

# 目 次

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| 前言 .....                                         | V  |
| 引言 .....                                         | VI |
| 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 .....                                | 4  |
| 4.1 被保护的电子系统 .....                               | 4  |
| 4.1.1 模拟信号系统 .....                               | 4  |
| 4.1.2 数字信号系统 .....                               | 4  |
| 4.1.3 视频系统 .....                                 | 5  |
| 4.1.4 卫星通信系统 .....                               | 5  |
| 4.2 被保护电子设备的耐受特征 .....                           | 6  |
| 4.2.1 电信网络设备耐冲击过电压额定值 .....                      | 6  |
| 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 .....     | 6  |
| 4.2.3 常用电子设备工作电压与 SPD 额定工作电压的对应关系 .....          | 6  |
| 5 电涌保护器的主要技术参数 .....                             | 7  |
| 5.1 SPD 的分类 .....                                | 7  |
| 5.1.1 按有或无限流元件分类 .....                           | 7  |
| 5.1.2 按不同测试方法分类 .....                            | 7  |
| 5.2 SPD 选择和使用时的基本参数 .....                        | 7  |
| 5.2.1 使用条件 .....                                 | 7  |
| 5.2.2 $U_c$ 、 $U_p$ 、冲击复位时间、 $I_c$ 和 $I_L$ ..... | 7  |
| 5.3 SPD 可能影响网络传输性能的参数 .....                      | 7  |
| 6 风险管理、雷击类型及损害和损失类型 .....                        | 8  |
| 6.1 风险管理 .....                                   | 8  |
| 6.1.1 风险分析 .....                                 | 8  |
| 6.1.2 风险评估 .....                                 | 8  |
| 6.2 耦合方式和雷击类型 .....                              | 8  |
| 6.3 损害和损失类型 .....                                | 10 |
| 7 SPD 的选择 .....                                  | 11 |
| 7.1 总则 .....                                     | 11 |
| 7.2 防雷区与 SPD 安装位置 .....                          | 11 |
| 7.3 SPD1 的选择 .....                               | 12 |
| 7.3.1 雷击类型为 S1 型时的选择 .....                       | 12 |
| 7.3.2 雷击类型为 S2 型时的选择 .....                       | 12 |
| 7.3.3 雷击类型为 S3 型时的选择 .....                       | 12 |
| 7.3.4 雷击类型为 S4 型时的选择 .....                       | 13 |
| 7.3.5 瞬态源为工频过电压时的选择 .....                        | 13 |

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 7.4 选择 SPD2(3,4,...)        | 13 |
| 7.5 SPD 的限制电压与被保护系统的兼容性     | 14 |
| 8 SPD 的使用安装                 | 15 |
| 8.1 单端口 SPD 连接导线和连接要求       | 15 |
| 8.1.1 导线要求                  | 15 |
| 8.1.2 连接要求                  | 15 |
| 8.2 多接线端子 SPD 的连接           | 16 |
| 8.3 由振荡和行波提出的保护距离 $l_{po}$  | 17 |
| 8.4 雷电感应过电压对建筑内部系统的影响       | 17 |
| 8.5 SPD 之间及 SPD 和被保护设备之间的配合 | 17 |
| 附录 A(资料性附录) 限压元件            | 18 |
| A.1 限压型元件(箝压元件)             | 18 |
| A.1.1 金属氧化物压敏电阻(MOV)        | 18 |
| A.1.2 硅半导体                  | 18 |
| A.1.2.1 正向偏压 PN 结二极管        | 18 |
| A.1.2.2 雪崩二极管(ABD, 又称抑制二极管) | 18 |
| A.1.2.3 齐纳二极管               | 19 |
| A.1.2.4 穿通二极管               | 19 |
| A.1.2.5 负反馈二极管(返送二极管)       | 19 |
| A.2 电压开关型元件                 | 19 |
| A.2.1 气体放电管(GDT)            | 19 |
| A.2.2 放电间隙(空气间隙)            | 20 |
| A.2.3 晶体闸流管(TSS)—固定电压型(自控式) | 20 |
| A.2.4 晶体闸流管(TSS)—门控式        | 20 |
| 附录 B(资料性附录) 限流元件            | 21 |
| B.1 电流中断型元件                 | 21 |
| B.1.1 可熔断电阻                 | 21 |
| B.1.1.1 厚膜电阻                | 21 |
| B.1.1.2 绕线式可熔断电阻            | 21 |
| B.1.2 熔断器(熔丝)               | 21 |
| B.1.3 热熔断器                  | 21 |
| B.2 电流降低型元件                 | 21 |
| B.2.1 PTC 高分子热敏电阻           | 22 |
| B.2.2 PTC 陶瓷热敏电阻            | 22 |
| B.2.3 电子限流器                 | 22 |
| B.3 电流分流型元件                 | 22 |
| B.3.1 热熔线圈                  | 23 |
| B.3.2 电流动作型门极晶闸管            | 23 |
| B.3.3 热开关                   | 23 |
| 附录 C(资料性附录) 风险管理            | 24 |
| C.1 由雷电闪击引起的风险              | 24 |
| C.1.1 风险评估                  | 24 |
| C.1.2 风险分析                  | 24 |

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| C.1.3 风险评价 .....                         | 24 |
| C.1.3.1 风险标准 .....                       | 24 |
| C.1.3.2 评价程序 .....                       | 24 |
| C.1.4 风险处理 .....                         | 25 |
| C.2 由于电力线故障的风险 .....                     | 25 |
| C.2.1 交流电源系统 .....                       | 26 |
| C.2.2 直流电源系统 .....                       | 26 |
| 附录 D(资料性附录) 与电子系统有关的传输特性 .....           | 27 |
| D.1 电信系统 .....                           | 27 |
| D.2 信号传输、测量和控制系统 .....                   | 28 |
| D.3 有线电视系统 .....                         | 29 |
| 附录 E(资料性附录) SPD 之间及 SPD 与电子设备之间的配合 ..... | 30 |
| E.1 确定 $U_{IN}$ 和 $I_{IN}$ .....         | 30 |
| E.2 确定 SPD1 的输出保护电压和电流波形 .....           | 30 |
| E.3 比较 SPD1 和 SPD2 的值 .....              | 30 |
| E.4 通过测试来验证配合的必要性 .....                  | 30 |
| 附录 F(资料性附录) 相关符号、英文缩写一览表 .....           | 32 |



## 前 言

QX 10《电涌保护器》分为三个部分：

- 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。

本部分为 QX10 的第 3 部分。

本部分参考了 IEC 61643—22《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》(2004 年英文版)和 IEC 62305—4《雷电防护 第 4 部分：建筑物内的电气系统和电子系统》(2006 年英文版)。

按照《中华人民共和国标准化法》第十条“制定标准应当做到有关标准的协调配套”的要求，本部分除参考引用了第 2 章“规范性引用文件”的内容外，努力使本部分与《建筑物防雷设计规范》GB50057 的内容相协调。

本部分的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D、附录 E、附录 F 均为资料性附录。

本部分由中国气象局提出并归口。

本部分起草单位：上海市防雷中心、深圳市防雷中心、天津市气象局、黑龙江省气象局、浙江省气象局。

本部分主要起草人：侯柳、余立平、曹和生、赵洋、孙丹波、周锦程、王志德、胡春良、包炳生、杨彦滨、宋国辉、尚杰、张卫星、潘正林、关象石。

## 引 言

依据《中华人民共和国气象法》第三十一条“安装的雷电灾害防护装置应当符合国务院气象主管机构规定的使用要求”的法规,2002 年由中国气象局提出并归口编制了《电涌保护器 第 1 部分:性能要求和试验方法》QX10.1—2002。

本部分为 QX10 标准的第 3 部分,主要内容是在电子系统中用于信号和电信网络的电涌保护器(SPD)的选择和使用原则,与 QX10.1 配合使用。电子系统中电源部分的 SPD 选择和使用原则见 QX/T10.2。

电子系统是否需要和如何使用 SPD 应在完成直接、间接损失评估和建设、维护投资预测后认真分析、综合考虑,做到安全、适用、经济。由于电子系统可能依靠长距离的导线来运行,因而不论是埋地导线或架空导线,雷电和电力线故障或有负载的线路上开关所产生的过电压都可能对其造成严重的影响。如果这些线路没有被保护,上述干扰源对电子系统的线路和设备将可能造成严重危害。本部分规定了电子系统中 SPD 的选择、使用和安装方法以及 SPD 之间、SPD 与被保护的电子系统之间的配合。

SPD 的选择、使用和安装直接影响到保护的效果,为使 SPD 的选择和使用能达到安全可靠、技术先进和经济合理的目的,遵照《中华人民共和国标准化法》第四条“国家鼓励积极采用国际标准”的法规,我们参考了最近公布的国际电工委员会(IEC)TC37A、TC64、TC81 相关标准编制了本部分,并努力使本部分能达到与国际标准相一致,同时简明易懂、实际可操作性强的目的。

本部分在实施过程中,如发现需要修改或补充之处,请将意见及有关资料寄中国气象局政策法规司(北京市海淀区中关村南大街 46 号,邮编 100081),或发电子邮件(iec81@tom.com),以便以后修订时参考。

## 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 10 的本部分规定了在电子系统信号网络中用于防直击雷、雷击电磁脉冲和其他瞬态或暂时过电压的电涌保护器(SPD)的选择和使用原则。

本部分适用于系统标称电压不超过 1 000 V(r. m. s)或直流电压不超过 1 500 V 的电子系统。

#### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 QX10 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/T 17626.5—1999 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验(idt IEC 61000—4—5: 1995)

GB/T 18802.21—2004 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—21:2000, IDT)

GB 50057—1994 建筑物防雷设计规范(2000 年版)

QX 10.1—2002 电涌保护器 第 1 部分：性能要求和试验方法

IEC 61643—22:2004 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

IEC 62305—1:2006 雷电防护 第 1 部分：通则

IEC 62305—2:2006 雷电防护 第 2 部分：风险管理

IEC 62305—4:2006 雷电防护 第 4 部分：建筑物内的电气系统和电子系统

ITU—T K. 20:2003 电信交换设备耐过电压和过电流的能力

ITU—T K. 21:2003 用户终端设备耐过电压和过电流的能力

ITU—T K. 31:1993 用户大楼内电信装置的连接结构和接地

ITU—T K. 45:2003 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

#### 3 术语和定义

本部分采用下列术语和定义。本部分未特别给出的通用性定义，见 GB/T 18802.21 和 QX 10.1 的术语和定义。

##### 3.1

**电子系统 electronic system**

由敏感电子部件构成的一个系统(如信息技术设备、控制和仪表系统、无线电系统、通信设备、电力电子装置等)。

##### 3.2

**雷电防护级别 lightning protection level(LPL)**

对雷击造成的损失，用一组对应的雷电流参数作定义的划分。其中涉及到采用防雷措施后将雷击损失降低到可以接受的程度。在 GB50057 中该概念定义为防雷类别。

### 3.3

#### 限压元件 voltage-limiting devices

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。 $U_C$  值应大于系统正常工作时的电压峰值。在系统最大持续工作电压( $U_{CS}$ )时,该元件的泄漏电流不应干扰系统的正常工作。详细的资料见本部分的附录 A(资料性附录)。

### 3.4

#### 限流元件 current-limiting devices

串联在被保护线路上限制过电流的元件,它能阻断或降低流向被保护负载的过电流。有三种可行的方法:切断、降低及分流。过电流保护所使用的技术大多数是热驱动的,这导致其响应速度较慢。在过电流保护装置动作以前,负载及 SPD 必须能耐受电涌。详细的资料见本部分的附录 B(资料性附录)。

### 3.5

#### 无限流元件的 SPD SPD without current limiting component

电子系统中,有一个或数个用于限制过电压的元件,而无限流元件的 SPD。

### 3.6

#### 有限流元件的 SPD SPD with current limiting component

电子系统中,既有限制过电压的元件,又有限制过电流元件的 SPD。

### 3.7

#### 非恢复限流 non-resettable current limiting

有限流元件的 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。

### 3.8

#### 可恢复限流 resettable current limiting

有限流元件的 SPD,它具有在扰动电流消失后手动恢复原状的功能。

### 3.9

#### 自恢复限流 self-resetting current limiting

有限流元件的 SPD,它具有在扰动电流消失后能自动恢复的功能。限流元件多为 PTC 热敏电阻、PTC 陶瓷热敏电阻或 PTC 高分子热敏电阻。

### 3.10

#### 保护模式 modes of protection

SPD 的保护元件可以连接在电子系统线路的信号线—信号线、信号线—地线、信号线—屏蔽层之间及多种方式同时连接。这些连接方式称为保护模式。一般将信号线—信号线之间的保护称为横向(差模)保护,信号线—地线(或屏蔽层)之间的保护称为纵向(共模)保护。

### 3.11

#### 设备耐冲击过电压额定值 rated impulse withstand voltage level

$U_w$

由电子设备生产厂给出的设备或设备主要部件耐受冲击过电压(有效值)的最大值。其值主要与设备的绝缘水平有关。

### 3.12

#### 插入损耗 insertion loss

由于在传输系统中插入了一个 SPD 所引起的损耗。它是在 SPD 插入前后出现的功率之比。SPD 的插入损耗的单位用 dB(分贝)表示。

## 3.13

**回波损耗 return loss**

在高频工作条件下,入射波在 SPD 插入点产生反射的能量与输入能量之比,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,可用下列公式确定:

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

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。

## 3.14

**SPD 的频率范围 frequency range of SPD**

$f_G$

SPD 在接入电子系统的线路后,会产生能量损耗。规定在 3 dB 的插入损耗内,起始频率至截止频率为该 SPD 的频率范围。

注:数字传输系统中,用一个特定的数据传输速率  $V_s$  代替工作频率范围。SPD 的可能数据传输速率与系统所用的传输过程有关。该过程在具有低通特性的系统中决定了必要的截止频率。在电信工程中, $V_s = 2 f_G$ ;在实际工程中可取  $V_s = 1.2 f_G$ 。

## 3.15

**SPD 数据传输速率 transmission rate of SPD**

**bps**

SPD 在接入电子系统的网络后的最大数据传输速率,用 1 s 内传输比特值表示,即 bps。

## 3.16

**比特差错率 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。也称“误码率”。

## 3.17

**纵向平衡 longitudinal balance**

## 3.17.1

**纵向平衡(模拟音频电路) (analogue voice frequency circuits)longitudinal balance**

由两条(一对)导线构成的线路对地(或 ERP)的电气对称性。

## 3.17.2

**纵向平衡(数据传输电路) (data transmission) longitudinal balance**

由两条或两条以上导线构成的一个平衡电路对地(或 ERP)的阻抗对称性的量度,用于表示对共模干扰的灵敏度。

## 3.17.3

**纵向平衡(通信和控制电缆) (communication and control cables)longitudinal balance**

SPD 在试验情况下,对地共模(纵向)干扰电压  $V_s$ (r. m. s)与 SPD 产生的差模(双线回路)电压  $V_m$ (r. m. s)之比值。用 dB 表示,表达式为:

$$20 \times \lg(V_s / V_m)$$

注:式中: $V_s$ 、 $V_m$  是在同一频率下测得的。

#### 3.17.4

##### 纵向平衡(电信线路) (telecommunications)longitudinal balance

SPD 在试验情况下,对地共模(纵向)干扰电压  $V_s$ (r. m. s)与 SPD 产生的差模(双线回路)电压  $V_m$ (r. m. s)之比值,以 dB 表示。

#### 3.18

##### 近端交扰 near-end crosstalk

##### NEXT

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

#### 3.19

##### 过载故障模式 overstressed fault mode

模式 1:SPD 中限压元件由于过载而断开,SPD 不再具备限压功能,但线路仍能正常工作。

模式 2:SPD 中限压元件因内部很小的阻抗而短路,此时线路不能正常工作。信息设备因 SPD 短路而不会遭受电涌冲击。

模式 3:SPD 的限压部分的网络侧出现内部开路,此时线路不能正常工作。信息设备因线路开路而不会遭受电涌冲击。

### 4 被保护的系统和设备

由于电子系统的多样性,在使用 SPD 对电子系统的线路和设备进行保护时首先应了解被保护设备工作时所使用的传输介质、信号类型。以下列举部分常用的系统和设备的接口形式及被保护设备的冲击耐受性。

#### 4.1 被保护的电子系统

##### 4.1.1 模拟信号系统

电话交换网(PSTN):用户线上传送的电信号是随着用户声音大小的变化而变化的。这个变化的电信号无论在时间上或是在幅度上都是连续的,其中振铃电压为 110 V,接口元件为 RJ11 连接器,使用的频率为 4 kHz 以下。可以通过加装数据终端控制设备调制解调器来实现在电话线上传递数字信号,最高速率为 56 kbps。

模拟仪表控制系统:全模拟式仪表将传感器信号进行调制放大后,经过 U/I 电路转换,输出 4 mA~20 mA、4 mV~20 mV 或 0 V~5 V 的模拟信号,多采用 ASP 连接器。

##### 4.1.2 数字信号系统

ISDN:综合业务数字网(Integrated Service Digital),现有窄带 ISDN 和宽带 ISDN。窄带 ISDN 基于公共电话网,使用电话线路通过 RJ11 连接器连接来传输数字信号,工作电压最高为 40 V,最高速率为 2048 kbps。宽带 ISDN 使用光纤传输,速率为 150 kbps 到几 Gbps。现较多使用的为 2B+D ISDN,其由两个 B 信道和一个 D 信道组成,B 信道是用来传送数据和语音,D 信道是用来传送信令,两个 B 信道可提供 128 kbps 的传输速率。

xDSL:数字用户线路(Digital Subscriber Line)的统称。DSL 技术使用传统的电话交换网的用户环路来支持对称和非对称传输模式,以电话线为传输介质。“x”代表不同种类的数字用户线路技术,不同的技术主要表现在信号的传输速率和距离,还有对称和非对称。ADSL 即异步数字用户环路(Asynchronous Digital Subscriber Loop),一种非对称数字用户线。ADSL 最高独占带宽理论上达到下行 8 Mbps,上行 1 Mbps。信号电压小于 6 V,频率为 138 kHz~1104 kHz。

以太网:广泛使用的局域网系统,网络采用双绞线按 D 级(5 类)布线。主要使用的有两种布线类型:10 Base T 10 M 以太网和 100 Base TX 100 M 以太网。10 Base T 10 M 以太网的结构是电缆长度可达 100 m 的树状布局绞线对布线。终端设备通过 IEEE 802.3 规定的传输方法通信,信号电压小于 5 V,

接口元件为 RJ45 连接器。高速 100 Base TX 100 M 以太网是从 10 Base T 10 M 以太网发展而来的。这种系统有 100 Mbps 的更高传输速率,拓扑连接器和针脚分配仍和 10 Base T 10 M 以太网的相同。千兆以太网(1 000 Base T)则有更快的传输速率,要求采用双绞线按 D 级(5e 类)布线。

令牌环网:令牌环网络的布线,系统布局是环形连接的,按 IEEE 802.5 规定的方法通信。使用可控的令牌分配器对不同的终端设备来进行网络控制和信号放大。这种网络允许用长电缆连接最高数据传输速率为 16 Mbps,信号电压小于 5 V,公母同体的插头当连接器用,也称为 IVS 连接器。

FF:基金会现场总线(Foundation Fieldbus),主要应用于石油化工、连续工业过程控制中的仪表。该系统可使用双绞线、光纤和无线等介质连接,纠错方式 CRC,通讯速率 2.5 Mbps。

Profibus:过程现场总线(Process Fieldbus),主要应用于 PLC。产品有三类:FMS 用于主站之间的通讯;DP 用于制造行业从站之间的通讯;PA 用于过程行业从站之间的通讯。该产品现在在原有协议框架上进行局部的修改和补充,在控制系统内增加了很多的转换单元(如各种耦合器)。该系统可使用双绞线和光纤连接,纠错方式 CRC,通讯速率 1.2 Mbps。

HART:可寻址远程传感器数据通路(Highway Addressable Remote Transducer),主要应用于智能变送器。HART 为一过渡性标准,它通过在 4 mA~20 mA 电源信号线上叠加不同频率的正弦波(2200 Hz 表“0”,1200 Hz 表“1”)来传送数字信号,从而保证了数字系统和传统模拟系统的兼容性。该系统可使用电源信号线连接,纠错方式 CRC,通讯速率 1.2 Mbps。

CAN:控制局域网(Controller Area Network),应用于汽车监控、开关量控制、制造业等。介质访问方式为非破坏性位仲裁方式,适用于实时性要求很高的小型网络。该系统可使用双绞线和光纤连接,纠错方式 CRC,通讯速率 1 Mbps。

LonWorks:局部操作系统(LON Local Operating System),主要应用于楼宇自动化、工业自动化和电力行业等。LonTalk 的全部 7 层协议,介质访问方式为 P-P CSMA(预测 P-坚持载波监听多路复用),采用网络逻辑地址寻址方式,优先级机制保证了通讯的实时性,安全机制采用证实方式,因此能构建大型网络控制系统。该系统可使用双绞线、光纤、电力线、电缆和无线连接,纠错方式 CRC,通讯速率 1.25 Mbps。

#### 4.1.3 视频系统

有线电视系统:现代有线电视网络主要由前端、干线和分配系统三大部分组成。前端包括卫星和本地的广播电视节目及自办节目的接收、播控及用户管理系统三个部分。小型城市网或局域网,干线采用树枝型结构的同轴电缆布局;大型城市网则采用 MMDS 或环状、星型布局的光缆干线;分配系统采用同轴电缆分配入户方式。分配网带宽我国现在有 47 MHz~500 MHz 和 47 MHz~750 MHz 两种。

视频监控系统:全模拟式视频监控系统,属即将淘汰系统。现代数字式监控设备则是编解码器通过网络来实现的虚拟矩阵切换。它采用 MPEG-2 压缩方式,提供 DVD 画质(720 像素×576 像素)的实时图像,支持 CVBS 或网络播放,2 Mbps 带宽就可以顺利传输,网络传输实时误差小于 0.2 s,需大容量硬盘支持。

本部分的附录 D(资料性附录)提供了以上三类系统和其传输特性的资料。在选择连接至这些系统的 SPD 时必须对这些传输特性进行考虑。

#### 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。室外单元主要包括天线、馈源、上变频器及微波功率放大器或低噪声放大器及下变频器组合(LNB)。室内单元主要包括调制器或解调器、信号处理器。室外单元和室内单元用中频同轴电缆连接。 $K_u$ 波段上行载波频率 14 GHz,下行载波频率 12 GHz,中频为 0.95 GHz~2.05 GHz。C 波段上行载波频率 6 GHz,下行载波频率 4 GHz。中频为 70 MHz,一般采用 F、N 或 BNC 接口。LNB 由室内单元馈电,通过同轴电缆芯线提供 15 V~18 V 直流电源。

## 4.2 被保护电子设备的耐受特征

## 4.2.1 电信网络设备耐冲击过电压额定值

表 1 电信网络设备耐冲击过电压额定值

| 设备名称                                                        | 冲击电压额定值 | 试验波形                                                        | 说明                                                      |
|-------------------------------------------------------------|---------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 信息网络中心室外信号线端口                                               | 0.5 kV  | 10/700 $\mu$ s                                              |                                                         |
|                                                             | 4.0 kV  | 10/700 $\mu$ 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 $\mu$ 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  | 混合波<br>$U_{\infty}:1.2/50 \mu$ s<br>$I_{\infty}:8/20 \mu$ 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 $\Omega$           |
| 非信息网络中心室外信号线端口                                              | 4.0 kV  | 10/700 $\mu$ 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 $\mu$ 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  | 混合波<br>$U_{\infty}:1.2/50 \mu$ s<br>$I_{\infty}:8/20 \mu$ 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 $\Omega$           |
| 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。 |         |                                                             |                                                         |

## 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

表 2 抗扰度试验的最低要求

| 端口                 | 试验项目 | 试验值    | 说明             |
|--------------------|------|--------|----------------|
| I/O 信号/控制          | 冲击试验 | 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 常用电子设备工作电压与 SPD 额定工作电压的对应关系

表 3 常用电子设备工作电压与 SPD 额定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 额定工作电压(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 电涌保护器的主要技术参数

### 5.1 SPD 的分类

连接至电信和信号网络的 SPD 的分类见 QX10.1 中 5.1.2 条,SPD 的结构见 QX10.1 中图 5。本部分主要选用了按有或无限流元件和按不同测试方法分类内容。

#### 5.1.1 按有或无限流元件分类

第一类:SPD 内至少有一个限压元件,但没有限流元件。

第二类:SPD 内装有限压元件和限流元件。

#### 5.1.2 按不同测试方法分类

A1~A2(非常低的上升速率及 AC)、B1~B3(低上升速率)、C1~C3(快上升速率)和 D1~D2(高能量)型。详细内容见 QX10.1 中的表 15。

### 5.2 SPD 选择和使用时的基本参数

#### 5.2.1 使用条件

SPD 的本体上,或因受表面积限制而标志在小包装或说明书上的以下内容,应与使用条件(环境)相一致。

##### 5.2.1.1 正常使用条件

温度范围:  $-5^{\circ}\text{C}$  至  $40^{\circ}\text{C}$

湿度范围:相对湿度 10% 至 80%

气压范围:80 kPa 至 106 kPa

正常环境是位于建筑物或其他构筑物中的受控制的环境。该环境受外界(自然)影响很小。

##### 5.2.1.2 非正常使用条件

对置于非正常条件下的 SPD,在设计和使用中应作特殊考虑。

温度范围:  $-40^{\circ}\text{C}$  至  $70^{\circ}\text{C}$

湿度范围:相对湿度 5% 至 96%

气压范围:80 kPa 至 106 kPa

#### 5.2.2 $U_c$ 、 $U_p$ 、冲击复位时间、 $I_c$ 和 $I_L$

以上参数定义见 QX10.1 中 3.22、3.27 和 QX/T10.2 中 3.19、3.21 条。未定义的冲击复位时间,定义为:SPD 中有开关型元件时,生产厂应标注其冲击复位时间值。该值指在型式试验中施加了规定的冲击电压和电流后,开关型元件从施加冲击开始至其返回高阻状态的那一段时间。一般要求在 30 ms 之内。

### 5.3 SPD 可能影响网络传输性能的参数

电子系统信号网络中的 SPD 可能影响网络传输性能的参数有:电容、串联电阻、插入损耗、回波损耗、纵向平衡、近端交扰(NEXT)、特性阻抗等。其中插入损耗定义见本部分 3.12 条,回波损耗定义见本部分 3.13 条,纵向平衡定义见本部分 3.17 条,近端交扰定义见本部分 3.18 条,其他未定义的有:

——电容:SPD 指定端子间的电容值;

——串联电阻:SPD 输入端与输出端之间的电阻值;

——特性阻抗:SPD 与同轴电缆匹配的参数,指同轴电缆分布参数决定的阻抗值。

在电子系统信号网络中选用 SPD 时,应根据生产厂在 SPD 本体上,或因受标注面积限制而标志在小包装或说明书上标注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参数见表 4。

表 4 SPD 可能影响网络传输的技术参数

| 技术参数 | 模拟信号系统( $\leq 20$ kHz) | 数字信号系统         | 视频系统 | 卫星通信系统 |
|------|------------------------|----------------|------|--------|
| 分布电容 |                        | ✓              | ✓    |        |
| 串联电阻 | ✓                      | ✓              | ✓    |        |
| 插入损耗 | ✓(较小影响)                | ✓              | ✓    | ✓      |
| 回波损耗 |                        | ✓              | ✓    | ✓      |
| 纵向平衡 | ✓                      | ✓              | ✓    |        |
| 近端串扰 | ✓                      | ✓              | ✓    |        |
| 特性阻抗 | ✓                      |                |      | ✓      |
| 比特差  |                        | ✓              |      |        |
| 频率范围 | ✓                      |                | ✓    |        |
| 传输速率 |                        | ✓ <sup>a</sup> |      |        |

a 传输速率( $V_s$ )在数字信号系统中可以替代工作频率范围,见本部分 3.14 条。

## 6 风险管理、雷击类型及损害和损失类型

### 6.1 风险管理

电子系统和电子设备是否需要安装 SPD 防雷击等产生的电涌,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。

#### 6.1.1 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。

#### 6.1.2 风险评估

风险评估应考虑以下因素:

- 费用;

当采用防雷措施(含防直击雷的外部防雷及内部防雷的屏蔽、等电位连接、综合布线和安装 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,宜采用综合防雷措施,即:  $C_{RL} + C_{PM} < C_L$  时,应采用含 SPD 安装在内的外部防雷和内部防雷。关于风险管理的进一步信息参见 IEC62305-2;

- 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 7 的内容。

### 6.2 耦合方式和雷击类型

对电子系统造成威胁的主要的瞬态(冲击)源来自雷电和电力系统。耦合方式包括:

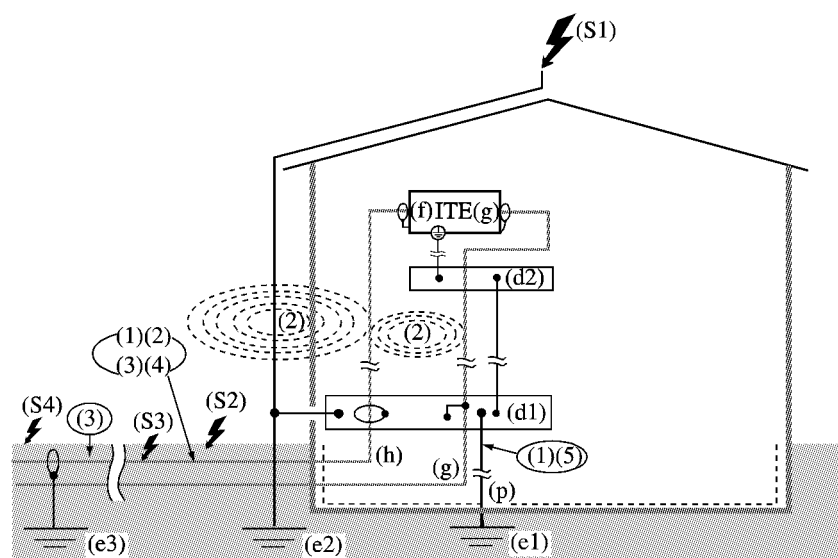
- 直接雷击;
- 与电力线接触;

- 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。

图 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 5),虽然建筑物遭受直击雷的概率很低。为了简化起见,在图 1 中假设直击雷通过单根引下线传导入地。但实际中,一个防雷装置(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 1 中例举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系统),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,并接至防雷接地系统(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 5 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的 SPD 之间的关系。其中 SPD(A、B、C 和 D 类)的电压和电流波形及测试类别引自 QX10.1 的表 15。



说明

- (d1) 总等电位连接带
- (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/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 5

注: e1、e2 和 e3 应采用共用接地系统。

图 1 建筑内电气和电子系统的干扰源和耦合方式示例

表5 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) <sup>b</sup> | 交流电的影响   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------|
| 耦合                                                                                                                                                                                                                | 电阻性(1)        | 感应(2)  | 感应 <sup>a</sup> (2) | 电阻性(1,5)                    | 感应(3)                       | 电阻性(4)   |
| 电压波形( $\mu\text{s}$ )                                                                                                                                                                                             | —             | 1.2/50 | 1.2/50              | —                           | 10/700                      | 50/60 Hz |
| 电流波形( $\mu\text{s}$ )                                                                                                                                                                                             | 10/350        | 8/20   | 8/20                | 10/350 <sup>d</sup> ,10/250 | 5/300                       | —        |
| 优选的测试类别 <sup>c</sup>                                                                                                                                                                                              | D1            | C2     | C2                  | D1,D2                       | B2                          | A2       |
| 注:(1)~(5)见图1,耦合方式<br>a 也适用于邻近的供电网络开关所造成的电容/电阻耦合。<br>b 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。<br>c 优选的测试类别见 QX10.1 表 15。<br>d 用来模拟直击雷测试脉冲的波形,在 IEC/TC81 中用峰值电流、总电荷量和单位能量三个参数表述。可以满足这些参数的一个典型波形是 10/350 $\mu\text{s}$ 波形。 |               |        |                     |                             |                             |          |

## 6.3 损害和损失类型

表6 雷击类型和损害、损失类型

| 雷击类型<br>(见图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                                      | D1<br>D2<br>D3 | L1,L4 <sup>b</sup><br>L1,L2,L3,L4<br>L1 <sup>a</sup> ,L3,L4 | D2<br>D3 | L2,L4<br>L2,L4 |
| S2                                      | D3             | L1 <sup>a</sup> ,L2,L4                                      |          |                |
| S3                                      | D1<br>D2<br>D3 | L1,L4 <sup>b</sup><br>L1,L2,L3,L4<br>L1 <sup>a</sup> ,L2,L4 | D2<br>D3 | L2,L4<br>L2,L4 |
| S4                                      | D3             | L1 <sup>a</sup> ,L2,L4                                      | D3       | L2,L4          |
| a 为医院和有爆炸风险的建筑物的情况。<br>b 为农业财产情况(牲畜损失)。 |                |                                                             |          |                |

损害类型(D):

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):

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。

## 7 SPD 的选择

### 7.1 总则

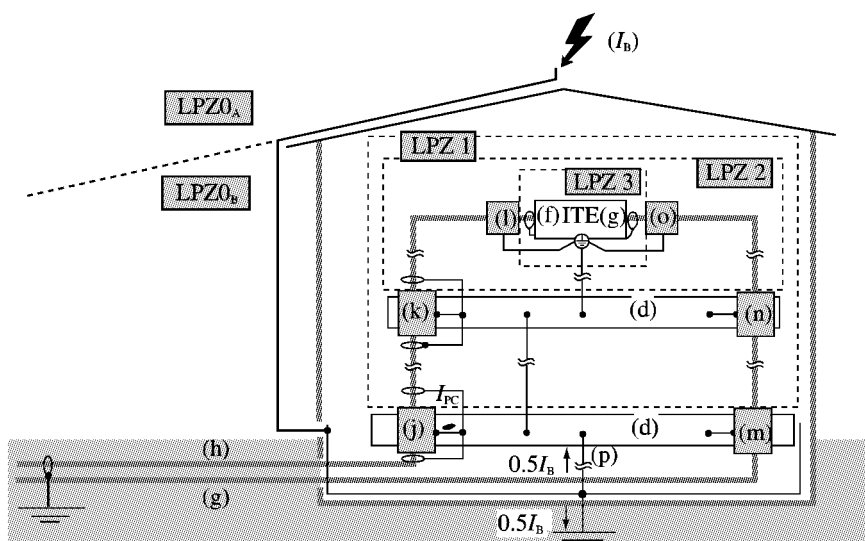
在电子系统中选择 SPD 时,首先应分析在电子系统中可能产生过电压和过电流源以及能量和这些冲击源耦合进电子系统信号网络的方式,见图 1。在被保护的电子系统不存在 S1~S4 型雷击类型的可能和交流的干扰时,如电子系统的建筑物不属于一、二、三类防雷建筑物,同时信号线缆埋地引入时,可以不安装 SPD。

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

### 7.2 防雷区与 SPD 安装位置

在电子系统中,SPD 应安装在图 2 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),(参见图 3)。关于 LPZ(防雷区)的定义见 GB50057。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(见本部分 7.4)。

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(LPZ0/1)交界处的等电位连接带(EBB)     |
| (f)        | 信息技术设备/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                           |
| $I_B$      | 全部雷电流                           |
| (j,k,l)    | 各防雷区的交界处的信号网络 SPD               |
| (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 2 SPD 安装在防雷区交界处的配置示例

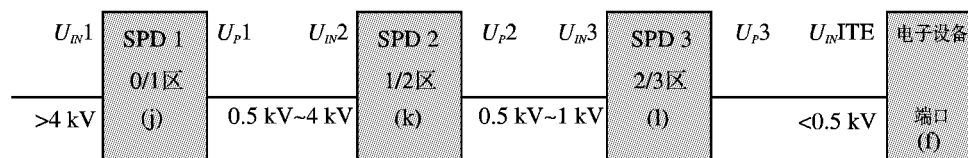


图3 SPD在各防雷区交界处配置的示例

### 7.3 SPD1 的选择

#### 7.3.1 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 GB50057 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 1 中所示的 S1 型。

##### 7.3.1.1 雷击类型为 S1 型时对 SPD1 保护特性参数的选择

雷击类型为 S1 时,应在电子设备信号线的建筑物入口处选择表 5 中 D1 类的 SPD,其主要技术参数应符合以下要求:

$I_{\text{imp}}$ :电子系统信号线与地或信号线与屏蔽层间所连接的 SPD 的冲击电流值( $I_{\text{imp}}$ )应选择在 0.5 kA~2.5 kA(10/350  $\mu$ s)之间。具体值可按 GB50057 中第 6.3.4 条“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  $n$  根平均分配计算。

$U_c$ :SPD 的最大持续运行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  $U_c \geq 1.2U_n$ ,或参见表 3 中的具体规定。

$U_P$ :在用于保护电子系统时,SPD1 的电压保护水平  $U_P$  不应大于电子设备耐冲击过电压额定值(参见表 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,以确保侵入的电涌降至被保护设备能耐受的电压保护水平  $U_w$  的 0.8 倍。

##### 7.3.1.2 雷击类型为 S1 型时对 SPD1 传输特性参数的选择

应能满足本部分附录 D(资料性附录)或表 4 中的要求。

#### 7.3.2 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,但与之有电气联系的邻近建筑物有外部防雷装置时,其雷击类型为图 1 中的 S2 型。

##### 7.3.2.1 雷击类型为 S2 型时对 SPD1 保护特性参数的选择

雷击类型为 S2 时,应在电子设备信号线的建筑物入口处选择表 5 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( $U_{oc}$ )值应选择在 2 kV~10 kV(1.2/50  $\mu$ s)之间,相应的短路电流( $I_{sc}$ )值应在 1 kA~5 kA(8/20  $\mu$ s)之间。具体值应根据信号线缆中芯线的数量计算确定。

$U_c$ :同本部分中 7.3.1.1 条的要求。

$U_P$ :同本部分中 7.3.1.1 条的要求。

##### 7.3.2.2 雷击类型为 S2 型时对 SPD1 传输特性参数的选择

同本部分中 7.3.1.2 条的要求。

#### 7.3.3 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 1 中的 S3 型。

##### 7.3.3.1 电杆为木杆时的选择

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本部分 7.3.1 条

的规定执行。

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。

### 7.3.3.2 电杆为金属杆时的选择

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 5 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 的冲击电流值( $I_{imp}$ )应选择在 1 kA~2.5 kA(10/250  $\mu$ s)或 0.5 kA~2.5 kA(10/350  $\mu$ s)之间。具体值应根据信号线缆中芯线的数量决定。其他参数同本部分中 7.3.1.1 条和 7.3.1.2 条的规定。

### 7.3.4 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 1 中的 S4 型。

#### 7.3.4.1 雷击类型为 S4 型时对 SPD1 保护特性参数的选择

雷击类型为 S4 型时，应在电子设备信号线的建筑物入口处选择表 5 中 B2 类的 SPD，其主要技术参数应符合以下要求：

电子系统信号线与地或者信号线与屏蔽层间所连接的 SPD 的开路电压值应选择在 1 kV~4 kV (10/700  $\mu$ s)之间，相应的短路电流值应在 25 A~100 A(5/300  $\mu$ s)之间。具体值应根据信号线缆中芯线的数量计算确定。

$U_C$ ：同本部分中 7.3.1.1 的要求。

$U_P$ ：同本部分中 7.3.1.1 的要求。

#### 7.3.4.2 雷击类型为 S4 型时对 SPD1 传输特性参数的选择

同本部分中 7.3.1.2 条的要求。

### 7.3.5 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。

#### 7.3.5.1 瞬态源为工频过电压时对 SPD1 保护特性参数的选择

瞬态源为工频过电压时，应在电子设备信号线的建筑物入口处选择表 5 中 A2 类的 SPD，其主要技术参数应符合以下要求：

电子系统信号线与地或者信号线与屏蔽层间所连接的 SPD 工频短路电流值应在 0.1 A~20 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。相应标准见 ITU-T K.20、K.21 和 K.45[2,3,4]。

$U_C$ ：同本部分中 7.3.1.1 的要求。

$U_P$ ：同本部分中 7.3.1.1 的要求。SPD 的  $U_P$  必须考虑终端被保护设备的  $U_w$  值和 SPD 的连接方法。

#### 7.3.5.2 瞬态源为工频过电压时对 SPD1 传输特性参数的选择

同本部分 7.3.1.2 条的要求。

### 7.4 选择 SPD2(3,4,...)

按本部分 7.3 条选择 SPD1 的  $U_P$  在不大于电子设备耐冲击过电压额定值( $U_w$ )的 0.8 倍，能对信号线路下游和末端电子设备进行有效限压保护时，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  $U_P$  大于电子设备耐冲击过电压额定值的 0.8 倍，即  $U_P > 0.8U_w$ ；

——SPD1 与被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 7.2 中所述的防雷区与 SPD 安装位置和在表 7(同时宜参考第 8 章中关于配合的要求)中防护等级的要求来选择安装 SPD2、SPD3。

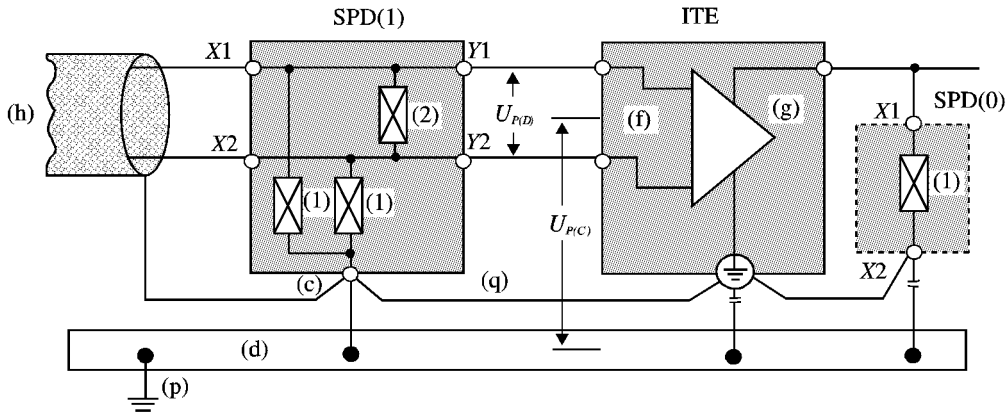
表 7 在防雷区交界处使用的 SPD 时额定值选型指南

| 防雷区                                           |                     | LPZ 0/1             | LPZ 1/2      | LPZ 2/3          |
|-----------------------------------------------|---------------------|---------------------|--------------|------------------|
| 电涌值范围                                         | 10/350 $\mu$ s      | 0.5 kA~2.5 kA       | —            | —                |
|                                               | 10/250 $\mu$ s      | 1.0 kA~2.5 kA       | —            | —                |
|                                               | 1.2/50 $\mu$ s      | —                   | 0.5 kV~10 kV | 0.5 kV~1 kV      |
|                                               | 8/20 $\mu$ s        | —                   | 0.25 kA~5 kA | 0.25 kA~0.5 kA   |
| SPDs 的要求<br>(引自 QX10.1 表 15)                  | 10/700 $\mu$ s      | 4 kV                | 0.5 kV~4 kV  | —                |
|                                               | 5/300 $\mu$ s       | 100 A               | 25 A~100 A   | —                |
|                                               | SPD(j) <sup>a</sup> | D1, D2<br>B2        | —            | 与建筑物外部无电<br>阻性连接 |
|                                               | SPD(k) <sup>a</sup> | —                   | C2/B2        | —                |
|                                               |                     | SPD(l) <sup>a</sup> | —            | C1               |
| 注: 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。 |                     |                     |              |                  |
| a SPD(j,k,l), 见图 2、图 3。                       |                     |                     |              |                  |

7.5 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 4)来确定是否需要限制差模电压,进行横向保护。

为了满足系统和设备的防护要求,信息技术设备生产厂应提供设备在差模和共模两方面耐受电压的数值。



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(EBB)
- (f) 信息技术设备/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 5 选择的 SPD (电信和信息网络用 SPD 分类方法可见 QX10.1 的表 15)
- (o) 依据 QX/T10.2 选择的电源用 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 IEC61643—300 系列的限制共模电压的电涌防护元件
- (2) 依据 IEC61643—300 系列的限制差模电压的电涌防护元件

图 4 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

8 SPD 的使用安装

8.1 单端口 SPD 连接导线和连接要求

8.1.1 导线要求

SPD 的连接导体不宜小于表 8 中规定的最小截面积。

表 8 SPD 连接导体铜材最小截面积

| SPD 按不同实验方法分类 | 最小截面积(mm <sup>2</sup> ) |
|---------------|-------------------------|
| D             | 3                       |
| B/C           | 2                       |
| A             | 1.2                     |

注：在 IEC62305—5(TC81/261/CD)中规定，连接导线最小截面积铜材最小可选 1.2 mm<sup>2</sup>。在实际连接中可按每 1 mm<sup>2</sup> 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。

8.1.2 连接要求

——安装时宜使 SPD 两端连接导线最短，使其电压降最小。不正确的接线方式将导致感应电压升高。

——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 与被保护线路和等电位连接带连接线的不必要的弯曲(见图 5)。采用图 6 的凯文连接方法是最佳的。

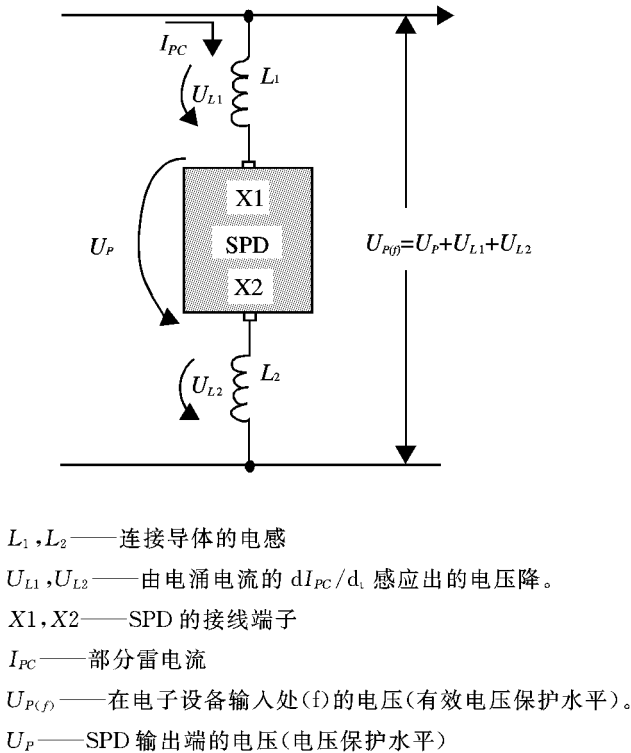
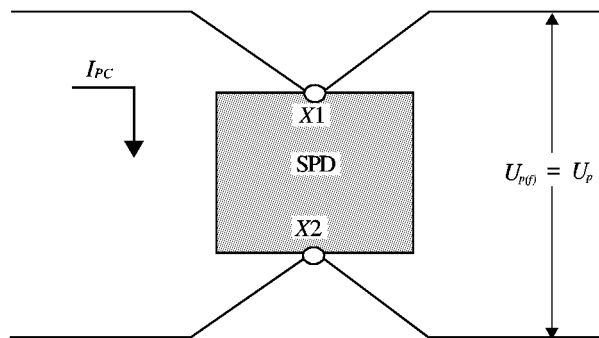


图 5 由 SPD 两端连线上电感导致的电压降  $U_{L1}$  和  $U_{L2}$  对电压保护水平  $U_P$  影响的示例

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  $\Delta U$  中较大值。



$X1, X2$ ——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)

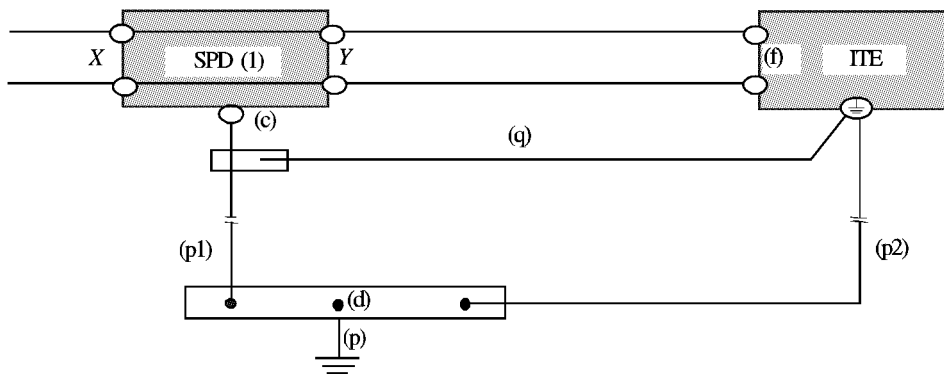
图 6 SPD 导线连接方法(凯文方式)的示例

## 8.2 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本部分 8.1 条的要求外,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,参见图 7。

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



(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/电信端口

(1)——符合表 7 的 SPD (同时参见 QX10.1 中表 5)

(p)——接地连接导体

(p1, p2)——接地导体(应尽可能短)。对于远程供电的电子设备,(p2)可能不存在

(q)——必要的连接(应尽可能短)

$X, Y$ ——SPD 的接线端子,其中  $X$  为输入端、 $Y$  为输出端

图 7 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、五个或多个连接端口)

为减少干扰附加的措施有:

- 不要使连接至被保护端和未被保护端的线缆平行靠近布线;
- 不要使连接至被保护端的线缆和接地连接导体(p)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。

### 8.3 由振荡和行波提出的保护距离 $l_{po}$

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  $U_P$  小于被保护设备耐冲击过电压额定值的 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  $0.5 U_w$  时,可以不考虑保护距离  $l_{PO}$  的问题。

注:振荡现象产生的保护距离  $l_{PO}$  的计算,见 QX/T10.2 中附录 E.1.1。

### 8.4 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:

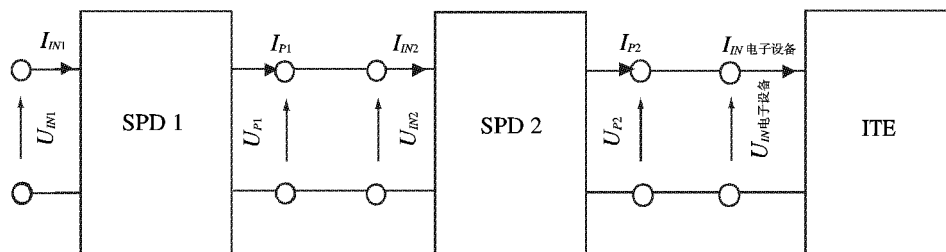
- 在 SPD 接地连线和被保护设备之间使用等电位连接带(q),以降低共模电压;
- 使用双绞线来减小差模电压;
- 利用线缆屏蔽来减小共模电压;
- 不同环路和结构中磁场强度的计算方法见 IEC 62305—4 中的附录 A。

注:环路感应要求 SPD 的保护距离  $l_{PI}$  的计算,见 QX/T10.2 中附录 E.1.2。

### 8.5 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 和设备的耐冲击过电压额定值。

满足下列条件即可实现两级 SPD 的配合: $U_P < U_{IN}$  及  $I_P < I_{IN}$  (图 8)。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本部分附录 E(资料性附录)。



$U_{IN2}/U_{IN设备}$  —— 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 ( $I_{P1}$  或  $I_{P2}$ )

图 8 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(或一个以上)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( $U_{IN}$ )的畸变。因此无法简单利用“黑盒子”SPD 特性来判断其配合。最简便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 限压型元件(箝压元件)

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。

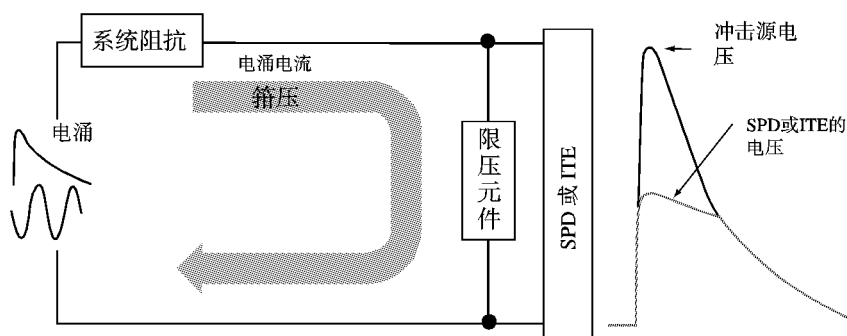


图 A.1 限压元件的电路

#### 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。

使用 MOV 时当  $U_c$  为 5 V 或 5 V 以上时,一般有约 10% 左右的允差。在大电流冲击条件下,MOV 的限制电压将显著上升。限制电压的上升能帮助 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电压保护水平下。

MOV 有很短的响应时间,这使得其适合用于限制陡度大的瞬态电压。它还具有较高的热容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

这种 SPD 元件由一个或多个 PN 结组成。

通常,这种 SPD 元件所能通过的能量较低并且对温度敏感。它们一般被应用到需要抑制电压陡度较大的场合,其电压限制值在 1 V 或 1 V 以上。

##### 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,  $V_{frm}$ )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,将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。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,无论是信号或直流工作电压。

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。

#### 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的一个低电压、低电容替代品。

#### A.1.2.5 负反馈二极管(返送二极管)

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.2 电压开关型元件

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。

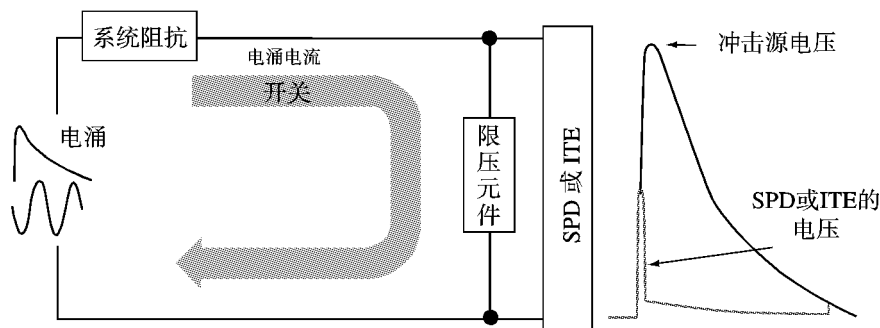


图 A.2 电压开关元件的电路

#### 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,气体气压高于或低于大气压。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  $\mu$ 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(空气间隙)

这种元件在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。

由于使用了的大气压强的空气作为气体介质,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 晶体闸流管(TSS)一固定电压型(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。(见 A.1.2.2, A.1.2.3 和 A.1.2.5)。此电压在 TSS 制造时被设定。当电流大于给定的击穿电流时,NPN 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,系统提供的电流必须低于 TSS 的限制电流,该值通常为数百毫安。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 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,可能会产生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 晶体闸流管(TSS)一门控式

电压控制的 TSS 使用一个门控电极连接至 NPN 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。

## 附录 B

### (资料性附录)

#### 限流元件

#### B.1 电流中断型元件

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。此类元件属非恢复限流。

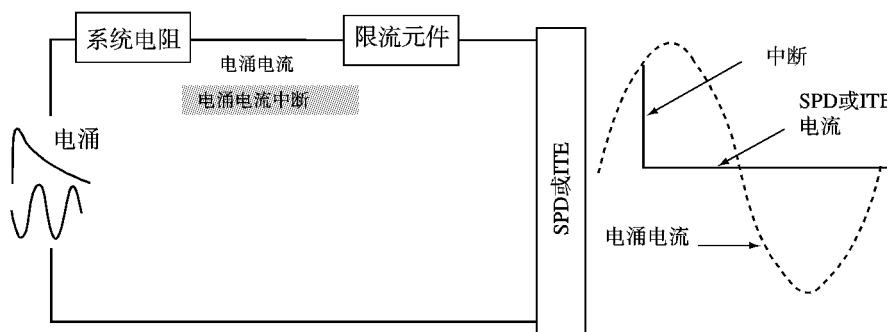


图 B.1 中断元件的电路

##### B.1.1 可熔断电阻

这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。

###### B.1.1.1 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.1.1.2 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.1.2 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.1.3 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。热熔断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

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。

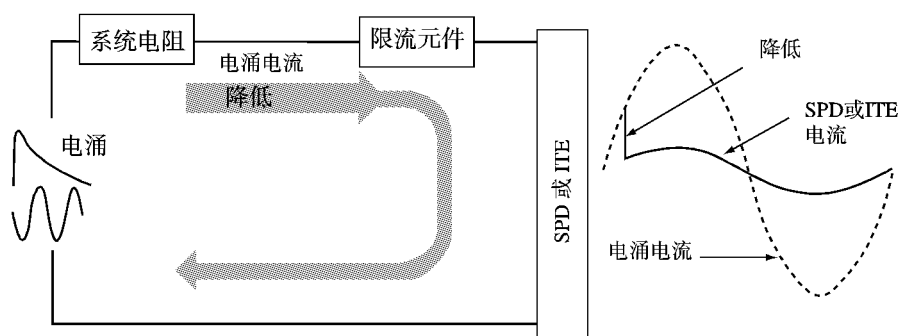


图 B.2 降流元件的电路

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  $130^{\circ}\text{C}$ )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  $25^{\circ}\text{C}$ ),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.2.1 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  $20\%$ 。在突变后 PTC 电阻变化的偏差将改变系统线路平衡值,应从被保护系统的最低的平衡要求来考虑这种变化。

PTC 高分子热敏电阻相对于 PTC 陶瓷热敏电阻有较小的热容,这样使其具有较短的响应时间。

#### B.2.2 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稍微减少。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

这类串联连接的电子元件在电流大于阈值电流前具有低电阻,超过阈值电流时,变成高电阻状态。在某些方面,电子限流器具有类似于 PTC 热敏电阻的作用,但是这类限流器是一个电子电路,它们有几个性能差异:

- 不需要电源来维持其高电阻状态,并且与被保护电子设备在电气上是断开的;
- 由过电流直接驱动,而不是温升。响应时间为微秒级并且在冲击和交流电涌条件下均会发生电流减少;
- 元件的特性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。

主要元件参数包括正常条件下的电阻、阈值电流、响应时间以及高电阻状态的最大耐受电压。

### B.3 电流分流型元件

该元件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。

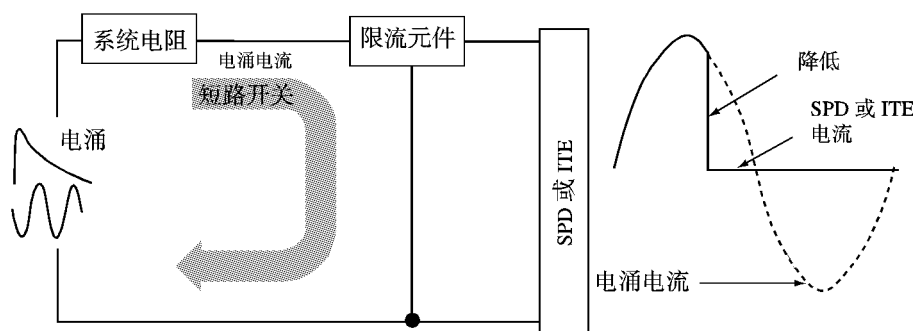


图 B.3 短路分流元件的电路

### B.3.1 热熔线圈

热熔线圈是热驱动的机械器件，与被保护线路串联。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被保护设备。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。通信用热熔线圈的电阻通常为  $4.0\Omega$ ，也有采用  $21\Omega$  和  $0.4\Omega$  的。触头的布置是这样的，当热熔线圈触头闭合时（动作时），电流直接流入大地并短接线圈。

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.3.2 电流动作型门极晶闸管

电流动作的晶体闸流管（TSS）有一个门极，连接至 PNP 结构中心的 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。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。

### B.3.3 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，熔化焊锡球和断开装置。

——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。

——典型的断开开关，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

### (资料性附录)

### 风险管理

#### C.1 由雷电闪击引起的风险

##### C.1.1 风险评估

对由于雷电而可能导致损失的评估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:

- 雷闪密度;
- 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);
- 被保护设备的耐受能力。

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 IEC62305-2。

##### C.1.2 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( $R_a$ )。

如果  $R_p > R_a$ ,就需要采取防护措施以降低  $R_p$ 。

损失风险是对电信线和信号线及其连接设备产生的风险(例如:绝缘击穿);

—— $R_{pi}$ 是雷击间接影响对电信和信号线影响的风险;由雷闪密度、线路的长度、绝缘材料、土壤电阻率和屏蔽的效果决定。

—— $R_{ps}$ 是直接雷击对在通信线路和信号线终端的建筑物或通信线路和信号线经过的建筑物影响的风险;该风险与建筑物的预期年平均直接雷击次数、直击雷电流峰值及其发生的概率有关。

—— $R_{pd}$ 和 $R_{pe}$ 分别是直接雷击对埋地电缆和架空电缆影响的风险,该风险与雷闪密度、安装条件、环境因素、线路长度,土壤电阻率和电缆的屏蔽效果等有关。

预期损失风险  $R_a$  是估计每年预期损失频度和关系到用户设施预期停机时间(以小时计)的总合。

$$R_p = R_{pi} + R_{ps} + R_{pd} + R_{pe}$$

##### C.1.3 风险评价

风险评价涉及电缆损坏的风险,诸如绝缘击穿或导体熔化和(或)连接到电缆的设备损坏,这些损坏会引起系统运行中断并使服务故障达到不可接受的限度。

###### C.1.3.1 风险标准

电缆和连接设备的最小耐受特性应视为风险标准。

——电缆的任何两个金属导体之间的最小耐受力采用下列值:

纸绝缘电缆,1.5 kV;

塑料绝缘电缆(包括接线端子排),5 kV。

——连接在电信和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:

连接在电信和信号线末端的设备,根据 ITU-T K.20 的要求为  $1 \text{ kV } 10/700 \mu\text{s}$ ;

对于用户建筑物末端或沿线的设备,根据 ITU-T K.21 和 K.45 的要求为  $1.5 \text{ kV } 10/700 \mu\text{s}$ ;

——在其他场合(信号网络),应使用相关的产品标准或一般的 EMC 标准。

###### C.1.3.2 评价程序

为评价保护需求所遵循的程序如图 C.1 所示。

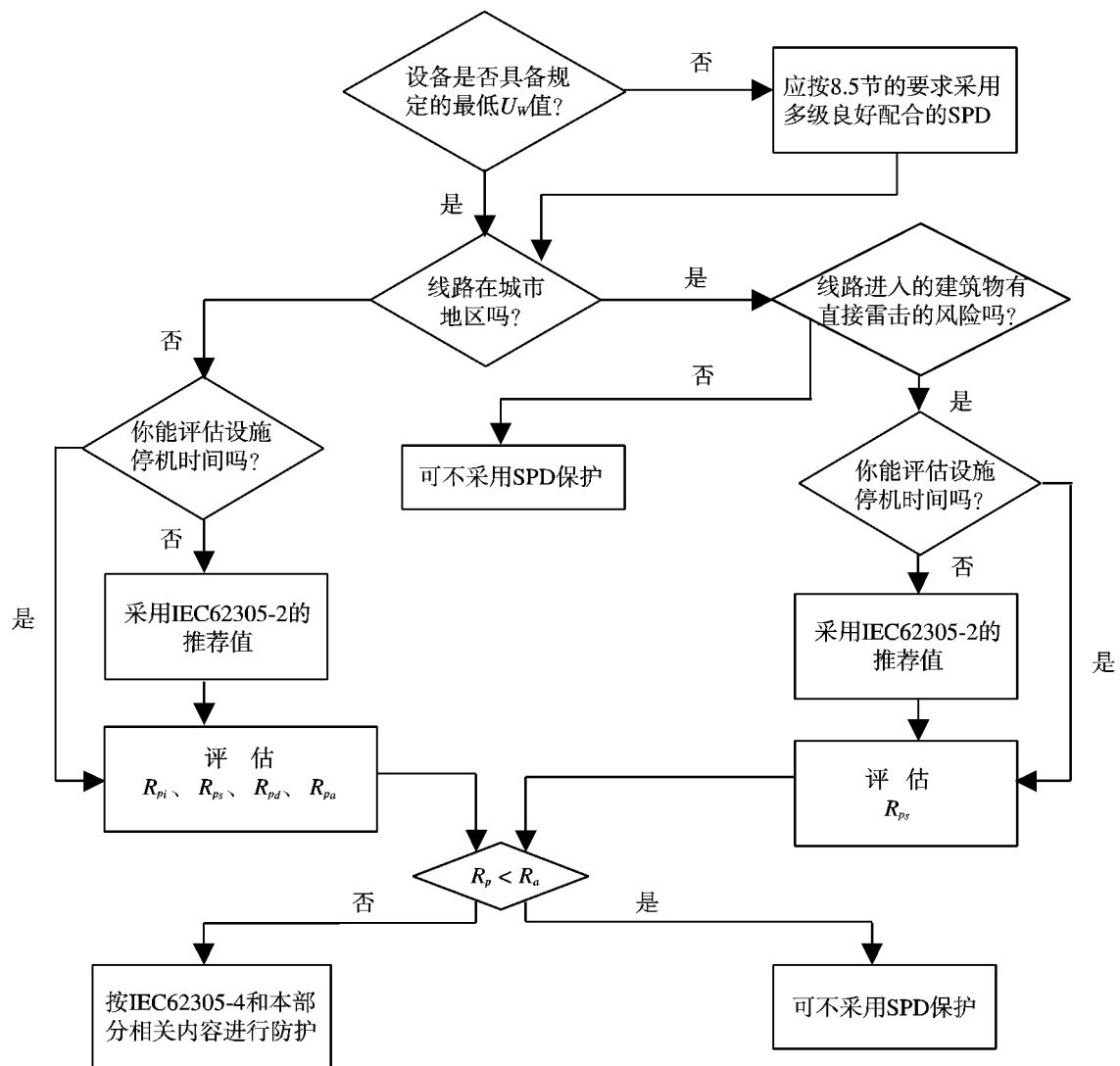


图 C.1 风险评估程序

#### C.1.4 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,即改善不同线路段的安装性能。
- 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,替换屏蔽不良的电缆;
- 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。

#### C.2 由于电力线故障的风险

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

- 电信线或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 1 000 ms(有时甚至会更长,如 5 s)。

### C.2.1 交流电源系统

当表 C.1 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 C.1 交流架空电力线路

| 环境 | 土壤电阻率<br>( $\Omega \cdot \text{m}$ ) | 距离<br>(m)   |
|----|--------------------------------------|-------------|
| 乡村 | $\leq 3\,000$                        | $> 3\,000$  |
| 乡村 | $> 3\,000$                           | $> 10\,000$ |
| 城市 | $\leq 3\,000$                        | $> 300$     |
| 城市 | $> 3\,000$                           | $> 1\,000$  |

当表 C.2 的两个条件都能满足时,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 C.2 交流埋地电缆

| 环境 | 土壤电阻率<br>( $\Omega \cdot \text{m}$ ) | 距离<br>(m) |
|----|--------------------------------------|-----------|
| 乡村 | $\leq 3\,000$                        | $> 10$    |
| 乡村 | $> 3\,000$                           | $> 100$   |
| 城市 | 不适用                                  | $> 1$     |

### C.2.2 直流电源系统

当表 C.3 的两个条件都能满足时,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 C.3 直流架空电力线路

| 环境 | 土壤电阻率<br>( $\Omega \cdot \text{m}$ ) | 距离<br>(m) |
|----|--------------------------------------|-----------|
| 乡村 | $\leq 3\,000$                        | $> 400$   |
| 乡村 | $> 3\,000$                           | $> 700$   |
| 城市 | $\leq 3\,000$                        | $> 40$    |
| 城市 | $> 3\,000$                           | $> 70$    |

当表 C.4 的两个条件都能满足时,不需要对直流埋地电缆故障情况进行精确的计算。

表 C.4 直流埋地电缆

| 环境 | 土壤电阻率<br>( $\Omega \cdot \text{m}$ ) | 距离<br>(m) |
|----|--------------------------------------|-----------|
| 乡村 | $\leq 3\,000$                        | $> 10$    |
| 乡村 | $> 3\,000$                           | $> 100$   |
| 城市 | 不适用                                  | $> 1$     |

## 附录 D

(资料性附录)

## 与电子系统有关的传输特性

附录 D 提供了与电子系统相关的传输特性数据,这些数据在选择 SPD 时必须考虑。根据实际应用,SPD 可以进行 GB/T18802.21 或 QX10.1 中的相关测试。SPD 的安装受到附加要求和(或)网络运营商、网络管理机构和系统生产厂提出限制条件的制约。

## D.1 电信系统

表 D.1 电信系统接入网的传输特性

| 系统            | 比特率<br>(kbit/s)     | 带宽<br>(kHz)                 | 信道                                         | 标准                                                           | $Z$<br>( $\Omega$ ) | 最大允许衰减<br>(dB)<br>(在 kHz 下) | 备注                                                            |
|---------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 模拟            | —                   | (0.025)<br>0.3<br>—3.4 (16) | —                                          | ETSI ETS<br>300 001 [5],<br>TBR 21 [6],<br>TBR 38 [7]        | $Z_L$<br>(复数)       | 变化的                         |                                                               |
| PCM11         | 784                 | 0—> 600                     | 11×64 kbit/s+<br>1×64 kbit/s<br>信号         | ETSI TS 101<br>135 [8]                                       | 135                 | 31/150                      |                                                               |
| ISDN<br>PMXA  | 2048                | 0—~ 5 000                   | 30×64 kbit/s                               |                                                              | 130                 | 40/1 000                    | 对于此种传输系统还没有有效的国际标准。ITU-T G.703 [9] 是一个用户可自愿选择的技术要求 (6dB@1MHz) |
| ISDN—B<br>A   | 160                 | 0—~ 120                     | 2×64 Kbit/s+1<br>×16 kbit/s                | ITU-T G.961<br>[10]<br>ETSI TS 102<br>080 附录 B[11]           | 150                 | 32/40                       | EURO—ISDN 在 ISDN—BA 和 EURO—ISDN 之间没有物理层上的差别。但是协议的第 2 和 3 层有差异 |
| PCM2A<br>PCM4 | 160<br>192          | ~ 120<br>~ 80               | PCM4:4×32<br>kbit/s<br>PCM2:2×64<br>kbit/s | ITU-T G.961<br>[10]<br>ETSI TS 102<br>080, 附录 B<br>附录 A [11] | 150<br>135          | 32/40<br>36/40              | 两个系统都允许使用 2B1Q 和 4B3T 线使用符合 ETSI 102080 附录 A 和附录 B[11] 的编码    |
| SDSL          | 192~2 313           | 变化的,上<br>限~ 800             | 变化的                                        | ETSI TS 101<br>524 [12]                                      | 135                 | 变化的                         |                                                               |
| HDSL          | 784,1 568<br>或 2312 | 0—>1 000                    | 12—32×64<br>kbit/s                         | ETSI TS 101<br>135 [8]                                       | 135                 | 31, 27 或<br>22/150          |                                                               |

表 D.1 (续)

| 系统   | 比特率<br>(kBit/s) | 带宽<br>(kHz)             | 信道  | 标准                                                       | Z<br>( $\Omega$ ) | 最大允许衰减<br>(dB)<br>(在 kHz 下) | 备注 |
|------|-----------------|-------------------------|-----|----------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------|----|
| ADSL | 32—8 192        | 138~<br>1 104           | 变化的 | ETSI TS 101<br>388[13];<br>ITU-T<br>G.992.1<br>附录 B [14] | 100               | 变化的                         |    |
| VDSL | 2—~30 000       | 138 (1 104)<br>— 12 000 | 变化的 | ETSI TS<br>101270—1<br>[15], ETSI TS<br>101270—2<br>[16] | 135               | 变化的                         |    |

## D.2 信号传输、测量和控制系统

表 D.2 用户端的 IT 系统的传输特性

| 系统                      | 比特率<br>(Mbps) | 等级    | 近端交扰<br>(dB)    | 标准                                              | Z<br>( $\Omega$ ) | 最大允许衰减<br>(dB)<br>(在 MHz 下) | 备注                                             |
|-------------------------|---------------|-------|-----------------|-------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------|------------------------------------------------|
| 千兆以太网<br>(1 000 Base T) |               | D(5e) | 30.1@100<br>MHz | EN 50173—1<br>[17]                              | 100               | 24 @ 100 MHz                | 最大长度<br>100 m<br>ACR1) [dB]<br>6.1@ 100<br>MHz |
| 以太网<br>(100 Base T)     | 100           | D(5)  | 27.1@100        | ISO/IEC<br>8802—5<br>[18]                       | 100               | 24 @ 100 MHz                | 最大长度<br>100 m                                  |
| ATM                     | 155           | D(5)  | 27.1@100        | EN 50173—1<br>[17]                              | 100               | 24 @ 100 MHz                | 最大长度<br>100 m                                  |
| 令牌环网                    | 16            | C(3)  | 19.3@16 MHz     | ISO/IEC<br>8802—5<br>[18]<br>EN 50173—1<br>[17] | 150               | 14.9 @ 16 MHz               | 最大长度<br>100 m/150 m                            |

注:近端交扰(NEXT)为信道性能,见本部分 3.18。

更多的传输特性在 EN 50173 中描述,它们是:

回波损耗, PSNEXT, PSACR, ELFEXT 和 PSELFEXT 7.2.2, 测量与控制。

## D.3 有线电视系统

表 D.3 有线电视系统的传输特性

| 系统                 | 带宽<br>(MHz)         | 回波损耗<br>( $f > 50$ MHz)<br>(dB)                                                   | 最小插入损耗<br>(在 50 MHz<br>时用户端)<br>(dB) | 标准                                | 阻抗<br>( $\Omega$ ) | 在 450 MHz 最大<br>允许衰减(取决<br>于线缆类型)<br>dB /100 m | 备注                                     |
|--------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 宽带电视<br>分配网<br>(1) | 47~450 <sup>a</sup> | 从 $\leq 24$<br>dB-1 dB/<br>倍频程<br>至 $\leq 26$<br>dB-1 dB/<br>倍频程<br>(取决于<br>线缆类型) | $\leq 20$ dB - 1.5<br>dB/倍频程         | National<br>(DE)                  | 75                 | 2.9 dB<br>4.1 dB<br>6.2 dB<br>12.2 dB          | 输出端系<br>统载波信<br>号电平<br>47 dB~<br>77 dB |
| 宽带电视<br>分配网<br>(2) | 47~862 <sup>b</sup> | 从 $\leq 24$<br>dB-1 dB/<br>倍频程<br>至 $\leq 26$<br>dB-1 dB/<br>倍频程<br>(取决于<br>线缆类型) | 待确定                                  | National<br>EN<br>50083-1<br>[19] | 75                 | 2.9 dB<br>4.1 dB<br>6.2 dB<br>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。

## 附 录 E (资料性附录)

### SPD 之间及 SPD 与电子设备之间的配合

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者是否必须依靠测试。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  $U_P$  的测试流程见在 GB/T18802.21 的 5.2.1.3。IEC61643—21 的修订版将描述保护的短路输出电流  $I_P$  的测试流程。

#### E.1 确定 $U_{IN}$ 和 $I_{IN}$

如果  $U_{IN\text{ITE}}$  和  $I_{IN\text{ITE}}$  能从信息技术设备(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 E.1。

#### E.2 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的最大值。

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应超过 SPD2 的输入耐受水平(见图 E.1)。

#### E.3 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;
- $I_P$  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。

#### E.4 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,通过测试来验证配合就不是必须的(见图 E.1)。

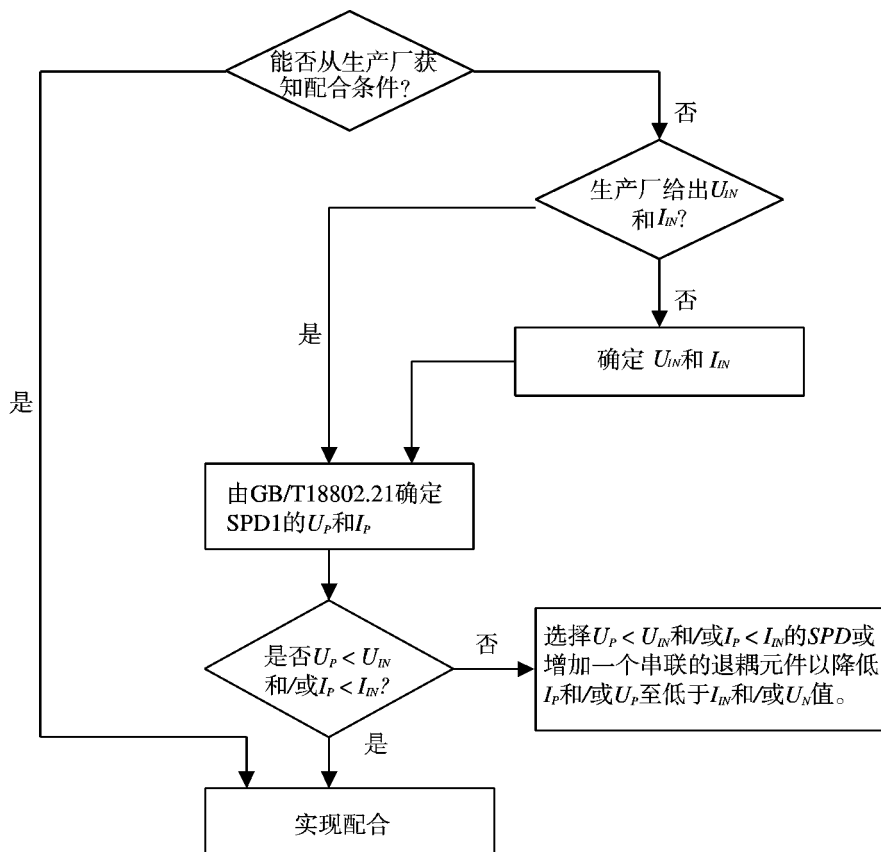


图 E.1 配合验证过程

## 附录 F

(资料性附录)

## 相关符号、英文缩写一览表

表 F.1 相关符号、英文缩写一览表

| 序号 | 符号或缩写      | 英文                                              | 中文                          |
|----|------------|-------------------------------------------------|-----------------------------|
| 1  | EMC        | Electromagnetic compatibility                   | 电磁兼容性                       |
| 2  | LEMP       | Lightning electromagnetic impulse               | 雷击电磁脉冲                      |
| 3  | LPL        | Lightning protection level                      | 雷电防护级别(防雷类别)                |
| 4  | LPZ        | Lightning protection zone                       | 防雷区                         |
| 5  | $N_g$      | Ground flash density                            | 雷击大地的年平均密度                  |
| 6  | $N_k$      | Keraunic level                                  | 雷暴日水平(年平均雷暴日数 $T_d$ )       |
| 7  | $N_D$      | Frequency of lightning flashes to a structure   | 雷击建筑物的频次                    |
| 8  | $N_L$      | Frequency of lightning flashes to a service     | 雷击公共设施的频次<br>注:公共设施指电力和通信线路 |
| 9  | $N_M$      | Frequency of lightning flashes near a structure | 雷击在建筑物邻近区域的频次               |
| 10 | $N_I$      | Frequency of lightning flashes near a service   | 雷击在公共设施邻近区域的频次              |
| 11 | Q          | Charge of impulse current                       | 冲击电流的电荷量                    |
| 12 | dB         | Decibel                                         | 分贝                          |
| 13 | LPS        | Lightning protection system                     | 雷电防护装置(防雷系统)                |
| 14 | SPD        | Surge protective device                         | 电涌保护器                       |
| 15 | MOV        | Metal oxide varistor                            | 金属氧化物压敏电阻                   |
| 16 | GDT        | Gas discharge tubes                             | 气体放电管                       |
| 17 | ZnO        | Zinc oxide                                      | 氧化锌                         |
| 18 | ABD        | Avalanche breakdown diode                       | 雪崩二极管                       |
| 19 | TSS        | Thyristor surge suppressors                     | 晶体闸流管                       |
| 20 | SG         | Spark-gap                                       | 火花间隙(放电间隙)                  |
| 21 | $I_{peak}$ | Current peak value of impulse current           | 冲击电流峰值                      |
| 22 | $I_{imp}$  | Impulse current                                 | 冲击电流                        |
| 23 | $I_n$      | Nominal discharge current                       | 标称放电电流                      |
| 24 | $I_c$      | Continuous operating current                    | 持续工作电流                      |
| 25 | $I_f$      | Follow current                                  | 续流                          |
| 26 | $I_L$      | Rated load current                              | 额定负载电流                      |
| 27 | $I_{sc}$   | Short-circuit current                           | 短路电流                        |
| 28 | $U_n$      | Nominal voltage of the system                   | 标称电压                        |
| 29 | $U_{oc}$   | Open-circuit voltage for class III test         | 开路电压(III级分类试验中)             |
| 30 | $U_W$      | Rated impulse withstand voltage                 | 设备耐冲击过电压额定值                 |
| 31 | $U_c$      | Maximum continuous operating voltage            | 最大持续运行电压                    |
| 32 | $U_p$      | Voltage protection level                        | 电压保护水平(保护电平)                |
| 33 | $U_{dyn}$  | Dynamic sparkover voltage of a gap              | 放电间隙的动态放电电压                 |
| 34 | $U_m$      | Measured limiting voltage                       | 实测限制电压                      |
| 35 | $U_{ref}$  | Reference voltage of a varistor                 | 压敏电阻的参考电压                   |
| 36 | $U_{res}$  | Residual voltage                                | 残压                          |
| 37 | EB         | Lightning equipotential bonding                 | 雷电等电位连接                     |
| 38 | EBB        | Equipotential bonding Bar                       | 等电位连接带                      |

表 F.1 (续)

| 序号 | 符号或缩写            | 英文                                              | 中文          |
|----|------------------|-------------------------------------------------|-------------|
| 39 | ERP              | Earthing reference point                        | 接地基准点       |
| 40 | $L$              | Inductance                                      | 电感          |
| 41 | IP               | Degrees of protection provided by the enclosure | 外壳防护等级      |
| 42 | $E_{\text{MAX}}$ | Maximum energy withstand                        | 最大耐受能量      |
| 43 | CWG              | Combination wave generator                      | 混合波发生器      |
| 44 | CATV             | Communit antenna televion                       | 有线电视        |
| 45 | EMI              | Electronmagnetic interference                   | 电磁干扰        |
| 46 | ITE              | Information technology equipment                | 信息技术设备      |
| 47 | PSTN             | Public switched telephone network               | 公众电话交换网     |
| 48 | SNR              | Signal-noise ratio                              | 信噪比         |
| 49 | DDN              | Digital data network                            | 数字数据网       |
| 50 | LAN              | Local area network                              | 局域网         |
| 51 | WAN              | Wide area network                               | 广域网         |
| 52 | UPS              | Uninterruptible power supply                    | 不间断电源       |
| 53 | ATM              | Asynchronous transfer mode                      | 异步传输模式      |
| 54 | FR               | Frame relay                                     | 帧中继         |
| 55 | VPN              | Virtual private network                         | 虚拟专网        |
| 56 | RADSL            | Rate Adaptive ADSL                              | 速率适应数字用户环路  |
| 57 | MDSL             | Moderate speed DSL                              | 中速数字用户环路    |
| 58 | HDSL             | High bit rate DSL                               | 高比特速率数字用户环路 |
| 59 | NIC              | Network interface card                          | 网络接口卡       |
| 60 | TDMA             | Time division multiple access                   | 时分多址        |
| 61 | CDMA             | Code division multiple access                   | 码分多址        |
| 62 | RFI              | Radio frequency interference                    | 射频接口        |
| 63 | ISP              | Internet service provider                       | 网络服务商       |