

中华人民共和国国家标准

GB 18802.1—2002/IEC 61643-1:1998

低压配电系统的电涌保护器(SPD) 第1部分:性能要求和试验方法

Surge protective devices connected to low-voltage
power distribution systems—
Part 1: Performance requirements and testing methods

(IEC 61643-1:1998, IDT)

2002-08-05 发布

2003-04-01 实施

中华人民共和国
国家质量监督检验检疫总局 发布

前 言

GB 18802《低压配电系统的电涌保护器(SPD)》的结构及名称预计如下:

低压配电系统的电涌保护器(SPD) 第1部分:性能要求和试验方法

低压配电系统的电涌保护器(SPD) 第12部分:选择和使用原则

本部分等同采用 IEC 61643-1:1998《连接低压配电系统的电涌保护器 第1部分:性能要求和试验方法》(英文版),包括其修正案 IEC 61643-1-Amd1:2001,并根据 IEC 1998 年出版的《勘误表》进行了更正。在编制格式上按 GB/T 1.1—2000。

通过等同 IEC 国际标准,使我国电涌保护器的标准与国际标准一致,以适应国际间的贸易和技术经济交流的需要。

本部分的附录 A 是资料性附录,附录 B 是规范性附录。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国避雷器标准化技术委员会归口。

本部分负责起草单位:上海电器科学研究所、西安电瓷研究所。

本部分参与起草单位:施耐德电气公司、裕德电气厦门有限公司、舜全电子股份有限公司、上海天益电气有限公司、浙江德力西电器股份有限公司、上海精达电力稳压器制造有限公司和南京东风电器设备配套厂。

本部分主要起草人:乌盛鸣、王新霞、周积刚。

引 言

本部分规定了电涌保护器的基本要求和试验方法,并提出了几种电涌保护器(SPD)的性能试验。有三种级别的试验。

I级试验用于模拟部分导入雷击电流冲击的情况。符合I级试验方法的SPD通常推荐用于高暴露地点,例如:由雷电防护系统保护的建筑物的电缆入口。

II级或III级试验方法试验的SPD承受较短时间的冲击。这些SPD通常推荐用于较少暴露的地点。所有SPD的试验应建立在基本模式上。试验包含制造厂为采用最为合适的试验方法所使用的评估技术。

低压配电系统的电涌保护器(SPD)

第1部分:性能要求和试验方法

1 总则

1.1 适用范围

GB 18802 的本部分适用于对间接雷电和直接雷电影响或其他瞬时过电压的电涌进行保护的电器。这些电器被组装后连接到交流额定电压不超过 1 000 V (有效值)、50/60 Hz 或直流电压不超过 1 500 V 的电路和设备。本部分规定这些电器的性能特性、标准试验方法和额定值,这些电器至少包含一用来限制电涌电压和泄放电涌电流的非线性的元件。

1.2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB 18802 的本部分的引用而成为本部分的条款。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部分,然而,鼓励根据本部分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部分。

GB 2099.1—1996 家用和类似用途插头插座 第1部分:通用要求(eqv IEC 60884-1:1994)

GB/T 4207—1984 固体绝缘材料在潮湿条件下相比漏电起痕指数和耐漏电起痕指数的测定方法(eqv IEC 60112:1979)

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

GB 5013—1997(全部) 额定电压 450/750 V 及以下橡皮绝缘电缆(idt IEC 60245)

GB 5023—1997(全部) 额定电压 450/750 V 及以下聚氯乙烯绝缘电缆(idt IEC 60227)

GB/T 5169.10—1997 电工电子产品着火危险试验 试验方法 灼热丝试验方法 总则(idt IEC 60695-2-1/0:1994)

GB 10963—1999 家用及类似场所用过电流保护断路器(idt IEC 60898:1995)

GB/T 14048.1—2000 低压开关设备和控制设备 总则(eqv IEC 60947-1:1999)

GB 14048.5—1993 低压开关设备和控制设备控制电路电器和开关元件 第1部分:机电式控制电路电器(eqv IEC 60947-5-1:1990)

GB/T 16927.1—1997 高电压试验技术 第一部分:一般试验要求(eqv IEC 60060-1:1989)

GB/T 16935.1—1997 低压系统内设备的绝缘配合 第一部分:原理、要求和试验(idt IEC 60664-1:1992)

GB/T 17627.1—1998 低压电气设备的高电压试验技术 第一部分:定义和试验要求(eqv IEC 61180-1:1992)

IEC 60364-4-442:1993 建筑物的电气装置 第4部分:安全性保护 第44章:防过电压保护 第442节:防高压系统对地之间故障的低压装置保护

IEC 60364-5-534:1997 建筑物的电气装置 第5部分:电气设备的选用 第534节:过电压保护装置

IEC 60999(全部) 连接设备 与铜导线电气连接的螺钉和无螺钉夹紧器的安全要求

IEC 61643-12 连接低压配电系统的电涌保护器 第12部分:选择和使用原则¹⁾

1) 待出版。

2 使用条件

2.1 正常使用条件

2.1.1 频率:电源的交流频率在 48 Hz 和 62 Hz 之间。

2.1.2 电压:持续施加在 SPD 的接线端子间的电压不应超过其最大持续工作的电压。

2.1.3 海拔:海拔不应超过 2 000 m。

2.1.4 使用和储存温度:

——正常范围: $-5\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+40\text{ }^{\circ}\text{C}$;

——极限范围: $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

2.1.5 湿度-相对湿度:在室温下应在 30%和 90%之间。

2.2 异常使用条件

对置于异常使用条件下的 SPD,在设计和使用中可能需要作特殊考虑,并应引起制造厂重视。

对置于日光或其他射线下的户外型 SPD,可能必须附加技术要求。

3 定义

下列定义适用于本部分。

3.1

电涌保护器(SPD) surge protective device

用于限制瞬时过电压和泄放电涌电流的电器,它至少包含一个非线性的元件。

3.2

一端口 SPD one-port SPD

SPD 与被保护电路并联。一端口能分开输入和输出端,在这些端子之间没有特殊的串联阻抗。

3.3

二端口 SPD two-port SPD

有二组输入和输出接线端子的 SPD,在这些端子之间有特殊的串联阻抗。

3.4

电压开关型 SPD voltage switching type SPD

没有电涌时具有高阻抗,有浪涌电压时能立即转变成低阻抗的 SPD。电压开关型 SPD 常用的元件有放电间隙、气体放电管、闸流管(硅可控整流器)和三端双向可控硅开关元件。这类 SPD 有时也称作“短路型 SPD”。

3.5

电压限制型 SPD voltage limiting type SPD

没有电涌时具有高阻抗,但是随着电涌电流和电压的上升,其阻抗将持续地减小的 SPD。常用的非线性元件是:压敏电阻和抑制二极管。这类 SPD 有时也称作“箝位型 SPD”。

3.6

复合型 SPD combination SPD

由电压开关型元件和电压限制型元件组成的 SPD。其特性随所加电压的特性可以表现为电压开关型、电压限制型或两者皆有。

3.7

保护模式 modes of protection

SPD 保护元件可以连接在相对相、相对地、相对中线、中线对地及其组合。这些连接方式称作保护模式。

SPD 能够承受的最大预期短路电流值。

3.29

SPD 的脱离器 SPD disconnecter

把 SPD 从电源系统断开所需要的装置(内部的和/或外部的)

注:这种断开装置不需要具有隔离能力,它防止系统持续故障并可用来给出 SPD 故障的指示。

除了具有脱离器功能外,还可具有其他功能,例如过电流保护功能和热保护功能。这些功能可以组合在一个装置中或由几个装置来完成。

3.30

外壳防护等级(IP 代码) degrees of protection provided by enclosure (IP code)

外壳提供的防止触及危险的部件、防止外部的固体异物进入和/或防止水的进入壳内的防护程度(见 GB/T 4208)。

3.31

型式试验 type tests

一种新的 SPD 设计开发完成时所进行的试验,通常用来确定典型性能,并用来证明它符合有关标准。试验完成后一般不需要再重复进行试验,但当设计改变以致影响其性能时,只需重复做相关项目试验。

3.32

常规试验 routine tests

按要求对每个 SPD 或其部件和材料进行的试验,以保证产品符合设计规范。

3.33

验收试验 acceptance tests

经供需双方协议,对订购的 SPD 或其典型样品所做的试验。

3.34

去耦网络 decoupling network

在 SPD 通电试验时,用来防止电涌能量反馈到电网的装置。有时称“反向滤波器”。

3.35 冲击试验的分类

3.35.1

I 级试验 class I test

按 3.8 定义的标称放电电流 I_n , 3.22 定义的 1.2/50 冲击电压和 3.9 定义的 I 级试验的最大冲击电流 I_{imp} 进行的试验。

3.35.2

I 级试验 class I test

按 3.8 定义的标称放电电流 I_n , 3.22 定义的 1.2/50 冲击电压和 3.10 定义的 I 级试验的最大放电电流 I_{max} 进行的试验。

3.35.3

II 级试验 class II test

按 3.24 定义的复合波(1.2/50, 8/20)进行的试验。

3.36

过电流保护 overcurrent protection

位于 SPD 外部的前端,作为电气装置的一部分的过电流装置(如:断路器或熔断器)。

3.37

剩余电流装置(RCD) residual current device (RCD)

在规定的条件下,当剩余电流或不平衡电流达到给定值时能使触头断开的机械开关电器或组合

电器。

3.38

电压开关型 SPD 的放电电压 sparkover voltage of a voltage switching SPD

在 SPD 的间隙电极之间,发生击穿放电前的最大电压值。

3.39

I 级试验的比能量 specific energy for class I test

W/R

冲击电流 I_{imp} 流过 $1\ \Omega$ 单位电阻时消耗的能量。它等于电流平方对时间的积分 $W/R = \int i^2 dt$

3.40

供电电源的预期短路电流 prospective short-circuit current of a power supply

I_p

在电路中的给定位置,如果用一个阻抗可忽略的导体短路时可能流过的电流。

3.41

额定断开续流值 follow current interrupting rating

SPD 本身能断开的预期短路电流。

3.42

残流 residual current

I_{res}

SPD 按制造厂的说明连接,不带负载,施加最大持续工作电压(U_c)时,流过 PE 接线端子的电流。

3.43

状态指示器 status indicator

指示 SPD 工作状态的装置。

注:这些指示器可以是本体的可视和/或音响报警,和/或具有遥控信号装置和/或输出触头能力。

3.44

输出触头 output contact

包括在与主电路分开的电路里并与 SPD 脱离器或状态指示器连接的触头。

3.45

暂态过电压(TOV)故障性能 temporary overvoltage (TOV) failure behaviour

连接在相/中线端子和接地端子之间的 SPD 在 IEC 60364-4-442 规定的 TOV(高压系统的接地故障影响低压系统)条件下的性能。

注:暂态过电压可能超过 SPD 的暂态过电压耐受能力 U_T 。

3.46

系统的标称交流电压 nominal a. c. voltage of the system

U_0

系统标称的相对中性线的电压(交流电压的有效值)。

4 分类

制造厂应按照下列参数对 SPD 分类。

4.1 端口数

4.1.1 一端口

4.1.2 二端口

4.2 SPD 的设计类型

3.8

标称放电电流 nominal discharge current

I_n

流过 SPD 具有 8/20 波形的电流峰值,用于 I 级试验的 SPD 分级以及 I 级、II 级试验的 SPD 的预处理试验。

3.9

冲击电流 impulse current

I_{imp}

它由电流峰值 I_{peak} 和电荷量 Q 确定。其试验应根据动作负载试验的程序进行。这是用于 I 级试验的 SPD 分类试验。

3.10

I 级试验的最大放电电流 maximum discharge current for class I test

I_{max}

流过 SPD,具有 8/20 波形电流的峰值,其值按 II 级动作负载的程序确定。 I_{max} 大于 I_n 。

3.11

最大持续工作电压 maximum continuous operating voltage

U_c

允许持久地施加在 SPD 上的最大交流电压有效值或直流电压。其值等于额定电压。

3.12

待机功耗 standby power consumption

P_c

SPD 按制造厂的说明连接,施加平衡电压和平衡相角的最大持续工作电压(U_c)并且不带负载时 SPD 所消耗的功率。

3.13

续流 follow current

I_f

冲击放电电流以后,由电源系统流入 SPD 的电流。续流与持续工作电流 I_c 有明显区别。

3.14

额定负载电流 rated load current

I_L

能对 SPD 保护的输出端连接负载提供的最大持续额定交流电流有效值或直流电流。

3.15

电压保护水平 voltage protection level

U_p

表征 SPD 限制接线端子间电压的性能参数,其值可从优先值的列表中选择。该值应大于限制电压的最高值。

3.16

限制电压 measured limiting voltage

施加规定波形和幅值的冲击电压时,在 SPD 接线端子间测得的最大电压峰值。

3.17

残压 residual voltage

U_{res}

放电电流流过 SPD 时,在其端子间的电压峰值。

3.18

暂态过电压(TOV)特性 temporary overvoltage(TOV)characteristic

SPD 承受一个暂态过电压 U_T 至规定持续时间 t_T 时的工作状况。

注：这特性或是能承受一个暂态过电压而不使特性或功能发生不可接受的变化，或是产生 7.7.6.2 所述的故障。

3.19

二端口 SPD 的负载端电涌耐受能力 load-side surge withstand capability for a two-port SPD

二端口 SPD 对负载侧输出接线端子产生电涌的耐受能力。

3.20

电压降 (用百分数表示) (in percent)voltage drop

$$\Delta U = [(U_{\text{输入}} - U_{\text{输出}}) / U_{\text{输入}}] \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中：

$U_{\text{输入}}$ 是输入电压， $U_{\text{输出}}$ 是同一时刻在连接额定阻性负载条件下测量的输出电压，该参数仅适用于二端口 SPD。

3.21

插入损耗 insertion loss

在给定频率下，连接到给定电源系统的 SPD 的插入损耗定义为：电源线上紧靠 SPD 接入点之后，在被试 SPD 接入前后的电压比，结果用 dB 表示。

注：其要求和试验正在考虑中。

3.22

1.2/50 冲击电压 1.2/50 voltage impulse

视在波前时间(从峰值的 10% 上升到 90% 的时间)为 $1.2\mu\text{s}$ ，半峰值时间为 $50\mu\text{s}$ 的冲击电压。

3.23

8/20 冲击电流 8/20 current impulse

视在波前时间为 $8\mu\text{s}$ ，半峰值时间为 $20\mu\text{s}$ 的冲击电流。

3.24

复合波 combination wave

复合波由冲击发生器产生，开路时施加 1.2/50 冲击电压，短路时施加 8/20 冲击电流。提供给 SPD 的电压、电流幅值及其波形由冲击发生器和受冲击作用的 SPD 的阻抗而定。开路电压峰值和短路电流峰值之比为 2Ω ；该比值定义为虚拟阻抗 Z_i 。短路电流用符号 I_{sc} 表示。开路电压用符号 U_{oc} 表示。

3.25

热崩溃 thermal runaway

当 SPD 承受的功率损耗超过外壳和连接件的散热能力，引起内部元件温度逐渐升高，最终导致其损坏的过程。

3.26

热稳定 thermal stability

在引起 SPD 温度上升的动作负载试验后，在规定的环境温度条件下，给 SPD 施加规定的最大持续工作电压，如果 SPD 的温度能随时间而下降，则认为 SPD 是热稳定的。

3.27

劣化 degradation

由于电涌、使用或不利环境的影响造成 SPD 原始性能参数的变化。

3.28

耐受短路电流 short-circuit withstand

4.2.1 电压开关型

4.2.2 电压限制型

4.2.3 复合型

4.3 SPD的Ⅰ、Ⅱ和Ⅲ级试验

Ⅰ、Ⅱ和Ⅲ级试验要求的试验项目见表1。

表1 Ⅰ、Ⅱ和Ⅲ级试验

试 验	试验项目	试验程序(见分条款)
Ⅰ级	I_{imp}	7.1.1
Ⅱ级	I_{max}	7.1.2
Ⅲ级	U_{oc}	7.1.4

4.4 使用地点

4.4.1 户内

4.4.2 户外

4.5 易触及性

4.5.1 易触及的

4.5.2 不易触及的(碰不到的)

注:碰不到的是指不使用工具或其他设备不会碰到带电部件。

4.6 安装方式

4.6.1 固定的

4.6.2 移动的

4.7 SPD的脱离器

4.7.1 脱离器的位置

4.7.1.1 内部的

4.7.1.2 外部的

4.7.1.3 二者都有(一部分内部和一部分外部)

4.7.2 保护功能

4.7.2.1 热保护

4.7.2.2 泄漏电流保护

4.7.2.3 过电流保护

注:脱离器不是必需的。

4.8 过电流保护

4.8.1 规定的过电流保护

4.8.2 不规定的过电流保护

4.9 按GB 4208的IP代码的外壳防护等级

4.10 温度范围

4.10.1 正常温度范围

4.10.2 极限温度范围

5 标准的额定值

5.1 Ⅰ级试验的冲击电流 I_{imp} 优选值

峰值 I_{peak} : 1.0、2.5、10 和 20 kA。

电荷量 Q : 0.5、1.25、5 和 10 As。

GB 18802.1—2002/IEC 61643-1:1998

5.2 I级试验的标称放电电流 I_n 优选值

0.05、0.1、0.25、0.5、1.0、1.5、2.0、2.5、3.0、5.0、10、15 和 20 kA。

5.3 II级试验的开路电压 U_{oc} 优选值

0.1、0.2、0.5、1、2、3、4、5、6、10 和 20 kV。

5.4 电压保护水平 U_p 优选值

0.08、0.09、0.10、0.12、0.15、0.22、0.33、0.4、0.5、0.6、0.7、0.8、0.9、1.0、1.2、1.5、1.8、2.0、2.5、3.0、4.0、5.0、6.0、8.0 和 10 kV。

5.5 交流有效值或直流的最大持续工作电压 U_c 的优选值

52、63、75、95、110、130、150、175、220、230、240、250、260、275、280、320、420、440、460、510、530、600、630、690、800、900、1 000 和 1 500 V。

6 技术要求

6.1 一般要求

6.1.1 标识

制造厂至少应提供下列信息。试验按照第 7 章进行。

- a) 制造厂名或商标和型号；
- b) 安装位置类别；
- c) 端口数量；
- d) 安装方法；
- e) 最大持续工作电压(每种保护模式有一个电压值)和标称额定频率；
- f) 制造厂规定的每种保护模式的试验类别和放电参数；
 - I 级试验 I_{imp} ；
 - II 级试验 I_{max} ；
 - III 级试验 U_{oc} 。
- g) I 级和 II 级的标称放电电流 I_n (每种保护模式有一个电流值)；
- h) 电压保护水平 U_p (每种保护模式有一个电压值)；
- i) 额定负载电流 I_L (如果需要)；
- j) 外壳防护等级(当 IP 代码 > 20 时)；
- k) 短路电流耐受能力；
- l) 过电流保护推荐的最大额定值(如果适用时)；
- m) 脱离动作指示(如果有的话)；
- n) 正常使用的位置(如果重要)；
- o) 接线端的标志(如果需要)；
- p) 安装说明(例如：连接、机械尺寸、导线长度等等)；
- q) 电流类型：交流频率或直流，或二者都行；
- r) 仅用于 I 级试验的比能量 W/R (根据 7.1.1)；
- s) 温度范围；
- t) 额定断开续流值(除电压限制型 SPD 外)；
- u) 外部 SPD 脱离器的技术要求应由制造厂规定；
- v) 残流 I_{res} (可选的)；
- w) 暂态过电压(TOV)特性。

6.1.2 标志

6.1.1 中的标识 a)、e)、f)、h)、j)、l)、o) 和 q) 必须位于 SPD 的本体上，或持久地标贴在 SPD 本体

上。对于某些一端口的 SPD 的设计,可不需要提供额定负载电流。

标志应不易磨灭且易识别的,不应标在螺钉和可拆卸的垫圈上。通过 7.2 的试验来检验其是否符合要求。

注:如果受空间限制,制造厂名称或商标和型号应标在电器上,其他标志可标在小包装上。

6.2 电气性能要求

6.2.1 电气连接

接线端子应设计成能连接制造厂规定的最小和最大截面的电缆。

每项试验必须采用最严酷的配置(如按不同试验采用最大或最小截面(见第 7 章)。SPD 应具有接线端子,可以用螺钉、螺母、插头、插座或等效的方法进行电气连接。按 7.3 进行检查。

6.2.2 电压保护水平 U_p

SPD 的限制电压不应超过由制造厂规定的电压保护水平。通过 7.5 的试验来检验其是否符合要求。

6.2.3 I 级冲击电流试验

当制造厂声明满足 I 级试验要求时,SPD 应按该要求进行试验。通过 7.6.5 的试验来检验其是否符合要求。

6.2.4 II 级标称放电电流试验

当制造厂声明满足 II 级试验要求时,SPD 应按该要求进行试验。通过 7.6.5 的试验来检验其是否符合要求。

6.2.5 III 级复合波试验

当制造厂声明满足 III 级试验要求时,SPD 应按该要求进行试验。通过 7.6.7 的试验来检验其是否符合要求。

6.2.6 动作负载试验

在施加最大持续动作电压 U_c 时,SPD 应能承受规定的放电电流而使其特性没有不可接受的变化。通过 7.6 的试验检验其是否符合要求。

6.2.7 SPD 的脱离器

SPD 可带 SPD 脱离器(可以是内部或者外部的,或两者都有)。它们的动作应有指示。

注:与 SPD 无关的安装要求可要求附加的和/或较低额定值的过电流保护装置。

在型式试验程序中 SPD 脱离器应与 SPD 一起试验,除了 RCD 在 7.7.1 动作负载试验过程中不进行试验外。

通过 7.7 和 7.8.3 的试验来检验其是否符合要求。

6.2.8 电气间隙和爬电距离

SPD 应具有足够的电气间隙和爬电距离。按 7.9.5 进行试验。

6.2.9 耐漏电起痕

使载流部件保持在其位置上所必需的绝缘材料应是非漏电起痕材料,或它们应有足够的尺寸。按 7.9.6 进行试验。

6.2.10 介电强度

考虑到绝缘损坏和防止直接接触,SPD 的外壳应有足够的介电强度。按 7.9.8 进行试验。

6.2.11 短路电流耐受能力

SPD 应能承受电源短路电流直到由 SPD 本身切断,或由一个内部或外部的过电流脱离器或过电流保护切断短路电流。按 7.7.3 试验。

6.2.12 状态指示器的动作

一般要求

在整个型式试验过程中,指示器所显示的状态应清晰地给出与指示器连接部分的状态的标志。对带

有规定的中间状态指示的 SPD,不能认为中间状态是指示器的故障。当多于一种状态指示方式时,例如本机的和遥控的指示,每种型式的指示均应检查。制造厂应给出关于指示器功能以及状态指示变化后所采取措施的信息。

状态指示器可由两部分组成,这两部分由一个耦合机构连接,耦合机构可以是机械的、光学的、音响的和电磁的等。在更换 SPD 时被更换的这一部分,应如上所述试验,在更换 SPD 时不更换的另一部分至少应能增加 50 次操作。

注:耦合机构操作状态指示器不更换部分的作用可用其它方法来模拟,例如,一个分开的电磁铁或弹簧,而不用操作 SPD 的可更换部分零件的方法。

当对所采用的指示型式有合适的标准时,状态指示器的非更换部分应符合这个标准,除了指示器仅需要 50 次操作试验外。

6.2.13 分开电路之间的隔离

当 SPD 包含一个与主电路电气上隔离的电路时,制造厂应提供关于电路之间隔离和绝缘耐受电压的信息,及制造厂声明符合的有关标准。

如果有两个以上的电路时,应对每个电路的组合进行说明。

分开电路之间的隔离和介电强度应按制造厂的说明进行试验。

6.3 机械性能要求

SPD 应提供适当的安装方式以确保机械稳定性。按 7.9.2 试验。

6.3.1 一般要求

SPD 应具有接线端子,可用以下方法进行电气连接:

- 螺钉接线端子;
- 螺母;
- 插头;
- 插座;
- 无螺钉接线端子;
- 绝缘穿刺连接;
- 或等效的方法。

6.3.2 机械连接

a) 接线端子应固定在 SPD 上,即使夹紧螺钉或锁紧螺母拧紧或拧松时,也不应使其松动。应使用工具拧松夹紧螺钉或拧紧螺母。

b) 插头和插座应符合国家标准的要求,GB 2099.1 的有关条款适用。

c) 螺钉、载流部件和连接

1) 无论是电气的还是机械的连接,应能承受正常使用时产生的机械应力。

安装 SPD 时使用的螺钉不应是螺纹切削式自攻螺钉。

通过 7.3.2.1 的试验来检验其是否符合要求。

2) 电气连接的设计应使得接触压力不是通过绝缘材料(除陶瓷、纯云母或其他具有相当性能的材料)传递,除非在金属部件中具有足够的弹性以补偿绝缘材料任何可能的收缩或屈服变形。

通过检查来检验其是否符合要求。

就几何尺寸的稳定性来考虑材料的适用性。

3) 载流部件和连接件,包括用作保护导线的部件(如有的话)应采用:

- 铜;
- 含铜量至少为 58% 的合金(冷加工零件),或含铜量至少为 50% 的合金(其他零件);
- 耐腐蚀性能不低于铜,并且具有合适的机械性能的其他金属或适当涂层的金属。

确定耐腐蚀性能的新的要求和合适的试验待定。这些要求应允许使用其他适当涂层的材料。

本条款中的要求不适用于触头、磁路、加热元件、双金属片、限流材料、分流器、电子装置元件以及螺钉、螺母、垫圈、夹紧板和接线端子等类似部件。

d) 连接外部导线的螺钉接线端子

- 1) 连接外部导线的接线端子应保证其连接的导线永久保持必须的接触压力。

这些装置可以是插入式或是螺栓接入式。

在预期的使用条件下,应能方便地接近接线端子。

通过 7.3.2.2.2 的试验和检查来检验其是否符合要求。

- 2) 接线端子中用于紧固导线的部件不应用作固定其他任何元件,尽管它们是用来固定接线端子或阻止其转动。

通过 7.3.2.2.2 的试验来检验其是否符合要求。

- 3) 接线端子应具有足够的机械强度。用于紧固导线的螺钉和螺母应具有公制 ISO 的螺纹或节距和机械强度均类似的螺纹。

通过检查和 7.3.2.1、7.3.2.2 的试验来检验其是否符合要求。

SI、BA 和 UN 螺纹可以暂时使用,因为它们在螺距和机械强度方面与公制的 ISO 螺纹实际上是等效的。

- 4) 接线端子应设计成使得其紧固导线时不会过度损坏导线。

通过检查和 7.3.2.2.2 的试验来检验其是否符合要求。

- 5) 接线端子的设计应使其能可靠地把导线夹紧在金属表面之间。

通过检查和 7.3.2.1、7.3.2.2.1 的试验来检验其是否符合要求。

- 6) 接线端子的设计或布局应使其在拧紧紧固螺钉或螺母时实心硬导线和绞合导线的线丝不能滑出接线端子。

本要求不适用于接线片式接线端子。

通过检查和 7.3.2.2.3 的试验来检验其是否符合要求。

- 7) 接线端子应这样固定或定位,当紧固螺钉或螺母拧紧或拧松时,接线端子不应从 SPD 的固定位置上松脱。

这些要求不是指接线端子应如此设计以至必须阻止其转动或位移,但是对任何移动必须加以充分地限制以防止不符合本部分要求。

只要符合下列要求,使用密封化合物或树脂就认为足以防止接线端子松动:

——密封化合物或树脂在正常使用时不遭受压力,和

——在本部分规定的最不利的条件下,接线端子达到的温升不影响密封化合物或树脂的效果。

通过检查、测量和 7.3.2.1 的试验来检验其是否符合要求。

- 8) 用于连接保护导线的接线端子的紧固螺钉或螺母应具有足够的可靠性以防止意外的松动。

通过手动试验来检验其是否符合要求。

e) 用于连接外部导线的无螺钉接线端子

- 1) 接线端子应设计成如下结构:

——每个导线被单独地紧固。当连接或断开导线时能同时或者分别地连接或断开。

——能可靠地紧固允许的最大值及以下的任何数量的导线。

通过检查和 7.3.3 的试验来检验其是否符合要求。

- 2) 接线端子应设计成使得紧固导线时不会过度损坏导线。

通过检查来检验其是否符合要求。

f) 绝缘穿刺连接外部导线

- 1) 绝缘穿刺连接应具有可靠的机械连接。

通过检查和 7.3.4 的试验来检验其是否符合要求。

2) 产生接触压力的螺钉不应再用作固定其他任何部件,即使它们是用来固定 SPD 或者阻止其转动也不行。

通过检查来检验其是否符合要求。

3) 螺钉不应采用软金属或容易蠕变的金属。

通过检查来检验其是否符合要求。

6.3.3 耐腐蚀金属

夹紧件,除了夹紧螺钉、锁紧螺母、止推垫圈、导线和类似的零件,应用耐腐蚀金属制成,例如铜、黄铜等等(见 IEC 60999)。

6.4 环境要求

SPD 应设计成在正常使用的环境条件下能满意地使用。通过 7.9.9 的试验来检验其是否符合要求。户外型 SPD 应装有玻璃、上釉的陶瓷或其他类似材料制作的耐气候防护罩,以防止紫外线辐射、腐蚀和漏电起痕。

在任何二个不同电位的部件之间应有足够的表面爬电距离。

6.5 安全要求

SPD 在按照推荐的正常使用条件下的操作应是安全的。

6.5.1 防直接接触

当易触及的 SPD 的最大持续工作电压 U_c 高于交流有效值 50 V 时,这些要求是有效的。

为防直接接触(导电部件的不易接触),SPD 应设计成按正常使用条件安装后其带电部件是不易触及的。按 GB 4208 和本部分 7.4 的标准试验方法进行验证。

除了 SPD 分类为不易触及的以外,SPD 应设计成按正常使用安装和接线后,带电部件应不易触及,即使把不用工具可拆卸的部件拆卸后也应符合要求。

通过检查和 7.4.1 的试验(如果需要)来检验其是否符合要求。

接地端子和所有与其相连的易接触的部件之间的连接应是低阻抗的。通过 7.4.2 的试验来检验其是否符合要求。

6.5.1.1 机械强度

SPD 与防直接接触有关的所有部件应有足够的机械强度。通过 7.9.2 的试验来检验其是否符合要求。

6.5.1.2 耐热

SPD 与防直接接触有关的所有部件应有足够的耐热性。通过 7.9.3 的试验来检验其是否符合要求。

6.5.1.3 绝缘电阻

SPD 应有足够的绝缘电阻。通过 7.9.7 的试验来检验其是否符合要求。

6.5.2 阻燃

用绝缘材料制成的外部零件应阻燃或自熄。通过 7.9.4 的试验来检验其是否符合要求。

6.5.3 待机功耗 P_c

对所有的 SPD,应按制造厂的说明连接,在 SPD 的最大持续工作电压(U_c)下及不带负载的条件下测量 P_c 。

6.5.4 残流 I_{res}

对所有带有 PE 端子的 SPD,应按制造厂的说明连接,在 SPD 的最大持续工作电压(U_c)下测量残流。

6.5.5 暂态过电压(TOV)特性

SPD 应能对声明的 U_T 值通过 7.7.6 规定的试验,或是能承受该电压或发生 7.7.6.2 所述的损坏。如果 U_c 大于或等于 U_T ,则不需要试验。试验电压 U_T 与施加时间 t_T 的组合应由制造厂规定。对按 IEC 60364-5-534 的应用,附录 B 的值适用,但是,可规定另外的试验电压 U_T 与施加时间 t_T 的组合。

注:本特性不考虑浪涌与 TOV 故障同时发生的可能性。

6.6 对二端口和输入/输出分开的一端口的 SPD 的附加试验要求

6.6.1 电压降百分比

由制造厂规定电压降百分比并按照 7.8.1 试验。

6.6.2 额定负载电流 I_L

由制造厂规定额定负载电流并按照 7.8.2 试验。

6.6.3 负载侧的电涌耐受能力

当制造厂规定负载侧电涌耐受能力值时,应按 7.8.4 进行试验。

7 型式试验

型式试验按表 2 进行,每个试验程序用三个试品进行。

表 2 型式试验要求(暂定)

试验系列	试验型式	分条款	户外试验 级别			户内试验 级别			易触及的试验 级别			不易触及的 试验级别			固定式试验 级别			移动式试验 级别		
			I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	标识和标志	7.2																		
		7.2.1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		7.2.2																		
	接线端子和连接	7.3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
		7.4																		
			7.4.1				✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓
2	测量限制电压	7.5.2	✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓	✓	
		7.5.3	✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓	✓	
		7.5.4			✓			✓				✓			✓			✓		✓
3	动作预试验,续流(如没给定)	7.6.2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
		7.6.4	✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓	✓	
		7.6.5	✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓	✓	
		7.6.7			✓			✓			✓			✓			✓			✓
下列试验按需进行																				
4	二端口 SPD 的附加试验	7.8																		
		7.8.1																		
		7.8.2																		
下列试验按需进行																				

表 2(续)

试验系列	试验型式	分条款	户外试验			户内试验			易触及的试验			不易触及的			固定式试验			移动式试验		
			级别			级别			级别			试验级别			级别			级别		
			I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
5	脱离装置的试验	7.7																		
	动作负载试验	7.6																		
	耐温	7.7.2.1																		
	热稳定性	7.7.2.2																		
	耐短路电流	7.7.3																		
	TOV 故障	7.7.4																		
	TOV 特性	7.7.6																		
下列试验按需进行																				
6	附加试验	7.9																		
	软电缆	7.9.1																		
	机械强度	7.9.2																		
	耐热试验	7.9.3																		
	阻燃	7.9.4																		
	电气间隙	7.9.5																		
	耐漏电起痕	7.9.6																		
	绝缘电阻	7.9.7																		
	介电试验	7.9.8																		
	环境试验	7.9.9																		

如果所有试品通过试验程序,那么 SPD 的设计对这个试验程序是合格的。

如果制造厂同意,这些试品可以用于下一个试验程序。

如果有一个试品没有通过试验程序,应用三个新的试品重复进行试验,但是这一次不允许有任何失败。

如果 SPD 除了包含有电涌保护技术之外,其他方面基本上与另外的国家标准所涉及的产品一样,则对不受电涌保护技术影响的产品特性,该国家的技术要求应适用。

7.1 一般试验程序

除非另有规定,试验程序的参考标准是 GB/T 17627.1。

SPD 应按照制造厂的安装程序安装和电气连接。不应采用外部冷却或加热。

除非另有规定,试验应在大气中进行,周围温度应是 20℃±15℃。

当制造厂把电缆作为整体供货的 SPD 试验时,整个长度的电缆应作为被试 SPD 的一部分。

试验期间不允许对 SPD 进行维护或拆卸。所有 SPD 脱离器应按制造厂的要求选择和连接(如果适用)。

对制造厂规定一个电压保护水平并有一种以上保护模式的 SPD(见 3.7),应按制造厂规定选择电压值,对每种模式进行试验,每次试验使用新的试品。对给定保护模式保护元件电路相同的三相电器,每相的试验应满足三个试品的要求。

应该注意,进行冲击试验和测量时,需要良好的试验技术以确保记录正确的试验值。

如果制造厂对外部的 SPD 脱离器按供电电源的预期短路电流规定了不同的要求,则应对每个要求

表 4 III级试验波形参数的允许误差

	开路电压 U_{oc}	短路电流 I_{sc}
峰值	$\pm 3\%$	$U_{oc}/2 \Omega \pm 10\%$
波前时间	$1.2 \pm 30\%$	$8 \pm 10\%$
半峰值时间	$50 \pm 20\%$	$20 \pm 10\%$
注：本表包括去耦网络的作用(反向滤波器)。		

7.2 标识和标志

7.2.1 标识和标志的检验

标识和标志的检验应分别通过检查来校核 6.1.1 和 6.1.2 的技术要求。

7.2.2 标志的耐久性试验

除了用压印、模压和雕刻方法制造外,应对所有型式的标志进行本试验。

试验时,用手拿一块浸湿水的棉花来回擦 15 s,接着再用一块浸湿脂族已烷溶剂(芳香剂的容积含量最多为 0.1%,贝壳松脂丁醇值为 29,初沸点近似为 65℃,比重为 0.68 g/m³)的棉花擦 15 s。

试验后,标志应清晰可见。

7.3 接线端子和连接

接线端子和它们的一致性的验证应符合 7.3.1 的要求。

7.3.1 一般试验程序

按制造厂推荐的要求安装 SPD,并且防止外部过度的加热或冷却。

除非另有规定,SPD 的接线端子(每种结构用 3 个试样)应按下列要求连接导线:

- 二端口元件和输入/输出接线端子分开的一端口元件按表 6;
- 其他的一端口元件按制造厂说明。

并固定在一块厚度约 20 mm,涂有无光泽黑漆的木板上。安装方式应符合制造厂推荐的有关安装方式的任何要求。

按 I 级试验的 SPD 和按 II 级试验的标称放电电流大于等于 5 kA 的一端口的 SPD 至少应能夹紧截面为 4 mm² 及以下的导线。

试验期间不允许对试样进行维护或拆卸。

7.3.2 螺钉接线端子

7.3.2.1 螺钉、载流部件和连接的可靠性试验

通过检查其是否符合要求,但对 SPD 接线所使用的螺钉,还需进行下列试验:

拧紧和拧松螺钉:

- 10 次(对于与绝缘材料螺纹啮合的螺钉);
- 5 次(所有其他情况)。

与绝缘材料螺纹啮合的螺钉或螺母,每次应完全旋出然后再旋入,除非螺钉的结构阻止螺钉旋出。

应采用合适的螺丝起子或扳手施加表 5 所示的扭矩进行此试验。

表 5 螺钉的螺纹直径和施加的扭矩

标称螺纹直径 mm	扭矩/Nm		
	I	II	III
$d \leq 2.8$	0.2	0.4	0.4
$2.8 < d \leq 3.0$	0.25	0.5	0.5
$3.0 < d \leq 3.2$	0.3	0.6	0.6
$3.2 < d \leq 3.6$	0.4	0.8	0.8
$3.6 < d \leq 4.1$	0.7	1.2	1.2
$4.1 < d \leq 4.7$	0.8	1.8	1.8
$4.7 < d \leq 5.3$	0.8	2.0	2.0
$5.3 < d \leq 6.0$	1.2	2.5	3.0
$6.0 < d \leq 8.0$	2.5	3.5	6.0
$8.0 < d \leq 10.0$	—	4.0	10.0

拧紧螺钉不能采用冲击力。

每次拧松螺钉时,要移动导线。

第 I 栏数值适用于螺钉拧紧时,不露出孔外的无头螺钉和其他不能用刀口宽于螺钉直径的螺丝刀拧紧的螺钉。

第 II 栏数值适用于用螺丝刀拧紧的其他螺钉。

第 III 栏数值适用于除螺丝刀之外的工具来拧紧的螺钉和螺母。

如果六角头螺钉带有可用螺丝刀来紧固的槽口,以及第 II 和 III 栏的数值不同时,应做两次试验,第一次对六角头施加第 III 栏规定的扭矩,然后对另一个试品用螺丝刀施加第 II 栏规定的扭矩。如果第 II 栏和第 III 栏的数值相同,则仅用螺丝刀进行此试验。

在试验过程中,螺钉拧紧的连接不应松动,并且不应有妨碍 SPD 继续使用的损坏,诸如螺钉断裂或螺钉头上的槽、螺纹、垫圈或螺钉夹头损坏。

此外,检查外壳和盖不应损坏。

7.3.2.2 连接外部导线的接线端子的可靠性试验

通过检查和 7.3.2.2.1、7.3.2.2.2 和 7.3.2.2.3 的试验来检验其是否符合要求。

采用合适的螺丝刀或扳手施加表 5 规定的扭矩进行试验。

7.3.2.2.1 接线端子连接 7.3.1 规定的最小和最大截面积的,实心或多股绞合铜导线中最不利的一种导线。

——导线插入接线端子至规定的最短距离,或如果没有规定距离,则插入至刚好露出另一端止,并且是处于最容易使得导线松脱的位置。

——然后用表 5 相应栏目中规定值的 2/3 的扭矩拧紧紧固螺钉。

——接着对每根导线施加表 7 规定的拉力,拉力单位 N。施加拉力时应无冲击,时间为 1 min,方向为导线的轴向方向。

在试验过程中,插入接线端子中的导线应没有可以觉察的移动。

7.3.2.2.2 接线端子连接 7.3.1 规定的最小和最大截面积的铜导线,实心或绞合导线中采用最不利的一种。并且用表 5 相应栏目中规定值的 2/3 的扭矩拧紧接线端子螺钉。然后拧松接线端子螺钉,接着对导线可能受到接线端子影响的部分进行检查。

导线不应有过度的损坏或导线被切断的现象。

如果导线上有深的或尖锐的压痕,则认为是过度损坏。

在试验过程中,接线端子不应松动,也不能有妨碍接线端子继续使用的损坏,诸如螺钉断裂或螺钉头上的槽、螺纹、垫圈或螺钉夹头损坏。

的 SPD 脱离器和相应预期短路电流的组合进行所有相关的试验程序。

7.1.1 I 级冲击电流试验

冲击试验电流 I_{imp} 由其峰值 I_{peak} 和电荷量 Q 的参数来确定。冲击试验电流应在 10 ms 内获得 I_{peak} 和 Q 值。能达到表 3 参数的典型波形是单向冲击电流。试验后,应计算比能量 W/R 。

表 3 I 级试验参数

I_{peak}/kA	Q/As 在 10 ms 内电荷量
20	10
10	5
5	2.5
2	1
1	0.5

注: 如果参数值与表 3 给定值不同, I_{peak} 和 Q 的关系由公式 $Q/As = 0.5I_{peak}/kA$ 给出。

电流峰值 I_{peak} 和电荷量 Q 的允差是:

—— I_{peak} : $\pm 10\%$;

—— Q : $\pm 10\%$ 。

7.1.2 I 级和 II 级标称放电电流试验

标准电流波形是 8/20。电流波形的允许误差如下:

——峰值: $\pm 10\%$;

——波前时间: $\pm 10\%$;

——半峰值时间: $\pm 10\%$ 。

允许冲击波上有小过冲或振荡,但其幅值应不大于峰值的 5%。在电流下降到零后的任何极性反向的电流值应不大于峰值的 20%。

对于二端口电器,反向电流的幅值应小于 5%,使它不至于影响限制电压。

流过 SPD 电流的测量精度应为 $\pm 3\%$ 。

7.1.3 I 级和 II 级冲击电压试验

标准电压波形是 1.2/50。电压波形的允许误差如下:

——峰值: $\pm 3\%$;

——波前时间: $\pm 30\%$;

——半峰值时间: $\pm 20\%$ 。

在冲击电压的峰值处可以发生振荡或过冲。如果振荡的频率大于 500 kHz 或过冲的持续时间小于 1 μs ,应画出平均曲线,从测量的要求来讲,曲线的最大幅值确定了试验电压的峰值。

在 SPD 接线端子上测量电压的精度应为 $\pm 3\%$ 。测量设备整个带宽至少应为 25 MHz,并且过冲应小于 3%。

试验发生器的短路电流应小于被试 SPD 的标称放电电流的 20%。

7.1.4 III 级复合波试验

复合波发生器的标准冲击波的特征用开路条件下的输出电压和短路条件下的输出电流来表示。开路电压的波前时间为 1.2 μs ,至半峰值时间为 50 μs 。短路电流的波前时间为 8 μs ,至半峰值时间为 20 μs 。

注: 为进一步了解本条款,可见 IEEE C62.45。

在发生器没有去耦网络时测量下列值。

开路电压 U_{oc} 的允许误差如下：

- 峰值： $\pm 3\%$ ；
- 波前时间： $\pm 30\%$ ；
- 半峰值时间： $\pm 20\%$ 。

只要单个波峰幅值小于峰值的 5%，允许在邻近峰值处有电压过冲或振荡。通常使用的冲击发生器电路中，在电压不超过峰值的 90% 的波的前沿部分振荡一般不会影响试验结果，因此可以被忽略。电压波形应基本上是单向的。

短路电流 I_{sc} 的允许误差如下：

- 峰值： $\pm 10\%$ ；
- 波前时间： $\pm 10\%$ ；
- 半峰值时间： $\pm 10\%$ 。

只要波峰处单个波峰的幅值小于峰值的 5%，电流过冲或振荡是允许的。在电流下降到零后的任何极性反向的电流应小于峰值的 20%。

对于二端口电器，反向电流幅值应小于 5%，不至于使它影响限制电压。

发生器的虚拟阻抗标称值为 $2\ \Omega$ ，虚拟阻抗定义为开路电压 U_{oc} 的峰值和短路电流 I_{sc} 的峰值之比。

开路电压的峰值和短路电流的峰值的最大值分别为 20 kV 和 10 kA。在这些值 (20 kV/10 kA) 以上，应进行 I 级试验。

按图 1 或图 2，插入去耦网络(反向滤波器)。此电路配置仅用于确定 SPD 的限制电压。

在 SPD 接入的端口处，应符合表 4 所示的波形参数的允许误差，试验电路如图 1 和图 2 所示。在验证波形时，将 L、N 和 PE 导线连接在一起模拟电源的阻抗。

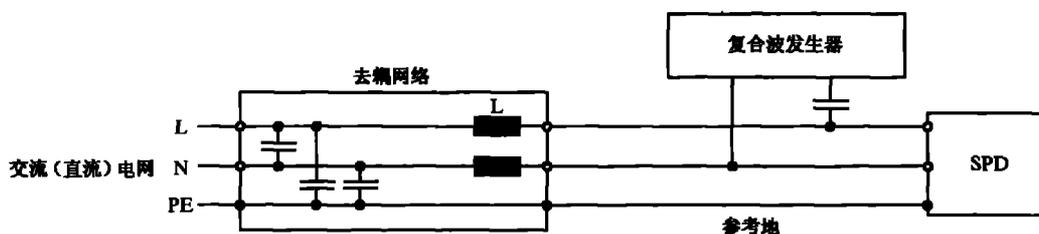


图 1 用于单相电源去耦网络的举例

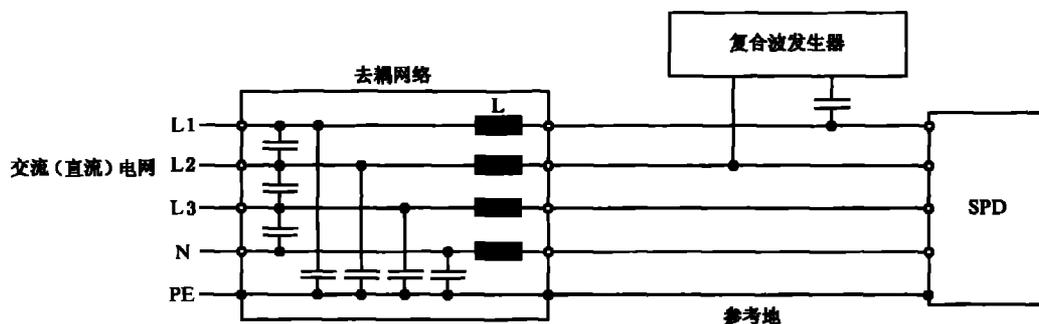


图 2 用于三相电源去耦网络的举例

表 6 螺钉或无螺钉接线端子能连接的铜导线的截面积

二端口的 SPD 或输入/输出接线端子分开的 一端口的 SPD 的最大持续负载电流 ^a A	能夹住的标称截面范围(单个导线)	
	ISO-mm ²	AWG-接线端子
$I \leq 13$	1~2.5	18~14
$13 \leq I \leq 16$	1~4	18~12
$16 \leq I \leq 25$	1.5~6	16~10
$25 \leq I \leq 32$	2.5~10	14~8
$32 \leq I \leq 50$	4~16	12~6
$50 \leq I \leq 80$	10~25	8~3
$80 \leq I \leq 100$	16~35	6~2
$100 \leq I \leq 125$	25~50	4~1

^a 对电流额定值小于等于 50 A 的接线端子的结构,要求能夹紧实心导线及硬性绞合导线,也允许使用软性导线。
但是,对截面积为 1 mm²~6 mm² 的导线的接线端子,允许其结构仅能夹紧实心导线。

表 7 (螺钉接线端子)拉力

接线端子能连接导线的截面积/mm ²	≤4	≤6	≤10	≤16	≤50
拉力/N	50	60	80	90	100

7.3.2.2.3 接线端子连接表 8 所示结构的硬性多股绞合铜导线。

在导线插入接线端子前,可对导线的线丝进行适当的整形。

导线插入至接线端子底部或刚好从接线端子另一边露出,并且是处于最可能使线丝松脱的位置。然后用表 5 相应栏目中规定值的 2/3 的扭矩拧紧紧固螺钉或螺母。

试验结束后,应无导线的线丝从 SPD 的接线端子中脱出。

表 8 导线尺寸

能被夹紧的标称截面范围/mm ²	绞合导线	
	导线股数	每股导线直径/mm
1~2.5 ^a	7	0.67
1~4 ^a	7	0.85
1.5~6 ^a	7	1.04
2.5~10	7	1.35
4~16	7	1.70
10~25	7	2.14
16~35	19	1.53
25~50	正在考虑中	正在考虑中

^a 如果接线端子仅用来夹紧实心导线时(见表 6 注),不进行此试验。

7.3.3 无螺钉接线端子

拉力试验

通过以下的试验来检验其是否符合要求。

接线端子连接 7.3.1 规定的型式及最小和最大截面积的新导线,实心或绞合导线中采用最不利的一种。

然后对每根导线施加表 9 所示的拉力。施加拉力时应无冲击,时间为 1 min,方向为导线的轴向方向。

在试验过程中,插入接线端子中的导线应没有移动或任何损坏的迹象。

7.3.4 绝缘穿刺连接

7.3.4.1 用于单芯导线的 SPD 的接线端子的拉力试验

通过以下的试验来检验其是否符合要求。

接线端子连接 7.3.1 规定的最小和最大截面积的新的导线,实心或绞合导线中采用最不利的一种。

按表 5 规定的扭矩拧紧螺钉(如果有的话)。

连接和拆卸导线 5 次,每次使用新的导线。在每次接线后对导线施加表 9 规定的拉力,施加拉力时应无冲击,时间为 1 min,方向为导线的轴向方向。

表 9 (无螺钉接线端子)拉力

截面积/mm ²	0.5	0.75	1.0	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35
拉力/N	30	30	35	40	50	60	80	90	100	135	190

在试验过程中,插入接线端子中的导线应没有移动或任何损坏的迹象。

7.3.4.2 用于多芯电缆或电线的 SPD 的接线端子的拉力试验

按 7.3.4.1 对用来夹紧多芯电缆或电线的 SPD 的接线端子进行拉力试验,可是拉力应施加在全部多芯电缆或电线上,而不是单芯线上。

按公式(2)计算拉力:

$$F = F(x) \sqrt{n} \dots\dots\dots(2)$$

式中:

F——施加的全部力;

n——多芯电缆的芯数;

F(x)——按单根导线的截面作用于—根芯线上的力(见表 9)。

在试验过程中,电缆或电线不应滑出接线端子。

7.3.5 螺母、插头、插座

通过检查和安装试验来检验其是否符合要求。

7.4 防直接接触试验

7.4.1 绝缘部件

试品按正常使用条件安装,连接 7.3.1 规定的最小截面积的导线进行试验,然后用 7.3.1 规定的最大截面积的导线重复试验。

标准试指(按 GB 4208)放在每个可能接触到的位置。

对于插入式 SPD(不使用工具就可更换),当插头部分地插入或全部插入插座时,试指放在每个可能接触到的位置。

使用一个电压不低于 40 V 和不高于 50 V 的电气指示器来显示与有关部件接触。

7.4.2 金属部件

当 SPD 按正常使用条件接线和安装后,易触及的金属零件必须通过一个低阻抗的连接件与地相

连,除了用于固定基座和盖或插座盖板并与带电部件绝缘的小螺钉和类似零件。

依次在接地端子和每个易触及的金属部件之间通以 1.5 倍额定负载电流或 25 A,两者选较大值(交流电源的空载电压不超过 12 V)。

测量接地端子和易触及的金属部件之间的电压降,并根据电流和电压降计算电阻。

电阻不应超过 0.05Ω 。

注:应注意试验时,在测量电极的顶部与金属零件之间的接触电阻不会影响试验结果。

7.5 确定限制电压

按表 10 和流程图 3,对不同类型的 SPD 进行试验,确定其限制电压。

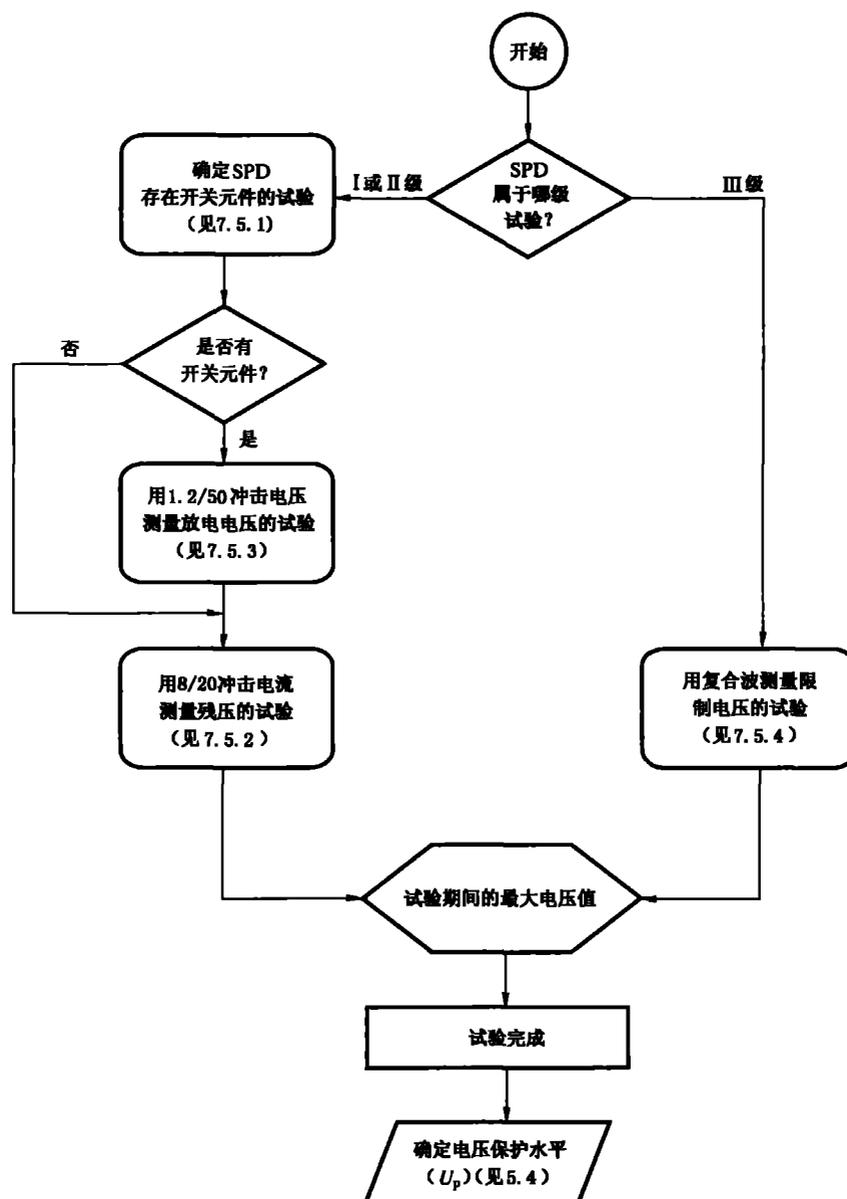


图 3 确定电压保护水平 U_p 的流程图

表 10 确定限制电压需进行的试验

	I 级	I 级	II 级
7.5.2 试验	✓	✓	
7.5.3 试验	✓ ^a	✓ ^a	
7.5.4 试验			✓
^a 仅对按 7.5.1 确定的电压开关型 SPD 进行试验。			

试验时,采用下列特定试验条件:

- 所有一端口的 SPD 应不通电试验。所有二端口的 SPD 应通电试验,其电源电压在 U_c 时的标称电流至少 5 A,除非制造厂能证明在电器通电或不通电时,其限制电压值没有差别。
- 对于没有独立的负载接线端子的一端口的 SPD,在施加电涌的接线端子测量限制电压。对于二端口的 SPD 和具有负载接线端子分开的一端口的 SPD,在 SPD 的负载端口或负载接线端子测量限制电压。试验应包含所有和 SPD 串联及与负载并联的辅助部件,如脱离器、灯、指示器、熔断器和 SPD 制造厂说明的其他部件。
- 限制电压是按表 10 和图 3 相应的试验级别进行试验的最高电压值。

7.5.1 确定在 SPD 中存在开关(短路)元件的试验程序

只有当不知道 SPD 的内部设计时,才必须进行这试验。仅对这项试验,应使用一个新的试品。

SPD 的 I 级试验和 II 级试验,采用 8/20 标准冲击电流,幅值为制造厂规定的 I_{max} 或 I_{peak} 。SPD 的 III 级试验,采用复合波发生器,开路电压等于制造厂规定的 U_{oc} 。

对 SPD 施加一次冲击(如果是二端口 SPD,应对它的输入和输出接线端子施加冲击)。

应记录 SPD 上的电压示波图(如果是二端口 SPD,应测量 SPD 输入接线端子间的电压)。

如果记录的电压波形显示出突然下降,则认为 SPD 包含开关(短路)元件。

7.5.2 用 8/20 冲击电流测量残压的试验步骤

- 应依次施加峰值约为 0.1;0.2;0.5;1.0 和 $2I_n$ 的 8/20 冲击电流。

注:如果 $2I_n$ 试验电流超过电器的 I_{max} ,那么最终的试验值可放宽到 $1.2I_n$ 。

- 对 SPD 施加一个正极性和一个负极性序列。
- 最后,如果 I_{max} 或 I_{peak} 大于 I_n ,则至少对 SPD 施加一次 I_{max} 或 I_{peak} 冲击电流,电流极性为前面试验中残压较大的极性。
- 每次冲击的间隔时间应足以使试品冷却到环境温度。
- 每次冲击应记录电流和电压示波图。把冲击电流和电压的峰值(绝对值)绘成放电电流与残压的关系曲线图,应画出最吻合数据点的曲线。曲线上应有足够的点,以确保直至 I_{max} 或 I_{peak} 的曲线没有明显的偏差。
- 决定限制电压的残压由下列电流范围内相应曲线的最高电压值来确定:
 - I 级:直到 I_{peak} 或 I_n ,取较大值;
 - II 级:直到 I_n 。

7.5.3 用 1.2/50 冲击电压测量放电电压的试验步骤

使用标准 1.2/50 冲击电压。

- 以每个冲击电压幅值对 SPD 施加 10 次冲击,正负极性各 5 次。
- 每次冲击的间隔时间应足以使试品冷却到环境温度。
- 在预备性试验中,发生器输出电压以大约 10% 的幅度分级增加,直到观察到放电为止。
- 从发生器最后一次没有发生放电的设定值重新开始试验,发生器输出电压以 5% 的幅度分级增加,直至所有 10 次施加的冲击(每种极性各 5 次)都发生放电。用示波器记录 SPD 接线端子间的电压。

e) 限制电压是 10 次测量峰值(绝对值)的平均值。

7.5.4 用复合波测量限制电压的试验程序

使用复合波进行本试验。

- 复合波应施加在通电的 SPD 上,其电源电压为 U_c 。
- 对规定仅用于交流电源系统的 SPD,在正弦电压的 $90^\circ \pm 10^\circ$ 相位处施加正极性冲击,在 $270^\circ \pm 10^\circ$ 相位处施加负极性冲击。
- 对规定用于直流系统的 SPD,施加正负极性的冲击。SPD 应施加 U_c 的直流电压。
- 每次冲击的间隔时间应足以使试品冷却到环境温度。
- 设定复合波发生器的电压,使输出的开路电压为制造厂对 SPD 规定 U_∞ 的 0.1、0.2、0.5 和 1.0 倍。
- 用上述这些发生器的整定值,每种幅值对 SPD 施加 4 次冲击,正负极性各 2 次。
- 每次冲击时,应用示波器记录从发生器流入 SPD 的电流和在 SPD 输出端口的电压。
- 限制电压是在整个试验程序中记录的最大峰值电压。

7.5.5 复合波试验(7.5.4)不用去耦网络时的替代试验

带有电抗元件的二端口 SPD 会与去耦网络的电抗元件产生相互作用,这可能产生限制电压偏低的假象。在这种情况下下的试验应采用图 4 所示的替代试验方法。

对带有电抗元件的二端口 SPD,除了 7.5.4 之外,还应采用下列试验程序。

- 试验发生器应按图 4 设置。
- 对于交流 SPD,通过一个二极管对其施加 $\sqrt{2}U_c$ 的直流电压,对于直流 SPD,通过一个二极管对其施加 U_c 的直流电压。按图 4 通过一个二极管、气体放电管或压敏电阻施加冲击。

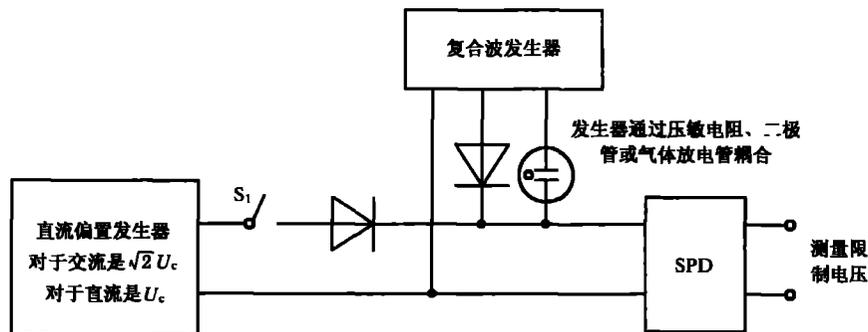


图 4 测量限制电压的替代试验

- 在 S_1 闭合至少 100 ms 后,才能施加冲击。施加冲击后,在 10 ms 内切断直流电压。
- 把 SPD 与发生器的连接反向,进行相反极性的试验。
- 每次冲击的间隔时间应足以使试品冷却到周围环境温度。
- 设定复合波发生器的电压,使输出的开路电压为制造厂对 SPD 规定的 U_∞ 的 0.1、0.2、0.5 和 1.0 倍。
- 用上述这些发生器的整定值,每种幅值对 SPD 施加 4 次冲击:正负极性各 2 次。
- 每次冲击时,应用示波器记录从发生器流入 SPD 的电流和在 SPD 输出端口的电压。
- 限制电压是整个试验程序中在 SPD 的输出端记录的电压最大幅值。

7.6 动作负载试验

这些试验仅适用于交流的 SPD(用于直流的 SPD 正在考虑中)。

见动作负载试验的流程图(图 5)。

7.6.1 一般要求

本试验是通过对 SPD 施加规定次数和规定波形的冲击来模拟其工作条件,试验时用符合 7.6.3 要求的交流电源对 SPD 施加最大持续工作电压 U_c 。

试验应在三个未做过任何试验的新的试品上进行。

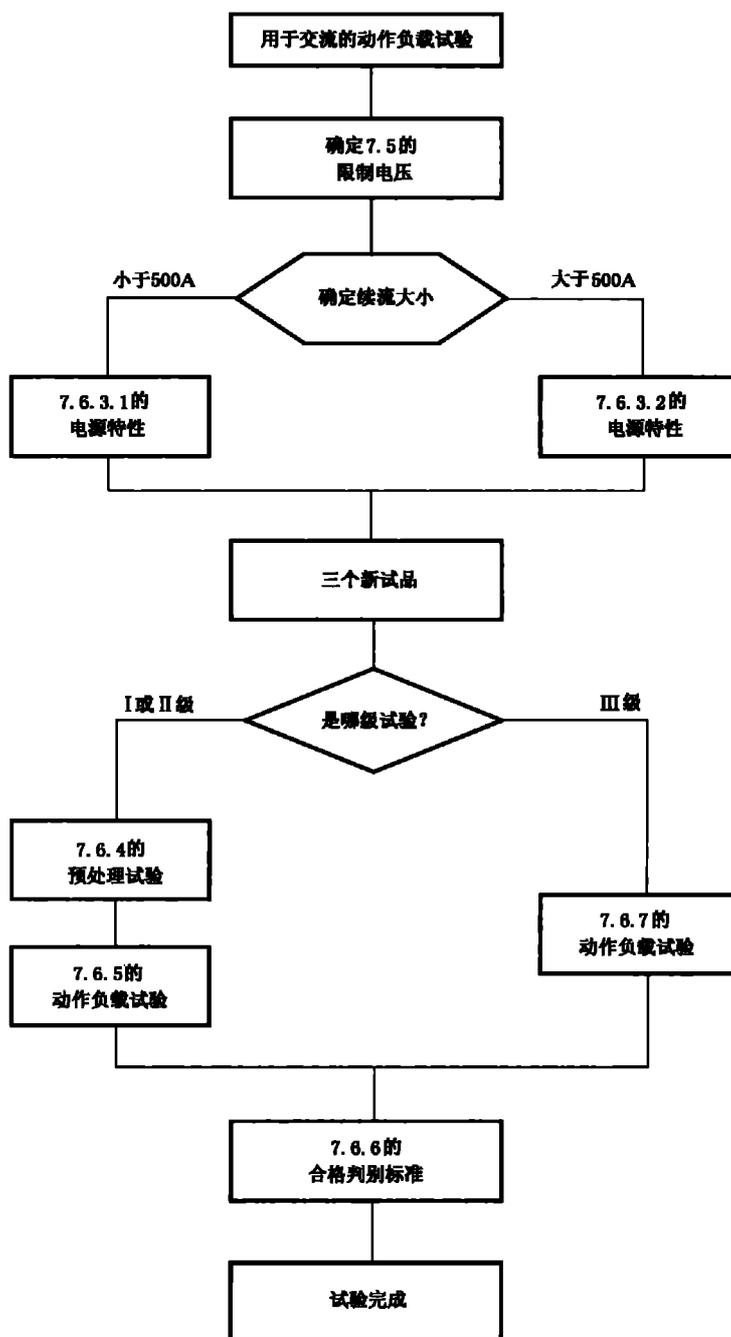


图5 动作负载试验的流程图

首先,应用7.5的试验确定限制电压。

为避免试品的过载,7.5.2的试验仅在 I_n 下进行,7.5.4和7.5.5的试验仅在 U_{oc} 下进行。对于7.5.3的试验,应使用10次测量峰值的平均值。

7.6.2 确定续流大小的预备性试验

预备性试验是用来确定续流的峰值是大于还是小于500A。

如果知道SPD的内部设计和续流的峰值,不需要进行预备性试验。

a) 试验应用另外一个试品进行。

b) 预期短路电流 I_p 应大于等于1.5kA,功率因数 $\cos\phi=0.95_{-0.05}$ 。

c) 试品被连接到一个具有正弦交流电压的工频电源。在接线端子间测量工频电压的最大值,应等

于持续最大工作电压 U_c 的 $\pm 5\%$ 。交流电源的频率应符合 SPD 的额定频率。

d) 应用 8/20 冲击电流或复合波触发续流。

e) 峰值应相当于 I_{max} 或 I_{peak} 或 U_c 。

f) 冲击电流的起始位置是在工频电压峰值前 60° 。它的极性应与冲击电流产生时工频电压半波的极性相同。

g) 如果在此同步点没有续流,为了确定续流是否产生,则必须每滞后 10° 施加 8/20 冲击电流,以确定是否产生续流。

7.6.3 预处理工频电源特性

7.6.3.1 续流小于 500 A 的 SPD

试品应连接到工频电源。电源的阻抗应在续流流过时,从 SPD 的接线端子处测量的工频电压峰值的下降不能超过 U_c 峰值的 10% 。

7.6.3.2 续流大于 500 A 的 SPD

试品应与工频电压为 U_c 的电路连接,试验电路的预期短路电流为制造厂按表 11 规定的额定断开续流值或 500 A,二者取较大值。

7.6.4 I 级和 II 级的预处理试验

对本试验,施加 15 次 8/20 正极性的冲击电流,分成 3 组,每组 5 次冲击。试品与 7.6.3 的电源连接。每次冲击应与电源频率同步。从 0° 角开始,同步角应以 $30^\circ \pm 5^\circ$ 的间隔逐级增加。试验如图 6 所示。

当 SPD 按 I 级试验时,施加的冲击电流值等于 I_{peak} 或 I_n ,二者取较大值。

当 SPD 按 II 级试验时,施加的冲击电流值等于 I_n 。

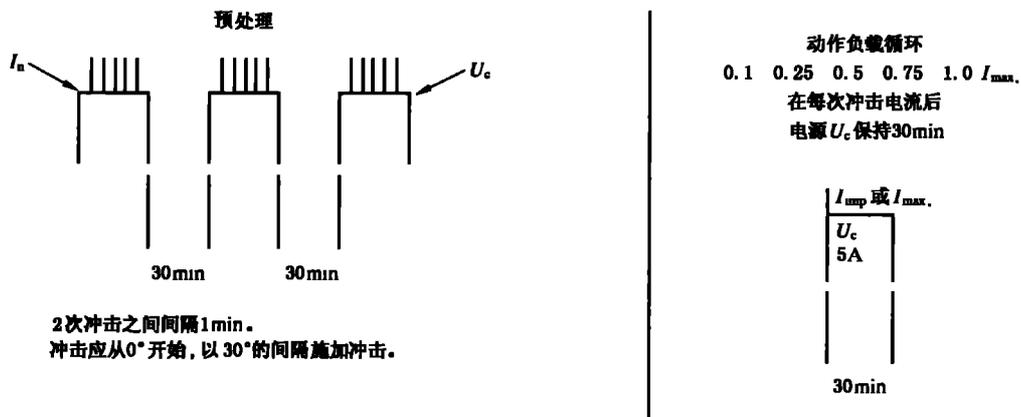


图 6 预处理和动作负载循环试验程序

两次冲击之间的间隔时间为 50 s~60 s,两组之间的间隔时间为 25 min~30 min。

两组冲击之间,试品无需施加电压。

每次冲击应记录电流波形,电流波形不应显示试品有击穿或闪络的迹象。

7.6.5 I 级和 II 级的动作负载试验

SPD 施加电压 U_c ,电源的标称电流容量至少为 5 A。试验时,对 SPD 通以冲击电流,逐级增加直至 I_{peak} (按 3.9) 或 I_{max} (按 3.10)。

为证明热稳定,每次冲击后工频电压保持 30 min;在施加 U_c 电压的最后 15 min,如果电流 I_c 的阻性分量峰值或功耗稳定地降低,则认为 SPD 是热稳定的。

对通电的试品,应按下列公式在相应于工频电压的正峰值时,施加正极性的冲击电流:

a) 用 $0.1 I_{peak}$ (或 I_{max}) 电流冲击一次;检查热稳定性;冷却至环境温度。

b) 用 $0.25 I_{peak}$ (或 I_{max}) 电流冲击一次;检查热稳定性;冷却至环境温度。

c) 用 $0.5 I_{peak}$ (或 I_{max}) 电流冲击一次;检查热稳定性;冷却至环境温度。

d) 用 $0.75 I_{peak}$ (或 I_{max}) 电流冲击一次;检查热稳定性;冷却至环境温度。

e) 用 $1.0I_{peak}$ (或 I_{max}) 电流冲击一次;检查热稳定性;冷却至环境温度。

7.6.6 合格标准

如果每次预处理的冲击和动作负载循环试验后能达到热稳定,则 SPD 通过试验。此外,任何续流应能自熄,电压和电流示波图及目测检查试品应没有击穿或闪络的现象,在试验过程中不应发生机械损坏。

对 SPD 应再施加一次 I_n 或 U_{oc} 的冲击,SPD 施加 U_c 30 min。在这时间以后应达到热稳定。在整个试验程序后以及试品冷却到接近环境温度以后,应重复试验程序开始时所进行的测量限制电压试验。如果试验前和试验后所测量的电压值小于或等于 U_p ,则 SPD 通过试验。

然后,试品连接至一个额定频率及最大持续工作电压(U_c)的电源,试验变压器至少应具有 200 mA 的短路电流能力,除非制造厂提出另外的电流值。测量流过试品的电流,其阻性分量(在正弦波峰值处测量)不应超过 1 mA。

7.6.7 III 级动作负载试验

对于 III 级 SPD 的动作负载试验,采用 7.6.3 的工频电源电压。

SPD 通过耦合电容器连接到复合波发生器(见 7.1.4)。SPD 连接点处的参数应符合表 4 所示的波形参数的误差。 U_{oc} 的值由制造厂规定。

按 7.6.4 的试验程序,对 SPD 进行预处理试验。对本试验,标称放电电流用 U_{oc} 值替代。

冲击电流应在对应半波的峰值时触发,并和工频电压相同极性。

按 7.6.5 用复合波发生器进行动作负载试验,发生器开路电压整定值如下:

- a) 用 $0.1U_{oc}$ 进行正负各一次的冲击;检查热稳定性;冷却至环境温度。
- b) 用 $0.25U_{oc}$ 进行正负各一次的冲击;检查热稳定性;冷却至环境温度。
- c) 用 $0.50U_{oc}$ 进行正负各一次的冲击;检查热稳定性;冷却至环境温度。
- d) 用 $0.75U_{oc}$ 进行正负各一次的冲击;检查热稳定性;冷却至环境温度。
- e) 用 $1.0U_{oc}$ 进行正负各一次的冲击;检查热稳定性;冷却至环境温度。

如果满足 7.6.6 的合格标准,则 SPD 已通过试验。

7.7 SPD 的脱离器和 SPD 过载时的安全性能

一般要求

这些试验应在每个 SPD 上进行。对 SPD 的每种保护模式进行试验,每次使用新的试品。

7.7.1 SPD 脱离器的动作负载耐受试验

在动作负载试验(见 7.6)时,试验 SPD 脱离器。试验时,制造厂规定的脱离器不应动作;试验后,脱离器应能正常工作。

7.7.2 SPD 的热稳定试验

7.7.2.1 耐热试验

SPD 在环境温度为 $80\text{C} \pm 5\text{K}$ 的加热箱中保持 24 h。试验时,SPD 的内部脱离器不应动作。

7.7.2.2 热稳定试验

试验要求

任何电压开关元件应用铜导线短路,铜导线的直径应使其在试验时不会熔化。应对每种保护模式进行试验;但是如果某些保护模式是相同的,允许仅对配置最严酷的保护模式进行试验。

试验程序有两种不同的情况:

- 如果 SPD 仅包括电压限制的元件,采用 a) 试验程序;
- 如果 SPD 包括电压限制和电压开关元件,采用 b) 试验程序。

a) 没有开关元件与其他元件串联的 SPD 的试验程序

试品连接到工频电源。

电源电压应足够高使 SPD 有电流流过。对于该试验,电流调整为一恒定值。电流按下列规定值

逐级增加:2.5、10、20、40、80、160、320、640 和 1 000 mA 的有效值或相应峰值,误差±10%。
如果已知,起始点可从 2 mA 变到最大功耗。

每次通电应达到热平衡(即在 10 min 内温度的变化小于 2 K)。

试验时,连续监测 SPD 最高表面温度点(仅对易触及的 SPD)和流过 SPD 的电流(可以通过初始试验或进行多点监测以确定最高表面温度点)。

如果一个 SPD 脱离器动作,试验终止。为了避免脱离器的任何故障,不应再增加电压。

如果在 SPD 接线端子间的电压低于 U_c ,调回 U_c 并保持 15 min,且电流不再调节。为此,需要一个具有短路电流承受能力的工频电源,在任何脱离器动作前,它不会限制电流。最大电流值不应超过脱离器短路耐受能力的最大规定值。

b) 有开关元件与其他元件串联的 SPD 的试验程序

与其他元件串联的开关元件短路,下列试验程序适用。

对 SPD 施加电压 U_c ,电源应具有足够高的短路电流,以便能使过电流保护或制造厂规定的过电流脱离器断开。

如果没有明显的电流流过,应使用 a) 试验程序,但是仍短路开关元件。

如果 SPD 每种保护模式包含一个以上的脱离器,试验程序应继续到所有脱离器都动作。

合格判别标准

户内型 SPD:试验时表面温度应总是低于 120℃,在脱离器动作后 5 min,表面温度应低于 80℃。

注:120℃和 80℃的温度值暂定。

户外型 SPD:应没有燃烧的痕迹或 SPD 的部件弹出的现象。

易触及的 SPD:试后,对防护等级大于或等于 IP2X 的 SPD,使用标准试指施加 5 N 的力(见 GB/T 4208),除了 SPD 按正常使用安装后可触及部分外,不应触及带电部件。

如果脱离器动作,SPD 应有明显、有效和永久断开的迹象。为了验证该要求,用等于 $2U_c$ 的工频电压施加 1 min,流过的电流不应超过 0.5 mA(有效值)。

7.7.3 连接过电流保护(如果有)的短路电流耐受能力试验

试验要求

工频电源特性:由制造厂按表 11 给定 SPD 接线端子上的预期短路电流和功率因数。试验电压调整到 U_c 。

表 11 预期短路电流和功率因数

$I_p(\text{kA})(\pm 5\%)$	$\cos\phi(-0.05)$
$I_p \leq 1.5$	0.95
$1.5 < I_p \leq 3.0$	0.9
$3.0 < I_p \leq 4.5$	0.8
$4.5 < I_p \leq 6.0$	0.7
$6.0 < I_p \leq 10.0$	0.5
$10.0 < I_p \leq 20.0$	0.3
$20.0 < I_p \leq 50.0$	0.25
$50.0 < I_p$	0.2

注:恢复电压按 GB/T 14048.1。

试品按制造厂说明书的要求安装。

SPD 本身及其脱离器和过电流保护应放在一个立方体形木盒内,木盒侧面离 SPD 外表面 500 mm ± 50 mm。盒的内表面用薄纸或纱布覆盖。盒的一面(不是底面)保持打开,以便能按制造厂要求连接电源电缆。

注1:薄纸:薄、软和有一定强度的纸,一般用于包裹易碎的东西,其单位重量在 12 g/m^2 和 25 g/m^2 之间。

注2:纱布:重约 $29\text{ g/m}^2\sim 30\text{ g/m}^2$ 并且每平方厘米有 13×11 条的编织物。

试品准备

对仅包含一个非线性元件的 SPD 以及包含仅是串联连接的多个非线性元件的 SPD,在 3.4 和/或 3.5 中所述的 SPD 的每个电压限制元件和电压开关元件应采用适当的金属(例如,铜)块(元件模型)来代替,以确保内部连接,连接的截面和周围的材料(例如,树脂)以及包装不变。

对带并联连接的非线性元件的 SPD,对包含如 3.4 和 3.5 所述的一个或几个非线性元件的 SPD 的每个电流回路,应按上述方式分别准备一组试品,每组三台试品。

注:应由制造厂提供按上述要求准备的试品。

试验程序

试品连接到符合表 11 的工频电源,试验电压调整至 U_c ,进行三次试验。如果有一个可更换的或可重新设定的内部的或外部的脱离器动作,则每次均应更换或重新设定相应的脱离器。如果脱离器不能更换或重新设定,则试验停止。

合格判别标准

试验期间,电源短路电流应在 5 s 以内切断。试验时,薄纸或纱布不应燃烧。此外,应不会对人员或设备产生爆炸或其他危险。

易触及的 SPD:试后,对防护等级大于或等于 IP2X 的 SPD,使用标准试指施加一个 5 N 的力(见 GB 4208),除了 SPD 按正常使用安装后可触及部分外,不应触及带电部件。

应有明显的、有效和永久断开的迹象。为了检查这一要求,对动作的脱离器施加等于 U_c 的工频电压 1 min,电流不应超过 0.5 mA 有效值。

7.7.4 暂态过电压(TOV)故障试验

本试验适用于连接在相和地间的 SPD,制造厂说明这种 SPD 在 IEC 60364-4-442 所叙述的非正常的 TOV 条件下具有安全故障模式。

使用新的试品,并按制造厂说明的正常使用条件安装。

试品被放置在正方形木盒内,木盒侧面离 SPD 外表面 $500\text{ mm}\pm 50\text{ mm}$ 。盒的内表面覆盖薄纸或纱布。盒的一面(不是底面)保持打开,以便按制造厂要求连接电源电缆。

SPD 的带电端子应全部连接在一起,然后再和接地端子间施加下列暂态过电压。

建议暂态短时过电压等于 IEC 60364-4-442 中规定的值(取决于系统),持续时间 200 ms,试验电流限制到 300 A(有效值)。该值也可按国家有关部门的规程改变。

试验时,薄纸或类似物体不应着火。

试后,SPD 可以损坏。IP 等级大于 IP2X 的电器外壳不应使标准试指可触及带电部件。

7.7.5 待机功耗和残流试验

SPD 按制造厂的说明连接到最大持续工作电压(U_c)的电源,测量 SPD 消耗的视在功率(伏安),测量流过 PE 端子的残流。

注1:如果制造厂允许 SPD 安装有几种配置,本试验应对每种配置进行。

注2:应测量真有效值电流。

7.7.6 TOV 特性试验

7.7.6.1 试验程序

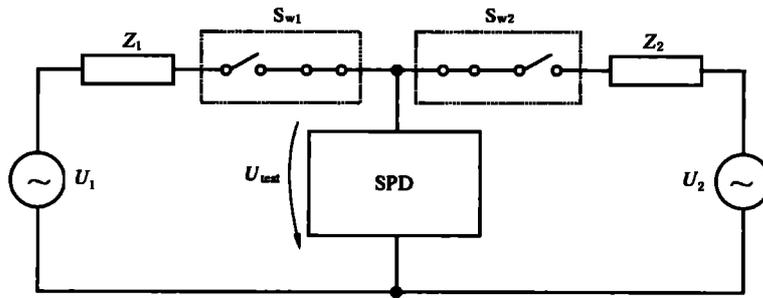
应采用新的试品,按制造厂的说明如正常使用一样安装。

SPD 应放置在一个立方体形的木盒内,木盒侧面离 SPD 外表面 $500\text{ mm}\pm 50\text{ mm}$ 。盒的内表面覆盖薄纸或纱布。盒的一面(不是底面)保持打开,以便按制造厂要求连接电源电缆。

试品应连接到 $U_T(-\%)$ 的工频电压,持续时间为 $t_T=5\text{ s}(-\%)$ 。电源应能输出一个足够高的电流,以确保在试验过程中 SPD 端子上的电压不会跌落到 U_T 的 95%以下,或能输出规定的 SPD 的短路耐受

电流,两者取较小值。

在施加 U_T 后 100 ms 或更短的时间内,应在试品上施加等于 U_c (-5%) 并具有同样电流能力的电压 30 min。



$t_1=0$
 $t_2=5s$ (-5%)
 $t_2 \leq t_3 < (t_2+100ms)$
 $t_4=30min$ (-5%)

$U_1 =$ 附录 B 中表 B.1 的 TOV 值
 $U_2 = U_c$ (-5%)

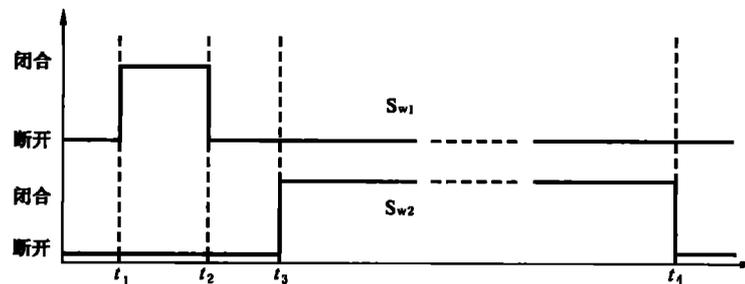


图 7 TOV 特性试验的试验电路示例和时间图

7.7.6.2 合格判别标准

a) TOV 故障模式

如果制造厂声明在规定的 U_T 值具有 TOV 故障模式,在试验过程中薄纸或等同的材料不应燃烧。

IP 等级大于 IP2X 的 SPD 外壳不应损坏到使标准试指可触及带电部件。

如果脱离器动作,SPD 上应有明显的、有效和永久断开的迹象。为了检查这一要求,施加等于 U_c 的工频电压 1 min,电流不应超过 0.5 mA 有效值。

b) TOV 耐受特性

如果制造厂声明在规定的 U_T 值具有 TOV 耐受特性。SPD 只有满足下列的附加条件才能通过试验:

——在施加 U_c 期间,SPD 具有热稳定性。如果在施加电压 U_c 的最后 15 min I_c 阻性分量的峰值或功耗不再增加,则认为 SPD 是热稳定的。

——试品冷却到接近环境温度后,用 7.5 规定的试验确定限制电压,以检查是否保持制造厂规定的电压保护水平。但 7.5.2 的试验仅在 I_c 下进行,7.5.4 和 7.5.5 的试验仅在 U_c 下进行。

辅助电路,如状态指示器,应正常工作。

目测检查试品,不应发现任何损坏的迹象。

7.8 二端口和输入/输出端子分开的一端口的 SPD 试验

7.8.1 确定电压降百分比的试验

在输入端施加电压 U_c ，并保持在 -5% 内。试验时使额定负载电流流过阻性负载，同时测量输入和输出电压。使用公式(1)确定电压降百分比。

$$\Delta U = [(U_{\text{输入}} - U_{\text{输出}})/U_{\text{输入}}] \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

应记录该值并符合制造厂的规定。

7.8.2 额定负载电流 (I_L)

用 7.3.1 规定的最小截面的电缆，在环境温度下按 7.8.1 的要求对 SPD 通电。负载电流应整定为制造厂所规定的额定负载电流。不允许对 SPD 进行强迫冷却。

如果外壳达到热稳定，且在正常使用时可接触部件的温度不超过室内环境温度 40 K(见 2.1)，则 SPD 试验合格。

7.8.3 连接 SPD 脱离器(制造厂要求的，如果有时)的负载侧短路耐受能力试验

不短路任何元件，但用 7.3.1 规定的最大截面积及 500 mm 长的导体短路所有的负载端子，重复 7.7.3 的试验。

合格判别标准

试验时，电源的短路电流应在 5 s 内断开。试验过程中，薄纸或纱布不应燃烧，此外，应不会对人员或设备产生爆炸或其他危险。

可触及 SPD

试验后，IP 等级等于或大于 IP2X 的 SPD，用标准试指施加一个 5 N 的力(见 GB 4208)不应触及带电部件。如果没有内部的脱离器动作，SPD 应满足 7.4.1 和 7.5 的要求。如果一个 SPD 内部的脱离器动作，应有明显的、有效和永久断开的迹象。

在检查断开时，采取下列步骤：

- a) 确认输出端没有电压；
- b) 在相应的输入端子和输出端子间施加等于 2 倍 U_c 的工频电压 1 min，不应有超过 0.5 mA(有效值)的电流流过。

试验应包括所有制造厂规定的与 SPD 串联的辅助部件。

7.8.4 负载侧电涌耐受能力

对本试验进行：

- 15 次 8/20 电流冲击；
- 或 15 次复合波冲击，开路电压为 U_{oc} 。

对试品的输出端口施加等于制造厂规定的负载侧电涌耐受能力值的冲击，冲击分成 3 组，每组 5 次，用标称电流至少为 5 A 的电源对 SPD 施加 U_c 。每次冲击应与电源频率同步，同步角应从 0° 角开始，以 $30^\circ \pm 5^\circ$ 的间隔逐级增加。

两次冲击之间的间隔时间为 50 s~60 s，两组之间的间隔时间为 25 min~30 min。

整个试验过程中，试品应施加电压。应记录输出端子上的电压。

合格判别标准

如果满足 7.6.6 的判别标准，则 SPD 通过试验。

7.9 附加试验

7.9 全部是安全条款。

7.9.1 带有软电缆和电线的移动式 SPD 及其连接

7.9.1.1 移动式的 SPD 应提供有电线固定装置，以便使连接至接线端子或端头处的导线免受应力(包括扭绞)，并使导线绝缘层免受磨损。

导线护套(如有的话)应夹紧在电线固定装置上。

通过检查来检验其是否符合要求。

7.9.1.2 导线定位的有效性可采用图 8 所示的设备进行下列试验来检验。

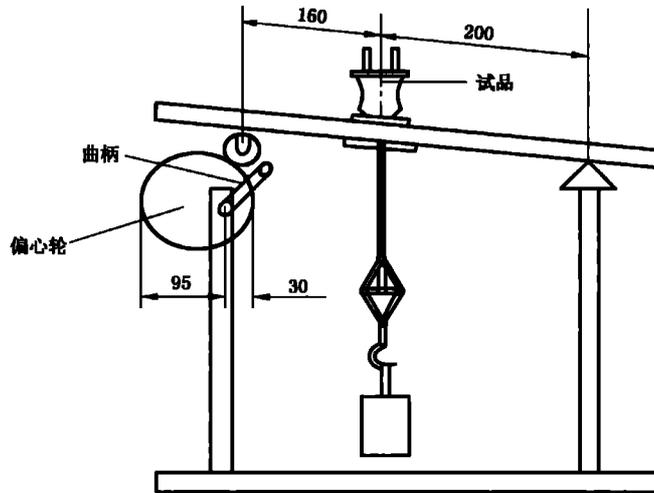


图 8 电缆保持力的试验装置

不可拆线的 SPD 按供货状态进行试验；试验在新的试品上进行。

可拆线的 SPD 用制造厂规定的标称截面的电缆进行试验。

可拆线的 SPD 的软电缆导线或电线的导线插入接线端子，螺钉拧紧至刚好使导线不易移位为止。

电线固定装置按正常方法使用，夹紧螺钉(如有的话)用表 12 规定的 2/3 的扭矩拧紧。

表 12 夹紧螺钉的紧固要求

标称螺纹直径/mm	扭矩/Nm		
	$d \leq 2.8$	0.2	0.4
$2.8 < d \leq 3.0$	0.25	0.5	--
$3.0 < d \leq 3.2$	0.3	0.6	--
$3.2 < d \leq 3.6$	0.4	0.8	--
$3.6 < d \leq 4.1$	0.7	1.2	1.2
$4.1 < d \leq 4.7$	0.8	1.8	1.2
$4.7 < d \leq 5.3$	0.8	2.0	1.4

试品重新组装后，各组成部分均应配合得恰到好处，且不可能把电缆或电线再明显地推入试品。

试品放置在试验装置上，使进入试品处的电缆或电线的轴线处于垂直位置。

然后用以下的拉力对电缆或电线拉 100 次：

——60 N，如果额定电流不大于 16 A 和额定电压小于等于 250 V；

——80 N，如果额定电流不大于 16 A 和额定电压大于 250 V；

——100 N，如果额定电流大于 16 A。

实际施加拉力时应无冲击，每次时间为 1 s。

应注意：同时对软电缆的所有部分(电线、绝缘和护套)施加相同的拉力。

试后，电缆或电线不应移动 2 mm 以上。对于可拆线 SPD，在接线端子中导线端部不应有明显移位；对于不可拆线 SPD，电气连接不应断开。

为了测量纵向位移，在试验开始前，当电缆或电线承受拉力时在其离试品或电缆护套端部大约 20 mm 处作一标记。

对于不可拆线 SPD，如果试品或电缆护套没有明确的端部，则在试品本体上作一附加标记。

试验后，在电缆或电线承受拉力时，测量电缆或电线上标记相对于试品或电缆护套的位移。

7.9.1.3 不可拆线的 SPD 应提供符合 GB 5023 和 GB 5013 的软电缆或电线，其导线截面积应适合于 SPD 及有关器件的最大额定值。

通过检查,测量和检查软电缆或电线符合 GB 5023 和 GB 5013(适用时)来检验是否符合要求。

7.9.1.4 不可拆线 SPD 的设计应能防止软电缆或电线在进入 SPD 时受到过度弯曲。

防止过度弯曲的护套应采用绝缘材料制成,并采用可靠的固定方法。

螺旋状的金属弹簧,无论是裸金属还是覆盖有绝缘材料,均不应用作电线护套。

通过检查和用图 9 的试验装置进行弯曲试验来检查其是否符合要求。

单位为毫米

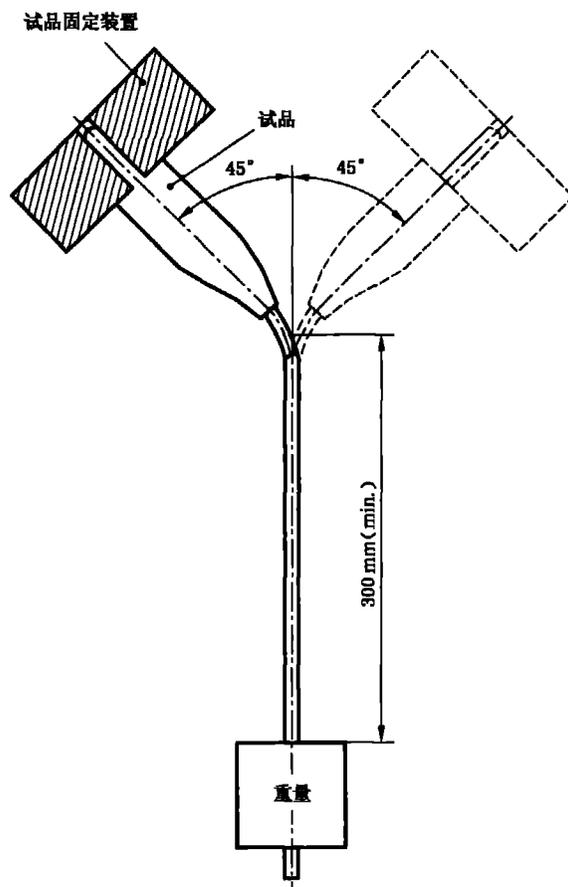


图 9 弯曲试验装置

试验使用新的试样。

试样固定在试验装置的摆动机构上。当它在中间位置时,进入试样处的软电缆或电线的轴线处于垂直位置;并通过摆动轴。

SPD 应这样定位,通过调节摆动机构的固定部件与摆动轴之间的距离,使试验装置的摆动机构在整个摆动过程中电线所作的横向移动最小。

为了通过实验易于找出在试验时电线横向移动最小的安装位置,弯曲装置的构造应能使安装在摆动机构上 SPD 的各种不同支架易于调节。

电缆或电线加重物作负载,使所加的力为:

- 20 N,用于标称截面积超过 0.75 mm^2 的 SPD;
- 10 N,用于其他 SPD。

导线通以 SPD 额定电流或下列电流,两者中取较小者:

- 16 A,用于标称截面超过 0.75 mm^2 的 SPD;
- 10 A,用于 0.75 mm^2 标称截面的 SPD;
- 2.5 A,用于标称截面小于 0.75 mm^2 的 SPD。

导线间的电压等于试品的额定电压。

摆动机构在 90° 的角度(垂直轴线两边各 45°)内摆动,弯曲的次数是 10 000 次,弯曲的速率是 60 次/min。

向前摆动一次或向后摆动一次均为一次弯曲。

带圆截面电缆或电线的试品弯曲 5 000 次后,在摆动机构内转过 90°,带扁平电线的试品仅在与包含导线轴线的平面垂直的方向进行弯曲。

在弯曲试验时:

- 电流不得中断,
- 导线之间不得短路。

如果电流达到 SPD 的试验电流 2 倍时,则认为软电缆或电线导线之间发生了短路。

试品通以额定电流的试验电流时,每个触点与对应导线间的电压降不应超过 10 mV。

试验后,护套(如有的话)不应与本体分开,电缆或电线的绝缘不应有磨损现象,导线的断线丝不应刺穿绝缘以致于变成易触及的。

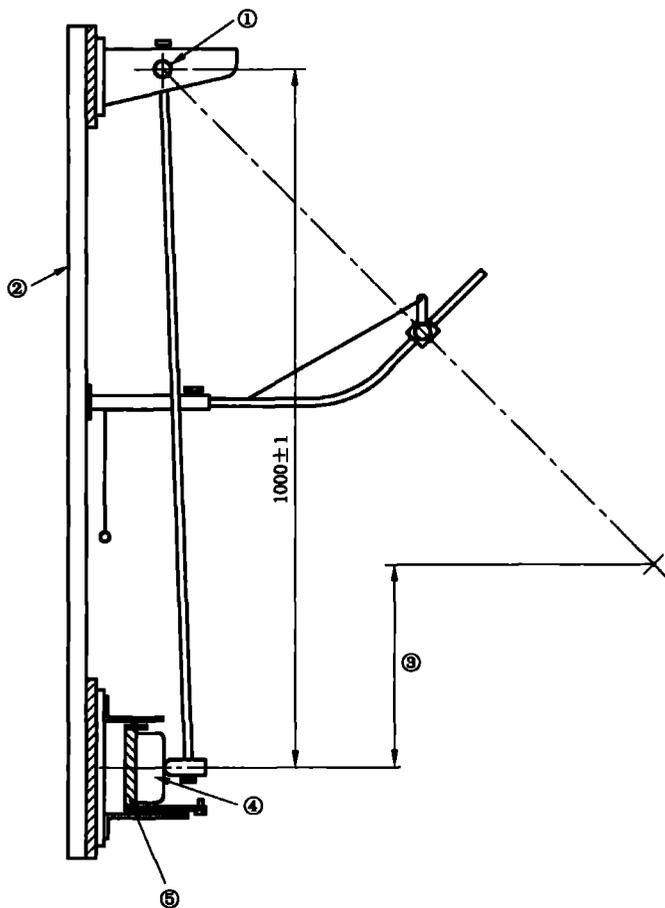
7.9.2 机械强度

7.9.2.1 SPD 应具有足够的机械强度,以使其能承受安装和使用过程中遭受的机械应力。

通过下列试验来检验其是否符合要求:

用图 10 所示的撞击试验装置对试品进行撞击试验。

单位为毫米

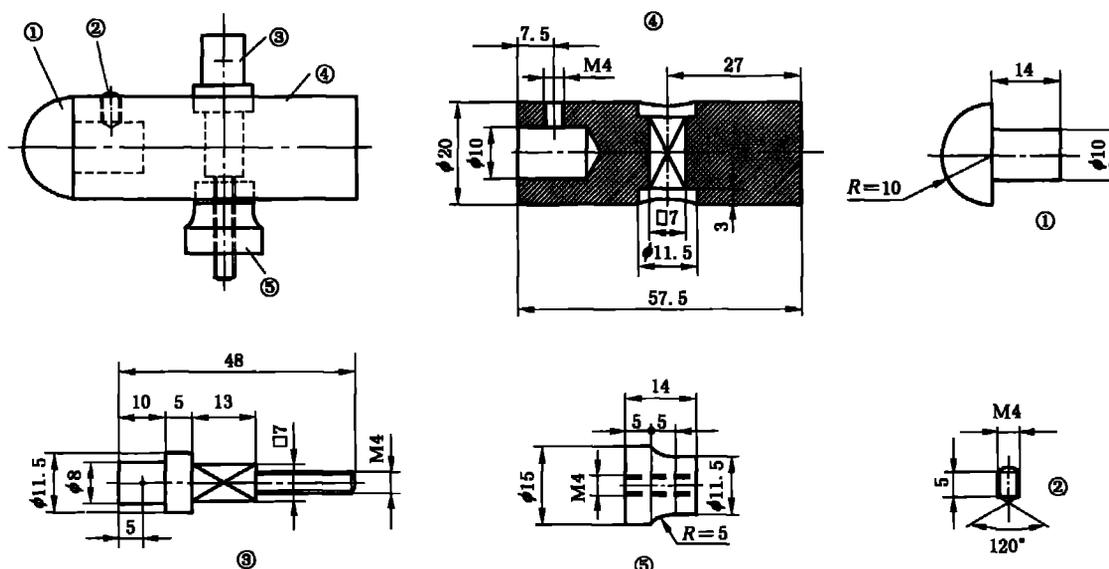


- ①——摆;
- ②——框架;
- ③——下落高度;
- ④——试品;
- ⑤——安装架。

a) 试验装置

图 10 撞击试验装置

单位为毫米



部件的材料:

①——聚酰胺;

②,③,④,⑤——Fe360 钢。

b) 储能摆锤的撞击元件

图 10(续)

撞击元件的头部有一个半径为 10 mm 的半圆形球面,它是由洛氏硬度为 HR100 的聚酰胺材料制成,质量为 $150 \text{ g} \pm 1 \text{ g}$ 。

它被刚性地固定在一根外径为 9 mm,壁厚为 0.5 mm 的钢管下端,钢管上端可在转轴上转动,使它只能在一个垂直平面上摆动。

转轴的轴线是在撞击元件轴线上方 $1000 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ 处。

确定撞击元件头部的洛氏硬度时,可使用球的直径为 $12.7 \text{ mm} \pm 0.0025 \text{ mm}$;起始载荷为 $100 \text{ N} \pm 2 \text{ N}$ 和过载荷为 $500 \text{ N} \pm 2.5 \text{ N}$ 。

注:关于确定塑料洛氏硬度的补充说明见 ISO 2039-2。

试验装置应设计为:必须将 $1.9 \text{ N} \sim 2.0 \text{ N}$ 之间的力施加到撞击元件的表面上,才能使钢管保持在水平位置。

将试样安装在一块 8 mm 厚,长宽均约为 175 mm 的层压板上,层压板上下两边固定在刚性托架上。

移动式 SPD 的试验像固定式 SPD 一样,但用辅助装置把它固定在层压板上。

安装支架的质量应为 $10 \text{ kg} \pm 1 \text{ kg}$,它应安装在一个刚性框架上。

安装支架应设计为:

——试样能这样放置,使撞击点位于通过转轴轴线的垂直平面上。

——试样能够在水平方向移动,并且能绕着一根与层压板表面垂直的轴线转动。

——层压板能绕着一根垂直轴线转动。

嵌入式 SPD 安装在一个铁树木或类似机械特性的材料制成的基座的凹槽内,再整个固定在层压板上(SPD 不在其相应的安装盒中试验)。

如果使用木板,则木板纤维的方向应垂直于撞击的方向。

螺钉固定的嵌入式 SPD,应用螺钉固定在嵌入基座的凸缘上。卡爪固定的嵌入式 SPD 应用卡爪固定在基座上。

在撞击实施前,应用表 12 规定值 2/3 的扭矩把底座和盖子的固定螺钉拧紧。

试品安装应使撞击点位于通过转轴轴线的垂直平面上。

撞击元件允许从表 13 规定的高度落下。

表 13 用于撞击要求的下落距离

下落高度 mm	受撞击的外壳部件	
	普通 SPD ^a	其他 SPD
100	A 和 B	—
150	C	A 和 B
200	D	C
250	—	D

^a 普通 SPD,即按正常使用要求安装在垂直表面时,防护等级为 IPX0 或 IPX1 的,其他 SPD,指防护等级高于 IPX1 的 SPD。(见 GB 2099.1 中表 21)

注:
 A——前面部件,包括凹进部件。
 B——正常安装后,从安装表面突出小于 15 mm(从端算起的距离)的部件,除了上面的部件 A。
 C——正常安装后,从安装表面突出大于 15 mm 而小于 25 mm(从端算起的距离)的部件,除了上面的部件 A。
 D——正常安装后,从安装表面突出大于 25 mm(从端算起的距离)的部件,除了上面的部件 A。

下落高度取决于试品离安装表面最突出部分,并施加在试品的所有部分,除 A 部分以外。

下落高度是摆释放时测试点位置与撞击瞬间测试点位置之间的垂直距离。测试点是标志在撞击元件表面上的一点,该点是通过钢管摆的轴线和撞击元件的轴线的交点并垂直于该两轴线构成的平面的直线与撞击元件表面的交点。

试品受到的撞击是均匀的分布在试品上。敲落孔不施加撞击。

施加下列撞击:

——对于 A 部件,撞击 5 次:1 次在中心。试品水平移动后:在中心和边缘间薄弱的点各 1 次;然后把试品绕它的垂直于层压板的轴线转过 90°之后,在类似的点各 1 次。

——对于 B(适用时),C 和 D 部件,4 次撞击:

- 在层压板转过 60°后,在试品的一侧面撞击 1 次,保持层压板的位置不变,试品绕它的垂直于层压板的轴线转过 90°之后,在试品的另一侧面撞击 1 次;
- 把层压板往相反方向转过 60°,对试品的其他两侧面各撞击 1 次。

试验后,试品应无本部分含义内的损坏。尤其是带电部件应不易被标准试验指触及。

对于外表的损坏以及不导致爬电距离或电气间隙减少的小的压痕和不会对防触电保护或防止水的有害进入产生不利影响的小碎片均可忽略不计。

用正常或校正视力,不采用附加的放大手段不可见的裂缝,玻璃纤维增强模塑件及类似材料表面裂缝可以忽略。

7.9.2.2 移动式 SPD 在图 11 所示滚筒中试验。

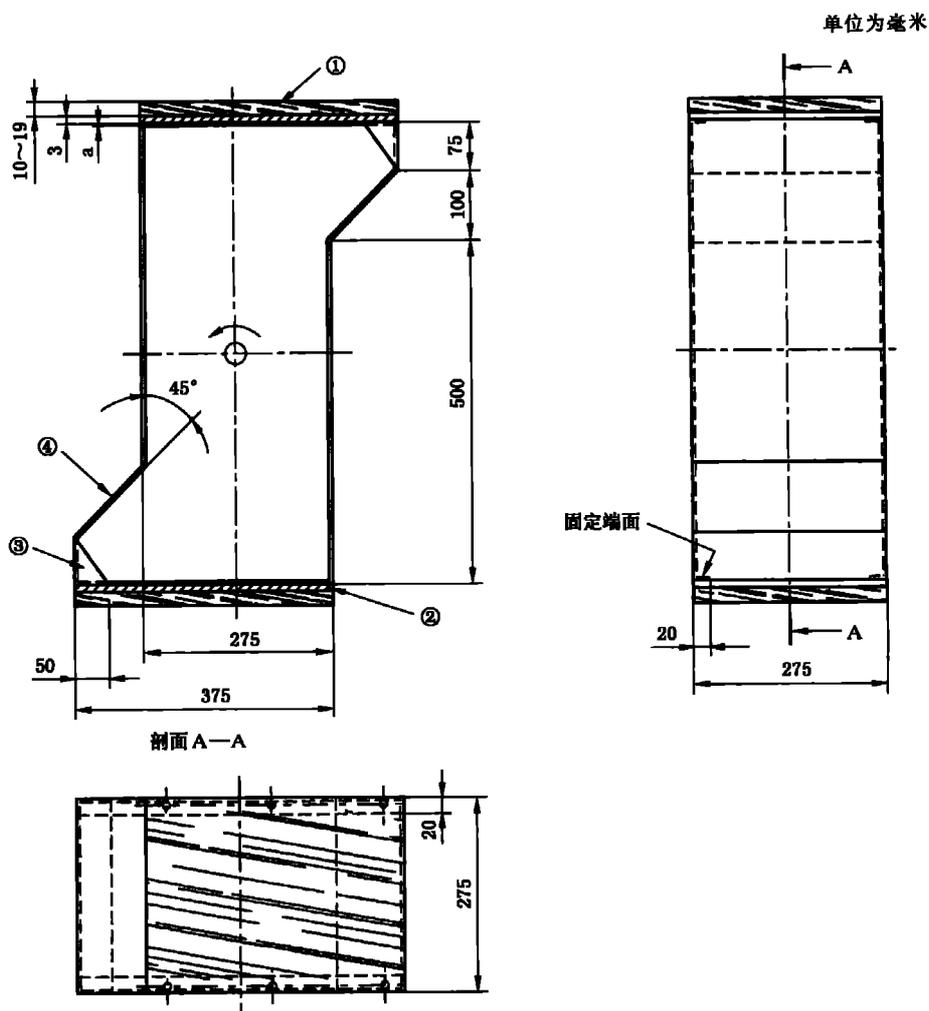
可拆线 SPD 连接制造厂规定的软电缆或电线,自由长度大约为 100 mm。

用表 12 规定值 2/3 的扭矩拧紧接线端子的螺钉和装配螺钉。

不可拆线的 SPD 按供货状态进行试验,软电缆或电线截短至露出 SPD 约 100 mm 长。

试品从 500 mm 高度下落至 3 mm 厚的钢板上,落下次数为:

- 1 000,如果试品质量(不带电缆或电线)不超过 100 g;
- 500,如果试品质量(不带电缆或电线)超过 100 g,但不超过 200 g;
- 100,如果试品质量(不带电缆或电线)超过 200 g。



- ①——木块；
- ②——钢；
- ③——橡皮；
- ④——塑料薄板。

▪ 旋转筒的本身由 1.5 mm 厚的钢板制成。

图 11 滚筒

滚筒以 5 次/min 的速率旋转,使试品每分钟下落 10 次。每次仅一个试品在滚筒里进行试验。试后,试品应没有损坏,尤其是:

- 任何部件不应分离或松动。
- 应不能触及带电部件,即使用标准试验指施加不超过 10 N 的力也不应触及。

试后检查,对软电缆或电线的连接应特别注意。只要电击保护不受影响,允许有小的碎片碎裂。不减小爬电距离或电气间隙的外观损害和小的凹痕可忽略不计。

用 7.5 的试验确定限制电压。

7.5.2 的试验仅在 I_n 下进行,7.5.4 和 7.5.5 的试验仅在 U_∞ 下进行。

对 7.5.3 的试验,应采用 10 次测量峰值的最大值。

如果限制电压低于或等于 U_p ,则试品通过试验。

然后,试品连接至额定频率和最大持续工作电压 U_n 的电源,试验变压器至少应具有 200 mA 的短路电流能力,除非制造厂提出另外的电流值。测量流过试品的电流,其阻性分量(在正弦波峰值处测量)不应超过 1 mA。

7.9.3 耐热

7.9.3.1 SPD 在温度为 $100^\circ\text{C} \pm 2\text{K}$ 的加热箱中保持 1 h。内部组装的任何密封化合物不应流出。冷却后,试品按正常使用条件安装,应不可能触及任何带电部件,即使用标准指施加一个不超过 5 N 的力也不可触及。

即使 SPD 的脱离器打开,也可认为 SPD 已通过试验。

7.9.3.2 SPD 中用绝缘材料制成的外部零件用图 12a)和图 12b)所示的试验装置进行球压试验。

绝缘材料制成的把载流部件和接地电路的部件保持在其位置上必须的外部零件,在一个温度为 $125^{\circ}\text{C} \pm 2\text{K}$ 的加热箱中进行试验。

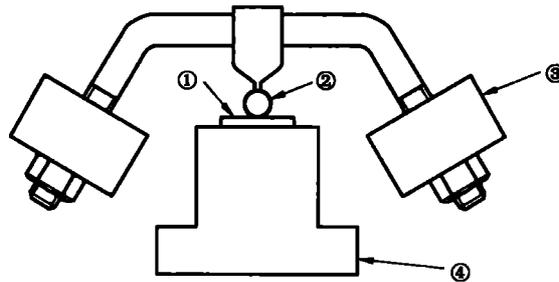
绝缘材料制成的不是把载流部件和接地电路的部件保持在其位置上必须的外部零件,即使这些零件与它们相接触,试验在 $70^{\circ}\text{C} \pm 2\text{K}$ 的加热箱中进行。

把被试品适当地固定,使其表面处于水平位置,把一个直径 5 mm 的钢球用 20 N 的力压此表面。

1 h 后,把钢球从试品上移开,然后把试品浸入冷水中使其在 10 s 内冷却至环境温度。

测量由钢球形成的压痕直径不应超过 2 mm。

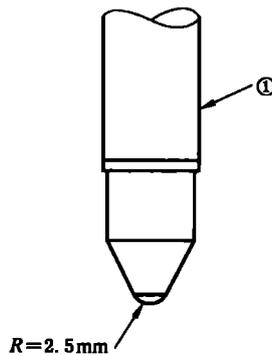
注:陶瓷材料的部件可不进行此项试验。



- ①——试品;
- ②——压力球;
- ③——重物;
- ④——样品支架。

a) 球压试验装置

单位为毫米



- ①——载荷杆。

b) 球压试验的载荷杆

图 12 球压试验装置

7.9.4 耐非正常热和耐燃

灼热丝试验应按 GB/T 5169.10 中第 4 章~第 10 章在下列条件下进行:

——对于 SPD 中用绝缘材料制成的把载流部件和保护电路的部件保持在位置上必需的外部零件,试验应在 $850^{\circ}\text{C} \pm 15\text{K}$ 温度下进行。

——对于所有由绝缘材料制成的其他零件,试验应在 $650^{\circ}\text{C} \pm 15\text{K}$ 温度下进行。

就本试验而言,平面安装式 SPD 的基座可看作是外部零件。

对陶瓷材料制成的部件不进行此试验。

如果绝缘件是由同一种材料制成,则仅对其中一个零件按相应的灼热丝试验温度进行试验。

灼热丝试验是用来保证电加热的试验丝在规定的试验条件下不会引燃绝缘部件,或保证在规定的条件下可能被加热的试验丝点燃的绝缘材料部件在一个有限的时间内燃烧,而不会由于火焰或燃烧的部件或从被试部件上落下的微粒而蔓延火焰。

试验在一个试品上进行。

在有疑问的情况下,可再用两个试品重复进行此项试验。

试验时,施加灼热丝一次。

试验期间,试品处于其规定使用的最不利的位置(被试部件的表面处于垂直位置)。

考虑加热元件或灼热元件可能与试品接触的使用条件,灼热丝的顶端应施加在试品规定的表面上。

如果符合下列条件,试品可看作通过了灼热丝试验:

- 没有可见的火焰和持续火光,或
- 灼热丝移开后试品上的火焰和火光在 30 s 内自行熄灭。

不应点燃薄棉纸或烧焦松木板。

7.9.5 验证电气间隙和爬电距离

确定电气间隙和爬电距离时,不考虑放电间隙电极之间的距离。

7.9.5.1 户外型 SPD

带电部件和地之间的电气间隙和爬电距离不应小于表 14 规定的值。

表 14 户外型 SPD 的电气间隙和爬电距离

SPD 最大持续工作电压/V	最小电气间隙/mm	绝缘材料的爬电距离 ^a /mm	
		CTI≥600	400≤CTI≤600
<450	3	6	7.5
450~600	5.5	12	15.5
600~1 200	8	20	25
1 200~1 500	10	30	40

^a 如果污染等级低于 4 或通过污染试验,可以采用其他值。

注: 这些值是基于 GB/T 16935.1,海拔高度低于 2 000 m,污染等级 4 和非均匀电场条件。相比漏电起痕指数 (CTI)值按 GB/T 4207 方法 A。

7.9.5.2 户内型 SPD

电气间隙和爬电距离不应小于表 15 规定的值。

表 15 户内型 SPD 的电气间隙和爬电距离

SPD 持续工作电压	<100 V	100 V ~200 V	200 V ~450 V	450 V ~600 V	600 V ~1 200 V	1 200 V ~1 500 V
	电气间隙(单位为毫米(mm))					
1) 不同极的带电部件之间	1	2	3	5.5	8	12
2) 带电部件与						
——安装 SPD 时必须拆卸的固定盖的螺钉或其他工件之间	1	2	3	5.5	8	12
——安装表面(注 2)	2	4	6	11	16	24
——安装 SPD 的螺钉或其他工件之间(注 2)	2	4	6	11	16	24
——壳体之间(注 1 和注 2)	1	2	3	5.5	8	12
3) 脱离器机构的金属部件与						
——壳体之间(注 1)	1	2	3	5.5	8	12
——安装 SPD 的螺钉或其他工具	1	2	3	5.5	8	12
爬电距离(单位为毫米(mm))						
4) 不同极的带电部件之间	1	2	3	5.5	8	12
5) 带电部件与						
——安装 SPD 时必须拆卸的固定盖的螺钉或其他工件之间	1	2	3	5.5	8	12
——安装 SPD 的螺钉或其他工件之间	2	4	6	11	16	24
——壳体之间(注 1)	1	2	3	5.5	8	12

注 1: 定义见 7.9.7.2。

注 2: 如果 SPD 的带电部件与金属隔板或 SPD 安装平面之间的电气间隙和爬电距离仅与 SPD 的设计有关,使得 SPD 在最不利的条件下(甚至在金属外壳内)安装,其电气间隙和爬电距离也不会减少时,则采用第一和第四行的值就足够了。

7.9.5.2.1 试验:测量

不接导线以及连接制造厂规定的最大截面积的导线时,测量电气间隙和爬电距离。

假定螺母和非圆头螺钉是拧紧在最不利位置,如果有隔板,电气间隙沿着隔板测量;如果隔板由不连接在一起的两部分组成,电气间隙通过分隔的间隙测量。绝缘材料制成的外部零件的槽和孔的爬电距离测量至可触及表面覆盖的金属箔之间的距离:测量时金属箔不能压入孔内。用试验指(见7.9.1)将它推进角落和类似的地方。

如果在爬电距离路径上有槽,只有在槽宽至少为1 mm时,才把槽的轮廓计入爬电距离;槽小于1 mm,仅考虑其宽度。

如果隔板由不粘合在一起的两部分组成,爬电距离通过分开的间隙测量。如果带电部件与隔板相应表面之间的空气间隙小于1 mm,仅考虑通过分隔表面的距离,把它看作爬电距离。否则,把整个距离,即空气隙和通过分隔表面的距离之和看作电气间隙。如果金属部件被至少2 mm厚自硬性的树脂覆盖,或如果能承受7.9.8的试验电压的绝缘覆盖,则不需要测量爬电距离和电气间隙。

7.9.5.2.2 填充物不应满过槽孔的边缘,而应牢固地附着在槽孔壁及其中的金属物上。

试验:目检和不使用工具即可取出填充物。

7.9.6 耐漏电起痕

对陶瓷制作的绝缘材料,或爬电距离至少等于7.9.5规定值的2倍时,本试验不适用。

试验采用GB 4207溶液A,试验电压为175 V。

7.9.7 绝缘电阻

试验按照GB 10963。

7.9.7.1 试品按以下要求准备:

试品如有附加的进线孔,则全部打开;如有敲落孔,则打开其中一个孔。把不借助工具就能拆卸的盖和其他部件取下,如有必要同样进行耐潮试验。潮湿处理应在相对湿度保持为91%~95%的潮湿箱中进行。放置试品处的空气温度保持在20℃~30℃之间的任一合适温度 $T \pm 1^\circ\text{C}$ 内。试品在放入潮湿箱之前,应预热至 T 和 $(T+4)$ 温度之间。

试品应在潮湿箱中保持2天(48 h)。

注1:大多数情况下,试品在进入潮湿箱前应在所要求的温度下至少保持4 h,即能达到这个温度。

注2:潮湿箱中放置硫酸钠(Na_2SO_4)或硝酸钾(KNO_3)的饱和水溶液,并使其与箱内空气有一个足够大的接触面,就可获得91%~95%的相对湿度。

7.9.7.2 潮湿试验后经30 min~60 min,施加500 V的直流电压60 s后测量绝缘电阻。

把被拆下的部件重新装好后,在潮湿箱或在使试品达到规定温度的房间里进行测量。

按下列要求进行测量:

- a) 在所有互相连接的带电部件和SPD易偶尔接触的壳体之间。

本试验术语“壳体”包括:

- 所有容易触及的金属部件和按正常使用安装后可触及的绝缘材料表面覆盖的金属箔。
- 安装SPD的平面,如有必要,该表面可覆盖金属箔。
- 把SPD固定在支架上的螺钉和其他工件。

对于这些测量,金属箔应这样覆盖,使可能存在的模铸件也受到有效的试验。

- b) 在SPD主电路的带电部件和辅助电路的带电部件(如果有的话)之间。

绝缘电阻应不低于:

- 5 M Ω ——对于a)项的测量结果,
- 2 M Ω ——对于b)项的测量结果。

7.9.8 介电强度

户外型SPD在外壳的接线端间试验,不带内部零件。

试验时, SPD 应按 GB/T 16927.1 进行喷淋。

户内型 SPD 按 7.9.7.2 的 a) 和 b) 所述进行试验。

按表 16 用交流电压对 SPD 进行试验。开始时电压不超过所要求的交流电压的一半, 然后在 30 s 内增加至全值, 并保持 1 min。

不应发生闪络和击穿, 然而如果在放电时电荷电压的变化小于 5% 可允许局部放电。

试验用电源变压器应设计成在开路的接线端子间调整到试验电压后, 如把接线端子短路, 至少应流过 200 mA 的短路电流。过电流继电器(如有的话)只有当试验电流超过 100 mA 时才动作。测量试验电压的装置应具有 ±3% 的精度。

辅助电路按 GB 14048.5 进行试验。

表 16 介电强度

SPD 持续工作电压/V	交流试验电压/kV
$U_c \leq 100$	1.1
$U_c \leq 200$	1.7
$U_c \leq 450$	2.2
$U_c \leq 600$	3.3
$U_c \leq 1\ 200$	4.2
$U_c \leq 1\ 500$	5.8

7.9.9 防止固体物进入和水的有害进入

按照 GB 4208 进行试验和校核 IP 等级。

8 常规和验收试验

8.1 常规试验

应进行适当的试验来验证 SPD 能满足其性能要求。制造厂应规定试验方法。

测量 U_c 下的 I_c 值, 应小于制造厂的规定值。

8.2 验收试验

验收试验按制造厂和用户的协议进行。

当用户在购货协议中规定了验收试验时, 应抽取最接近供货 SPD 数量立方根又小于立方根的整数进行下列试验。任何试品数量或试验型式的变更应由制造厂和用户协商。

如果没有其他规定, 下列试验被规定作为验收试验:

- a) 按 7.2 的规定, 检查标识;
- b) 按 7.2 的规定, 检查标志;
- c) 验证电气参数(例如按 7.5 的限制电压)。

附录 A
(资料性附录)

应用 I 级试验时对 SPD 的考虑

讨论 SPD 的应力,必须考虑直接雷电电流在建筑物内的分布。

为了确定配备外部防雷系统的建筑遭到直接雷电时通过 SPD 的电流分布,通常采用接地体的欧姆电阻就足够精确,例如:建筑物接地、管道、配电系统接地等。图 A.1 为电流分布的典型例子。

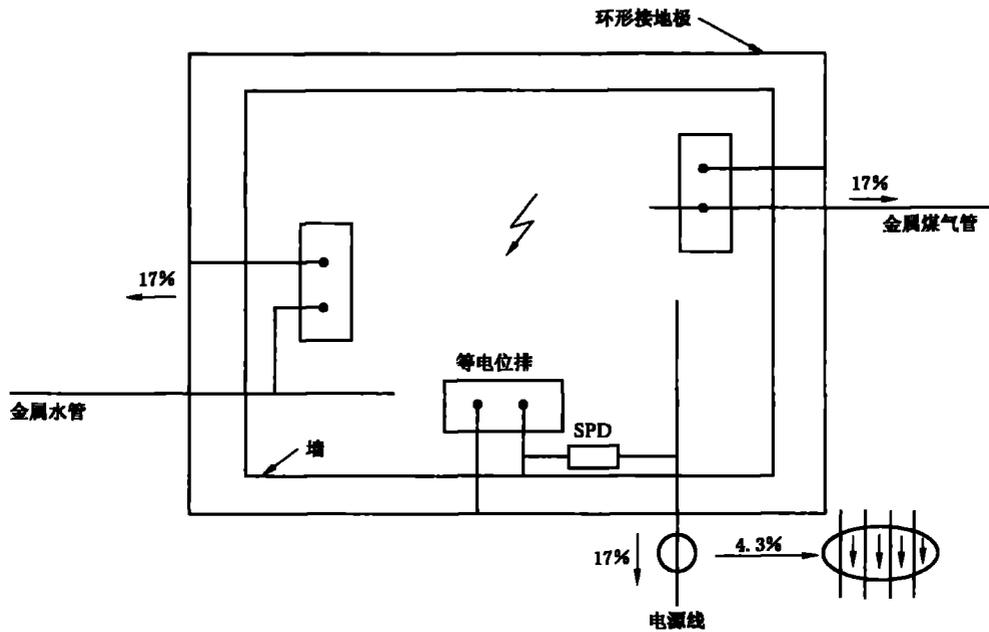


图 A.1 一般雷电电流的分布

在不可能单独估算(例如计算)的场合,可以假定总雷电电流 I 的 50% 流入考虑的建筑物防雷系统的接地端。另外 50% 电流,称为 I_s ,在进入建筑物的设施中分配,例如,外部导电部件、电源线和通信线等。流过这些设施的电流值称为 I_1 :

$$I_1 = I_s/n \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中 n 是设施的数量。

在估算非屏蔽电缆中每个导线的电流(称为 I_v)时,用导线的根数 m 除电缆电流 I_1 ,即:

$$I_v = I_1/m \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

至于屏蔽电缆,通常大部分电流通过屏蔽层。优选值 I_{peak} 相当于 I_v 。

注 1: 架空线上直接雷击可以用相似方法考虑。

注 2: IEC 61312-1 中的试验参数代表了雷电的特征。

注 3: IEC 61312-1 的表 C.1 与本部分表 3 不同,因为 W/R 不是对试验 SPD 密切有关的参数。

附录 B
(规范性附录)
TOV 值

试验程序与 SPD 按制造厂规定的安装说明在低压电源设备系统中预期使用模式有关,见表 B.1。

表 B.1 TOV 值

使用模式	按分条款要求的试验	
	5 s 的最小 U_T (7.7.6.1)	200 ms 的 TOV 值 (7.7.4)
TN-系统		
连接至 L-(PE)N 或 L-N	$1.45U_0$	
连接至 N-PE		
连接至 L-L		
TT-系统		
连接至 L-PE	$\sqrt{3}U_0$	$1\ 200\text{ V}+U_0$
连接至 L-N	$1.45U_0$	
连接至 N-PE		$1\ 200\text{ V}$
连接至 L-L		
IT-系统		
连接至 L-PE		$1\ 200\text{ V}+U_0$
连接至 L-N	$1.45U_0$	
连接至 N-PE		$1\ 200\text{ V}$
连接至 L-L		
TN,TT 和 IT 系统		
连接至 L-PE	$\sqrt{3}U_0$	$1\ 200\text{ V}+U_0$
连接至 L-(PE)N	$1.45U_0$	
连接至 N-PE		$1\ 200\text{ V}$
连接至 L-L		

注:带接地的中性线的单相三线系统和三相四线系统中的 SPD(北美设备系统中常用)的值待定。

参 考 文 献

- GB 11032—2000 避雷器 第4部分:交流系统用无间隙金属氧化物避雷器。(eqv IEC 60099-4:1991)
- GB 16916.1—1997 家用和类似用途的不带过电流保护的剩余电流动作断路器(RCCBs)第1部分:一般规则(idt IEC 61008-1:1996)
- IEC 60950:1991 信息技术设备的安全
- IEC 61312-1:1995 雷电电磁冲击防护 第1部分:一般规则
- ISO 2039-2:1987 塑料-硬度的确定 第2部分:洛氏硬度
- IEEE C62.45:1992 连接低压交流电路设备浪涌试验导则
-

