



土壤地球化学测量在文登青庄地区 金矿勘查中的应用

张朋朋

(山东省物化探勘查院, 山东 济南 250013)

摘要:为有效、准确的寻找金矿床,结合文登青庄地区基岩出露情况,选择开展了1:1万土壤地球化学测量。该次工作测网选择100 m×40 m,局部加密至100 m×20 m,采集20~30 cm深处的BC层土壤,过40目样筛,过筛后样品重量均大于150 g,分析Au,Ag,Cu,Pb,Zn,As,Bi,Mo等8种元素。通过对各元素分析结果进行R型聚类分析,认为将As,Sb元素作为寻找Au矿的主要指示元素在该区不适用,该区Au与Bi的相关性较好。通过合理确定各元素的背景值和异常下限,圈定单元素异常190处,根据元素组合特征圈定综合异常19处,其中AP7,AP19成矿条件较好,划分为乙1类异常,重点开展异常查证工作。通过探槽施工、化验分析等异常查证工作,在两个异常内均发现金矿(化)体,样品中金品位 $(0.30\sim 3.64)\times 10^{-6}$,确定了土壤地球化学测量在该区找矿工作中的适用性和有效性。区内发现的金(矿)化体赋存于蚀变破碎带内,矿化蚀变主要有黄铁矿化、硅化、绿泥石化,与邻近的西院下金矿相似,初步确定区内寻找的金矿床类型应为构造角砾岩-碎裂岩型金矿床。

关键词:土壤地球化学测量;异常下限;金矿床;文登青庄

中图分类号:P595

文献标识码:A

引文格式:张朋朋.土壤地球化学测量在文登青庄地区金矿勘查中的应用[J].山东国土资源,2017,33(4):19-23.
ZHANG Pengpeng. Application of Soil Geochemical Survey in Exploration of Gold Deposit in Qingzhuang Area of Shandong Province[J].Shandong Land and Resources, 2017,33(4):19-23.

土壤地球化学测量在地表覆盖区开展有色金属、贵金属等矿产的找矿工作中是比较传统且比较成功的方法^[1-4]。文登青庄地区为低山丘陵区,地表第四系覆盖面积广,样品采集区厚度<1.5 m,采样部位BC层(土壤发生层中含有较多基岩风化碎石的层位)埋藏深度适中,适宜开展土壤地球化学测量工作。

1 研究区地质特征

文登青庄地区位于胶东隆起地块东部,昆嵛山花岗岩体东缘与荆山群变质岩接触带附近^[5-6],大地构造位置位于秦岭-大别-苏鲁造山带(I)胶南-威海隆起区(II)威海隆起(III)乳山-荣成断隆(IV)威海-荣成凸起(V)^[7]。

研究区内出露地层主要为新生代第四系残坡积

物、陆相沉积物、河流相沉积物。断裂构造发育,区域性米山断裂在研究区东部穿过(图1),伴生的断裂以近SN向脆性断裂构造为主,断裂带内主要为花岗质碎裂岩,可见硅化、黄铁矿化、绿泥石化、钾化等,为金矿的形成提供了有利空间^[8],该次工作发现的金矿(化)体赋存于断裂 F_1, F_2 中;区内岩浆岩极为发育,主要有晚元古代荣成序列邱家单元片麻状细粒二长花岗岩、中生代文登序列姑娘坟单元细粒二长花岗岩、玲珑序列九曲单元弱片麻状中粒含石榴石二长花岗岩、郭家店单元弱片麻状含斑粗中粒二长花岗岩、笔架山单元二长花岗质伟晶岩^[9-10]。

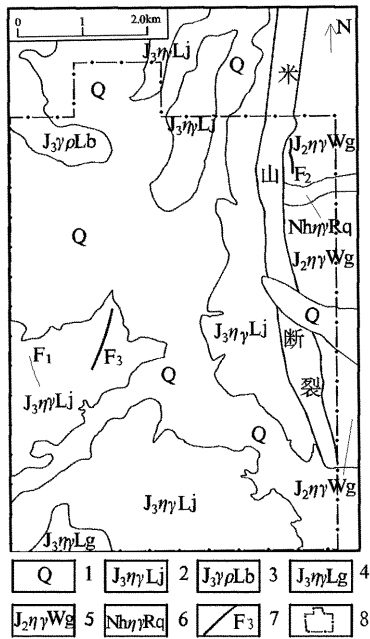
研究区位于米山成矿远景区内,元素组合尚好,虽然Au,Ag,Cu为低背景值;但多家地质队在发现金矿化和金矿床存在,说明Au在局部地段仍可富集成矿,成矿条件较好。研究区北约1 km为

收稿日期:2016-09-02;修订日期:2017-01-12;编辑:王敏

基金项目:山东省地质勘查项目“山东省文登市青庄地区金矿普查”[鲁勘字(2013)24号]

作者简介:张朋朋(1986—),男,山东肥城人,工程师,主要从事地质、地球化学勘查工作;E-mail:dzgczp@163.com

文登西砾下金矿,是受脆性剪切带控制的典型的构造角砾岩-碎裂岩型金矿床^[11-12]。该矿床为在该区开展金矿勘查工作提供了依据,并指明了该区找金的方向。



1—第四系残坡积物;2—弱片麻状细中粒含石榴子石二长花岗岩;3—不等粒伟晶花岗岩;4—中粗粒二长花岗岩;5—细粒二长花岗岩;6—片麻状细粒含黑云二长花岗岩;7—断裂位置及编号;8—研究区范围边界

图 1 研究区地质简图

2 样品的采集与测试

2.1 样品采集

土壤地球化学测量比例尺为 1:1 万,测网 100 m×40 m,局部地段加密至 100 m×20 m。分析的元素在深层土壤(>1.50 m)与表层土壤(<0.30 m)中的含量基本一致^[13],因此采集距地表 20~30 cm 深处的土壤 BC 层。样品采集时避免了各种污染,样品重量均大于 500 g,晾晒后过 40 目样筛,过筛后重量均大于 150 g。样品加工过程中始终保持加工工具的清洁,防止样品污染。

2.2 分析测试

该次土壤样品分析 Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Mo, As, Bi 等 8 种元素,样品由山东省物化探勘查院岩矿测试中心进行分析:石墨炉原子吸收光谱仪测定 Au;GBZ-Ⅲ光谱相板测光仪测定 Ag;电感耦合等离子

体发射光谱仪测定 Cu, Pb, Zn;极谱仪测定 Mo;原子荧光分光光度计测定 As, Bi;各元素分析检出限见表 1。各元素检出限、报出率、合格率均满足规范要求^[14]。

表 1 元素分析检出限

序号	元素	检出限	序号	元素	检出限
1	Ag	20.00	5	Pb	5.00
2	Au	0.30	6	Zn	5.00
3	Bi	0.03	7	Mo	0.18
4	Cu	2.00	8	As	0.40

注: Au, Ag 单位为 ng/g;其他元素为 ug/g。

3 土壤地球化学特征

3.1 背景值及异常下限的确定

元素背景值和异常下限的确定方法很多,各有优缺点^[15-17]。基于研究区范围较小,该次工作以 1:1 万土壤化探样所得各元素原始数据为依据,用迭代循环剔除 $\geq \bar{X} + 3S$ (\bar{X} 为平均值, S 为标准离差)的数据,直至无数据被剔除为止。在此基础上,计算各元素的平均值和标准离差,该平均值即为元素在土壤中的背景值,并以 $\bar{X} + 2S$ (\bar{X} 为背景值, S 为标准离差)计算异常下限 (T)。统计计算得出研究区各元素土壤地球化学特征参数(表 2),该次在圈定异常时采用的元素背景值及异常下限合理。按 a^*T ($a = 0, 1, 2$),将异常划分为外、中、内 3 个浓度带,研究异常的内部结构,并绘制异常图。

表 2 元素土壤地球化学特征参数

元素	山东东部均值	样品数 N	平均值 X	中位数 M	标准离差 S	变化系数 Cv	浓集克拉克值 (C)	异常下限 (T)	使用异常下限
Au	1.50	5654.00	1.30	1.20	0.57	0.43	0.42	2.44	2.50
Cu	20.70	5650.00	19.59	18.70	6.52	0.33	1.09	32.63	32.00
Pb	24.00	6030.00	35.01	34.60	9.13	0.26	1.09	53.28	50.00
Mo	0.58	5428.00	0.36	0.35	0.09	0.24	12.08	0.53	0.50
Ag	117.00	5798.00	37.89	36.90	7.09	0.19	1.12	52.06	50.00
Zn	59.60	6019.00	47.08	46.30	11.20	0.24	3.14	69.49	63.00
Bi	0.24	5902.00	0.19	0.19	0.06	0.29	1.30	0.30	0.32
As	7.70	6024.00	5.35	5.10	1.75	0.33	1.80	8.85	7.90

注:含量单位 Au 10^{-9} ,其余为 10^{-6} 。

从表 2 可以看出,研究区中 Pb 元素的含量高于山东东部地区的平均含量,各元素的变化系数均较

小($C_v < 1$),富集能力弱。主成矿元素 Au 变化系数稍大,富集能力较强,标准离差偏小,富集强度一般。

按不同地质单元对研究区内土壤中元素的分布特征值进行了统计,结果显示,Au 元素在九曲单元、姑娘坟单元、邱家单元中的平均值、标准离差及变异系数大,有可能在地质成矿有利部位成矿。

3.2 分析元素相关特征

异常元素组合是识别异常性质,区别矿与非矿异常的依据之一,对指导找矿起着关键作用^[18]。根据研究区土壤化探数据结果,对分析的 8 种元素进行 R 型聚类分析,R 型聚类分析图谱,如图 2 所示。由图谱可见,当取 0.20 相似水平时,可将 8 种元素划分成 4 个点群:①As, Cu;②Au, Mo, Bi, Ag;③Pb;④Zn。主成矿元素 Au 与 As 为不同期成矿元素,将 As, Sb 元素作为寻找 Au 矿的主要指示元素在该区不适用,Au 与 Bi 的相关性较好。

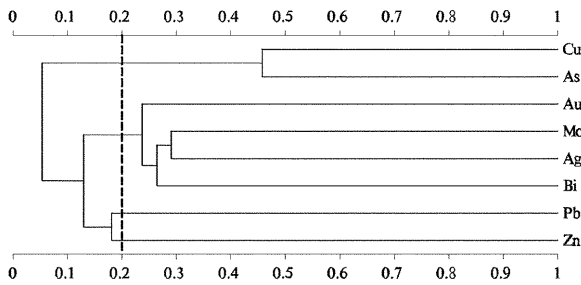


图 2 R 型聚类分析图谱

3.3 异常的圈定和分类

全区共圈出单元素异常 190 处,其中 Au 元素异常 34 处,Ag 元素异常 35 处,Cu 元素异常 25 处,Pb 元素异常 16 处,Zn 元素异常 27 处,Mo 元素异常 14 处,Bi 元素异常 18 处,As 元素异常 21 处。

按照《物探、化探异常及查证工作管理办法》中对物化探异常的分类标准,根据元素套合性及与地质体分布的相关性,选择性的剔除低值单点异常及套合性差的低缓异常^[19]。以套合好、元素组合与地质体关系密切的多个单元素异常进行重叠,构成综合异常。研究区内共圈定综合异常 19 处,编号 AP1-AP19。结合异常所处的成矿地质构造条件和野外异常查证情况,将该区内土壤测量综合异常分为乙 1、乙 3、丙 2 三类,其中乙 1 类异常有 AP7, AP19;找矿效果突出,该文以这两个异常为例,阐述该区找矿效果。

4 综合异常查证与解释

4.1 AP7 异常

异常位于研究区西南部的 F₁ 断裂破碎带处,是以 Au 为主的 Au, Ag, Cu, Zn, Bi 元素组合异常。由表 3 及图 3 可以看出,该综合异常呈条带状、似椭圆状、不规则状,各元素异常相互套合较好。其中 Au 元素异常强度高,规模较大,最高值 298.7×10^{-9} ,面积 0.121 km²,衬度 9.90,具外、中、内三浓度分带;Ag 元素异常强度较高,最高值 210.4×10^{-9} ,面积 0.038 km²,衬度 1.68,具外、中、内三浓度分带;Bi 元素异常强度较高、规模较小,最高值 1.65×10^{-6} ,面积 0.010 km²,衬度 3.33,具外、中、内三浓度分带。

表 3 AP7 综合异常特征参数

元素	面积 /km ²	最高值	平均值	衬度	规模	形状	分带
Au	0.121	298.70	24.75	9.90	1.20	条带状	外、中、内
Ag	0.038	210.40	84.18	1.68	0.06	似椭圆状	外、中、内
Zn	0.023	79.30	68.30	1.14	0.03	不规则	外
Cu	0.015	53.50	53.50	1.78	0.03	不规则	外
Bi	0.010	1.65	1.00	3.33	0.03	似椭圆状	外、中、内

注:最高值、平均值单位 Au, Ag 10^{-9} ;其余为 10^{-6} 。

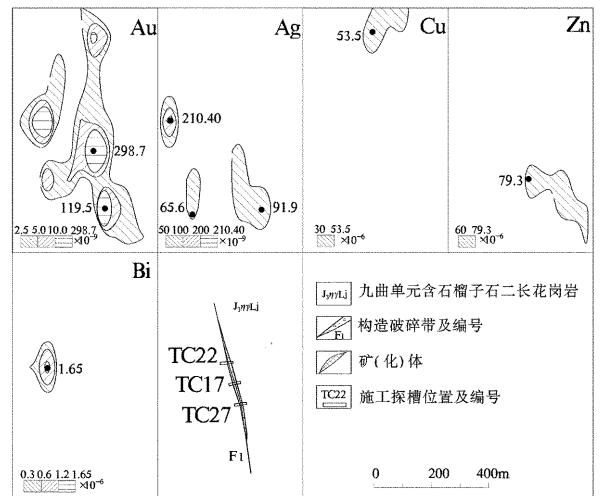


图 3 AP7 综合异常剖析图

通过 1:1 万地质测量,大致查明了异常区的地质特征,出露的岩性主要为上侏罗世玲珑序列九曲单元弱片麻状细中粒含石榴子石二长花岗岩;发育

NWW 向 F_1 构造破碎带,带内为绿泥石化、钾化二长花岗岩质碎裂岩。

为验证该破碎蚀变带与化探异常的关系及其含矿性,在破碎带上施工了探槽 TC22,TC17,TC27;初步圈定金矿体 1 个,走向 $340^\circ \sim 345^\circ$,倾向 SEE,倾角 $75^\circ \sim 81^\circ$,沿走向控制长度约 200 m,宽 1.00 ~ 10.56 m,金品位 $(1.04 \sim 3.64) \times 10^{-6}$ 。

通过异常检查工作,判定 AP7 综合异常由 F_1 构造破碎带内的金矿(化)体引起。

4.2 AP19 异常

AP19 异常位于研究区发现的 F_2 断裂破碎带处,呈似椭圆状,长轴方向与断裂 F_2 的走向一致。由图 4 及表 4 可以看出,异常区内 3 元素相互套合好,其中 Au 元素异常强度高,规模较大,最高值 113.6×10^{-9} ,面积 0.26 km^2 ,衬度 4.68,具外、中、内三浓度分带;Ag 元素异常强度高、规模较大,最高值 472.4×10^{-9} ,面积 0.18 km^2 ,衬度 1.91,具外、中、内三浓度分带;Mo 元素异常强度高、规模大,最高值 12.60×10^{-6} ,面积 0.33 km^2 ,衬度 3.31,具外、中、内三浓度分带。

质特征,出露的岩性主要为中侏罗世文登序列姑娘坟单元弱片麻状细粒二长花岗岩,岩体内发现 F_2 构造破碎带,带内发育绿泥石化、钾化二长花岗岩质碎裂岩。

表 4 AP19 综合异常特征参数

元素	面积/ km^2	平均值	最高值	衬度	规模	形状	分带
Au	0.26	11.70	113.60	4.68	1.22	条带状	外、中、内
Ag	0.18	95.40	472.40	1.91	0.35	条带状	外、中、内
Mo	0.33	2.65	12.60	3.31	1.10	条带状	外、中、内

注:最高值、平均值单位 Au, $\text{Ag} 10^{-9}$;其余为 10^{-6} 。

为验证该破碎蚀变带与化探异常的关系及其含矿性,在破碎带上施工了探槽 TC03,TC08,TC09,TC10,TC31,探槽中均见到金矿化,初步在构造带内圈定金矿化蚀变带 1 个,沿走向控制长约 0.40 km,宽 2.0~4.0m,呈近 SN 向展布,走向 $355^\circ \sim 5^\circ$,倾向 E,倾角 $45^\circ \sim 65^\circ$,金品位 $(0.30 \sim 0.86) \times 10^{-6}$ 。

通过异常检查工作,判定 AP19 综合异常由 F_2 构造破碎带内的金矿化体引起。

5 结论

(1) 研究区圈定的化探异常与圈定的多条金矿化蚀变带套合较好,对找矿起到了重要的指示意义,证明开展土壤地球化学测量在该区寻找金矿是可行且有效的。

(2) 研究区内发现的金(矿)化体矿化好、连续,具有一定规模,赋存于蚀变破碎带内,金矿(化)体蚀变、矿化类型与邻近的西院下金矿类似,应进一步开展地质勘查工作,以期发现 1~2 处金矿床,矿床类型为构造角砾岩-碎裂岩型金矿床。

参考文献:

- [1] 谢颂诗,宁振国,颜晓莉,等.山东省沂源县金星头勘查区地质地球化学特征及找矿远景分析[J].山东国土资源,2014,30(5):23-28.
- [2] 刘汉彬译.土壤地球化学法在西澳 Yilgarn 地块黑旗地区金矿勘查中的应用[J].国外铀金地质,1999,16(2):171-177.
- [3] 张广平,赵海良,赵晓斌,等.土壤地球化学测量在新疆西准吉尔吾沙克金矿勘查工作中的应用[J].矿物岩石地球化学通报,2014,33(4):472-476.
- [4] 熊亮,朱杰勇,朱林,等.土壤地球化学测量在扬子地台西缘会泽铅锌矿带第竹寺组中的应用[J].物探与化探,2010,34(4):

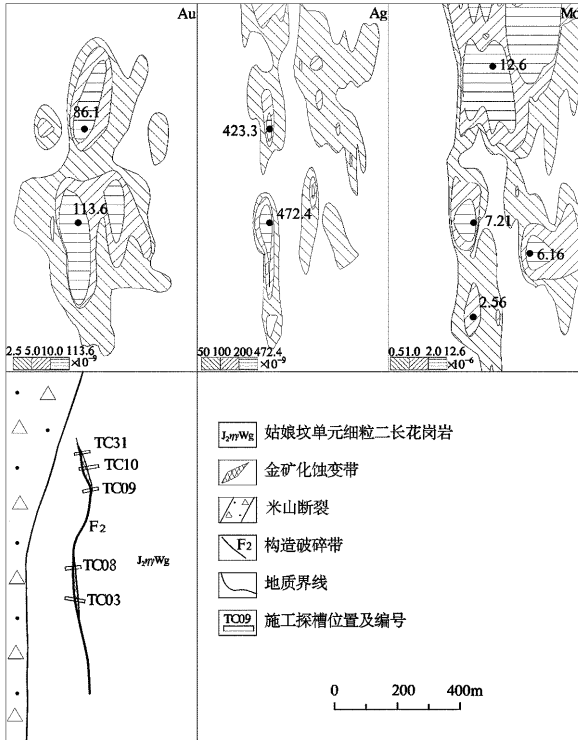


图 4 AP19 综合异常剖析图

通过 1:1 万地质测量,大致查明了异常区的地

467-475.

- [5] 许顺山,杨农,孙青.山东文登金矿成矿动力学研究[J].矿床地质,1997,16(3):272-278.
- [6] 邹为雷,李光明,沈远超.山东省文登市西院下金矿成矿规律及深部矿体地位预测[J].地质与勘探,2000,36(6):52-54.
- [7] 张增奇,张成基,王世进,等.山东省地层侵入岩构造单元划分对比意见[J].山东国土资源,2014,30(3):1-23.
- [8] 刘春华,孙景贵,郑常青.胶东文登岩体——二长花岗岩质岩石地球化学特征及成因探讨[J].吉林地质,1995,14(4):51-58.
- [9] 宋明春,王沛成.山东省区域地质[M].济南:山东省地图出版社,2003:461-490.
- [10] 魏绪峰,郭洪军,王珊珊,等.烟台市牟平区磨山金矿床成矿规律和找矿远景分析[J].山东国土资源,2015,31(4):13-18.
- [11] 赖勇.山东文登金矿成矿条件及成矿过程[J].矿床地质,1995,14(3):281-289.
- [12] 周遗军,何国琦,王金贤,等.胶东东部文登金矿床成矿地质特征[J].矿床地质,2002,21(增):796-799.
- [13] 庞绪贵,祝德成,代杰瑞,等.山东半岛蓝色经济区土壤中元素的分布与富集研究[J].安徽农业科学,2013,41(28):11363-11366.
- [14] DZ/T0130-2006.地质矿产实验室测试质量管理规范[S].
- [15] 项魁辰.化探找金中背景值异常下限确定及异常评价问题的探讨[J].黄金地质科技,1992,34(4):55-59.
- [16] 史长义.异常下限与异常识别之现状[J].国外地质勘探技术,1995,(3):19-25.
- [17] 陈明,李金春.化探背景与异常识别的问题与对策[J].地质与勘探,1999,35(2):24-29.
- [18] 李保平,陈玉华,周晓中.青海叶陇沟金矿地质地球化学特征及找矿方向[J].黄金科学技术,2011,19(2):31-34.
- [19] 裴云婧,张成江,罗刚,等.格尔木分水岭北西铜金矿土壤地球化学找矿及找矿标志[J].矿业科技,2014,33(4):472-476.

Application of Soil Geochemical Survey in Exploration of Gold Deposit in Qingzhuang Area of Shandong Province

ZHANG Pengpeng

(Shandong Geophysical and Geochemical Exploration Institute, Shandong Jinan 250013, China)

Abstract: In order to find gold mineralization, combining with outcropped condition of basic rocks in studying area, soil geochemical survey with the scale of 1 : 10000 has been carried out. Observation network is 100m×40m and local refinement is 100m×20m. After collecting BC layer soil in 20~30cm deep and passing 40 mesh sieve, the weight of samples is more than 150, and 8 elements as Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Bi, Mo have been analyzed. Through type R cluster analysis, it is known that it is not suitable to regard As and Sb elements as the main indicator elements for searching Au ores in this area. The correlation of Au and Bi in this area is good. Though calculating and choosing reasonable background value and the threshold of each element, 190 element anomalies have been circled. According to element combination, 19 comprehensive anomalies have been circled. Among them, AP7, AP19 have good metallogenic conditions and are divided into 1 class. Abnormal verification work should be carried out in this area firstly. Through abnormal verification work, such as exploratory trench and laboratory analysis, gold (mineralization) have been found in two abnormal areas. Au grade is $0.30 \times 10^{-6} \sim 3.64 \times 10^{-6}$. It is proved that soil geochemical survey is suitable and effective in ore prospecting. Gold (mineralization) body occurred in altered fracture zone in this area. Mineralization mainly include pyritization, silicification and chloritization. It is similar to Xiyuanxia gold deposit. The type of gold deposit is determined as alteration structural breccias - cataclastic rock type gold deposit.

Key words: Soil geochemical survey; threshold; gold deposit; Qingzhuang area in Wendeng city