

矿山变电所和地面电气设备防雷击措施

史飞飞（山西汾西矿业（集团）有限责任公司设备修造厂，山西 介休 032000）

摘要：矿山变电所一般都会设置避雷设施，但是在实际的雷雨天气中，避雷系统会存在着范围不全面、措施不完善、间隙设置有缺陷等问题，仍然存在一定的安全隐患。所以进一步探究变电所和地面电气设备防雷击措施十分有必要且具有现实意义。本文提出了变电所和地面电气设备防雷击措施，并列举了防雷击措施的具体实施，以供相关人员借鉴。

关键词：变电所；地面电气设备；防雷击

Abstract: Mine substation generally set up lightning protection facilities, but in the actual thunderstorm weather, lightning protection system will exist in the scope is not comprehensive, measures are not perfect, gap setting defects, there are still some security risks. Therefore, it is necessary and practical to further explore the lightning protection measures of substation and ground electrical equipment. This paper proposes lightning protection measures for substation and ground electrical equipment, and lists the specific implementation of lightning protection measures for reference.

Keywords: substation; ground electrical equipment; lightning protection

1 我国变电所和地面电气设备防雷击现状

雷电是不可避免的一种大自然现象，所以对于变电所来说，真正遇到雷电天气的话也不可避免地会受到一定的干扰和影响，如果防雷措施做的不到位，及时对雷电进行抵御，那么变电所的各种设施设备的正常运转必然会受到一定的影响，严重的情况下有可能因为雷击直接报废，造成比较大的经济损失。目前大部分的电力运行行业的变电所为了有效地避免雷电的侵害都会安装设置避雷针，但是变电所和地面电气设备对资金和避雷设施的需求量十分庞大，很多企业由于成本受限，会一定程度上缩减避雷设施方面的投入，造成避雷设施不全面、保护不周；同时很多需要用电的企业由于缺少专业的电力方面的人才，针对变电所的设备设施维护和配备都有一定的缺陷，这些情况都会对变电所及地面电器设备的避雷造成一定的负面影响。

2 我国变电所和地面电气设备防雷击措施

2.1 防护设施

变电所的雷电防护需要做好一系列的准备工作和措施，第一点是要充分了解变电所和地面电气设备运行的现状和情况，掌握好变电所所处行业和用电需求的特点与环境，制定好与工作情况相符合的防护措施，明确好避雷的措施和防护的半径。对于小型的变电所来说，一般情况下装置好避雷设施就能够满足避雷的需求，保障变电所的各种设备能够安全正常运行，但是针对大型的变电所来说，除了必须的避雷针设备，还需要与避雷线有机相结合，形成更加全面的放雷击系统。目前我国大部门的变电所在抵御雷电侵袭时采取的措施都是引雷电流，将其引入大地，避免其经过电力设备，防止雷击。

2.2 合理防护进线领域

对于变电所来说，进线领域的安全性十分重要，因为进线领域是连接变电所内各个电气设备的节点，在

进行防雷设施装置的同时也需要对进线进行好全面的保护，只有这样才能有效地防御并限制雷电的电流，让避雷设备的电流坡度和幅值始终处于一个合理且安全的范围之内。在电气设备正常运转的过程中，线路的电压如果比较高的话就更需要加强线路的保护，因为在雷电天气，如果线路的电压过高会大大增加雷电袭击的概率。为了能够有效地保护进线的电路的，防止其电压过高的问题，可以在进线区周围的区域内安排设置避雷线，这样可以在一定程度上减少雷击的概率。与此同时，雷雨天气中雷电波也会对变电所的正常工作的造成一定的影响，为了将其控制在合理的范围之内，还需要将需要重点防雷区域和环节进行重点关注。根据相关的研究结果显示，变电所所需设置防雷设备的区域内，需要重点关注的区域为 35-110kV 的范围，还需要合理控制和规划避雷线的长度，所有进线的区域也都必须得有避雷线的覆盖。除了以上几点，在对避雷装置进行设置的同时还必须考虑用电单位当地的气候变化和周期特点，分析气雷电雷雨天气的频率，根据用电单位坐落的地形特征和变电所的容量大小等进行合理的规划和安排。避雷线在设置的过程中也需要充分考虑到变电所和电气设备的新旧程度和使用程度，根据设备的具体运行情况合理规避雷电侵害事故的发生。如果变压器设备和避雷线之间的距离较远，一般超过 10km 就需要根据变电所的位置来合理地缩短距离了，否则避雷的效果与预期效果之间会有很大的出入。对于变电所和电气设备来说，它们在运行的过程中涉及的范围十分广泛，所以在实际的避雷过程中要考虑到方方面面，不能有一丝丝的懈怠与马虎，应正确使用避雷系统和设备，采用合理且科学的方法来对变电所与电气设备进行避雷保护。

2.3 建立健全防雷避雷规章制度

对于用电企业来说，有了合理的规章制度才是一切

工作能够有效开启的原点,例如可以制定预测天气情况、在雷电天气到达之前提前进行预警和保护的机制,未雨绸缪,增加防雷电的效率和效果;还要对各种防雷击设备设施的标准进行统一地量化,加强日常的巡检,保证机器设施设备的正常运转,在雷电天气到来之前提前做好准备,有效避免雷击,保障变电所和电气设备的防护更加坚实有效,保障用电单位的健康稳定发展。

2.4 加强变压器的防雷保护

电力系统的正常运转少不了变压器的作用,一旦变压器遭到雷击,整个系统和区域内的电力运输都会造成很大的影响,所以变压器的防雷措施也是一项十分重要的工作。在具体的防雷措施中,针对 35~60kW 的变电设备,无需设置专门的中性点;但是针对 110kW 的设备则需要根据设备自身的情况来设置合理的中性点,对变压器进行保护。在变压器正常工作的过程当中,还应该对接地网系统进行集中的设置和规划,形成一个变压器保护固定模式与系统,避免雷雨天气雷电电流的侵害,避免对电力的正常输送和供应造成不利的影响。

2.5 加强控制室的防护

控制室的作用非常重要,如果防雷工作没有做好,造成控制室的设备被雷电击穿,那么整个变电所电气设备都无法接收到指令和控制,整个系统几乎都会陷入到瘫痪中去,所以防雷工作也必须重视且加强对控制室的避雷防雷。首先要重视的就是电源的选择。变电所一般选择使用的是不间断的电源类型,这个系统内需要装置电力蓄能等方面的装置,使得恒频和恒定的性能在一定程度上有所增加,从而有效避雷;双变换在线类型的电源,技术控制更加先进,对高压的工作负荷也能更好地消化,防雷的效果更加突出,是更加安全的选择。而控制室中最重要的各种微机是最需要防雷保护的系统,一旦损坏将造成系统的瘫痪,在具体的防雷过程中需要根据不同的微机的类型来制定避雷方案。雷电天气中空气中增加的电磁和静电感应,这种感应会引起大地的电位变化从而影响控制室中微机的信号,为了降低这种干扰和影响,针对控制室的避雷可以选择分散处理雷电流的方式进行,比如地线引线进行独立设置,与其他电气设备分开,保障信号和指令的正常发出与传播。

3 防雷击措施的具体实施

3.1 场地的防雷措施

变电所所在场地的防雷设施在前文中已经有了简单的介绍,一般包括避雷针和避雷线,采用的方式是将雷电引到地下来进行避雷。在具体的实施和设计上来看,避雷针在设计的时候需要包括引雷覆盖的范围、地下距离 S_e 、空气距离 S_a ,针对小型的变电所,单只独立氧化锌避雷针的覆盖范围基本上就可以满足变电站内的建筑和电气设备的避雷需求,如图 1 所示,地下距离 S_e 指的是避雷针地下底线的接地体与它所保护的设备物

体最近的一个的地下距离,空气距离 S_a 则指的是避雷针针地下底线的接地体与它所保护的物体最近的一个的空气间的距离,如图 1。当避雷针与其所要保护的物体之间绝缘的距离相对过小的时候,避雷针所引导的电流就会对其保护的物体进行一定量的放电,这种现象也会对设备物体产生损坏,为了避免这种情况发生,三者之间的公式必须符合以下的公式,其中地下距离和空气距离的下限是有固定要求的,分别为 3m 与 5m。

$$\begin{cases} S_a > 0.3R_{sh} + 0.1h \\ S_e > 0.3R_{sh} \end{cases}$$

在对避雷针进行安装的过程中,需要使用避雷针专用的老马支座与接地的装置设备,安装完成滞后需要第一时间测量接地的电阻,最大值应该控制在 10Ω 之内。

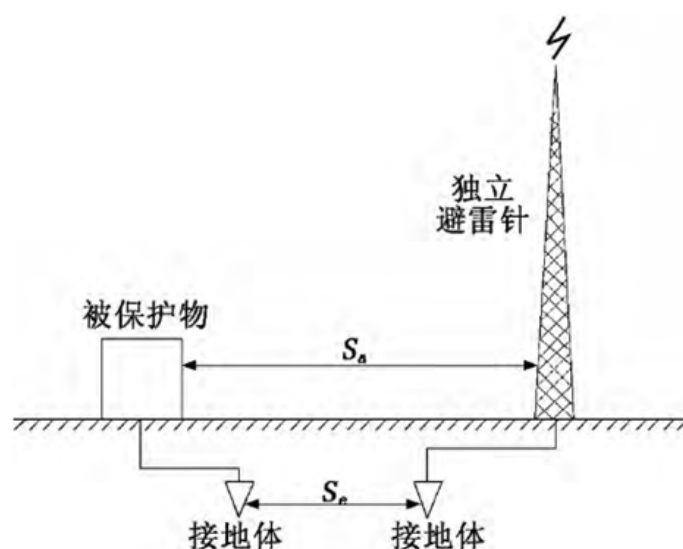


图 1 独立避雷针安装图示

3.2 线路的防雷措施

在对电线线路进行防雷的时候需要设置的内容较多,包括进线避雷线、横担与导线选型、断路器两侧安装避雷器和校验保护间隙。

在进线避雷线的设置方面,需要根据变电所的容量、电压的等级、雷电天气发生的频率和地理位置的情况综合考量、合理设置;针对 35kW~110kW 的进线,避雷线的设置应该对应的是 1km~2km,设施和避雷器之间的安全距离应该保证不能超过 9m,针对不符合要求和规定的避雷线设施需要及时整改、消除隐患。在横担和导线的选择方面,由于普通的横担和绝缘线对于电压的承受力是有固定额度的,所以一旦遭遇雷击就很容易被击穿,这种普通的横担和导线不可以在雷雨天气多发的地带使用。针对雷雨天气较多的地区,在选择横担和绝缘上要考虑强度较高的材质,因为一旦被雷电击中,瞬间会产生巨大的电流,进入避雷设施中会瞬间产生很大的热量,如果强度不够或者是老化的材质导线很容易在这种比较大的电动力下发生断裂,导致短路。在断路器

的两侧安装避雷器的作用是因为杆上安装的隔离开关与油开关的绝缘强度并不是很高, 安装之间的间距也也有一定的限制, 如果收到了雷击很容易出现相间短路的现象, 安装了避雷器就能够很好地避免这种短路现象, 避免停电造成的损失。

就校验的保护间隙来说, 保护间隙是线路防雷措施中一个比较常见的方式, 它是由两个金属组成的电极构成, 一个是固定在导体上的电极, 另一个是安装在接地装置上的电极, 这两个电极之间也需要合理安排好距离。在一般的情况下, 雷电电流经过的时候会击穿这两个导体之间的空气间隙, 通过接地体释放电流, 这样就会一定程度上保护变压器或者侧用电设备, 避免他们遭受雷击伤害。在实际的情况下, 为了能够进一步增强线路的绝缘性, 线路上的绝缘子的制成片的数量一般都会超过正常的需求, 这样实际上行会导致保护间隙之间的距离增大, 雷电电流在经过的过程中不能将其击穿, 导致无法保护。为了进一步提高保护间隙的效率和利用率, 需要严格控制和检验绝缘子的数量和保护间隙的距离, 一般可参照图 2 的形式来制作, 并在安装前进行高压冲击实验, 模拟雷电击穿的高压下合适的间隙距离。

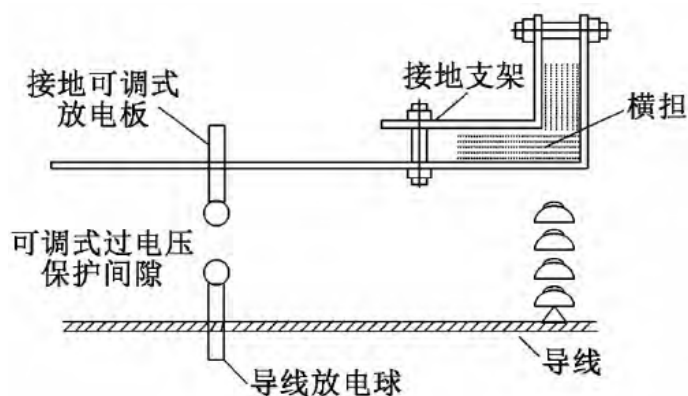


图 2 断路器两侧安装避雷器图示

3.3 变压器的防雷措施

变压器的重要程度前文已经有了一定的介绍, 但是在实际的工作中, 很多用电单位为了节省成本, 会只在变压器的高压侧安装避雷器, 这样虽然能够在一定程度上避免雷电击中变压器是高压线路的电压进入低压, 但是也有一定的事故报告显示, 如果变压器的高压侧防雷措施效果没有达到预期, 雷电则会通过变压器的线路将电流传到低侧, 而低压侧的防雷设施一旦没有安装到位, 位于低压侧的控制仪器和测量仪器等就会瞬间被电流击穿损坏。根据《过电压保护设计技术规程》中的相关要求, 变压器无论是高压侧还是低压侧都需要安装避雷设施, 在具体的安装上, 高压侧的避雷设备需要安装在熔断器保护的范围之内, 而低压侧的避雷设施要安装在低压杆头的范围附近。

除了变压器高压侧和低压侧的避雷装置, 还可以在

变压器接地的固定模式系统上增加一定的均压接地网, 优化电流的局部冲击, 该设备包括垂直接地体和水平接地体, 与主接地网需要进行连接, 这样在优化的程度之上能够保证无论是高压侧的雷击还是低压侧的雷击都能够被引地释放, 保护变电所整个变压系统的正常运转和安全, 如图 3。

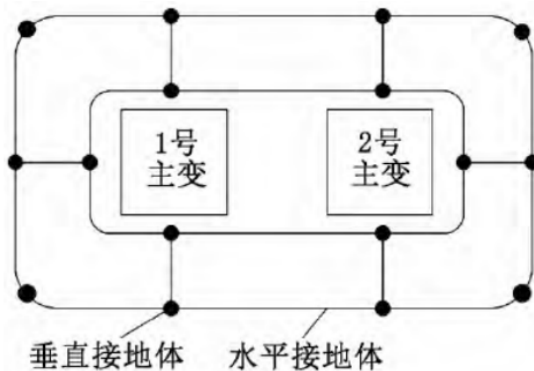


图 3 变压器均压接地网图示

3.4 控制室的防雷措施

控制室内多是一些计算机和电子设备, 在供电是需要 UPS 进行不间断的电力输送, 其主电路的结构为高频开关的模式, 输出的信号属于正频正弦、恒压恒频的信号, 变换器本身具有一定的防雷功能。在雷雨天气里, 信号电缆的周围和控制电缆的周围的电磁场都会明显发生变化, 严重时会引起一系列的误动作来进行继电保护, 所以针对控制室内的监控设备, 其信号线需要采用屏蔽线, 接地线的选择需要使用截面积大于 25mm 的铜制软线, 并将其余母排连接号, 保护控制室内的各种装置。

总而言之, 变电所和地面电气设备的稳定运行是所用电单位能够保证高效运作和安全生产的关键所在, 保障变电所和地面电气设备不受雷电的侵害对于用电企业来说是十分重要。本文从几个不同的方面分析了变电所和地面电气设备的防雷措施, 希望能够帮助相关单位做好避雷防护, 保障生产任务, 降低安全隐患。

参考文献:

- [1] 苏章希. 浅谈煤矿变电所和地面电气设备防雷击措施[J]. 煤矿机电, 2011(1):104-105.
- [2] 毛慧. 浅谈煤矿变电所和地面电气设备防雷击措施[J]. 山东工业技术, 2018(22):87.
- [3] 彭有胜. 浅谈煤矿变电所和地面电气设备防雷击措施[J]. 科技风, 2019(23):214.
- [4] 詹杰. 浅谈煤矿变电所和地面电气设备防雷击措施[J]. 商品与质量, 2018(31):187.
- [5] 李文虎. 煤矿变电所的防雷击措施分析[J]. 内蒙古煤炭经济, 2015(2):126,164.

作者简介:

史飞飞 (1979-), 男, 汉族, 山西长治人, 本科, 工程师, 从事设备管理工作。