

MapX在电能质量监测系统中的应用

黄攀¹, 姚建刚¹, 鲁栗¹, 张赞²

(1. 湖南大学电气与信息工程学院, 湖南 长沙 410082; 2. 湖南湖大华龙电气与信息技术有限公司, 湖南 长沙 410082)

摘要: 电能质量问题严重影响电力系统的稳定性和经济运行, 针对电能质量重要性的日益突出, 提出了一种基于 GIS 的电能质量监测实现方法。运用可视化 GIS 信息技术, 结合电网或输电线路的地理分布信息实时反映电能质量情况。该方法基于控件化开发, 配备富有表现力的地图信息, 较之以前的各种同类系统更生动、直观, 有效地提高了电能质量管理效率, 并给出了应用实例。

关键词: 电能质量监测; 地理信息系统; MapX

中图分类号: TM714.3; TM73 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2005)03-0058-04

0 引言

随着大量大功率电力电子设备的普及应用, 特别是谐波污染引起的波形畸变, 给电力系统的稳定经济运行带来了严重问题^[1], 它所带来的各种电能质量问题已引起各国电力工作者的高度重视。国内外开发了许多电能质量管理系统, 由最开始的文字和数字描述发展到辅以图形描述, 目前实现电能质量电网图管理系统主要有 3 种方法^[2]: 直接绘制方法、基于结构化程序设计方法和基于面向对象技术的方法。如文献 [2] 所言, 前两种方法有功能单一、灵活性差、维护工作量大或者开发难度大的缺点。文献 [2] 所提的基于面向对象技术的方法在一定程度上解决了前面两种方法的一些问题, 但是也只是停留在纯粹的电力元件图像表现层次上。本文提出了基于地理信息系统 GIS (Geographical Information System) 的电能质量监测系统的设计和实现。

GIS 同时拥有空间数据库和属性数据库, 将研究对象的空间和属性信息有机地结合起来, 从空间和属性两个方面对现实对象进行双向查询、检索和分析, 并将结果以各种直观的形式, 形象精确地表达出来。较之传统意义的系统, 在对象分析和结果表现方面都具有无可比拟的优势。在步入信息社会的今天, 数字化地球的概念已经深入人心, GIS 系统由于其优越性, 在各行各业包括地理、环保、能源、交通、电力等领域都得到了广泛的应用。

输配电网络与其地理信息结合的比较紧密, 把具体的输电线路作为空间对象, 把具体线路上的电能质量属性作为对象属性进行分析, 然后用地图为

主的形式显示分析结果。文章介绍 Map Info MapX Active 控件在 Visual Basic 环境下开发 GIS 监测功能的应用。

1 Map Info MapX 介绍

使用地图, 可以通过每一人都很容易理解的格式显示信息。地图比简单的图表和图形更具信息性, 并且比电子表格更快和更容易解释。

MapX 作为地理信息系统开发工具的代表产品之一, 是一组供应用开发人员使用的制图与 GIS 功能组件。它由一个叫 Map 控件的 ActiveX 控件和一系列可编程的 ActiveX 对象组成, 它们可以在标准的 Windows 编程环境下使用。空间数据结构是 GIS 的基石, GIS 就是通过这种地理空间拓扑结构建立地理图形的空间数据模型, 并定义各空间数据之间的关系, 从而实现地理图形和数据库的结合。MapX 空间数据结构如图 1 所示。

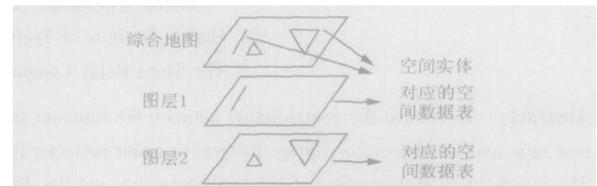


图 1 MapX 空间数据结构

Fig 1 Structure of MapX spatial data

从图 1 可以看出 MapX 的空间数据结构是一种分层存放的结构, 用户可以通过图形分层技术, 根据系统需求对各种空间实体进行分层组合, 将一张地图分成不同图层, 以提高图形搜索速度, 便于各种不同数据的灵活调用、更新和管理。每个图层是地理图形的抽象模型, 主要包括点、线、面 3 种类型, 通常相同类型的地理图形集中到同一图层管理。以

基金项目: 湖南省科技攻关重大项目资助 (湘科计 [2002] 87 号)

MapX为核心的 MapXtreme则是主要作为 GIS服务器处理地图数据使用。

2 电能质量问题的产生

电能质量是指公用电网供到用户受电端的交流电能质量。但实际负载是动态、非线性、不对称的,从而引起公共供电点的供电电压波形的不稳定性、非正弦性、不对称性及电压频率的变化,这就是所谓的电能质量问题。电能质量的主要指标包括电压频率、电压偏差、电压波动和闪变、三相电压不平衡、谐波电压和波形畸变。当有功冲击使有功不能平衡时,将产生电压频率的偏差;当电网用户负载不是纯电阻负荷,而是 R、L、C网络负荷时,则在电网中产生无功,容性无功使电压偏高,感性无功使电压偏低,这就是电压偏差;对于冲击性负荷,即负载阻抗变化很快,无功波动也较快,这就产生电压波动问题。对于小于 30 Hz的电压波动,将引起灯光闪烁,这就是电压闪变;对于三相不平衡负载,将产生负序电流注入电网,于是产生了三相电压不平衡;当负载阻抗在一个工频周期内快速变化或被接通、切断,这就是负载的非线性,负载的非线性使负载电流也是非线性的,非线性谐波电流可分解为基波电流和谐波电流的叠加,其中谐波电流注入电网将产生谐波电压,谐波电压叠加在基波电压上,使电压波形产生畸变。

3 应用实例——湖南某地区电网电能质量监测系统

3.1 系统意义

“基于 GIS的电能质量监测系统”是在电力市场的大环境下,对电能质量越来越关注的背景下研制开发的。随着用电负荷的快速增加,输配电网络也日趋复杂,为及时而清晰地掌握每个变电站(所)和每条线路的电能质量情况,需要一个集成输配电网络地图及其电能质量显示、查询、记录、编辑的 GIS电能质量监测系统。本系统对于提高电网的管理水平以及供电质量有着实际意义。

3.2 数据采集

系统的数据库可以分为两部分,一部分叫做空间数据,一部分叫做属性数据。电网(包括变电站及输配电线路)的地理分布信息称为空间数据。空间数据即地图,地图的背景通过扫描“2005年湖南某地区电网 35 kV地理接线图”得来,对于特定(这里指湖南某地区电网)的电网,由于存在相对固定的

输配电网地理背景信息,只要事先把输配电网扫描后保存成分辨率为 100 dpi的 JPG文件,在 Firework或其它的图形处理工具中作些必要的处理,比如地理朝向问题等。再导入到 Map Info中以之为背景,添加新的图层,这里添加的是各变电站分布图层,输入其地理信息以及站点名字。然后扫描各变电站(所)的电力主接线图,按同样的方法导入到 Map Info中,添加线路分布图层。最后运用 Map Info MapX的自带工具 GeoseManager把电网背景图层和变电站分布图层合成一个 gsf文件,把各变电站电力主接线图层以及线路分布图层合成一个 gsf文件。站点以及线路的数字化则通过 Map Info7.0绘制完成。典型表的组成文件介绍如表 1。

表 1 典型表的组成文件

文件名	功能与用途
.tab	描述表的数据结构,里面描述了包含数据的文件和格式
.dat/.wks/.dbf/.xls	描述文件的图形特征
.map	描述图形对象,用于描述表中的坐标值
.id	把表中的图形对象与数据连接对应起来
.ind	允许用户使用查找命令查找地图对象

在地理信息系统中,拓扑结构数据用来描述空间目标间的关系,而实际空间物体一般被抽象为点、线、面。因此地理信息系统研究的 3种重要拓扑概念分别是:连接性。弧段在结点处的互相连接关系。多边形区域定义。多边形与弧段的拓扑关系表现了多边形区域定义。邻接性。通过定义弧段的左右边及其方向性来判断左右多边形的邻接性。本系统的空间数据库主要就是描述空间对象的上述信息。

属性数据即电网的实时运行信息,本系统下位机负责数据采集及数据初步分析,通过 RS232接口电路与上位机通讯,写入实时数据库。下位机采用双 CPU的并行处理技术,利用 DSP(数字信号处理器)的高速稳定的数字信号运算性能和单片机稳定的性能。配合外围接口电路来完成各项主要功能。主要由主 CPU(单片机)、从 CPU(数字信号处理器)、数据存储、通讯电路、控制输出电路等部分构成,如图 2所示。A/D采用 Maxim公司的 MAX125作为 A/D转换器件,DSP选用 TI公司的 16位定点数字信号处理器(TMS320F206),主 CPU选用 ATMEL公司的 AT89C55WD。

3.3 监测实现

下面简要介绍本系统 GIS监测部分的设计,如图 3所示流程图。首先是系统用户发出地图请求,

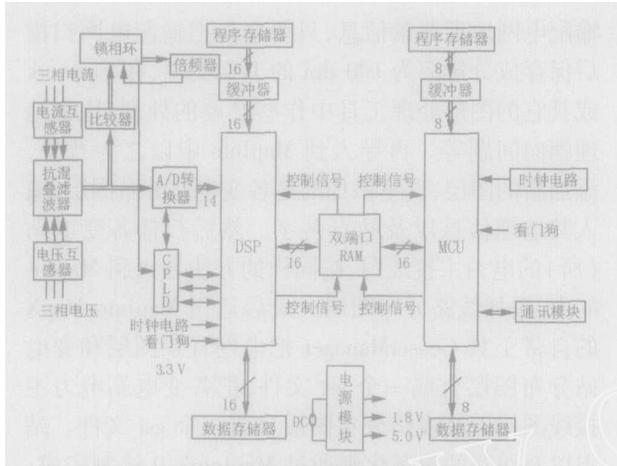


图 2 数据采集硬件结构图

Fig 2 Structure of the hardware for data collection

MapX 部件响应请求, 调出所请求的最后更新的地图, 启动查询时钟 (设定更新属性数据的时间间隔), 程序将周期性查询地图中所有图元的属性数据, 按照约定的规矩, 通过 MapX 修改对应图元的空间属性 (比如说颜色、形状等), 达到监测的效果, 直到系统用户发出地图关闭命令。

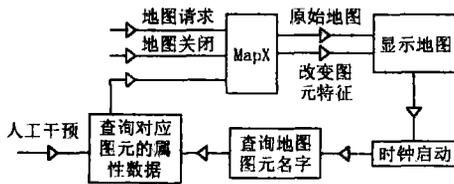


图 3 MapX 在本系统的应用流程

Fig 3 Flow chart of MapX applied in this system

3.3.1 界面设计及功能实现

如图 4 所示, 窗体的左边加入 frame 控件, 里面再加入工程中引入的 MapX 控件, 用来显示电网整体电能质量分布情况; 右边上部分是站点图例, 说明什么样的图标代表什么样的电能质量情况; 右边的下半部分是地图工具集, 包括漫游、放大、缩小、点选和圈选工具。

在窗体 load 事件中写入 `Map1.GeoSet = App.Path & "\某地区四层图样式\某地区电网.gst"`, 就可以把电网图以及各变电站分布图装载进来。页面按照系统时钟设定的时间间隔刷新属性数据, 按照约定的规矩通过 MapX 改变空间对象的颜色属性, 并通过图元的闪烁达到标志的效果, 即刻可以直观地掌握整个电网的电能质量分布情况, 如图 4 中棕色标志的变电站从右边的图例可知是电压、频率、谐波均不合格的站点。

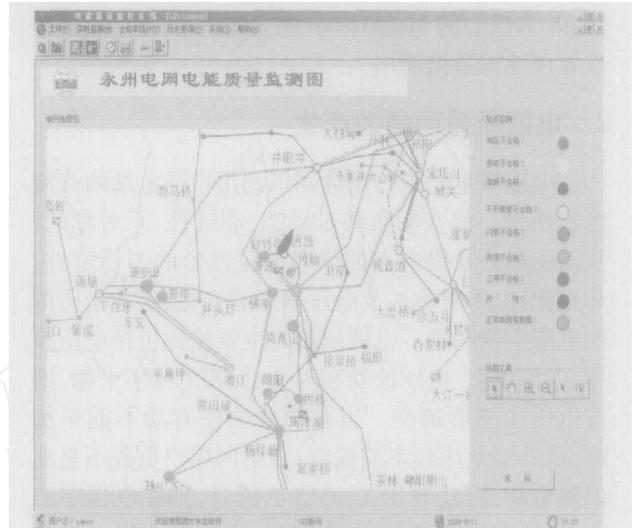


图 4 电网 GIS 监测图

Fig 4 Monitor diagram of GIS in power grid

图 4 仅仅提供电网电能质量分布的大致情况, 需要具体了解电能质量情况, 即可用地图选择工具选中相应的站点, 系统将装载另外一个 `gst` 文件, 这个文件包括所选择的变电站的主接线图层以及线路分布图层, 代码: `Map1.GeoSet = App.Path & "\某地区四层图样式\ & Stra & \ & stfilename`。如图 5 所示。窗体布局基本上同图 4, 但在地图工具下面多了一个当前线路显示框 (也是选择下拉框) 及相应的属性数据显示框。如果选择地图上的线路, 这个框就会显示线路的名字, 下面的属性数据也是反映这条线路的, 反之可以从下拉框选择要查看的线路, 属性数据框则显示该线路的基本属性数据大小, 比如三相电压、频率、谐波含量、三相不平衡度和闪变。

另外, 可以利用属性数据结合空间数据制作各种专题图, 如电压专题图, 谐波专题图等。

3.3.2 信息发布

本系统有专门的信息发布系统, 利用 Web 进行实时信息发布和历史数据查询。目前 WebGIS 的实现方法比较多, 主要有: 基于 CGI (Common gateway interface) 技术建立 Web GIS 系统; 基于 Java 技术的 Web GIS 系统; 利用 Plug-in 实现 Web GIS 系统; 基于 Server API 建立 Web GIS 系统; 基于 Object Web 建立 Web GIS 系统。为了解决 CGI 瓶颈问题而满足多用户同时使用, 这里采用基于 java 的垂直平衡方式实现信息发布^[3]。垂直平衡是通过 MapX router 优化 Web 服务器来实现的。MapX router 是作为一种系统服务运行于服务器系统上的。当它启动时, 就会创建一个 MapX 对象的共享池 (称为预启动

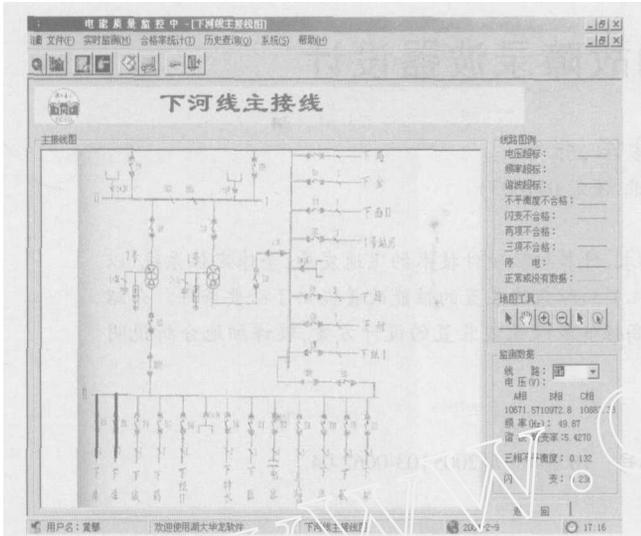


图5 某变电站 GIS监测图

Fig 5 Monitor diagram of GIS in one transformer substation

机制)。当一个 MapXTreme应用程序需要执行与地图操作相关的请求时,它向 MapXBroker 申请一个 MapX对象实例。当含地图的主页动态生成以后,再把 MapX对象实例释放到 MapXBroker 的 MapX对象共享池中去,以便其它用户申请。这种共享机制使一个有限的资源可以支持数百个用户并发请求。这种机制的另一个好处在于当应用程序申请 MapX对象时,该对象已经存在于共享池中并运行着(这是预启动机制的作用),因而比申请时再创建一个 MapX对象要快得多。图 6 为这种机制的示例。

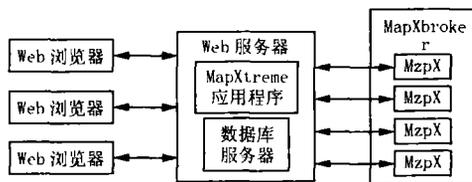


图6 MapXTreme的垂直平衡机制

Fig 6 Vertical balance mechanism of MapXTreme

4 结论

自从 20 世纪 60 年代加拿大第一个地理信息系统 (CGIS) 建立起来,随着计算机软硬件技术的发展,专业化人才的不断增加以及社会需求的加大, GIS 技术得到了迅速的发展, GIS 控件化技术也处于不断成熟和完善之中,并向着分布式系统发展。本

文详细介绍了“基于 GIS 的电能质量监测系统”的建立,说明了基于 GIS 开发电能质量监测的优势所在。“基于 GIS 的电能质量监测系统”是一个实用系统,在湖南省永州市电业局得到了有效利用,为提高该电网电能质量作出了贡献,有较大的实际意义。

参考文献:

- [1] 薛蕙,等. 利用小波包变换实现电力系统谐波分析 [J]. 电网技术, 2004, 28 (5): 41-45.
XUE Hui, et al Power System Harmonic Analysis Using Wavelet Packet Transform [J]. Power System Technology, 2004, 28 (5): 41-45.
- [2] 车权,等. 基于面向对象的电能质量管理体系电网构造 [J]. 继电器, 2004, 32 (8): 45-48
CHE Quan, et al Power Network Construction in Power Quality Management System Based on Object-oriented Technology [J]. Relay, 2004, 32 (8): 45-48.
- [3] 任伟红,等. 基于 Internet 的地理信息系统 (WebGIS) 在电力系统中的应用 [J]. 华北电力技术, 2001, (7): 27-29.
REN Wei-hong, et al Application of WebGIS in Power System [J]. North China Electric Power, 2001, (7): 27-29.
- [4] 徐祖勋. GIS 入门与提高 [M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2001.
XU Zu-jian Introduction and Improvement of GIS [M]. Chongqing: Chongqing University Press, 2001.
- [5] 刘光. 地理信息系统二次开发教程 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.
LIU Guang Advanced Development Tutorial of GIS [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2003.
- [6] 姚建刚, 章健, 银车来. 电力市场运营及其软件开发 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2002
YAO Jian-gang, ZHANG Jian, YIN Che-lai The Operation and Software Development of Power Market [M]. Beijing: China Electric Power Press, 2002.

收稿日期: 2004-05-17; 修回日期: 2004-08-12

作者简介:

黄攀 (1980 -), 男, 硕士, 从事电能质量、电力市场及其软件的研究; E-mail: mastep@163.com

姚建刚 (1952 -), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事电力市场、新型输电方式和配电系统自动化方向的教学与研究。

(下转第 65 页 continued on page 65)

障诊断和离线故障全过程再现,寻找故障原因,总结运行经验以及制定反事故措施提供有力的理论依据和直观的数据资料。

3 结束语

本方案充分利用嵌入式系统在硬件上结构简洁、高效,针对性强,软件上实时、多任务、占用硬件资源小等特点,采用分布式结构,现场开放式网络,系统设计合理、功能完善、使用方便,能够很好的适应现代电力系统发展的新需要。

参考文献:

- [1] 夏芳,刘沛. 变电站微机故障录波装置设计方案[J]. 继电器, 2000, 28(3): 40-43.
XIA Fang, LU Pei A Design of Fault Recorder Used in Substation[J]. Relay, 2000, 28(3): 40-43.
- [2] 杨廷方,刘沛. 基于工控机的集中式录波器设计[J]. 电力自动化设备, 2001, 21(6): 26-29.
YANG Ting-fang, LU Pei Design of an Integrated Fault Recorder Based on Industrial Controlling Computer[J].

- Electric Power Automation Equipment, 2001, 21(6): 26-29.
- [3] 王哲,焦彦军,等. 高性能故障录波器的方案设计[J]. 电力自动化设备, 2003, 23(3): 40-42.
WANG Zhe, JIAO Yan-jun, et al Design of High Performance Fault Recorder[J]. Electric Power Automation Equipment, 2003, 23(3): 40-42.
- [4] 金西,黄汪. 嵌入式Linux技术及其应用[J]. 计算机应用, 2000, 20(7): 4-6.
JIN Xi, HUANG Wang The Technology of Embedded Linux and Its Application [J]. Computer Applications, 2000, 20(7): 4-6

收稿日期: 2004-05-19; 修回日期: 2004-09-13

作者简介:

张延冬(1978-),男,硕士研究生,研究方向为电力系统微机保护;E-mail: continual_winter@sina.com

焦彦军(1963-),男,副教授,研究领域主要为微机保护及自动远动技术;

张举(1946-),男,教授,研究领域主要为微机保护及自动远动技术。

Design of fault recorder based on embedded system

ZHANG Yan-dong, JIAO Yan-jun, ZHANG Ju

(North China Electric Power University, Baoding 071003, China)

Abstract: With the development of power system, the requirement for fault recorder becomes much higher. The great evolution of computer software and hardware technology, such as GPS, Ethernet, digital signal processor (DSP), embedded computer and so on, has provided essential conditions for the improvement of fault recorder. A design of fault recorder based on embedded system PC/104 and embedded operation system is given in this paper. The structures and functions of its hardware and software are illustrated in detail.

Key words: fault recorder; embedded system; PC/104

(上接第 61 页 continued from page 61)

Application of MapX in power quality monitoring system

HUANG Pan¹, YAO Jian-gang¹, LU Li¹, ZHANG Zan²

(1. College of Electrical and Information Engineering, Hunan University, Changsha 410082, China;

2. Hunan HDWL Electric & Information Tech Co., Ltd, Changsha 410007, China)

Abstract: The problem of the power quality badly affect system stability and economic operation. To the increasingly sever power quality problem, a method of power quality monitoring system based on GIS is given. Using the visual technology of GIS and combining the geographical information of power network, the system gives the real-time distributing information of power quality. The method is developed based on active controls and equipped with vivid map information. Comparing with traditional power quality monitoring systems, the proposed system is more vivid, direct and efficient. An application example is also provided.

Key words: power quality monitoring; GIS; MapX