

校园网防雷策略^{*}

曾隆颖

(广东省对外贸易学校, 广东 广州 510520)

摘要: 雷电是校园网安全的一大隐患。文章分析雷电对校园网的主要危害, 提出校园网的一般防雷措施和防浪涌电压、防电磁脉冲的策略。

关键词: 校园网; 雷电危害; 防雷策略

中图分类号: TP393.18 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2002) S1-0024-04

随着“校校通”工程的全面实施, 越来越多的学校建立起校园网。这些信息基础设施, 在学校教育信息化中发挥了巨大的作用。然而, 不少学校在建设校园网时, 忽视了防雷措施, 以致在校园网投入使用以后, 网络设备受雷击损坏的事故时有发生, 威胁网络的正常运行, 甚至使整个校园网瘫痪。雷电成为校园网安全的一大隐患。广东省地处强雷区和多雷区, 各地年平均雷暴日数都在70天以上, 湛江、茂名两市更高达94天, 这个问题尤为突出。因此, 分析雷电对校园网的危害, 对准备建立校园网的学校, 在制订校园网解决方案时, 因地制宜, 制定相应的防雷方案, 对已经建立校园网但没有防雷措施的学校, 从实际出发, 采取切实可行的补救措施, 很有必要。

1 雷电的主要危害

雷电对校园网的主要危害为:

(1) 直接雷击。雷电直接击中校园的建筑物或建筑物上安装的网络设备, 如微波天线、卫星天线等, 产生电效应、热效应或机械力, 使建筑物和设备遭到破坏。雷击与建筑物或网络设备的接触点为雷击点, 流入雷击点的电流称雷电流。直接雷击的特点是能量大, 破坏力也大, 不仅损坏建筑物和网络设备, 还危及师生人身安全。

(2) 电磁感应。雷电在校园或校园附近发生时, 由于雷电流的迅速变化, 在其周围空间产生瞬间变化的强电磁场, 处在瞬变强电磁场中的校园网供电线路、通信线路和数据传输线路都会直

接感应电动势, 在线路中产生瞬态过电压, 即浪涌电压, 使设备遭到破坏。

(3) 静电感应。由于雷云的作用, 使附近的建筑物和网络设备感应出与雷云电符号相反的电荷, 雷云放电时, 先导通道中的电荷迅速中和, 在建筑物和网络设备上的感应电荷得到释放, 如网络设备外壳和机架没有就近接地或接地不良, 就会产生很高的电位, 击穿设备的绝缘。

(4) 雷电波入侵。户外架空线路遭到雷击时, 雷电波沿着线路侵入建筑物内部的网络设备, 使设备因过电压而被击穿损坏。经电力线路入侵的雷电波, 使电源变压器和网络设备的电源部分遭到破坏。经电话线或数据传输线入侵的雷电波, 使调制解调器、网卡、交换机和路由器等网络设备的端口损坏。

(5) 地电位反击。雷击发生时, 雷电流通过接地线入地, 地网瞬间的高电位可能使网络设备的外壳、供电线路的中性线以及直流地的基准电位点带上很高的电位, 造成设备绝缘被击穿, 并危及人身安全。在雷电入地的瞬间, 雷电流通道周围的校园网设备都可能受到瞬间高电位的反击。

(6) 电磁脉冲。空中闪电时产生的高频电磁辐射, 可使几公里外的校园网设备电路感应电磁脉冲, 使网络受到电磁干扰, 给信号线带来辐射噪声, 传输信号发生误码或存储器信息丢失, 重要数据遭受破坏, 甚至使设备元件损坏, 威胁网络的安全和正常工作。

* 收稿日期: 2002-03-21

2 一般防雷措施

一般防雷措施是为预防直接雷击、电磁感应、静电感应和地电位反击等危害，综合运用接地、分流、均压、屏蔽等防雷技术，对校园建筑物、校园网设备和布线以及其它金属构件采取的防雷措施。

2.1 校园建筑物防雷

校园建筑物必须安装防雷装置。建筑物防雷装置可参照国家标准《建筑物防雷设计规范》GB50057—94的要求设计。鉴于广东省地处强雷区和多雷区，建议各地校园网按二类防雷建筑物的要求设计^[1]。防雷装置由接闪器、引下线、接地线、接地体组成，接闪器宜采用装设在建筑物上的避雷网（带）、避雷针或由其混合组成，在强雷区建议选用主动式提前放电避雷针，加强避雷效果。另据中国科学院电工研究所的试验，避雷网的效果比避雷带好。防雷装置的引下线不应少于两根，引下线数量较多且间距较小时，通过每根引下线的雷电流较小，电压降也小，反击危险也减小。引下线应沿最短接地路径敷设。接地体的埋设是关键，应围绕建筑物四周敷设成闭合环形地网，必要时向外周放射，以降低接地电阻。建议用镀锌角钢作垂直接地体，长2.5 m，厚度不小于4 mm，用镀锌扁钢作水平接地体，厚度与前者相同，截面积不小于100 mm²，两者的连接采用焊接，并在焊接处作防腐处理。为减小气候对接地电阻的影响，并避免接地网遭受机械损坏，接地体埋设深度不小于1 m。引下线、接地线与接地体的连接必须牢靠，并作防腐处理。同一幢建筑物内的所有网络设备、线路及其它电气设备、金属管道均需以防雷装置的接地网作为共用接地网（以下简称地网），考虑到网络设备大都为弱电设备，建议地网的接地电阻宜小于等于2 Ω。经验证明，将相邻建筑物之间的地网和基础钢筋网连成一体，同时充分利用建筑物四周的柱子钢筋作为引下线，使校园楼群区构成共用接地系统，可明显降低接地电阻，并起到分流和屏蔽作用，提高防雷效果。

2.2 校园网设备防雷

网络机房、计算机及网络实验室必须沿墙根敷设均压带，网络设备和其它电气设备的外壳、机柜和各种金属构件等，都必须与均压带可靠连接。建议均压带采用25号铜编织带沿墙根设为

环形，均压带通过接地干线与地网连接，至少应有两个连接点，接地干线也应有两条，建议采用40×4铜板作为接地干线，通过铜铁转换头就近与接地体可靠连接，表面作防腐处理。网络设备或连接线路与防雷装置引下线之间的距离应不小于3 m，而且不宜靠墙安装，因为砖墙的击穿强度只及空气击穿强度的1/2，预防雷电流经引下线进入地网时产生的高电位反击。但若利用建筑物的钢筋或钢结构作为引下线，并且建筑物的钢筋网、钢结构等金属物与地网构成共用接地系统时，网络设备或线路与引下线之间的距离可不受限制，并可将均压带与建筑物柱子的钢筋连接。进出网络机房、计算机及网络实验室金属管道应在进出口处就近与均压带连接。

2.3 校园网布线防雷

从架空高压电力线终端杆引入校园的高压电力线，建议更换为铠装电缆，并全程埋地引入，若不能全程埋地，至少埋地长度不小于15 m。架空高压电力线终端杆与铠装电缆接头处应分别对地加装交流无间隙氧化锌避雷器。进入建筑物的低压电源线宜采用金属铠装电缆或护套电缆穿钢管埋地引入。其它金属线缆也应埋地引入。各种线缆埋地的深度应不小于0.7 m。在电缆与架空线连接处的避雷器接地端、电缆金属外皮、钢管和绝缘子铁脚、金具等应连在一起接地。埋地电缆入户端的金属外皮和金属套管应就近连接地网。垂直敷设的金属线缆长度超过30 m时，应穿金属管，金属管两端必须就近与地网或楼层的均压带连接。交叉敷设的电缆金属外皮、金属套管和金属管道，交叉净距小于10 cm时，其交叉处应用金属线跨接。金属电缆内的空线对必须做接地处理。楼宇之间的数据传输线应采用光缆，并将光缆的金属外护层、外套金属管就近与地网连接。从微波天线和卫星接收天线引下的同轴电缆的金属外护层应分别在上、下端及进入网络机房入口处外侧就近接地，当电缆长度超过60 m时，应在中间增加一个接地连接点。

3 防浪涌电压

电磁感应和雷电波入侵校园网的结果，都会在网络线路中产生浪涌电压，据国内外有关资料统计，由雷电造成的网络设备损坏事故，80%以上是浪涌电压引起的。防浪涌电压是在一般防雷措施的基础上，根据不同设备的不同保护要求，

合理设置电涌保护器。建议参照中华人民共和国通信行业标准《通信局(站)雷电过电压保护工程设计规范》YD/T5098 2001 的要求设计。

3.1 电涌保护器的选型

电涌保护器 SPD (surge protective devices) 是保护各类电气和电子设备免受浪涌电压和电流破坏的器件。所选用的电涌保护器应符合国家标准,经信息产业部认可的检测部门测试合格的产品。SPD 有开关型、限压型和混合型三种:

(1) 开关型。在线路无电涌出现时为高阻抗,当出现浪涌电压时突变为低阻抗。通常采用放电间隙、充气放电管、闸流管和三端双向可控硅元件作这类 SPD 的组件。开关型 SPD 可安装在建筑物外部。

(2) 限压型。在线路无电涌出现时为高阻抗,随着浪涌电压和电流的增加,阻抗连续变小。通常采用氧化锌压敏电阻(MOV)或半导体放电管(SAD)作这类 SPD 的组件。

(3) 组合型。由开关型和限压型组件组合而成,可显示为两者都有的特性,这决定于所加电压的特性。

3.2 网络设备的保护

网络设备和金属数据传输线路应通过 SPD 接地,数据线长度小于 100 m 时,数据线一端的网络设备端口应安装 SPD,若长度大于 100 m,则两端的设备端口均应安装 SPD。由于目前 SPD 的价格仍比较高,如果所有网络设备的端口都实施 SPD 保护,其费用可能超过网络设备本身的价格。从经济角度考虑,则只能对关键设备的端口实施保护,其中出入校园网的各类金属数据线两端的网络接口必须有 SPD 保护,使用卫星天线或微波天线的校园网,天线馈线必须安装 SPD,价格比较昂贵的路由器、核心交换机和网络中心的服务器等设备的数据端口应有 SPD 保护。用于网络设备保护的 SPD,其嵌位电压应满足网络设备端口的要求,对雷电响应时间应小于等于 1 ns、满足数据传输速率及带宽需要、端口的线位、线排、线序应与被保护设备端口兼容、插入损耗应满足数据传输要求,标称放电电流应大于等于 3 kA,如采用 SAD 器件组成的 SPD,标称放电电流应大于等于 300 A。用于馈线的同轴型 SPD,插入损耗应小于等于 0.2 dB,驻波比小于等于 1.2,最大输入功率能满足最大输出功率的要求,安装与接地方便,具有不同的接头,与

同轴电缆接口应具备防水功能,标称放电电流应大于等于 5 kA。网络机房总配线架宜采用由 SAD 与正温度系数热敏电阻(PTC)组成的保护单元。

3.3 供电设备的保护

校园网供电系统建议实施三级保护,第一级为校园变压器的低压侧或总配电屏入口处,安装开关型 SPD,标称放电电流大于等于 100 kA,雷电响应时间小于等于 100 ns。第二级为进入幢楼宇的配电屏(箱),安装限压型 SPD,标称放电电流大于等于 40 kA (8/20),响应时间小于等于 25 ns。第三级为网络机房、计算机及网络实验室的配电屏(箱),安装限压型 SPD。用于供电设备保护的 SPD 标称导通电压一般为 $U_n=2.2U$ (U 为运行工作电压)。如为开关型 SPD,应具有高能泄放、残压在 2 000~4 000 V 范围内。限压型 SPD 回路中必须串接保险丝,防止由于 SPD 短路而影响网络正常供电。箱式 SPD 应具有 SPD 劣化指示、SPD 损坏告警、热容和过流保护、保险跳闸等告警功能。模块式 SPD,应具有模块损坏告警、模块替换、热容和过渡保护功能。混合型 SPD 的标称放电电流 40 kA 时残压应小于 1 000 V。SPD 的接地线应尽可能短。

4 防电磁脉冲

国外研究资料表明 0.03×10^{-4} T 的磁感应强度可造成计算机误动, 2.4×10^{-4} T 即可使元件击穿。因此,对高端设备和数据安全性要求高的校园网应考虑防雷电电磁脉冲。屏蔽和均压是防雷电电磁脉冲的主要技术。对需要防电磁脉冲的校园网,建议防雷装置的接闪器采用屏蔽性能好的避雷网。

4.1 划分防雷区(LPZ)

将需要保护的空間划分为不同的防雷区,以区分各部分空间雷电电磁场的强度和确定各区交界处的均压带连接点的位置。不同防雷区的界面由建筑物防雷装置、建筑物钢筋混凝土及金属构件等所构成的屏蔽层形成,防雷区的划分原则:

(1) LPZ0A 区:在建筑物防雷装置保护范围之外的暴露区域,本区的网络设备都可能遭受直接雷击,危险性最高,雷电电磁场的强度最强。

(2) LPZ0B 区:在建筑物防雷装置保护范围之内暴露区域,本区的网络设备不可能遭受直接雷击,但雷电电磁场没有衰减。

(3) LPZ1 区：在建筑物防雷装置保护范围和建筑物的钢筋混凝土及门、窗、防护网等金属构件形成的屏蔽层之内。本区的雷电电磁场可能衰减，这取决于屏蔽措施。

(4) LPZ2 区：在建筑物防雷装置保护范围和建筑物的钢筋混凝土及金属构架形成的屏蔽层之内，可称为后续防雷区，由于按照被保护设备的要求，采取了更严密的屏蔽措施，使电磁场强度进一步衰减。

4.2 分区实施均压保护

在各级防雷区的分界面敷设均压带。各类无屏蔽双绞线宜穿金属管布设，缆线竖井宜设在建筑物中部。穿过各级防雷区界面的所有金属管线必须在分界面与均压带做等电位连接，在 LPZ0B 区与 LPZ1 区界面处的均压带 1 上做等电位连接，在 LPZ1 区与 LPZ2 区界面处的均压带 2 上再做等电位连接。建筑物的外屏蔽连接到均压带 1，内屏蔽连接到均压带 2。LPZ2 是受电磁辐射影响最

小的防雷区，网络中心机房设于此区。机房均压带和接地干线宜采用铜排，截面积应不小于 40 mm×4 mm，并与内屏蔽层做多点连接。接地干线应有两根，分别与地网连接，长度尽可能短，并避免从利用建筑物钢筋作为雷电引下线的柱子附近引入，尽量减小与地网的电位差和电磁脉冲干扰。

参考文献：

[1] 中华人民共和国国家标准. 建筑物防雷设计规范 [S] . GB50057— 94. 2000.

[2] 中华人民共和国通信行业标准. 通信局(站) 雷电过电压保护工程设计规范[S] . YD/T5098— 2001.

[3] International Electrotechnical Commission. Protection of Structures against Lightning[S] . IEC61024— 1.

[4] International Electrotechnical Commission. Protection against Lightning Electromagnetic Impulse[S] . IEC61312— 1— 2— 3.

Tactics on Protection of Campus Network Against Ligthning

ZENG Long ying

(Foreign Trade School of Guangdong Province, Guangzhou 510520, China)

Abstract: Lightning is a hidden peril on security of campus network. This article analyses the major harms of lightning, puts forward a general measure for protection of campus network against lightning and tactics against surge voltage as well as lightning electromagnetic impulse.

Key words: campus network; ham of lightning; tactics against lighthning