

海原西安供水水源工程三泵站接地系统优化分析

陈海龙 鲜小平

宁夏盐环定扬水管理处 宁夏吴忠 751100

摘要:十四五期间,我国的水利行业取得了很大的发展,尤其是西北地区,通过建设现代化引黄泵站,将黄河水送入了西北高原的千家万户。现代化扬水泵站在西北高原地区建设的过程中,也存在着许多问题,本文以海原县西安供水水源工程三泵站为例,结合西北地区的地貌、土壤等方面研究扬水泵站中接地系统存在的问题,并且对现代化扬水泵站建设中的接地系统进行优化分析,增强泵站机电设备运行的可靠性,延长泵站接地系统的使用寿命。

关键词: 扬水泵站; 接地系统; 电阻率

Optimization analysis of grounding system of three pumping stations in Xi'an Water Supply Source Project of Haiyuan

Hailong Chen, Xiaoping Xian

Ningxia Yanhuanding Water Management Office, Wuzhong Ningxia 751100

Abstract: During the 14th Five-Year Plan period, China's water conservancy industry achieved significant development, particularly in the northwest region. Through the construction of modern Yellow River pumping stations, the Yellow River water has been delivered to numerous households on the northwest plateau. However, the construction of modern lift pump stations in the northwest plateau region has encountered various challenges. This paper takes the Xi'an Water Supply Water Source Project Three Pump Station in Haiyuan County as an example. It combines research on issues related to grounding systems in lift pump stations with the topography and soil conditions in the northwest region. The paper also optimizes the grounding system in the construction of modern lift pump stations, aiming to enhance the reliability of pump station electromechanical equipment operations and extend the service life of the grounding system.

Keywords: Pumping Station; Grounding System; Electrical Resistivity

一、接地电阻在扬水泵站中的实验标准

1. 西北地区扬水泵站的现状

黄河为当地的经济社会发展贡献了很大的力量,由于西北地区海拔高,不同地区海拔相差较大,因此扬水泵站在扬黄灌溉中发挥了巨大的作用。现代化扬水工程的应用,在当地产生了巨大的综合效益,不仅提升了当地经济增长的速度,也为当地的环境改善贡献了很大的力量,但是同时泵站在气蚀和泥沙磨损之下,水泵过流部件、接地系统等受到一定程度的破坏,使得泵站能源单耗增加,设备发生接地故障的概率也变大,这些问题都严重影响了泵站工程的高效运行,成为制约当地泵站工程发挥正常效益的主要因素之一。

二、西北地区土壤特点

西北地区土壤主要以黄土为主,黄土的质地较为松

软,土壤成分中氮磷钾元素含量比较丰富,而且黄土层十分深厚,质地为粉砂壤土。此外黄土容易渗水,有较弱的强度,土质均应、土体疏松,通气透水性强,使其容易受到水和风力的侵蚀,易发生湿陷。西北地区植被覆盖率比较低,黄河每年要从黄土高原带走16亿吨泥沙,这意味着黄河每年要从黄土高原的土壤上剥蚀大约3mm的黄土。黄土的电阻率大约为200左右,这个数值在多种类型的土壤中属于偏高的,所谓土壤电阻率就是1立方米土壤电阻值,接地方式保持一定的条件下接地电阻的大小主要取决于土壤的电阻率,土壤电阻率越低,接地电阻越小,反之,接地电阻越大。

三、接地系统中存在的问题

1. 使用寿命比较低

由于黄土高原的地理、土壤性质特点,大量水土流

失使得在施工过程中施工与图纸设计存在偏差,埋深不够,接地网腐蚀速度较快。接地系统是在泵站建设之初就要预埋的,泵房零平面层的接地体后期比较容易更换,但是埋入到泵坑底下的接地体一旦出现问题,后期更换难度大,造价高,而且黄土质地松软,透水透气性比较强,泵站在使用几年之后,接地体的锈蚀会非常严重甚至局部会出现断裂现象,种种原因都导致接地体的使用寿命较低。

2. 接地电阻较大

西北地区的土壤主要以黄土为主,黄土易塌陷的特点会使接地体悬空,当接地体埋入到地底下之后,随着地下部分土壤塌陷,使得接地体与土壤不能够充分接触,可靠性降低。此外黄土地容易发生水土流失,尤其是在夏季雨季多的时候,大量的雨水会将土层一层层冲刷出来,水土流失导致预埋深度不够的接地体会露出地面,使得接地体与空气中的氧气和水分接触,增加了接地体的氧化速度,时间长了之后接地体的接地电阻值会大大增加,另外部分地段降阻剂年久失去效果,这些原因都造成泵站在投入运行几年之后接地电阻较大,影响到了泵站机电设备运行的稳定性和可靠性。

四、接地系统优化措施

1. 增加接地点

(1) 主厂房底层接地点

泵站建设初期,在主厂房地板层浇筑之前,将接地扁铁预埋到底板层里面,与封闭圈的钢筋可靠焊接在一起,通过封闭圈延伸出来,因为封闭圈全部都是钢结构,封闭圈后期是完全埋入土层深处的,封闭圈与土壤的接触面积是非常大的,将接地体与地板层的封闭圈焊接在一起,可以很大程度的降低接地电阻的阻值。泵坑底层的四个角和中间的柱子处各预埋焊接一根接地体,以前多数泵站在施工的过程中往往都是预埋4根,4根从理论上满足泵站建设对接地系统的要求,但是考虑到黄土的土壤特效,可以增加至6根。将这6根水平接地体用 $50 \times 5\text{mm}$ 的镀锌接地扁铁焊接在一起,因为泵坑层是深入到地底下的,而且与封闭圈可靠焊接在一起了,因此此处不需要再焊接垂直接地体,但是由于深埋地底,因此一定要焊接牢固。

(2) 泵坑层内部接地点

泵站前期建设过程中预埋的6根接地体不能直接埋入到土里面去,而是应该在距离泵房浇筑底板的时候,沿着泵房墙体的倒角延伸到泵坑里面去。在往里面延伸的时候,如果贴倒角进去,会给后期施工带来困难,因此应该在倒角之上30cm左右的地方延伸进来,便于后期施工。6根接地体全部延伸进来之后,用 $50\text{mm} \times 5\text{mm}$ 的

接地扁钢将6处的接地扁钢全部焊接连接到一起,在泵坑内部形成环形接地网,此处的接地网可以作为后期水泵电机等设备的保护接地,因为此处距离埋入到土中的接地体位置近,而且接地点多,能够起到有效的防护作用。

(3) 零高程处接地点

泵坑底层的6根接地扁钢不能在回填的时候埋在土里面,应该在距离厂房地面3米外的地方,沿着泵房墙体一直延伸上来,回填的时候将零高程之下的接地体全部回填。延伸上来的6个接地点,在距离泵房3米之外的距离外用 $50\text{mm} \times 5\text{mm}$ 的接地扁钢将6个接地点连接到一起,然后6个接地点之间根据垂直接地体的长度,焊接垂直接地体,将垂直接地体砸入到底下,搭建泵房外接地环形网。

(4) 主副厂房连接处接地点

泵站在接地网的建设过程中,主副厂房处于一个比较割裂的状态,只是将主副厂房用水平接地体连接起来。这样做的话,如果主副厂房之间的水平接地体断开的话,那么将造成接地网整体接地电阻上升,增加了发生隐患的可能,不利于泵站机变电设备保护的可靠性,让设备发生接地事故的可能性大大增加。因此,在主副厂房的连接处应该再增设2组垂直接地体,这两组接地体分别与水平接地体焊接,然后彼此再焊接在一起。如果水平接地体发生锈蚀、断裂等情况,那么各自的垂直接地体也能提供很好的保障,增加了室外接地环网的可靠性。

2. 焊接点优化

以前大部分扬水站在建设的过程中,接地扁铁焊接的时候,都是采用水平对接20cm的办法,使用这种办法水平对接可以满足接触面积标准。但是在垂直对接焊接的时候直接搭接面积不够,而且这种焊接方法由于接触面积比较小,随着土壤水分的侵蚀,以及扁铁的老化,接地阻值会大大增加。因此在这种焊接的基础之上可以增加双三角形焊接法,在2根接地扁钢之间,再焊接两根短的接地扁钢,既增加了两根接地体之间的焊接面积,也增加了此处接地体的机械稳定性,后期一旦此处发生塌陷,也能够保证两根接地体焊接的完整性。具体做法如图1所示。

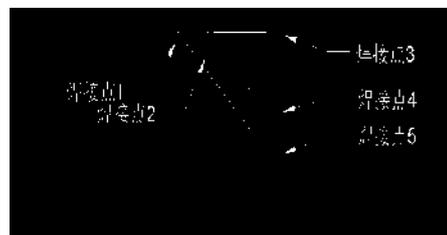


图1 三角形焊接法

除此之外,结合当地环境、土壤、湿度等影响因素,

应该选择适宜的防腐涂料,使用高性能的防腐材料。焊接点在焊接的时候,会破坏接地扁钢原有的镀锌防腐层,如果在焊接完成之后,不刷防腐涂料,会极大增加接地体的腐蚀速度,防腐材料选择不当或者防腐材料的防腐性能不够,也会导致后期接地体埋入地下之后,不能起到很好的防腐作用,导致接地体发生腐蚀氧化,使得整个接地系统的接地电阻值变大。

3. 接地体预埋位置优化

接地位置的选择对泵站的接地系统的可靠性影响也比较大,通过对比了几组不同位置接地预埋的泵站之后,本文结合相关资料,对泵站接地体位置的预埋做出了优化,通过选择合适的预埋位置,不但节省了经济成本,而且提高了接地的可靠性。环绕泵站的垂直接地体的与泵站的垂直距离在3米以上,垂直接地体彼此之间的距离小于垂直接地体的长度,避免了在遭受雷电侵入的时候,接地系统对泵站自动化信息化系统造成影响。高压室电缆沟内的接地扁铁,预埋到电缆沟底板之下,然后从电缆沟底板伸上来,避免了电缆沟内潮湿进水等使得接地扁铁产生锈蚀。

4. 优化接地材料

(1) 垂直接地极

现在大部分扬水泵站在接地系统的设计过程中使用的垂直接地极都是直径为50mm的镀锌圆钢或者一些其他型号的镀锌圆钢作为接地极。但是在实际施工过程中,接地扁钢与圆钢焊接的时候缝隙比较大,搭接面积比较小,焊接难度大,因此可以考虑用同等级别的角钢替换圆钢作为接地极的材料。角钢作为垂直接地体相较于圆钢有着多方面的优点,角钢本身的展开面积要大于圆钢,因此当角钢埋入地下之后,其与大地的接触面积要大于圆钢。角钢在与扁钢焊接的过程中,更容易贴合,焊接难度小,且焊接之后的接触面积要大于圆钢。综上,使用角钢的优点要大于圆钢,因此在泵站接地主网的搭建过程中,可以采用镀锌角钢代替圆钢。

(2) 水平接地极

在泵站建设的过程中,结合当地的环境特点,如果土壤含水率比较高的话,主厂房及副厂房外围的主接地网垂直接地体的连接可以使用 $50 \times 5\text{mm}$ 的镀锌接地扁铁,增加水平接地体的宽度和厚度,提高接地体的防腐性能。对于暗敷在墙体中的扁铁,受到腐蚀的因素比较小,采用规格较小的扁铁,主接地网和配电箱等接地体采用不同规格的接地扁铁,既增加了接地的可靠性也降低了接地网建设过程中的经济费用。

5. 增加二次接地网

当前西北地区大部分引黄泵站使用的主接地网都是用的接地扁钢焊接的,但是泵站的机电设备对于接地系统的要求比较高。只使用一套接地网,则难以满足泵站在长久运行过程中对接地系统的要求。因此可以考虑在主厂房及副厂房内再设计一套二次接地系统,二次接地系统可以使用铜排去做,因为铜排的导电率、防腐性能要远远优于扁钢。用铜排沿电缆沟为高压室内以及主厂房内的主要电气设备、信息化、自动化设备搭建一套二次接地网络,副厂房的二次接地网连接完成之后,再引出一根铜排沿着主电缆沟到变电所,为变电所的配电箱、控制箱搭建二次接地网,将配电箱、控制线工作接地线接到铜排上,将箱体的保护接地接到一次接地扁铁搭接的接地网上,同样再从高压室的二次接地网中引出一根铜排沿着主电缆沟到主厂房二次设备层,为主厂房的液压控制柜、LCU柜等搭设二次接地网,提升接地的可靠性和稳定性。泵站建设初期预埋的铜排引出线,将二次接地网和厂房外围的主接地网使用螺栓可靠连接,因此要注意在泵站建设初期就要为后期二次接地网的引出预埋需要用的铜排,不然后期施工的过程中将大大增加施工的难度,而且也会造成施工质量的下降,达不到设计要求的标准。泵站后期机电设备、信息化、自动化设备安装的过程中,将设备的接地线可以引到二次接地网,让接地系统更加可靠。

五、结论

随着自动化、信息化技术在泵站建设和更新改造中的不断应用,泵站在水利发展中扮演着越来越重要的角色,为人们的日常生活用水、农业灌溉、林业、畜牧业的发展提供了巨大帮助。在泵站系统应用的过程中,接地技术的设计、施工质量直接影响着接地系统的可靠性,影响着泵站机电设备保护的可靠性和稳定性。为此需要采取一些可靠的措施,对泵站接地系统中存在的问题进行处理,保证泵站机电设备、自动化信息化安全,并为泵站的高效、安全运行,提供保障。

参考文献:

- [1]刘庆国.高土壤电阻率地区接地问题分析及处理.基础科学,2011.
- [2]张瑾.接地系统在泵站中的应用.江苏,2008.
- [3]杨莉莉,程磊.提高泵站机电设备接地可靠性的措施研究.2015.
- [4]史超.万家寨引黄工程总干二级泵站接地系统改造设计分析.2015.