

综合自动化变电站二次设备的防雷保护浅谈

胡建军

银川供电局

摘要 本文介绍了综合自动化变电站二次设备遭受雷击的危害及造成的后果,分析了综合自动化变电站二次设备遭受雷击的原因及途径。并在此基础上制定出防雷的措施方案。

关键词 综合自动化; 变电站; 二次设备; 防雷

1 引言

变电站是电力系统重要组成部分。如果变电站发生雷击事故,将造成大面积的停电,给社会生产和人民生活带来不便,这就要求防雷措施必须十分可靠。

以往的常规变电站的防雷着重于一次设备部分。随着科学技术的不断发展,以及计算机和通信技术在电力工业中的实践应用,微机型的综合自动化变电站以其高灵敏性、速动性、维护管理的方便性、集成化以及在投资成本较常规变电站少等优势,在电力行业中得到飞速的发展和广泛的应用。但微机系统越是先进,芯片的集成度就越高,电路就越复杂,工作电压越低,对环境稳定性的要求也越高。抗干扰和耐冲击始终是微机系统在电力工业恶劣电磁环境下应用中的两大薄弱环节。而雷击事件由于其极高的电压幅值和不可预测性会导致计算或逻辑错误、程序运行出轨、通讯中断、甚至造成元件损坏。这极大的威胁着综合自动化变电站运行安全的问题,应该引起我们足够的重视。

2 雷击过电压对综合自动化变电站二次设备的危害及可能造成的后果

雷击过电压对变电站二次设备的危害及可能造成的后果主要包括以下几方面:

(1) 加速设备老化甚至损坏设备

电力保护、测控等二次设备都是非常昂

贵的集成度很高的弱电子设备,对雷电非常敏感,一旦损坏其损失非常大。

(2) 重要数据丢失

重要数据丢失对变电站来讲是非常难以恢复甚至不可恢复的,给电力调度、变电运行等工作带来很多不便,其损失也非常大。

(3) 可能引发大面积停电

电力保护、测控等二次设备遭雷击误动作或损坏后,可能使高压开关跳闸,遭成大面积停电事故。

3 综合自动化变电站二次设备遭受雷击的原因及途径分析

(1) 综合自动化变电站二次设备遭受雷害的原因

变电站的保护和合闸电源直流系统的整流充电系统设计容量都比较大,电压耐受能力也比较好。而且由于大容量电池组吸收尖峰脉冲的作用和整流回路的平波作用,加到保护装置上的脉冲电压大大降低。再加上常规的电磁式保护装置的元器件多为单元件的电阻、电容和电感线圈等,耐热容量大,对尖峰脉冲的耐受能力也比较强,所以能安全度过低能量、高电压的冲击暂态过程。但对于使用超大规模集成电路,运行电压只有数伏,信号电流仅为 μA 级的微机装置来说,就不一定能经受得住。这就是造成微机保护装置损坏而常规保护装置却能安全运行的关键原因。

(2) 雷击过电压入侵变电站二次设备主要途径分析

雷电入侵室内设备的途径,具体到变电

站来讲,主要有:交流配电线路、直流配电线路、PT 及 CT 通信线路、RS232 等协议的网络通信线路、雷电电磁场等。

1) 交流配电线路引入雷击过电压

变电站站用的交流电由站用变提供,变压器的初级直接来自高压线路,低压配电线路主要布设在电缆沟及电缆井中,线路感应到雷电的几率及强度都很大,因此,交流配电线路是雷电进入变电站二次设备的主要途径之一。

2) 直流配电线路引入雷击过电压

变电站内的测控、保护等主要设备都是 220V (或 110V) 直流配电,通信设备是 48V 直流配电,站内设有直流电源,直流电源线

路都是从直流屏通过电缆沟及电缆井到中控室等地的直流屏,部分直流线路还送到了高压场地,因此,直流线路感应到雷电的几率及强度都是很大的,因此,直流配电线路是雷电进入变电站二次设备的主要途径之一。

3) PT、CT 信号线路引入雷击过电压

PT、CT 线路是电力系统特有的信号线路,高压线路的电压与电流等电参数不可直接测量,只能通过互感器变换成低压后才能测量,其中,PT 是电压测试线路,CT 是电流测试线路,这两种来自高压的测量信号作为电力保护、测量等用途,PT 线来自电压互感器,CT 线来自电流互感器。见图 1 及图 2。

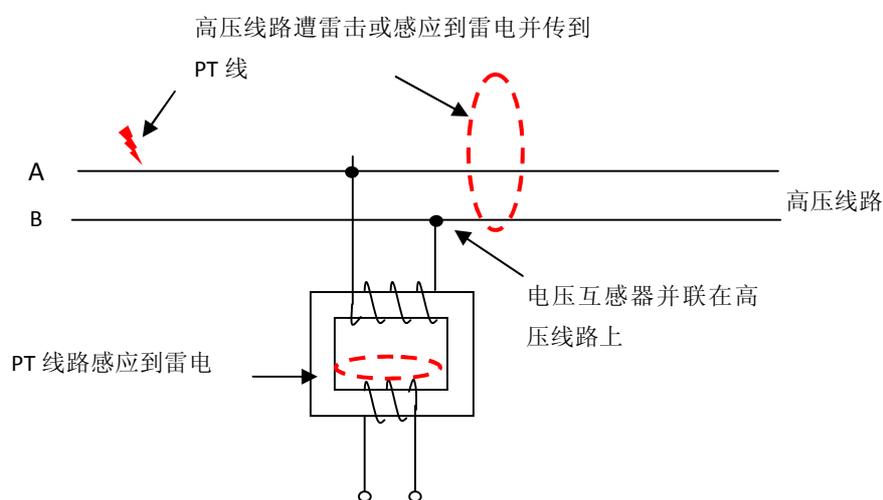


图 1 PT 线路引入雷电示意图

图 1 中可看出,电压测量信号是通过电压互感器从高压线路测得的低压信号,按我国现行的标准 PT 线电压是 100V (电流很小,不考虑其值),电压互感器的基本原理与变压器相同,并联在高压线路上,实际上就是一个降压变压器,从图中可知,PT 线路有两种可能产生雷击过电压:一是高压线路上的雷击过电压(高压线路遭直接雷击或被感应雷电所产生的过电压)经过电压互感器初级线圈传到次级线圈;二是电压互感器输出线路(PT 线路一般布设在电缆沟内)被感应到雷击过电压。

图 2 中可看出,电流测量信号是通过电流互感器从高压线路上测得,按我国现行的标准 CT 线的电流为 1A、5A 等几种(电压

很低,不考虑其值),电流互感器串联在高压线路上,实际上就是一个升压变压器。

CT 线路有两种可能产生雷击过电压:

① 高压线路上的雷击过电流经过电流互感器初级线圈传到次级线圈(CT 线),雷电流经过电流互感器负载时产生一个过电压由公式: $U=I*Z$ 计算, I 是次级线圈上的雷电流, Z 是电流互感器负载(电流变送器的输入阻抗)在雷电频率下的阻抗,雷电的主要能量集中在 100KHZ 级频率段,对 50HZ 的工频来讲高出很多,因此,电流互感器的负载在 50HZ 频率下的阻抗很小,但在雷电频率下其阻抗比较高,因此,雷电流在 CT 线路的负载上产生一个很高的过电压,该过电压可能把负载损坏。

② 电流互感器输出线路 (CT 线路一般布设在电缆沟内) 被感应到雷击过电压。

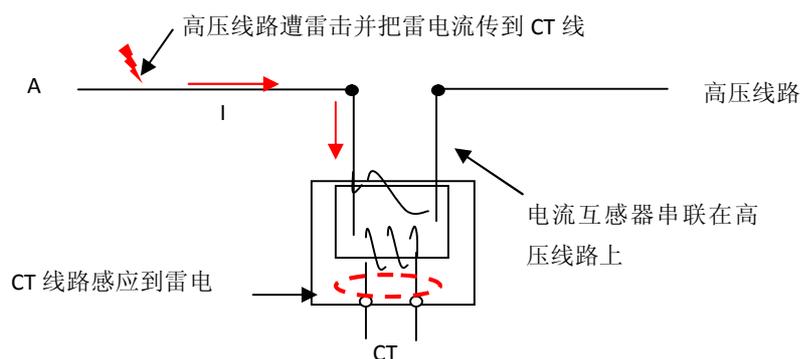


图 2 CT 线路引入雷电示意图

经过上面分析可知, 变电站保护、测量用的大量的 PT、CT 线路是将雷电引入电力二次设备的主要途径之一。

4) RS232 等专用通信线路引入雷击过电压

变电站的监控系统采用 RS23、RS485、RS422 等协议数据线或以太网络线, 站内还有 GPS 的高频馈线, 微波馈线, 载波馈线等。这些通信线都是在布线层或电缆沟或电缆井内与进出高压场地的电源线及通信线一起布设, 线路间相互感应的几率很大, 因此, 这些通信线路也是引入雷电的主要途径之一。

5) 雷电电磁场影响

雷击时其周围产生较强的电磁场, 据相关实验, 0.07GS 的磁场使设备不能正常工作, 2.4GS 的磁场使设备永久性损坏。经过现场观测, 变电站的二次设备大部分都集中在金属机柜内, 这些金属机柜都有良好的接地, 具备良好的屏蔽效果。因此, 外部雷击或引下线使室内产生的电磁对室内设备影响问题在变电站不存在。站内雷电电磁场的影响主要集中在电缆沟、布线层及电缆井内线路的相互感应。

6) 接地系统

电力系统对接地电阻要求非常严格, 一般要求 0.5Ω 以下, 而防雷接地电阻只要求 10Ω 以下, 因此, 电力系统的接地电阻对防雷来讲都是符合要求的。变电站的接地电阻都符合防雷要求。但有些站的中控室个别屏蔽不良, 这将影响屏蔽及等电位效果。

4 采取的防护措施

通过改造实现综合自动化的变电站初次

建站比较早, 二次设备不断地更新, 但还没有系统地进行二次设备的防雷改造。目前的主要措施为:

(1) 接地基本良好: 电源室、中控室、高压设备室等地设备接地基本良好。良好的接地对分流、屏蔽有很好的效果。

(2) 设备自带过电压防护措施: 目前电气设备都具备一定的浪涌防护能力, 对于较小的雷击过电压可以防护, 但不能称系统的、专业的雷击过电压防护。

由上述可知, 目前变电站雷击过电压防护措施已经不能满足高自动化、高集成的二次设备需要了, 应该进行系统的、专业的防雷改造。因此对变电站内的综合自动化变电站二次设备, 我们建议采用如下防雷方案:

对于交流电源回路采用电源防雷器, 电源防雷器能在最短时间释放电路上因感应雷击而产生的大量脉冲能量到安全地线上, 从而保护电路上的设备。其工作原理如下: 在正常情况下, 防雷器处于高阻状态, 当电源由于雷击或开关操作出现瞬时脉冲电压时, 防雷器立即在纳秒级时间内导通, 将该脉冲电压短路到大地泄放, 从而保护连接与电源上的设备。但该脉冲电压流过防雷器后, 防雷器又变为高阻状态, 从而不影响设备的供电。对于网络通讯设备采用数据线浪涌抑制器, 它可以防止浪涌通过数据线间接地进入电子设备。因为很大一部分的浪涌事件并不是由交流电源线上的浪涌引起, 并导致主板、调制解调器、串、并行口与其它设备的损坏。在 RS-232 的串、并行口的标准中, 用于泄放高能浪涌和故障电流的地线同数据信号的返回路径共享一条线路, 从而小之几十伏的

瞬态电压都有可能通过这些串、并行口损坏设备，而电话线则更能直接将电源线上的瞬态浪涌传进来。在实施上述方案的同时遵循以下原则：

(1) 采用多分支接地引下线，使通过接地引下线的雷电流大大减小。

(2) 改善屏蔽，如采用特殊的屏蔽材料甚至采用磁特性适当配合的双层屏蔽。

(3) 改进泄流系统的结构，减小引下线对弱电设备的感应并使原有的屏蔽网能较好地发挥作用。

(4) 除电源入口处装设压敏电阻等限制过压的装置外，在信号线接入处应使用光电耦合元件或设置具有适当参数的限压装置。

(5) 所有进出控制室的电缆均采用屏蔽电缆，屏蔽层公用一个接地网。

(6) 在控制室及通讯室内敷设等电位，所有电气设备的外壳均与等电位汇流排连接。

5 结束语

根据防雷设计的整体性、结构性、层次性、目的性，及整个变电站的周围环境、地理位置、土质条件以及设备性能和用途，采取相应雷电防护措施。对处在不同区域的设备系统进行等电位连接和安装电源防雷装置及浪涌电压保护装置，使得处在不同层次的设备系统达到统一的防雷效果。

综合自动化变电站设计时应尽可能使象微波塔这样有引雷作用的建筑物远离控制室和通讯室，特别是当其周围没有更高的屏蔽物时。建筑物防雷系统，尤其是泄流系统的设计对感应电压的幅值有明显的影响。在设计时应根据实际情况采用最优方案，尽量减少感应，同时变电站的二次设备的安全非常重要，经过多方调研，反复比较，应采用国际最先进的技术改造变电站二次设备雷击过电压防护措施。主要从如下两方面考虑：

(1) 完善的系统的设计，先对综合自动化变电站的二次设备进行全面的系统的雷电风险评估，之后设计全面的解决方案。

(2) 选用恰当的产品。电力系统产品要求性能稳定，安全运行是电力系统头等大事。应选用在电力系统有多年成功应用经验的优质产品。根据变电站二次设备安装位置等实际

情况，应选用一体化防护产品，其性能参数必须满足综合自动化二次设备要求。

参考文献

[1]

作者简介

胡建军（1976—），工程硕士，毕业于华北电力大学，现就职于宁夏银川供电局，高级工程师，主要从事变电站设备检修和维护。