

基于 ArcView GIS 的矿床定位预测系统简介

白万成, 臧忠淑

(武警黄金指挥部, 北京 100102)

[摘要] 基于矢量数据的“矿床定位预测系统”, 简称 DPIS, 用于对地质、物探、化探、遥感、矿产等信息数据进行集成研究, 预测找矿靶区。系统充分发挥 ArcView GIS 图形管理、空间查询、空间分析等优势, 使地质研究人员能在熟悉的地质矿产图界面上, 通过简单的鼠标操作, 在短时间内完成大范围的矿床统计预测工作。系统还提供了“图层自动生成”、“线走向/长度计算”、“面积计算”、“图层平移/旋转/缩放”、“图层合并”等多种实用的矢量数据变换、处理功能, 使数据资料的整理便捷、高效。

[关键词] 矿床 成矿预测 矢量数据 GIS 应用软件

[中图分类号] P628 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0495-5331(2004)03-0052-03

目前固体矿产找矿进入“攻深找盲”和寻找难识别矿阶段, 难度越来越大。近年来不少研究者探索将 GIS 技术应用于找矿预测领域。但在 GIS 平台上开发的、矢量数据结构为主体的、简单易用的 GIS 找矿预测专用系统, 目前还不多见^[1]。为了满足固体矿产找矿工作的需要, 我们在 ArcView GIS 平台上开发了基于矢量数据的“矿床定位预测系统”(Deposit's Position Indicating System), 简称为“DPIS”。

1 软件功能

基本功能: 利用地质、物探、化探、遥感、矿产分布等矢量化空间数据库资料, 按照“找矿信息量法”的方法步骤^[2], 完成一定区域范围内的找矿预测, 优选找矿靶区。

矿床预测有多种统计预测模型, 常用的如“找矿信息量法”、“逻辑信息法”^[2]、“证据权重法”^[3]等。不久前, 张振飞等将图像识别技术应用于找矿预测, 提出了用于研究程度较低地区的“Eigenface 法”^[4]。DPIS 之所以选择“找矿信息量模型”作为统计预测模型, 是基于该方法不需要对区域控矿因素的重要性有先验的知识, 而是用统计学方法研究各地质因素与矿产分布的关系。换言之, 与传统的找矿预测思路不同的是, 该方法不是在查明控矿地质因素和找矿标志之后再进行成矿预测, 而是通过统计途径查明控矿地质因素和找矿标志, 并进行成矿预测。另外, 对于找矿预测中极为重要的区域物探、化探资料, 大多数用户难以获得原始数据, 只能

获得异常图等成果性图件; 不同时期、不同单位完成的多幅图件的接图也是一大难题。而“找矿信息量法”只对“异常”的分布进行统计。上述两点因素使得多数地质勘查单位使用该软件进行找矿靶区预测成为可能。

不久前, 肖克炎等在对比研究了多种数学模型的应用效果后特别指出, “成矿信息的提取并非使用的数学模型越复杂越好, 相反使用一些简单模型, 如比值模型、找矿信息量模型往往会得到十分好的找矿效果”^[5]。20 世纪 80 年代末期, 笔者曾在河南省熊耳山西南段应用“找矿信息量法”进行金矿找矿靶区预测^[6]。至今 10 多年过去了, 经多家地质勘查单位在该区的找矿实践检验, 所有新发现的金矿床均在当时圈定的找矿信息量一二级异常范围内。因此, 有理由认为, “找矿信息量法”是一种简便、有效的找矿靶区预测方法。

数据处理功能: ①GIS 图层自动生成。依据地表观测点的经纬度坐标、线性体或多边形实体边界的拐点坐标(组), 直接投影生成点图层、线图层或多边形图层图形文件, 并与投影数据库相联接, 形成属性库。②地质图颜色自动设置。根据标准数字化地质图属性库中的 Color_no 字段数值, 按照 1:50 000 地质图用色标准, 自动设定地质图的颜色。③线、多边形图层互转。将线图层自动转换为多边形图层, 或将多边形图层自动转换为线图层。④点坐标提取、线走向计算。对点图层自动记录各点的相对坐标。对线图层自动计算并记录各线的走向方位

[收稿日期] 2003-05-08; **[修订日期]** 2003-09-12; **[责任编辑]** 曲丽莉。

[第一作者简介] 白万成(1955年-), 男, 1982年毕业于北京大学, 获硕士学位, 副总工程师, 长期从事金矿地质和找矿预测研究工作。

角。⑤图像重定位。方便地将一幅遥感影像图或扫描形成的位图与同一地区的矢量化图件(如地质图、地形图)配准。⑥面积、长度计算。对于多边形图层,自动计算并记录各多边形块体的面积和周长,对线图层将自动计算并记录各线的长度。⑦点、线密度统计。按照指定的间距划分单元,统计并记录各单元中的点数、线数或线性要素交点数,可以用来制作等值线图,如线性构造密度图等。⑧矢量图层数据的平移、缩放、旋转:以满足多源数据空间位置配准的需要。⑨图层合并。将多个属性结构相同的图层合并为一个图层,并保持图中各实体的属性数据不变,以满足多幅矢量化图件的拼接等需要。

2 软件特点

DPIS 的最大特点是简单、直观、易用,所有操作均使用鼠标在一个窗口界面上完成。通过屏幕上的三个启动按钮,根据提示的步骤完成统计预测工作。

DPIS 可使用的基础数据来源广泛。ArcView GIS 3.1 以上版本全面支持 Arc/Info 的 Coverage, MIF, E00, DXF 等数据格式。对于国内常用的 MAP-GIS 格式数据,可通过 Arc/Info, MIF, E00 等格式,转换为 SHP 格式。目前国家已建成或即将建成的几个大型基础地质数据库,如全国 1:50 万、1:20 万数字地质图数据库、全国矿产地数据库、中国地质工作程度数据库、区域化探数据库等,都可以直接或经简单转换后作为 DPIS 的基础数据源使用。

DPIS 运行中和最终生成的文件数量少,便于管理、使用和保存。成果性文件只有 5-6 个,过渡性图层文件只有在使用“缓冲区分析”时才产生。

该系统可运行在 Windows98/2000/XP 操作系统和 ArcView GIS 3.1/3.2 平台上,并自带帮助文件供随时查阅。系统安装完毕后大小不超过 3M。

3 知识需求

用户要做以下几方面的知识准备:①具有 Arc-View GIS 软件应用基础,掌握有关图层操作、表格操作和窗口操作一般知识,会使用查询工具,会使用“缓冲区生成”功能。②了解信息量计算预测方法的基本步骤和要求。可参阅赵鹏大等编著的《矿床统计预测》一书(地质出版社,1983,1994)中有关章节。③了解研究区地层、构造、岩浆岩特征,所寻找矿种成矿地质条件和矿床(点)分布特征,主要成矿时代等。

4 数据准备

图层是 GIS 中数据的基本形式。ArcView GIS 的

标准数据是 SHP 格式,各种其他格式的矢量数据一般需转换为 SHP 格式或 Arc/Info 格式。使用 DPIS 通常需要准备以下图层数据,其中前 4 种是必不可少的:①地理要素图层。经纬网、境界、居民点图层一般是必须的。②地质体图层。按行业标准《数字化地质图图层及属性文件格式》(DZ/T 0197-1997)制作。③断裂图层。④矿床、矿点图层。⑤化探异常图层。最好使用多种元素的综合异常图。⑥物探异常图层。根据预测的矿种选择相关的物探异常图层。⑦遥感解译及有关图层。⑧其他图层。其他图层可以根据需要随时增加,例如岩体、断层的“缓冲区”图层。

5 信息量统计预测

统计预测工作分三步完成:①单元格生成。在划定的研究区范围(矩形区域或任意多边形区域)内,自动生成矩形单元格,可设定矩形的边长和根据区域构造方向选择单元格的旋转角度。②各标志状态分布统计。标志状态是临时构建的,可随时增减。统计结果以新增字段记录在单元格的属性表中。③信息量计算。根据信息量计算公式,计算每一种标志状态指示有矿的信息量。并对各标志状态的信息量进行排序,根据输入的有用信息水平阈值,选出有用标志状态,最后计算每一单元格的有用信息总量。系统自动对信息总量的分布进行统计,并将统计结果记录在一个表格中,并可以在 Charts 窗口下制作信息量分布直方图。

6 成果输出

DPIS 最终形成的成果图件主要为“信息量色块图”和以矿产地质图、物化探异常图为背景的“找矿靶区(或远景区)预测图”。还可借助其他软件(如 Surfer 等),利用“信息总量”数据,生成“信息量异常等值线图”,保存为 DXF 文件,作为图层加入原窗口界面,与经纬网、境界、居民点、矿床等图层叠加后形成成果图。

7 初步应用效果

目前,该系统已经初步应用于海南省和江南古陆中段的金矿找矿选区工作。仅以海南省为例简介如下。研究中使用了该省地质、金矿床(点)、化探异常 3 类基础数据。地质体图层、断裂图层、地理要素图层数据取自全国 1:50 万数字地质图数据库,金矿床(点)数据取自中国地质工作程度数据库。化探异常图层用 1:20 万区域化探成果,选取了 Au、Ag、As、Sb、Hg 等 5 种元素异常。按照 5 km × 5 km 的网格将研究区划分 1468 个单元,对 36 种地质标

志状态进行了统计。

为进行比较,分3种情况进行了统计预测研究,不同矿床参照条件下的地质标志排序结果见表1,并简单分析如下。首先,使用已知3处大中型矿床进行统计计算,按有用信息水平0.75(下同)计算,确定10种标志状态为有矿指示标志。以信息总量1.1为异常下限,得到异常单元328个,占单元总数的22%,9个已知矿床有1个小型矿床(富文金矿)未落入异常单元内,但位于一个异常区的边缘。然后,使用已知全部9处矿床进行统计计算,确定12种标志状态为有矿指示标志。比前者增加的标志为:As异常,早二叠统,中三叠世岩体。减少的标志为:NW向断层。以信息总量1.2为异常下限,得到异常单元312个,占单元总数的21%,9个已知矿床全部落入异常单元内。最后,又用全部矿床点数据(37处)进行统计计算,确定16种标志状态为有矿指示标志。与前两种情况相比,新增的标志为:断裂交叉点,Au异常,早白垩世岩体,近EW向断层,志留系。减少的标志为:NNW向断层。以信息总量1.0为异常下限,得到异常单元338个,占单元总数的23%。9个已知矿床全部落入异常单元内,但37处矿床点只有21处落入异常区内,占57%。

需要说明的是,上述三种计算结果获得的找矿信息量主要异常区分布大体一致,只是一些小规模异常的分布有所不同,而且后者确定的异常比较分散。这表明,用已知矿床数据进行统计预测,效果优于用全部矿床点资料,其找矿指示标志更为集中、可靠。使用区内少数有代表性的大中型矿床资料作为参照进行预测,可能会取得更好的找矿预测效果。

从表1中地质标志信息量排序结果可以发现,断裂构造尤其是NWW、NNE向区域性断裂构造和基底古老岩系是该区金矿成矿最重要的控制因素,印支期的岩浆活动可能是该区金矿成矿的必要条件之一。这与该区前人的研究成果相吻合^[7,8]。Hg、Sb、As这些前缘晕元素组合异常对金矿找矿具有重要的指示意义,而通常被认为对金矿找矿十分重要

的Au元素异常,其指示意义却降到了次要地位。事实上,该区已知的3个主要金矿床,有2个不在区域Au元素异常范围内。

表1 不同规模金矿床参照条件下各地质标志排序

地质标志状态	大中型矿床(3处) 时排序	大中小型矿床(9处) 时排序	全部矿床点(37处) 时排序
中元古片麻状花岗岩类	(1)	(1)	(1)
100°~120°断层	(2)	(2)	(2)
T ₁ 岩体	(3)	(5)	(10)
10°~40°断层	(4)	(3)	(4)
150°~170°断层	(5)	(11)	28
120°~150°断层	(6)	14	(11)
长城系	(7)	(8)	(7)
Hg异常	(8)	(4)	(13)
近SN向断层	(9)	(12)	(9)
Sb异常	(10)	(6)	(8)
As异常	13	(7)	(6)
70°~100°断层	14	13	(15)
S地层	15	15	(16)
Au异常	19	16	(12)
P ₁ 地层	0	(9)	(3)
T ₂ 岩体	0	(10)	25
断裂交叉点	0	17	(5)
K ₁ 岩体	0	0	(14)

注:①排序号加括弧的为有用信息标志,排序号为0的表示矿床与该标志同时出现的单元数为0;②断层前的数字为断层走向方位角;③表中略去了其他13中未进入“有用信息标志”的地质标志。

[参考文献]

- [1] 刘志国,池顺都,周顺平.成矿预测中应用GIS的主要步骤[J].地质找矿论丛,2002,17(2):140~144.
- [2] 赵鹏大,胡望亮,李紫金.矿床统计预测[M].北京:地质出版社,1994.
- [3] 苏红旗,肖克炎,王四龙.基于GIS的证据权重法矿产预测系统(EWM)[J].地质与勘探,1999,35(1):44~46.
- [4] 张振飞,高凤亮,马智民,等.GIS支持的Eigenface法—适于只有一个模型单元时的矿产定量预测方法[J].地质与勘探,2001,37(6):51~54.
- [5] 肖克炎,张晓华,王四龙,等.矿产资源GIS评价系统[M].北京:地质出版社,2000.
- [6] 王春宏,白万成,雷时斌.河南省熊耳山西南段金矿成矿规律及找矿预测[J].黄金地质科技,1993,3:6~10.
- [7] 陈伯林,丁式江,李中坚,等.海南抱板金矿成矿时代研究[J].地球化学,2001,30(6):525~532.
- [8] 涂绍雄.海南岛金矿分布规律及成矿地质条件的初步研究[J].地质找矿论丛,1992,7(3):71~82.

BRIEF INTRODUCTION FOR DEPOSITS POSITION INDICATING SYSTEM BASED ON ARCVIEW GIS

BAI Wan - cheng, ZANG Zhong - shu

(The Gold headquarters of Chinese Peoples Armed Police Forces, Beijing 100102)

Abstract: The Deposits Position Indicating System (DPIS) is based on ArcView GIS platform, can be used to gather geological, geophysical, geochemical, remote-sensing and minerals data, and to indicate the target district. The system exerts the capacity of ArcView GIS in managing maps, searching and analyzing spatial data, makes the geologists, in short time, to complete the mineral resources prediction in a familiar interface of geological map handling only by a mouse at the computer. The system also provides a series of powerful function to deal with the vector data transformation expediently.

Key words: deposit, prognoses, vector data, GIS, applications