

电力通信系统防雷探讨

黄斌

汕头供电局, 汕头市金砂路 55 号电力大楼 515041

Research on the electric power telecommunication lightning-protection

Huangbin

Shantou guangdong

Abstract:With the enlargement of the electric power construction,the telecommunication also has been improved as it's foundational industry.Power electric telecommunication has been transform from traditional simulative-circuit into digital IDE with ultra-capacity now.But at another side,the more popularly the micro-IDE is used ,the worse the equipments are devastated by lightning strike.In this paper,according to the traits of the electric power telecommunication,the problem of the system ultra-volt got from lightning strike was discussed deeply.As the same time,the implement for preventing telecom equipments from lightning strike was presented.

Key: lightning-protection earthing protection

摘要: 随着电网建设的不断发展,作为基础产业的电力通信也取得长足的发展,电力通信已由传统的模拟电路发展到现在超大容量的数字通信设备。在传输容量高速发展的通信设备中采用越来越多超大规模的数字电路,尤其是微电子设备的普及,导致通信设备受雷电危害日益严重。本文分析、探讨了电力通信系统防雷击过电压问题,针对电力通信系统的特点提出了防雷保护的解决措施。

关键词: 防雷、接地、保护

0 前言

雷电是一种常见的自然现象,其瞬间冲击电流可高达数十万安培,具有极大的破坏性,每年世界因雷击而造成破坏的重大事故不计其数。雷电对于通信设备造成危害的形式主要有三种:

(1) 感应过电压: 感应过电压是指雷击建筑物或其近区时,瞬态空间电磁场造成设备的损坏。感应过电压包括电磁感应和静电感应两个分量。静电感应过电压是由电容性耦合产生的,而电磁感应过电压则是由电感性耦合产生的。对于建筑物内的各种金属环路或电子设备而言,电磁感应分量大于静电感应分量。

(2) 雷电侵入波。雷电侵入波又称为线路来波。当雷云之间或雷云对地放电时,在附近的金属管线上产生的感应过电压(包括静电感应和电磁感应两个分量,但对于长距离线路而言,静电感应过电压分量远大于电磁感应过电

压分量)。该感应过电压也会以行波的方式窜入室内,造成电子设备的损坏。

(3) 反击过电压。雷电反击是指雷击建筑物或其近区时,造成其附近设备的接地点处地电位的升高,使设备外壳与设备的导电部分间产生高过电压(称为反击过电压),而导致设备的损坏的现象。

1 雷电分析

1.1 雷电波频谱分析

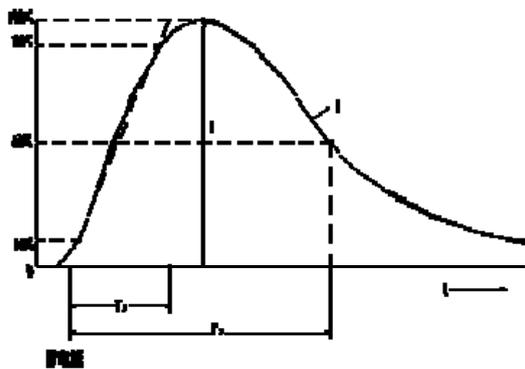
雷电波频谱分析是研究避雷的重要依据。从雷电波频谱结构可以获悉雷电波电压、电流的能量在各频段的分布,根据数据可以分析信息系统频带范围内雷电冲击的幅度和能量大小,进而确定适当的避雷措施。通过对雷电波的频谱分析可知: 1.雷电流主要分布在低频部分,且随着频率的升高而递减。在波尾相同时,波前越陡高次谐波越丰富。在波前相同的情况下,波尾越长低频部分越丰富; 2.雷电的能量

主要集中在低频部分,约 90%以上的雷电能量分布在频率为 10kHz 以下。这说明了在通信系统中,只要防止 10kHz 以下频率的雷电波窜入,就能把雷电波能量消减 90%以上,这对避雷工程具有重要的指导意义。

1.2 雷电过电压的形成

雷电对通信设备产生危害的根源是雷电电磁脉冲。雷电电磁脉冲包括两个方面,雷电流和雷电电磁场。雷电流是产生直击雷过电压的根源,而雷电电磁场则是产生感应雷过电压的根源。

雷电流是一个非周期的瞬态电流,通常是很快上升到峰值,然后较为缓慢的下降。雷电流的波头时间是指雷电流从零上升到峰值的时间,又称为波前时间;波长时间是指从零上升到峰值,然后下降到峰值的一半的时间,又称为半峰值时间。由于在雷电流波的起始和峰值处常常叠加有振荡,很难确定其真实零点和到达峰值的时间,因此,常用视在波头时间 T_1 和视在波长时间 T_2 来表示雷电流的上升时间和半峰值宽度,一般记为 T_1/T_2 ,如下图所示。雷电流主要发生在户外,如电力通信的微波设备、OPGW 光缆等外部设备上。



感应雷过电压不管是雷电冲击波或者是地电位反击,都会在网络、线路或设备上产生瞬时的雷击过电压,感应雷过电压主要通过通信线路、电源线等窜入造成通信设备的损坏。

2 电力通信系统防雷保护

通信是社会发展的基础设施,是经济起飞的催化剂。微电子技术的发展,超大规模集成电路的使用促进了现代通信的数字化、综合化、宽带化、智能化、个人化的发展。通信系统传输的信号电压只有几伏,传递的信息电流更是微安级,通信系统本身对雷电就十分敏

感,对雷电干扰脉冲的承受能力很低,从而对现代通信的雷电防护提出了更高的要求。雷击灾害一般多从电力、建筑这两个系统扩展到其它系统,而电力通信系统又和电力、建筑两个系统紧密联系在一起,电力通信机房一般建设在变电站站内,多数机房又和微波铁塔建设在一起,目前的OPGW更直接和500kV的高压输电线路相连,这就导致电力通信系统较其它通信系统更易遭受雷击。由于电力通信系统自身的脆弱从而对雷电的防护要求越来越高,因此必须有一个稳定可靠的防雷接地保护。

电力通信系统应将通信系统及其运行环境作为一个整体进行考虑,防护应该针对整体进行,而不应该只考虑局部情况。电力通信设备的防雷包括外部防雷系统和内部防雷系统两个部分,它们是一个有机的整体。外部防雷主要是指防直击雷,它由接闪器、引下线和接地装置组成。而内部防雷则包括防雷电感应、防反击、防雷电波侵入以及提供人身安全,它是指除了外部防雷系统外的所有附加措施。这些措施可能会减少雷电流在需要防雷的空间内所产生的电磁效应,防止雷电损坏机房内的电气设备或电子设备,这是外部防雷系统所无法保证的。电力通信设备雷电防护系统结构示意图可归纳为下表。

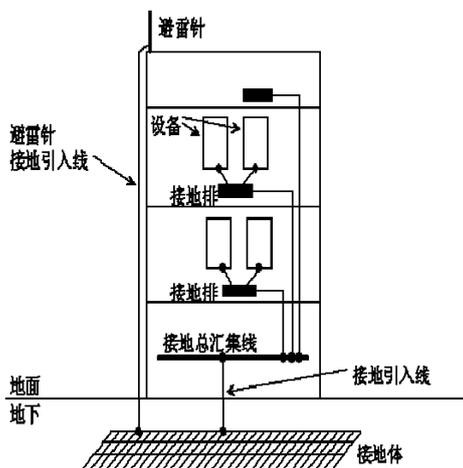
雷电防护	外部防雷	接闪器	防止直击雷,采用引雷方式将雷电引入大地
		引下线	
		接地系统	
	内部防雷	屏蔽	防止雷电感应
		合理布线	防止雷电感应
		信号防雷	防雷电反击
		等电位连接	防雷电反击
		过电压保护	防雷电波入侵

雷电防护涉及多学科领域,是一门复杂系统工程。防雷工程的系统设计、安装、维护对所保护的设备关系重大,对业务正常运行具有非常重要的作用。

2.1 外部防雷

外部防雷包含:接闪器、引下线、接地装置三个部分,接地系统包含:接地体、接地总汇集线、接地引入线、接地排等。其中,接地体就是埋入地中并直接与大地接触的金属导体,也就是通常所称的地网;接地总汇集线是建筑物

内各种接地线汇接的地方,可以理解为建筑物内的总接地排;接地引入线是建筑物内接地总汇集线与接地体之间的连接线。有了接地引入线连接到地网,接地总汇集线才算是连接到了地网;接地排就是从接地总汇集线上接出到建筑物各层或各房间中的接地装置,各机房内通信设备的接地,都接到机房的接地排上,如图所示。



电力通信设备接地的路径为:设备的接地线—>接地排—>接地总汇集线—>接地引入线—>接地体,实现通信设备与大地的接地连接。变电站的接地系统要求比较严格,110kV 变电站的接地电阻一般为 $0.5\ \Omega$, 220kV 变电站的接地电阻要求小于 $0.5\ \Omega$, 500kV 变电站接地电阻一般要求 $0.2\ \Omega$, 电力通信机房只要严格按照要求接入变电站的接地系统即可满足要求。

2.2 内部防雷

在防雷工程中,所有设备接地都要很好的泄放雷电流通道,主要通过屏蔽、合理布线、信号防雷、等电位连接、过电压保护等方式来防雷电。

屏蔽的方式主要有(1)外部通信线路所用的线缆入变电站前必须下地并套铁管,铁管通两端以及进入的端子箱必须可靠接地,并加装防雷保安器,雷电重点防御区域必要时要加装隔离变压器。凡采用架空线缆接入变电站或未加装防雷保安器的外部通信线路不得接入通信设备。(2)变电站接地与通信机房接地必须可

靠的接在同一接地体上,如通信站与变电站相隔较远无法接在同一接地体上时,变电站及通信站两侧音频线缆必须加装防雷保安器,严防变电站操作过电压和雷击过电压沿音频线缆引入通信设备,造成设备损坏故障。

合理布线主要是应将通信线缆按强电、弱电进行分类,保证安全距离后分开布线,防止强电干扰弱电通信。

信号防雷在电力通信中主要应用在通信电缆从室外到室内配线架都是由架空明线引入及变电站内运动机房至通信机房的线缆上,在发生雷击后宜产生强大感应电流,造成终端设备损坏。在此传输通道中对终端设备起保护的只有传统 MDF 保安单元。目前,依照防护性能 YD/T694-1999《总配线架技术要求和试验方法》的标准要求。

等电位连接对于通信设备的防雷至关重要,最根本的作用是为了防止通信局站内雷击发生时,不同的接地体之间产生地电位反击。由于地电位反击很可能导致通信设备的一些接口引入过大的雷击过电压和过电流,即使接口部分有合理设计的防雷电路,通信设备也不能有效防止这种情况下的设备遭受雷击损坏,关键工作应做好设备间的等电位连接。

过电压保护主要是通过通信电源线路窜入通信设备导致设备损坏,主要依靠防雷柜或防雷箱的防雷设施进行控制。

2.3 汕头电力通信网防雷接地改造

2005 年根据安全性评价的要求,通过对现场的勘察及对汕头电力通信网中防雷接地存在问题的分析,并提出针对性的“防雷加固、地线优化”设计方案,对汕头电力通信网进行防雷综合改造。

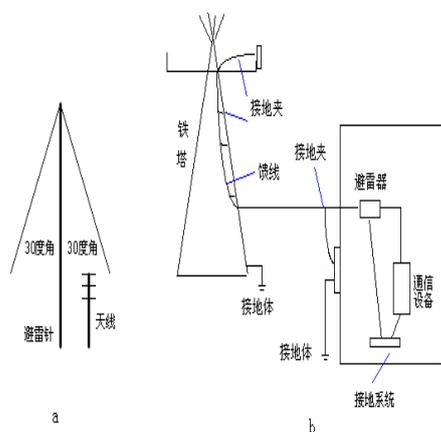
2.3.1 外部防雷措施,主要通过对电力通信天馈系统外部防雷接地进行改造。

(1) 天线馈线应铺设在走线桥上进入机房或埋地进入机房。

(2) 天线的馈线应在铁塔顶、铁塔底及机房入口处外侧就近良好接地。同时还应在铁塔中部增加一处接地微波馈线上馈线的金属外护层, 铁塔底的接地应在馈线经走线桥上铁塔的转弯处上方 0.5~1 米范围内实施, 同时走线桥应良好接地。

(3) 走线桥始末两端应良好接地

(4) 铁塔和机房合用一个地网, 通过安评项目的改造, 汕头电力通信网使所有通信机房通过三条 95mm² 线缆和变电站主地网连接。



2.3.2 内部防雷的改造主要有:

2.3.2.1 2004 年 2 月 18 日组织对汕头电力通信网内通信电源加装电源防雷系统, 组织实施 110kV 西港、110kV 河浦、110kV 东墩、110kV 龙湖、110kV 珠辛、龙湖办公楼微波机房、莲花宾馆交换机机房、东湖培训基地等重要厂站加装电源防雷系统, 并对河浦办公楼等较早投运避雷器进行更换, 有效的防止雷电波的入侵。

2.3.2.2 2006 年 1 月 12 日至 2006 年 3 月 29 日完成 500kV 汕头站、220kV 上华站、220kV 官埭站、220kV 潮阳站、220kV 红莲池站、220kV 月浦站、110kV 东墩站、110kV 西港站、110kV 广兴站、110kV 河浦站、110kV 达濠站、110kV 珠辛站及电力大楼等 13 个通信机房防雷接地改造, 2006 年 8 月 1 日至 2006 年 9 月

1 日 110kV 玉井、110kV 碧石、110kV 海滨站、莲花山宾馆、110kV 河浦、东湖营业厅、达濠供电大楼 7 个通信机房防雷接地改造。

(1) 通信机房内的接地母线不规范, 个别接地母线截面积偏小, 接地线过细, 仅 16 mm²; 改造全部采用 50×5 的铜排沿通信机房敷设后作为通信机房的环形地网。

(2) 部分通信机房的接地母线只有一点与地网连接, 不满足变电站通信机房内的接地母线至少有两处与地网连接的要求, 没有做到等电位, 易导致地电位反弹; 改造全部采用截面积大于 95 mm² 的电缆与变电站地网牢靠连接, 均压环在连接时要用 M10×30 的螺丝两颗牢固连接, 连接时两铜排的接触面涂导电膏并用环氧树脂作防腐处理;。

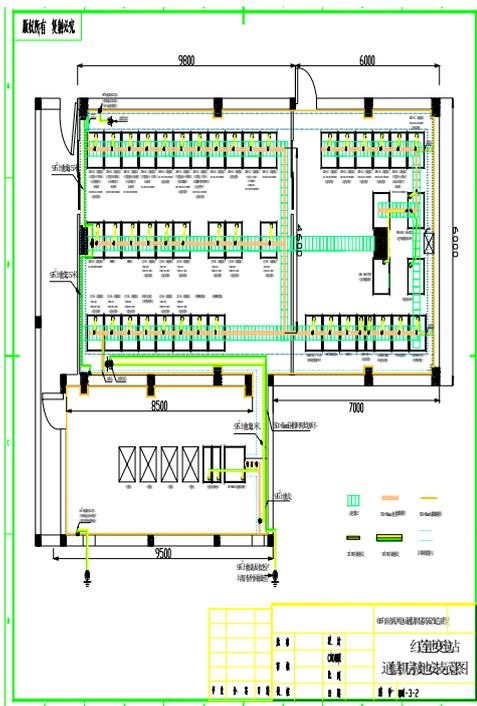
(3) 设备和保护接地线截面积普遍偏小, 部分连线仅为 10 mm², 改造全部采用不小于 25 mm² 电缆连接, 通信机房内各屏柜接地连接时作好接线鼻的焊接和绝缘处理, 并保证地线与屏柜良好的接触。

(4) 500kV 汕头站、220kV 红莲池站、220kV 两英站、220kV 潮阳站部分通信机房多个设备同一点接地; 改造后全部采用单台设备最近原则单点接地。

(5) 220kV 官埭站的继保通信接口柜、220kV 上华站和 110kV 广兴站的光端机柜等部分通信设备机柜未接地, 改造后全部采用不小于 25 mm² 电缆连接。

(6) 全部机房都没有接地布放图, 无“接地点引入”标志。改造后所有图纸资料、照片存档。

(7) 音频配线架 MDF、数字配线架 DDF 没有做信号电涌保护, 如果信号线受到感应雷电入侵, 将对终端设备造成损坏。改造后完成了对通信机房内音频配线架端口信号防雷。



(8) 对机房接地实施等电位隔离和地线优化措施。



改造前



改造后

2006 年通过安评整改后, 还存在部分通过电缆沟进入机房的电缆没有采用屏蔽电缆, 非屏蔽电缆没有穿镀锌铁管等现象, 但汕头电力通信网的防雷效果较为明显, 能更有效的消除雷电波侵入、雷电感应及雷电电磁脉冲的危害隐患, 安装后的电源防雷系统, 对感应雷和雷电电磁脉冲冲击可以起到良好的抑制防护作用, 减少由于雷电造成的损失, 保证通信设备的安全运行。

3 结束语

随着电力通信本身的迅速发展和对电网服务功能的增强, 通信防雷技术改造的必要性和重要性已不言而喻。电力通信网的雷害防护, 是保护通信线路、设备及人身安全的重要技术手段, 是提高线路和设备运行率不可缺少的技术环节。在电网技术高速发展的时代, 电力通信设备的抗干扰、防雷击过电压能力是影响安全、优质生产的重要因素, 本文采取防雷措施后, 较大程度上提高汕头电力通信系统的整体防雷水平, 设备的安全性增强了, 上述技术措施的效果较为明显, 只要按照正确的办法实施, 可以把雷击造成的损失控制到可以接受的程度。但是对新的防雷方法的探索并未就此止步, 科技的发展大大推动着雷电研究和防雷技术的发展, 必然出现各种新的防雷理论和防雷技术, 但电力通信很多新问题尚待解决 (如 OPGW 光缆的防雷等), 还需要电力通信技术人员共同努力继续探索新的解决办法。

参考文献:

- GB50057-1994 建筑物防雷设计规范
- YD5098-2001 通信局(站)雷电过电压保护设计规范
- YDJ26-89 通信局(站)接地设计暂行技术规定(综合楼部分)
- YD2011-93 微波站防雷与接地设计规范
- YD5068-98 移动通信基站防雷与接地技术规范
- YD5078-98 通信工程电源系统防雷技术规定

YD944-98 通信电源设备的防雷技术要求和测试方法

YD/T950-1998 电信交换设备过电压过电流防护技术要求及试验条件

低压系统防雷 保护 德 Peter Hasse 著傅正财 叶蜚誉 译 中国电力出版社

现代通信系统防雷保护 周典 电力通信专业委员会第二届学术会议论文集