

# 能量管理系统数据 CM 导出的实现

仇宏祥,王康元

(浙江大学电气工程学院,浙江 杭州 310027)

摘要: 该文以浙江省电力系统的 EMS为主要导出模型,先是介绍了这个能量管理系统的特点,然后阐述了 CM导出的解决方案,最后就“如何生成基于拆分的模型”、“如何将测量量关联到相应的电力系统资源”等关键技术作了深入的说明。通过 CimValidator的验证,按照文中的方法导出的 XML文件完全符合 IEC - 61970 的标准。

关键词: 电力系统; 计算机技术; EMS; SCADA; CM; XML; HASHMAP

中图分类号: TM73 文献标识码: A 文章编号: 1003-4897(2006)01-0066-05

## 0 引言

随着电力系统的发展,PTMS、TMR、DMS、RDS等EMS的高级应用纷纷出现。这就要求原先的EMS能够与它们有很好的通讯,但是由于EMS与这些高级应用往往是由不同厂商独立开发,它们具有不同的网络协议和数据模型。从而使EMS系统和其它高级应用之间的通讯变得异常复杂。为了促进各种EMS应用的集成,有必要也必须开发一个通用的接口,使得这些应用或系统能够不依赖于内部信息的表示。

公共信息模型(CM)提出了电力系统信息交换的一个标准,使得其可以在任何领域作集成。通过这个标准就可以实现电力系统不同应用之间很方便的交换数据。因此EMS数据的CM导出就成为系统拓展的一个很重要的环节。

本文主要从技术实现上探讨了EMS的CM导出。采用的编程环境是Sun的JDK1.4.2,导出XML文件的验证工具是LangDale的CimValidator,导出实现主要是依据IEC-61970标准。

## 1 面临的问题

浙江省电力局EMS设计的时间较早,没有完全采用面向对象的方法。EMS设备数据封装比较彻底,没有开放数据库访问权限,所以无法利用结构化查询语言从数据库中获取设备数据,给二次开发带来了一定的困难。该系统具有如下的主要缺点:

- 1) 设备数据以文本格式呈现。
- 2) 测量量数据以数据库形式呈现。

3) SCADA数据命名无统一规则。

由于EMS本身的特点以及上面提到的一些缺点,就给CM的建模带来了一些困难。

首先,CM是一个抽象模型,它典型地表示了电力企业在实体操作方面所需的主要对象。它是由一组包所构成(如图1),包中实体之间具有继承、泛化、关联、聚合等关系。而该EMS开放给用户的是纯文本格式接口,通过这些接口只可以交换文本格式的数据,这些文本格式的数据并不能完全体现现实运行对象之间的关系。且设备之间的具体划分没有和CM的划分完全一致,所以需要对其中的某一些数据做重新的划分调整,以并入CM的包中。

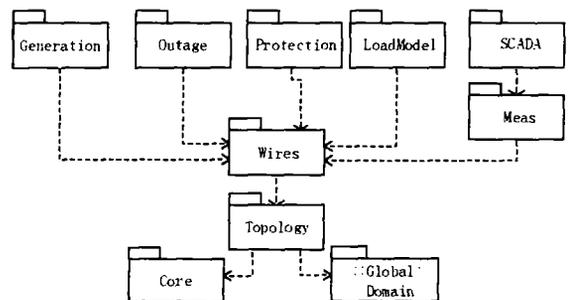


图1 CM模型结构

Fig 1 Structure of CM model

其次,由于文本格式的文件具有一定的松散性,即使对格式有严格的限制,也难以从其中解析出所有的对象信息。另一方面,文本文件的读取速度也不能做到很快。而且对于文本文件,也很难实现查询或者更新某一个设备数据的操作。

最后,在CM规范中Measurement必须关联到电力系统资源。因此在利用SCADA的测量量创建

Meas包下面类的实体时,就必须能够准确地找到这个测量所对应的电力系统资源。而在长期的运营过程中,由于设备不断的增添、删除和无统一的命名规则,导致 SCADA 数据具有一定的随意性。

## 2 系统整体的解决方案

针对上面的情况,给出图 2的系统实现方案:利用 EMS中设备的数据,创建 Wires包和 Core包,在 CM中形成设备的模型,再读取 SCADA 数据创建 Meas包,并创建包间的关联。

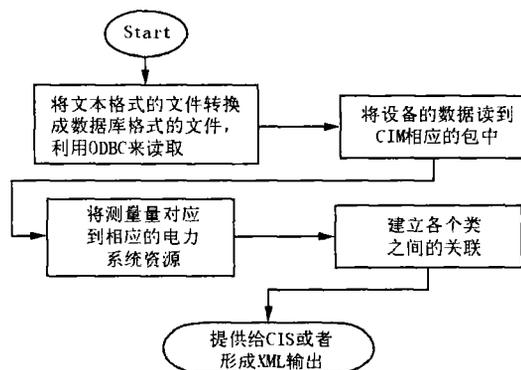


图 2 系统实现的方案

Fig 2 Solution of the system implementation

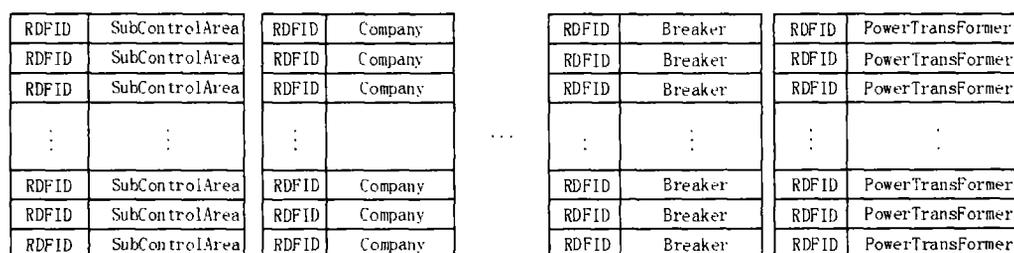


图 3 CM数据在内存中的存储结构

Fig 3 Storing structure of the CM data in memory

首先利用数据库管理器(如 SQLSERVER 的 MANAGER 等),将文本以空格为分隔符读取到数据库表格中;再利用操作系统的 ODBC 来建立读取数据库文件的数据源,编写应用程序,利用数据源读取数据文件。其次是建立 CM 模型的内存区,也就是为 CM 包中每一个类的实例提供一个存取结构。在本系统中,利用哈希表实现这样的存储区,如图 3。以资源号作为哈希表中条目的键,以对象本身的引用作为哈希表中条目的值。其中 CM 包中的类可由 UML 建模的 CM 模型文件转换得出。对比传统的创建符合 CM 规范数据库的方法,在内存中存储这些哈希表数据,可以大大提高启动后存取数据的速度,而且比较符合 CM 规范本身面向对象的理念。

为了能够将 EMS 中的数据对应到 CM 中的对象,系统设计时为每一类型的设备创建了一个读取的类。这些类都继承于一个基类 CimObjectCreate。每一个读取的设备数据记录都被实例化成其对应设备的对象,然后将对象的引用作为条目的值存储到相应的哈希表中。分析完所有的设备数据后,通过读取 SCADA 的数据记录,解析出测量量、测量值、远程单元、远程源等对象。具体的解析过程和要点,在下面的关键技术中将详细讲述。

最后,在 SCADA 的记录都解析完毕后。利用关联对象的资源号,在 CM 存储区中找到关联的对象,在两个对象之间建立双向的关联。所有对象关联都形成以后,就形成了完整的 CM 模型内存区。这个内存区既可以为 CIS 提供数据的来源,也可以利用 DOM 输出成 XML 文件。

## 3 关键技术

### 3.1 如何生成抽象的类 VoltageLevel

VoltageLevel 是一个设备容器 (EquipmentContainer),属于抽象的类,它是 CM 模型按电压等级拆分的产物。如在一个大型的电网模型中,需要取出某个变电站下电压等级超过 220 kV 的所有导电设备的相关数据时,就需要拆合现有数据模型。所以电网数据模型的拆分与合并具有很现实的意义。

在实际的输电网中并不存在 VoltageLevel 这样一个类的设备对象,所以不能从实际的电网设备数据中直接获得它。该系统是在解析设备数据时,通过对现有的设备数据进行搜集、处理和存储,最后统一生成 VoltageLevel。具体方法如下:

a 应用程序的开始生成 BaseVoltage 和 BasePower 类。由于基准电压以及各个基准电压对应基准功率的固定性,所以可以采用手工生成。在每一

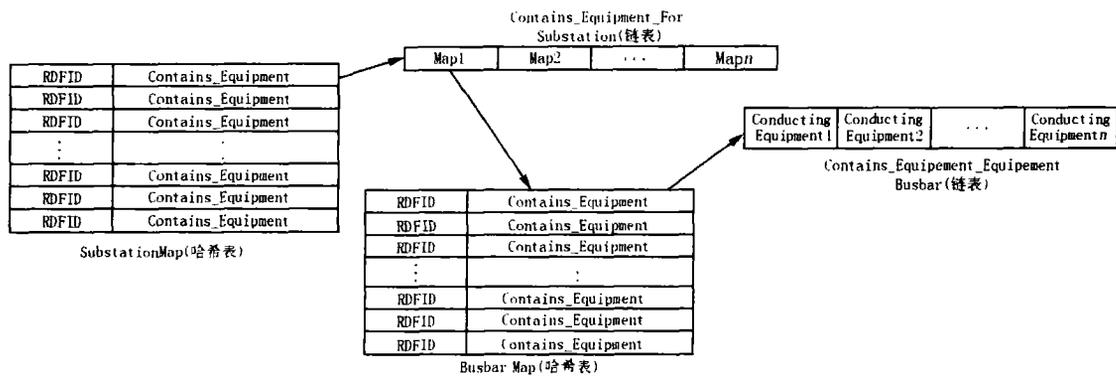


图 4 生成 VoltageLevel 的内存结构图

Fig 4 Memory structure for creating VoltageLevel

个导电设备生成 CM 类时,将设备的基准电压关联到相应的 BaseVoltage。

b 生成变电站对象时,利用一个哈希表(图 4 的 SubstationMap)来存储生成的所有变电站。这个哈希表以每个变电站的 RDF: D 为键,以链表 Contains\_Equipment\_ForSubstation 作为值。

c 生成母线对象时,在链表 Contains\_Equipment\_ForSubstation 中再以哈希表(图 4 的 Busbar Map)为对象存储当前变电站所拥有的母线。以这些生成母线的 RDF: D 为键,初始化一个链表(图 4 的 Contains\_Equipment\_ForBusbar)为值添加到 BusbarMap 中。

d 生成导电设备的 CM 数据时,将导电设备的 RDF: D 压入链表 Contains\_Equipment\_ForBusbar 中。

e 最后遍历所有的变电站和变电站下面所有的母线就可以形成 VoltageLevel(因为在这个 EMS 中,所有导电设备都是和母线相关联的,也就是可以通过母线来找到所有的导电设备)。

综上所述,该系统生成 VoltageLevel 的方法是:在解析设备数据时,先得出所有导电设备的基准电压(BaseVoltage)以及它所属的变电站;然后再对每一个变电站,以这个变电站里的母线为基准单位,根据母线的基准电压初始化 VoltageLevel,并把母线下面所挂的导电设备添加到生成的 VoltageLevel 中。

### 3.2 SCADA 数据的处理

在原 SCADA 系统中所有的数据都以记录的形式来呈现,所以在将它导入到 CM 的模型中时,就需要对记录中的数据进行一些处理,以便于能够利用测量数据生成 CM 中的 Meas 包。

#### 1) 数据记录的解析

首先是解析 SCADA 中测量量的名称,也就是

从测量量的名称中分解出其所对应的电力系统资源。但测量量的名称很多都不规范,这些命名的不规范将直接关系到解析结果的正确与否。例如“龙湾发电厂”,会出现多种称法,所以该系统为一些不规范的名称建立了相应的数据字典,比如: {“龙湾”,“龙湾电厂”}, {“龙湾”,“龙湾厂”}, {“龙湾”,“龙湾燃机”}。将“龙湾电厂”,“龙湾厂”,“龙湾燃机”,都统一对应到“龙湾”,以修正命名的不规范性。这样就可以保证设备的名称和 SCADA 数据记录的名称能够很好的配备。具体的解析办法是按照字符串命名的自然顺序分解,过程如下。

“处理特殊的头”:主要用于那些头信息不标准的 SCADA 记录,将它们转换为标准的、具有可解析特征的信息。比如“乌溪江 1#发电机开关”中的“乌溪江”是一个地名,它不具有任何电力系统资源的任何特征,不便于下面将要进行的电力系统资源的解析。在这个 SCADA 系统中,这些地址名称通常都是表示变电站所在的地址,所以为这些数量有限的地址名称设计一个对照表,以便直接映射到相应的变电站。

“解析出公司”:用来解析出测量点名称中公司的名称,如“杭州局”。

“解析出子控制区域”:用来解析出测量点名称中子控制区域的名称,如“富阳”。

“解析出变电站”:用来解析出测量点名称中变电站的名称。如果这个记录所代表的字符串中含有一个“变”,就解析为一个变电站;如果含有两个“变”,就将第一个“变”解析为变电站,第二个“变”解析为变压器,如“双龙变 1#主变”解析为“双龙变”和“1#主变”。

“解析出线路”:用来解析出测量点名称中线路

的名称,如“瓶夙 2454线”。

“解析出母线”:用来解析出测量点名称中母线的名称,如“220 kV正母”。

“解析出变压器线圈”:用来解析出测量点名称中变压器线圈的名称,如“500 kV侧”。

“解析出发电机”:用来解析出测量点名称中发电机的名称,如“1#发电机”。

“解析出开关”:用来解析出测量点名称中开关的名称,如“线路闸刀”、“母联开关”。

“解析出等值电源”:用来解析出测量点名称中等值电源的名称,如“等值系统”。

“解析出补偿设备”:用来解析出测量点名称中补偿设备的名称(比如:电容器、电抗器组、调相机),如“1#电抗器”。

“解析出分接头”:用来解析出测量点名称中分接头的名称,如“分接头”。

“是否解析出设备”:该系统为解析过程设置了“解析标志”。如果按照上面的过程能够正确解析出电力系统资源的名称,这个标志就置“true”,初始值为“false”。对于仍不能解析出的数据记录,将会被写到日记文件中。遥信量和遥测量的解析过程分别如图5和图6所示。

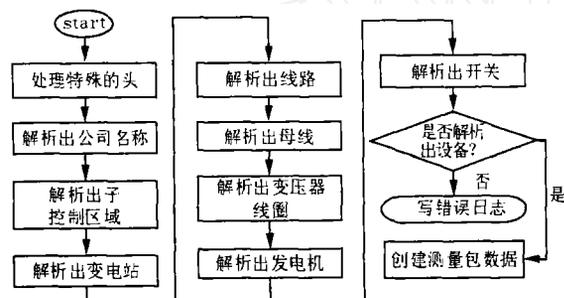


图5 解析遥信量的过程

Fig 5 Procedure of parsing digital measurements

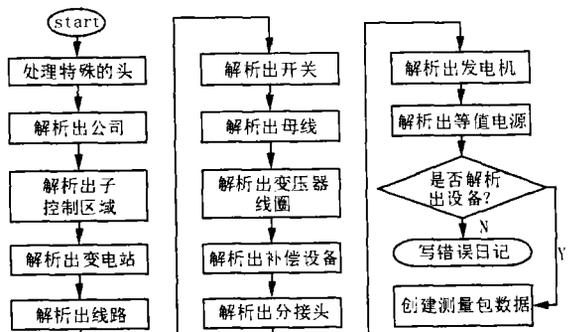


图6 解析遥测量的过程

Fig 6 Procedure of parsing analog measurements

在解析的过程中,将分解出的电力系统资源以

二维数组 {类型,名称}为对象,依次存放在链表中(如图7),以便与设备数据配备时使用。如:“杭州局瓶窑变 1#主变 500 kV侧有功”可以解析出“瓶窑变”,“1#主变”,“500 kV侧”三个关键字,最终的设备类型为“Transformer Windings”,测量类型为“有功”。然后先用“500 kV侧”在 Transformer Windings 的哈希表中配备所有的 500 kV 的变压器线圈,继续在这个结果中用“1#主变”去筛选出 1#主变为 500 kV 侧的变压器线圈,最后用“瓶窑变”去筛选,直至配出这个测量量所对应的设备:“瓶窑变 1#主变 500 kV侧”变压器线圈。

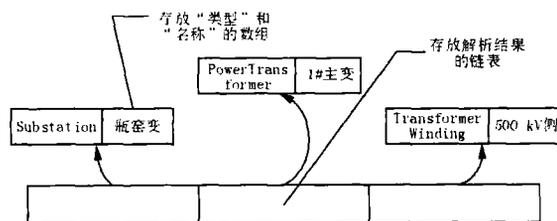


图7 解析结果的存储结构

Fig 7 Memory structure of parsed data

上述的方法可以总结为:通过将测量量的名称分解为相对独立的电力系统资源的名称及其电力系统资源的类型,然后利用这些资源名称和资源类型去配备到这个测量量应该对应的电力系统资源。

采用分解测量量名称的方法有三个优点。第一:有利于统一测量量和设备模型中电力系统资源的名称。统一时,该系统以设备模型中电力系统资源的名称为准。测量量中分离出来的电力系统资源的名称都修正为设备模型中的名称,以便能够很好地配备出相应的电力系统资源。第二:可以为各个电力系统资源的修正指定相应的修正规则,将应用程序模块化,这样既有利于程序的复用,又可以使程序便于阅读和修改。第三:能够更加有效地配备出电力系统资源。因为在内存中,电力系统资源的数据是以哈希表为单位来存放的。

2) 总加站信息的重新归档

在 SCADA 的数据表中很多是累计的测量值,它们并不是来自于某一个设备,而是来自于某些设备的总加,是经过计算得出来的值。很难将它们关联到某一个确定的设备,所以需要对这些测量值进行单独的处理。在 CM 规范中,这些测量量应归属于所属的变电站(Substation)或者子控制区域(Sub-ContoIA rea)。例如:“乌溪江发电厂 P”,就只能将这个测量量归属到乌溪江发电厂所在的变电站,“华东各省市折周波差合计”就归属华东区所在的

子控制区域。

在该系统中,解析 SCADA 数据的过程时,将所有包含“总加站”的信息直接关联到一个虚拟的变电站——“总加站”。解析完所有的 SCADA 数据之后,利用“解析出子控制区域”和“解析出变电站”两个功能块,来解析这个虚拟的“总加站”下面包含的所有测量量。根据解析出的值,将它们归属到实际所在的变电站或者子控制区域,最后删除这个虚拟的“总加站”。

#### 4 结语

本文提出的 EMS 系统的 CM 导出的方法具有简单清晰,编程容易,维护方便,运行效率高,适应范围广,可操作性强等特点,同时具有良好的实用前景。导出的 XML 文件完全符合 CimValidator 以及 IEC - 61970 的标准,互操作方便。

#### 参考文献:

- [1] 于尔铿,刘广一,周京阳. 能量管理系统 [M]. 北京:科学技术出版社,1998  
YU Er-keng, LIU Guang-yi, ZHOU Jing-yang. Energy Management System [M]. Beijing: Science & Technology

Press, 1998.

- [2] IEC 61970-301, EMS API-Part 301: Common Information Model (CM) [S].  
[3] IEC 61970-303, EMS API-Part 303: Common Information Model (CM) SCADA [S].  
[4] Common Information Model (CM), UML Model File: Cim10\_61970and61968\_Rev03.mdl [Z].  
[5] Java™ 2 SDK, Standard Edition Documentation, Version 1.4.2 [Z].  
[6] Extensible Markup Language (XML) 1.0, Third Edition [Z].  
[7] Birbeck M, et al XML 高级编程 [M]. 裴剑锋,等译. 北京:机械工业出版社,2002  
Birbeck M, et al Professional XML, Second Edition [M]. PEI Jian-feng, et al Trans Beijing: China Machine Press, 2002.

收稿日期: 2005-05-17; 修回日期: 2005-06-07

作者简介:

仇宏祥 (1977 - ),男,硕士研究生,研究方向为电力系统信息整合与技术集成; E-mail: qhx\_nj@zju.edu.cn

王康元 (1973 - ),男,工程师,主要从事电力系统信息整合的研究和教学工作。

### Export technique based on common information model (CM) in EMS

QIU Hong-xiang, WANG Kang-yuan

(School of Electrical Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

**Abstract:** Through analyzing the EMS of Zhejiang Electric Power Company, the paper firstly introduces the characters of this EMS, then offers the export solution based on CM in EMS. At last, the paper discusses some crucial techniques such as how to construct the CM model based on the splitting techniques and how to add the irregular data records in the SCADA database into the CM model. Through CimValidator's validating, the exported XML file is in conformity with IEC-61970 completely.

**Key words:** power system; computer technique; EMS; SCADA; CM; XML; HASHMAP

(上接第 61 页 continued from page 61)

### Development of power system SCADA software based on multi-platform

ZHOU Qi-wen, YOU Da-hai, DENG Peng

(College of Electric and Electronics Engineering, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

**Abstract:** Power automation systems in China will still be multi-platform concomitant in the following years, therefore the multi-platform compatibility of operating system in configuration software will be one of the important development directions. This paper introduces a new kit named Qt, and uses it in the development of power system automation software to achieve the effects that the software is independent for all platforms.

**Key words:** power system; SCADA; platform independence; Qt; configuration software; FLASH