

# 电子设备交流电源的浪涌防护

■ <山东莱芜钢铁集团动力部 周志敏

**摘要:** 本文中介绍了电子设备交流电源的雷电分级防护, 阐述电源SPD的配置与接地汇集排连接方法, 提出了电源SPD接地汇集排连接的注意事项。

**关键词:** 供电系统 分级防护 接地汇集

## 1. 分级防护

电子设备交流电源部分防护属于现代防雷技术内部防护的范畴。对引入建筑物的电力线路和建筑物内的配电系统应进行过电压防护。根据防护的具体情况分级设置过电压保护装置, 其目的是用分流(限幅)技术, 即采用高吸收能量的分流设备将雷电过电压(脉冲)能量分流泄入大地, 达到保护目的, 所以, 分流(限幅)技术中采用防护器的品质、性能的好坏直接关系到整体防护系统的性能。因此, 选择适合被保护设备特性的SPD至关重要。

### 1.1 第一级保护

入户电力变压器低压侧安装的SPD作为第一级保护时应为三相电压开关型SPD, 其雷电通流量不应低于60kA; 它们是连接在用户供电系统入口进线各相和大地之间的大容量电源防浪涌保护器。一般要求该级电源防保护器具备100kA/相以上的最大冲击容量, 要求的限制电压应小于1500V, 称为CLASS I级电源防浪涌保护器。这些电源防浪涌保护器是专为承受雷电和感应雷击的大电流和高能量浪涌能量吸收而设计的, 可将大量的浪涌电流分流到大地。它们仅提供限制电压(冲击电流流过SPD时, 线路上出现的最大电压称为限制电压)为中等级别的保护。因为CLASS I级的保护器主要是对大浪涌电流的吸收, 仅靠它们是不能完全保护供电系统内部的敏感用电设备。

在IEC61312-3“ (雷电电磁脉冲的保护 第三部分: 对浪涌

防护器的要求) 之7.能量配合 7.3 保护系统的基本配合方案的方案3”中指出“一个具有不连续伏安特性的组件(开关型SPD, 例如放电间隙)后续的SPD为具有连续伏安特性的组件(限压型SPD)的特点是第一个SPD的开关作用, 使原来的电流脉冲(10/350 $\mu$ s)的半值时间减小, 从而大大减小了后续SPD的载荷量”。所以能量配合还可以大大提高限压型SPD的寿命。

第一级电源避雷器可防范10/350 $\mu$ s、100kA的雷电波, 达到IEC规定的最高防护标准; 技术参数:

雷电通流量 $\geq$ 100kA (10/350 $\mu$ s);

SPD残压峰值 $\leq$ 2.5kV;

响应时间 $\leq$ 100ns;

### 1.2 第二级保护

配电柜线路输出端SPD作为第二级保护时应为限压型SPD, 其雷电通流量不应低于20kA; 它们是安装在向重要或敏感用电设备供电的分路配电设备处的电源防浪涌保护器。这些SPD对于通过了用户供电入口浪涌保护器的剩余浪涌能量进行更完善的吸收, 对于瞬态过电压具有极好的抑制作用。该处使用的电源防浪涌保护器要求的最大冲击容量为45kA/相以上, 要求的限制电压应小于1200V。我们称它们为CLASS II级电源防浪涌保护器。一般的用户供电系统作到第二级保护就可以达到用电设备运行的要求了(参见UL1449-C2的有关条款)。

第二级电源避雷器采用C类保护器进行相-中、相-地、

中-地的全模式保护；技术参数：

- 雷电通流量 $\geq 40\text{kA}$  (8/20  $\mu\text{s}$ )；
- SPD残压峰值 $\leq 1000\text{V}$ ；
- 响应时间 $\leq 25\text{ns}$ ；

### 1.3第三级保护

在电子信息设备交流电源进线端安装SPD作为第三级保护时应为限压型SPD，其雷电通流量不应低于10kA；

最后的防线可在用电设备内部电源部分使用一个内置式的电源防浪涌保护器，以达到完全消除微小瞬态过电压的目的。该处使用的电源防浪涌保护器要求的最大冲击容量为20kA/相或更低一些，要求的限制电压应小于1000V。对于一些特别重要或特别敏感的电子设备，具备第三级的保护是必要的。同时也可以保护用电设备免受系统内部产生的瞬态过电压影响。

对于微波通讯设备，移动基站通讯设备及雷达设备等使用的整流电源，视其工作电压的保护需要，宜分别选用工作电压适配的直流电源SPD，作为末级保护。

### 1.4电源SPD的系统配置

若电源进线为架空线，则在电源总配电柜处安装标称通流容量 $\geq 20\text{kA}$  (10/350  $\mu\text{s}$ 波形)的开关型浪涌保护器，其放电电压 $U_{SG} \geq 4U_c$  ( $U_c$ : 最大工作电压)；也可安装标称通流容量

$\geq 80\text{kA}$  (8/20  $\mu\text{s}$ 波形)的限压型浪涌保护器，其标称导通电压 $U_n \geq 4U_c$  ( $U_c$ : 最大工作电压)、响应时间 $\leq 100\text{ns}$ 的浪涌保护器作为一级防护。

若电源进线为埋地引入电

缆且长度大于50m，则在电源总配电柜处安装标称通流容量 $\geq 60\text{kA}$  (8/20  $\mu\text{s}$ 波形)其标称导通电压 $U_n \geq 4U_c$  ( $U_c$ : 最大工作电压)、响应时间 $\leq 100\text{ns}$ 的浪涌保护器作为一级防护。

在楼层电源的分配电箱上应安装标称通流容量 $\geq 40\text{kA}$  (8/20  $\mu\text{s}$ 波形)，标称导通电压 $U_n \geq 3U_c$  ( $U_c$ : 最大工作电压)、响应时间 $\leq 50\text{ns}$ 的浪涌保护器作为二级防护。

在设备前应安装标称通流容量 $\geq 20\text{kA}$  (8/20  $\mu\text{s}$ 波形)，标称导通电压 $U_n \geq 2.5U_c$  (最大工作电压)、响应时间 $\leq 50\text{ns}$ 的浪涌保护器作为三级防护。

在重要的电子设备和计算机机房，在UPS后宜安装标称通流容量 $\geq 10\text{kA}$  (8/20  $\mu\text{s}$ 波形)，标称导通电压 $U_n \geq 2U_c$  ( $U_c$ : 最大工作电压)、响应时间 $\leq 50\text{ns}$ 的浪涌保护器作为精细防护。

在二次(直流)电源的设备前宜安装低压直流电源浪涌保护器，其标称通流容量 $\geq 10\text{kA}$  (8/20  $\mu\text{s}$ 波形)，标称导通电压 $U_n \geq 1.5U_z$  ( $U_z$ : 直流工作电压)、响应时间 $\leq 50\text{ns}$ 的浪涌保护器作为直流电源防护。

为防止电源SPD老化造成短路，电源SPD安装线路上应有过电流保护装置，宜选用有劣化显示功能的电源SPD。供电线路的电源SPD技术性能参数见表1。

## 2. 电源SPD与接地汇集排连接

做好防雷工作，确保设备及人身安全，已被全社会所共

表1 供电系统的电源SPD技术性能参数推荐表

SPD性能要求防雷等级	应采用保护级数	第一级通流容量		第二级通流容量	第三级通流容量	第四级通流容量	其他
		架空进线	埋地进线				
A级	四级	20-40(10/350 $\mu\text{s}$ ) 60 (8/20 $\mu\text{s}$ )	40-100 (8/20 $\mu\text{s}$ )	20-40 (8/20s)	10-20 (8/20s)	UPS后装功率 $>1.2$ 倍设备总用电量的SPD	第一级埋地进线 $>50\text{m}$ ；第四级SPD应带滤波
B级	三级	10-20(10/350 $\mu\text{s}$ ) 60 (8/20 $\mu\text{s}$ )	40-60 (8/20 $\mu\text{s}$ )	20-40 (8/20 $\mu\text{s}$ )	10-20 (8/20 $\mu\text{s}$ )	UPS后装功率 $>1.2$ 倍设备总用电量的SPD	第一级埋地进线 $>50\text{m}$ ；第四级SPD应带滤波
C级	二级	10-20(10/350 $\mu\text{s}$ ) 60 (8/20 $\mu\text{s}$ )	20-40 (8/20s)				埋地进线 $>50\text{m}$
D级	一级	20-40 (8/20 $\mu\text{s}$ )	t				
电源SPD的自保护要求	1. 电源SPD应有当自身泄漏电流超标时能从电路自动切除的装置 2. 电源SPD的外封装材料应为阻燃型材料						

注；1、SPD应有劣化显示和故障自动切除功能。

识。但如何安装好电涌保护器（以下简称SPD），真正实现防雷的等电位连接，则是防雷工程的重点。

### 2.1 并联电源SPD与串联电源SPD的区别

2.1.1 并联电源SPD；并联式电源SPD，是用导线并联于电源线上，接地端接地。由于雷电流波随时间的变化率 $di/dt$ 极大，导线上的分布电感 $L \times di/dt$ 在导线上形成电位差。1m长导线（截面积 $10\text{mm}^2$ ），流过1kA的雷电流，约产生

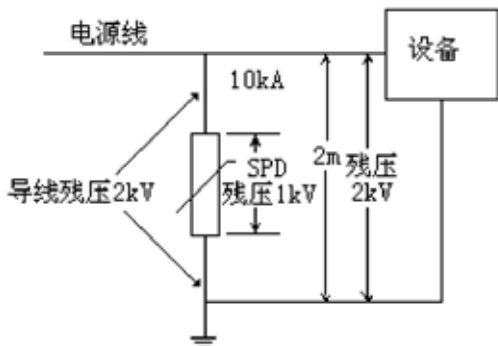


图1 SPD残压组成图

0.1kV的电位差。一般的安装环境，对并联型电源SPD来说，如果连接导线长度为2m（包括接至接地汇集排）。假设10kA的电流流过电源SPD，导线电位差为 $2\text{m} \times 0.1\text{kV}/(\text{m} \cdot \text{kA}) \times 10\text{kA} = 2\text{kV}$ ，SPD本身的电位差为1kV，这样加在设备端



图2 电气原理图

的电位差为 $2\text{kV} + 1\text{kV} = 3\text{kV}$ （如图1）。此电压足以损坏设备，所以规定连接并联型电源SPD的导线长度应控制在0.5m以内。并联型电源SPD应安装多级且每级之间应有一定的导线距离，如开关型SPD与限压型SPD之间线路长度不宜小于15m，限压型SPD之间的线路长度不宜小于5m，若达不到上述条件，应加装退耦元件。否则，接地系统做得再好，设备仍有损坏的可能。

2.1.2 串联电源SPD；串联型SPD，具有输入和输出接线端子，当雷电波侵入电源线时，SPD回路立即产生释放动作。采用具有泄流滤波、滤波钳位、钳位稳压电路的SPD产品（如图2），可使过电压、过电流得到有效抑制，并使各线路间的电位差基本保持不变，雷击后自动恢复到正常状态，同时计数器记录雷击次数。

由于串联型SPD由多级泄流和钳位组成防护电路，在电源输入端接受20kA冲击下，输出端的电位可达到1000V以下。是设备理想的过电压、过电流保护装置。

### 2.2 接地汇集排连接方法

3.2.1 正确的接地汇集方法；图3中，由于两个SPD的放置位置靠近接地汇集排G，所以接地连接“ $A \sim G$ ”和“ $C \sim G$ ”可以做到最短连接、地线上电位差最小；设备保护接地线“ $B \sim G$ ”虽然较长，但无电流流过，B、G两点电位相等，被保护设备安全。

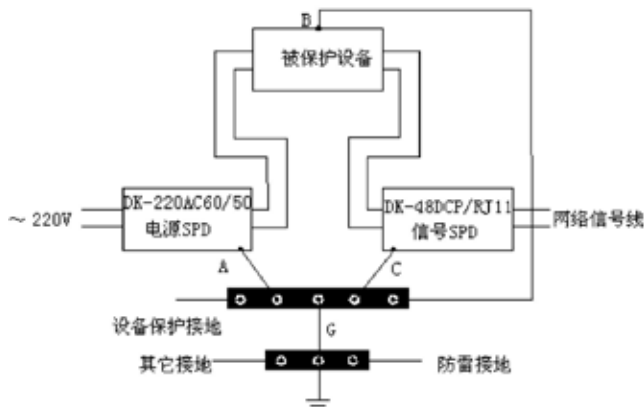


图3 正确的接地汇集法

2.2.2 错误的接地汇集方法；图4中，由于接地汇集排G靠近电源SPD，电源SPD的接地线“ $A \sim G$ ”可以做到足够短，但由于信号SPD远离接地汇集G，造成其接地连接“ $C \sim G$ ”较长（可能大于2m以上）。这样当信号SPD泄放雷电流时，将在连线“ $C \sim G$ ”上产生较高的对地电位差，使得“ $C \sim G$ ”间的电位差大于信号接口的耐压而损坏。解决的办法是：将网络信号线加长，把信号SPD移至接地汇集C旁，缩短连线“ $C \sim G$ ”的长度。

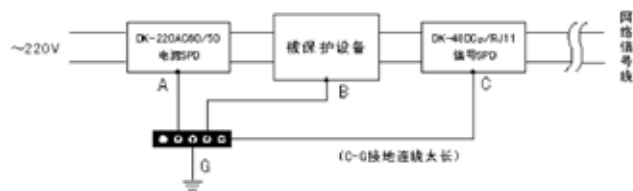


图4 错误的接地汇集法

### 2.3 SPD接地汇集注意事项

2.3.1 为了做到接地电位相等，被保护设备与SPD必须再共用一个接汇集排；

2.3.2 为了减小SPD泄放的雷电流在接地引线上形成的电位差，SPD的接地线应尽可能短且粗；

2.3.3 为了做到被保护设备的地电位与接地汇集相等，设备的保护接地线不能有电流流过，接地连接可适当加长；

2.3.4 避雷针（带）引下线和其它干扰电流不能流过设备与SPD用的接地汇集排，以免造成接地汇集排上各连接点电位不相等。