

文章编号: 1671-4814(2010)01-31-08

GIS 在环境地质研究中的应用^{*}

黄世秀, 洪天求

(合肥工业大学资源与环境工程学院, 合肥 230009)

摘要: 本文首先回顾了GIS在国内外的的发展概况, 指出GIS逐渐地向WebGIS、ComGIS、OpenGIS、三维GIS系统等方面发展的趋势, 在此基础上分析了国内外环境地质研究的进展, 着重探讨了地理信息系统在地质研究方面的应用。作者系统分析、总结了地理信息系统在美国、加拿大、英国、澳大利亚等发达国家地学领域的应用和成果以及国内GIS在地质制图、数据库建立、矿产资源预测等方面的应用和成果, 对GIS在环境地质中的应用前景作了系统性阐述, 总结提出了具体发展方向, 包括互联网上商业服务、提高数字地质图数据的普及应用、三维可视化研究、WebGIS环境下异地异构地质数据的处理等方面。

关键词: 地理信息系统; 环境地质; 应用; 发展方向

中图分类号: X14

文献标识码: A

引言

“改革开放”以来我国环境地质工作已有很大进展, 为经济的可持续发展提供了地质依据^[1]。特别是地理信息系统(GIS)技术、遥感(RS)技术、卫星定位(GPS)技术和计算机网络技术的迅速发展, 为环境地质研究工作提供了新技术、新方法。本文系统总结了相关科研成果, 分析GIS在环境地质领域的应用现状并指出其不足之处, 在此基础上, 对今后的发展提出自己的意见, 希望能为我国城市环境地质工作与环境地质科学事业的发展有所帮助。

1 GIS发展现状

GIS是一门介于地理科学、空间科学和管理之间的新兴边缘学科。它在近40年的发展历程中取得了惊人的发展。上世纪80年代, 以美国环境系统研究所的ARC/INFO、美国Map Info公司的Map Info、美国鹰图公司的GeoMedia、加拿大阿波罗科技集团、北京东方泰坦科技有限公司的Titan GIS、武汉中地信息工程有限公司的MapGIS和武汉吉奥信息工程公司的GeoStar等为代表的GIS的软件的发展和推广, 使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。上世纪90年代, GIS真正进入用户时代, 地理信息系统已成为

^{*} 收稿日期: 2009-09-30

基金项目: 安徽省科技厅年度重点研究项目(07021014)资助

第一作者简介: 黄世秀(1971~)女, 安徽庐江人, 讲师, 在读博士, 研究方向为地理信息系统及资源环境。

许多机构必备的工作系统^[2]。目前在GIS应用以及空间信息服务中,比较成型的GIS平台产品主要分为两类:一是GIS专业应用平台,如国外的ArcGIS、国内的SuperMap的GIS平台等;二是网络应用平台。如国外的Google Earth系统、国内的MapBar等网络空间信息服务平台。

中国科学院院士李廷栋认为:组件化、Web化、微型化和数据库化影响了过去十年的GIS应用方式,也成为当前GIS应用的主旋律。表现为(1)GIS与遥感和全球定位系统进一步结合,构成地理学日趋完善的技术体系;(2)空间数据基础设施建设;(3)面向对象GIS数据模型研究的深入;(4)GIS智能化;(5)GIS网络化;(6)三维GIS的研究不断深入;(7)宏观与微观应用进一步加强,并形成新的产业。

2 环境地质研究进展

“环境地质”一词最早出现于20世纪60年代末、70年代初一些西方工业发达国家的文献中。随着一系列严重的环境问题对生产、生活的影响越来越突出,美国、英国、德国等世界发达国家都不同程度地加强了对环境地质研究。同时,环境地质工作内容逐步扩大到水土污染调查评价,城市废弃物危害的调查评价,以及相关地质资源潜力和开发利用的勘查评价,用于获取和处理的地质、地理、地形和水资源数字化信息系统也相继建立。上世纪70年代加拿大启动了旨在开发能够对地球科学信息进行编辑、处理和显示的计算机系统,实现了中心城市地区的有序和高效发展。同时,加拿大地质调查局在渥太华——赫尔地区启动了环境地质项目,并在全国范围的27个主要城市开展了城市地质计划,出版了综合地质报告和一系列地质图,为该地区的城市规划与发展提供了地质科学信息。上世纪80年代国外城市地质工作的典型特征是电子自动化带动了全新的主题填图工作。此时,城市地质工作开始引用计算机编图技术建立地下水和地质环境数值模型和管理模型提高地质工作成果的质量及可视化程度^[3]。1987年美国地质学会和加拿大地质学会联合召开以“城市的地质学”为主题的学术讨论会,许多学者指出:“对于我们所在的城市街道下面的地质条件的忽视是近百年来科学稳步发展中一块不可思议的空白”,“在研究城市地质学现状、发掘地质学潜力方面有大量的工作有待去做”,“城市地质记录对于城市市政工程建设具有不可估量的重要意义”^[1]。自上世纪90年代以来环境地质作为一个新学科生长点,在地质学中的地位和重要性越来越明显。同时其工作重点、研究方法、技术手段也都发生了巨大的变化。表现在世界各国开始重视城市经济可持续发展的综合研究、重视地质指标体系的研究、重视城市环境地质工作超前服务战略的研究。在工作中特别关注地质灾害风险性评估、水土污染风险识别、地下水资源可持续利用和城市脆弱性评价等;在技术方法上强调多学科、多种方法的配合,尤其注重利用GIS、RS、GPS技术进行环境地质调查、地质灾害监测、建立GIS平台的地学信息空间数据库和自然灾害风险评估决策支持系统建设等^[4]。

我国环境地质发展起步较晚,但起点较高。1983年我国原地质矿产部统一下达各省地矿系统的计划任务进行“中国2000年城市地下水资源及环境地质问题预测”研究,这是我国全国性城市环境地质工作的开始^[1]。上世纪90年代初,随着我国城市化浪潮的兴起,中国工程院院士王思敬等对我国城市发展中的地质环境问题作了系统的分析和总结,为我国环境地质研究提供了宝贵的参考价值^[5-6]。当前我国正在适应新的形势,积极推进环境地质工作的根本转变,在充分重视研究基础地质的基础上,进行多学科综合研究。如把环境地质研究

与地球化学、地球物理相结合,重视城市环境地质的安全性研究;以城市群、城市密集区为单元,从区域环境地质角度、从地质基础条件、地质资源潜力条件、地质环境条件等方面宏观评价城市区域布局的合理性、适宜性,为重大工程建设及时提供需求信息^[7]。在技术方法上,强调多学科、多种方法的配合,尤其注重利用3S技术,较好地实现了城市环境地质快速响应城市发展的需求。

3 GIS 在环境地质研究中的应用

3.1 国际应用情况

以美国为例,上世纪70年代,环境问题日趋突出,美国将研究重点转向急需解决的环境地质问题上,减少了通用地质填图的投资,增加了专业地质填图及GIS在地质领域理论研究和实践的费用。当时,美国田纳西流域管理局为有效实现水资源管理,开始利用GIS技术处理和分析各种流域数据,为流域管理和规划提供决策服务^[8]。1992年,美国通过了“国家地质填图法”,并计划建立一个数字格式的全国地质图数据库以使地质图信息为公众所使用。该计划强调运用计算机和GIS技术,实现数字化填图,并建立地理信息和地质信息三维表征和网络化。这标志着GIS在美国环境地质中的应用进入了一个新的发展阶段^[9]。1994年,美国科罗拉多州立大学博士利用GIS对哥伦比亚的麦德林地区地质灾害进行了分析和研究,重点考虑了基岩和地表地质条件、构造地质条件、气候、地形、地貌单元及其形成作用、土地利用和水文条件等因素;根据各因素的组成成分和灾害之间的对应关系,把每一种因素细分为不同范畴等级,借助于GIS软件的空间分析功能,对有关滑坡、洪水和河岸侵蚀等灾害倾向地区进行了灾害分析及脆弱性评价^[10]。1996年,Meijia等将GIS技术与决策支持系统结合,利用GIS及工程数学模型建立了自然灾害及风险评估的决策支持系统并应用在科罗拉多州Glenwood Springs地区^[11]。1996年8月美国成立了六个数字地质图标准工作组,开始了美国国家数字地质图数据标准的研究和制定工作。经过数年的努力美国地质调查局(USGS)建立了全国数字制图数据库,存入了全美国数万幅简化地理底图和地质图。上世纪90年代后期,美国地质调查局和加拿大地质调查局合作把5种主要的地质和地球物理数据与高程模型结合建立地质体三维模型^[12]。地质三维模型能够形象地表示出地质构造的真实形态以及构造要素之间的关系,通过结合GIS空间分析功能能够直观、准确地对地质构造进行定量化的研究。文献检索显示,这一时期美国GIS技术在环境地质研究中的应用已从数据管理、多源数据数字化输入和绘图输出,到数字高程模型(DEM)或数字地形模型(DTM)的使用,GIS结合灾害评价模型的扩展分析,GIS与决策支持系统(DSS)的集成,GIS虚拟现实技术的应用,并逐步发展与深入应用^[13]。

进入21世纪,美国率先将信息服务作为地质工作的战略重点。美国地质调查局在2000~2005年的战略计划中将提供可靠的科学信息服务于国家作为其基本的职能和工作中心,并强调采用所有可能的新信息技术保证实时、有效、连续地为用户提供信息服务。同时,美国各科研机构及大学也在积极从事GIS的热点研究。2005年美国Curtis JA等利用GIS技术研究美国加利福尼亚内华达尤巴河流域上游沉积过程模型^[15];2006年美国Wei等研究利用Geodatabase建立了阿拉斯加州诺母镇砂金矿数据库,并进行了矿产预测评价分析^[16];2007年美国Rao等利用web-GIS技术研制出美国农业部CRP支持系统^[17];2008年美国Bierlein

等利用GIS技术对美国加州中部Sierra Foothills省黄金矿化分析预测^[18]。文献检索显示,ComGIS、WebGIS、OpenGIS和与第三代互联网相结合的网格GIS的发展,是当前美国GIS在地质研究中的热点问题。

和美国相比,加拿大的环境地质工作不甘落后。20世纪90年代加拿大地质调查局发起并领导全国地质填图计划(NA TMAP)。要求以数字形式采集新数据,所有项目成果要求提交数字成果,并建立基于GIS的数据库^[14]。

澳大利亚从上世纪90年代起开始实施新一代地质填图计划。进入21世纪,澳大利亚地学局提出并实施在线工作计划。其近年发展重点是加速和完善基于Internet的地学信息分发系统的建设。

20世纪80年代,英国开始加强了对环境地质研究。90年代,英国地质调查局(the British Geological Survey,简称BGS)在多学科区域调查次级计划中开展了一项为期15年的地质填图计划,取得了丰硕的成果^[9]。2000年,为适应国际高新技术的发展,BGS制定了新的战略,调整了工作思路,强调采用GIS技术建立全英三维数字地学空间模型,开发数据与知识的最佳协合作用,以统一标准综合和管理国家和国际地学数据和信息;确保BGS知识基础与环境地理数据库一致;在信息技术和通讯技术开发中获得最大效益,优化数据和信息应用。现在,BGS已完成了第一版1:25万比例尺陆地地学信息数据集。目前的工作重点是集中收集1:5万比例尺的数据,这些数据包括近期出版的数字图、老图件的数字版及对图件尚未出版的图幅数字化汇编结果的收集。BGS的数据地学空间模型(DCSM)中正在增加其他地质属性,并采用5S技术对三维数据进行综合,其数字制图数据既可以光栅形式获取,也可以向量数据形式获取。目前BGS拥有12个专业网站,包括近9万幅历史图件、6万个静态页面及5000多个脚本。BGS的内网已成为其研究和管理正常运转的核心^[9]。

综观美国、英国、加拿大、澳大利亚等发达国家GIS在环境地质研究中应用状况,可见,GIS在环境地质研究领域服务的对象不断扩大,内容不断丰富,覆盖的范围越来越广泛,手段越来越先进。主要表现为,(1)强调采用以现代技术为基础的多学科途径;(2)积极开展数据库技术开发和地学数据库建库;(3)基于数字化和网络化三维建模研究的深入。

3.2 国内应用状况

3.2.1 地质图编制及数据库建设

我国地学数据库的建设起始于20世纪中后期,1992年中国地质矿产部就将1:5万区域地质调查图件的数字制图,列为“八五科技攻关计划”;1996年,国家计委将“中华人民共和国1:50万数字地质图数据库”编制列入“九五科技攻关计划”。该项目以MapGIS5.0软件为平台,应用GIS技术,采用计算机软件制图的方法,编制建立覆盖全国的地质图数据库。全国29个省(区)地矿部门都参加了该项数字地质图的编制工作,经过3年的努力,于1999年编制完成^[9]。

同期,我国研制了一系列的数字地质图标准,如《数字化地质图图层及属性文件格式》(DZ/T0197—1997)、《区域地质图图例(1:50000)》(GB958—99)、《地质图用色标准及用色原则》(DZ/T0179—1997)和《地质图空间数据库建设工作指南(2.0版)》等。在其指导下,中国地质调查局实施的数字国土项目取得了丰硕成果。全国到2002年底已经完成了227个1:50万标准图幅的建库工作,全库数据量达到16GB。其中,原图扫描的栅格数据117

幅 MapGIS 和 ArcInfo 格式数据 227 幅, ArcSDE 数据库图元总数 788190 个^[19]。

目前我国开发的基于 GIS 技术的地质数据库系统主要有中国地质科学院成矿远景区划室基于空间 GIS 在 ArcInfo 软件平台上完成的中国地质图数据库, 1: 500 万中国矿产资源找矿信息库的系列建设^[20]; 中国地质科学院矿床地质研究所与美国 Caliper 公司 Mapitude WebGIS 产品为平台, 利用 ASP (Active Server Pages) 技术, 开发出因特网“中国矿产资源数据库”, 实现了分布式数据共享^[21]。

近年来众多学者对 GIS 的地学包括环境地质学的应用进行了探讨, 数字地质图数据库建设文献不断涌现。1999 年, 姜义等以 1: 5 万数字地质图数据库试验研究项目成果为基础, 介绍了应用 MapGIS 软件建立数字地质图数据库的工作方法、技术要点^[22]; 2000 年, 戴刚毅等以江西银山多金属矿数据库系统为实例, 介绍了基于 GIS 的矿山空间数据库的建立方法^[23]; 2007 年, 牛广华等人依据全国 1: 50 万及 1: 250 万地质图数据库, 采集近年地质调查和科研新成果资料, 基于 MapGIS 平台, 编制 1: 200 万中央造山带前寒武纪地质图, 填补了我国中央造山带及西北地区的 1: 200 万前寒武系变质结晶基底地质图空白^[24]; 2007 年韩坤英等介绍了全国 1: 100 万地质图空间数据库建设进展^[25]; 2008 年柯学等以 1: 100 万地质图数据库为例, 介绍了基于 MapGIS 建立地质图数据库的方法^[26]; 唐国强对西藏地区 1: 5 万地质图地理底图编制工艺进行了探讨^[27]。通过文献检索发现国内的相关研究大部分为基于国内或国外 GIS 平台, 对传统 GIS 二元结构的地学空间数据库的图层划分、属性编码规则、拓扑关系建立的方法、地质图用色标准、图式规范、工作流程等进行了不同程度的研究。其中, 较为突出的成果为黄崇轲等的专著《数字地质图——空间数据库——元数据》^[19]。它是继《中华人民共和国 1: 50 万数字地质图》完成后, 对我国地质制图学成果的一次全面整理和系统总结。

国内从事地学数据模型的研究也取得了显著的进展, 尤其是面向对象的地质图数据库数据模型的研究在不断深入。早在上世纪 90 年代, 李裕伟等对地学数据模型的概念、意义、作用等进行了不同程度的讨论^[14]。进入新千年之际, 黄文斌、肖克炎、马智民等人对地学空间数据模型做了更深入研究^[28-31]。陈安蜀等人依据中国地质调查局 2006 年颁布的《数字地质图空间数据库标准》, 采用面向对象数据库技术和一体化数据组织、存储和管理技术, 按照反映地质图数据实体之间的联系以及有关语义约束规则的表述方式, 在数字填图系统 RgMap 软件基础上尝试建立 1: 25 万都兰县幅地质图数据库, 它的建成说明了我国《数字地质图空间数据库标准》已与国际接轨^[29]。长安大学徐翠玲以 1: 5 万却勒塔格幅地质图为例, 选用 Microsoft Visio 2003 专业版作为 Case 工具, 以 XMI 文件作为建库的中间媒介文件, 在 ArcGIS 9.0 平台上, 建立基于 Geodatabase 地质图数据库^[30]; 其中以马智民专著《数字地质图建模理论与实践》^[31]为突出代表, 该书系统论述了数字地质图数据建模理论、技术和方法, 为我国地学空间信息基础设施的建设和地质图信息化、工程化提供了新思路。

3.2.2 资源评价与环境管理

我国 GIS 矿产资源评价工作开始于上世纪 90 年代。1990 年原地质矿产部环境司主编了《沿海主要城市水资源及地质环境评价》报告, 对 21 个城市的水资源及地质环境进行了评价; 这是中国首次对城市地质环境与地质资源环境所进行的较全面的论证工作, 也是城市地质工作的一项系统工程^[32]。同时中国地质大学数学地质室在云南铜矿预测中首先运用 MapGIS 进行评价; 中国地质科学院区划室在二轮区划汇总中, 将 GIS 技术成功地应用在全

国资源潜力的评价上; 1998年, 吴冲龙等讨论了地质矿产点源信息系统的开发与应用, 并采用自己研制的软件系统GeoView为平台, 先后完成了“沉积盆地地质信息系统”、“煤炭资源勘查区点源信息系统”、“南水北调中线工程地质勘察信息系统”、“煤矿地质数据库系统”、“全国煤炭资源数据库系统”和“华南钨矿资源信息系统”等大型软件系统的研制任务^[33]; 中科院遥感所刘纪元等经过3年的工作, 运用GIS/RS技术, 以美国陆地资源卫星遥感影像作为数据源, 完成了国家资源环境的组合分类调查, 建立了“国家资源环境数据库”, 完成了典型地区的资源环境动态研究, 对中国基本资源环境的现状进行了分析, 充分显示了利用3S技术对国家资源环境调查和动态监测的优越性^[34]; 曹瑜、胡光道等应用GIS的空间分析功能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^[35]。黄家柱等研究利用GIS/RS技术对长江三角洲地区的土地资源、长江岸线资源和滩涂资源以及太湖水环境进行动态监测和稳定性进行评价^[36]; 黄润秋等对应用GIS技术实现区域生态地质环境评价的方法和流程等方面做出了指导性的论述^[13]。已有研究显示, 我国GIS矿产资源评价的思路正由以资源技术评价为主, 逐步转变为资源环境评价、技术评价和经济评价为一体的综合评价。

3.3 存在问题及发展方向

(1) 综观GIS在我国环境地质应用方面的进展, 我国的GIS应用仍处于初级阶段, 大多数是简单地利用现成的商业化软件来装载数据, 很少作高层次的二次开发, 重复采集数据现象很严重, 整体上离地学信息产业化还有很大差距, 尤其是在互联网上的网上商业服务更为缺乏。

(2) 地质图空间数据库的建设是一项系统工程, 涉及到地质科学理论、计算机科学、信息科学、制图学、地理学等多种学科。构建地学空间数据库是GIS技术在环境地质研究中的主流方向。而目前我国在数字地质图数据库建立的机制和数字地质建模的认识论、方法论和语义学等方面的研究还比较薄弱, 如何建立有效的机制来提高数字地质图数据的应用和普及, 填补国内地学研究的空白, 是需要认真解决的问题。

(3) 三维GIS可视化与虚拟现实的研究, 是利用GIS技术研究环境地质的重要趋势。目前, 国际上绝大多数商品化的GIS软件还只是在二维平面的基础上模拟并处理现实世界所遇到的现象和问题, 虽然有少量的GIS软件能进行真三维的分析和显示, 但它们的数据模型不具备三维GIS或四维GIS的基本特征, 即不是真正的三维GIS或四维GIS系统。地质信息的可视化研究的主要内容是地质体的交互建模问题, 也是三维GIS和四维GIS研究中要解决的核心问题。

(4) WebGIS是推动地质环境数字化和信息化进程的核心技术。在统一分类体系、统一空间框架、统一编码标准的地学数据模型基础上, 从地质对象的特征、属性及其关系的表示概念、逻辑机理和存储机制等着手, 研究在WebGIS环境下的异地异构地学数据的存储、管理、分析、显示、表述、发布等技术是当今国际GIS应用的新潮流。

4 结 语

当代高新技术的发展, 使环境地质研究模式和方法发生了深刻的变化, GIS在环境地质领域的应用深度和广度正在不断拓展。GIS技术使我国数据库建设、矿产资源预测及地质灾害

害防治等研究突飞猛进,硕果累累。但与发达国家相比,我们的大多数研究只是停留在模仿、重复论证的层面,很少有立足国内,独辟蹊径的创新成果。面对21世纪之初各种高新技术的新发展,世界各国地学研究都在及时调整自己的研究方向以适应世界发展潮流,这意味着我国正面临着更具挑战意义的复杂局面,也展示着前所未有的创新和发展机遇。

参考文献

- [1] 方家骅 中国城市环境地质工作回顾和今后工作思路[J]. 火山地质与矿产, 2001, 22(2): 84-86
- [2] 黄玉华 地理信息系统(GIS)在我国地学中的应用[J]. 西北地质, 2002, 35(1): 70-75
- [3] 张秀芳, 李善峰 国内外城市环境地质工作进展[J]. 中国地质灾害与防治, 2004, 4(15): 96-100
- [4] 中国地质调查局发展研究中心 国家地质工作的新领域[R]. 城市地质, 2002
- [5] 王思敬 典型人类工程活动与地质环境相互作用研究[M]. 北京: 地震出版社, 1995: 1-9
- [6] 王思敬 中国城市发展中的地质环境问题[J]. 第四纪研究, 1996(2): 115-121
- [7] 徐争启, 倪师军 我国城市环境地质研究现状及应注意的几个问题[J]. 国土资源科技管理, 2006(1): 100-103
- [8] 彭盛华, 赵俊琳 GIS 技术在水资源与水环境领域中的应用[J]. 水科学进展, 2001, 12(2): 264-268
- [9] 刘树臣 当代地质调查工作发展态势及我对策[M]. 北京: 地质出版社, 2003: 77-144
- [10] Meijia M Navarro, Wahl E Geological hazard and risk evaluation using GIS[J]. Bulletin of the Association of Engineering Geologists, 1994(4): 21-30
- [11] Meijia M Navarro, Luisa Garcia Natural hazard and risk assessment using decision support system, application: Glenwood Springs, Colorado[J]. Environment and Engineering Geoscience, 1996, 3(2): 299-324
- [12] Ross A L, Frohlich R K Fracture trace analysis with a geographic information system (GIS) [J]. Bulletin of the Association of Engineering Geologists, 1998(1): 16-26
- [13] 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): 6-10
- [14] 李裕伟 空间信息技术的发展及其在地球科学中的应用[J]. 地学前缘, 1998, 5(1-2): 335-341
- [15] Curtis JA, Flint LE, Alpers CN. Conceptual model of sediment processes in the upper Yuba River watershed, Sierra Nevada, CA [J]. Geomorphology, 2005, 3-4(68): 149-166
- [16] Wei Zhou, Gang Chen GIS application in mineral resource analysis-A case study of offshore marine placer gold at Nome, Alaska [J]. Computers & Geosciences, 2007, 33: 773-788
- [17] Rao M, Fan G, Thomas J. A web-based GIS decision support system for managing and planning USDA's Conservation Reserve Program (CRP) [J]. Environmental Modeling & Software, 2007, 22(9): 1270-1280
- [18] Bierlein FP, Northover HJ, Groves DI Controls on mineralisation in the Sierra Foothills gold province, central California, USA: a GIS-based reconnaissance prospectivity analysis[J]. Australian Journal of Earth Sciences, 2008, 55(1): 61-78
- [19] 黄崇珂, 钱大都 数字地质图——空间数据库——元数据[M]. 北京: 地震出版社, 2001
- [20] 方一平, 肖克炎, 王全明, 等 基于ARC/INFO 的1/500万中国矿产资源数据库的建设[EB/OL]. <http://www.superfull.com/Documents/Applications/Resource/Minelist.htm>, 2001
- [21] 李永兵, 陈旭瑞 基于GIS的地质数据库系统: 研究现状和发展趋势[J]. 地球物理学进展, 2002, 17(3): 532-539
- [22] 姜义, 张崇山, 苏灵芬, 等 数字地质图数据库工作流程[J]. 中国区域地质, 1999, 18(4): 431-435
- [23] 戴刚毅, 鲍征宇, 张锦章 基于GIS的矿山空间数据库的建立[J]. 物探化探计算技术, 2000, 22(1): 78-

81.

- [24] 牛广华, 陆松年 基于GIS编制1:200万中央造山带前寒武纪地质图的方法[J]. 地质调查与研究, 2007, 30(2): 158-161.
- [25] 韩坤英, 丁孝忠 全国1:100万地质图空间数据库建设进展[J]. 中国地质, 2007, 34(2): 359-364.
- [26] 柯学, 丁孝忠 基于MapGIS建立地质图数据库的方法[J]. 地质力学学报, 2008, 14(2): 186-191.
- [26] 唐国强 西藏地区1:5万地质图地理底图编制工艺的探讨[J]. 资源环境与工程, 2008, 22(5): 540-542.
- [28] 黄文斌, 肖克炎 地学空间数据模型的研究[J]. 物探化探计算技术, 2001, 23(1): 56-60.
- [29] 陈安蜀, 李效广 1:25万区域地质图空间数据库建设[J]. 地质调查与研究, 2008, 31(1): 64-69.
- [30] 徐翠玲 基于Geodatabase建立地质图数据库的方法与实践[J]. 测绘科学, 2008, 33(3): 176-186.
- [31] 马智民 数字地质图建模理论与实践[M]. 西安: 西安地图出版社, 2005.
- [32] 陈为公 基于GIS的1:20万数字水文地质图空间数据库的建立[J]. 青岛建筑工程学院学报, 2004, 25(4): 85-88.
- [33] 吴冲龙 地质矿产点源信息系统的开发与应用[J]. 地球科学, 1998, 23(2): 193-198.
- [34] 刘纪元 我国的海洋监测与海洋减灾防灾[J]. 科学中国人, 1998(10).
- [35] 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).
- [36] 黄家柱 RS、GIS技术在长江下游江岸稳定性评价中的应用[J]. 地理科学, 1999, 19(6): 15-20.

Application of GIS to the study on environmental geology

HUANG Shi-xiu, HONG Tian-qiu

(School of Resource and Environment, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

Abstract

In this paper the development of GIS at home and abroad is reviewed, pointing out that GIS is gradually developing to the WebGIS, ComGIS, OpenGIS and three-dimensional GIS. On the basis of mentioned above, the environmental geology research is analyzed, focusing on the application of GIS to the environmental geology field. The application of GIS to geosciences in the United States, Canada, UK, Australia and other developed countries as well as to geological mapping, database building and mineral resources prognosis in China is analyzed systematically and the prospects of the application of GIS to the field of the environmental geology are summarized. In the end, the specific development directions of GIS are discussed, including commercial services on the Internet, increasing the popularity of digital geological map data applications, three-dimensional visualization and off-site heterogeneous geo-data processing in the WebGIS environment etc.

Key words: GIS; environmental geology; application; development directions