

鲁西龙宝山金矿致矿地质异常浅析及成矿预测

夏庆霖¹, 陈永清²

(1. 中国地质大学, 湖北 武汉 430074; 2. 中国地质调查局, 北京 100083)

摘 要: 以地质异常找矿新思路为指导, 系统分析了鲁西龙宝山地区致矿地质异常, 运用多学科找矿信息, 以高新信息处理技术为手段, 定量研究并圈定了龙宝山地区矿产资源体潜在地段。

关键词: 地质异常; 成矿有利度; 定量评价; 龙宝山金矿; 鲁西

中图分类号: P618.52; P612 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2001)02-0108-04

地质异常(geological anomaly)是指在物质组成、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(赵鹏大等, 1991)。不同尺度的地质异常控制不同等级的矿产资源域: 如全球地质异常控制洲际成矿域, 区域地质异常控制成矿省, 局部地质异常控制矿产资源体^[1-5]。实践表明: 弄清地质异常与矿化的内在关系是应用求异理论进行成矿预测的前提。

1 龙宝山金矿致矿地质异常

1.1 致矿地质异常事件

中生代是地球层圈活动的一个重要的异常时期, 在环太平洋地区爆发了大规模的“构造-岩浆-成矿”事件^[6-9]。侏罗纪太平洋板块与欧亚板块碰撞挤压, 导致郯庐断裂带发生左行扭动, 鲁西隆起区处于弧后拉张环境, 携带Au等成矿元素的幔源岩浆沿郯庐断裂带及其调整构造上侵, 并不同程度的同化混染了地壳物质, 形成铜石、龙宝山等中偏碱性杂岩体^[10, 11, 13]。龙宝山岩浆侵位的通道大致位于龙宝山角砾岩化正长斑岩附近, 岩浆的上升和多次侵位与本区侵入-次火山岩穹的发育密切相关。早期偏碱性岩浆具有高温、低密度和上侵力强的特点, 首先沿NNE向和NW向断裂复合部位, 穿透太古代基底, 在寒武系灰岩中捕掳了大量围岩后停滞就位, 并快

速凝固, 形成外围的二长斑岩; 随后上侵的炽热岩浆通过顶蚀作用到达更浅部, 冷却后形成正长斑岩和石英正长岩类。岩浆活动晚期生成了大量脉岩, 它们与金矿化的关系极为密切。中生代龙宝山地区的金成矿作用主要发生于燕山晚期, 燕山晚期NNE向断裂构造主要表现为右行拉张, 是岩浆期后热液运移、成矿元素富集和金矿成矿的主要阶段^[14]。成矿物质主要来源于地幔, 在热液活动过程中可能又从太古代变质岩系里萃取了部分成矿元素, 由于大气降水的混溶作用, 以及温度、压力、介质条件的改变, 引起Au, Ag, Pb, Mo和稀土等成矿元素从热液中沉淀出来, 并在岩体及其周围成矿有利部位形成了一系列中低温热液型矿床(点)^[15]。其中, 该地区的主要金矿类型有石英脉型、角砾岩型和构造蚀变岩型3种(图1)。这些金矿床(点)、矿化点具有密切的时空和成因联系, 形成了该地区独具特色的金矿产资源体系列。

龙宝山中偏碱性杂岩体、NNE向断裂构造及其伴生、派生的次级构造和太古代变质岩系(隐伏基底)“三位一体”构成了龙宝山地区的一级控矿地质异常, 同时又是金矿产资源体系列形成的有利地质背景。研究表明: 中国东部中生代构造运动引起的岩浆活动是龙宝山金矿主要的致矿地质异常事件(夏庆霖, 1999)。

1.2 致矿地质异常模型

龙宝山金矿产资源体系列在地质特征上突出表现为: ①受NNE向、近SN向断层及其伴生、派生的

收稿日期: 2000-09-27; 修订日期: 2000-02-16

基金项目: 本文为国土资源部重点基础项目(编号 9501101)资助。

作者简介: 夏庆霖(1968-), 男, 重庆铜梁人, 讲师, 硕士, 1990年毕业于中国地质大学, 留校任教至今, 研究方向为矿产勘查与评价、数学地质和遥感地质。

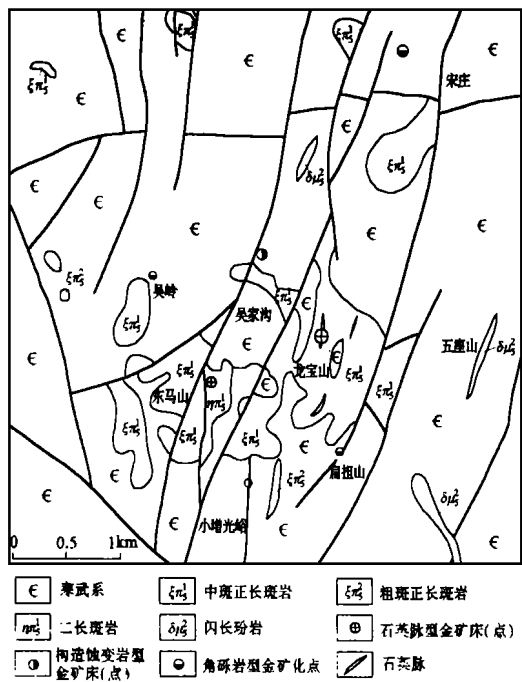


图 1 龙宝山金矿田地质简图

(据山东省地勘二院资料编绘)

Fig.1 Geological sketch of Longbaoshan gold ore field

低级别断裂控制,蚀变角砾岩、石英脉、构造岩都是重要的找矿标志;②受中生代中偏碱性杂岩体控制;③自然金-黄铁矿-黄铜矿-方铅矿-闪锌矿-磁铁矿的金属矿物组合;④热液蚀变。

在物探特征上表现为:①呈线状展布的激电异常;②一致的 U, Th, K 及 F 伽玛能谱参数正异常。

在化探特征上表现为:①Au-Ag-REE 的成矿元素组合;②原生晕轴向分带呈 Mo-Pb-Cu-Au-W-Zn-Sb-Ag-F 的反序列,叠加晕特征,以及参数比值如 $w(Mo)/w(Ag)$ 等存在“尾部转折”现象,指示了深部盲矿体的存在。

在遥感地质特征上表现为:①金矿产于统计参数(优益度等)的高值区;②金矿产出位置与线性构造的复杂度有关,且金矿床(点)常分布于高密度带与低密度带之间的过渡区内。

综上所述,本区金矿产资源体系列地质异常概念模型可概括为:①太古界变质岩(隐伏基底);②古生代碳酸盐岩;③龙宝山中偏碱性杂岩体;④NNE 和近 SN 向断裂系;⑤遥感地质异常;⑥金的浓度分带;⑦激电异常。

2 成矿预测

多学科成矿、找矿信息的提取与综合是当今矿产勘查技术发展的必然趋势,地质异常成矿预测理论正是重视致矿地质异常信息与成矿的关系,把握住了成矿事件的本质,从查明地质异常出发,将勘查过程科学地概括为“5P”地段的圈定。所谓“5P”地段是指成矿可能地段(probable ore-forming area)、找矿可行地段(permissible ore-finding area)、找矿有利地段(preferable ore-finding area)、矿产资源体潜在地段(potential mineral resource area)和矿体远景地段(perspective ore body area)。“5P”地段的圈定是一个逐渐缩小靶区的过程,随着地质异常研究的深入,异常信息由少到多,找矿风险也由大到小。应用地质异常单元方法圈定矿产资源体潜在地段是以地质异常矿体定位理论为前提,根据局部地质异常对矿产资源体的控制关系,应用综合致矿信息定量标度致矿地质异常单元^[12]。

多源成矿信息的提取和分析是成矿预测的基础。只有弄清地质异常与矿化的内在联系,才能提高预测的精度和可信度。地质异常成矿预测成败的关键在于是否能最充分而有效地提取与成矿关系最密切的信息。如果成矿信息获取不充分、不准确,数据不完整、不可靠,则再精确、再完美的数学模型和计算机软件也将无能为力^[11]。

2.1 变量选取

变量的提取和选择是预测成败的关键,它必须遵循以下一些原则:①以地质异常成矿预测图和地质异常致矿概念模型为基础;②以研究目的为出发点;③等级性原则;④必要性和充分性原则(陈永清,1997)。为圈定龙宝山地区金矿产资源体潜在地段,我们根据其致矿地质异常模型,在 1:5 万尺度上,选择粗斑正长斑岩(x_1),中斑正长斑岩(x_2),二长斑岩(x_3),碳酸盐岩(x_4),隐伏基底(x_5),NNE 向断裂(x_6),SN 向断裂(x_7),石英脉(x_8),角砾岩(x_9),遥感地质异常(x_{10}),Au 浓度分带(x_{11}),Au 浓度分带(x_{12}),Au 浓度分带(x_{13}),激电异常(x_{14})构成定量圈定致矿地质异常单元的变量。

2.2 应用成矿有利度圈定远景区

将研究区划分为 440 个单元($0.5\text{ km} \times 0.5\text{ km}$),并对上述变量采用二态赋值(0, 1),应用特征分析平方和法确立的矿化地质异常有利度(F)方程

为:

$$F=0.011x_{1}+0.066x_{2}+0.0097x_{3}+0.12x_{4}+0.104x_{5}+0.0743x_{6}+0.0269x_{7}+0.0791x_{8}+0.0613x_{9}+0.1056x_{10}+0.1271x_{11}+0.1131x_{12}+0.0736x_{13}+0.0281x_{14}$$

取 0.68 作为成矿有利度(F)的下限,圈定致矿地质异常单元 8 处(图 2)。异常单元分布于龙宝山岩体热动力影响范围内(岩体周围 3 km² 内),具体定位受 NNE 向和 SN 向断裂系控制,具有侵入岩和断裂双重控矿的特征。由于构成矿化有利度的 13 个变量包含了控制金矿化的地质异常信息(x_1 至 x_9)和显示金矿化的地质异常信息(x_{10} 至 x_{14}),所以根据 F 圈定的致矿地质异常单元就是金矿产资源体潜在地段。其中,龙宝山金矿床的 4 个矿体就分别位于单元和单元 中。

2.3 靶区定量评价

靶区找矿优度和找矿概率是定量评价致矿地质异常单元的二个重要指标。靶区找矿优度与异常面积及其平均成矿有利度的乘积成正比:

$$P_{oi}=F_i\times S_i\qquad i=1,2,...,n$$

其中, P_{oi} 为第 i 个致矿地质异常单元的找矿优度, S_i 为第 i 个致矿地质异常单元面积, F_i 为第 i 个致矿地质异常单元内各样品单元成矿有利度的平均值, n 为致矿地质异常单元数。

找矿概率是对致矿地质异常单元的直观估计:

$$P_i=\frac{P_{oi}-P_{omin}}{P_{omax}-P_{omin}}\qquad i=1,2,...,n$$

其中, P_i 为第 i 个找矿靶区的找矿概率, P_{omax} 和 P_{omin} 分别为最大和最小靶区找矿优度, n 为找矿靶区数。

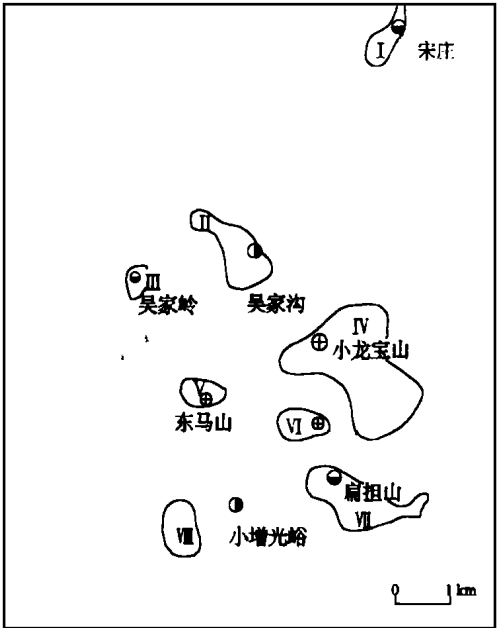


图 2 龙宝山金矿田矿产资源体潜在地段(图例同图 1)

Fig.2 Showing areas in which potential resource in Longbaoshan Au ore field occur

龙宝山金矿田矿产资源体潜在地段的找矿优度和找矿概率见表 1。

表 1 靶区找矿优度及找矿概率
Table 1 Ore favourability of target

靶区编号	$S(\text{km}^2)$	F	P_0	P	综 合 评 价
0.40	0.62	0.25	0.04	受 NNE 向断裂控制,出露角砾岩,热液蚀变强烈,有待进一步研究。	
1.25	0.70	0.88	0.35	受 NNE 向断裂及次级断裂控制,有岩脉充填,蚀变强烈,优益度呈高值,是找矿重点靶区之一。	
0.25	0.62	0.16	0	出露近 SN 向断裂、铁质硅质胶结角砾岩,见热液蚀变。	
3.10	0.71	2.20	1	出露偏碱性岩体、石英脉、蚀变斑岩脉、角砾岩和灰岩捕掳体,受 NNE 向断裂控制,具物、化探异常、遥感参数 优益度高值和强烈热液蚀变,是寻找隐伏矿体的重要地段。	
0.30	0.65	0.20	0.02	受岩体和 NNE 向断裂双重控制,出露石英脉和蚀变正长斑岩脉,位于优益度高值区,具有一定深部矿体潜力。	
0.40	0.72	0.29	0.06		
1.25	0.74	0.93	0.38	受 NNE 向断裂控制,出露多个角砾岩筒和蚀变斑岩脉,具物、化探异常和热液蚀变,位于优益度高值区,是找矿重点靶区之一。	
0.50	0.76	0.38	0.11	受 NNE 向和近 SN 向断裂控制,具物、化探异常,有待开展进一步研究。	

取 0.3 为临界值,根据找矿概率将上述靶区分 为两级:在利用矿化有利度圈定的靶区中, , ,

为 A 级靶区($P \geq 0.3$), 其余为 B 级靶区($P < 0.3$)。

3 结论

- (1) 中国东部中生代构造运动引起的岩浆活动是龙宝山金矿主要的致矿地质异常事件。
- (2) 提出了鲁西中生代“构造-岩浆-基底”组合地质异常控矿模式, 具有一定的普遍意义。
- (3) 在地质异常理论的指导下, 对龙宝山地区金矿进行的成矿预测中, 共圈定 A 级靶区 3 处、B 级靶区 5 处。寻找深部隐伏矿床是本地区重要的找矿方向; 而宋庄等靶区有待进一步开展工作。

参考文献:

[1] 赵鹏大, 池顺都. 初论地质异常[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 1991, 16(3): 236-243.

[2] 赵鹏大, 王京贵, 饶明辉, 等. 中国地质异常[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 1995, 20(2): 117-126.

[3] 赵鹏大, 池顺都, 陈永清. 查明地质异常: 成矿预测的基础[J]. 高校地质学报, 1996, 2(4): 361-373.

[4] 赵鹏大, 池顺都. 当今矿产勘探问题的思考[J]. 地球科学——

中国地质大学学报, 1998, (2): 70-74.

[5] 赵鹏大, 陈永清. 地质异常矿体定位的基本途径[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 1998, (2): 111-114.

[6] 邓晋福, 莫宣学, 赵海玲, 等. 中国东部燕山期岩石圈-软流圈系统大灾变与成矿环境[J]. 矿床地质, 1999, 18(4): 309-315.

[7] 董建乐, 姜伟. 花岗岩类与我国金矿成矿关系[J]. 黄金地质, 1999, 4(2): 67-73.

[8] 华仁民, 毛景文. 试论中国东部中生代成矿大爆发. 矿床地质, 1999, 18(4): 300-308.

[9] 翟欲生, 邓军, 彭润民. 中国区域成矿若干问题探讨[J]. 矿床地质, 1999, 18(4): 323-332.

[10] 徐金方, 石玉臣, 刘长春, 等. 鲁西金矿成因类型、空间分布及其致矿地质异常[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 1999, 24(5): 468-471.

[11] 赵鹏大, 陈永清, 刘吉平, 等. 地质异常成矿预测理论与实践[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1999.

[12] 陈永清, 夏庆霖. 应用地质异常单元圈定矿产资源体潜在地段[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 1999, 24(5): 459-463.

[13] Bernard Barbarin. A review of the relationship between granitoid types, their origins and their geodynamic environments [J]. LITHOS, 1999, 46: 605-626.

[14] 宋友贵, 沈昆. 鲁西南苍山县龙宝山—莲子汪地区金矿成矿规律及找矿靶区优选项目报告[R]. 济南: 山东地质矿产勘查局, 1997.

[15] Jeffery W Hedenquist, Jacob B Lowenstern. The role of magmas in the formation of hydrothermal ore deposits [J]. Nature, 1994, 1370: 519-527.

THE RESEARCHING INTO ORE-FORMING GEOLOGICAL ANOMALY AND MINERAL DEPOSIT PROGNOSIS OF LONGBAOSHAN GOLD MINE, WEST OF SHANDONG PROVINCE, CHINA

XIA Qing-lin¹, CHEN Yong-qing²

- (1. China University of Geosciences, Wuhan, 430074, China;
- 2. China Geological Survey, Beijing, 10083, China)

Abstract: Guided by the new geological anomaly ore-searching theory, the paper analyzes the ore-forming geological anomalies of Longbaoshan region west of Shandong province and delineates and assesses quantitatively the ore-forming province (potential mineral resource area) with multi-discipline geodata.

Key words: geological anomaly; the ore-forming favorability; quantitative assessment; Longbaoshan gold deposit; west of Shangdong province