

Discussion on Intelligent Gas Injection Technology of HGIS Equipment in Substation

Hongda Liu Xiaohao Lv Guoming Jing Wei Cai

Henan Power Transmission and Transformation Construction Co., Ltd., Zhengzhou, Henan, 450007, China

Abstract

As the central link of energy and power sustainable development, power grid plays an irreplaceable role in modern energy supply system. With the rapid development of China's electric power, the scale and capacity of substation construction are becoming larger and larger, and the performance of HGIS equipment is also growing. HGIS equipment is an important equipment of substation. The vacuum pumping and gas injection construction process of HGIS equipment is the core process of HGIS equipment installation, the construction cycle of this process is long. At present, it is manual and semi-automatic operation, and it needs to be on duty day and night, cause the waste of manpower and material resources. If HGIS deformation is not found and handled in time, it causes serious loss and high risk cost. The existing construction mode can not meet the construction requirements.

Keywords

HGIS; SF₆ intelligent gas injection; intelligent system; transformer substation

变电站 HGIS 设备智能注气技术探讨

刘宏达 吕小浩 景国明 蔡伟

河南送变电建设有限公司, 中国·河南 郑州 450007

摘要

电网作为能源电力可持续发展的中心环节, 在现代能源供应体系中发挥着不可替代的作用。随着中国电力的迅速发展, 变电站建设规模及容量越来越大, HGIS 设备的性能也随之增长。HGIS 设备是变电站的一个重要设备, HGIS 设备的抽真空和注气施工工序是 HGIS 设备安装中最核心的工序, 该工序施工周期长, 目前为人工加半自动化操作, 需人工日夜不间断值守, 造成人力、物力的浪费。若 HGIS 本体变形没有及时发现、处理, 会造成严重损失, 风险成本极高。现有施工模式已不能满足施工要求。

关键词

HGIS; SF₆ 智能注气; 智能系统; 变电站

1 绪论

1.1 研究背景

中国的经济飞速增长, 对电力的需求突飞猛进, 要求变电站的规模越来越大。在进入冬季施工时, 气温极寒, 特别进入 12 月份日平均温度小于 -20℃。

在此天气下的 HGIS 安装施工对工人而言是个极大的挑战, 特别是对 HGIS 中 SF₆ 气体注气。居民用电和工业用电大幅度增长, 城市变电站和企业变电站的建设速度也随之加快。为了节约用地, 净化环境, 确保安全, 可靠供电, 这些变电站的建设大多采用 HGIS 电气设备。但是 HGIS 设备时常因

生产质量和安装不当造成设备漏气和 SF₆ 气体含水量偏高等问题。设备漏气会使密度继电器发出报警信号, 甚至低气压闭锁而引起故障拒动, 扩大故障范围。含水量偏高, SF₆ 气体在消弧高压下分解与水反应生成危及设备的氢氟酸, 当 SF₆ 气体中水分超过允许界限, 则在温度降低时, 水分在绝缘表面凝结, 使绝缘强度大大降低, 严重时造成沿绝缘面闪络, 发展成内部故障。这些故障一旦发生, 不讲经济损失, 仅返修、消除缺陷也十分困难。因此, 解决以上问题的抽真空与充气在 HGIS 安装过程中极其重要。研发该系统目的是本项目主要针对施工变电站工程施工现场的实际情况, 制作 HGIS 设备智能注气系统, 该系统能降低 HGIS 气体泄漏的风险, 同时能节省人力、物力、财力, 实现 HGIS 抽真空和 SF₆ 注气的

【作者简介】刘宏达 (1971-), 男, 中国河南郑州人, 硕士, 教授级高级工程师, 从事输变电工程管理研究。

自动监控,提高工作效率。

1.2 研究现状

HGIS (Half Gas Insulated Substation) 是气体绝缘变电站的英文名字简称。在气体绝缘变电站中,大部分的电气设备都是被直接或间接密封在金属管道和套管所组成的管道树中的,从外部看不到任何开关、线路和接线端子。管道树的内部全部采用 SF₆ 气体作为绝缘介质,并将所有的高压电器元件都密封在接地金属筒中。它是由断路器、母线、隔离开关、电压互感器、电流互感器、避雷器、套管 7 种高压电器组合成的高压配电装置。

在电力系统和各种用户系统中,高压电器和开关设备均具有重要的地位和作用,各种高压和开关设备的工作原理和功能各不相同,它们共同构成了供变电工程。随着电力系统的发展,对发、输、供和用电的可靠性要求越来越高。对高压电气设备的状态检测显得尤为重要。目前,国际对高压电气设备状态检测主要是针对断路器、容性设备避雷器、HGIS 等设备进行检测。断路器中应用最多的是 SF₆ 封闭式组合电器,主要指将断路器、隔离开关、母线和互感器等都浸泡在高性能绝缘材料中如真空、SF₆ 气体等,称为“气体绝缘开关设备(HGIS, Half Gas Insulated Switchgear)”,封闭组合电器具有优异性能。其强大的开断能力和安全可靠性能得到电力市场的广泛认同,在发电厂的 220KV 配电间和变电站中,大都已经采用了封闭组合电器 HGIS,这对千高压开关设备的检修提出了新的要求。对发电厂和变电站的高压电气设备进行“状态检测”既是必要的,也是必然的。对高压电器状态检测主要指的是对各种开关设备和电器进行检测,其对整个电力系统的运行起着至关重要的作用。

HGIS 设备的性能也随之增长, HGIS 设备是一个变电站的重要设备, HGIS 设备的抽真空和注气施工工序是 HGIS 设备安装中最核心的工序,该工序施工周期长,目前为人工加半自动化操作,需人工日夜不间断值守,造成人力、物力的浪费,并且若发生 HGIS 本体变形或气体泄露没有及时发现处理,则会造成严重损失,风险成本极高,为了改进注 SF₆ 气体的工艺。

1.3 研究内容

1.3.1 SF₆ 气瓶自动加热称重控制系统

SF₆ 气瓶自动加热称重控制系统的目的是通过研制该系统,实现 SF₆ 气瓶充注过程中的自动加温,并且在 SF₆ 气瓶充

注压力低于指定值时自动关闭充注电磁阀时,以短信方式发送至指定号码提示更换气瓶。

1.3.2 HGIS 设备 SF₆ 气体自动充注系统

HGIS 设备 SF₆ 气体自动充注系统的目的是有效地提高 HGIS 设备 SF₆ 充注工作的工作效率,提高施工进度,避免返工,减少大量的人力物力,节约成本,提高施工安装质量,确保 HGIS 设备的安全运行。

1.3.3 SF₆ 气体回收系统

SF₆ 气体回收装置中回收气体的气室需要自动抽真空,回收气体,回收完毕后自动关闭回收电磁阀,并以短信方式发送至指定号码提示进行下一步工作(见图 1)。

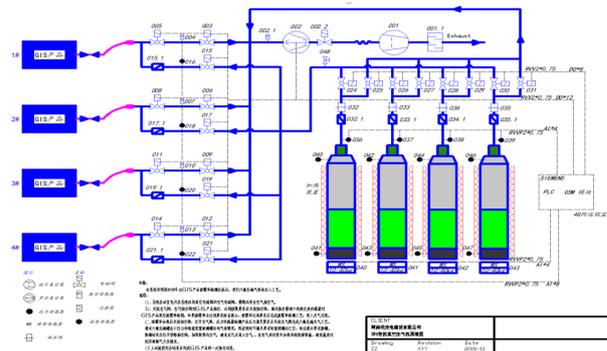


图 1 SF₆ 气体回收系统

2 HGIS 设备智能注气系统

技术在不断地发展,变电站的规模变得越来越大,对工作可靠性的要求高。尽管 HGIS 故障率不高,但是 HGIS 的 SF₆ 注气工作非常的重要,一旦出现故障就会造成重大损失。轻则可能会造成设备故障;重则会引发有毒气体扩散,危及安全生产。因此,分析 HGIS 注气的影响因素,并采取相应的防范措施具有非常重要的意义。

某智能系统电路图的设计实现同时对 4 台 HGIS 产品泄漏率检测合格后,进行六氟化硫气体的充入工艺。

① 系统启动,首先开启系统内的真空阀和充气阀,对管路抽空。

② 关闭充气阀,打开抽空阀对 HGIS 产品抽空,达到极限要求后关闭抽空阀,通过抽空管道口的真空度传感器对 HGIS 产品进行泄露率检测,如果泄露率未达到要求则给出提示,泄露率达到要求则完成泄露率检测工艺,进入充气过程。

③ 泄漏率合格后关闭抽空阀,打开充气阀,压力传感器检测产品压力满足要求后关闭充气阀完成六氟化硫充气工艺。

通过六氟化硫罐出口压力和称重装置检测罐内的气体情况,两者同时不满足要求时说明罐内已空,给出提示要求换罐。换罐结束后打开旁路抽空阀,抽取软管内空气,避免充气后混入空气。在充气的过程中加热系统持续恒温,避免温度过低导致缺气欠压情况。

④ 上述流程完全结束后完成 HGIS 产品的一次抽充过程。本设备用于抽真空和从 SF₆ 气瓶到气室的充气。



图2 智能系统原理图

依据工作原理,并结合电路图进行制作,通过招投标确定制作厂家,对该系统进行设计和组装,实物如图2所示。

2020年6月5日,所有附件及主体装置发至现场,小组成员进行装置组装及设备配线连接,并填写安装记录;2020年6月20日,成员对安装好的电子产品进行绝缘性能测试,并检查电磁阀门是否正确开闭,同时查看流量计是否指示正确,记录数据;2020年7月1日,成员对已经安装完毕的智能监控系统进行试验,主要查看注气系统逻辑是否正确,各种阀门是否正确开启,模拟故障是否正确动作等,并形成完整的验收报告。

3 成果检验

3.1 经济效益

《HGIS 设备安装自动控制装置的研制及应用》包括安装 HGIS 真空监测系统、SF₆ 气瓶自动加热称重控制系统、HGIS 设备 SF₆ 气体自动充注系统、SF₆ 气体回收系统四个系统,已经进行了生产转化,累计用于该公司的埃塞俄比亚 GDHA500kV 输变电工程、中国内蒙古开鲁 500kV 新建工程、中国山西晋中 1000kV 变电站工程、中国周口西 500kV 变电站工程、中国漯河西 500kV 变电站工程、中国平顶山 220kV 市区北变电站工程、中国周口淮阳(郟陈) 220kV 变电站工程等 57 个变电站工程,其中每台使用该系统的 HGIS 节约费

用(人工、电费、风险成本)82000 元,该公司在 2016 年共计安装 HGIS 共计 61 台,共节约费用 5002000 元;在 2017 年共计安装 HGIS 共计 47 台,共节约费用 3854000 元;在 2018 年共计安装 HGIS 共计 15 台,共节约费用 1230000 元。综上,该公司自 2016 年来使用该系统共节省费用 10086000 元。该系统精确可靠,运行良好,可以严格按照国标及厂家的说明书进行自动逻辑操作,节省了大量的人力、物力,自动化程度高,解决工程实际施工问题,实现早送电,完成清洁能源输送,形成了新的施工工艺,获得业主及监理方的多方好评。

3.2 社会效益

《HGIS 设备安装自动控制装置的研制及应用》已形成实用新型专利 8 项,软件著作权 1 项,已申报实用新型专利 8 项。该系统的应用,提升了施工单位的工作效率,节省了人力,施工安全性得到了提高,缩短了 HGIS 的安装时间,有效地缩短关键工序的持续时间,节省了总工期,社会效益显著。

4 结语

4.1 总结

① SF₆ 气瓶自动加热称重控制系统。

本成果准备研制一套 SF₆ 气瓶自动加热称重控制系统,该系统在电力系统乃至国内外中属于首创,已申请实用新型专利。SF₆ 气瓶自动加热称重控制系统的目的是通过研制该系统,实现 SF₆ 气瓶充注过程中的自动加温,并且在 SF₆ 气瓶充注压力低于指定值时自动关闭充注电磁阀,并以短信方式发送至指定号码提示更换气瓶。该项目在整个电力系统属于首创,处于整个电力施工领域的前列。

② HGIS 设备 SF₆ 气体自动充注系统。

本成果准备研制一套 HGIS 设备 SF₆ 气体自动充注系统,该系统在电力系统乃至国内外中属于首创,已申请实用新型专利,HGIS 设备 SF₆ 气体自动充注系统的目的是可以有效的提高 HGIS 设备 SF₆ 充注工作的工作效率,提高施工进度,避免返工,减少了大量的人力物力,节约了成本,提高了施工安装质量,确保 HGIS 设备的安全运行。该项目在整个电力系统属于首创,处于整个电力施工领域的前列^[1]。

③ SF₆ 气体回收系统。

本成果准备研制一套 SF₆ 气体回收系统,该系统在电力系统乃至世界属于首创,已申请实用新型专利,SF₆ 气体回

收装置对需要回收气体的气室自动抽真空,回收气体,回收完毕自动关闭回收电磁阀,并以短信方式发送至指定号码提示进行下一步工作。该项目在整个电力系统属于首创,位于整个电力施工领域的前列^[2]。

4.2 展望

近年来中国仍面临能源安全、环境污染、新能源发展等突出问题,特别是大部分地区出现的严重雾霾天气,解决能源科学发展问题刻不容缓。电网作为能源电力可持续发展的中心环节,在现代能源供应体系中发挥着不可替代的作用。随着中国电力的迅速发展,变电站建设规模及容量越来越大,HGIS设备的性能也随之增长,HGIS设备是变电站的重要设备,HGIS设备的抽真空和注气施工工序是HGIS设备安装中最核心的工序,该工序施工周期长,目前为人工加半自动化操作,需人工日夜不间断值守,造成人力、物力的浪费,并且若发生HGIS本体变形或油泄露没有及时发现处理,则会

造成严重损失,风险成本极高,现有施工模式已不能够满足施工要求^[3]。

随着中国经济发展的快速增长,居民用电和工业用电大幅度增长,城市变电站和企业变电站的建设速度也随之加快。为了节约用地,净化环境,确保安全,可靠供电,这些变电站的建设大多采用HGIS电气设备。但是,HGIS设备时常因生产质量和安装不当造成设备出现问题。一旦这些故障发生,不讲经济损失,仅返修、消除缺陷也是很困难的。因此,应着手解决HGIS安装过程中抽真空与充气出现的一系列问题。

参考文献

- [1] 邝湘吉. 智能变电站继电保护系统可靠性分析[J]. 中国高新技术企业,2017(10):206-207.
- [2] 苏迪华. 智能变电站继电保护系统可靠性要点探析[J]. 通讯世界,2017(18):204-205.
- [3] 陈柱梁. 试析HGIS变电站的现场安装调试[J]. 企业技术开发,2014(33):9-10.