

电气 EC&M

C H I N A

1998年10月 OCTOBER 1998
第1卷第1期 Vol.1 No.1

施工与管理

中压变电站和开关设备的安全维护

- 供配电 ● 照明 ● 接地 ● 电源净化 ●
- 安装与维护 ● 电气安全 ● 通信 ● 法规论坛 ●

电涌防护器的 安装位置和装用数量

我们是否真正需要装用电涌防护器， 它最好安装在何处？

作者：戴恩·内里
(Dion Neri)

随着敏感电子设备的迅速普及，现时的工作场所无疑比过去更易受电涌的侵害，因此电涌防护器已为现时工作场所所必需。由于电子设备的特殊结构形式，例如密集的硅元件电路，窄小的布置空间和纤细的导线，它极易受过电压的损害。为满足将更多的固体元件密集安装在更小的集成块内的要求，这种高度密集的组装趋势将持续不已。

为确定必需的电涌防护水平，应了解瞬态电涌的来源、电涌的幅度和设备对电涌的敏感程度，还应明白线

路的布线方式对电涌防护至关重要。也应结合不同防护水平的要求，了解各种电涌防护的工作原理，包括最简

单的防护和最复杂的防护。

明白这些要点后就可在电气装置内以合理的投资来装用恰当数量的防护电器，这将大大减少或消除电涌引起的电子设备损坏或系统故障造成的停工时间。

电涌的来源

电涌可来自电气装置外部，也可来自电气装置内部，即来自电气装置内的电气设备。

来自外部的电涌 这种电涌由雷电或公用电网开关的投切引起，这两类有害的电源扰动都可扰乱计算机和微机信息处理系统的工作，引起停工或永久性设备损坏。

当云层上有电荷积蓄，云层下表面产生极性相反的等量电荷时，将引

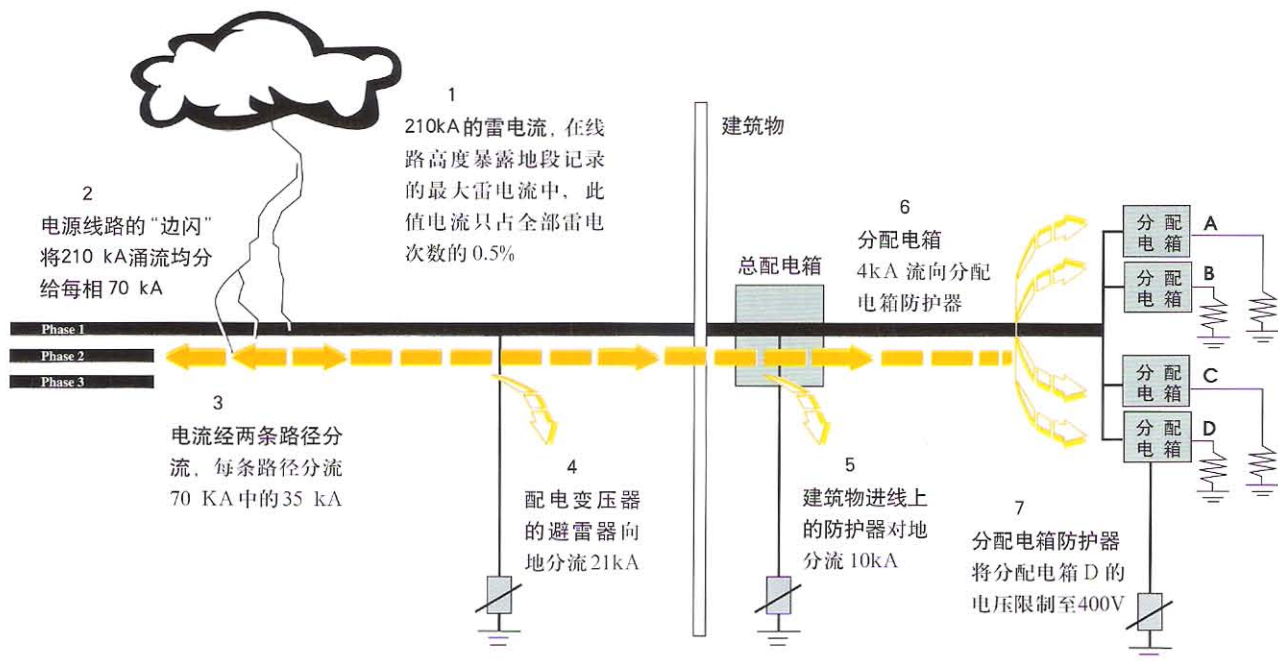


图1 大的雷击电流值常被例举应用，其实它发生的可能性很小。如Bellcore公司的工程师们即将电涌防护器的泄放电流规定为2万A（见参考资料TR—NWT—001011）。虽然他们按经验将出现在其电气装置中的最大尖峰电流定为1万A，他们仍取100%的安全系数，即将电涌防护器的泄放电流规定为2万A。

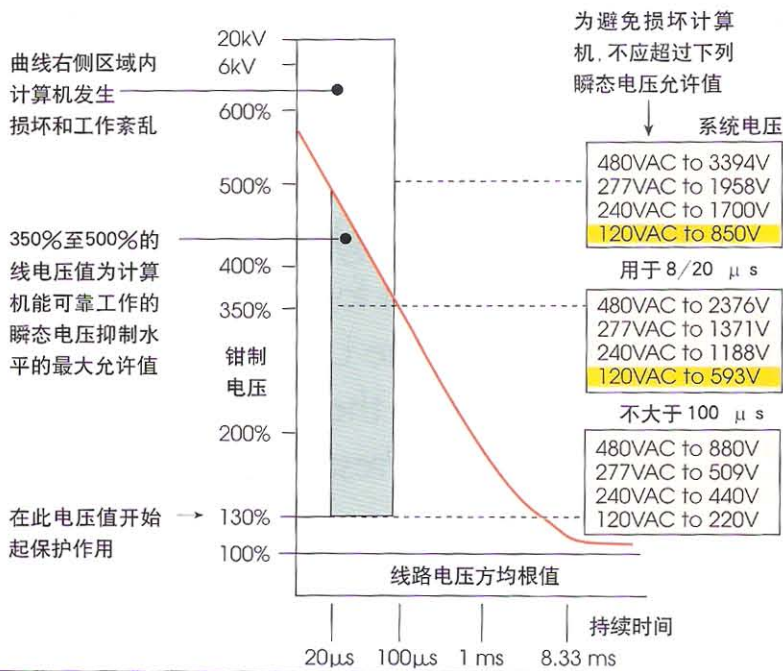


图2 此灵敏度曲线可作为计算机硬件设计人员的计算依据。它表明防护器的钳制电压、系统电压和电涌持续时间之间的相互关系。如果将瞬态电压值限制在曲线左侧的阴影区内，承受过电压的设备即是安全的。例如在120V线路上，一持续20μs的电涌电压升高到850V，电子设备仍能正常工作，而当电涌持续时间为100μs时，此120V交流线路上的尖峰就不应超过593V。

起雷电放电。其后的情况就象一个大电池组或一个大电容器的放电那样，云层和地面间的电荷电位高达若干百万伏。发生雷击时以若干千安计的电流通过雷击放电，经过所有的设备和大地返回云层，从而完成电的通路。不幸的是这个雷电通路常常取道重要或贵重的设备。电涌防护的关键概念是给雷感应电流提供一个通向大地的短捷有效的通路。这样雷电涌流将从设备外分流。图1所示为设备处雷电涌流减少的情况。

在线路高度暴露地段发生21万A的雷击电流（有记录的最大值之一）的机会只占总雷击机会的0.5%。如此大的雷击电流极少出现在建筑物电源进线处，但仍需重视对这种外来电涌的防范。

来自内部的电涌 来自内部的电涌是经常发生的，诸如来自空调机、空压机、电弧焊机、电泵、电梯、开

关电源和其他一些感性负荷的电涌。例如一台20hp的感应电动机（线电压230V，4级，Y结线）在最大转矩时每相具有约39J的贮存能量，当其标称均方根值电流被截断时，它将产生

瞬态过电压。它经常发生，和它自同一配电箱供电的其他负荷将因此易受损坏或工作失常。

不要以为电气装置电源进线上的过电压防护器可以保护电气设备不受内部电涌的危害。它不能，它只能对沿电源线进入电气装置的外部电涌进行防范，因大容量的进线防护器距内部电涌发生处的距离太远。

能保护电子设备的钳制电压值

《联邦信息处理标准》（FIPS）出版物《自动数据处理装置电源导则》（FIPS出版物DU294）内规定有关于电子设备对过电压敏感程度的曲线，它可作为计算机硬件设计人员的设计依据。如图2所示。该曲线表明了防护器钳制电压、电源系统电压和涌流持续时间之间的相互关系。其要点是如果将瞬态电压值限制在曲线左侧的阴影区内，电子设备即是安全的。例如在一120V电源线路上，一持续20μs的电涌即使其瞬态电压达到850V，电子设备仍能安全工作。而在一120V线路上，瞬态电压持续时间为100μs，其电压峰值则不应超过593V。

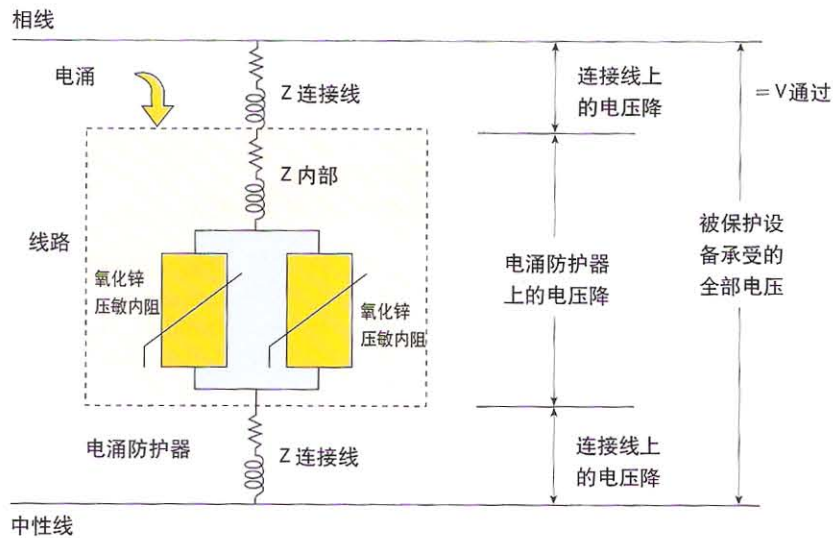


图3 涌流防护器连接线上的电压降加上防护器本身的电压降即被保护设备承受的全部电压。

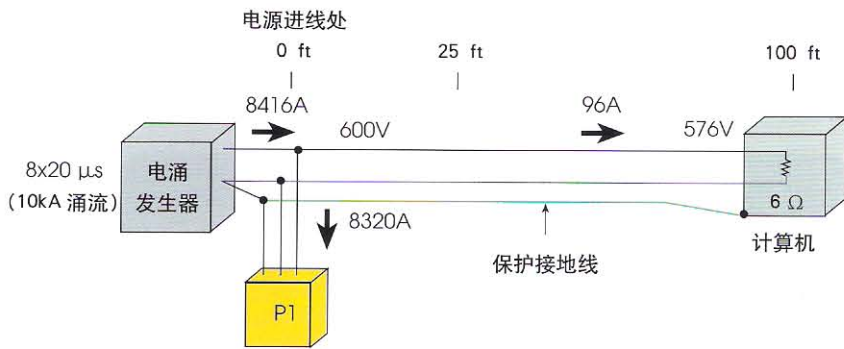


图4 测试对只在建筑物进线处模拟安装一防护器，电涌发生器向电源线发送一8416 A的涌流。以符号P1表示的建筑物进线防护器立即向地分流8320 A(或98.9%)的电流，并将该处电压限制至600 V。剩余的96 A(1.1%)电流传导至负荷，使该处的通过电压限制至576 V。

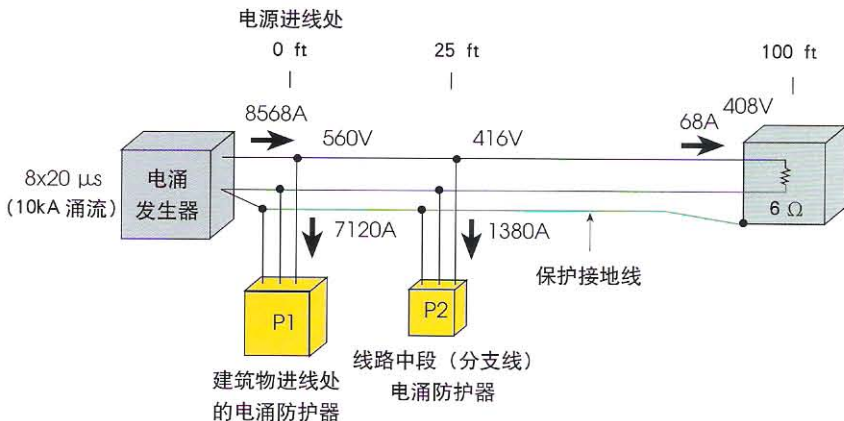


图5 测试中模拟安装了进线防护器和线路中段防护器，P1分流了7120 A(83%)的涌流，将涌压限制至560 V。较小容量的中段防护器P2分流了3180 A(16%)的涌流，将涌压限制至416 V。负荷承受408 V的通过电压。

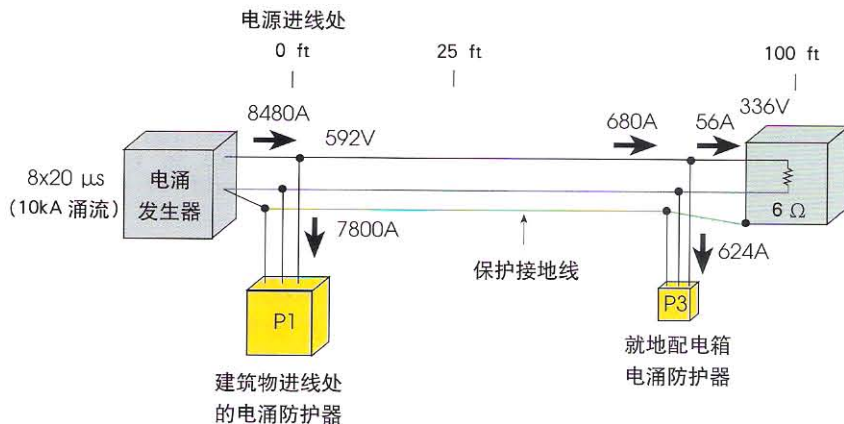


图6 测试中模拟安装了进线防护器和就地防护器，P1分流了全部涌流中的7800A(92%)，而就地配电箱上的防护器P3分流了624 A(7%)。这样，P3将负荷处的通过电压降低至336 V，比只装建筑物进线防护器的残压又降低了240 V。

应记住的重要提示，被保护设备上允许的电压水平为电涌防护器两个端子间的电压和从防护器至配电盘的导线上的电压之和。例如一1万 A (8/20 μs) 的瞬态电流在一120 V交流线路通过时，它在一优质防护器上的电压降为500 V，则在此连接线上的电压降可计算如下：

$$V_{\text{通过}} - V_{\text{防护器}} = V_{\text{连接线}}$$

也即 $850\text{V} - 500\text{V} = 350\text{V}$

图3说明了为什么缩短涌流防护器连接线长度是至关重要的。从图3可知，连接线上的电压降加上防护器本身的电压降之和即被保护的设备所承受的电压。

电涌防护器保护范围的测定

为评估一建筑物120 V电气装置对电涌的承受能力，用两根100 ft (30.5 m) 长的12号AWG电线和一根保护接地线(铜质截面均为3.3 mm²)进行了测定，采用铠装电缆时结果相同。线路的一端接在电源进线处，另一端在建筑物内相距100 ft处接一6 Ω 120 V/20 A电阻来模拟负荷。电涌发生器接在有上述负荷的相线和中性线间来产生瞬态电涌。这样就可将电涌防护器以各种搭配方式来测定其保护范围。

只在建筑物电源进线处装设电涌防护器 如果建筑物电源进线处设有装设电涌防护器，电涌将分流至建筑物的许多负荷，它将寻找其他入地的通路，为此建筑物线路上会发生莫测的高电压(6至10 kV)电弧，他可使一些设备受到扰乱或损坏。如果按图4所示在电源进线处装设一大容量电涌防护器就给涌流提供一个很好的入地通路，同时将涌压限制在安全的水平上。在多数情况下它就是最重要的电涌防护器。如图4所示，电涌发生器8416 A的涌流发送给电源线路，建筑

物进线处的防护器 P1 将 832 A (或 98.9%) 的雷电流泄放入地, 并将电压降至 600 V。剩余的 96 A (或 1.1%) 电流传导至负荷, 这时负荷处的通过电压被限制到 576 V。

由此可见, 由于建筑物电源进线处的大容量电涌防护器分流了绝大部分的雷电流, 如果其下再安装下级防护器, 则这些防护器只需泄放较小的电流, 也即可采用较小容量的防护器。在建筑物电源进线处装设大容量电涌防护器可用最低的代价来保护建筑物内的负荷免受所有外部瞬态电涌的危害。

选用进线防护器时应考虑两个重要因素:

- 地理位置: 在多雷地区 (例如在 Tampa, Fla. 等地) 宜采用特大泄放电流的防护器, 在雷害较弱地区 (例如 Portland, Maine 等地) 宜采用较小容量的防护器。

- 配电变压器容量: 大容量配电变压器一、二次绕组的耦合尖峰电流较大, 因此要求装用较大容量的防护器。

防护器供应商在帮助用户正确选用防护器时应了解这些因素。

建筑物进线处和线路中段的电涌防护 除进线处的防护器外, 在线路中段处再加设防护器可进一步降低线路中段 (25 ft 或 7.6 m 处) 和局部负荷 (100 ft 或 30.5 m 处) 的通过电压。

如图 5 所示, 电涌发生器向电源线路发送了 8568 A 的电流, 这时 P1 分流了 7120 A (83%) 的电流, 并将电压限制至 560V, 线路中段容量较小的防护器 (P2) 分流了 1380 A (16%) 的电流, 将电压限制到 416 V。这使负荷只承受 408 V 的通过电压。可知线路中段防护器能进一步降低进线防护器剩下的电压, 从而保护了分配电盘上的负荷免受内部瞬态电涌的危害。

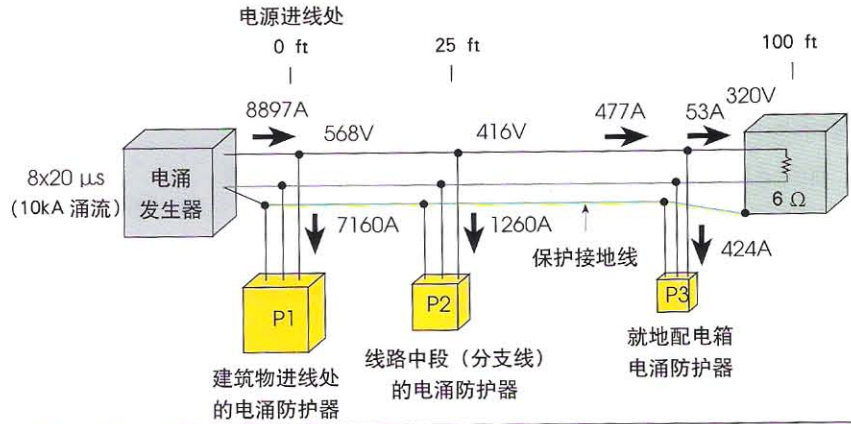


图 7 测试中模拟安装的区段防护系统, P1 分流了 80% 的涌流, P2 又分流了 14%。这样在 100 ft 处的 P3 只分流了 424 A, 并将设备处的通过电压限制到仅 320 V。

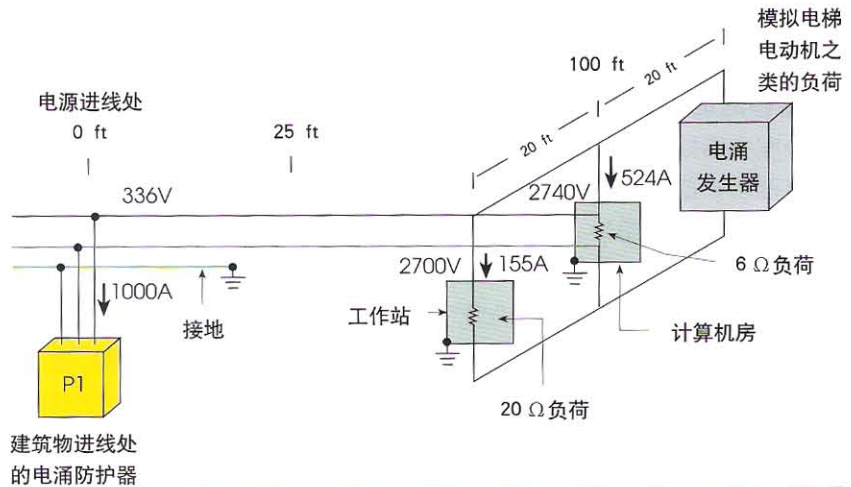


图 8 在测试中模拟一内部产生的电涌, 电涌发生器代表一产生瞬态电涌的负荷, 例如一电梯电动机。各种类型的设备, 例如工作站或计算机房内的电子设备, 用 20 Ω 和 6 Ω 的电阻器来代替。尽管建筑物进线处装有电涌防护器, 这些电子设备仍然承受了约 2700 V 的电压。

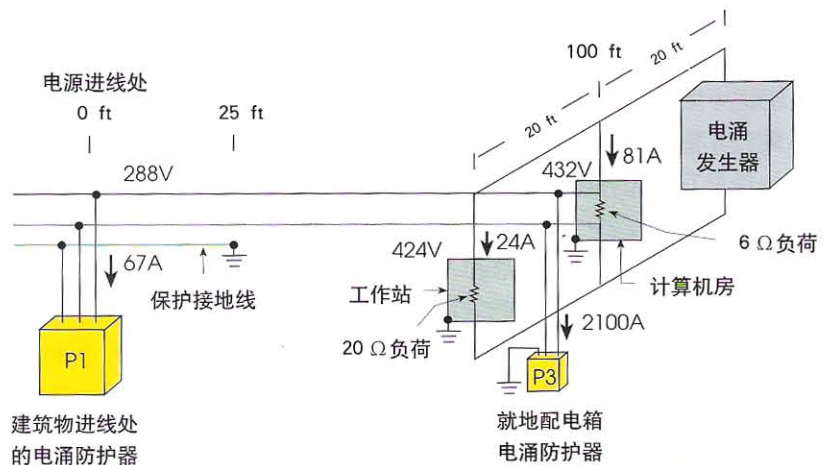


图 9 在就地配电箱内安装电涌防护器 (P3) 来防范内部产生的瞬态电涌, 它分流了 32100 A 的涌流, 使计算机房和工作站内的涌压分别限制到 432 V 和 424 V。虽然电源进线上的大容量电涌防护器能防范外部瞬态电涌, 但它不能防范内部的瞬态电涌。

建筑物进线处和就地设备处的电涌防护 在电源进线的电涌防护处的下级就地设备处加装小容量的电涌防护器可进一步减少负荷处的涌压和涌流。如图6所示, P1分流了全部涌流中的7800 A (92%), 而就配电箱上的防护器 P3 又流了624 A (7%)。这样, P3 就将负荷处的通过涌压降低到336 V, 换言之, 比只装建筑物进线防护器时又降低了240 V, 可见加装小容量防护器可进一步降低进线防护器的剩余涌压, 从而大大改善负荷处的状况。这种防护器距进线防护器100 ft 或更远, 它的容量可很小, 售价也不高。

完善的区段防护 在建筑进线处、分配电箱处和就地配电箱处分别装设电涌防护器可对外部电涌和内部电涌都提供完善的防护。这可用图7来说明。P1分流了80%的涌流, P2又分流了14%, 这样, 在P3处只分流了424 A, 并将设备处的通过电压限制到仅320 V。显然, 对电涌防护这样的安排可将负荷处的通过电压抑制得最低, 因为它具有三道防护。最后一道防护器只承受很小的瞬态涌流, 它的容量小, 价格也低。

近旁区段防护 图8表示了常见的建筑物内部产生的电涌, 它可能由电梯电动机、空调机、电弧焊机等产生。在测试中采用的6 KV, 3 KA、8/20 μ S 的较小能量的瞬态电涌被认为是线路中段最具代表性的电涌。试验时各种类型的电子设备(例如计算机房、工作站内的电子设备)用6 Ω 和20 Ω 的电阻器来代替。尽管建筑物进线处装有电涌防护器P1, 这些电阻器仍然承受了很高的电压(约2700V)(注意: 在测试方案中, 电涌发生器用以代表产生瞬态电涌的负荷, 例如电梯电动机等)。从图可知, 建筑物进线上的电涌防护器对抑制出现在计算机房

电涌防护器安装位置				
防护方式	电源进线处 (大容量防护器)	线路中段处 (中等容量防护器)	就地配电箱内 (小容量防护器)	负荷处
只安装在建筑物电源进线处(图4)	600 V/8320 A			576 V
进线处和线路中段处(图5)	560 V/7120 A	416 V/1380 A		408 V
进线处和就地配电箱内(图6)	592 V/7800 A		336 V/624 A	336 V
全区段, 包括进线处、线路中段、就地配电箱内(图7)	568 V/7160 A	416 V/1260 A	320 V/424 A	320 V

不同安装位置的电涌防护器测定数据一览表

和工作站内的瞬态电压是不起作用的。如果不装设就地防护器, 电子设备的损坏是难以避免的。

如果如图9所示, 在就地配电箱内安装了电涌防护器(P3), 它可分流2100 A, 这时计算机房和工作站内的涌压被分别限制至432V和424V。

比较图8和图9可知, 电源进线处的大容量防护器可防护来自外部的瞬态电涌, 但不能防护内部产生的瞬态电涌。安装在分支线上或就地配电箱内的防护器容量虽小, 但具有同等的重要性。它具有外部电涌的下级防护和内部电涌近旁防护的双重重要功能。

对区段电涌防护概念的理解

区段电涌防护概念阐明了如何对全建筑物的内部电涌和外部电涌进行防护。它用电源进线处大电流防护器分流所有外部进入的涌流, 又用分支线上或就地配电箱容量较小的防护器抑制外部的和近旁的瞬态电涌电压。只需按建筑物内电涌防护器的安装位置选用合适参数的防护器, 就可用合

理的代价获得可靠的电涌防护。

上表列示了上文所叙测试结果的数据, 它提供了各有关部位测得的具体电涌电压和电流值此表也可用作装用电涌防护器时的可靠指导性资料。

外部电涌防护, 如图4所示, 仅能对全建筑物外部雷电和电网的投切电涌提供防护。它不能对电气装置内部产生的电涌提供防护。这是电气装置最低水平的防护。外部电涌和线路中段电涌防护, 如图5所示, 则能对外部电涌(雷电和电网的投切)以及装置内产生的电涌都提供防护。外部电涌和内部近旁电涌的防护, 如图6所示, 则能对外部电涌(雷电和电网的投切)提供防护, 也能对装置内部的电涌发生源提供就地防护。图7所示的全电气装置的电涌防护则能对电涌提供最完善的防护。它能用合理的代价保护进线处或其进线处的设备以及线路中段和末端的设备, 它的使用寿命也是最长的。

王余厚译
黄妙庆校