

· 方法与应用 ·

文章编号 :1671 - 1947(2004)02 - 0123 - 03

基于 GIS 技术实现地学信息数字化

刘金英¹, 王喜臣¹, 曹 喻²

(1. 沈阳地质矿产研究所, 辽宁 沈阳 110032; 2. 北京师范大学, 北京 100011)

摘 要: GIS 是一项借助于计算机实现的高新技术, 是实现管理和研究空间数据的技术系统。围绕着这项技术的研究、开发和应用形成了一门交叉性、边缘性的学科。GIS 是一个包含了计算机软件、硬件、地理数据和专业人员的系统, GIS 是数字地球的关键技术和核心组成部分。它是采集、储存、管理、分析、描述、显示、应用空间和地理分布有关数据的信息系统, 是数据分析、融合与整合技术, 已广泛运用于地学领域, 并获得巨大成功。

关键词: GIS 技术, 地学信息, 数字化, 地学领域

中图分类号: P628.4, TP391

文献标识码: A

1 GIS 概况

地理信息系统 (GIS) 是一项借助于计算机实现的高新技术, 是实现管理和研究空间数据的技术系统。围绕着这项技术的研究、开发和应用形成了一门交叉性、边缘性的学科。在计算机软硬件支持下, 它可以对空间数据按地理坐标或空间位置进行各种处理和有效管理、分析及研究各种空间实体及其相互关系。通过对诸多因素的综合分析, 它可以迅速的获取需要的有用信息, 并能以地图、图形或数据的形式表示处理的结果。

目前世界上商用的 GIS 软件已达 400 多种^[1]。它们大小不一, 风格各异, 占领着不同的应用市场。国外较著名的有 ARC/INFO、GENAMAP、MGE 等; 国内较著名的有 MAPGIS、GeoStar 和 CITYSTAR 等。尽管现存的地理信息系统软件很多, 但对于它的研究和应用, 归纳概括起来有 3 种情况。一是对地理信息系统 (GIS) 本身的开发; 二是利用 GIS 系统来处理用户的数据; 三是在 GIS 的基础上, 利用它的开发函数库二次开发出专用的地理信息系统软件。

ARC/INFO 是世界上应用最广泛的 GIS 软件之一, 它提供了用于地理数据的自动输入、处理、分析、显示的强大功能。

GENAMAP 是 GENASYS 公司开发的 GIS 软件, GENAMAP 是该系统的核心模块, 子模块还有 GENACELL 和 GENAREF, 这 3 部分一起组成一套完整的 GIS。该系统主要提供了地图的定位校正、图形数据的输入编辑、属性数据的输入、符号的制作、向量式的分析、图形显示输出等功能。

MGE 是由 INTERGRAPH 公司开发的 GIS 软件, 它的最大特点是具有很强的图形输出功能, 因而更多地应用于地图制图出版领域。

MAPGIS 地理信息系统是利用先进和图形图像处理技术及地学空间信息的处理方法, 采用矢量数据和栅格数据混合数据结构, 将不同来源、不同类型的数据和相关属性进行有机的集合和综合分析, 并将结果以图形、报表等形式进行输出, 绘制出供分析决策用的图件, 实现计算机的信息处理, 完成为管理人员提供辅助决策的手段。

CITYSTAR 的特点是将地理信息系统 (GIS)、遥感 (RS)、全球卫星定位系统 (GPS) 结合在一起, 具有把图形、声音、图象、数据、文本、模型量等进行综合处理显示的功能。

吉奥之星 (GeoStar) 的特点是采用面向对象技术, 一类对象对应着相应的一系列操作, 各类对象的联系便是建立 GeoStar 的面向对象的空间数据模型。

20 世纪 60 年代初, 由于受当时计算机限制, 早期的 GIS 功能十分简单, 多带有机助制图的色彩, 进入 70 年代, 计算机硬件与软件技术的飞速发展给 GIS 注入了新的活力, 大大提高了 GIS 的功能。80 年代在全世界迅速发展并推广应用; 90 年代已开始深入普及到各行各业。目前已成功地应用到了包括资源管理、自动制图、设施管理、城市和区域规划、人口和商业管理、交通运输、石油和天然气、教育、军事等九大类别的一百多个领域。在美国等发达国家, 地理信息系统的应用遍及环境保护、资源保护、灾害预测、投资评价、城市规划建设、政府管理等众多领域。近年来, 随着我国经济建

设的迅速发展,地理信息系统应用的进程加快,在城市规划管理、交通运输、测绘、环保、农业、制图等领域发挥了重要的作用,取得了良好的经济效益和社会效益。

2 GIS 技术方案

从功能上,GIS 一般被定义成一个获取、存储、编辑、处理、分析和显示地理数据的系统。从内容上,GIS 被定义为一个包含了计算机软硬件、地理数据和专业人员的系统。从产生和发展过程看,GIS 是由社会对信息管理的需要而产生的。

地理信息系统是一门多学科综合应用技术;从数据库技术方面,其主体是空间数据库技术;从数据收集方面,其主要是 3S(GIS/GPS/RS)技术的有机结合;从应用方面,其主体是数据互访和空间分析决策的专门技术;从信息共存方面来看,其主体是计算机网络专门化技术;从实际领域方面,它广泛应用于各行业。

赵鹏大教授等人认为^[2]：“成矿预测与地质异常分析,从本质上讲是个空间分析问题。而地理信息系统(GIS)正是处理空间数据的强有力工具,而对于地质异常的定量研究,毫无疑问,是一种理想的工具”。地理信息系统是数字地球的关键技术和核心组成部分。它是采集、储存、管理、分析、描述、显示并应用空间和地理分布有关数据的信息系统,是数据分析、融合与整合技术。数据是地理信息的根本基础,数据是信息的载体,信息依附于数字而存在。GIS 中没有数据,便成了无米之炊。

地理信息系统的技术功能包括:硬/软件、数据获取、空间数据的性质、空间分析现象及关系、栅格/矢量数据模型对比及相关问题、坐标系统及地理编码、矢量数据结构及算法、栅格数据存储、关于地表的数据结构和算法、客体与时间、数据库、误差模拟与数据不确定性、视觉化。应用领域有决策系统、系统规划、系统实现、GIS 新方向。

3 GIS 在地学领域中的研究与应用

近年来迅速崛起的“3S”技术,特别是地理信息系统已广泛运用于地学领域,并获得巨大成功,专用型 GIS 系统的开发是将 GIS 技术引向深入的重要措施。多年的地质工作已积累了地质、物化探、遥感等大量资料,地质工作者面临“数据的海洋”,却不能充分融合(整合)各类信息,研究人们急需的矿产资源赋存规律。用传统的方法处理海量的地学信息已力不从心,想整合这些数据,探讨相关问题,只是理想而已。现今数字

地球思想、数字化技术和融合方法为实现融合各类信息的设想奠定了基础并提供了充分条件。

3.1 多元地学信息找矿系统

这一系统能够为地理信息系统技术找矿进行综合分析和提取多元地学信息深层内涵,综合遥感、地球物理、地球化学和地面地质信息,建立综合信息找矿模型,为找矿提供了有利的技术手段。但在分析筛选变量组合与成矿有关特征信息整个过程中,需要有实际地质找矿工作经验的人参与才能取得最佳效果。

3.2 水资源动态分析预测系统

合理开发利用陆地水资源是当代研究的重要课题之一。根据地球水均衡原理,高山溶雪和大气降水是世界主要河流的补给来源。对于研究大面积涉及水均稀动态变化问题,仅用常规的地面预测方法是远远不够的。地理信息系统为解决这一复杂课题提供了强有力的技术手段。如美国、加拿大、巴西、中国和巴基斯坦等国家建立了国家级水资源信息系统,采用地理信息系统技术大大提高水资源预测精度和节省大量经费。美国加州大学 James 等人建立的科罗拉多河流量动态分析预测微机信息分析系统,能较好地进行水资源动态分析和预测。

3.3 土地信息和土壤保护系统

一个地区的土地信息是地质、土壤、气候、植被、地貌和水文等相关信息的总和。研究各信息之间的内部关系、相互作用对土壤的影响,以及对不同类型土壤的利用和管理,需要借助功能强大的信息系统。美国资源部和威斯康星州合作建立了以治理土壤侵蚀为主要目的的多用途土地信息系统。

3.4 在大都市防震减灾系统中的应用

1994 年的美国洛杉矶大地震,就是利用 ARC/INFO 进行灾后应急响应决策支持,成为大都市利用 GIS 技术建立防震减灾系统的成功范例。日本政府决定利用 GIS 技术建立更好的、能快速响应的防震减灾系统。日本建筑署建设研究所、日本宇宙开发事业团(NASDA)等机构在联合国区域发展中心支持下,建立了防震减灾应急系统,先用 ARC/INFO 对横滨大地震的震后影响做出评估,建立各类数字地图库,如地质、断层、倒塌建筑等图库。把各类图层进行叠加分析得出对应急行动有价值的信息,该系统的建成使有关机构可以对象神户一样的大都市大地震做出快速响应,最大程度地减少伤亡和损失。

3.5 地理信息系统技术在煤矿水灾预报及底板突水预报中的应用

通过建立突水模式反映出影响底板突水的各个有关因素的作用,并依据模型的输出值来评价矿区某部位发生突水可能性的大小,采取有效措施防止突水的发生。主要是在 GIS 的支持下,通过对影响突水的各个因素逐一分析,从中选出影响突水的主要因素。然后,根据各因素所起的作用以及底板突水机理,将主要突水因素组合在一起,初步构造突水的数学模型,再通过拟和分析建立突水模式。焦作东部矿区利用 GIS 进行了煤矿底板突水预报。上世纪 80 年代中期美国伊利诺伊州某煤矿利用地理信息系统曾预测采空区地面沉降和塌陷。

3.6 在成矿预测中的应用

从信息数字化角度,通过对各类数据的计算机管理、分析、信息提取、整合,结合对与矿产资源相关的各因子的空间分析与地学认知,圈定成矿有利地段,划分成矿远景区。利用 GIS 采集、分析及合成不同类型数据,应用信息综合方法和空间数据融合技术,实现多源信息合成、叠加分析、综合异常分析,挖掘其隐含信息和规律,提出找矿有利度、组合异常及空间相关性、成矿可能地段、找矿可行地段空间分析模型,圈定成矿靶区,这样集中力量,有的放矢,避免在无远景或无矿点地段的矿产预测上消耗人力和物力。

在 GIS 环境下,综合利用地质图、已知矿产分布图、航磁测量图、 γ 射线谱测量图、布格重力异常图、化探数据、TM 数据等,首先用适合于各子数据集的数学方法逐个处理,然后根据各信息分量对成矿的重要性

赋予不同的权值,利用 GIS 的信息综合功能做出综合成矿预测图。应用 MAPGIS 分析成矿地质条件和找矿标志,分析点线关系、区线关系及点区关系。在选出有利成矿地质条件和找矿标志(如断裂、化探异常等)后,利用 GIS 做点与区的交分析,得出区内出现矿产地的统计数字,同时做区与点的交分析得出项目区的总数量及总面积和其中有矿点出现区的数量和面积,最后用相似类比法预测。

3.7 矿产资源分析评价系统

地理信息系统所具有的空间管理、图形编辑、空间分析及图形图象输入等功能极大地改变了传统的地质工作方式。首先进行地质背景与地质异常分析,然后开展物探异常分析、化探异常分析、遥感地质异常、综合异常分析、矿床三维可视化及地质数据管理等一系列分析评价工作,实现了从数据管理、数据分析处理到资源评价预测的系统功能,它将专用型 GIS 与数据仓库管理技术融为一体,提出了地学 GIS 应用及信息工程建设一体化的解决方案。

参考文献:

- [1] 曹瑜,胡光道. 国内外常见的地理信息系统及其发展趋势及发展方向[J]. 计算机工程与应用,1998,(9): 22—23.
- [2] 赵鹏大,池顺都. 当今矿产勘查问题的思考[J]. 地球科学,1998,23(1): 70—74.
- [3] 樊红. ARC/INFO 应用与开发技术[M]. 武汉:武汉测绘科技大学出版社,1999.
- [4] 康耀红. 数据融合理论与应用[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,1997.

THE DIGITALIZATION OF GEOLOGIC INFORMATION BY GIS TECHNOLOGY

LIU Jin-ying¹, WANG Xi-chen¹, CAO Yu²

(1. Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, Shenyang 110033, China; 2. Beijing Normal University, Beijing 100011, China)

Abstract: Geographic information system (GIS) is a newly developed technology based on computer. It is a technical system to realize the management and study of spatial data. An intersecting frontier science has been formed focusing on the research, development and application of this technology. GIS is a system that includes software, hardware and geographical data, as well as computer professionals. It is the key technology and core for the Digitalized Earth project, with the functions of collection, storage, management, analysis, description, display and application of the data on space and geographical distribution. The system is a technology about data analysis, combination and integration. It has been broadly used in geosciences with a great success.

Key words: GIS technology; geological information; digitalization; geosciences

作者简介: 刘金英(1959—),女,高级工程师,现为中国地质调查局沈阳地质调查中心地学信息数字化室负责人,主要从事计算机在地学中的应用工作,通讯地址 沈阳市北陵大街 25 号,邮政编码 110033.