

# IEC 61970 标准系列简介

张慎明, 刘国定

(国家电力公司电力自动化研究院, 江苏省南京市 210003)

**摘要:** 首先从保护用户资源、系统集成、电力市场和新技术 4 个方面讨论了 IEC 61970 标准的产生背景, 然后从美国 EPRI CCAPI 项目开始介绍了该标准的形成过程和各个组成部分目前的情况, 阐述了该标准的 5 个部分的主要内容, 最后对该标准的应用情况做了介绍, 特别是对国内外基于该标准的互操作实验进行了分析。文中指出 IEC 61970 是电力系统自动化领域一个很重要的标准, 应及时跟踪、分析、研究和应用。

**关键词:** 电力标准; EMS-API; IEC 61970; EMS; CIM; CIS; CORBA; 面向对象

**中图分类号:** TM73

## 0 引言

随着计算机技术和现代通信技术的飞速发展, 电力系统自动化软件业正在掀起网络化、组件化的浪潮, 从厂站侧间隔级的过程总线到主站侧的电力企业集成总线将全面组网和互联, IT 流行的公共对象请求代理体系结构 (common object request broker architecture, 简称 CORBA)、企业 Java 组件 (enterprise Java beans, 简称 EJB)、分布式组件对象模型 (distributed component object model, 简称 DCOM) 和基于简单对象访问协议 (simple object access protocol, 简称 SOAP) 的 XML Web Services 等组件模型开始用于电力系统自动化的解决方案<sup>[1]</sup>。

网络化使电力系统自动化软件在分布式环境下分工合作, 不再靠“单干”, 不再是“孤岛”, 这种分布式系统往往是一个由不同硬件、不同操作系统、不同支撑环境或不同厂家的产品组成的异构系统, 要使其协调工作, 各个部分的接口必须标准化, 能像硬件那样“即插即用”。组件化就是用 CORBA 等组件模型封装上述各个部分的内部实现细节, 对外提供标准的“插头插座”, 如接口描述语言 (interface description language, 简称 IDL) 接口。

对电力系统自动化而言, 组件化不仅需要提供组件间交互的互操作机制 (组件执行容器, 如 CORBA 环境), 而且需要定义组件间交互的公用信息模型 (common information model, 简称 CIM) 和组件接口规范 (component interface specification, 简称 CIS)。因此, 国际电工技术委员会 (IEC) 负责电力系统控制及其通信的相关标准的第 57 技术委员会 (IEC TC 57) 制定了一系列标准, 其中第 13 工作

组 (WG13) 负责制定与 EMS 专业相关的 CIM 和 CIS 标准, 其标准系列为 IEC 61970 系列, 使 EMS 的应用软件组件化和开放化, 能即插即用和互联互通, 降低了系统集成成本和保护用户资源<sup>[2]</sup>。

IEC 61970 标准系列分导则、术语、CIM 和两种级别的 CIS 共 5 个部分, 其最初的草案是接受了美国电科院控制中心 API (简称 EPRI CCAPI) 项目的研究成果, 导则中的参考模型来源于美国 EPRI CCAPI 的白皮书, CIM 定义了覆盖各个应用的面向对象的电力系统模型, 是 IEC 61970 标准的灵魂<sup>[3~5]</sup>。我国与国际接轨, 对应 TC 57 第 13 工作组的我国 EMS-API 工作组已将前面 3 个部分翻译。CIS 部分定义了 API 函数的规范, 级别 1 仅对接口做一般性描述, 不涉及具体的计算机技术, 级别 2 是级别 1 对应到 CORBA 和 XML 等具体的计算机技术的接口描述<sup>[6~8]</sup>。CIS 部分接受了对象管理组织 (object management group, 简称 OMG) 的成果——数据访问工具 (data access facility, 简称 DAF)<sup>[7]</sup>, 最近又接受了美国 EPRI 的通用接口定义 (generic interface definition, 简称 GID)、过程控制 OLE 基金会 (OLE for process control, 简称 OPC, OLE 是对象嵌入和连接 object linking and embedding 的简称, OLE 后来相继发展为控件 Active X、组件对象模型 COM 和 DCOM, 目前 OPC 都支持这些技术)、工业系统数据采集 (data acquisition for industrial systems, 简称 DAIS) 以及互操作实验等成果。CIS 部分变化较大, WG13 工作组还没有出全, 我国 EMS-API 工作组正在翻译。

IEC 61970 标准对 EMS 十分重要, 目前, 国外是边做系统边做实验边写标准。在国内, 遵循 IEC 61970 标准的第 4 代 EMS 呼之欲出<sup>[2,9]</sup>, 本文旨在介绍 IEC 61970 标准系列的产生背景、形成过程、文

档内容 and 应用情况。

## 1 产生背景

### 1.1 保护用户资源的要求

随着电力系统的发展和自动化水平的提高,用户往往要运行多套系统,每套系统中要运行多个应用,这些应用和系统常常是分步实施的,必然存在系统的更新升级。传统的应用系统升级存在问题:

①当用户对老的系统更新换代时,由于运行平台不兼容,用户原来的一些运行稳定可靠的软件不能再运行,用户长期积累的数据资料和二次开发的工作不能再保留;②当用户对系统中某一部分的功能进行扩展时,如果用第三方软件,由于接口专用,要重复建设一些软件,如一些用户运行有多家应用软件,浪费了用户的资金和时间;③当用户进行后期功能的招标时,由于第三方软件的接口问题,往往使用户选择原来系统的厂家,不能选择最好的应用软件。因此,应用系统接口的标准化对用户的意思是深远的。

### 1.2 系统集成的要求

系统集成有两种策略:一是分散化,采用分布式结构,通过细分应用进行功能分布,如 EMS 分为 SCADA, AGC, NAS 和 DTS 等应用, NAS 又分为状态估计、调度员潮流、安全分析等,把不同的功能尽量分布在不同的机器上;二是集中化,要配置服务器,让功能集中在服务器上完成,EMS 和电量计量系统的二合一以及 EMS 和 DMS 的二合一等。这两种矛盾的策略是社会化大生产分工与合作矛盾的具体体现,要求系统的组成部分必须是标准件,标准化是系统集成的内在要求。一般而言,大的系统应尽量分散化,以提高系统性能,小的系统应尽量集中,以降低成本,但最终都要达到资源整合和信息综合的集成目的。在应用系统中有 3 种典型的集成需求:①应用系统平台集成第三方的应用软件,能即插即用;②不同应用系统紧耦合的集成,能无缝连接;③控制系统与其他非控制系统如 MIS 的松耦合集成,能互联互通。因此,应用系统接口的标准化对开发商和集成商等厂家意义重大。

### 1.3 电力市场的要求

电力市场的有序进行,需要有 EMS、电能量计量系统、电力市场技术支持系统等共同为电力市场服务,在保证安全的前提下,做到信息和功能共享,因此需要根据不同紧密程度、不同种类信息和不同速度要求进行系统集成和互联,以标准的方式交换数据甚至交换电力系统网络模型。北美电气可靠性委员会(NERC)为了防止电力市场环境承担安全协调任务的电力公司以安全为由为自己公司谋利,已正式要求这些电力公司提供以公用电力系统模型

(common power system model,简称 CPSM)(CIM 的一个子集)描述的带量测的电网模型。电力市场环境下的 EMS 应用软件非常多,不可能由一家产品包打天下,必须以标准的接口联接多家产品,共享信息和资源。

### 1.4 新技术的推动

软件业流行的技术为 EMS-API 的标准化提供了保证。

a. 组件技术。目前有 CORBA, EJB, DCOM 和 Web Services 这 4 种组件模型。CORBA 是 OMG 组织制定的一套面向对象的分布式计算体系结构规范,称为 CORBA 规范,比较成熟、完整。CORBA 规范主要包括 ORB 和对象服务等,ORB 是基于 IIOP 协议的软总线,提供透明访问的互操作机制,IIOP 是在 TCP/IP 之上封装的 ORB 通信协议。服务包括名字服务、事件服务和并行控制服务等分布式对象环境下的各个方面,是组件执行的保障,没有服务的 CORBA 实质上是 ORB 完成简单的通信功能<sup>[10]</sup>。基于 CORBA 规范的产品国内外有很多,如 INOA 公司的 Orbix,目前可用于各种平台,其实时 CORBA 甚至可以用于嵌入式操作系统,国内如北京中和威公司的 InterBus,其效率达到平均每条报文小于 1 ms,用于 EMS 是可行的。Web Services 的协议是 SOAP, SOAP 可对以扩展超文本标记语言(extensible markup language,简称 XML)为载体的数据进行封装,微软的 .NET 是 XML Web Services 的开发平台<sup>[11]</sup>。

b. OMG 和 OPC 的技术。对象管理组织(OMG)推荐的 DAF 可用于非实时的公共数据访问,OPC 是工业控制领域流行的接口标准,提供快速数据访问、事件/报警和历史数据访问,可用于实时数据和历史数据的访问。

c. XML 和 DARPA 代理标记语言(DARPA agent markup language,简称 DAML, DARPA 是美国的一个研究机构)技术<sup>[12,13]</sup>。XML 是一种标准化的标记语言,是一种跨平台的语言,如果与资源描述框架(resource description framework,简称 RDF)相结合<sup>[14]</sup>,能很好地描述符合 CIM 的电网模型,XML 有成熟的解析方法(DOM 或 SAX)和解析工具。DAML 是另一种用于查询的 XML 语言,可用于对 CIM/XML 进行查询<sup>[15]</sup>。

d. 面向对象的技术和统一建模语言(unified modeling language,简称 UML)技术。面向对象的技术按客观事物的本来面目描述事物,是分析、设计和建模最好的技术,UML 是一种可视化的建模语言,使建模直观、方便。基于 UML 的流行的建模工具具有 Rational Rose 等<sup>[16]</sup>。

2 形成过程

EMS-API 的最初草案是接受了美国 EPRI CCAPI 项目的成果<sup>[2]</sup>。EPRI CCAPI 是美国电科院的一个科研项目,其任务是对控制中心的 EMS 软件制定一套 API 的规范,能使系统集成和互联简便<sup>[17]</sup>。1994 年 7 月的 CCAPI 会议上,项目组开始以美国电科院的操作员培训仿真系统(operator training simulator,简称 OTS)EU300 为基础建立 CIM 模型,1994 年 9 月 22 日形成 CIM 的最初草案,从 1994 年 11 月 17 日的 000d 版开始,几乎每季度的会议都进行修改,对修改的内容、原因和时间等做了详细的记录<sup>[1]</sup>,1996 年被国际上接受作为 CIM 的初始草案,国外的 EMS 开发商开始关注和使用 CIM。在 2000 年 CIM 的 CDV(委员会草案投票)中,由于美国 ICL 公司的一项关于电力系统面向对象建模的计算机实现的专利的问题,CDV 没有通过。最近,13 工作组在原来吸收了 OMG 的 DAF 的基础上,又吸收了美国 CCAPI 的通用接口定义 GID 的 CDA 与 DAF 一起构成 403,用于大批量数据的访问,吸收了 OPC 的数据访问接口 OPC DA 作为 404,用于实时数据访问,405 结合 OPC 和 GID 处理事件和报警,以及互操作实验的成果作为 408 和 503 等。根据 IEC 57 WG 13 的 2002 年 1 月 17 日~18 日的巴黎会议纪要,最新的 EMS-API 标准文档情况如表 1 所示。

表 1 EMS-API 的最新状态  
Table 1 The new status of EMS-API standard

| 标准  | 内容             | 版本 | 状态         |
|-----|----------------|----|------------|
| 1   | 导则和一般要求        | 6a | CD         |
| 2   | 术语             | 2  | CD         |
| 301 | CIM 基本部分       | 6  | CDV        |
| 302 | CIM 能量计划、检修和财务 | 2  | CD on hold |
| 303 | CIM SCADA      | 2  | CD         |
| 401 | CIS 总论和框架      | 3  | CD         |
| 402 | 基本服务           |    |            |
| 403 | 请求和回答          |    |            |
| 404 | 快速数据访问         |    |            |
| 405 | 事件和订阅          |    |            |
| 406 | 方法调用           |    |            |
| 407 | 历史数据访问         |    |            |
| 408 | CIM 模型交换规范     |    |            |
| 450 | CIS 数据内容       |    |            |
| 451 | SCADA CIS      |    |            |
| 501 | CIM RDF 模式     | 2  | CD         |
| 502 | CDA CORBA 映射   |    |            |
| 503 | CIM XML 模型交换格式 | 0  | WD         |

注:其中未标注状态的大多是 WD 前的准备阶段。IEC 标准的状态流程如下:WD(工作组草案)→CD(委员会草案)→CDV(委员会投票草案)→DIS(IEC 标准草案)→FDIS(最终 IEC 标准草案)→IS(IEC 标准)。

3 文档内容

EMA-API 标准系列分导则、术语、CIM 和两种级别的 CIS 共 5 个部分,导则部分主要提出了一个用来描绘控制中心 EMS API 问题的参考模型,其中应用的组件化有两种方法,一是彻底用组件构造,二是对原来的应用加封套。术语部分列出了标准中用到的术语和定义。CIM 分为 3 个部分,301 是 CIM 的基本部分,302 是 CIM 用于能量计划、检修和财务的部分,303 是 CIM 用于 SCADA 的部分(这里的 SCADA 应用与我们当前系统的 SCADA 的含义不完全一样)。

CIM 由包组成,包是将相关模型元件人为分组的方法。301 包括 Core, Topology, Wires, Outage, Protection, Meas, LoadModel, Generation 和 Domain 共 9 个包。核心包(Core)定义了厂站类 Substation、电压等级类 VoltageLevel 等许多应用公用的模型;拓扑包(Topology)定义连接节点 ConnectivityNode 和拓扑岛 TopologicalIsland 等拓扑关系模型;电线包(Wires)定义断路器 Breaker、隔离刀闸 Disconnecter 等网络分析应用需要的模型;停运包(Outage)建立了当前及计划网络结构的信息模型;保护包(Protection)建立了用于培训仿真的保护设备的模型;量测包(Meas)定义了各应用之间交换变化测量数据如测点 Measurement 和限值 Limitset 等描述;负荷模型包(LoadModel)定义了负荷预测用的负荷模型;发电包(Generation)分成生产包(Production)和发电动态特性包(GenerationDynamics)两个子包,前者定义了用于 AGC 等应用的发电机模型,后者定义了用于 DTS 的原动机和锅炉等模型;域包(Domain)是量与单位的数据字典,定义了可能被其他任何包中任何类使用的属性(特性)的数据类型。

CIM 中每一个包都是一组类的集合,每个类包括类的属性和与此类有关系的类,比如 Wires 包中的断路器类 Breaker 类,其属性有 ampRating 和 inTransitTime 两个,与此类有关系的类有保护装置类 ProtectionEquipment 和 RecloseSequence,事实上,Breaker 类还有断路器名称属性 name 等从其父类 switch 继承,switch 再从其父类继承,依次类推直到 Core 包中的 Naming 类。在 CIM 中有 3 种类之间的关系:聚合、继承和简单关联。聚合是一种整体和局部特殊的关联;继承关系是隐式表示的,简单关联和聚合是要显式表示的,如在资源描述框架中用对象引用来表示,继承不仅包括上面的属性,而且包括继承类的关联关系;简单关联是 CIM 中最多的一种关联,它表示类和类之间要相互作用,比如上述

Breaker 与 ProtectionEquipment 是一种简单关联,保护动作要跳闸开关。值得注意的是简单关联的多样性,在 ProtectionEquipment 侧标有  $0, 1, \dots, n$  表示作用的重数,含义是一个开关可以没有保护使其跳闸,可以是 1 个或多个保护使其跳闸,这种多样性使建模时既要检验是否符合 CIM 语法,又要检查模型本身的错误。上述 Breaker 与 RecloseSequence 是一种聚合关系,没有断路器,重合顺序类不能存在。

CIM 模型可保存在 ROSE 的模型文件(.mdl)中,可以用 Xpetal 等工具输出为以 XML RDF 表示的定义。实际上, WG 13 使用 ROSE 的模型文件维护 CIM 模型,然后使用 Rational SoDA 生成 IEC 61970-3xx CIM 文档。

CIS 分两个级别:级别 1 仅对接口做一般性描述,不涉及具体的计算机技术,401 是 CIS 的总体框架说明,402 之后与原来的计划的目录变化较大,其余的内容包括非实时的数据访问 CDA 用 OMG 的 DAF 和 CCAPI 的 GID CDA,实时数据的访问用 OPC 的 OPC DA 快速数据访问,历史数据用 OPC 的 OPC HAD 访问历史数据,其他的 CIS 还包括互操作实验的成果即模型交换(模型合并、更新等),以及针对各个应用的 CIS;级别 2 将 CIS 映射到 CORBA 和 XML 等具体的计算机技术,501 是 CIM 模型从 UML 转换成 XML RDF 格式,用于模型的语法校验,502 是 CDA 映射到 CORBA,503 是互操作实验的 CIM XML 数据交换格式。由表 1 可知, CIS 部分很多处于准备阶段,甚至还没有工作组草案。因此,要把精力集中在 CIM 上, CIS 可以先自行研究并保持关注和跟踪。

## 4 应用情况

目前, CIM 已被 ABB, Alstom, Siemens, SISCO 和 ICL 等 20 多个开发商用于 SCADA, NA 和 OTS 等 30 多种应用; NERC, WSCC, 加利福尼亚 ISO 等 30 多个电力企业接受 CIM<sup>[2]</sup>。在国内,几乎所有的省调和大型地调的招标文件中都有遵循 IEC 61970 标准系列的要求,华东电力设计院等单位正在按 IEC 61970 修改调度自动化设计规程, NARI, EPRI, 清华大学和鲁能积成电子公司等主要 EMS 开发单位正在抓紧研制基于 CIM 的新一代调度自动化系统。

EMS-API 是对 EMS 接口的规范, CIM 本质上是外模型, 目前应用 CIM 的 EMS 集成有下列几种做法: ①把 CIM 作为系统内部和外部的模型, EMS 平台用 CORBA 等组件容器作为系统集成框架, EMS 应用完全按组件模型设计, 这种做法没有吸收原来的成果, 工程浩繁, 周期太长; ②对原来的系统

进行整体封装, 把整个系统作为一个大的组件, 可以基于 CIM 导入/导出, 这是最松散的外挂式, 虽然可以部分解决系统间互操作问题, 但不能解决 EMS 应用的即插即用, 可作为初期的 CIM 产品, 目前国内外的互操作实验基本上是该模式; ③EMS 平台完全基于 CIM, 数据库管理用面向对象模型, 数据库定义用 CIM 模型, 用 CORBA 等中间件作为系统集成框架, EMS 应用中原来的应用通过封装接入, 并逐渐改造, 新的应用按面向对象的组件自然接入, 这种模式既兼顾老系统, 又完全按 EMS-API 设计。

国内外 EMS 开发商正按照上述 3 种方法整合各自的系统。NERC 基于 CIM 交换电网模型的迫切需求推动了美国的 EMS-API 互操作实验。互操作实验是上述做法②中的外挂模式。经过若干次电话会议后, 2000 年 12 月 18 日~19 日 EMS-API 互操作实验首次在美国 Orlando 举行, 参加的单位有 ABB, Alstom, Siemens 和 PsyCor 等 7 家, 实验的内容是模型的导入/导出。实验分 5 步进行: ①原始模型的导入; ②原始模型导入的结果导出后再自我导入; ③原始模型导入的结果进行修改后再自我导入; ④原始模型导入的结果导出后让另一家导入; ⑤原始模型导入的结果进行修改后让另一家导入。实验模型是 PsyCor 提供的 2 个厂站模型和 Alstom 提供的 60 母线模型(29 个厂站和 41 条线路)。实验结果为: 第①步所有公司都成功, 第②步 6 家成功, 第③步 2 家成功, 第④步有 10 组至少有一个模型成功, 第⑤步有 6 组至少有一个模型成功<sup>[18]</sup>。

2001 年 4 月 29 日~5 月 1 日在 Las Vegas 进行了第 2 次互操作实验, 参加的单位有 ABB, Alstom, Siemens, CIM-logic 和 SISCO 共 5 家。与第 1 次实验相比, 实验模型增加了 ABB 的 40 母线模型、Siemens 的 100 母线模型以及 Duke 电力公司 1 752 个厂站的大模型, 实验内容增加了对模型的潮流计算和对 CIM 版本升级后的适应能力以及对模型规模的适应能力。实验结果为: ①CIM 从 09a 版到 09b 版后各家都能正确导入/导出; ②有 16 组能至少对一个模型互操作; ③有 10 组能对大模型互操作成功, 但导入时间从 20 min 到几小时不等; ④Alstom 和 Siemens 能对导入的模型运算潮流, 同一程序运行相同但来自不同单位的模型, 潮流结果基本相同, 不同程序计算同一模型, 有功功率相近, 无功功率有差别<sup>[19]</sup>。

2001 年 9 月 26 日~28 日在 Monterey 进行了第 3 次互操作实验。参加的单位有 ABB, Alstom, Siemens, PsyCor 和 SISCO 共 5 家。实验的内容与第 2 次相近, 区别在于 CIM 从 09b 版升到 10 版, 实验模型增加了一个大模型 CAISO 模型(2 473 个厂

站)。实验结果为:①新版本的适应性:除 PsyCor 导入有错误外其他公司都正确导入 4 个小模型,除一个公司外其他公司至少能成功导出一个模型, Siemens 能导出所有模型,结果表明与 10 版兼容。②互操作性:有 6 组能至少对一个模型互操作成功。③大模型的适应性:除 PsyCor 外都能导入和导出 Duke 和 CAISO 模型, Alstom 导出 CAISO 模型有错误;有 4 组能对两个大模型互操作,导入时间从 20 min 到几小时不等。④潮流计算:每个公司都能对 40 母线、60 母线和 100 母线模型运算潮流; Siemens 能导入别人导出的所有模型并运算潮流,说明模型用于计算潮流是完整的; Siemens 把模型在 ABB 中导入/导出一遍后潮流结果相同,而把模型在 Alstom 中导入/导出一遍后潮流结果不同,说明 Alstom 在导入/导出中改变了模型<sup>[20]</sup>。

美国 3 次互操作的结果表明, CIM 总体是可行的,但也有一些需要进一步规范的内容,减少二义性。根据 2002 年 2 月 26 日和 3 月 5 日电话会议的议题,美国互操作下一步的目标是:①交换部分电网模型;②模型更新;③交换实时数据断面;④交换模型中设备的 ID,用于模型合并<sup>[20]</sup>。

我国的 EMS-API 工作组的第 1 次扩大会议 2000 年 9 月在南京举行,讨论 IEC 61970 的翻译工作。第 2 次扩大会议 2001 年 1 月在北京举行,讨论互操作实验,当时的重点在于 CORBA 的应用。第 3 次扩大会议 2001 年 7 月在南京举行,这次会议把焦点从 CORBA 转向 XML,用 CIM XML 交换电网模型进行互操作实验,确定了互操作的电网模型、实验步骤和时间表,这次会议是我国 EMS-API 互操作实验的起步。实验步骤如下:第 1 步用基于 CIM 09a 版的 PsyCor 两个厂站的数据模型作为导入/导出试验的数据模型,数据模型直接用国外的 RDF/XML 文件;第 2 步将采用 60 母线的的数据模型进行导入/导出试验,此模型是 ESCA 提供的,当时是基于 CIM 09a 版;第 3 步将采用 40 母线的 ABB 数据模型导入后进行潮流计算或状态估计试验,此模型是基于 CIM 09b 版;第 4 步将采用标准数据模型(由中国电力科学研究所和清华大学提供)进行潮流计算或状态估计等试验;第 5 步将采用实际的电网数据进行潮流计算和状态估计等应用的试验。

第 4 次扩大会议 2001 年 11 月在烟台举行,会议讨论了实验中遇到的问题,确定了下一步互操作实验的计划。第 5 次扩大会议 2002 年 1 月 23 日~24 日在北京国调举行,进行了国内第 1 次 EMS-API 互操作实验,有电科院、NARI、清华大学、山东大学-鲁能积成电子公司和东方电子 5 家单位,有两个单位各有两个课题组参加,总共 7 个互操作成

员。实验模型有美国用的 Siemens 100 母线、Alstom ESCA 60 母线和清华大学准备的 IEEE 14 母线模型,将这些模型重新改名为 N100、N60 和 N14。CIM 模型用的是最新的 10 版。实验的内容是:①各课题组一对一互操作,相互导入/导出并计算潮流;②课题组 A 导出的结果给课题组 B 导入/导出一次后再由课题组 A 导入并计算潮流,课题组 A 比较用自己的潮流程序两次潮流计算的结果。实验结果是:①所有课题组都能完成基本的一对一导入/导出;②除两个课题组未能参加潮流计算实验,有两个课题组计算潮流时 PV 节点的电压要取电压曲线数据而对方导出时忽略电压曲线造成潮流不收敛(美国的互操作电话会议已有人建议要规范类和属性对应的应用,避免理解的二义性)外,其余课题组潮流计算都收敛且结果合理;③有 13 个组合成功完成了模型在实验内容②中的互操作,两次潮流计算结果相同;④实验中主要使用了 N100 模型, N60 和 N14 两个模型由于模型原因,能导入/导出,但潮流计算不收敛;⑤导入/导出的时间从几十秒到十几分钟不等。

从我国第 1 次互操作的过程和结果看,这次实验总体上非常成功,除了没有用大模型和我们自己的实际系统模型做实验外,其余基本完成了美国第 3 次互操作实验中完成的任务。我国互操作实验下一步的计划是:①用国内自己的实际系统做实验,各个互操作成员各自准备一个模型和一个或多个应用,电网模型覆盖网省调、地调等级别和潮流计算、状态估计等应用。②尽快把一些导入/导出等做成产品用于实际系统,如 EMS 与 MIS 的数据交换, DTS 中对下级调度员的轮流培训和联合培训等。同时,我们要跟踪国外的情况,及时调整我们的计划,根据最近美国几次互操作电话会议的内容,我们也应考虑部分模型交换、模型合并、模型更新等方面的互操作实验,这有益于我们加深对 CIM 的理解和建模的方法学、人工智能化的研究。譬如:①检查模型本身错误的检验器;②传统的建模方法如 T 接的处理、除线路外变压器等设备连接两个厂站等建模方法的多样性带来的问题;③多用户同时建模时的版本管理和历史模型的保存、重演等。这些问题在新一代的能互操作的系统中可能会遇到。

## 5 结语

从 IEC 61970 标准的产生、形成和运用看,该标准吸收了软件业流行的新技术、OMG 和 OPC 等组织的新经验以及科研项目、实际运用和实验的新成果,对用户和开发单位都非常有用和重要。从上文分析可以看出:

a. IEC 61970 标准因保护用户资源等实际需求

而产生,并反过来指导实际应用系统,同时也在实际运用中不断完善;

b. 软件的即插即用是 IEC 61970 的最终目标,但不可能一蹴而就,要从互操作实验和其他外挂模式应用为切入点采用该标准,降低系统接口的成本;

c. CIM是比较稳定的,也被互操作实验证明是可行的;

d. CIS还未出全,已有的部分也在不断完善,基于该标准的应用系统要能适应 CIS 的变化;

e. 要关注国外动态,继续做好互操作实验和基于 IEC 61970 标准的应用系统,提高对该标准的理解和使用。

## 参考文献

- James Resek. Control Center API Guidelines. EPRI Control Center API Project(RP 3654-1), 1996
- 辛耀中(Xin Yaozhong). 新世纪电网调度自动化技术发展趋势(Development Trend of Power System Dispatching Automation Technique in 21st Century). 电网技术(Power System Technology), 2001, 25(12): 1~10
- Draft IEC 61970: Energy Management System Application Program Interface (EMS-API)-Part 301: Common Information Model (CIM). Draft 6
- Draft IEC 61970: Energy Management System Application Program Interface (EMS-API)-Part 302: Common Information Model (CIM) Financial, Energy Scheduling, and Reservation. Draft 2
- Draft IEC 61970: Energy Management System Application Program Interface (EMS-API)-Part 303: Common Information Model (CIM) SCADA. Draft 2
- Draft IEC 61970: Energy Management System Application Program Interface (EMS-API)-Part 401: Component Interface Specification Framework. Draft 3
- Draft IEC 61970: Energy Management System Application Program Interface (EMS-API)-Part 402: Common Data Access Facility. Draft 3
- Draft IEC 61970: Energy Management System Application Program Interface (EMS-API)-Part 501: CIM RDF Schema. Draft 2
- 陆杏全(Lu Xingquan). 电网调度集成化信息系统——新一代电网调度自动化系统(Power System Dispatching Information Integrated System——Advanced Power System Dispatching Automation System). 见: 2001 年电力信息技术(IT)应用与发展学术研讨会论文集(In: Proceedings of 2001 Conference on Application and Advance of Power System Information Technologies). 杭州(Hangzhou): 2001. 108~113
- OMG. CORBA 系统结构、原理和规范(The Common Object Request Broker: Architecture and Specification). 北京: 电子工业出版社(Beijing: Publishing House of Electronics Industry), 2000
- Best Bets Results for Microsoft. <http://www.microsoft.com/net>
- Ann Navarro, Chuck White. XML 从入门到精通(Mastering XML). 北京: 电子工业出版社(Beijing: Publishing House of Electronics Industry), 2000
- DARPA Agent Markup Language. <http://www.daml.org>
- Lassila Ora, Swick R R. Resource Description Framework (RDF) Model and Syntax Specification, W3c Recommendation. <http://www.w3.org/TR>
- Arnold deVos. An RDF Query Language Based on DAML. <http://www.langdale.com.au/RDF>
- Wendy Boggs, Michael Boggs. UML with Rational Rose 从入门到精通(Mastering UML with Rational Rose). 北京: 电子工业出版社(Beijing: Publishing House of Electronics Industry), 2000
- EPRI CCAPI White Paper. Draft 1, 1999
- Final Report on the First CIM XML Interoperability Test. Orlando; <http://groups.yahoo.com/group/cimxml>, 2001
- Test Report for the Second CIM XML Interoperability Test Held in Las Vegas. <http://groups.yahoo.com/group/cimxml>, 2001
- Becker D, EPRI. Revision 3 of Third CIM XML Interoperability Test Results. Technical Progress. <http://groups.yahoo.com/group/cimxml>, 2001

张慎明(1970—),男,硕士,工程师,从事 DTS、EMS 和调度自动化支持平台的研究工作。E-mail: zsm7005@nari-china.com

刘国定(1946—),男,教授级高级工程师,全国电力系统控制及其通信标委会主任,长期从事电力系统调度自动化开发管理以及标准化方面的工作。

## INTRODUCTION OF STANDARD IEC 61970

Zhang Shenming, Liu Guoding

(Nanjing Automation Research Institute, Nanjing 210003, China)

**Abstract:** The paper discusses the background of standard IEC 61970 from the four aspects, including utility resources protection, system integration, power markets and new technologies application. Beginning with the America EPRI CCAPI (Electric Power Research Institute Control Center Application Program Interface), the progress and status of the standard is introduced and the main content of the five parts is described. At last the paper presents the application of the standard, in particular, analyses the domestic and foreign interoperability tests based on this standard. The article points out that standard IEC 61970 is a very important standard for the electrical automation field and it should be traced, analyzed, studied and applied in time.

**Key words:** electric power standard; EMS-API; IEC 61970; EMS; CIM; CIS; CORBA; object-orient