

东雷抽黄灌区大伏六站泵站电气设备防雷系统技术探究

张欣 智俊凯 王鹏

渭南市东雷抽黄工程管理中心

DOI:10.12238/hwr.v9i3.6221

[摘要] 东雷抽黄灌区大伏六站泵站是陕西省利用黄河水源修建的多级高扬程大型电力提灌工程,该工程对当地农业灌溉与当地水利发展有着较大的影响,肩负着守护当地水利发展重要责任。由于阶段气候多变,加强对该水泵站电气设备防雷系统技术,就显得十分重要,可以起到防雷作用,减少雷电对水泵站电气设备损坏。本文对东雷抽黄灌区大伏六站泵站电气设备防雷系统技术探究,结合大伏六站泵站电气设备防雷进行阐述,提出合理的防雷击解决方案。

[关键词] 东雷抽黄灌区; 大伏六站; 泵站; 电气设备; 防雷

中图分类号: TH3 文献标识码: A

Electrical Equipment of Dafu Six Station Pumping Station in Donglei Yellow River Pumping Irrigation Area Research on lightning protection system technology

Xin Zhang Junkai Zhi Kai Wang

Weinan dong lei Chu Huang project management center

[Abstract] The electrical equipment of the Dafu Sixth Station pumping station in Donglei Yellow River Irrigation Area is a multi-stage high lift large-scale electric irrigation project constructed by Shaanxi Province using the Yellow River water source. This project has a significant impact on local water conservancy irrigation and agricultural development, and shoulders an important responsibility to safeguard local water conservancy development. Due to the variable climate during this stage, it is important to strengthen the research on lightning protection system technology for the electrical equipment of the water pump station, and it is worth enhancing research in this area. This article explores the lightning protection system technology for the electrical equipment of the Dafu Sixth Station pumping station in the Donglei Yellow River Irrigation Area. Combining with the lightning protection of the electrical equipment of the Dafu Sixth Station pumping station, a reasonable lightning protection solution is proposed.

[Key words] Donglei Yellow River Irrigation Area; Dafu Six Station; Pump station; Electrical equipment; lightning protection

引言

陕西省东雷抽黄灌区是重要的农业枢纽,对当地水利灌溉与防洪等发挥着重要作用,同时还是水力资源调配的中心之一,更是当地灌溉质量和效率的主要基石之一,保障了广阔的粮食区域的安全种植。泵站是重要的电气设备之一,是驱动水利正常运转的重要设施,又被视为是“心脏”。泵站运行则直接关系到灌溉与农业生产的正常开展。但是随着我国气候日益恶化,极端天气增多。由此引发了雷电气候灾害。当雷电灾害频繁发生的时候,就会对泵站电气系统造成影响。雷电不单单会直接影响到电气设备的正常运行,同时更会直接引发火灾或者水利设备损坏,还可能产生电磁反应而间接对当地的各种电力设施,或者是重要的电气设备产生损坏,从而对该水利设施造成严重的破坏,从而引起巨

大的经济损失,并会对当地的农作物正常生产造成无法弥补的损失,尤其是在夏天雷电气候频繁天气更是如此。因此,东雷抽黄灌区面临着很大的挑战。如果防雷系统一旦失效,那么雷电冲击就会直接造成泵站停机的现象,更有可能造成十分严重的损害。这不单单会直接影响到灌溉生产,也会给农业正常生产造成巨大的损失。对当地居民的正常生产与生命财产安全构成直接的威胁。

1 雷电概述

1.1 雷电的产生

雷电是正常的大气静电放电而产生的一种独特现象,当正负电荷云层或者云层和地面相遇的时候,此时云层的内部的电荷如果达到较高数值的时候,便会引起静电放电现象,这种现象又被称之为雷电^[1]。

1.2 雷电的传播

当雷电放电的时候, 电流在空气中就会以极快的速度进行传播, 即我们成语所说的迅雷不及掩耳。当静电放电的时候通常会伴随着强烈的光热效应产生, 会产生大量的电磁辐射。而这些雷电效益和电磁辐射就会对地面的通讯设备、电气设备产生极大的损害和冲击, 并引发感应性伤害出现, 甚至还会引起设备起火, 或者是引发地面火灾, 如: 森林火灾等, 更会对地面上的人员造成伤亡^[2]。

雷击一般分为直接和感应雷击、地电位反击, 顾名思义, 直接雷击指的是雷击直接击中电气设备或者是含有线路的电线。由此产生强烈的雷击反应, 此时就会导致设备产生损坏; 感应雷击指的是雷电没有直接击中电气设备。但是, 在击中电气设备附近物体的时候产生强大的电磁效应。此时就会产生高强度电流和电压力, 从而对设备造成间接性损害; 地电位反击所指的是, 当雷击击中附近的物体的时候, 那么就会导致该物体和周围地面产生强烈的电位差的现象, 一旦电气设备和该物体有电气连接的时候, 就很有可能导致电位差过大而引起设备的损害。

2 电气设备防雷系统概述及水泵站防雷措施

2.1 电气设备防雷系统概述

防雷设施一般是通过现代电学或者其他技术来预防雷电击中的相关设备。随着科技不断的发展, 防雷设备类型也变得越来越多, 其中包括: 电源防雷器、电源保护插座、天馈线保护器、信息防雷器、防雷测试工具、测量和控制系统防雷器、地极保护器^[3]。

2.2 电气设备防雷系统保护方式

保护方式包括: 拦截与分流、等电位连接、接地、屏蔽、过电压保护。通过设置避雷针或者避雷装置等, 将雷电引入地下, 从而避免地面上的建筑或者设备等遭受雷击。等电位连接指的是通过将建筑物内所有的金属外壳的电气设备相互连接起来, 减少电流引发的伤害现象。接地指的是将电线埋入地下, 确保雷电击中的时候将电流引入到地下, 可以有效的减少接地电阻, 能够最大限度的减少雷击伤害的出现。屏蔽指的是使用金属屏蔽层盖住电气设备, 以减少雷电击中附近物体从而导致周边电气设备产生直接损害。过电压保护指的是在电气的入口段安装避雷线, 当雷电压超过一定的阈值的时候, 保护器就会立即启动将电压限制在一个相对的安全的范围以内。

3 东雷抽黄灌区大伏六站泵站电气设备防雷系统技术应用分析

3.1 东雷抽黄灌区大伏六站泵站概述

东雷抽黄灌区大伏六站是东雷系统三级泵站, 位于合阳县坊镇大伏六村, 由东雷二级站供水, 从东雷干渠5+411处引水, 1980年建成, 设计灌溉面积10.7万亩, 本级灌溉面积5.19万亩, 设计流量4.4m³/s, 净扬程24.73m, 设计扬程28.15m。泵站共安装水泵机组4台, 其中32SH-19型水泵2台, 配套YL118/44-8 6KV 800KW电机2台; 20SH-13A型水泵2台, 配套JSQ148-6 6KV

310KW电机2台。泵站安装主变压器SJL1-3150/35/6一台, 直配变压器SJ-100/35/0.4一台。泵站为正向进水正向出水; 进水池、主厂房、压力出水管、出水池呈直线布置; 主厂房为砖木结构, 厂内水泵电动机呈一列式布置; 设5t电动单梁桥式起重机1台; 压力管道为预应力钢筋砼管, 单机单管出流, 管径1.0m和0.6m的各两道, 出水采用拍门断流; 生活区位于主厂房进水侧, 建筑面积1072m²。

高压柜7面, 低压配电柜4面, 电容补偿柜2面, 直流柜2面, 保护屏4面, 自动化屏2面, 其它动力控制箱13面; 更新各类电缆6.53km。详见表3-1。

表3-1 泵站更新改造主要电气设备更新表

机电设备	拆除			新建		
	型号	单位	数量	型号	单位	数量
高压开关柜	GG-1A	面	5	KYN28A-12	面	7
低压开关柜	BDM-1	面	4	GGD2型	面	4
电容补偿柜				TBZ10-750	面	2
直流柜	BZ-1	面	2	GZDWK31-100/220M	面	2
控制保护屏	PK-1A	面	2	PK-10	面	4
电力电缆	6kV/ZL型 电力电缆	米	4560	10kV/YJV 电力电缆	米	6530

3.2 东雷抽黄灌区大伏六站泵站电气设备防雷系统技术应用措施

本次总体方案是构建一个全面、高效、可靠性强的电气设备防雷系统, 最终是保证该泵站在极端的雷电恶劣天气中该站内的电气设备不受雷击损坏, 或者间接损害, 将雷电对设备造成的损失降至最低, 减少经济损失。确保雷雨天气期间水泵站能够正常运行, 不出现任何设备损坏现象。提高直接雷击和感应雷防护能力。另外, 接地系统均满足于电阻1Ω的电阻值, 确保将雷电引入到地下, 保证接地系统能平稳而有高效的运行。

3.3 过电压保护和接地

3.3.1 电气设备绝缘配合原则

电气设备绝缘配合原则需要考虑到多个方面的因素来决定, 从设备的工作电压和过电压、设备的绝缘水平来考虑防雷设备的综合价格, 其中, 包括了设备造价、维护费用、事故损失等, 从而力求达到安全、经济和高质量供电的目的。

①安全原则, 设备的绝缘水平能够承受的最高过电压的绝缘最大限值, 其中, 通常包括了雷电过电压和操作过电压最大值; 避雷器残压要低于绝缘耐受电压, 如此才可以确保设备在雷电冲击的情况下而不会引起损坏的情况^[4]。②经济原则, 防雷设备安装和管理及维护等成本都已经纳入到总成本中, 力求减少防雷设施的总投入; 需要考虑到维护设备的长期投入和使用, 应选择具有性价比较高的原材料与设计方案。③供电原则, 满足水泵站的供电需要, 确保减少因雷击等引起的设备损失发生。可以通过计算绝缘设计等成本, 从而提高设备计算的安全性。

对于35kV及以下的系统,一般以雷电过电压决定系统的绝缘水平。即以避雷器的残压为基础确定设备的绝缘水平并保证输电线路有一定的耐雷水平。因此,需要选择合理的绝缘子材料、避雷器,计算二者的投入所需费用,其中,绝缘子的购入成本为100元,避雷器每个成本约为2000元左右。结合上述统计可知,上述共有32台各类设备的,假若每台设备安装一个避雷器,根据安装需要,大约需要36台左右,其余三个防雷器可用于建筑防雷等,购买成本为70000元。一般情况下,绝缘子的数量不是直接由建筑面积决定的,因此,在计算需要多少绝缘子的时候,则需要根据该水泵厂的电力线路的设计、电压等级、环境条件、导线的类型和数量以及绝缘子的类型和规格等多个因素共同决定的,一般情况下,绝缘子的安装间距为5米,而根据厂房情况5~10个绝缘子,初步估算绝缘子购入成本为500~1000元。其他费用包括安装费、运输费、维护费及其他的安装过程中产生的各种损耗,如:正常设备报损费等,一般占到总设备费的5%左右,除此之外,维护费用约为成本的5%左右,维修成本占到总成本0.3~1%左右。综合这些不同的成本初步估算约为80000元至850000元之间。

综上所述,在设计该水泵站电气设备防雷系统技术方案的过程中,应考虑多种不同成本因素的影响,提高供电质量和要求,同时也要选择适合的绝缘配合方案。

3.3.2主设备的绝缘水平

大伏六站水泵使用的主变压器:雷电冲击耐受电压(峰值)200kV,表明可以承受200kV以上的电机而不被损害。设备的额定1min工频耐受电压(有效值)85kV,绝缘可以持续承受85千伏的工频电压1分钟而不发生损坏。从主设备的绝缘水平来看,并未达到很好的绝缘水平。因此,需要加强设备的耐受电压水平。其中,根据《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》(DL/T 620—1997)10.4.4条a可知,额定雷电冲击耐受电压值不小于694.4kV。因此需要在设备接口安装一个过电压保护,以提高承受电压能力。另外,再通过将水泵站内的外壳的电气设备相互连接起来,从而可以得到减少电流对设备的损坏;接地可以采取将电线埋入地下,如确保雷电击中的时候将电流引入到地下,能够有效的减少接地电阻,减少雷电冲击带来的影响。

3.3.3 35kV母线避雷器配置

为使主变压器避免遭雷电波侵袭而损坏,在35kV母线设置避雷器,可以选择考虑选择金属氧化物避雷器(MOA)、碳化硅避雷器。目前,金属氧化物避雷器应用性最好因此一般都选择该类型避雷器,其使用性和寿命最长,保护性能更好。但是,在安装避雷器的时候可以考虑避雷器的类型和额定电压及安装主要位置,同时也需要考虑到接地与连接以及保护范围与配合等不同方面,如此就可以保证变压器在雷电波侵袭的情况获得最为周全的保

护,提高水泵站的电力设备正常运行和系统安全性^[5]。

3.3.4直击雷保护

由于35kV变电站采用敞开式布置,为使电气设备免受雷击而损坏,本设计考虑一座24米高的避雷针,对变电站进行防直击雷保护。此方法可以起到有效的起到预防直击雷对设备的影响和损坏,如:将雷电优先的引导至金属顶端,然后通过电线引导到地下,由此实现防止直击雷时产生的强大的电流和电磁效应的产生。

3.3.5接地系统

大伏六三级站采用TN-S接地系统,本站工作接地、保护接地、计算机监控接地共用一个接地系统,故接地电阻按小于1 Ω 设计。采取该系统可以有效的将电流引导到地下,减少对地面的影响和危害,降低直接和感应雷击、地电位反击带来的巨大损害。

4 结论

综上所述,加强东雷抽黄灌区大伏六站泵站电气设备防雷系统技术探究就显得十分具有现实性意义和价值。但是,如果想要做好该泵站电气设备防雷系统,那么就需要结合该泵站的情况和设备运营情况进行布置设计,要重点研究防雷技术设备 and 应用措施及方法等,以期提高泵站的防雷能力和效率,这样才能更好的设计东雷抽黄灌区大伏六站泵站电气设备防雷系统,提高防雷技术级别和能力,减少因雷电袭击而引发重大的损失发生。

参考文献

- [1]李思宇.中波广播发射台防雷措施及综合防雷技术探究[J].西部广播电视,2024,45(18):188-192.
- [2]邱续东.220kV输电线路综合防雷技术探究[J].电工材料,2023(2):84-86.
- [3]周凤婷.探究输电线路设计中线路防雷技术运用[J].电力设备管理,2024(2):50-52.
- [4]胡锦涛.220kV输电线路综合防雷技术探究[J].模具制造,2023,23(9):256-258.
- [5]王泽龙.高层建筑电气施工中防雷及接地技术应用探究[J].建材与装饰,2024(010):020.

作者简介:

张欣(1986—),男,汉族,陕西省渭南市人,本科,电气助理工程师,研究方向:电气自动化。

智俊凯(1987—),男,汉族,陕西大荔人,本科,助理工程师,研究方向:电气自动化。

王鹏(1979—),男,汉族,陕西合阳人,本科,助理工程师,研究方向:电气自动化。