

ICS 29.120.50  
K 31



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 29312—2012

## 低压无功功率补偿投切装置

Low-voltage reactive power compensation switchgear component

2012-12-31 发布

2013-06-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

## 目 次

前言 .....	Ⅲ
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 产品分类 .....	2
5 使用条件 .....	3
6 技术要求 .....	4
7 试验要求 .....	7
8 检验规则 .....	11
9 标志、包装、运输、存放 .....	12
表 1 电气间隙和爬电距离 .....	4
表 2 主电路工频耐压试验电压值 .....	5
表 3 不由主电路直接供电的辅助电路工频耐压试验电压值 .....	5
表 4 温升限值 .....	7

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国低压成套开关设备和控制设备标准化技术委员会(SAC/TC 266)归口。

本标准起草单位：天津电气传动设计研究所、深圳市华冠电气有限公司、川开电气股份有限公司、国家电控配电设备质量监督检验中心、湖北省电力试验研究院、哈尔滨特通电气有限公司、成都市产品质量监督检验院、江苏斯菲尔电气股份有限公司、上海电气集团股份有限公司输配电分公司、九川集团有限公司、天津天传电控配电有限公司、中国质量认证中心、苏州爱知电机有限公司、指月集团有限公司、广州白云电器设备股份有限公司、深圳市力量科技有限公司、乐清市一峰电气有限公司、杭州欣美成套电器制造有限公司、中发电气股份有限公司、浙宝电气(杭州)集团有限公司、广东珠江开关有限公司、北京尚地之光科技有限公司、ABB(中国)有限公司上海分公司、上海纳杰电气成套有限公司、余姚市电力设备修造厂、杭州浙泰电气有限公司、浙江省江山江汇电气有限公司、浙江华星电气科技有限公司、广州南方电气集团电器有限公司、义乌市八方电力设备制造有限公司、泉州纪超电子有限公司、深圳市奇辉电气有限公司、宁波甬新东方电气有限公司、福建俊豪电子有限公司、泉州雷航电子有限公司、浙江东方红电气有限公司、汕头市澄海区长城水电工程有限公司、福建南安市丰州狮山电器设备厂、吉林龙鼎电气股份有限公司。

本标准主要起草人：仲明振、牟聿强、孟宇晖、焦安举、陈雪梅、于树义、李国勇、马亦军、陈东华、王春玲、刘晓林、韩东明、陈剑、高永乐、刘钧平、王培波、李慧英、林川、王国朋、鲁晓枫、于春生、林必宝、张柏成、高志利、刘骏、翁建国、邹奇宏、张胜雷、姚淑君、陈四春、符桂豪、丁予弟、傅哲龙、陈彦武、袁进军、傅俊豪、康丽双、刘奇、蔡初雄、傅汉水、李岩。

## 低压无功功率补偿投切装置

### 1 范围

本标准规定了低压无功功率补偿投切装置术语和定义、技术和试验要求。

本标准适用于额定交流电压不超过 1 000(或 1 140)V,频率不超过 1 000 Hz 的低压无功功率补偿投切装置(以下简称投切装置)。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 5169.10 电工电子产品着火危险试验 第 10 部分:灼热丝/热丝基本试验方法 灼热丝装置和通用试验方法(GB/T 5169.10—2006,IEC 60695-2-10:2000,IDT)

GB/T 5169.11 电工电子产品着火危险试验 第 11 部分:灼热丝/热丝基本试验方法 成品的灼热丝可燃性试验方法(GB/T 5169.11—2006,IEC 60695-2-11:2000,IDT)

GB/T 5169.12 电工电子产品着火危险试验 第 12 部分:灼热丝/热丝基本试验方法 材料的灼热丝可燃性试验方法(GB/T 5169.12—2006,IEC 60695-2-12:2000,IDT)

GB/T 5169.13 电工电子产品着火危险试验 第 13 部分:灼热丝/热丝基本试验方法 材料的灼热丝起燃性试验方法(GB/T 5169.13—2006,IEC 60695-2-13:2000,IDT)

GB 7251.1—2005 低压成套开关设备和控制设备 第 1 部分:型式试验和部分型式试验成套设备(IEC 60439-1:1999,IDT)

GB/T 10233—2005 低压成套开关设备和电控设备基本试验方法

GB/T 15576—2008 低压成套无功功率补偿装置

### 3 术语和定义

GB/T 15576—2008 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**低压无功功率补偿投切装置** low-voltage reactive power compensation switchgear component

由机电开关、电抗器或电阻线、半导体电子开关及与之相关的控制、测量、信号、保护等器件,根据需要用结构部件完整地组装在一起完成无功功率补偿功能的一种组合体。

#### 3.2

**机电开关投切装置** electromechanical switchgear component

主电路是由机电开关和限流的阻抗组成。

#### 3.3

**半导体电子开关投切装置** semiconductor switchgear component

主电路是由半导体电子开关组成。

#### 3.4

**复合开关投切装置** compound switchgear component

主电路是由半导体电子开关和机电开关并联的组合体。

3.5

**涌流 transient inrush current**

电容器投入瞬间产生的瞬态电流。

3.6

**动态响应时间 dynamic response time**

$T$

从投切装置获得控制信号时刻起到投切装置通断工作状态发生变化的时间间隔。

3.7

**投切间隔时间 switchgear interval time**

从投切装置切除后到投切装置再投入的时间间隔。

3.8

**额定电压 rated voltage**

$U_n$

投切装置制造商宣称投切装置预定连接的主电路交流电压的最大标称值。

对于多相电路,指相间电压。

注1:不考虑瞬态电压。

注2:由于允许系统有容许偏差,电源电压值可以超过额定电压。

3.9

**额定电流 rated current**

$I_n$

投切装置制造商宣称的电流值。在规定的条件下通此电流,投切装置的温升不超过规定的限值。

3.10

**额定控制容量 rated controlled capacity**

$Q_n$

投切装置制造商宣称的控制电容器容量,在额定电压和其他规定的条件下通此容量电容器的额定电流,投切装置的温升不超过规定的限值。

3.11

**额定控制电源 rated control power supply**

$U_k, I_k$

使投切装置通或断工作状态发生变化的额定控制电压  $U_k$  或额定控制电流  $I_k$ 。

3.12

**电寿命 electrical durability**

在规定的正常工作条件下,不修理和不更换任何零部件,装置所能承受的有载操作循环次数。

4 产品分类

4.1 按主电路元件类型划分

产品按主电路元件类型可划分为:

- a) 机电开关投切装置;
- b) 半导体电子开关投切装置;
- c) 复合开关投切装置。

4.2 按动作方式划分

产品按动作方式可划分为:

- a) 三相联动;
- b) 三相分动(每相可独立动作);
- c) 单相动作。

## 5 使用条件

### 5.1 正常使用条件

#### 5.1.1 周围空气温度

##### 5.1.1.1 户内投切装置的周围空气温度

周围空气温度不超过+40℃,而且在24h周期内其平均温度不超过+35℃。  
周围空气温度的下限为-5℃。

##### 5.1.1.2 户外投切装置的周围空气温度

周围空气温度不超过+40℃,而且在24h周期内其平均温度不超过+35℃。  
周围空气温度的下限为-25℃。

#### 5.1.2 大气条件

##### 5.1.2.1 户内投切装置的大气条件

空气清洁,在最高温度为+40℃时,其相对湿度应不超过50%。在较低温度时,允许有较大的相对湿度。例如:+20℃时相对湿度为90%。但应考虑到由于温度的变化,有可能偶尔会产生适度的凝露。

##### 5.1.2.2 户外投切装置的大气条件

最高温度为+25℃时,相对湿度短时可高达100%。

#### 5.1.3 污染等级

投切装置应能在污染等级3环境中使用。其他污染等级可根据特殊用途或微观环境考虑采用。

#### 5.1.4 海拔

安装场地的海拔应不超过2000m。

注:在海拔高于2000m处使用,应考虑介电强度的降低和空气冷却效果的减弱。

### 5.2 特殊使用条件

5.2.1 如果在不符合5.1规定的使用条件下使用,则应遵守适用的特殊要求标准或制造商与用户之间签订的专门协议。

5.2.2 制造商应考虑投切装置用在系统有谐波的工况时,电容器的工作电流会增大,谐波严重时有可能造成半导体电子开关和复合开关投切装置的投、切动作过零检测失误,使涌流增大。

制造商应考虑在使用条件中加以说明,必要时制造商与用户之间签订专门的协议。

### 5.3 运输、存放条件

如果运输、存放的条件与5.1中的规定不符时,应由用户与制造商签订专门的协议。

如果没有其他的规定,温度范围在-25℃~+55℃之间适用于运输和存放过程。在短时间内(不

超过 24 h)可达到+70 ℃。

投切装置在未运行的情况下经受上述高温后,不应遭受任何不可恢复的损坏,在规定的条件下应能正常工作。

## 6 技术要求

### 6.1 外观与结构

6.1.1 投切装置的外壳应有足够的机械强度,以承受使用或搬运过程中可能遇到的机械力。外壳采用不防锈的金属材料时,外壳内外表面应进行涂覆处理。涂覆层应均匀美观,有牢固的附着力。采用非金属外壳时,应采用阻燃材料。

6.1.2 投切装置中使用的金属紧固件或金属支持件均应有适当的镀层。镀层应有牢固的附着力,不得有起皮或脱落现象。

6.1.3 投切装置的结构设计应外形美观,易于维修、安装和调试。电路的安排、元件的选用及结构设计都应保证投切装置的抗干扰性能。

6.1.4 采用的紧固件应保证在正常使用条件下不会因振动而松脱或移位。

6.1.5 投切装置的主电路绝缘导线应采用冷压接端头与电器元件连接。冷压接端头与绝缘导线的配合以及压接质量应符合有关标准的规定。

### 6.2 元器件及辅件的选择

投切装置内安装的所有独立的电器元件及辅件应符合本标准和相关元器件自身标准。半导体电子开关器件的耐压应不小于该器件额定电压的  $2\sqrt{2}$  倍,其长期允许电流应按不小于通过该电路最大工作电流的 1.5 倍进行选择。辅助电路宜采用多股铜芯绝缘导线,导线的截面应根据所能承载的额定工作电流进行选择。

### 6.3 电气间隙与爬电距离

投切装置的不同极性的裸露带电体之间,以及它们与地之间的电气间隙和爬电距离应不小于表 1 的规定。

表 1 电气间隙和爬电距离

额定绝缘电压 $U_i$ /V	电气间隙/mm	爬电距离/mm
$U_i \leq 60$	5	5
$60 < U_i \leq 300$	6	10
$300 < U_i \leq 690$	10	14
$690 < U_i \leq 800$	16	20
$800 < U_i \leq 1\ 000$ (或 1 140)	18	24

### 6.4 投切装置的介电性能

#### 6.4.1 绝缘电阻验证

应使用电压不小于 500 V 的绝缘测量仪器进行绝缘测量。

带电体不同极之间、带电体与裸露导电部件之间、带电体对地的绝缘电阻不小于 1 000  $\Omega$ /V(电路

的标称电压),则此项试验通过。

#### 6.4.2 工频耐压试验

主电路和与主电路直接连接的辅助电路应能耐受表 2 规定的工频耐压试验电压。

表 2 主电路工频耐压试验电压值

额定绝缘电压( $U_i$ )/V	试验电压(交流方均根值)/V
$U_i \leq 60$	1 000
$60 < U_i \leq 300$	2 000
$300 < U_i \leq 690$	2 500
$690 < U_i \leq 800$	3 000
$800 < U_i \leq 1\ 000$ (或 1 140)	3 500

不与主电路直接连接的辅助电路应能耐受表 3 规定的工频耐压试验电压。

表 3 不由主电路直接供电的辅助电路工频耐压试验电压值

额定绝缘电压 $U_i$ /V	试验电压(交流方均根值)/V
$U_i \leq 12$	250
$12 < U_i \leq 60$	500
$U_i > 60$	$2U_i + 1\ 000$ ,但不小于 1 500

投切装置采用非金属外壳时,带电部件与非金属外壳之间施加表 2、表 3 规定的 1.5 倍试验电压值。

施加电压时间为:出厂检验 1 s,型式试验 5 s。

试验过程中应无击穿或闪络现象。

#### 6.5 功能要求

##### 6.5.1 投切装置的正常工作范围

投切装置在额定电压的 85%~110% 的范围内应能正常工作;

投切装置在额定电流 1.1 倍的状况下应能正常工作。

##### 6.5.2 缺相保护功能

投切装置宜设有缺相保护功能,当缺相时投切装置应能立即分断。

##### 6.5.3 限涌流功能

###### 6.5.3.1 试验条件:

主电路试验电压:额定频率、额定电压  $U_n \pm 5\%$ ;

主电路试验电流(容性):额定电流  $I_n \pm 5\%$ 。

6.5.3.2 机电投切装置控制电容器投入瞬间,电容器支路中产生的涌流峰值应小于 50 倍电容器的额定电流。

6.5.3.3 半导体电子开关投切装置和复合开关投切装置控制电容器投入瞬间,电容器支路中产生的涌流峰值应小于 3 倍电容器的额定电流。



#### 6.5.4 投切装置的响应时间

从装置获得投入控制信号时刻起到装置主电路导通时的时间间隔为导通时间  $T_{on}$ ;从装置被取消投入控制信号或获得切除控制信号时刻起到装置主电路分断时的时间间隔为分断时间  $T_{off}$ 。

复合开关投切装置:  $T_{on}、T_{off} \leq 100 \text{ ms}$ 。

半导体电子开关投切装置:  $T_{on}、T_{off} \leq 50 \text{ ms}$ 。

机电投切装置的响应时间不作规定。

#### 6.5.5 投切功能

##### 6.5.5.1 总则

主电路试验电压:  $(110\%U_n) \pm 5\%$ 。

主电路试验电流(容性):  $(110\%I_n) \pm 5\%$ , 或  $(110\%Q_n) \pm 5\%$ 。

注: 投切装置以额定控制容量( $Q_c$ )标示时额定试验电流应接在投切装置的额定电压  $U_c$  下, 额定控制容量  $Q_c$  的对应电流值(例: 三相投切装置的额定控制容量为  $Q_n$ , 额定电压为  $U_c$ , 额定电流  $I_n = Q_n / \sqrt{3}U_c$ )。

##### 6.5.5.2 机电投切装置

试验次数: 100 次;

通电时间:  $1 \text{ s} \sim 2 \text{ s}$ , 间隔时间:  $\leq 60 \text{ s}$ ;

控制电源:  $110\%U_k(I_k)$  50 次;  $85\%U_k(I_k)$  50 次。

试验时不应发生持续燃弧或触头熔焊或接通时不导通、分断时不能正常断开现象。

##### 6.5.5.3 复合投切装置

试验次数: 100 次;

通电时间:  $1 \text{ s} \sim 2 \text{ s}$ , 间隔时间:  $\leq 20 \text{ s}$ ;

控制电源:  $110\%U_k(I_k)$  50 次;  $85\%U_k(I_k)$  50 次。

投切应无异常现象。

##### 6.5.5.4 半导体电子投切装置

试验次数: 100 次;

通电时间:  $1 \text{ s} \sim 2 \text{ s}$ , 间隔时间:  $\leq 5 \text{ s}$ ;

控制电源:  $110\%U_k(I_k)$  50 次;  $85\%U_k(I_k)$  50 次。

投切应无异常现象。

#### 6.5.6 电寿命

##### 6.5.6.1 总则

电寿命作为特殊试验可由制造厂自行验证。

电寿命用在规定的条件下不修理和不更换任何零部件所能承受的有载操作次数来表示。推荐电寿命次数为(万次): 0.1, 0.3, 0.5, 1, 3, 5, 10, 30, 50, 100。

##### 6.5.6.2 试验条件

操作频率: 按制造厂确定的操作频率进行;

主电路试验电压: 额定电压  $U_n \pm 5\%$ ;

主电路试验电流(容性):额定电流  $I_n \pm 5\%$ ,或额定控制容量  $Q_n \pm 5\%$ ;  
控制电源:额定控制电源  $U_k(I_k)$ 。

### 6.5.6.3 试验结果的评定

电寿命试验后,投切装置应仍能满足 7.2.3 工频耐压试验和 7.3.1 通电操作试验的要求。

### 6.5.6.4 试验结果

制造厂根据具体情况在下列两种方法中任选一种:

- a) 8 台试品同时进行试验,一直试到指定的电寿命;不合格的台数不超过 2 台,则认为试验合格;
  - b) 3 台试品同时进行试验,一直试到指定的电寿命;3 台都合格,则认为试验合格。
- 如果有 1 台不合格,再试 3 台试品一直试到指定的电寿命,且 3 台都合格,则认为试验合格。

## 6.6 温升

投切装置通以额定电流,温升限值应不超过表 4 的规定。

表 4 温升限值

部位	温升/K
内装元件	根据不同元件的有关要求,或(如有的话)根据制造厂的说明书,考虑投切装置内的温度
用于连接外部绝缘导线的端子 内装元件与母线连接处	70
母线固定连接处: 裸铜-裸铜	60
铜搪锡-铜搪锡	65
铜镀银-铜镀银	70
可接近的外壳和覆板: 金属表面	30
绝缘表面	40

## 6.7 抗干扰试验

装有电子器件或电子电路的投切装置,按照 GB 7251.1 中规定的抗干扰试验执行。

## 7 试验要求

### 7.1 一般检查

- a) 检查投切装置是否符合 6.1~6.3 中要求;
- b) 检查安装的元器件是否符合设计图纸的规定;元器件安装是否正确,是否牢固;各接线端子的符号标志是否与使用说明书的规定一致。

### 7.2 介电性能试验

#### 7.2.1 试验内容

试验包括以下内容:

——绝缘电阻验证；

——工频耐压试验。

试验前应将消耗电流的器件(如线圈、测量元器件)及不能承受试验电压的元件断开或旁路。

主电路为电力电子器件的以及投切装置为用外壳完整封闭组装且不便断开或旁路相关元器件的,由制造商确定是否有必要在生产过程中做介电性能试验。

### 7.2.2 绝缘电阻验证

按 6.4.1 的规定,用电压至少为 500 V 的绝缘测量仪器进行绝缘测量。

测量部位:

- a) 相间;
  - b) 相导体与裸露导电部件之间;
  - c) 相导体与地(外壳)之间;
  - d) 控制端子与地(外壳)之间。
- 符合 6.4.1 的要求,则此项试验通过。

### 7.2.3 工频耐压试验

按 6.4.2 的规定施加试验电压,试验电压应施加于:

- a) 相间;
- b) 相导体与裸露导电部件之间;
- c) 相导体与地(外壳)之间;
- d) 控制端子与地(外壳)之间。

投切装置采用非金属外壳时,应用金属箔裹缠外壳,在带电部件与用金属箔裹缠外壳的表面之间施加试验电压值。

试验电压应为正弦波,频率允许在 45 Hz~62 Hz 之间。型式试验时,首先按规定试验电压的 30%~50%施加在试验部位,随后在 10 s~30 s 时间内把试验电压平稳地升到规定值,并保持 5 s,然后把试验电压逐渐下降至零。例行(出厂)检验时,按规定的试验电压在试验部位施加 1 s。其结果应符合 6.4.2 的要求。

## 7.3 功能检验

### 7.3.1 通电操作试验

试验前先检查投切装置所有接线正确后,通以额定电压,在不小于 110%额定电流的条件下,操作 10 次;在分别通以额定电压的 85%、110%,工作电流不作规定的条件下,各操作 5 次;应工作可靠,符合 6.5.1 规定要求。

### 7.3.2 缺相保护功能试验

先将投切装置电容量器投入运行,将主电路的任何一相断开,符合 6.5.2 的规定,则此项试验通过。

### 7.3.3 限涌流试验

在同一主电路试验电源中,试品的主电路与预投电容器组之间连线应不超过 2 m。试验时先预投入容量至少大于试品所在支路电容器容量 6 倍的电容器组,待其工作稳定后,再投入投切装置所在支路的电容器。试验随机投入 20 次(机电投切装置也可以采用在峰值时投入,试验不少于 3 次),每次间隔时间不小于 3 min,检测投切装置所在支路电容器投入时的涌流值。取最大涌流值,如果不大于 6.5.3

规定要求,则此项试验通过。

#### 7.3.4 投切装置的动态响应时间检测

在投切装置的控制端施加投入控制信号,检测施加投入控制信号的时间到装置主电路导通时的时间间隔为导通时间  $T_{on}$ ;检测装置被取消投入控制信号或获得切除控制信号时刻起到装置主电路分断时的时间间隔为分断时间  $T_{off}$ 。试验各进行 10 次分别记录取最大值,结果应符合 6.5.4 规定。

#### 7.3.5 投切装置的投切功能验证

##### 7.3.5.1 试验条件

在同一主电路试验电源中,试品的主电路与预投电容器组之间连线应不超过 2 m。试验时先预投入容量大于试品所在支路电容器容量 6 倍的电容器组,待其工作稳定后,再投、切投切装置所在支路的电容器,进行投切装置的投切功能验证。

##### 7.3.5.2 机电投切装置

按 6.5.5.1、6.5.5.2 的规定,操作投切装置投切所在支路的电容器 100 次,结果应符合 6.5.5.2 的规定。

##### 7.3.5.3 复合投切装置

按 6.5.5.1、6.5.5.3 的规定,操作投切装置投切所在支路的电容器 100 次,观察三相输出电压、电流波形,并随机记录同一时间每相电压、电流的变化,结果应符合 6.5.5.3 的规定。

##### 7.3.5.4 半导体电子投切装置

按 6.5.5.1、6.5.5.4 的规定,操作投切装置投切所在支路的电容器 100 次,观察三相输出电压、电流波形,并随机记录同一时间每相电压、电流的变化,结果应符合 6.5.5.4 的规定。

#### 7.4 温升限值验证

温升限值按照 GB 7251.1—2005 中 8.2.1 规定的方法验证,应符合 6.6 的规定。

#### 7.5 抗干扰试验

装有电子器件或电子电路的投切装置,应符合 6.7 的规定,试验过程中,通以额定控制电压,投切装置的各项动作,功能及程序应正常。

#### 7.6 气候环境试验

##### 7.6.1 环境温度性能试验

应考核投切装置在 5.1 规定的环境温度上限和下限情况下长期运行的可靠性。

试验箱的容积及其空气循环应使被试品放入后,在 5 min 内温度保持在允差之内。

- a) 对于户内型投切装置将被试品分别置于规定的最高环境温度  $+40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$  和最低环境温度  $-5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$  的条件下,然后给试品接通电源,待投切装置内部元件的温升达到稳定值后(但不小于 1 h)对其功能进行检查,应符合 6.5.1 中要求。
- b) 对于户外型投切装置将被试品分别置于规定的最高环境温度  $+40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$  和最低环境温度  $-25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$  的条件下,然后给试品接通电源,待投切装置内部元件的温升达到稳定值后(但不小于 1 h)对其功能进行检查,应符合 6.5.1 中要求。

### 7.6.2 耐湿热试验(仅适用于户外型投切装置)

验证设备的耐潮湿性能。

试验箱的容积及其空气循环应使被试品放入后,在5 min内温度保持在允差之内。

试验时投切装置不包装,不通电。

将投切装置置于温度为 $+40\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,湿度为 $93\%\pm 3\%$ 的试验箱中,连续存放4 d,然后取出置于试验室内的环境温度下恢复。

直观检查是否有元件过热、紧固件松动、绝缘损坏的现象;

待恢复1 h~2 h后,按照7.2要求进行绝缘电阻和工频耐压试验,其结果应符合6.4的要求。

### 7.7 振动(正弦)试验

应考核投切装置经受振动的适应性和结构的完好性。

安装时用机械方法将试品牢固地安装在振动试验台工作面上,要保证使激振力直接传递给投切装置的机体。

试验方法按GB/T 10233—2005中4.12规定的方法进行试验。应为正弦式振动,振动试验采用扫频试验法,按规定条件在3个相互垂直的轴向进行扫频试验。试验时试品应处于带电工作状态。

振动频率为10 Hz~57 Hz时采用恒定位移法,单振幅为0.15 mm;当振动频率为57 Hz~150 Hz时宜采用恒定加速度法,加速度为 $20\text{ m/s}^2$ 。往复扫描一次时间为2 min~2.5 min,每个方向的扫描时间为10 min。

试验后样品的构件应无破裂、无明显变形,紧固件及插接件应无松动现象;通电运行投切装置各功能均应正常。

### 7.8 冲击试验

试验在产品无包装非工作状态下进行,试验冲击加速度为 $500\text{ m/s}^2$ (50 g)峰值加速度,脉冲持续时间为 $11\text{ ms}\pm 1\text{ ms}$ ;波形为半个正弦波;冲击至少在3个互相垂直的面进行,每面3次。

试验后检查样品的外形及构件应无破裂、无明显变形现象。

### 7.9 绝缘材料耐受非正常发热和着火的验证

#### 7.9.1 试验仪器设备的要求

所用仪器应符合GB/T 5169.10~GB/T 5169.13中相关要求。

将一块大约为10 mm厚,包有一层绢纸的白松木板放置在低于试品底部200 mm处。

此绢纸的特点是薄软,而且比较结实,一般用来包装易损的精密仪器,其单位面积质量在 $12\text{ g/m}^2\sim 30\text{ g/m}^2$ 之间。

#### 7.9.2 预处理

试验开始之前,将样机置放于温度为 $15\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间、相对湿度在 $45\%\sim 75\%$ 之间的大气中24 h。

#### 7.9.3 试验程序

应按GB/T 5169.10~GB/T 5169.13规定的程序进行试验。

将试验设备放在密闭的不通风的暗室里,以便可以看到试验过程中出现的火花。

试验开始之前,要按照GB/T 5169.10~GB/T 5169.13中相关要求校准热电偶。

每次试验后,必须把落在灼热丝触点上的绝缘材料的残渣清除掉,例如可以用刷子清扫。

#### 7.9.4 灼热丝顶部的温度、持续时间

灼热丝顶部的温度为:

固定主电路载流部件的绝缘材料  $960\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

所有其他部件包括非金属外壳  $650\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

持续时间应为:  $30\text{ s} \pm 1\text{ s}$ 。

#### 7.9.5 观察与测量要求

在灼热丝使用期间和  $30\text{ s}$  试验后,应观察样机以及样机周围的部件和铺在试样下面的绢纸。

将试样起燃时间和火焰熄灭时间记录下来。

试样能达到如下任一要求,则认为能够耐受灼热丝试验:

- 没有明显的火焰和持续不断的亮光;
- 试品的火焰或亮光在取走灼热丝  $30\text{ s}$  之内熄灭;
- 绢纸不应燃烧,松木板不应烧焦。

## 8 检验规则

### 8.1 试验的分类

试验分型式试验和例行(出厂)检验。

型式试验:型式试验是对投切装置的设计及制造进行全面验证。

有下述情况之一时,应进行型式检验。

- a) 新产品定型时;
- b) 产品开始批量生产时;
- c) 批量生产满 5 年时;
- d) 已定型的产品变更了设计、工艺、主要元件或材料可能影响产品性能时。

型式试验的样机数量应不少于 2 台。试验中若有一项不合格,则型式试验不合格。

型式试验合格后,才可以批量生产。

例行(出厂)检验:应对每台投切装置进行例行检验,例行检验合格后才能出厂。

### 8.2 型式试验

型式试验项目包括:

- a) 一般检查(见 7.1);
- b) 介电性能试验(见 7.2);
- c) 功能检验(见 7.3);
- d) 温升限值验证(见 7.4);
- e) 抗干扰试验(若需要)(见 7.5);

- f) 气候环境试验(见 7.6);
- g) 振动(正弦)试验(见 7.7);
- h) 冲击试验(见 7.8);
- i) 绝缘材料和非金属材料的外壳对非正常发热和着火的耐受能力验证(见 7.9)。

### 8.3 例行(出厂)检验

例行检验项目包括:

- a) 一般检查(见 7.1);
- b) 介电性能试验(见 7.2);
- c) 通电操作检验(见 7.3.1)。

## 9 标志、包装、运输、存放

### 9.1 标志

9.1.1 投切装置铭牌上应有下列明显标志:

- a) 名称、型号;
- b) 制造商名称或商标;
- c) 额定电压;
- d) 额定电流或额定控制容量;
- e) 额定频率;
- f) 控制电压;
- g) 出厂年月、编号;
- h) 执行标准。

9.1.2 外包装箱上应用不能洗刷的涂料作以下标记:

- a) 投切装置名称、型号;
- b) 制造厂名称、商标;
- c) “向上”、“怕雨”、“小心轻放”等标志。

### 9.2 包装

#### 9.2.1 投切装置包装前检查

投切装置包装前应检查:

- a) 合格证和有关技术文件是否齐备;
- b) 外观有无损坏,表面有无灰尘等。

#### 9.2.2 投切装置包装的一般要求

包装材料宜采用可再生环保材料,包装箱应有防尘、防雨、防震措施。在经过正常条件的运输后包装箱应不损坏。



### 9.3 运输

适于陆运、水运(海运)或空运,运输和装卸应按包装箱上的标记进行。

### 9.4 存放

包装好的投切装置应存放在环境温度 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度不大于90%的库房内,室内无酸、碱、盐及腐蚀性、爆炸性气体,不受灰尘雨雪的侵蚀。

---