

Study on GIS Intelligentization Transformation Technology and Solution

Qunwei Gao, Yinshan Sun, Lianshuang Bao, Weijuan Yu

Pinggao Group Co., Ltd., Pingdingshan
Email: pinggaogaoqw@163.com

Received: Nov. 29th, 2013; revised: Dec. 2nd, 2013; accepted: Dec. 4th, 2013

Copyright © 2013 Qunwei Gao et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract: The GIS intelligence reform is an important part of intelligence reform of substation. The text, based on technical requirement and the principles followed by GIS intelligence reform, shows intelligent GIS-related technology, implementation and executive point. And this provides a reference for GIS intelligence reform.

Keywords: GIS; Intelligent GIS; Intelligence Reform

GIS 智能化改造技术及实现方案研究

高群伟, 孙银山, 包联霜, 于维娟

平高集团有限公司, 平顶山
Email: pinggaogaoqw@163.com

收稿日期: 2013 年 11 月 29 日; 修回日期: 2013 年 12 月 2 日; 录用日期: 2013 年 12 月 4 日

摘要: GIS 智能化改造是变电站智能化改造的重要内容, 本文基于 GIS 智能化改造技术需求及遵循原则, 阐述了 GIS 智能化相关技术、实现方案以及实施要点, 为 GIS 智能化改造提供参考。

关键词: GIS; 智能 GIS; 智能化改造

1. 引言

根据国网公司规划, 在十二五期间, 智能化改造站将超过 1000 座, 投入约 94 亿元^[1]。变电站智能化改造将加快智能电网建设, 顺应“两个转变”需要, 推进“三集五大”体系建设。

目前, 变电站智能化改造包括四大部分内容: 综合自动化系统智能化改造、一次设备智能化改造、辅助设施智能化改造、监控一体化系统建设^[2]。

一次设备智能化改造是指一次设备测量、控制、监测的智能化, 如采用合并单元实现测量数字化, 采用开关设备控制器实现控制网络化、采用状态监测 IED 实现一次设备状态可视化等。

GIS (gas insulated substation)是气体绝缘全封闭组合电器的英文简称, 是最常见的变电站一次开关设备。GIS 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 SF6 绝缘气体, 故也称 SF6 全封闭组合电器^[3]。GIS 是目前在运行变电站的主流开关设备, 也是变电站智能化改造的重点研究对象。

2. 智能电网与智能 GIS

智能电网是社会、经济和技术发展的必然结果^[4-6]。进入 21 世纪后, 美国电力科学研究院(EPRI),

美国能源部(DOE)以及欧盟委员会(EC)等纷纷提出各自对未来智能电网的设想和框架。Modern Grid, Grid Wise, Smart Grid 等。这些不同的概念对未来电网的特点给出了相似的设想,即自愈、安全、兼容、交互、协调、高效、优质、集成等。近年来,中国学者在借鉴欧美智能电网研究的基础上,对中国发展智能电网的特点、技术组成及实现方案进行了研究。目前,建设“坚强智能电网”已被列入国家十二五规划,也是电网公司的重点任务,这将对智能电网以及整个电力行业的发展产生重要意义^[7]。

而智能 GIS 对于智能电网有着先天的技术优势。传感器技术、微处理技术、状态监测与故障诊断技术在 GIS 上的应用,使智能 GIS 能提供图形化显示、图形化操作,可以直观的将电网结构展现在操作人员眼前;同时,智能 GIS 通过先进的状态监测手段和可靠的自评价体系,可以科学地判断 GIS 的运行状态,识别故障的早期征兆,并为电网运行提供实时的设备可靠性数据,服务于电网的智能调度,实现电网灵活优化控制,降低电网的事故风险,提高电网的运行可靠性。

GIS 智能化改造是建设坚强智能电网的需要,目的是为了实现在线监测、测控保护、信息通信等技术的智能化,满足整个智能电网电力流、信息流、业务流一体化的需求;并及时掌握 GIS 的运行状态,在此基础上为设备的状态检修提供依据,进而达到预测设备剩余寿命的目的。

3. GIS 智能化改造技术需求及遵循原则

GIS 的智能化改造主要是指在原 GIS 本体上附加智能组件或传感器,通过智能组件以及状态传感器和指令执行元件,实现 GIS 状态的可视化、控制的网络化和自动化。

其中,智能组件和传感器是 GIS 智能化改造的核心元件,根据不同电压等级、不同改造技术需求,选择合适的智能组件和传感器是 GIS 智能化改造技术研究的重点。

根据目前智能组件的功能来分类,主要采用 3 大类基本智能组件。

1) 开关设备控制器:与 GIS 本体采用电缆连接,与保护、测控等二次设备采用光纤连接,实现对 GIS 的测量和控制等功能的一种智能组件,是实现 GIS 控

制网络化的基本元件,在进行 GIS 智能化改造时,其一般集成到 GIS 智能组件柜内。

2) 合并单元:用以对二次转化器的电流和/或电压数据进行相关组合,使电流和/或电压数据最终符合 IEC 61850 标准要求的物理元件,是实现互感器就地数字化采集的基本元件,在进行 GIS 智能化改造时,一般集成到 GIS 智能组件柜内,也可安放在保护小室单独组屏布置。

3) 状态监测 IED:安装在开关设备本体或附近,接收被监测开关设备本体传感器发送的数据,实现数据采集、加工、分析、转换,输出数据符合 IEC 61850 标准要求的智能电子装置,是构建 GIS 状态监测系统的基本元件,一般集成到 GIS 智能组件柜内。

传感器是 GIS 设备的状态感知元件,用于将 GIS 设备的某一状态参量转变为可采集的信号,如 SF6 压力传感器、(UHF)局放传感器等。

根据《变电站智能化改造技术规范》要求,在 GIS 本体不更换时,根据不同电压等级变电站的智能化改造技术需求进行智能改造(见表 1)。一般要求使用的智能组件或传感器应结构紧凑、功能集成,宜就地布置。安装状态监测传感器不宜拆卸本体结构,传感器应用不应影响 GIS 安全可靠运行。

在进行 GIS 智能化改造设备选择时,还要充分考虑电站的重要程度、设备寿命、运行环境等实际情况,同时还要遵循以下原则:a) 安全可靠:有助于提高变电站安全可靠水平;b) 经济实用:可以提高生产管理效率,充分发挥资产使用效率和效益。

Table 1. GIS intelligent transformation technology application strategy^[8]

表 1. GIS 智能化改造技术需求及应用策略^[8]

GIS 改造技术需求	应用策略		
	330 kV 及以上	220 kV	110(66) kV
断路器、隔离开关数字化测控	可用	可用	可用
SF6 气体状态监测 (密度、压力)	可用	可用	可用
SF6 气体微水监测	可用	可用	不宜
局部放电监测	可用	可用	不宜
分合闸线圈电流测量	可用	可用	不宜
储能电机电流测量	可用	可用	不宜
互感器数字化采样	可用	可用	可用

4. GIS 智能化改造技术及实现方案

GIS 的智能化改造应按照间隔实施, 可根据实际需要加装智能网络控制、数字化数据采集、在线监测等功能, 通过在 GIS 上附加智能组件或传感器, 实现 GIS 状态的可视化、控制的网络化和自动化, 为变电站智能化提供基础的功能支撑。GIS 主要改造项目如图 1 所示。

4.1. SF6 状态监测改造

GIS 设备的灭弧介质和绝缘介质是 SF6 气体, GIS 发生漏气以及 SF6 气体的微水含量超标将严重影响 GIS 的安全运行。随着无人值守变电站向网络化、数字化发展以及对遥信、遥控、遥测的要求, 在线远程监测 SF6 电气设备的 SF6 气体微水含量及漏气状态具有非常重要的现实意义。

GIS 的 SF6 气体状态监测信息主要包括压力、温度和密度、水分, SF6 气体密度继电器和微水传感器可实现这些信息监测。

GIS 的 SF6 气体状态监测系统改造内容包括: 将机械式密度继电器更换为带远传功能的密度继电器, 增加微水传感器、气体状态监测 IED。远传密度继电器通过 RS485 信号将气体监测信息传送给监测 IED,

实现 SF6 气体状态信息的实时监测, 通过分析 SF6 气体密度、压力、水分的变化趋势, 及时掌握气体状态, 了解其泄露及水分指标情况。

4.2. 断路器机械特性监测改造

断路器的机械特性, 又称动作特性和物理特性。机械特性的监测主要是通过安装于断路器操作机构内的位移传感器、霍尔小电流传感器、温度传感器、电流监测传感器等终端传感器, 实时监测操作机构的机械状态。

1) 增加小电流传感器

小电流传感器利用霍尔原理工作, 固定在汇控柜内。分、合闸主回路接线及储能电机主回路接线按照规定方向穿过小电流传感器, 将小电流传感器接入监测 IED 便能监测断路器分、合闸线圈电流波形、断路器储能电机工作状态等。

2) 增加位移传感器

位移传感器安装在断路器主轴上, 以方便测量断路器的位置信息。在现场改造时, 一般需要对断路器操作机构进行改动, 部分机构需要更换断路器主轴, 需要将整个灭弧室吊起, 工作量大, 并可能带来新的安全隐患, 所以我们不建议在断路器机构箱内安装位移传感器。

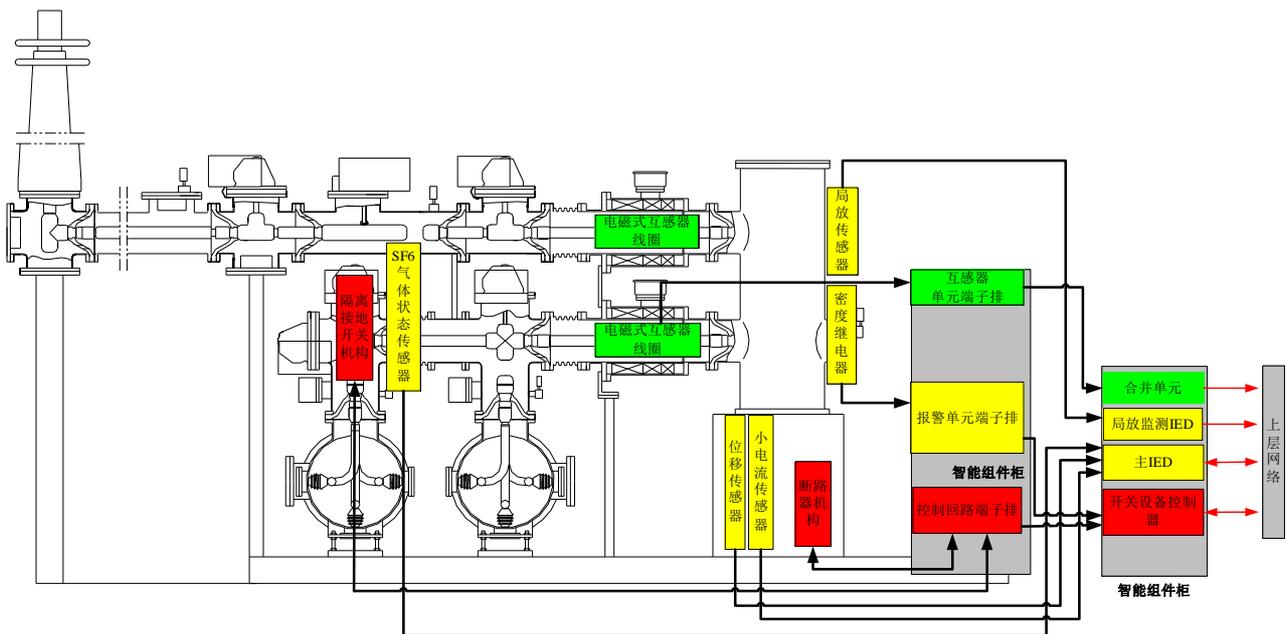


Figure 1. Schematic diagram of GIS intelligent reconstruction project
图 1. GIS 智能化改造项目示意图

4.3. 局放监测改造

常规变电站对于 GIS 内部绝缘缺陷缺乏有效的外部诊断手段,常需要对 GIS 设备进行拆卸检修,即费时费力,又可能带来新的安全隐患。

目前, GIS 内部绝缘在线监测方法主要有脉冲电流法、超声波法、特高频法,由于脉冲电流法和超声波法的缺点比较明显,不适用于连续的状态监测,所以最有效的方法是增加特高频(UHF)局部放电在线监测系统,可以有效发现 GIS 内部的导电微粒及其它杂物,电极表面产生的毛刺、刮伤等损伤,导电或接地接触不良等缺陷,若多点监测可以实现故障定位。

UHF 局放传感器布置方式分两种:内置式和外置式。

1) 内置式 UHF 传感器安装在 GIS 本体增开检测孔或使用 GIS 手孔位置(见图 2);

改造时一般使用 GIS 的手孔位置,更换部分手孔盖板,采用带有感应电极的新盖板。当 GIS 内部存在局部放电时,所产生的特高频(UHF)电磁波信号沿着 GIS 管道传播,被感应电极接收(见图 3)。

2) 外置式不需对 GIS 本体进行改动,可直接将传感器布置在盆式绝缘子外围,利用 GIS 的盆式绝缘子与 GIS 外壳之间的介质缝隙,采集 GIS 内部局部放电的特高频(UHF)电磁波信号(见图 3)。若盆式绝缘子外围有金属法兰,采用外置式局放传感器时,需要更换盆式绝缘子,对 GIS 本体改动较大,此时建议采用内置式 UHF 局放传感器。

通过 GIS 局放状态监测系统改造,可及时发现微小绝缘缺陷,有效指导设备检修,避免造成重大绝缘

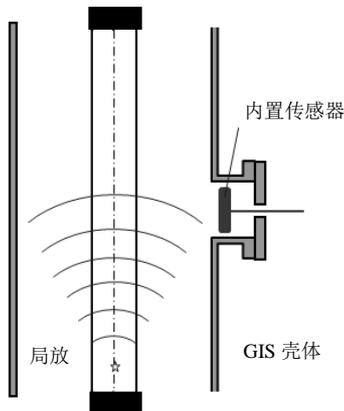


Figure 2. Internal partial discharge monitoring principle
图 2. 内置局部放电监测原理图

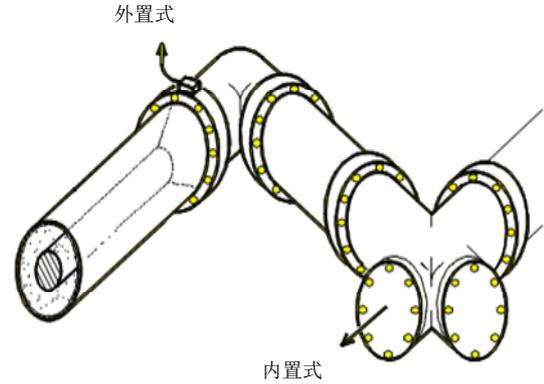


Figure 3. Monitoring of partial discharge location
图 3. 局部放电监测位置

故障。

4.4. 避雷器状态监测改造

GIS 的避雷器监测信息主要包括全电流、阻性电流、雷击次数等。

GIS 的避雷器状态监测系统改造内容包括:安装带远传功能的避雷器监测器,增加避雷器监测 IED。避雷器监测器通过 485 信号将监测信息上传至 IED,可实现避雷器状态的实时监测,通过泄露电流的变化趋势,可提前预知避雷器的早期老化,为避雷器的及时检修做好准备。

4.5. 控制回路网络化改造

GIS 控制回路复杂,传统汇控柜与后台系统采用电缆连接,数据以模拟信号传输,信息模型不统一,信息采集复杂;另外电缆铺设量大,维运工作量大。

实现 GIS 控制网络化是 GIS 智能化改造重要目的, GIS 的控制网络化一般通过增加开关设备控制器实现。

保留 GIS 传统汇控柜的原有接线及控制方式,将断路器、隔离开关、接地开关的控制接口、信号接口与原后台系统的接线拆除,将这些接口接入开关设备控制器。通过开关设备控制器实现对断路器、隔离开关、接地开关的执行元件的控制及信号上传。开关设备控制器与后台系统采用 GOOSE 报文通讯,遵循 IEC 61850 协议,实现 GIS 控制系统的网络化连接。

4.6. 电磁式互感器信号就地数字化改造

传统电磁式互感器与后台系统的连接采用电缆,

电压、电流信号通过电缆采集，电缆传输距离长，容易受电磁干扰和传输过电压的影响，抗干扰性能差。

实现测量数字化是智能变电站的主要标志，GIS 一般通过电磁式互感器+合并单元实现电压、电流信号的就地数字化采集。

将电磁式互感器电压、电流端子排与后台系统连接的采集电缆拆除，将采集电缆接入合并单元，实现电压、电流信号采集的就地数字化。合并单元与后台系统采用 SV 报文通讯，遵循 IEC 61850 协议，实现电压、电流信号的就地数字化采集。

4.7. 智能组件柜的配置

对于 GIS 智能化改造，一般保持其原控制柜的完整性。改造中新增的智能组件或传感器布置在新增智能组件柜中。

新增智能组件柜一般在 GIS 设备附近就近布置，可根据现场实际情况灵活选择。可采用按间隔新立智能组件柜，也可以将新增智能组件集中组屏，统一在智能组件柜内布置。

5. GIS 智能化改造实施要点

GIS 智能化改造是基于变电站综自系统智能化提升和在线监测系统的建设。因此无论是先进行 GIS 的智能化改造还是先进行综自系统的智能化升级都需要解决一个技术要点：即改造必须解决基于 IEC 61850 的智能化设备与常规设备之间的接口问题。

对变电站实施智能化改造，除了技术方案的考虑，还需要考虑设备技术现状、所处电网位置及重要

度、停电时间等诸多因素。而且由于现有运行的变电站数量多，设备技术现状及重要度差异性大，因此在常规变电站智能化改造过程中可根据变电站的设备技术现状及实际运行情况，选择一次改造完成，或者选择分阶段智能化改造方案，以尽可能减少设备停运时间和费用支出。

6. 结论

目前，整个变电站智能化改造还处于探索阶段，前期试点工程多对变电站综合自动化系统进行智能化改造，GIS 的智能化改造要结合变电站综自系统的智能化程度及在线监测系统建设的需要进行，其改造项目选择要充分考虑安全可靠、经济合理、运行维护方便等要求，通过技术经济比较后确定。

参考文献 (References)

- [1] 周和 (2011) 智能变电站的设计及其应用. 华北电力大学, 北京, 19-24, 31-37.
- [2] 黄少雄, 李斌 (2009) 传统变电站分阶段数字化改造方案研究. *东北电力技术*, 7, 33-36.
- [3] 王宁, 张可畏, 段雄英, 邹积岩 (2004) 智能 GIS 及其发展现状. *高压电器*, 40, 139-141.
- [4] 余贻鑫, 栾文鹏 (2009) 智能电网技术. *中国电机工程学报*, 29, 1-8.
- [5] 陈树勇, 宋书芳, 李兰欣, 沈杰 (2009) 智能电网技术概述. *电网技术*, 33, 1-6.
- [6] 宇锋, 钟金, 吴复力 (2009) 智能电网技术体系探讨. *电网技术*, 33, 8-12.
- [7] 杨德昌, 李勇, Rehtanz, C., 等 (2009) 中国式智能电网的构成和发展规划研究. *电网技术*, 33, 13-20.
- [8] Q/GDW 414-2011 (2011) 变电站智能化改造技术规范. 国家电网公司, 北京.