

IEC61850 互操作测试分析

陈炯聪, 高新华, 潘璠

(广东电网公司电力科学研究院, 广东 广州 510600)

摘要: 介绍了目前国内外各类 IEC61850 测试情况, 提出了由用户组织进行互操作测试的必要性。并对广东电网 IEC61850 入网互操作测试的情况做了深入分析, 包括测试平台、测试原则、测试过程和测试效果等, 通过测试及时发现了大量的问题, 有效保障了入网产品的一致性和互操作性能, 体现了该测试平台的重要性和有效性。对下一步需开展的工作也提出了初步建议。

关键词: IEC61850; 互操作测试; 变电站自动化

Analysis of interoperability test of IEC 61850

CHEN Jiong-cong, GAO Xin-hua, PAN Fan

(1.Control Engineering, Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225,China; 2.College of Electrical Engineering & Information Technology, China Three Gorges University,Yichang 443002,China)

Abstract: Some test cases at home and abroad are described and the necessity of interoperability test is also introduced. The conditions about interoperability test of IEC 61850 which have been carried out in Guangdong Power Grid is described in detail, including test platform, principle, processes, results and the obtained achievements. A large number of problems are found from the test. The test platform reflects the importance and effectiveness. The suggestions for the urgent future work are finally given.

Key words: IEC61850; interoperability test; substation automation

中图分类号: TM76 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)15-0121-03

0 引言

随着计算机和网络通信技术的迅速发展, 尤其是以太网和面向对象技术的广泛应用, 国际电工委员会第 57 技术委员会提出了实现变电站内智能电子设备 IED (intelligent electronic device) 间无缝通信的一个全球范围标准——IEC61850, 这是现阶段数字化变电站的关键技术。

IEC61850 的优点在于统一的对象模型和标准的通信协议使得不同厂商的 IED 之间能够实现好的互操作, 从而降低系统的集成费用, 提高系统利用率, 保护用户的投资, 提高整个电网的安全稳定运行水平。因此, 确保不同厂家 IED 的互操作性以及与标准的一致性显得尤为重要。

从 2008 年起广东电网公司在变电站自动化系统中全面推广应用 IEC61850 标准, 这也是国内第一个大规模推广 IEC61850 技术的省级电网公司。因此, 广东电网公司组织了 IEC61850 产品入网互操作

测试, 本文将对测试情况进行深入分析。

1 各类 IEC61850 测试分析

1.1 国内互操作测试

2005~2006 年, 国调中心已组织国内外主流厂家前后进行了六次 IEC61850 互操作使用, 大大推进了国内产品的研发进度。但由于当时条件所限, 这些测试存在一定的局限性:

(1) 大部分试验仅限于厂家两两之间的通信服务互联互通, 试验项目十分有限, 且缺乏一个评判标准;

(2) 当时参加测试的产品大部分仍处于试验品阶段, 非实际现场应用的产品。

1.2 KEMA 测试

荷兰 KEMA 公司作为权威的 IEC61850 测试机构, 也为世界上许多变电站二次产品生产商提供 IEC61850 一致性测试认证服务, 包括 ABB、西门子、北京四方、南瑞继保等公司。其权威性毋庸置疑, 但对于我们的实际应用而言, 仍有许多需要补充的地方:

基金项目: 中国南方电网公司重点实验室研究项目

(1) KEMA 认证的测试依据 IEC61850-10, 主要测试项目包括配置文件、数据模型和服务, 这些都是构建 IEC61850 的最根本要素, 但对应用细节没做出要求, 会导致实际应用中仍会存在不一致的地方, 如双网、保护定值、保护事件、录波等;

(2) 测试目前只对服务器 (即间隔层产品), 针对客户端 (即站控层产品) 的测试没有进行。另外, 将产品送至荷兰检测, 费用昂贵, 国内只有部分厂家的部分型号产品通过了测试。

中国电科院也根据 IEC61850-10 开发了类似与 KEMA 公司的测试系统, 其优缺点与 KEMA 测试相同。

因此, 由用户组织进行基于完善的入网互操作测试是现阶段大规模推广应用 IEC61850 标准必需进行的工作, 它保证设备的一致性、规范性, 大大减少现场调试、维护的工作量, 减少设备出现异常的概率。保证产品的规范性须从标准化测试抓起, 这也是我们从以往变电站通讯规约应用不规范导致的不良效果中吸取的经验教训。

2 测试平台和测试原则

2.1 测试平台

广东电网公司针对目前各类测试及相关产品现状, 研究组建了广东电网 IEC61850 入网互操作基准平台, 提出了相对完善的互操作测试方案和测试流程。

与国调中心组织的两两厂家之间互操作测试不同, 我们进行的是各厂家产品与广东电网入网互操作基准平台之间的互操作, 操作过程能进行全程监视分析, 各产品测试环境完全一致。互操作涉及的测试系统和主要仪器包括:

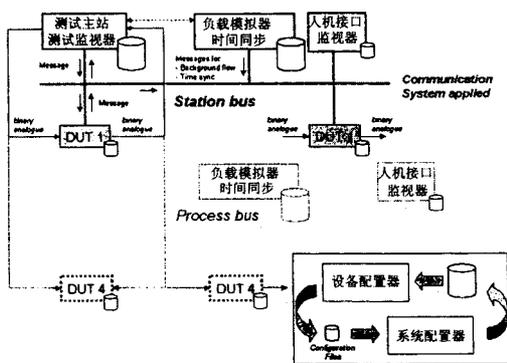


图 1 测试过程主要网络结构示意图

Fig.1 Main network structure diagram of the testing process

(1) IEC61850 模型测试系统, 进行模型的合法性、在线模型与离线模型文件的一致性等测试;

(2) 站控层模拟系统, 进行各间隔层设备的应用测试, 包括模型配置、四遥、保护定值、录波管理等测试;

(3) 标准 IED 装置, 进行与被测的客户端进行各种应用测试;

(4) 监视分析系统, 能对 IEC61850 报文进行监视、存储、分析等;

(5) 网络测试系统, 进行交换机的性能测试;

(6) 电磁兼容测试系统, 进行电磁干扰下设备的性能和稳定性测试;

(7) 数字化保护测试仪;

(8) 时间同步测试系统, 进行时间精度测试。

2.2 测试原则

(1) 被测厂家的间隔层产品应通过相关机构的一致性测试;

(2) 产品的模型必须完全合法, 装置模型文件必须与在线获取的模型保持一致;

(3) 客户端有良好的兼容性;

(4) 同时满足 IEC61850 和中电联组织编制的《IEC61850 工程实施规范》(送审稿) 的要求;

(5) 各项基本的应用功能能在测试平台顺利操作。

3 测试情况分析

测试历时近三个月, 共对十一个厂家的产品进行了测试, 测试的中标产品包括: 站控层系统、测控装置、保护装置、录波器、交换机。测试共发现 1934 项错误, 涉及模型、网络、应用功能和交换机等, 测试问题常见表 1。

表 1 互操作测试中发现问题汇总表

Tab.1 Summary problem of interoperability test

测试项	装置建模	在线模型	配置工	GOOSE	双网冗
	正确性	一致性	具	联闭锁	余
问题数量	903	873	18	4	2
测试项	保护事件及告警	压板	定值	录波	保信子站
问题数量	24	17	31	33	16
测试项	四遥 (测控)	四遥 (后台)	远动	对时	交换机
问题数量	6	0	0	4	3
合计	1934 (项)				

3.1 综自测试

对综自产品的实验项目主要包括模型、模型配置、双网测试、GOOSE、遥测、遥信、遥控、对时等, 测试中发现的主要问题如下:

(1) 大部分装置的模型不够规范, 出现的错误相对较多;

(2) 系统配置工具的兼容性也存在一定的问题, 不同厂家产品出现了不能导入的情况;

(3) 对双网实现方式不一致, 有可能出现不兼容的问题;

(4) GOOSE 通信问题。

3.2 保护测试

对保护装置的实验项目主要包括模型、保护事件、录波文件、压板、定值、对时等, 因为 IEC61850 标准中对保护装置方面的描述还有待完善, 故各厂家的实现方式不同。在中电联组织编制的《IEC61850 工程实施规范》(送审稿) 中对部分细节做了补充要求, 因此本次测试依据参考此送审稿, 测试中发现的主要问题如下:

(1) 对保护事件的组织方式不一致;

(2) 录波文件的命名、存放位置、上送方式、波形头文件格式不一致;

(3) 对保护定值的起始区的理解不一致, 因为 IEC61850 中定义保护定值的起始区从 1 开始, 而国内保护定值的习惯起始区为 0, 考虑到各省保护版本的受控管理, 部分厂家产品的高压保护装置的起始区为 0, 低压保护装置的起始区为 1, 总的来说每个厂家目前的做法很不一致。

3.3 录波器测试

对录波器的实验项目主要包括模型、录波、定值、对时等, 测试中发现的主要问题如下:

(1) 录波器模型的错误相对较多;

(2) 录波文件的命名、存放位置、上送方式、波形头文件格式不一致。

3.4 交换机测试

对交换机的实验项目主要包括优先级 QOS 测试、Vlan 功能测试、广播风暴抑制功能、电快速瞬变条件下的丢包、电压跌落条件下的丢包、浪涌条件下的丢包等, 送检产品的总体测试情况良好, 仅有个别产品在强电磁干扰下的性能表现不佳以及部分功能不完善。

3.5 测试效果

本次测试的总体效果十分理想, 测试中及时有效发现了大量问题, 这也有效验证了广东电网 IEC61850 互操作测试基准平台的作用。同时通过测试指导了厂家及时改进产品, 促进了产品水平的提

高, 为 IEC61850 产品在广东电网的顺利推广应用扫清了障碍, 也为国内 IEC61850 产品的规范化应用打下了坚实基础。

4 结语

目前, IEC 61850 各个部分已经正式出版完毕, 我国相应的电力行业标准也已印发。总的来说, IEC61850 产品的研发水平在不断提高, 基本符合 IEC61850 标准的要求, 在国内大规模推广应用 IEC61850 标准的时机已趋向成熟。

从国内外电力通信协议的发展历程以及我们实际测试情况来看, 为确保多个厂家设备的互联成功以及业务的正常提供, 对设备进行互操作测试是十分必要的, 而且必须强制执行。此项工作最好由有强大技术实力的省级以上电网公司组织, 保证测试的权威性和有效性。此外, 二次设备的验收测试也需加以重视, 确保现场应用的产品与互操作测试产品的一致性, 真正实现互联互通。

本文介绍广东电网 IEC61850 产品入网互操作测试的方案、原则、过程, 并对测试结果进行了分析。相信对相关测试的进一步研究必将对 IEC61850 标准在产品中的正确实现以及推广应用中起到积极作用。

参考文献

- [1] 张燕涛, 黄伦, 王庆平, 等. IEC61850 标准一致性测试的方案和现场应用[J]. 电力系统自动化, 2008, 32(4):98-102.
ZHANG Yan-tao, HUANG Lun, WANG Qing-ping, et al. Scheme and Application of IEC61850 Standard Conformance Test[J]. Automation of Electric Power Systems, 2008, 32(4):98-102.
- [2] 崔厚坤, 汤效军, 梁志诚, 等. IEC61850 一致性测试研究[J]. 电力系统自动化, 2006, 30(8): 80-83.
CUI Hou-kun, TANG Xiao-jun, LIANG Zhi-cheng, et al. Study on IEC61850 Conformance Testing [J]. Automation of Electric Power Systems, 2006, 30(8):80-83.
- [3] 徐娟萍, 穆国强, 王庆平, 等. IEC61850 标准一致性仿真测试系统[J]. 电网技术, 2007, 31 (18): 83-86.
XU Juan-ping, MU Guo-qiang, WANG Qing-ping, et al. Research on Conformance Simulation Testing System Based on IEC61850[J]. Power System Technology, 2007, 31(18):83-86.
- [4] 李国杰, 张丹. 变电站子站设备通信协议一致性测试系统的开发[J]. 电力系统自动化, 2006, 30 (15): 26-29.
LI Guo-jie, ZHANG Dan. Development of conformance Test System for Substation Equipment Communication Protocol[J]. Automation of Electric Power Systems, 2006, 30(15):26-29.

(下转第 127 页 continued on page 127)

3) 电气回路的解决方案

实现以上逻辑的改变,只需要在电气回路中作一个小小的改动,即将原来由同期投入 DCS (10E005D0) 启动 DTJ 线圈带电,DTJ 带电后由其触点给 DEH “同期请求”信号,改为由投入同期电源 DCS (10E001D0) 启动 -KA 线圈带电,-KA 带电后由其触点给 DEH “同期请求”信号。

图 4、图 5 为改造前和改造后电气回路接线对比图。

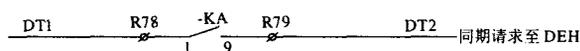


图 4 修改后电气回路接线图

Fig.4 Electric diagram of synchronization after modifying

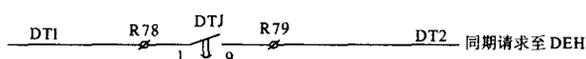


图 5 修改前电气回路接线图

Fig.5 Electric diagram of synchronization before modifying

可见,该解决方案非常简便易行,没有大面积改变原来设计,在施工上也简单可操作,既不需要加装电器元件,也不需要大幅度改线。

4) 操作方法上稍作调整

现将前、后操作顺序对比如下:

修改后: 修改前:

- | | |
|---------------|---------------|
| 1) 投入同期电源; | 1) 投入同期电源; |
| 2) 向汽机“请求同期”; | 2) 投入同期装置; |
| 3) 汽机“允许同期”; | 3) 向汽机“请求同期”; |
| 4) 投入同期装置; | 4) 汽机“允许同期”; |

- | | |
|------------|------------|
| 5) 同期点合闸; | 5) 同期点合闸; |
| 6) 断开同期电源; | 6) 断开同期电源; |

5 总结

以上简单易行的解决方案实施后,共并网 5 次,每次并网均很顺利。该方案很好解决同期回路上存在的问题,完整保留了整个逻辑中必要的条件判断,是我们实践中的一次成功尝试。

参考文献

- [1] 赵燕平.火电厂分散控制系统检修运行维护手册[M].北京:中国电力出版社,2003.
ZHAO Yan-ping. DCS Maintenance and Operation Manual for Heat-engine Plant[M]. Beijing: China Electric Power Press,2003.
- [2] 陈庚.单元控制机组集散控制[M].北京:中国电力出版社,2001.
CHEN Geng. Distributed Control Unit[M]. Beijing: China Electric Power Press,2001.

收稿日期:2009-03-03; 修回日期:2009-03-26

作者简介:

陈乃鹏(1977-),女,本科,工程师,从事电力系统工作;

董兴泉(1974-),男,本科,工程师,从事电力系统工作;E-mail: dongxq7766@sina.com

岳文科(1966-),男,专科,助理工程师,从事电力系统工作。

(上接第 123 页 continued from page 123)

- [5] 何卫,徐劲松. IEC60870-5-6 一致性测试规则探讨[J]. 电力系统自动化,2003,27(15): 78-79.

HE Wei,XU Jin-song.Discussion on IEC60870-5-6 Conformance Testing [J].Automation of Electric Power Systems,2003,27(15): 78-79.

- [6] 刘国定,辛耀中,李泽.我国电力系统控制及其通讯标准化工作概况[J].电力系统自动化,2000,24(14): 59-64.

LIU Guo-ding,XIN Yao-zhong,LI Ze.Survey on the Standard for Power System Control and Associated Communication in China [J].Automation of Electric

Power Systems,2000,24(14): 59-64.

- [7] 蔡子亮. IEC61850 的配置方法探讨和 IED 配置器的实现[J].继电器,2006,34(22): 53-55.

CAI Zi-liang.Design of Configuring Method and Implementation of IED Configurator Based on IEC61850 [J].Relay,2006,34(22):53-55.

收稿日期:2008-11-21; 修回日期:2008-12-23

作者简介:

陈炯聪(1979-),男,工程师,工学硕士,主要从事电力系统自动化技术研究工作。E-mail: cjcforever@163.com