

山东招远黄埠岭金矿构造 地球化学特征及找矿远景分析^①

覃 鹏¹, 杨 斌², 曹 军¹

(1. 桂林矿产地质研究院, 广西 桂林 541004; 2. 中南大学地质与环境工程学院, 长沙 410083)

摘 要:构造地球化学特征研究是指导矿山找矿的有效手段,通过对矿区构造地球化学测量数据进行的 R 型聚类分析和 R 型因子分析显示,黄埠岭金矿最佳找矿指示元素组合为 Au—Ag—Bi。在总结矿床地质特征,研究矿床构造地球化学特征的基础上,提出了黄埠岭矿区东西部及凤凰山一带具有较好的找矿前景。

关键词:金矿床;构造地球化学;找矿远景;黄埠岭;山东

中图分类号:P618.51 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-5663(2011)04-0324-06

0 区域成矿背景

黄埠岭金矿位于胶东西北部招莱金矿带、黄埠岭—凤凰山断裂上盘。矿区位于焦家金矿和新城金矿的东南部,灵山沟金矿的西南部。区域内出露的地层有新太古代胶东群、古元古代荆山群、新元古代蓬莱群、中生代莱阳群、青山群和新生代第三系、第四系等。区域内岩浆岩发育,以花岗质杂岩为主,主要有玲珑花岗岩、栾家河花岗岩和郭家岭花岗岩等。此外,还有花岗伟晶岩、煌斑岩、闪长玢岩、辉绿岩和次安山岩脉岩等。区域内构造十分发育,早期 EW 向栖霞复背斜构成基底构造,燕山期以断裂构造为主,发育有 NE、NNE 和 NW 向断裂构造,其中以 NE、NNE 向断裂构造与金矿成矿关系密切^[1]。

1 矿床地质特征

1.1 矿体特征

区内已发现 15 条矿脉,矿脉呈脉状、透镜状、柱状,走向为 NE,倾向 SE 或 NW,倾角 25°~85°。矿体规模大小不一,一般长几米或几十米,最长 7-1 号矿体为 275m,矿体宽几十厘米至几米,最宽可达 14m(图 1)。7 号和 10 号矿脉是目前开采的主矿体。

7 号矿脉走向 45°,是由两条倾向相同 135°/68°和一条倾向相反 315°/40°的三条矿化体组成的复合脉,它们是属于同一构造体系内的独立矿体,矿体呈脉状、透镜状。7 号脉向 SW 侧伏,矿体上部倾向 SE,产状 135°/68°;下部出现反倾,产状 315°/40°。下部反倾的矿体具有明显的分段富集特征和 NW 向侧伏规律,并大致沿二种不同产状的矿体的分界线侧伏,侧伏角约 15°,侧伏方向与 NW 倾向脉和灵北主断面破碎带的交汇线方向是一致的。

10 号矿脉走向 NNE,倾向 170°,倾角 70°~80°。矿脉内已发现五个大小不一的工业矿体,呈柱状、脉状或透镜状产出,矿体延深大于延长。矿体规模较大,尾部变薄,为隐伏矿体,在空间上呈透镜状产出。

7 号矿脉和 10 号矿脉中 NNE 向与 NE 向断裂交汇处金矿化品位明显增高。

1.2 矿石特征

矿石物质成分复杂,金属矿物有黄铁矿、胶黄铁矿、黄铜矿、自然金、银金矿、自然银、金银矿、碲银矿、辉钼矿、辉铜矿、辉铋矿、方铅矿、硫铋铅矿、闪锌矿、铜蓝、磁黄铁矿、磁铁矿、褐铁矿、赤铁矿、菱铁矿和镜铁矿等;非金属矿物有石英、方解石、钾长石、绢云母、高岭土、绿泥石等。

矿石中金的赋存状态以独立金矿物为主,金矿物的产状为裂隙金、包裹金和粒间金。

① 收稿日期:2011-02-01 作者简介:覃鹏(1983-),男,湖南辰溪县人,助理工程师,主要从事地质勘查工作。

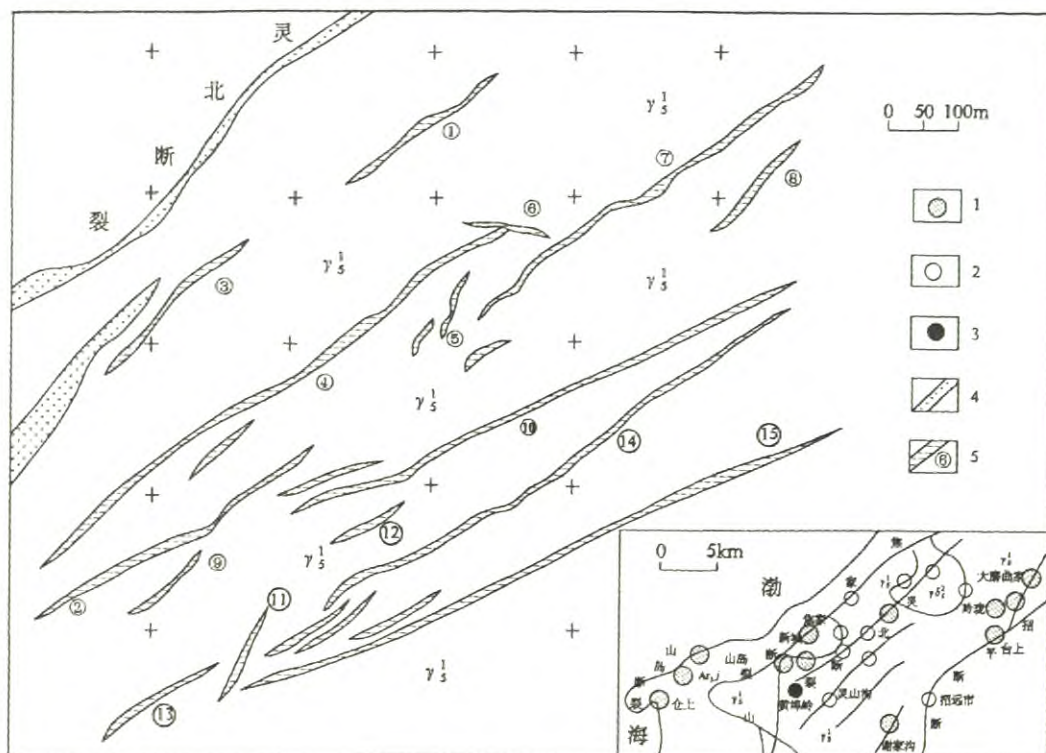


图1 黄埠岭金矿床地质简图

Fig.1 Geological sketch of the Huangbuling gold deposit

Arj 一胶东群 $\gamma_{\delta 3}$ 一郭家岭花岗岩闪长岩 γ_s 一玲珑花岗岩 1 一大型金矿 2 一中小型金矿 3 一黄埠岭金矿 4 一断裂破碎带 5 一矿脉或蚀变岩及编号

1.3 矿石组构

矿石结构有浸蚀结构、交错脉状结构、乳滴结构、压碎结构、粒状结构和胶状结构。矿石构造主要类型有脉状、网脉状构造、角砾状构造、条带状构造、浸染状构造和块状构造等。

1.4 围岩蚀变

围岩蚀变发育,主要有钾化、绢英岩化、绢云母化、硅化、碳酸盐化和绿泥石化等。其中硅化和绢英岩化与金矿化关系密切。

2 构造地球化学探矿的原理和方法

2.1 构造地球化学探矿的原理

构造地球化学晕可以定义为“含矿溶液运移过程中在构造带内部及其两侧形成的元素异常带”。基于以上认识,在与成矿有关的断裂构造中按一定的构造地球化学晕取样网度系统采样化验,圈定构造地球化学晕(异常),根据其形态、产状、规模及与成矿有利构造部位、金矿体关系,推测矿床边部和深部盲矿体存在的可能性,确定预测矿体的空间定位^[2]。

2.2 样品的采集与分析

采样范围包括黄埠岭一七厘山测区 13.8km²,取样网度 200×50m,样品只在构造破碎蚀变带中采集,共采集构造地球化学样品 988 件,样品加工在烟台武警七支队完成,样品测试由桂林矿产地质研究院测完成,利用 Au 化学光谱、原子荧光光谱、直读光谱等方法,对 Au、Ag、Cu、Pb、Zn 等 19 种元素进行系统定量分析,分析质量符合要求。

2.3 数据处理与解释

数据处理与解释包括数据预处理、成矿指示元素确定和构造地球化学晕圈定与解释。数据预处理是将地质原始变量经过适当的变换,使之服从正态分布,常用的变换包括标准化变换、极差变换、对数变换、广义幂正态变换等^[3]。成矿指示元素确定是通过统计分析得出的一系列与成矿元素有相关关系的单变量或组合变量,用单变量或组合变量圈定成矿元素异常,达到减少工作量和成本的目的,常用的方法包括聚类分析和因子分析;构造地球化学晕的固定和解释是将所变换的数据经过一定的处理(如趋势分析),用计算机成图,所成的图件结合地质实际来判别异常,指出盲矿的空间定位。

3 多元统计分析与金矿化的最佳指示元素确定

在成矿预测中,确定最佳地质、地球化学标志组合是关系到预测成败的主要环节,需要定量地研究控矿地球化学标志组合,而不是只限于定性的分析和推断。运用聚类分析、因子分析对最佳成矿指示元素进行了筛选,为成矿预测提供依据。

3.1 R型聚类分析

R型聚类分析主要遵循“物以类聚”的原则对研究的变量进行归类^[4~5],本次对黄埠岭—七厘山测区构造地球化学样品进行R型聚类分析(图2),以研究各元素的共生组合关系。

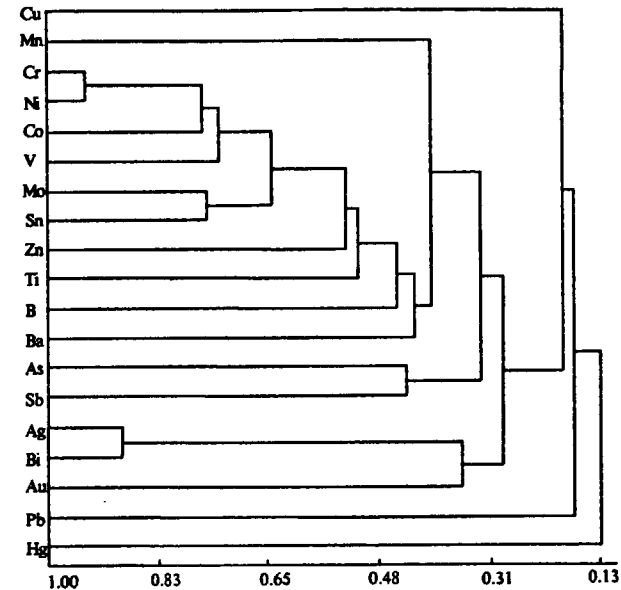


图2 R型聚类分析谱系图
Fig. 2 Phenogram of R type cluster analysis

由图2看出,在0.85的聚类水平上,元素组合有2组:Cr—Ni和Ag—Bi;在R=0.65的水平上,Cr、Ni、Co、V与Sn、Mo合为一组;在R=0.35的水平上与金关系最密切的元素是Ag和Bi;在R=0.32的水平上,可分出三组:①Au、Ag、Bi;②As、Sb;③Mn、Cr、Ni、Co、V、Mo、Sn、Zn、Ti、B、Ba。在R型聚类分析谱系图上,Cu、Pb、Hg等元素明显与其它元素组分离,表现出独立性特征。

样品中Au元素与Cu、Pb、Zn等亲铜元素的关系不明显,显示Au在成矿过程中与Cu、Pb、Zn等元素发生了显著的分。

3.2 R型因子分析

R型因子分析是主成分分析的进一步发展,它从因子相关矩阵出发,找出若干个对这些因子起支配作用的独立新因子来表达所有的分析数据,每个独立新因子便反映一种元素组合关系。

根据各因子累积方差贡献来确定公共因子的个数,研究它们的内部结构和特征,并计算各因子组的因子得分,作出因子组得分综合异常图,分析其与矿化的关系,从而给公共因子赋予更符合实际情况的解释^[4,5]。

对测区19个元素进行因子分析(表1),列出了方差极大正交旋转后的因子载荷。从表1可见,F2因子中因子载荷较大的元素有Ag、Bi、Au,反应了与金矿化关系密切。F9因子中,Au的载荷极大,且Mo、Ag、Ti、As、Au等元素与金矿化关系最为密切。

通过聚类分析和因子分析的结果得出,黄埠岭—七厘山测区最佳近矿指示元素组合为Au—Ag—Bi。

表1 方差最大旋转因子分析各因子荷载表

Table 1 Factor loading table of variance maximum rotating factor analysis																			$w_{(B)}/10^{-6}$		
变量	Cu	Pb	Mn	Cr	Ni	Mo	Sn	V	Ag	Ti	Zn	Co	B	Ba	As	Sb	Bi	Hg	Au*	方差 贡献	累计 贡献
F1			0.22	0.96	0.97			0.67			0.56	0.77								3.38	0.18
F2									0.94								0.97		0.23	1.95	0.28
F3										0.23					0.52	0.95				1.29	0.35
F4						-0.92	-0.88	-0.44		-0.19		-0.55	-0.18							2.25	0.47
F5							-0.18	-0.24		-0.53	-0.37				-0.93	-0.23				1.47	0.54
F6			0.98																	1.03	0.60
F7										0.17								0.99		1.04	0.65
F8	0.98																			1.01	0.71
F9						0.17			0.14	-0.16					-0.14				0.93	1.01	0.76
F10			-0.94					-0.16			-0.40									1.17	0.82
F11								-0.26		-0.41	-0.23		-0.92							1.27	0.89
F12										-0.46	-0.15				0.64					0.71	0.92

注: * $w(\text{Au})$ 量单位为($\times 10^{-9}$)

4 构造地球化学异常的空间分布特征

4.1 构造地球化学晕的圈定与解释

构造地球化学晕的圈定和解释是将所变换的数

据经过一定的处理(如趋势分析),用计算机成图,所成的图件结合地质实际来判别异常,指出盲矿的空间定位,采用叠代法确定各元素异常下限(表 2)。

由图 3 可知在黄埠岭矿区 Au 异常范围最大,强

表 2 黄埠岭—七厘山测区构造地球化学异常下限计算结果

Table 2 Structure geochemical anomaly threshold calculation result of Huangbuling—Qilishan survey area

元素	最大值 ($\times 10^{-6}$)	最小值 ($\times 10^{-6}$)	样品数 (个)	离差倍数	均值	离差	异常下限	实际样品数 (个)
As	4.36	0.13	865	2	0.656555	0.203445	1.06344	714
Sb	1.14	0.2	865	2	0.370326	0.0355064	0.441338	768
Bi	2.76	0.006	865	2	0.060106	0.0153955	0.0908969	812
Hg	0.36	0.005	865	2	0.013617	0.0038308	0.0212787	807
Au ¹⁾	876.19	0.15	865	2	0.699354	0.273803	1.24696	697

注:表中数据来源于《招远市录北断裂带黄埠岭—七厘山段隐伏矿体定位预测研究》 1)w(Au)的量单位为 $\times 10^{-9}$

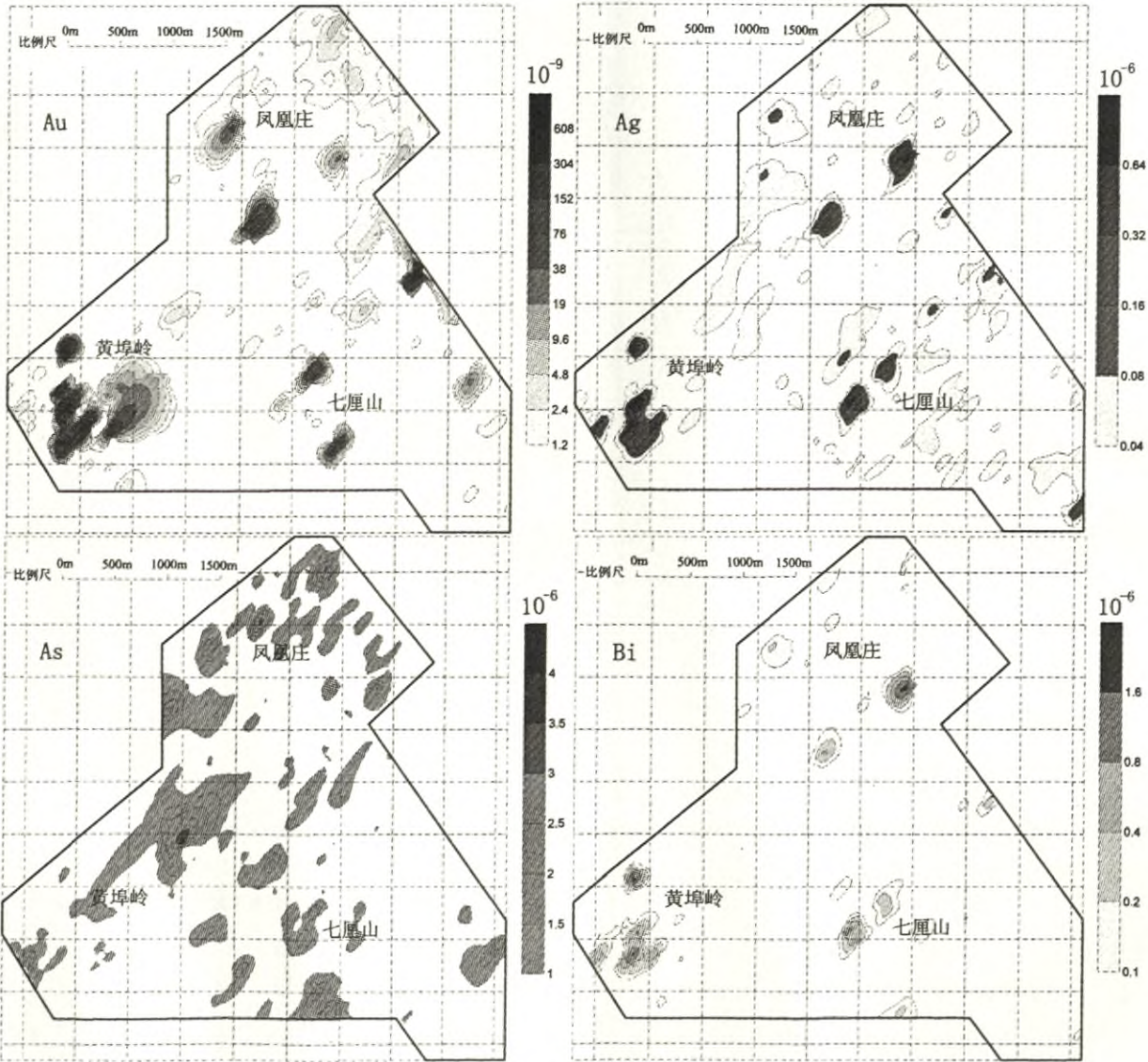


图 3 黄埠岭—七厘山测区 Au、Ag、As、Bi 构造地球化学异常分布图

Fig. 3 Structure geochemical anomaly distribution map of Au, Ag, As and Bi in Huangbuling—Qilishan survey area

度最高,异常分为5个明显的次级带,且 Hg、As、Sb 等头晕元素异常明显发育;七厘山矿区 Au 异常的强度和范围次之,无明显 Hg、As 异常,Ag、Bi 异常与 Au 异常有较高的套合性,且异常强度相对应,而 Co 异常则十分明显,表明矿体剥蚀较深。凤凰庄一选厂测区出现了大面积 Au 低缓异常和较强的 Hg、As、Sb 异常,在凤凰庄附近还发育强的 Ba、B 异常,显示了深部成矿远景。

4.2 因子得分的空间分布

由于断裂是矿液活动和矿质聚散的有利通道,因此成矿作用过程中形成的原生晕的分布范围,在断裂带中比未受破坏的岩石中明显得多,而且深部矿床与

地表原生晕通过断裂裂隙联系,并具有一致性及对应性。因此,通过断裂构造地球化学特征的研究,能为深部隐伏矿的定位预测提供地表的相关信息^[6]。

由正交因子载荷矩阵计算各因子得分值,并绘制 F2、F9 因子组得分值综合异常(图 4 中 A、B)。

从 F2 和 F9 因子组得分的空间分布图(图 4)可以看出,因子得分的高值区与 Au 异常高值区或矿区位置基本吻合。在黄埠岭矿区西测,出现了 F2 因子得分的高值区,而在矿区东侧则出现了 F9 因子得分的高值区,其成矿意义有待深入解析。在凤凰庄地区也同时出现了 F2 和 F9 因子得分的高值区,显示了一定的找矿价值。

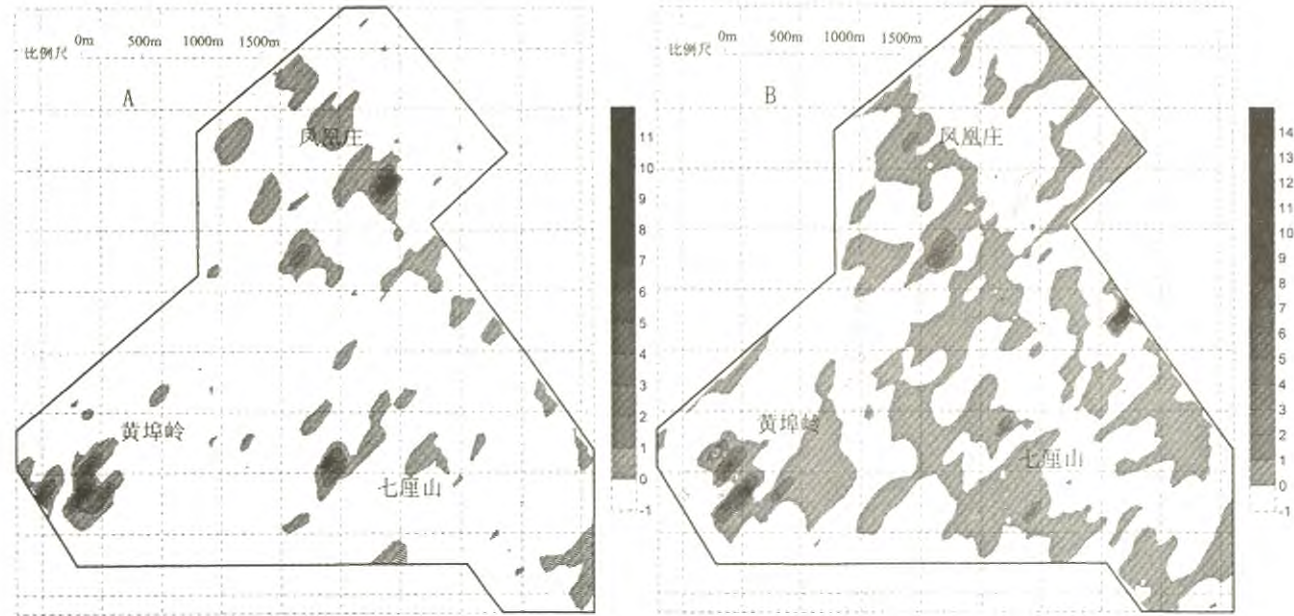


图 4 黄埠岭—七厘山构造地球化学因子组综合异常图

Fig. 4 Integrated anomaly diagram of structure geochemical factor group in Huangbuling-Qilishan region

5 找矿远景分析

(1)黄埠岭金矿处在灵北断裂带南西端,是构造应力集中释放和成矿流体汇聚的场所,具有有利的成矿地质条件。

(2)对矿段地表断裂构造地球化学样品进行 R 型聚类分析和 R 型因子分析,二者在元素组合上完全一致。这在一定程度上反映了矿区内的成矿元素组合,可以较好的揭示元素之间的共生组合关系,为今后找矿提供了一些微观的信息。

(3)构造地球化学异常分布显示,在黄埠岭、凤凰庄一选厂等地段均分布有 Au、Ag、Sb、Ba、Hg 等多

元素组合异常,Hg、As、Sb 等头晕元素异常在黄埠岭矿区及附近明显发育,并且头晕元素异常有向西扩散的趋势。

(4)断裂构造地球化学元素因子组的综合异常应是深部矿体的反映,据此,综合异常区可推断深部矿体,并进行靶区优选,其中浓集中心集中分布高值区黄埠岭矿区东西部及凤凰山一带是成矿的最佳远景区。

(5)黄埠岭矿区除 7 号矿脉、10 号矿脉以外,旁侧尚有 4 号、14 号、15 号等一系列平行且规模较大的蚀变带,还有可能出现第三、甚至第四条有规模的矿脉。

参考文献:

- [1] 姚凤良,刘连登,孔庆存,等.胶东西北部脉状金矿[M].长春:吉林科学技术出版社,1980.
- [2] 温汉捷,肖化云,俞广钧,等.构造地球化学探矿方法的应用—以山东招远魏家沟金矿为例[J].地质与勘探,1999,35(3):32-35.
- [3] 赵鹏大,等.矿床统计预测[M].北京:地质出版社,1993.
- [4] 张华泉,刘振义,刘朝杰,等.数学地质[M].北京:冶金工业出版社,1994.
- [5] 于秀林,任雪松.多元统计分析[M].北京:中国统计出版社,1999.
- [6] 韩润生,刘从强,马德云,等.铜厂矿田陈家坝地区断裂构造地球化学特征及定位预测[J].地质与勘探,2000,36(5):66-69.

Structure Geochemical Characterisitcs of the Huangbuling Gold Deposit in Zhaoyuan, Shangdong Province and Analysis on Its Prospecting Perspectives

QIN Peng¹, YANG Bin², CAO Jun¹

(1. *Research Institute of Geology for Mineral Resources, Guilin, Guangxi, 541004;*

2. *Geo-science and Environment Engineering College of Mid-south University, Changsha, 410083*)

Abstract: Approach on structure geochemical characteristics is a usefull mean of guiding ore prospecing in mine. The R type cluster analysis and R type factor analysis with structure geochemical measurement data in the mine show that the best ore indicator element combination for the Huangbuling gold deposit is Au—Ag—Bi. Based on the summary of ore deposit geological characteristcs and the research on structure geochemical characteristics of the deposit, it is proposed that there is good ore prospecting potential on both east and west side of the Huangbuling ore field and along Fenghuangshan area.

Key Words: Gold deposit; Structure geochemistry; Prospecting perspectives; Huangbuling; Shangdong

(上接第 316 页)

Isotope geochemistry of Chundu porphyry copper deposit in Diqing, Yunnan province

ZOU Guo-fu^{1,2}, LI Feng¹, LI Bo², XU Guo-duan³, ZHAO Xiang-dong²,

JIAN Run-tang², YANG Xian-tao², LUO Shu-bin²

(1. *Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093;*

2. *Kunming Prospecting Design Institute of China Nonferrous Metals Industry, Kunming 650051;*

3. *China Non-ferrous Metals Resource Geological Survey, Beijing 100012*)

Abstract: The Chundu porphyry copper deposit is a new deposit discovered in recent years, which ore bodies hosted in the granodioritic porphyry, contact zone between rock body and its wall rock. Based on the geological feature, isotopic geochemistry of the Chundu porphyry copper deposit has been studied in this paper. The results show that the $\delta^{34}\text{S}$ composition of the Chundu copper deposit similar to the mantle, and the sulfur is mainly derived from the magma with a small amount of crustal sediments. The composition of lead isotope with a characteristic of mixed was mainly from upper mantle and lower crust. The ore-forming fluid of the deposit mainly derived from magmatic water and partly from atmospheric water, which is similar to most of porphyry copper deposit.

Key Words: isotopic geochemistry; geological characteristics of deposit, porphyry copper deposit; Chundu, Yunnan province