

地球化学测量找矿成功案例 ——黑河市北大沟金矿床的发现

吕军^{1,2,3}, 曹亚平⁴, 韩振哲^{2,3}, 于俊川²

(1. 中国地质大学 地质过程与矿产资源国家重点实验室, 北京 100083; 2. 中国地质大学 地球科学与资源学院, 北京 100083; 3. 黑龙江省地质调查研究总院 齐齐哈尔分院, 黑龙江 齐齐哈尔 161005; 4. 黑龙江省地球物理勘察院, 黑龙江 哈尔滨 150036)

摘要:黑河市北大沟金矿位于大兴安岭燕山期成矿带东南部,是在三道湾子金矿外围利用地球化学测量发现的石英脉型金矿床。通过与三道湾子金矿地球化学特征对比,选定了该区为找矿靶区进行土壤地球化学测量工作。圈定 Au、Ag、As、Sb、Cu、Pb、Zn、Mo 异常多处,以 Au、Ag、As、Sb、Mo 异常为主,各元素异常浓集中心吻合较好。经过对异常验证,发现了北大沟金矿,说明该靶区的选定是比较成功的,地球化学测量在该区找矿效果是显著的。

关键词:地球化学异常;地球化学测量效果;北大沟金矿床;土壤地球化学

中图分类号: P632 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8918(2009)05-0515-05

近几年来随着矿产资源补偿费的投入,黑龙江省开展了新一轮矿产资源预查和潜力评价,在找矿上有了较大的突破。找矿方法主要是以化探(水系和土壤)为主,结合地质填图和少量的物探(磁法和电法)。在黑河地区新发现的东安金矿、争光金矿、三道湾子金矿、上马场金矿、北大沟金矿都是通过化探方法发现的。在该区应用广泛的还是常规的水系地球化学测量和土壤地球化学测量。北大沟金矿位于三道湾子金矿北东 25° 方向 5 km 处的 97Hs-Au-8 水系异常内,经过对其进行土壤地球化学测量,圈定 03Ht-3 等多处组合异常,并对其进行了验证,发现了 12 条金矿体。该矿床的发现说明该成矿带的靶区确定是比较成功的,地球化学测量在黑龙江省浅覆盖地区应用效果是显著的。

1 工作靶区的选择

根据黑龙江省黑河一带 1:20 万水系沉积物测量资料,金元素地球化学场分布特征为高背景场,主要分布在罕达气—三道湾子北东向成矿带,与新开岭深断裂带吻合(图 1)。另外,1997 年黑龙江省地质矿产科学研究所在该区附近进行了 150 km² 的 1:5 万水系沉积物测量,圈定了 97Hs-Au-7、8 等多个异常,各主要异常特征见表 1。

在 97Hs-Au-22 异常内发现了三道湾子中型金

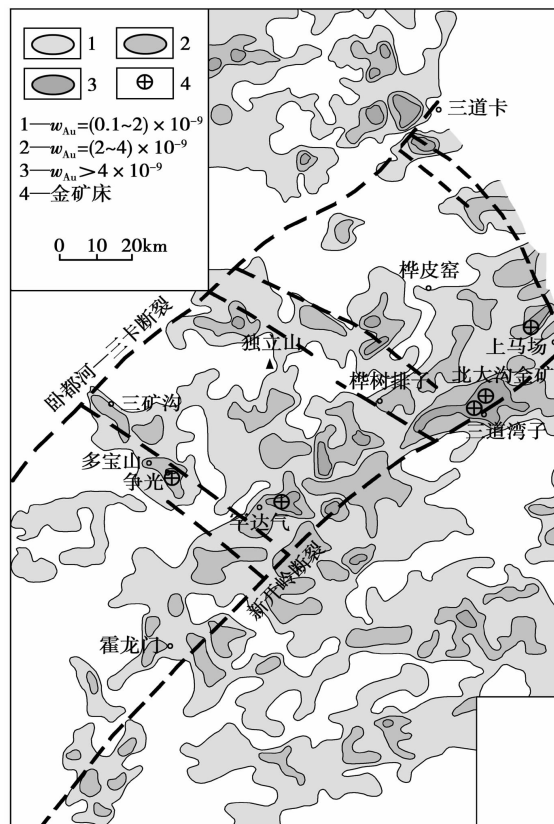


图 1 多宝山—三道湾子金元素地球化学场矿床。与三道湾子中型金矿床相比 97Hs-Au-8 异常强度更高、规模更大,多参数评序排第一位,2 个异常的地质背景类似,推测其成矿的可能性大,因此将

表1 三道湾子一带1:5万水系沉积物金异常特征

异常编号	形状	面积/km ²	异常点数/个	平均值/10 ⁻⁹	最高值/10 ⁻⁹	衬度	规模	多参数评序结果
97Hs-Au-6	椭圆	0.3	1	16.7	16.7	2.09	0.627	17
97Hs-Au-7	条带状	0.8	3	33.9	65.9	4.24	3.392	7
97Hs-Au-8	不规则	4.5	19	28.4	140.0	3.55	15.975	1
97Hs-Au-16	不规则	8.0	28	23.7	98.3	2.96	23.68	2
97Hs-Au-21	椭圆	0.3	1	16.2	16.2	2.02	0.606	19
97Hs-Au-22	半环形	1.1	6	34.4	77.9	4.30	4.73	4

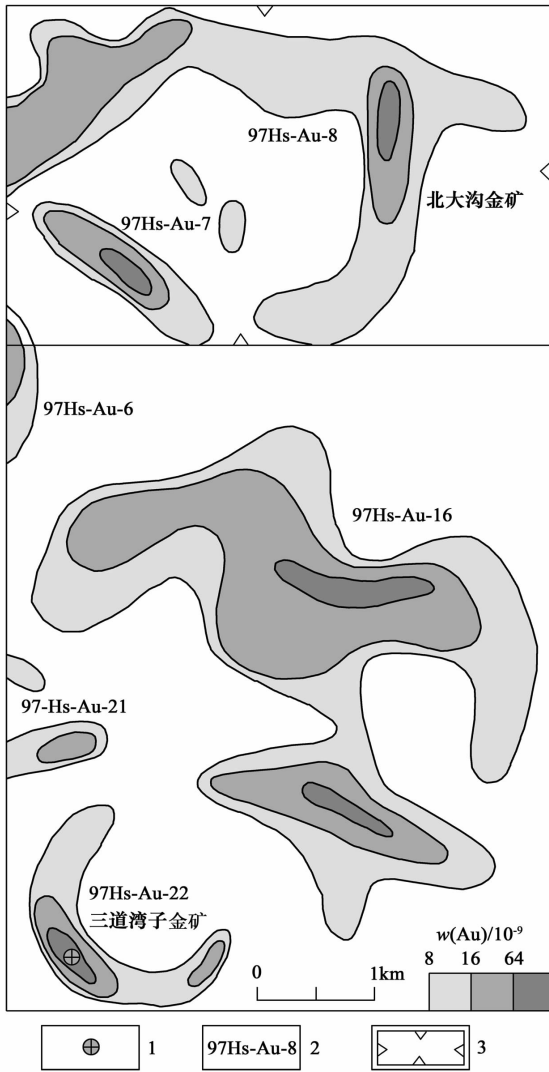


图2 三道湾子附近1:5万水系沉积物异常
97Hs-Au-7、8异常作为首选靶区进行查证(图2)。

2 地球化学景观特征

工作区属黑河—孙吴低山亚景观类型,位于大兴安岭东南部小兴安岭北端,属北寒温带湿润气候。地势多为丘陵低山,高差较小,沟谷开阔平缓。本区属于岛状多年冻土区,土壤属寒冷森林灰化土和温带草原半灰化土,各层土壤发育厚度因地形而异。风化作用总体上以物理风化为主,化学风化、生物风化次之,但具有相当的规模和强度。

根据野外实地观察,北大沟一带土壤剖面可划分为A、B、C层三个层位。A层为褐黑色腐植土(黑钙土和栗钙土),富含有机质,厚度一般在10~30 cm。B层分为B1层和B2层。B1层土壤呈灰黄色,以黏土为主,含少量残坡积碎石和植物根系,深度一般在30~40 cm,B2层土壤颜色为深黄色—褐黄色,所含的风化基岩碎屑明显增多,深度一般在40~60 cm。C层为土壤的母质层,颜色呈黄褐—灰褐色。主要由风化的基岩碎屑组成,所含黏土较少,埋深一般在60~200 cm。

因为工作区与邻区三道湾子金矿属同一地球化学景观,土壤层特征相似,因此本次工作中,采用邻区三道湾子金矿的取样试验结果,确定B2层为矿区取样层位和-40目筛粒级为样品加工粒级。

3 工作方法

3.1 野外工作方法

本次工作主要针对1:5万水系沉积物97Hs-Au-7、8异常进行,面积约18 km²。97Hs-Au-7、8异常形态为近似环状,长轴直径约3 km,确定土壤测量基线方向为90°,勘探线方向为0°。土壤测量比例尺为1:2万,为长方形测网,取样网度为200 m×40 m。分析项目为: Au、Ag、As、Sb、Cu、Pb、Zn、Mo。

3.2 分布型式检验

根据样品分析结果,采用偏度、峰度检验法对数据进行分布型式检验。将原始数据取对数,如为正态分布,置信度大于5%,则偏度临界值为|0.104|、峰度临界值为|0.209|。元素含量分布检验结果

表2 土壤中各元素含量分布形态检验

元素	偏度	偏度临界值	峰度	峰度临界值	分布型式
Au	0.898	0.104	0.329	0.209	非对数 正态 分布
Ag	0.363	0.104	0.302	0.209	
As	0.267	0.104	0.333	0.209	
Sb	0.426	0.104	0.138	0.209	
Cu	0.143	0.104	0.048	0.209	
Pb	0.145	0.104	0.156	0.209	
Zn	-0.270	0.104	0.268	0.209	
Mo	0.618	0.104	0.018	0.209	

注:样品数为2119件

表明各元素均不呈对数正态分布(表 2)。

3.3 异常的圈定

根据各元素的分布型式,单元素异常的背景值统计方法为:对原始数据取对数后,利用逐步剔除法对大于和等于平均值加(减)3 倍标准离差的数据进行剔除,再对 8 种元素进行背景平均值、标准离差、异常下限等参数的计算。最后将背景平均值、异常下限换算成真值。采用异常下限值的 1、2、8 倍来划分异常外带、中带、内带。

表 3 北大沟异常区土壤地球化学特征一览

元素符号	土壤克拉克值(K)	全区平均值(X)	标准离差(σ_n)	变异系数(C_v)	极大值/极小值	比值	X/K
Au	4.3	3.9	15.037	3.884	280/0.2	1400	0.91
Ag	0.07	0.120	0.080	0.667	1.317/0.010	131.7	1.71
As	1.7	11.2	10.284	0.921	411.7/1.4	294.1	6.59
Sb	0.4	0.73	0.742	1.011	19.68/0.01	1968	1.83
Cu	47	18.4	9.550	0.519	63.2/1.9	33.26	0.39
Pb	16	27.4	10.606	0.387	261.5/3.8	68.82	1.71
Zn	83	59.8	22.074	0.369	145.2/5.5	26.4	0.72
Mo	1.1	1.55	0.846	0.557	12.8/0.50	25.6	1.41

注:K 值据维诺格拉多夫(1962); $w(\text{Au})/10^{-9}$, $w(\text{其他元素})/10^{-6}$

130 余倍,同样具有富集的可能。

As 的平均含量是克拉克值的 6 倍多(属高背景地段),其极值比近 300 倍,因变异系数较大,成矿可能性较大,同时对找金具有重要指示意义。

Sb 变异系数较大,其极值比近 2 000 倍,成矿可能性也较大,同时对金具有指示意义。

Cu、Pb、Zn、Mo 变异系数较小,分布比较均匀,单独成矿可能性小。

4.2 异常验证效果

经过土壤测量,将 97Hs-Au-7、8 异常分解为 8 处土壤组合异常。其中 03Ht-3 异常,成矿远景分类为乙 1 类,异常评序第一位,面积 4.363 km²,由 Au-4、7、18、19、20、21、22、23、26 异常,Ag-1、3、7、8、9、10、14、15、16、17、18、19 异常,As-6、7、14、15、16、17、18、19、异常,Sb-4、5、12、13、16、17、18 异常,Cu-1、2、3 异常,Pb-5、8、9、10 异常,Mo-4、9、10、11、12、14、15、16、17、18 异常组合而成。Au、Ag、As、Sb、Mo 异常套合好,强度高规模大。其中 Au-23 号异常面积为 1.442 km²,有 9 处浓集中心,极大值为 263.3 × 10⁻⁹。平均值为 30.8 × 10⁻⁹,异常点数为 154 个。异常区内出露的地层为塔木兰沟组(J₃t)粗安岩,异常区内具强硅化、强黄铁矿化、高岭土化、绢云母化、绿泥石化及碳酸盐化。在异常浓集中心处见多处石英脉转石,呈北西西向带状分布。转石样品分析结果为 Au 含量为(30~50) × 10⁻⁶。

经地表工程揭露,在 Au-23 异常浓集中心发现 I 号金矿带。金矿体与异常浓集中心吻合较好(图

4 工作成果

4.1 土壤中元素地球化学特征

全区 2 119 个土壤样品的数据统计表明(表 3),Au 的平均含量与克拉克值相当,但因分布极不均匀,最高含量与最低含量比值达 1 400 倍,具有较大的变异系数,Au 在本区存在着局部富集,有形成矿化的可能。

Ag 的平均含量略高于克拉克值,其极值比为

3)。I 号金矿带圈定了 6 条金矿体,其中规模最大的 I₁ 矿体为 I 号矿带中主矿体,形态呈脉状,NW—SE 走向,延伸呈锯齿状。地表出露长度为 145 m,平均 3.15 m,主体倾向 25°,倾角 58°~80°,最高 236.1 × 10⁻⁶,平均含量为 19.5 × 10⁻⁶。I 号金矿带连续、稳定,其深部有坑探及钻孔控制,控制深度为 150 m,已估算内蕴经济资源量(333)。

II 号金矿带是经对 Au-26 异常浓集中心进行揭露后发现的,具强硅化、黄铁矿化、高岭土化、绢云母化、绿泥石化。与 Au-26 异常浓集中心吻合很好。异常区内已圈定 3 条金矿体,近东西向展布。

III 号金矿带是经对 Au-21 异常东侧浓集中心进行揭露后发现的,近东西向展布,与异常浓集中心吻合很好。异常区内已圈定 3 条金矿体,其深部有钻孔控制,控制深度为 200 m。异常区内具强硅化、黄铁矿化、高岭土化、绢云母化、绿泥石化及碳酸盐化。

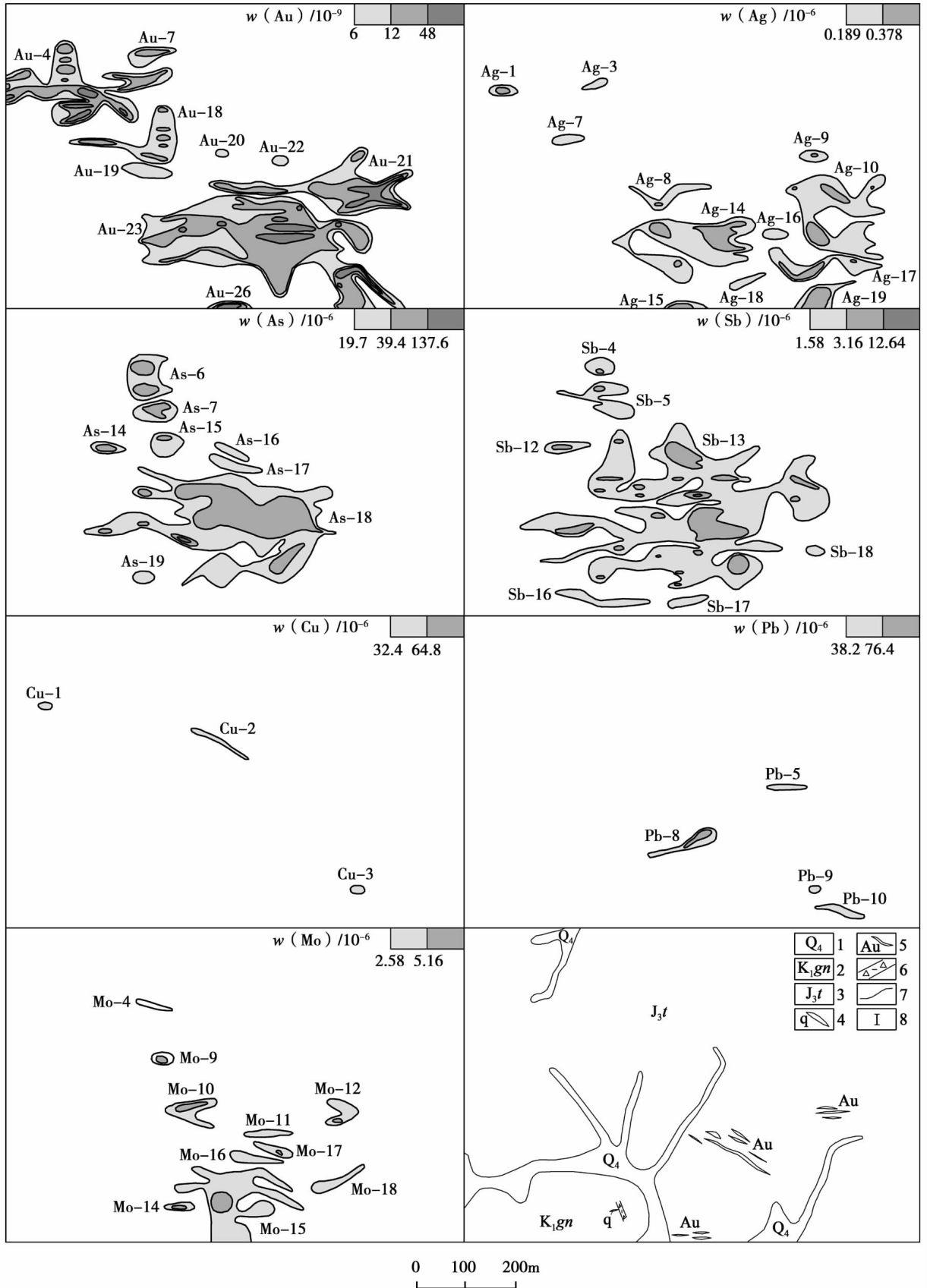
因此,03Ht-3 异常为矿致异常。

5 结论

(1)北大沟金矿区土壤剖面发育较齐全,适合于土壤地球化学测量工作。

(2)虽然金元素土壤异常浓集中心与水系异常浓集中心不完全吻合,但异常的重现性较好。

(3)北大沟化探异常区 Au、Ag 的最高含量与最低含量之比较高,并且具有较大的变异系数,说明 Au、Ag 在本区存在着形成矿化的可能,可作为指示



1—第四系;2—白垩系光华组;3—侏罗系塔木兰沟组;4—石英脉;5—金矿体;6—破碎带;7—地质界线;8—金矿带编号

图3 03Ht-3异常剖析

元素。As、Sb 极值比较大,变异系数较大,对找金具有重要指示意义。

(4)通过对 03Ht-3 异常验证,在异常浓集中心发现了北大沟金矿床。表明该靶区的选定是比较成功的,土壤测量工作方法在该区找矿效果是显著的,常规的化探方法在黑龙江省浅覆盖地区应用还是有效的、成功的。建议在下一步工作中对位于三道湾子金矿与北大沟金矿中间的 97Hs-Au-16 水系金异常及 03Ht-3 异常中 Au-4 土壤异常进行验证。

参考文献:

[1] 任天祥,张华,杨少平,等.高寒山区表生作用地球化学特征的初步研究[C]//第一届勘查地球化学学术讨论会论文选编.1982:1.

- [2] 金浚,刘国明,陈伟民.森林沼泽景观元素存在形式及化探方法研究[J].地质与勘探,2002,38(4):50.
- [3] 杨继权,孔含泉,胡建文.黑龙江省多宝山—宽河成矿带 Cu-Au 成矿规律与成矿预测[J].地质与资源,2005(3):192.
- [4] 耿卫华,杨乃峰,马晓阳.黑龙江森林沼泽区地球化学亚景观类型划分[J].物探与化探,2006,30(4):293.
- [5] 马晓阳,崔玉军,李祥佑.大兴安岭北部森林沼泽区 1:5 万水系沉积物测量方法研究[J].物探与化探,2002,26(6):433.
- [6] 周国华,马生明,喻劲松,等.土壤剖面元素分布及其地质、环境意义[J].地质与勘探,2002,38(6):70.
- [7] 牛洪斌,张新虎,金治鹏,等.区域化探找矿新案例——甘肃代家庄铅锌矿的发现[J].物探与化探,2004,28(3):242.
- [8] 毛大发.用化探方法发现了金家坞金矿[J].物探与化探,2002,26(5):376.
- [9] 阮天健,朱有光.地球化学找矿[M].北京:地质出版社,1985.

THE DISCOVERY OF THE BEIDAGOU GOLD DEPOSIT IN HEIHE CITY: A CASE OF SUCCESSFUL GEOCHEMICAL SURVEY

LV Jun^{1,2,3}, CAO Ya-ping⁴, HAN Zhen-zhe^{2,3}, YU Jun-chuan²

(1. State Key Laboratory of Geological Processes and Mineral Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2. School of Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 3. Qiqihar Branch, Heilongjiang Institute of Geological Survey, Qiqihar 161005, China; 4. Heilongjiang Institute of Geophysical Exploration, Harbin 150036, China)

Abstract: The Beidagou gold deposit in Heihe City, lying in the southeastern part of the Da Hinggan Ling Yanshanian metallogenic belt, is a quartz vein type gold deposit discovered by geochemical survey in the periphery of the Sandaowanzi gold deposit. Through a comparison of geochemical characteristics with the Sandaowanzi gold deposit, this area was chosen as a prospecting target to conduct soil geochemical survey. Quite a few Au, Ag, As, Sb, Cu, Zn and Mo anomalies were delineated, with Au, Ag, As, Sb and Mo anomalies being dominant. The anomaly concentration centers of various elements are quite consistent with each other. Anomaly inspection led to the discovery of the Beidagou gold deposit, which shows that the target selection was fairly successful, and the geochemical survey is effective in the ore-prospecting work of this area.

Key words: geochemical anomaly; effect of geochemical survey; Beidagou gold deposit; soil geochemistry

作者简介:吕军(1965-),男,高级工程师,中国地质大学(北京)在读博士。1988年毕业于中国地质大学(武汉)地球化学及勘查专业,多年来一直从事化探异常查证及岩金矿普查工作。

上接 514 页

Abstract: Gold deposits in Xiaoqinling-Xionger Mountain area is the second large gold producing area in China. Through analyzing sulfur isotope geochemical characteristics of gold deposits in this area, the authors have reached some conclusions: ① gold deposits of different geneses have somewhat different total sulfur isotopic compositions: quartz vein-type gold deposits generally have total sulfur isotopic composition of $-5‰ \sim 5‰$, indicating mantle-derived sulfur, whereas gold deposits of altered rock type have total sulfur isotopic composition of $< -5‰$, resulting from sulfur isotopic fractionation caused by the change of the physical-chemical conditions during the mineralization; ② mineral composition and crystallization sequence can be deduced on the basis of isotopic composition variation of the residual hydrothermal solution; ③ the moving direction of gold fluids can be indicated by the ratio of $n(\text{H}_2\text{S})/n(\text{SO}_4^{2-})$. It is therefore held that the variation of sulfur isotopic characteristics in the gold deposit is an objective factor in the study of the ore-forming process, and that the conclusions reached can be improved in the ore-prospecting practice.

Key words: Xiaoqinling-Xionger Mountain; gold deposit; sulfur isotope; geochemical characteristics; Shaanxi-Henan

作者简介:付治国(1956-),男,河南新郑人,毕业于中国地质大学地质系,学士学位,高级工程师,长期从事地质勘查工作。