基于 GIS 技术的区域金矿资源定位预测流程
——以藏北班公湖—怒江成矿带中段为例

张玉杰, 路彦明, 向永生, 范俊杰
(中国人民武装警察部队黄金地质研究所)

摘要: 以藏北班公湖—怒江成矿带中段为例, 简要介绍了基于 GIS 技术的区域金矿资源定位预测流程。提出了定位预测流程的 3 个重要步骤: GIS 图件库的制作→地、物、化、遥异常信息的提取→GIS 区域金矿定位预测。研究认为, 采用 GIS 技术预测, 比传统方法更接近于实际, 成果更可靠。

关键词: GIS 技术; 定位预测; 流程; 金矿; 藏北
中图分类号: P618 文献标识码: B 文章编号: 1001- 1277(2003) 10- 0014- 04

班公湖—怒江成矿带中段地处高原缺氧、无人、半无人区, 道路交通十分不便, 地质工作程度很低。在该区开展地质调查工作不可能做到大范围、细致的路线地质调查, 靠传统的找矿方法在该区进行地质找矿也难以达到理想的找矿效果。在此类地区开展区域金矿资源评价工作, 采用 GIS 技术可望能获得较好的效果。本文作为国调项目"西藏班公湖—怒江成矿带中段金矿资源评价"成果的一部分, 将简要介绍基于 GIS 技术的区域金矿资源定位预测流程。

1 GIS 图件库的制作

GIS 图件的制作是以地理信息系统为工具进行区域矿产资源定位预测的基础。因此, 图件制作的质量不仅关系到在地理信息系统中运行的顺畅程度, 而且关系到预测结果的可靠程度。本次研究中, 各类图件的制作以中国地质调查局制定的空间数据库指南为标准, 以 MAP GIS 软件为工具, 能由 MAP GIS 软件自动生成的图件, 尽量由 MAP GIS 软件完成, 不能由 MAP GIS 软件生成的图件, 在外部完成后, 按照 MAP GIS 软件的标准导入 MAP GIS 软件中, 考虑到该区地质研究程度低, 确定以 1: 50 万的比例尺作为主比例尺开展图库制作。

1.1 地质图库的制作

1: 50 万区域地质图是从中国地质调查局颁布的原地矿部组织实施的《中华人民共和国 1: 50 万数字地质图》中裁剪下来, 并根据野外地质调查和 1: 50 万遥感 TM 图像解译结果对其中不合理的部分进行了修编。修改的主要内容有: ①对原图中的地层按地质年代进行了部分合并, 如原图中地层的划分细分到组, 在新图中将地层划分到系; ②根据野外地质调查, 对原图中岩性不对的地段进行了改正; ③根据 1: 50 万遥感 TM 图像解译结果和野外检查对图中的断裂构造进行了重新分级; ④将发现的和收集到的岩砂矿床、矿点、矿化点的信息增加到图库中, 包括对矿床类型的重新划分。

1.2 物探图库的制作

物探数据来源于地矿部航空物探大队综合研究室高原组于 1980 年完成的西藏中部地区航空磁测报告, 原资料为纸介质图件。本次工作是通过图件扫描, 沿剖面进行数字化取值, 再网格化, 提取物探数据。为了反映该区的区域地球物理场及深部构造特征, 对数据进行了化极、求导、匹配滤波等处理, 形成相应的图件, 并按 1: 50 万物探规范填制色标。

1.3 化探图库的制作

首先遇到了接图问题, 研究区涉及到不同单位、不同时间完成的 3 幅 1: 50 万化探扫面成果, 需要对图幅进行拼接, 本次研究是先对 3 幅化探资料分别进行数字化, 再采用 C 型转换法[1]对 3 幅数据进行转换拼接。解决上述问题, 利用 MAP GIS 软件的空间分析功能自动生成了地球化学图, 并针对地形图上的水系、湖泊对地球化学图进行了修改, 具体过程为: 首先对已拼接的 Au、Ag、Cu、Hg 四个元素的化探数据分别进行了网格化处理; 第二步, 利用 MAP GIS 软件中绘制等值线程序将网格化后的数据进行化探等值线图的绘制, 并按 1: 50 万化探规范填制色标; 第三步, 将地形图中的湖泊叠置在地球化学图上, 从空间上分析等值线所在的位置, 将穿过湖泊的等值线在湖泊边缘处截断, 形成具有水系的地球化学图; 第四步, 利用 MAP GIS 软件中坐标校准功能, 将地球化学图进行坐标校准, 形成具有比例尺的标准图件。由于该图由

收稿日期: 2003- 04- 09
作者简介: 张玉杰(1972-) , 女, 助理工程师, 主要从事 GIS 制图及分析、数据库建设等工作; 河北省廊坊市广阳道 93 号, 065000

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

MAP GIS 软件自动生成, 因此每条等值线在形成时就赋予了不同的属性, 主要有图元编号、数值和图素颜色。该图可直接进行各种数学运算和区域地球化学规律的探讨, 以便进行空间关系分析。

1.4　化探异常图库的制作

由于地球化学图是在化探数据经过多次转换后形成的, 偏离原始化探采样分析结果较大, 它只能作为分析区域地球化学特征的基本依据。因此, 本次研究中化探异常图是利用 3 幅地球化学图的基本分析结果, 针对不同的地球化学体的元素分布分别圈定化探异常的: 首先将图形导入 MAP GIS, 利用空间坐标网架进行图件配准和校正; 之后, 对不同的地球化学异常进行属性添置, 主要包括图元编号、异常编号、异常名称、异常值、异常类别、行政区位置、经纬度坐标、异常推断和图素颜色等。

1.5　遥感图库的制作

遥感图库主要是针对 TM 遥感解译结果进行建库。根据解译结果, 将该图库分为 3 个图层: 线性构造图层、环形构造图层和遥感异常图层; 然后, 按 3 个图层分别添置属性, 如线性构造的属性包括图元编号、线性体名称、形态描述、线性体方位及推断成因, 环形构造图层的属性包括图元编号、形态描述、长轴半径、短轴半径、长轴方位及推断成因等。

2　地、物、化、遥异常信息的提取

地、物、化、遥异常信息的提取是基于MAP GIS 软件的基础上完成的, 提取信息过程中遵循以下 3 个原则: ①严格遵循地质分支学科成矿信息提取原则, 充分利用地、物、化、遥各学科已有的成矿信息提取方法, 借助 MAP GIS 软件分别提取信息; ②充分利用 MAP GIS 软件的空间分析功能中的缓冲区分析、叠置分析、空间交叉查询、面积统计、距离计算等方法, 从多个数据库中提取成矿信息; ③充分利用野外地质调查中发现的和收集到的矿床、矿化点的信息和对成矿规律的认识, 形成一套符合客观规律的成矿信息分析模式。

2.1　地质异常信息的提取

地质异常是在物质组成、结构、构造或成因次序上与周围环境具有显著差异的地质体或地质体组合[2]。它可以比背景场高, 也可以比背景场低, 具有一定的强度和时空结构, 通常导致地球化学异常、地球物理异常和遥感影像异常[3]。地质异常信息的提取实质上是在对研究区域地质异常理论分析的基础上, 突出和强化与成矿有关的地质异常信息及找矿的标志。它是利用 GIS 技术在将逐个成矿有利信息分别进行筛选, 绘制地质异常图。

通过野外地质调查和综合分析认为, 该区的主要控矿因素为: 木嘎岗日群、拉贡塘组和朗山组地层与金矿成矿关系密切; 区域性东西向大断裂控制了矿带的产出, 北东和北西向次级断裂控制着矿体的产出; 基性、超基性花岗质侵入岩与金矿成矿有成因联系, 中性、中酸性火山岩与金矿成矿关系密切, 且以岩体内外接触带最为有利, 岩体外接触带 2~ 5km 的范围和岩体内部次之。

在上述认识的基础上, 借助 MAP GIS 软件对主要控矿因素进行空间分析。首先考察了地层与金矿成矿的关系, 发现除了少量的矿化点落在拉贡塘组地层中外, 大部分矿床、矿点均落在上述地层的外边(图略) , 甚至距离较远, 表明金矿与上述地层的分布关系不密切。

其次, 考察了断裂构造与矿床、矿点之间的空间关系, 发现 43 个金矿床(点) 中的绝大部分均位于断层的边部, 约有四分之一的金矿床(点) 分布在距断裂构造 4km 范围之内, 将近一半的矿床(点) 分布在距断裂构造 4km 范围之内(图 1) 。由此可以推断, 金矿的形成与断裂构造关系密切, 尤其是 NE、NW 向构造关系更为密切。

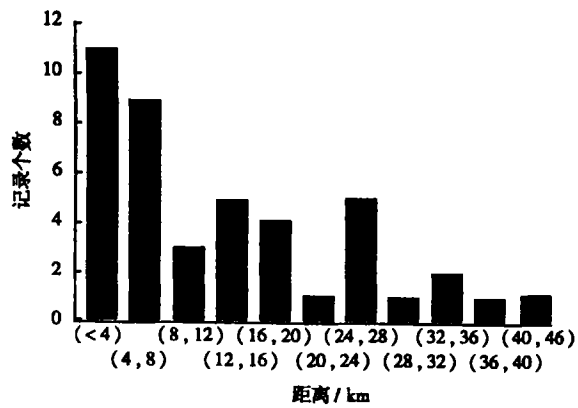

图 1　矿床(点) 与断裂距离统计分布直方图

第三, 对研究区矿床(点) 对岩浆岩(火山岩) 体的相交分析表明, 区内大部分矿床(点) 均位于岩浆岩的内外接触带上, 有 16 个矿床(点) 位于岩浆岩(火山岩) 体内部, 考察了岩浆岩与矿床(点) 之间的空间关系, 结合第二步分析可知距岩体距离较远的矿床(点) 大都落在断裂构造的边部。由此可见, 断裂构造和岩浆岩体(和火山岩) 共同控制着金矿的产出。从空间位置关系定量角度考虑, 岩(砂) 金矿床(点) 到岩浆岩之间距离统计结果(图 2) 表明, 有三分之一以上的矿床(点) 落在距岩体边缘 2km 范围内的内外接触带上。

第四, 考察了断裂构造、岩体(火山岩) 与矿床(点) 之间的空间关系, 将断裂构造 buffer 分析结果与岩体(火山岩) 叠合在一起, 将其与金矿床(点) 进行空

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

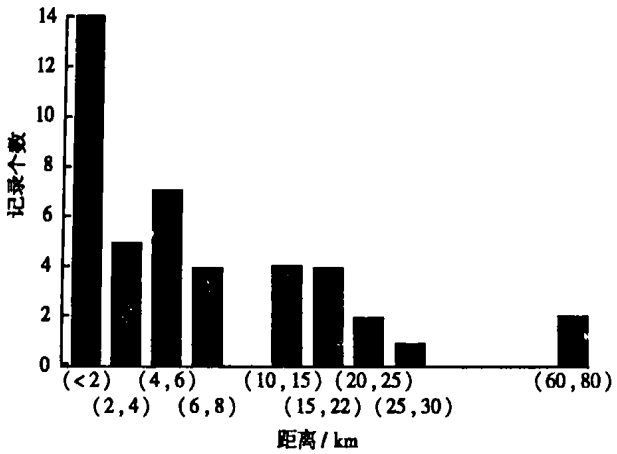

图 2　矿床(点) 与火山岩、岩体距离统计直方图

间分析发现, 除了 3 个金矿床(点) 分布在分析区之外, 其它所有矿床(点) 均在分析区内(图 3) 。

2.2　化探异常信息的提取

化探异常信息提取的基础为区域化探工作过程中通过各种分析确定的化探异常区, 它可以作为原生金矿存在的直接指示, 全区化探异常统计结果表明, 该区内异常均为中小规模的异常, 其中面积小于 70km^2 的异常占总异常面积的 47%, 而面积超过 150km^2 的异常不超过异常总面积的 30% 。为了更清楚地查明异常与矿床(点) 的关系, 从矿床(点) 产出的空间位置上对金化探异常进行分析, 首先将金化探异常与矿床(点) 进行叠合分析(图略) , 发现现有的岩金矿点全部落入金化探异常区内, 而砂金矿床(点) 大部分落在化探异常区内或边缘, 只有少数砂金矿床(点) 离化探异常较远。说明化探异常能直接指示金矿(尤其是岩金) 找矿方向。另外, 对银、铜、汞的化探异常区与现有的金矿床(点) 分别进行了叠加处理发现(图略) 。金矿床(点) 的产出与银异常关系比较密切, 在区内南带及中带的东部, 金矿床(点) 几乎都产在银异常区内。汞异常与金矿床(点) 的产出关系次之, 铜异常与金矿床(点) 几乎没有关系。由此可见, 金和银的异常区能够覆盖大部分矿床(点) 产出空间位置, 可作为矿床预测的重要指标。

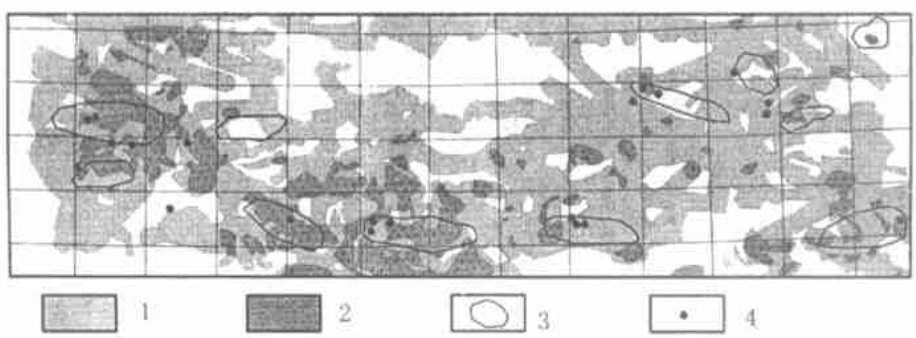

图 3　矿床(点) 与火山岩(岩体) 、断裂构造带空间关系分布图

1—断裂拓扑区　2—火山岩分布区　3—岩体出露区　4—矿床(点)

其次, 对与金矿成矿关系密切的 Au、Ag 元素异常进行综合分析, 通过空间叠加分析发现, 他们的与处理所形成的综合异常图能反映岩金产出的空间位置, 他们的或处理所形成的综合异常图(图略) 基本能反映全部岩、砂金矿床产出的空间位置, 当将区内的线环形构造再叠加在其中(图略) , 基本能反映全部矿床(点) 的空间产出位置。

3　基于 GIS 技术的区域金矿定位预测

区域金矿成矿定位预测传统的做法是根据地质资料和专家的经验, 在地质底图上直接圈出预测区; 或利用数理统计的方法对各变量进行统计分析研究各地质变量之间的相互关系, 然后建立成矿预测的数学模型, 利用模型进行矿产资源预测。本次研究借助于 MAP GIS 软件系统所具备的空间关系分析功能进行预测, 基本思路和传统的类比法或成矿条件法没有本质差别, 不同的是它能够快速地分析成矿地质条件, 找出有利成矿的数值区间, 同时还能够得到一些用人工方法很难划分出的最有利于成矿断裂控制带。它是人工预测的计算机化和对人工预测方法的扩充。

前述对地、物、化、遥等最有利成矿条件进行的系统分析表明, Au、Ag 异常和线环形构造的并集基本能反映全部金矿床(点) 的空间产出位置, 岩浆岩和线环形构造 buffer 分析结果的并集也能反映金矿床(点) 的空间产出位置, 由此可以推断, 当某一区域既有 Au、Ag 异常, 又有岩浆岩, 同时存在线环形构造, 则该区为成矿最有利地段, 当存在 Au、Ag 异常和线环形构造或存在岩浆岩和线环形构造时, 该区为次成矿有利区。

通过对地、物、化、遥信息的空间叠加分析, 从已知矿床(点) 信息与地、物、化、遥信息的统计关系出发, 预测该区成矿有利地段, 预测结果见图 4。结果表明, 传统方法提出的成矿预测区形态规则, 范围大, 而利用 MAP GIS 软件预测的成矿最有利地段, 紧紧扣

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

和着成矿地质因素, 在空间上更细致、更具体, 目标更明确, 因此, 比传统地质方法预测的效果更好。

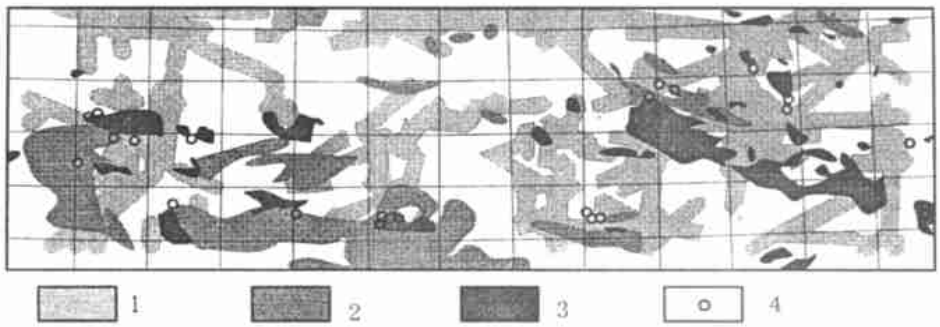

图 4 MAP GIS 综合预测结果与地质成矿预测区对比图

1—MAP GIS 综合预测次有利成矿区 2—MAP GIS 综合预测有利成矿区 3—传统方法预测找矿远景区 4—矿床(点)

从图 4 中还可以看出, 工作区的西部成矿条件优于东部, 从区域上分析, 金矿的分布沿 NE 向和 NW 向展布的规律较强, 沿 EW 向展布不明显。在传统方法预测的成矿远景区之外尚有部分地段具备了成矿条件, 它比传统方法更能发现隐含的成矿条件, 是传统方法所无法比拟的。

4 结 论

(1) 在区域金矿资源定位预测工作中, 采用 GIS 空间分析技术, 比传统预测方法更接近于实际, 成果更可靠。

(2) 基于 GIS 技术的区域金矿资源定位预测流程可分为 3 个重要步骤: 首先对研究区地质资料成果进行综合分析, 制作 GIS 图库, 提取有用信息; 第二对 GIS 综合找矿信息进行空间分析; 第三结合成矿规律研究成果、野外地质调查及工程施工结果, 定位预测成矿有利地段。

(3) 预测过程中, 要注意结合野外各类地质工作成果, 否则会大大降低预测结果的可靠性。

参考文献

1 陈明, 范继璋, 矫希国. 化探背景与异常划分中的 C 型转换法. 长春科技大学学报, 1996(2).

2 赵鹏大, 陈永清. 基于地质异常单元金矿找矿有利地段圈定与评价. 地球科学——中国地质大学学报, 1999(5).

The procedure of making location prognosis of regional gold mineral resources based on geographical information system(GIS) techniques

——taking the middle section of Bangong Lake-Nujiang River metallogenic belt in north Tibet as example

Zhang Yujie, Lu Yanming, Xiang Yongsheng, Fan Junjie

(The Gold Geological Research Institute of Chinese people's Armed Police Force)

Abstract: Taking the middle section of Bangong Lake-Nujiang River metallogenic belt in north Tibet as example, the procedure of making location prognosis of regional gold mineral resources based on GIS techniques is briefly introduced. Three important steps to making location prognosis are put forward, i. e. the making of GIS map pool → the extraction of abnormal informations from geological, physical, chemical prospecting and remote sensing → accomplishing location prognosis of GIS regional gold deposit. It is considered that making location prognosis by means of GIS techniques is more practical and reliable than by traditional method.

Keywords: GIS technique; location prognosis; procedure; gold deposit; north Tibet (编辑: 宿晓静)

生产技术服务信息

长春黄金研究院退休教授级高工向黄金矿山提供以下内容的生产技术服务: 选矿、氰化试验, 建厂及生产流程改造工艺设计, 金精矿、银精矿氰化及尾渣多金属综合回收, 提供含碳金精矿氰化新技术, 氰化贫液净化、返回使用、实现零排放, 以及为提高生产技术指标的生产技术服务, 堆浸生产服务等。有意合作者请联系。

联系人: 冯国臣 联系电话: (0431) 5516657

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net