

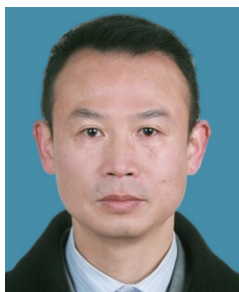
智能变电站测控装置测试平台的实现及应用

智能变电站自动化系统中,测控装置测试平台作为信息采集、设备操作控制的设备,为实现系统的稳定安全运行工作打下了坚实基础。新型的智能变电站拥有多功能监控装置,集成间隔测控、非关口计量和同步相量测量等众多新兴功能,不仅实现了系统高度集成、结构布局合理的目标,更趋向经济节能环保、支撑调控一体化。从智能变电站测控装置的特点出发,深入剖析智能测控装置与传统测控装置的异同,通过构建测控装置测试仿真平台,模拟测试,对其关键技术问题进行分析与总结。

林 嵩/浙江工业职业技术学院

0 引言

可靠性是建设智能电网对测控装置的首要要求,同时也是智能电网的重要保障。测试装置通常以智能组件形式安装于一次设备附近。智能变电站由一次设备、测控装置和监控系统等组成,在IEC 61850通信规范基础上,实现智能电气设备间的信息共享和互操作。当前,我国已构建运行了众多智能变电站,但其中新型的技术应用尚且处于探索阶段,在通过不断的性能测试及自动化装置广泛应用的前提下,推进测控装置的实现及应用,提出智能变电站中测控装置测试平台的发展方向^[1-2]。



林 嵩/高级实验师

关键词/Keywords

智能变电站·
测控装置·
测试·
应用·

1 智能变电站的特点及测试现状

1.1 智能变电站的特点

智能变电站作为电网运行与控制的关键,是连接发电、输电和变电等环节的重要接口,是构建智能电网的核心平台。IEC 61580标准等新技术的探索及应用,在一定程度上极大地提高了测量对

象与功能上的融合,是智能化变电站的一次重大变革。

国内智能变电站的测控装置不尽相同,其中有通过与合并单元通信方式采集模拟量,有传统方式采集,有通过与智能操作箱通信方式遥控出口,有采用继电器节点方式输出等多种特点的测控装置。

1.2 智能变电站测控装置测试现状

目前,智能变电站正处于快速的建设和发展阶段,在配合智能电网的建设中,越来越多的新设备和新技术也得到广泛地推广及应用,其技术特点也各存差异。相对于国外智能变电站的推广,国内技术更新相对较快,在智能站运维方面,当前国内外都处于探索阶段^[3]。新设备的技术特点没有统一的规范,维护项目及流程也大多按照传统方式进行,缺乏标准化的维护流程。当前运行信息融合分析方法有待进一步研究,工作人员的故障定位能力也有所欠缺,在实例化操作中,现场的测试能力、水平和方法等还有待提高,目前的测控装置依赖于继电保护测试仪、网络报文分析仪等,由于各种工具及新技术的实践应用,现场测试的分析难度增加,测试效率低下^[4]。

2 智能变电站与传统变电站的对比分析

传统变电站测控装置的通信接口一般为RS 232、RS 485和Ethernet;国际通用标准为IEC 60870-5-103/104,其同时具备交流采样和开入开出的功能。传统变电站中,电流互感器、电压互感器等

负责采集模拟量,再通过电缆传输进行模数转换。如图1所示,传统变电站的系统由一次设备、测控装置和后台监控等3大部分组成,其中后台监控系统测控装置对一次设备的控制取决于通过电缆传输的模拟信号。

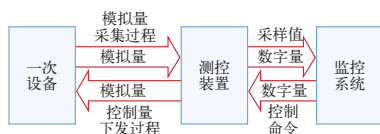


图1 传统变电站的系统连接图

数字化变电站是传统变电站的进一步升级与发展,相对于传统变电站,数字化变电站的技术特点与作用更为突出。图2为数字化变电站的系统连接图。



图2 数字化变电站的系统连接图

首先,电气系统实现有效隔离,在开关场和电容耦合的过程中受电磁干扰降低,提高测试设备运行时的安全性。其次,输入电气量中的电降压、滤波和A-D转换工作得到简化,测试控制结构也得到相应简化,由以太网、光纤通信接口代替传统软硬件模块,测试操作过程变得更为简单,降低传输过程中的误差的同时,大幅度提高了测量准确度。在传统变电站中,一次设备中出现的误差会随着电缆传输至二次设备的回路负载,且随之不断变化;而智能变电站的误差则不会受负载的影响。最后,传统变电站由于常规电磁式互感器的固有磁饱和现象,在电流较大的情况下会发生畸变,在正常运行时,高准确度及故障时各仪器的测量要求难以同时满足;而智能数字化传输模式的应用则可以将监控、保护等多种功能融为一体,在智能IED中,共享软硬件平台和测控保护的一体化。常规变电站与智能变电站测控对比图如图3所示。

传统变电站测控装置的电压信号采集过程、控制输出等在装置内部完成,而智能变电站中,

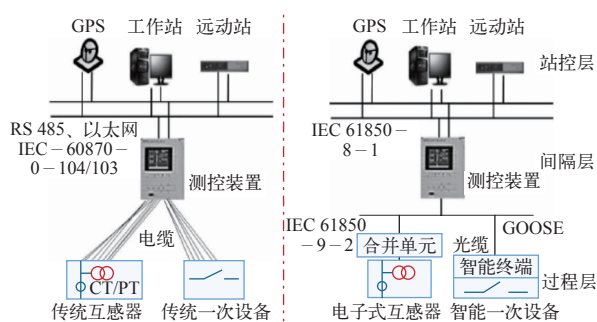


图3 常规变电站与智能变电站测控对比图

过程层通过数字化数据采集、开入采集控制信息等,需要网络传输至测控装置,且同时决定了通信稳定、设备配合稳定的同期效果。

3 智能变电站测控装置平台的构建及测试应用的实现

如图4所示,智能变电站的测控装置测试平台,包括多种模块,其中有测试软件系统、量测量、状态量和控制操作平台与过程层平台等。通信模块一般与软件系统、操控平台及过程层平台等连接,测试软件实现与合并单元、智能终端等同步。

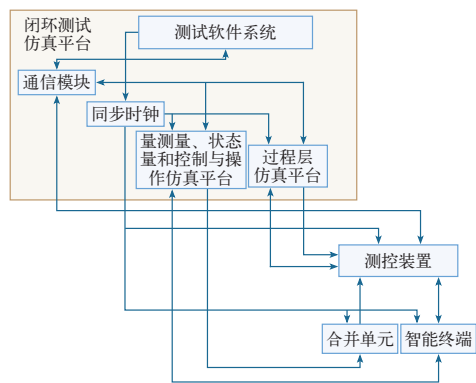


图4 智能变电站的测控装置测试平台模块

3.1 测试装置中多功能测控装置的框架

(1) 通信接口

多功能测控装置中的通信接口一般为IEC 61850-9-2网络模式,为了达到各个数据的收集功能,SV和GOOSE公用同一个物理接口。其中,Client/Server可实现测控中的功能通信,来用于控制命令传送;装置采用独立网口传送,且同步相量数据,IEEE StdC37.118为通信协议。

(2) 硬件结构

图5为多功能测控装置中的硬件结构示意图。CPU处理器是硬件方案的核心，在MPC系列处理器设计的基础上，现有硬件结构中的处理器不仅拥有很好的计算性能，同时还有着优秀的通信处理能力。CPU通过以太网接收过程层中处理的信息，并结合不同原理实行数据分类处理，将其结果发送至站控层。



图5 多功能测控装置中的硬件结构示意图

(3) 软件系统结构

测试软件系统主要作用于各模块间的协调、控制及信息传递，在遥测、遥控和遥信等测试中发挥着不可替代的作用，在建立测试方案、获取反馈数据及分析测试结果中，测试软件系统可以实现各个功能间的同步测试。如图6所示，多功能测控装置中的软件系统的结构包括软件平台和应用程序。其中，软件平台不仅能提供硬件驱动、实时操作系统等，还能实现实时数据库管理、网络协议栈等功能。

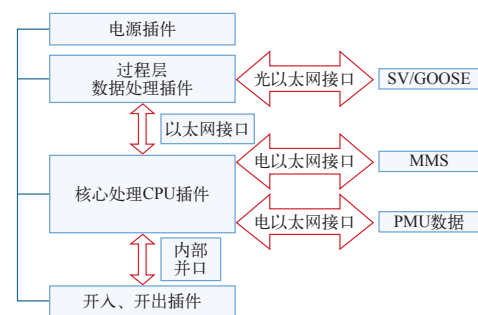


图6 多功能测控装置中的软件系统的结构

3.2 智能变电站测试装置测试平台的仿真测试

以220 kV智能变电站为例，其中有3种配置模式。

(1) 单套测控接单网

单套测控接单网如图7所示，该测试主要应用于智能变电站建设初期，只需要通过接入过程层A网即可实现处理相关设备间的通信，且接线简单；但如果A网出现任何设备异常，整个测控功能也将无法实现。

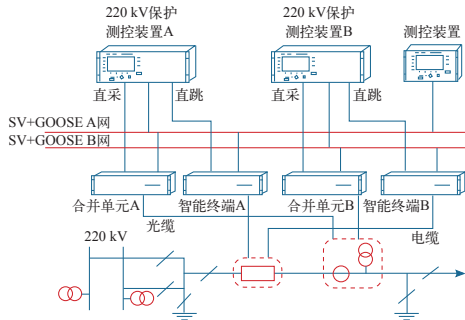


图7 单套测控接单网

(2) 单套测控接双网

测控装置同时跨接A网和B网，将A网、B网和SV数据二取一进行数据采样和终端信息传输。该网口具有独立接口控制器。该配置是当前的主流方案，在提高测控装置可靠性的基础上，解决了单套测控接单网所存在的问题。

在实际测试操作过程中，由于各设备出厂不同，装置性能存在差异，在正式操作前应提高设备间配合的协调性。

(3) 测控双重化

该配置通过接入A网和B网，对其数据采取冗余采样，并将最终数据进行智能终端的GOOSE状态信息传输。保护测控一体化的处理器一般都由独立CPU板卡实现，更好地解决了单套接单网的弊端。如果A设备出现异常，将不再影响整个测控功能，B设备仍可以继续保护测控功能，保证了运行的可靠性。

3.3 测控装置中关键技术的研究

在测控装置中，测量、同步相量和非关口计量数据的计算都需要通过CPU来完成，只有优化核心处理器，才能提高硬件结构资源上送数据的实时性。智能变电站中采取数据合并、无功电能算法来提高计算效率和准确度。

(1) 数据合并

数据合并能够减小CPU运行负担，在多功能

测控装置中将间隔测控、非关口计量等功能高度集成,导致数据计算存在大量的重复,需要加强测控装置的数据合并。模拟量的计算包括三相电压、三相电流、有功和无功功率等;计量功能包括有功、无功电能,有功、无功需量等;数据和功率计算的有效结合,极大地减少了不必要的数据重复,提高了测试工作效率。

(2) 无功电能算法

无功电能算法是一种基于Hibert变换的算法,其定义目前仍存在较大歧义,被广泛采用的Budeanu的公式为

$$Q = \sum_{n=1}^M U_n I_n \sin \varphi_n$$

3.4 智能变电站新技术的实际应用

重庆大石变电站作为智能变电站新技术的示范工程，是一座户外220 kV智能变电站。在二次系统中实现单舱双列布置，不仅占地面积小，设备集成度高，而且效率高，可操作性强。其运行流程如图10所示。

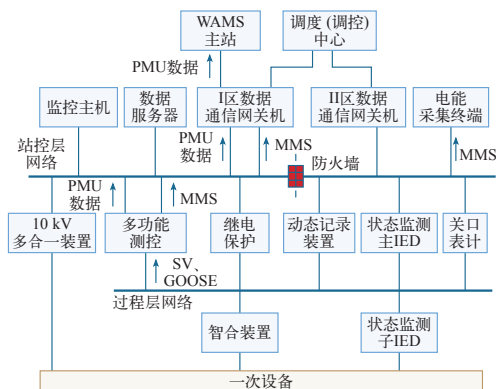


图10 智能变电站运行流程图

智能变电站的实际应用表明,多功能装置集成度高,减少了二次设备中的重复数量计算,简化了装置设备的建设成本,同时降低了后期的维护难度。其次,标准规范的通信接口,从多方面更好地满足了IEC 61850的通信要求,在MMS通信的基础上,实现数据传输和计量传输。新型的智能变电站支持状态检修功能,运用专用的硬件设计,能够对电源、CPU等容易损坏的元件进行自检;与此同时还能通过逻辑节点模型上送网络通信接口各部位的

温度信息,从而实现全站设备的状态检修。

新一代智能变电站二次设备的集成主要体现在设备及其实现功能的整合；创新主要体现在层次化保护控制系统的应用。

系统高度集成是新一代智能变电站设计的基础原则，二次系统的设计方案从站控层、间隔层到过程层设备配置，都遵循这一原则。

4 结束语

测试分析了当前发展中典型的几种智能测控装置,从传统变电站与智能变电站的对比分析来看,新一代智能变电站中多功能的测控装置具有更先进的经验与技术,在解决传统变电站遗留问题的基础上,实现多功能装置集成测控、非关口计量和同步向量测量的一体化应用。数字光电流互感器、电压互感器和智能开关等技术都为变电站的发展奠定了基础。智能变电站示范工程的实施表明,二次设备计算数量大幅度减少,提高了变电站二次系统的集成度,示范工程的成功运用,更为未来智能变电站的发展积累了成功经验。先进的传感测量技术、信息通信技术和数据分析技术等相结合的新型现代化电网,使得智能变电站测控越来越呈现功能集成化、结构紧凑化。多功能测控及集中式测控技术的进一步研究为提高智能变电站运行效率提供技术支撑。

参考文献

- [1] 高磊, 袁宇波, 宋亮亮. 智能变电站监控系统时间体系研究[J]. 电力自动化设备, 2012, 32(3): 116-119.
- [2] 张维, 郝雁翔, 刘航. 一种智能变电站测控装置自动化并列设计的探讨[J]. 中国新技术新产品, 2014(20): 65.
- [3] 刘益青, 高厚磊, 魏欣. 智能变电站中过程层和间隔层功能一体化IED的设计[J]. 电力系统自动化, 2011, 35(21): 58-62.
- [4] 林海峰. 智能变电站的线路保护测控装置的应用设计[D]. 济南: 山东大学, 2013.

(收稿日期: 2015-10-13) **EA**