

# 数字化变电站到 IEC 61970 主站信息无缝交换

王文婕<sup>1</sup>, 张海东<sup>2</sup>

(1.盐城供电公司,江苏 盐城 224000;2.国电南瑞科技股份有限公司,江苏 南京 210061)

**摘 要:**IEC 61850 和 IEC 61970 标准已有多项工程应用,但它们之间还没有实现信息无缝交换。根据实践工程应用,提出子站到主站无缝信息交换的策略,分析了子站 SCD 与主站 CIM 模型及其映射关系。

**关键词:**无缝交换;SCD;CIM;映射

**中图分类号:**TM63

**文献标志码:**A

**文章编号:**1009-0665(2010)04-0001-03

基于 IEC 61850 的数字化变电站自动化系统(以下简称子站)和基于 IEC 61970 的数字化电网调度自动化系统(以下简称主站)已有多项工程投入使用,目前子站和主站之间的信息交换方式是将 IEC 61850 转换成 IEC 60870,采用 IEC 60870-5-101/104 通信规约传输数据值和命令。这种传统的传输方式具有很多弊端:子站上大量丰富的有用信息不能传输到主站上,系统之间处于分割状态产生信息孤岛,没有充分发挥两大标准的优势;变电站和多个调度中心重复维护,增加了维护的工作量和电网的安全隐患等。而以信息化、自动化、互动化等为特征的智能电网则是要求子站与主站实现无缝连接,取代传统的信息传输方式<sup>[1]</sup>。针对上述问题和背景,提出了在实践应用中子站到主站无缝信息交换的策略,分析了子站和主站模型及其之间的映射关系。

## 1 子站到主站无缝信息交换

子站到主站无缝信息交换方法有:(1)子站中生成 SCD 文件在子站后台监控中对子站 SCD 模型转换生成符合主站要求的模型,然后上送到主站中;(2)子站生成 SCD 文件上送到主站,主站对其转换生成主站关心的模型。鉴于以后数字化变电站装置发展趋于智能化,弱化后台监控的作用等因素,在实践应用中具有推广应用价值的是方法(2),具体步骤如下:

- (1) 子站生成 SCD 文件上送到主站;
- (2) 主站对 SCD 文件加以解析,把主站关心的子站 SCD 模型转换成公共信息模型(CIM);
- (3) 最终生成符合主站要求的 CIM 资源描述框架(RDF)格式 XML 文件并导入到主站中,使主站关心的子站信息完整上送到主站中。

基本流程如图 1 所示。

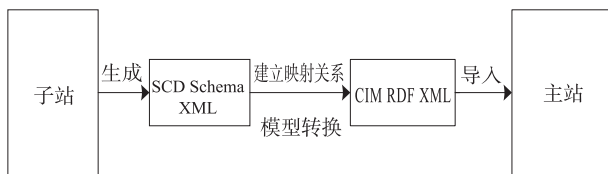


图 1 子站到主站无缝信息交换示意图

## 2 SCD 与 CIM 模型

### 2.1 SCD 模型介绍

IEC 61850 SCL 配置文件用于在不同制造商的不同工具间交换配置数据,存在 4 种类型 SCL 文件,通过文件名后缀加以区分。这 4 种文件分别是:ICD 文件,SCD 文件,SSD 文件,CID 文件。SCD 对象模型有 3 个基本部分:(1) 变电站模型:从功能的角度描述开关场的设备(过程装置)、基于电气接线图的连接(拓扑)、说明装置和功能,是基于变电站功能结构的分层对象。其主要包括的对象模型:变电站,电压层,设备,子设备,连接节点,端点等。(2) IED 模型:变电站自动化系统中的二次智能电子设备。其主要包括的对象模型:智能电子设备,服务器,逻辑装置,逻辑节点,数据等。(3) 通信系统模型:与通信相关的对象类型。通信模型其主要包括的对象模型:访问点,路由器,时钟等。

IEC 61850 标准中的对象模型采用 XML Schema(W3C 扩展标记语言)描述,在其 XML 文档中为分层结构可以有多层嵌套。使用 XML 语言定义变电站自动配置语言的实例如下:

```
<VoltageLevel name="D1">
  <Bay name="Q1">
    <ConductingEquipment name="I1" type="CTR">
    </ConductingEquipment>
  </Bay>
</VoltageLevel>
```

这个 XML 文件说明变电站节内含 1 个电压等

级 D1,在此电压等级中含有一个间隔 Q1,此间隔里有1个电流互感器 11。

2.2 CIM 介绍

CIM 是一个抽象模型,它表示通常包含在能量管理系统(EMS)信息模型中的电力企业的所有主要对象。CIM 规范使用统一建模语言(UML)表达方法,它将 CIM 定义成一组包,整个 CIM 划分为下面几个包:核心,拓扑,电线,停运,保护,SCADA,量测,负荷模型,发电,生产,发电动态,域,能量计划,预订,财务,资产。包的边界并不意味着应用的边界。一个应用可能使用几个包的 CIM 实体。CIM 中的每一个包包含一个或多个类图,用图形方式展示该包中的所有类及它们的关系。然后根据类的属性及与其他类的关系,用文字形式定义各个类。CIM 包含的基本类有:变电站类,基准电压类,间隔类,导电设备类,端点类,设备容器,电流继电器类,保护设备类等。在 CIM 中与子站相关的模型主要是电网模型,变电站模型和量测模型。

IEC 61970 对象模型也采用了 XML 语言描述,使用的是另外一种更复杂功能也更强大的元数据描述工具—RDF。RDF 定义了数据本身,也就是语义,CIM XML 语言是基于 CIM 模型的 RDF 应用,它是 CIM RDF 语法的综合。每个系统的资源都有惟一的标识 (ID)。ID 属性用于使元素能够引用 CIM RDF Schema 文档中的其他元素节点。ID=“Terminal”元素可以通过在该属性值前加 # 号 (如 “# Terminal”)的方式被其他元素引用。

3 SCD 与 CIM 模型比较分析

IEC 61970 CIM 模型和 IEC 61850 SCD 模型建模都采用了 XML、UML、面向对象、组件技术等信息领域最前沿的技术。在 IEC 61970 CIM 和 IEC 61850 SCD 对象模型存在如下的情况,(1)2 种标准中共通的对象模型,如变电站、电压等级、间隔、变压器、断路器等。(2)只有一种标准中定义的对象模型:IEC 61970 CIM 模型中独有的对象模型,如主控区域、子控区域、负荷等;IEC 61850 SCD 模型中独有的对象模型,如智能电子设备 (IED)、逻辑节点 (LPHD、PTOC 等)、控制块(RCB、SGCB)等。它们的关系如图 2 所示。

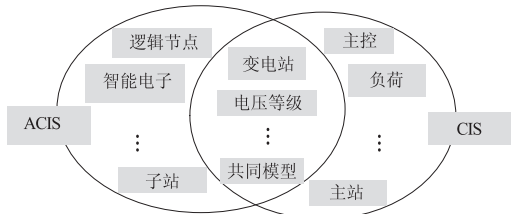


图 2 SCD 与 CIM 模型的关系

IEC 61850 SCD 对象采用 SCL XML (XML Schema) 描述,层层嵌套是一种树状结构。IEC 61970 CIM 对象模型中的 CIM XML (RDF XML)描述的,是一种网状结构。虽然两者的结构和采用的 XML 语言格式不一样,但这 2 种命名方式都符合万维网联合会制定的 XML 命名空间规范。

4 模型映射分析

子站上送到主站的 SCD 文件中部分模型是主站不关心的,例如保护模型,35 kV 子站中的电抗器等。因此只需把主站关心的子站模型与主站模型建立映射关系。

在 IEC 61850 SCD 模型和 IEC 61970 CIM 模型中拥有共通的对象模型,这些模型可以基本建立他们之间的映射关系如图 3 所示,但并不是一对一的严格映射关系。一对多的映射关系,如图 3 中子站间隔模型与主站 CIM 模型中间隔和母线段 2 个对象模型形成映射关系;多对一的映射关系,如图 3 中子站电容器组和电抗器组模型 2 个模型与主站 CIM 模型中补偿器形成映射关系。在子站 SCD 中具体定义而主站 CIM 模型中没有明确定义的,如智能电子设备 (IED)等。建立映射关系需要按照主站 CIM 模型中的要求建立相应的包类,增加相应的类型,属性和关联等。

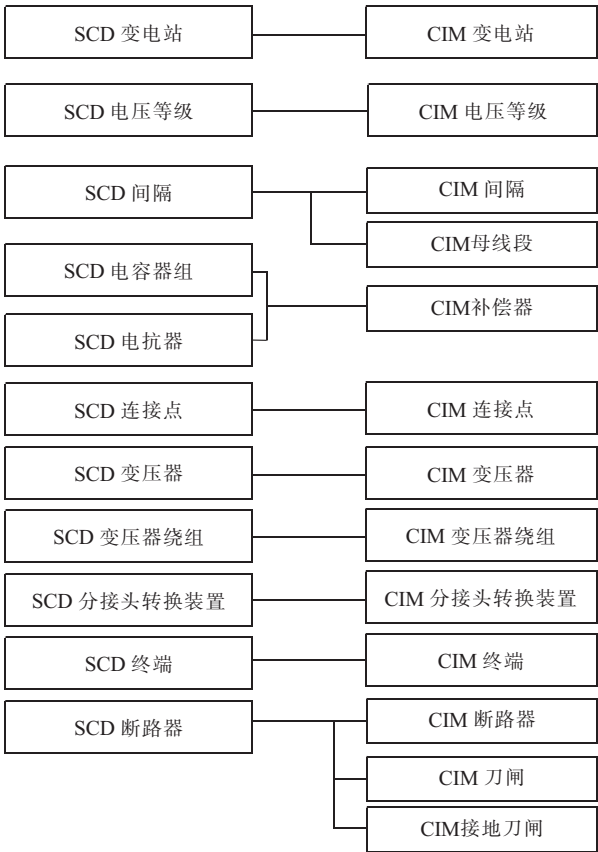


图 3 共通模型映射关系

子站模型到主站模型虽然可以建立映射关系,但是是有条件的在建立映射,需加以处理。主要有如下几个方面:

(1) 子站与主站模型类型不一致:SCD 模型中定义的对象模型与 CIM 模型中类型不完全一致。例如 SCD 电抗器和 SCD 电容器两个对象模型与 CIM 补偿器对象模型建立映射关系,两者的模型类型确不一致。

(2) 子站与主站的对象模型属性不完全一致。例如 CIM 中逻辑节点属性是强制的而在对应的 SCD 中有些属性是可选的。同期检测继电器类在 CIM 中相关属性,相角,频率和电压必须的而在 SCD 中对应的为可选的。

(3) 子站与主站的关联关系不完全一致。SCD 中的对象模型关联关系通过层次路径实现,是简单的,是一种树状结构。CIM 中是双向的关联关系,展开后是一种网状结构,CIM 模型中对象模型的关联通过惟一标识 ID 加以引用,这种跨越的关联关系很复杂,由于类型之间的必须关联关系导致很难表达 2 个实例对象的实时关系,在建立映射关系中需结合实际情况进行数据建模。

即使子站与主站对象模型中某些部分很好的映射关系,基本的关联关系在子站和主站中也不一样,例如变压器模型,在主站 CIM 模型中变压器是作为主变间隔,而主变间隔与变电站相连。而在子站模型中变压器可以连接在变电站,电压,间隔等结构层中。在子站模型中间隔必须是电压等级的一部分,电压等级必须是变电站的一部分。而在主站 CIM 模型中间隔可以是电压等级或变电站的一部分或两者都不是,甚至在主站模型中根本没有。在主站 CIM 模型中详细定义了变压器,分接头,断路器,开关等模型,而子站 SCD 模型中只是定义了一种导电设备,导电设备有枚举属性,枚举属性决定了对象类型是那哪种实类对象。

子站与主站对象模型描述语言都是 XML 语言,命名方式都符合万维网联合会制定的 XML 命名空间规范,同时 XML 语言具有异构系统间的信息互通等特点,XML 语言是对象模型映射转换的最终交换格式。

## 5 结束语

子站到主站信息无缝交换是智能电网建设要求之一,也是 IEC 61850 和 IEC 61970 标准在工程实践中进一步深入应用的要求。目前 IEC 61850 和 IEC 61970 这 2 个标准在不断地发展,为了符合将来应用需求,现有模型需要不断更新,例如加入避雷器等模型。随着电力系统信息一体化的发展,需要制定一些相关列标准使两大标准合并为一,实现子站与主站共享建模,乃至最终要实现调度,变电站和配电信息一体化。

### 参考文献:

- [1] 陈树勇,宋书芳,李兰欣,等.智能电网综述[J].电网技术,2009,33(8):1-7.
- [2] 谭文恕.电力系统无缝通信系统体系[J].电力系统自动化,2001,22(11):1-4.
- [3] 周邨飞,张海滨,徐石明,等. IEC61850 工程组态中的统一建模技术研究[J].江苏电机工程,2007,26(S):72-74.
- [4] 胡 靓.XML 语言在新一代电力自动化系统中的应用[J].电力学报,2007,22(1):35-38.
- [5] IEC 61850,Communication Networks and System in Substation [S].2004.
- [6] IEC61970-301.Energy Management System Application Program Interface (EMS-API):Part 301 Common Information model (CIM) base[S].2007.

### 作者简介:

王文婕(1983-),女,助理工程师,主要从事电网调度自动化方面的工作研究;

张海东(1983-),男,硕士研究生,研究方向为电力系统自动化,电力系统建模。

## Information Seamless-exchange from Digital Substation to IEC 61970 Master-station

WANG Wen-jie<sup>1</sup>, ZHANG Hai-dong<sup>2</sup>

(1. Yancheng Power Supply Company, Yancheng 224000, China;

2. NARI Technology Development Co., Ltd., Nanjing 210061, China)

**Abstract:** IEC 61850 and IEC 61970 standards have been applied in many projects, but information is not seamless-exchange between them. This paper, according to practical project application, represents tactic of information seamless-exchange from digital substation to IEC 61970 master-station, analyzing substation SCD model and master-station CIM model and mapping between these two models.

**Key words:** seamless-exchange; SCD; CIM; mapping