

UNIX 环境下基于 GIS 的在线电网参数可视化管理系统研究

徐奇锋¹, 邱家驹¹, 王康元¹, 范斗²

(1. 浙江大学电气工程学院, 浙江 杭州 310027; 2. 河南省电力公司调度通信中心, 河南 郑州 450052)

摘要: 介绍了一种 UNIX 环境下基于 GIS 的在线电网参数可视化管理系统的实现方法。这套基于 GIS (Geographic Information System) 的电网参数管理系统是在美国 ESRI 公司的 ARC/INFO 平台上采用 AML (Arc Macro Language) 开发而成的, 与原有的 EMS (Energy Management System) 集成良好, 实现了电网参数的在线显示, 并建立了基于 CIM (Common Information Model) 的参数数据库。

关键词: 地理信息系统; 电网参数管理系统; 可视化; CIM

中图分类号: TM734 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2004)15-0048-04

0 引言

随着电网的发展, 电网的基础数据越来越多, 电网调度参数管理系统的建立可帮助调度人员方便地查找各类数据和信息, 完成电网监测的基础性工作, 提高电网运行的管理水平。

目前省级及以上的调度员使用的能量管理系统 (EMS) 在 SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) 及 AGC (Auto Generation Control) 功能方面已经比较完善, 负荷预测、状态估计、调度员潮流、静态安全分析等高级应用模块也已经比较成熟, 但是, 其中的画面和图形大都是基于主接线图的, 不具备电网地理信息, 不提供专用的电网调度参数管理的功能。

地理信息系统 (GIS) 在电力系统中的应用是目前的一个热点。GIS 在 NT 平台下已经有了相当的应用, 有些已经做到三维; 在配网自动化领域, GIS 的应用达到了在线的水平。

采用图形化、可视化手段, 通过与 EMS 的集成, 实现潮流与电压的可视化在线显示, 对提高电网的调度效率, 从而提高电网运行的安全性、可靠性有着重大的现实意义。因此, 开发一套具有 GIS 功能的在线参数管理系统, 显得十分必要。

1 系统开发方案概述

为方便调度员使用, 该参数管理系统直接运行在 UNIX 工作站上, 与 EMS 并行工作。考虑到 UNIX 的约束, 系统选用 ESRI 公司的 Workstation ARC/INFO 8 作为 GIS 开发平台, 该平台运行基于 UNIX 操作系统。与地理特征有关的图形数据由 ARC/INFO 的关系数据库管理系统 INFO 来管理, 电网参数数据

库基于公共信息模型 CIM 设计, 参数的存储基于 Oracle8, 软件开发采用 ARC/INFO 的 AML 语言。

系统的框图如图 1 所示。

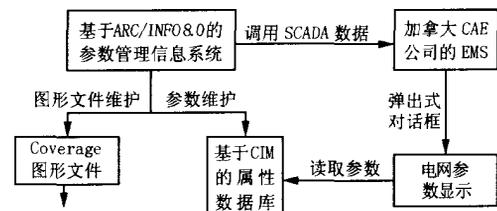


图1 系统框架图

Fig. 1 System architecture

2 GIS 与 EMS 的集成

GIS 要显示实时信息, 就要建立和 SCADA 的接口或直接读取 SCADA 实时库中的数据^[1]。所以 GIS 与 EMS 中 SCADA 的结合是 GIS 在电力系统应用中应首先考虑的。

基于 GIS 的参数管理系统充分利用现有的 EMS 系统, 电厂和变电站的主接线图从 EMS 图库中转出, 既节约了工作量, 又使数据保持了一致性; 实时数据从 EMS 系统中获取, 在统一的 GIS 图形操作界面中显示。GIS 与 EMS 集成方式如图 2 所示。



图2 GIS 与 EMS 集成示意图

Fig. 2 Schematic diagram of GIS and EMS integration

作者根据 ESRI 公司发布的 Shapefile 文件格式

式^[2],了解 Shapefile 图形文件的存储格式,编写接口程序来实现对文档的读、写等操作,从而实现 EMS 图形文件和 Shapefile 图形文件之间的转换。Shapefile 和 Coverage 是 ESRI 公司的两种主要文件格式,可以自由转换。

从 EMS 系统中获取实时数据,在统一的图形操作界面中显示,一般有两种模式^[3]:一是 SCADA 系统定时更新关系数据库中的遥测、遥信、电度量等数据,而 GIS 则定期读取数据库,从而刷新数据。遥信变位信息则通过约定的报文通知 GIS 或触发 GIS,实现遥信变位。此种模式下,关系数据库中存储的是实时库的断面信息,定期写入/读取关系数据库,触发额外的进程开销,属于一种准实时模式;二是 SCADA 提供统一接口函数,在所开发的 GIS 系统中实现直接从实时数据库中读取实时信息。由于实时数据库存储在内存中,它具有与网络自动同步功能等优势,因此读取速度明显高于前一模式,且读取的数据是真正意义上的实时数据。

本系统采用第 2 种模式,即利用 SCADA 系统的接口来实现实时数据分析结果的获取。EMS 提供了数据流接口(Data Stream Interface, DSI),通过 DSI 提供的应用程序接口实现数据通讯。应用模式如图 3 所示。

3 ARC/INFO 地理数据模型

ARC/INFO 描述两类地理数据,空间数据和属性数据。属性数据存储在数据库中,地理特征按信息的类型和主题组织为一些层次,每层称为一个 Coverage。

Coverage 是 ARC/INFO 的基本储存单元,是地图某个专题的地理特征的空间信息的逻辑集合^[4]。Coverage 模型的特色在于它能将图形(空间)数据和表格(属性)数据有机地连为一体,这种连接就是通过为每个特征指定 1 个唯一的内部顺序号来实现的。图 4 描述了坐标记录与属性记录的关联。

本系统所用的地理数据是向国家基础地理信息中心购得的某省 1:25 万数字地图,分政区、居民地、铁路、地貌等 13 个 Coverage 存放,各层包括 1 个或多个属性表。

4 基于 CIM 的电网参数数据库设计

随着电力企业信息化的完善,出现了大批综合性、分布式的应用系统。这些系统的应用提高了电力企业运行的效率,但随着应用的深入,一些问题也

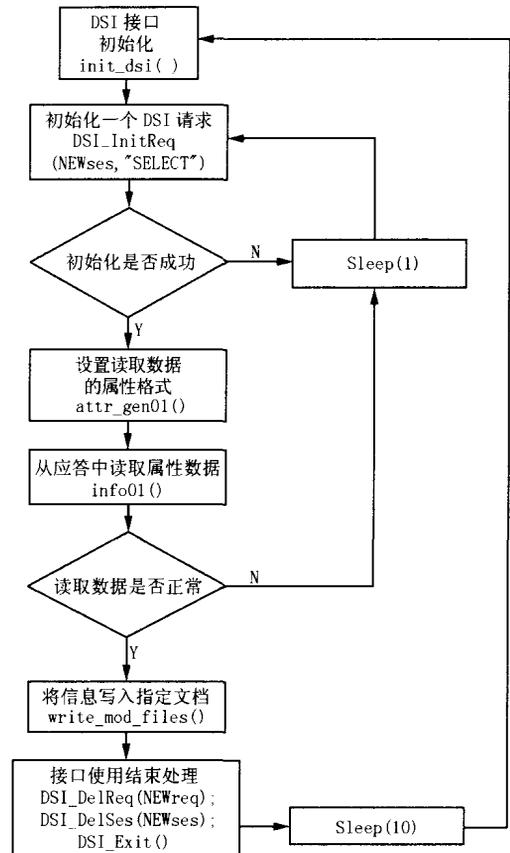


图 3 DSI 应用示例程序流程图

Fig. 3 Procedure of DSI application case

逐步暴露出来。主要表现为两点: 当用户对老的系统更新换代时,由于运行平台不兼容,原来一些运行稳定可靠的软件不能继续运行,用户长期积累的数据资料和二次开发工作将付之东流; 当用户对系统中的某一部分功能进行扩展时,由于接口不兼容,须重复开发一些软件,这将浪费用户的资金和时间。

为解决上述问题,作者应用公共信息模型 CIM 设计本系统的数据库,便于以后进行 GIS 功能的扩展和与其他系统的集成。

国际电工技术委员会 IEC 定义的两个系列标准 IEC61970 和 IEC61968 分别描述了能量管理系统和配电管理系统的应用程序接口^[5]。两个系列标准共同定义了一种电力系统公共信息模型 CIM。CIM 是电力企业应用集成的重要工具,它包括公用类、属性、关系等,其类(Class)及对象(Object)是抽象的,可以应用于电力系统,它是逻辑数据结构的灵魂。

CIM 用面向对象建模技术定义,使用统一建模语言(UML),它将 CIM 定义成包。CIM 由核心包(Core)、域包(Domain)、发电包(Generation)、负荷

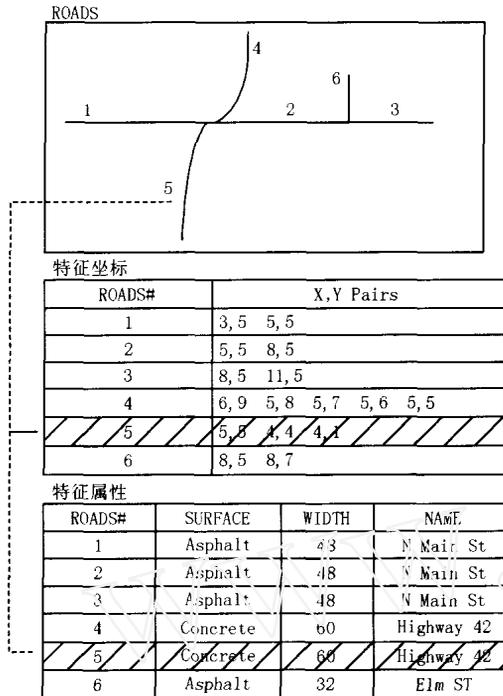


图 4 坐标记录与属性记录图

Fig. 4 Diagram of coordinate characteristic and performance characteristic

包(Load Model)等 14 个包组成。一个包在一般意义上是指将相关模型元件分组,每一个包中包含一个或多个类图,用图形表示该包中的所有类和它们之间的关系。CIM 类之间的关系包括泛化关系、关联关系和聚合关系。泛化是更通用的类与更具体的类之间的一种关系。比如,断路器(Breaker)是开关(Switch)的更具体类型,而开关又是导电设备(Conducting Equipment)的更具体类型。关联是一种结构化的关系,指一种对象和另一种对象有联系。比如,分接头(Tap Changer)和调节计划(Regulation Schedule)存在一个关联。聚合是关联的一种特殊情况,表明类之间的关系是一种整体与局部的关系。

一般来说,每个类为一个实体建立一张表。类之间的泛化关系一般通过采用相同的主键(ID号)来实现,一对多的关联关系以及聚合关系通过实体的外键约束来实现,例如设备到设备容器、端到传导设备。多对多的关联关系则要通过一张额外的表来建立这种关系,这张额外的表有两个外键,分别指向两个基本表。依照 CIM 方法建立数据物理模型后,在 Power Designer 中可以生成 SQL 脚本,在 Oracle 中运行该脚本即可建立系统所需的数据库。

建立基于 CIM 的数据库后,这个参数管理系统跟原有的 EMS 系统实现了无缝集成,并为以后 GIS

功能的扩展,提供了良好的接口。

5 基于 ARC/INFO 的软件开发

AML(Arc Macro Language)是 ARC 环境下的一种编程语言,本文应用 AML 开发了类似 ARC/INFO 的 ArcTools 风格的界面。ArcTools 是 ESRI 的开发人员利用 AML 编制的用户界面,是利用面向对象的方法开发而成。ArcTools 为常用的 ARC/INFO 操作提供方便易用的菜单界面。

系统代码主要由 .aml 程序文件和 .menu 菜单文件组成。一个功能对应一个 Routine,若同时需要弹出菜单,则由 &thread &create 语句创建一个进程,运行菜单文件。

参数管理系统主要分为 3 个模块:显示模块、查询模块和编辑模块。

显示模块是基于 ARC/INFO 的制图和绘图子系统 ARCPLOT 开发的。模块由多个 Routine 组成,可以选择多幅地图 Coverage 的要素,并根据他们的地理属性用不同的符号来显示和绘图。单击厂站弹出主接线也由这个模块完成。

查询模块是基于 ARC/INFO 的关系数据库管理系统 INFO 开发的。地理属性和电网参数的关联由图 4 所示的方法实现。地理属性由 INFO 管理,电网参数由 Oracle 管理,通过在 INFO 环境下执行 SQL 语句直接操作 Oracle 实现。查询功能分点击查询和模糊查询。

编辑模块基于 ARC/INFO 的图形和数据库编辑器 ARCEDIT 开发。ARCEDIT 的编辑功能把图形和地理数据库结合在一起,始终保持 Coverage 坐标数据和属性数据的一致。

6 结束语

该参数管理系统构建在目前 GIS 的主流平台 ARC/INFO 上,采用通用的 Coverage 数据格式,具有良好的开放性;GIS 与 EMS 系统集成较好,实现了 GIS 在电网参数管理系统中的在线应用;基于 CIM 的数据库设计,为软件的扩展打下了基础。该系统将应用在某省电力公司调度通信中心,实现了以下的功能:

1) 分层显示 EMS 控制范围内的有关地理信息和 110 kV 以上电压等级输电网络,图形能无级缩放和漫游。

2) 有选择地显示输电网络图上的发电厂和变电所的主接线图。

3) 能对输电网络图方便地进行编辑,即具有修改、增加、删除等功能。

4) 在输电网络图和主接线图上查询设备的一次、二次参数,并能将查询的结果打印输出。

5) 通过 SQL 实现与大型数据库的连接。

6) 在输电网络图和主接线图上显示必要的 EMS 系统的实时信息,并能对一些信息实现可视化显示及对电网断面潮流和稳定极限的监视。

7) 显示电网的自动装置配置图及相关参数。

在系统测试中,上述系统功能得到较好的实现,其与数据库的连通率被证实是可靠的,实时数据的刷新速度与 EMS 同步,提高了电网运行的管理水平。

参考文献:

- [1] Clarke L. Integrating GIS with High Performance SCADA [A]. Power Engineering Society Summer Meeting. 2001. 2: 844.
- [2] ESRI Shapefile Technical Description[Z]. An ESRI White Paper, 1998.

[3] 成红琼,朱建,等(CHENG Hong-qiong, ZHU Jian, et al). GIS 与 SCADA 一体化系统实践(Practice on Integral System of GIS and SCADA System) [J]. 电力自动化设备(Electric Power Automation Equipment), 2002, 22(11): 56-57.

[4] 樊红,詹小国(FAN Hong, ZHAN Xiao-guo). ARC/INFO 应用与开发技术(Application and Development Technology of ARC/INFO) [M]. 武汉:武汉大学出版社(Wuhan: Wuhan University Press), 2002. 18-19.

[5] 张慎明,刘国定(ZHANG Shen-ming, LIU Guo-ding). IEC61970 标准系列简介(Introduction of Standard IEC61970) [J]. 电力系统自动化(Automation of Electric Power Systems), 2002, 26(14): 1-6.

收稿日期: 2003-11-25; 修回日期: 2004-01-03

作者简介:

徐奇锋(1980-),男,硕士研究生,研究方向为地理信息系统在电力系统中的应用; E-mail: minaji@zju.edu.cn

邱家驹(1944-),男,教授,博导,从事电力系统运行和控制方面的研究和教学工作;

王康元(1973-),男,讲师,从事电力系统自动化和信息化方面的研究和教学工作。

Research on GIS based online power system transmission parameter visible management system on UNIX

XU Qi-feng¹, QIU Jia-ju¹, WANG Kang-yuan¹, FAN Dou²

(1. College of Electrical Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China;

2. Henan Electric Power Dispatching and Communication Center, Zhengzhou 540052, China)

Abstract: A method of GIS based online power system transmission parameter visible management system on UNIX is introduced. This parameter management system is developed by AML (arc macro language) on the GIS (geography information system) platform ARC/INFO of ESRI. In this system, online display of the power system transmission parameter is achieved by integrating GIS with EMS (energy management system), and a CIM (common information model) based database is also established.

Key words: GIS; power system transmission parameter management system; visualization; CIM

(上接第 25 页 continued from page 25)

Analyzing the operation of distance protection in non-solid earthed power systems

LI Rui-sheng¹, REN Zhi-hang¹, WANG Qing-jian², YAO Qing-lin³

(1. Protection and Automation Business Department, XI Electric Corporation, Xuchang 461000, China;

2. Dengzhou Power Bureau, Dengzhou 474150, China; 3. Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

Abstract: When two-point earthed faults occur in different spots of non-solid earthed power systems, overcurrent protection with two-phase Y connection mode will selectively cut off the next line with the chances of 2/3 in series circuit. And with the same chances, it will cut off a line selectively in parallel circuit. Moreover, the chances of non-selective operation for the protection with three-phase Y connection mode will be larger than that of two-phase one. To improve the selectivity of two-point earthed fault, the cooperation and operation mode between earthed and interphase distance protection enabled by zero sequence current are described in series and parallel circuit respectively. The results verify the betterment of the line cutting in series (up to 100%) and parallel circuit.

Key words: line protection; non-solid earthed power systems; distance protection