

# GIS 电网拓扑及其在 ORACLE 数据库中的实现

张 鹰<sup>1</sup>, 贺 彦<sup>2</sup>

(1. 湖州电力局, 浙江 湖州 313000; 2. 清华同方股份有限公司, 北京 100083)

**摘要:** “输变配低”电网拓扑管理是供电企业 GIS 系统不可缺少的功能之一。着重讨论了 GIS 系统如何基于 IEC61970 电力系统 CIM 模型建立电网拓扑的方法和技术, 介绍了 CIM、拓扑包、拓扑模型与实例、拓扑的“表”表示及其在 ORACLE 数据库和内存中的实现及相应存取方法。

**关键词:** 电网 GIS; 电网拓扑; CIM 模型; ORACLE 数据库

中图分类号: TM711

文献标志码: B

文章编号: 1007-1881(2010)12-0048-03

## Realization of Geographic Information System Network Topology in ORACLE Database

ZHANG Ying<sup>1</sup>, HE Yan<sup>2</sup>

(1. Huzhou Electric Power Bureau, Huzhou Zhejiang 313000, China;

2. Tsinghua Tongfang Co., Ltd, Beijing 100083, China)

**Abstract:** The network topology management of power transmission, transformation and distribution and low voltage systems is an indispensable function of enterprise-level Geographic Information System (GIS) for power supply bureaus. This paper discusses the methods and techniques of building the GIS network topology based on IEC 61970 CIM model and introduces the CIM, topology package, topology model and cases, topology table presentation and realization in ORACLE database and corresponding memory access methods.

**Key words:** grid GIS; network topology; CIM model; ORACLE database

目前已经有很多供电企业建立了电网 GIS (Geographic Information System, 地理信息系统), 但真正实用、在用、好用的并不多。笔者认为, 造成这种情况的一个重要原因是, 系统设计时仅将其定位成在电子地图上展现电网(即面向“空间实体的拓扑<sup>[1-2]</sup>展现”)的系统, 而没有将其看作是管理电网电气设备及其导电关系(即电网拓扑)的系统。事实上, 基于此类设计初衷的系统, 大多无法满足电网拓扑的应用需求, 很难做到实用化。电网 GIS 要实用化, 不仅要支持空间实体及其拓扑的管理, 更重要的是应支持电网拓扑的管理, 如拓扑分析、潮流计算等<sup>[3]</sup>, 其中电网拓扑建模是关键和基础。

## 1 电网拓扑模型

### 1.1 CIM 简介<sup>[4]</sup>

电力系统 CIM(Common Information Model,

公共信息模型)是 IEC 61970 标准的核心, 最初是为不同厂家开发的 EMS(Energy Management System, 能量管理系统)集成而提出。CIM 采用面向对象的建模技术, 提供了一套用对象类、属性及其关系来表示电力系统资源的标准方法, 为各种应用提供了与平台无关的、统一的电力系统逻辑描述。CIM 由若干个包组成, 包括: 核心包(Core)、拓扑包(Topology)、电线包(Wires)等。

### 1.2 拓扑包

拓扑包定义了电力系统导电设备之间的电气连接关系, 如图 1 所示。每个导电设备(Con-

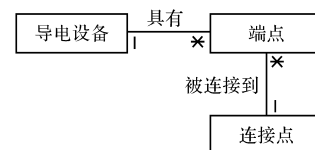


图 1 拓扑包关于拓扑模型的描述

ducting Equipment)都有 1 个或者 n 个端点(Terminal);端点通过连接点(Connectivity Node)相连接,一个连接点可与多个端点相连。

### 1.3 拓扑模型的理解

图 2 说明了通常的电气接线图及其 CIM 表示(右侧),其中实心圆点和大圆盘分别表示导电设备的端点和连接点。从图 2 可以看出,在 CIM 中,两个导电设备的连接是通过将前者的端点与一个连接点相连,再通过该连接点与后者的端点相连来表示的。例如,图中的“碧湖 206 开关”与“10 kV 电缆”有电气连接关系,在 CIM 里被表示为:“碧湖 206 开关”的端点 T2 被连接到连接点 Node2,同时 Node2 又被连接到“10 kV 电缆”的端点 T3,即通过 Node2 将开关和电缆连在一起。

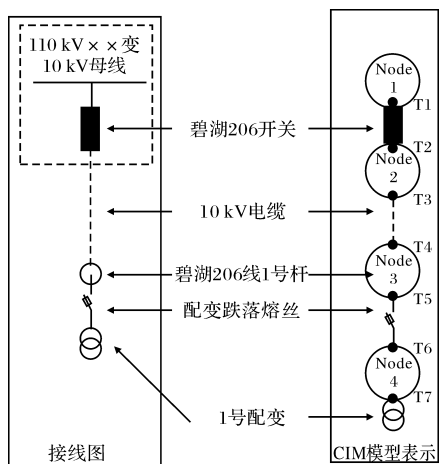


图 2 接线图的 CIM 表示

## 2 拓扑的“表”表示

用“表”(或称“表格”)表示拓扑是计算机存储和编程的需要。一般需要经过以下步骤:

(1)对所有设备的端点以及连接点分别进行统一编号。

(2)设置 3 张表:导电设备表,用于描述导电设备基本属性。端口表,用于描述每个端点与哪个连接点相连。节点表,用于描述每个连接点被连到哪些端点。

(3)在各表中建立其相应关系。

图 3 给出了图 2 所示电网拓扑的“表”表示。

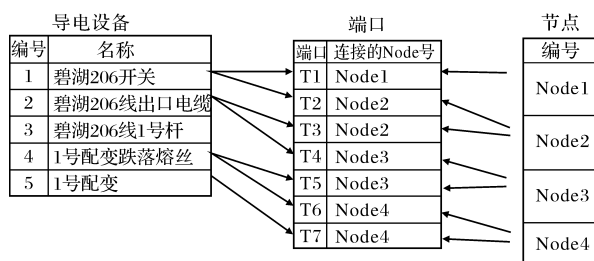


图 3 拓扑的“表”表示

## 3 拓扑在 ORACLE 数据库中的实现

由于输配电 GIS 中存在大量的架空线段、电缆线段、电气连接线、母线段等设备,这些设备的共同特点是线状、端口数目固定为 2 个(称之为 Segment 对象),如果按图 3 表结构来存储,需要 3 条记录,存储空间较大。若专为 Segment 对象

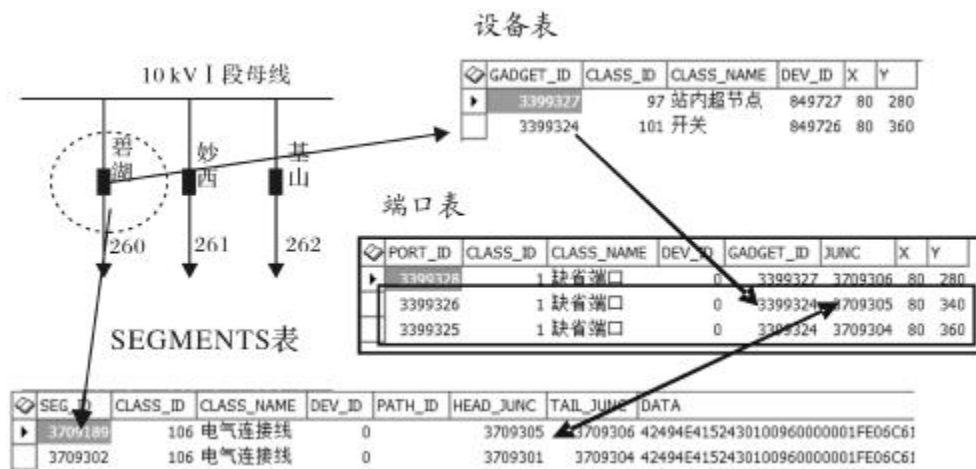


图 4 拓扑在 ORACLE 表中存储

建一张表, 并将其首、末端口作为 Segment 整体的两个属性来存储, 则只需 1 条记录, 见图 4。这样, 既节省了存储空间, 又提高了查找速度。图 4 所示的各表及其结构是在图 3 所示的存储组织基础上经过优化, 并结合查询需求和 ORACLE 数据库的特性而设计的(省去了连接点表), 表中的 JUNC 表示连接点编号, PORT\_ID 表示端口编号, 而 GADGET\_ID 和 SEG\_ID 则对应于导电设备编号。

以图 4 中“碧湖 260 开关”与电气连接线的连接为例, 详细说明此拓扑在 ORACLE 表中的具体实现: “碧湖 260 开关”对应设备表的 GADGET\_ID=3399324 记录, 其在端口表中有 2 个端口(即 2 条记录), 其中 3399326 端口(开关的下端口)的 JUNC 是 3709305。另外, 与“碧湖 260 开关”相连的电气连接线存储在 SEGMENT 表中, 其 SEG\_ID=3709189, 该记录的 HEAD\_JUNC=3709305。由于它与开关下端口的 JUNC 编号相同, 所以可知两者相连。

#### 4 拓扑的内存表示

虽然任何应用程序都可以通过访问 ORACLE 数据库获取电网拓扑, 但不够直观和方便, 解析、存取过程繁琐, 同时也会造成系统整体性能的下降。因此, 系统必须解决的问题是如何把电网拓扑的基础服务集中到一个模块, 并按标准接口提供上层应用, 使各项应用无需了解拓扑存储细节即可获得电网拓扑。

如图 5 所示, “持久化”模块就能解决这个问题。该模块随系统启动被加载到内存, 运行时将存储在外存(磁盘)上 ORACLE 数据库中的电网拓扑表转换成内存对象, 并支撑所有上层应用(如图形服务模块、电网建模模块等)按对象方式进行存取。

这种方案的优点是:

(1)通过内存对象的封装技术屏蔽数据库存储的细节, 保持了拓扑的完整性和一致性。如果使用 ORACLE SQL 语句直接访问, 则会破坏这一约束。

(2)通过对象和指针来访问内存对象, 比直接用 SQL 访问数据库的性能更高, 更适合于与高级语言(如 C++/C)对接。

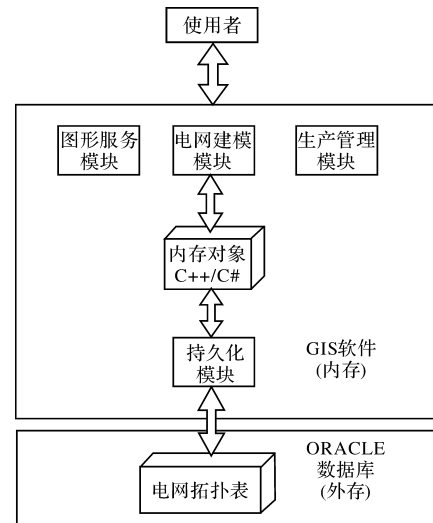


图 5 拓扑的内/外存转换示意图

#### 5 结语

电网拓扑模型是电网 GIS 的核心, 系统是否具有覆盖“输变配低”的电网拓扑是衡量其是否符合电网 GIS 的一个主要特征。在电网 GIS 中按 CIM 标准建模、不依赖于 GIS 平台进行模型管理是开发电网 GIS 系统的重要技术原则。本文为开发实用有效的电网 GIS 系统提出了电网拓扑模型建立和数据处理的方法和技术, 供相关人员借鉴。

#### 参考文献:

- [1] 涂美义, 李星. 基于 GIS 空间实体的自动拓扑模型设计与实现[J]. 中国地质大学学报, 2005, 3(01):0028-0031.
- [2] 周顺平, 李华, 杜小平. 空间实体的拓扑构建[J]. 中国地质大学学报, 2006, 31(05):0590-0595.
- [3] 张伯明. 高等电力网络分析(第二版)[M]. 北京: 清华大学出版社, 2007.
- [4] 刘靖辉, 赵洪山. 电力系统 CIM 模型在 ORACLE 数据库中的实现[G]. 中国高等学校电力系统及其自动化专业第 22 届学术年会. 2006.

收稿日期: 2010-06-22

作者简介: 张 鹰(1957-), 男, 浙江湖州人, 教授级高级工程师, 长期从事信息技术的应用与管理工。

贺 彦(1976-), 男, 山东烟台人, 工程师, 从事电力系统通信的研究和开发工作。

(本文编辑: 徐 吟)