

CIM \ XML 在 DTS/EMS 一体化中的应用

徐 希, 杨 峰, 董朝霞

(华中科技大学 水电与数字化工程学院, 湖北, 武汉 430074)

摘 要:为了更好地解决电力企业各应用系统互操作性问题,同时积极跟进 IEC61970 标准开发进程,提出了一种采用公共信息模型(CIM)为标准接口。以可扩展标识语言(XML)作为数据交换方式的电力系统模型交换体系,重点阐述了 CIM \ XML 文档的生成技术,并结合 DTS 项目设计,实现了一个基于 CIM \ XML 的数据导入导出系统,并验证了 EMS 不同系统间信息交换的可行性。

关键词:公共信息模型;可扩展标识语言;电力系统模型

中图分类号:TP311.52

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2006)10-0055-03

Application of CIM \ XML in DTS/EMS

XU Xi, YANG Feng, DONG Zhao-xia

(Hydropower & Information Engineering College,

Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: To deal with the problem of the sharing capability of information and the lack of cooperation, and to trace the standard IEC61970 in time, the data exchange structure between the power systems is proposed in this paper, in which CIM (common information model) is used as data interface model for application programs and XML is applied as data exchange model. Meanwhile, the technical of generating CIM \ XML is studied. Combining the design of DTS, a model exchange system based on CIM \ XML is implemented, which has demonstrated the probabilities of information exchanges between various applications of EMS.

Key words: CIM; XML; PSM

0 引言

随着电网规模的不断扩大,电力系统的调度和控制变得越来越复杂。为保证电网安全和优质运行,电网调度中心可能同时运行多个应用系统,能量管理系统(EMS)和调度员培训仿真系统(DTS)作为其中两个必不可少的部分,在实际的电力系统中得到了广泛的应用。但由于历史原因,目前的各个应用系统都是独立开发研制,在实际运行当中用户需要掌握和维护不同的系统,浪费了巨大的人力物力。同时各种系统间的结构各自封闭,给不同数据库之间的数据通信造成了严重的影响,不同的软件应用不能共享数据,比如 EMS 和 MIS、保护管理软件等,这种结果便导致了用户在系统改造和升级应用当中只能采用同一厂商的产品。以后的电力市场技术支持系统软件更多,不可能由一家公司完成,因此电网模型的数据共享很重要,需要一个统一的模型和交换数据格式。目前一些厂家开发了基于统一模型的软件,但都只局限于自身所开发的系统之间的数据交换,并不能实现不同厂家的互操作。

文中根据 DTS 应用设计了一套基于 CIM \ XML 的数据导入导出系统,重点阐述了 CIM \ XML 技术以及应用当中的设计流程,实现了 EMS 系统与不同 DTS 系统之间的数据交换。

1 公共信息模型研究

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(IECTC57)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,即:能量管理系统应用程序接口(EMS-API)标准。

IEC61970 标准系列分导则、术语、CIM 和两种级别的 CIS 共 5 个部分,导则对整个标准的各个部分进行了介绍,包括应用范围、参考模型、应用环境等。术语部分对专业名词进行了解释。CIM 部分分别定义了公用信息模型基本软件包的集合,提供了 EMS 信息物理方面的逻辑视图、财务和能量计划(电力市场)逻辑视图、SCADA(数据采集与监控系统)逻辑视图^[1]。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^[2]。

CIM 可以定义为:提供用于电、水、气工业的生产、传

收稿日期:2006-01-19

作者简介:徐 希(1981-),男,湖北黄冈人,硕士研究生,从事电力系统生产过程仿真研究;董朝霞,博士,教授,从事电力系统计算机监控与仿真、数字流域与复杂大系统建模与仿真等教学与研究工作。

输、分配、市场和零售的系统相互操作和应用的标准对象。在电力领域, CIM 定义了电力工业标准对象模型, 用于电力工程、规划、管理、运行和财务等应用的开发和集成, 它提供了描述电力对象及其关系的标准。为方便起见, CIM 被划分为 13 个类包, 290 多个类。包括: 域包、核心包、电缆包、测量包、拓扑包、负荷包、储运损耗包、保护包、发电包、财政包、预测包和能量安排包、SCADA 包等。CIM 是 CCAPI 的核心部分, 它提供了 EMS 信息的一个综合逻辑视图, 定义了电力工业主要对象的公共类、属性及对象间的关系。遵从 CIM 意味着公用接口的数据表示符合 CIM 3 方面的要求: 语义 - 命名和数据的意义, 语法 - 数据类型, 关系 - 与 CIM 其它部分的关系, 据此相关的数据可以被找到^[3]。各个 EMS 应用内部可以有各自的信息描述, 但只要在应用程序(或构件)接口语义级上基于 CIM, 不同厂商开发的应用程序或不同系统的应用间就可以以同样的方式访问公共数据, 实现应用间的相互操作, 提高应用程序之间的兼容性及系统本身的开放性。

2 CIM \ XML 语言

2.1 公共信息模型资源描述框架模式

资源描述框架(RDF, Resource Description Framework)是用来描述现实世界信息的一种语言, 尤其是用于处理元数据。元数据, 就是“描述数据的数据”或者说是“描述资源的数据”。RDF 在实现方式上可以表示成一种特殊的 XML 文档。它采用 XML 来表示其语法, 利用了 XML 结构化的文件格式来存储元数据模型。在 RDF 模型中, 资源描述是由语句组成的, 构成语句的 3 个要素是: 资源、属性和属性值。例如: 在 CIM 模型中定义了电能用户(EnergyConsumer)这个类, EnergyConsumer.pfixed 是电能用户类的一个属性, 表示其固定负荷有功部分。某电能用户“10001”, 其固定负荷有功为 84.660MW, 这个 RDF 描述就可以用下面的 XML 语句来实现:

```
<cim:EnergyConsumer rdf:ID="10001">
  <cim:EnergyConsumer.pfixed>84.660</cim:EnergyConsumer.pfixed>
</cim:EnergyConsumer>
```

CIM 使用统一建模语言(UML)定义了与电力系统相关的各种类以及它们之间的相互关系, 通过它就可以用各种面向对象的编程语言来描述电力系统中的不同对象。为了实现应用系统之间的数据交换, 采用 XML 来实现电力系统中各种对象的描述, 这就需要一个描述的模式 Schema, 也就是所说的 CIM RDF Schema。同时这个模式要与 CIM 的 UML 定义相匹配, 在公用信息模型的 501 部分定义了从 UML 模型生成 Schema 的规则, 从而实现了 CIM 到 RDF Schema 的映射^[4]。CIM RDF Schema 一旦确定, 则 CIM \ XML 语言已经确定, 只要所有的 XML 文档遵循该 CIM RDF Schema, 就能保证所有应用对 XML 文档数据语义理解的一致性, 实现数据的交换共享。国内外

互操作试验已证明: 遵循 CIM RDF Schema, 可以实现不同系统之间的数据导入导出。下面是在 DTS 系统开发应用当中截取的一个 Schema 文档片断:

```
<? xml version="1.0" encoding="UTF-8"? >
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-
rdf-syntax-ns#"
  xmlns:cim="http://iec.ch/TC57/2001/CIM-schema-
cim10#">
  .....
  <cim:BaseVoltage rdf:ID="35-A">
    <cim:BaseVoltage.BasePower rdf:resource="110-B"/>
    <cim:BaseVoltage.nominalVoltage>35.</cim:BaseVoltage.nominalVoltage>
  </cim:BaseVoltage>
  <cim:BaseVoltage rdf:ID="220-A">
    <cim:BaseVoltage.nominalVoltage>220.</cim:BaseVoltage.nominalVoltage>
  </cim:BaseVoltage>
  <cim:BasePower rdf:ID="110-B">
    .....
  </cim:BasePower>
  .....
</rdf:RDF>
```

2.2 CIM \ XML 文档的转化

有了给定的 CIM RDF Schema, 一个 EMS 电力系统模型就能被转换成一个导出的 XML 文档。这个文档叫做 CIM \ XML 文档。在 CIM \ XML 文档中使用的所有标记由 CIM RDF Schema 定义。这个文档能够被解析, 其中的信息能够被导入到别的系统中。由于选择了 XML, 集成商能够使用一组开发工具, 使得导入导出软件的开发更加容易^[5]。

与使用其它的任何一种语言相似, 集成商在创建一个 CIM \ XML 文档时有多种选择。RDF 语法本身能够在多个方式下使用而取得相同的结果。一种符合 CIM RDF Schema 的方式会导致不同格式的 CIM \ XML 文档。

在 CIM \ XML 的转化中必须注意, 如果没有包含所希望的所有属性, 一个系统生成的文档可能不能被另外的系统使用。在这一过程中应该遵循以下几个基本原则:

- (1) 文档要包括每个资源类似于主键的属性。
- (2) 最好是包含单值属性而不是与其相对的多值属性。
- (3) 当碰到多对多的关系时, 通常有一个主要的关系方向。
- (4) 当碰到一对一的关系时, 只需要包含其中一个, 不需要两边都包括。导入程序必须能够处理引用的任何一方, 并推断出相对的一方。
- (5) 如果引用的完整性不存在问题并且文档能够被编辑或显示于 XML 格式时, 标识符应该具有连续性。

这些规则对于文档的交互非常重要, 它简化了软件的

开发和明确了互操作模型的信息,也是建立基于 CIM 数据库的基础。

3 CIM \ XML 在电力模型交换当中的应用

3.1 基于 CIM 的数据交换设计

IEC61970 的目的就是要通过开发接口标准来支持组件厂商开发可以交付并在多个系统中重用的服务器侧组件,实现不同厂商之间的互插互用。在 DTS 的开发设计中为了满足这一标准,利于以后同不同系统之间的接轨,提供自己的接口是关键。整个系统分为导入导出两个部分。

(1)导出部分:通过转换程序将 EMS 电力模型数据导出,并存入 CIM 的数据结构体当中,再从 CIM 结构体导入 DTS 数据库。由于 DTS 系统是自身开发设计,对数据结构也就非常容易了解,针对不同的 EMS 系统只需改变从 EMS 到 CIM 之间的接口转换部分,而从 CIM 结构体到 DTS 之间的转换接口接口可以长期保存下来,不会受到 CIM 标准变化的影响,降低了二次开发的成本^[6]。导出程序在 EMS 数据库中选择需要导出的数据,将其变换,再根据 CIM 对象模型生成 XML 文件,从而完成了 CIM 数据的导出。这种方案可以给 DTS 系统提供与不同 EMS 交换的接口。

(2)导入部分:读入程序从 XML 文件中提取出 CIM 数据,通过 DOM 分析器进行验证,载入程序将按 CIM 语义组织的数据转化为系统内部数据,写入 DTS 原有实时库中,原有实时库中有了正确导入的数据,DTS 就可以运行^[7]。

以上部分是一个 DTS 的自导入过程,这个过程实现了向第三方系统提供数据接口的功能,由于 DTS 是在 EMS 的基础上开发实现的,在理解了 EMS 数据结构的前提下,可以方便导出 CIM \ XML 文件,并导入 DTS 系统中,进一步验证系统的可靠性。

3.2 从数据库到 XML 文件的映射

在应用程序中分析数据库的表以及表间的关系,自动生成一个初步的映射文件,它描述了 DTS 数据库与 XML 文档间的映射,包括表、字段和由主键、外键组成的表间关系,使得该数据库能对应一个与其结构相符的 XML 文档。在图 1 的例子中,给出了数据库中存在的的一个表 breaker 在模型文件中映射关系的描述^[8]。可以看到表对应着一个节点元素,它的字段可以映射为元素属性(ID),也可以映射为子元素(name)。

breaker			
ID	Name	Description	normalOpen
Bk001	BAIH-KG111	A breaker	FALSE

图 1 breaker 表的映射

由 DOM(文档对象模型)解析器给目标 XML 文档构建对应的 Document 对象,以便对其进行操作。然后按照在映射文件中定义的映射关系,将数据库里的每个表的每

条记录作为元素节点插入文档,对表中的一般字段,作为元素或属性对象插入。对于表中表达表间关系的字段,可以依据它将关联表中对应记录作为嵌套的子节点元素,也可以与普通字段一样处理,导出程序流程图如图 2 所示。

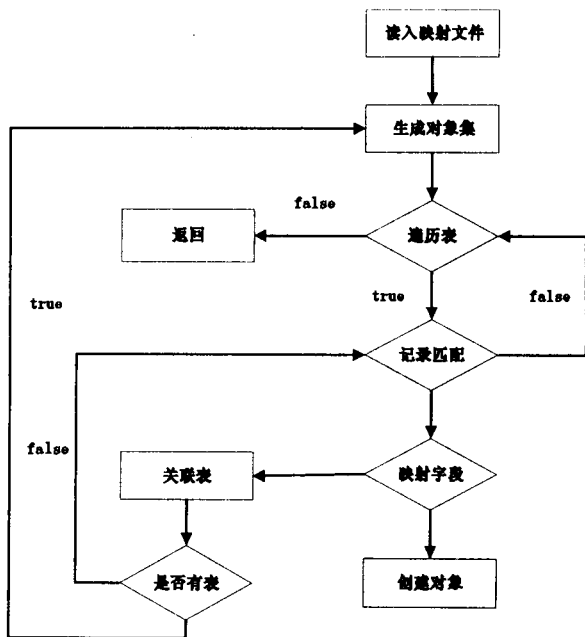


图 2 导出程序流程图

3.3 CIM \ XML 的导入

CIM \ XML

文件包括两部分,一部分是电力系统的模型文件,是对整个电网对象的标准描述;另一部分则是电力系统的数据文件。模型文件可以先期一次性导入,利用 DOM 接口对 CIM \ XML 文件进行读取操作,由转化程序输入数据库,其实质是一个输出的逆过程。在数据的输入过程中,由于面对的数据库一般不为空,在导入时如果表征的是同一对象则只需要进

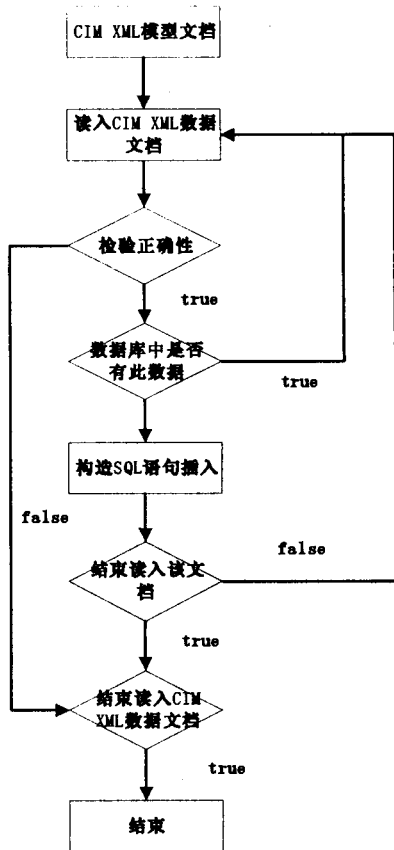


图 3 导入程序流程图

Automatic Reload;

Hyperlink Behavior;

Language:作品本身使用的语言

Editing Cycles:作品的修改周期

Editing Duration:作品所涵盖的时间

Document Statistics:文档的统计数据,包括字数统计、单词数统计、段数统计、页数统计、内嵌对象数统计、图片数统计、表格数统计。

4.2 Content.xml 中的元数据含义

Text 中的元数据含义^[1]:

①p:文档中的一个段落。它是 text 中最为重要的标签。这里简要说明它的基本属性:style-name:给出这个段落的字体显示的风格;cond-style-name:给出在条件满足时,段落的字体显示的风格。

②h:指出 OpenOffice.org XML 文档的篇章结构。它的基本属性:style-name:给出这个段落的字体显示的风格;cond-style-name:给出在条件满足时,段落的字体显示的风格;level:层次。

③span:代表段落中部分文档所使用的某一风格的范围。它的基本属性:style-names。

④s:代表空格(space)的数目。

⑤a:代表文档中含有超链接数据元素:它的基本属性有:type:超链接的类型,如 simple。

⑥href:超链接的 URL 地址;target-frame-name:超链接文档的显示框体;-self:用超链接文档取代当前文

档;-blank:在一个新的框体中显示超链接文档发,parent:在当前文档的父类框体中显示超链接文档;-top:在当前文档的最高层父类框体中显示超链接文档。

5 小 结

文中比较详细地介绍了 OpenOffice.org 的文档的存储格式以及在文档解压后的文档结构。并且针对其的 XML 文档内容用多种方法进行内容的提取,详细讨论了文档结构的元数据,希望能对文档结构化、文档的协同粒度的降低提供帮助。

参考文献:

- [1] MICHAEL. Open Document Format for Office Application v1.0[EB/OL]. www.oasis-open.org. 2005-05-01.
- [2] Perry G. Sams Teach Yourself OpenOffice.org 2. Sams; Bk&CD-Rom edition[Z]. 2005.
- [3] MCLAUGHLIN B. JAVA 与 XML(第 2 版)[M]. 北京:中国电力出版社,2004.
- [4] HORSTMANN C S, CORNELL G. Core Java 2, Volume II - Advanced Features (7th Edition)[M]. 北京:机械工业出版社,2006.
- [5] BROWN M C. XML 与 PERL、PYTHON 和 PHP 编程指南[M]. 北京:电子工业出版社,2004.
- [6] GARDNER J R, RENDON Z L. XSLT 和 XPATH - XML 转换指南[M]. 北京:机械工业出版社,2002.

(上接第 57 页)

行更新处理,否则必须重新命名。首先读模型文件并检验其正确性,导入数据库,然后导入数据文件,检验正确性,在数据库中进行检验是否插入。导入程序流程如图 3 所示。

CIM 强调的就是互操作,在 DTS 数据库基础上,系统设计了基于 CIM 的自动导入\导出程序,成功地实现了 CIM\XML 文件的互导。为了检验第三方系统的信息交换,从 EMS 系统导出实时断面,转化为 CIM 格式文件,导入 DTS 系统,进行潮流计算,计算结果符合电力系统模型。

4 结束语

从长远来看,实现不同电力系统软件间的“即插即用”是必然的发展方向,深入理解并跟踪 CIM 标准的制定,对于中国电力行业的标准化有重大意义,更利于电力产品的国际合作。文中在这一基础上重点阐述了将 XML 技术应用于 CIM 的规则与设计流程,并结合实际开发中的 DTS 项目,实现了 DTS 数据库系统在 CIM\XML 格式下的导入导出,验证了与 EMS 系统进行数据交换的可行性,为下一步的工作打下了基础。

参考文献:

- [1] IEC61970. Energy Management System Application Program Interface (EMS-API) Part 301: Common Information Model (CIM) Base Draft Revision5[S]. 1999.
- [2] IEC61970. Energy Management System Application Program Interface (EMS-API) Part 501: CIM RDF Schema Draft Revision2[S]. 1999.
- [3] 辛耀中. 新世纪电网调度自动化技术发展趋势[J]. 电网技术, 2001, 25(12): 100-101.
- [4] 张慎明, 刘国定. IEC 61970 标准系列简介[J]. 电力系统自动化, 2002, 26(14): 1-6.
- [5] deVos A, Widergren S E, Zhu J. XML for CIM model exchange[A]. PICA 2001, IEEE Conference[C]. Sydney, Australia: [s. n.], 2001.
- [6] 刘崇茹, 孙宏斌, 张伯明, 等. 基于 CIM XML 电网模型的互操作研究[J]. 电力系统自动化, 2003, 27(14): 45-48.
- [7] 吴文传, 张伯明, 徐春晖. 调度自动化系统实时数据库模型的研究与实现[J]. 电网技术, 2001, 25(9): 28-32.
- [8] 鲁杰爽, 石东源. 基于 CORBA/XML 的电力企业应用集成[J]. 继电器, 2003, 31(12): 29-32.