

天然气管道站场 110kV 变电站智能化改造策略

蒋翠苹 孙 旭 秦少博 (国家管网集团北方管道有限责任公司, 河南 郑州 450008)

摘 要:天然气管线智能化是今后管线工程发展的必然趋势,其运营主体正朝着“分区监管”“智能巡检”等发展方向发展,而一些输气管线站 110kV 变电站由于投入使用年限比较久,其原有的设计思想及装备特性使得其内部的许多电器及自动化系统都有必要进行智能化改造。因此,对新建的变电站中的重要电器和自动化系统进行了详细的分析,并将其与现有的先进技术相融合,并将其与现有的先进技术相融合,对与之相匹配的新技术进行研究,确定经济、合理、安全的技术方案。为避免对输气管线站的正常生产运营带来很大的冲击,增设自动系统辅控功能,视频监控系统,主要电气设备在线监控系统,与轨道机器人的智能巡视系统相结合,能够实现“一键顺控”“无人值守”等功能,大大减轻操作工人的工作负担,实现电气设备的早期故障检测。

关键词:天然气管道站场;变电站;智能化改造;在线监测

0 引言

由于天然气管道站场是易燃、易爆场所,因此,其一般都修建在比较偏僻的地区,运输十分困难。最近几年,各地管网运营公司纷纷推行“分区经营”和“无人值守”的经营方式,减少了站点内部员工人数,提升了设施的智慧程度。同时,我国现有的变电站智能化改造工作也比较完善,制定了一系列的技术规范。但是,由于现有的燃气管线大多受到当初建造时的设计思想以及电力设施的特性限制,在实现了变电站的智能化之后,必须对其进行大规模的电力设施改造,有些改造工作还必须返回工厂。但由于是全国的能源干线,因此不能长期停止输送,不然就会影响到下游的燃气需求,因此,完全借鉴其他电网的智慧变电站是不现实的。

另一方面,由于管网运营机构的经营方式发生了转变,运营人员所要监管的车站数目不断增多,但是依然要手工巡视变电站的电力设施,每日往返于各车站,而电力设施的服役时间也在不断增长,出现了各种问题,运营机构的安全工作压力也在不断增大,迫切要求寻找出一种切实可行的方法。

1 智能化变电站技术特点

智能化变电站的分级分布体系,可以划分为过程层、间隔层、站控层 3 层;实现全站信息的数字化,通信平台的网络化,信息共享的规范化;以光缆代替传统线缆,高集成度、低能耗的电子器件被广泛应用于各种电子装置;由于使用了一体化的一体化设备和一体化的测控设备,使得二次接线变得简单,整个变电站的一体化程度大大提高。

智能化变电站与普通变电站的主要区别在于三个

层面:一次设备智能化、设备维护状态化和二次设备网络化。过程层包括智能装置、智能终端和合并装置可以实现变电站电能的分配,变换,传输以及测量,控制,保护,计量,状态监测等。采用保护设备进行取样。间隔层装置通常是指继电保护装置、测控装置、故障录波等二次装置,其能够利用一个区间内的数据,对这个区间一次装置进行操作,也就是说,其可以与多种远程输入/输出、智能传感器和控制器进行通信。站控层包括自动化系统、站域控制系统、通信系统、定时系统等,它能够对整个全站或多个一次装置进行测试与控制,能够进行数据采集与监控,操作闭锁,以及与之相应的相量采集,电能量的采集,保护信息的管理等。

在此基础上,提出了一种新型的电力变压器在线监测方法——在线监测变压器的油层色谱法,在线监测变压器局部放电,在线监测变压器局部放电,在线监测 SF6 气体,开关柜绝缘,电缆绝缘及温度等。该系统能够将现场的数据反馈给监控系统,并对其进行处理,便于对电气设备进行检修和维修,对电气设备的异常情况做出预警,预防设备及人身的安全事故。智能变电站配备了一套视频监控系统,它配备了红外热成像仪、高清摄像头、交互式对讲平台等与智能巡检机器人相配合。在此基础上,将视频监控背景和自动化系统的背景进行了实时的通讯,能够实现图像识别、智能巡检、故障监控、人员跟踪指挥等功能,增强了设备的安全性,降低了巡检的难度。

2 天然气管道站场 110kV 变电站的现状

天然气管道站场 110kV 变电站通常为双层建筑,二楼室内设置 110kV SF6 气体绝缘封闭组合电器

(GIS)，一楼室内设置 10kV 配套配电设备，一楼二次设备室内设置有自动化系统柜。110kV 端采取了单母线分区的形式，室外安装了 2 座 110/10kV 主变压器，10kV 一侧的单母线分段接线模式，110kV 和 10kV 侧的两个母线都有装置自投装置。在正常情况下，两个主变分别运行，高、低压侧的母联同时打开，其中一条供电线路或一条线路发生了故障，则高、低压侧母联都会自动闭合，使两个主变并联运行，或者是一条主变双节运行。变电站综合自动化系统采用层次化的分布式架构，分为隔层层、网络通讯层以及控制中心的监测终端。

除了履行其独立的职能之外，各个部件还可以通过一个变电站的通讯网络以及一个通讯界面来进行数据的交互，从而可以在管线自动化系统 (SCS) 的管线管理中心以及站控两个层面上对输气站的电力系统进行监测和监控。

110kV 变电站的测量与控制装置按 I 段、II 段分别设置了进线保护与主变压器的组合屏，10(6)kV 线路的控制与测量与保护的集成，并将其现场设置于低压配电柜。在电网监测中，使用了交流取样的方法来实现对电能的模拟测量。对一些关键的保护和设备的警报等信息，都是通过硬接触的形式送入到测量和控制系统中的。

目前国内变电站的自动化控制中没有实现“一键顺控”及计算机防错的能力。它仅能够进行人工填票、验票以及语音模拟等操作，无法预防不检票和仿真操作，并且仅使用不具备电子锁闭功能的机械式锁，这给管理带来很大的困难。针对目前变电站电气装置如 GIS，变压器，开关柜等缺乏与之相匹配的在线监控装置，不能对其进行实时监控。

目前，在变电站自动化系统中，缺乏与之相匹配的辅助控制和视频监控系统。而在室内，还没有实现电子围栏、智能照明、风机联动等辅助控制，仍然处于人工手动干预的阶段。

3 变电站智能化改造方案

随着石化工业智能化程度的提升，以及智能化的机器人巡视等技术的运用，极大地提升了数据收集的准确性，节约了很多人工巡视费用。根据对输油管颤地变电站的智能化要求，输油管颤地用户想要对其进行在线监控，高压端可以降低到闸操作的手工工作，缩短倒闸时间，使用一定的科技方法来代替每天的巡视。

依据国家电力公司关于变电站智能变电站的建设要求，针对输气输配变电站的实际情况，探讨了天然气管道站场 110kV GIS 与变压器的在线检测功能，综合保护自动化系统增加“一键顺控”功能，建立变电站视频监控系统的可行性，以尽量减少对现有输气管网的运营造成的冲击，并对新建变电站的网络结构与硬件结构进行优化，对通讯界面进行标准化，寻找最适合的改造方法，保证系统的稳定性和先进性。

3.1 110kV GIS 局部放电在线监测

110kV 地理信息系统是新建输气管线中的一种非常关键的电器，其发生的原因之一是局放故障。而超高频传感器由于灵敏度高，适用范围广，精度高，故障定位准确等优点而被普遍采用。但是，对于新建的 110kV 变电站中的 110kV GIS 来说，在户外进行嵌入式传感器的改装比较困难，根据电网公司的工作经验，必须进行返厂改造，外部设置的传感器必须先确定其针式绝缘子为屏蔽型。如果是没有遮挡的，则不需要 GIS 厂商的合作，可以在工地上安装；如果是完全遮蔽型，就无法进行局放监控；如果是有渗漏的，则应由 GIS 厂商对其进行工艺论证，并经许可安装。

3.2 变压器在线检测

对变压器进行实时在线监控的方法有：油色谱在线监测和局放监测。采用油色谱在线监测对油浸变压器工作过程进行实时监控，具有自动标定的功能，且只需在取油和回油口加装油色谱仪，对其进行现场改造并不困难。可以在油层底座旁边加上一个油层底座，在室外设置一个监控柜。在制造变压器时，为保证变压器的安全，必须事先在其壳体上预留法兰。其基本思想是利用在电力系统中对电力系统中的局放信号进行探测。由于要在户外对其进行改建和安装，不仅困难，而且还会给变压器的正常运行带来安全隐患。

3.3 自动化系统“一键顺控”功能

“一键顺控”是在变电站的自动控制系统中实现的，它具有操作票库，产生任务，仿真演练，指令执行，权限管理，防错误闭锁，操作记录，人机接口等。“一键顺控”要求具有电气控制的隔离开关，断路器，接地开关，电动汽车等。对现有输气管线变电站 110kV GIS 装置而言，其内部断路器和隔离开关都是具有远程控制能力的电气操纵装置，符合“一键顺控”规程中关于断路器和隔离开关应具有远程控制作用的规定。

针对二次证实问题，为了确保“一键顺控”能可

靠地操作,需经双重判断后,才能进行断路器与绝缘开关的操作。在“定位遥信+遥传”模式下,利用GIS装置的辅助开关分合触点进行定位遥信,遥测使用的是三相的电流或者是电压,电流来自该区间的电流,而所使用的是该区间的电压,所使用的是该区间的电压,而所使用的则是该区间的电压或变压器,所使用的是位置遥信作为主要判据,遥测作为辅助判据。这种元件已经在GIS装置自身上安装,不需要进行改动。对于绝缘开关的双重定位,现有的方法大多是“定位遥信+不一致遥信”,其定位方式为辅助开关分合触点,而不一致的则可以在机理上添加“气压”“位姿”“图像识别”等鉴别方法;添加“压力”和“位姿”的技术难度主要体现在“位姿”等机械结构及传输系统中,如果硬要添加“位姿”,将会造成装置失效。

因此,当有合适的条件时,可以采用“图像识别”方法,其实现的结果取决于摄像机放置的方位、视角、地理信息系统观测窗口的清晰程度。10kV的高压开关柜和110kV的变压器同样要求具有远程控制的能力,但是在现有的10kV高压开关柜中,只有开关具有远程控制的能力,隔离开关、接地开关都没有远程操作的能力,所以必须对隔离开关和接地开关进行电控改造。10kV高压配电箱数目众多,为了节约成本,可以将频繁使用的母联柜以及进线柜等作为“一键顺控”的功能加以改造,而其他不常用的10kV配电装置则不必进行改造。另外,在10kV变电站前方增加一台智能化线路巡视机器人,不仅可以完成“图像识别”双重验证,还可以进行常规操作“自动巡检”。

3.4 变电站视频监控系统

变电站视频监控系统是一种基于智能分析仪的变电站视频监控系统。硬盘录像机存取各种类型的摄像机影像资料,并将影像资料上传到视讯监视主机;视频监控系统通过对采集到的视频流进行智能分析,并将其结果进行输出,从而完成了对视频监控的预览,控制,管理,联动,智能分析结果等功能。将变电站的视频监控子系统和装置进行了布置,将一块视频系统屏幕布置在了变电站的二次装置室内,将摄像机和轨迹摄像机等布置在整个区域的内部,并将该装置安装在现场。

变电站外围安装4台周界摄像机,全部为屋面墙式,分别安装在建筑物四个角落。主变压器区域巡检共有6个摄像机,2个具有红外热像仪,在监控主变主体外部状况的情况下,对主变各个部位进行监控,

2个主变压器的左右两边各有4根摄像机立柱,用于监控水位控制器及各种仪表。

4 结束语

随着“分区经营”“无人值守”等新的经营方式的推行,我国天然气管道站场变电站建设进入了智能化阶段,各个运营主体都在积极推动着油气管道的智能化建设,然而,现有的天然气管道站场中,无论是软硬件设备还是设备,都没有形成一个智能完备的体系,尚未达到无人值守的需求,而大规模地对既有车站进行大规模的更新,势必会对管线的能量传输产生影响。

通过对110kV GIS的一些构造进行了研究,得出了一些110kV GIS的结构适合于利用外部传感器来进行局部的在线检测,而对于变压器则可以使用油层色谱法进行实时监测,而对于110kV及10kV线路则可以采取“一键顺控”的方式,并可以在变电所内增加一个视频监控装置。本项目研究成果对于降低操作工人的工作负担、提升电力装备安全可靠、提升天然气管道站场110kV变电站的智能化水平等方面均有重要的现实意义。

参考文献:

- [1] 林森,马海云,陈聪,等.天然气管道站场110kV变电站智能化改造[J].油气田地面工程,2022(04):175-176.
- [2] 李荣山.关于西气东输场站110kV变电站的施工技术研究[J].城乡建设,2019(11):239-241.
- [3] 刘玉华,盖鹏宇.110kV变电站智能化改造技术方案研究[J].科技创新导报,2023(06):167-168.
- [4] 胡天明,谢聚锋,刘琨,等.西气东输抚州分输压气站110kV变电站智能化改造[J].电力设备管理,2022(10):232-234.
- [5] 施心源,叶晖,成冰洁.提升110kV智能化变电站改造可靠性的技术措施[J].电气技术与经济,2021(05):213-215.
- [6] 李玲.基于工业以太网的变电站综合自动化系统的研制与应用[D].长沙:湖南大学,2009.
- [7] 林温南,王连辉.提高110kV智能化变电站改造可靠性的技术措施[J].电气技术,2022(12):121-123.
- [8] 吴泽勇.现阶段变电站智能化建设问题试分析[J].工程技术,2023(12):117-119.
- [9] 孙占英.110kV变电站智能化技术改造方案研究[J].通讯世界,2022(6):2-4.