

BIGM 多源地学信息系统的结构与功能

张守林^{1,2}, 傅水兴², 李春霞²

(1. 中国地质大学, 北京 100083; 2. 北京矿产地质研究所, 北京 100012)

[摘要]“BIGM 多源地学信息系统”是基于地理信息系统(GIS)技术,又结合地质找矿的思路进行结构设计和功能开发。该系统界面友好,便于操作。实现了对地质资料的高效管理、综合分析,真正实现了利用多源地学信息快速进行地质找矿与靶区预测。同时在化探数据的处理上引入了分形理论及背景值分离的方法。

[关键词]多源信息 综合分析 成矿预测

[中图分类号]P628 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2003)03-0063-04

“BIGM 多源地学信息系统”是基于 MapInfo GIS 平台,用 GSDK 语言开发而成的。具有地质资料管理、多源地学信息综合处理、分析、成矿预测功能。

1 系统设计目标及原则

1.1 系统设计目标

(1)构建集数据获取、管理、查询、处理、分析、建模和制图于一体的矿产资源快速综合评价系统,实现根据需求快速产生科研生产基础图件及专题图件、快速评价区带矿产资源潜力、优选找矿目标等多功能操作;(2)为各级决策部门及授权单位与个人提供空间及其属性数据的空间定位可视化显示、图文互查、动态更新、空间统计、综合分析和快速专题制图等便捷的高层次信息服务和决策参考的科学依据。(3)实现与物化探信息处理系统及 PCI 遥感图像处理系统之间的数据接口。

1.2 系统设计原则

(1)科学性。“BIGM 多源地学信息系统”是一个基于 GIS 和计算机技术的现代化信息系统,其设计与开发必须符合科学性,在设计中尽量采用新思想和新技术。同时在数据库设计、系统功能设计方面也重点考虑了严格的数据质量,科学、清晰的数据结构与组织,力求系统的科学性;(2)实用性。数据库的建立和系统的开发应能满足地质人员以及相关管理决策部门对信息查询、信息统计或决策分析的要求,

同时系统结构应简洁,功能方便、灵活,用户界面友好,以便于系统操作人员的管理和使用;(3)统一性与规范性。为保证系统的科学性、实用性以及与国内、国际其他信息数据库的接轨,系统设计应遵循统一、规范的信息编码和坐标系统、规范的数据精度与符号系统等。在此原则下,本系统在国家统一规范和数据格式约束下建立了一个能与国内标准接轨的包括地质各种属性、图形、图像等数据在内的标准数据库。

2 系统结构

“BIGM 多源地学信息系统”是基于地理信息系统(GIS)技术,又结合地质找矿的特点进行结构设计。系统结构设计如图 1:

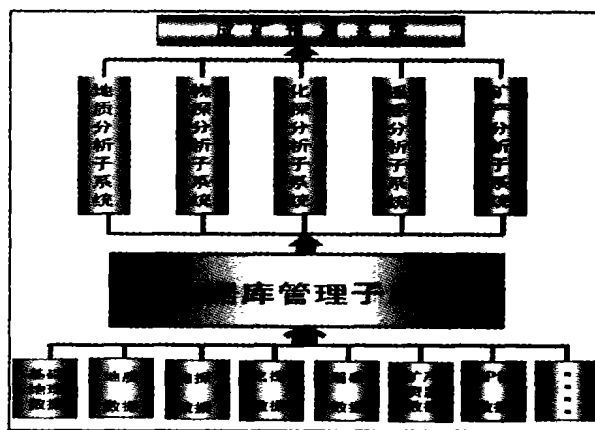


图 1 系统结构图

[收稿日期]2003-01-08; **[修订日期]**2003-02-10; **[责任编辑]**余大良。

[基金项目]国家 973 项目(编号:2001CB409809)资助。

[第一作者简介]张守林(1968 年-),男,1990 年毕业于昆明工学院,获学士学位,在读博士生,高级工程师,现主要从事遥感、GIS 在地质找矿中的应用研究工作。

3 系统数据库

3.1 空间数据库数据标准与规范

参考国土资源部相关的 GIS 标准,制订地质 GIS 应用系统的数据标准与规范。具体包括下列标准和规范:GIS 应用系统中名词术语标准;图形数据采集技术规范;影像数据采集技术规范;数据交换格式标准;数据精度和质量标准;空间数据分类、专题分层和属性数据设置规范;空间数据库数据字典;空间数据安全与保密;标准点、线、面基本地质符号库。

3.2 数据模型

空间数据库中包括 3 种类型的数据:矢量数据、图像数据、属性数据。这 3 种类型的数据基于 GIS 软件平台——Caliper Maptitude 来确定它们各自的数据模型。

1) 矢量数据:在系统中是用地理文件 (geographic file) 来存储矢量数据的。它包含了图层中图形要素及其位置信息的文件。每个地理文件至少包含一个图层信息。

2) 图像数据:图像数据为栅格模型,系统可读取并显示的图像文件有卫星图像、数字化正射航空照片、以 TIFF 格式文件存储的图像。如航磁图、重力图等。

3) 属性数据:属性数据主要与地图层的矢量数据(点、线、面要素)相关联,地图的每一层都对应一个或多个属性数据表(为数据库格式),每个地理要素与相关的属性数据表的一条记录相对应。

3.3 空间数据库总体构成

空间数据库建设宏观上将按全国、全省、区带、重点区片和矿床点 5 个信息层次进行划分:

全国:比例尺 1:500 万~1:1400 万地质图、构造纲要图、大中型贵金属矿床、全国行政区划图等。

成矿域:比例尺 1:50 万地质图、构造纲要图、重力图系及原始数据、航磁图系原始数据、TM 镶嵌图、矿床点分布图(突出新发现的矿床)、地形图、交通地理图。

区带层次:比例尺 1:20 万或 1:25 万地质图、构造纲要图、重力图系及原始数据、航磁图系原始数据、地球化学异常图、遥感图、矿床点分布图、地形图、交通地理图。

重点成矿区:比例尺 1:5 万地质图、构造纲要图、矿床点分布图、工作程度图、化探异常图、遥感地质解译图、物探原始数据库、遥感图像、1:5 万航磁异常图系、1:5 万航磁原始数据库、重点区带普查报

告。

矿床(点):比例尺 1:1 万地质图、化探异常图、物探异常图、工程分布图(槽探、钻探、坑探、井探及其相关的柱状图)、矿体及相关属性、勘探线剖面图、矿床点评价报告等。

4 系统功能

根据 GIS 工程的设计原则和地质找矿的思路,将系统分为数据库管理子系统、地质分析子系统(地层、岩体、构造)、物探分析子系统、化探分析子系统、遥感分析子系统、矿产分析子系统、成矿预测系统。系统主要有如下功能。

4.1 数据的输入

输入研究区所涉及到的地质、物探、化探、遥感等不同数据。即可以通过数字化仪、扫描矢量化进行输入,也可以调用已有的电子数据,包括:EOO、Shape、DXF、MIF、文本文件、TIGER/Line 文件等,通过系统的数据转换功能把不同坐标系、不同存储格式的数据转化为系统所要求的统一格式。

4.2 管理、存储功能

管理和存储区域地质勘查不同来源、不同形式、不同精度的地理、地质、遥感、物化探等多源数据。该系统提供了方便灵活的数据更新功能,可以根据需要随时对数据库进行修改、编辑及增删各类数据。

4.3 查询、处理、分析功能

4.3.1 查询

矢量图形(空间数据)、栅格数据(图像)和属性数据共 3 种基本类型的数据库,通过 GIS 的拓扑功能和空间数据与属性数据的连结技术,使 3 个数据库之间形成关联链路,有机地集成在一起。从而为实现对 GIS 管理下的空间数据库实现各种复杂而又方便的空间查询功能奠定了基础。

1) 属性查询

即可以根据输入的逻辑条件检索属性数据库记录,也可以用结构查询语言、SQL 语句检索属性数据库记录。

如:查询晚泥盆系地层:在地质分析子系统中输入“晚泥盆系”,则晚泥盆系地层就会在屏幕上闪烁,并且提取形成新的图层,与之相关的属性表将会自动呈现在屏幕上。查询的结果可以直接输出或另存为其他文件。并且与之有关的 WORD 文档、PPT 资料、图片及音像资料根据需要,可随意调出,获取所需的全部资料。

又如:在矿产分析子系统中,可以根据矿床规

模、矿床成因、矿床类型等条件,分析、提取不同规模、成因、类型的矿床,研究不同类别的矿床的时空分布特征。

2) 空间查询

根据需要显示、提取特定区域的信息。

如:查询一定范围含铜蚀变带的空间分布特征,查询某成矿带的矿产分布情况、岩体分布规律等。

3) 综合查询

(1) 属性数据库与矢量数据库联合查询。

此功能的作用是,既可由属性数据库中的数据查到图形,又可由图形查到与之相关的属性数据。

如:选中属性库中的花岗岩,则该岩体就会以不同的颜色在图上显示出来。选中图形上的断裂,与之有关的属性将在属性表中颜色变深。

(2) 属性数据库与图像库联合查询。

在图像层上定义点、面热区,并同属性数据建立连结,这样就达到属性数据查到图像特征点(区),又可由图像特征点(区)查到关联的属性数据。

(3) 属性数据库、图形库与图像的综合查询。

把配准的图像作为图形层的背景层,在查询中图形与图像同时显示。实现遥感图像特征色异常与地球化学异常图、地球物理异常图、岩体、岩性和构造图的复合查询和定位。

4.3.2 处理功能

对物探、化探、遥感的原始数据进行处理,形成各类专题图件便于进行分析。

如:化探数据处理子系统,包括地球化学数据可视化编辑及查询变量元素异常下限确定、化探异常等值线的圈定、化探异常图的制作、多变量多元素分析、空间异常趋势性分析、区域地球化学移动平均分析及地球化学异常的综合评价等。特别在化探异常等值线的内插方法上引入了分形的数学理论,这样在异常的圈定中即照顾到异常的分布与构造的关系,又保证了化探奇异值不会被均衡掉。利用频率域与空间域的转换,通过滤波去掉背景值使得化探异常图更接近实际异常的分布。

4.3.3 分析功能

对已知矿床(点)的形成条件进行分析研究,总结矿床(点)的控矿标志、控矿因数,为成矿预测模型提供根据。分析方法有以下几种:

1) 影响带(Buffer)分析

Buffer 分析就是将点、线、面状图形特征:如构造、构造交汇点,岩体、蚀变带、遥感的线环构造等变换为这些图形的扩展距离图,以研究构造、岩体、

岩性与成矿的空间关系与控矿规律。

例如,分析与酸性岩体有关的钨矿(北祁连地区)的分布情况:在地质分析子系统中把缓冲区定为1 km,则距岩体1 km范围内的矿(点)床就被单独提取出来,研究发现北祁连地区钨矿的分布与酸性岩体关系密切。把分析结果作为一个条件存入成矿靶区预测库中。

2) 空间叠合分析(Overlay)

将同一地区,同一比例尺的两组或更多的面状图形要素的图层进行叠合,得到一张新的叠合图,使每个面状图形内都具有两种以上的属性,通过区域多重属性的模拟,寻找和确定同时具有几种属性的分布区域。

例如,分析北祁连地区钨矿与地层的关系:在地质分析子系统中将地层与钨矿点两个图层同时打开,输入“与钨矿有关的地层”这一分析条件,则系统将自动分析并将与之有关的中元古界的长城系地层提取,把分析结果作为一个预测条件存入成矿靶区预测库中。

4.4 成矿靶区预测功能

根据各分析子系统的分析结果建立预测模型,利用预测模型进行靶区圈定。系统具有靶区的自动圈定、自动输出、自动形成预测报告的功能。

在北祁连地区各子系统的分析结果显示,已知钨矿的控矿条件有:(1)受控于北西向大断裂,分布于重力异常所揭示北东向深大断裂附近,即产于这两组断裂交汇处。(2)分布于酸性岩体的边缘。(3)分布于中元古界的长城系中。(4)化探异常高值区。根据这四个条件,结合它们控矿的重要性,即通过计算这些条件与已知矿床(点)的相关系数确定其权值,及其它控矿因数,建立北祁连地区钨矿的预测模型。根据该模型,系统在北祁连地区圈定出2个二级靶区、1个一级靶区。

4.5 输出与制图功能

根据需要系统能输出如下成果:

(1)查询报告;(2)电子地图;(3)科研、生产基础图件、专题图件;(4)区带矿产资源快速评价报告;(5)找矿靶区优选报告;(6)项目电子报告书;(7)成果汇报演示系统。

5 结论

基于GIS与遥感一体化技术构建的矿产资源区域综合评价系统集成多源数据库数据的获取、管理、查询、处理、分析、建模和制图于一体,具有解决多源地

学数据复杂的管理,查询、建模、快速综合处理和分析问题的能力,并能根据需要输出成果,这一系统的应用将大大提高地质资料的利用率,加快地质找矿进程。

致谢:本论文得到北京市测绘设计研究院张保钢博士的指导,在此深表谢意。

[参考文献]

- [1] 李春霞,傅水兴,张守林. GIS 在北祁连铜钨金资源勘查中的应用[J]. 矿床地质,2002,21,(增刊).
- [2] 肖克炎. 矿产资源 GIS 评价系统[M]. 北京:地质出版社.
- [3] 池顺都,周顺平,吴新林. GIS 支持下的地质异常分析及金属矿产预测[J]. 地球科学—中国地质大学学报,1977,1,22(1):99~103.
- [4] 毛 锋,程承旗. 地理信息系统建库技术及其应用[M]. 北京:科学技术出版社,1999.
- [5] 冯治汉,叶得金. 化探野外工作中 GPS 和 GIS 的应用[J]. 地质与勘探,2002,38(2):75~77.
- [6] 黎清华,张 均,张晓军. 基于 GIS 技术胶东金矿集区的地质异常分析[J]. 地质与勘探,2002,38(6):55~58.

STRUCTURE AND FUNCTION OF BIGM MULTI-SOURCE GEOLOGY INFORMATION SYSTEM

ZHANG Shou-lin^{1,2}, FU Shui-xing², LI Chun-xia²

(1. China University of Geosciences, Beijing 100083; 2. Beijing Institute of Geology for Mineral Resources, Beijing 100012)

Abstract: The structure design and function development of BIGM multi-source geology information system are based on GIS technology, and combined with ideas of geology prospecting. The system interface is friendly, easy to operate. Using this system, high-efficient geological management and multidisciplinary analysis are realized, and multi-source geological data to prospecting and forecast targeted are really achieved. In processing geochemical data, the fracture theory and background value separating method are introduced in the system.

Key words: multi-source data, multidisciplinary analysis, metallogenic prognosis

我国主要矿产资源储量在减少

4月3日,国土资源部在京发布了《2002年中国国土资源公报》,2002年全国矿产资源情况如下:全国有查明资源储量的矿产共157种,其中,能源矿产9种,金属矿产54种,非金属矿产91种,其他水气矿产3种。45种主要矿产中有30种矿产查明资源储量有不同程度的减少。

全国地质勘查行业投入地质勘查费用235.97亿元,其中国家财政地质勘探费11.56亿元。矿产资源勘查新发现大中型矿产地120处。石油天然气勘探取得重要进展,苏里格气田已进入世界级气田行列。新查明(预测)矿产资源量煤7.60亿t,石油10.53亿t,天然气4411亿m³,铁矿石1.02亿t,铜金属81.31万t,铝土矿5814.4万t,铅金属163.33万t,锌金属181.62万t,金428.55t,硫铁矿矿石4321万t,地下水3453万m³。

全国矿业总产值预计达5085亿元,呈持续增长态势。主要矿产品产量有所增加,原油产量由上年的1.65亿t上升到1.67亿t,10种有色金属产量由883万t上升到1021万t,磷矿石产量由2100万t上升到2301万t,水泥产量由6.61亿t上升到7.25亿t。

矿业权市场建设蓬勃发展。全国19个省(区、市)开展了探矿权、28个省(区、市)开展了采矿权招标、拍卖、挂牌出让工作。探矿权转让168宗,转让收入5.41亿元;采矿权转让2412宗,转让收入24.57亿元。

矿业秩序继续好转,依法治理力度在加大。全年共处理地矿违法案件2.2万件,其中本年发生案件2.1万件,吊销勘查许可证2件,采矿许可证1378件,收缴罚款5067万元。

全国矿产品及相关能源与原材料进出口贸易总额突破1100亿美元,贸易逆差进一步扩大。在全国进出口贸易中,矿产品的进出口总额一直保持在18%左右。与2001年相比,除铜矿石进口减少8.4%以外,其他大宗短缺矿产品及相关能源与原材料的进口量都有不同程度增加,其中原油进口6941万t,铁矿石进口1.12亿t,锰矿石进口208万t,铬铁矿进口114万t,钾肥进口543万t。进口矿产品供应多元化趋势进一步加强,提高了进口安全保障程度。我国矿产品进口关税进一步下调,平均降至6.9%,促进了短缺矿产品及相关能源与原材料的进口,保障了国内需求。

矿产资源勘查开发“引进来”继续推进。批准涉外勘查许可证48件,采矿许可证39件。中外合作石油天然气勘查开发取得重大进展。我国海上最大的油田蓬莱19-3油田一期工程正式投产,年产原油200万t,我方拥有51%权益。中国石油天然气集团公司和中国石油化工集团公司与外国石油公司合作,积极开展风险勘探开发和提高采收率等项目,累计引资10亿多美元。

矿产资源勘查开发“走出去”取得重要进展。中国石油天然气集团公司全年海外原油作业产量达2123万t,同比增加500万t;苏丹、哈萨克斯坦等海外重点工程进展顺利。中国海洋石油总公司收购西班牙瑞普索公司在印度尼西亚的第五大油田的部分权益和澳大利亚西北礁层天然气项目的上游生产及储量5.56%权益。先后在近20个国家进行了10多个固体矿产资源的勘查开发工作。