



中华人民共和国气象行业标准

QX/T 10.3—2019
代替 QX/T 10.3—2007

电涌保护器 第 3 部分:在电子系统信号网络中的选择 和使用原则

Surge protective devices—
Part 3: Selection and application principles of surge protective devices
connected to signaling networks of electronic systems

2019-12-26 发布

2020-04-01 实施

中 国 气 象 局 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 被保护的系统和设备	3
4.1 被保护的电子系统	3
4.2 被保护电子设备的耐受特征	4
5 SPD 分类、技术参数和使用条件	5
5.1 SPD 的分类	5
5.2 基本参数及可能影响系统正常运行的参数	5
5.3 使用条件	6
6 SPD 的选择	6
6.1 评估	6
6.2 防雷区与 SPD 安装位置	6
6.3 SPD1 的选择	8
6.4 SPD2(3...)的选择	9
6.5 多用途 SPD 的选择	10
6.6 SPD 的限制电压与被保护系统的兼容性	10
7 SPD 的使用安装	11
7.1 单端口 SPD 连接导线和连接要求	11
7.2 多接线端子 SPD 的连接	13
7.3 由振荡和行波产生的保护距离 l_{po}	13
7.4 雷电感应过电压对建筑内部系统的影响	13
7.5 SPD 之间及 SPD 和被保护设备之间的配合	14
附录 A(资料性附录) 限压元件	15
A.1 电压限制型元件(箝压元件)	15
A.2 电压开关型元件	16
附录 B(资料性附录) 限流元件	19
B.1 电流中断型元件	19
B.2 电流降低型元件	20
B.3 电流分流型元件	21
附录 C(规范性附录) 与电子系统有关的传输特性	23
附录 D(资料性附录) 风险管理	26
D.1 风险识别和分析	26
D.2 由雷电闪击引起的风险	29
D.3 由于电力线故障引起的风险	31
附录 E(资料性附录) MSPD 的选择和使用安装	33
附录 F(资料性附录) SPD 之间及 SPD 与电子设备之间的配合	35

QX/T 10.3—2019

F.1 一般要求 35

F.2 确定 U_{IN} 和 I_{IN} 35

F.3 确定 SPD1 的输出保护电压和电流波形 35

F.4 比较 SPD1 和 SPD2 的值 35

F.5 通过测试来验证配合的必要性 36

参考文献 37

前 言

QX/T 10《电涌保护器》分为四个部分:

- 第1部分:性能要求和试验方法;
- 第2部分:在低压电气系统中的选择和使用原则;
- 第3部分:在电子系统信号网络中的选择和使用原则;
- 第4部分:在光伏系统直流侧的选择和使用原则。

本部分为 QX/T 10 的第3部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 QX/T 10.3—2007《电涌保护器 第3部分:在电子系统信号网络中的选择和使用原则》。与 QX/T 10.3—2007 相比,除编辑性修改外主要技术变化如下:

- 删除了引言部分;
- 修改了范围(见1,2007年版的1);
- 修改了规范性引用文件(见2,2007年版的2);
- 修改了以下的术语及其定义:电子系统(见3.1,2007年版的3.1)、限压元件(见3.4,2007年版的3.3)、限流元件(见3.5,2007年版的3.4)、额定冲击耐受电压(见3.6,2007年版的3.11)、插入损耗(见3.7,2007年版的3.12)、回波损耗(见3.8,2007年版的3.13)、误码率(见3.9,2007年版的3.16)、纵向平衡(见3.10,2007年版的3.17)、近端串扰(见3.11,2007年版的3.18)、可恢复限流(见3.13,2007年版的3.8)、自恢复限流(见3.14,2007年版的3.9)等;
- 增加了以下术语及其定义:电涌保护器(见3.2)、多用途 SPD(见3.3)、防雷区(见3.15);
- 删除了以下术语及其定义:雷电防护级别(见2007年版的3.2)、无限流元件的 SPD(见2007年版的3.5)、SPD 的频率范围(见2007年版的3.14)、SPD 数据传输速率(见2007年版的3.15)等;
- 修改了被保护电子系统的相关技术参数(见4.1,2007年版的4.1);
- 修改了常用电子设备工作电压与 SPD 额定工作电压的对应关系(见4.2.3,2007年版的4.2.3),将电子设备改为信号网络设备,额定工作电压改为最大持续工作电压;
- 将电涌保护器的主要技术参数修改为选择 SPD 时应考虑的分类、使用条件和主要技术参数(见第5章,2007年版的第5章),修改了 SPD 的分类(见5.1),使用条件部分增加了扩展温度范围和扩展湿度范围,修改了非正常使用条件内容(见5.2,2007年版的5.2.1),将 SPD 的基本工作参数改为最大持续工作电压 U_c 、电压保护水平 U_p 、冲击复位(如果适用)、绝缘电阻、额定电流(见5.3,2007年版的5.2.2),将 SPD 可能会影响网络传输性能的参数改为分布电容、插入损耗、回波损耗、纵向平衡、近端交扰(NEXT)、误码率(BER)(见5.3,2007年版的5.3),删除了串联电阻、特性阻抗、传输速率、频率范围(见2007年版的5.3);
- 修改了耦合方式和 SPD 按不同测试方法分类选用示例(见表D.1,2007年版的表5),将连接在线路附近的雷击 S4 的电流波形由 $5/300\ \mu\text{s}$ 改为 $5/320\ \mu\text{s}$,注中删除了由于距离增加可以显著减小场强,对于远距离雷电流的耦合效果可忽略;
- 将风险管理、雷击类型及损害和损伤类型放入 SPD 的选择这一章的第一部分(见6.1,2007年版的第6章);
- 修改了第7章总则注中 SPD 的安装要求(见6.1,2007年版的7.1);
- 修改了安装在防雷区交界处的配置示例(见图1,2007年版的图2),包括修改了部分说明条

QX/T 10.3—2019

款,增加了总等电位连接带(MEBB),在各防雷区的交界处的信号网络 SPD 后增加了(D1/D2、C2/B2、C1),信息技术设备后增加了(ITE);

- 修改了 SPD 在各防雷区交界处配置的示例(见图 2,2007 年版的图 3),修改了 2007 年版的图 3 中各级防护的电压值范围,删去了 0.5 kV 的界定;
- 修改了附录 A 中的部分元器件描述(见附录 A,2007 年版的附录 A);
- 修改了附录 B 中的部分元器件描述(见附录 B,2007 年版的附录 B);
- 修改了与电子系统有关的传输特性参数(见附录 C,2007 年版的附录 D);
- 修改了评估计算程序(见附录 D,2007 年版的附录 C);
- 增加了多用途 SPD 的内容(见附录 E)。

本部分由全国雷电灾害防御行业标准化技术委员会提出并归口。

本部分起草单位:黑龙江省气象灾害防御技术中心、北京雷电防护装置测试中心、深圳市气象服务中心、哈尔滨理工大学、江苏省气象灾害防御技术中心、上海冠图电气科技有限公司、宁夏中科天际防雷股份有限公司。

本部分主要起草人:吕东波、张春龙、张利华、邱宗旭、陈庆国、冯民学、赵军、臧绪运、高攀亮、李鹏飞、张峻、焦雪、吴蕴岭、董娜。

本部分所替代标准的历次版本发布情况为:

- QX/T 10.3—2007。

电涌保护器

第3部分:在电子系统信号网络中的选择和使用原则

1 范围

QX/T 10 的本部分规定了被保护的系统和设备,SPD 的分类、技术参数和使用条件,SPD 的选择和使用安装。

本部分适用于连接至额定电压交流值不超过 1000 V(r. m. s)或直流电压不超过 1500 V 的电子系统信号网络。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件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 18802.21—2016 低压电涌保护器 第 21 部分:电信和信号网络的电涌保护器(SPD) 性能要求和试验方法(IEC 61643-21:2012,IDT)

GB/T 21714.4—2015 雷电防护 第 4 部分:建筑物内的电气系统和电子系统(IEC 62305-4:2010,IDT)

GB 50057—2010 建筑物防雷设计规范

QX/T 10.1—2018 电涌保护器 第 1 部分:性能要求和试验方法

QX/T 10.2—2018 电涌保护器 第 2 部分:在低压电气系统中的选择和使用原则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电子系统 electronic system

含有敏感的电子部件的系统,如通信设备、计算机、控制和仪表系统、无线电系统和电力电子设备等。

[GB/T 21714.4—2015,定义 3.2]

3.2

电涌保护器 surge protective device;SPD

用于限制瞬态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。

注:SPD 具有适当的连接装置,是一个装配完整的部件。

[QX/T 10.1—2018,定义 3.1.1]

3.3

多用途 SPD multiservice SPD;MSPD

在同一外壳体内有两种或更多保护功能的电涌保护器,例如,在电涌条件下,可对电源、电信和信号提供保护,这些保护共用一个参考点。

[GB/T 18802.12—2014,定义 3.1.42]

QX/T 10.3—2019

3.4

限压元件 voltage-limiting device

并联在被保护线路上的非线性元件,其两端电压不超过 U_c 时呈高阻状态;当电涌电压超过 U_c 时其提供一个低阻抗的通路泄放电流来限制过电压。

注:常见的限压元件参见附录 A。

3.5

限流元件 current-limiting device

串联在被保护线路限制过电流的元件,它能阻断或降低流向被保护负载的过电流。

注:常见的限流元件参见附录 B。

3.6

额定冲击耐受电压 rated impulse withstand voltage

U_w

由设备制造单位对设备或设备的一部分规定的冲击耐受电压,它代表了设备的绝缘耐受过电压的能力。

注:本部分仅考虑在带电导线和接地之间耐受电压。

[GB/T 18802.12—2014,定义 3.1.47]

3.7

插入损耗 insertion loss

<电子系统信号网络>在系统中接入 SPD 前后系统的功率之比。

注:单位用 dB(分贝)表示。

[QX/T 10.1—2018,定义 3.1.37.1]

3.8

回波损耗 return loss

AR

在高频工作条件下,前向波在 SPD 插入点产生反射的能量与输出能量之比,它是衡量 SPD 与被保护系统波阻抗匹配程度的一个参数。

AR 是反射系数倒数的模量,单位为分贝(dB)。当阻抗能确定时, AR 可用下列公式确定:

$$AR = 20 \lg \text{MOD}[(Z_1 + Z_2)/(Z_1 - Z_2)]$$

式中:

Z_1 ——阻抗不连续点之前传输线的特性阻抗,即源阻抗;

Z_2 ——不连续点之后的特性阻抗或从源和负载间的结合点所测到的负载阻抗;

MOD——是阻抗模的计算,即绝对值。

[QX/T 10.1—2018,定义 3.1.51]

3.9

误码率 bit error ratio; BER

在单位时间内,信息传输系统中错误的传输比特数与总传输比特数之比。

[QX/T 10.1—2018,定义 3.1.48]

3.10

纵向平衡 longitudinal balance

骚扰的对地共模电压与受试 SPD 的合成差模电压之比。用来表示对共模干扰的敏感度。

[QX/T 10.1—2018,定义 3.1.52]

3.11

近端串扰 near-end crosstalk; NEXT

在受干扰信道中的交扰,其传播方向与干扰信道中的电流传播方向相反。在受干扰信道中产生的交扰,其端口通常与干扰信道的供能端接近或重合。

[QX/T 10.1—2018,定义 3.1.53]

3.12

非恢复限流 non-resettable current limiting

有限流功能的 SPD,它只具有一次限制电流的功能。限流元件多为熔丝,热熔线圈等。

3.13

可恢复限流 resettable current limiting

有限流功能的 SPD,它具有在骚扰电流消失后手动恢复原状的功能。

[QX/T 10.1—2018,定义 3.1.11]

3.14

自恢复限流 self-resetting current limiting

有限流功能的 SPD,它具有在骚扰电流消失后能自动恢复的功能。限流元件多为正温度系数(PTC)热敏电阻、PTC 陶瓷热敏电阻或 PTC 高分子热敏电阻。

[QX/T 10.1—2018,定义 3.1.12]

3.15

防雷区 lightning protection zone; LPZ

划分雷击电磁环境的一个区,一个防雷区的区界面不一定要有实物界面,如不一定要有墙壁、地板或天花板作为区界面。

[GB 50057—2010,定义 2.0.24]

4 被保护的系统和设备

4.1 被保护的电子系统

4.1.1 模拟信号系统(300 kHz 以下)

电话交换网(PSTN)、模拟仪表控制系统。

4.1.2 数字信号系统(1 MHz 级以上)

ISDN 网、xDSL 网、以太网、令牌环网、FF 总线(Foundation Fieldbus)、Profibus、HART、CAN 网、LonWorks 网。

4.1.3 视频系统

有线电视系统、视频监控系统等。

4.1.4 卫星通信系统

卫星通信系统一般由室内单元和室外单元组成,通过卫星转发器传输电视、数据等信号。

4.1.5 电子系统的传输特性

附录 C 给出了电子系统及其传输特性的资料。在选择连接至这些系统的 SPD 时应考虑这些传输特性。

QX/T 10.3—2019

4.2 被保护电子设备的耐受特征

4.2.1 电信网络额定冲击耐受电压 U_w 见表 1。

表 1 电信网络额定冲击耐受电压

设备名称	额定冲击耐受电压 U_w	试验波形	说明
信息网络中心室外信号线端口	0.5 kV	10/700 μ s	
	4.0 kV	10/700 μ s	仅适用于与长度大于 500 m 的非屏蔽双绞线相连的端口,ITU-T. K20 建议的“一次保护”可用于此端口。
	1.0 kV	10/700 μ s	仅适用于与长度大于 500 m 的非屏蔽双绞线相连的端口。
信息网络中心室内信号线端口	0.5 kV	复合波 $U_{oc}:1.2/50 \mu$ s $I_{sc}:8/20 \mu$ s	仅适用于与大于 10 m 的电缆相连时,冲击发生器的总输出阻抗应为 42 Ω 。
非信息网络中心室外信号线端口	4.0 kV	10/700 μ s	仅适用于与长度大于 500 m 的非屏蔽双绞线相连的端口,ITU-T. K20 建议的“一次保护”可用于此端口。
	1.0 kV	10/700 μ s	仅适用于与长度大于 500 m 的非屏蔽双绞线相连的端口。
非信息网络中心室内信号线端口	0.5 kV	复合波 $U_{oc}:1.2/50 \mu$ s $I_{sc}:8/20 \mu$ s	仅适用于与大于 10 m 的电缆相连时,冲击发生器的总输出阻抗应为 42 Ω 。
注:非信息网络中心指设备不在信息网络中心内运行,如无保护措施的本地区远端局(站)、商业区、办公室内,用户室内和街道等。 U_{oc} 是开路电压, I_{sc} 为短路电流。			

4.2.2 测量、控制和实验室内 I/O 信号/控制端口抗扰度试验的最低要求试验值见表 2。

表 2 抗扰度试验的最低要求试验值

端口	试验项目	试验值	说明
I/O 信号/控制	冲击电压试验	1.0 kV	适用于线一地或长距离线的情况。
直接与电源相连的 I/O 信号/控制	冲击电压试验	0.5 kV	适用于线一线。
		1.0 kV	适用于线一地。

4.2.3 常用信号网络设备额定工作电压与 SPD 最大持续工作电压的对应关系见表 3。

表 3 常用信号网络设备额定工作电压与 SPD 最大持续工作电压的对应关系参考值

序号	通信线类型	额定工作电压 V	SPD 最大持续工作电压 U_c V
1	DDN/X.25/帧中继	<6 或 40~60	18 或 80
2	xDSL	<6	18
3	2 M 数字中继	<5	6.5
4	ISDN	40	80
5	模拟电话线	<110	180
6	100 M 以太网	<5	6.5
7	同轴以太网	<5	6.5
8	RS232	<12	18
9	RS422/485	<5	6
10	视频线	<6	6.5
11	现场控制	<24	29
12	卫星通信中频系统	15~18	24

5 SPD 分类、技术参数和使用条件

5.1 SPD 的分类

连接至电子系统信号网络的 SPD 的分类参照 QX/T 10.1—2018 的表 4。

5.2 基本参数及可能影响系统正常运行的参数

用于保护信号网络,有电压限制功能的,或既有电压限制功能又有电流限制功能的 SPD 的基本工作参数如下:

- 最大持续工作电压 U_c ;
- 电压保护水平 U_p ;
- 冲击复位;(如果适用)
- 绝缘电阻;
- 额定电流。

SPD 应符合应用中的特定要求。某些 SPD 参数会影响网络的传输特性,参数如下:

- 分布电容;
- 插入损耗;
- 回波损耗;
- 纵向平衡;
- 近端串扰;
- 误码率。

SPD 应按 QX/T 10.1—2018 中规定项目进行试验。

在电子系统信号网络中选用 SPD 时,应根据制造商在 SPD 本体上,或因受标注面积限制而标志在

QX/T 10.3—2019

小包装或说明书上的可能影响网络传输性能的技术参数值来选用。在不同系统中可能影响网络传输性能的技术参数见表 4。

表 4 SPD 可能影响网络传输性能的技术参数

技术参数	模拟信号系统	数字信号系统	视频系统	卫星通信系统
分布电容		✓	✓	
插入损耗	✓(较小影响)	✓	✓	✓
回波损耗		✓	✓	✓
纵向平衡	✓	✓	✓	
近端串扰	✓	✓	✓	
误码率		✓		
注:“✓”表示该项是 SPD 可能影响网络传输性能的技术参数。				

5.3 使用条件

5.3.1 正常使用条件

周围空气温度在 -5°C 至 $+40^{\circ}\text{C}$ 之间。

环境温度在 $+40^{\circ}\text{C}$ 时,空气的相对湿度不超过 50%。在较低的温度下可以允许有较高的相对湿度,例如 20°C 时空气的相对湿度可达 90%。对于由于温度变化产生的凝露应采取特殊措施。

气压在 80 kPa 至 106 kPa 之间。

5.3.2 非正常使用条件

对置于非正常使用条件下的 SPD 可按照制造商和用户的协议确定,如周围空气温度扩展至 -40°C 至 70°C 时,应进行 QX/T 10.1—2018 的附录 M 中规定的试验。

6 SPD 的选择

6.1 评估

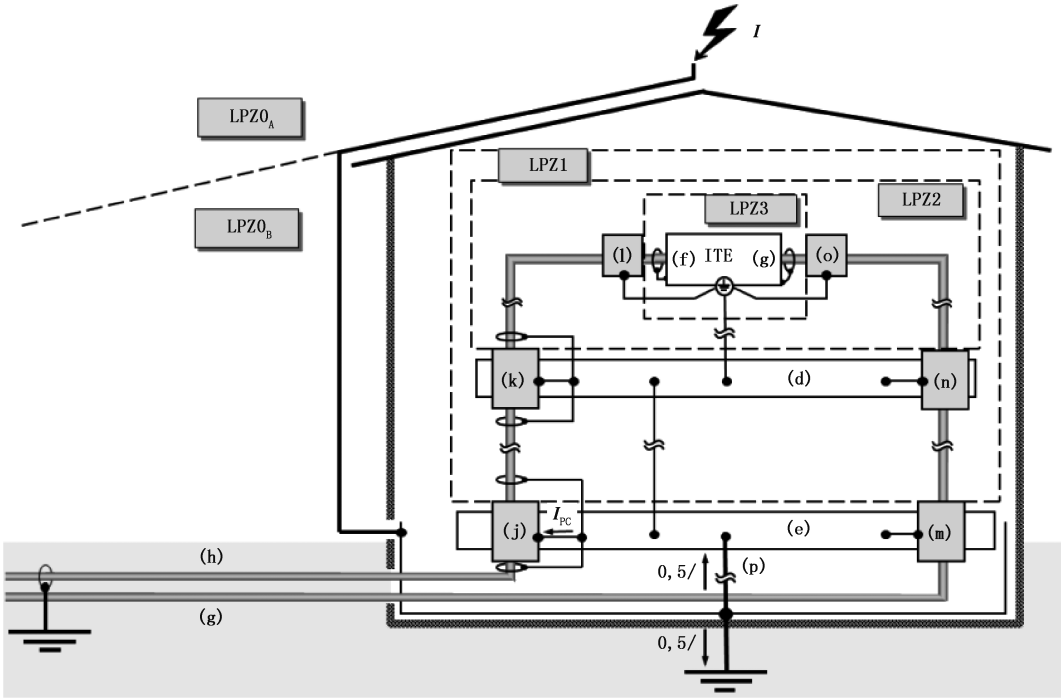
在电子系统中选择 SPD 时,首先应分析在电子系统中可能产生冲击源以及这些冲击源耦合进电子系统信号网络的方式,见图 1 所示,应根据耦合方式和雷击类型(参见附录 D 的 D.1.3)确定电子系统的损害和损失类型,对电子系统的风险进行识别和评估,风险管理可参见附录 D。在被保护的电子系统不存在 S1—S4 型雷击类型的可能和交流的干扰时,如电子系统的建筑物不属一、二、三类防雷建筑物,同时信号线缆埋地引入时,可以不安装 SPD。

注:信号线缆架空引入时,如当地年平均雷暴日数少于 25 d,也可以不安装 SPD。其中对公共服务连续性要求较高的场所,宜选用 SPD 进行保护。对于火灾、爆炸场所,宜选用密封型 SPD 进行保护。

6.2 防雷区与 SPD 安装位置

在电子系统中,SPD 应安装在图 1 所示的防雷区交界处。其中 SPD1 安装在 LPZ0/1 区交界处(j),SPD2 安装在 LPZ1/2 区交界处(k),SPD3 安装在 LPZ 2/3 区交界处(l)(见图 2)。是否需要安装多级 SPD,应根据 SPD1 的 U_p 能否满足被保护电子设备的冲击耐受性和电子设备的通信线缆布置情况而定(见 6.4)。

通常 SPD 应安装在各防雷区交界处,但由于工艺要求或其他原因,被保护设备的位置不一定恰好设在交界处,在这种情况下,当线路能承受所发生的电涌电压时,SPD1 可安装在被保护设备处,而线路的金属保护层或屏蔽层宜首先于防雷区界面处做一次等电位连接。



- 说明：
- (d) ——在防雷区 (LPZ1/2) 交界处的等电位连接带 (EBB)；
 - (e) ——总等电位连接带 (MEBB)；
 - (f) ——信息技术设备 (ITE) / 电信端口；
 - (g) ——电源线 / 电源端口；
 - (h) ——信息线路 / 电信通信线路 / 网络；
 - I_{pc} ——局部雷电流；
 - I ——全部雷电流；
 - (j), (k), (l) ——各防雷区的交界处的信号网络 SPD(D1/D2、C2/B2、C1)；
 - (m), (n), (o) ——各防雷区的交界处的低压电气系统 SPD(I、II、III 级试验产品)；
 - (p) ——接地连接导体；
 - LPZ0A—LPZ3 ——防雷区 0A—3 区。

图 1 SPD 安装在防雷区交界处的配置示例

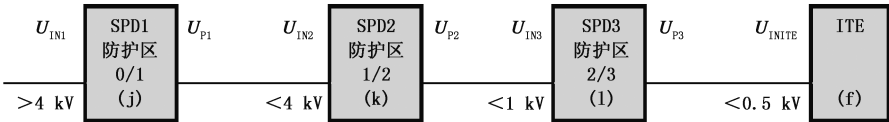


图 2 SPD 在各防雷区交界处配置的示例

QX/T 10.3—2019

6.3 SPD1 的选择

6.3.1 雷击类型为 S1 型时的选择

当雷电可能直击到建筑物上,在按 GB 50057—2010 划分的第一类防雷建筑物、第二类防雷建筑物和第三类防雷建筑物(含需防雷击电磁脉冲而该建筑物不属于第一、二、三类防雷建筑物且不处于其他建筑物或物体的保护范围内而宜按第三类防雷建筑物采取防直击雷措施的建筑物)安装外部防雷装置(接闪器、引下线和接地装置)时,其雷击类型为图 D.1 中所示的 S1 型。S1 型情况下,SPD 的参数选择如下:

- a) 对 SPD1 保护特性参数的选择,应在电子设备信号线的建筑物入口处选择表 D.1 中 D1 类的 SPD,其主要技术参数应符合以下要求:
 - I_{imp} ——电子系统信号线与地或信号线与屏蔽层间所连接的 SPD 的冲击电流 I_{imp} 应选择在 0.5 kA~2.5 kA(10/350 μs)之间。具体值可按 GB 50057—2010 的 6.3.4 中“进入建筑物的各种设施之间雷电流分配”方法,再根据信号线缆中芯线的数量平均分配计算确定。
 - U_c ——SPD 的最大持续工作电压应高于系统运行时信号线缆上的最高工作电压,一般可取 $U_c \geq 1.2U_n$,或见表 3 中的具体规定。
 - $U_{p(f)}$ ——在用于保护电子系统时 SPD1 的电压保护水平 U_p 不应大于电子额定冲击耐受电压(见表 1—表 3)的 0.8 倍,当使用一组 SPD1 达不到要求时,应采用协调配合的 SPD2,以确保 SPD2 的有效电压保护水平不大于被保护设备 U_w 的 0.8 倍。
- b) 对 SPD1 传输特性参数的选择,应能满足附录 C 或表 4 的要求。

6.3.2 雷击类型为 S2 型时的选择

当雷电可能击到邻近建筑物或建筑物附近地面时,如装有电子系统的建筑物本身无外部防雷装置,其雷击类型为图 D.1 中的 S2 型。S2 型情况下,SPD 的参数选择如下:

- a) 对 SPD1 保护特性参数的选择,应在电子设备信号线的建筑物入口处选择表 D.1 中 C2 类的 SPD,其主要技术参数应符合以下要求:
 - U_{oc}/I_{sc} ——电子系统信号线与地或者信号线与屏蔽层间所连接的 SPD 的开路电压 U_{oc} 应选择在 2 kV~10 kV(1.2/50 μs)之间,相应的短路电流 I_{sc} 应在 1 kA~5 kA(8/20 μs)之间。具体值应根据信号线缆中芯线的数量计算确定;
 - U_c ——同 6.3.1 中 a)的要求;
 - $U_{p(f)}$ ——同 6.3.1 中 a)的要求。
- b) 对 SPD1 传输特性参数的选择同 6.3.1 条中 b)的要求。

6.3.3 雷击类型为 S3 型时的选择

当雷电直接击到电子设备的架空信号线缆时,其雷击类型为图 D.1 中的 S3 型。S3 型情况下,SPD 的参数选择如下:

- a) 当架空信号线路使用木质电杆时,建筑物入口 SPD1 选择的主要技术参数宜参照 6.3.1 规定执行。

注:木质电杆的铁横担如已采取了符合规定的接地措施,可视为金属杆。

- b) 架空线杆塔为金属材料杆(如单柱铁塔、双柱铁塔、钢筋混凝土耐张型杆、钢筋混凝土直线杆、预应力混凝土耐张杆、预应力混凝土直线杆和空心钢管混凝土直线杆等),且按架空线路设计规范采取防雷和接地措施时,建筑物入口处应选择表 D.1 中 D1 或 D2 类的 SPD,其主要参数

应符合以下要求:

I_{imp} ——电子系统信号线与地或者信号线与屏蔽层间所连接的 SPD 的冲击电流 I_{imp} 应选择在 $1\text{ kA}\sim 2.5\text{ kA}(10/250\text{ }\mu\text{s})$ 或 $0.5\text{ kA}\sim 2.5\text{ kA}(10/350\text{ }\mu\text{s})$ 之间。具体值应根据信号线缆中芯线的数量决定。

U_{C} ——同 6.3.1 中 a) 的要求。

$U_{\text{P(f)}}$ ——同 6.3.1 中 a) 的要求。

c) 对 SPD1 传输特性参数的选择同 6.3.1 中 b) 的要求。

6.3.4 雷击类型为 S4 型时的选择

当雷电可能击到电子系统架空线缆附近时,其雷击类型为图 D.1 中的 S4 型。S4 型情况下,SPD 的参数选择如下:

a) 对 SPD1 保护特性参数应在电子设备信号线的建筑物入口处选择表 D.1 中 B2 类的 SPD,其主要技术参数应符合以下要求:

$U_{\text{oc}}/I_{\text{sc}}$ ——电子系统信号线与地或者信号线与屏蔽层间所连接的 SPD 的开路电压 U_{oc} 应选择在 $1\text{ kV}\sim 4\text{ kV}(10/700\text{ }\mu\text{s})$ 之间,相应的短路电流应在 $25\text{ A}\sim 100\text{ A}(5/320\text{ }\mu\text{s})$ 之间。具体值应根据信号线缆中芯线的数量计算确定。

U_{C} ——同 6.3.1 中 a) 的要求。

$U_{\text{P(f)}}$ ——同 6.3.1 中 a) 的要求。

b) 对 SPD1 传输特性参数的选择同 6.3.1 中 b) 的要求。

6.3.5 瞬态源为工频过电压时的选择

当通信线缆暴露在由电力线路故障导致的过电压区域中时,通信线上产生工频瞬态过电压。瞬态源为工频过电压时,SPD 的参数选择如下:

a) 对 SPD1 保护特性参数,应在电子设备信号线的建筑物入口处选择表 D.1 中 A2 类的 SPD,其主要技术参数应满足:

——电子系统信号线与地或者信号线与屏蔽层间所连接的 SPD 工频短路电流应在 $0.1\text{ A}\sim 20\text{ A}$ 之间。具体值应根据可能发生故障的电力线路容量来决定。相应标准参见 ITU-T K.20、ITU-T K.21 和 ITU-T K.45。

—— U_{C} 同 6.3.1 中 a) 的要求。

—— $U_{\text{P(f)}}$ 同 6.3.1 中 a) 的要求。SPD 的 $U_{\text{P(f)}}$ 应考虑终端被保护设备的 U_{w} 值和 SPD 的连接方法。

b) 对 SPD1 传输特性参数的选择同 6.3.1 中 b) 的要求。

6.4 SPD2(3...)的选择

按 6.3 条选择 SPD1 的 $U_{\text{P(f)}}$ 在不大于电子额定冲击耐受电压 U_{w} 的 0.8 倍、并能对信号线路下游和末端电子设备进行有效保护时,可仅在 LPZ0/1 或设备端口处安装一组 SPD1。如果存在如下因素之一,应考虑 SPD2 乃至 SPD3 的选择:

——SPD1 的 $U_{\text{P(f)}}$ 大于电子额定冲击耐受电压的 0.8 倍,即 $U_{\text{P(f)}} > 0.8U_{\text{w}}$;

——SPD1 与受保护设备之间距离过长;

——建筑物内部存在雷击感应或内部干扰源产生的电磁场干扰。

在这种情况下宜按 6.2 中所述的防雷区与 SPD 安装位置和在表 5(同时宜参考第 7 章中关于配合的要求)中防护等级的要求来选择安装 SPD2、SPD3。

QX/T 10.3—2019

表 5 在防雷区交界处使用的 SPD 时短路电流或开路电压范围及选型指南

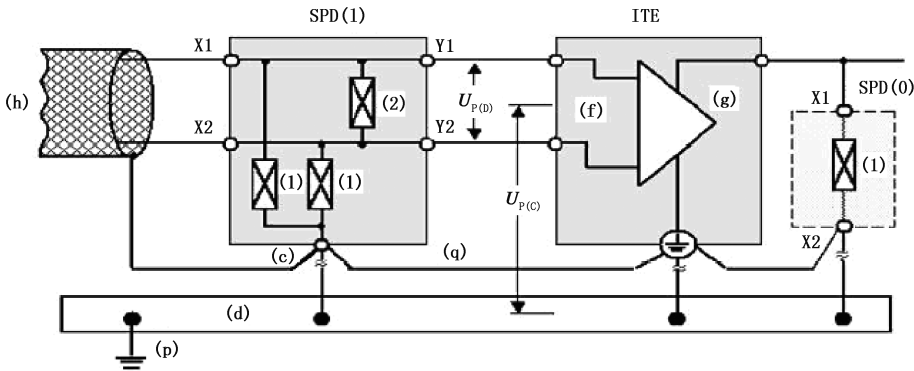
防雷区		LPZ0/1	LPZ1/2	LPZ2/3
短路电流或开路电压值范围	10/350 μ s 10/250 μ s	0.5 kA~2.5 kA 1.0 kA~2.5 kA	——	——
	1.2/50 μ s 8/20 μ s	——	0.5 kA~10 kV 0.25 kA~5 kA	0.5 kA~1 kV 0.25 kA~0.5 kA
	10/700 μ s 5/320 μ s	4 kV 100 A	0.5 kA~4 kV 25 A~100 A	——
SPDs 的要求 (引自 QX/T 10.1—2018 表 16)	SPD(j)	D1, D2 B2	——	与建筑物外部 无电阻性连接
	SPD(k)	——	C2/B2	——
	SPD(l)	——	——	C1
注 1: LPZ2/3 栏下电涌值范围包括了典型的最低耐受能力要求并可安装于信息技术设备内部。 注 2: SPD(j), SPD(k), SPD(l) 的说明见图 1、图 2。				

6.5 多用途 SPD 的选择

当电子系统设备同时存在电源和信号端口时,可采用多用途 SPD 进行保护,多用途 SPD 的选择可参考附录 E。

6.6 SPD 的限制电压与被保护系统的兼容性

SPD 的差模和共模限制电压是不同的,应根据系统的保护要求(见图 3)来确定是否需要限制差模电压,进行横向保护。



说明：

- (c) —— SPD 的连接点,通常在 SPD 中所有的共模电压限压元件都以此为接地参考点;
- (d) —— 总等电位连接带(MEBB);
- (f) —— 信息技术设备(ITE)/电信端口;
- (g) —— 电源线接口;
- (h) —— 信息技术线路/电信通信线/网络;
- (1) —— 依据表 D.1 选择的 SPD (分类方法可见 QX/T 10.1—2018);
- (o) —— 依据 QX/T 10.2—2018 选择 SPD;
- (p) —— 接地连接导体;
- (q) —— 必要的连接(应尽可能短);
- $U_{P(C)}$ —— 共模状况下电压保护水平;
- $U_{P(D)}$ —— 差模状况下电压保护水平;
- X1,X2 —— SPD 的接线端子,在这些端子间分别接有限压元件(1,2),连接在 SPD 的非保护侧;
- Y1,Y2 —— SPD 保护侧的接线端子;
- (1) —— 依据 GB/T 18802.3xx 系列的限制共模电压的电涌防护元件;
- (2) —— 依据 GB/T 18802.3xx 系列的限制差模电压的电涌防护元件。

图 3 电子设备的信号(f)和低压配电输入(g)的共模电压和差模电压的防护措施示例

7 SPD 的使用安装

7.1 单端口 SPD 连接导线和连接要求

7.1.1 导线要求

SPD 的连接导体不宜小于表 6 中规定的最小截面积。导线最小截面积铜材最小可选 1.2 mm²,在实际连接中可按每 1 mm² 耐受 8 kA 电流冲击的值计算。对单个 SPD 而言,SPD 至等电位连接带的连线不应小于被保护线路的线径;在 n 个 SPD 使用一根接至等电位连接带的连线时,连线的线径可考虑 n 倍于被保护线径。

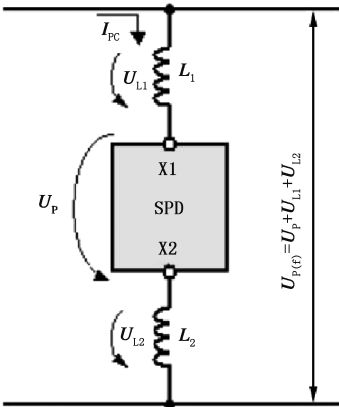
表 6 SPD 连接导体铜材最小截面积

单位为平方毫米

SPD 按不同实验方法分类	最小截面积
D	3
B/C	2
A	1.2

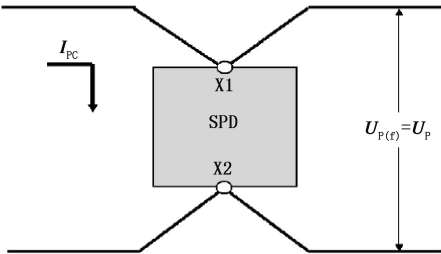
7.1.2 连接要求

安装时应使 SPD 两端连接导线最短,并应避免弯曲。
为了实现有效的限压效果应尽可能将 SPD 安装在靠近设备处。避免使用长的连接导线并尽量减少在 SPD 的连接端子 X1、X2 间不必要的弯曲(见图 4)。连接导线长时宜采用图 5 的凯文连接方法。



说明:
 L_1, L_2 ——连接导体的电感;
 U_{L1}, U_{L2} ——由电涌电流在连接导体感应产生的电压降;
X1, X2 ——SPD 的接线端子;
 I_{PC} ——部分雷电流;
 $U_{p(f)}$ ——在电子设备输入处(f)的电压(有效电压保护水平),其大小由 SPD 的电压保护水平 U_p 和连接电涌保护器和受保护设备之间导线上的电压降决定;
 U_p ——SPD 输出端的电压(电压保护水平)。
注:对限压型 SPD, $U_{p(f)} = U_p + \Delta U$, $\Delta U = U_{L1} + U_{L2}$;对开关型 SPD, $U_{p(f)}$ 取 U_p 或 ΔU 中较大值。

图 4 由 SPD 两端连线上电感导致的电压降 U_{L1} 和 U_{L2} 对电压保护水平 U_p 影响的示例



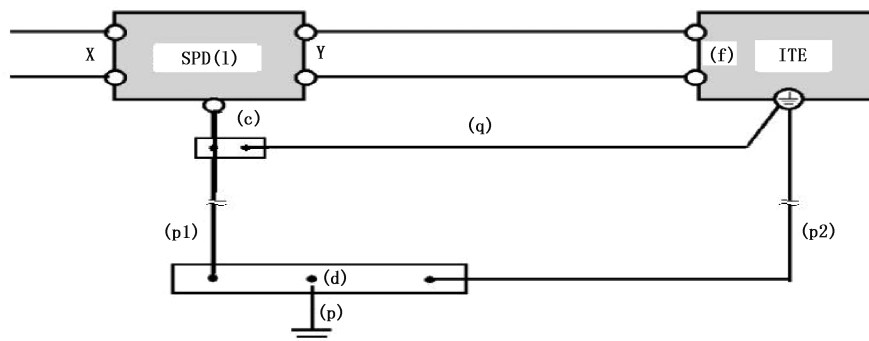
说明:
X1, X2 ——SPD 的接线端子;
 I_{PC} ——部分雷电流;
 $U_{p(f)}$ ——在 ITE 输入处(f)的电压(有效电压保护水平),其大小由 SPD 的电压保护水平 U_p 和连接电涌保护器和受保护设备之间导线上的电压降决定;
 U_p ——SPD 输出端的电压(电压保护水平)。

图 5 SPD 导线连接方法(凯文方式)的示例

7.2 多接线端子 SPD 的连接

多接线端子 SPD 的连接导线和连接要求除应符合 7.1 的要求外,尚应注意如下事项:

- 对被保护设备的有效电压保护水平取决于 SPD 的 U_p ,同时受到 SPD 与被保护设备的连接导线布设的影响,见图 6;
- 在电子系统信号线缆内芯线相应端口安装 SPD 的同时,应将电缆内芯的空线对接地连接。



说明:

- (c) —— SPD 的共用连接终端,通常 SPD 中所有的共模限压元件都以此作为接地参考点;
- (d) —— 等电位连接带(EBB);
- (f) —— 信息技术设备(ITE)/电信端口;
- (1) —— 符合表 7 的 SPD (同时参见 QX/T 10.1—2018 中表 4);
- (p) —— 接地连接导体;
- (p1),(p2) —— 接地导体(尽可能短),对于远程供电的电子设备,(p2)可能不存在;
- (q) —— 必要的连接(尽可能短);
- X,Y —— SPD 的接线端子,其中 X 为输入端、Y 为输出端。

图 6 为减小对 SPD 电压保护水平影响的连接示例(连接至电子设备的三个、五个或多个连接端口)

为减少干扰附加的措施有:

- 连接至被保护端和未被保护端的线缆不应平行靠近布线;
- 连接至被保护端的线缆和接地连接导体不应靠近布设;
- SPD 的保护端至被保护的电子设备的连接应当尽可能短或者采用屏蔽措施。

7.3 由振荡和行波产生的保护距离 l_{po}

如果 SPD 和设备之间的线路太长,电涌的传播可能导致振荡现象。在设备终端开路的情况下,将使设备终端处的过电压升高到 $2U_p$ 。因此,即使选择了 U_p 小于被保护额定冲击耐受电压的 0.8 倍,也可能出现设备故障。

当 SPD 与被保护设备之间的保护距离 l_{po} 小于 10 m 或 U_p 小于 $0.5U_w$ 时,可以不考虑保护距离 l_{po} 的问题。

振荡现象产生的保护距离 l_{po} 的计算,见 QX/T 10.2—2018。

7.4 雷电感应过电压对建筑内部系统的影响

在建筑物内可能存在雷电感应过电压,其可通过多种耦合方式进入内部网络。这些过电压通常是共模形式,也可能以差模形式出现。这些过电压能造成绝缘击穿或电子设备元件故障。

可以采取的措施如下:

- 在 SPD 接地连线和被保护设备之间使用等电位连接带,以降低共模电压;

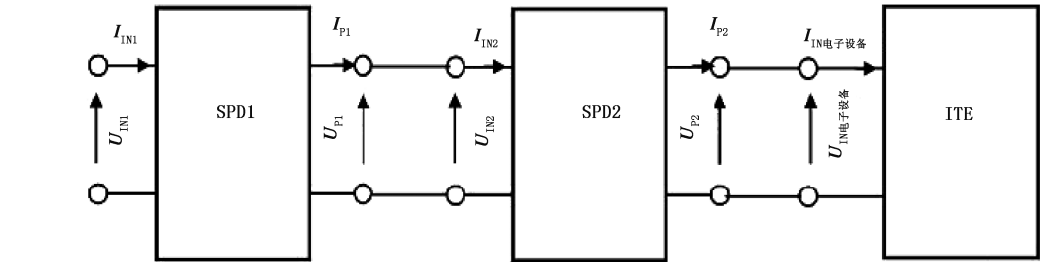
QX/T 10.3—2019

- 使用双绞线来减小差模电压；
- 利用线缆屏蔽来减小共模电压；
- 不同环路和结构中磁场强度的计算方法见 GB/T 21714.4—2015 中的附录 A。回路感应要求 SPD 的保护距离 l_{pi} 的计算,见 QX/T 10.2—2018。

7.5 SPD 之间及 SPD 和被保护设备之间的配合

为了实现在过电压情况下的多个 SPD 及 SPD 和被保护设备之间的良好配合,SPD1 的输出电压保护水平不应超过 SPD2 和设备的额定冲击耐受电压。

满足下列条件即可实现两级 SPD 的配合: $U_P < U_{IN}$ 及 $I_P < I_{IN}$ (见图 7)。如果不能达到这些条件,可以通过退耦元件来实现配合。退耦元件的参数可以通过测量来确定。关于配合问题详细的资料参见附录 F。



说明:

$U_{IN2} / U_{IN电子设备}$ ——流入 SPD2/被保护设备用于验证配合的开路电压;

$I_{IN2} / I_{IN电子设备}$ ——流入 SPD2/被保护设备用于验证配合的短路电流;

U_P ——电压保护水平;

I_P ——流向 SPD1/SPD2 后端的电流 (I_{P1} / I_{P2})。

图 7 SPD 之间及 SPD 和被保护设备之间的配合试验示例

由于 SPD 含有一个(或以上)非线性元件,所以其保护端输出的电压(U_{P1} / U_{P2})是测试用的混合波发生器(CWG)施加的开路电压(U_{N1})的畸变。因此无法简单利用“黑盒子”SPD 特性来判断其配合。最安全的方法是使用被保护设备制造厂推荐的 SPD。他们可以通过计算或测试来判断 SPD 是否能很好地配合。在考虑 SPD 和被保护的电子设备时,应参考该电子设备生产厂所提供的技术资料或检测报告。

附 录 A
(资料性附录)
限压元件

A.1 电压限制型元件(箝压元件)

A.1.1 金属氧化物压敏电阻(MOV)

MOV 是由金属氧化物制成的非线性电阻。在大部分电压限制域范围内,MOV 两端的电压将随电流的增加呈非线性的增大。在达到最大电流水平时,材料的体积电阻起主要作用,使其特性实际上转变呈线性。

MOV 元件适用于 U_c 不小于 5 V 的电压,通常 U_c 允许变动约 $\pm 10\%$ 。在大电流冲击条件下,MOV 的限制电压将显著上升。限制电压的上升能有助于 SPD 串联拓扑的配合,但也可能因此导致被保护设备暴露在高的电压保护水平下。

MOV 有很短的响应时间,这使得其适合用于快速地限制快速瞬变电压。它具有较高的热容量,并能吸收相当高的能量。遭受多次的额定电流冲击或几次超过器件额定值的过电流冲击会导致 MOV 劣化。其劣化主要表现为 U_c 的降低,在使用这种元件时应考虑其劣化的作用。

MOV 有较高的电容。该特性限制了其在一些高频电路中的应用。

A.1.2 硅半导体

A.1.2.1 正向偏压 PN 结二极管

正向偏压 PN 结二极管有一个大约 0.5 V 的正向电压(V_f)。在大部分电压限制范围内,二极管的电流随着施加的电压快速增加。在大电流情况下,正向电压值 V_f 可能到 10 V 或更高。

在施加电压快速上升的情况下,二极管可能会显示出一些电压过冲。该过冲值(正向恢复电压, V_{fm})可能比大电流时的正向电压高。在正向偏压极性时,该二极管有较高的电容。其电容值的大小取决于信号和直流偏压水平。如果该二极管反向偏置使用,其电容将会减小。用于较高工作电压系统和设备保护时,该元件串联组成的组件也将会因为串联而明显地降低电容。

A.1.2.2 雪崩击穿二极管(ABD、又称抑制二极管)

ABD 是反向偏压的 PN 结(工作在反向击穿区),其阈值电压或击穿电压在 7 V 或 7 V 以上。在其大部分工作电流范围内,典型的 ABD 端电压随电流改变很小。

ABD 有非常快的响应时间,这使得其适合用于限制陡度大的瞬态电压。无论是信号或直流工作电压,ABD 的电容和其击穿电压成反比,同时也和施加的电压成反比。

单结的 ABD 是单向的。为了制作双向元件,将一个反向偏压的 ABD 和另一个 ABD 的阴极串联起来。该元件在任一极性作用下像是一个雪崩 ABD 和一个正向偏压的二极管的串联。这两个元件可以封装在一个单个的壳体呈 NPN 或 PNP 结构。

A.1.2.3 齐纳二极管

齐纳击穿二极管的反向偏压 PN 结的击穿电压大约为 2.5 V~5.0 V。与 ABD 不同,齐纳二极管的端电压将随电流显著增加。这个增加值可能达到击穿电压的两倍。

QX/T 10.3—2019

A.1.2.4 穿通二极管

穿通二极管是 NPN 或 PNP 结构。其利用中间区域耗尽层随着施加电压增加而扩展的现象,从而使两个 PN 结之间的空间电荷区域导通。其击穿电压可能低至 1 V。穿通二极管被用作齐纳二极管在低电压、低电容情况下的替代品。

A.1.2.5 折返二极管(负反馈二极管)

负反馈二极管是 NPN 或 PNP 结构,其通过利用晶体管的作用产生一个再进入或“负反馈”限制电压特性。一旦达到击穿电压,随着电流的增加其两端电压将快速下降至击穿电压的 60%。在此后更高的电流则将导致更高的电压降。和 ABD 相比在同样击穿电压下,负反馈二极管有更低的限制电压。

负反馈量取决于击穿电压。对于 10 V 的元件,负反馈量是非常小的。

A.1.3 限压原件的电路

这种并联连接至被保护线路上的限压型 SPD 元件是非线性元件。它可通过提供一个低阻抗的泄放电路来限制超过给定电压的过电压(图 A.1)。

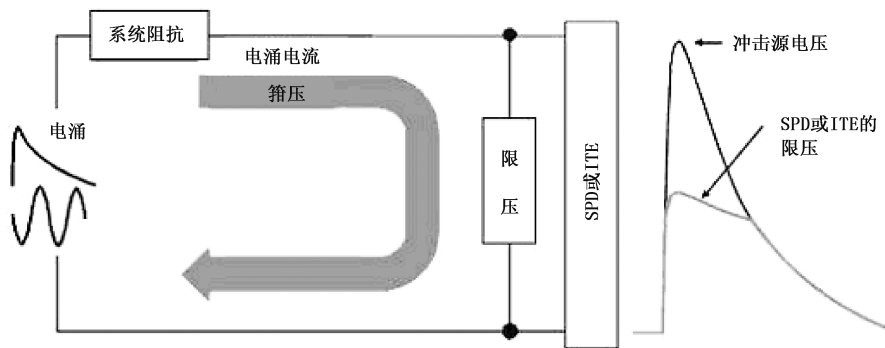


图 A.1 限压元件的电路

A.2 电压开关型元件

A.2.1 气体放电管(GDT)

气体放电管内由装在陶瓷或玻璃圆柱管内的两个或更多金属电极组成,电极间隙约为 1 mm 或更小。放电管内充满惰性气体混合物,压力高于或低于大气压力。当加在管内间隙两端的电压值达到一个给定值时,一次放电过程便开始了。这个电压值主要由电极间距、气体气压和混合气体成分决定。这一放电过程迅速导致两电极间形成电弧,同时元件两端的残压跌落至低于 30 V 的典型值。产生放电过程时的电压被定义为该元件的放电电压(击穿电压)。

如果施加的电压迅速上升(如瞬态电压),则放电/电弧形成过程所需的时间可能允许瞬态电压超过击穿电压要求的值。这个电压被定义为冲击击穿电压,通常其是施加电压(如瞬态电压)上升速率的正函数。

由于 GDT 的开关作用和坚固的结构,GDT 在电流承载能力超过其他 SPD 元件。许多类型的 GDT 能承载峰值为 10 kA 的 8/20 μ s 电涌电流。

由于气体放电管的结构,其电容非常低,通常小于 2 pF。该特性允许其在许多高频电路中使用。

当 GDT 动作时,可能产生能影响敏感电路的高频辐射。因此需将 GDT 安装在与被保护电子设备有一定距离的地方。这个距离取决于电子设备的敏感程度和其屏蔽性能。另外一种降低影响的方法是将 GDT 安装在一个屏蔽外壳中。

A.2.2 放电间隙(SG)

这种元件的工作原理类似于气体放电管。它们的不同之处在于结构上,正如其名称所示的,放电间隙电极间的气体是周围的空气。结构上的不同包括一个更小的间隙(通常只有 0.1 mm 的量级)和石墨电极而不是金属电极。环境空气中的粉尘和水分以及在燃弧过程中产生的石墨粉尘的共同作用会快速减少此类设备的使用寿命。而且,粉尘颗粒可以桥接间隙,导致电阻变化在电信网络应用中造成噪音干扰。

由于使用空气作为气体介质,此元件的实际最低击穿电压的典型值为 350 V。与其相比气体放电管约为 70 V。但是由于间隙更小,其冲击比或冲击击穿电压与击穿电压的比要比气体放电管低,因此,仍在广泛应用中。

A.2.3 电涌抑制晶闸管(TSS)——固定电压型(自控式)

固定电压型 TSS 利用其内部的 NP 结的击穿电压来设定其电压阈值。此电压在 TSS 制造时被设定。当电流大于给定的击穿电流时,NPNP 结正反馈并切换至低电压状态。发生击穿的电压峰值被称为转折(或溢出)电压(V_{BO})。为了使 TSS 关断,系统提供的电流应低于 TSS 的限制电流参数。TSS 的所有参数都是热敏的,这一点在使用 TSS 作为 SPD 元件时应该注意。

双向性 TSS 元件可以是对称的也可以是非对称的。单向性 TSS 元件只在一个极性切换。在另一个极性时,TSS 元件可能阻碍电流流过。在二极管(PN 结)被并联集成时能导通大电流。此种单向性为某些应用提供了便利。

TSS 的多 PN 结降低了总电容,其值从几十到几百个 pF。对于所有 PN 结元件,其电容取决于直流偏置电压和信号幅值。击穿电压取决于电流上升速率。工频电压被用于确定低上升速率下的击穿电压。在高上升速率条件下,冲击转折电压可能会上升 10%到 20%。

当 TSS 动作时,可能产生会影响敏感电路的高频振荡。在使用其保护时应注意将耦合进邻近电路的干扰最小化。

A.2.4 电涌抑制晶闸管(TSS)——门控式

电压控制的 TSS 使用一个门控电极连接至 NPNP 结构的中心 P 或 N 区。门控电极连接至外部的基准点使 TSS 的阈值电压调整到一个最小值。这种形式的 TSS 使用在要求将过电压限制到接近外部的基准值的场合。外部的基准值可能是电子设备的电源电压。P-门控式 TSS 提供负极性电压保护,而 N-门控式提供正极性电压保护。可以制成双向和单向器件。

A.2.5 电压开关型元件的电路

这种并联连接至被保护线路上的开关型 SPD 是非线性元件。它通过提供一个低阻抗的泄放电路来限制超过给定电压的过电压(图 A.2)。

QX/T 10.3—2019

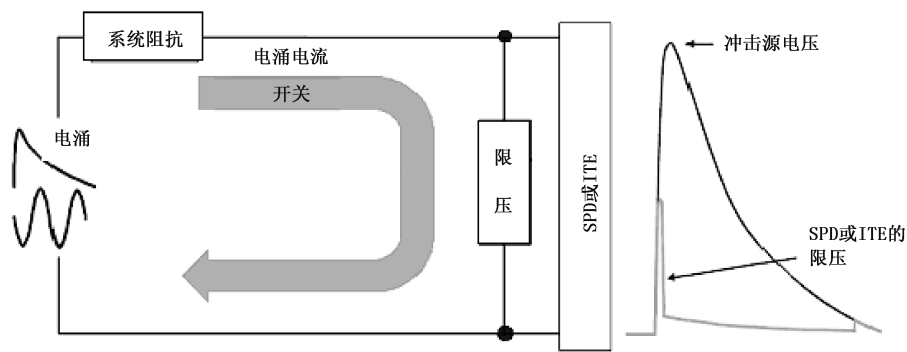


图 A.2 电压开关元件的电路

附录 B

(资料性附录)

限流元件

B.1 电流中断型元件

B.1.1 概述

这类元件是串联在被保护线路中的,正常时导通电路的电流。在过电流条件下,元件会断开电路,阻断流过的过电流(图 B.1)。此类元件属非恢复限流。

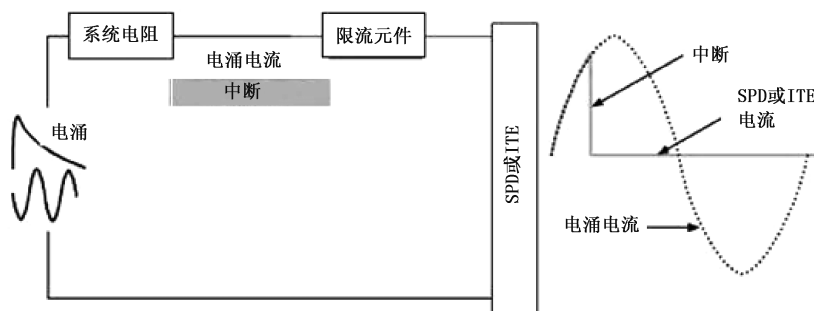


图 B.1 中断元件的电路

B.1.2 可熔断电阻

此类元件是组合了过电流熔断功能的线性电阻,熔断功能可直接整合在电阻器技术中或作为一个独立元件与单元集成在一起。其中:

- a) 厚膜电阻:这类元件通过把电阻性的通道沉积到陶瓷基片上制成,使用激光修正来精确调整电阻值。在某些情况下,基片的一面可能有两种功率电阻,以适合于(匹配)平衡线应用;而另一面可能有一个供其他系统使用的电阻阵列。厚膜电阻的排列和热容量使该电阻是对冲击能量不敏感,这类元件主要在长时间的交流过电流情况下切断电流。有时厚膜电阻也称为脉冲吸收电阻。交流过电流情况下产生的热量会在陶瓷基片上引起严重的热梯度。如果该梯度达到极限值,则陶瓷基片会爆裂或变成碎片,断开电阻通道从而切断电流。在某些情况下,增加一个串联的低温焊锡合金熔丝以降低长时间熔断电流特性。
- b) 绕线式可熔断电阻:这类元件是线绕电阻,通常是组合了熔丝、可熔断的弹簧或连接物的无感绕线组。

B.1.3 熔断器(熔丝)

熔断器是用于保护线路不受过电流损坏而热熔断的元件。也可通过装在玻璃管内的熔丝熔断来切断电流。

B.1.4 热熔断器

这类元件有时又被称为热切断元件(TCO),通过周围温度升高而断开电流来进行过流保护。热熔

QX/T 10.3—2019

断路器有非恢复限流和可恢复限流两种型式。

B.2 电流降低型元件

B.2.1 概述

降流元件是串联元件,正常时导通电路的电流。过电流时由于元件的电阻增加,从而降低流过的电流(图 B.2)。

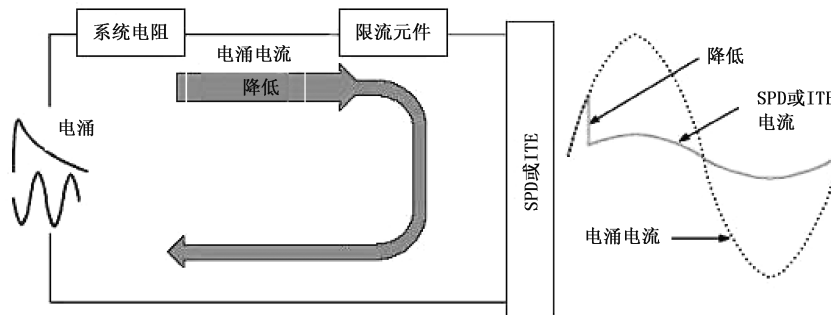


图 B.2 降流元件的电路

正温度系数的热敏电阻(PTC)通常被用作降流元件。PTC 是一个电阻元件,当 PTC 本身温度超过某一特定突变温度值(典型值为 130°C)时,其电阻值将以几个数量级的幅度增加。当 PTC 冷却到基准温度(通常为 25°C),其电阻值降至突变前的值。PTC 常采用直接(内部)加热的模式,电路电流流过 PTC 使得元件加热并使温度升高。冲击电流的加热往往太小不足以引起 PTC 的动作。电流值越高,突变的时间(PTC 的响应时间)越短。当突变时,PTC 的高阻抗使电路电流降低为低电流。如果电源具有足够的电压,PTC 将保持在高电压、低电流的动作状态。当干扰电压消失,PTC 将冷却并恢复到低电阻值。PTC 需标定最大(未启动)涌入电流和最大(启动)电压,超过此值 PTC 可能损坏。

B.2.2 热敏电阻

热敏电阻分为以下两种:

- PTC 高分子热敏电阻:这种典型的 PTC 由聚合物与导电材料(通常为石墨)混合制成。这类 PTC 的典型电阻值从 $0.01\ \Omega$ 至 $10\ \Omega$ 。突变前电阻值随温度变化基本上是恒定的。在突变及冷却后,电阻可能高出原来值 10% 至 20%。突变后 PTC 的电阻变化的偏差将改变系统线路平衡值。PTC 高分子热敏电阻相对于 PTC 陶瓷热敏电阻有较小的热容量,这样使其具有较短的响应时间。
- PTC 陶瓷热敏电阻:这种典型的 PTC 由铁电物质的半导体材料制成,通常的电阻值从 $10\ \Omega$ 至 $50\ \Omega$ 。在大部分未突变温度范围中电阻随着温度的增加略有减少。在突变及冷却后,电阻恢复到原来的电阻值,属于自恢复限流型。PTC 陶瓷热敏电阻适合于平衡线使用场合。

B.2.3 电子限流器(ECL)

这类串联连接的电子元件在电流低于阈值电流时呈低阻抗状态,高于阈值电流时转变为高阻抗状态,如图 B.3 所示。允通电流即阈值电流。电流在电路里面流过,直到达到阈值电流。在某些方面它具有类似 PTC 热敏电阻的功能,但从结构上区分,它是由电子电路组成的。因此,其与 PTC 热敏电阻有如下区别:

- ECL 只需要很小的功率就可以保持在高阻状态；
 - 当不超过 ECL 的最大额定电压时,其不受多次电涌的影响；
 - 快速响应时间确保在冲击和交流电涌条件下,能与上下游的 SPD(或 SPD 组)及电子设备的配合,此外,能阻断地电位抬升的传播；
 - ECL 由过电流而非温升驱动,能到达限制电涌电流和工频电流的作用。
- ECL 的主要参数包括正常条件下的电阻、阈值电流、响应时间和高阻状态时的最大耐受过电压值。

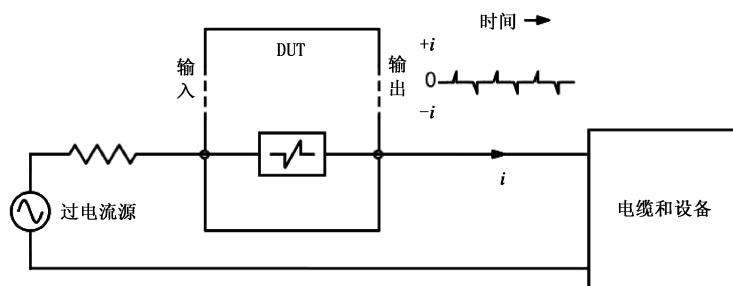


图 B.3 二端口电子限流器

B.3 电流分流型元件

B.3.1 概述

电流分流型元件的电路见图 B.4,在负载中有效的跨接负载设置了短路,短路是由于元件温度上升或感知负载电流而发生的。

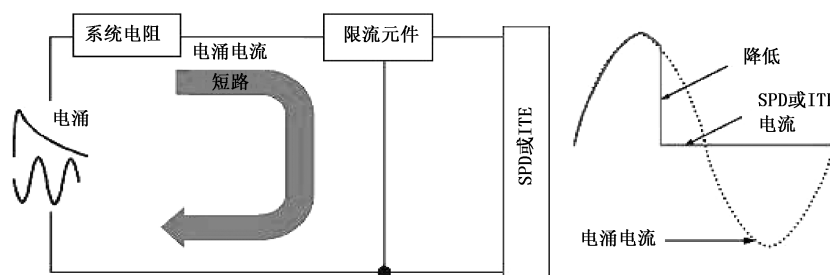


图 B.4 电流分流型元件的电路

B.3.2 热熔线圈

热熔线圈是热驱动的机械器件,与受保护线路串联。在应用中热熔线圈的功能是对地泄放电流,从而防止过电流流过受保护设备。通常,它们由一个接地触头构成,接地触头通过焊接保持在非工作位置。热源(通常为一个电阻丝线圈和弹簧)使接地触头在焊点熔化时接地。

热源是不需要流过电阻丝线圈的线路电流。通信系统使用的热熔线圈的电阻常用值为 $4.0\ \Omega$,也可设置在 $0.4\ \Omega$ 至 $21\ \Omega$ 范围内。当热熔线圈触头动作时,接地触头的设计可使电流通过旁路使线圈接地。

热熔线圈通常是非恢复限流元件,除了更换包含热熔线圈的 SPD 外,没有其他方法使线路恢复至工作状态。热熔线圈可设计成可手动重新设置状(属可恢复限流),不需要更换 SPD。这类器件的使用

QX/T 10.3—2019

通常限制在经常发生来自 50 Hz/60 Hz 电源的感应电流频繁发生的场合。

也可以制成电流断开型的热熔线圈,在过电流时断开电路。

B.3.3 电子触发型电流限制器(电流动作型门极晶闸管)

电流动作型的电涌抑制晶闸管(TSS)有一个门极,连接至 PNPN 结中心的 P 区或 N 区。门极和相邻的保护端与电路串联连接,使电路电流流过门极。当电路电流超过门极触发电流值时,TSS 发生开关并产生泄放电流,如图 B.5。门极与相邻保护端的电位差在触发电流时约为 0.6 V。

实际上,门极触发电流值可能低于正常电路电流。为了避免误触发,采用一个跨接在门极和合适的主端子的低电阻值电阻器(通常为 $1\ \Omega$ 至 $10\ \Omega$)来分流部分电流,从而提高开关电流值。

电流动作的 TSS 元件能制成接通单一极性电流或双极性电流。P-门极型 TSS 只能开闭正极性电流,而 N-门极型式 TSS 只能开关负极性电流。具有复合 P-门极和 N-门极的 TSS 型式能开关双极性的电流。

电流动作型 TSS 被用在要求快速进行电流泄放场合。当超过电流触发电平时,在几个微秒内发生电流泄放,对雷电脉冲以及交流过电流提供过电流保护。这种快速动作的电流泄放通常对后面负载提供了自动保护配合。这类电流动作型 TSS 同样具有固定电压型 TSS 的功能,提供双重的过电压和过电流保护。

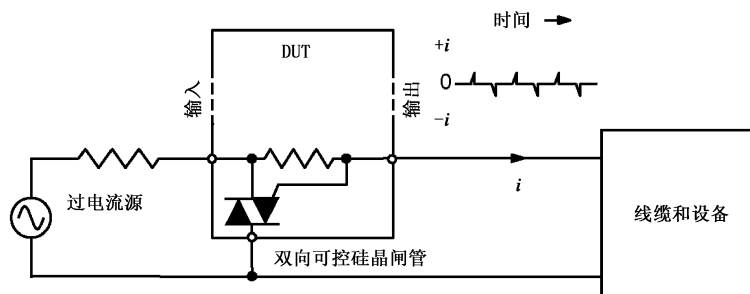


图 B.5 三端口电子触发型电流限制器

B.3.4 热开关

这类开关是安装在限压器件(一般为气体放电管 GDT)上的热驱动机械器件,它们是典型的非恢复限流元件。有三种常用的驱动技术:熔化塑料绝缘体,熔化焊锡球和热脱口装置。

- 基于熔化塑料绝缘体的开关,包括一个带塑料绝缘体的弹簧,塑料绝缘体把弹簧触头与限压元件的金属导体隔开。当塑料熔化时,弹簧接触两个导体并使限压器件短路。
- 基于熔化焊锡球的开关,由一个弹簧机构组成,弹簧机构用熔锡小球把线路导体与接地导体隔开。在热过载的情况下,焊锡小球熔化并使限压元件短路。
- 常用的热脱口装置,使用一个弹簧组件,通过一个焊接的连接把弹簧组件保持在断开位置。当达到其开闭温度时,弹簧组件将限压器件短路。当焊锡熔化时,开关脱扣并使限压元件短路。

当承载连续流过的电流时,由于限压器件热过载状况的温度升高使得焊锡发生熔化。当开关动作时使限压元件短路,典型的是对地短路,导通原先流过限压元件的电涌电流。

附 录 C (规范性附录)

与电子系统有关的传输特性

电信系统,信号传输、测量和控制系统,有线电视系统的传输特性分别见表 C.1—表 C.3。

表 C.1 电信系统接入网的传输特性

系统	误码率 MBit/s	带宽 kHz	信道	参考的标准	特性阻抗 Ω	最大允许衰减 dB (在 kHz 下)	备注
POTS	—	3,4 (16)	—		Z_L (复数)	变化的	模拟
PCM _x	0.784	~ 600	上限 12×64 kbit/s	ITU-T G. 961 [32] ETSI TS 101 135 [11] ETSI TS 102 080 [13]	135	上限 31@150	
ISDN PMXA	2	~5000	30×64 kBit/s 1×64 kBit/s	ITU-T G. 962 ANSI T1. 601-1999 (R2004)	130	40@1000	除美国以外 地区使用
ISDN PMXA	1.5	~5000	23×64 kBit/s 1×64 kBit/s	ITU-T G. 963 ANSI T1. 601-1999 (R2004)	130	40@1000	美国地区 使用
ISDN-BA	0.16	~ 120	2×64 kBit/s 1×16 kBit/s	ITU-T G. 961 [32] ETSI TS 102 080 附录 B[13]	150	32@40	EURO-ISDN 物理层 上相同
SDSL	2.3	~ 800	变化的	ETSI TS 101 524 [14]	135	变化的	
HDSL	2.3	~1000	12~32×64 kBit/s	ETSI TS 101 135 [11]	135	31, 27 或 22@150	
ADSL	8	~1104	变化的	ITU-TG. 992. 1 附录 B[33]	100	变化的	ADSL-over -POTS
ADSL2	16	~1104	变化的	ITU-T G. 992. 3 [34]	100	变化的	ADSL-over -POTS
ADSL2+	25	~2208	变化的	ITU-T G. 992. 5 [36]	100	变化的	ADSL-over -POTS or over ISDN

QX/T 10.3—2019

表 C.1 电信系统接入网的传输特性(续)

系统	误码率 MBit/s	带宽 kHz	信道	参考的标准	特性阻抗 Ω	最大允许衰减 dB (在 kHz 下)	备注
VDSL	30	~12000	变化的	ITU-T G. 993.1[37]	135	变化的	
VDSL2	100	~30000	变化的	ITU-T G. 993.2[38]	135	变化的	
g. fast	1000	~106000	变化的	ITU G. 9701	100	变化的	

表 C.2 用户端的 IT 系统的传输特性

系统	误码率 Mbit/s	等级	近端交扰 dB	标准	Z Ω	最大允许衰减 dB (在 MHz 下)	备注
千兆以太网 (1000 Base T)		D(5e)	30,1@100 MHz	EN 50173-1 [17]	100	24 @ 100 MHz	最大长度 100 m ACR1) [dB] 6, 1@ 100 MHz
以太网 (100 Base T)	100	D(5)	27,1@100	ISO/IEC 8802-5 [18]	100	24 @ 100 MHz	最大长度 100 m
高速以太网 (10 G Base T)	10000	EA(6A)	27,9@500 MHz	ISO/IEC 11801 Ed. 2 [44]	100	49,3@500 MHz	最大长度 100 m/屏蔽
ATM	155	D(5)	27,1@100	EN 50173-1 [17]	100	24 @ 100 MHz	最大长度 100 m
令牌环网	16	C(3)	19,3@16 MHz	ISO/IEC 8802-5[18] EN 50173-1 [17]	150	14,9 @ 16 MHz	最大长度 100 m/150 m
注:近端串扰(NEXT)为信道性能。							

表 C.3 有线电视系统的传输特性

系统	带宽 MHz	回波损耗 $f > 50$ MHz dB	最小插入损耗 (在 50 MHz 时用户端) dB	标准	Z Ω	在 450 MHz 最大允许衰减 (取决于线 缆类型) dB / 100 m	备注
宽带电视分配网 (1)	47~450 ^a	根据线缆 类型回波 损耗为从 $\leq 24 \sim 26$ dB -1 dB/ 倍频程	≤ 20 dB~1.5 dB/倍频程	National (DE)	75	2.9 dB 4.1 dB 6.2 dB 12.2 dB	输出端系统 载波信号电平 47 dB~77dB
宽带电视分配网 (2)	47~862 ^b	根据线缆 类型回波 损耗为从 $\leq 24 \sim 26$ dB -1 dB/ 倍频程	待确定	National EN 50083 -1[19]	75	2.9 dB 4.1 dB 6.2 dB 12.2 dB	
^a 宽带电视分配网(1)带宽国内为 47 MHz~500 MHz。 ^b 宽带电视分配网(2)带宽国内为 47 MHz~750 MHz。							

QX/T 10.3—2019

附 录 D
(资料性附录)
风险管理

D.1 风险识别和分析**D.1.1 风险分析**

风险分析应考虑到以下电磁现象：

- 电力线缆感应；
- 雷击放电；
- 地电位升高；
- 与电力线接触。

D.1.2 评估方法

风险评估应考虑以下因素：

- 通信效率：安装 SPD 后可能影响网络的传输特性，影响电子系统的通信效率，应评估或测试安装 SPD 是否有影响或是否可以承受。
- 费用：当采用防雷措施（含外部防雷：接闪器、引下线、接地装置；内部防雷：等电位连接、综合布线、间隔距离，防 LEMP；屏蔽、安装 SPD）后仍可能发生的雷击损害的损失价值 C_{RL} 与采用防雷措施的成本（含建设和维护投资） C_{PM} 之和低于没有采取防雷措施可能出现的损失额 C_L 时，即： $C_{RL} + C_{PM} < C_L$ 时，应采用含 SPD 安装在内的综合防雷措施。

注：关于风险管理的进一步信息参见 GB/T 21714.2—2015。

- 预期的使用情况。
- 设备中已有的防护措施。
- 对公众服务连续性的要求。
- 设备维修的难易程度（如设备安装在高山）。

电子系统是否需要采用 SPD 进行保护，应在完成直接、间接损失评估和建设、维护投资预测后认真综合考虑，做到安全、适用、经济。应从存在的风险分析（如电力线缆感应，雷击放电 S1—S4 型、地电位升高，与电力线接触）出发。同时，在需要采用 SPD 进行保护时，在何位置和采用什么类型的 SPD 及 SPD 具体保护性能参数、传输性能参数的选择见本部分第 6 章。

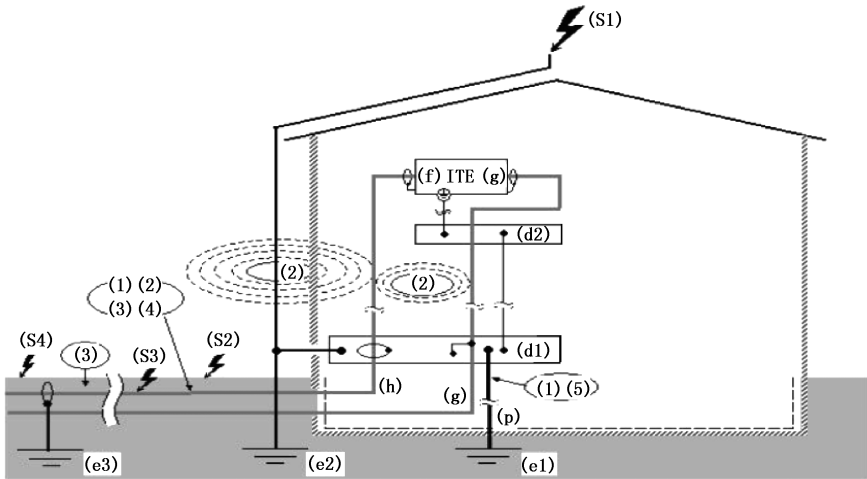
D.1.3 耦合方式和雷击类型

对电子系统造成主要威胁的瞬态（冲击）源来自雷击和电力系统。耦合方式包括：

- 直接雷击；
- 与电力线接触；
- 前两种瞬态源的电容耦合、电阻耦合、电感耦合和辐射耦合；
- 前两种瞬态源导致的地电位升高。

图 D.1 描述了雷击类型 S1—S4 及雷电和交流电源的能量耦合进入建筑物的途径（1）—（5）。应注意由直击雷导致的对 SPD 的更严格的要求（参见表 D.1），虽然建筑物遭受直击雷的概率很低。为了简化起见，在图 D.1 中假设直击雷通过单根引下线传导入地。但实际中，一套防雷装置（LPS）会有多根引

下线,雷电流将在这些引下线间分配。这种电流分配会使由磁场感应耦合出的电涌电压值随之减小。
图 D.1 中 e1、e2 和 e3 应采用共用接地系统。



- 说明：
- (d1) —— 总等电位连接带(MEBB)；
 - (d2) —— 局部等电位连接带；
 - (e1) —— 设备接地；
 - (e2) —— 防雷接地；
 - (e3) —— 屏蔽电缆接地；
 - (f) —— 信息技术设备(ITE)/电信端口；
 - (g) —— 电源线/电源端口；
 - (h) —— 信息线路/电信通信线路或网络；
 - (p) —— 接地连接导体；
 - (S1) —— 建筑物上的直接雷击；
 - (S2) —— 建筑物附近的雷击；
 - (S3) —— 信息线路/电信线路上的直接雷击；
 - (S4) —— 信息线路/电信线路附近的雷击；
 - (1) — (5) —— 耦合方式,见表 D.1。

图 D.1 建筑内电气和电子系统的干扰源和耦合方式示例

图 D.1 中示例的是一个典型建筑物,该建筑物中有 LPS(包括接闪器,等电位连接网和接地装置),进线设施(可能是电话线或其他电信连接(h)和电源线或电源端口(g))以及已安装的设备。在这种推荐配置中可以看出,所有进入建筑物的线缆,均在建筑物入口处被连接至总等电位连接带(d1),(d1)与接闪器的引下线相连,并接至防雷接地装置(e2)。该图同时说明了位于或靠近设备处的局部等电位连接带(d2),所有进入该区域的线缆都通过该点(可以通过 SPD 连接或直接连接)达到等电位,(d2)与(d1)直接相连。

表 D.1 所示为瞬态冲击源和耦合方式(例如直击雷的电阻性耦合)与按不同测试方法分类选用示例。其中 SPD(A、B、C 和 D 类)的电压和电流波形及测试类别引自 QX/T 10.1—2018 的表 16。

QX/T 10.3—2019

表 D.1 耦合方式和 SPD 按不同测试方法分类选用示例

瞬态源	对建筑物的直接雷击 (S1)		在建筑物附近的雷击 (S2)	对连接线路的直接雷击 (S3)	在连接线路附近的雷击 (S4)	交流电的影响
耦合	电阻性 (1)	感应 (2)	感应 ^a (2)	电阻性 (1,5)	感应 (3)	电阻性 (4)
电压波形 μs	—	1.2/50	1.2/50	—	10/700	50/60 Hz
电流波形 μs	10/350	8/20	8/20	10/350 ^c , 10/250	5/320	—
优选的测试类别 ^b	D1	C2	C2	D1, D2	B2	A2
注: 耦合方式(1)~(5)见图 D.1。						
^a 也适用于邻近的供电网络开断所造成的电容/电阻耦合。 ^b 宜选的测试类别见 QX/T 10.1—2018 表 16。 ^c 用来模拟直击雷测试脉冲的波形, 在 GB/T 18802.1 中用峰值电流 I_{imp} 、总电荷量 Q 和比能量 W/R 三个参数表述。可以满足这些参数的一个典型波形是双指数脉冲, 在本例中使用 10/350 μs 波形。						

D.1.4 损害和损失类型

雷击类型和损害损失类型见表 D.2。

损害类型(D)中:

D₁——接触和跨步电压导致的人员伤亡;

D₂——建筑物或其他物体损害;

D₃——电涌导致的电气和电子系统的失效。

损失类型(L)中:

L₁——生命损失;

L₂——向公众服务的电力和通信设备的损失;

L₃——文化遗产损失;

L₄——经济损失。

表 D.2 雷击类型和损害、损失类型

雷击类型 (如图 D.1 所示)	建筑物		通信线路	
	损害类型	损失类型	损害类型	损失类型
S1	D ₁ D ₂ D ₃	L ₁ , L ₄ ^b L ₁ , L ₂ , L ₃ , L ₄ L ₁ , L ₂ , L ₄	D ₂ , D ₃ D ₂ , D ₃	L ₂ , L ₄ L ₂ , L ₄
S2	D ₃	L ₁ ^a , L ₂ , L ₄		

表 D.2 雷击类型和损害、损失类型(续)

雷击类型 (如图 D.1 所示)	建筑物		通信线路	
	损害类型	损失类型	损害类型	损失类型
S3	D ₁	L ₁ , L ₄ ^a	D ₂ , D ₃	L ₂ , L ₄
	D ₂	L ₁ , L ₂ , L ₃ , L ₄	D ₂ , D ₃	L ₂ , L ₄
	D ₃	L ₁ ^a , L ₂ , L ₄		
S4	D ₃	L ₁ ^a , L ₂ , L ₄	D ₂ , D ₃	L ₂ , L ₄
^a 为医院和有爆炸风险的建筑物的情况。 ^b 为农业财产情况(牲畜损失)。				

D.2 由雷电闪击引起的风险

D.2.1 风险评估

对由于雷电而可能导致损失的评估因子由下列评估因子组成,这些评估因子与所考虑的安装地点有关:

- 地闪密度;
- 土壤电阻率;
- 装置的方式(埋地电缆,架空电缆,屏蔽或非屏蔽电缆);
- 被保护额定冲击耐受电压。

完成这些评估将能确定是否需要保护措施,例如是否需安装 SPD。

如果需要采用保护措施,将根据所获得的信息以及建设成本和维修费用来选择这些保护措施。更多的信息和计算方法参见 GB/T 21714.2—2015。

D.2.2 雷电闪击风险分析

风险分析的目的在于把由于雷电产生的预期损失风险 R_p 降低到小于或等于可接受的损失风险 R_T 。

如果 $R'_2 > R_T$,就需要采取防护措施以降低 R_p 。

损坏的风险是那些导致通信和信号线(例如,绝缘击穿),所连接的设备损坏的事件,其中:

- R'_v ——与通信网络直接雷击有关的风险因子,由于雷击电流的机械和热效应,这些闪络造成通信线路的物理损坏;
- R'_z ——与发生在建(构)筑物附近或进入建(构)筑物的通信线路上的直击雷有关的风险因子,造成在通信线路上感应过电压导致线路绝缘损坏,即 S2 和 S3 型;
- R'_b ——与进入建(构)筑物的通信线路附近发生的地闪有关的风险因子,造成在通信线路上感应过电压导致线路绝缘损坏,即 S4 型。

通信网络预期的服务中断风险, R'_2 , 由下面的方程给出。

$$R'_2 = R'_v + R'_z + R'_b$$

将风险 R'_2 与可忍受风险 R_T , 估计的每年预期损坏率加上预期客户服务中断小时数的比较后,确定是否需要保护。

QX/T 10.3—2019

D.2.3 风险评价

D.2.3.1 风险标准

将电缆和连接设备的额定冲击耐受电压视为风险标准。其中：

- a) 电缆的任何两个金属导体之间的额定冲击耐受电压采用下列值：
 - 1) 纸绝缘电缆, 1.5 kV;
 - 2) 塑料绝缘电缆(包括接线端子排), 5 kV。
- b) 连接在信号线终端的设备预期承受下列最低值的共模电涌过电压：
 - 1) 连接在信号线末端的设备, 1 kV 10/700 μ s(ITU-T K. 20 的要求);
 - 2) 对于用户建筑物末端或沿线的设备, 1.5 kV 10/700 μ s(ITU-T K. 21 和 ITU-TK. 45 的要求)。
- c) 在其他场合(信号网络), 使用适用的产品标准或一般的 EMC 标准。

D.2.3.2 评价程序

为评价保护需求所遵循的程序如图 D.2 所示。

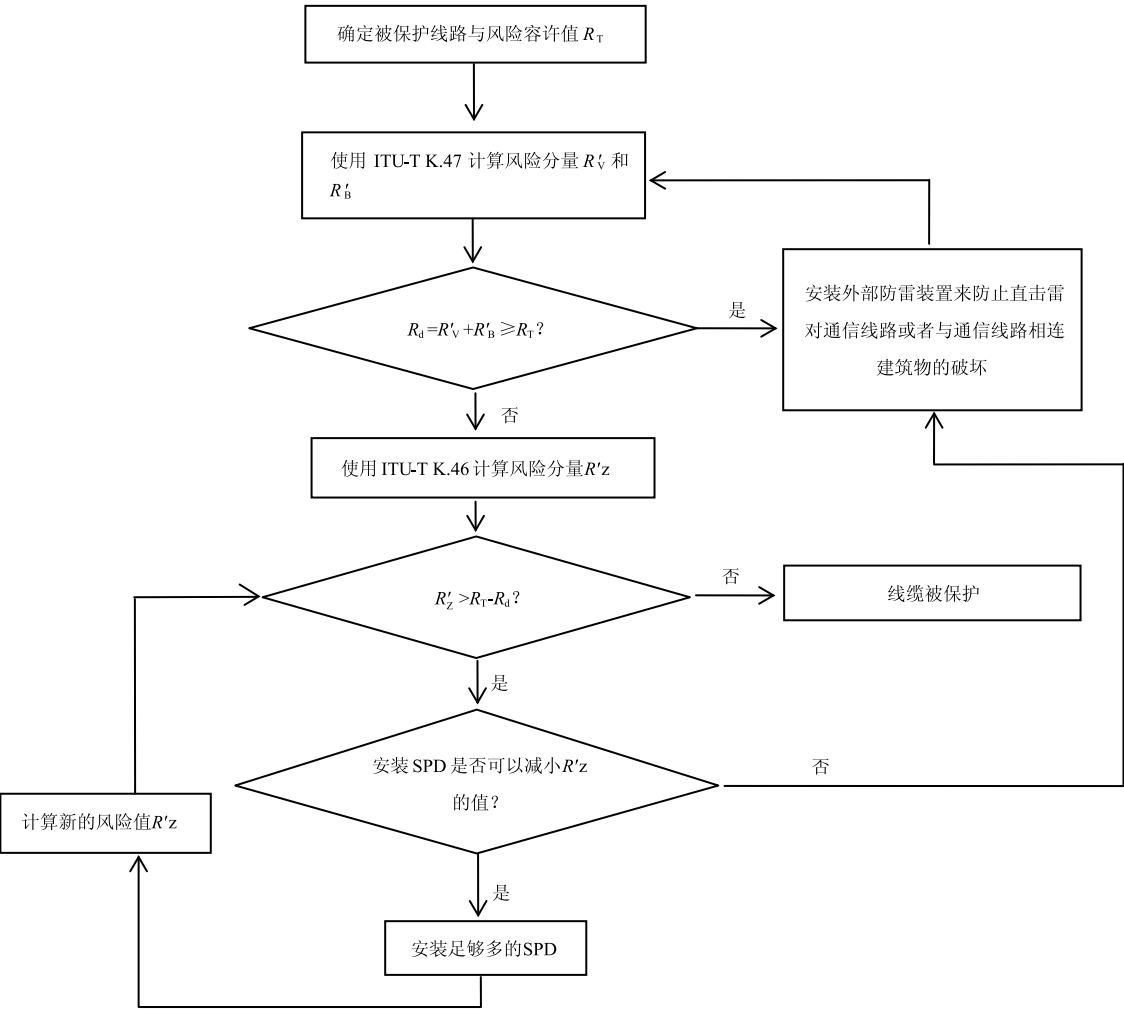


图 D.2 风险计算程序

D.2.4 风险处理

对于电信线或信号线,考虑采用下列保护措施(也可组合使用):

- 使用电涌保护器(SPD);
- 安装埋地电缆来代替架空线;
- 屏蔽,即改善线路的屏蔽性能,选择屏蔽电缆替代非屏蔽电缆;
- 提高电缆耐受能力,例如:选择塑料绝缘导体电缆替代纸绝缘导体电缆,并同时使用 SPD;
- 线路冗余设计。

使用上述保护措施降低下列设施的损失风险:

- 电缆绝缘;
- 连接到电信线或信号线上的设备。

如果不能改变电缆的型式和各线路段的布线条件,则使用 SPD 是唯一可用来保护设备方法。

D.3 由于电力线故障引起的风险

D.3.1 交流电源系统

由于电力线路(供电电源和电力输送系统)故障引起的信号网络过电压的风险与下列几方面有关:

- 信号线至供电电源之间的距离;
- 土壤电阻率;
- 输配电系统的电压级别和接地形式。

电力线的接地故障会导致不平衡的大电流流经电源线,并在与电力线相邻的平行走向的电信线或信号线中感应过电压。过电压可能上升至数千伏,由于在电力线上采用的故障清除系统工况,过电压的持续时间为 200 ms 至 1000 ms(有时甚至会更长)。

当表 D.3 中的条件都能满足时,不需要对交流架空电力线路中的故障情况进行精确的计算。

表 D.3 交流架空电力线路

环境	土壤电阻率 $\Omega \cdot m$	距离 m
乡村	≤ 3000	> 3000
乡村	> 3000	> 10000
城市	≤ 3000	> 300
城市	> 3000	> 1000

当表 D.4 的两个条件都满足时,不需要对交流埋地电缆产生的故障情况进行精确的计算。

表 D.4 交流埋地电缆

环境	土壤电阻率 $\Omega \cdot m$	距离 m
乡村	≤ 3000	> 10
乡村	> 3000	> 100
城市	不适用	> 1

QX/T 10.3—2019

D.3.2 直流电源系统

当表 D.5 的两个条件都满足时,不需要对于直流架空电力线路故障情况进行精确的计算。

表 D.5 直流架空电力线路

环境	土壤电阻率 $\Omega \cdot \text{m}$	距离 m
乡村	≤ 3000	> 400
乡村	> 3000	> 700
城市	≤ 3000	> 40
城市	> 3000	> 70

当表 D.6 的两个条件都满足时,不需要对直流埋地电缆故障情况进行精确的计算。

表 D.6 直流埋地电缆

环境	土壤电阻率 $\Omega \cdot \text{m}$	距离 m
乡村	≤ 3000	> 10
乡村	> 3000	> 100
城市	不适用	> 1

附录 E
(资料性附录)

MSPD 的选择和使用安装

MSPD 可以限制设备承受的电涌电压并为不同服务线路提供等电位连接。MSPD 用于配电线路和用于信号线路均应符合 QX/T 10.1—2018 的要求。

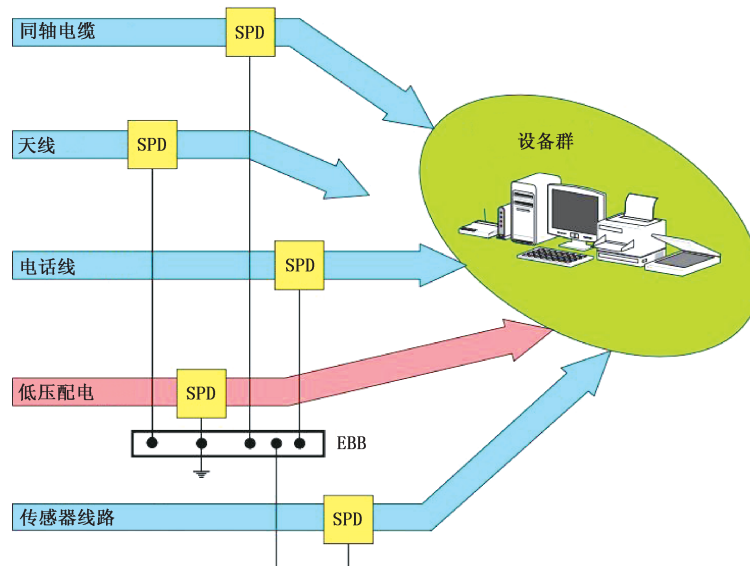


图 E.1 独立的 SPD

如图 E.1 所示,设备群终端连接了多项服务线路,布线工作可能导致线缆产生电磁感应电涌、地电位抬升和电源与通信之间的等电位连接不良。MSPD 可以保护如设备群免受上述困扰。

MSPD 设计和构造的一个关键特性是将用于各种独立服务设施中的 SPD 进行等电位连接,以使各种服务设施间的电位差最小化,见图 E.2。

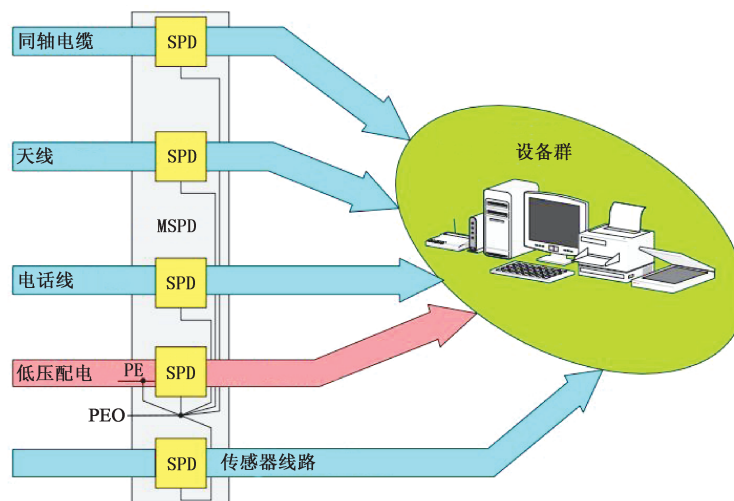


图 E.2 通过 PE 线连接的 MSPD

QX/T 10.3—2019

MSPD 可采用如下方法验证其等电位连接状况:在单独服务设施之间和每个单独的服务设施与 EBB 之间分别施加一次冲击,同时测量在 MSPD 被保护侧流过的电流,即横向和纵向保护的状况。

图 E.3 例示了通过直接等电位连接或电涌保护元件 (SPC) 实现接地基准点的有效等电位连接, SPC 在正常情况下具有绝缘特性,但是当一个系统内或两个系统间有电涌出现时能提供一个有效的等电位连接。这些 SPC 可以整合到 SPD 之中。

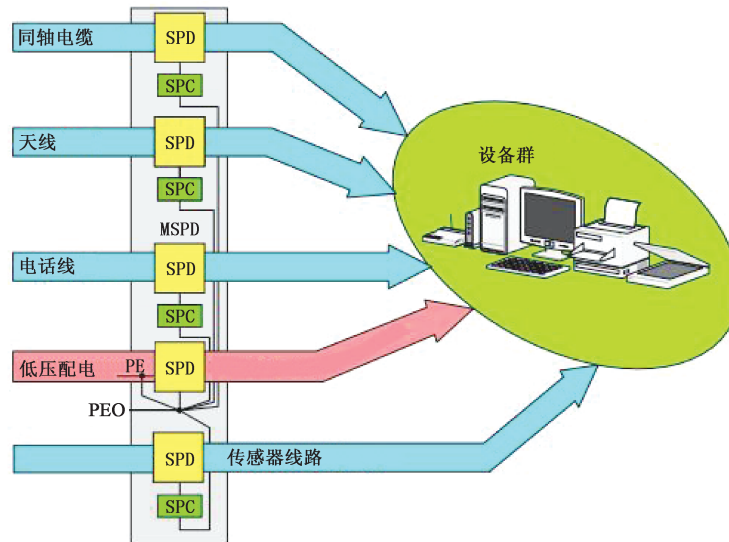


图 E.3 通过 SPC 和 PE 端子连接的 MSPD

MSPD 的安装要求应符合 GB/T 21714.4—2015 的规定,用于 LPZ1/2 或者 LPZ2/3 区交界处,尽量靠近被保护设备(计算机,电话等)安装。

除满足电源和数据端口的电压限制功能之外,MSPD 应满足其所保护的通信、数据设备的传输性能要求。

附录 F (资料性附录)

SPD 之间及 SPD 与电子设备之间的配合

F.1 一般要求

对于用户,最简便的方法就是使用生产厂推荐的协调配合的 SPD。由于生产厂了解 SPD 的电路,所以可以估计怎样才能实现配合或采用什么样的测试手段实现 SPD 的协调配合。如果用户了解 SPD 电路也能估计怎样才能实现配合。由于在通常分析中包括多项配置,所以在此不进行具体估算。

下列各项对“黑盒子”SPD 的分析是基于保守和非理想状态设计的线性假设。在此假设 SPD 的电气参数无论是来自生产厂还是来自测试都是真实有效的。有些型号的 SPD 要求对共模和差模过电压电压环境进行测试。在此有三个步骤:

- 确定 SPD2 的输入接线端子耐受电压和电流波形;
- 确定 SPD1 的输出保护电压和电流波形;
- 比较 SPD1 和 SPD2 的值。

保护的输出开路电压 U_p 的测试流程见 GB/T 18802.21—2016 的 5.2.1.3。预期短路电流 I_p 的测试流程见 GB/T 18802.21—2016 中附录 E。

F.2 确定 U_{IN} 和 I_{IN}

如果 $U_{IN\text{ITE}}$ 和 $I_{IN\text{ITE}}$ 能从 ITE 生产厂或现行的 ITE 产品标准中得到,在 SPD2 和 ITE 之间就可能实现配合。假设 ITE 可接受 SPD2 的保护水平 U_{p2} 和其在额定条件下产生的电流 I_{p2} 。ITE 的阻抗在保护条件下可能有很大差异,所以应当考虑 SPD2 在开路和短路条件下的输出端负载的极端值。

在额定冲击值条件下对 SPD2 进行测试,在其输入端会产生电压和电流耐受性波形。对于每种测试条件有两组波形;一组用于开路输出,另一组用于短路输出。配合的验证程序见图 F.1。

F.3 确定 SPD1 的输出保护电压和电流波形

SPD1 的用途是保护系统不致受电涌破坏,并且 SPD1 和 SPD2 要进行相同的试验,但试验电压更高。当 SPD1 在额定冲击值下试验时,在 SPD1 的输出端会产生电压和电流保护波形。对于每个测试条件有两组波形:一个对应于开路输出,另一个对应于短路输出。在较低电压试验等级下检查 SPD1 可能是合理的,以确保在额定条件下产生的保护水平是否能够达到最大值。

为了确保两个配合的 SPD 在过电压条件下能良好配合,SPD 输出保护水平在任何已知的和额定的条件下均不超过 SPD2 的输入耐受水平(见图 F.1)。

F.4 比较 SPD1 和 SPD2 的值

下列条件都满足便可实现配合:

- $U_p < U_{In}$;
- $I_p < I_{In}$;
- U_p 波形被 U_{In} 波形包围;

QX/T 10.3—2019

—— I_p 波形被 I_{in} 波形包围。

如果保护波形被包围于相应的耐受波形,则实现在时间上的配合。在此峰值和时间条件下便可实现配合。但是,有些元件对变化率很敏感(例如,TSS有 di/dt 等级)并且有可能导致配合失效。

F.5 通过测试来验证配合的必要性

有下列任意一种情况都要求通过测试来验证 SPD1 和 SPD2 的配合:

- $U_p > U_{in}$;
- $I_p > I_{in}$;
- U_p 波形长于 U_{in} 波形;
- I_p 波形长于 I_{in} 波形。

如果 SPD 生产厂已给定配合条件,可通过测试来验证配合(见图 F.1)。

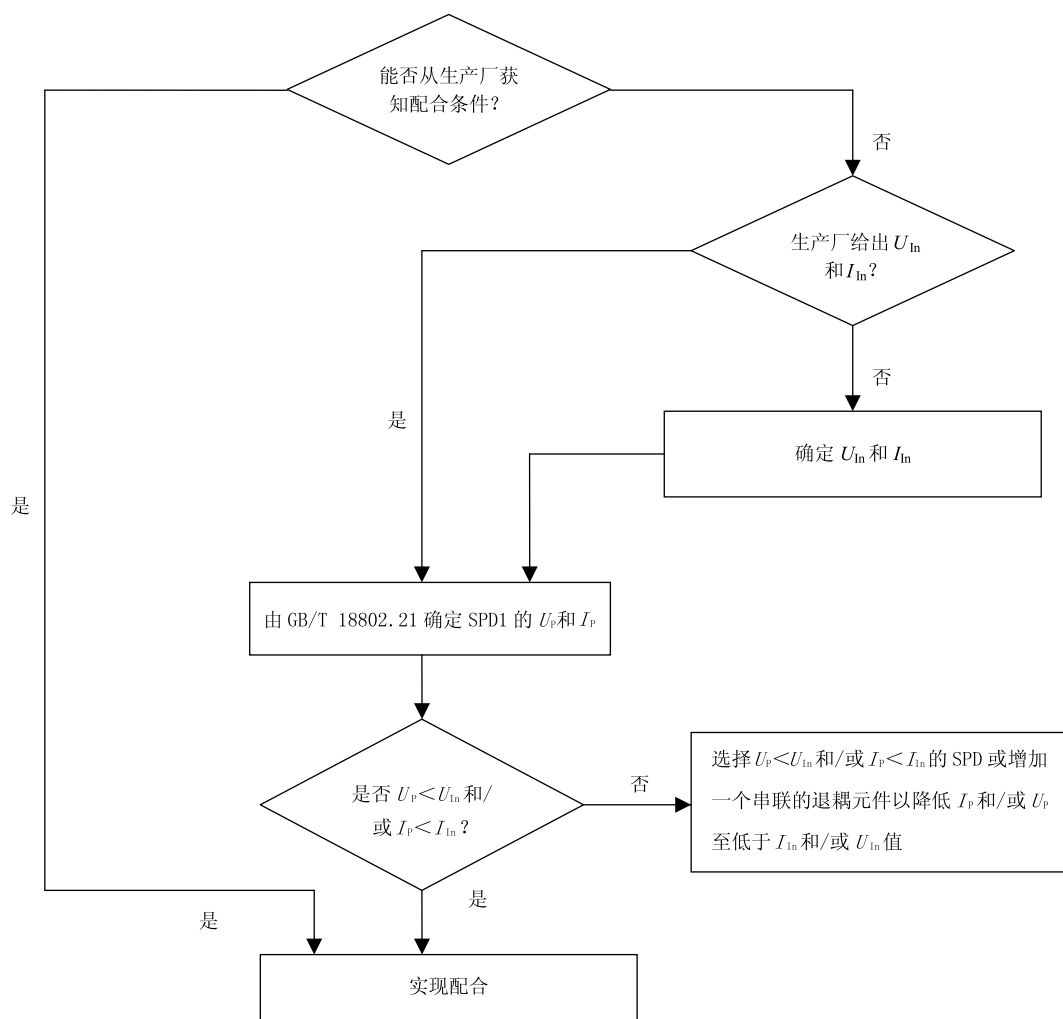


图 F.1 配合验证过程

参 考 文 献

- [1] GB/T 18802.1—2011 低压电涌保护器(SPD) 第1部分:低压配电系统的电涌保护器性能要求和试验方法(IEC 61643-1:2005,MOD)
 - [2] GB/T 18802.12—2014 低压电涌保护器(SPD) 第12部分:低压配电系统的电涌保护器选择和使用导则(IEC 61643-12:2008,IDT)
 - [3] GB/T 18802.3xx 限制差模电压的电涌防护元件系列标准
 - [4] GB/T 21714.2—2015 雷电防护 第2部分:风险管理(IEC 62305-2:2010,IDT)
 - [5] IEC 61643-22:2015 低压电涌保护器 第22部分:电信和信号网络的电涌保护器——选择和使用原则
 - [6] ITU-T K.20:2015 电信交换设备耐过电压和过电流的能力
 - [7] ITU-T K.21:2015 用户终端设备耐过电压和过电流的能力
 - [8] ITU-T K.45:2015 安装在接入网络和干线网络的电信设备耐过电压和过电流的能力
-

中 华 人 民 共 和 国
气 象 行 业 标 准
电涌保护器

第 3 部分:在电子系统信号网络中的选择和使用原则

QX/T 10.3—2019

*

气象出版社出版发行
北京市海淀区中关村南大街 46 号
邮政编码:100081
网址: <http://www.qxcbs.com>
发行部:010-68408042
北京中科印刷有限公司印刷

*

开本:880 mm×1230 mm 1/16 印张:2.75 字数:82.5 千字
2020 年 1 月第 1 版 2020 年 1 月第 1 次印刷

*

书号:135029-6119 定价:40.00 元

如有印装差错 由本社发行部调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68406301