

[变电站]

变电站接地网的接地电阻

文/唐山三友氯碱有限责任公司 陈永顺

为了保证人身和设备的安全，保证电力系统的可靠运行，变电站中的电气设备和电气装置等都应该接地，而接地网的合格与否将直接影响到防雷的效果，变电站接地系统的设计也应放在变电站设计的重要位置。

接地电阻的定义

接地电阻实质上是电流经地面某点流向地下某确定点之间用欧姆定律计算出来的一个物理量，定义为接地极与电位为零的远方接地极之间的欧姆定律电阻。在变电站防雷接地电阻测量时，是假定雷电流在地下扩散至40 m处基本为零的前提下进行的，虽然如此，地下土壤结构的不同以及电流探针与接地极的方向不同、电压探针与电流探针之间的距离不同，接地电阻值有时有本质上的不同。

接地电阻的构成

- 1) 接地引线电阻，是指由接地体至设备接地母线间引线本身的电阻，其阻值与引线的几何尺寸和材质有关。
- 2) 接地体本身的电阻，其电阻也与接地体的几何尺寸和材质有关。
- 3) 接地体表面与土壤的接触电阻，其阻值和土壤的性质、颗粒、含水量及土壤与接地体的接触面积及接触紧密程度有关。
- 4) 从接地体开始向远处（20 m）扩散电流所经过的路径土壤电阻，即散流电阻。决定散流电阻的主要因素是土壤的含水量。
- 5) 垂直接地体的最佳埋置深度是指能使散流电阻尽可能达到的埋置深度。决定垂直接地体的最佳深度，应考虑到三维地网的因素，所谓三维地网，是指垂直接地体的埋置深度与接地网的等值半径处于同一数量级的接地网。

6) 接地体的通常设计，是用多根垂直接地体打入地中，并以水平接地体并联组成接地体组，由于名单一接地体埋置的间距仅等于单一接地体长度的两倍左右，此时电流流入单一接地体时，将受到相互的限制而妨碍电流的流散，即等于增加名单一接地体的电阻，这种影响电流流散的现象，称为屏蔽作用。

接地设计的必要性

接地是避雷技术最重要的环节，不管是直击雷，感应雷或其他形式的雷，都将通过接地装置导入大地。因此，没有合理而良好的接地装置，就不能有效地防雷。从避雷的角度讲，把接闪器与大地做良好的电气连接的装置称为接地装置。接地装置的作用是把雷电对接闪器闪击的电荷尽快地泄放到大地，使其与大地的异种电荷中和。变电站的接地网上连接着全站的高低压电气设备的接地线、低压用电系统接地、电缆屏蔽接地、通信、计算机监控系统设备接地，以及变电站维护检修时的一些临时接地。如果接地电阻较大，在发生电力系统接地故障或其他大电流入地时，可能造成地电位异常升高；如果接地网的网格设计不合理，则可能造成接地系统电位分布不均，局部电位超过规定的安全值，这会给运行人员的安全带来威胁，还可能对低压或二次设备以及电缆绝缘造成损坏，使高压窜入控制保护系统、变电站监控和保护设备会发生误动、拒动，酿成事故，甚至是扩大事故，由此将会带来巨大的经济

损失和社会影响。

变电站接地目的及设计原则

由于变电站各级电压母线接地故障电流越来越大,在接地设计中要满足 $R \leq 0.5 \Omega$ 是非常困难的,而且有的人受旧标准影响,盲目地追求变电所接地网的接地电阻要求小于或等于 0.5Ω ,甚至不惜花巨资应用降阻剂或应用灌注深井接地极来处理,却忽略了变电站接地的根本目的。

变电站接地目的有四:

- 1) 降低对人身电击(含接触电位差和跨步电位差)危害。
- 2) 降低对低电压设备的反击和对信息系统的干扰。
- 3) 提供足够承载接地故障电流能力(含过电流保护系统允许接地故障电流的幅值和持续时间)。
- 4) 提供接地故障电流低阻抗返回通路,以保证过电流保护系统及时动作的需要。

1953年以前,当时电力系统容量不大,因而规定“大接地短路电流(大于500 A)(即中性点直接接地和经低阻抗接地的电力系统)的电压1 000 V以上的电气装置的接地工频电阻应不大于 0.5Ω ,随着电力系统容量不断增加,现今接地故障电流大大超过1953年前情况,尤以包括计算机、通信设备、控制系统等的信息系统应用日益扩大,信息系统能承受的电压是很低的,远远低于允许的接触电位差和跨步电位差,靠接地电阻不大于 0.5Ω 是满足不了要求的。现行标准与原接地规程有一个很明显的区别是对接地电阻值不再规定要达到 0.5Ω ,而是允许放宽到 5Ω ,但这不是说一般情况下,接地电阻都可以采用 5Ω ,接地电阻放宽是有附加条件的,即:防止转移电位引起的危害,应采取各种隔离措施;考虑短路电流非周期分量的影响,当接地网电位升高时,3~10 kV避雷器不应动作或动作后不应损坏,应采取均压措施,并验算接触电位差和跨步电位差是否满足要求,施工后还应进行测量和绘制电位分布曲线。

变电站接地网设计时应遵循以下原则:

- ① 采用浅埋水平均压接地网。这是降低接触电位差和跨步电位差的有效措施。
- ② 尽量采用建筑物地基的钢筋和自然金属接地物统一连接地来作为接地网。
- ③ 尽量以自然接地物为基础,辅以人工接地

体补充,外形尽可能采用闭合环形。

④ 应采用统一接地网,用一点接地的方式接地。

⑤ 以防接地网高电位引向变电站外,或将低电位引向变电站内的设备,需采取隔离措施。

⑥ 采用等电位连接,尤其注意信息系统接地的等电位连接。

⑦ 采用引外接地极或深井接地极达到提供接地故障电流低阻抗返回通路,保证过电流保护系统及时动作。

⑧ 所有接地极及连接线均应有足够载流能力,以保证电气装置可靠接地。

影响变电站接地网和接地装置接地电阻的因素

① 接地体连接不正确,在一个接地线中串接了几个需要接地的电气设备,直接接地或经消弧线圈接地的变压器,没有采用专用的接地线。

② 独立避雷针没有设独立的集中接地装置,或该接地装置与主接地网的地下连接点至35 kV及以下设备与主接地网的地下连接点沿接地体的长度小于15 m。

③ 土壤电阻率偏高,没有按规程规定正确使用降阻剂。

④ 选择地网接地线及导体截面不足,或对系统发展规划的短路电流分析结果偏差较大,使接地线及导体的截面不能满足热稳定的要求。

⑤ 对接地装置施工防机械损伤、防腐蚀问题重视不够,或根本没有采取必要的防护措施。

⑥ 接地装置敷设时埋设深度不够,垂直接地体间距过小,焊接质量不合格,没按设计规定进行规范施工,地网材料选用了不合格的产品。

结束语

变电站接地网是变电站安全运行的基础,接地技术是一门多学科的综合技术,本文通过对变电站接地电阻的定义、构成、影响接地电阻的因素等的分析,在今后的变电站接地设计中,应根据变电站设计的整体性、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,保证变电站操作、检修人员安全以及设备的安全稳定运行。EA

(收稿日期:2015.04.16)

(编辑:白文亭)