

文章编号:1009 - 0258(2002)01 - 0050 - 04

# 应用 GIS 技术进行成矿预测的基本步骤及主要内容

王 敏

(山东省地质科学实验研究院,山东 济南 250013)

**摘要:** 在成矿预测中应用 GIS,就是采用计算机技术和 GIS 系统,对已有各类矿产地质资料进行全方位的综合性与对比,研究成矿规律,圈定有利的找矿地带,进行成矿预测。本文根据近几年的工作经验,主要从应用者角度阐述成矿预测中应用 GIS 的基本步骤和主要内容。

**关键词:** GIS;空间数据库;成矿预测;靶区

**中图分类号:** TP391.41;P612

**文献标识码:** A

地理信息系统(GIS)是集数据库技术、图形图像处理技术和数据分析技术为一体,用来获取、管理、分析、模拟和展示空间相关信息的计算机系统,是地球信息方法的一种实现手段,是测绘、遥感、地理、地质、地球物理、地球化学、应用数学等多学科技术集成的计算机基础平台。运用 GIS 进行成矿预测,不同于传统的成矿预测,它是以计算机技术和 GIS 系统作为资料存储、处理、分析的手段和工具,并要求预测资料全方位、预测思路多元化、分析过程可视化,预测成果以计算机表达。运用 GIS 进行成矿预测的工作过程主要是收集各类原始资料、建立空间数据库、研究成矿规律、建立找矿模型、运用 GIS 系统自身的或工作中自行开发的预测评价模型及 GIS 的空间分析功能进行分析预测,圈定找矿靶区等,现分步作简要阐述。

## 1 各类原始资料的收集

丰富的第一手资料是建立完整的空间数据库的前提和对数据进行空间分析的基础。所以要全面系统地收集预测区内已有的各种资料数据。一般应包括以下内容:

(1)地质方面:1:20 万和 1:5 万分幅地质图及矿产图(均应附有说明书),各种矿产资源调查评价报告,代表性矿床的普查—勘探报告。

(2)化探方面:1:20 万化探扫面数据,1:5 万水系沉积物或土壤地球化学测量数据,局部地区 1:1 万、1:2 万土壤或岩石地球化学测量数据。

(3)物探方面:1:50 万、1:100 万航磁数据,1:20 万或 1:10 万航磁和重力数据,局部地区 1:5 万地磁、重力和电法测量数据,1:20 万或 1:10 万航空放射性测量数据或处理结果。

收稿日期:2001 - 11 - 30; 修订日期:2001 - 01 - 15;编辑:王先起

作者简介:王敏(1970 - ),女,山东泰安人,工程师,主要从事成矿预测及地质矿产研究工作。

(4) 遥感方面:TM、MSS 图像处理结果与解释数据,航空彩色或黑白相片解译。

(5) 矿产方面:各类矿床或矿点名称、矿种、坐标,容矿岩石类型,地质-地球化学特征,控矿构造、蚀变作用、规模、产状和成矿年代学等各方面的资料数据。

## 2 建立原始空间数据库

建立原始空间数据库是在对各类资料进行整理、研究及编制相应图件的基础上,将各类地质数据及图形录入与编辑的过程。一个完整的空间数据库应包括图形数据和属性数据两部分。

### 2.1 图形输入及数据录入

图形输入或称图形数字化,是将图形信息数据化,转变成按一定数据结构及类型组成的数字化图形,MAPGIS 提供智能扫描矢量化和数字化仪两种输入方式,一般应采用扫描矢量化输入,个别情况以数字化仪补输。要按点、线参数表事先设定缺省参数,将底图扫描成栅格图象的 TIF 文件,按照预处理好的图件和图层划分原则,在计算机内分层进行矢量化。线型、花纹、色标、符号、图例等均按有关标准执行。图形数字化既不能丢失也不能重复录入图形要素,当一个图层要利用另外一个图层中的内容时,应利用拷贝的方式而不能重复录入。

数据录入主要是录入预测区内收集到的物化探原始数据。是以 Excel 表的形式录入到计算机内,形成原始数据库,然后进行离散数据网格化,形成三角剖分文件等,最后进行平面等值线图及其它异常图的绘制。

### 2.2 图形编辑修改及误差校正

对于已建立的图层,要逐层按点、线、多边形分别编辑修改,确保图层中没有漏掉、也没有多余的数据,应连在一起的线连在一起,不应连在一起的线一律分离,所有的多边形一律封闭,图形数据和属性数据一一对应。

点图元的编辑主要是检查点要素的图层、参数、空间位置是否正确,并利用编辑系统中点拷贝、删除、移动、修改参数等功能进行修改;利用点属性的编辑修改功能修改其属性中的关键字段图元编号(ID号)。

线图元的编辑是图形编辑的重点,线图元数据的空间位置的精确度、线与线联结的好坏、线与线形成的多边形能否封闭以及图层、参数、圆滑等的正确性,都直接影响拓扑关系的建立和地理信息系统的建立。要检查线图元的个数,修改数字化错误的线(包括参数、图层、接头、方向等),进行线的结点平差,以确保该联结的线头能准确无误地联结在一起。

拓扑处理是软件系统自身功能,通过拓扑处理使图形线段转换成弧段自动生成面元。拓扑处理前必须将多边形的地质界线校正到标准图框内进行修改,并要进行数据的处理,去掉与当前图层区域边界无关的线或点;对于图幅边部不封闭的区域,采用图框线作为多边形的边界线,使图幅内的多边形均成为封闭的多边形。拓扑处理后自动形成的面元是无规律的,还需操作人员按划分的图层输入与属性数据的编号一一对应的图元编号,进行图形数据和属性数据挂接。

在图形数字化的过程中,由于手工操作的误差、数字化仪和扫描仪精度、原图图纸变形等因素,输入的图形与理论上的图形会有一定误差,虽经编辑修改仍难达到精度要求,必须经过严格的误差校正。误差校正的方法是利用软件系统的误差校正功能,首先输入图幅的理论(x,y)坐标值,自动生成标准图框,然后将数字化后的图形配准到标准图框中,控制点每个图幅不得少于25个(实际工作中取所有控制点,一般采用坐标交叉点或高程点),在图面上分布要均匀,个别变形较大区域可增加控制点或高程点。计算校正结果,如果误差值偏大,还要进行二次校正,直至符合要求为止。

### 2.3 数据的规范化与存贮

对不同比例尺、不同投影坐标系、不同精度的外来数据,必须统一坐标、统一记录格式。形成GIS平台上的数据库的基础坐标系最好是地理坐标,即以地球椭球面上的实际经纬度标定的空间曲面坐标体系。因为地球表面任意一点的空间位置是唯一的,这样可保证无论是来源何处的数据,只要其空间坐标是地理坐标体系,就可直接拿来进行利用。

数据以某种格式被记录在计算机内部或外部贮存介质上,其存贮方式与数据文件的组织密切相关,关键在于建立记录的逻辑顺序,即确定存贮地址,以便提高数据存取的速度<sup>[1]</sup>。

### 2.4 数字成图

综合数字成图包含图件制作和图形综合显示。成图的对象包括地质调查成果图(如地质图等)、中间性成果图(如物、化探异常图、解译图、综合对比分析图等)和目的性图(如矿产预测图、工作部署图等)。综合数字成图是GIS在矿产资源调查评价中的另一重要应用方面,因为随调查研究的深入和对地质规律认识的提高,在形成最终图件时,需要做的工作只是对所变化的图层进行修改和补充,而不需要对所涉及图形的全部内容重新复制。

## 3 成矿预测

### 3.1 数据处理与综合解译

空间分析是GIS区别于其它信息系统的本质特征,它用空间坐标描述实体的空间位置和几何形态,用属性数据描述实体的性质,使图形信息与各科专业信息有机地结合在一起。充分利用GIS的空间分析功能,并结合专家的思维,采用多种技术方法手段,对收集到的各类地质、物探、化探、遥感数据与资料进行全方位对比与分析,总结成矿规律,可集成有用的找矿信息,为综合信息圈定找矿靶区打下基础<sup>[2]</sup>。在成矿预测中,数据的综合处理包括成矿有利信息的分析、提取,成矿有利信息的定位,以及资源潜力定性、定量评价等。这一过程在GIS中主要通过空间分析完成。通常的做法是将处于同一空间区域的各类数据图层(地、物、化、遥、矿等)在已知成矿规律或成矿模型(式)指导下,通过GIS系统中的查询、检索功能,将有利于成矿的控矿因素、成矿条件、成矿信息标志检索出来,进行空间叠加和综合,确定有利信息组合部位,进而进行评价。应当指出在应用GIS进行矿产资源评价工作中,这一环节是最不易操作和应用的。原因之一是数据本身的缺陷造成执

行结果仅是纯空间相关因素的简单叠加;之二是成矿作用的复杂性及三维立体空间性,在 GIS 系统中很难予以确切表达和解决;之三是目前在此区域可被利用或开发的成型功能模块很少或不完善。对于各种因素成矿有利程度的标度,以及各因素叠加部位的含矿性评价,其本身就存在很大的人为性,这实际上又归属传统的资源评价问题。

新获取的地、物、化、遥数据资料要与前人的相关成果进行对比,判断异常是否能够分解,能否再现。

### 3.2 综合信息找矿模型建立

在物探、化探、地质解译的基础上进行多学科的综合,研究已知矿床的成矿规律、控矿条件及找矿标志,总结出区域性找矿标志组合,或通过对地质、物、化探数据进行成矿信息的提取,总结出直接、间接的找矿标志,然后以满足这些找矿的信息标志来建立找矿模型。建立综合信息找矿模型的出发点是以矿床密集区为模型单元,以异常密集区为预测单元。首先圈定矿床密集区,建立模型单元,并研究模型单元的特点,进而建立定位预测和定量预测的预测模型单元,并根据预测模型单元空间分布的地质、地球物理、地球化学、遥感等特征在异常密集区建立预测单元,形成预测体系。

### 3.3 成矿预测及靶区验证

根据综合信息找矿模型,以地质统计单元为单位,利用地质变量的作用,借助统计方法,可以对预测区的成矿有利度作出定量评价。这也是进一步分析并确定控矿因素,总结成矿规律,编制多学科综合成矿预测图,圈定成矿靶区的基础。地质变量是从众多的有用信息中提取出来的,提取的对象主要是对成矿活动具有控制作用各类信息,成矿活动指示信息,随单元的不同具有差异变化的信息。变量赋值是按一定准则将样品的不同变化状态赋予某种定量数值,使状态与数值之间有一定的对应关系,以致变量的变化可以通过数值的变化予以表达。一般采用二态赋值法对变量赋值。即变量在单元中存在,其赋值为 1,否则赋值为 0。为保证预测成果的可信度,可采用多种数学方法进行计算,以便对比分析。常用的数学方法有 Q 型聚类分析、对应分析、数量化理论、数量化理论和特征分析 5 种。靶区圈定后一般应进行野外验证。根据预测结果要编制进一步工作部署图,提出进一步工作部署建议和工作验证方案。

GIS 是成矿预测的重要工具,是实现地质调查基础数据信息化的基础。GIS 可快速地采集和显示所需数据,执行指定的分析计算,提供结果信息,帮助用户决策,但系统本身不代替用户决策。

GIS 技术的应用,首先是以人对地质现象及规律认识的基础为前提,GIS 技术本身在其中的作用不可能超越和脱离当时的认识程度,但它可以改变认识和工作的方式。GIS 的充分应用,将实现矿产资源调查评价工作各环节的全程数字化。

## 参考文献:

- [1] 陈述彭,鲁学军,周成虎,等.地理信息系统导论[M].北京:科学出版社,1999.
- [2] 叶水盛,王世称,马生忠,等.实用型地理信息系统的开发与应用[M].长春:科学技术出版社,2000.

(下转第 57 页)

因此,除了国家调控之外,应该走大联合道路,为推动全山东“3S”技术的发展注入活力。

要从国家和区域目标的战略高度,统筹规划,协同发展,切实开展与“数字山东”相关的工作;要在已有的土地、矿产、测绘、勘查等信息系统及各类专业数据库的基础上,建立各类信息之间的共享机制,逐步实现信息的综合化、系统化、网络化、实时化和智能化,为早日建成数字山东作出贡献。

## 参考文献:

- [1] 潘宝玉,等. 迎接数字地球的挑战,加快建设中国数字地球[J]. 地矿测绘,2000,(3):46-48.
- [2] 甄春相. IKONOS 卫星遥感数据及其应用[J]. 铁路航测,2002,28(1):35-37.

## Thoughts and Suggestions for Present Condition of Remote Sensing Application in Shandong Province

ZHANG Qiao - lian

(Shandong Institute of Geo - mapping, Shandong, Jinan 250011, China)

**Abstract** :Developing condition , characteristics and future of remote sensing technology in Shandong province are introduced in this paper , and importance and urgency of its widely application are analysed as well . Suggestion of remote sensing application are put forward .

**Key words** :Remote sensing ; general condition of application ; suggestions ; Shandong province

---

(上接第 53 页)

## Basic Steps and Major Contents of Ore - forming Predication by GIS

WANG Min

(Shandong Institute and Laboratory of Geological Sciences , Shandong , Jinan 250013 , China)

**Abstract** :Ore - forming predication by GIS is that using computer technology and GIS to analysis and contrast all kinds of mineral geological information comprehensively to study ore - forming rule , definite useful ore - probing belts and carry out ore - forming predication. According to experiences gained by the author in the recent few yeras , basic steps and major contents of ore - forming predication by using GIS from the veins of application are introduced in this paper.

**Key words** :GIS ; spatial data base ; ore - forming predication ; target area