YD

中华人民共和国通信行业标准

YD/T 1235.2-2002

通信局（站）低压配电系统用电涌保护器测试方法

Testing Methods for Surge Protective Devices Connected to Low-voltage Distribution Systems of Telecommunication Stations / Sites

2002－11－08发布　　2002－11－08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　术语和定义 1
4　对试验的一般要求 5
4.1　一般规定 5
4.2　试验条件 5
4.3　试验波形 5
5　整体质量检查 6
5.1　外观检查 6
5.2　保护模式检查 7
5.3　分离装置检查 7
5.4　告警检查 7
5.5　接线端子连接导线能力的检查 7
6　电涌防护性能试验 7
6.1　最大持续运行电压试验 7
6.2　等级限制电压试验 8
6.3　确定电压保护水平试验 9
6.4　动作负载试验 11
7　安全性能试验 13
7.1　电气间隙和爬电距离检查 14
7.2　外壳防护等级试验 14
7.3　保护接地检查 14
7.4　着火危险性试验（灼热丝试验） 14
7.5　暂时过电压下失效的安全性试验 15
7.6　暂时过电压耐受特性试验 15
7.7　SPD热稳定性试验 16
8　二端口SPD以及有独立输入/输出端子的一端口SPD的附加试验 16
8.1　电压降试验 16
8.2　负载侧电涌耐受能力试验 17
8.3　负载侧短路耐受能力试验 17
9　环境适用性试验 18

9.1 振动试验 18
9.2 高温试验 18
9.3 低温试验 18
9.4 交变湿热试验 18
10 检验规则 19
10.1 交收检验 19
10.2 型式检验 19

前　言

制定本标准的目的在于规范我国通信局（站）低压配电系统用电涌保护器的测试方法，并为电涌保护器的设计、生产、检验、选择和应用提供技术依据。

本标准主要依据IEC61643-1:1998《接至低压配电系统的电涌保护器 第1部分：性能要求和测试方法》，参考IEC61312-1、UL1449、IEEE Std C62.62和YD/T5098等标准，并结合低压配电系统用电涌保护器在我国通信局（站）的实际应用情况而制定。

本标准规定了通信局（站）低压配电系统用电涌保护器的试验方法，并重点突出了防雷及电涌保护的安全性和可靠性，以使标准具有科学性、更好的可操作性和实用性。

本标准在编写方法上遵循GB/T1.1-2000和GB/T1.3-1997的基本规则。

本标准与YD/T 1235.1-2002《通信局（站）低压配电系统用电涌保护器技术要求》配套使用。

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：中讯邮电咨询设计院（原信息产业部邮电设计院）
艾默生网络能源有限公司
广东省电信公司科学技术研究院（中国电信集团广州研发中心）

本标准主要起草人：刘吉克　何亨文　金山　戴传友　罗森文　赖世能。

通信局（站）低压配电系统用电涌保护器测试方法

1 范围

本标准规定了通信局（站）低压配电系统用电涌保护器（以下简称电涌保护器）的试验方法。

本标准适用于通信局（站）低压配电系统各级（配电变压器低压侧、配电室及电力室交流输入端、各机房交直流配电柜（箱）等）用电涌保护器的质量检验与评定。

集成在设备中的电涌保护器可参照执行。

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 2423.1 电工电子产品基本环境试验规程 试验A：低温试验方法

GB 2423.2 电工电子产品基本环境试验规程 试验B：高温试验方法

GB 2423.4 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

GB 2423.10 电工电子产品基本环境试验规程 试验Fc：振动（正弦）试验方法

GB 5169.11 电工电子产品着火危险试验 试验方法 成品的灼热丝试验和导则

GB 10963 家电及类似场所用过电流保护断路器

GB/T 14048.1 低压开关设备和控制设备总则

YD/T 5098 通信局（站）雷电过电压保护工程设计规范

YD/T 1235.1 通信局（站）低压配电系统用电涌保护器技术要求

IEC 61180-1:1992 低压设备的高电压试验技术 第1部分：定义、试验和程序要求

IEC 61312-1:1995 雷电电磁脉冲的防护 第1部分：一般原则

IEC 61643-1:1998 连接至低压配电系统的电涌保护器 第1部分：技术要求及试验方法

IEEE Std C62.62-2000 低压交流电路用电涌保护器的试验规范

UL 1449-1996 瞬态电压电涌抑制器标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 电涌保护器 surge protective device，SPD

通过抑制瞬态过电压以及旁路电涌电流来保护设备的一种装置。它至少含有一个非线性元件。

3.2 一端口SPD one-port SPD

一种与被保护电路并联连接的SPD。它可以有分离的输入和输出端子，但无专用的串联阻抗插入在输入与输出端子之间。

3.3 二端口SPD two-port SPD

一种有输入及输出两组端子、且在其间插有专用串联阻抗的SPD。

3.4 限压型SPD voltage limiting type SPD

在无电涌时呈高阻态，但随着电涌的增大，其阻抗不断降低的一种SPD。限压型SPD的常用器件有：压敏电阻器、瞬态抑制二极管等。

3.5 电压开关型SPD voltage switching type SPD

在无电涌时呈高阻态，但对电涌响应时，其阻抗突变为低阻值的一种SPD。开关型SPD的常用器件有：火花间隙、气体放电管等。

3.6 组合型SPD combination type SPD

由开关型器件和限压型器件组合而成的一种SPD。依据所加电压的特性，它可呈现出开关的特性或限压的特性或者这两者都有的特性。

3.7 保护模式 modes of protection

用于描述配电线路中SPD保护功能的配置情况。

在交流配电系统中分为相线与相线（L-L）、相线与地线（L-PE）、相线与中性线（L-N）、中性线与地线（N-PE）之间等四种保护模式。

在直流配电系统中分为正极与负极（V_+-V_-）、正极与地线（V_+-PE）、负极与地线（V_--PE）之间等三种保护模式。

注：限压型SPD和具有限压特性的组合型SPD可用于任一保护模式。电压开关型SPD和具有开关特性的组合型SPD因存在尚待进一步研究的续流遮断能力及其试验方法问题，不宜在除N-PE外的其它保护模式中推广使用。

3.8 最大持续运行电压 maximum continuous operating voltage，U_c

SPD在运行中能持久耐受的最大直流电压或工频电压有效值。

3.9 第Ⅰ类试验用冲击电流 impulse current for class Ⅰ test，I_{imp}

用于划分进行第Ⅰ类试验的SPD的等级。其波形一般由电流峰值和电荷量来确定。它用于第Ⅰ类试验的动作负载试验。

本标准中为明确起见，I_{imp}通过10/350μs电流波形和峰值I_{peak}来表征。

3.10 标称放电电流 nominal discharge current，I_n

用于划分进行第Ⅱ类试验的SPD等级的、具有8/20μs波形的放电电流峰值。它用于第Ⅰ类和第Ⅱ类试验的预备性试验。

3.11 最大放电电流（冲击通流容量） maximum discharge current，I_{max}

SPD不发生实质性破坏，能通过8/20μs波形的最大放电电流峰值。它用于第Ⅱ类试验的负载动作试验。I_{max}大于I_n。

3.12 混合波 combination wave

用于划分进行第Ⅲ类试验的SPD的等级，其波形由具有下列标准输出特性的混合波发生器产生。它用于第Ⅲ类试验的负载动作试验。

在本标准中，混合波发生器的标准输出特性被规定为：当输出开路时，其端电压U_{oc}的波形为1.2/50μs；当输出短路时，其输出回路电流I_{sc}的波形为8/20μs，幅值为0.5U_{oc}，即规定混合波发生器的虚拟阻抗Z_f等于2Ω。

施加到SPD上的电压或电流的实际幅值及波形，除与混合波发生器的虚拟阻抗有关外，还与SPD本身的阻抗有关。

开路电压U_{oc}和短路电流I_{sc}的最大值分别为20kV和10kA。超过该值时应进行第Ⅱ类试验。

3.13 冲击试验分类 impulse test classification

3.13.1 第Ⅰ类试验 class Ⅰ tests

由标称放电电流I_n试验、1.2/50μs冲击电压试验和10/350μs冲击电流I_{imp}试验组成。

3.13.2 第II类试验 class II tests

由标称放电电流I_n试验、1.2/50μs冲击电压和8/20μs最大放电电流I_{max}试验组成。

3.13.3 第Ⅲ类试验 class Ⅲ tests

采用混合波U_{oc}进行的试验。

3.14 残压 residual voltage，U_{res}

当放电电流通过时，SPD端子间的电压峰值。

3.15 限制电压 measured limiting voltage

施加规定波形、幅值和次数的冲击时，在SPD端子间测得的残压的最大值。

3.16 等级限制电压 basic measured limiting voltage，U_B

用于考核和比较限压特性的SPD电涌抑制能力的一个基本参数。本标准中，用规定幅值的SPD分类等级测试电流（I_B，其波形为8/20μs）冲击时的限制电压值表示。

3.17 电压保护水平 voltage protection level，U_P

表征SPD电涌抑制能力的一个参数。它从规定的优选值系列中选取。

3.18 暂时过电压 temporary overvoltage，U_T

具有一定幅值，并能持续相对长时间的工频过电压。

3.19 分离装置（脱扣装置）SPD disconnector

当SPD损坏时，使其与配电系统断开的一种装置。

3.20 额定负载电流 rated load current，I_R

能够通过二端口SPD的最大负载电流。

3.21 电压降（用百分比表示）voltage drop，ΔU

$\Delta U=（（U_{IN} - U_{OUT}）/ U_{IN}）\times 100\%$

其中：U_{IN}和U_{OUT}分别是二端口SPD在电阻性的额定负载电流条件下，同时测得的输入端电压值与输出端电压值。

3.22 动作负载试验 operating duty test

按照所规定的试验程序和条件，在规定幅值的电源电压下向SPD施加规定次数和幅值的冲击电流，以考核SPD在实际运行条件下电涌耐受能力的一种试验。

3.23 热稳定性 thermal stability

描述SPD在动作负载试验时引起温度上升后，在规定的持续运行电压和规定的环境条件下，SPD温度随时间而下降的情况。

3.24 去耦网络 decoupling network

用于防止施加到试品上的电涌影响其他不被试验的装置、设备或系统的电路。

3.25 耦合网络 coupling network

将能量从一个回路传送到另一个回路的电路。

3.26 波形参数 wave parameters

3.26.1 冲击电流波形图及其参数

视在原点（O_1）：通过冲击电流峰值的10%和90%所画直线与时间坐标轴的相交点；

视在波头时间（T_1）：其值等于冲击电流峰值的10%增加到90%(见图1)所需时间T的1.25倍；

视在波尾（或半峰值）时间（T_2）：冲击电流视在原点O_1与电流下降到峰值一半的时间间隔。

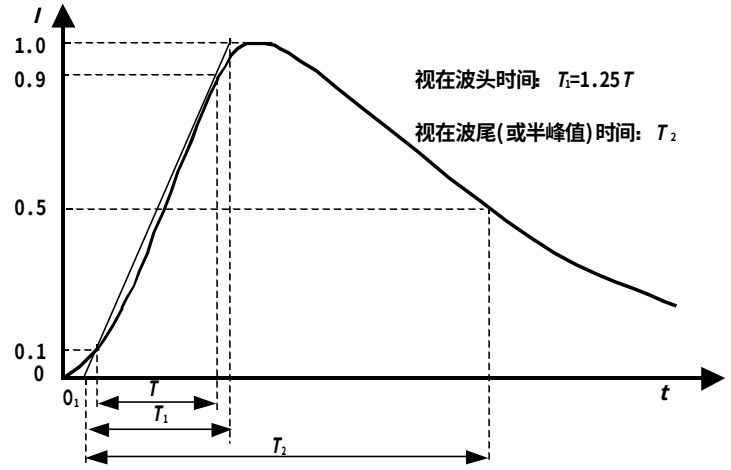


图1 冲击电流波形图

3.26.2 冲击电压波形图及其参数

视在原点（O_1）：通过冲击电压峰值的30%和90%所画直线与时间坐标轴的相交点；

视在波头时间（T_1）：其值等于冲击电压峰值的30%增加到90%(见图2)所需时间T的1.67倍；

视在波尾（或半峰值）时间（T_2）：冲击电压视在原点O_1与电压下降到峰值一半的时间间隔。

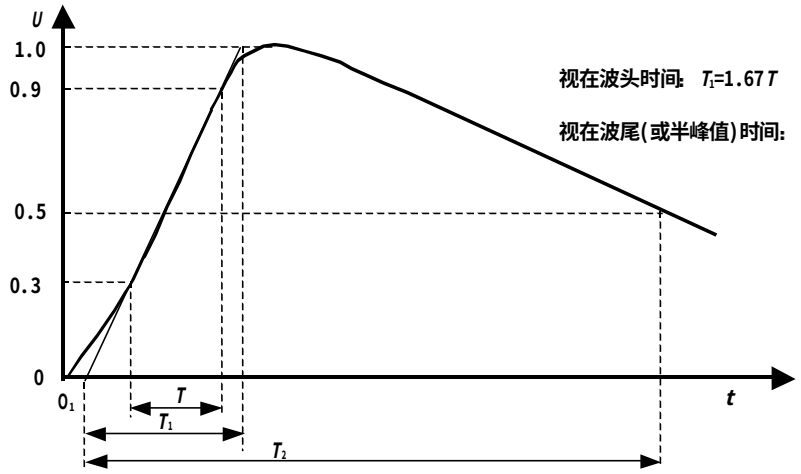


图2 冲击电压波形图

4 对试验的一般要求

4.1 一般规定

除非标准中另有规定，对于提供多种保护模式的SPD，应对每种保护模式分别进行试验。

SPD内所有导线和脱扣装置，均应作为SPD的一部分进行试验。

如果制造商规定其SPD的外置脱扣装置需要按照供电系统的预期短路电流来选取，则应对该SPD脱扣装置和预期短路电流的每种组合都进行试验。

4.2 试验条件

除非标准中另有规定，试验应在以下条件下进行：

温度　　15℃～35℃

相对湿度　　45％～75％

气压　　86 kPa～106kPa

4.3 试验波形

4.3.1 第Ⅰ类冲击电流试验

通过SPD的放电电流的标准波形应为10/350μs，其容许偏差为：

峰值　　±10％

视在波头时间　　+100％，-10％

视在半峰值时间　　+50％，-20％

4.3.2 第Ⅰ/II类标称放电电流及冲击通流容量试验

通过SPD的放电电流的标准波形应为8/20μs，其容许偏差为：

峰值　　±10％

视在波头时间　　±10％

视在半峰值时间　　±10％

允许有小的过冲或振荡，但是单个幅值不应超过其峰值的5％。当电流下降到零后，反极性的振荡幅值不应超过峰值的20％。

对于二端口SPD，反极性的振荡幅值不应超过峰值的5％，从而使得不影响限制电压的测量。

4.3.3 第Ⅰ/II类冲击电压试验

标准电压波形为1.2/50μs，其容许偏差为：

峰值　　±3％

视在波头时间　　±30％

视在半峰值时间　　±20％

对某些试验回路，可能在冲击波的波峰处产生振荡或过冲。如果该振荡的频率不小于0.5MHz或过冲的持续时间不超过1μs，则应作一条平均曲线，取该曲线的最大幅值作为试验电压的峰值。

波峰附近的过冲或振荡是容许的，只要是其单个波峰的幅值不超过峰值的5％。

对于通常使用的冲击电压发生器回路，在峰值的90％以下波前部分的振荡对试验结果的影响通常可以忽略。

试验发生器的短路电流应小于被试SPD标称放电电流的20％。

4.3.4 第Ⅲ类混合波试验

开路电压U_{oc}的波形为1.2/50μs，其容许偏差为：

峰值 ±3％

视在波头时间 ±30％

视在半峰值时间 ±20％

波峰附近的过冲或振荡是容许的，只要是其单个波峰的幅值不超过峰值的5％。

对于通常使用的混合波发生器回路，在峰值的90％以下波前部分的振荡对试验结果的影响通常可以忽略。

短路电流I_{sc}的波形为8/20μs，其容许偏差为：

峰值 ±10％

视在波头时间 ±10％

视在半峰值时间 ±10％

允许有小的过冲或振荡，但是单个幅值不应超过其峰值的5％。当电流下降到零后，反极性的振荡幅值不应超过峰值的20％。

对于二端口SPD，反极性的振荡幅值不应超过峰值的5％，从而使得不影响限制电压的测量。

5 整体质量检查

5.1 外观检查

标志的耐久性试验按GB10963规定的第9.3节进行，其余通过目测法进行检查。结果应满足下述要求：

a) SPD的表面应平整、光洁、无划伤、无裂痕及变形，紧固件应牢固，颜色应均匀无明显差异；

b) SPD的标志应完整清晰、耐久可靠，标志不应附在螺钉或垫圈上，且铭牌不应出现移动和任何翘曲现象。标志内容应满足下述要求：

1) 制造厂的名称或商标，产品型号和生产批号
2) 最大持续运行电压U_c（一种保护模式一个值）
3) 电压保护水平U_p（一种保护模式一个值）
4) 每一保护模式的试验类别及放电参数
   Ⅰ类试验的I_{imp} 和I_n
   Ⅱ类试验的I_{max} 和I_n
   Ⅲ类试验的U_{oc}
5) 接线端子标识
6) 应用系统：交流、直流或交直流均可
7) 额定负载电流I_R（二端口SPD）
8) 后备过流保护装置的最大推荐额定值

5.2 保护模式检查

通过目测法进行检查。结果应满足下述要求：

a）交流SPD必须具备N-PE、L-PE或L-N-PE的保护模式；直流SPD必须具备V_+-V_-的保护模式。

b）交流SPD宜具备L-N的保护模式；直流SPD宜具备V_+-PE或V_--PE的保护模式。

5.3 分离装置检查

对SPD的分离装置的要求，贯穿在一系列试验中，不必进行单独试验。

5.4 告警检查

使SPD分别处于正常和故障状态，SPD的告警装置应能正确地指示。目测SPD是否具备告警遥信接口。

5.5 接线端子连接导线能力的检查

按GB/T14048.1第8.1.8.5节的规定进行检查。结果应满足下述要求：

SPD的接线端子除应符合GB17464的要求外，其连接导线的能力还应符合表1或表2的要求。

表1 一端口SPD接线端子允许连接铜导线的标称截面积

SPD类型		能被夹紧的铜导线标称截面尺寸 mm^2
交流SPD	T型	25～50
	H型	16～35
	M型	10～25
	L型	4～16
直流SPD	H型	4～16
	L型	2.5～6

表2 二端口SPD接线端子允许连接铜导线的标称截面积

额定负载电流I_R A	能被夹紧的铜导线标称截面尺寸 mm^2
$I_R \leqslant 13$	1～2.5
$13 < I_R \leqslant 16$	1～4
$16 < I_R \leqslant 25$	1.5～6
$25 < I_R \leqslant 32$	2.5～10
$32 < I_R \leqslant 50$	4～16
$50 < I_R \leqslant 80$	10～25
$80 < I_R \leqslant 100$	16～35
$100 < I_R \leqslant 125$	25～50
注1：对于额定负载电流小于或等于50A的SPD，要求接线端子的结构能紧固实心导体以及硬性多股绞合导体，允许使用软导体。 注2：二端口SPD接线端子连接导线的能力除应符合本表的要求外，还应根据其标称放电电流的大小，同时符合表1的要求。	

6 电涌防护性能试验

6.1 最大持续运行电压试验

根据第6.3节的方法测量SPD的限制电压和点火电压。为避免试品过载，第6.3.1节的试验仅在I_n下进行，第6.3.3和6.3.4节的试验仅在U_{oc}下进行。

将SPD放置在温度试验箱中，对其施加最大持续运行电压U_c（±0.2％），同时将试验箱内温度上升到70℃（±3℃），持续时间48小时。

试验完成后，将试品冷却至环境温度，再重复进行限制电压和点火电压试验。

试验结果应满足下述要求：

a）试验过程中，SPD应能稳定地正常工作、没有可见可闻的损坏；

b）试验前后的限制电压和点火电压均应小于U_p，且限制电压的变化率不应大于±5%；

c）试验过程中，SPD的分离装置不应动作。

注：允许采用“温度每增高5℃，试验时间减至0.6倍”的加速试验方法，但最高温度不得超过115℃。

6.2 等级限制电压试验

本试验仅适用于具有限压特性的SPD，对开关特性的SPD不作此项要求。

试验条件如下：

a）所有一端口SPD均应不带电测试，所有二端口SPD均应带电测试；

b）为SPD供电的电源在U_c下的输出电流应不小于5A，短路电流应不小于200A；

c）对于没有独立输出端子的一端口SPD，限制电压应在SPD输入端进行测量。对于二端口SPD以及有独立输出端子的一端口SPD，限制电压应在SPD输出端进行测量。

表3 限压特性的SPD的等级限制电压U_B

最大持续运行电压U_c	交流SPD的U_B上限值（V）					直流SPD的U_B上限值（V）	
	T型（I_B=60kA）	H型（I_B=40kA）	M型		L型（I_B=5kA）	H型（I_B=5kA）	L型（I_B=2kA）
			I_B=25kA	I_B=15kA			
45V	—	—	—	—	—	425	250
52V	—	—	—	—	—	450	275
75V	—	—	—	—	—	500	325
85V	—	—	—	—	—	550	350
150V	待定	待定	待定	待定	待定	—	—
175V	待定	待定	待定	待定	待定	—	—
275V	2600	2100	1600	1250	950	—	—
320V	2850	2300	1800	1450	1150	—	—
385V	3200	2600	2000	1800	1400	—	—
420V	3450	2800	2200	1900	1600	—	—
460V	3700	3000	2500	2100	1750	—	—
510V	3950	3200	2700	2300	1900	—	—
600V	4400	3600	3100	2700	2300	—	—

试验方法如下：

a）采用如图3所示的试验电路。

b）在SPD上分别施加表3规定的I_B，正、负极性各2次。

c）相邻冲击的时间间隔应足以使SPD试品恢复到环境温度，但最长不应超过5min。

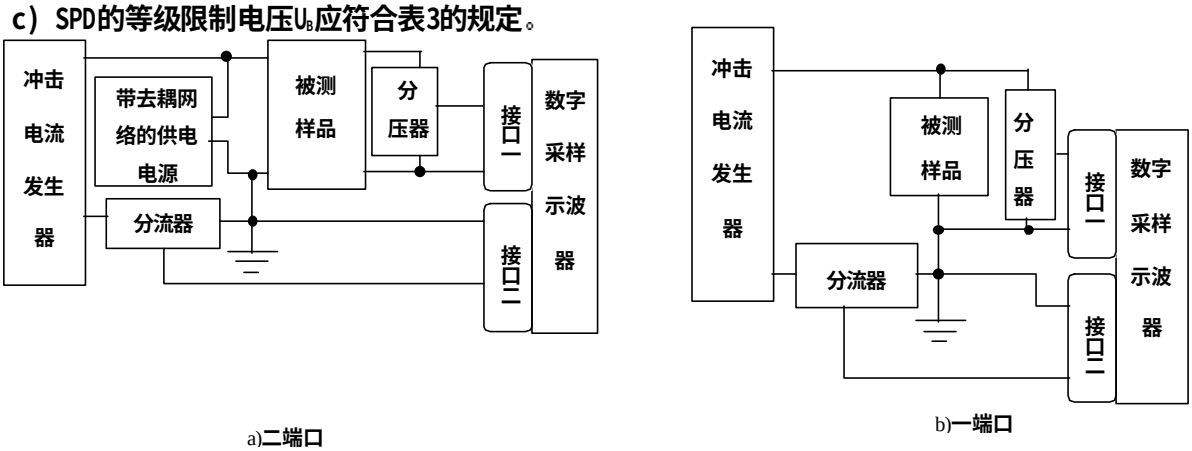
d）试验过程中测得的残压最大值即为等级限制电压U_B。

试验结果应满足下述要求：

a）试验过程中，SPD应能稳定地正常工作、没有可见可闻的损坏；

b）试验过程中，SPD的分离装置不应动作；

c）SPD的等级限制电压U_B应符合表3的规定。



a)二端口　　b)一端口

图3　冲击电流测试示意图

6.3　确定电压保护水平试验

根据图4所示的试验流程对不同类型的SPD进行相应试验，以确定其限制电压、点火电压以及电压保护水平。

SPD的电压保护水平U_P不应大于制造商所规定的数值。

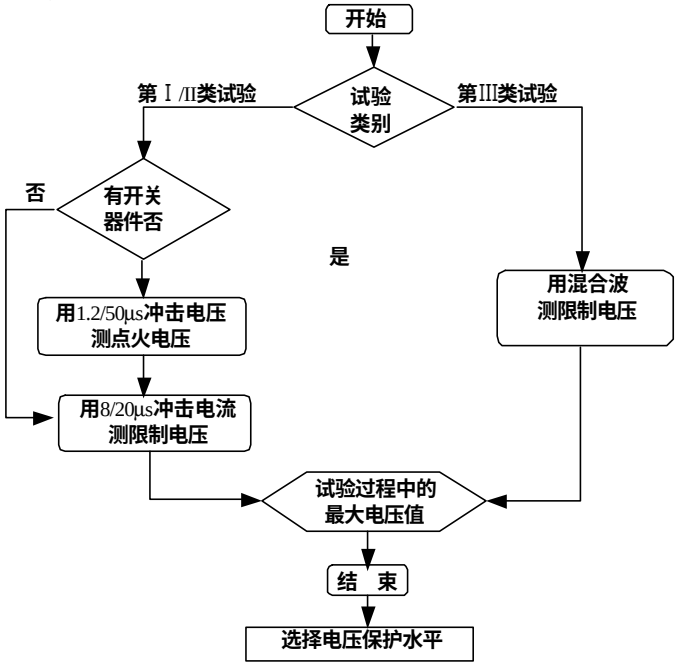


图4　确定电压保护水平试验流程

试验条件如下：

a) 除非标准中另有规定，所有一端口SPD均应不带电测试，所有二端口SPD均应带电测试；

b) 为SPD供电的电源在U_c下的输出电流应不小于5A，短路电流应不小于200A；

c) 对于没有独立输出端子的一端口SPD，限制电压应在SPD输入端进行测量。对于二端口SPD以及有独立输出端子的一端口SPD，限制电压应在SPD输出端进行测量。

6.3.1 用8/20μs冲击电流测量限制电压的方法

a) 采用如图3所示的试验电路。

b) 冲击电流峰值系列为I_n的0.1，0.2，0.5，1，2倍。

c) 在SPD上分别施加正、负极性各1次的上述幅值的8/20μs冲击电流。

d) 相邻冲击的时间间隔应足以使SPD试品恢复到环境温度，但最长不应超过5min。

e) 记录每次冲击的电流和电压波形。

f) 根据试验数据，画出平滑的“放电电流－残压”曲线。该曲线中对应于0～I_n的残压最高值，即为该SPD的限制电压。

6.3.2 用1.2/50μs冲击电压测量点火电压的方法

a) 采用如图5所示的试验电路。

b) 对应于每一幅值，对SPD施加10次1.2/50μs冲击电压，正、负极性各5次。

c) 相邻冲击的时间间隔应足以使SPD试品恢复到环境温度，但最长不应超过5min。

d) 发生器输出电压值从U_c开始，以10％步长增加，直至有点火发生为止。

e) 从最后一次没有点火发生的输出电压开始，发生器输出电压以5％步长增加，直至所有10次冲击均导致点火。记录SPD端子间的电压波形。

f) 上述10次冲击测得的电压峰值的平均值，即为该SPD的点火电压。

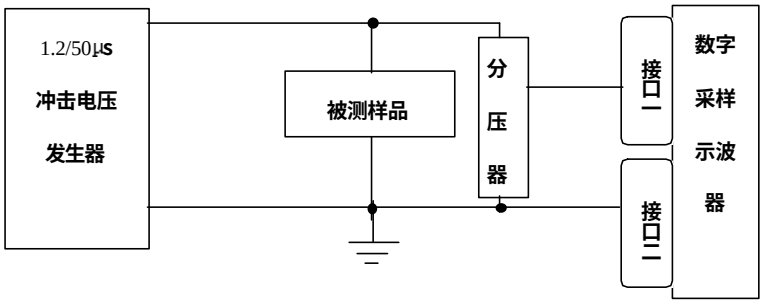


图5 用1.2/50μs冲击电压测量点火电压示意图

6.3.3 用混合波测量限制电压的方法

a) 采用如图6所示的试验电路。试验要求在U_c下进行。

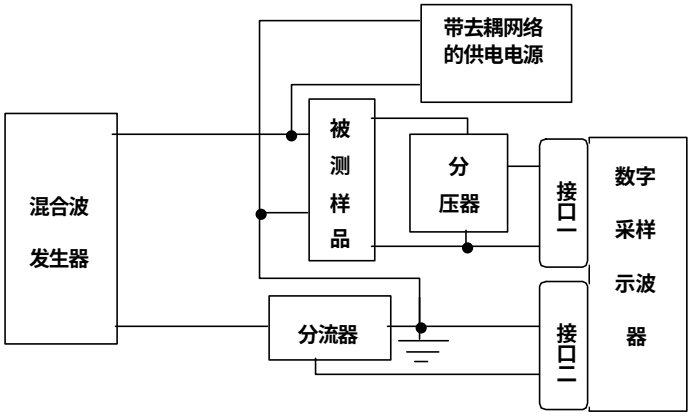


图6 用混合波测量限制电压示意图

b）对于用于交流系统的SPD，在U_c的90°（±10°）相角处施加正冲击，在U_c的270°（±10°）相角处施加负冲击。

c）相邻冲击的时间间隔应足以使SPD试品恢复到环境温度，但最长不应超过5min。

d）混合波发生器的输出开路电压系列为U_{oc}的0.1，0.2，0.5，1倍。

e）对于每一开路电压，对SPD施加4次冲击，正、负极性各2次。

f）记录每次冲击的电流和电压波形。

g）限制电压为整个试验过程中记录到的电压峰值的最大值。

6.3.4 混合波试验（6.3.3）的替代试验，无去耦网络

由于二端口SPD中的感性器件可能会与去耦网络中的感性器件相互作用，从而人为地造成限制电压的测量值偏低。对于这种情况，应采用如图7所示的替代试验方法。

a）对于交流系统用SPD，用幅值为$\sqrt{2}\,U_c$的直流电压通过二极管D1施加到SPD；对于直流系统用SPD，用幅值为U_c的直流电压通过D_1施加到SPD。

b）要求在合上S1后100ms内施加冲击，冲击后10ms内断开SPD与直流电源的连接。

c）负极性试验可以通过变换SPD与发生器的连接来实现。

d）相邻冲击的时间间隔应足以使SPD试品恢复到环境温度，但最长不应超过5min。

e）混合波发生器的输出开路电压系列为U_{oc}的0.1，0.2，0.5，1倍。

f）对于每一开路电压，对SPD施加4次冲击，正、负极性各2次。

g）记录每次冲击的电流和电压波形。

h）限制电压为整个试验过程中记录到的电压峰值的最大值。

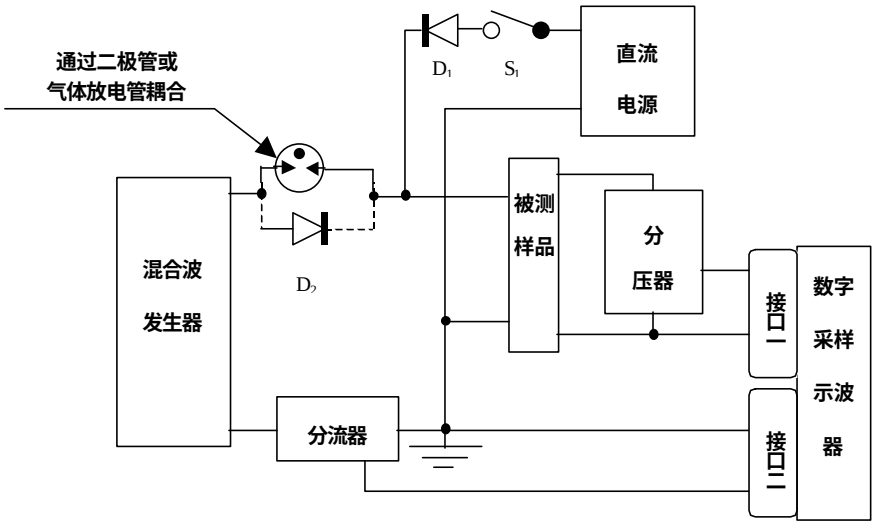


图7 带感性器件的二端口SPD混合波试验的替代试验方法

6.4 动作负载试验

6.4.1 概述

试验应在未经过任何试验的SPD上进行。

试验流程如图8所示。

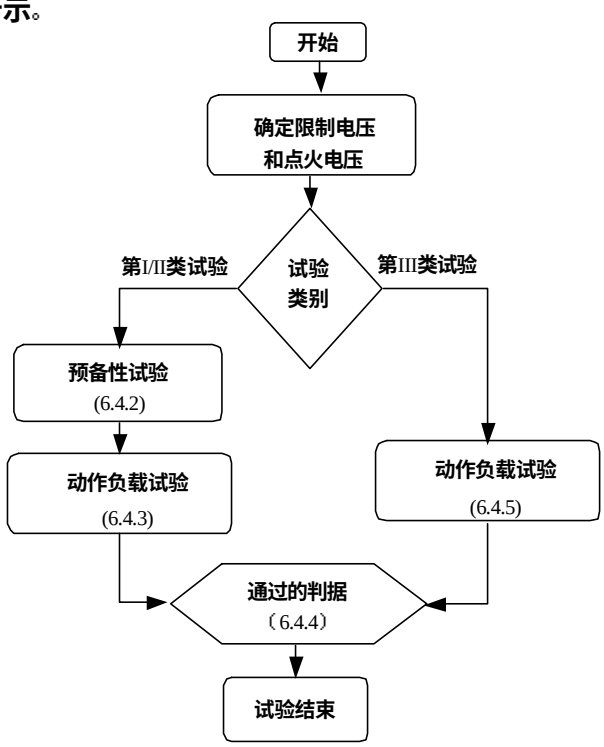


图8　动作负载试验流程图

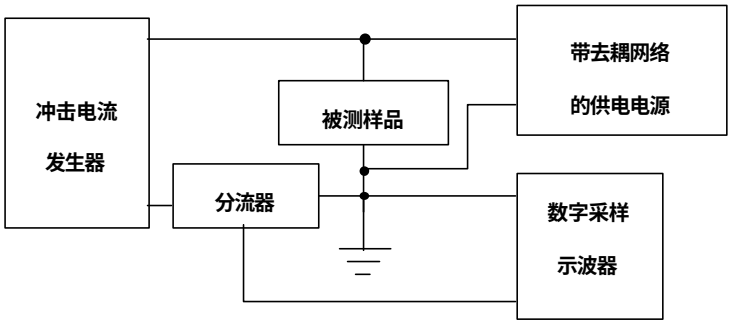


图9　动作负载试验原理图

6.4.2　第Ⅰ、II类动作负载试验的预备性试验

首先根据第6.3节的方法测量SPD的限制电压和点火电压。为避免试品过载，第6.3.1节的试验仅在I_n下进行，第6.3.3和6.3.4节的试验仅在U_{oc}下进行。

按图9所示的试验电路，对SPD施加15次波形为8/20μs 的正极性冲击电流。在施加冲击的同时，应试品施加最大持续运行电压U_c。施加的15次冲击分为3个阶段进行，每阶段冲击5次。两次冲击间的时间间隔为50s～60s，每两阶段的时间间隔为25min～30min。如图10所示。

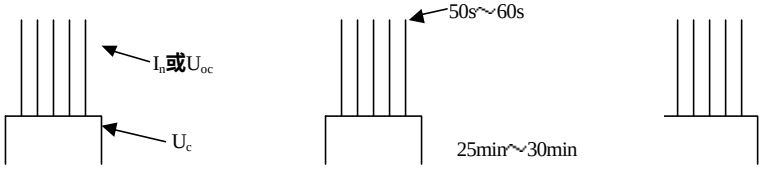


图10 预备性试验的冲击施加示意图

冲击电流的峰值为I_n。

在两组试验间无需对SPD施加U_c。

6.4.3 第Ⅰ、II类动作负载试验

在本试验中，第Ⅰ类试验的波形为10/350μs，第Ⅱ类试验的波形为8/20μs。试验电路如图9所示。

在试验中，对SPD施加最大持续运行电压U_c，供电电源在U_c下的标称输出电流应不小于5A，短路电流应不小于200A。

每次冲击后，应继续施加U_c，时间为30min，以检验SPD是否达到热平衡。

注：如果在施加U_c的最后15min内，SPD的功耗或温度或流过SPD的阻性电流分量能稳定地降低，则认为SPD达到热平衡。

试验步骤为：

a) 0.5×（I_{peak}或I_{max}）电流冲击一次，检验其热平衡性，冷却至环境温度；

b) 0.75×（I_{peak}或I_{max}）电流冲击一次，检验其热平衡性，冷却至环境温度；

c) 1.0×（I_{peak}或I_{max}）电流冲击一次，检验其热平衡性，冷却至环境温度。

在上述试验完成1小时后，再重复进行限制电压和点火电压试验。

试验结果应满足第6.4.4节的要求。

6.4.4 通过的判据

a) 在预备性试验和动作负载试验的每次冲击后，SPD都应能达到热平衡；

b) 在试验中产生的任何续流，SPD都应能自行遮断；

c) 在试验中SPD无击穿、闪络或机械故障发生；

d) 告警或脱扣装置在试验过程中不应动作；

e) 试验前后的限制电压和点火电压均应小于U_p。

6.4.5 第Ⅲ类动作负载试验

试验电路如图6所示。

按第6.4.2节，用U_{oc}替换I_n，对SPD进行预备性试验。

对于交流系统用SPD，电流冲击应在相应工频电源半峰值处触发，其极性与工频电压极性相同。

根据第6.4.3节的试验方法，采用混合波发生器进行第Ⅲ类动作负载试验。

试验步骤为：

a) 0.5×（I_{peak}或I_{max}）电流冲击一次，检验其热平衡性，冷却至环境温度；

b) 0.75×（I_{peak}或I_{max}）电流冲击一次，检验其热平衡性，冷却至环境温度；

c) 1.0×（I_{peak}或I_{max}）电流冲击一次，检验其热平衡性，冷却至环境温度。

在上述试验完成1小时后，再重复进行限制电压和点火电压试验。

试验结果应满足第6.4.4节的要求。

7 安全性能试验

7.1 电气间隙和爬电距离检查

电气间隙和爬电距离的检查按GB/T14048.1附录A规定的方法进行，检查部位和检查结果应满足表4的要求。

表4 电气间隙和爬电距离

SPD的U_c V	电气间隙和爬电距离 mm
<100	≥2
100～200	≥4
200～450	≥6
450～600	≥11
注：检查部位： a） 接线端子不同相的带电导体之间。 b） 接线端子各相与： —接地端子、零线端子之间； —固定SPD的金属螺钉、外壳、机箱、面盖或其它金属工件之间。	

7.2 外壳防护等级试验

外壳防护等级（IP代码）试验按GB4942.2规定的方法进行，结果应满足GB4942.2中规定的IP2X的要求。

7.3 保护接地检查

保护接地通过目测法进行检查，结果应满足以下要求：

a) SPD在按正常使用条件安装和连接时，其非带电的易触及的金属部件（用于固定基座、罩盖、铆钉、铭牌等以及与带电部件绝缘的小螺钉除外）应连接成一个整体后与保护接地端子可靠连接；

b) 保护接地端子螺钉的尺寸应不小于M4；

c) 保护接地应采用符合国标的标记加以识别，如：字母标记PE，图形符号 ⏚ 等。

7.4 着火危险性试验（灼热丝试验）

着火危险性试验按GB/T5169.11规定的方法进行。需试验的绝缘材料部件及试验条件见表5。

表5 绝缘材料的灼热丝试验条件

试验绝缘零件	灼热丝顶端温度 ℃	试验持续时间 s
支持或固定接线端子各相载流部件和保护电路部件的外部绝缘零件	850±15	30±1
不支持或固定载流部件的绝缘外壳、其它外部绝缘零件	650±10	30±1
注1：本试验中，平面安装式SPD的基座应看作是外部零件。 注2：对陶瓷材料制成的部件不进行本试验。 注3：如果绝缘零件由同一种材料制成，仅对其中一个零件按相应的灼热丝试验温度进行试验。		

试验结果应满足下述要求：

a) 没有可见的火焰或持续火光；

b) 灼热丝移开后，试品上的火焰或火光在30s内自行熄灭，并且不应点燃试验用的铺底层中的薄绵纸（绢纸）、或烧焦松木板。

7.5 暂时过电压下失效的安全性试验

本试验仅适用于安装在L与PE间、N与PE间的SPD。

试验应在未经过任何试验的试品上进行。

将SPD置于立方体的木盒子中，木盒子的内侧面与SPD的外表面相距50cm±5cm。木盒子的内表面覆盖薄绵纸或粗棉布，木盒子的一侧（不是底部）开口，将电源线引入，并按照使用说明书的要求进行连接。

注1：薄绵纸一 薄而柔软但有韧性的纸，常用于包装易碎物品，比重为12g/m^2～25g/m^2。

注2：粗棉布一 比重为29g/m^2～30g/m^2，每平方厘米中经纬方向的丝线分别为11根和13根。

将SPD的L、N接线端子短接在一起后，在它们与PE端子间施加符合下述规定的暂时过电压：幅值为1200V_{rms}，试验时间5s，电流不超过300A_{rms}。

在试验过程中不应点燃薄绵纸或粗棉布。

7.6 暂时过电压耐受特性试验

本试验仅适用于安装在L与PE间、L与N间的SPD。

试验应在未经过任何试验的试品上进行。

将SPD置于立方体的木盒子中，木盒子的内侧面与SPD的外表面相距50cm±5cm。木盒子的内表面覆盖薄绵纸或粗棉布，木盒子的一侧（不是底部）开口，将电源线引入，并按照使用说明书的要求进行连接。

试验电路如图11所示。

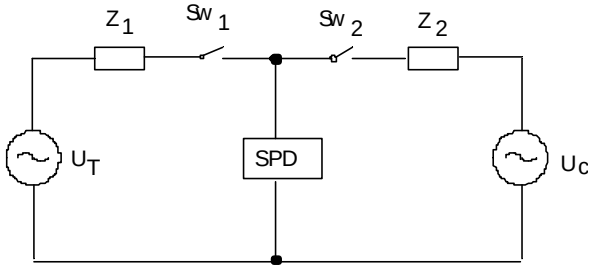


图11 暂时过电压耐受特性试验示意图

将SPD的L接线端子短接在一起后，在它们与PE端子间施加幅值为380V_{rms}的U_T，在它们与N端子间施加幅值为320V_{rms}的U_T，其持续时间均应不小于120min。

在断开U_T（S_{w1}）后，对SPD立即施加U_c（合上S_{w2}），持续时间30min。

将试品从木盒子中取出，冷却至环境温度，再进行限制电压和点火电压试验。

试验结果应满足下述要求：

a) U_T断开后，SPD在U_c下应能达到热平衡；

b) 试验后SPD的限制电压和点火电压均应小于U_P；

c) SPD的辅助电路，如状态指示灯应能正常地工作；

d) SPD没有出现任何损坏的迹象。

注1：如果在施加U_c的最后15min内，SPD的功耗或温度或流过SPD的阻性电流分量能稳定地降低，则认为SPD达到热

平衡。

注2：辅助电路是指除电涌保护电路以外的其它电路。

7.7 SPD热稳定性试验

本试验仅适用于安装在L与N或L与PE间的SPD。

本试验不考核辅助电路。

试验电路如图12所示。

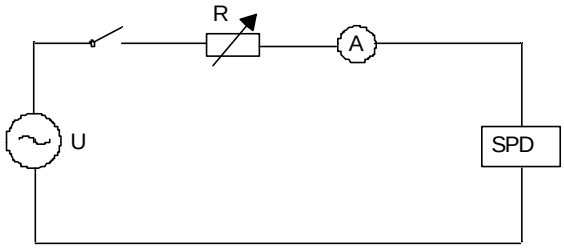


图12 热稳定性试验示意图

将SPD试品与供电电源相连。供电电源的输出电压和功率应足够高，以使得SPD中能有下列电流持续流过：5000，2500，1000，320，80，20mA$_{rms}$，容许偏差为±10％。

每一电流值应持续一段时间，直到SPD达到热平衡，即在10min内其温度的增加值小于2℃。如果SPD脱扣装置动作，就中止该电流值的试验。

更新试品并继续进行余下电流值试验。

在试验过程中，不断监测SPD的表面温度和SPD中流过的电流。

试验结果应满足下述要求：

a) SPD持续通过每一档试验电流等级时，都应能达到热平衡或使其分离装置动作；

b) 在试验期间，SPD的表面温度应始终低于120℃；分离装置动作后在5min内，SPD的表面温度应低于80℃；

c) 如果SPD的分离装置动作，则应对SPD施加2U$_c$的工频电压，持续1min，此时应无超过0.5mA$_{rms}$的电流流过SPD。

8 二端口SPD以及有独立输入/输出端子的一端口SPD的附加试验

8.1 电压降试验

试验电路如图13所示。

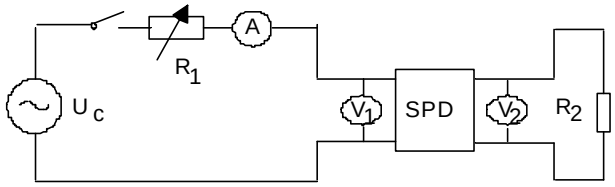
将额定纯阻性负载接至二端口SPD的负载侧，在SPD的输入端施加U$_c$，使得负载中流过的电流为额定负载电流I$_R$。在接通负载的同时，测量SPD的输入端电压U$_{IN}$和输出端电压U$_{OUT}$。电压降（用百分比表示）由下式确定：

$$\triangle U=((U_{IN}-U_{OUT})/U_{IN})\times 100\%$$

试验结果应满足下述要求：

a) 对于交流SPD，△U应不大于2％；

b) 对于直流SPD，△U应不大于0.5％。



R_1：限流电阻　　R_2：负载电阻　　A：电流表

V_1：输入端电压表　　V_2：输出端电压表

图13 电压降试验示意图

8.2 负载侧电涌耐受能力试验

在本试验中，施加15次8/20μs电流冲击或混合波冲击。

冲击电流或开路电压值应根据制造商规定的负载侧电涌耐受能力选取。将15次冲击分成3组，每组5次，施加在SPD的输出端口。

应同时对SPD施加U_c，为SPD供电的电源在U_c下的输出电流不应小于5A。

两次冲击的时间间隔为50s～60s，两组间的时间间隔为25min～30min。

8.3 负载侧短路耐受能力试验

本试验不考核辅助电路。

将SPD负载侧端子用长度为500mm的导线短接，导体截面应满足表1和表2的要求。

将SPD置于立方体的木盒子中，木盒子的内侧面与SPD的外表面相距50cm±5cm。木盒子的内表面覆盖薄绵纸或粗棉布，木盒子的一侧（不是底部）开口，将电源线引入，并按照使用说明书的要求进行连接。

将试品连接到表6所规定的工频电源，试验电压为U_c。脱扣装置动作后，就中止本试验。

表6 预期短路电流（I_p）和功率因数（cosφ）

I_p ($^{+5}_{0}$%) kA	cosφ ($^{0}_{-0.05}$)
$I_p \leqslant 1.5$	0.95
$1.5 < I_p \leqslant 3.0$	0.9
$3.0 < I_p \leqslant 4.5$	0.8
$4.5 < I_p \leqslant 6.0$	0.7
$6.0 < I_p \leqslant 10.0$	0.5
$10.0 < I_p \leqslant 20.0$	0.3
$20.0 < I_p \leqslant 50.0$	0.25
$50.0 < I_p$	0.2

试验结果应满足下述要求：

a) 试验过程中，短路电流应在5s中断开，薄绵纸或粗绵布应不着火。此外，不应有爆炸或对人身或设施的其它危害发生；

b) 如果分离装置动作，则应对SPD施加$2U_c$的工频电压，持续1min，此时应无超过0.5mA_{rms}的电流流

过SPD。

9 环境适用性试验

9.1 振动试验

按GB2423.10试验方法Fc进行，并应符合以下规定：

a) 按本标准的规定，对SPD进行外观检查、限制电压和点火电压试验；

b) 将SPD按照与实际使用相当的安装方法牢固地固定在振动台上，进行扫频试验。

试验条件：

频率范围：10Hz～55Hz；

加速度：20m/s^2（2g）；

振动方向：x，y，z三个互相垂直的方向；

时间：每个方向各0.5h。

c) 试验结束后，进行外观检查、限制电压和点火电压试验。

试验前后的限制电压和点火电压值均应小于U_p，外观质量应符合第5.1节的要求，零件应无松动和机械损伤。

9.2 高温试验

按GB2423.2试验方法Bb进行，并应符合以下规定：

a) 按本标准的规定，对SPD进行外观检查、限制电压和点火电压试验；

b) 将SPD在正常的大气条件下放置2h，然后按正常工作位置牢固地装在试验架上，并放入试验箱内；

c) 将试验箱内温度上升到85℃，当SPD内部温度达到均衡后持续时间2h；

d) 将试验箱温度恢复到常温，然后将SPD从试验箱内取出，在正常的试验大气条件下放置2h，进行外观检查、限制电压和点火电压试验。

试验前后的限制电压和点火电压值均应小于U_p，外观质量应符合第5.1节的要求。

9.3 低温试验

按GB 2423.1试验方法Ab进行，并应符合以下规定：

a) 按本标准的规定，对SPD进行外观检查、限制电压和点火电压试验；

b) 将SPD在正常的试验大气条件下放置2h，然后按正常工作位置牢固地装在试验架上，并放入试验箱内；

c) 将试验箱内温度降低到-40℃，当SPD内部温度达到均衡后持续时间2h；

d) 将试验箱温度恢复到常温，然后将SPD从试验箱内取出，在正常的试验大气条件下放置2h，进行外观检查、限制电压和点火电压试验。

试验前后的限制电压和点火电压值均应小于U_p，外观质量应符合第5.1节的要求。

9.4 交变湿热试验

按GB2423.4试验方法Db进行，并应符合以下规定：

a）按本标准的规定，对SPD进行外观检查、限制电压和点火电压试验；

b）将SPD按正常工作位置牢固地装在试验架上，并放在试验箱内；

c）SPD按以下条件进行试验：高温温度40℃，试验周期48h；

d）将SPD从试验箱内取出，在正常的试验大气条件下放置2h，进行外观检查、限制电压和点火电压试验。

试验前后的限制电压和点火电压值均应小于U_p，外观质量应符合第5.1节的要求。

10 检验规则

电涌保护器产品的检验分交收检验和型式检验两种。

10.1 交收检验

交收检验项目、技术要求、试验方法和合格判定数参照表7选取。抽样方案由供需双方商定。

表7 交收检验

序号	检验项目	技术要求（见YD×××.1）	试验方法	允许不合格数
1	整体要求	6.2	5	0
2	最大持续运行电压（U_c）	6.3.1	6.1	0
3	等级限制电压（U_B）	6.3.2	6.2	0
4	电压保护水平（U_p）	6.3.3	6.3	0
5	动作负载试验	6.3.4	6.4	0

10.2 型式检验

10.2.1 型式检验是全面考核指定型号的SPD产品性能是否满足技术要求的试验，在下列任一情况下均应进行型式试验：

a）新产品研制投产前或产品转厂生产前而样品试制完成后；

b）整个产品停产一年以上；

c）已成批生产的产品，当设计、结构、材料或工艺的变更可能影响产品性能时；

d）成批生产的产品每1年至少进行一次；

e）主管质量机构、或大批量买方提出进行型式检验时；

f）大批量产品的买方要求在验收中进行型式检验时。

10.2.2 型式检验的样品应从交收检验的合格批中随机抽取，并按表8所示的试验程序、试验项目和样品数量进行检验。

10.2.3 型式试验的所有试验项目（或试验程序）都能通过和所有承受试验的被试样品都合格，则认为型式试验合格。只要有一个样品有一项未通过检验，则此次型式试验不合格，但允许制造商采取措施，解决存在的问题，重新抽样进行型式检验，直到型式检验合格为止。

10.2.4 经过型式检验的SPD，不得作为合格品出厂。

表8 型式检验

检验项目		技术要求（见YD××.1）	试验方法	样本大小和合格判定数	
				n[a]	t[a]
0组	整体要求	6.2	5	1[b]	0
	外观质量	6.2.1	5.1		
	保护模式	6.2.2	5.2		
	分离装置	6.2.3	5.3		
	告警功能	6.2.4	5.4		
	接线端子连接导线的能力	6.2.5	5.5		
	电气间隙和爬电距离	6.4.1	7.1		
	外壳防护等级（IP代码）	6.4.2	7.2		
	保护接地	6.4.3	7.3		
1组	最大持续运行电压（U_c）	6.3.1	6.1	2[c]	0
	暂时过电压耐受特性	6.4.6	7.6		
	着火危险性	6.4.4	7.4		
2组	等级限制电压（U_B）	6.3.2	6.2	2[c]	0
	电压保护水平（U_P）	6.3.3	6.3		
3组	动作负载试验	6.3.4	6.4	2[c]	0
4组	暂时过电压失效安全性	6.4.5	7.5	2[c]	0
5组	热稳定性	6.4.7	7.7	6[c]	0
以下试验根据应用情况进行					
6组	二端口SPD附加要求	6.5	8	2[c]	0
	电压降△U	6.5.1	8.1		
	负载侧电涌耐受能力	6.5.2	8.2		
	负载侧短路耐受能力	6.5.3	8.3		
7组	环境试验	6.6	9	3[c]	0
	振动	6.6.1	9.1		
	高温	6.6.2	9.2		
	低温	6.6.3	9.3		
	交变湿热	6.6.4	9.4		

[a] n—样品数，t—允许不合格数。

[b] 为整机数。

[c] 可以为结构相同的保护单元数。