

地震信息 GIS 定位与波形显示系统的设计与实现

杨 起 赵德群

(北京工业大学信息学部 北京 100124)

摘 要: 为了进一步研究地震特性,用最科学的方法减小地震带来的灾害,设计并实现了基于 GIS 的地震定位与波形显示系统,该系统基于对 QGIS 的二次编译与开发作为 GIS 显示模块,搭载 MySQL 数据库储存地震数据及各类信息数据,将地震信息直观形象地展现给研究人员,方便对已发生的地震做进一步的分析与研究,为地震灾害的防御和预警工作提供基础。

关键词: 地震; GIS; 波形

中图分类号: TP311.1 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 520.604

Design and implementation of GIS positioning and waveform display system for seismic information

Yang Qi Zhao Dequn

(Department of Information Science, Beijing University of Technology, Beijing 100124, China)

Abstract: In order to further study the seismic characteristics and reduce the earthquake caused by the most scientific method, this paper designs and realizes the GIS-based seismic positioning and waveform display system, the system is based on the QGIS secondary compilation and development as a GIS display module, equipped with MySQL database storage of seismic data and various types of information data. The seismic information can be visualized directly to the researchers, which is convenient for further analysis and research on the earthquake that has occurred, and provides the basic research value for the earthquake disaster prevention and early warning work.

Keywords: earthquake; GIS; waveform

0 引 言

地震是地壳快速释放能量过程中造成震动期间产生地震波的一种自然现象^[1-2]。我国位于世界两大地震带环太平洋地震带与亚欧地震带的交会部分,受到太平洋板块,印度板块和菲律宾海板块的挤压,地震断裂带十分活跃。因此,中国的地震灾害十分频繁。同时,我国人口稠密,有些地方经济落后,房屋不坚固等因素的影响,地震带来的经济损失十分惨重。

地震不可避免,但是地震带来的灾害却能在现今科技的支持下降到最低,地震波 P 波携带大量地震信息, S 波携带地震能量,是造成破坏的主要来源^[3-4]。目前,日本、美国等一些发达国家对地震的应急与抗震工作开展了大量的研究并积累了很多理论成果^[5-7]。合理有效的分析地震数据并利用其数据特点进行地震预警能把地震给人民的财产和生命带来的危害降到最低。

基于以上原因,研究一套地震信息 GIS 定位与波形显

示的分析软件,为地震的科学分析和预警提供数据支持是本系统的设计初衷。

1 系统结构与方案设计

1.1 系统整体框架

本系统采用的软件开发环境为 Visual Studio 2010,使用 C++ 语言开发,使用 ADO 数据库接口。主机为 Windows 7 操作系统, CPU 主频为 1.6 GHz, 8 GB 内存。

地理信息系统^[8-10] (geographic information system, GIS) 是近些年来应用到地震研究领域的新技术之一,该系统需要计算机软硬件的支持,将各种地理信息按照空间分布及属性,按照一定的格式输入、存储、检索、显示、制图、综合分析和应用的技术系统。其为地理研究和地理决策服务而建立起来的计算机技术系统,其强大的空间分析功能正逐渐应用于地震各学科的研究中^[11]。

考虑到各个功能模块的联系与实现,系统整体框架设计如图 1 所示。

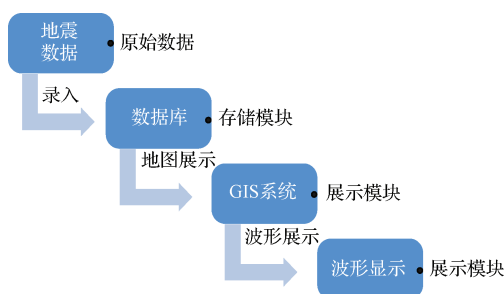


图1 系统整体架构

将实验的地震数据录入到数据库,便于后期提取与查找。通过综合检索选项,筛选出符合条件的研究对象数据,将震源与台站显示在GIS系统中,同时GIS系统应满足一定的分析功能,例如常用的放大缩小、平移、要素标注、矢量图层与栅格图层的添加与删除、界面自适应等基本功能项。通过震中同心圆的大小来标识震级的大小。在GIS中显示的台站能选中查看本台站记录的波形信息进行进一步的分析。

表1 数据索引表

Origin_Time	Latitude	Longitude	DEPTH	MAGNITUDE	Station_ Code	Station_ Latitude	Station_ Longitude	Sampling Freq(Hz)	dir	Peak_ value
2011-03-11 14:46:00	38.0	142.9	24	9	CB012	35.5727	140.3333	100	E-W	110.80
2011-03-11 14:46:00	38.0	142.9	24	9	IB006	36.3690	140.452 8	100	N-S	108.36

1.3 GIS系统的选择

开源GIS规范是由OGC(open geospatial consortium)制定的OpenGIS规范,是为了实现地理数据和地理操作的交互性和开放性而提出的软件开发规范,包括抽象规范与实现规范两类^[13]。

抽象规范包括18个不同的主题,这些主题组成了OpenGIS模型的3大组成部分:开放的地理数据模型(open geodata model, OGM),地理服务模型(open service model, OSM),以及信息群模型(information communities model, ICM)。OGC的实现规范是基于抽象规范或抽象规范在具体应用领域的扩展上,关于应用程序接口的软件规范。例如在OLE/COM、CORBA、SQL等平台上实现的简单要素服务、坐标转换服务、地理置标语言等。这些标准便于数据表达与不同数据格式的转换^[14]。

在众多的开源桌面GIS软件中,QGIS以其用户界面友好、广泛支持操作系统,方便用户进行二次开发等特点,受到众多开发者的青睐^[15]。因此,本系统采用QGIS作为GIS平台。

2 功能测试与界面展示

根据需求分析与设计,本系统由数据录入模块,GIS

1.2 数据库设计

数据库支持地震数据存储,利用数据库存储地震数据,可以充分利用数据库强大的数据管理功能,最大限度地发挥地震数据在测震研究中的应用,并以MySQL作为存储地震数据的数据库。

MySQL是最流行的开放源码SQL数据库管理系统被广泛应用在各种行业中,该系统占用系统资源少,并且具有超强的稳定性。系统调用存储在MySQL数据库里的连续波形数据,并向MySQL数据库提交地震定位结果。利用数据库进行数据波形的存储拥有强大的优势。首先,如果磁盘空间足够大,可以存储连续几个月甚至几年的连续波形数据。其次,利用数据库存储地震事件波形,可方便数据的管理和维护,便于地震信息的查询^[12]。

数据库的建立,分为用户登录信息表,数据索引表和波形数据表。

为提高系统的安全性,建立用户名和密码,保障专业人员的操作允许,防止地震信息泄露。数据索引表,建表样例如表1所示。波形数据表,存放波形数据。

系统模块和波形显示模块3个部分,现分别对3个模块进行功能测试。程序流程如图2所示。

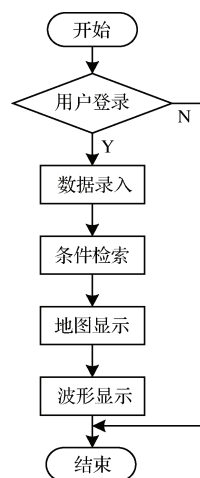


图2 程序流程

登录界面如图3所示,根据数据库中存储的用户名与密码,匹配成功才能登录软件进行操作。

日本是一个受地震灾害十分严重的国家,日本在地震方面的研究处于世界领先水平,已建成了高密度地震观测



图3 系统登录界面

网,由日本防灾科学技术研究所(NIED)全面统筹规划,其强大的观测网记录、积累了大量真实的地震数据,本文选取日本地震数据作为实验数据,数据库的建立也是根据日本地震数据格式进行规划,统一建立。数据录入界面如图4所示。

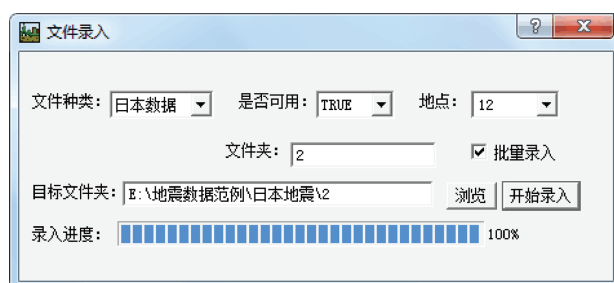


图4 数据录入界面

GIS系统模块作为系统的主界面,承载了显示分析主题功能项,如图5所示。通过WMS服务添加在线地图作为底图,然后根据条件检索选项,筛选出想要查看的地震数据,点击地图显示按钮,将震源和台站根据经纬度定位坐标,显示在地图中。同时,QGIS强大的分析处理能力能满足对各个图层的操作与管理,实现了地图的放大缩小,平移变换,距离、面积测量,要素识别,标注添加,震源平移等功能,还可根据需要,添加矢量图层,栅格图层等功能。

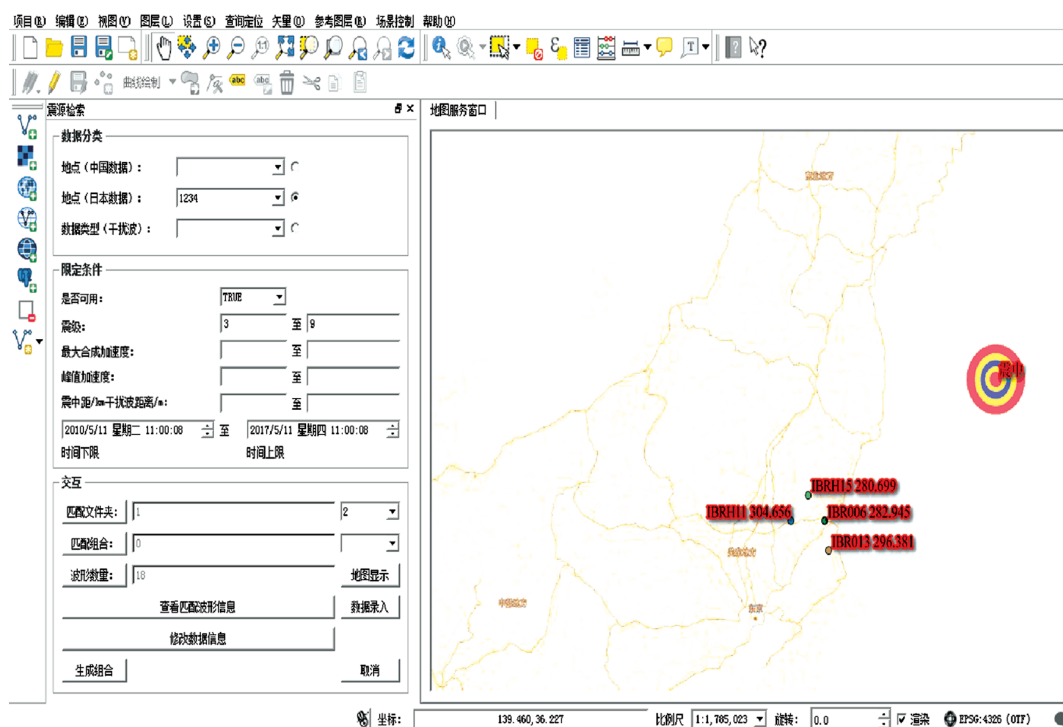


图5 GIS界面

在地图显示中的台站信息中,显示了台站ID与震中距,每个台站中记录了地震波形信息,用户可根据想要查看的台站进行选中,点击查看匹配波形信息按钮,进行波形的选择与显示,横坐标为时间(time/s),总坐标为重力加速度单位gal,如图6所示。可随意选择想要查看的各个台站的或者各个方向的波形信息,并能对波形进行放大缩小进行直观细致的查看。

3 结论

本文所设计的地震信息GIS定位与波形显示系统,采用QGIS的二次开发作为GIS窗口,搭载MySQL作为数据的存储媒介,可将地震信息精准地显示在GIS中,同时能将台站记录的波形信息进行显示,方便研究人员进行科学的分析与研究。经过各个功能项的测试,各个模块工作

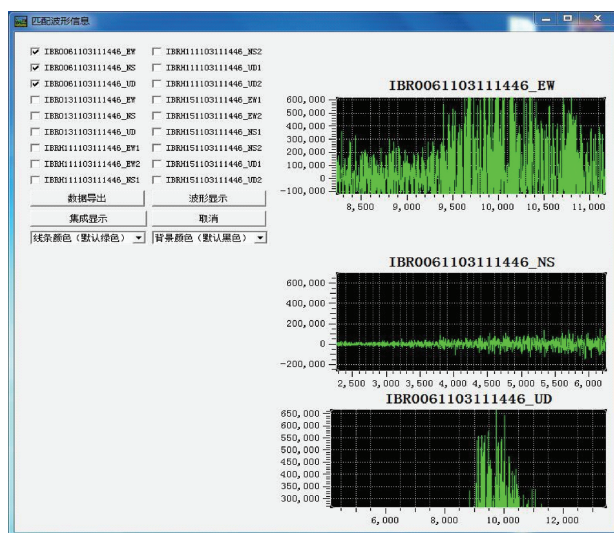


图6 波形显示界面

稳定,同时在设计之初也考虑了以后的扩展问题,为方便研究国内的地震数据,数据库与界面的设计都留有国内数据的接口,界面简单,容易操作,达到了预期的效果,能对地震方面的研究与测试做出技术支持与贡献。

参考文献

- [1] 马强.地震预警技术研究及应用[D].哈尔滨:中国地震局工程力学研究所,2008.
- [2] 周发江.地震危害及地震预警研究[J].改革与开放,2010(8):108.
- [3] 尹得余.P波震相自动拾与地震预警震级实时测定技术研究[D].哈尔滨:中国地震局工程力学研究所,2012.
- [4] LEE J, FRIEDERICH W, MEIER T. Real time monitoring of moment magnitude by waveform inversion[J]. Geophysical Research Letters, 2012, 39(2):189-202.
- [5] ZHANG J, ZHANG H, CEHN E, et al. Real-time earthquake monitoring using a search engine method[J]. Nature Communications, 2014, 5:5664-5664.

- [6] NAKAMURA Y, SAITA J, SATO T. On an earthquake early warning system (EEW) and its applications[J]. Soil Dynamics & Earthquake Engineering, 2011, 31(2):127-136.
- [7] BROWN H M, ALLEN R M, HELLWEG M, et al. Development of the ElarmS methodology for earthquake early warning: realtime application in California and offline testing in Japan[J]. Soil Dynamics & Earthquake Engineering, 2011, 31(2):188-200.
- [8] 孙曼晖,杨绍武,易晓东,等.基于GIS和SLAM的机器人大范围环境自主导航[J].仪器仪表学报,2017,38(3):586-592.
- [9] 胡月,黎海涛.基于WebGIS的雷电监测系统设计与实现[J].国外电子测量技术,2016,35(10):64-67,71.
- [10] 冯恩国,连凯旋,陈其锋,等.基于ArcGIS的山东地震台站空间分布特征研究[J].中国地震,2015,31(3):595-601.
- [11] 刘春,杨璇,卢群,等.基于MapWinGIS的交通规划软件设计与实现[J].交通信息与安全,2011,29(3):102-109.
- [12] 夏仕安,张佑龙,隆爱军,等. MSDP在测震台网的应用[J].四川地震,2016,14(3):13-16.
- [13] 尹继尧,朱元清.上海数字地震台网监测能力评估[J].地震研究,2011,34(4):476-481,565.
- [14] 任敏.地震数据交互处理系统的研究与实现[D].成都:电子科技大学,2013.
- [15] 黄翌,苏继良,武宜广,等.基于交互式3维平台的3维GIS数据可视化方法[J].测绘与空间地理信息,2011,34(6):1-3,6.

作者简介

杨起,硕士研究生,主要研究方向为地理信息系统、地震预警。

E-mail:2441964196@qq.com

赵德群,博士,副教授,主要研究方向为数字图像处理、神经网络等。