

智能化大厦综合布线系统的防雷与接地

刘吉克

随着信息处理系统的电子化、设备的高度集成化的提高和数字技术的发展，智能大厦综合布线纵横交错智能化大楼的网络系统对浪涌较为敏感，电路的雷电承受能力进一步下降，特别是综合布线连接的网络交换机、服务器、计算机、监控系统、终端设备容易遭受雷电的侵害，因而这些网络系统的各类接口应具有更好的防雷性能。文章着重论述智能化大厦综合布线系统的防雷与接地。综合布线系统(PDS)是利用双绞线或光缆集成的通用传输系统，它是智能化建筑物连接“3A”系统的媒介，采用标准的信息配线系统，综合了所有语音、数据、图像与监控设备，并将各类设备终端插头插入标准的终端盒内。由于 PDS 系统在建筑物内纵横交错，它可以使交换系统与其他信息系统彼此相连，使这些系统成为外部通信网络的一个接入网点。但 PDS 连接的数据、网络计算机设备对雷电非常敏感，雷电可以对这些设备造成毁灭性的破坏。智能大厦受到雷击时，大楼内冲击电位分布和空间瞬时电磁场将关系到建筑物内人身和设备的安全。由于受冲击时地电位升高，将影响到装在大楼内而与楼外有电气联系的网络系统。为此，雷电对智能大厦的设备危害来自三个方面，首先，浪涌电流沿着缆线进入网络系统；其次，由于地电位对网络系统产生影响，设备的冲击阻抗的反击地电位通常可达数十至数千伏；另外，现代的计算机网络对雷电极敏感，即使几公里以外的高空雷闪或对地雷闪都有可能引起这些设备的薄弱环节——计算机 CPU 控制中心误动或损坏。根据国外资料介绍 0.03 高斯的磁场强度可造成计算机误动，2.4 高斯即可将元件击穿。对于雷电磁场的影响，主要是雷击大楼时雷电流在建筑物的分布直接影响到网络系统设备，特别是对雷击敏感的计算机控制单元及数字终端设备在智能大厦的布局。合理的在机房安装设备

布局可有效减少雷害；大楼采用联合接地可有效解决地电位的影响；在大楼内电源、计算机、控制终端、监控系统、终端设备的接口处安装浪涌保护装置，并对大楼的出入缆线采取屏蔽、接地等措施，可有效减少雷电对信号及网络系统的侵害。

1 智能大厦 PDS 系统遭受雷击的因素 PDS 系统作为整个大楼的核心要害信息中枢，自然要预先消除任何事故诱发的因素。直击雷及雷击时雷电电磁场分布、接地系统。各个子系统的配电单元及计算机网络与外界联系的信号数据线、建筑物内部较长的网络数据线，卫星小站的高频头、天馈线应该是雷击的核心。对于雷电电磁场的影响，主要是雷击大楼时雷电流在建筑物的分布直接影响到网络系统设备，特别是对雷击敏感的计算机控制单元及数字终端设备在智能大厦的布局，合理的布局可将雷害的损失降低到最低限度。大楼采用联合接地，均压等电位可有效解决地电位升高的影响，而在大楼内设备间、建筑群子系统、管理子系统、垂直和水平子系统、配电系统、UPS、交换机、服务器、Hub、监控系统、终端设备的接口处安装浪涌保护装置，并对大楼的出入缆线采取屏蔽、接地等措施，可有效减少雷电对信号及网络系统的侵害。卫星通信及无线通信天馈线屏蔽与接地，根据馈线的长度辅以同轴雷电过电压保护器可充分抑制雷电流通过馈线系统进入卫星收发信机的量级。

2 PDS 系统的雷电过电压保护

2.1 PDS 配电系统的雷电过电压保护 配电系统雷电过电压保护并非简单应用雷电过电压保护器件，而是运用电磁兼容原理，根据雷电保护区的划分，对一个需要保护的系统进行综合、多级雷电过电压保护。传统的雷电浪涌保护方法，在选择浪涌 SPD 件时，仅考虑被保护的通信设备本身，没有根据电磁兼容 (EMC) 原理，把局部或单一的防护措施归结到系统防雷，即整体防护的概念。由

于缺乏系统整体观念，容易导致在电源系统网络，甚至在雷电防护的薄弱环节不同点安装过电压保护器时，各类防护器件相互之间不能控制和相互协调。由于防护器件在设计时，其防护性能仅仅考虑被保护设备本身的需求，而对于系统的防护，各级防护器件是相辅相成，互相影响的，若用于局部防护的过电压器件不能有效发挥其防护性能，就会影响整体防护。另外，还有一个重要的立论基础：“雷电过电压保护设计必须是建立在联合接地基础上”。

2. 1. 1 PDS 系统设备间雷电过电压保护在智能大厦配电变压器低压侧应安装标称放电电流不小于 100kA 的过压型 SPD (包括主楼与各建筑群低压电缆引入子系统间的配电箱前)。低压电力电缆引入设备间机房人口处 (在交流稳压器或交流配电屏前)，相线及零线应分别对地加装过压型 SPD，其标称放电电流应大于 20kA (相应的最大通流量为 50kA)。并且，在 SPD 回路中串接保险丝，其主要目的是防止 SPD 因各类因素损坏或由于暂态过电压使 SPD 燃烧 (国内外各类系统曾发生过多类此类事故，国内外防雷公司的 SPD 产品在工程上都要求采用串接保险丝，IEC60364-5-534《过电压保护装置》对此有专门论述)，影响供电线路的正常工作 (由于以往的规范忽视了在 SPD 并联回路中串接保险丝，从而给正常供电带来了隐患)。保险丝标称电流的量级一般为上一级保险丝的 1-1.6 倍。根据对雷电活动区的划分以及智能大厦的分类、所处的地理环境、建筑物的形式、供电方式的情况，在设计中对电源 SPD 提出了不同要求。

2. 1. 2 PDS 系统二级交接间、各管理子系统设备间的雷电过电压保护在智能大厦配电低压电力电缆引入二级交接间或各管理子系统设备间机房人口处，相线及零线应分别对地加装过压型 SPD，其标称放电电流应大于 20kA (相应的最大通流量为 50kA)；

2. 1. 3 各设备间机房内的雷电过电压保护交换机、Hub、路由器、网络

服务器、远程传感器控制系统、测试仪表的拖板式电源插座排内应安装标称放电电流为 10kA 的电源 SPD。另外，各类设备应避免直接使用建筑物外墙体的电源插座，直流供电系统也应加装 SPD 进行保护。

2. 1. 4 两级 SPD 的隔距按照国内外有关文献及标准，根据两级 SPD 的类型，SPD 对雷电反应时间的长短，连接线缆的材料粗细都有要求。当两级都为 MOV 时，连接线缆隔距一般要求为 3-5m；当两级 SPD 为不同器件时，连接线缆隔距一般要求为 10m 或连接线缆电感量为 7-15H。因此，为了有可操作性，当上一级为雷击电流型 SPD，次级采用过压型 SPD 时，两者之间的配电缆线隔距应大于 10m。当上一级 SPD 与次级 SPD 都采用过压型 SPD 时，两者之间配电缆线的隔距应大于 5m。

2. 2 PDS 计算机网络系统的雷电过电压保护

2. 2. 1 信号系统的雷电过电压保护根据 ITU-TK11 规定笔者建议应坚持《过电压和过电流防护的原则》电磁兼容的基本原理，配线架与程控交换机用户板过电压和过电流防护的关系应是相辅相成的。作为出入通信局站的市话电缆，是雷电过电压和用户线与电力线碰线引人的过电流的主要诱因。由于配线架与程控交换机用户板都具备抗击雷电过电压和过电流的能力，作为第一级配线架的保安单元与第二级程控交换机用户板的保护电路之间有一个协调的关系，第一级用于一次保护的元件与第二级用于二次保护的元件作用是不同的。雷电过电压和工频过电流防护的原则：第一级的保护元件要承受雷电过电压和工频过电流的主要能量，而第二级保护元件则承受经过第一级保护后剩余的能量，第一级是粗保护，而第二级则是精细保护。第一级元件需承受较大的能量，因为元件选择问题，所以元件参数动作反应时间可能较慢；而第二级是精细保护，承受的能量较小，故元件参数动作反应时间可以较快。通信行业标准目前还没

有提出在智能大厦使用总配线架保安器的应用要求，在 YD / T694-1998《总配线架》技术要求中也未作规定，因此，本文根据雷电活动区的划分，提出了各类保安单元的应用条件，并且对总配线架必须就近接地的原则和缆线的雷电过电压保护提出了要求，从智能大厦防雷的角度出发，应考虑以下措施：（1）进楼电缆应从地下入局；（2）进楼电缆的金属外护套应在智能大厦进线室内就近接地或与地网连接后再入局；（3）进楼电缆的信号线均应对地加装信号 SPD 后，再接入网络系统，电缆内的空线对应作保护接地；（4）地处少雷区、中雷区的智能大厦的市话配线箱，可采用由气体放电管或半导体放电管(SAD)与正温度系数热敏电阻(PTC)组成的保安单元；（5）地处多雷区和强雷区的市话配线箱，必须采用由半导体放电管(SAD)与高分子 PTC 组成的保安单元；（6）总配线架必须就近接地是关系到配线架的保安单元能否对交换机用户板起到有效保护的关键问题。在机房总体规划时，总配线架宜安装在建筑物的低层，接地引入线应从地网两个方向就近分别引入(从地网在建筑物预留的接地端子接地或从接地汇集线上引入)；（7）市话电缆空线对，应在配线架上接地。

2. 2. 2 建筑物内部计算机网络系统的雷电过电压保护长期以来，建筑物防感应雷都是以防止雷电涌沿外线路感应为主，随着网络系统的电子化、高度集成化、微型计算机控制、智能化，特别是数字通信技术的发展，通信系统对雷电的承受能力下降，特别是智能大厦内计算机、控制终端、监控系统、终端设备更容易遭受雷电的侵害。由于在智能大厦内集中了交换机、传输设备、监控及网络设备、控制终端、电源、无线设备等系统，各系统之间的内部连接线路纵横交错、非常复杂，连接线路可达 100~200m，这些连接线路因雷电电磁场的感应，将雷电浪涌传到系统之间的接口电路中去，对浪涌较为敏感的接口电路产生影响和冲击。另外，由于线缆物理结构上的差异，对雷电电磁场感应影

响的大小也有所不同，因而就要求这些通信系统的接口应具有更好的防雷性能。IEC-61644 对连接通信、信号网络接口的浪涌保护装置提出了基本的要求和测试方法，ITU-TK 系列文件对于各种通信系统的雷电保护和测试也提出了指导性方法，最近，ITU 推出的 K41 建议——《电信中心内部通信接口抗雷电过电压能力》中，主要涉及的是不出局且长度在 100m 左右的网络数据线。该建议的推出表明，国际上已经将电信中心内部通信接口抗雷电过电压的要求提到很重要的位置上。这些文件表明：“建筑物内部的计算机雷电防护方法和 SPD 的应用已趋成熟，并走向规范化”。另外，通过邮电部设计院对深圳、江门、茂名、东莞、韶关、南昌、湖南、河北、南宁等十几个省市的通信大楼雷害事故的统计表明：楼内网络接口设备、计算机控制终端、交换机的 CPU 控制模块、交换机及移动通信的控制终端、微机接口电路、设备测试台、交换机计费系统微机、营业厅内的收费微机、营业用多路计费器、测量室自动测量系统、监控系统等雷击损坏的事故时有发生。另外，移动通信、微波站内的网管监控及干线监控、遥信接口、数据采集板等设备也时遭雷击。这表明，计算机、控制终端及网络设备的接口是防雷电浪涌侵入的薄弱环节。国外的研究表明：“现代数字化网络系统的控制计算机，对雷电极敏感。即使几公里以外的高空雷闪或对地雷闪出也有可能导致这些网络系统的薄弱环节计算机 CPU 控制中心误动或损坏。根据国外资料统计，0.03 高斯的磁场强度可造成计算机误动，2.4 高斯即可使元件击穿”。从另一个方面讲，国外厂商早在 20 世纪 90 年代初期(国内在 1995 年前后)就已经推出了大量的计算机、控制终端及网络设备用的 SPD，并已有很大规模。其中，用于计算机、控制终端及网络设备的 SPD 已经系列化，并且其质量和性能完全能满足通信系统的要求。另外，由于半导体放电管的出现，其元件的特殊性及优良品质使得用半导体放电管元件组合的 SPD 可以免去每年的例行检测，且保

证了通信系统安全可靠的运行。

因此，对智能大厦计算机、控制终端及网络设备进行雷电过电压保护的条
件已经成熟，从减少成本和合理投资的角度出发，建议仅对建在多雷区、强雷
区的智能大厦内的计算机、控制终端及网络设备进行雷电过电压保护，对于建
在中雷区的智能大厦内的计算机、控制终端及网络设备，如果该区时有雷击损
坏的事故发生，则应参考执行。另外，从智能大厦的调研情况看，现有的智能
大厦计算机、控制终端及网络设备的数据线，由于各方向的线数不多、控制单
元分散，一般都用的是无屏蔽的线缆，改为屏蔽线和串金属管线在施工和运作
方面都有困难(垂直管线除外)，而且成本将非常高，而安装 SPD 既经济、又方
便，并且提高了通信系统安全性。对智能大厦计算机、控制终端及网络设
备实施雷电过电压保护，可参照下列条款：

(1) 智能大厦内计算机、控制终端及网络数据线的雷电过电压保护设计应根据其
在大楼内具体的雷电保护区位置、保护等级来确定 SPD 的保护参数；

(2) 建在城市内，地处中雷区以上的智能大厦内计算机、控制终端及各类网络数
据线，若长度小于 50m，各类网络数据线宜穿金属管道(金属管道应电气连接)，
金属管两端应就近与均压网焊接。建在郊区或山区，地处多雷区、强雷区内的
智能大厦的计算机、控制终端及各类网络数据线，若长度小于 30m，各类网络数
据线宜穿金属管道，金属管两端应就近与均压网焊接；

(3) 建在城市，地处中雷区以上的智能大厦内的计算机、控制终端及各类网络数
据线，若长度大于 50m 而小于 100m，应在设备的一端采用数据线 SPD 保护，若
长度大于 100m，应在两端采用数据线 SPD 保护；

(4) 建在郊区或山区，地处多雷区、强雷区的智能大厦内计算机、控制终端及各
类网络数据线，若长度大于 30m、小于 50m，应在设备的一端采用数据线 SPD 保

护，若长度大于 50m，应在两端采用数据线 SPD 保护；

(5) 地处多雷区以上的智能大厦对于有出入网络数据线的设备，雷电过电压保护设计必须采用下列措施：

①控制及数据采集用的计算机接口应采用计算机接口 SPD 保护；

②在局域网工作站的输入端及文件服务器前应采用数据线 SPD；

③出人大楼的各类金属数据线两端设备必须采用数据线 SPD 保护；

(6) 出人大楼的各类金属信号线应穿金属管后，再从地下引入其他机房，金属管两端应就近与地网焊接。

2. 2. 3 建筑物内 PDS 系统与外界有联系的传输设备

的雷电过电压保护

邮电部设计院对全国十几个省市智能大厦的雷害调研表明，“许多出入智能大厦的电缆及光缆未按智能大厦的标准进行接地处理，由于进入大楼的 PCM 电缆芯线未加装保安单元，特别是进入无线智能大厦的缆线未加装保安单元，致使 PCM 接口、PCM 逻辑盘、话路板以及 2Mb 接口被雷击坏的事故时有发生”。而这些问题，正是 IEC1312 和 ITU-K 系列文件专门论述的要点，为了减少雷害事故的发生，这些问题更应引起我们的注意。

(1) 出入智能大厦的电缆，应在进线室将金属铠装外护层做接地处理；

(2) 出入智能大厦的光缆，应将缆内的金属构件，在终端处接地；

(3) 进入智能大厦的 PCM 电缆芯线应加装保安单元，空线对应就近接地；

(4) 进入无线智能大厦的缆线应加装保安单元后，再与上下话路的终端设备相连。

2. 3 卫星、无线天馈系统的雷电过电压保护

根据对广东、福建、广西、湖南、浙江、辽宁等省无线系统的雷击情况调研，由天馈线引入的雷电浪涌损坏通信设备的事故概率是小概率事件。鉴于无线通

信系统依据所处的具体地理环境来确定同轴 SPD 的安装原则，并根据电磁兼容的原理，提出同轴 SPD 接地端子的接地引线应在机房外接地。另外，无线通信的天馈线的雷电过电压保护还应满足：

(1) 建在城市内孤立的高大建筑物或建在郊区及山区，地处中雷区以上的无线系统，当馈线采用同轴电缆，且长度超过 30m 时，应在同轴电缆引进机房入口处安装标称放电电流不小于 5kA 的同轴 SPD，同轴 SPD 接地端子的接地引线应从天馈线人口处外侧的接地线、避雷带或地网引接；

(2) 建在城市内孤立的高大建筑物上的卫星站，其馈线系统应穿铁管(铁管应与避雷带焊接相连)并且馈线两端应接地后再进入机房。

2. 4 智能大厦遥控、监控系统雷电过电压保护设计

(1) 出入智能大厦的遥控、监控系统控制线必须埋地，线缆的金属外护套两端应就近接地；

(2) 建在中雷区以上的智能大厦，其内部的遥控、监控系统的缆线(缆线中含控制、电源、视频线)，若长度大于 50m 小于 100m 时，应在设备的一端采用 SPD 保护，若长度大于 100m，应在两端采用 SPD 保护。对于出入智能大厦的遥控、监控系统的缆线(缆线中含控制、电源、视频线)，应在两端分别安装 SPD 保护；

(3) 出入智能大厦遥控、监控系统的缆线若采用光缆传输信号，应将缆内的金属构件在两端接地，无需采用 SPD 保护。但为两端设备供电的电源芯线应对地安装标称导通电压大于供电电压最大值 10V，标称放电电流为 10kA 的过压型 SPD(应根据 3. 6. 2 条对长度要求的内容确定一端或两端采用 SPD 保护)；

(4) 监控信号采集器的遥信输入端应加装由 SAD 组成的数据线 SPD；

(5) 监控系统的云台、防雨罩必须就近接地。

2. 5 PDS 雷电过电压保护器件的选择

2. 5. 1 配电系统的雷电过电压保护器件的选择

(1) 电源用雷电过电压保护器件的选择，雷电过电压保护器件包括：

浪涌保护器的分类：根据 IEC1312-1(通则)、IEC-1312-3(浪涌保护器的要求)、IEC1643-2(低压系统的浪涌保护器)及 ITU-TK36(保护装置的选择)，浪涌保护器(SurgeProtectiveDevices 简称 SPD)可由气体放电管、放电间隙、MOV、SAD、齐纳二极管、滤波器、保险丝等元件混合组成。国内外各种类型 SPD 产品一般都由这些元器件组成。浪涌保护器可分为三类：电压开关型 SPD(Voltage Wwhitehing Type SPD)；限压型 SPD (Voltage LimitingTypeSPD)；组合型 SPD(CombinationTypeSPD)。

雷击电流型 SPD(归属于电压开关型 SPD 类)：是安装在通信局(站)建筑物外雷电保护区 0 区的 SPD，可最大限度地消除电网后续电流，以疏导 $10 / 350\mu s$ 的模拟雷电冲击电流(无论这些电流是远处的雷电过电压还是由直击雷引起的)。雷击电流型 SPD 一般由高性能火花隙组成，它的特点是放电能力强，但残压较高，通常为 $2000\sim 4000V$ ，检验测试器件采用一般 $10 / 350\mu s$ 的模拟雷电冲击电流波形。

限压型 SPD：限压型 SPD 一般由氧化锌压敏电阻 (MOV)及半导体放电管(SAD)等元器件组成，是安装在雷电保护区建筑物内的 SPD，可疏导 $8 / 20\mu s$ 的模拟雷电冲击电流，在过电压保护中具有逐级限制雷电过电压的功能，检验测试器件的残压一般采用 $8 / 20\mu s$ 的模拟雷电冲击电流波形。

混合型电源 SPD：半导体放电管(SAD)与 MOV 组成的混合型电源 SPD。

半导体放电管主要技术特征包括：对浪涌电压的响应速度非常快，与原有的保护单元相比，对陡峭的雷击电压可以充分抑制，这样使原来的保护单元多级保护设计变得简单，而且更加小型化；利用半导体内部的电子和空穴原理进行工

作，不存在劣化问题，保养简单，使用寿命增加；用硅 PN 结的工作原理设计半导体放电管，其双向、单向、开关动作均能自由、精确地设计出来，一致性较好。因此，采用半导体放电管(SAD)与 MOV 组成的混合型电源 SPD，可能利用 SAD 对浪涌电压的响应速度非常快等特点，在一般雷电过电压的保护时，由 SAD 承受浪涌电流，其标称放电电流可达 $10\sim 20\text{kA}$ ；若遇到较大量级的雷电过电压，第一级由 SAD 组成的电路保险管可自动断开，由第二级 MOV 作为雷电过电压保护，作为混合型电源 SPD，其 MOV 能承受冲击通流能量一般大于 100kA 。

MOV 与滤波器组成的混合型电源 SPD: 根据一个典型的沿配电线路侵入的雷电波，其浪涌波形是符合傅立叶变换的，其大部分能量分量具有相对较低的频率，采用 MOV 与滤波器组成的混合型电源 SPD 在同一测试条件下，可以具有比单一并联的 SPD 更低的残压。RFI 滤波器可对 $150\text{kHz}\sim 20\text{MHz}$ 的雷电波进行滤波；标称放电电流 40kA 时残压可小于 1000V 。

(2) SPD 技术参数和名称术语:

标称导通电压：在施加恒定直流 1mA 电流的情况下，MOV 起始动作电压。

SPD 的标称放电电流：用来划分 SPD 等级，具有 $8 / 20\mu\text{s}$ 、 $10 / 350\mu\text{s}$ 模拟雷电电流冲击波的放电电流。

冲击通流容量：SPD 不发生实质性破坏而能通过规定次数、规定波形的电流峰值最大限度。

SPD 残压：模拟雷电冲击电流通过 SPD 时，SPD 端子间呈现的电压(其中采用 MOV 的限压型 SPD，残压的大小与采用元件的直流 1mA 参考电压、元件的组合形式及所承受的雷电电流大小等参数有关)。

$10 / 350\text{s}$ 与 $8 / 20\mu\text{s}$ 模拟雷电电流冲击波能量的比较： $10 / 350\mu\text{s}$ 是描述建筑物遭受直击雷时的模拟雷电电流冲击波，脉冲为 $10 / 350\mu\text{s}$ 波形的电荷量约

为 $8 / 20\mu s$ 模拟雷电电流冲击波电荷量的 20 倍。即：

$$Q(10 / 35\mu s) \cong 20Q(8 / 20\mu s)$$

由于 $10 / 350\mu s$ 模拟雷电电流冲击波的能量远大于 $8 / 20\mu s$ 模拟雷电电流冲击波的能量，因此，一般需要使用电压开关型 SPD(如放电间隙、放电管)才能承受 $10 / 350\mu s$ 模拟雷电电流冲击波，而由 MOV、SAD 组成的 SPD 所承受的标称放电电流是 $8 / 20\mu s$ 模拟雷电电流冲击波。

(3) SPD 的功能要求。

电源用 SPD 模块及 SPD 箱的功能既要满足 SPD 一般性能的需要，又要考虑环境集中监控对 SPD 性能监控的要求。另外，根据 IEC1643-1 相关条文规定，用于电源配电系统、由 MOV、SAD 及滤波器组成的混合型 SPD 在国内外通信局(站)已经大量使用。

一般要求：SPD 应根据雷电保护区分区原则，按照雷电保护区所在位置正确选用；SPD 的残压并非是衡量 SPD 好坏的唯一指标，选择 SPD 应在同一测试指标下考虑 SPD 所选元器件的参数及元器件组合方式；SPD 的选择应考虑通信局(站)遥信及监控的需要；用于交流系统的过压型 SPD 标称导通电压一般为 $U_n = 2.2U$ (U 为运行工作电压的最大值)；用于直流系统的过压型 SPD 标称导通电压一般为 $1.5U \geq U_n \geq 1.2U$ (U 为运行直流工作电压的最大值)。功能要求：建在城市、郊区、山区等不同环境下的通信局(站)，设计选用过压型 SPD 时，必须考虑通信局(站)供电电源的不稳定因素，对 SPD 的标称导通电压提出要求；通信局(站)采用的雷电过电压模块 SPD，应具有以下功能：SPD 模块损坏告警、遥信插孔、SPD 模块替换、热容和过流保护；通信局(站)采用的雷电过电压保护电源避雷箱，应根据通信局(站)的具体情况，具有供电电压显示、SPD 模块损坏告警、雷电记数、保险跳闸显示、备用 SPD 模块自动转换、遥信插孔、SPD 模块替换、浪涌识

别抑制器、热容和过流保护等功能，可根据用户要求进行选择。

SPD 冲击通流容量的选择。单纯从价格的意义讲，冲击通流容量较小的 SPD 的价格小于冲击通流容量大的 SPD，但从技术经济比的角度去考虑问题，可能这一观点又有了新的含义，通流容量是指 SPD 不发生实质性破坏而能通过规定次数、规定波形的最大电流峰值，冲击通流容量较小的 SPD 在通过同样的雷电流的条件下其寿命远小于冲击通流容量大的 SPD。根据有关资料介绍：“MOV 元件在同样的模拟雷电流 $8/20\mu s$ 、10kA 测试条件下，通流容量为 135kA 的 MOV 的寿命为 1000-2000 次，通流容量为 40kA 的 MOV 的寿命为 50 次，两者寿命相差几十倍(据笔者分析，被测试的 MOV 元件可能是由小通流容量的 MOV 组合型的产品。但测试结论也可以说明，冲击通流容量较小的 SPD 在通过同样的雷电流的条件下其寿命远小于冲击通流容量大的 SPD)”。由于配电室、电力室入口处的 SPD 要承受沿配电线路侵入的浪涌电流的主要能量，因此，其 SPD 在满足入口界面处标称放电电流要求的前提下，可根据情况选择较大通流容量的 SPD。

2. 5. 2 网络数据线雷电过电压保护器件的选择

(1) SPD 标称导通电压：各类信号线、数据线、天馈线、计算机网络接口的 SPD 标称导通电压 $1.2U \geq U_n \leq 1.5U$ (U 为额定工作电压的最大值)，工作电流应满足系统的要求；

(2) 各类 SPD 用元器件：各类信号线、数据线、天馈线、计算机网络接口的 SPD 元器件一般可有：陶瓷放电管、半导体放电管 (SAD)、氧化锌压敏电阻 (MOV)、PTC 等元器件组成。陶瓷放电管的优点在于通流能力大，但响应速度慢，该器件主要用于非灵敏设备的保护。MOV 的缺点主要是极间电容较大，不适合传输速率较快的快速以太网和 ATM 网络。SAD 的广泛应用是由于响应速度快，极间电容介于放电管和 MOV 之间，缺点是通流能量小(其失效模式是短路接地，在信号回路

中作为防雷使用是最好的选择)。

在满足信号传输速率及带宽的情况下，尽可能采用半导体放电管，半导体放电管有以下主要技术特征：

- ①对浪涌电压的响应速度非常快，与原有的保护单元相比，对陡峭的雷击电压可以充分抑制，使原来的保护单元多级保护设计变得简单，而且更加小型化；
- ②利用半导体内部的电子和空穴原理进行工作，不存在劣化问题，其保养简单，使用寿命增加，无须进行经常性保安单元放电管的检测工作；
- ③用硅 PN 结的工作原理设计的半导体放电管，其双向、单向开关动作均能自由精确设计，一致性较好；
- ④半导体放电管既适用于普通电话的 300-3400Hz 模拟传输，又适用于 ISDN 的 2B+D 数字传输 (MDF 配线架国内基本上采用由放电管作为雷电的过电压保护器件，随着程控交换机在国内的普及，程控交换机内集成化程度不断提高及控制方式不断更新，程控交换机内部使用的器件要求具备高速率、宽频带、可靠性强等特点，现代化程控交换机需要与之特点相适应的保安单元。因此，原有放电管式的保安单元已经不可能有效地保护程控交换机的安全运行，现阶段半导体放电管是取代现有气体放电管保护电话交换机和用户终端设备抗雷电电涌理想的器件。为此，国外已经大量采用固体放电管 SAD 组成的保安单元)。

2. 5. 3 SPD 的选择

SPD 选择原则可参考下列要求：

(1) 信号线 SPD 的选择

- ①信号线 SPD 的箝位电压应满足网络系统接口的需要，工作电压及电流应满足系统的要求，对雷电响应时间应在纳秒级；
- ②总配线架的保安单元应符合 YD / T694-1998 总配线架技术要求的规定；

- ③信号 SPD 应满足信号传输速率及带宽的需要，其接口应与被保护设备兼容；
- ④信号 SPD 的插入损耗应满足通信系统的要求；
- ⑤信号 SPD 的标称放电电流为 3kA。

(2) 同轴 SPD 的选择

- ①同轴 SPD 插入损耗应 ≤ 0.2 dB，驻波比 ≤ 1.2 ，工作电压及电流应满足系统的要求，同轴 SPD 最大输入功率能满足发射机最大输出功率的需要，安装与接地方便，具有不同的接头，同轴 SPD 与同轴电缆接口应具备防水功能；
- ②同轴 SPD 的标称放电电流应 ≥ 5 kA。

(3) 网络数据线 SPD 的选择

计算机、控制终端、监控系统网络数据线用的雷电过电压保护器件有 RJ45、RJ11、RS232、RS422、RS485 接口及同轴型数据线 SPD 等，其中，RJ 系列的 SPD 分为单端口和多端口产品，其 SPD 的工作电压和传输速率可供选择。

计算机接口、控制终端、监控系统的网络数据线 SPD 应满足各类接口设备传输速率的要求，SPD 接口的线位、线排、线序应与被保护设备接口兼容，设计时应满足设备传输速率条件下，优先采用由半导体放电管组成的保护电路 SPD。计算机接口、控制终端、监控系统的网络数据线 SPD 的标称放电电流应 ≥ 3 kA。

2. 6 PDS 系统的接地

2. 6. 1 相关防雷接地标准

- (1)信息产业部标准 YDJ26-89 《通信局(站)接地设计暂行技术规定》(综合楼部分)；
- (2)信息产业部标准 YD5098-2001 《通信局(站)雷电过电压保护工程设计规范》；
- (3)国家标准 GB50057-94 《建筑物防雷设计规范》；
- (4)国家标准 GB50174-93《电子计算机机房设计规范》(标准要求采用联合接地)；

(5) 国家标准 GB9361-88 《计算机场地安全要求》（要求分设计算机接地专设并与建筑物内部金属构件绝缘）；

(6) 国家标准 GB2887-89 《计算机场地技术条件》也规定了计算机接地工作地、保护等地的接地电阻值；

(7) 公安部标准 GA173-1998 《计算机信息系统防雷保安器》（中华人民共和国社会公共安全行业标准，即各部标准外的行业）。

2. 6. 2 PDS 系统的接地要求

(1) 智能大厦 PDS 系统接地的目的智能大厦的接地，其主要目的有：

- ① 保护工作人员和维护人员及设备的使用者，防止危险电压的安全保护；
- ② 保证通信设备的安全，防止危险电压的保护；
- ③ 限制通信系统中的串话电流（如市话交换机）、噪声和电磁干扰电流，使其低于某一个（规定）数值，以保证通信系统的正常工作；
- ④ 防止整流器产生的高频电流和交流工频电流影响通信；
- ⑤ 提供人地通道，保护通信局（站）的安全。

2) 信息系统接地的分类

针对上述目的，在 20 世纪 90 年代以前由于通信局（站）接地一般采用分散接地，接地方式有：

- ① 直流工作地；
- ② 交流工作地；
- ③ 保护地（交、直流保护地；防雷接地）；
- ④ 防止电磁干扰和屏蔽接地；
- ⑤ 信号接地（电路接地，即工作接地）。

在 90 年代以后，原邮电部标准 YDJ26-89 《通信局（站）接地设计暂行技术规定》

(综合楼部分)将局(站)的接地分为:

- ①工作地;
- ②保护地(含屏蔽地);
- ③建筑物的防雷接地。

这三种地在标准中规定共同合用一组接地体,即通信局(站)的联合接地方式。

(3)智能大厦建筑物的混凝土钢筋基础为 PDS 系统提供一个良好的地网。国家标准 GB50057-94《建筑物防雷设计规范》要求建筑物的接地一般都采用其钢筋混凝土基础作为地网,因为建筑物钢筋混凝土基础埋地较深,与大地的接触面积大,在相同的土质条件下,用其基础作接地体比一般人工接地所得的电阻低得多。另外,基础钢筋埋设在混凝土中,作为接地体的钢筋不会受到外力的损伤和破坏,不需要维护,使用期限长,接地电阻稳定,对于通信局(站)这种接地方法是相当有效的。同样,利用办公大楼、高层建筑的基础作为智能大厦 PDS 系统的接地是可行的;

(4)网型、星型和星型一网状混合型接地的特点

①网状分配接地如图 1 所示。网状分配接地减少了不同设备接地之间的电位差,通信系统可以从不同的方位就近接地。另外,这种网状分配接地由于相互之间没有一个严格的绝缘要求,对建筑物内的金属构件包括可能被连接的混凝土的钢筋,以及电缆支架、槽架无需专门做绝缘处理,因此,实施施工较为容易;

②星型分配接地如图 2 所示。提出星型分配接地主要解决了通信系统的干扰问题,因为这种分配接地的方式减少了环流电流的干扰,使得干扰电流不能形成回路。星型分配接地的实施方案,一般由若干个主干地线分别由公共接地汇流排引出,每个主干地线(120mm²)再分几路分支地线,每个分支地线(50mm²)接到 n 个大列地线,每根大列地线分别接到列内各个机架;

③星型一网状混合型接地如图 3 所示。星型一网状混合型接地对设备的一部分接地采用网状布置，而另一部分对交流和杂音较为敏感的设备采用星型布置；

④PDS 系统及网络设备的接地。PDS 系统的地线系统是典型的星型分配接地的衍生物树枝型分配接地，只需从公共接地汇流排引出一根垂直的主干地线到各子系统室的分接地汇流排，再由分接地汇流排分若干路引至列架和机架，互相之间没有回路。因此，不会通过地线网络对其它电路产生影响。

另外，接至列架和机架的接地线，其目的是为列架和机架中的各类网络设备提供接地通路，因此，机架中所有设备均应与其保持良好的电气连接，即所有网络设备的外壳接地线应通过该点接地。

(5)从电磁兼容的角度谈屏蔽接地和信号接地。星型网络实际上也被称为“一点接地”网络，其各个分支点之间没有闭合回路，从而防止了相互之间的传导耦合干扰，由于它们仅在“一点”相互连接，由此获得基准“零电位”。从信号接地系统来讲，应分别连在这个“基准点”，其“基准点”可设在智能大厦内或设施的任何位置，国外的做法一般是采用将该点接至“大地”的接地电极上，认为在这一点上的电位接近于“大地”的零电位。

从雷电保护和电力故障保护来讲，将防雷保护地线和交流保护地接至“大地”接地电极上是有意义的，这样可以避免雷电流和电力故障影响其它系统的正常工作，并能迅速安全地通过接地电极流入地下，就近散流。但“一点接地”在智能大厦中作为接地网络有其致命的缺点，因为要用很长的接地连接线，而对于信号接地系统，较长的接地连接线在低频时对信号影响不大，高频时又有很多问题：

①高频时网络将变为高阻抗；

②高频时各路地线之间将会出现由分布电容形成的电容耦合；

③高频时长导线将变为等效天线。

由于“一点接地线”网络只有在低频时才是低阻抗，当频率升高时由于导线电感的作用而变为高阻抗。从电磁兼容的角度考虑频率的划分是依照 1MHz 为高频、低频的分界频率。

一般认为，以 1MHz 为低频与高频的分界频率是恰当的，在信号频率为 1MHz 以下时，用“一点接地”系统(在自然空间 1MHz 的波长为 300m，为了消除接地连线成为等效天线的概率、减少长导线相互间的电感耦合，其长度不超过波长的十分之一，即 $\lambda / 10$ 。对于 MHz 的波长来讲 $\lambda / 10$ 就是 30m)，信号频率为 1MHz 以上时，则采用多点接地系统(同样在高频时，屏蔽体一端接地是无效的，因为屏蔽体(线)对地有分布电容的耦合，所以实际上等效于多点接地，因此，高频时电缆的屏蔽层必须两端接地才能有好的屏蔽效果)。

(6)SPD 的连接线、接地线的要求。电源 SPD 的连接线及接地线截面积应符合下表的要求，数据线 SPD 以及其他类型 SPD 的接地线截面积应不小于 2.5mm²，连接线及接地线材料为多股铜线。

模块电源 SPD 的接线端子与相线和零线之间的连接线长度应小于 0.5m，其接地线的长度应小于 1m，且应就近接地。SPD 箱的接线端子与相线和零线之间的连接线长度可根据实际情况适当加长，避雷箱连接线加长后，其截面积应适当增大。避雷箱接地线的长度应小于 1m，连接线宜采用凯文接线方式就近接地。

(7)雷电过电压保护 SPD 对接地电阻的要求。智能大厦的联合接地地网的接地电阻值已满足 SPD 接地的需要，因此，对在使用的 SPD 接地电阻值不做严格要求，设计时仅需将使用的各类 SPD 的接地端子就近接地。

3 结束语

智能大厦内部的计算机网络系统包含了 ATM(异步)交换机、传输设备、监控及网络设备、控制终端、电源、无线等子系统。各子系统之间的内部连接线路纵横交错，其网络接口对雷电较为敏感的电路又是防雷电侵入的薄弱环节，大楼雷电电磁场的分布直接影响到具有敏感元器件的计算机及控制终端的布局。在设计规划时，对大楼内网络设备的安装位置应避开雷电涌集中的雷电流分布通道，力求安装在建筑物的中部位置，即雷电电磁场最小的室内中央位置，并且网络设备避免直接使用大楼的外墙体的电源插孔。

另外，智能大厦 PDS 系统的雷电过电压保护建立在大楼的接地系统共用一个接地网，即联合接地的基础上，采用 SPD(正确选用各类 SPD)对侵入大楼内计算机、控制终端及网络数据线、信号线、传输设备、遥控、监控系统及无线系统天馈线的雷电过电压进行抑制，并对智能大厦出入缆线采取屏蔽、接地等措施，可有效减少雷电对信号及网络系统的侵害。虽然智能大厦 PDS 系统雷电过电压保护是防雷要素中极为重要的因素之一，但由于如何减少雷害确是一个整体的、全面的防雷问题，因此只有将防雷问题从各个方面加以解决，按照联合接地均压等电位的理论、避雷针的保护半径、浪涌电流就近疏导分流、内线缆的屏蔽接地和通信电源及信号线的雷电过电压多级保护的原则，正确选择雷电过电压保护器件和防雷方案(根据年雷暴日、海拔高度、环境因素做出选择和考虑)，进行整体的、综合的雷电防护，才能有效减少雷害。

防雷产品咨询服务:028-88065610