

农业地质与生态地球化学 调查评价信息系统的设计与实现*

陈红顺^{1,3}, 夏斌^{2,3}, 张俊岭³

(1.北京师范大学珠海分校 信息技术学院, 广东 珠海 519087;

2.中山大学 海洋学院, 广东 广州 510275;

3.中国科学院广州地球化学研究所, 广东 广州 510640)

摘要: 分析了珠江三角洲农业地质与生态地球化学调查评价信息系统的建设目标, 遵循软件工程理论和面向对象方法, 设计了该系统的体系结构和功能, 并基于 MAPGIS 7.0 和 Microsoft .NET 平台实现了该系统, 最后研究了系统建设中的数据组织与存储、GIS 数据加载与显示以及评价模型的实现三个关键问题。为其他类似 GIS 系统的建设提供参考或借鉴。

关键词: 地理信息系统; 生态地球化学; 系统设计; 珠江三角洲

中图分类号: TP319

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)16-0098-03

Design and development of agro-geological and eco-geochemical survey and evaluation information system

Chen Hongshun^{1,3}, Xia Bin^{2,3}, Zhang Junling³

(1. Information Technology College, Beijing Normal University Zhuhai Campus, Zhuhai 519087, China;

2. School of Marine Sciences, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China;

3. Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640, China)

Abstract: Based on an analysis of objectives of developing Pearl River Delta agro-geological and eco-geochemical survey and evaluation information system (PAESEIS) and following the theories of software engineering and object-oriented methods, this paper generally designs its structure and functions, then develops the system based on MAPGIS 7.0 and Microsoft .NET, and finally focuses on several key problems such as organization and storage of data, loading and display of GIS data as well as implementation of evaluating models. PAESEIS is aimed to give a reference for other similar GIS application systems.

Key words: GIS; eco-geochemistry; system design; Pearl River Delta

珠江三角洲地区是我国经济最发达的地区之一, 近年来随着经济的快速发展和城镇化的快速推进, 环境污染和生态环境恶化问题日益突出。为此, 珠江三角洲地区开展了系统的农业地质与生态地球化学调查, 积累了大量的调查数据。如何利用这些数据进行生态环境评价和研究, 是当前面临的主要问题之一^[1,2]。

为满足珠江三角洲农业地质与生态地球化学调查、评价的需要, 本文综合利用 GIS 技术及各种数学方法开展生态地球化学评价研究, 在此基础上设计并实现了珠

江三角洲农业地质与生态地球化学调查评价信息系统 (PAESEIS), 该系统是一个集数据存储、分析评价、预警预测、信息发布于一体的综合信息平台, 可以为区域生态环境建设和社会可持续发展等提供基础资料和科学依据。

1 建设目标

根据珠江三角洲地区农业地质与生态地球化学调查、评价和研究的实际需求, 系统需要实现珠江三角洲地区农业地质与生态地球化学数据的数字化和动态管

* 基金项目: 国土资源部中国地质调查局项目 (1212010511216)

应用奇葩

Example of Application

理监控,科学评价珠江三角洲地区生态地球化学环境状况,预测珠江三角洲地区生态地球化学环境的发展演化趋势,预测预警重大生态地球化学灾害,实现生态地球化学数据的社会化服务。具体目标如下:

(1)建立完善的数据管理系统,对农业地质与生态地球化学各类数据进行有效的存储和管理;

(2)建立合理的生态地球化学评价体系,实现区域生态环境的科学评价;

(3)建立生态地球化学预警系统,实现对可预见时间范围内生态地球化学的预警、预测;

(4)建立信息发布模块,实现生态地球化学数据的社会化服务。

2 系统设计

2.1 软件体系结构

根据系统的设计目标,结合系统开发实际,系统以MAPGIS 7.0和Microsoft .NET为基础开发平台,采用多层体系结构,以便使系统具有良好的可扩展性、可维护性。如图1所示,整个系统共分为四层:数据服务层、基础组件层、功能服务层和用户层。

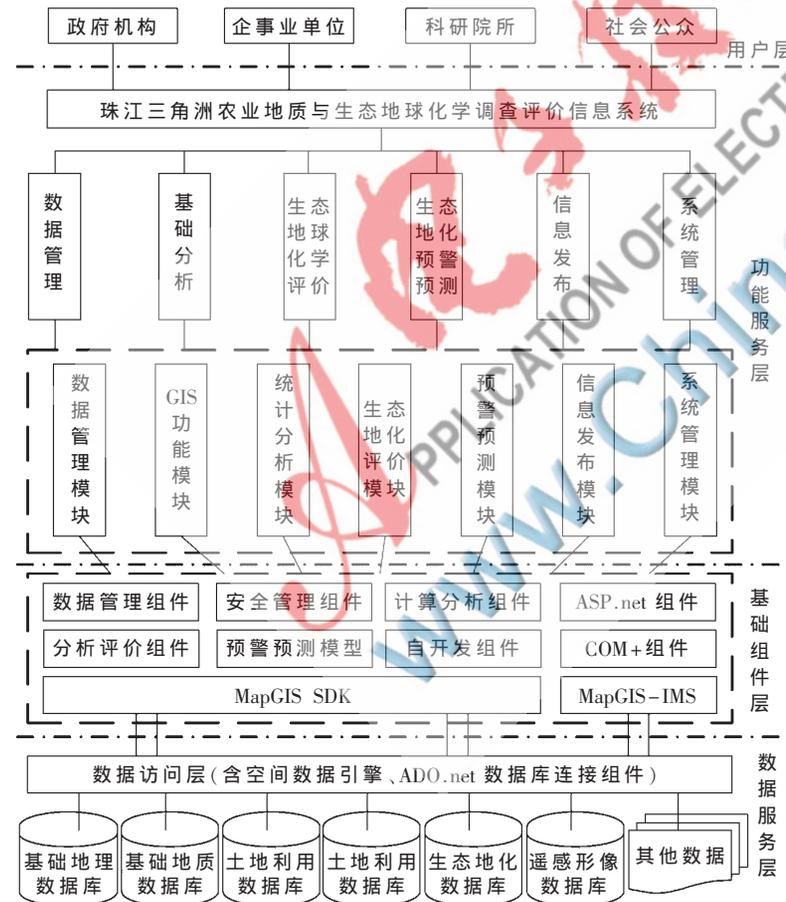


图1 PAESEIS软件体系结构

数据服务层由空间数据库引擎和大型商用数据库构成,存储、管理和维护各类数据,建立并维护空间、非空间索引,为系统提供数据管理和访问服务。数据库存

储和管理以下类型的数据:矢量数据、栅格数据、二维表格数据、元数据以及文档数据等。

基础组件层由系统的公共应用组件构成,为系统运行提供支撑服务。基础组件包括由基础开发平台MAPGIS 7.0和Microsoft .NET本身提供的组件和基于基础开发平台二次开发出来的组件,后者主要有数据管理组件、安全管理组件、计算分析组件、分析评价组件、预警预测组件等。

功能服务层由基础组件构建的各大功能模块组成,主要包括数据管理、基础分析、生态地球化学评价、生态地球化学预警预测、信息发布和系统管理六大功能模块。

用户层直接面向用户,是系统使用者与应用软件之间的人机接口,系统的用户群主要包括相关政府部门、企事业单位、科研单位、社会公众。

2.2 系统功能设计

为满足珠江三角洲农业地质与生态地球化学调查、评价的实际需要,PAESEIS系统共包括数据管理、基础分析、生态地球化学评价、生态地球化学预警预测、信息发布和系统管理六大功能模块^[3-5],如图1所示。

(1)数据管理:是整个系统的数据管理平台,实现对数据库的日常管理维护、数据的录入编辑和导入导出等操作以及元数据的管理维护,其主要管理对象是生态地球化学调查数据、测试分析数据、成果数据和质量监控数据等。

(2)基础分析:系统的核心子功能之一,是生态地球化学评价和生态地球化学预警预测的基础,主要包括数据编辑、查询检索、空间统计与分析、专题制图、数据交换、数据预处理、多元统计分析、异常提取与分析等。

(3)生态地球化学评价:是系统的核心功能之一,主要实现评价目标明确、方法模型成熟的生态地球化学评价,主要包括:珠江水系生态地球化学评价、农田生态地球化学评价、城市生态地球化学评价、浅海生态地球化学评价和典型地区持久性有机污染物(POPs)探测与风险性评估。

(4)生态地球化学预警预测:主要实现珠江三角生态地球化学的预警、预测功能。主要功能包括:根据已有数据实现土壤中金属污染在5~10年的土壤元素含量变化预测;实现非点源污染的预警评价;实现农产品安全预警。

(5)信息发布:利用政务内网或Internet网络实现部分成果的网上发布,系统通过用户授权方式实现不同用户服务的差异性,普通用户可浏览系统提供的公开性资料,授权用户根据

权限的不同可以浏览综合成果、信息处理服务和数据下载服务。

(6)系统管理:主要是功能和数据的安全,主要功能

包括日志管理、用户管理、角色管理和权限管理等。

3 系统开发与实现

系统采用 C/S 与 B/S 混合模式的体系结构。信息发布模块采用 B/S 模式,方便各类用户在线查询和下载;其他功能模块采用 C/S 模式系统,在高速局域网环境下表现为桌面应用程序。系统采用大型的关系型数据库 Oracle 集中管理空间数据和非空间数据,采用大型组件式地理信息系统软件开发平台 MAPGIS 7.0 和 Microsoft.NET 开发平台 C# 语言进行开发。

4 关键问题研究

4.1 数据组织与存储

系统数据来源广泛、类型众多,如何有效组织和管理大量的异构、多源、多比例尺、多时段的数据成为系统的关键问题之一。

为此,系统选用 Oracle 作为数据库管理系统,MAPGIS 7.0 作为空间数据引擎,统一管理空间与非空间数据。这种存储管理方式有利于属性数据在空间地图显示上的实时动态更新,同时提供了空间数据多用户并发访问和共享机制,此外还大大拓展了空间数据的容量,使海量空间数据可以存放到关系数据库中。空间数据则采用“纵向分层”的管理模式,便于空间数据的管理与分析;同时,在横向(平面)上对空间数据采用无缝拼接地图库(“分幅”)的模式进行管理,即可以按图幅、行政区划划分及任意多边形为单位来管理数据。

4.2 GIS 数据加载与显示

由于数据种类繁多、图形数据多样,多种图形数据在集成显示时,对于不同的显示顺序、比例尺等,会产生局部或全部遮盖等问题。为便于用户理解、突出专题、体现层次,必须对每类数据的显示顺序、比例尺等进行控制,邓吉秋等在研究长株潭区域生态地球化学评价系统时,提出了图层显示的原则和比例尺控制的原则^[6],具体如下:点、线、面三类数据的显示原则有:(1)整体上从上层至底层依次为点、线、面、栅格;(2)同类数据中的不同种数据根据重要性或自然跨越性确定顺序(如公路处于河流的上层);(3)同种数据的不同级别(或比例尺)数据根据重要性或自然跨越性确定顺序(如县级行政区处于市州行政区的上层);(4)特殊数据的顺序特殊处理,如坐标网格可以处于最顶层。比例尺的控制原则有:(1)小数据量数据比大数据量数据具有更广的比例尺范围;(2)同种数据大级别数据比小级别数据具有更广的比例尺范围。

4.3 评价模型实现

由于专业评价应用种类繁多、评价方法多样,如何实现和管理评价模型成为系统的关键问题之一。

评价模型的核心是数学计算公式,在系统中表现为具体的算法,按照一定规则的算法组合就可以实现特定的评价模型。本系统的评价模型采用如下 4 种不同的方

法建立:

(1)直接实现计算过程:对于简单的评价模型(如土壤环境质量评价的单项污染指数法),在实现时只需调用 GIS 组件的功能访问图形与属性数据,利用有关计算公式对数据进行计算就可以得到评价结果。

(2)导入第三方组件:主要针对评价过程复杂的数学模型,如涉及到矩阵或者微积分运算的数学模型,用 C# 实现起来很复杂,则考虑采用第三组件组建实现。具体实现方法如下:将已经实现该模型的第三方组件编译成动态链接库(DLL)文件,然后通过 C# 加载到其开发平台下进行调用,从而实现其评价功能。

(3)用户基于接口开发:对于部分用户需要但系统没有实现的部分评价模型,用户可以自主开发。系统对用户开放相关的开发接口,用户只需要实现相关接口,并将其编译成动态链接库(DLL)文件,系统加载后就可以实现相关评价功能。

(4)用户自定义组合算法流程实现:系统提供一些辅助性的工具,供用户根据需要进行组合应用。这些工具既包括 GIS 所特有的数据分析、空间分析、专题制图等,也包括评价过程中常用的统计分析方法和数学计算公式。

目前,该系统已经成功运行,并在珠江三角洲农业地质与生态地球化学的调查评价工作中发挥了重要作用。它不仅可以为珠江三角洲农业地质与生态地球化学数据的高效存储和科学管理提供先进、实用的综合数据管理平台,还可以为相关专家和领导提供农业地质方面的数据处理、统计分析、综合评价、预测预警和辅助决策的功能强大、稳定易用的信息系统支撑平台。该系统的应用大大提升了农业地质与生态地球化学调查的数据处理效率和成果应用水平。

参考文献

- [1] 于磊,张柏,张树清.基于 GIS 的三江平原生态环境地球化学质量评价研究[J].土壤通报,2004,35(5):529-532.
- [2] 梁宇君,唐斌,蔡子华,等.GIS 支持下生态环境地球化学质量评价方法探索[J].贵州工业大学学报(自然科学版),2006,35(6):28-31.
- [3] 谭汉松,陈红玲,田党清,等.基于 GIS 的长株潭生态评价系统设计与实现[J].计算机技术与发展,2007,17(1):145-147.
- [4] 郭虎.成都市生态地球化学信息系统的开发与应用[D].成都:成都理工大学,2004.
- [5] 李建宁.长春市生态地球化学信息系统的设计与建立[D].长春:吉林大学,2007.
- [6] 邓吉秋,吴堃虹,刘合桃.长株潭区域生态地球化学评价系统设计与开发[J].计算机工程,2007,33(22):269-271.

(收稿日期:2011-03-21)

作者简介:

陈红顺,男,1982年生,博士,讲师,主要研究方向:GIS 开发与应用研究。