

用户环路防雷问题新探讨

赖世能

(广东省电信科学技术研究院)

19-22

70419 7N915
TM862

摘要 通过对用户环路系统,主要是交换机用户板和总配线架(MDF)存在的防雷问题进行了分析,特别针对交换、电源设备、MDF地线上雷电压降问题所带来的危害做了详细的理论分析和实验比较,并提出了几种改善地线压降的新方法,为进一步搞好电信网机房和设备规划设计和用户环路的防雷提供了新的思路。

关键词 用户环路 防雷 接地 雷电压 雷电流 总配线架

1 概述

电信网

电信网用户环路遭雷击损坏问题是国内外电信运营商和电信设备制造商非常关注的问题。尽管人们进行了多年的努力,但用户环路,尤其是用户板的雷害损失一直在交换机各种事故损失中占有重要比例,是各电信公司提高运行维护水平的一大障碍。国际电信联盟标准部(ITU-T)的第五研究组(SG5)已制订了一系列通信网防雷标准(包括通信产品防雷性能及电信机房设备安装标准),但在实际运行中,仍有不少交换机用户板遭雷击损坏。其原因是多方面的,但目前的防护标准中存在一定不完善之处的可能性是很大的。本文就用户环路防雷设施的要求及安装布局问题进行探讨。

2 用户环路防雷的基本原则

一般来讲,用户环路是由用户终端、接入(传送)媒介、用户接口几大部分组成,如图1所示。

从传送媒体来看,有各种不同对数的市话电缆、总配线架、交接箱、分线(箱)盒和终端接线盒等几部分组成。这些部件是连接和保护两端设备的,是保护用户板和终端设备的重要关口,因此在提高用户板和终端设备自身保护能力的同时,尽可能发挥这些部

件的保护作用是用户环路防雷的一个重要原则。

现在,在总配线架上设置保护的保护装置(功能)比较多,有防雷电、防电力线感应和电力线碰触事故的过电压防护器件和过电流防护器件,还有告警和下地短路保护功能。在分线箱和分线盒上有很粗糙的碳精保护器件。而在交接箱和终端接线盒都缺少起码的保护装置。

3 目前用户环路防雷保护中存在的问题

如前面所述,为了搞好用户环路的防雷,国内外都做了很大的努力,采取了大量的保护措施,也取得了巨大的成果,但每年仍有大量用户板、电信终端遭雷击损坏这个严峻的现实迫使人们去反思用户环路防护中还存在的漏洞是什么?

3.1 总配线架(MDF)保安单元的实际保护效果问题

众所周知,MDF中的保安单元是保护用户板的重要门户,为了取得更好的保护效果,在MDF上发展和运用了各种性能良好的保护器件。例如在我国已普遍使用气体放电管做过电压保护,为了取得更好的效果,人们不断探索,降低气体放电管的冲击击穿电压,约达600~700V。最近更是加快发展半导体管技术,大力推广使用性能更优异的半导体管,因为它的冲击击穿电压可降到300~400V水平,这无疑是具有

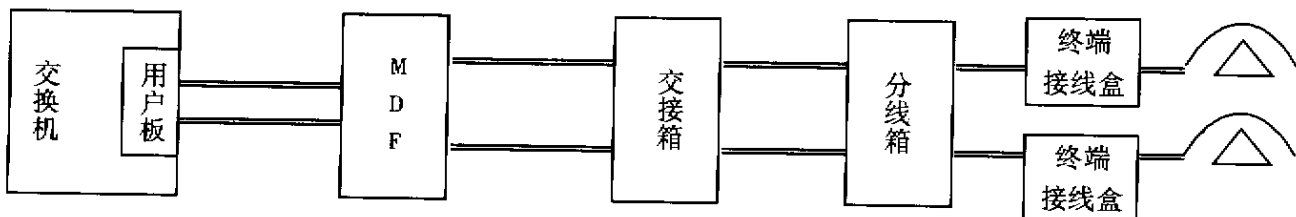


图1 用户环路的结构组成

更佳的保护效果。

但是防雷保护是一个系统工程，人们的注意力往往集中在如何将 MDF 器件上的残压降到更低，而忽视了压降的真正参考点的问题。对用户板来说，从 MDF 方向过来的雷电压降不仅仅是保护器件上的压降，还应包括 MDF 地线上的压降，如图 2 所示。

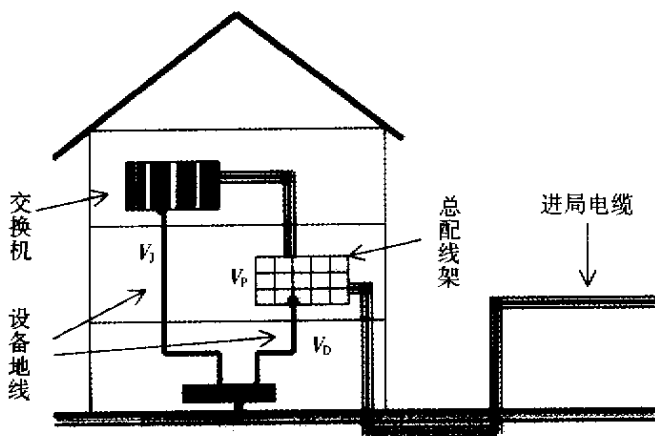


图 2 MDF 和地线上雷电压降

从图 2 可知，施加在用户板上的雷电压 $V_j = V_p + V_d$ ，即为保安单元过压保护器件上压降和地线电缆上压降之和。

3.2 长地线对防雷效果影响的分析

一般在实验室进行交换设备防雷性能测试时，所接地线很短（通常不会超过 3 m），与实际机房内交换机和 MDF 接地电缆的长度有很大差别，而且目前仅做模拟单路雷击的试验，雷电流大约只要几十安培，因此地线上雷电压降都非常小；而实际机房内雷电沿主干电缆进局时，通常会有几十甚至几百对芯线上都有雷电流，导致 MDF 设备地线上总雷电流很大，按 ITU-T 标准一对线 25 A 雷电流计，100 对线也有 2.5 kA 的总电流，产生压降也可能非常可观。如图 2 布局所示，一般 MDF 地线长度长达 10~20 m，有的甚至更长，按 $1.5 \mu\text{H}/\text{m}$ 计算，电缆总电感会比较大。计算表明，以 2.5 kA 雷电流通过 10 m 长的地线电缆，可以产生近 3.8 kV 的雷电压降。雷电压粗略计算如下。

试验条件：设市话线路上雷电流波形为 $10/310 \mu\text{s}$ ，如图 3 所示，每线雷电流幅值 25A，取 100 回线同时感应大小相同的雷电流考虑。则 MDF 地线上总电流 I_p 为 2.5 kA。地线用截面积 95mm^2 、长度 10 m 铜电

缆，其线路电感按 $1.5 \mu\text{H}/\text{m}$ 计，总电感为 $15 \mu\text{H}$ 。

$$V = R \times i + L \times di/dt \quad (1)$$

由于铜缆的电阻极小，相对于电感引起的感抗来讲，可忽略不计。

所以， $V = L di/dt = 15 \times 10^{-6} \times 2500 \div 10^{-5} \approx 3800 \text{V}$ 相当于电压电流比为 $0.15 \text{kV}/(\text{kA} \cdot \text{m})$ 。

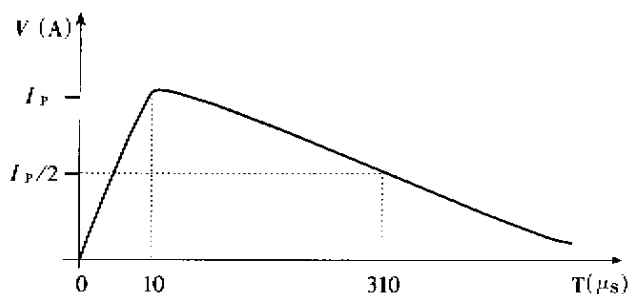


图 3 雷电流波形

上面的计算是一种理论上的近似，真实的数据未必完全如此，但表达了一种信息：即地线上可能有几千伏的压降，用户板接口对地承受压降必须要包括这部分压降和 MDF 保护元件（约 1 kV）的动作电压。以目前交换机用户板雷击试验来看，承受 1 kV 压降是基本可以的，但对几千伏压降，如 4~6 kV，则无法承受了。这也许就是一些交换机用户板经常被雷击损坏的原因之一吧。

3.3 地线压降试验结果

为了验证铜电缆地线的压降问题，在试验室里进行了雷电流通过粗电缆试验，并测试电缆上的雷电压。

试验条件：雷电流波形为 $8/20 \mu\text{s}$ ，以截面积 50mm^2 、长 6 m 的多股铜芯电缆做地线。


试验 1 地线绕成环型，环直径 2 m。地线上通以雷电流，并测试两端的电压，如图 4 所示。

试验 2 地线绕成来回 2 折型。地线上通以雷电流，并测试两端的电压，如图 5 所示。

试验 3 地线绕成来回 4 折型。地线上通以雷电流，并测试两端的电压，如图 6 所示。


从上面 3 组试验来看，由于地线除了有内自感外，还有外自感，而外自感与导线形状关系密切，将导线折叠来回多次，可以尽可能减少导线的外自感量，所以试验中通过多次来回折叠将外自感减小时的压降比大环型时导线的压降要小一些。但不管怎么说，长导线电感带来的压降会达到几千伏是可以肯定

的，与前面理论计算基本相符合。




通过电流(kA)	产生压降(kV)	电压电流比(kV/(kA·m))
1.2	1.59	0.21
2.58	3.38	0.22
4.45	5.3	0.2
5.03	5.96	0.19

图 4 试验 1



通过电流(kA)	产生压降(kV)	电压电流比(kV/(kA·m))
2.57	2.48	0.16
5.04	4.8	0.16
5.17	4.96	0.16

图 5 试验 2



通过电流(kA)	产生压降(kV)	电压电流比(kV/(kA·m))
2.50	2.24	0.15
5.0	4.28	0.14

图 6 试验 3

4 改善接地线压降措施的探讨

对于一些布局规模较大的电信局，地线较长的问题不可避免。若地线过长，应建立一条直接、便捷的雷电流下地通道。

方法一：为 MDF 专门建立一条最短的、直接的地下地线。若 MDF 地到总汇流排之间的距离比较远，此连接地线电缆也比较长，怎么加粗电缆也都无法显著降低电感；可以为 MDF 地开设一条短而直的接地地线，直接下地网或桩基础，如图 7 所示。沿电缆进入 MDF 的雷电流将主要沿这条地线直接下地网，而 MDF 到总

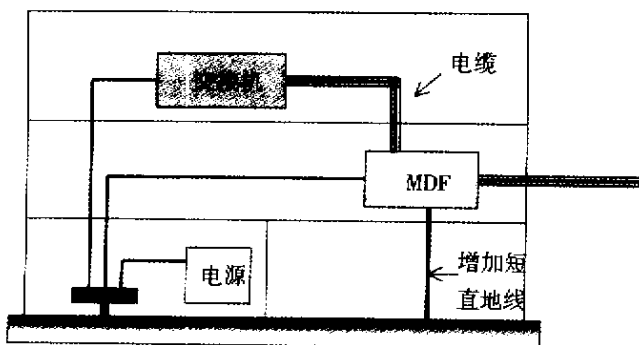


图 7 增加短直接地线方法

接地排之间的电缆主要起均压等电位的作用。

若原来的地线有 20 m，而沿最短距离直接下地（从二楼直接到地面，应在 10 m 以内，若 MDF 在一楼，则在 5 m 内。）可以改善接地线路条件。

方法二：增加相同地线的数量。因为地线长度比较长，电感会比较大，但若增加几条同样粗细、同样长度的电缆做地线，则也可以显著减少总的线路电感。从国外研究结果来看，多条 16 mm² 铜电缆做地线时电感也比一条小一些，如表 1 所示(电缆长 10 m)。

表 1 方法二

序号	地线条数	电感总量(μH)
1	1	10.89
2	2	6.16
3	3	4.39
4	5	3.05

由此看来，并接 3 条粗细相同、材料一样的小截面积的电缆做 MDF 地线，是可以将电感降低一半以上。

方法三：全面、合理规划电信设备的布局结构。若在开始规划的时候，将一些可能引入大雷电流的线路和设备相对集中在同一个区域内，比如 MDF 和电力电源（二者都是有一定强度雷电流进入的线路）放在同一层，最好在地面层。在这层设立一个总地排，无论是电源设备地线还是 MDF 地线都可以比较短。或者交换设备和 MDF 放在楼上楼下正对位置，交换机和 MDF 地线沿同一线槽上来，并在分叉处做复接处理（既有效降低了交换机用户板上承受的对地电压，又保证了交换机地线连接的可靠性），如图 8 所示。

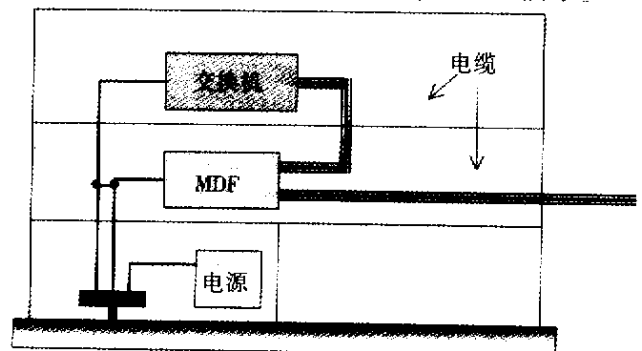


图 8 地线复接降低用户板雷电压降方法

5 结束语

用户环路防雷问题比较多，尽管电信维护部门已

做了很多的防雷措施,但仍有许多问题没解决好,MDF地线压降问题是其中之一。通过采取一些合理、可行的措施,尽量降低地线压降带来的影响,将为用户板的防雷提供更多、更有效的手段,是有必要认真加以考虑的。当务之急是从标准和规范上明确各种设

备(包括MDF、交换机、电源设备)布局和地线路由设计要求,保证符合防雷的基本原则。这里主要探索交换机侧的防雷问题,没有涉及用户终端的防雷困难,以后将会做进一步探索。

(收稿日期:2000-07-18)

展望网络前景 迎接崭新世纪

——Sun大中华区两岸三地大型媒体研讨会在京召开

Sun公司最新财务报告显示,在2001财年第一季度,Sun公司的营收额达到创记录的50.45亿美元,与去年同期相比增长60%。Sun令人瞩目的业绩,不仅验证其软硬件产品和解决方案的成功,而且再次向世人展示了Sun开放网络理念的魅力,正是它引导Sun公司成为全球唯一“硕果仅存”的UNIX大厂商,昂首傲立于网络时代大浪潮头。

恰逢金秋10月,网络经济的开拓者们也准备在此时盘点一下,2000年10月24日,Sun公司在北京怡生园国际会议中心举行为期3天的大中华区媒体研讨会,来自北京、上海、广州、成都、深圳、福建、香港、台湾等两岸三地新闻界的朋友第一次欢聚一堂,共同探讨新经济带来的挑战与机遇。

在网络经济的发展中,Sun全力推动电子商务应用的不懈努力不仅受到广大用户的认可,更得到了来自媒体的广泛关注与支持,尤其是Sun超前的理念与极具爆发性的创造力更成为各媒体追踪关注的焦点。在过去的5年中,Sun沿着既定的方针,走Internet、Java和带宽之路,将10~15%营收的巨大力量投入到与这3种技术相关的研发和市场发展中,现已得到市场的积极回报。进入21世纪,Sun又提出了新的目标,将自己的未来定位于“海量的可扩充性”,“不停顿的实时计算”和“集成的软硬件”,不懈努力帮助用户走向成功,这将是新时代网络经济的发展方向。

此次Sun公司首次组织大中华区媒体研讨会,为两岸三地的IT界的新闻朋友创造了一次非常宝贵的沟通与交流的机会,增进了中港台媒体之间的互相了解与协作,也更加有效地加强了Sun公司与各界媒体之间的交流,并促进双方在新世纪更进一步紧密合作,共创辉煌。

会上Sun公司发布了它的新一代技术、产品与服务,包括满足“网络效应”需求的当今市场上所能提供的最高等级微处理器之一UltraSPARC III处理器;新推出的Sun Grid Engine软件,能把一些用于模拟、动态和实时动画等计算密集的应用程序比以往更迅速、更有

效地推向市场。这些新品将成为Sun公司未来5年内网络计算发展战略的基础。它将帮助众多的企业和公司适应网络技术的飞速发展,捕捉Internet带来的无限商机。

本次会上,Sun公司大中华区总裁余宏德先生以及来自Sun公司总部的高级经理人员,就Sun公司对网络经济极具前瞻性与魄力的远见卓识,及其先进的“dot-com”理念与技术进行了全面而细致的诠释。在专门为迎接网络时代需求而设立的专题会议中,Sun公司全面介绍了适用于网络经济的存储、关键技术与产品,阐述了iPlanet如何将商机变为现实,如何更好地利用Java,如何帮助企业构建符合网络经济的安全架构和供应链,和如何连接无线世界等。而iForce、IDC&SunTone、合作模式、eSun以及微电子技术等产品计划也使与会者感到耳目一新,令人振奋。尤其是Sun公司对电信、教育以及制造业等各行业成功应用的分析为传统企业融入网络经济找到切实可循的模式。在会议中,Sun公司还与媒体共同商讨了新经济中的新策略,阐述建设电子商务所需的关键步骤。最后,Sun向代表全部与会媒体的十余位总编代表颁发了Sun软件,并表示Sun一贯并将继续不断支持各媒体的网络化建设。

当新世纪的太阳缓缓升起,电子商务时代已悄然来临,如何紧跟当今世界网络技术的发展潮流,并正确将信息技术转化为企业的竞争优势已逐渐成为对各行各业生存和发展的关键因素。作为网络开放概念的倡导者和信息技术的领导者,Sun正是基于它开放的架构标准和适应网络时代的产品与服务,来帮助越来越多的企业尽快融入新经济之中。据统计,目前全球80%的线上交易机制,54%的网络服务供应商(ISP),以及72%的全球前五大电子商务建置架构,全部采用Sun的产品。Sun公司表示,今后还将继续致力于向用户提供适用于网络时代的技术、硬软件系列产品和全方位解决方案,以帮助客户全面、深入、方便、持久地推进电子商务进程。

(Sun公司市场部)