

IEC 61850 数字化变电站对继电保护专业的影响

何世恩¹, 刘峻²

(1. 甘肃省电力公司, 甘肃 兰州 730050; 2. 甘肃电力科学研究院, 甘肃 兰州 730050)

摘要: 在数字化变电站系统中为实现其控制、监视和保护功能, 要求不同厂家的设备达到信息的共享, 实现互操作, 为此国际电工委员会(IEC)制定了变电站内通信网络和系统标准体系——IEC 61850。结合 IEC 61850 数字化变电站工程建设、运行, 分析了 IEC 61850 标准应用的机遇和问题, 以及对继电保护专业的影响, 提出了一些在数字化变电站技术推广中注意的问题。

关键词: IEC 61850; 数字化变电站; 继电保护

Impacts of IEC 61850 digital substation on relaying protection

HE Shi-en¹, LIU Jun²

(1. Gansu Electric Power Company, Lanzhou 730050, China;
2. Gansu Electric Power Research Institute, Lanzhou 730050, China)

Abstract: In order to perform its control, monitoring and protection functions successfully, substation automation system should implement the information sharing of equipments from different manufacturers and to possess interoperability. For this purpose, a standard for communication networks and system within substations, IEC 61850 is worked out by IEC. On the experience of building and operating the IEC 61850 digital substation, opportunities and problems of application of IEC 61850 and its impact on relay protection are analyzed. The problems in spreading digital substation technology are put forward.

Key words: IEC 61850; digital substation; relay protection

中图分类号: TM77 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2009)03-0001-04

0 引言

国际电工委员会提出的IEC 61850标准, 不是一个单纯的通信协议, 而是一个关于变电站自动化系统结构和数据通信的标准, 目的是制定一个满足性能、质量和价格要求的通信标准, 实现各个厂家设备之间的无缝通信和互操作, 实现“同一世界, 同一技术, 同一标准”。

随着智能化开关、光电式电流电压互感器、一次设备在线状态检测等技术的不断成熟, 自适应技术在继电保护方面的应用推广, 基于IEC 61850标准的数字化变电站大范围建设必将成为现实。这对提高设备可靠性、保障电网安全稳定运行和实现减员增效具有重要的社会效益和经济效益。然而, 在推广IEC 61850标准过程中带来了机遇同时也存在问题, 基于IEC 61850标准的数字化变电站建设也给变电站的设计、安装、调试、验收和运行带来了新的挑战。因此, 在建设基于IEC 61850标准数字化变电

站工程中开展其理论体系和实现技术的进一步研究, 对加快变电站自动化技术的推广应用和优化电网运行方式都具有非常重要的现实意义。

1 IEC 61850 标准应用的机遇和问题

2004年国际电工委员会第57技术委员会(电力系统管理及其相关信息交换)制定的IEC 61850系列标准(变电站通信网络和系统)全部批准出版。

从2000年左右开始, 我国许多专家就关注IEC 61850标准, 陆续发表了有关介绍、分析和研究的文章, 推动了IEC 61850标准的推广和变电站自动化的标准化^[1-5]。我国相应的标准名称为《DL/T 860变电站通信网络和系统》, 由全国电力系统控制及其通信标准化技术委员会负责, 等同采用IEC 61850系列国际标准, 整个标准共分10个部分, 14个分册^[6]。从2004年逐步批准、发行和出版, 最后一个标准《DL/T 860变电站通信网络和系统 第6部分: 与变电站有关的IED的通信配置描述语言》已经过全国电力系统

控制及其通信标准化技术委员会审查通过。

近年来我国的有关专业会议对数字化变电站技术以及 IEC 61850 标准的讨论也非常热烈, 国家电力调度通信中心已经多次成功组织国内从事变电站自动化的科研单位、生产厂家和检测机构开展了 IEC 61850 互操作试验, 取得了许多重要成果, 推动了我国 IEC 61850 的有关技术开发、测试及应用。从 2008 年开始等同采用国际标准 IEC 61850 的我国 DL/T 860 系列标准已全部批准并开始执行。

从制定 IEC 61850 标准的理念“同一世界, 同一技术, 同一标准”来看, 完全符合我国的有关要求, 在全球经济一体化的背景下, 我国电力事业快速发展的现实条件下, 建设数字化变电站实现 IEC 61850 标准, 是符合我国国情的, 其中获益最大的是变电站自动化的用户——电力公司, 最终是技术进步带来的安全、优质和经济电网运行。

现阶段我国等同采用 IEC 61850 的 DL/T 860 系列标准刚刚全部发布, 而 IEC 61850 标准又在继续修订, 我国电力系统继电保护技术已有自己独特而且完善的功能类别和配置要求, 在此标准中没有考虑; 我国电力行业发展不平衡, 学习贯彻落实也不平衡; 现阶段 ECT、EPT 在低压系统推广, 成本也是一个必须考虑的问题; 安装调试没有相应的测试设备、手段和专业人员, 也没有相应的标准, 而且相关专业人员职责划分不清晰等等。

电力公司需要进一步整合力量, 把电力公司作为用户的理念、要求反映出来, 积极参与到 IEC 61850 的研究、推广中, 并根据研究成果和运行经验影响 IEC 61850 标准的修订。启动基于 IEC 61850 的数字变电站标准化有关工作, 制定企业管理标准、工作标准和技术标准, 在招标设备功能技术规范书中提出明确的标准化要求。

2 基于 IEC 61850 标准的数字化变电站

数字化变电站具有数字化的一次设备、网络化的二次装置和全站统一的标准平台, 能够实现信息的共享和互操作。根据 IEC 61850 标准的定义, 可以分成三层: 过程层、间隔层和站控层, 各层次内部及层次之间采用高速网络通信。

其中过程层是一次设备和二次设备的结合面, 其主要功能是进行电气量的检测运行设备的状态参数在线检测与统计、操作控制的执行等任务; 间隔层的主要功能是进行本间隔过程层实时数据信息的汇总并对一次设备实施保护控制功能, 具有承上启

下的作用; 站控层主要任务是: 汇总全站的实时数据信息, 将有关数据信息送往调度或控制中心并接受调度或控制中心有关控制命令, 转间隔层、过程层执行等功能。

在制定 IEC 61850 的过程中, 英国、德国、荷兰等国家都相应的建立了示范工程, 用以推广、验证标准的理论体系和实现技术。ABB、SIEMENS、AREVA 等公司在全球范围内均有整站投运的先例。目前国内已有多个基于 IEC 61850 的变电站投入运行。110 kV 天水平南(王坡)变电站就甘肃省的第一个部分基于 IEC 61850 的数字化变电站。天水平南(王坡)变电站主变压器本期 1×20 MVA; 110 kV 进出线 2 回; 35 kV 出线 4 回; 10 kV 出线 2 回; 10 kV 无功补偿装置 1×2100 kvar; 串联电抗为 13%; 10 kV 所用变 1×100 kVA。主变压器使用了武汉长江通信的 110 kV 的 ECT、EPT, 四方继保自动化股份有限公司的信号转换设备、合并单元和保护装置等二次设备。变压器保护 CSC326FA 保护装置在 110 kV 侧采用光以太网接入 ECT、EPT 数字光纤信号, 35 kV 和 10 kV 侧采用转换盒将传统 CT、PT 的 100V/5A 模拟信号转换为数字光纤信号。ECT、EPT 价格约为常规 CT、PT 的 1.5 倍。

天水平南(王坡)变电站于 2005 年 7 月开始设计, 2006 年 10 月完成二次设备的安装调试, 2006 年 11 月正式投入试运行。经过一年多的运行表明, 数字互感器及数字保护运行稳定, 通过与常规设备比较, 其特点为: 简化二次接线, 节省控制电缆等安装材料; 提升测量精度, 数字信号传输和处理无附加误差、无 PT 短路、CT 饱和、CT 开路、铁磁谐振和电磁兼容问题; 采用 CRC 校验、通信自检等提高信息传输的可靠性; 一、二次设备间无电联系; 无传输过电压和两点接地等问题; 各种数据、功能共享统一的信息平台, 监控、远动、保护信息子站、VQC 和五防等可以一体化; 减小变电站、集控室面积, 安装方便, 节省土建费用, 调试简单等, 全数字化二次设备可以小型化、标准化、集成化, 可灵活布置, 是今后发展的方向。

实际存在的问题是没有把握全部采用 ECT、EPT, 由于 ECT、EPT 使用电子器件, 所以设备的寿命和可维护性, 以及电子设备对环境的适应性(如温度、湿度和电磁干扰等)等因素需要时间的考验, 而且还要考虑成本; 智能化的开关还无成熟的国产产品, 采用进口设备, 价格无法承受, 采用智能终端加常规开关方案, 因为保护装置及智能终端下放到了就地, 汇控柜柜体是进口的, 在极端天气情况下, 发生过装置告警, 总体来说运行稳定, 但冬天

保温和夏天冷却是必须在设计阶段就要解决的问题,还应有温度监视报警功能;虽然安装调试简单,但需要依赖厂家,尤其是 ECT、EPT 的精度、极性测试需要专用设备,电力公司还没有相应的测试设备、手段和专业人员,也没有相应的标准,而且自动化、通信和继电保护人员责任不明确。

所以要经过已经投产或以后陆续投产的基于 IEC 61850 的数字化变电站运行经验的积累,非常规 CT、PT 的可靠性得到进一步证明,且价格有竞争力,国产智能化开关的研制和应用,电力公司有关技术标准、管理标准等的完善,有关人员培训,等等,再加上有基于 IEC 61850 数字变电站标准化示范工程的推动,基于 IEC 61850 的数字化变电站将在国内全面推广应用。

3 数字化变电站消除了几个制约继电保护稳定运行的瓶颈

经过多年的发展,我国微机保护在原理和技术上已相当成熟,国产微机线路保护技术全面超越进口保护,处于国际领先水平。通过近几年的继电保护技术改造,甘肃省 110 kV 及以上系统全面实现数字化,继电保护正确动作率前几年逐年提高显著,但近两年几乎停滞不前,除装置本身的原因外,以下几个方面是引发继电保护不正确动作的主要原因:1) 变电站直流电源回路故障接地引发继电保护误跳闸;如我省靖远电厂由于几次扩建,升压站内的网控楼到最远的断路器电缆将近 1 km,发生过几次多台开关误跳闸事故;2) 二次回路设计接线错误,电缆长、执行反措不到位,电缆老化接地,造成保护误动;3) 定值项多,控制字和跳闸矩阵设置错误;4) 由于有许多季节性负荷,备自投、低频低压减载压板等核查、切换工作量大,易出错;5) 一些配电系统无母差保护、备自投等,上一级保护难起后备作用,造成事故扩大,供电中断等;6) CT 特性恶化和特性不一致引起故障延迟切除和区外故障误动;7) 保护通道问题;8) 下雨引起瓦斯继电器接线盒进水,触点接通。

采用基于 IEC 61850 标准的数字化变电站技术,由于二次电缆少,在不增加硬件设备、不重复采集交流信息的前提下,将相应功能分散到各间隔保护单元中,实现网络化母线保护、网络化备自投和网络化低频低压减载功能,可以基本消除以上限制继电保护运行水平继续提高的瓶颈,同时保护定值、控制字简化,保护压板、按钮和把手大大减少,

也可以显著减少运行维护人员的“三误”事故。对于装置缺陷,由于直接采用数字量,能真实反应系统一次电气量信息,装置可采用更先进的原理算法,其集成度可以更高,抗干扰能力大大增强,再加上在线监测、在线检修自动化,装置运行将更加稳定;对于通道设备故障,如 100 mm² 铜电缆未敷设,或郊区、边远地区变电站 100 mm² 铜电缆经常被盗,造成高频保护误动这种情况,要通过采用光纤通道来解决。对于其它问题,如接点受潮等,要从加强管理入手。

4 数字化变电站给继电保护带来的新挑战

基于 IEC61850 通信协议的数字化变电站将变革传统的变电站一、二次设备,它的特点是采用分布分层的结构体系,面向对象的数据统一建模,数据自描述,采用抽象通信服务接口(ACSI)和特殊通信服务映射(SCSM)技术,实现智能设备间的互操作能力,面向未来的开放体系结构。数字化变电站的试点建设及运行表明,它将给变电站的设计、安装、调试、验收和运行带来新的挑战。

(1) 基于 IEC 61850 的数字化变电站的二次系统设计,需要打破传统的设计方案,要设计出结构合理、满足实际需要的可靠系统,就需熟悉各种 IEC 61850 设备的功能逻辑节点,以便能够将物理设备通过逻辑节点连接去实现所需功能。

(2) 数字化变电站信号回路和操作控制驱动回路采用微处理器和光电技术设计,数字程控器及数字公共信号网络取代传统的导线连接;继电保护测试是一种全网络化的测试,需要充分理解保护的配置,利用 IEC 61850 规约的特点,创新测试方法,设计出完善的测试方案,同时测试通信、同步功能、检查上传信息等多项功能,测试才能完善、全面,才能事半功倍。

(3) 数字化变电站的安装、调试过程是系统网络化和数字化的过程,IEC 61850 标准的使用为这些过程赋予了新的工作内涵,需要针对 IEC 61850 的特点和需要及时的修改、补充和完善现有的工作方式,适应新系统的要求。在此期间需特别强调的是交接性试验的重要性,它是数字化变电站实现的基础,保障以后变电站安全、可靠运行的重要前提。

(4) 数字化变电站的建设给现场验收工作带来了新的形式要求,需要根据 IEC 61850 标准,不仅要验收系统中的硬件、软件,还包括系统中使用的说明文档、设备的配置参数文档、系统数据和信

息模型文档及系统和设备的配置文件等项目。

(5) 以 IEC 61850 为核心的新设备功能更强大, 设备通过灵活的配置完成各种组合的功能, 这就要求配置信息得到可靠的保管和管理。如管理不完善, 就会对日后的维护工作带来不可避免的难题。

(6) 由于原来的 SCADA 和其他的控制系统是一个独立系统, 是厂家的专有产品, 它们的安全性来自其硬件平台和逻辑结构与外界不同。数字化变电站综合自动化系统基于开放的、标准的网络技术, 所有的供应商均可开发基于因特网的应用程序来监测、控制或远方诊断, 但可能导致计算机控制系统的安全性降低。对于电力系统这样一个要求高可靠性和安全稳定性的系统而言, 安全问题尤其突出。

(7) 实现数字化、程序化的操作流程是数字化变电站必须的, 变电站间隔层程序化控制模式可以提高响应速度和可靠性, 使操作更快捷, 但必须保证程序化控制的可靠执行, 要求保证系统程序的稳定性和可靠性。

(8) 变电站的运行管理系统包含的内容更丰富, 如: 电力生产运行数据、状态记录统计分析、数据信息分层、分流交换的自动化等内容, 变电站运行发生故障能及时分析、处理, 将常规的设备“定期检修”改为“状态检修”。

现在缺乏有关的技术标准及规范, 国家电网公司新颁布的企业标准《线路保护及辅助装置标准化设计规范》(Q/GDW 161-2007) 和《变压器、高压并联电抗器和母线保护及辅助装置标准化设计规范》(Q/GDW 175-2008) 中, 未涉及适应 IEC 61850 的有关内容。但作为数字化变电站的管理者——电力公司, 要与时俱进, 制定相应的管理规范和工作规范, 与数字化变电站的发展保持同步。

5 结语

当前采用 IEC 61850 构建的数字化变电站, 应该还属于功能实现的初步阶段, 继电保护运行管理工作要与数字化变电站技术同步进步。前面结合数字化变电站的试点建设和运行经验, 初步分析了数字化变电站的优点和带来的挑战, 还有其他问题需要继续关注, 如数字化变电站中继电保护的技术标准、检验标准和标准化设计规范的完善, 继电保护反事故措施的修订, 利用 IEC 61850 特性, 实现全智能化的自动测试、出报告, 同时测试多台保护装置

和进行完整的整组试验, 完全适应 IEC 61850 的继电测试仪研发和使用, 人员培训等。随着数字化变电站的推广应用, 以上问题会逐步解决, 提供完善高效安全的继电保护装置及回路检验的新方法、新手段, 相信在通信、自动化等各个专业的融合协作下, 数字化变电站将会取得蓬勃的发展。

参考文献

- [1] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. DL/T 860 变电站通信网络和系统[S]. National Development and Reform Committee of PRC. Communication Networks and Systems in Substation [S].
- [2] 徐礼葆, 刘宝志, 郝燕丽. 开放式数字化变电站自动化系统的讨论[J]. 继电器, 2004, 32(6): 40-43. XU Li-bao, LIU Bao-zhi, HAO Yan-li. Discussion of Open Digitalized Substation Automation System[J]. 继电器, 2004, 32(6): 40-43.
- [3] 高鹏宇, 游大海, 刘国民. 符合 IEC 61850 标准的数字化变电站内部通信的实现[J]. 继电器, 2006, 34(12): 69-72. GAO Peng-yu, YOU Da-hai, LIU Guo-min. Implement of Communications According to IEC 61850 in the Digital Substation[J]. RELAY, 2006, 34(12): 69-72.
- [4] 黄欣, 贺春. IEC 61850 标准对电力系统工作的影响[J]. 继电器, 2007, 35(13): 53-56. HUANG Xin, HE Chun. Impact of IEC61850 Standards upon Work of Electric Power System[J]. RELAY, 2007, 35(13): 53-56.
- [5] 吴在军, 胡敏强. 基于 IEC61850 标准的变电站自动化系统研究[J]. 电网技术, 2003, 27(10): 61-65. WU Zai-jun, HU Min-qiang. Research on a Substation Automation System Based on IEC 61850 [J]. Power System Technology, 2003, 27(10): 61-65.
- [6] 何世恩, 刘峻. 浅析 IEC61850 标准与数字化变电站[J]. 甘肃电力技术, 2008,(6):17-20. HE Shi-en, LIU Jun. Analysis on IEC 61850 and Digital Substation. Gansu Electric Power Technology[J]. Accepted, 2008,(6):17-20.

收稿日期: 2008-07-12

作者简介:

何世恩(1961-), 男, 高级工程师, 主要从事继电保护技术管理; E-mail: heshien@gsepc.com

刘峻(1972-), 男, 高级工程师, 主要从事继电保护检验维护及技术管理。