

智能 GIS 及其发展现状

王 宁, 张可畏, 段雄英, 邹积岩

(大连理工大学, 辽宁 大连 116024)

Smart GIS and Its State-of-the-art

WANG Ning, ZHANG Ke-wei, DUAN Xiong-ying, ZOU Ji-yan

(Dalian University of Technology, Dalian 116024, China)

摘要: 阐述了智能 GIS 的含义及其 3 个组成部分,同时综述了国外各公司 GIS 的智能化水平。

关键词: 智能 GIS; 监测; 控制

中图分类号: TM51

文献标识码: A

Abstract: This paper discusses the concept of smart GIS (Gas Insulated Switchgear) and analyses three components of it, while summarizing the development of smart GIS abroad.

Key words: Smart GIS; monitoring; control

1 前言

随着电力系统的发展,对高压开关,包括 GIS 的可靠性和自动化的要求也日益提高,尤其是变电站自动化系统无人值守运行模式的实施,在很大程度上要求 GIS 在监测、控制和保护等方面完全自动化和智能化。随着微电子技术、电力电子技术、计算机控制技术及网络通讯技术的发展,一种以数字处理技术为核心的智能 GIS 应运而生,不仅能够满足电力系统发展的需要,而且能够满足电力用户对高质量、可靠供电的需要。因此,智能 GIS 是当前和今后 GIS 发展的最重要的方向之一,也是摆在高压电器制造行业面前迫切需要实现的课题^[1]。

2 智能 GIS 的含义及内容

智能 GIS 是将微电子技术、计算机技术、传感技术以及数字处理技术同电器控制技术结合在一起应用在 GIS 的一次和二次部分,将传统的机电系统发展成以计算机为中心的现代智能化系统。具体来说,它是采用数字信号处理,用新型传感器替代笨重的电流电压互感器,新的电子操动机构代替机电继电器,利用免损传感器采集 GIS 的状态数据;这些数据通过光纤数据总线送到其他具有控制、保护、计量功能的计算机中;计算机对数据进行检测、分析、判断、控制、保护和测量,监视 GIS 的运行状态,并可对系统自身进

行定期自检;变定期检修(TBM)为状态检修(CBM),通过趋势分析,识别存在的故障,采取必要的措施,大大提高运行可靠性,节省检修费用。

按以上定义的智能 GIS,除应包含 GIS 设备本体外,还应包括:以现代传感器为主的信息采集监测系统和以计算机为主的控制、保护、计量单元两部分。

2.1 GIS 设备本体

GIS 设备本体包括套管、断路器、隔离开关、接地开关、电流/电压互感器等,随着对 GIS 研究的不断深入和电力系统的发展需要,设备本体的发展趋势主要有:①趋向小型化,如采用单断口断路器、三相共箱、新型高性能氧化锌避雷器、新型电流/电压传感器等,从而减少元件数,缩小体积,提高设备的可靠性;②提高对环境的适应性,减少对环境的污染,如金属外壳选用新材料、消除 SF₆ 气体对大气产生的影响等方法。而智能 GIS 设备本体的发展,在一定程度上依赖于其它两部分的研究和发展,尤其是新型电流/电压传感器,更是与以现代传感器为主的信息采集监测系统紧密联系在一起。

2.2 以现代传感器为主的信息采集监测系统

(1) 采用新型电流和电压传感器

对保护、控制单元来讲,电流、电压传感器是提供电流与电压信息的采集单元,传统的电磁式电流电压互感器由于体积大、铁心的饱和特性已经不能满足智能化高压电器要求。当采用了现代传感器与微机综合继电保护装置后,其信号全部是数字式信号,接口的信号处理也方便,通过这样的组合,就成为新一代的智能化成套装置了。关于电流、电压传感器的研究比较多,研究方向也较多^[2-5]。归纳起来,按原理分类见表 1。

表 1 新型电压和电流传感器原理分类

技术类别	电压变换	电流变换
半常规	电阻分压	带铁心微型 CT
	电容分压	Rogowski coil
电-光效应	泡克尔效应	法拉第效应
	逆压电效应	塞格奈克效应

(2) GIS 的运行状态监测

针对 GIS 的特殊性,对 GIS 的状态监测内容有:

- ①SF₆ 气体监测。对 SF₆ 气体进行监测,包括温度、压力和气体密度等,是 GIS 中重要的检测项目之一,可以提供趋势分析和维护预测,预防内部故障,并且成本较低。
- ②绝缘状态监测。绝缘状态监测包括局放、介损、漏电流和电晕等,多年来一直有专题研究高压开关的绝缘状态监测,但 GIS 的绝缘状态监测较难实施。其中,有关 GIS 局放研究得比较多,目前英国、德国等许多欧洲国家均已采用超高频(UHF)方法^[6]。2000 年新修订的 IEC60270 及 IEC60517 标准中,均已将这种方法作为 GIS 局放检测的主要方法之一。
- ③开关电弧状态监测。在电气方面,开关电弧状态最难监测^[7]。

开关电弧状态监测和局放监测可以对 GIS 进行早期故障诊断,提高 GIS 的可靠性,但是它们属于较复杂的监测内容,价格较高,所以主要选择用于超高压 GIS 中^[8]。

2.3 以计算机为主的控制、保护、计量系统

将计算机技术引入控制、保护、计量模块中,取代传统的电磁式控制、保护技术,形成数字化控制、保护、计量系统,适应现代配电自动化发展需要。具体向以下几个方面发展:

(1)集成化。传统的 GIS 中一次和二次技术分开,其中一次部分包括各种高压元件,用它来完成变电站的一次功能,如分、合操作、短路开断、测量、绝缘隔离等。而二次部分包括控制、保护和计量的各个元件。智能 GIS 将计量、保护、控制、通讯、录波诸功能集成一体,比以往传统的机电式和模拟集成电路式二次部分具有更全面的功能。

(2)智能化。可以根据电网和 GIS 的运行状态进行智能控制和保护,真正做到设备自诊断,运行状态可控,能及时发现故障的前兆。

(3)网络化。一次部分与二次部分之间,各个间隔之间和间隔与变电站计算机之间均通过光纤,经过总线,按照通讯协议进行通信联络,可以大大减少它们之间连接线的数量,解决了电磁干扰问题。

其中,开关机构的可控操作是智能 GIS 控制模块中的重要组成部分。传统的 GIS 高压开关的操动机构是一个典型的机械机构,有文献提出采用电子操动系统^[9],即把电子技术柔和到机械领域中,用电子控制取代机械传动、连锁和脱扣,使传统机构数以百计的传动零件减少到几个零件,直至“无传动机构”,可大大提高反应速度、准确度以及整机的可靠性。

3 国外智能 GIS 的发展情况

当前,世界上的大型高压开关制造公司竞相改革 GIS 的二次技术,尤其欧洲几大制造公司表现的

更为突出。

3.1 西门子公司

最新型 8DN9GIS 采用了在线检测系统,利用计算机辅助的电子控制和监视单元进行连续控制和监测。用电流和电压传感器取代传统电流电压互感器。带间隔处理能力的数字间隔控制系统用于监测和记录所有基本运行参数,这样可以进行系统发展趋势分析,实现“状态检修”。

3.2 Alstom 公司

在就地控制柜中安装计算机控制二次功能,用密度计、光电传感器、电流传感器和局放测量传感器对 GIS 进行周期性或永久性的状态监测,用光纤或屏蔽电缆传送信号,数字技术和计算方法将所有信息不仅用于间隔的自动控制,也用于监测整个设备。

3.3 ABB 公司

GIS 产品分为 EXK 和 ELX 型,其产品很有特点。ABB 公司早在 1984 年就开始更新高压电器设备的二次系统控制技术,将一次和二次技术融合在一起,在二次技术上经历了 3 个发展阶段:传统技术、现代技术和智能技术。EXK 为智能化产品^[10],有 72.5/123 kV 电压等级,其中在 EXK-01 型 Smart-GIS 中体现了智能技术的应用,是先进的一次设备制造技术、新型传感器和现代计算机技术的整合。EXK-01 型 GIS 方案见图 1。

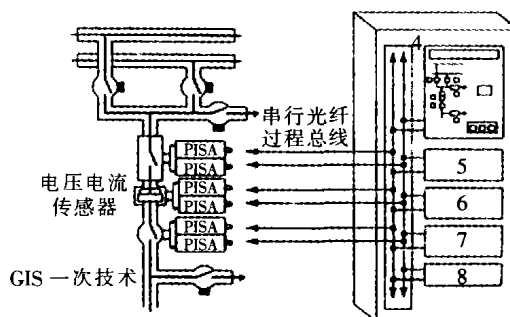


图 1 EXK-01 型 GIS 方案

Smart-GIS 有以下几个特点:

(1)利用新型传感器和操动机构代替了感应式互感器和电磁继电器及辅助开关,通过 6 个传感器检测电流电压、温度、气压、气体密度、开关关合、操作机械能量,其中电流和电压传感器采用组合式电压电流传感器,电流测量范围为 5~2 000 A,电压测量范围为 69~500 kV,准确度都达到 $\pm 0.2\%$,电流测量采用罗氏线圈,电压测量直接用同轴电容分压,见图 2。

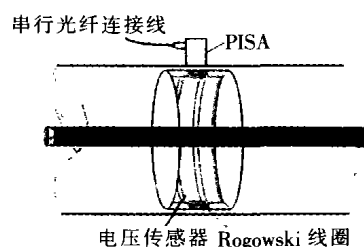


图 2 带有电子接口(PISA)的 GIS 组合式电压电流传感器

(2)每个一次装置(传感器和执行器)配备有电子接口的 PISA(传感器和执行器的处理接口),传感器采集的信息存储在分散的 PISA,其主要任务有做 A/D 变换、测量信号的预处理,进行正确传输变换的串行信息,给总线以及经过串接总线执行控制和保护命令。

(3)传感器和执行器的信号只通过总线传输,并提供给所有装置和需要信息的功能。

(4)所有一次元件通过串行光纤总线接到间隔的控制箱。

(5)各个间隔之间和间隔与变电站计算机之间的通信联络均经过一个总线进行。

3.4 东芝公司

第2代 C-GIS 中采用传感器技术,如应用电晕传感器、压力传感器、气体传感器、温度传感器、漏电流传感器监视诊断绝缘性能;应用温度传感器、光纤温度计检测导电性能;使用了开、闭传感器检测机械性能,掌握 GIS 的内部状况,防止内部事故发生;采用微机技术处理获得的信息。C-GIS 投入运行后,不需要像过去那样进行定期的部件更换和大修,可以按照诊断结果进行预先维修,提高各设备可靠性,见图 3。

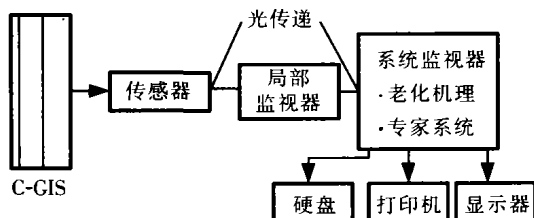


图3 第2代 C-GIS 的系统构成

4 结语

目前我国国内 GIS 产品的质量稳定性和使用可靠性与国外相比尚有差距,研制开发智能 GIS 也才

刚刚起步,因此摆在各个开关行业制造厂家和科研单位面前的课题是:加快对智能 GIS 的开发步伐,生产高技术含量、高质量水平、具有自主知识产权的智能 GIS 产品,满足我国电力工业不断发展的需要。

参考文献:

- [1] 陈振生. 智能化高压电器[J]. 电气开关, 1998(5): 1-7.
- [2] 段雄英, 邹积岩, 王继元, 等. 数字调制式一体化光纤电力传感器的研究[J]. 高压电器, 2002, 38(4): 29-31, 34.
- [3] 朱勇, 叶妙元, 刘杰, 等. 220 kV 组合式光学电压电流互感器的设计[J]. 高电压技术, 2000, 26(2): 33-35.
- [4] M Takahashi, H Noda, K Terai, et al. Optical Current Transformer for Gas Insulated Switchgear Using Silica Optical Fiber[J]. IEEE Trans. on Power Delivery, 1997, 12(4): 1422-1427.
- [5] A Kaczkowski, W Knoth. Combined Sensors for Current/and Voltage are Ready for Application in GIS [A]. CIGRE PARIS [C]. France, 1998.
- [6] M D Judd, O Farish, B F Hampton. Broadband Couplers for UHF Detection of Partial Discharge in Gas-insulated Substations[J]. IEE Proceedings—Science, Measurement and Technology, 1995, 142(3): 237-243.
- [7] 邹积岩, 王毅. 开关智能化的概念与相关的理论问题[J]. 高压电器, 2000, 36(6): 43-46.
- [8] T Hillers, O Beierl. Control, Monitoring and Diagnostics for High Voltage GIS [A]. IEE Colloquium on GIS (Gas-Insulated Switchgear) at Transmission and Distribution Voltages [C]. (Digest No.1995/203), 1995.
- [9] 邹积岩, 王瑛. 电子操动的概念与实践 [J]. 高压电器, 2000, 36(5): 29-31, 41.
- [10] Georg Sche, Fred Engler, Alfred Jausl, et al. Intelligent GIS—a Fundamental Change in the Way Primary and Secondary Equipment is Combined[J]. ABB Review, 1996(8): 4-14.

作者简介:王宁(1970-),女,在职博士生,现从事高压电器的智能化研究和开发。

咸阳秦华特种电子元器件厂

1. RIG8B 型大功率(30~80 W),耐高压(30~800 kV),精密($TCR \leq 100 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}$, $TCV \leq 0.01\%/V$),高阻值(1 k Ω ~100 G Ω)特种无感膜电阻器。
2. RI80A 型高压玻璃釉电阻器,功率(5~30 W),阻值(1 k Ω ~100 G Ω);耐电压(5~30 kV);精密($TCR \leq 100 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}$, $TCV \leq 0.01\%/V$)无感电阻器。外型 $\phi 11 \times (45 \sim 130)$ 。
3. RI80P 型高压高阻玻璃釉片电阻器。
4. 高防潮湿精密膜电阻器。
5. 大功率(5~30 kW);耐高电压(50~100 kV),带强制风冷型电阻柜。
6. 大功率(25~5 000 W),固定,可调,无感,被釉线绕电阻器。
大功率高压精密电阻分压器,测量用精密分压器取样电阻

地址:陕西咸阳市东郊福利厂内 邮编:712000
电话:(0910)3768660,13609215591 传真:(0910)3768660