

IEC 61970 CIM 与 IEC 61850 SCL 模型互通性分析与研究

杨睿,程桂林,徐懂理
(南京工程学院电力工程学院,江苏南京 211167)

摘要:针对目前智能电网中 IEC 61970 和 IEC 61850 这 2 种标准之间互通性的问题展开研究。分析了 2 种标准的数据结构模型,探讨了 2 种数据模型之间互通的可能性,以双母线带母联断路器的主接线结构为例,分别建立 IEC 61970 公共信息模型(CIM)和 IEC 61850 模型,详细描述了 2 种标准之间的数据交换和模型映射。结果证明了该数据交换和模型映射方法的可行性,为 2 种标准之间的数据互通提供了一种方法。

关键词:IEC61970;公共信息模型;IEC61850;变电站配置表述语言;模型映射

中图分类号:TN915.04

文献标志码:A

文章编号:1009-0665(2016)03-0046-03

“源端维护,全局共享”是进行智能电网统一信息建模的重要原则。根据智能电网的标准体系,在变电站和控制中心侧的配置信息分别遵循 IEC 61850 变电站配置表述语言(SCL)和 IEC 61970 公共信息模型(CIM)^[1]。IEC 61970 制定了统一的 CIM,包含了电力系统管理及信息交换的几乎所有方面。IEC 61850 中使用 SCL 来描述变电站 IED 设备、变电站系统和变电站网络通信拓扑结构的配置。这 2 种标准均针对变电站内部的设备定义了相关数据模型;但是即便是同一个设备,2 种标准定义的模型也不完全一样。随着电网规模的不断扩大,接入的设备越来越多,由于模型的不一致性,不同设备之间和系统之间互操作的成本将会越来越高。通过对 IEC 61970 CIM 数据模型与 IEC 61850 数据模型的分析,研究了这 2 种标准之间数据模型的互通问题。

1 2 种标准简介

1.1 IEC 61970 CIM 与 组件包

现有的电力系统中信息模型缺乏公共的数据模型和标准的数据接口规范,由 IEC TC57 提出的 IEC 61970 标准正是针对在现有电力系统中的信息模型上实现组件化和组件间交互的互操作功能而提出的,为现有的应用系统提供一个基于 CIM 和组件技术的、拥有公共体系结构的系统集成框架。

IEC 61970 标准中的 2 个重要组成部分是组件接口规范(CIS)和 CIM^[2]。CIS 规定了信息交换的语法,CIM 定义了信息交换内容的语义。CIM 规范使用统一建模语言(UML)表示法,它将 CIM 定义为一组包(Package)。一个包表示对特定元素的组合,主要为了便于对整个模型的设计、理解和研究。IEC 61970-301 中主要的包(Package)类型如下。

(1) 核心包(Core)。包含所有应用共享的核心的

电力系统资源(Power System Resource)和导电设备(Conducting Equipment)实体,以及这些实体的常见的组合。

(2) 拓扑包(Topology)。拓扑包是核心包的扩展,通过与描述连接关系的终端类(Terminal)建立关联关系,定义了设备的物理连接关系。

(3) 电网包(Wires)。电网包是核心包和拓扑包的扩展,它建立了输电(Transmission)和配电(Distribution)网络的电气特性的信息模型,这些信息将被用于状态估计、潮流计算、安全分析、最优潮流等应用。

(4) 量测包(Meas)。量测包包含描述各个应用间交换的动态测量数据的实体。

1.2 IEC 61850 与 SCL

IEC 61850 亦是由 IEC TC57 工作组制定的应用于变电站通信网络和系统的国际标准。其主要目的是为了提供一种公共的通信标准,通过对设备的规范化、统一化建模,使整个变电站内部设备之间实现无缝连接。在 IEC 61850-6 中为变电站智能设备的配置定义了 SCL,使用 SCL 可以在不同制造商提供的智能设备和系统配置工具之间进行通信系统配置数据的相互交换。IEC 61850 标准有如下的特点:

(1) 采用面向对象的建模技术,定义了基于客户机/服务器结构的数据模型,建立起 IEC 61850 标准服务器所必须提供的各种通信服务的模型。

(2) 引入了变电站内信息分层的概念,将变电站的通信体系分为 3 个层,即变电站层、间隔层和过程层,并且定义了层与层之间的通信接口。

(3) 采用了设备名、逻辑节点名、实例编号和数据类名来建立对象的命名和引用;采用面向对象的数据自描述方法,通过数据源对数据本身进行自我描述,实现了数据的自我说明,从而无需再对数据进行工程物理量对应、标度转换等工作。

(4) 设计了一种独立于所采用网络和应用层协议

的抽象通信服务接口(ASCI)。通过 ACSI,由专用通信服务映射(SCSM)所采用的具体协议栈,例如制造报文规范(MMS)等。从而解决了标准的稳定性与未来网络技术发展之间的矛盾,当网络技术发展时只需改动 SCSM,而不需要修改 ACSI 就能兼容最新底层协议栈的标准^[3]。

在 IEC 61850 第二版中又新增了一些内容,将逻辑节点模型从变电站自动化领域扩充到风力发电、分布式能源以及水电厂等新的领域。同时,在标准中也逐步开始考虑不同标准模型间的兼容性问题。

1.3 2 种模型文件的特点

CIM 静态文件包含了电力系统网络构架配置的静态数据描述。包括不同组件(如母线、断路器、发电机和负荷)的详细信息。CIM 静态文件采用网状并列结构描述设备及节点之间的连接。

SCL 对象模型包括变电站模型、IED 模型和通信模型。在变电站配置文件(SCD)中,定义了变电站对象模型,描述了变电站一次设备的拓扑结构和变电站功能对应于不同的 IED 逻辑节点的映射。例如,电力系统主接线结构中的断路器映射到 IED 模型中的 XCBR1 的实例将会出现在 SCD 文件中的变电站节点中。SCD 文件是一个树形结构的 XML 文件,包含变电站所有信息。基本结构包括文件头、变电站、通信、IED、CDCs 和数据模板。

2 CIM 与 IEC 61850 模型之间的映射

由于 IEC 61970 标准所定义的 CIM 侧重于调度中心,IEC 61850 标准定义的 SCL 信息模型侧重于变电站,所以其对应建立的电力系统模型也有所差异。要实现这 2 种模型的互通,必须建立 2 种模型之间的映射。SCL 变电站的对象模型定义中有许多与 CIM 模型的定义相一致,易于建立它们之间的映射关系,对于不一致部分则需要进行相应的处理。所以,2 种模型间的映射可以按照是否是共通对象模型分类方法分别进行映射。

2.1 CIM 与 SCL 模型共通对象的映射

在 CIM 模型中,电力系统资源包中的间隔类包含导电设备、保护继电器、量测量和远程测控;而电力系统资源类中包含电力系统部件;变电站类包含变电站设备;端点类(Terminal)包含所有实例的端点。拓扑包为核心包的扩充,与端点类相关联建立起连接模型,定义设备如何连接,以及设备间如何通过闭合开关连接在一起的逻辑关系。电缆包作为核心包和拓扑包的扩展,建立输电和配电网络电气特性信息的模型^[4];派生类中包含电气网络中断路器类、变压器类、电抗器类、母线类等。

在 IEC 61850 模型中采用逻辑节点作为基本组成实体,使用面向对象的方法定义逻辑节点和对应的数据内容^[5]。逻辑节点对变电站中设备和功能进行了详细的定义,模型中的 SCD 文件模型有:变电站、电压等级、间隔、设备等,对变电站进行了完整的信息描述。

在表 1 中对照列出了一些可以直接映射的共通模型。针对 CIM 中定义的设备物理参数,如果 IEC 61850 建立的模型中没有完全对应建模,则可对相关的逻辑节点进行扩展。

表 1 CIM 与 SCL 主要的共通模型

CIM 模型	SCL 模型
变电站类	变电站层
基准电压类	电压等级
母线类	间隔层
间隔	
电力变压器类	电力变压器(YPTR)
分接头切换器类	分接头(YLTC)
同步电机类	发电机(ZGEN) 电动机(ZMOT)
断路器类	断路器(XCBR)
隔离开关类	隔离开关(XSWI)
电容器组类	电容器组(ZCAP)
静止无功补偿器类	
量测包	计量和测量逻辑节点组(MMXU/MNTR)

如表 1 所示,2 种模型在映射中并非都为一对一的关系:如 CIM 模型中的间隔和母线类,在 IEC 61850 SCL 模型中映射为间隔层;CIM 模型中的同步电机类在 IEC 61850 SCL 模型中映射为发电机节点和电动机节点。

2.2 CIM 与 SCL 非共通对象的映射

对于 IEC 61970 CIM 和 IEC 61850 SCL 模型中的非共通部分,即无法直接对应的部分,则需要依据需要进行扩展。如基于 IEC 61970 标准建立的 CIM 模型中定义的自控制区类,基于 IEC 61850 标准建立模型中的 IED 设备,保护功能等。例如,针对 IEC 61850 中详细定义的保护逻辑节点,需要时可在 CIM 模型中扩展对应的类或者设备来对其逻辑进行表示;同时可将实时运行的测量数据映射为 CIM 扩展设备的量测数据。

3 CIM 与 IEC 61850 模型映射实例

3.1 变电站静态模型映射

以典型的变电站双母线带母联断路器主接线结构为例,如图 1 所示。图 1 中左侧为 IEC 61850 对象模型,按照 IEC 61850 中的 SCL 变电站对象模型,将变电站模型依次建立为变电站、电压等级、间隔和导电设备类型,构成比较完备的站内树形层级关系;而后根据连接端子(Terminal)和导电设备端点(Connectivity)

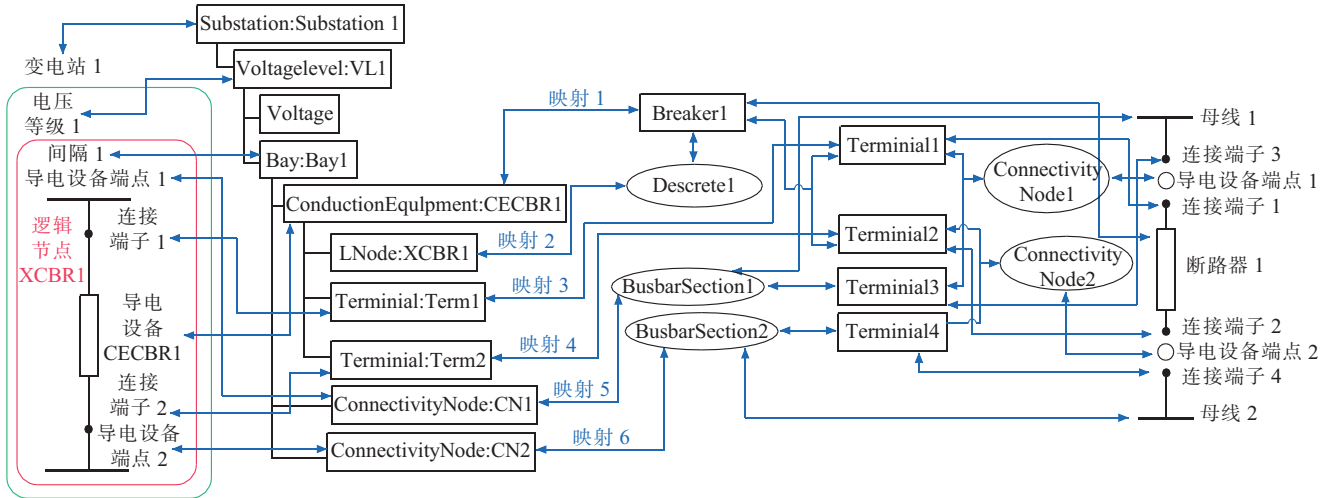


图 1 CIM 和 SCL 静态模型映射

Node) 的连接关系生成变电站全站拓扑连接模型;根据拓扑连接模型,并按列表 1 中的 CIM 和 IEC 61850 模型的对应关系可完成两者之间的映射。值得注意的是 CIM 模型中的母线对象模型 (Busbar) 对应于 IEC 61850 中的间隔类。CIM 模型的层级结构为网状平行结构,并没有严格的层次关系。这样,查询设备子类和 Terminal 的连接,Terminal 和 ConnectivityNode 的连接即可建立 IEC 61850 变电站静态模型和 IEC 61970 的 CIM 模型之间的设备模型映射。

3.2 IED 映射

SCL 中的 IED 模型和 CIM 中的模型有较大的差异,需对其进行一定的调整后,才能进行正确映射。

如图 2 所示,IEC 61850 的服务器对象(Server)可对应于 CIM 模型中的资产类(Asset)。IEC 61850 的逻辑节点 LN 描述变电站一次设备或二次设备,和 CIM 中的设备(Equipment)相对应,具体的逻辑节点分别对应于 CIM 模型的各种导电设备 Equipment 的对应子类。如 CIM 中的断路器类 (Breaker) 是从设备类 (Equipment) 中派生的类,可以和断路器逻辑节点 (XCBR)建立一对一的映射。在 SCL 中,量测数据是放到逻辑节点中的,逻辑节点中跟实时运行情况相关的数据属性放到遥测等数据集(dsAIN)中,和 CIM 中的量测点相对应,如断路器的位置 Pos。通过分析逻辑节点的类型和数据属性的命名规则,获得数据属性和量测值之间的对应关系。

3.3 逻辑节点映射

以 IEC 61850 中断路器逻辑节点 XCBR 和 CIM 中 Equipment 类中的 Breaker 之间的映射为例,分析 SCL 中具体逻辑节点与 CIM 中的设备类的映射规则。

逻辑节点 XCBR 的具体测量值分别作为数据属性,放在该逻辑节点跟这些测量量值相关的数据对象 (DO)中,包括开关位置(Pos)、操作计数(OpCnt)、跳闸闭锁(BlkOpn)及合闸闭锁(BlkCls)。CIM 中的断路器

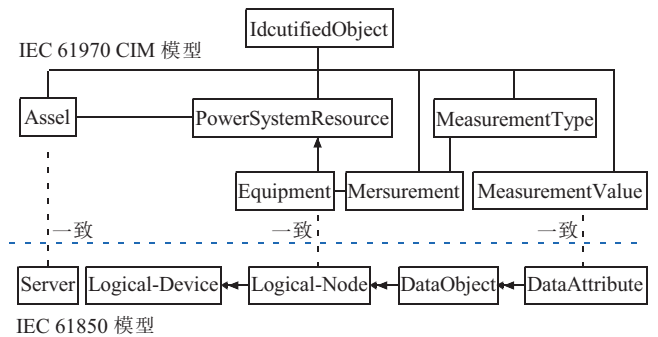


图 2 SCL 的 IED 模型和 CIM 的映射关系

类 (Breaker) 相关联的测量 (Measurement) 有:开关位置 (Pos)、开断计数 (operCnt) 和闭锁控制 (LTCBlk)。每一个测量量值属性和各自的测量类型和测量值相关联。因此,把 CIM 的断路器类相关联的测量值与 IEC 61850 的具体测量值数据对象下的反映测量值的数据属性进行关联,就完成了 IEC 61850 和 CIM 之间的断路器实体对象和属性之间的关联映射,如图 3 所示。

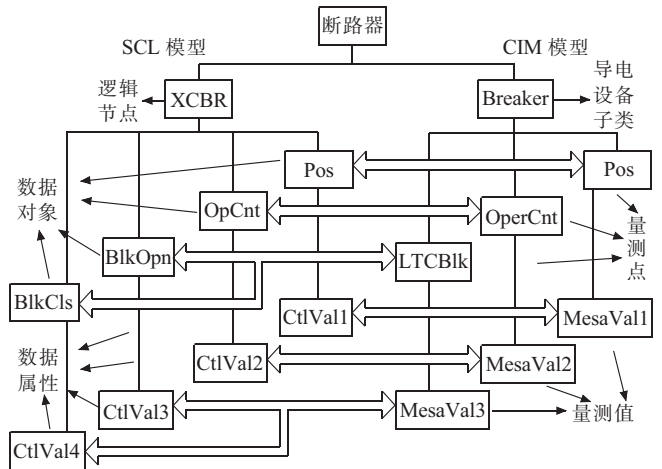


图 3 CIM 与 SCL 断路器模型数据的映射关系

4 结束语

将 IEC 61970 CIM 模型与 IEC 61850 SCL 模型进

(下转第 52 页)

- [1] 刘明. 基于小波和神经网络理论的电力系统负荷预测研究[D]. 南京:南京理工大学, 2012.
- [2] 袁启洪. 电力零售市场下的电量预测[D]. 北京:华北电力大学, 2007.
- [3] 周琪. 几种电量预测的实用方法[J]. 江苏电机工程, 2006, 25(6): 52-54.
- [4] 王子琦, 娄南, 杨丽徒, 等. 优化灰色模型在中长期电力负荷预测中的应用[J]. 郑州工业大学学报, 1999, 20(1): 79-81.
- [5] 郭锐. 华北电网的售电量预测研究[J]. 中小企业管理与科技, 2007(9): 73-74.
- [6] 朱韬析, 江道灼, 汪泉. 一二月份用电量的预测[J]. 继电器, 2005, 33(6): 62-65.
- [7] 邵丹, 林辉. 考虑春节影响的中期电量预测[J]. 电机与控制

学报, 2007, 11(5): 555-558.

作者简介:

- 张魁(1969), 男, 安徽全椒人, 高级工程师, 从事电力系统规划设计管理及负荷预测等方面的工作;
- 王亚明(1980), 男, 江苏连云港人, 高级工程师, 从事电网规划工作;
- 刘明(1986), 男, 江苏徐州人, 工程师, 从事电力系统调度运行及负荷预测等方面的工作;
- 伏祥运(1977), 男, 江苏连云港人, 高级工程师, 从事电力系统调度运行管理、无功功率补偿和谐波抑制等方面的工作;
- 李红(1980), 女, 江苏连云港人, 高级工程师, 从事电网规划管理、设计及分析等工作。

Research on Electricity Consumption and Load Prediction of Lianyungang Based on Big Data and Intelligent Algorithm

ZHANG Kui, WANG Yaming, LIU Ming, FU Xiangyun, LI Hong
(Lianyungang Power Supply Company, Lianyungang 222004, China)

Abstract: The economy of Lianyungang is developing rapidly; also the electricity consumption is in rapid growth. By analyzing the growth trend of GDP and power consumption and analoging the power consumption to the cities with faster economic development speeds, the cities with similar development law are found. According to the economic policy of Lianyungang, the load values of the next few years are predicted by using intelligent algorithm. The actual value and prediction values of corresponding times are compared, which indicates those two values are almost the same. The perdition method is helpful to Lianyungang's 13th plan of five-year power grid development.

Key words: big data; electricity consumption; load; intelligent algorithm; forecasting

(上接第 48 页)

行分析比较, 提出 2 种标准间的映射方法, 即对 2 种标准中直接对应的元件建立共通模型进行直接映射, 对于非共通模型根据需要进行调整或扩展。最后以双母线带母联断路器这一主接线模型为例, 按照文种映射方法, 成功地实现 2 种标准间模型的映射, 为适用于电力系统不同范围的信息模型互通提供了一定的借鉴和参考。

参考文献:

- [1] 黄嵩. 基于 IEC 61850 与 CIM 的智能变电站信息集成方案研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2012.
- [2] DL/T 890.501—2007 能量管理系统应用程序接口(EMSAPI)第 501 部分: 公共信息模型的资源描述框架[S]. 北京: 中国电力出版社, 2007.

- [3] 闵峥, 徐洁, 王嘉乐. 基于 IEC 61850 的智能水电厂建模技术[J]. 水电自动化与大坝监测, 2011, 35(4): 1-5.
- [4] 许凯宁, 程新功, 刘新锋, 等. 基于 CIM 设计的电力系统状态估计模型[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(24): 123-128.
- [5] 陈国炎, 张哲, 尹项根. 基于 IEC 61850 的广域继电保护通信建模[J]. 电网技术, 2012, 36(6): 56-63.

作者简介:

- 杨睿(1982), 男, 江苏南京人, 工程师, 从事智能变电站方面的研究工作;
- 程桂林(1977), 男, 江苏淮安人, 高级实验师, 从事高电压技术方面的研究工作;
- 徐懂理(1983), 男, 江苏徐州人, 实验师, 从事继电保护算法方面的研究工作。

Analysis and Research on the Interoperability Between IEC 61970 CIM and IEC 61850 SCL Model

YANG Rui, CHENG Guilin, XU Dongli

(School of Electric Power Engineering, Nanjing Institute of Technology, Nanjing 211167, China)

Abstract: The problem of the interoperability between IEC 61970 and IEC 61850 in smart grid is studied. Firstly, the data structure model of the two standards is analyzed. Secondly, the possibility of the interoperability between the two data models is discussed. Finally, taking main wiring structure of double busbar with bus coupler circuit breaker as an example, the models of IEC 61970 CIM and IEC 61850 are established respectively. The data exchange and model mapping between the two standards are described in detail. The result shows that this method to exchange data between the two standards is feasible.

Key words: IEC 61970; CIM; IEC 61850; SCL; model mapping