

# 一种基于 CIM/E 的 IEC 61850 SCL Schema 文件描述方法

刁东宇, 翟明玉, 王海峰, 梅德冬

(国电南瑞科技股份有限公司, 南京 210061)

**摘要:** 提供了一种基于 CIM/E 语言的 IEC 61850 SCL Schema 文件描述方法, 该方法采用 CIM/E 语言的类模板定义功能, 自定义实体类描述格式, 对 SCL 语言中主要定义的 4 部分信息, 包括通信类、一次设备类、智能电子设备类、数据类型模板类的 UML 类图进行类图分析, 按照属性继承和简化实现的原则, 采用自定义实体类描述格式对其进行再描述, 生成基于 CIM/E 语言描述的 IEC 61850 SCL Schema 文件, 以解决变电站和调度端模型不统一的问题。

**关键词:** SCL; CIM/E; UML; IEC 61850; 类模板定义

中图分类号: TM734

文献标志码: A

文章编号: 1007-1881(2016)08-0013-05

## A Description Method of IEC 61850 SCL Schema File Based on CIM/E

DIAO Dongyu, ZHAI Mingyu, WANG Haifeng, MEI Dedong

(NARI Technology Co., Ltd., Nanjing 210061, China)

**Abstract:** This paper introduces a description method of IEC 61850 SCL Schema file based on CIM/E language. Class template definition function of CIM/E language is used in this method to define description format of the entity classes and analyze the UML class diagram in the four major parts of the information defined in the SCL language, including communication, substation, IED and data type template. In accordance with the principles of property inheritance and implementation simplification, the method redefines the class description format by defining description format of entity classes and generates the IEC 61850 SCL schema file based on CIM/E language for the sake of model unification in substation and dispatching point

**Key words:** SCL; CIM/E; UML; IEC 61850; class template definition

随着智能电网技术的不断发展, 变电站自动化系统和调度系统的联系日趋紧密, 两者一体化融合是当前电力系统发展的重要方向之一。但是当前在系统建模方面, 变电站模型普遍采用 IEC 61850 模型表达方式, 语义模型的形式化描述工作由变电站配置语言 SCL 来完成, 调度端遵循 IEC 61970 标准, 采用基于 CIM/XML 或者 CIM/E 的模型描述方法。因此, 变电站端和调度端建立的模型并不统一<sup>[1]</sup>, 且相互之间难以解析, 使模型无法共享, 阻碍了电力系统的技术进步和智能电网的发展。

本文的目的就是为了解决上述问题, 提供一种基于 CIM/E 语言, 对 IEC 61850 SCL Schema 文件进行再描述的方法。根据该方法, 对 SCL 语言中主要定义的 4 部分信息, 包括通信类、一次

设备类、智能电子设备类和数据类型模板类, 采用 CIM/E 语言的类模板功能进行重新定义和描述, 从而为实现 CIM/E 语言描述变电站模型提供相关的模板文件。

## 1 基于 CIM/E 描述方法的提出

近年来, 变电站端和调度端模型不统一的问题逐渐得到人们的高度重视, 国内外研究机构提出了多种解决方案, 包括直接统一模型<sup>[2]</sup>、公共语义模型<sup>[3]</sup>、模型映射<sup>[4-5]</sup>、无缝通信体系<sup>[6-7]</sup>等。直接统一模型是通过制定新的统一标准, 能够同时满足 IEC 61970 和 IEC 61850 建模需求, 缺点在于对已有标准改动较大, 实施难度很高。公共语义模型是在 IEC 61970 CIM/XML 基础上融合 IEC 61850 模型, 新的模型能够同时理解 IEC

61970 和 IEC 61850 标准,但目前尚处于研究阶段,未见有实际应用。

模型映射是在现有标准理解的基础上,增加模型映射配置文件,通过该配置文件的“翻译”功能,实现 2 种标准模型的互相转换。无缝通信体系类似于模型映射,该方案把配置文件的“翻译”功能放在中间代理网关中,变电站端和调度端通过与中间代理网关的通信,实现模型信息的交互。

后 2 种方案虽有一些试点应用,但主要还是把 IEC 61850 模型转换为 IEC 61970 CIM/XML 模型,考虑到这 2 种文件格式均基于 XML 的语法结构,故存在描述效率不高的问题<sup>[8]</sup>,随着智能变电站的不断发展,变电站模型文件日趋复杂,模型映射转换的过程也要不断改进完善,开发的工作量巨大,后续的维护工作也很难持续跟进。

变电站配置描述语言 SCL 是 IEC 61850-6 标准中用来描述与通信相关的 IED 结构和参数、通信系统结构、开关间隔功能结构及它们之间的关系<sup>[9]</sup>。为了实现通用性、自描述,以及可任意扩充的目的,SCL 语言在语法上遵循可扩展标记语言 XML 的语法规则,通过定义 8 个 XML Schema 文件,严格规定了以其为标准的所有自描述文档树状层次结构的全部细节。SCL 语言描述的变电站模型文件完全满足工程应用的实际需求,但随着智能变电站工程建设的深入开展,SCL 语言描述的变电站模型文件日趋庞大,由此带来系统处理速度较慢、对象颗粒度太小、模型文件冗余信息过多、结构过于复杂、不便工程人员直接阅读等一系列问题<sup>[8]</sup>。

CIM/E 语言<sup>[8]</sup>是近年来国家电网调度中心力推的新的主站端建模语言,目前已有许多调度系统能够解析该语言所建模型并生成各自系统数据库,该语言设计遵循简单、效率、实用、对象、关系、命名 6 大原则,理论上完全可以用来描述变电站模型。已有若干机构提出相关的解决方案,主要集中在模型映射,标准扩充等方面<sup>[10-11]</sup>。考虑到在 IEC 61850-6 标准中,XML Schema 文件详细的描述了 SCL 的语法,因此可以基于 CIM/E 语言对 IEC 61850 SCL Schema 文件进行再描述,从而可以为实现 CIM/E 语言描述变电站模型以及变电站端和调度端模型融合创造一种新的方法。

## 2 新的描述方法

### 2.1 总体架构

基于 CIM/E 的 IEC 61850 SCL Schema 文件描述方法的整体结构如图 1 所示。SCL 语言主要定义了 4 部分的信息,通信类、一次设备类、智能电子设备类、数据类型模板类<sup>[9]</sup>。基于以上各模板类的 UML 类图分别对其进行分析,并利用 CIM/E 语言定义的类模板格式对其进行再描述,从而生成 CIM/E 语言表达的 IEC 61850 SCL Schema 类模板文件。

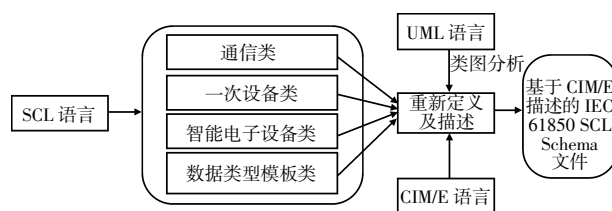


图 1 整体流程结构

### 2.2 自定义实体类描述格式

采用 CIM/E 语言的类模板定义功能<sup>[10, 12]</sup>描述 SCL 语言定义的通信类、一次设备类、智能电子设备类、数据类型模板类中的实体类,具体定义格式如下所示:

```
<Class name='className'>
```

@Num	Name	Alias	Type	Use	Default
//序号	属性名称	中文名	数据类型	是否必须使用	缺省值
#1	mRID	类标识	INT64	required-	
#2	xxx	Xxx	xxx		
#3	parentRID	父类标识	INT64	optional	

```
</Class>
```

所述的定义格式中 className 为所描述的 SCL 实体类的名称,类模板定义描述方式采用横表方式,对 SCL 语言实体类的每一个属性,采用 Name(属性名称)、Alias(中文名)、Type(数据类型)、Use(是否必须使用)、Default(缺省值)5 个标签对此属性进行说明和限定,前 3 个标签是 CIM/E 语言规定的,Use 和 Default 标签是根据 SCL 语言的要求扩展的。

所述的定义格式中第一个属性为 mRID,具有全局唯一性,用以代表整个类。对于 SCL 语言实体类的简单属性,按在 SCL 语言中定义的次序,在所述的定义格式中采用一行进行表示,对

于复合属性(即类对象成员)则在下一层次的类模板中表示,并通过 parentRID 属性来表示其父类。

### 2.3 核心原则

以通信类、一次设备类、智能电子设备类和数据类型模板类的 UML 类图为基础,对 SCL 语言进行梳理,找出以上 4 部分信息中定义的实体类,按照属性继承和简化实现的原则,通过之前定义的类模板格式对其进行再描述,生成基于 CIM/E 语言描述的 IEC 61850 SCL Schema 文件。

属性继承原则主要表现在某个实体类继承一个或多个基类时,若基类中定义了若干属性,则在该实体类中也要包括基类中的所有属性,并增加到该实体类的类定义模板文件中。基类若不是实体类,其属性在其子类中描述,不单独对其建立模板类。

简化实现原则是指如果 SCL 语言中实体类对象不包含任何简单属性,并且该类对象不是 SCL 语言定义的基本类型,且是唯一的,则在 UML 类图中省略此层次,直接描述其子对象。通过该简化过程,可以减少类定义模板文件的冗余信息,提高描述效率。

### 2.4 逻辑流程

逻辑流程图如图 2 所示。SCL 语言定义的模板类在 IEC 61850-6 标准中有具体的说明,通过查阅标准,获得各模板类的 UML 类图,然后对其进行分析。

判断该类图中是否含有实体类,若不含有则结束对该 UML 类图的再描述操作过程,否则找出该 UML 类图中的实体类,明确它们之间的结构层次关系,生成相关的结构框图。基于该框图,可以对实体类的 parentRID 属性进行定义,即框图中子实体类需要增加 parentRID 属性指向其父实体类。所谓实体类的判别规则是在 UML 类图中空心三角形指向的类为基类,除此之外的为实体类。

分析实体类与基类的关系,判别实体类继承的基类中是否含有具体属性,如果含有具体属性,则把基类的属性添加到实体类中,并使用 CIM/E 语言的类模板定义格式对其进行再描述,否则分析该实体类的自身属性。

如果实体类自身含有属性,则同样使用 CIM/E 语言的类模板定义格式对其属性进行添加描

述,否则根据其继承的基类属性情况,判断是否需要对其采用 CIM/E 语言的类模板进行再描述。

如果实体类自身不含有具体属性,其继承的基类也不含有具体属性,则不对该实体类进行再描述,否则如果其继承的基类含有具体属性,则需要对该实体类进行再描述,并增加基类属性到该实体类中。

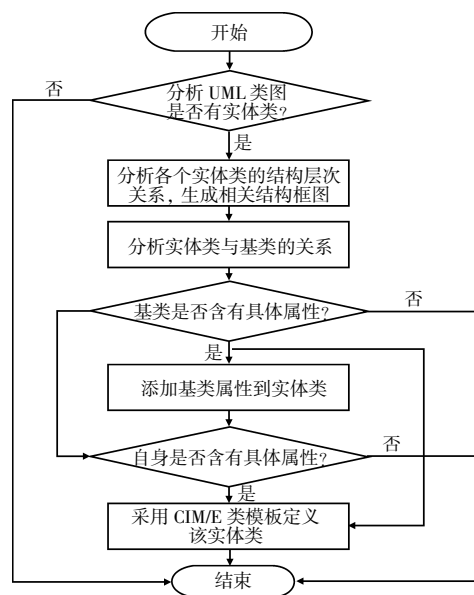


图 2 逻辑流程

## 3 类模板定义描述示例

以 IEC 61850-6 标准中通信类为例,介绍利用本文方法生成基于 CIM/E 语言描述的类模板描述文件。通信类部分的 UML 结构图如图 3 所示,图中描述了通信类含有的所有类对象定义以及它们之间的层次结构关系。

由图 3 可知,实体类主要包括: tCommunication, tSubNetwork, tConnectedAP, tBitRateInMbPerSec, tAddress, tPhysConn, tGSE, tSMV, tP 和 tDurationInMilliSec。其中 tAddress 类没有属性,且没有继承的基类属性,并且该类对象不是 SCL 语言定义的基本类型,且是唯一的,根据简化实现原则,不对其建立模板类。tUnNaming, tNaming, tPAddr, tControlBlock 为基类,根据属性继承原则,其属性在其子类中描述,不单独对其建立模板类。根据图 3 分析后得到的结构层次图如图 4 所示。

结合图 3 和图 4 得到通信类基于 CIM/E 语

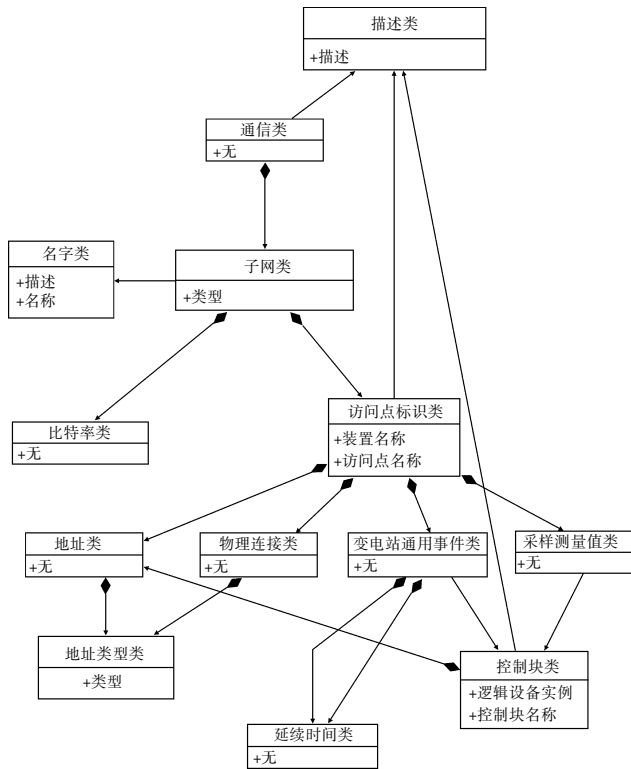


图3 通信类部分的UML结构

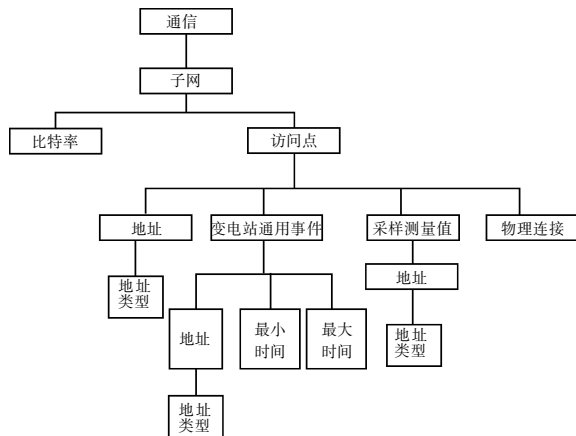


图4 通信类部分的结构层次

言描述的类模板格式定义如下：

(1)tCommunication 类模板

```
<Class name=' tCommunication'>
@Num Name Alias Type Use default
//序号 属性名称 中文名 数据类型 属性选择性 默认形式
#1 mRID 唯一标识 INT64 required
#2 desc 描述 String optional 此项可以空白
</Class>
```

(2)tSubNetwork 类模板

```
<Class name='tSubNetwork'>
@Num Name Alias Type Use default
//序号 属性名称 中文名 数据类型 属性选择性 默认形式
#1 mRID 唯一标识 INT64 required
#2 name 名称 String required
#3 type 类型 String optional 此项可以空白
#4 desc 描述 String optional 此项可以空白
parentm-
RID_com 所属通信
#5 munica- 类标示 INT64 required
tion
</Class>
```

(3)tConnectedAP 类模板

```
<Class name='tSMV'>
@Num Name Alias Type Use default
//序号 属性名称 中文名 数据类型 属性选择性 默认形式
#1 mRID 唯一标识 INT64 required
#2 ldInst 装置名称 string required
#3 cbName 访问点名称 string required
#4 desc 描述 String optional 此项可以空白
parentm-
RID_con- 所属访问
#5 nectedAP 点标识 INT64 required
</Class>
```

(4)tGSE 类模板

```
<Class name='tConnectedAP'>
@Num Name Alias Type Use default
//序号 属性名称 中文名 数据类型 属性选择性 默认形式
#1 mRID 唯一标识 INT64 required
#2 iedName 装置名称 string required
#3 apName 访问点名称 String required
#4 desc 描述 String optional 此项可以空白
parentm-
RID_sub- 所属子网
#5 Network 标识 INT64 required
</Class>
```

(5)tSMV 类模板

```
<Class name='tGSE'>
@Num Name Alias Type Use default
```

//序号	属性名称	中文名	数据类型	属性选择性	默认形式
#1	mRID	唯一标识	INT64	required	
#2	ldInst	装置名称	string	required	
#3	cbName	访问点名称	string	required	
#4	desc	描述	String	optional	此项可以空白
#5	parentm- RID_con- nectedAP	所属访问点标识	INT64	required	

</Class>

### (6)tP 类模板

<Class name='tP'>

@Num	Name	Alias	Type	Use	default
//序号	属性名称	中文名	数据类型	属性选择性	默认形式
#1	mRID	唯一标识	INT64	required	
#2	ldInst	装置名称	string	required	
#3	type	方式, 电气, 光纤, 无线)	Enum	required	
#4	plug	插头类型 (光口, Rj45 等)	Enum	required	
#5	parentm- RID_ Address、 GSE、SMV 或 PhysConn	所属对象 (Address、GSE、SMV 或 PhysConn) 标识	INT64	required	

</Class>

### (7)tPhysConn 类模板

<Class name='tPhysConn'>

@Num	Name	Alias	Type	Use	default
//序号	属性名称	中文名	数据类型	属性选择性	默认形式
#1	mRID	唯一标识	INT64	required	
#2	type	物理连接类型	string	required	
#3	parentm- RID_con- nectedAP	所属访问点标识	INT64	required	

</Class>

### (8)tBitRateInMbPerSec 类模板

<Class name='tBitRateInMbPerSec'>

@Num	Name	Alias	Type	Use	default
//序号	属性名称	中文名	数据类型	属性选择性	默认形式

#1	mRID	唯一标识	INT64	required	
#2	Unit	单位	Enum	required	b/s
#3	multiplier	倍数	Enum	optional	M
#4	parentm- RID_sub- Network	所属子网标识	INT64	required	

</Class>

### (9)tDurationInMilliSec 类模板

<Class name='tDurationInMilliSec'>

@Num	Name	Alias	Type	Use	default
//序号	属性名称	中文名	数据类型	属性选择性	默认形式
#1	mRID	唯一标识	INT64	required	
#2	Unit	单位	Enum	required	s
#3	multiplier	倍数	Enum	optional	m
#4	parentm- RID_gse	所属 GSE 对象标识	INT64	required	

</Class>

## 4 结语

采用 CIM/E 语言的类模板定义功能, 自定义实体类描述格式, 描述 IEC 61850 SCL Schema 文件, 为实现 CIM/E 语言描述变电站模型提供相关的模板文件, 进而为实现变电站端和调度端模型融合创造一种新的思路。

在后续工作中, 可以在本文介绍的描述方法研究基础之上, 结合智能变电站、新一代调变一体化等系统建设, 推出实际应用产品, 积累工程应用经验, 完善程序功能, 逐步在新一代智能变电站中推广应用。

## 参考文献:

- [1] 张滨, 阮鸿飞, 马平. IEC 61850 与 IEC 61970 信息共享研究[J]. 电力学报, 2009, 24(5): 405-408.
- [2] 谢善益, 高新华, 周伊琳, 等. IEC TC57 CIM 和 IEC 61850 SCL 模型整合及 UCIM 构建[J]. 电力系统自动化, 2009, 33(17): 61-65.
- [3] EPRI. Harmonizing the international electrotechnical commission Common Information Model (CIM) and 61850[R/OL]. [2010-05-07]. [http://my.epri.com/portal/server.pt Abstract\\_id=00000000-0001020098](http://my.epri.com/portal/server.pt Abstract_id=00000000-0001020098).
- [4] 姜彩玉, 叶峰, 许文庆, 等. IEC 61850 的变电站模型与 IEC 61970 主站模型转换[J]. 电网技术, 2006, 30(增刊): 209-213.
- [5] 数字化变电站和主站共享建模技术研究技术报告[R].

(下转第 25 页)

(上接第 17 页)

- 南京:国网电力科学研究院,2010.
- [6] 明靓,王倩.基于 IEC 61850 与 61970 的无缝通信体系的研究[J].电力系统通信,2007,28(12):15-20.
- [7] 陈爱林,乐全明,冯军,等.代理服务器在智能变电站和调度主站无缝通信中的应用[J].电力系统自动化,2010,34(20):99-102.
- [8] 辛耀中,陶洪铸,李毅松,等.电力系统数据模型描述语言 E[J].电力系统自动化,2006,30(10):48-51.
- [9] IEC 61850-6,Communication networks and systems in substations Part6:Configuration description language for communication in electrical substation related to IEDs[S]. Geneva: IEC,2004.
- [10] 张海东,张鸿,宋鑫,等.SCD 模型到 CIM/E 模型的转换方法[J].电力系统自动化,2012,36(15):91-95.
- [11] 高志远,姚建国,曹阳,等.一种用于表达变电站模型的 CIM/E 扩充方案[J].中国电力,2013,46(7):116-125.
- [12] 曹阳,黄海峰,梁成辉,等.CIM/E 模式版本管理和映射方法[J].电力系统自动化,2015,39(8):149-154.
- 
- 收稿日期:** 2016-05-06
- 作者简介:** 刁东宇(1983),男,工程师,从事电网调度自动化系统研究开发工作。
- (本文编辑:杨 勇)