智能变电站的运行维护

智能变电站的投产是快速建成智能电网的重要支撑，也是逐步向数字化变电站发展的必然趋势。因此，开展智能设备的研究需要可靠的技术基础，特别是对智能设备的应用、维护进行深入研究，为以后的运行维护提供了范本。

黄云龙/北京市电力公司

黄云龙/工程师

关键词/Keywords
智能变电站·
运行维护·

0 引言

在智能电网系统中，智能变电站属于电力系统的重要枢纽，承载着整个电网系统的正常运行，分析了智能变电站的技术特点，结合现场运维实践和经验，阐述了与传统变电站相比，智能变电站运行维护需要改变之处，以便能够更好地掌握智能变电站的发展趋势，为电网的安全可靠运行提供参考。

1 智能变电站的概念

智能变电站[1]具有一次设备智能化、二次设备网络化、数据交换标准化和高级应用互动化的特征。

（1）一次设备智能化

随着基于光学或电子学原理的电子式互感器和智能开关的使用，常规模拟信号和控制电缆将逐步被数字信号和光纤代替，测控、智能组件和保护装置的接收与发送端均为数字信号，通信网络迅速发展，使智能设备之间进一步互联互通，便于全站信息在广域范围内共享。

（2）二次设备网络化

实现一、二次设备的灵活控制与信息共享，且具备双向传输功能，按照一定的规约进行传递、转换，使全站信息采集、传输、处理和输出过程完全数字化。

（3）运行管理自动化

包括网络分析系统、 设备在线监测系统和程序化控制系统等自动化系统，提升运维管理自动化水平，方便运行维护工作。

2 一次设备运行维护

智能变电站与传统变电站的一次设备运行维护工作均按规程进行维护，这里主要阐述比较特殊的一次设备的运维重点，如组合电器和电子式互感器。

2.1 组合电器

组合电器由断路器、隔离开关、接地开关、互感器、避雷器、母线、连接件和出线终端等组成，这些设备或部件全部封闭在金属接地的外壳中，在其内部充有一定压力的 SF_6 绝缘气体。组合电器具有结构紧凑、占地面积小和维护工作量小的特点，目前应用广泛，其主要运维重点如下：

1）外观是否完好，智能终端柜及汇控柜门密封是否良好，定期记录断路器动作次数，检查设备是否变形、腐蚀。

2）各种仪表指针位置是否正常，各间隔气室 SF_6 气体压力值是否在允许范围内。

3）检查一、二次设备等有无异常声音及异味，冬季电加热是否正常工作，设备有无温度异常情况。

4）检查二次设备光纤及二次电缆有无松动及发热变色现象，网络交换

中国知网 https://www.cnki.net

机数据传输指示灯是否正常闪烁，二次电缆穿线是否封堵严密。

2.2 电子式互感器

电子式互感器通过电子模块采集 U/I 信号，并经过二次转换成数字信号，通过电光转换变为光信号，供给继电保护或控制设备等装置。对电子式互感器的运维要点有：

1）外观无损伤、无闪络，本体及附件无异常发热、无锈蚀、无异响和无异味，各引线无脱落、接地良好。

2）采集器无告警、无积尘，光缆无脱落，箱内无进水、无潮湿和无过热等现象。

3）有源式电子互感器应重点检查供电电源工作无明显异常。

3 二次设备运行维护

智能化变电站与数字化变电站相比，光纤敷设量比较大，同时网络化信息量大，信息共享也就成为智能变电站的特点，其站控层的功能更加强大和智能。智能变电站主要有以下六大特点：

1）智能终端就地一体化布置，二次控制电缆使用减少，用光缆传输同时起到电缆的作用。

2）跳闸方式改变，通过后台监控机对软压板进行投退，以实现各类功能跳闸。

3）顺控操作，在 IEC 61850 通信协议的基础上，使现场设备按照一定状态方式进行转换。

4）二次设备均为网络传输，智能站内设备检修等安全措施发生相应变化。

5）自动化、保护专业逐渐向二次系统专业融合，运行、检修规范发生变化。

6）二次设备调试方法发生相应变化，需要专用网络仪器调试。

3.1 合并单元

观看装置告警指示灯是否亮，发出告警信息时一般主要有 GPS 失步和失稳，主要原因是由 GPS 对时不准确造成的。合并单元发生故障时，保护装置不进行逻辑运算，闭锁保护动作；当发生 GPS 对时及其采样光纤通道中断时，装置故障会导致合并单元故障。

3.2 智能终端

观看装置液晶显示是否有告警信息以及是否有异常的灯亮。观看外观是否正常，有无异常发热现象，电源指示灯是否正常，压板位置是否正确。

3.3 保护设备

检查外观、各指示灯指示是否正常，液晶屏幕显示是否正常，有无告警信息；定期核对硬压板、控制把手位置；检查保护测控装置[2]的五防联锁把手（钥匙、压板）是否在正确位置。

3.4 交换机

检查设备外观、温度是否正常，电源及运行指示灯指示是否正常，以及有无告警信息。

4 智能变电站二次设备故障处理

4.1 合并单元

合并单元故障主要包括采样不同步、丢帧和不连续等，以下是合并单元异常告警报文的处理措施。

（1）SV 接收中断

检查 SV 级联光纤连接是否正常，是否有出现断线、脱落现象，如发现光纤连接问题，则更换备用光纤。

（2）GOOSE 接收中断

检查 GOOSE 通信光纤连接是否正常，是否有出现断线、脱落现象，如发现光纤连接问题，则更换备用光纤。

（3）TV 切换刀开关同时动作/返回

确认现场刀开关位置是否与报文一致。

（4）TV 刀开关位置异常

确认现场刀开关位置是否正确，检查报文中隔刀位置是否存在 00 或 11 等无效状态。

（5）对时异常

检查对时装置是否运行正常，对时光纤连接是否正常，是否有出现断线、脱落现象，如发现光纤连接问题，则更换备用光纤。

（6）检修压板状态

确认现场是否需要处于检修状态，对于与现场运行状态不一致的应确认影响。

4.2 智能终端

智能终端异常告警报文处理措施如下。

1）GOOSE 接收中断：检查 GOOSE 通信光纤连接是否正常，是否有出现断线、脱落现象，如发现光纤连接问题，则更换备用光纤。

2）跳合闸命令确认：检查跳合闸命令与实

中国知网 https://www.cnki.net

际是否一致。

3）闭锁重合闸/压力低闭锁重合闸：检查信号状态是否与现场状态一致。

4）控回失电/控回断线：确认操作电源是否正常，跳合闸回路有无断线、脱落现象。

5 智能变电站在运维方面带来的转变

智能变电站中一次设备智能化，二次设备网络化。设备之间信息交互通过光纤传递，电信号转换成光信号，传递到二次设备及网络中，二次回路成为了“ 虚回路 ”。与传统变电站相比，其运行维护发生一些改变。

1）投退保护功能压板与传统变电站操作发生变化。保护屏的硬压板被后台监控系统界面上的软压板所取代。投退二次设备保护，运维人员需要在后台监控机上点选软压板进行投退操作。

2）开关分、合闸出口压板投退与传统变电站有所不同。分、合闸压板移到了后台监控机上用软压板替代，并以“ **GOOSE 分、合闸出口软压板 ”命名。所有的保护装置分、合闸都需要经过智能终端柜内的跳、合闸硬压板出口到一次设备上。对于硬压板的操作提示，如智能终端柜上跳、合闸硬压板为公共分合闸直接出口压板，仅在一次设备转检修或智能终端异常时停用，保护功能或保护出口正常投退时，只需在后台监控机上操作功能软压板、GOOSE 发送软压板。

3）二次设备巡视发生一定改变。二次设备的网络化使数据装置实现共享。一个合并单元采集的电流、电压信息可以通过光纤直接传递给线路保护、主变压器保护、母线保护及测控装置所使用。智能终端采集的开关、刀开关位置或装置异常告警信息、油压低等闭锁信号在过程层网络中发送给保护装置、合并单元及测控装置。这些装置一旦故障，需要停电进行处理。

4）检修压板的作用发生改变。传统变电站装置检修状态压板作用是屏蔽装置的故障、动作信息，不上传给站控层。在智能变电站中，为了避免发生误跳闸，在保护装置、测控装置、智能终端和合并单元装置所属屏柜中均设有“ 检修状态 ”硬压板。当“ 检修压板 ”投入后，其上送数据标记了“ 检修 ”状态，只处理检修态报文。如投入保护装置 的“ 检修压板 ”后，智能终端未投入此压板，当保护装置跳闸指令发出后，开关不会跳闸，因二者状态不一致，智能终端的“ 检修压板 ”未投入原因所致。

6 结束语

智能电网是当今能源产业发展变革的最新动向，智能化变电站[3]是智能电网的重要组成部分。随着电网的快速发展，智能变电站的推广成为必然的发展趋势，在长时间运行过后会暴露许多问题，必须熟悉掌握智能变电站特殊装置的注意事项，熟悉全站网络信息交互等关键技术，在实践中提高智能变电站运维水平，确保电网的安全可靠运行。

参考文献

[1] 庞红梅，李淮海，张志鑫，等. 110 kV 智能变电站技术研究状况[J]. 电力系统保护与控制，2010，38（6）：146-150.

[2] 周小龙. 智能变电站保护测控装置[J]. 电力自动化设备，2010，30（8）：128-132.

[3] 刘贞，殷小虹. 智能变电站的实现[J]. 科技前沿，2009（11）：26.

————————

作者简介

黄云龙（1979-），男，工程师，主要从事电力方面的工作。

（收稿日期：2015-12-10）EA

（编辑：胡颖）

中国知网 https://www.cnki.net