

农业生态地球化学评价系统设计与实现

聂兰仕^{1,2,3}, 王学求^{2,3}, 杨忠芳¹, 陈岳龙¹

(1. 中国地质大学 地球科学与资源学院, 北京 100083; 2. 中国地质科学院 地球物理地球化学勘查研究所, 河北 廊坊 065000; 3. 中国地质科学院 应用地球化学开放实验室, 河北 廊坊 065000)

摘要:随着农业生态地球化学调查与评价工作的全面展开,海量数据随之产生,但目前尚没有得到广泛应用或认可的评价系统。笔者在对农业生态地球化学评价系统详细设计的基础上,选用国产流行的 GIS 软件(MapGIS6.7)为工作平台,完成了评价系统软件的二次开发,进行了土壤生态地球化学评价,介绍了评价所需要的软、硬件配置条件和选择方法,探讨了在评价过程中,实现图形输入、筛选因子、确定权重、计算评价属性值、形成评价图和进行空间属性分析等的基本技术要点和工作流程,该系统主要包括:数据库(实测数据、图形数据),评价系统,属性统计和查询系统。

关键词:地理信息系统;重金属污染;生态效应法;MapGIS

中图分类号: P632 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8918(2011)02-0254-04

自 1972 年加拿大建立第一个地理信息系统 (CGIS) 以来^[1], 其应用领域已涉及到地球及与地球空间位置相关的方方面面。诸如, 地理空间数据的探测与综合、地理信息的识别机理、地理显现表达的语义等^[2]。GIS 在环境评价和预测方面也已经有许多成功案例^[3-5]。美国等发达国家多年研究证实, 农业非点源污染是导致水质污染最主要的原因之一。美国农业部为此开发了一个连续模拟的 CREAMS 模型(包括水文、侵蚀、化学品), 再结合 GIS 技术对污染元素和物质进行各种模拟和评估分析, 取得了巨大成功。CREAMS 模型还与经济分析相结合, 能比较不同农业生产活动的土壤流失、化学物流失量和纯收益。另外, 美国的 Stuart (1991) 应用 GIS (GRASS 3.1) 评价了氮肥对德克萨斯州地下水的潜在污染。Blaszczynski (1992) 把修正后的土壤通用流失方程 (RUSLE) 和 GIS 结合起来, 用于估测和评价土壤侵蚀对环境的影响。Hession 等把 GIS ARC/INFO 和农业非点源污染模型 (AGNPS) 结合起来, 评价了为减少银湖水域农业非点源污染所推行的 BMPs 的作用^[6]。

我国 GIS 起步较晚, 但发展势头迅猛。20 世纪 80 年代中期, GIS 开始应用于农业领域, 80 年代后期, 我国 GIS 进入全面试验阶段。1985 年成立了国家资源与环境信息系统实验室, “七五”计划开始, GIS 在各方面的应用都取得了很大进展, 尤其是近

几年的飞速发展, 大大缩短了与先进国家的差距。GIS 与环境评价相结合的运用虽然还处在起步阶段, 但相关工作也做了不少。深圳龙岗多媒体环境系统中存储了龙岗历年大气、水环境质量的检测数据, 可对水和大气进行单因子评价和综合评价^[7]。张社教等人也曾把 GIS 用于区域环境质量现状评价, 利用实测值的插值或拟合方法扩展得到浓度分布图, 了解各污染物的空间分布及超标情况, 再进行全区环境质量综合评价^[8]。近几年, GIS 在农业资源信息管理、农业区域规划、粮食生产和流通辅助决策、农业生产潜力评价、农作物估产、农用地适宜性评价、农业生态环境检测等方面的应用都取得了很大的成绩^[9]。目前, 多数环境评价系统直接建立在 Windows 平台上, 且系统本身也不完善, 利用 GIS 强大的空间数据管理和分析功能, 构造空间分析 GIS 模型, 并结合专家知识, 建立基于 GIS 平台的环境评价专家决策支持信息系统, 是未来研究的方向。河南农业大学利用 GIS 技术对河南省孟津县进行了坡耕地调查和评价, 基于 MapGIS 和 Foxpro, 完成了一整套的坡耕地调查、评价和建库, 实现了快速、精确的管理土地资源^[10]。笔者侧重于从土壤地球化学入手, 进行农业生态环境地球化学信息系统及计算机综合环境模型的研究, 探索污染元素的运移规律、分析污染现状以及模拟预测污染趋势, 进一步完善 GIS 与农业生态环境地球化学相结合的技术。

1 设计与开发的基本思路

农业生态地球化学评价 GIS 是一个专题型的 GIS 应用系统,系统设计 with 开发的基本思想是采用面向对象(OOP)的设计方法,利用 MapGIS 平台的二次开发功能,集成用户关心的、评价涉及到的图形数据和属性数据,实现评价指标可增、可减、可删、可改。该系统的另一个重要任务是设计有关算法类的评价模型,最后把评价结果以直观生动的形式展示给用户。

2 开发平台和开发工具的选择

采用 MapGIS6.7 工程版辅助于 VC 可视化编程,进行农业生态地球化学地理信息系统的研究开发。

3 空间数据的采集和空间数据库的建立

系统空间数据应包括行政图、重金属(Hg、As、Cd、Pb 等)元素分布图、有益元素地球化学分布图等多源数据,通过储存和调用 VC 控件来实现。

在 MapGIS6.7 平台下,使用两种方法建立空间数据库:①将与地理信息平台相关的数据格式,通过相应的接口程序转换,导入 MapGIS6.7 中;②把各图件的底图用扫描仪转化为光栅图像,将其导入 MapGIS6.7 中,用矢量化工具进行交互式矢量化,经过拓扑重建后,输入相关空间特征数据信息。

4 评价模型的构建

实现 GIS 与环境监测数据、外部开发模型的有效集成,是农业生态环境地球化学信息系统走向实用化的关键技术。大量的农业生态环境地球化学信息的分析、处理和空间定量显示主要是通过建立相应的模拟、预测、规划和决策模型来实现的。

构建模型的思路为:以农业生态环境地球化学理论为基础,借助一定的数学方法和公式,以专题图层(格式)或监测数据作为边界条件和初始条件。模拟某些环境现象或环境演变过程,以图示显示模拟结果。这个过程主要研究如何把模型进行计算机程序化,使其能在 GIS 平台下快速、稳定运行,准确地进行分析预测。

评价向导的设计和实现是基于评价方法和算法。农业生态地球化学 GIS 评价系统主要有地球化学统计法和生态效应法,具体包括单因子指数质量模型、综合指数质量模型、尼梅罗综合污染指数等。

5 农业生态地球化学综合信息系统构建

农业生态地球化学综合信息系统是一个多目标系统,要能对农业生态环境地球化学进行多因素评价。所以拟把本系统分为以下几个子系统进行开发研究。

5.1 数据存储、管理和查询子系统

利用数据库技术,特别是空间数据库技术,将基础资料、环境背景专题要素和监测数据以数据库的形式进行存储,以较小的存储代价实现数据之间的有机结合。

为保持系统的实时性和准确性,需要对数据库不定期进行更新和维护。该子系统能方便地对数据库进行管理,对数据库进行更新、删除、增加操作,使系统更加及时地反应现状。同时,可进行多要素和综合查询,如图形查询、属性查询、定位查询、条件查询和区域查询等。

5.2 信息处理和分析子系统

信息处理和分析子系统是系统的核心。充分利用数据库中存储的信息对农业生态环境进行评价,研究农业生态环境地球化学信息,如参与评价的因子选择等,利用 GIS 的空间分析技术(缓冲、叠加等)进行综合分析,确定土壤及其各子区的环境等级。进行环境评价后,就可进行环境治理规划,筛选各种治理方法,优化组合,选择出最优的治理、规划方案,为环境规划、治理提供决策支持。

5.3 信息输出子系统

信息输出子系统负责输出各种形式的信息,如图形图像、报表、数据、文本等。利用 GIS 出色的成图技术,制作出版级别的专题地图。系统总体工作流程如图 1 所示。

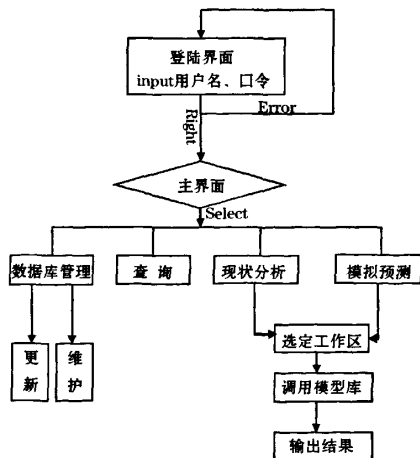


图 1 系统总体流程及功能示意

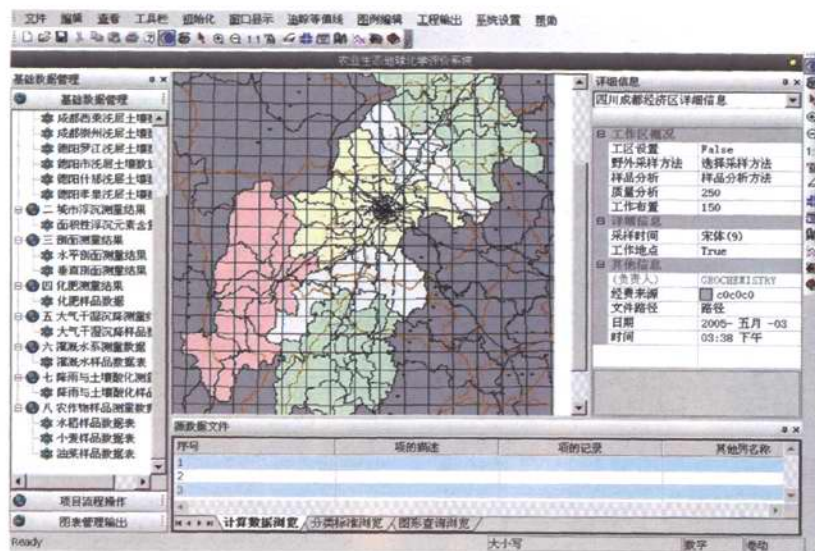


图2 系统主界面

6 用户界面

软件界面设计简单、友好,包括用户登陆界面;基础数据管理模块、评价项目流程操作模块、图形管理输出模块,这3个模块位于主界面的左侧;图形显示窗口;数据显示窗口;工作区属性显示窗口(图2)。

7 评价向导工作流程和工作界面

根据评价的算法及实现方法,为保护数据库的安全性,在评价算法执行前生成临时数据库。评价向导主要包括4个步骤:①选择评价方法;②在临时数据库中添有待评价元素字段;③选择待评价元素;④信息确认。这4个步骤完成后依次为:⑤网格化数据;⑥追踪等值线并成图;⑦编辑图例生成评价图。评价向导工作流程如图3所示。

针对上述评价向导的设计思想和工作流程,设计如下评价向导工作界面(图4)。

8 结论

综上所述,农业生态地球化学评价正方兴未艾,随着社会发展和科技进步,人们对此领域中存在的问题的关注程度将会越来越高,在评价过程中将有更多更好的方法和评价模型出现。笔者通过一系列系统编程、开发工作,实现了一个完整的解决方案,初步设计并完成了生态农业地球化学评价系统,主要有以下几个方面成果:

(1)对农业生态地球化学空间数据和属性数据

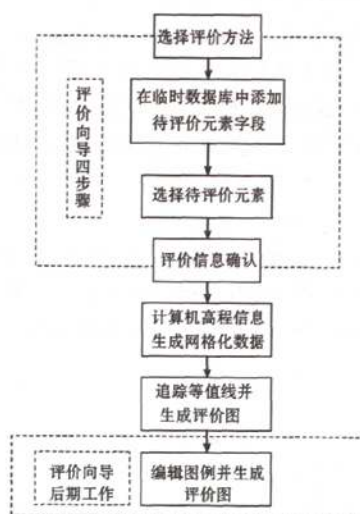


图3 评价向导工作流程

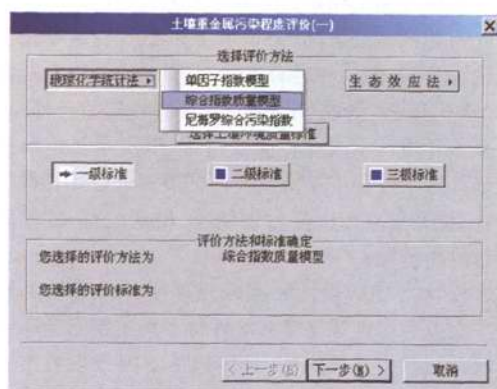


图4 评价方法选择对话框

进行了存储、查询、显示、输出。

(2)率先建立了一个包括多个评价模型的 GIS 农业生态地球化学评价系统,实现评价工作的自主化。经过测试,该系统能实现评价的基本功能。

(3)实现了评价指标与评价系统的“脱离”,用户能根据自己的要求进行自主评价,并能根据自己感兴趣的内容和利用易获得的指标数据进行评价。

(4)对评价的空间数据和属性数据有较强的统计分析功能。

在实际测试工作后,发现系统中也有很多不尽如人意的地方:

(1)评价模块和指标获取方面:在评价指标的获得方面没有完全实现智能化,知识挖掘技术的力度不足,评价模块不够丰富。

(2)评价精度方面:追踪使用 Kring 方法,成图精确但时间稍长。

(3)操作方面:该系统专业性很强,对操作者水平要求较高,里面很多内部功能不够完善,如图例的生成过程过于复杂。

致谢:本文的部分成果来自非常规化探方法技术研究项目,在成文过程中,承蒙该项目组的热情帮

助,在此深表谢意。

参考文献:

- [1] 汤国安,赵牡丹. 地理信息系统[M]. 北京:科学出版社,2000.
- [2] 黄杏元,马劲松,汤勤. 地理信息系统概论[M]. 北京:高等教育出版社,2001.
- [3] 黎华,夏斌,李方林. 一种环境地球化学信息系统的建立及其应用[J]. 西安科技大学学报,2006,2(26):208-211.
- [4] 徐江,程鸿德,林庆华. 环境地球化学空间信息系统的建立与应用[J]. 地球化学,1997,26(4):94-96.
- [5] 刘俊长,龚红蕾,张玉领,等. 用 MapGis 实现区域化探数据的空间分析[J]. 物探与化探,2008,6(32):690-695.
- [6] 王珂,许红卫. 应用污染模型和地理信息系统评价和管理农业非点源污染[J]. 环境污染治理与防治,1997,19(6).
- [7] 李崖,朱奇,刘敏,邢鹤. 深圳龙岗多媒体环境信息管理系统总体设计及其技术特点[J]. 环境科学,1997(1):80-96.
- [8] 张社教,任海刚. 地理信息系统在区域环境污染质量评价中的应用[J]. 陕西师范大学继续教育学报(西安),2002,19(4):117-119.
- [9] 饶卫民,章家恩,肖红生,等. 地理信息系统(GIS)在农业上得应用现状概述[J]. 云南地理环境研究,2004,16(2):13-17.
- [10] 李晓燕,李璧成,安韶山. 基于 GIS 的小流域坡耕地调查方法探讨[J]. 水土保持通报,2001,21(5):37-39.

THE DESIGN AND IMPLEMENTATION OF THE EVALUATION SYSTEM FOR ECOLOGICAL AGRO-GEOCHEMISTRY

NIE Lan-shi^{1,2,3}, WANG Xue-qiu^{2,3}, YANG Zhong-fang¹, CHEN Yue-long¹

(1. School of Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2. Institute of Geophysical and Geochemical Exploration, Chinese Academy of Geological Sciences, Langfang 065000, China; 3. Applied Geochemistry Laboratory of CAGS, Langfang 065000, China)

Abstract: With the overall expansion of ecological geochemical investigation and evaluation, a large number of data have been accumulated; nevertheless, there is not yet an appraisal system widely used or approved at present. This paper adopts MapGIS6.7 platform to develop the ecological-geochemical appraisal system according to demands of agricultural ecological geochemistry. The software and hardware are described in detail, which include input of figures and maps, weighting, calculation of appraisal attribute values, mapping appraisal figures, analyses of space attributes etc. Generally, this system includes such parts as the database (surveyed data, figure data), the appraisal system, and the counting and inquiry system.

Key words: GIS; heavy metals pollution; ecological effect method; MapGIS

作者简介:聂兰仕(1979-),男,博士,从事金属矿床和地质调查的研究。