

IEC 61850 标准在南桥变电站监控系统中应用

高翔^{1,2}, 周健³, 周红⁴, 张激⁵

(1. 浙江大学电气工程学院, 浙江省杭州市 310027; 2. 华东电力调度交易中心, 上海市 200002)

(3. 华东电力试验研究院, 上海市 200437; 4. 上海超高压输电变电公司, 上海市 200063)

(5. 西门子电力自动化有限公司, 上海市 200120)

摘要:介绍了基于 IEC 61850 的 500 kV 南桥变电站监控系统改造工程实施情况, 以及该项目的现场试验情况及分析, 认为通用面向对象变电站事件(GOOSE)机制的应用有助于推进变电站自动化的实时性和快速性。

关键词:变电站自动化; 监控系统; IEC 61850; GOOSE

中图分类号: TM764

0 引言

近几年来, 国内外许多厂家积极开展了对 IEC 61850 标准体系的研究和试点应用工程实施^[1-5]。IEC 61850 标准体系对于变电站自动化技术的发展提供了有效的支撑, 主要体现在建模的标准化、支持网络通信方式实现智能电子设备(IED)之间的信息交互、实现不同设备之间的互操作等^[6-8]。

本文介绍了南桥 500 kV 变电站监控系统基于 IEC 61850 标准的工程应用经验。

1 南桥变电站监控系统简介

南桥变电站监控系统原为 BBC 公司的 P13 控制系统, 交流监控系统改造是南桥变电站交、直流控制系统改造的第 2 阶段。改造过程中, 为保证原交、直流控制系统(P13 系统)的正常运行, 分别采用了 P13 接口的研发、逐轮翻接、模拟信号等多种技术手段。考虑未来技术的发展趋势, 选择了基于 IEC 61850 标准的监控系统作为南桥变电站交流监控系统的改造方案。

南桥变电站交流监控系统由测控单元和后台机系统 2 部分组成。测控单元采用西门子公司的 SICAM PAS 变电站自动化系统和 SIPROTEC 4 间隔控制单元 6MD66, 6MD63; 后台机系统采用南瑞科技股份有限公司的 OPEN2000 系统。

间隔控制单元中使用了内置式可自动进行路由切换的光以太环网交换机, 支持快速生成树协议 IEEE 802w, 生成树协议通过从网络化物理拓扑结构构建一个无环路的逻辑转发拓扑结构, 提供了冗

余连接, 消除了数据流量环路的威胁, 其快速的网络重构时间可小于 30 ms。

IEC 61850 标准的通用面向对象变电站事件(GOOSE)信息传送机制不是基于 TCP/IP 协议, 其对等传送方式(peer to peer)使用的是物理网卡地址(MAC 地址), 工程中 I/O 的光纤网络接口被设计成一个网络地址, 双冗余物理接口, 并内置支持信息量优先权传送的交换机, 见图 1。

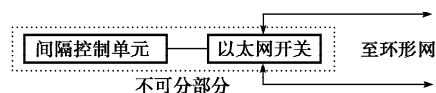


图 1 I/O 的光纤网络接口示意图
Fig. 1 I/O optical fiber network interface

这种应用模式简化了网络配置, 避免了在一个装置中存在多 IP(MAC 地址)需映射多个数据库的问题, 方便 GOOSE 信息传送机制的实现; 可构成光纤环网, 并提供冗余和故障快速恢复功能, 减少光交换机的使用, 见图 2。

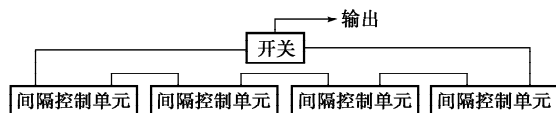


图 2 光纤环网示意图
Fig. 2 Optical fiber ring network

南桥变电站监控系统中使用了虚拟网络构架技术, 将 SICAM PAS 的 2 个独立网口捆绑在一个 IP 地址上, 物理上是独立的 2 个以太网, 逻辑上合二为一; 网络切换在网卡的低层完成, 具有速度快、不丢数据包的特点, 有效避免了应用层软件切换造成的弊端。

2 现场试验情况

南桥变电站监控系统是华东电网首次在 500 kV 变电站中试点应用基于 IEC 61850 的变电站计算机监控系统。在工程实施中对该监控系统主要进行了以下试验,以确保系统功能和性能满足使用要求:

- 1) 遥信核对及事件顺序记录(SOE)动作准确度试验;
- 2) 雪崩试验;
- 3) 交流采样精度(间隔层、站控层)试验遥控功能试验及遥控继电器校验;
- 4) 准同期功能及准同期逻辑试验(间隔层、站控层);
- 5) 刀闸联闭锁试验(间隔层、站控层);
- 6) 后台功能试验(事故推画面、线路检修挂牌、光字牌处理等);
- 7) “五防”闭锁功能试验。

在调试过程中主要采用了以下技术手段:

- 1) 基于 GOOSE 机制的间隔层准同期逻辑和刀闸联闭锁逻辑,并引入了零序电压越限及不同 IED 所测同期电压不一致闭锁同期功能,采用分布式测试源及测试信号布置策略对其进行系统验证;
- 2) 在一次设备全部接入新监控系统前,存在新老系统同时运行、监控一部分一次设备的过渡阶段,针对该特点,在调试中引入模拟屏等运行显示设备,作为调试和运行系统翻接过程的过渡手段;
- 3) 充分利用 IEC 61850 支持远程配置的优势,优化调试和修改配置过程,提高了现场调试的效率,确保了保证工程进度。

工程中采用了 SICAM PAS 变电站自动化系统的软、硬件,具有模块化设计、集成的组态调试和诊断功能等特点,系统扩展能力较强,二次系统的故障分析比较方便,简化了现场调试的配置工作。

由于南桥变电站监控系统是改造工程,调试完成后,根据停电计划逐路翻接,目前已接入西门子交流控制系统的包括 12 个 220 kV 系统回路,所有 500 kV 系统回路接入过程正常,运行情况良好。

从工程现场试验效果来看,IEC 61850 体系较常规变电站自动化系统具有明显的优越性,具体体现在以下几方面:

- 1) 抽象通信服务接口(ACSI)、逻辑节点、独立的网络映射等特点切实解决了现有系统基于特定通信介质和专用协议所造成的改造的困难和不可部分替代性;

- 2) GOOSE 机制的应用确保重要信息的优先级

传递,在保证系统可靠性的前提下,有效地提高系统的响应速度,从而为更高级应用提供技术基础;

- 3) 100 Mbit/s 冗余光纤以太环网和可更换的支持 IEC 61850 的光以太网交换机,提供了冗余连接,消除了数据流量环路的威胁,提供了快速的网络重构时间,确保了对 IEC 61850 的网络通信支持。

3 结语

IEC 61850 提供了对 IEEE 802.1Q 和 IEEE 802.1P 虚拟局域网及信息量优先控制所提供功能的定义。基于以上标准的 GOOSE 机制应用对于南桥变电站交流控制系统这样的复杂系统是一个理想的选择,GOOSE 机制中多播信息可以在不需要主控单元干预的情况下实现信息复用,确保在某断路器或隔离刀闸发生变位时,收集该变位的测控装置直接将该变位信息传送到所有需要该变化量的测控装置,提高了数据传送的效率。另一方面,为了提高系统实时性指标,GOOSE 的优先级控制使需要传送的变位信息根据优先级设置直接进入相应的优先级队列中,而不是进入通常的报文缓冲区中(如 IEC 60870-5-104 协议中),通过支持优先级控制的以太网交换机,抢先到达目的地址,数据传送速度迅速,从根本上改变了变电站监控系统的实时性能。根据实际调试结果,从相关设备遥信变位到测控装置逻辑运算结果发生相应改变的时间间隔不大于 1 s。

GOOSE 机制的应用有助于推进变电站自动化的实时性和快速性,南桥变电站监控系统中使用了 100 Mbit/s 冗余光纤以太环网作为间隔层设备间的通信介质,并首次在间隔层控制单元中使用了内置可更换的光以太网交换机。这种将过程层与间隔层和站层有机结合、建立在光通信基础上的变电站监控系统将是数字化变电站的核心。

参考文献

- [1] APOSTOL OV A P. Distributed protection, control and recording in IEC 61850 based substation automation systems// Proceedings of Eighth IEE International Conference on Developments in Power System Protection: Vol 2, April 5-8, 2004, Amsterdam, Netherlands. Stevenage, UK: IEE, 2004: 647-651.
- [2] HOGA C, WONG G. IEC 61850: open communication in practice in substations// Proceedings of 2004 IEEE PES Power Systems Conference and Exposition: Vol 2, Oct 10-13, 2004, New York, NY, USA. New York, NY, USA: IEEE, 2004. 618-622.
- [3] CRISPINO F, VILLACORTA C A, OLIVEIRA P R P, et al. An experiment using an object-oriented standard——IEC 61850 to integrate IEDs systems in substations// Proceedings of 2004

- IEEE PES Transmission and Distribution Conference and Exposition: Latin America, Nov 8-11, 2004, Sao Paulo, Brazil. New York, NY, USA: IEEE, 2004: 22-27.
- [4] APOSTOLOV A, VANDIVER B. Functional testing of IEC 61850 based IEDs and systems// Proceedings of 2004 IEEE PES Power Systems Conference Exposition: Vol 2, Oct 10-13, 2004, New York, NY, USA. New York, NY, USA: IEEE, 2004: 640-645.
- [5] 吴在军,胡敏强. 基于 IEC 61850 标准的变电站自动化系统研究. 电网技术, 2003, 27(10): 61-65.
- WU Zaijun, HU Minqiang. Research on a substation automation system based on IEC 61850. Power System Technology, 2003, 27(10): 61-65.
- [6] 任雁铭,秦立军,杨奇逊. IEC 61850 通信协议体系介绍和分析. 电力系统自动化, 2000, 24(8): 62-64.
- REN Yanming, QIN Lijun, YANG Qixun. Study on IEC 61850 communication protocol architecture. Automation of Electric Power Systems, 2000, 24(8): 62-64.
- [7] 操丰梅,任燕铭,王照,等. 变电站自动化互操作实验建议. 电力系统自动化, 2005, 29(3): 86-89.
- CAO Fengmei, REN Yanming, WANG Zhao. Advances on interoperability test of substation automation system. Automation of Electric Power Systems, 2005, 29(3): 86-89.
- [8] 张结,卢德宏. IEC 61850 的语义空间研究. 电力系统自动化, 2004, 28(11): 45-48.
- ZHANG Jie, LU Dehong. On the semantic space in IEC 61850. Automation of Electric Power Systems, 2004, 28(11): 45-48.
-
- 高翔(1962—),男,硕士,高级工程师,从事继电保护与自动化运行与管理工。E-mail: gao_x@ec.sp.com.cn
- 周健(1974—),男,工程师,从事变电站自动化系统试验工。E-mail: dsy_zhouj@ec.sp.com.cn
- 周红(1966—),女,高级工程师,从事变电站自动化系统试验工。E-mail: zhouhong@sehvc.smepec.com