

文章编号: 1009-6248 (2002) 01-0070-06

地理信息系统(GIS)在我国地学中的应用

黄 玉 华

(西北大学地质学系, 陕西 西安 710069)

摘 要: 地理信息系统是近年来发展迅猛的一项高新技术。笔者回顾了地理信息系统(GIS)在国内外的发展现状, 分析了应用地理信息系统进行地学研究的主要优势, 介绍了地理信息系统在我国地图编制、自然地理资源管理、资源评价及环境整治等领域中的研究与应用现状及部分科研成果, 说明了地理信息系统在研究地学问题中, 方法是先进的, 理论是可行的, 结语中展望了 GIS 前景。

关键词: 地理信息系统; 地学领域; 研究与应用现状; 前景

中图分类号: P628

文献标识码: A

随着计算机技术的飞速发展和系统分析方法的广泛应用以及信息产业的形成和发展, 各类学科的研究手段及分析方法都发生了划时代的变革。地学也不例外, 在传统研究方法的基础上, 也越来越多的依赖于一些被认为是“开创了一条新思路”的综合性高新技术。目前地理信息系统(GIS)正是以其方便快捷的数据查询和更新能力, 强大的空间数据分析能力和数据库管理功能而在全球范围内被广泛关注的一个热点。其功能之强大、应用之广泛, 以至于凡是用到地图和需要处理地理空间数据的领域, 都可以借助于 GIS 技术。本文将就其在我国地学中的应用现状做一简述。

1 地理信息系统的定义

地理信息系统是随着计算机技术的飞速发展在信息科学、计算机科学、现代地理学、地图学、测绘遥感学、空间科学、环境科学和管理科学等学科的交叉处派生出来的一门新兴的边缘学科(图 1)。

由于侧重点不同, 所以对其定义也不尽相同。有的侧重于面向对象功能, 有的侧重于其空间分析功能, 有的侧重于其数据库管理功能。但是其核心是计算机科学, 基本技术是数据库、地图可视化及空间分析^[1](图 2)。

收稿日期: 2000-11-15; 修回日期: 2001-10-07

作者简介: 黄玉华 (1975-), 男 (汉族), 陕西商南县人, 现为西北大学地质系 99 级第四纪地质专业硕士研究生。

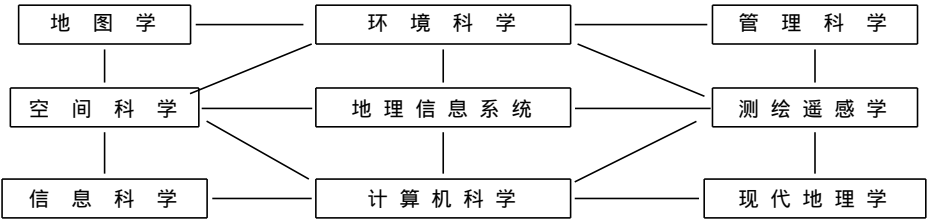


图 1 地理信息系统与其相关学科的关系示意图

Fig. 1 The diagram showing relation between geographical information system and the other scientise

故其可以这样定义, GIS 是处理地理数据的输入、存储、管理、查询、综合分析各种地理空间信息、辅助决策并以多种形式输出数据或图形产品的计算机系统。

2 GIS 的发展状况

2.1 国外发展状况

传统的数据库管理系统 (DBMS) 在存储、管理和查询非空间数据方面, 显示出了其重要的作用, 并且有了一些基本的统计分析功能, 但是在处理空间数据时缺乏空间分析能力。为了加强空间数据的地理学处理, 20 世纪 60 年代在加拿大、美国等地先后兴起了 GIS 的萌芽。至 20 世纪 70 年代, GIS 的侧重点就转向了空间地理信息的管理, 这是 GIS 的巩固发展时期。到了 20 世纪 80 年代, GIS 的主要方向是空间决策支持分析。此期间商业性的咨询公司, 软件制造商大量涌现 (ARC/INFO, MAPINFO, INTERGRAPH 等基于 PC 机或工作站等单机的 GIS 系统即出现于此阶段)。GIS 真正进入用户时代则是 20 世纪 90 年代, 社会对地理信息系统的认识普遍提高, 需求量也大幅度增加, 地理信息系统已成为许多机构必备的工作系统, 极大的扩大与深化了地理信息系统的应用。

2.2 GIS 在我国的发展状况

我国的 GIS 始于 20 世纪 80 年代。这一时期的工作为在全国范围内展开 GIS 的研究和应用奠定了基础。从第七个五年计划开始, GIS 进入了发展时期, 在其技术上的应用开创了新的局面, 并取得了实际的效益。自 20 世纪 90 年代起, GIS 进入了快速发展期。这一时期, GIS 与 RS 的一体化, 基础数据库的建设, 国有软件系统的开发研究与应用等都取得了重大成就 (此期间国有版权的 GIS 系统软件如 CITYSTAR、VIEWGIS、GEOSTAR、MAPGIS 等研制成功并投入使用。尤其是后者功能更加强大)。为我国 GIS 的研究和应用逐步形成行业并走向产业化创造了条件^[2]。

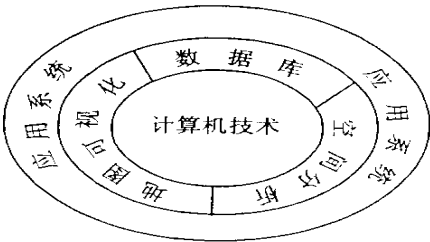


图 2 地理信息系统组成示意图
(据吴信才, 1998 年)

Fig. 2 The diagram showing the composition of geographical information system

3 GIS 在我国地学中的应用

3.1 GIS 在地学研究中的主要优势

GIS 作为各相关学科的集成、现代有关高新技术的集成,被广泛的应用于地学研究中,不仅极大的提高了工作效率,而且可以做很多人力根本无法做到的工作,所以世界各国对其投入的人力、物力、财力日益增大。GIS 技术也取得了突飞猛进的发展,功能不断增强,应用领域也越来越大。GIS 有强大的数据库管理功能、空间数据分析功能及辅助决策功能而成为一种全新的区域空间研究决策支持系统。它能够高效率、高精度、定量的实现真正地学意义上的区域空间分析和过程模拟。首先它具有强大的数据库管理功能。它以数值的形式储存地理空间数据,在计算机中以数字化的方法储存资料信息,使得这些被存储的资料具有高度的精确性,资料可以长期保存,并能够节约巨大的空间。最可利用处是其资料更新方便,可方便快捷地完成空间信息的查询和检索;其次可以精确的统计各种实体的空间几何属性,如面积、周长等,可在系统内对各种原始资料轻而易举地进行多种运算,如平均值计算、等值换算等,其速度与手工根本不可同日而语;第三它的空间分析功能是其它计算机技术如 CAD、DBMS 等不真正具有的。不同的多源相关信息可以快速准确地叠加并进行统筹综合分析和处理,自动实现不同专题数据库的叠加分析。更可以在统一的软件环境下,构造和运行各种地理空间分析模型,进行相应的专题应用与研究。如利用 DEM、TIN 等模型完成空间测量科学数据的可视化问题,对某一事件如灾害进行动态模拟实施监控,利用空间分析的结果或专家系统进行辅助决策等。

3.2 GIS 在我国地学领域中的研究与应用现状

GIS 由于上述优势,效率高、技术方法先进,目前被广泛地应用于城乡规划、户籍管理、资源评价、环境管理、环境保护、宏观决策、灾害预测、作战指挥及全球性问题等。在地学研究应用领域中的地位也日益突出。特别是在地图的编制、自然地理资源的管理、自然矿产资源的勘察及评价、地质环境评价与灾害的预测等方面的应用深度和广度正在进一步拓宽,并且取得了显著的社会效益和经济效益。

3.2.1 GIS 与各种地图的编制

由于空间地理信息 75% ~ 80% 都是动态变化的,地图资料的更新、输入、再版等对传统的制图方法来说工作量都是极其繁重的,而且质量,精确度,适用度也远不能满足要求。GIS 的出现为地图编制提供了现代化的技术和手段。GIS 用于制图可实现图形数字化,建立图形和属性两类地学数据相结合的数据库。GIS 的多源信息输入全部存储于计算机内,所以数据的分层储存、管理、查询长期保存都很方便,分幅检索、添减图幅、拼接图幅和投影转换等也很容易。其图像灰度增强、边缘增强、以及图像的平滑去噪等图像处理系统大大地提高了图件的质量。国产软件 MAPGIS 以其强大的数字化功能,数据矫正功能及图形编辑等功能在这一领域而倍受关注,应用广泛,并且取得了显著的成果。如有关方面于 1999 年 MAPGIS 已经完成了苏州市 1:25 万土地利用图、1:50 万土地利用系列图、连云港市 1:20 万土地利用图^[3]。湖北省地质矿产勘察开发局组织有关单位用 GIS 技术选用 MAPGIS 软件平台,从数字制图入手,完成了湖北省全省 1:50 万数字地质矿产系列图^[4]。天津市测绘院也选用了

MAPGIS 软件数字地图制图的功能, 制作出了高质量的地图册——《天津市地图册》, 为建立地理信息系统提供了基础数据。若单以地图的应用实质来说, 在相当大的程度上, 基于 GIS 的电子地图应用更为方便。GIS 与 RS 的结合使制图提高到了一个新的层次和深度上, 它使 RS 得到的栅格数据与 GIS 的矢量信息之间相互转化成为可能。不仅可以自动提取专题信息, 而且可最大程度的显示各种制图要素, 根据专业需要编制专业性的解释图或专题图^[5]。

3.2.2 GIS 与各种自然地理资源的管理

自然地理资源对于一个国家的国民经济发展有着举足轻重的作用, 其分布具有明显的时空特征。我国幅员辽阔, 自然资源十分丰富, 传统的管理技术与方法无论是在效率上还是在操作与应用上都远远不能满足要求。而将具强大的空间地理数据管理和空间数据分析功能的 GIS 技术应用于这一领域则可以极大的减少人力、物力、财力的浪费。在这一方面的主要目的即是为了获取多源空间地理数据, 高效地实施管理, 建立各种数据库, 进行空间分析, 对资源作出评价和预测, 为辅助决策等服务。GIS 在各种自然资源管理上主要侧重于资源调查与勘探和资源评价两个方面。

资源调查与勘探是掌握经济、社会和环境发展状况的基本信息工作。它主要侧重于用 GIS 对空间数据的高效管理、对多源地学信息进行空间分析, 并用这一技术对资源进行勘探、圈定和管理。如对油气资源、矿产资源等的勘探与调查, 对可能成矿区的圈定, 对现有的自然资源如森林资源、水土资源等的管理与应用等等, 特别是对矿产资源的预测及潜力评价等方面早已受到国内外地质矿产工作者的重视。据赵鹏大教授提出的“5P”找矿理论(成矿可能地段、找矿可行地段、找矿有利地段、矿产资源体潜在地段和矿体远景地段), 曹瑜、胡光道等应用 GIS 的空间分析功能(叠置分析、拓扑空间查询、空间集合分析等)对各种各样的不同比例尺的地质信息、地质找矿信息、地质工程信息等进行组合、匹配、叠加、筛选、融合以达到对“5P”地段的圈定。以云南某地的铅锌矿为例, 结果圈定了 7 个一级铅锌矿找矿可能地区, 5 个二级铅锌矿找矿可行地段, 现已勘探出 3 个中型矿、9 个小型矿、6 个矿化点, 只有 2 个小型矿落入背景区, 其余的都与圈定符合^[6]。

自然资源评价是根据资源调查的数据和某种利用对自然条件的要求, 针对自然资源的利用价值和潜力进行的评估和测算。GIS 技术对此的支持主要表现在对地理数据进行重新分类和综合分析并作出评价和预测。我国 GIS 技术在地学这一领域中也有一定的应用。辽宁省将 GIS 技术应用于矿产资源评价中, 着重于建立基础数据库, 目前已建成物探、化探、地层、岩石地化、大中型矿产地等数据库。宋国耀、张晓华等也曾将自己研制的 GIS 软件——MRAS 应用于全国金矿资源潜力评价中。1999 年, 迟顺都、赵鹏大等应用 GIS 技术研究矿产资源的潜力。以云南澜沧江流域为例, 应用 GIS 技术对地质条件、已知矿化和地球化学异常的有利程度及可靠程度进行分析, 建立了矿产资源潜力评价空间分析模型, 对资源潜力作出评价。

3.2.3 GIS 技术与地质环境评价和地质环境整治

地质环境评价是一个复杂的地质多源信息综合分析的过程, 环境整治要求通过对已有信息的综合空间分析为环境地质灾害的预测及防治作出辅助决策。其地学信息处理与综合分析都非常复杂。传统手段不易实现这一过程的模拟, 而应用 GIS 技术则可以真实的再现空间地质实体, 结合灾害评价模型的扩展分析, 动态模拟等可以很好地对地质环境进行评价和对地质环境整治以及灾害防治处理作出辅助决策。在这一方面我国起步较晚, 日前的研究与应用

比国外尚有一定的差距,但也已经初具规模。在苏锡常地区由于地下水过量开采所导致的地面沉降目前已成为该地区城市群的主要地质灾害,严重困扰着当地经济的发展。现以 GIS 为主控模块,选择美国国防部开发的地下水运动模块模拟系统(GMS)和美国 D. C. Helm, S. A. Leak 等人开发的地面沉降模拟模型系统(Compal)在现有数据的支持下对已有的地下水数值模拟和地面沉降模拟模型系统进行苏锡常地区 GIS 地下水运动模拟和地面沉降模型系统集成分析和设计已取得成效^[7]。为了掌握黄河口淤、蚀动态变化及趋势,为长期监测打下基础,赵庚星、张万清等摒弃了人工图幅叠加的方法,采用遥感和地理信息系统技术,研究了黄河口 1986 年至 1996 年十余年间的淤积与侵蚀面积变化及其空间动态,取得了预期的明显效果。在 GIS 环境中的砂土液化评价方法中,张凌、施斌等认为一旦有了整个地区的 ILE 分布图,就可以用 GIS 技术对包含地震性灾害或可能受这些灾害影响的深部构造的土层进行空间分析(如叠加分析、缓冲区分析等),得出预计的灾害等级和发生范围等信息^[8]。雷明堂、蒋小珍等(1994)应用 GIS 技术于岩溶塌陷评价中,根据塌陷影响因素(如溶化程度、断裂分布、土层厚度、水动力条件及已有塌陷分布等),利用 GIS 技术中的距离分析、标量分析、网络叠加分析以及分级、分组、分析等功能,完成了研究区塌陷危险性评价及分区。曹中初、孙苏南等 1996 年在煤矿底板突水危险性预测中应用了 GIS 技术^[9]。国土资源部于 1998 年底展开新一轮的国土资源调查与评价的科学技术实验工作也应用 GIS 技术进行“地质灾害信息系统及防治决策支持系统”专项开发的试验研究。该系统是一个专业型综合信息系统(GGIS),将面向全国地质灾害调查和综合评价工作。其主要子系统有:基于 GIS 的地质灾害信息系统、地质灾害区域评价与危险区划系统、地质灾害度变形评价预测及预警系统、崩滑地质灾害方案的辅助设计系统等。此系统的建立与成果应用将会加强国土资源的信息建设、管理与服务,加速国土资源的信息化、社会化和产业化。在城市防震减灾方面,GIS 也有广阔的应用前景,上海市地震局已将 GIS 技术应用于上海市的城市防震减灾工作,并以上海市宝山区为样本研制了“上海市防震减灾应急决策信息系统”。我国 GIS 技术在地质环境评价与环境整治方面虽然取得了一定的成就,但目前还没有形成一个十分完善的体系,就实际应用系统与某些技术瓶颈方面仍存在着很多问题,需增大力度攻关。

从地理信息系统在地学领域中的研究与应用现状可见,地理信息系统是一生命力极强的新学科和新技术,其应用范围正在迅速扩大^[10]。在地学研究领域中的广度和深度也在突飞猛进。越来越多的事实证明将地理信息系统应用于地学领域在理论上是可行的,在方法上是先进的。

4 结束语

地理信息系统经过了 30 多年的发展里程,目前已成为信息产业中不可缺的重要组成部分,其应用与发展已经成为势不可挡的国际潮流,在我国也显示出了巨大的潜力。虽然在我国起步较晚,与国际先进水平尚有一定差距,很多领域的应用和研究尚不完善,但是经过近 20 年的发展,也已取得了可喜的成就。随着 GIS 技术的发展,Web 与多媒体技术的融入(WEB GIS 技术的开发与研究目前正如火如荼,多种应用软件业已问世并投入应用),面向对象模型技术的进一步开发与研究,与遥感(RS)、全球定位系统(GPS)的 3S 技术的集成(全国已

应用 GIS、RS、GPS 集成技术进行大比例尺土地利用动态监控的实验研究), GIS 的应用前景将更加广阔, 在地学研究与应用领域中发挥的作用也将越来越大。

参考文献:

- [1] 吴信才. 地理信息系统的基本技术与发展动态 [J]. 地球科学, 1998, 23 (4): 329-330.
- [2] 秉维, 郑度, 赵名茶, 等. 现代自然地理 [M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [3] 尹朝阳. 用 MAPGIS 编制土地利用图 [J]. 测绘通报, 1999, (7).
- [4] 陈君. MAPGIS 在数字水文地质图编制中的应用 [J]. 水文地质与工程地质, 2000, (1): 23-24.
- [5] 郑贵州. 地理信息系统 (GIS) 在地质学中的应用 [J]. 地球科学, 1998, 23 (4): 421-422.
- [6] 曹瑜, 胡光道. 圈定 “5P” 找矿地段的 GIS 成矿预测空间模型及应用 [J]. 地球科学, 1999, 24 (4).
- [7] 陈锁衷, 马千里. 苏锡常地区 GIS 与地下水开采及地面沉降模型系统集成分析 [J]. 水文地质与工程地质 [J]. 1999, (5): 8-9.
- [8] 张凌, 施斌. GIS 环境中砂土液化评价方法 [J]. 水文地质与工程地质, 2000, (5): 15-16.
- [9] 沈芳, 黄润秋. 地理信息系统与地质环境评价 [J]. 地质灾害与环境保护, 2000, 11 (1): 7-8.
- [10] 杨建虎, 陈章玉, 王方正. 基于 Web 平台的岩石矿物数据处理软件新进展 [J]. 西北地质, 2001, 34 (3): 73-78.

The applications of GIS in the earth science in China

HUANG Yu-hua

(Department of Geology, Northwest University, Xi'an 710069, China)

Abstract: The geographical information system is a science and technology that gets rapidly development in recent years. The present status of GIS is reviewed in brief, and the main property of GIS for researching in the earth science is described. The writer introduces the present status in researching and applications of GIS in some aspects of the earth science in China, such as the plotting of the map, the management of natural resource, environmental assessment and renovation, and then draws a conclusion that it is valuable on theory and advanced on method to put the GIS into studying of the earth science. The prospect of GIS is envisaged at the end of the paper.

Key words: geographical information system; the field of the earth science; status of applications and studying; prospect