

文章编号:1672-058X(2012)04-0096-05

变电站接地网降阻措施研究*

邵阿红^{1,2}, 叶永卫², 田二明³

(1. 陕西师范大学 物理与信息技术学院, 陕西 西安 710072; 2. 山西水利职业技术学院 水利系, 山西 运城 044000;

3. 中北大学 信息与通信学院, 山西 太原 030051)

摘要:变电站接地网在电力系统发生故障时,将故障电流迅速排泄入地,控制接地网的最大电位升高,保证人身和设备安全,故合格的接地网在电力系统安全运行中具有十分重要的作用。从变电站的设计、建造施工以及日常运行维护等方面,综合分析了接地网接地电阻值偏高的主要原因;结合当前应用的各种降阻措施的优缺点,指出了接地网的降阻措施从设计到施工及运行维护方面的种种问题,并提出了合理的降阻方法。

关键词:变电站; 接地电阻; 土壤电阻率

中图分类号: O44

文献标志码: A

在变电站中,接地网是重要的一环。接地网的接地电阻值是一项重要的安全技术指标,它的大小对接地网及整个变电站的安全起到非常重要的作用。然而随着科技的发展,经济的进步,电力系统容量的不断增大,发生故障时流入地网的电流大幅度提高,要求接地电阻越来越小。这样,接地电阻的降阻问题越来越重要,接地网的设计与施工必须严格进行。

整个变电站的各类接地线及接地装置都连接在接地网上。如高低压电气设备的接地、低压二次回路的接地、电缆的屏蔽接地、通信、计算机监控系统设备接地,以及进行维护检修时的一些临时接地等。如果接地网的接地电阻值偏大,将会出现接地故障:当有大电流进入接地网时,接地系统电位会不均分布,某些部位的电位甚至会超过安全值。这样,会造成变电站的检测设备和控制设备发生不动作或误操作。更严重的,会损坏检测及控制设备,带来更大的安全事故及经济损失。在建造或维护升级变电站时,接地电阻值异常偏高时,必须返工重做接地网,这会使施工进度减慢,影响电网的建设及供电。

通过分析其电阻偏高的主要原因,从而进一步探讨出各个不同情况下应该选择什么样的降阻措施。

1 变电站接地网电阻偏高的主要原因

1.1 土壤电阻率偏高

变电站地下土壤的电阻率,对接地网的接地电阻影响很大。大地主要是利用离子导电方式来扩散进入土地大电流的,土壤电阻率过大,将不利于大电流入地扩散。特别是某些沙石土层地区,土壤干燥,土壤电

收稿日期:2011-10-08;修回日期:2011-11-08.

* 基金项目:山西省青年科技研究基金(2010021015).

作者简介:邵阿红(1979-),女,山西运城人,硕士,讲师,从事电工与电子技术研究.

阻率偏高,不利于离子导电,入地电流扩散效果差,接地网的接地电阻将不能满足要求。造成此种情况原因主要有以下2种:

1.1.1 没有对土壤电阻率进行实地测量

设计接地网时,有的设计人员只是从地质资料中查找变电站所在地的土壤电阻率,凭设计手册进行设计施工。这样就忽视了一个问题:同一块地上,尽管是同一种土壤,但是不同点的土壤电阻率有较大偏差。尤其是南北两个方向上,土壤电阻率差值很明显。进而会带来设计及施工隐患,日后在变电站运行中容易发生事故。

1.1.2 实地测量方法不精细

如果接地网埋设的地方,正好是地质断层或质地较复杂的地点,土壤电阻率的分布也是不均匀的,这就需要在不同方位进行精细测量,在土层的不同深度,沿横向及纵向对土壤电阻率进行精细测量。但是,目前很多设计人员测量变电站施工现场的土壤电阻率时,利用的是四级法,尽管四级法很精准,也符合设计规范的要求,但它属于抽样测量方式,如果抽样点太少,测量值仍然是不可信的。最好的提高土壤电阻率测量精度的处理方案是在今后的变电站初步设计阶段,在地质勘察中增加土壤电阻率测量的内容。由于地质勘察要求的站址勘探孔通常有几十个,勘测的岩芯有几十米深,根据多根岩芯的土壤进行的测量值是十分精确和可信的。

1.2 施工不细致

对于不同地区变电站的接地来说,不仅精心设计重要,严格施工更重要。因为对于地形复杂,特别是位于岩石区的变电站,接地网水平接地沟槽的开挖和垂直接地极的打入都十分困难。而接地工程又属于隐蔽工程,如施工过程中不能实行全过程的技术监督和必要的监理,就可能出现问题。

一般施工质量问题如下:

① 施工的土层不是原土层,而是回填土。

② 回填土质量不好,没有用细土分层夯实回填,而是利用建筑垃圾回填(比如施工废弃沙石,水泥块等)。

③ 上、下两层接地网之间的连接点没有全部引出,或者是引出后没有作好标记,导致上下两层接地网之间不是有效联接,结果使下层接地网的作用减弱甚至完全失效。

④ 接地网在土建施工过程中遭遇比较严重的破坏,导致全站接地网各处的接地电阻值测量值有巨大的差异。

1.3 变电站运行中接地电阻的变化

一些接地装置在建成初期是合格的,但经过一段运行时间后,接地网的接地电阻就会变大(虽然接地网的质量在变电站建造时合格),土壤(尤其是酸性土壤)对接地体的腐蚀很快。这会造成以下几个后果:

① 接地体与土壤之间的接触电阻变大,部分接地体甚至会脱离。

② 接地电极因腐蚀脱离接地网,或者锈蚀后受外力作用而损坏。这样,引下线与接地装置的连接部分会因锈蚀而使电阻变大或形成开路。

2 对接地电阻降阻措施的探讨

为了降低接地装置的接地电阻,保证电力系统的安全可靠运行,并结合人们常常采取的几种措施,提出

以下几种降阻方法。

2.1 改变接地体与土壤的接触电阻

2.1.1 引外接地法

当变电站处于土壤电阻率很高的地区时,接地网的接地电阻就难以满足要求。如果距离变电站不是特别远的地方,是低土壤电阻率的区域,或者是水源所在地时,可以将接地装置安装在这些区域,这就是所谓的引外接地法。也就是说,采用接地措施外延到变电站外来降低接地电阻。

采用引外接地法时,应先选择地下水丰富或水位较高的地点。但应注意:第一,占地面积的大小;第二,对农田的影响;第三,地下水是否偏酸性及腐蚀性。

采用引外接地时,如果在变电站不远处的地方下土层含丰富金属矿物时,可以将接地电极埋入此土层中。这样金属矿体相当于人工接地体的延伸体,扩大了人工接地体的尺寸及接触面积。

2.1.2 深井接地法

在变电站的进线塔下方打有一口约 200 m 超深接地井,并在井内钻孔,把一些直径 100 mm 左右的镀锌钢管放入钻孔中。之后将接地线(可用镀锌扁钢)延伸到这些钢管上,最后把泥浆灌注到接地井及钢管中。经过实际测量,深井法接地下可以降低接地电阻到 0.4Ω 左右,而且接地体等设备寿命也很长,改造的余地也很大。这是因为,外延接地体处于深层土壤中,接触电阻不随外界气候及季节影响,工作稳定,接地电阻值保持稳定。

深井接地法可以减少变电站自身的占地面积。但是,造价高,钢管及接地线等镀锌工艺要求高。开挖接地井要注意进线塔地基的稳定性,同时在岩石层时不能采用此法。

2.1.3 电解接地法

当引外接地法和深井接地法不合适时,可采用电解接地法。电解接地法大致有两种情况:一是钻斜井,在斜井中放置 DK-AK 电解电极,二是建立电解接地系统。

变电站占地面积不大,土壤电阻率也很高时,不大的接地网不能将接地电阻值降到要求值。此时可利用斜井内放置电解电极板来降阻。一般情况下,最好的降阻效果可以把接地电阻降低 80% 左右,此法在占用面积很大时不合适。

当变电站占地面积很大时,电解降阻方式就得采用国内外近年来常用的另一方法,即建立电解系统降阻。其原理为:在地下铺埋水平的或垂直的金属管道,在这些金属管道中加入起电解作用的化学物质,所加的化学物质会与水分及气体化学反应,生成电解溶液,电解溶液从金属管道的过滤孔中渗透到接地电极周围的土壤中,使接地电极与周围土壤的接触电阻变小,增大了土壤的导电率。

采用电解系统时,在金属管道外必须回填一些降阻材料,以增加电极的作用范围。同时,回填的降阻材料应具有很强的吸水性,渗透性,有一定膨胀率,还得具有防腐蚀的性能。这样,它就可以在地下岩土中生成树根型的网络结构,增大入地电流的扩散面积,即减小了土层的散流电阻,同时又能起到对接地电极的防腐蚀作用,从而达到对接地网的降阻目的。

2.1.4 斜井降阻法

斜井降阻法类似于架设电缆时作用的外顶管技术。主要做法是:沿着导线进入变电站的线路以及各个终端塔,在线路下方或架空线路下方挖几米深的斜井,在斜井内埋设接地电极。这样,就将站内的接地电极引到站外电阻较低的地方了,也能实现扩大接地网范围的效果。

因为接地电极处于永久性设施之下的土层中,一般不会受到外部破坏,以及引起跨步电压,同时也可以避开变电站地下的其他管网,将站内的接地网联接到站外低土壤电阻率之处。

采用斜井降阻法时要注意土层的地质情况,才能在具体施工过程中正确计算斜井的数量,深度及钻孔的入土角度,乃至整个斜井系统的延伸方向,长度大小。

2.2 改变原土层的土壤电阻率

2.2.1 更换原土层的土壤

变电站所在之处的原土层为高电阻率的土壤,而且占用面积不是很大时,可以将原土壤换掉。这是通常采用的一种有效方法,施工过程也很简单。在一些站区,基层很浅,耕植土层较薄,土层厚度及电阻率均不能达到安全要求时,开挖水平接地槽(约1 m左右深度),内放水平接地体,以及挖垂直接地坑(约3 m左右深度,1 m左右的底部直径),内放垂直接地电极。挖好接地槽及垂直接地坑后,在其底部铺设约20 cm左右厚度的黏土,夯实后再放入接地电极,之后将低电阻率的土回填并夯实。完工之后再测接地电阻值,看是否符合要求。

此法适合于土层薄,基岩浅,占地面积不很大的变电站。

2.2.2 灌注降阻剂

降阻剂分两种:化学降阻剂和物理降阻剂。

化学降阻剂的成分一般是高分子材料,水以及某些电解质。当化学降阻剂灌注进接地体所在的土壤中后,会在土壤中迅速凝结成低电阻率的根须形状的胶状物,可以增加接地电极与土层的有效接触面积,增加入地电流的散流效果。

化学降阻剂使用后,对环境有一定的污染,会破坏周围生态环境。另外,时间长了以后,化学降阻剂会逐渐变质,接地电阻会逐渐变大。

物理降阻剂一般是具有导电性的非电解质固体粉末,外加具有固化作用的水泥粉。非电解质的粉末可以起到降阻作用,而且不受土壤的水分,pH值及湿度的影响。

使用降阻剂的过程是:在接地槽或接地坑内放置好接地电极,在其周围注入降阻剂。这样,就增大了接地电极的接触面积,实质上,降阻剂改变了接地电极周围土壤的电阻率,而不是改变接地网本身的接地电阻。

经过多年的工程实践应用及不断改进,降阻剂的施工技术及降阻性能已日趋完善。不少使用了降阻剂的变电站的接地网,验收测量时,接地电阻值都符合要求。但是,目前很少对降阻剂的长期间追踪检测,缺少性能长效性及接地体的腐蚀情况的返回信息。事实上,有的降阻剂持久性差,接地体腐蚀现象也有发生。因而,对降阻剂的使用仍在摸索之中,今后需加强对降阻剂的使用进行追踪监测,以便对降阻剂材料进行改进。

2.2.3 爆破接地法

近几年来,在施工中出现了一种新的降阻技术,称为爆破接地法,用来解决土壤电阻率高地区的接地电阻问题。其具体做法为:在土层钻垂直接地孔(一般深度为几十米,直径约为10 cm左右)。沿着接地孔的分布,与孔等深度,每隔一定距离进行爆破,将孔周围的岩层炸裂,以及发生松动。在孔内形成几米至几十米长的裂缝后,将浆状降阻剂用压力机灌注入接地孔内,使降阻剂从接地孔进入爆炸形成的裂缝中。这样做,使降阻剂与土壤接触范围增大,大范围改变了原土层的土壤电阻率,从而可以大幅度减小接地网的接地电阻。

目前,我国已经有很多起施工中采用了爆破接地法,均取得良好的效果。但是,对于地质构造脆弱的土层,爆炸易造成类似于地陷,滑块等灾难性后果。因而使用爆破法接地时,应注意地质结构。

综上所述,各种接地技术都有一定的使用范围,都必须结合各个地区的地质结构,选择适当的降阻措施。另外,各种降阻措施不是孤立的,在施工时,应该将不同的措施配合使用,以其达到最佳的降阻效果。

参考文献:

- [1] 周勇. 浅谈变电站接地网电阻偏高的原因及降低接地电阻的措施[J]. 广西电业, 2009(10): 90-92
- [2] 李斯和, 胡春. 高土壤电阻率地区变电站接地电阻改造[J]. 四川水利, 2007(1): 49
- [3] 潘以刚. 接地电阻测试技术分析[A]. 2006 全国电工测试技术学术交流会论文集[C], 2006: 147-155
- [4] 李志刚, 郭立红. 降低接地电阻新方法分析[J]. 河北水利, 2006(6): 36-37
- [5] 陈纪纲. 牵引变电所接地电阻允许值及降低接地电阻方法探讨[A]. 电气化铁路牵引变电所新技术年会论文集[C], 2007: 31-35
- [6] 曾雁. 怎样有效改善接地电阻[J]. 农村电工, 2005(12): 18

Research on Resistance Reduction Measures for Substation Grounding Network

SHAO A-hong^{1,2}, YE Yong-wei², TIAN Er-ming³

(1. School of Physics and Information Technology, Shaanxi Normal University, Shaanxi Xian 710072, China;

2. Department of Water Conservancy, Shanxi Water Conservancy Vocational College,
Shanxi Yuncheng 044000, China;

3. School of Information and Communication, North University, Shanxi Taiyuan 030051, China)

Abstract: When a fault of grounding network of a substation in power system occurs, the electric current at fault is rapidly connected with the earth to control the rise of maximum potential of the grounding network and to ensure the safety of the people and the equipment, as a result, qualified substation grounding network plays an important role in safely-running of power system. This paper comprehensively analyzes the main reasons for high grounding resistance value of the grounding network from the aspect of design, construction and daily operation of a substation, points out many problems in design, construction and maintaining for resistance reduction of grounding network based on the advantages and disadvantages of currently-used all kinds of resistance reduction measures and proposes some reasonable methods for resistance reduction.

Key words: substation; grounding resistance; soil electric resistivity