

SCL 语言在变电站装置数字化 ERTU 中的应用

金 闪^{1,3}, 章坚民^{1,3*}, 章立宗², 蒋世挺³, 金乃正²

(1. 杭州电子科技大学 电子信息学院, 浙江 杭州 310018; 2. 绍兴电力局, 浙江 绍兴 312000;
3. 浙江创维自动化工程有限公司, 浙江 杭州 310012)

摘要: 变电站电能量采集终端(ERTU)是变电站数据采集的一个重要厂站级设备,也是数字化变电站的组成部分。变电站配置语言(SCL)是 IEC61850 标准采用的变电站专用描述语言。在介绍变 SCL 语言的基础上,针对基于 IEC61850 标准的变电站自动化系统中的数字化 ERTU,使用 SCL 提出并建立了数据模型和通信模型,并详细描述了 ERTU 的配置信息。另外,针对 ERTU 配置所设计的管理配置工具也进行了讨论。研究表明,研究符合 IEC61850 标准的变电站通信系统,对于了解目前变电站电能量采集系统发展趋势有一定的借鉴意义。

关键词: 电能量采集终端;IEC61850;变电站配置语言;数据模型;通信模型;配置工具

中图分类号:TM73

文献标识码:A

文章编号:1001-4551(2010)05-0056-04

Application of SCL on digital ERTU in substation

JIN Shan^{1,3}, ZHANG Jian-min^{1,3}, ZHANG Li-zong², JIANG Shi-ting³, JIN Nai-zheng²

(1. College of Electronic Information, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China;
2. Shaoxing Electric Power Bureau, Shaoxing 312000, China;
3. Zhejiang Creaway Automation Engineering Co., Ltd., Hangzhou 310012, China)

Abstract: Substation electric energy remote terminal unit(ERTU) is an important plant-level device for substation data acquisition, and it is obviously a part of digital substation system. Substation configuration language(SCL) is a specific description language applied in IEC61850 standard. On the basis of introducing SCL and according to digital ERTU in substation automation system based on IEC61850, the configuration information was depicted. A data model and a communication model were put forward and founded in applying SCL. Configuration information was described as well. Furthermore, a management configuration tool for ERTU was designed. The research in line with IEC61850 on substation communication system indicates that, for understanding the development trend of current substation energy collection system, it has certain significance as reference.

Key words: energy remote terminal unit(ERTU); IEC61850; substation configuration language(SCL); data model; communication model; configuration tool

0 引 言

近几年,我国电力系统发展很快,基于 IEC61850 标准的变电站数字化技术已成为变电站技术的发展趋势,并已取得了一系列的实践经验、产品和系统^[1-5]。新建或者进行技术改造的变电站中投入了大量的智能

电子装置(IED, Intelligent Electronic Device),变电站内部的 IED 采用传统规约进行配置已经落后,表现为:不能获得全部 IED 信息;按点表进行配置,出错率高;不同厂家自定义的文件格式和通信规约配置互不兼容,设备缺乏互换性和互操作性,不能实现“即插即用”;人工配置方式导致工作量剧增。

收稿日期:2009-10-14

作者简介:金 闪(1985-),男,浙江杭州人,主要从事 IEC61850 标准方面的研究及采集系统的开发. E-mail: calvin33kim@gmail.com

通信联系人:章坚民,男,教授. E-mail: zhangjm@tom.com

采用 IEC61850 标准配置的 IED 可实现互操作性和互换性,其核心内容是应用面向对象技术对功能和设备进行建模,采用抽象通信服务接口(ACSI, Abstract Communication Service Interface)映射到具体通信协议,使用可扩展标识语言(XML, Extensible Markup Language)对系统和智能设备进行配置。

变电站电能量采集与监视单元是数字化变电站的重要组成部分^[6]。传统电能量采集终端(ERTU)数据通信普遍采用串行通信规约,不适合变电站自动化系统以太网的通信标准,使得 ERTU 无法直接接入变电站自动化系统,需要经过站控层信息系统上送数据到电能量信息主站。

笔者基于 IEC61850 标准,通过对 SCL 和数字化 ERTU 信息模型的研究,对数字化 ERTU 数据对象进行配置,并设计一个配置文件管理工具。

1 数字化 ERTU

ERTU 在电能量计费系统中是介于计量主站与费率装置(电能表)之间的中间设备。随着智能化发展功能不断增加,ERTU 主要完成电能量数据采集、处理、存储和转发等功能。

ERTU 信息流如图 1 所示。

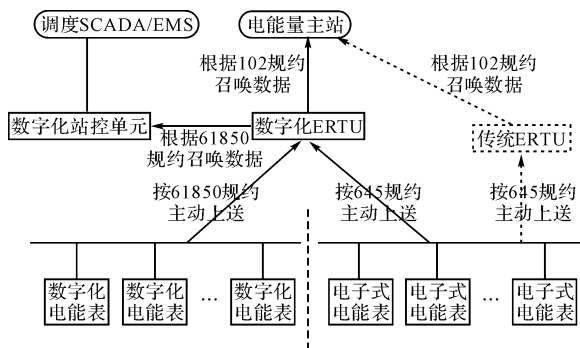


图1 变电站内数字化 ERTU 的信息流图

传统 ERTU 只能接入电子式电能表,电能表按照 645 等传统串口通信规约^[7]问答式上送电能数据,主站根据 102 规约^[8]召唤电能数据。而数字化 ERTU 能接入电子式电能表和数字化电能表。数字化 ERTU 具有如下特点:

(1) 能无缝接入数字化电能表,并能兼容接入常规电子式电能表。其中,电子式电能表按照 645 等传统串口通信规约问答式上送电能数据,数字化电能表按照 61850 规约主动上送数据。

(2) 能作为接入间隔层电能表的智能代理装置,与变电站其他间隔级或厂站级的数字化智能装置通信,其通信协议应基于 IEC61850 标准。

(3) 能实现调度侧各类主站的数据通信,尤其是兼容现有电能量采集与监控系统。传统 ERTU 按照 102 规约实现与电能量主站之间的数据通信,数字化 ERTU 目前仍然是根据 102 规约来实现数据通信,随着数字化变电站的改造完成,IEC61850 标准将代替 102 规约。

(4) 能实现对接入的电表及自身进行运行监视与故障告警信息上报。另外,目前数字化电能表处于试验阶段^[9-12],还没有完全取代电子式电能表。

因此,数字化 ERTU 具有接口及协议转换的作用,并能实现与间隔层其他数字化设备和站控单元的信息交互。

2 SCL 语言

SCL 是基于 XML 用于变电站设备描述和配置的语言。它用于描述变电站 IED 设备、变电站系统和变电站网络通信结构的配置。最终目的是为了在不同制造厂商的设备配置工具以及系统配置工具间交换系统的配置信息,实现互操作。

可扩展标识语言 XML 包含一种用以定义 XML 文档类型所允许词汇的方法,即文档类型定义(DTD)。SCL 采用 XML 用于标准语法定义,遵循 IEC61850 语义规范,通过自定义标签和多层元素节点嵌套的方式,创建可相互转换的结构化文本文档和数据文档。文档结构清晰,配置过程灵活多变,符合 IEC61850 标准提出的对象模型。

通过 Schema 模式定义了具体的 SCL 语法,主要包括头(Header)、变电站描述(Substation)、IED 描述、通信系统描述(Communication)和逻辑节点数据类型模版(DataTypeTemplates)5个部分。其中,Header 部分描述了 SCL 配置、版本以及名字同信号之间的映射信息;Substation 部分描述了变电站的功能结构,包括一次设备及电气连接信息;IED 部分,通过描述访问点、LD 和 LN 等 IED 信息定义通信服务能力;Communication 通过逻辑总线和 IED 访问点描述了 LN 之间通信连接;Data Type Templates 部分描述逻辑节点的 DO 具体样本。

笔者使用 SCL 建立的模型属于 IED 模型范畴,配置文件是后缀为 ICD 的 XML 文件,主要用于描述 IED 信息和功能。

3 使用 SCL 建立 ERTU 配置实例

如文献[13]中所述,在实际变电站自动化系统中设

备需按照 IEC61850 标准建立数据模型和通信模型。IEC61850 在本项目中应用的核心是数字化 ERTU 与数字化站控单元的信息交互。

3.1 公共数据类模型的建立

ERTU 模型是针对 ERTU 功能结构的对象分层^[14]。因此,基于 ERTU 的特性,一个 ERTU 设备可监控多个电能表,从而完成对多条线路的电能量信息的采集。电能表划分 LD 结构清晰,符合 IEC61850 标准的层次结构。因此,笔者把电能表按个数分别命名为 EEMT1、EEMT2……,其 LN 编号对应 LD 编号,组成的 ERTU 设备模型结构如图 2 所示。

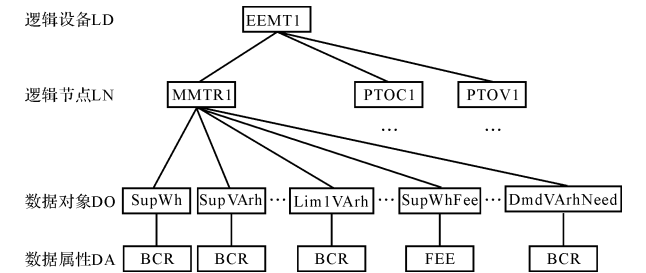


图 2 ERTU 设备模型逻辑结构

参考 IEC61850-7 部分^[15-18],按照上述逻辑结构建立 DataTypeTemplates,即基本的数据模型。DataTypeTemplates 包括逻辑节点类型 LNodeType,含有数据、数据类型和配置等;数据对象类型 DOType,含有数据属性 DA(Data Attribute)、功能约束 FC、基本数据类型 BType 以及事件触发等具体设置;DAType 数据属性类型具体定义公共数据类;列举类型 EnumType 定义 LNodeType 多次引用的列举。其中,DataTypeTemplates 的子节点 LNodeType 的 ID 就是 LN 节点的 inst。

3.2 建立通信模型

数字化 ERTU 作为子站^[19]与站控单元进行信息交互。

Communication 部分中详细描述了网络信息,包括访问点、IED 名、通信速率及 IP 地址等信息。IED 模型通过描述访问点、LD 和 LN 等 IED 信息来定义通信服务能力,包含服务类、访问点、LNO、Dataset 以及控制块等信息。数字化 ERTU 作为服务器,每个电能表均是一个 LDevice。按数据类型的不同把每个逻辑设备下的数据归类到不同的 Dataset 中,再利用报告控制块和日志控制块关联 Dataset,从而实现报告服务和日志服务来上传各类数据。报告控制块举例:

```
< ReportControl bufTime = "" buffered = "false" confRev = "1"
datSet = "Event" desc = "urcbEvent" name = "urcbEvent" rptID = "
ERTUE1Q1SB121C1/MYMRPMyMbrcbEvent" type = "RCB" >
< TrgOps dchg = "true" dupd = "true" period = "true" qchg = "
```

```
true"/>
< OptFields bufOvfl = "" configRef = "false" dataRef = "false"
dataSet = "true" entryID = "false" reasonCode = "true" segmentation
= "" seqNum = "true" timeStamp = "true"/>
< RptEnabled max = "5"/>
</ReportControl >
```

这段“事件”报告控制块配置语言描述了事件的触发条件,以及采用缓存发送方式等各类属性。

日志控制块建立方式同报告控制块,描述了读取数据集的信息及触发条件等。

4 管理配置工具

在实际设备安装的现场,ERTU 需要接入不同厂家的常规电子式电能表和数字化电能表。此时需要对 ERTU 进行重新配置才能投入运行。针对数字化 ERTU 配置文件设计一个管理配置工具,其作用主要是保存符合 IEC61850 标准的、描述 ERTU 5 个部分信息的配置文件。

本程序使用 JAVA 语言设计,基于分层模型,采用树型直观地显示分层结构。数字化 ERTU 配置中 IED 信息量不大,所以采用文档对象模型(DOM)的 XML 解析技术完成 XML 配置文件的解析^[20],使复杂的 SCL 配置文件中的 IED 信息以清晰的界面展示给工作人员。

本管理配置工具的主要特点:

- (1) 浏览。工具在树型显示区域向用户直观地呈现出 IED 的层次化结构,通过 XML 解析功能解析导入的配置文件,将 IED 各节点按照次序添加到显示区域。用户可通过新增、删除、拖拽、复制和粘贴等手段完成 IED ERTU 功能结构的手工配置。
- (2) 编辑。提供一个可视化的编辑区域,用户可以在此区域完成对象节点各属性的修改,节点的属性是以表格的形式呈现。

ERTU 管理配置工具截图如图 3 所示,工具分 3 个区域,左侧区域直观地显示节点树,中间区域显示各节点路径,这两个区域实现了浏览功能;右侧是属性编辑区域,实现节点各个属性的修改。

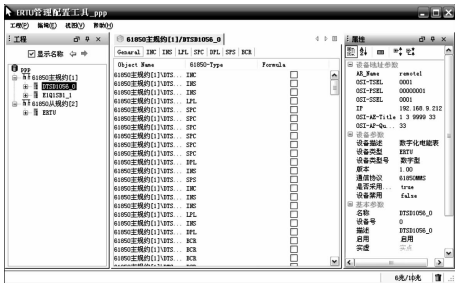


图 3 ERTU 管理配置工具截图

根据配置好的数据,ERTU 管理配置工具将保存一份具有互操作性、符合语法要求的 ICD 文件。

5 结束语

IEC61850 标准不仅是变电站自动化系统通信的国际标准,也是今后电力系统无缝通信体系的基础。笔者使用 SCL 建立了数字化 ERTU 的数据模型和通信模型,清楚地描述了数字化 ERTU 的配置信息。在此基础上本研究还设计出了 ERTU 管理配置工具,使配置过程变得可视而简单。该项目是绍兴电力局科技项目“变电站数字化电能量采集终端”的重要组成部分,基于该设计的新型 ERTU 已在浙江省绍兴电力局某 110 kV 变电站实现了投运。

参考文献 (References):

[1] KIRKMAN R. Development in Substation Automation Systems[C]//Proceedings of International Conference on Intelligent Systems Applications to Power Systems. Niigata: Toki Messe, 2007: 1 - 6.

[2] BRUNNER C. IEC 61850 for Power System Communication [C]//Transmission and Distribution Conference and Exposition, 2008. T&D IEEE/PES. Chicago, 2008: 1 - 6.

[3] 辛耀中,王永福,任燕铭,等. 中国 IEC61850 研发及互操作试验情况综述[J]. 电力系统自动化, 2007, 31(12): 1 - 6.

[4] 邱智勇,陈建民,朱炳铨. 基于 IEC61850 标准的 500 kV 三层结构数字化变电站建设[J]. 电力系统自动化, 2009, 33(12): 103 - 107.

[5] 高 翔,张沛超. 数字化变电站的主要特征和关键技术[J]. 电网技术, 2006, 30(23): 67 - 71.

[6] 张金江,郭创新,曹一家,等. 基于 MAS 的变电站信息一体化嵌入式平台设计[J]. 电力系统自动化, 2008, 32(9): 52 - 56.

[7] 中华人民共和国原电力工业部. 多功能电能表通信規約 DL/T645-1997[S]. 北京: 中华人民共和国原电力工业部, 1997.

[8] 国际电工委员会. 电力系统电能量计量传输配套标准 IEC60870-5-102 規約[S]. 1 版. 日内瓦: 国际电工委员会, 2004.

[9] 王 鹏,杨志良,钟永泰,等. 一种全数字化高压电能计量系统[J]. 电力系统自动化, 2009, 33(6): 70 - 72.

[10] 刘炳荣. 110 kV 沙坪变电站数字化改造工程探讨[J]. 广东科技, 2008(2): 80 - 82.

[11] 陶 鹏,高惠青,葛洪健,等. 数字化变电站贸易结算计量装置配置方案[J]. 河北电力技术, 2008, 27(6): 18 - 19.

[12] 余恒洁. 数字化变电站中电能计量装置的应用[J]. 云南电力技术, 2008, 36(5): 64 - 65.

[13] 周文瑜,温 刚,王 钊,等. SCL 在变电站自动化系统的应用[J]. 继电器, 2007, 35(15): 42 - 44, 61.

[14] 范建忠,沐连顺,战学牛,等. 基于 IEC61850 标准的变电站监控系统数据建模[J]. 电力系统自动化, 2006, 30(5): 43 - 48.

[15] IEC61850 - 7 - 1: Communication networks and systems in substations - Part 7 - 1: Basic Communication structure for substation and feeder equipment-Principles and models [S]. First Edition. Genevese: International Electrotechnical Committee, 2004.

[16] IEC61850 - 7 - 2: Communication networks and systems in substations - Part 7 - 1: Basic Communication structure for substation and feeder equipment-Abstract communication service interface(ACSI) [S]. First Edition. Genevese: International Electrotechnical Committee, 2004.

[17] IEC61850 - 7 - 3: Communication networks and systems in substations - Part 7 - 1: Basic Communication structure for substation and feeder equipment-Common data classes[S]. First Edition. Genevese: International Electrotechnical Committee, 2004.

[18] IEC61850 - 7 - 4: Communication networks and systems in substations - Part 7 - 1: Basic Communication structure for substation and feeder equipment-Compatible logical node classes and data classes[S]. First Edition. Genevese: International Electrotechnical Committee, 2004.

[19] 章坚民,姜健宁,赵 舫,等. IEC61850 在继电保护故障信息处理子站系统的应用[J]. 电力系统自动化, 2003, 27(13): 61 - 63.

[20] 兰森林,张沛超. 基于 SCL 模型的 IED 配置器的设计与实现[J]. 继电器, 2005, 33(12): 48 - 51.

[编辑:柴福莉]