

成果与方法

基于 GIS 技术的胶东地区金矿地质异常成矿预测研究

杨茂森¹, 万国普², 曾昭彦³

(1. 山东省鲁地矿业公司, 山东 济南 250013; 2. 山东省物化探勘查院, 山东 济南 250013; 3. 山东省第一地质矿产勘查院, 山东 济南 250014)

摘要: 该文基于胶东地区丰富的地质、物化探资料, 通过建立 GIS 地质数据库, 实现对各类地质空间数据综合分析, 了解地质实体之间的相互关系, 掌握各种地质异常与金矿分布的关系。运用 Map GIS 地理信息系统的空间分析方法, 对金矿成矿与找矿密切相关的地质异常信息进行提取、叠加, 形成组合地质异常, 并运用组合地质异常进行金矿成矿预测研究。

关键词: GIS 技术; 空间数据库; 金矿; 组合地质异常; 成矿预测; 胶东地区

中图分类号:P208; P618.51; P612

文献标识码:A

胶东地区是我国大型金矿集区, 截至目前, 胶东地区已发现多个金矿田, 其中玲珑金矿田探明金储量 300 余吨; 莱州焦家-新城金矿田探明金储量 320 余吨; 胶东地区已探明大型、特大型金矿 14 处, 中型金矿 22 处。金矿类型以破碎带蚀变岩型和石英脉型金矿床为代表, 即简称的“焦家式”和“玲珑式”金矿。近年来在胶莱盆地北缘白垩纪底部又发现了蚀变砾岩型金矿床。从成矿地质条件来看, 胶东地区是我国东部地区进一步扩大找矿远景的最佳地区之一。同时该地区在以往金矿找矿工作中积累了丰富的资料, 利用 GIS 矿产资源预测评价新技术方法, 对这些基础信息资料作进一步的加工提取优化, 有望对胶东地区的金矿找矿工作提供有用信息。

1 GIS 地质数据库的建立

胶东地区地质资料丰富且多为属性数据。为便于利用 GIS 技术进行资料处理和分析, 建立了相关的 GIS 数据库, 其基本内容为: 胶东金矿矿区地质图件数据库。胶东金矿矿区重力异常图数据库。胶东金矿矿区航磁异常图数据库。

胶东金矿区地球化学异常图数据库。

在对各种成矿信息的处理提取及分析过程中, 都是以上述 GIS 图件及空间数据为基础的。对各种信息的提取是为下一步的金矿预测提供不同的成矿信息图层, 这一点对利用 GIS 技术显得尤其重要。

2 成矿预测信息的提取与分析方法

地质异常理论首先由赵鹏大院士于 1991 年提出, 现逐步发展成为一种新的地质成矿预测理论。地质异常是指在物质组分、结构构造或成因序列上与周围环境有着明显差异的地质体或地质体的组合^[1]。它具有一定的空间范围和时间界限, 它是地壳结构不均匀性的综合反映。地质异常泛指与周围总体地质特征不相同有明显差异的地区, 包括各种地质、物探、化探和遥感等各类异常。

地质异常成矿预测是运用地质异常“求异”思维与研究致矿地质异常的方法。利用 GIS 技术可以实现对胶东矿集区的多元异常信息进行提取、优化、叠加, 形成包含多种成矿与找矿信息的组合地质异常, 然后利用组合地质异常进行成矿预测。

收稿日期: 2006-03-15; 修订日期: 2006-06-15; 编辑: 孟舞平

基金项目: 国家重点基础研究项目资助 (G1999043207-3)。

作者简介: 杨茂森(1961-), 男, 山东寿光人, 教授级高级工程师, 主要从事地球物理、地球化学与矿产勘探方面的研究工作。

经综合分析评价,提取的胶东地区的地质异常包括: 点型异常,如金矿床(矿点); 线性异常,如断裂构造; 面型异常,如岩浆岩、地层、物化探异常区。地质异常成矿预测研究的重点是分析矿床产出分布与地质异常的空间关系^[2]。

2.1 线型构造异常提取与分析方法

胶东金矿区主要有 NE,NNE,NW 及 EW 向 4 个方向的断裂构造(线型异常),为分析不同方向线型异常与金矿的关系,可利用矿产当量(指单位面积内已发现的矿产量)进行定量分析。据中国地质大学池顺都教授提出矿产当量的概念与计算方法^[3],设定胶东矿集区总的矿产当量($N_{sum} = 3650$ 个)。利用 Map GIS 分别对 NE,NNE,NW 及 EW 向线型构造异常进行检索,85 % 的总矿产当量落入线型地质异常区时,分别得到 NNE,NE,NW 和 EW 向线型异常的 Buffer 半径为 3.1 km,8.25 km,9.71 km

和 27.33 km。由其理论推测, NNE 向线型异常与金矿的关系最密切, NE, NW 向线型异常次之, 而 EW 向线型异常与金矿的关系不明显。以上分析结果与胶东地区多年金矿的找矿实践经验是一致的: NNE 向的断裂构造是胶东地区最重要的控矿构造, 绝大多数金矿床产于 NNE 向的断裂构造中; 少数金矿床产于 NE, NW 向断裂构造中; EW 向构造是基底构造, 它与 NE—NNE 向断裂交汇部位是金矿田产出的重要部位。但是, EW 向断裂构造对金矿床控矿作用并不明显。

利用 Map GIS 对 NNE, NE, EW 向线型构造异常进行组合分析, Buffer 半径 2.04 km, 85 % 的矿产当量落入异常范围, 线型构造组合异常面积 1 658.42 km² (图 1)。Map GIS 空间分析结果说明, NNE-NE-EW 向线形异常组合对胶东地区金成矿的控矿作用更为明显。

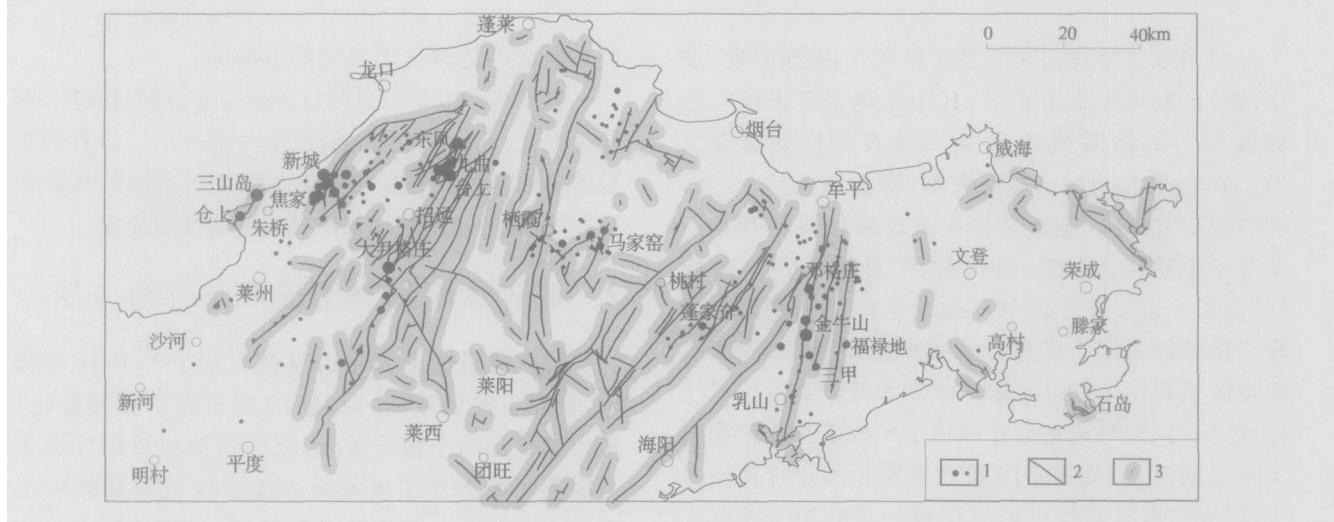


图 1 胶东金矿区 NNE、NW 向线型构造异常控矿范围图

1—金矿床(点);2—胶东NE-NNE-NW向组合断裂;3—NE-NNE-NW向断裂组合控矿范围

2.2 地层和岩浆岩面型异常提取与组合分析方法

胶东地区玲珑花岗岩和郭家岭花岗岩与金矿成矿关系密切,利用Map GIS把与金矿成矿关系密切的花岗岩及金矿床图层叠加后得到新的图层文件,从而产生了一个新的组合异常(区),岩性组合异常面积为 $6\ 171.57\ km^2$,从岩性组合异常图上可以看出,胶东地区金矿床(点)大多分布在新太古代变质岩系(胶东岩群或变质侵入岩)与玲珑花岗岩或郭家岭花岗闪长岩接触带附近,以及玲珑花岗岩与郭家岭花岗岩接触

处,而大型、特大型金矿床多产于中生代燕山期郭家岭花岗岩体的边缘地带。由此表明郭家岭花岗岩对金矿成矿具有明显的控制作用(图2)。

2.3 地球化学异常信息提取与组合分析方法

胶东金矿地球化学找矿模型研究表明,金矿指示元素有 Au,Ag,As,Cu,Pb,Zn,Sb,Bi,Hg,W 等元素。选择其中 Au,Ag,As 3 种元素作为主要的地球化学异常信息,并用统计法计算各元素的异常下限值,然后圈定 Au,Ag,As 元素异常。胶东矿集

区共圈定 Au 异常 98 个, Au, Ag, As 3 种元素组合

异常面积为 3568.509 km^2 , 并称为组合化探异常。



图 2 胶东金矿区控矿岩性组合异常图

1—胶东岩群;2—燕山期花岗岩

设岩性组合面异常面积为 SA , 而组合化探面异常面积为 SB , 再利用 Map GIS 对这两个面进行相交分析, 并统计两个面型异常的相交面积为 SAB

$= 2087.126 \text{ km}^2$ 。得到新的岩性与化探组合异常图(图 3)。通过 Map GIS 相交分析, 使组合异常面积进一步缩小, 异常区的信息密度进一步提高。

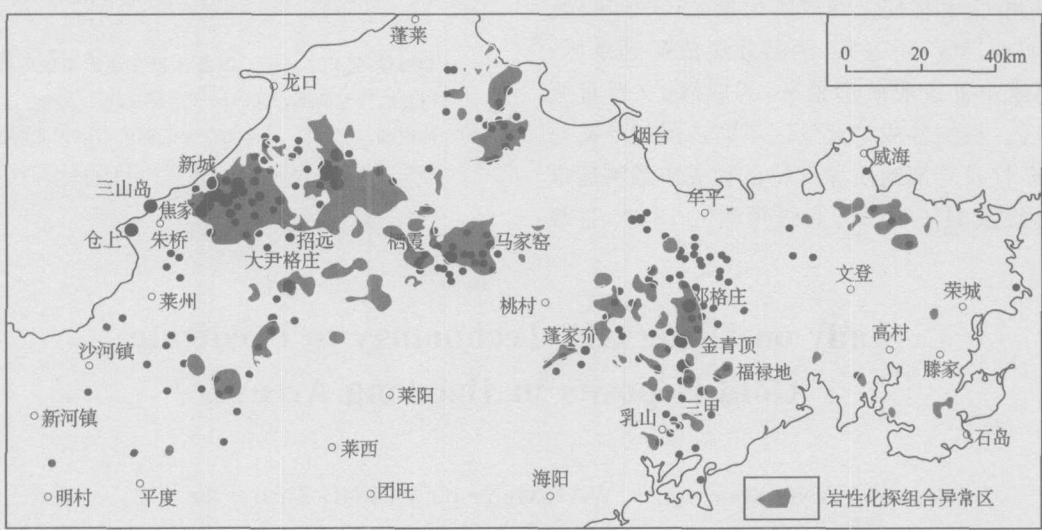


图 3 胶东金矿区岩性与化探组合异常图

2.4 重磁异常信息提取

金矿并不能引起重磁异常, 但金矿的形成、赋存部位却无不受断裂构造和中生代中酸性岩浆岩的控制, 而这些断裂构造和弱磁性、底密度的岩体都能引起重磁异常。

通过对胶东矿集区航磁异常与已知金矿进行空间关系分析发现, 胶东地区磁异常与金矿分布具有明显的规律性: 已知的金矿床(点)基本上分布在航磁异常低负缓变场中, 少部分位于同一磁异常的低

负场中。

重力异常信息对于致矿是一种间接信息, 将其磁异常作为地质变量参与预测评价计算、其选取的异常区为: $-50 \text{ nT} < T < 50 \text{ nT}$; 大型矿集区的分布与深大断裂带有密切的关系, 对应重力场则表现为重力梯级带异常。大型、超大型金矿床常产在超深断裂带附近、并受区域性断裂带和次一级断裂控制, 这些断裂带在重力异常则表现为不同级别、不同规模的重力异常梯级带。通过对重力异常与金矿的

空间关系分析,胶东矿集区的金矿床多产在重力异常的梯级带上和重力异常的缓变带上。因此,将其重力异常作为地质变量参与预测评价计算,其选取的异常区为: $1 \sim 2 \text{ g/km}^2$ 。利用 Map GIS 统计出重力异常和磁力异常的面积分别为 $SA = 2678.92 \text{ km}^2$, $SB = 2409.76 \text{ km}^2$ 。

3 基于 GIS 的地质异常成矿预测

利用 GIS 空间分析功能,对地质、物探、化探异常进行相交、叠加处理,使致矿异常信息优化、组合、浓缩,从而得到包含多种成矿与找矿信息的组合异常,该组合异常区就是成矿预测区。利用 GIS 技术计算的组合异常参数见表 1。

利用 GIS 在胶东金矿区划分为 6 个成矿远景区(组合异常区),编号为 D - 1,D - 2,D - 3,D - 4,D - 5,D - 6,6 个成矿远景区的面积为 873.83 km^2 。自西向东依次为: 三山岛-焦家-玲珑 级成矿远景区; 莱州-大尹格庄 级成矿远景区; 牟平-乳山 级成矿远景区; 蓬莱-栖霞 级成矿远景区; 海阳-蓬家夼 级成矿远景区; 威海-文登 级成矿远景区。根据各成矿远景区不同地段的控矿与赋矿地质条件及局部地质异常特征和成矿预测区准则,圈出 级预测区 10 个, 级预测区 18 个, 级预测区 17 个。

表 1 胶东金矿区成矿预测组合地质异常参数

异常名称	异常特征	异常值	异常面积 (km^2)
线型构造异常	NNE—NE—NW 向断裂	半径 2.0km	1658.42
岩体面型异常	中生代郭家岭花岗岩	单位矿产当量 > 0.56	3658.11
航磁异常	T 过渡带、变化带	- 50 ~ 50nT	2678.92
重力异常	G 梯级带、过渡带	$1 \sim 2 \text{ g/km}^2$	2409.76
化探异常	Au 元素	3.5×10^{-9}	1678.84
	Ag 元素	50×10^{-9}	2022.16
组合地质异常	断裂构造、岩浆岩、重力、航磁、化探	$1.76 / \text{km}^2$	873.83

参考文献:

- [1] 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, 1~103.
- [2] 赵鹏大, 池顺都. 初论地质异常 [J]. 地球科学, 1991, 16(3): 241~248.
- [3] 黎清华, 张均. 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.
- [4] 池顺都, 吴新林. 云南元江地区铜矿 GIS 预测时的找矿有利度和空间相关性分析 [J]. 地球科学, 1998, 23(1): 75~78.

Study on Using GIS Technology to Predicate Gold Deposits in Jiaodong Areas

YANG Mao - sen¹, WAN Guo - pu², ZEN G Zhao - yan³

(1. Ludi Mineralogy Corporation, Shandong Jinan 250013, China; 2. Geophysical and Geochemical Exploration Institute, Shandong Jinan 250013, China; 3. No. 1 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Jinan 250014, China)

Abstract : Regarding gold deposit concentration area as studying object and GIS as the basic plate, abnormal information for ore - probing are conducted. Structure, strata, magmatic rock, geophysical and geochemical information which have close relation with ore - forming are picked up. By dint of GIS spacial information analysing function, Jiaodong area is divided into 6 ore - forming future areas. Through strengthening predication, 10 degree predication areas, 18 degree predication areas, and 17 degree predication areas are circled in gold deposit concentration areas in Jiaodong area.

Key words : GIS; gold deposit; spacial database; ore - forming predication; Jiaodong area