

使用 KEMA 测试工具开展 IEC 61850 一致性测试

郑永康, 刘明忠

(四川电力科学研究院, 四川 成都 610072)

摘要: IEC 61850 标准体系的一致性测试是保证互操作的基础, 需要强制性的开展。在研究 IEC 61850 一致性测试标准的基础上, 介绍一致性测试的内容, 分析其测试过程和架构。为了开展测试工作, 引入 KEMA 公司的测试工具套件, 阐述各软件部分的作用, 并搭建实验室测试环境用于 IEC 61850 一致性测试。

关键词: IEC 61850; KEMA; IED; 一致性测试; 互操作

Abstract: Conformance testing of IEC 61850 standards as the basis of interoperability should be considered mandatorily. Based on the research of IEC 61850 conformance testing, the process, the contents and the items to be tested are introduced. The simple framework of conformance testing is proposed. KEMA testing set for conformance testing is introduced for developing IEC 61850 conformance testing. The function of the software is described, and the test conditions of test lab are established.

Key words: IEC 61850; KEMA; IED; conformance testing; interoperability

中图分类号: TM763 **文献标志码:** B **文章编号:** 1003-6954(2010)02-0018-13

变电站自动化系统伴随着现代计算机技术、信息处理技术和网络通信技术而发展。变电站二次系统中的各种智能电子设备 (IED) 由于变电站自动化系统的推广, 互联机会增多, 通信不兼容、操作复杂等矛盾表现得更加突出。为此, IEC TC57 技术委员会提出了构建《变电站通信网络和系统》系列标准, 即 IEC 61850^[1]。该标准是变电站内 IED 间无缝通信的一个全球标准, 以面向对象方法建立变电站 IED 统一的数据和服务模型, 解决变电站自动化系统中不同设备厂商提供的 IED 之间的信息共享和数据交换, 使不同厂商的产品具有互操作性, 从而减少在规约转换时造成的大量人力物力浪费, 为厂商和用户带来利益。

IEC 61850 标准包括变电站通信网络和系统的总体要求、功能建模、数据建模、通信协议、项目管理和一致性检测等一系列标准。IEC 61850 的应用, 将使变电站综合自动化技术进入新的阶段。规约的统一解释对一个标准规约的实施推广起非常重要的作用, IEC 61850 从一开始就设计了兼容认证步骤, 即 IEC 61850-10 部分: 一致性测试。荷兰 KEMA 的经验统计表明, 在 KEMA 做 IEC 规约兼容测试的设备及系统, 60% 没有一次通过的, 必须进行第二次测试^[2]。因此, 规约的一致性测试将成为 IEC 投入使用前的必要过程。

规约一致性测试机构应该由第三方机构来执行,

从而可以客观地处理和使用规约, 能够准确地把握规约测试的要点。荷兰 KEMA 公司是世界性电力试验认证机关, 从 1996 起就进行 IEC 系列规约的兼容性测试。该公司所开发的 IEC 61850 一致性测试软件包是具有国际性权威的产品认证与检测工具, 通过该系列测试软件可构建 IEC 61850 规约的实验室测试环境, 进行一致性测试。

1 IEC 61850 一致性测试简介

IEC 61850 标准在逻辑上将变电站自动化系统划分为 3 层: 变电站层、间隔层和过程层, 并且将具体的应用功能进行分解, 成为常住在不同 IED 内、彼此间相互通信的单元。

IEC 61850-10 部分规定的一致性测试是用于验证 IED 通信接口与 IEC 61850 标准要求的一致性。该部分规定了实现一致性测试的标准技术及提出性能参数时要使用的特定测量技术。使用这些技术将提高系统集成商集成 IED、正确操作 IED 及支持预期应用的能力^[3]。

设备的一致性测试是指用一致性测试系统或模拟器的单个测试源一致性测试单个设备。通过在一个测试系统和被测装置 (DUT) 之间交换信息来进行测试, 测试系统发出一系列符合标准的测试消息给

DUT 并同时记录下 DUT 的响应, 这些测试消息用来测试厂商声称的 DUT 的所有特性。

从 DUT 的角度看来, 测试系统就像是一个典型的局域网中所有装置的集合, 而 DUT 就连接在该服务域中。如果将 DUT 看作一个服务器, 测试系统就表现为一个客户端和其他服务器 (也是 IED) 的网络组合。

规约的一致性测试是保证互操作性的基础, 如果不能实现互操作, 规约的制定就没有意义。虽然一致性测试只是 IED 互操作的必要条件而非充分条件, 通过了一致性测试并不能保证在实现过程中能够完全可靠, 但是它能够在一定程度上保证 IED 通信接口与 IEC 61850 标准协议相一致, 进而提高设备互操作的概率, 并且测试代价小, 易于实现。从一致性测试结果可以大概了解 IED 的互操作能力, 因此必须强制性进行一致性测试。

2 IEC 61850 一致性测试系统

IED 的一致性测试包括下列肯定和否定测试: ①文件和设备控制版本的检查; ②按标准的句法 (Schema 模式) 进行设备配置文件的测试; ③按设备有关的对象模型进行设备配置文件的测试; ④按适用的特定通信服务映射 (SCSM) 进行通信栈实现的测试; ⑤按抽象通信服务接口 (ACSI) 定义进行 ACSI 服务的测试; ⑥按 IEC 61850 标准给出的一般规则, 进行设备特定扩展的测试。

2.1 一致性测试的程序

实现一致性测试, 测试方需要对生产厂商提供的 PICS (协议实现一致性陈述)、PIX IT (协议实现之外的信息) 和 MICS (模型实现一致性陈述) 中标注的每个 DUT 的能力进行一致性测试。在提交测试设备时, 生产厂商应提供以下几点内容: ①被测设备; ②PICS 也被称为 PICS 表格, 是被测系统能力的总结; ③PIX IT 包括系统特定信息, 涉及被测系统的容量; ④MICS 详细说明由系统或设备支持的标准数据对象模型元素; ⑤设备安装和操作的详细的指令指南。

一致性测试的要求分成以下两类: ①静态一致性需求, 对其测试通过静态一致性分析来实现; ②动态一致性需求, 对其测试通过测试行为来进行。

静态和动态的一致性需求应该在 PICS 内, PICS 用于三种目的: ①适当的测试集的选择; ②保证执行的测试适合一致性要求; ③为静态一致性观察提供基础。

一致性测试评价过程如图 1 所示^[3]。

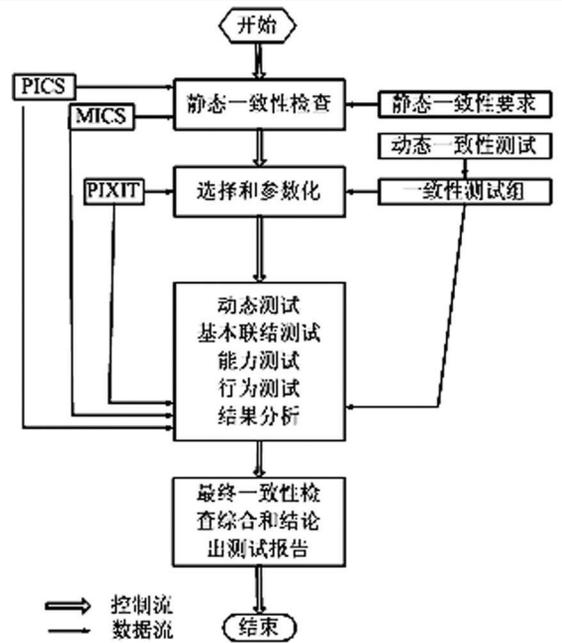


图 1 一致性评价过程

2.2 测试系统结构

通信测试至少需两台设备互相通信。对所有产品进行全面的互操作测试是不容易的, 所以, 测试概念应包括测试设备、测试配置和测试场景, 应使用恰当定义的测试用例进行动态性能的测试。为测试通信能力必需生成报文信息, 可以使用硬件激励 (触点、电压、电流等) 以及来自串行链路的激励, 也可以用软件模拟硬件设备的返回信息。IEC 61850 标准的最小测试环境见图 2^[3]。

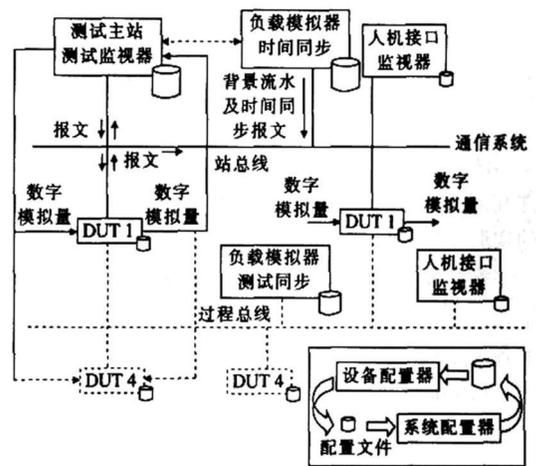


图 2 测试系统结构示意图

图 2 对站总线、过程总线和 DUT 的设置进行了描述。除 DUT 外, 还需要用作为客户和服务器的设备 (如模拟器) 以启动及生成报文, 进行记录并处理结果。网络上的背景负载可由附加的负载模拟器提

供,它也可包含时间同步的主站。在网络上可选配人机界面 (HMI) 用于独立的测试系统监视,选配的 HMI 可包括网络监视工具及系统和设备级的工程软件。网络分析器应用于监视系统测试的差错。

3 KEMA 一致性测试

荷兰 KEMA 公司是国际上比较成熟的测试机构,从 IEC 61850 协议制定过程中就参与其中,并较早地开展了 IEC 61850 一致性测试工作,提供对 IEC 61850 的第三方测试和权威认证,国内外很多电力设备厂商也陆续通过了 KEMA 的一致性测试试验^[4]。KEMA 公司开发的一致性测试工具能减少厂商开发 IED 的周期,提高设备互操作的成功率,国内很多厂商都购买了 KEMA 一致性测试工具用于 IED 测试。

3.1 测试工具构成

KEMA 的 IEC 61850 一致性测试工具包括 3 类工具:分析器、模拟器、观测器。其中分析器为: UniCA 61850 Analyzer; 模拟器为: UniCASim 61850 GOOSE Simulator, UniCASim 61850 Client Simulator, UniCASim Multi 61850 IED Simulator; 观测器为: 61850 Observer。

分析器用于监视、抓取、存储和分析在测试脚本运行期间产生的 IEC 61850 报文。它不仅能显示报文,还能够自动分析其中的错误并显示出来。

模拟器能够模拟控制中心、变电站、数据集中器、IED 等。它能作为客户端或者服务器,模拟正常和异常状态的协议通信结构,测试 DUT 的协议实现情况。

观测器能够在线抓取通信数据,存储为日志文件后使用分析器进行离线分析。

另外, KEMA 还提供了 UniCA SCL checker 工具,用于检测 IED 的 ICD 配置文件正确性。将 DUT 的 *.icd 文件和参考的 *.icd 进行比较,检查文件的正确性,判断出数学模型的定义是否符合命名规范,数据属性的定义是否正确完整。

3.2 KEMA 一致性测试结构

KEMA 一致性测试结构如图 3 所示。

图中保护和控制装置是 DUT。

用模拟器 (UniCASim 61850 simulator) 作为客户或者服务器,通过以太网向 DUT 发送请求,并记录返回信息。

装置仿真器仿真电流电压互感器和仿真开关,在

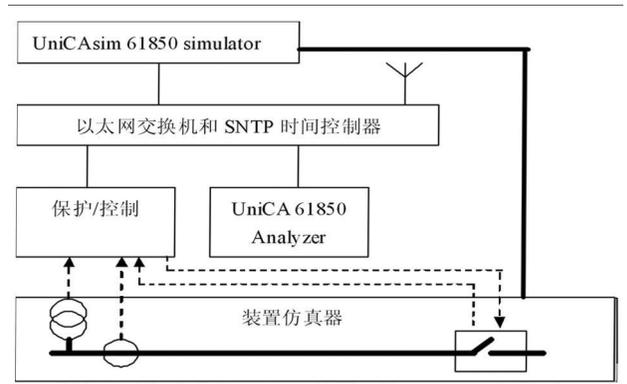


图 3 KEMA 一致性测试结构

网络上产生模拟后台负载与模拟器 UniCASim 61850 simulator 相互通信。分析器 (UniCA 61850 Analyzer) 抓取并分析以太网上的 IEC 61850 信息,用来记录网络事件、监控网络安全并检验系统配置等。测试系统中还使用了 SNTP 时间控制器用来监控时间同步。在搭建实验室测试环境时,模拟器和分析器可以运行于同一台电脑,装置仿真器根据测试项目选配。

3.3 测试项目

一致性测试有 3 种可能结果:①通过;②失败;③不确定。对于简单的测试模型,使用 KEMA 模拟器工具,运行测试脚本进行闭环测试即可获得明确的测试结果 (通过或失败)。对于报告模型等测试过程比较复杂的测试用例,有可能得到不确定的测试结果,需要测试人员根据 KEMA 工具所记录的报文做进一步的分析。

测试过程中,需要对 DUT 的数据模型、ASCII 模型和服务映射分别进行检测。其中,数据模型测试包括:①检查每一个逻辑节点的强制对象是否存在 (强制的 =M, 任选的 =O, 条件的 =C);②检查按条件应该存在的但实际并不存在的错误对象;③检查每一个逻辑节点的全部对象的数据类型;④验证设备中数据的属性值是在指定范围内。

ASCII 模型和服务映射测试包括:应用关联 (Ass); 服务器、逻辑设备、逻辑节点、数据和数据属性模型 (Srv); 数据集模型 (Dset); 定值组控制模型 (Sg); 报告控制模型 (Rpt); 日志控制模型 (Log); 通用变电站事件模型 (Goo); 控制模型 (Ctl); 取代模型 (Sub); 采样值传输模型 (Sv); 时间和时间同步模型 (Tm); 文件传输模型 (Ft)。

ASCII 模型和服务的测试依据下列两种方式:①肯定的:正常的条件验证,响应正确;②否定的:反常

(下转第 68 页)

过光开关切换对备纤进行测试。

2.4 监测技术实例应用分析

梨花街大楼一昭觉变电站采用混合监测,即在梨花街大楼配置光功率采集系统和分光器,昭觉变电站配置光功率采集系统和稳定光源。

2010 年 9 月 23 日 19:00 在中心监测站发现梨花街大楼至昭觉变电站的备用监测纤芯光信号非常低,约 -72 dB。在梨花街大楼光传输设备上检测对端的收光功率为 -26.7 dB,接近本光设备收光功率的门限值,但还能正常运行,以前收光功率为 -20.3 dB。昭觉变电站 OTDR 测试数据发现,离昭觉变电站 2.1 km 处有大衰耗。根据以上数据,判断光缆有故障。光缆检修人员巡线,发现在离梨花街约 18 km 处的 ADSS 光缆被人刀割而折。结果是备用纤芯被割断,传输设备运行纤芯折而未断,增加 6 dB 的衰耗。对改断点重新熔接,予以修复。

梨花街大楼一昭觉变电站混合监测系统能及时发出告警信号,提供监测数据,为判断故障提出了依据,为找出故障点提供了帮助,节约了人力物力,加快了排除故障的进程。这说明了本光缆自动监测系统是可行的,可靠的,也是必要的。

3 结 语

四川省电力公司出城光缆承载着四川电力通信

(上接第 20 页)
的条件验证,响应失败。

4 结 语

目前,IEC 61850 所有部分已经正式出版,国内也已将此国际标准完全转换为行业标准 DL/T 860。国内外的知名厂商正积极研究消化,并生产出相关的设备,做了相应的互操作试验^[5]。IEC 61850-10 制定的一致性测试标准能够提高多个厂商设备互联的成功率,减少现场调试周期,因此中国有必要开展一致性测试工作,并且现阶段只能引进国际上成熟的规约兼容测试中心的经验和工具来装备测试实验室。使用 KEMA 公司的 IEC 61850 一致性测试工具可以加快一致性测试工作的开展,保证一致性测试结果的专业性、权威性,从而促进中国智能化变电站的建设

网的所有调度、自动化和生产管理信息的传输,包含国家电网公司一级干线“天—成一重”成都站至国家电网公司的重要数据信息,是四川电力通信川东南光环网、川西南光环网、川北光环网、川西光环网等进入四川省调的重要路由。业务覆盖省内大部分地调、所有 500 kV、220 kV 变电站及四川省调直调电厂,是四川电网安全可靠运行的重要保证。

在使用上述的出城光缆在线自动监测系统后,大大提高了出城光缆的运行畅通率,进一步保证了四川电网调度的安全、畅通,为电网安全、稳定、经济运行提供了有力保障。

参考文献

- [1] 电信总局. 本地网光缆线路监测系统技术要求 [Z]. 2008.
- [2] 曹俊忠, 鲍振武, 李树才. 光缆光功率实时监测仪的设计和实现 [J]. 电子测量与仪器学报, 2003, 17(1): 23-27.

作者简介:

殷明春 (1972), 男, 重庆长寿人, 工程师, 从事电力系统通信运行维护工作。

谢联群 (1970), 男, 四川富顺人, 高级工程师, 从事电力系统通信运行维护工作。

(收稿日期: 2010-10-18)

和发展。介绍了使用 KEMA 测试工具开展 IEC 61850 一致性测试的方法,对在实验室构建一致性测试平台具有一定的参考作用。

参考文献

- [1] IEC 61850, Communication Networks and Systems in Substations[S].
- [2] 孙丹, 施玉祥, 梁志成. IEC 61850 一致性测试研究及实验室实现 [J]. 江苏电机工程, 2007, 26(8): 66-69.
- [3] DL/T 860. 10, 变电站通信网络和系统第 10 部分: 一致性测试 [S].
- [4] KEMA, IEC 61850 Test Register <http://www.kema.com>.
- [5] Ralph Mackiewicz IEC 61850, Application Migration Conformance and Interoperability Testing [C]. International Conference IEC 61850, 2005.

(收稿日期: 2011-01-04)