

# 基于 ArcEngine 的我国海岸带地质灾害 信息管理系统的设计与研究

张 震<sup>1</sup>, 马安青<sup>1</sup>, 李福建<sup>1</sup>, 刘乐军<sup>2</sup>

(1. 中国海洋大学环境科学与工程学院, 山东 青岛 266100;

2. 国家海洋局第一海洋研究所, 山东 青岛 266061)

**摘要:**以 VB 6.0 为开发平台, 利用 ArcEngine 9.3 组件库进行 GIS 的二次开发, 通过分析海岸带地质灾害信息管理的实际求, 建立了我国海岸带地质灾害信息管理系统。该系统具有空间数据和属性数据的查询与管理、空间统计分析、专题图制作及灾害危险性评价、数据转换与输出等功能, 为海岸带地质灾害预测、预报和防治提供综合性服务。

**关 键 词:**海岸带地质灾害; ArcEngine; GIS; 组件技术; 数据库

**中图分类号:**P 208.2; P 694 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-0323(2011)04-0533-05

## 1 引 言

海岸带是特定空间陆域和海域的集合体, 对于人类社会和经济发展至关重要, 全球经济财富大部分产生于海岸带区域<sup>[1]</sup>。我国海岸带所发生的地质灾害类型主要有地震、火山、地裂缝、活动断裂、滑坡、崩塌、泥石流、港湾淤积、海水入侵、土地盐渍化等近 40 余种, 具有类型多样、成因复杂、分布广泛和人类活动影响大等特点, 导致地质灾害频发。同时, 海岸带还具有城市集中、经济发达和人口众多的特点, 一旦发生地质灾害, 就会对经济社会造成重大破坏<sup>[2]</sup>。因此, 为保障我国海岸带经济的可持续发展, 非常有必要对我国海岸带地质灾害基础信息进行系统管理, 查明我国海岸带的地质灾害类型及其分布规律和形成规律, 从而为灾害防治和减灾提供可靠的科学依据。地理信息系统(GIS)作为一种计算机技术, 其强大的空间信息管理和分析功能为地质灾害信息的规范化管理提供了有力的工具, 利用 GIS 进行海岸带地质灾害数据信息的管理, 并探索出一条基于 GIS 海岸带地质灾害信息管理系统的道路具有十分重要的意义<sup>[3-5]</sup>。

GIS 开发的常用模式有 3 种: 独立开发、单纯二次开发、集成二次开发<sup>[6-7]</sup>。通过对这 3 种二次开发的模式的比较可以看出, 独立开发难度较大, 周期较长, 单纯二次开发又要受到 GIS 工具软件提供的编程语言和环境的限制。而利用集成二次开发的系统可以脱离 GIS 工具软件的运行环境, 定制出符合自己风格和习惯的系统界面。ArcEngine 是 ESRI 公司推出的一个包含完整类库的嵌入式 GIS 软件, 它支持多语言和多系统, 开发者通过 ArcEngine 除了可以定制完整的 GIS 软件以外, 还可以使 GIS 功能嵌入到其他已经存在的软件中去。基于 ArcEngine 开发出的 GIS 应用系统最大的特点就是能够完全脱离 ArcGIS 软件系统而独立运行<sup>[8-9]</sup>。因此, 正是基于上述认识笔者利用 GIS 软件和基于 ArcEngine 组件式二次开发技术, 采用 VB 作为开发语言开发了一套海岸带地质灾害信息管理系统, 充分利用 GIS 的可视化和强大的数据管理能力, 建立了能够对海岸带地质灾害数据信息进行存储、查询、统计、分析以及专题地图编制等功能的综合信息系统, 提高了管理效率和水平。

收稿日期: 2011-03-02; 修订日期: 2011-04-08

基金项目: 国家海洋局 908 专项“其他海岸带地质灾害踏勘与调访”(908-01-ZH2); 我国海岸带主要地质灾害预警预报系统前期研究(200705021); 辽河口口区大型湿地生态修复关键技术与示范研究项目(2008ZX07208-009); 国家水体污染控制与治理科技重大专项(2008ZX07526-001-02)资助。

作者简介: 张 震(1988—), 男, 安徽太和人, 硕士研究生, 主要从事 GIS 与 RS 在环境科学中的应用研究。E-mail: zhangzhenah1988@sina.com。

通讯作者: 马安青(1970—), 男, 安徽太和人, 博士, 主要从事地理信息系统与遥感研究。E-mail: maanqing538@yahoo.com.cn。

2 系统需求分析

2.1 功能需求分析

根据对实际状况的调查了解,海岸带地质灾害信息管理系统需要实现的主要功能有:① 界面友好,便于用户使用,操作符合相关部门的日常工作流程;② 系统应具有安全保密性,系统提供权限管理,使不同的用户具有不同的权限,保证数据的安全性与唯一性;③ 系统输出形式多样,可以方便地输出各种需要的表格、图形等;④ 系统应能够实现空间分析、专题信息绘制等功能,准确地提供全面、高层次、高质量的信息和管理服务。

2.2 数据分析

系统数据主要包括空间数据和属性数据。空间数据主要由各种图形数据数字化和其他数据格式的转化得到。空间数据分为基础地理信息层与地质灾害信息层两部分,基础地理信息层主要用作底图背景,反映地质灾害所处的环境与位置,具体包括省界区域、居民地、铁路、公路、水系、岛屿等要素。地质

灾害信息层包括滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷、水土流失、海水入侵、海岸侵蚀等 20 种灾害数据。

属性数据分为地质灾害调访数据、滑坡调查数据、崩塌调查数据、泥石流调查数据、地裂缝调查数据、地面沉降调查数据、水土流失调查数据、海岸侵蚀调查数据、海水入侵调查数据、港湾淤积调查数据、土地沙漠化调查数据等 11 种类型。地质灾害调访数据表是从专题图、文献及报告中所获得的数据信息,同时也含有野外实地调查的灾害属性信息。但对于野外实地调查数据,它只是存储了基本信息,其他详细信息则分别存储在各自的调查数据表中。因此,各具体地质灾害调查数据的表结构是根据灾害的自身特点,在地质灾害调访数据表的基础上设计出来的。

3 系统设计

3.1 系统总体功能设计

根据系统功能需求目标,将整个系统分为用户管理、基本功能、综合分析和输出帮助 4 个模块,其功能框图如图 1 所示。

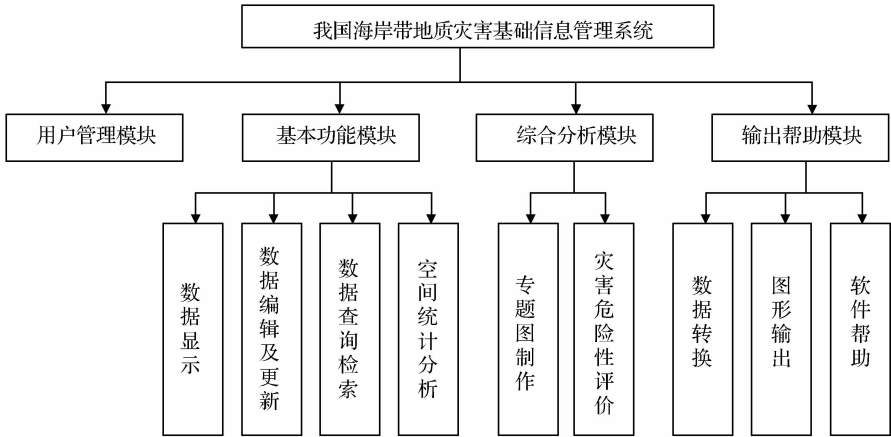


图 1 系统总体功能框图

Fig. 1 The whole system function diagram

3.2 系统各功能模块分析

3.2.1 用户管理模块

用户管理对整个系统的正常运行至关重要,系统需要登录验证,并将用户分为管理员和普通用户。通过用户名、口令进行身份验证后,根据权限,普通用户能够完成数据查询与信息输出等工作;管理员完成系统数据更新、维护、模型更改等更高级工作。

3.2.2 基本功能模块

该模块包括数据显示、数据编辑及更新、数据查询检索、空间统计分析等子模块:① 数据显示功能,主要包括缩放、漫游、鹰眼巡视、全图显示、地图刷

新、图层控制、图例设置等操作,可便捷地显示灾害数据相关信息;② 数据编辑及更新功能,其途径主要有:直接记录添加、删除式更新,调查数据文本格式导入式更新以及调查数据表格导入式更新;③ 查询检索功能,用户可通过利用多边形等方式或者图层间的关系进行空间查询;通过简单易懂的 SQL 语句进行属性查询,从而获得相关信息;④ 空间分析功能,可以对属性数据进行统计分析,也可以对灾害进行缓冲区分析等。

3.2.3 综合分析模块

该模块包括专题图制作功能和灾害危险性评价

功能等子模块。① 专题图制作功能,能够便捷地展现海岸带地质灾害的地域分异特征,从而把握它们的空间变异规律,为灾害防治和减灾提供科学的决策依据;② 灾害危险性评价功能,主要是对需要进行评价的灾害种类进行密度分析后,用层次分析法获得各灾害的权重值,然后采用加权综合分析法对地质灾害的危险性进行定量评价,最后得到海岸带地质灾害危险性评价分区图。

3.2.4 输出帮助模块

该模块包括数据格式转换、地图输出和软件帮助等子模块。数据格式转换提供了将 Shape 格式数据(shp)转换为 bmp、jpg 等栅格数据功能。地图输

出提供了将统计图、专题地图等图件打印成图的功能。软件帮助模块提供了软件的使用说明、功能介绍等,帮助用户更好地了解软件的各种信息,为用户使用提供方便。

4 系统构建过程

4.1 系统构建技术流程

本文首先对海岸带地质灾害数据进行处理分析,然后建立起空间数据库与属性数据库,二者通过统一的 ID 编码进行连接。在此基础上,进行系统界面及功能模块设计,最后建立海岸带地质灾害信息管理系统。其技术流程如图 2 所示。

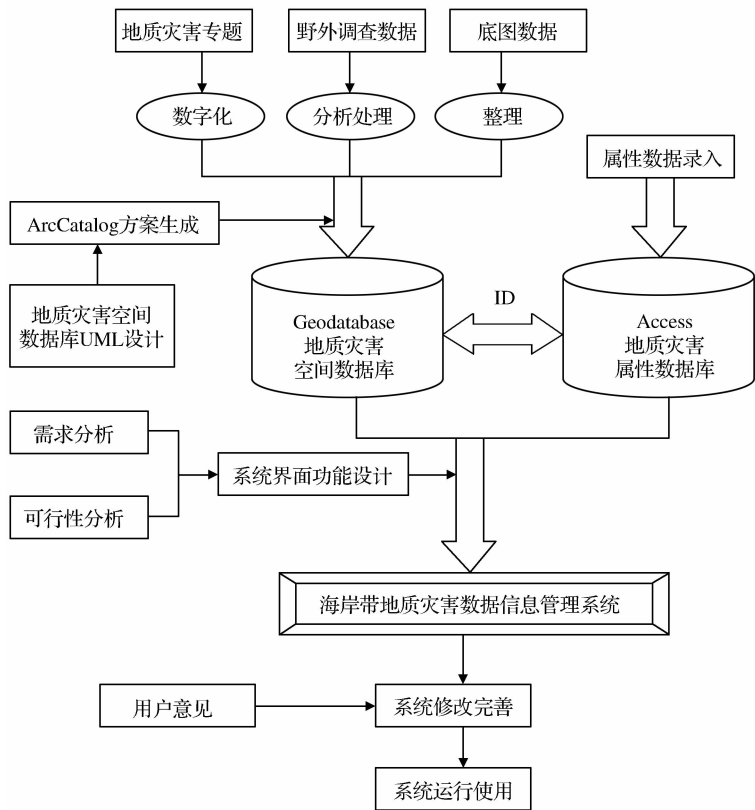


图 2 系统构建技术流程图

Fig. 2 System construction technology flowchart

4.2 数据流程

4.2.1 空间数据的组织管理

海岸带地质灾害空间数据库分为两个要素数据集即基础地理信息数据集和地质灾害信息数据集,每个要素数据集内都包含多个要素类,并确定各要素类的几何表示类型(点、线、面、栅格)。每个要素都有一组基本属性,基础地理信息数据集要素有标识码、形状、名称、数据编码、数据类型等,地质灾害信息数据集要素有标识码、形状、数据编码,其余属

性字段及数据信息存储在外部属性数据库中。这些属性字段通过 Geodatabase 数据模型中的域值和子类型来实现。

对象模型设计完之后,还需要定义拓扑规则、定义空间参考系等,以达到组织优化 Geodatabase 结构的目的。这样就完成了地质灾害空间数据库 UML 模型,然后通过 Visio 的导出工具“ESRI XMI Export”将模型导出到 XMI 文件,最后利用 ArcCatalog 中的方案(Schema)生成向导生成空间数据

库方案并得到 Geodatabase。

#### 4.2.2 属性数据的组织管理

地质灾害调访数据表结构有标识码、灾害类型编码、数据编码、灾害名称、灾害形式、发生地区、灾害类型、资料来源、图例代码、灾害发生时间、有无现场资料、备注等 12 项,其他各具体地质灾害调查数据表都包含这 12 项并且还有根据其自身特点设计的其他项。需要注意各表中的数据编码项与空间数据的数据编码保持一致,具有唯一性。

由于本系统所涉及到的数据量巨大,完全通过手工输入的方法添加属性数据,其工作量大,且容易出错。因此本系统首先使用 Excel 表格,按照所设计好的属性表结构进行数据的输入、编辑、管理工作,最后在 Access 中通过将各个 Excel 表格的导入实现属性数据库的建立。

#### 4.2.3 空间数据库与属性数据库的连接

空间数据库与属性数据库的连接就是将某个空间实体与属性数据库的某个记录相连接。解决 Access 数据库与属性数据库的链接,不但有助于解决大量属性数据的存储问题,而且有利于提高属性数据查询的速度。本系统空间数据与属性数据的连接是通过赋予它们各自属性表中共同的数据编码来实现的。ArcEngine 的控件提供了一系列的接口,可以方便实现空间数据属性表与外部数据库表的连接。

### 4.3 系统的实现

本系统使用 ArcGIS 9.3 为地理信息支撑平台,系统的空间数据存储在 Geodatabase 中,相应属性数据则存储到 Microsoft Access 2003 数据库中,二者通过共用字段连接。以通用的语言 Visual Basic 6.0 和 ArcEngine 组件式二次开发技术在 WINXP 操作系统上进行设计和开发<sup>[10-12]</sup>。既可以充分利用 GIS 工具软件对空间数据强大的管理和分析功能,又可以利用可视化开发语言的高效、方便编程的优点,提高了开发效率。

## 5 结 语

本研究采用 VB 作为开发语言,利用 ArcEngine 组件库开发我国海岸带地质灾害基础信息管理系统。系统既具有地理信息系统基本查询、显示、编辑功能,又具有海岸带地质灾害信息显示、管理、计算、更新、专题图制作以及地质灾害危险性评价等功能。实现对海岸带地质灾害信息进行科学管理,提高地质灾害研究的现代化水平和实际操作效率,它可以在社会发展、资源规划和灾害防治中起

到重要作用。但由于本系统所涉及到的数据量巨大、内容复杂以及对相关数据认知有限等原因,系统在代码、功能、评价模型和评价方法上仍需进一步改进和完善。

#### 参考文献(References):

- [1] Turner R K, Adger W N, Dok tor P. Assessing the Economic Costs of Sea Level Rise[J]. Environment and Planning, 1995, 27(11):1777-1796.
- [2] Du Jun, Li Peiying, Wei Wei, *et al.* Stability Zoning of Hazard Geology in Coastal Zone of China[J]. Journal of Natural Disasters, 2008, 17(4):1-6. [杜军, 李培英, 魏巍, 等. 中国海岸带灾害地质稳定性区划[J]. 自然灾害学报, 2008, 17(4):1-6.]
- [3] Chen Shupeng, Lu Xuejun, Zhou Chenghu. Introduction to Geographic Information Systems [M]. Beijing: Science Press, 2000. [陈述彭, 鲁学军, 周成虎. 地理信息系统导论[M]. 北京: 科学出版社, 2000.]
- [4] Van Westen V J, Soeters R, Sijmons K. Digital Geomorphological Landslide Hazard Mapping of the ALpago Area, Italy [J]. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2000, 2(1):51-60.
- [5] Carrara A M, Cardinali R D. GIS Techniques and Statistical Models in Evaluation Landslide Hazard [J]. Earth Surface Process and Land Forms, 2001, 16(5):427-445.
- [6] Feng Rui, Ji Ruipeng, Wu Jinwen, *et al.* System of Drought Monitoring and Forecasting based on ArcGIS Engine[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2010, 26(20):366-372. [冯锐, 纪瑞鹏, 武晋雯, 等. 基于 ArcGIS Engine 的干旱监测预测系统[J]. 中国农学通报, 2010, 26(20):366-372.]
- [7] Ma Anqing, Shan Hongxian, Jia Yonggang, *et al.* An Inquiring System of Engineering Geological Information of Expressway in Shandong Province Constructed by Using Visual Basic 6.0 [J]. Remote Sensing Technology and Application, 2005, 20(6):620-624. [马安青, 单红仙, 贾永刚, 等. 基于 VB 的山东省高速公路工程地质信息查询系统的建立[J]. 遥感技术与应用, 2005, 20(6):620-624.]
- [8] Han Peng, Wang Quan, Wang Peng, *et al.* The Geographic Information System Development-ArcEngine Method [M]. Wuhan: Wuhan University Press, 2005. [韩鹏, 王泉, 王鹏, 等. 地理信息系统开发: ArcEngine 方法[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2005.]
- [9] Feng Kezhong, Jiang Zunfeng, Xu Yang, *et al.* ArcObjects Development Guidelines (VB Article) [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2007. [冯克忠, 姜遵锋, 徐杨, 等. ArcObjects 开发指南(VB 篇). 北京: 电子工业出版社, 2007.]
- [10] Yi Jincong, Zhang Xiuping, Ning Zhengyuan. Design and Implementation of Forest Field Management Information System based on GIS [J]. Remote Sensing Technology and Application, 2003, 18(5):297-300. [易金聪, 张秀萍, 宁正元. 基于 GIS 的林地管理信息系统的设计与实现[J]. 遥感技术与应用, 2003, 18(5):297-300.]

[11] Xu Chundi, Guo Junli, Gou Kening. Research of Geologic Hazard Information System in Shaanxi based on GIS[J]. West-China Exploration Engineering, 2006, (3): 281-284. [徐春迪, 郭俊理, 苟克宁. 基于 GIS 陕西省地质灾害信息管理系统研究[J]. 西部探矿工程, 2006, (3): 281-284. ]

[12] Zhu Chuanhua, Hu Guangdao. Geodatabase-based Spatial Database Design of Landslide Hazards[J]. Journal of Catastrophology, 2010, 25(2): 54-57. [朱传华, 胡光道. 基于 Geodatabase 的滑坡灾害空间数据库设计[J]. 灾害学, 2010, 25(2): 54-57. ]

# The Design and Research of the Information Management System of Geological Hazards in China Coastal Zone based on ArcEngine

ZHANG Zhen<sup>1</sup>, MA An-qing<sup>1</sup>, LI Fu-jian<sup>1</sup>, LIU Le-jun<sup>2</sup>  
(1. College of Environmental Science and Engineering, Ocean University of China, Qingdao 266100, China;  
2. The First Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Qingdao 266061, China)

**Abstract:** The study was based on the development platform of Visual Basic 6. 0. The secondary development of GIS was progressed by ArcEngine 9. 3 component library of ESRI, analyzing the actual demand of geological hazards information management in China coastal zone. The information management system of geological hazards in China coastal zone was established. The system had the functions including the query and management of spatial data and attribute data, space statistical analysis, thematic maps drawing and hazard assessment, data conversion and output, etc. It provided the integrated services for geologic hazard prediction, forecast and prevention.

**Key words:** Geologic hazards; ArcEngine; GIS; Component technology; Database

## 编辑部版权声明

本刊已许可中国学术期刊(光盘版)电子杂志社在中国知网及其系列数据库产品中以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。该社著作权使用费与本刊稿酬一并支付。作者向本刊提交文章发表的行为即视为同意我社上述声明。