

9.2.2.4 预处理

按照制造厂的规范进行。

9.2.2.5 初始检测

试验前,应在 4.1 规定的试验环境条件下对外观和产品标准规定的其他试验项目进行检验。

9.2.2.6 试验条件

被试装置在试验期间不通电。

9.2.2.7 中间检测

被试装置在试验期间不进行检测。

9.2.2.8 恢复

试验后,产品应放置在 4.1 规定的试验环境条件下恢复至少 2 h,才能进行其他项目试验。

9.2.2.9 最后检测

试验后应进行外观检查和产品标准规定的其他试验项目。

9.3 温度变化试验

9.3.1 温度变化试验依据 GB/T 2423.22—2002 规定的试验 Na 或 Nb 进行,宜优先采用 Nb。

9.3.2 试验设备

试验设备应满足 GB/T 2423.22—2002 的规定。

9.3.3 严酷等级

除另有规定外,可按下述严酷等级进行:

9.3.3.1 试验 Na:规定转换时间的快速温度变化

低温温度: $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$;

高温温度: $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$;

循环次数:1 次;

每一温度下试验持续时间:3 h;

从低温转为高温的转换时间:2 min~3 min。

9.3.3.2 试验 Nb:规定温度变化速率的温度变化

低温温度: $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$;

高温温度: $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$;

循环次数:1 次;

每一温度下试验持续时间:24 h;

从低温转为高温的转换时间:2 h~3 h。

9.3.4 预处理

按照制造厂的规范进行。

9.3.5 初始检测

试验前,应在 4.1 规定的试验环境条件下对外观和产品标准规定的其他试验项目进行检验。

9.3.6 试验条件

被试装置应在不包装、不加负载的准备使用状态和正常使用位置下进行试验。

9.3.7 恢复

试验后,产品应放置在 4.1 规定的试验环境条件下恢复 2 h,才能进行其他项目试验。

9.3.8 最后检测

试验后应进行外观检查和产品标准规定的其他试验项目。

9.4 交变湿热试验

9.4.1 交变湿热试验依据 GB/T 2423.4—1993 规定的试验 Db 进行。

9.4.2 试验设备

试验设备应满足 GB/T 2423.4—1993 的规定。

9.4.3 严酷等级

除另有规定外,按下列要求进行:

试验温度:低温: $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$;

高温: $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (用于户外的产品为 $55\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$);

试验持续时间:每周期 24 h(12 h+12 h),共 2 周期。

交变湿热试验周期见图 29。

注：与安全有关的试验，试验周期为 6 周期。

9.4.4 预处理

被试装置在环境温度为 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的环境中，达到温度稳定。

9.4.5 初始检测

试验前，应在 4.1 规定的试验环境条件下对外观和产品标准规定的其他试验项目进行检验。

9.4.6 试验条件

9.4.6.1 被试装置应在不包装、不加负载的准备使用状态和正常使用位置下进行试验。

9.4.6.2 将产品放入试验箱(室)内，使箱(室)内温度为 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。将试验箱(室)内的相对湿度提高到不低于 95%。

9.4.6.3 按下述试验周期试验两周期：

9.4.6.3.1 升温阶段

此阶段使试验箱(室)的温度由 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 升到 $40\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (或 $55\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$)；

时间： $3\text{ h}\pm 30\text{ min}$ ；

相对湿度：不低于 95% (最后 15 min 不低于 90%)，产品允许产生凝露。

9.4.6.3.2 高温高湿恒定阶段

此阶段使试验箱(室)的温度保持 $40\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (或 $55\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$)；

时间：从升温阶段开始起算为 $12\text{ h}\pm 30\text{ min}$ ；

温度： $40\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (或 $55\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$)；

相对湿度： $93\%\pm 3\%$ (最初和最后 15 min 不应低于 90%)。

9.4.6.3.3 降温阶段

此阶段使试验箱(室)的温度由高温降低到 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；

时间： $3\text{ h}\sim 6\text{ h}$ ；

相对湿度：不低于 95% (最初 15 min 不应低于 90%)。

9.4.6.3.4 低温高湿恒定阶段

此阶段使试验箱(室)的温度保持 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；

时间：从降温阶段开始起算为 $12\text{ h}\pm 30\text{ min}$ ；

温度： $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；

相对湿度：不低于 95%。

整个周期共 24 h。其温度和湿度变化范围见图 29。

9.4.7 中间检测

在试验结束前 2 h (即低温高湿恒定阶段)，在试验箱(室)内测量绝缘电阻和进行介质强度试验，介质强度试验电压为规定值的 75%，或由产品标准规定的其他试验电压值。

9.4.8 恢复

试验后，被试装置应放置在 4.1 规定的试验环境条件下恢复至少 2 h，若 2 h 后产品表面凝露未完全消失，应增加恢复时间至凝露消失，才能进行其他项目试验。

9.4.9 最后检测

试验后应进行外观检查和产品标准规定的其他试验项目。

9.5 恒定湿热试验

9.5.1 恒定湿热试验依据 GB/T 2423.3—2006 规定的试验 Cab 进行。

9.5.2 试验设备

试验设备应满足 GB/T 2423.3—2006 的规定。

9.5.3 严酷等级

除另有规定外，按下列要求进行：

试验温度: $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$;

试验持续时间: 2 d(48 h);

相对湿度: $93\% \pm 3\%$ 。

注: 与安全有关的试验, 试验持续时间为 10 d。

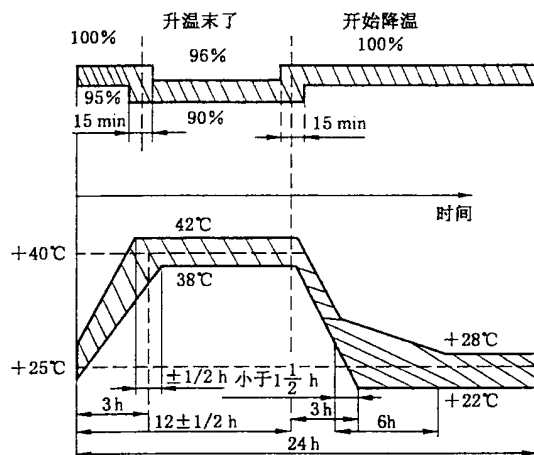


图 29 交变湿热试验周期

9.5.4 预处理

按照制造厂的规范进行。

9.5.5 初始检测

试验前, 应在 4.1 规定的试验环境条件下对外观和产品标准规定的其他试验项目进行检验。

9.5.6 试验条件

被试装置应在不包装、不加负载的准备使用状态和正常使用位置下进行试验。

9.5.7 中间检测

在试验结束前 2 h, 在试验箱(室)内测量绝缘电阻和进行介质强度试验, 介质强度试验电压为规定值的 75%, 或由产品标准规定的其他试验电压值。

9.5.8 恢复

试验后, 产品应放置在 4.1 规定的试验环境条件下恢复至少 2 h, 若 2 h 后产品表面凝露未完全消失, 应增加恢复时间至凝露消失, 才能进行其他项目试验。

9.5.9 最后检测

试验后应进行外观检查和产品标准规定的其他试验项目。

9.6 低气压试验

9.6.1 低气压试验依据 GB/T 2423.21—1991 规定的试验 M 进行。

9.6.2 试验设备

试验设备应满足 GB/T 2423.21—1991 的规定。

9.6.3 严酷等级

试验的气压由产品标准规定。

试验持续时间: 除另有规定外, 在达到规定的严酷等级后持续 2 h。

9.6.4 预处理

按照制造厂的规范进行。

9.6.5 初始检测

试验前, 应在 4.1 规定的试验环境条件下对外观和产品标准规定的其他试验项目进行检验。

9.6.6 试验条件

当产品标准规定施加激励量或特性量时,应施加规定的激励量或特性量。

9.6.7 中间检测

试验结束前,应在试验箱内按产品标准规定的试验项目进行试验。

9.6.8 恢复

试验后,产品应放置在 4.1 规定的试验环境条件下恢复至少 2 h,才能进行其他项目试验。

9.6.9 最后检测

试验后应进行外观检查和产品标准规定的其他试验项目。

10 电源影响试验

10.1 辅助激励量电压波动影响试验

10.1.1 按产品标准规定分别将交流或直流辅助激励量电压调整至其标称范围的极限值,施加于产品进行试验,其他影响量或影响因素为基准值。

10.1.2 按产品标准规定的试验项目进行试验,确定准确度等性能指标,并与基准条件下的测试结果进行比较,按 6.5.4 规定的方法计算变差。

10.2 交流电源波形畸变影响试验

10.2.1 交流电源波形畸变按 GB/T 17626.13—2006 规定的方法进行。

10.2.2 按 10.1.2 进行试验,并计算变差。

10.3 交流电源频率影响试验

10.3.1 按产品标准规定分别将电源频率调整至其标称范围的极限值,施加于产品进行试验,其他影响量或影响因素为基准值。

10.3.2 按 10.1.2 进行试验,并计算变差。

10.4 辅助激励量中断及直流中的纹波试验

10.4.1 试验设备

直流辅助激励量纹波系数影响试验的设备应满足 GB/T 17626.17—2005 的要求,其他直流辅助激励量试验的设备应满足 GB/T 17626.29—2006 的要求。

交流辅助激励量的影响试验的设备应满足 GB/T 17626.11—1999 的要求。

10.4.2 严酷等级

表 6 严酷等级

序号	环境现象	试验规格	单位	备 注	验收准则
1	电压暂降(直流电源)	0 10~500 ^b	% 剩余电压 ms		表 7 A
		40 200	% 剩余电压 ms		表 7 C
		70 500	% 剩余电压 ms		表 7 C
2	电压暂降(交流电源)	0 0.5~25 ^a	% 剩余电压 周期	电压过零转换 (仅对交流)	表 7 A
		40 10/12 在 50/60 Hz	% 剩余电压 周波数		表 7 C
		70 25/30 在 50/60 Hz	% 剩余电压 周期		表 7 C

表 6 (续)

序号	环境现象	试验规格	单位	备 注	验收准则
3	电压中断(直流电源)	0 5	% 剩余电压 s		表 7 C
4	电压中断(交流电源)	0 250/300 在 50/60 Hz	% 剩余电压 周期		表 7 C
5	直流中的交流分量(纹波) (直流电源)	15%额定直流电压 100/120 在 50/60 Hz ^c	V Hz 正弦波		表 7 A
6	缓升缓降(交流或直流电 源) ^d	30 5 30	s 缓降历时 min 电源关断时间 s 缓升历时		表 7 C
7	直流电源极性反接	1	min		表 7 C

^a 制造厂应声明在下列数值中的持续时间:0.5 周期、1 周期、2.5 周期、5 周期、10 周期、25 周期。
^b 制造厂应声明在下列数值中的持续时间:10 ms、20 ms、50 ms、100 ms、200 ms 或 500 ms。
^c 试验频率应在两倍的电力系统频率下进行。
^d 交流试验电压有效值应与直流试验历时相同。

10.4.3 辅助激励量电压暂降试验

10.4.3.1 直流辅助激励量电压暂降试验按 GB/T 17626.29—2006 规定的方法进行。

10.4.3.2 交流辅助激励量电压暂降试验按 GB/T 17626.11—1999 规定的方法进行。

10.4.4 辅助激励量电压中断试验

10.4.4.1 直流辅助激励量电压中断试验按 GB/T 17626.29—2006 规定的方法进行。

10.4.4.2 交流辅助激励量电压中断试验按 GB/T 17626.11—1999 规定的方法进行。

10.4.5 直流辅助激励量缓升缓降试验

直流或交流辅助激励量缓升缓降试验按图 30 规定的程序进行。

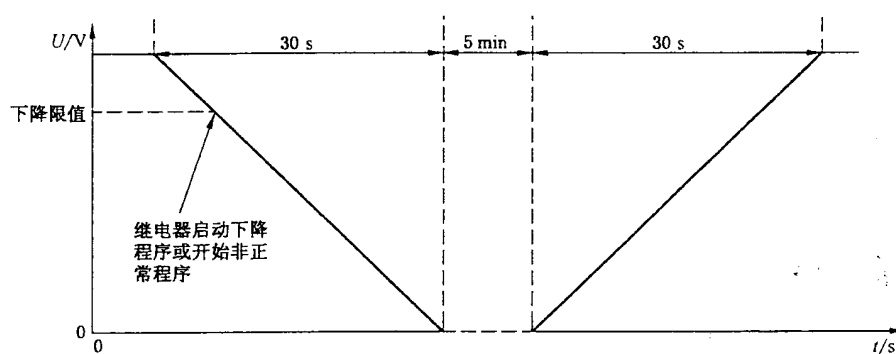


图 30 辅助激励量缓升缓降试验程序

10.4.6 直流辅助激励量电源极性反接试验

直流辅助激励量电源反极性施加,历时 1 min。

10.4.7 直流辅助激励量交流纹波影响试验

直流辅助激励量纹波影响试验按 GB/T 17626.17—2005 规定的方法进行。

10.4.8 合格判据

如果被试装置按表 7 规定的验收准则判定,符合表 7 中的判定准则,并且在试验结束后仍符合有关的性能要求,则被试装置试验结果合格。

表 7 验收准则

准则	功 能	验 收 准 则
A	保护	试验中和试验后,在规定限值内性能正常
	命令与控制	试验中和试验后,在规定限值内性能正常
	测量	试验期间性能暂时下降,试验后自行恢复。存储数据不丢失
	人机接口和可视报警	试验期间性能暂时下降或功能丧失,试验后自行恢复。存储数据不丢失
	数据通信	误码率可能增加,但传输数据不丢失
B	保护	试验期间性能暂时下降,试验后自行恢复。存储数据不丢失
	命令与控制	试验期间性能暂时下降,试验后自行恢复。存储数据不丢失
	测量	试验期间性能暂时下降,试验后自行恢复。存储数据不丢失
	人机接口和可视报警	试验期间性能暂时下降或功能丧失,试验后自行恢复。存储数据不丢失
	数据通信	误码率可能增加,但传输数据不丢失
C	保护	功能会暂时丧失但能自行恢复,无误动作出现
	命令与控制	功能会暂时丧失但能自行恢复,无误动作出现
	测量	功能会暂时丧失但能自行恢复
	人机接口和可视报警	功能会暂时丧失但能自行恢复
	数据通信	功能会暂时丧失但能自行恢复,传输数据可能丢失

11 机械性能试验

11.1 振动试验

振动响应试验和振动耐久试验按 GB/T 11287—2000 规定的方法进行。

11.2 冲击与碰撞试验

冲击响应试验和冲击耐受试验按 GB/T 14537—1993 规定的方法进行。

碰撞试验按 GB/T 14537—1993 规定的方法进行。

11.3 地震试验

11.3.1 总则

地震试验按 IEC 60255-21-3:1993 规定的方法进行。

地震试验有两种试验方法:

方法 A:单轴正弦扫频地震试验;

方法 B:双轴多频随机地震试验。

11.3.2 单轴正弦扫频地震试验要求(方法 A)

11.3.2.1 主要参数

单轴正弦扫频地震试验的主要参数如下:

——频率范围;

——加速度;

——交越频率以下的位移振幅;

——扫频速度和扫频周期数。

11.3.2.2 试验设备和安装

11.3.2.2.1 基本运动

基本运动是以时间为自变量的正弦函数,按照 11.3.1.2.2 和 11.3.1.2.3 的要求,被试装置的固定

点沿着给定的轴向同步运动。

11.3.2.2.2 切向运动

在任意一个和给定轴向正交的轴向上,各检测点的最大振幅不得超过给定幅度的 50%。

11.3.2.2.3 失真率

加速度失真率测量应在由制造厂声明的基准点上进行。

失真度的定义见 GB/T 11287—2000 中 2.8。失真度不应超过 25%。如果实际测量的失真度大于 25%,应作记录,并经制造厂和用户双方认可。

11.3.2.2.4 振幅公差

沿给定基准点轴向的实际振动位移和振动加速度应等于规定值,误差小于 15%。

11.3.2.2.5 频率范围公差

频率范围应等于规定值(见 11.3.1.3 和 11.3.2.2.4),误差为:

对于 1 Hz 的频率下限—— ± 0.2 Hz;

对于 35 Hz 的频率上限—— ± 1 Hz。

11.3.2.2.6 扫频

扫频应连续,且频率随时间指数变化。

扫频速率为 $(1 \pm 10\%)$ 倍频程/min。

11.3.2.2.7 安装

被试装置应固定在振动台上;或者以正常运行时的紧固件安装在其基础上,这样重力对被试装置的作用和正常运行时一样在同一个方向上。

试验用的紧固件应是刚性结构的,以便尽可能避免在试验频率范围内对运动的放大和引入虚假的运动。

试验期间,连接到被试装置的电缆应合理安排,使得它们不会给被试装置带来比正常运行时更大的限制。

注:应注意避免使被试装置受到振动系统产生的任何磁场的显著影响。

11.3.2.3 试验严酷等级

单轴正弦扫频地震试验包括三个不同的严酷等级(0,1,2),其主要参数见表 8。

当选择 0 级时,不需要进行单轴正弦扫频地震试验。

该试验的标称频率范围为 1 Hz~35 Hz,交越频率为 8 Hz~9 Hz。

表 8 单轴正弦扫频地震试验严酷等级

等级	交越频率以下的峰值位移/mm		交越频率以上的峰值加速度/(m/s^2)		每个轴方向的扫描循环次数 次
	X	Y	X	Y	
0	—	—	—	—	—
1	3.5	1.5	10.0	5.0	1
2	7.5	3.5	20.0	10.0	1

注: X 为水平轴向;Y 为垂直轴向。

注 1: 对于频率范围为 1 Hz~35 Hz 且扫描速率为 1 倍频程/min 的试验,一个扫描周期大约需要 10 min。

注 2: 当考虑试验参数时,正弦扫频地震试验波形比其他地震试验方法要严酷。

11.3.3 双轴多频随机地震试验要求(方法 B)

11.3.3.1 主要参数

双轴多频随机地震试验所包括的主要参数如下:

——频率范围;

- 标准响应谱；
- 零周期加速度；
- 时间历程的次数和持续时间；
- 阻尼；
- 在本标准中，将阻尼的标准值设定为 5%。

11.3.3.2 试验设备和安装

11.3.3.2.1 基本运动

试验所用的时间历程可以通过将在标称频率范围内的多频宽带标准响应谱(见图 33)成分进行合成而获得。

合成的时间历程应以至少 1/6 倍频程频带的精度复现。

11.3.3.2.2 切向运动

在任意一个和给定轴向正交的轴向上,各检测点的最大加速度峰值或位移峰值不得超过时间历程给定幅度的 25%。记录的测量值可只包括标称频率范围。

11.3.3.2.3 标准响应谱公差范围

标准响应谱的公差范围应在 0~50%之间。

注:如果试验响应谱的个别点上的一小部分超出规定的公差范围,仍是可以接受的,这些点的实际值应记录在试验报告中。

试验响应谱应以至少 1/6 倍频程频带的分辨率进行检查。

11.3.3.2.4 频率范围

基准点处的信号不应包含任何高于试验频率范围的频率,除非这些信号是由试验设备或被试装置产生的。

未安装被试装置时,试验设备产生的试验频率范围以外的信号的最大值不得超过基准点给定信号最大值的 20%。如果不能达到上述要求,测量的实际值应记录在试验报告中。

评估试验响应谱时,试验频率之外的频率信号不应计算在内。

本试验的标称频率范围为 1 Hz~35 Hz。

11.3.3.2.5 安装

同 11.3.1.2.7。

11.3.3.3 试验严酷等级

双轴多频随机地震试验包括三个不同的严酷等级(0,1,2),其主要参数见表 9。

表 9 双轴多频随机地震试验严酷等级

等级	零周期加速度/(m/s ²)		每个轴方向的时间历程次数/次
	水平轴向	垂直轴向	
0	—	—	—
1	10.0	5.0	1
2	20.0	10.0	1

注:总的时间历程数为 8。见 11.3.2.4 和 11.3.4.2。

当选择 0 级时,不需要进行双轴多频随机地震试验。

11.3.3.3.1 试验用时间历程

时间历程的持续时间应为 20 s,公差±5 s。

时间历程强部应占总持续时间的 50%,公差±10%。

11.3.3.3.2 时间历程的施加

每一个时间历程结束后应有最少 60 s 的间歇时间。

11.3.3.4 试验条件

对每一序列试验,两个时间历程应分别同时施加于被试装置的水平轴向和垂直轴向。如果两个时间历程不是相互独立的,那么试验应重复两次,第一次两个时间历程的相位角为 0° ,第二次为 180° 。

注:试验也可以在单个轴向上进行,但是两个轴向上的运动总是相关的。每个轴向上的试验响应谱应作调整以包络那个轴向的所需响应谱。

11.3.4 试验严酷等级的选择

11.3.4.1 试验严酷等级的建议

试验严酷等级是按照反映量度继电器或保护装置承受地震地区可能出现的机械应力而不会不正确动作的能力来划分的。应按照表 10 来选择单轴正弦扫频地震试验和双轴多频随机地震试验的严酷等级。

表 10 地震试验严酷等级选择原则

等级	适用范围
0	无地震要求
1	正常用于发电厂、变电站和工厂
2	应用于运行安全裕度要求很高,或地震烈度很高的场合

11.3.4.2 确定试验方法和严酷等级

声明符合本标准时,制造厂应给出试验方法和相应的严酷等级。

11.3.5 试验步骤

11.3.5.1 振动位移和加速度幅值应在制造厂指定的基准点处测量。

注:如果被试装置的尺寸使得将其作为一个整体进行试验是不现实的,就可以在制造厂和用户间达成一致的前提下,按功能子单元进行试验。

11.3.5.2 试验应在 4.1 规定的基准试验条件下进行,并对量度继电器或者保护装置施加以下激励:

辅助激励量的额定值;

输出电路:空载,监视设备或制造厂声明的除外;

输入激励量:特征量的动作值,加减制造厂声明的地震应力条件下继电器或装置不误动作的变差。

继电器或保护装置施加的激励量和动作情况满足下列要求:

- 施加的激励量低于过量继电器或保护装置的动作值,或者高于欠量继电器或保护装置的动作值,继电器或装置不应动作;
- 施加的激励量高于过量继电器或保护装置的动作值,或者低于欠量继电器或保护装置的动作值,继电器或装置不应返回。

试验前,量度继电器或者保护装置的动作值应在 4.1 规定的条件下测定。

11.3.5.3 试验过程中,继电器或装置应整定在最灵敏的动作范围内。

如果制造厂和用户间能够达成协议,试验也可以在商定的其他定值下进行。

注:当被试装置具有多个功能时,如果能够确知哪一个功能对地震应力最敏感,就可以只试验这一项功能。

11.3.5.4 试验过程中,触点输出电路应由监测装置判别。该监测装置能测量触点闭合或打开的历时,监测装置的测量电路应具有 0.2 ms 或更短的复归时间,以防止其装置对几次触点动作短历时的积累效应起作用。

11.3.5.5 试验时,被试装置应在其外壳内,如果有盖板应盖好,并移除所有用于运输的固定件。

11.3.5.6 在试验中和试验结束后,检查地震应力对被试装置的影响。

11.3.6 合格判据

11.3.6.1 试验中,被试装置不应不正确动作。被试装置的输出电路(例如触点)已经持续大于 2 ms 不改变它的正常状态,则认为它们已不动作或不返回。

11.3.6.2 试验期间,被试装置的信号牌或其他形式的机械信号指示可能会永久性地改变其工作状态。

11.3.6.3 试验结束后,被试装置应仍满足相应的性能要求,定值改变不超过其给定误差的 1 倍,无机械损坏现象。

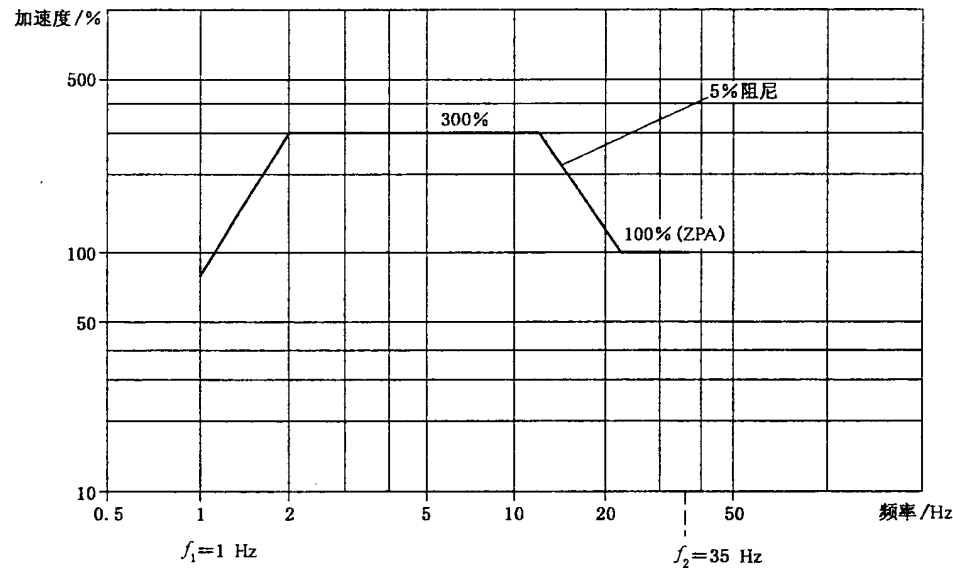


图 31 多频宽带标准响应谱形状

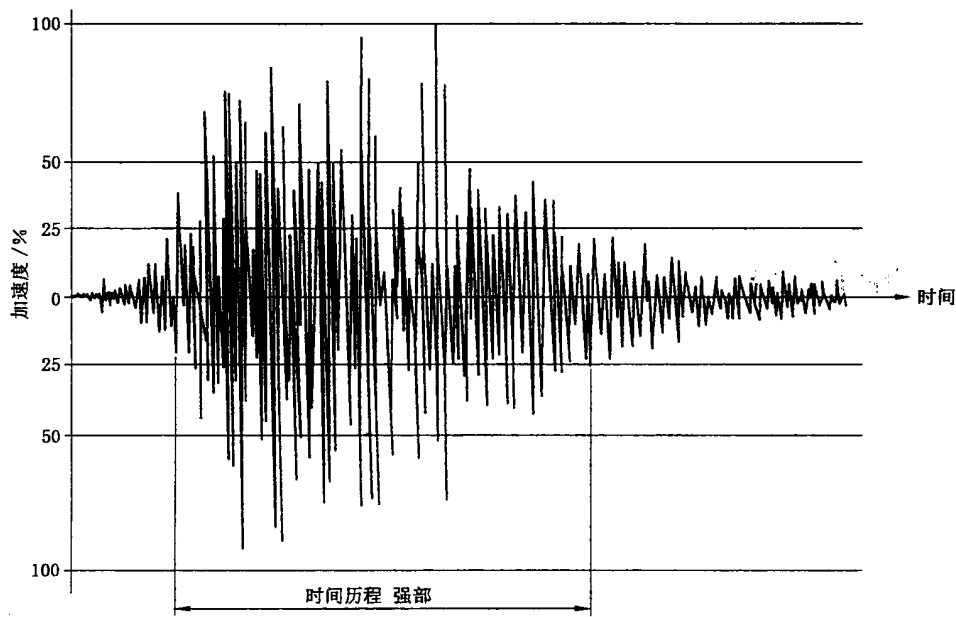


图 32 典型时间历程

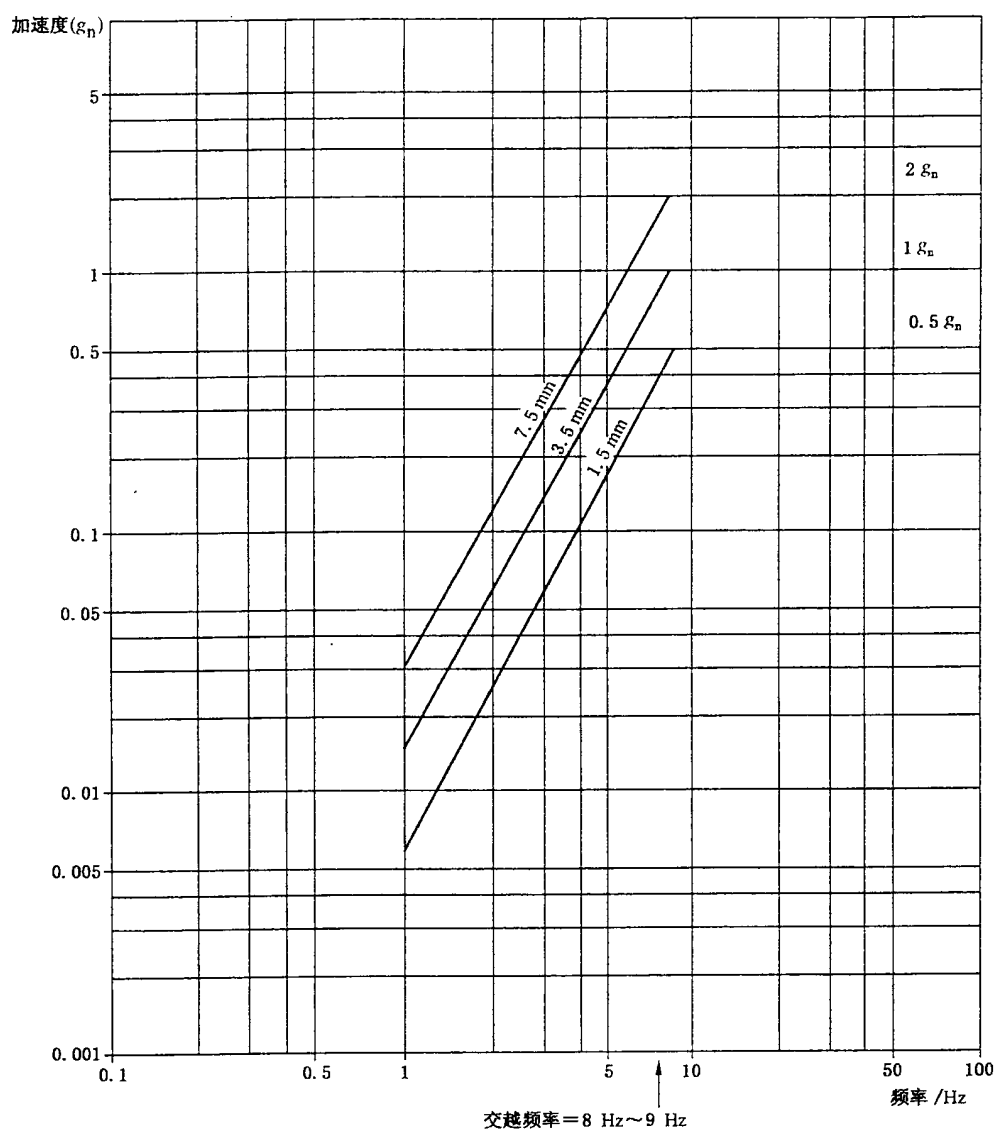


图 33 单轴正弦扫频地震试验加速度-频率曲线

12 绝缘性能试验

12.1 绝缘电阻测量

绝缘电阻的测量按 GB/T 14598.3—2006 规定的方法进行。

12.2 介质强度试验

介质强度的试验按 GB/T 14598.3—2006 规定的方法进行。

12.3 冲击电压试验

冲击电压的试验按 GB/T 14598.3—2006 规定的方法进行。

13 电磁兼容试验

13.1 1 MHz 和 100 kHz 脉冲群抗扰度试验

1 MHz 和 100 kHz 脉冲群抗扰度试验按 GB/T 14598.13—2008 规定的方法进行。试验部位及试验规格按 GB/T 14598.20—2007 中 4.2 的要求进行。

13.2 静电放电抗扰度试验

静电放电抗扰度试验按 GB/T 14598.14—1998 规定的方法进行。试验部位及试验规格按 GB/T 14598.20—2007 中 4.2 的要求进行。

13.3 辐射电磁场抗扰度试验

辐射电磁场抗扰度试验按 GB/T 14598.9—2002 规定的方法进行。试验部位及试验规格按 GB/T 14598.20—2007 中 4.2 的要求进行。

13.4 电快速瞬变/脉冲群抗扰度试验

电快速瞬变/脉冲群抗扰度试验按 GB/T 14598.10—2007 规定的方法进行。试验部位及试验规格按 GB/T 14598.20—2007 中 4.2 的要求进行。

13.5 浪涌抗扰度试验

浪涌抗扰度试验按 GB/T 14598.18—2007 规定的方法进行。试验部位及试验规格按 GB/T 14598.20—2007 中 4.2 的要求进行。

13.6 射频场感应的传导骚扰的抗扰度试验

射频场感应的传导骚扰的抗扰度试验按 GB/T 14598.17—2005 规定的方法进行。试验部位及试验规格按 GB/T 14598.20—2007 中 4.2 的要求进行。

13.7 工频抗扰度试验

工频抗扰度试验按 GB/T 14598.19—2007 规定的方法进行。试验部位及试验规格按 GB/T 14598.20—2007 中 4.2 的要求进行。

13.8 工频磁场抗扰度试验

13.8.1 工频磁场抗扰度试验按 GB/T 17626.8—2006 规定的试验方法进行。

13.8.2 试验等级

对于 50 Hz 和 60 Hz 配电系统上优先采用的稳定和短时作用的磁场试验等级分别见表 11、表 12。试验严酷等级的选择见 GB/T 17626.8—2006 附录 C。

表 11 稳定磁场试验等级

试 验 等 级	磁场强度/(A/m)
1	1
2	3
3	10
4	30
5	100
注：磁场强度用 A/m 表示，1 A/m 相应于自由空间中 1.26 μ T 的磁场强度。	

表 12 1 s~3 s 的短时试验等级

试 验 等 级	磁场强度/(A/m)
1	1
2	3
3	10
4	300
5	1 000
注：磁场强度用 A/m 表示，1 A/m 相应于自由空间中 1.26 μ T 的磁场强度。	

13.8.3 试验设备

试验设备见 GB/T 17626.8—2006 第 6 章。

13.8.4 试验布置

试验布置见 GB/T 17626.8—2006 第 7 章。

13.8.5 试验程序

试验程序见 GB/T 17626.8—2006 第 8 章。

13.8.6 合格判据

如果被试装置符合表 13 规定的验收准则,并且在试验结束后仍符合有关的性能要求,则被试装置试验结果合格。

表 13 验收准则

功 能	验 收 准 则
保护	在规定限值内性能正常
命令与控制	在规定限值内性能正常
测量	试验期间性能暂时下降,试验后自行恢复。存储数据不丢失
人机接口和可视报警	试验期间性能暂时下降或功能丧失,试验后自行恢复。存储数据不丢失
数据通信	误码率可能增加,但传输数据不丢失

13.9 脉冲磁场抗扰度试验

13.9.1 脉冲磁场抗扰度试验按 GB/T 17626.9—1998 规定的试验方法进行。

13.9.2 试验等级

试验的严酷等级见表 14。试验严酷等级的选择见 GB/T 17626.9—1998 附录 C。

表 14 脉冲磁场试验等级

试 验 等 级	磁场强度(峰值)/(A/m)
1	—
2	—
3	100
4	300
5	1 000
X	待定
注: 磁场强度用 A/m 表示,1 A/m 相应于自由空间中 1.26 μ T 的磁场强度。	

13.9.3 试验设备

试验设备见 GB/T 17626.9—1998 第 6 章。

13.9.4 试验布置

试验布置见 GB/T 17626.9—1998 第 7 章。

13.9.5 试验程序

试验程序见 GB/T 17626.9—1998 第 8 章。

13.9.6 合格判据

合格判据同 13.8.6。

13.10 阻尼振荡磁场抗扰度试验

13.10.1 阻尼振荡磁场抗扰度试验按 GB/T 17626.10—1998 规定的试验方法进行。

13.10.2 试验等级

试验的严酷等级见表 15。试验严酷等级的选择见 GB/T 17626.10—1998 附录 C。

表 15 阻尼振荡磁场试验等级

试 验 等 级	磁场强度(峰值)/(A/m)
1	—
2	—
3	10
4	30
5	100
X	待定
注：磁场强度用 A/m 表示，1 A/m 相应于自由空间中 1.26 μ T 的磁场强度。	

13.10.3 试验设备

试验设备见 GB/T 17626.10—1998 第 6 章。

13.10.4 试验布置

试验布置见 GB/T 17626.10—1998 第 7 章。

13.10.5 试验程序

试验程序见 GB/T 17626.10—1998 第 8 章。

13.10.6 合格判据

合格判据同 13.8.6。

13.11 电磁发射试验

传导发射限值试验和辐射发射限值试验按 GB/T 14598.16—2002 规定的方法进行。测试部位及发射限值要求按 GB/T 14598.20—2007 中 4.1 的要求进行。

14 过载试验

14.1 激励量短时耐热极限值试验

14.1.1 按产品标准规定，产品激励电路输入规定的过载激励量，试验时间：

——电流电路：1 s；

——电压电路：10 s。

14.1.2 对于电流电路，当试验设备无法提供符合要求的大电流时，可用降低过载电流并延长电流作用时间的等效方法进行试验，所施加电流激励量的倍数按式(28)计算，但过载电流作用时间最长不应超过 5 s。

$$K_t = K \sqrt{\frac{1}{t}} \quad \dots\dots\dots (28)$$

式中：

t ——实际的作用时间；

K_t —— t 时间过载电流倍数；

K ——1 s 过载电流倍数。

14.2 激励量动稳定极限值试验

14.2.1 按产品标准规定，产品激励电路输入规定的过载激励量(动稳定极限值的峰值大小至少应为短时耐热极限值的 2.5 倍)。

14.2.2 试验持续时间为额定频率正弦波的半个周波。

14.3 多输入激励量的产品的过载试验

对于多输入激励量的产品的过载试验应分别对每一激励电路进行。对于未试的激励电路应输入额定值,达到热稳定后再对被试的激励电路输入过载激励量。

14.4 合格判据

14.4.1 试验过程和试验结束后应满足下列要求:

- a) 绝缘无损坏,包括液化、碳化或烧焦现象;
- b) 线圈及结构零件无永久性机械变形。

14.4.2 试验后应复查下列项目,并应满足产品标准要求:

- a) 线圈的基本参数;
- b) 产品基本性能测试(测试项目由产品标准中规定)。

15 触点性能和机械寿命试验

15.1 触点性能试验

触点性能试验按 GB/T 14598.1—2002 规定的方法进行。

15.2 机械寿命试验

15.2.1 试验条件

- a) 产品安装在正常工作状态;
- b) 辅助激励量为额定值;
- c) 所有影响量或影响因素除整定值外均为基准条件;
- d) 按产品标准或技术条件规定的速率(每小时循环次数)进行;
- e) 对于整定可调的产品,应整定在产品的最小整定值上;对于时间可整定的产品,应整定在对机械寿命影响最恶劣的时间整定值上。

15.2.2 试验程序

为了便于机械寿命试验的进行,可在输出触点电路施加一个不至于引起触点电寿命失效的电压(不大于 6 V)和电流(不大于 0.1 A)的信号负载,便于监测触点行为。产品标准有规定时,按产品标准施加电流和电压。

寿命试验应按产品标准的规定施加输入激励量,保证产品每一次都完成动作或释放。

寿命试验期间不允许进行维护或调整,也不允许更换其他部件。

15.2.3 试验结果

- a) 进行外观检查,不允许存在机械损坏或紧固件松动现象;
- b) 按产品标准检查有关电气性能,其准确度的误差不应超过规定值的两倍;
- c) 介质强度试验:能承受的试验电压值为规定值的 0.75 倍,或由产品标准规定的其他试验电压值。

15.2.4 静态型产品的出口继电器已单独进行过机械寿命试验,且试验合格的可不进行此项试验。

16 安全试验

16.1 电气间隙试验

电气间隙的试验按 GB/T 14598.3—2006 规定的方法进行。

16.2 爬电距离测量

爬电距离的测量按 GB/T 14598.3—2006 规定的方法进行。

16.3 接触电流测量

16.3.1 接触电流的允许限值

16.3.1.1 正常运行条件下的限值

正常运行条件下的接触电流限值及测量电路要求见表 16。

表 16 正常运行条件下的电流水平

安装地点	GB/T 12113—2003 中图 3 和图 4 采用的测量电路	正弦波形有效值/mA	非正弦或混合频率波形峰值/mA	直流/mA
干燥	图 4	0.5	0.7	2
潮湿	图 3, $R_s=375\ \Omega$ (代替 1 500 Ω)	0.5	0.7	2
干燥	图 3, $R_B=75\ \Omega$; 关系到 30 kHz~500 kHz 频率范围内可能的燃烧	70	—	—

16.3.1.2 单一故障条件下的限值

单一故障条件下的接触电流限值及测量电路要求见表 17。

表 17 单一故障条件下的电流水平

安装地点	采用 GB/T 12113—2003 的测量电路	正弦波形有效值/mA	非正弦或混合频率波形, 峰值/mA	直流/mA
干燥	图 4	3.5	5	15
潮湿	图 3, $R_s=375\ \Omega$ (代替 1 500 Ω)	3.5	5	15
干燥	图 3, $R_B=75\ \Omega$; 关系到 30 kHz~500 kHz 频率范围内可能的燃烧	500	—	—

16.3.2 试验方法

按 GB/T 12113—2003 规定的方法进行。

16.4 外壳防护等级试验

外壳防护等级(IP 代码)的试验按 GB 4208—1993 规定的方法进行。

第一位特征数字所代表的对接近危险部件防护的试验方法见 GB 4208—1993 中第 11 章。

第一位特征数字所代表的对防止异物进入防护的试验方法见 GB 4208—1993 中第 12 章。

第二位特征数字所代表的对防水进入防护的试验方法见 GB 4208—1993 中第 13 章。

附加字母所代表的对接近危险部件防护的试验方法见 GB 4208—1993 中第 14 章。

16.5 保护联结的阻抗试验

16.5.1 试验条件

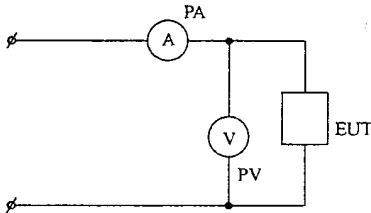
试验电压: 试验电源开路电压不应超过交流 12 V(有效值)或直流 12 V。

试验电流: 在用户文件中规定的过流保护方式中最大电流额定值的两倍。

16.5.2 试验方法

保护联结的阻抗试验电路见图 34。

试验电源开路电压不应超过交流 12 V(有效值)或直流 12 V, 调节试验电流为规定的电流值, 持续 60 s 后, 读取 PV 显示值。也可采用开路电压不超过 12 V 的接地阻抗测试仪进行测试。



PV——电压表指示值;
PA——电流表指示值。

图 34 保护联结的阻抗试验电路

接地阻抗按式(29)计算:

$$Z = U/I \quad \dots\dots\dots (29)$$

式中:

Z ——产品被试部分的接地阻抗,单位为欧姆(Ω);

U ——被测试两点间的电压(PV 电压表指示值),单位为伏特(V);

I ——施加的电流(PA 电流表指示值),单位为安培(A)。

16.5.3 合格判据

接地阻抗不应超过产品标准规定的阻抗值。

16.6 着火危险试验

16.6.1 着火危险试验按 GB/T 5169.16—2002 规定的方法进行。

16.6.2 试验分级

水平燃烧试验级别分为 HB40 及 HB75 级;垂直燃烧试验级别分为 V-0、V-1 及 V-2。各燃烧级别的描述见 GB/T 5169.16—2002 中第 8 章和第 9 章。

16.6.3 试验装置

试验装置要求见 GB/T 5169.16—2002 中第 6 章。

16.6.4 试验样品

试验样品要求见 GB/T 5169.16—2002 中第 7 章。

16.6.5 试验程序

试验方法见 GB/T 5169.16—2002 中第 8 章和第 9 章。

17 通信规约测试

装置的通信规约测试按相关产品标准规定的试验方法进行。

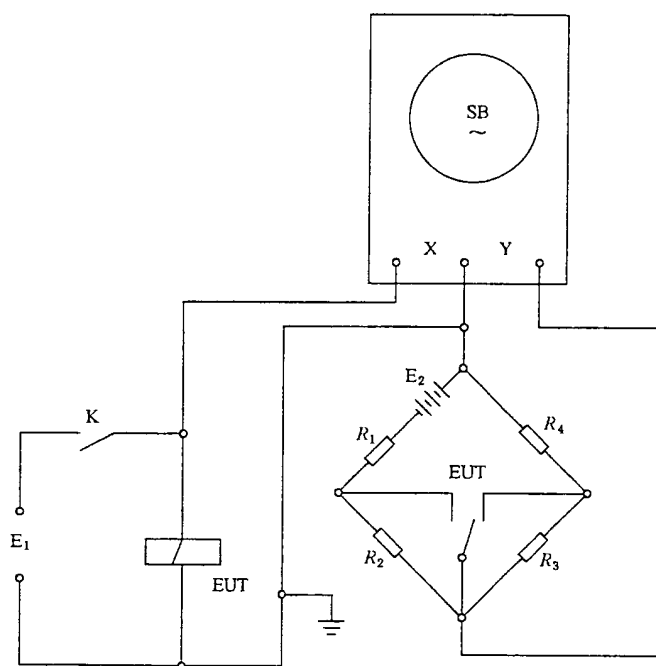
18 装置功能试验

装置的功能试验应在产品性能试验后,在动态模拟系统上进行,也可以在电力系统数字式实时仿真系统上进行。可依据相关产品标准规定的试验方法进行试验。

附 录 A
(资料性附录)
测 时 电 路

A.1 测量时间参数的典型电路

测量时间参数的典型电路见图 A.1。



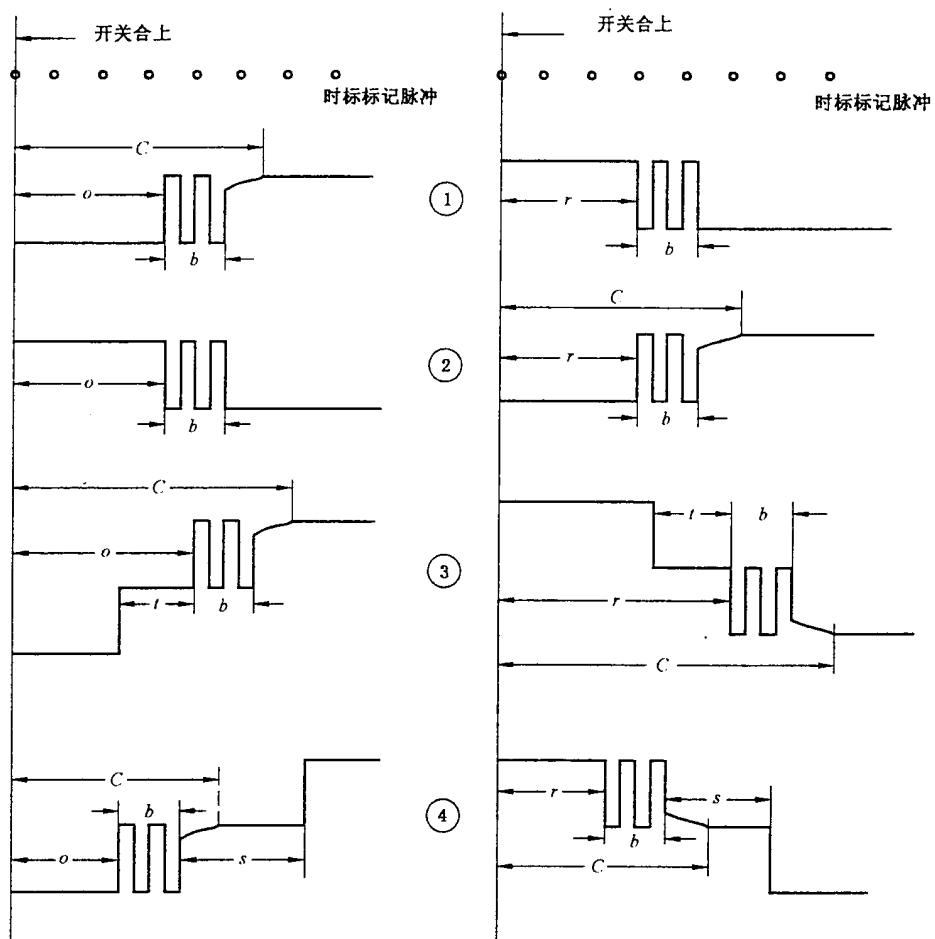
- K——继电器线圈和触点；
 E₁——激励电源；
 S——无回跳开关；
 X——触发器输入；
 E₂——电池；
 R₁~R₄——电阻；
 SB——示波器；
 Y——垂直偏转输入。

建议： $R_1=1$ $R_2=2$ $R_3=\frac{2}{3}$ $R_4=1$

图 A.1 时间参数测试典型电路

A.2 时间参数的典型示波图

各种时间参数的典型示波图见图 A.2。



- ①——动合触点；
- ②——动断触点；
- ③——先断后合触点；
- ④——先合后断触点；
- o ——动作时间；
- r ——返回时间；
- b ——回跳时间；
- t ——转换时间；
- s ——过渡时间；
- C ——稳定闭合时间。

图 A.2 典型示波图

附录 B
(资料性附录)
用热电偶测量温度的推荐方法

B.1 热电偶的选择

热电偶的测量范围很广,不同的材料组成的电偶可以测量不同的温度,大部分保护继电器允许温升在 100 K 以内,可以采用铜—康铜热电偶。

B.2 热电偶的制造

保护继电器试验用的热电偶丝以 0.1 mm~0.3 mm 为宜。为了使热电偶的特性好、测量误差小,宜慎重处理好如下问题:

- a) 选材:热电偶的电极材料对其测温性能影响很大,不能任意选取普通漆包铜线和康铜线制作,应选用专为热电偶生产的偶丝;
- b) 绝缘:在测温电路中,除热电偶测量端外,各个部分间均要有良好的绝缘,铜—康铜热电偶可采用浸漆加塑料套管或直接涂有机绝缘材料加以绝缘;
- c) 制作:为减少热电偶测温电路受交变磁场感应电动势的影响,应将两根偶丝绞合;
- d) 焊接:热电偶制作好后,用电弧焊或用锡焊将工作端焊在一起,测量温度高于 160 °C 时,应采用电弧焊,测量温度低于 160 °C 时可用锡焊。焊接时应先将焊头清理干净,并绞 1~2 圈,用电弧将焊头焊成球形。焊好后,应把焊头以外的偶丝分开,并有良好的绝缘;
- e) 分度:分度误差在 0.5 °C~0.5% t °C 的热电极材料制作的热电偶可不必重新分度。否则必须重新分度。

热电偶的使用周期不大于 1 年,使用 1 年后应校正。

分度一般在精度为 0.1 °C 的恒温槽中进行。

B.3 热电偶的固定

固定热电偶的工作端时,应使其与被测发热体之间有良好的热传导性。固定的方法包括:

- a) 锡焊固定法:用锡将热电偶工作端焊在被测点上,焊头不宜过大,表面应光滑以盖以盖着热电偶工作端,免受气流影响为限;
- b) 胶粘固定法:将热电偶工作端焊在厚 0.1 mm~0.2 mm 小铜片上,并把被测产品与小铜片清理干净,在小铜片上涂上一层薄薄的一层快干胶,压在被测点上,待其固化即可。

为了减少因热电偶对外界的热传导产生的测量误差,应尽量将热电偶沿发热体表面敷设一段距离后再引出,避免直接引出。

B.4 测量仪器

由于热电偶的工作端的热电势很小,所以应选择灵敏的测量仪表,测量电路应基本上无损耗。例如选择电位差计、毫伏计、数字电压表等进行测量。不论选择哪种仪表,经校正后,误差不应超过 ± 1 °C。

附录 C
(资料性附录)
型式试验导则

C.1 简介

量度继电器和保护装置备有许多不同类型的输入/输出端口,包括为保护功能提供测量值的电流、电压输入等,由于现代基于软件技术的保护装置的复杂性,其功能往往包含了大量的定值设置,因此要想在测试中涵盖所有的定值非常困难。

此资料性附录并不特指任何保护装置,而是为那些基本的保护功能提供一个总的测试原则,此原则经修改可适用于各种保护功能,包括本附录中没有提及的距离保护、差动保护或发电机保护。

C.2 测试原则

制造厂有义务对其特定产品的相关定值范围进行测试,以检验装置能否正确动作。

下列导则就是为了向设计人员在产品设计阶段和/或型式试验阶段提供帮助。如果在相关标准中已经有这类导则,应优先采用。

除电磁兼容试验外,此测试原则可以扩展至其他试验。

C.2.1 各输入模拟量的典型测试点

典型测试点是整定范围内的一个特定值(可能与其他典型测试点相关联),通常用它来检验某一产品在其整个整定范围内能否正确动作。

对于每一个输入模拟量,应由制造厂给出其整定范围内最灵敏的整定点。一般来说,根据不同的故障类型,整定范围内的最小值、放大器放大倍数的拐点都可能是最灵敏整定点。

这些灵敏点都可以作为典型测试点。

C.2.2 投入的保护功能

每一个输入模拟量都至少要在两种保护功能中用到:

过电流或过电压保护;

欠电流或欠电压保护。

制造厂应选择相关的保护功能。

应填写表 C.1 并记录在型式试验报告中:

表 C.1 试验中可能用到的保护功能

隔离的输入模拟量	过电流或过电压保护功能	欠电流或欠电压保护功能
电流	相电流过流保护	相电流欠流保护
零序电流	零序电流过流保护	—
电压	相电压过压保护	相电压欠压保护
零序电压	零序电压过压保护	—

C.2.3 测试点

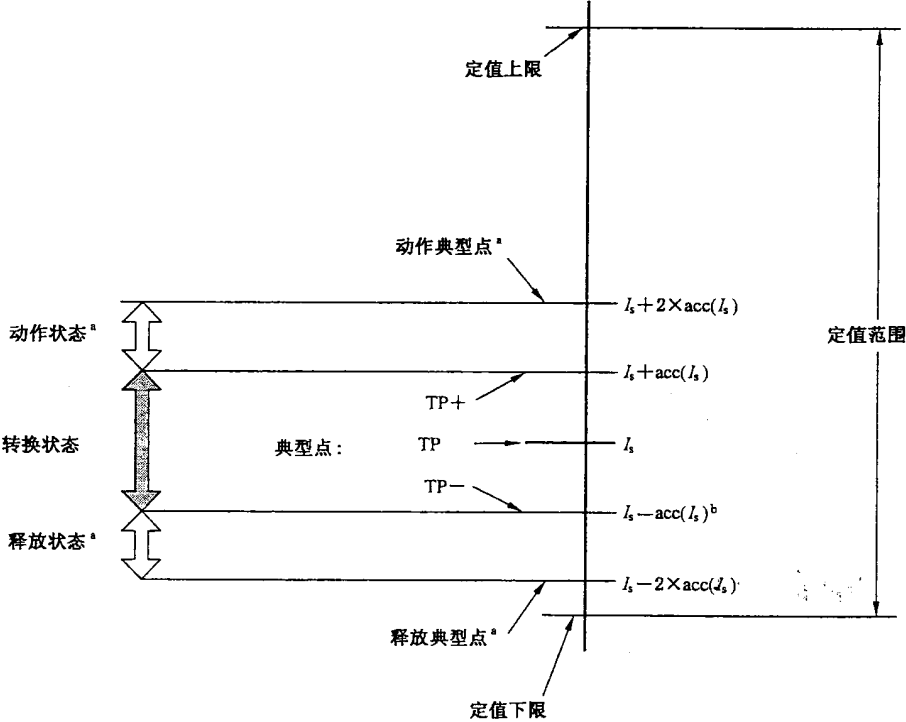
应使用典型测试点。对于每一个典型测试点的测试,都需要将辅助激励量施加在相应的电路中,施加的辅助激励量应为额定值。施加的激励量应在典型测试点之上/下两倍给定误差处,详见表 C.2。

C.2.4 延时时间

被试装置的延时时间应整定为实际应用中所规定范围的最小值。

表 C.2 电磁兼容试验中的输入模拟量举例

	对于暂态性电磁现象:1 MHz 脉冲群干扰,静电放电,快速瞬变干扰,浪涌	对于永久性电磁现象:辐射电磁场和传导骚扰
释放状态 (见图 C.1)	选择适当的输入模拟量使被试装置处于“TP 释放状态”; 然后进行电磁兼容试验,并检验在试验过程中装置不应发出动作信号 ^c	选择适当的输入模拟量使被试装置处于“TP 释放状态”; 然后进行电磁兼容试验,并检验在试验过程中装置不应发出动作信号 ^c
动作状态 (见附图 C.1)	调整输入模拟量使被试装置由“TP 释放状态”转换为“TP 动作状态”。此时装置应发出动作信号; ^{abc} 然后进行电磁兼容试验,并检验在试验过程中动作信号应一直保持 ^{abd}	在试验所规定的每个频点上,调整输入模拟量使被试装置由“TP 释放状态”切换至“TP 动作状态”; 检验在试验过程中动作信号应一直保持 ^c
<p>^a 对静电放电试验没有强制要求,见 GB/T 14598.14—1998。</p> <p>^b 对浪涌试验没有强制要求,见 GB/T 14598.18—2007。</p> <p>^c 此要求仅对保持型动作信号有效,不包括瞬动复归型动作信号。</p> <p>^d 某些装置可能含有闭锁逻辑,在电流激励量一直保持的情况下,达到设定的延时时间后会使动作信号复位。在这种情况下,应使测试周期短于闭锁延时时间。</p>		



^a 此图仅对过电流或过电压保护功能有效,相反,对于欠电流或欠电压保护,则应将“动作”和“释放”调换。

^b $\text{acc}(I_s)$ = 激励量为 I_s 时的允许误差,例如 $\text{acc}(I_s) = 5\%$ 在 $I_s = 1\text{ A}$ 时。

在这种情况下: $\text{TP} = 1\text{ A}$, $\text{TP}^+ = 1.05\text{ A}$, $\text{TP}^- = 0.95\text{ A}$, TP 动作值 $= 1.1\text{ A}$, TP 释放值 $= 0.90\text{ A}$ 。

图 C.1 动作状态、转换状态、释放状态的定义

附 录 D
(资料性附录)
固有误差、动作误差和系统误差

D.1 总则

固有误差、动作误差和系统整体误差之间的关系见图 D.1 所示。

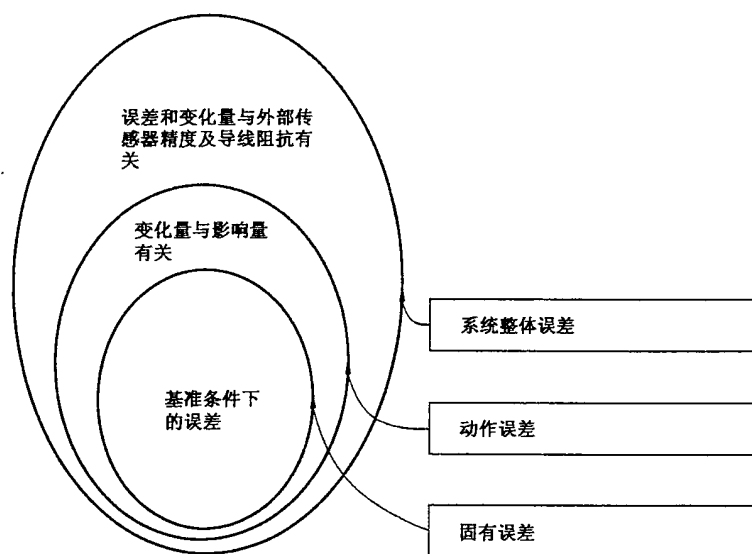


图 D.1 固有误差、动作误差和系统整体误差的关系

D.2 固有误差

固有误差包括在基准试验条件下的仪器不确定度。

D.3 动作误差

动作误差包括固有误差(在基准试验条件下)和影响量引起的变差。增加的变差由每个影响量确定。

D.4 系统整体误差

系统整体误差包括动作误差(在基准试验条件下)、影响量引起的变差、导线阻抗的引起的变差和传感器采样精度引起的变差。

附 录 E
(资料性附录)
地震试验选择原则

已经存在很多试验方法来验证被试装置能够承受各种振动应力而不误动作。这些试验方法从简单的连续正弦波到复杂的、专业的时间历程方法。每一种方法都专门适用于特定的要求和环境,或者代表包括地震在内的一种特定的振动环境。

本标准提供了两种可选的地震试验方法,试图在试验室复现实际可能遇到的振动影响,而不是完全复现实际的环境。

单轴正弦扫频试验容易实现,但是与实际地板地震波相比其仿真性较差。

为此,当被试装置的不同轴向之间有显著的耦合时,可采用双轴多频随机试验。

试验参数是基于以下考虑选取的:在强烈地震条件下,地板上水平方向上的加速度值一般不超过 5 m/s^2 ,建筑物内的支撑结构(例如继电器柜)的超高系数一般介于 2~3 之间。

实际上,对于不同的应用,阻尼参数可能不同。当被试装置的临界阻尼未知或介于 2%~10% 之间时,一般推荐取 5%。

如果有书面的试验数据,并经制造厂和用户之间认可,可以选择大于 5% 的阻尼系数。

对于本标准给出的参数,同时规定了合适的公差,以便于采用不同的试验设备进行试验时能得到相似的结果。

对参数的标准化也使得装置能够根据其承受本标准给出的振动严酷等级进行归类。

最后强调一下,所有振动试验,特别是地震试验,总是需要某种程度上的工程评价,制造厂和用户都应该意识到这一点。
