

基于 IEC61850 变电站自动化系统的系统组态研究

王松, 宣晓华, 周华

(浙江省电力试验研究院, 浙江 杭州 310014)

摘要: 基于模型的系统组态对于完成由多个厂商智能电子设备 (IED) 组成的 IEC61850 变电站自动化系统来说是至关重要的。通过分析 IEC61850 系统组态过程和配置描述语言 SCL 文件结构, 并结合一个多厂商装置互联的变电所自动化系统的系统组态过程中遇到的问题, 提出 IEC61850 系统组态分三个阶段走的设想。笔者认为经过 IEC61850 工程实施组织和各家厂商的共同努力后, IEC61850 工程系统组态完全可以按第二阶段方案实现。

关键词: 变电站配置描述语言; 系统组态; 模型实例; 控制块; 数据集

Research of system configuration process based on IEC61850 substation automation system

WANG Song, XUAN Xiao-hua, ZHOU Hua

(Zhejiang Electric Power Test & Research Institute, Hangzhou 310014, China)

Abstract: System configuration based on models are important for an IEC61850 substation automation system which is made up of equipments from more than one manufacturer. The system configuration process of IEC61850 substation and the file structure described by substation configuration description language are analyzed. A three-stage implementation plan for IEC61850 system configuration process is suggested based on the problems encountered during system configuration of a substation automation system which is made up of equipments from more than one manufacturer. It is believed that the system configuration of IEC61850 projects could be realized according to the plan of second stage with the endeavor by the IEC61850 implementation organization and manufacturers.

Key words: substation configuration description language; system configuration; instance model; control block; dataset

中图分类号: TM76 文献标识码: A 文章编号: 1003-4897(2008)03-0048-03

0 引言

IEC61850 是迄今为止最为完善的关于变电站自动化系统的通信标准。它适应了变电站应用功能的分布式实现和组合应用, 真正意义上支持了变电站自动化相关设备的互操作性 (Interoperability)^[1]。与一般通信规约不同, IEC61850 的通信机制与基于面向对象方法建立起来的结构化模型密切相关。严格来讲, IEC61850 不单纯是传统意义上的通信协议。

IEC61850 标准提供了兼容的逻辑节点类及数据类 (IEC61850-7-4) 和共用数据类 (IEC61850-7-3), 但其中包含大量可选数据对象和数据属性, 同时标准也允许按规则扩展逻辑节点、数据和共用数据类。IED 通信配置描述语言 SCL 也允许使用私有部分 (Private Parts)。因此, 模型和基于模型的系统组态对于完成由多个厂商智能电子设备 (IED) 组成的变电站自动化系统来说是至关重要的。

1 IEC61850 系统组态过程

在 IEC61850-6 部分变电站 IED 通信配置描述语言中, 描述了变电站系统组态配置信息流程: 系统配置器将 IED 提供的关于 IED 的“能力”信息 (包含逻辑节点、数据对象等) 和系统具体规模信息 (包含单线图、逻辑节点等) 组态生成具体信息 (包含关联、单线图联系、报告配置等) 返还给 IED 配置器 (见图 1 虚线以上)。IED 配置器如何将组态信息转换成自己所需信息并下装到 IED 中, 并未在标准中规定 (见图 1 虚线以下), 只是给出了三个可行的方法:

1) 使用与 IED 直接连接的工程师工作站将文件传输给 IED, 这种文件传输方式不属于 IEC61850 标准的范畴;

2) 采用远方文件的方式传输给 IED, 例如 IEC61850-7-2 规定的文件传输方式。标准中没有规

定文件格式, 但可以使用 SCL 格式。

3) 根据 IEC61850-7-2 规定的服务修改参数或者配置数据, 这种情况将使用 IEC61850-7-X 中规定的标准方法。

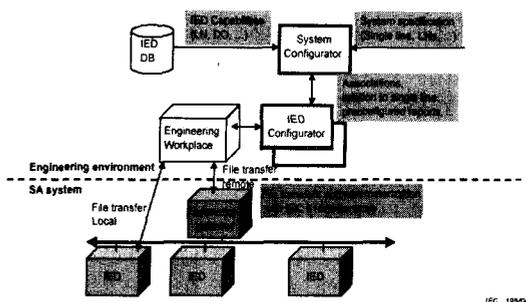


图 1 组态过程信息流

Fig.1 Information flow in the configuration process

图 2 更形象地展示了工程配置执行情况^[2]: 各装置厂商提供基于具体 IED 装置描述装置能力的 ICD (IED Capability Description) 文件, 设计部门提供描述系统规模的 SSD (System Specification Description) 文件, 系统集成商将全站所有装置的 ICD 文件和 SSD 文件进行组态配置生成全站配置 SCD (Substation Configuration Description) 文件并返还给各装置制造商, 各装置制造商用自己的配置工具将描述其 IED 配置的文件 CID (Configured IED Description) 提取出来下装到具体 IED 装置中。

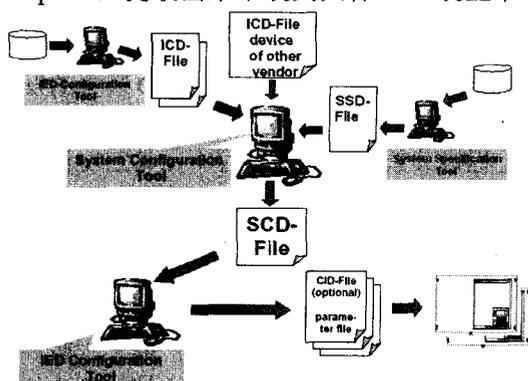


图 2 组态过程示意图

Fig.2 Illustration of the configuration process

以上四种文件 (ICD、SSD、SCD、CID 文件) 均采用基于 XML 的 SCL 语言描述。但是实际情况是很多制造商并没有使用 CID 文件, 他们认为下装到各自装置中的配置信息完全是自己使用的, 没必要使用效率不高的 XML 文件, 而且 IEC61850 标准中提及的第一种方法中说明使用何种文件格式不属于 IEC61850 标准的范畴。此外, 系统规格文件 SSD 在目前实际组态过程中作用并不大, 因为集成商很难根据 SSD 自动生成满足用户需求的系统配置文

件 SCD, 还不如直接拿到系统配置图按用户需求组态生成 SCD 文件, 况且目前设计部门还不能提供符合标准的 SSD 文件。

2 SCL 文件结构介绍

按照标准第 6 部分, SCL 文件包含以下五个元素 (Element):

1) Header, 主要包含 SCL 文件标识和版本等信息;

2) Substation, 主要描述变电站功能结构, 一次设备标识和它们之间的电气联系;

3) Communication, 描述逻辑子网和相关 IED 装置接入点 (Access Point) 通信连接配置信息;

4) IED, 描述一个 IED 装置的配置或预先配置信息, 包括通信服务能力和接入点以及包含其中的逻辑设备、逻辑节点实例 (Instantiation)、数据对象实例和数据属性实例等;

5) DataTypeTemplates, 描述 IED 中实例化对象所需的逻辑节点、数据对象和数据属性结构化模板, 即 IED 提供的相关模型。

然而 IEC61850 标准第 6 部分的附录 E 只是形式上规定 ICD、SSD、SCD、CID 四种文件分别包含哪几个元素, 并没有严格规定以上 5 个元素的具体内容。如 ICD 文件应包含 Header、IED 和 DataTypeTemplates 元素, 可以包含 Substation 和 Communication 元素; SCD 文件应该包含所有 5 个元素并且可以有多个 Substation 和 IED 元素。各文件所提供信息的内容并不明确, ICD、SSD、SCD、CID 只是一个扩展名而已, 并没有按照各种文件的应起的作用明确规定其内容。

3 多厂商装置互联系统组态问题

在一个多厂商装置互联的 IEC61850 工程自动化系统的系统组态过程中笔者发现: 多数厂商提供的 ICD 文件已经包含很多具体信息, 包括模型实例、报告控制块、GOOSE 控制块、整定组控制块、数据集等信息。这些 ICD 文件已经不仅仅描述了 IED 装置的能力, 还包含已经配置好的信息。系统组态仅仅只是配置了各 IED 的名称、IP 地址、组播 MAC 地址和 GOOSE 接收信息。

据了解, 大部分厂商装置都不能接受系统配置逻辑节点及其数据对象数据属性实例。究其原因, 一是因为大部分厂商装置是根据原来已有成熟产品配置一块网络通信板, 通信板将装置中已有信息转成 IEC61850 模型信息与其它装置通信。这样装置中模型实例已经存在, ICD 文件只是根据模型实例

提供了相关模板。二是因为配置模型实例要与装置内部信号密切关联,而这种关联与 IEC61850 无关。于是,各厂商仍然需要先拿到设计图纸了解到间隔所需功能信息去配置自己的装置生成 ICD 文件。配置结果也是五花八门,根本不具备可读性。例如,一个线路间隔厂商配置的正母闸刀逻辑节点是 LINE220_1CTRL/Q1GDXXSWI1,另一个间隔厂商则配置成 LINE220_2LDO/SXSWI19。模型实例不同,报告和控制对象则不可能相同,于是各厂商还得提供一份与以前规约类似的四遥信息表,后台或远方根据这张表再配置信息。

不仅如此,很多厂商装置的功能控制块和数据集等信息也不可接受配置,只能预先根据设计需求配置好这些信息,包含在 ICD 文件送给系统集成商。因为很多厂商在这些配置过程中加入了大量私有部分,特别是国外厂商。

由于各厂商提供的 ICD 文件已经包含上述配置信息,为了避免出现上面提到的配置混乱,可以为某个工程制定具体的统一配置实施方案。但是国外厂商不一定能支持,国内厂商可通过修改程序支持统一配置方案,也存在诸多问题:

- 1) 部分厂商认为该方案违反了 IEC61850 精神,而且可能会影响到自己产品在别的地区的应用,存在抵触情绪;
- 2) 方案中有的部分对一些厂商产品改动较大,短时间内难以做到;
- 3) 方案中仍然有争议较大的部分未确定。

4 分阶段实施

目前,IEC61850 标准应用尚处在初级阶段,国内各大厂商基于 IEC61850 的产品还未成熟。而且,如引言所述,IEC61850 的通信机制与基于面向对象方法建立起来的结构化模型密切相关,已经不是单纯的通信协议了。然而,为了保证产品的稳定性和可靠性,大部分国内外厂商基于 IEC61850 的产品仅仅是在原有成熟产品基础上增加网络通讯模块,进行原有产品内部信息到 IEC61850 模型的映射。这样做可以较快地将产品推向市场,但是也存在模型信息缺失,模型实例不可配置等问题。

根据各厂商 IEC61850 装置的研发状况,笔者提出,IEC61850 数字化变电站自动化系统的系统组态可以分三个阶段实施:

第一阶段,IED 厂商不支持模型实例化配置,也不支持功能控制块和数据集等配置。制定模型实例化规则和功能控制块、数据集等配置规则以及其它模型和服务方面的统一原则。各 IED 厂商按照配

置规则和设计需求配置自己装置的实例化模型、功能控制块和数据集生成 ICD 文件提交给系统集成商。系统集成商配置全站网络结构和间隔层水平通信 GOOSE 接收信息,之后生成全站 SCD 文件返还给各 IED 厂商并提交给后台系统。各 IED 厂商拿到 SCD 文件后配置各自网络参数和 GOOSE 信息;后台厂商拿到 SCD 文件后配置后台数据库。

第二阶段,IED 厂商装置支持功能控制块和数据集配置。IED 厂商不必预先知道自己要发送的遥测和遥信信息以及 GOOSE 信息。各 IED 装置厂商按照实例化规则和设计需求配置自己装置的实例化模型生成 ICD 文件提交系统集成商。系统集成商按用户习惯规则配置各功能控制块和数据集配置生成全站 SCD 文件返还给各厂商。

第三阶段,IED 厂商装置最终支持功能控制块和数据集配置以及模型实例化配置。各厂商不再关心实例化规则和配置规则,也不必关心设计要求。仅仅提供真正仅描述自己“能力”的 ICD 文件,该文件仅包含模型模板和服务项目,其它与工程实际相关的工作全部交给系统集成商来完成。当然这些模型模板和服务项目至少应该满足实际工程的应用需求。系统集成商拿到 ICD 文件和设计部门提供的 SSD 文件结合功能需求按照用户要求原则组态生成 SCD 文件,最后各厂商拿到配置好的 SCD 文件后,利用自己的配置软件关联 IED 装置内部实际信息后下载到装置中。

以上三个阶段的系统组态与 IED 装置的发展水平密切相关。第一阶段对厂商产品要求较低,但是组态过程极其繁琐,实施过程不比其它协议进步多少,不符合 IEC61850 精神,至少没有体现 IEC61850 的优势所在。第二阶段要求厂商产品支持功能控制块和数据集配置,比第一阶段有所改进,可以按设计和用户习惯统一配置控制块和数据集,不必需要这方面的配置规则。第三阶段对厂商要求较高,除了满足第二阶段要求外,还必须支持模型实例化配置,而这可能要求产品作较大改动。

对于实际工程,可以成立一个包括厂商、用户、科研单位在内的 IEC61850 工程实施组织,建立协调的常态机制,用于制定和修改工程中的模型实例化规则和功能控制块、数据集等配置规则以及模型和服务的一致性原则。各个阶段对于规则的需求是不同的,第三阶段则完全不需要配置规则了。根据现在情况看,一些厂商自己的系统组态就是按第二阶段实施的,但是由于包含私有部分或不可配置等

(下转第 74 页 continued on page 74)

- Electric Power Systems, 1999, 23(16):47-49.
- [2] 李晓明,等. 直流系统接地点探测新原理[J]. 电力系统自动化, 2000, 24(13):55-56.
LI Xiao-ming, et al. A New Method of Detecting Grounding Point in DC System[J]. Automation of Electric Power Systems, 2000, 24(13):55-56.
- [3] 费万民,等. 电力系统中直流接地电阻检测的新原理[J]. 电力系统自动化, 2001, 25(6):54-56.
FEI Wan-min, et al. A New Method for Measuring Insulating Resistance Between Ground and DC Power Supply in Power System[J]. Automation of Electric Power Systems, 2001, 25(6):54-56.
- [4] 杨伟,等. 微机选线式直流系统绝缘监察装置的研究[J]. 电力自动化设备, 2000, 20(4):19-21.
YANG Wei, et al. Research on Direct Current System Insulation Supervisory Device with Microcomputer Line Detection[J]. Electric Power Automation Equipment, 2000, 20(4):19-21.
- [5] 李峥,等. VRLA 蓄电池容量落后原因分析[J]. 蓄电池, 2002, (2):58-59.
LI Zheng, et al. Cause Analysis of Capacity Lagging in VRLA Batteries[J]. Storage Battery, 2002, (2):58-59.
- [6] 赵春华. 防止蓄电池早期失效延长其使用寿命[J]. 电源技术, 2001, 25(6):445-446.
- ZHAO Chun-hua. Methods of Preventing Early Invalidation of Lead-acid Battery and Prolonging Its Service Life[J]. Technology of Power Source, 2001, 25(6):445-446.
- [7] 吴平安,等. 直流系统漏电检测方法的比较[J]. 华北电力技术, 2003, (2):52-54.
WU Ping-an, et al. Comparison of Methods for Detecting Grounding Faults of DC System[J]. Electric Power Technology of North China, 2003, (2):52-54.
- [8] 徐海明. 直流设备检修[M]. 北京:中国电力出版社, 2003.
XU Hai-ming. Examining and Repairing of the Direct Current Equipment[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2003.

收稿日期: 2007-05-09; 修回日期: 2007-06-02

作者简介:

罗志平(1977-), 男, 学士, 工程师, 从事继电保护检修管理工作; E-mail:lyrlzp@yahoo.com.cn

熊迪(1979-), 男, 学士, 工程师, 从事继电保护检修工作;

谢智浩(1979-), 男, 助理工程师, 从事变电站直流专业检修工作。

(上接第 50 页 continued from page 50)

原因不能配置其它厂商 IED。笔者认为经过 IEC61850 工程实施组织和各家厂商的努力后, 多个厂商 IEC61850 产品互联的系统组态完全可以按第二阶段方案实现。

5 结语

三个阶段只是笔者在对 IEC61850 系统组态的一个设想, 当然, 目前还只能按第一阶段实施。在总结一些 IEC61850 工程的实际经验后, 加上各厂商产品的不断改进, 完全可以进步到第二阶段。第三阶段目前是一个理想阶段, 但是现代电子和通信技术日新月异, TC57 工作小组也在不断修订 IEC61850 标准的部分错误和不足之处, 也许到时, 工程配置中的这些问题已经迎刃而解了。

技术的发展肯定会朝着更具兼容性、开放性、可扩展性和可继承性方向前进。笔者相信, 经过 TC57 工作小组和国内外各大厂商的不断协调改进, IEC61850 变电站的系统组态将更灵活, 通用性更强。

参考文献

- [1] 张结. IEC61850 的结构化模型分析[J]. 电力系统自动化, 2004, 28(18):90-93.

ZHANG Jie. Analysis on Structure Model in IEC61850[J]. Automation of Electric Power Systems, 2004, 28(18):90-93.

- [2] Brunner C. Using IEC61850 Configuring the Substation, IEC61850 Seminar[A]. In: Implementation and Application Workshop[C]. Beijing: 2004.

- [3] 胡道徐. IEC61850 产品开发及工程化应用研究(硕士学位论文)[D]. 南京: 东南大学, 2006.

HU Dao-xu. Study on Products Development and Engineering Practice Using IEC 61850, Thesis[D]. Nanjing: Southeast University, 2006. 2006, 6.

- [4] 张健飞. XML 实用培训教程[M]. 北京: 科学出版社, 2003.

ZHANG Jian-fei. XML Practical Training Tutorial[M]. Beijing: Science Press, 2003.

收稿日期: 2007-05-24; 修回日期: 2007-07-03

作者简介:

王松(1977-); 男, 工学硕士, 工程师, 从事电力系统继电保护和计算机监控系统方面工作; E-mail: wangsongkeda@sina.com.cn

宣晓华(1965-), 男, 工程硕士, 高级工程师, 长期从事电力系统继电保护和计算机监控系统方面工作;

周华(1963-), 男, 工程硕士, 高级工程师, 长期从事电力系统继电保护电力系统生产管理工作。