

新型4G基站设施和分布式基站 (DBS) 的雷击防护精要

电信世界正快速步入 4G 时代，但同时也为电信设备设计者提出了挑战。扩容的实现不完全依赖于价格昂贵、覆盖范围通常可达 2 公里的 2G/3G 宏蜂窝。这些基站通常安装在合理设计的基站塔中。相反，有越来越多的覆盖范围分别为 200 米和 100 米的微微蜂窝（通常应用于购物中心、医院、校园和办公楼）和毫微微蜂窝（通常应用于家庭和小型办公室）投入使用，它们的安装通常由最终用户或楼宇管理人员完成。这些设备将数据传输至宽带网络，而不是移动通信网络。**此外，回程节点的应用也更普遍，相关设备被安装在楼宇或水塔等建筑结构之上，面临著雷击威胁。**这些节点被用于以低成本延伸无线骨干网，形成点到点架构。本文将解释上述各种类型设备可能面临的电击危险，并提出相应的防护建议。

危险的性质

所有安装在户外的设备（以及部分安装在室内的设备）都面临雷击的危险，从而可能导致所有连接线路（包括电源线和数据线）出现浪涌。关于此类浪涌的现行规范包括 GR-1089、IEC61000-4-5、IEEE C62.41 以及 ITU K.44/20/21/56。

安装在室内的设备则可能受到人类或其他带电物体静电放电 (ESD) 的影响，这种 ESD 可进入数据线。IEC 61000-4-2 提供了应用级 ESD 测试方法的相关建议。

微微蜂窝与相关基站控制器的回程连接通常经由以太网连接实现，如 1000BaseT 或 10 GbE 等。与此同时，微微蜂窝还可以直接与互联网连接，而无需借助基站控制器甚至是移动交换中心。而毫微微蜂窝亦可采用现有的互联网连接，如 DSL 或 CATV 调制解调器。

防护方法

交流电源线的雷击浪涌保护相当简单——利用高能量 MOV（金属氧化物压敏电阻）或 AK 系列器件控制过电压即可，但必须与短路和过载保护的熔断器装置相结合。需谨记的一点是，MOV 的寿命取决于其能够吸收的总能量，也就是说，应根据瞬态调整 MOV 的额定瞬态能量。MOV 正确合理的选择，能最大限度地减少因浪涌保护器损坏而导致的设备故障。

对于直流电源线而言，TVS（瞬态电压抑制）二极管可提供低钳位电压值，最大限度减少对设备的电气应力。不同于其他传统的无源器件，TVS 即便面临多个浪涌事件也不会出现磨损。

过电流保护可通过熔断器装置或可复位 PTC 实现。数据线可能面临雷击浪涌、与交流电源线的交互耦合，以及 ESD 的威胁。这些线路承载的频率较电源输入更高，能够在一定的电压范围内工作，因此相应的防护需求也较电源输入应用更加复杂。

就 HDSL 线路而言，典型的防护方案包括一台采用 GDT（气体放电管）处理最严重浪涌电流的主保护器，外加一对 SIDACtor®（瞬态浪涌保护晶闸管），以进一步降低进入电路的浪涌能量。与此同时，一对熔断器的使用，可帮助客户达到电信标准中规定的电源故障要求。此外，在耦合变压器的第三位（即驱动器侧）放置 SIDACtor® 或 TVS SPA（矽保护阵列）也是常用方式之一。

如果使用 ADSL 线路，可采用单个 GDT 或 SIDACtor® 提供保护，在需要电源故障保护的情况下，还应配备一个熔断器。在此类应用中，最好采用微电容 SIDACtor® 以减少信号失真。如果电容值太高，可安装反并联连接的一对离散超快开关二极管（图 1），将总电容降低至 15 pF，也可以采用内置上述二极管的 SDP 或 SEP SIDACTOR 系列。

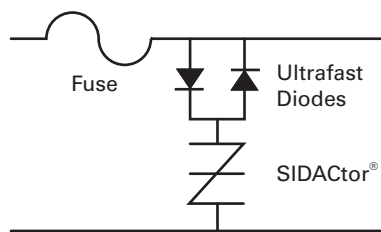


图 1：ADSL 线路保护可采用 GDT 或 SIDACTor® 再加上一个熔断器得以实现

图注：

Fuse：熔断器

Ultrafast Diodes：超快二极管

类似的方法还可用于保护微微蜂窝、微微蜂窝以及回程设备中的以太网线路。对于安装在室内（但暴露在雷电和 ESD 环境下，如 GR-1089）的线路，可通过在线路侧安装额定浪涌的 TVS 二极管阵列（必要时再加上熔断器）以及在第三位（耦合变压器的线路驱动器侧）安装超低电容二极管阵列来实现保护，如图 2 所示。

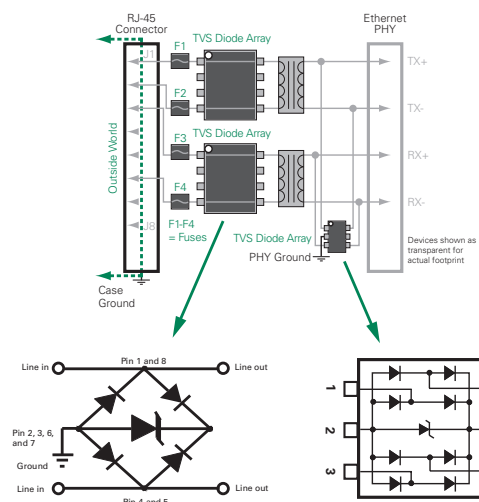


图 2：用于建筑物之间的以太网线路可采用超快 TVS 二极管、熔断器，以及超低电容二极管阵列实现保护

图注：

Connector：连接器

Outside World：外界

Ethernet PHY：以太网 PHY

如果以太网线路安装在户外，就必须对其采取雷击瞬变保护措施。这种情况下的防护类似于室内应用，需采用专门设计的 SDP 和 SEP 系列等 SIDACTor® 取代 TVS 二极管阵列。此外，还应在电路的驱动器侧安装 TVS 二极管阵列，以进一步降低系统经受的瞬态能量。

回程设备有多个需保护的脆弱点。除数据线和电源输入线（交流或直流）外，还应将天线纳入考虑。在这种情况下，当被施加 IEEE C62.45 中规定的 8/20 μ s 组合波形时，防护的实现既可以采用 AK10 或 AK15 器件，也可以采用抗浪涌能力为 10 kA 或以上的 GDT。

4G 无线设备的防雷击、ESD 和电源线浪涌保护是系统设计中非常重要的一项考虑因素。如果没有采用相应的设计来防止上述电击威胁，就有可能导致现场故障、产品退货、商誉受损以及丢掉业务的后果。

传统的基站地点受到大城市人口密度高所导致的现行不动产状况所限。这限制了不断扩大无线语音和数据覆盖范围所需的大规模网络和新基站的快速部署。如今，愈来愈多的运营商需要重建电信设施，而这面临着筹备时间长和建设成本高的挑战。

关于分布式基站 (DBS)

分布式基站 (DBS) 由 BBU 和 RRU 组成，能够通过实现射频和基带处理单元的分离，从而缓解基站建设过程中的部分拥塞情况。这些 DBS 系统支持分布式安装，而无需将设备的全部组件集中在同一区域。通过将部分设备安装在塔上，能够最大限度地减少占地面积。与传统结构相比，DBS 结构能够显著降低之前由于在人口密度高的城市缺乏足够的不动产而产生的整体网络建设成本。

鉴于 DBS 远程无线单元 (RRU) 暴露在雷击环境中，这种新结构将其纳入了更高的风险类别，并针对这些暴露单元采用了更高的安全标准。

大多数 RRU 都由直流电源、控制 / 信号端口、同轴电缆 SPD 以及光纤传输设备等组成。这些 RRU 端口和设备暴露在外部环境中，因而遭遇雷击的风险大大增加。

塔灯供电电缆

照明电源线应受到下述其中一项保护：

- 1) 安置于金属管内的非屏蔽电缆；
 - 2) 或未设金属管的屏蔽电缆；
 - 3) 或未设金属管的非屏蔽电缆，但在导线和塔结构之间安装 SPD (在电力电缆入户的地方，还需要安装第二组 SPD)。
- 这些 SPDS 应符合 [IEC 61643-1] II 类，其额定峰值电流如表 2 所示。

表 2 - 非屏蔽照明电缆 (8/20 μ S 波形) 的额定峰值电流

雷电防护等级 (LPL)	I	II	III - IV
电流 (KA)	40	30	20

塔灯电源电缆的过电流保护可由 LVSP20/30/40 电源熔断器提供，其适用于表 2 中所列 LPL 等级的 20 kA/30kA/40 类别，从而能够杜绝雷电引发事件造成的裂缝。但鉴于“雷电额定值”之高，设计工程师需了解每个熔断器的 I^2t 额定值。举例来说，LSVP20 的标称 I^2t 为 4,940A²S。请参照下表进行选择。

Catalog Number	8X20 μ s Surge Rating	Nominal Melting I^2t A ² Sec	Nominal Clearing I^2t A ² Sec
LVSP 5	5,000	359	981
LVSP 10	10,000	1,300	3,210
LVSP 15	15,000	3,267	8,235
LVSP 20	20,000	4,940	11,710
LVSP 30	30,000	11,950	35,325
LVSP 40	40,000	20,550	61,700



图注：

Catalog Number：产品编号

Surge Rating：浪涌额定值

Nominal Melting I^2t A²Sec：标称熔断 I^2t A²Sec

Nominal Clearing I^2t A²Sec：标称间隙 I^2t A²Sec

塔灯电源电缆的过电压保护可由 SPD 提供。这些 SPD 应是具备高抗浪涌能力的设备（改成：这些 SPD 应具备有高的抗浪涌能力），如 AK 系列 TVS 或 Ultra MOV 系列。**需特别防护的应用可考虑 AK10 或 AK15 系列器件。**

AK10 产品资料链接：

http://www.littelfuse.com/data/en/Data_Sheets/Littelfuse_TVSDiode_AK10.pdf;

AK15 产品资料链接：

http://www.littelfuse.com/data/en/Data_Sheets/Littelfuse_TVSDiode_AK15.pdf

Littelfuse Ultra MOV 25 mm 适用于 LPL 的 III-IV 类别。

Ultra MOV 产品资料链接：

http://www.littelfuse.com/data/en/Data_Sheets/Littelfuse_MOV_UltraMOV.pdf

而 MOV 的 HA、HB34、HG34、HF34 以及 DHB34 系列则适用于表 2 中的其他两个类别。

AK10 TVS 器件

- 高达 10kA 的抗浪涌能力（可将多个单元并行放置，从而将整体浪涌承受能力提升至 LPL1、2 或 3）
- 断态电压：58 V-430V
- 体积小
- Littelfuse Foldback 工艺，提供卓越的钳位电压
- 不老化
- 非常坚固结实
- 符合 RoHS 标准、无卤素
- UL 认证

AK15 TVS 器件

- 高达 15kA 的抗浪涌能力（可将多个单元并行放置，从而将整体浪涌承受能力提升至 LPL1、2 或 3）
- 断态电压：58 V-76V
- 体积小
- Littelfuse Foldback 工艺，提供卓越的钳位电压、确保及时响应
- 不老化
- 非常坚固结实
- 符合 RoHS 标准、无卤素
- UL 认证



与 MOV 相比，AK 器件的响应速度更快、过冲更低，因此能够更有效地将过多浪涌电压移离被保护电路。举例来说，AK10-58C 器件的额定反向断态电压为 58V，是 -48V 电源保护的理想选择，而 AK10-170 和 AK10-380 则更适用于 120V 和 240V 交流电源线路保护。AK 器件的蓝色涂层属于 UL94V-O 等级，因此不会在长时间的电源故障事件期间导致火灾。

通信导线的 SPD 选择

通信电缆应通过配线架接入 RBS，而配线架则通过接地棒连接至主接地端子 (MEB)，如图 5 所示。在这里，主保护装置接地用于实现共模保护。

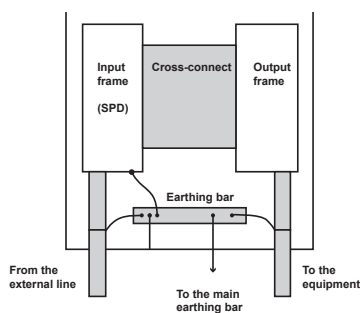


图 5- 通信配线架图解

图注：

Input frame：输入架

Output frame：输出架

Cross-connect：交叉连接

Earthing bar：接地棒

From the external line：从外接线

To the main earthing bar：至主接地端子

To the equipment：至设备

鉴于其暴露于高浪涌环境下，用于 RBS 配线架的 SPD 通常为气体放电管 (GDT) 类型。搭载故障防护装置的三端 GDT 常用于入口点。Littelfuse 同时还提供 T0-220 固态解决方案。这种故障防护装置在长时间的电力故障事件中会出现短路。SPD 的最低导通电压应高于正常运行期间信号点（在电信业被标为“tip”和“ring”）与接地参考点之间的最大工作电压。

SPD 的额定脉冲电流可基于下列公式进行计算：

$$I_{SPD} = \frac{I_{LPL}}{2n(m+m_s)}$$

公式 4

其中：

I_{SPD} 指 SPD 的必需脉冲电流额定值；

I_{LPL} 指表 1 中给出的最大雷击电流峰值；

n 指接入 RBS 的业务数量；

m 指通信电缆导线的数量；

m_s 指与屏蔽相当的导线数量。

如果是非屏蔽电缆， $m_s = 0$ 。标准铝屏的 m_s 代表值 = 30。举例来说，基于 LPL III ($I_{LPL} = 100 \text{ kA}$)、两项业务（如电力和电信），以及通信电缆中的 20 根（10 对）导线，根据公式 4 计算， $ISPD = 500 \text{ A}$ 。

注：在公式 4 中，当 10/350 μs 电流不低于 8/20 μs 电流的 5 倍时，认为 I 类和 II 类 SPD 等效。

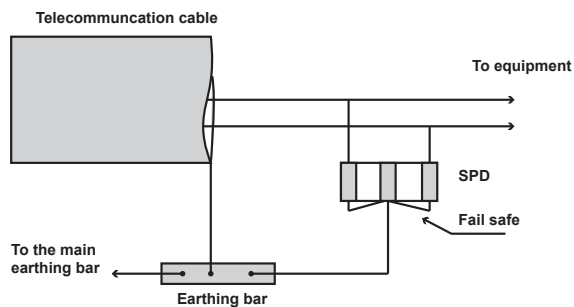


图 6- 配线架中 SPD 的安装

图注：

Telecommunication cable：通信电缆

To the main earthing bar：至主接地端子

Earthing bar：接地棒

Fail safe：故障防护

To equipment：至设备

AK 系列器件还可用于替代图 6 中所示的 GDT。就上述例子而言，要求安装 8/20 浪涌额定值约为 2,500A 的设备。与任何 GDT 一样，AK3 或 AK6 可轻松适用。