

数字化变电站设计及运行中的问题探讨

李碧辉, 田 丰

(武汉大学电气工程学院, 湖北 武汉 430072)

[摘 要] 在简要介绍数字化变电站基本概念的基础上, 着重分析了数字化变电站在设计建设, 升级改造及变电运行等方面带来的新问题, 并针对传统型变电站的改造提出了建议及策略。

[关键词] 数字化变电站; 升级改造; 变电运行

[中图分类号] TM63 [文献标识码] A [文章编号] 1006-3986(2008)02-0010-03

Discussion of Problems in Design and Operating the Digitalized Substation

LI Bi-hui, TIAN Feng

(School of Electrical Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

[Abstract] This paper briefly introduced the basic concepts of digitalized substation, brought out some new problems in the design of the substation construction, upgrading and transforming, operation areas. Some suggestions and strategies in renovating traditional substation were put forward as well.

[Key words] digitalized substation; upgrading and renovating; operation of substation

2006年11月8日,我国第一座完整意义的数字化变电站—云南省曲靖市翠峰110 kV数字化变电站通过鉴定验收。该变电站的落成填补了我国数字化变电站建设中的多项空白,也为国内电力系统的数字化建设迈出重要一步。国内部分省市已经开始进行试点建设,积累经验,为大规模推广奠定基础。可以预见,数字化变电站是大势所趋,是未来变电站模式的发展方向。

1 数字化变电站基本概念

数字化变电站是指变电站内一次电气设备和二次电子装置均实现数字化通信,并具有全站统一的数据模型和数据通信平台,在此平台的基础上实现智能装置之间信息共享和互操作的现代化变电站。数字化变电站具有数据共享、信息全面、安装、运行、维护、升级方便、底层数据格式相同、设备成本低、便于提供先进的应用功能等优点,具有数字化的TV/TA、二次设备、开关设备、无缝通信协议(IEC61850)、实时数据传输(GOOSE)等主要特征。

数字化变电站将自动化系统的结构在物理上可分为2部分,即智能化的一次设备和网络化的二次设备;在逻辑结构上可分为3个层次,根据IEC关于变电站的结构规范,将变电站分为3个层次,即变电

站层、间隔层以及过程层。各层次内部及层次之间采用高速网络通信。

数字化变电站主要核心技术体现在电子式互感器以及IEC61850标准的应用上^[1]。电子式互感器的应用是数字化变电站发展的核心与基础,任何形式的数字化变电站都离不开互感器的数字化。与传统的电磁式电流互感器相比,电子式互感器无绝缘油,不会有安全隐患;无铁芯,无铁磁共振、磁滞效应及没有磁饱和现象;测量带宽和精度高;体积小、重量轻、运行时无噪音,高电压等级时性价比好;二次系统无电流,不存在TA开路的问题;数字化通信,可以通过网络实时监测互感器工作状态。这些优点为传统的变电站带来了巨大的革命性影响。

IEC61850标准与以往的电力系统规约相比,在标准制定思想和结构定义上有了长足的进步。如标准规范一致性,IEC61850标准在MMS的基础之上建立一套适用于电力系统的通用通信接口ACSI,符合IEC61850标准的各个厂家产品可以非常方便的实现互操作,简单直观,IEC61850标准中每个数据均自带名字和数据类型,避免了传统规约中使用点号和数据包类型号带来的混淆;规约调试的工作量减少,IEC61850强调了一致性测试,理想情况下各个不同厂家装置及后台系统可以无缝组网。这些进步代表了未来变电站技术领域发展的主要趋势。

[收稿日期] 2007-12-23

[作者简介] 李碧辉(1986-),女,湖北孝感人,本科在读。

2 数字化变电站建设设计中的问题

2.1 技术层面面临的问题

(1) 应用电子式互感器带来的问题

根据 IEC 标准,从测量原理分类,电子式电流互感器包含了光学电流互感器、空芯电流互感器(又称为 Rogowski 线圈)及低功率型电流互感器 3 种。由于在光学电流互感器的温度稳定性研究方面遇到的困难,现阶段实用化的高压电子式电流互感器主要是以空芯线圈为传感单元,低压侧的半导体激光器通过供能光纤给高压侧的调制电路供电,将高压侧的含有被测电流信息的电压信号转换成数字信号驱动发光二极管,通过信号传输光纤以光脉冲的形式传输至低压侧。在电子式互感器应用方面,需要关注以下问题^[2]:互感器的安装位置,合并单元的配置方案,各个二次设备如何共享数字信号,差动保护(变压器、母线、线路等)采样数据的同步,数字化过程层设备的测量精度,多个过程层接口的保护测控设备的应用等如何解决。

(2) 支持 IEC61850 标准中存在的问题

国际上实现 IEC61850 的变电站层和间隔层部分规约已经实现,功能也已相当完整。国内部分制造厂在开发和应用方面有了一些成果。但是,由于制定 IEC61850 时,具体的保护功能和类型是按照欧美的标准及习惯制定的,国内使用的保护功能和方法与其有一定的差异,完整实现站层和间隔层部分规约包括 GOOSE 时,由于存在网络冲突,可能会造成 GOOSE 报文的延迟;而且目前国内高压保护全部是双重化配置,当双套保护同时动作的时候,会同时发送紧急事件报文,此时可能会发生冲突。因此国内急需建立一个完整全面的 IEC61850 数字式设备测试环境,从科研试点的角度出发,数字化变电站中有必要配置专用的网络分析仪。网络分析仪主要用于详细记录网络上的报文信息,实现检索、排序、分类等基本数据统计功能和针对 IEC61850 标准的高级报文分析功能。目前,国外有一些分析 MMS 报文和 GOOSE 报文的软件,但价格昂贵而且长期运行稳定性差^[3]。

(3) 其他技术层面出现的问题

除了以上两大核心技术面临挑战,其他技术层面^[2]如数字化变电站通信网络的拓扑结构,操作箱数字化的配置,时间同步和闭锁功能的实现,智能开关耐压等级及短路电流开断能力的完善,网络环境下传输延时不确定等已经成为数字化变电站建设中

需要关注的问题。

2.2 安全层面面临的问题

原来的 SCADA 和其他的控制系统都是一个独立系统,由于硬件平台和逻辑结构都与外界不同,因此具有较高的安全性。而开放式变电站综合自动化系统基于开放的、标准的网络技术之上,供应商都能开发基于因特网的应用程序来监测、控制或远方诊断,可能导致计算机控制系统的安全性降低。对于要求高可靠性和安全稳定性的电力系统而言,安全问题尤其突出。因此,可以尝试从物理安全性以及软件安全性两方面着手。

(1) 物理安全性方面^[4]

一种方法是采用虚拟网技术。VLAN (虚拟网络)技术,即将一个物理的 LAN 逻辑地划分成不同的广播域(即 VLAN),使每一个 VLAN 都包含一组有着相同需求的计算机工作站。这样就可以实现电网的运行数据以及各种调度信息存储于不同的节点,降低了人为破坏或者自然灾害的风险。

另一种方法是采用多智能体技术。多智能体是分布式人工智能 DAI (Distributed Artificial Intelligence) 研究的前沿领域,是由多个智能体组成的系统。这种方法的基础与上一措施相同,都是分布式网络。不同的是,多智能体技术赋予每一个受监控点一定的决策及协调能力。这样就比单纯的分布式网络更为灵活,并且安全系数更高,通过策略库,可以应对出现的比较复杂的情况。

(2) 软件安全性方面^[4]

第一种方法是采用数字签名技术。数字签名是基于保密算法的程序式安全措施。其安全程度取决于算法的复杂和精准程度。数字化变电站可考虑对变电站运行信息(遥控信息、遥调信息、保护装置和其他安全自动装置的整定信息等)应用数字签名。

第二种方法是采用防火墙技术。广泛应用于互联网络的防火墙技术可以在有数据沟通的终端之间,通过 TCP/IP 协议完成对数据流的安全保护。并且这种措施可以根据实际情况应用不同的安全等级策略,方便灵活。

数字化变电站的信息安全防护是整体的、动态的过程,同时也是多种技术的总和。应当综合考虑变电站的网络安全策略,建立起一套真正适合变电站的网络安全体系。

3 数字化变电站变电运行时的的问题

基于 IEC61850 通信协议的数字化变电站引起

了一、二次设备的变革,也必将给变电运行及检修工作带来新的挑战。

3.1 智能开关的调试

数字化变电站的一项关键技术就是智能开关的使用,因此,智能开关的性能直接关系到数字化变电站的操作智能型。智能开关的调试要考虑两方面因素:一是物理性能,如绝缘性能,机械灵活程度等;二是二次设备配合度,即要满足精密二次设备监视、控制及信息传输速度的需要。

3.2 检测运行监视

首先,由于数字化变电站中的继电保护是直接以数字量输入和输出的,内部无需 A/D 转换过程,因此就抛弃了以往的笨重的 A/D 转换设备,新式校验设备更加轻便小巧易于携带;更重要的是将不再直接检测高强度的模拟量,提高了检测人员和设备的安全系数。其次,由于数字化变电站的继电器可以进行暂态检测,因此数据可以常备常新,随时检测,更准确迅速地反映电能参数的变化和异常,因此与以前的稳态校验在校验方法上大大不同。同时,在校验次数和频率上要重新安排,在保证电网安全的前提下节约校验的人力、物力。

3.3 故障分析及排查

传统变电站与数字化变电站有个很大的区别是内部连接方式的不同。传统变电站主要是靠复杂的二次电缆群传递模拟信号,因此误操作的概率较大,而数字化变电站的过程层与间隔层之间、间隔层与变电站层之间都是通过光纤以太网相连接,网络内部通过自我检测的方式进行故障排查,方便快捷且不易出现误操作。

数字化变电站在早期检测方面也有了一个突破,即将新型传感器和计算机配合使用,连续自我检测和监视开关设备的一次和二次系统,在缺陷变为故障之前发出预警提示,及早解决,尽可能减小损失。但是,目前尚无一个符合实际的预警标准,如何制定出精确的临界值是其中的难点。

通过以上的分析不难看出,数字化变电站的运行工作比传统变电站简单方便,也对变电运行提出了新的挑战。作为运行单位必须及早着手准备,加快人才培养,加快对新设备、新技术的消化和吸收,以便积极应对^[5]。

4 传统型变电站升级改造中的问题^[6]

数字化变电站具有更加灵活,更加方便的调控手段,也具有更高的安全性和稳定性。这种技术将

在以后的电力系统中得到普及。但是已建成的大量传统变电站的整体一次性升级必将产生沉重的经济负担,因此,建议通过以下几个措施逐步升级传统型变电站。

4.1 变电站层改造

若变电站内与控制中心都支持 IEC61850 标准,可以抛弃 101、104 直接采用 IEC61850 与 IEC61970 完成升级;否则需进行规约转换,即在变电站层实现 IEC61850 与 101、104 的网关。具体工程则应根据各个变电站的实际情况而定。

4.2 间隔层改造

间隔层的改造比较麻烦,需要设备厂家的配合。具体分为以下几个步骤:

- (1)针对不同厂家进行设备升级。
- (2)根据新的布局情况转换网关的通信服务。
- (3)完成原始数据到新逻辑保护接点的映射。

如图 1 所示。



图 1 间隔层升级

5 结论

数字化变电站技术的推广完善,需要设计建设、升级改造、变电运行等各方人士共同努力。本文就数字化变电站这一系列过程的若干问题进行了初步的探索与研究,旨在抛砖引玉,为进一步的研究及解决方案提供基础。

[参考文献]

- [1] 顾光辉,杨群力. 数字化变电站新技术应用经验与建议 [J]. 节能与环保, 2007 (10).
- [2] 辛建波,黄瑶. 数字化变电站建设中需要注意的几个问题 [J]. 江西电力, 2007 (3).
- [3] Schumacher M, Hoga C, Schmid J. Get on the digital bus to substation automation [J]. IEEE Power and Energy Magazine, 2007 (3).
- [4] 杨文征,郭创新,曹一家,等. 数字化变电站信息安全分析及其防范措施研究 [J]. 机电工程, 2007 (9).
- [5] 郭征,陈学军. 数字化变电站给变电运行工作带来的新挑战 [J]. 上海电力, 2007 (5).
- [6] 黄伟,陆玉军. 传统变电站向数字化变电站过渡研究 [J]. 江苏电机工程, 2007 (S₁).