

# 通过 CIM/E 语言实现变电站端与调度端模型协调共享

张 龙<sup>1</sup>,高志远<sup>2</sup>,姚建国<sup>2</sup>,曹 阳<sup>2</sup>,杨胜春<sup>2</sup>

(1. 江苏省电力公司,江苏 南京 210024;2. 中国电力科学研究院,江苏 南京 210003)

**摘要:** 在描述变电站模型时,变电站端遵循 IEC61850 模型,调度端遵循 CIM 模型,这种不一致限制了自动化、智能化程度的提高。从面向工程应用的角度提出了一种解决方案。该方案利用目前调度端已经开展的 CIM/E 研究和应用,给出调度端所需要的变电站模型信息的 CIM/E 方式定义;在变电站端实现变电站配置描述(SCD)文件自动转化为等效的 CIM/E 文件功能,该 CIM/E 文件完全符合调度端需求,可以供调度端直接使用,从而实现模型信息的“源端维护”;充分利用调度端和变电站之间的数据采集网,对两端的自动化系统和相互通信过程进行合理设计,进一步实现模型的“主动召唤”和“自动更新”。

**关键词:** 变电站; IEC61850; IEC61970; 资源描述框架; 变电站配置描述文件; CIM/E; 智能电子设备; 智能电网; 模型

中图分类号: TM 73

文献标识码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1006-6047.2013.04.027

## 0 引言

统一的信息模型是智能电网技术发展的重要基础之一<sup>[1-4]</sup>,但是当前在变电站模型描述方面,变电站当地和调度端所采用的标准是不一致的。变电站端所遵循的是 IEC61850 模型<sup>[5]</sup>,调度端所遵循的是 IEC61970/IEC61968 CIM 模型<sup>[6]</sup>。这种不一致导致了电网模型的分割孤立、重复建模等问题,限制了自动化、智能化程度的进一步提高。国际电工委员会第 57 技术委员会(IEC TC57)也非常重视此问题,但目前还没有直接建立统一的标准模型的计划<sup>[7-8]</sup>。

国内外各方研究机构已经对此问题进行了长期研究,并从统一标准、模型语义、工程应用、无缝衔接等不同的角度提出了各自的解决方案,包括直接统一模型<sup>[9]</sup>、公共语义模型<sup>[10]</sup>、模型映射<sup>[11-12]</sup>、无缝通信体系<sup>[13-14]</sup>等。这些方案各有优缺点和适用范围,还需要经过实践的长期检验<sup>[15]</sup>。

本文在研究中发现上述直接统一模型、公共语义模型等都需要对现有标准进行大规模或部分修改,这无论从现有应用还是从标准制定的角度都面临较大困难;经过调度自动化系统多年的实践,基于 IEC61970 标准的 CIM/XML 模型文件被证明是一种表述复杂、处理效率较低的文件格式<sup>[16]</sup>,而公共语义模型、模型映射、无缝通信等解决方案都要把 SCL 模型文件映射为 CIM/XML 文件,导致映射过程复杂,同时调度端处理该文件的效率也较低。为了弥补 CIM/XML 的不足,近年来国内调度自动化系统开展了 CIM/E 语言的研究和应用,并取得了很大成果<sup>[17]</sup>。

本文提出了一种通过 CIM/E 实现变电站端与调度端模型协调共享的新解决方案,主要出发点包括:着力于工程应用实际需求;兼顾已有的大量系统投资,同时充分利用 CIM/E 等已有研究成果;均衡工作分配,避免模型协调的工作量积压在变电站或调度端一端;从着眼未来应用考虑,除了一次设备类模型外,对于变电站、二次设备、保护、控制、通信等模型都有所考虑。

## 1 关键问题分析

目前工程应用的实际需求主要是把模型从变电站端同步到调度端,即从 IEC61850 模型单向产生 CIM 模型。经过分析,导致重复建模等有关问题的主要原因如下。

**a.** 两端的模型内容不同。这主要由 CIM 模型和 IEC61850 标准的差异引起<sup>[15]</sup>,CIM 模型着眼于站内一次设备模型,IEC61850 则自定义了一次模型,同时也提供了详细的二次设备模型定义方法,两者在描述机制、对象标识方式、量测和状态信息表达、量测单位、类关联关系的定义、类对象属性、对象描述的细节程度等方面都有很大差异。

**b.** 模型文件格式不一致。根据各自的标准,CIM 模型采用的是资源描述框架(RDF)模式文件,IEC 61850 则定义了变电站配置描述(SCD)文件来描述模型,2 种文件格式和描述方法不同。

**c.** 文件处理效率低。RDF 文件和 SCD 文件都是基于 XML 元语言定义的,这种方式带来了自描述、通用性的优势,但工程应用中也发现了对象颗粒度太小、描述效率低、处理速度慢,与大量传统的面向对象型模式应用不匹配等问题<sup>[16]</sup>。

**d.** 跨环节自动化过程规范不足,导致应用方案

收稿日期:2012-03-08;修回日期:2013-03-13

基金项目:国家电网公司科技项目(SG10001)

Project supported by the Science and Technology Foundation of the State Grid Corporation of China(SG10001)

众多,难以统一。IEC61970 和 IEC61850 适用范围不同,缺少对跨越调度和变电环节的整个自动化过程进行规范的标准。IEC61850 90-2 计划用于规范两者间的通信部分,但目前还处于草案阶段<sup>[7]</sup>。

## 2 以 CIM/E 为载体的解决方案

根据 IEC61850 的定义,SCD 文件提供了变电站全站模型的描述,但调度端还不能直接使用,而根据 IEC61970,调度端使用的 CIM/XML 模型文件比较复杂,并不能完全适应调度系统多层次、多应用协调应用的需求,所以本文提出了以 CIM/E 为核心载体的两端模型协调解决方案,如图 1 所示。

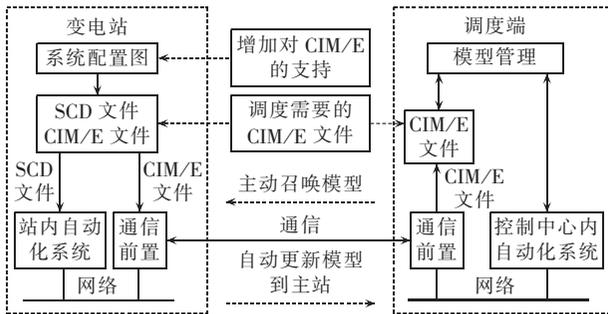


图 1 方案原理

Fig.1 Schematic diagram of scheme

该方案利用目前调度端已经开展的 CIM/E 研究和应用,给出调度端所需要的变电站模型信息的 CIM/E 方式定义;在变电站端实现 SCD 文件自动转化为等效的 CIM/E 文件功能,该 CIM/E 文件完全符合调度端需求,可以供调度端直接使用,从而实现模型信息的“源端维护”;充分利用调度和变电站之间的数据采集网,对两端的自动化系统和相互通信过程进行合理设计,进一步实现模型的“主动召唤”和“自动更新”。

### 2.1 SCD 文件和 CIM/E 文件

SCD 文件指符合 IEC61850-6《与智能电子设备有关的变电站内通信配置描述语言(SCL)》规范的变电站全站配置描述文件。目前的最新标准版本是 2009 年 12 月发布的 2.0 版<sup>[18]</sup>。

CIM/E 文件指符合 CIM/E 语言规范的文件<sup>[17]</sup>。CIM/E 语言是在国家电网公司在 2008 年 12 月发布的企业标准 Q/GDW215-2008《电力系统数据标记语言—E 语言规范》<sup>[19]</sup>基础上发展起来的,充分考虑了面向对象数据描述特点和基于 CIM 进行数据交换需求的新型电力系统模型和数据描述语言<sup>[16]</sup>。实际上,目前在国内许多调度系统中,已经实现了基于 CIM/E 规范的电网模型导入、导出功能<sup>[20-21]</sup>。由于智能变电站模型信息众多,SCD 文件中还包含许多目前 CIM/E 没有定义的变电站模型信息(或者说

目前调度端还不需要这些信息),本文从着眼未来应用考虑,在遵从现有 CIM/E 规范的基础上,扩充了部分新的模型信息描述。

### 2.2 变电站模型的 CIM/E 表达

智能变电站信息量巨大,调度端显然不会需要所有的模型信息。同时对于同一个站,不同的调度端所需要的信息也不一样。本文从以下 6 个方面提取出了调度端所需要的或者将来可能需要的变电站模型信息,并用 CIM/E 文件格式予以定义。具体的模型内容可以随着智能变电站的发展、调度端需求的变化而更新。

**a. 一次设备模型。**变电站内主要的一次设备及其拓扑连接关系是调度所关心的主要变电站模型信息,调度系统内的物理模型(电网一次模型)、拓扑模型(计算模型)都是以众多变电站内一次设备模型信息为基础,其他经济计划模型、管理类模型、各种应用模型也都间接用到此类信息。本文参考了文献[22-23]中的有关规定,结合实际调度系统的应用,给出了 21 个 CIM/E 类的定义如下:区域类(ControlArea)、交流线类(ACLineSegment)、基准电压类(BaseVoltage)、交流线端点类(ACLineDot)、厂站类(Substation)、直流线类(DCLineSegment)、电压等级类(VoltageLevel)、直流线端点类(DCLineDot)、间隔类(Bay)、负荷类(Load)、变压器分接头类型(Tap-ChangerType)、遥测类(Analog)、变压器类(Power-Transformer)、遥信类(Discrete)、变压器绕组类(TransformerWinding)、换流器类(RectifierInverter)、断路器类(Breaker)、并联补偿器类(ShuntCompensator)、刀闸类(Disconnecter)、串联补偿器类(SeriesCompensator)、母线段类(BusbarSection)。

**b. 二次设备模型。**SCD 文件定义了二次设备信息及其功能配置、与一次设备的关联、与具体“四遥”信号的关联、详细的功能模型、交换模型等。目前调度端基本没有使用此类模型信息,但考虑到二次设备在线监控系统是一个重要发展趋势,智能调度未来可能需要详细的二次设备功能模型。本文从自动化实现的角度,通过 CIM/E 类定义给出了二次设备定义及其通信配置、与具体“四遥”信号的关联等信息。表示二次设备模型的 CIM/E 类定义如下:二次设备(SecondaryEquipment)、站控层设备(SubMachine)。

**c. 采集模型具体指变电站遥测、遥信、计量类信号模型。**SCD 文件通过一次、二次设备融合的描述方式提供了全面、详细的定义。调度端目前主要关心和一次设备直接关联的采集信号,如开关、刀闸分合信号等,不包含这些信号和站内二次设备的关联关系,未来可能需要更详细的采集信号,以及它们与一次、二次设备之间的关联关系。采集模型的 CIM/E

类定义如下:普通遥信类(DiscreteInfo)、普通遥测类(AnalogInfo)、普通计量类(MeteringInfo)。

**d.** 保护模型具体指保护定值、保护测量值、各种类型的保护事件等,以及在线软压板投退、保护定值区域切换、保护信号复归等功能。此外保护硬结点信号是测控装置的遥信信号,反映在普通遥信类中。目前主要是通过“保护转遥信”,通过采集模型处理,或者直接通过 103 规约传给调度端的故障管理信息系统。考虑到保信一体化建模是一个重要发展趋势,建立有关保护信号和保护二次设备的关联关系还是必要的。但从效率和调度端需求的角度考虑,本文暂没有给出保护设备详细功能模型的 CIM/E 定义,而给出了保护模型的 CIM/E 类定义如下:保信子站类(RelayFac)、保护装置(ProtectionEquipment)、保信状态量类(RelayYx)、保护定值类(ProtSetingValue)、保护压板类(ProtectionStrap)。

**e.** 控制模型指变电站遥控、遥调操作模型。目前调度端对站内控制功能的描述只到远动工作站层,没有对变电站内的控制模型实际描述。本文给出了扩充的 CIM/E 定义:控制对象类(ControlInfo)。

**f.** 通信模型指变电站站控层、间隔层、过程层通信模型。目前调度端对站内通信模型的描述只到远动工作站层,没有对变电站内的通信模型实际描述。本文给出了扩充的 CIM/E 定义:通信子网类(SubNetwork)、通信接口类(ConnectedAP)。

由于所定义的 CIM/E 类数量众多,本文中以“中文名(英文名),含义”的格式示出部分 CIM/E 类定义。

**a.** 厂站类(Substation)定义:标识(mRID),唯一标识;总无功(q),总无功;中文原名(Name),厂站名;厂站经度(x),厂站经度坐标(x);带路径全名(pathName),所属区域名.厂站名;厂站纬度(y),厂站纬度坐标(y);厂站类型(Type),变电站;电流量测标识(i\_flag),是否有电流量测(0表示没有电流量测,1表示有电流量测);所属区域标识(ControlArea),所属区域 mRID;地刀量测标识(mGdis\_flag),地刀是否有电流量测(0表示没有电流量测,1表示有电流量测);总有功(p),总有功;机组变压器量测标识(mUnXf\_flag),机组变压器是否有电流量测(0表示没有电流量测,1表示有电流量测)。

**b.** 间隔类(Bay)定义:标识(mRID),唯一标识;中文原名(Name),间隔名;带路径全名(pathName),区域名.厂站名/基准电压名.间隔名;所属厂站标识(Substation),所属厂站 mRID;所属电压等级标识(VoltageLevel),所属电压等级 mRID;结线类型(Type),二分之三结线、三分之四结线、双母结线、双母带旁路结线、双母分段结线、单母结线、三角型结线、四角型结线。

**c.** 变压器类(PowerTransformer)定义:标识(mRID),唯一标识;中文原名(Name),变压器名;带路径全名(pathName),区域名.厂站名/变压器名;类型(Type),两圈变/三圈变/换流变;厂站标识(Substation),所属厂站 mRID;空载损耗(NoLoadLoss),空载损耗;空载电流百分比(ExcitingCurrent),空载电流百分比。

**d.** 变压器绕组类(TransformerWinding)定义:标识(mRID),唯一标识;中文原名(Name),变压器绕组名;带路径全名(pathName),区域名.厂站名/变压器绕组名;绕组类型(WindingType),高/中/低;厂站标识(Substation),所属厂站 mRID;变压器标识(PowerTransformer),所属变压器 mRID;物理连接节点(I\_node),物理连接点号;基准电压标识(BaseVoltage),基准电压 mRID;电压等级标识(VoltageLevel),电压等级 mRID;分接头类型标识(TapChangerType),分接头类型 mRID;额定功率(ratedMVA),额定功率;短路损耗(loadLoss),短路损耗;短路电压百分比(leakageImpedence),短路电压百分比;电阻(r),电阻;电抗(x),电抗;零序电阻(r0),零序电阻;零序电抗(x0),零序电抗;有功量测(P),有功量测;无功量测(Q),无功量测;档位量测(D),档位量测。

**e.** 刀闸类(Disconnecter)定义:标识(mRID),唯一标识;中文原名(Name),刀闸名;带路径全名(pathName),区域名.厂站名/基准电压.间隔名.刀闸名;物理连接节点号(I\_node),两端物理连接点号;物理连接节点号(J\_node),两端物理连接点号;所属厂站标识(Substation),所属厂站 mRID;基准电压标识(BaseVoltage),基准电压 mRID;所属电压等级标识(VoltageLevel),电压等级 mRID;状态(Status),开关状态。

**f.** 母线段类(BusbarSection)定义:标识(mRID),唯一标识;中文原名(Name),母线名;带路径全名(pathName),区域名.厂站名/基准电压.母线名;母线节点号(I\_node),物理连接节点号;所属厂站标识(Substation),所属厂站 mRID;基准电压标识(BaseVoltage),基准电压 mRID;所属电压等级标识(VoltageLevel),电压等级 mRID;位置信息(Location),含义为母线类型,上(1)/下(2)/旁(3)指 220 kV 双母带旁母的接线图,如果不是该类型的接线图,则为 NULL,自动生成图形需要确定的位置;电压量测(V),电压实际值;相角量测(A),相角实际值。

**g.** 遥测类(Analog)定义:标识(mRID),唯一标识;中文原名(Name),填 NULL;带路径全名(pathName),区域.厂站/基准电压.设备名/量测类型;设备类名(devName),一次设备类英文名;设备类标识(devID),具体设备 mRID;量测类型(Type),量测类型。

**h.** 遥信类(Discrete)定义:标识(mRID),唯一标识;中文原名(Name),填 NULL;带路径全名(pathName),区域.厂站/基准电压.设备名/“开合状态”;设备类名(devName),一次设备类英文名;设备类标识(devID),具体设备 mRID;量测类型(Type),填“开合状态”。

**i.** 二次设备类(SecondaryEquipment)定义:标识(mRID),唯一标识;中文原名(Name),设备名;带路径全名(pathName),区域.厂站/设备名;厂站标识(Substation),所属厂站 mRID;设备制造商(manufacturer),制造厂商;设备型号(Type),设备型号;版本号(configversion),版本号;遥信个数(YxNums),遥信个数;遥测个数(YcNums),遥测个数;遥脉个数(YmNums),遥脉个数;遥控个数(YkNums),遥控个数;遥调个数(YtNums),遥调个数;设备类名(devName),二次设备类英文名;关联一次设备标识(primDev),所关联一次设备 mRID。

**j.** 站控层设备类(SubMachine)定义:标识(mRID),唯一标识;中文原名(Name),设备名;带路径全名(pathName),区域.厂站/设备名;厂站标识(Substation),所属厂站 mRID;设备制造商(manufacturer),制造厂商;设备型号(Type),设备型号;设备类名(devType),设备类英文名。

**k.** 保信子站类(RelayFac)定义:标识(mRID),唯一标识;中文原名(Name),子站名;带路径全名(pathName),区域.厂站/子站名;所属厂站(Substation),所属厂站 mRID;保护装置个数(RelayDevNum),保护装置个数;故障录波器个数(RecorderNum),故障录波器个数。

**l.** 保护装置类(ProtEquipment)定义:标识(mRID),唯一标识;中文原名(Name),设备名;带路径全名(pathName),区域.厂站/设备名;厂站标识(Substation),所属厂站 mRID;设备制造商(manufacturer),制造厂商;设备型号(Type),型号;版本号(configversion),版本号;装置编号(devCode),装置编号;装置标志(devID),装置标志;一次设备(primDev),一次设备 mRID;设备类型(protType),设备类型;CPU 个数(CPUNum),CPU 个数;定值区个数(ProtZoneNum),定值区个数;定值组个数(Set-VGNum),定值组个数;状态量组数(StGNum),状态量组数;模拟量组数(AnaGNum),模拟量组数;软压板组数(SoftPGNum),软压板组数;故障量组数(FaultGNum),故障量组数。

**m.** 保信状态量类(RelayYx)定义:标识(mRID),唯一标识;中文原名(Name),信号名;带路径全名(pathName),区域.厂站/二次设备名/信号名;设备类名(devName),二次设备类英文名;设备类标识(devID),具体二次设备的 mRID;量测类型(Type),

填“保护遥信”;功能号(Fun),功能号;信息号(Inf),信息号;所属组号(groupNo),所属组号。

**n.** 保护定值类(ProtSetValue)定义:标识(mRID),唯一标识;中文原名(Name),信号名;带路径全名(pathName),区域.厂站/二次设备名/信号名;设备类名(devName),二次设备类英文名;设备类标识(devID),具体二次设备的 mRID;量测类型(Type),填“保护定值”;整定低值(SetMin),整定低值;整定高值(SetMax),整定高值;整定步长(SetStep),整定步长;单位(Unit),单位;所属组号(groupNo),所属组号。

**o.** 保护压板类(ProtPressBoard)定义:标识(mRID),唯一标识;中文原名(Name),信号名;带路径全名(pathName),区域.厂站/二次设备名/信号名;设备类名(devName),二次设备类英文名;设备类标识(devID),具体二次设备的 mRID;量测类型(Type),填“保护遥信”;功能号(Fun),功能号;信息号(Inf),信息号;所属组号(groupNo),所属组号。

**p.** 通信子网类(SubNetwork)定义:标识(mRID),唯一标识;中文原名(Name),子网名;带路径全名(pathName),区域.厂站/子网名;所属厂站(Substation),所属厂站 mRID;通信速率(bitRate),通信速率;通信节点个数(APNum),通信节点个数。

**q.** 通信接口类(ConnectedAP)定义:标识(mRID),唯一标识;中文原名(Name),接口名;带路径全名(pathName),区域.厂站/子网名.设备名;厂站标识(Substation),所属厂站 mRID;所属子网(SubNetwork),所属子网 mRID;接入设备(dev),接入设备 mRID;IP 地址(IP),IP 地址;子网掩码(subNet),子网掩码;物理地址(MAC),网络物理地址;VLAN 标记(VLAN-ID),VLAN 标记;VLAN 优先级(VLAN-PRI),VLAN 优先级;应用标记(APPID),应用标记;协议(PROT),通信协议。针对每个具有独立 IP 地址的设备,都需要建立相应的“通信接口类”对象,“通信接口类”通过“接入设备”属性的取值与相应设备进行关联,此外在“带路径全名”属性中的“设备名”也反映相应设备名称。

### 2.3 变电站端 CIM/E 文件生成

IEC61850 已经要求变电站自动化系统包含系统配置工具,用于根据各二次设备配置描述(ICD)文件和系统规范描述(SSD)文件生成 SCD 文件,系统配置工具需要增加功能,使之同时能产生满足调度需求的 CIM/E 模型文件。其整体机制如图 2 所示。

新加入的 CIM/E 模型信息,大部分可以通过对原有 SCD 文件的分析获得,只是换一个形式写到 CIM/E 文件中,但是也有部分信息并未包含在原来的 SCD 文件中,需要重新输入。

下面以断路器类为例说明 CIM/E 类信息的

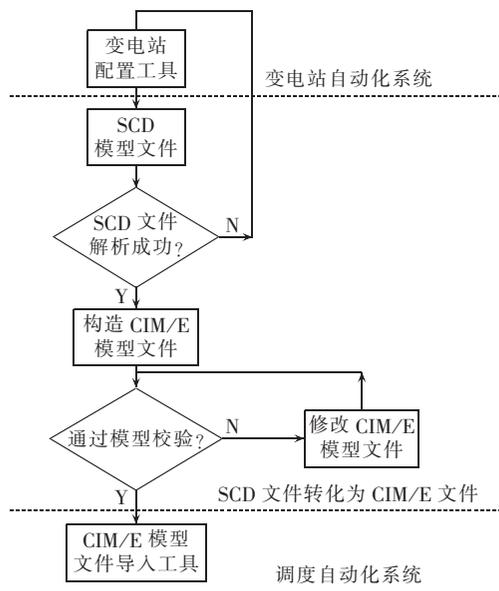


图 2 CIM/E 文件生成机制

Fig.2 Mechanism of CIM/E file generation

获取。

**a.** 标识(mRID), 含义为唯一标识, 信息构造方法: 本变电站直接所属区域的唯一标识; 作为资源唯一标识, 最好能全局唯一, 至少在同一个文件中保证唯一。

**b.** 中文原名(Name), 含义为开关名, 信息构造方法: 从原 SCD 文件的 Substation.VoltageLevel.Bay.conductingEquipment 的 desc 属性获得。要求 ConductingEquipment 的属性 type 为“CBR”。

**c.** 带路径全名(pathName), 含义为区域名.厂站名/基准电压.间隔名.开关名, 信息构造方法: 实际应用一般使用区域名.厂站名/电压等级.开关名, 间隔名信息最初从 SCD 文件的 Substation.VoltageLevel 的 desc 属性获得, 这里直接可以从 CIM/E 间隔类中获得。

**d.** 断路器类型(Type), 含义为填“普通开关”, 信息构造方法: SCD 文件中只区别开关, 不进一步区分普通开关、母联开关、旁路开关。

**e.** 物理连接节点号(I\_node), 含义为两端物理连接点号, 信息构造方法: 需要为整个 SCD 文件中的 ConnectivityNode 统筹编号, 建立对应的物理连接节点号。

**f.** 物理连接节点号(J\_node), 含义为两端物理连接点号, 信息构造方法同 e。

**g.** 所属厂站标识(Substation), 含义为所属厂站 mRID, 信息构造方法: 从“厂站类”CIM/E 类中的对应对象获得。

**h.** 基准电压标识(BaseVoltage), 含义为基准电压 mRID, 信息构造方法: 从“基准电压类”CIM/E 类中的对应对象获得。

**i.** 所属电压等级标识(VoltageLevel), 含义为电压等级 mRID, 信息构造方法: 从“电压等级类”CIM/E 类中的对应对象获得。

**j.** 状态(Status), 含义为开关状态, 信息构造方法: 通常 SCD 文件中不包含开关状态数据, 如果包含, 可从相应的 XCBR 或者 XSWI 逻辑节点的 pos.stval 属性值获得。

## 2.4 调度端对 CIM/E 文件中模型信息的导入

目前许多调度系统已经可以导入 CIM/E 文件中的模型信息, 并提供有关模型验证、模型投在线、模型回退、模型发布等管理功能<sup>[20-21]</sup>。

为了充分利用 CIM/E 文件中的模型信息, 本文认为调度端还需要进一步增加根据模型类型选择性导入模型信息的功能。上文定义的 6 大类 34 个 CIM/E 类中, 不同的调度端需要的模型信息可能并不一样, 要能够选择所需的模型信息导入系统。例如某个调度不需要二次设备模型, 它就可以不导入该类信息。

## 2.5 模型协调的自动化过程设计

为了最大限度地提升自动化水平, 需要跨越调度和变电环节来进行设计, 以实现模型信息的“主动召唤”和“自动更新”功能, 为此本文设计了如图 3 所示的自动化过程。

该过程要点在于增加模型管理伺服程序, 由变电站端自动更新模型到调度端。具体步骤包括: ① 变电站端模型改变; ② 通知变电站端伺服程序; ③ 与调度端伺服程序交互, 发起新模型 CIM/E 文件传送过程; ④ 调度端伺服程序获得新 CIM/E 文件; ⑤ 通知调度自动化系统, 等待人工处理, 或者主动激活模型管理功能, 进行模型验证、模型投在线等操作。

在具体实现时, 也可以反向由调度端伺服程序

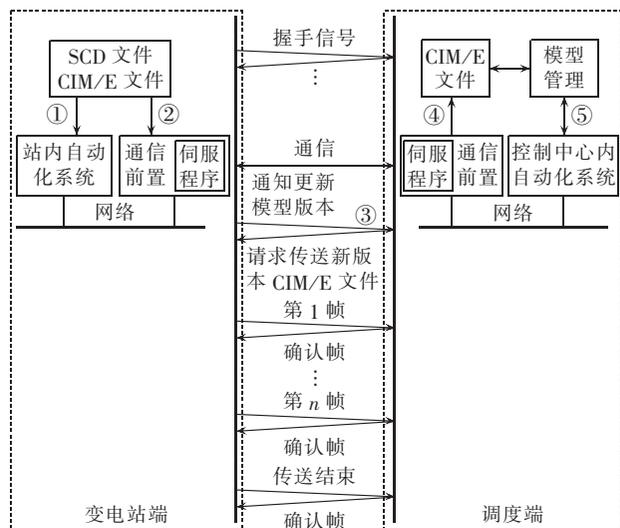


图 3 模型的自动更新过程

Fig.3 Automatic update of model

主动或定时召唤模型文件。当变电站端有新 CIM/E 模型文件时,响应召唤,传送新 CIM/E 文件,否则答复“没有变化”。

### 3 原型系统验证

为了对本文方案进行验证,在实验室进行了原型系统开发,整体上验证了本方案的有效性。原型系统选取了国内获得广泛使用的某智能变电站监控系统作为基础,增加了方案所提的各项功能,重点验证了 CIM/E 文件的生成和自动化过程实现。

该系统 CIM/E 文件的生成是在原智能变电站系统配置工具的基础上,增加对 CIM/E 的支持功能,其总体框架机制如图 2 所示。对于每个具体的 CIM/E 类实例的生成,则是根据对 SCD 文件的分析,把其中包含的信息重新构造成为 CIM/E 类规定的格式,对于部分不包含在原来 SCD 文件中的信息,则需要另行输入,如 2.3 节所示。

对于自动化过程的实现,重点是两端伺服程序实现。图 4 是其中变电站端伺服程序的实现流程图,此程序分为 3 个线程,分别完成主流程控制、本地消息处理、调度端消息处理功能。调度端伺服程序框架与此类似,但具体流程不同。

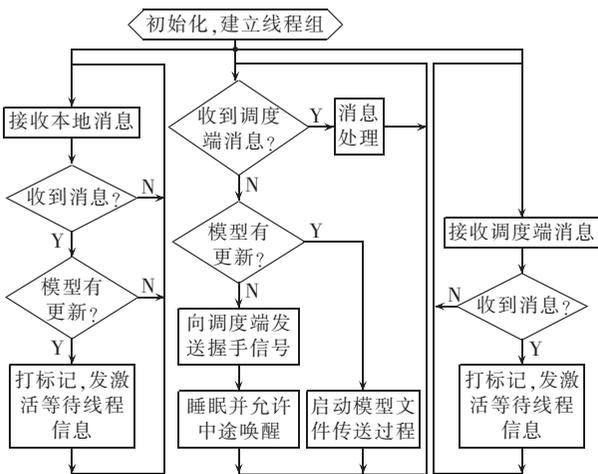


图 4 变电站端伺服程序流程图

Fig.4 Flowchart of servo program at substation

### 4 结语

本文从面向工程应用的角度提出了一种以 CIM/E 为核心载体的变电站与调度模型协调解决方案,该方案通过把调度端需要的模型信息组织成 CIM/E 格式,然后通过自动化的更新过程设计较好地解决了调度端和变电站端模型不一致的问题。原型系统实验验证了该方案是可行和高效的。后续研究可以考虑进一步实现两端模型一致和高效工程应用,例如变电站和调度都直接采用 CIM/E 文件,全面满足调度端和变电站端对于模型和数据配置的

各方面需求等。

### 参考文献:

- [1] 肖世杰. 构建中国智能电网技术思考[J]. 电力系统自动化,2009,33(9):1-4.  
XIAO Shijie. Consideration of technology for constructing Chinese smart grid[J]. Automation of Electric Power Systems,2009,33(9):1-4.
- [2] 姚建国,严胜,杨胜春,等. 中国特色智能调度的实践与展望[J]. 电力系统自动化,2009,33(17):16-20.  
YAO Jianguo,YAN Sheng,YANG Shengchun,et al. Practice and prospects of intelligent dispatch with Chinese characteristics[J]. Automation of Electric Power Systems,2009,33(17):16-20.
- [3] 张文亮,刘壮志,王明俊,等. 智能电网的研究进展及发展趋势[J]. 电网技术,2009,33(13):1-11.  
ZHANG Wenliang,LIU Zhuangzhi,WANG Mingjun,et al. Research status and development trend of smart grid[J]. Power System Technology,2009,33(13):1-11.
- [4] 唐涛,诸伟楠,杨仪松. 发电厂与变电站自动化技术及其应用[M]. 北京:中国电力出版社,2005.
- [5] IEC. IEC61850 Communication networks and systems in substation [S]. [S.I.]:IEC,2004.
- [6] IEC. IEC61970 Energy Management system Application Program Interface(EM API)[S]. [S.I.]:IEC,2003.
- [7] 李永亮,李刚. IEC61850 第 2 版简介及其在智能电网中的应用展望[J]. 电网技术,2010,34(4):11-16.  
LI Yongliang,LI Gang. An introduction to 2nd edition of IEC61850 and prospects of its application in smart grid[J]. Power System Technology,2010,34(4):11-16.
- [8] 姜海,辛耀中,南贵林,等. IEC TC57 2010 年会和 SAC/TC82 工作近况介绍[J]. 电力系统自动化,2010,34(19):1-5.  
JIANG Hai,XIN Yaozhong,NAN Guilin,et al. Introduction to recent work of IEC TC57 2010 plenary and SAC/TC82[J]. Automation of Electric Power Systems,2010,34(19):1-5.
- [9] 谢善益,高新华,周伊琳,等. IEC TC57 CIM 和 IEC61850 SCL 模型整合及 UCIM 构建[J]. 电力系统自动化,2009,33(17):61-65.  
XIE Shanyi,GAO Xinhua,ZHOU Yilin,et al. Integration of the IEC TC57 CIM with the IEC61850 SCL model and modeling of the UCIM[J]. Automation of Electric Power Systems,2009,33(17):61-65.
- [10] 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).
- [11] 姜彩玉,叶峰,许文庆,等. IEC61850 的变电站模型与 IEC61970 主站模型转换[J]. 电网技术,2006,30(增刊):209-213.  
JIANG Caiyu,YE Feng,XU Wenqing,et al. Conversion between IEC61850-based substation model and IEC61970-based control center model[J]. Power System Technology,2006,30(Supplement):209-213.
- [12] 国网电力科学研究院. 数字化变电站和主站共享建模技术研究技术报告[R]. 南京:国网电力科学研究院,2010.
- [13] 胡靓,王倩. 基于 IEC61850 与 61970 的无缝通信体系的研究[J]. 电力系统通信,2007,28(12):15-20.  
HU Liang,WANG Qian. Research on seamless communication system based on IEC61850 and 61970[J]. Telecommunications

- for Electric Power System, 2007, 28(12):15-20.
- [14] 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. CHEN Ailin, YUE Quanming, FENG Jun, et al. Application of IEC61850 proxy server in seamless communication between smart substation and control center[J]. Automation of Electric Power Systems, 2010, 34(20):99-102.
- [15] 高志远, 姚建国, 曹阳, 等. 公共信息模型和 IEC61850 模型协调方案评析[J]. 电力系统自动化, 2011, 35(16):9-14. GAO Zhiyuan, YAO Jianguo, CAO Yang, et al. A survey of coordination scheme between CIM and IEC61850 model[J]. Automation of Electric Power Systems, 2011, 35(16):9-14.
- [16] 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. XIN Yaozhong, TAO Hongzhu, LI Yisong, et al. E Language for electric power system model description[J]. Automation of Electric Power Systems, 2006, 30(10):48-51.
- [17] 中国国家标准化管理委员会. 电网通用模型描述规范(CIM/E 语言)(征求意见稿)[EB/OL]. (2011-01-10). <http://wenku.baidu.com/view/a5e362ef0975f46527d3e17c.html>.
- [18] IEC. IEC61850-6 Configuration description language for communication in electrical substations related to IEDs[S]. [S.I.]: IEC, 2009.
- [19] 国家电网公司. Q/GDW215—2008 电力系统数据标记语言——E 语言规范[S]. 北京: 中国电力出版社, 2008.
- [20] 李钦, 钱锋, 顾全. 电网模型综合服务系统的开发和应用[J]. 电网技术, 2010, 34(8):194-198. LI Qin, QIAN Feng, GU Quan. Development and application of power grid model integrated server system[J]. Power System Technology, 2010, 34(8):194-198.
- [21] 季学纯, 陈鹏, 翟明玉. 基于离线验证的电网模型维护框架及其流程设计[J]. 电力系统自动化, 2011, 35(6):51-54. JI Xuechun, CHEN Peng, ZHAI Mingyu. Framework and flow design of power grid model maintenance based on offline validation[J]. Automation of Electric Power Systems, 2011, 35(6):51-54.
- [22] 国家电网公司. Q/GDW216—2008 电网运行数据交换规范[S]. 北京: 中国电力出版社, 2008.
- [23] 国家电网公司. CIM/E 电网物理模型描述与交换规范(试行)[EB/OL]. (2010-04-21). <http://wenku.baidu.com/view/09e875-c3d5bbfd0a7956732a.html>.

#### 作者简介:

张 龙(1965-), 男, 江苏靖江人, 高级工程师, 主要从事电网生产运行方面的研究和管理工作的;

高志远(1972-), 男, 安徽亳州人, 高级工程师, 硕士, 主要从事智能电网、厂站自动化系统方面的应用研究(E-mail: gaozhiyuan@sgepri.sgcc.com.cn);

姚建国(1963-), 男, 江苏南通人, 研究员级高级工程师, 主要从事智能电网、智能调度等方面的研究工作;

曹 阳(1978-), 男, 河北平山人, 高级工程师, 硕士, 主要从事智能电网、智能调度等方面的研究工作;

杨胜春(1973-), 男, 湖北黄梅人, 研究员级高级工程师, 硕士, 主要从事智能电网、智能调度等方面的研究工作。

## Coordination between CIM model and IEC61850 model based on CIM/E language

ZHANG Long<sup>1</sup>, GAO Zhiyuan<sup>2</sup>, YAO Jianguo<sup>2</sup>, CAO Yang<sup>2</sup>, YANG Shengchun<sup>2</sup>

(1. Jiangsu Electric Power Company, Nanjing 210024, China;

2. China Electric Power Research Institute, Nanjing 210003, China)

**Abstract:** The IEC61850 model is adopted by substation in the description of substation model while the CIM model is adopted by dispatching center, which encumbers the automation and intelligentization of power grid. An application-oriented solution is presented based on the existing research and application of CIM/E, which defines the substation model information needed by dispatching center with CIM/E language and converts the SCD(Substation Configuration Description) file into equivalent CIM/E file for substation, which can be directly used by dispatching center to realize the source-end maintenance of model information. The automation systems of substation and dispatching center and the communication between them are properly designed to fully utilize the data acquisition network between two ends for realizing the initiative call and automatic update of model.

**Key words:** electric substations; IEC61850; IEC61970; resource description framework; substation configuration description file; CIM/E; intelligent electronic device; smart grid; models