

土壤地球化学测量在辽宁省开原市小甸子 银金多金属矿区的找矿效果

时 林, 李 明, 崔永文

(辽宁省有色地质局一〇六队, 辽宁 铁岭 112000)

摘 要:在勘查区内通过 1:10 000 土壤地球化学测量工作发现多处异常, 结合区内成矿地质条件及矿种属性可将异常划分为 3 个异常区带, 即西部 HT1、东部 HT2、南部 HT3。经地表探槽工程揭露部分异常与已知矿体较为吻合, 并且在勘查区东部 HT2-3 异常带内新发现 4 条蚀变岩型 Zn 矿体。土壤地球化学测量在该区地质找矿中发挥了重要的指导作用, 取得了良好的找矿效果。

关键词:土壤地球化学测量; 异常区(带); 找矿效果; 辽宁省开原市小甸子

中图分类号: P632

文献标识码: A

文章编号: 1008-858X(2014)03-0015-06

在当前地质找矿领域, 由于地表找矿难度加大、地表基岩露头偏少、水系不发育, 土壤地球化学测量方法在寻找隐伏的矿产资源时发挥着越来越重要的作用^[1]。通过土壤地球化学测量扫面, 能迅速缩小工作区范围, 圈定找矿靶区, 为部署进一步找矿工作和研究区域、矿区成矿规律等提供重要的信息。小甸子区位于开原—草市金、银、铅、锌、铜多金属成矿带的西部, 勘查区西部已经发现不同程度的金银矿化, 通过土壤地球化学测量详查工作, 大致查明矿(化)体的时空分布, 寄希望在东部有所发现。

1 成矿地质背景

1.1 区域成矿地质特征

勘查区地处胶辽台隆之汎河凹陷与李家台断凸交汇部, 沙河断裂带由工作区南侧通过。区内断裂构造主要以北西西—北西和北东走向断裂构造为主(图1)。开原—草市多金属成矿带控制着该区的银、金多金属成矿带的展布。该成矿带是辽北地区重点成矿区带之一, 带长大于 100 km, 带宽 25 km。带内有大型的柴河

铅锌矿矿床, 以及一批银、金、铅、锌、铜、镍等矿床(点), 还有众多的物化探异常, 显示了该区具有良好的成矿环境和找矿条件。

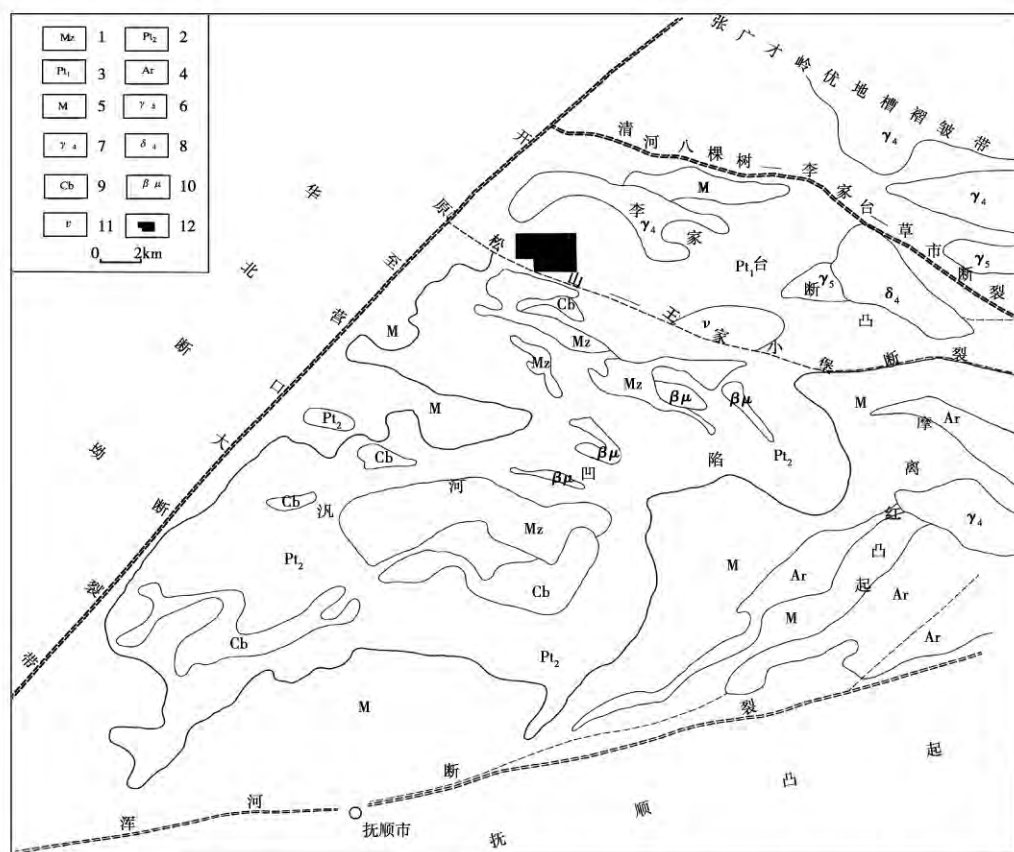
勘查区内主要岩性为太古界鞍山群上部通什村组和下元古界辽河群高家峪组斜长角闪片麻岩、角闪质混合岩、长英质混合岩。工作区南部出露有白垩系砂砾岩, 岩浆岩以各种脉岩为主, 种类较多, 从酸性到基性都有, 主要有次流纹岩、花岗闪长斑岩、花岗斑岩等, 均呈脉状产出, 区内无规模较大的岩体存在。

1.2 景观地球化学特征

勘查区位于辽宁东北部低山丘陵区, 最高海拔 375.4 m, 最低处 103.2 m, 相对高差 272.2 m 左右, 年平均降水量为 650~750 mm。区内化学风化作用相对较弱, 机械风化作用强烈, 地形相对高差不大, 岩石风化后移动距离较小, 多堆积于原地及其附近, 土壤中无异域风成物质混入。该区土壤层发育比较均匀, 山脊处及山坡上部较薄, 一般厚度 0.2~2.2 m。山坡中下部较厚, 最厚的地方可达几米以上, 一般厚 5~10 m。A 层不发育, 部分区域缺失; B 层发育, 且厚度为 0.5~1.8 m; C 层较发育。B、C 层

收稿日期: 2014-03-07; 修回日期: 2014-04-08

作者简介: 时 林(1986-), 男, 硕士, 助理工程师, 现主要从事地球化学勘查工作。Email: shilin462096@126.com。



1 中生界砾岩、砂岩、页岩，夹煤层；2 元古界上部灰岩、页岩、砂岩、板岩、白云岩；3 元古界下部灰岩、浅粒岩、变粒岩、片麻岩、大理岩，夹磁铁矿石英岩；4 太古界浅粒岩、变粒岩、片麻岩、角闪岩、夹磁铁矿石英岩；5 混合岩；6 海西期花岗岩；7 燕山期花岗岩；8 闪长岩；9 细碧岩；10 蚀变辉绿岩；11 二辉辉长岩；12 工作区范围

图 1 小甸子地区地质概图

Fig. 1 Geological sketch map of Xiao Dian-zi

发育为土壤地球化学测量提供了前提和保证。

2 土壤地球化学测量工作方法

土壤地球化学测量工作按设计书及《地球化学普查规范》^[2] 和《土壤地球化学测量规范》^[3] 有关要求执行。

2.1 采样点布设

根据勘查区内主要构造方向，本次土壤地球化学测量工作选取矩形网，网度为 100 m × 20 m，选取测线 SN 向，基线 EW 向，共布设测线 62 条。

2.2 定点、采样与记录

野外实际定点采用以手持 GPS 为主，结合罗盘、测绳、识图等综合方法进行，点位误差 ≤ 2 mm (1:10 000 地形图)，并且在实地用小红

旗做标识，小红旗上写有点线号，以便质量检查和异常查证工作。取样层位为 B 层或 C 层（距地表约 25 ~ 30 cm），样品在点位附近点线距 1/10 范围内多坑采取，样品重量以满足野外初加工后不小于 150 g 为准。若有废石堆、崩积物、河床堆积等不能取样时可适当移点，移点后仍然无法采样可弃点。

野外编录采用统一标准化的《土壤地球化学测量野外采样记录表》，在野外实地认真观察地质、地貌、矿化、蚀变等，且逐项填写表内的各项内容。

2.3 样品加工与分析

样品自然干燥后，过 - 40 目不锈钢筛，过筛后的样品采用对角线折叠法混匀，取 150 g 装入纸袋（每 50 件样品均匀安插 4 件重复分析

样、2件Ⅱ级标样、2件重采样),送化验室加工至-200目进行分析。本次土壤样品的分析项目为Au、Ag、Cu、Pb、Zn、As 6项,Au采用活性炭富集—发射光谱法,Ag采用发射光谱法,两者都在平面光栅原子发射光谱仪上完成;Cu、Pb、Zn采用火焰原子吸收分光光度计法;As采用氢化物发生原子荧光分析法。

2.4 资料整理

对分析成果进行质量评述,并进行数据处理,根据数理统计结果,并结合区域地质地球化学特征,确定异常下限,编制相关地球化学图件。

3 地球化学异常特征

3.1 元素地球化学特征

勘查区内Au的平均含量与土壤克拉克值

相当,但分布极不均匀,最高含量与最低含量比值为375倍,变异系数较大,元素的迁出带入作用明显^[4],表明Au在区内存在着局部富集,有形成矿化的可能。Ag的平均含量与土壤克拉克值相当,极值比为33倍,变异系数不大,区内Ag为高背景。Pb的平均含量是土壤克拉克值的1.6倍,分布不均匀,极值比为261倍,变异系数较大,有形成矿化可能。Zn的平均含量是土壤克拉克值的1.5倍,且分布极不均匀,极值比达361倍,变异系数也较大,Zn在区内存在着局部富集,有形成矿化可能。Cu的平均含量略高于土壤克拉克值,其极值比为82倍,变异系数较小,成矿意义不大。As的平均含量低于土壤克拉克值,其极值比为144倍,但变异系数较小,成矿意义不大(表1)。

表1 土壤元素地球化学特征参数统计

Table 1 Geochemical feature parameters of the elements in the soil

元 素	中国土壤丰度 $K^{[5]}$	工作区丰度 X	标准离差 S	变异系数 C_v	极大值/极小值	浓集系数
Au	1.4	1.800	8.351	4.112	375.0	1.3
Ag	0.08	0.112	0.099	0.889	33.0	1.4
Cu	24.0	25.980	17.256	0.664	82.4	1.1
Pb	23.0	35.834	58.555	1.634	261.4	1.6
Zn	68.0	99.620	113.988	1.144	361.2	1.5
As	10.0	7.165	6.203	0.866	144.1	0.7

注: $w(Au)/10^{-9}$; $w(\text{其它元素})/10^{-6}$;浓集系数 = X/K ; $C_v = S/X$

3.2 元素背景与异常下限的确定

确定地球化学背景与异常下限的方法有很多种,如传统统计法(迭代法)、长剖面法、直方图法、概率格纸图解法、移动平均分析法等^[6]。在众多方法中,迭代法由于实用性强、易操作、确定的背景值及异常下限较低,更有利于突出

弱异常,因此被广泛应用^[7]。区内背景值和异常下限的确定选用迭代法,首要步骤是对所取得的数据进行常规处理,在逐步剔除特殊值($>\bar{X} + 3S_0$ 或 $<\bar{X} - 3S_0$)之后,分别计算对数平均值、对数离差,通过对数反真值最后得出各元素的平均值(背景值)、标准离差,再根据 $T = \bar{X} + \lambda S_0$ 求得异常下限值,本次工作中 λ 值取为2(表2)。

表 2 土壤元素背景值、异常下限统计
Table 2 Background and threshold of elements in the soil

元素	统计 样品数	背景值 LOG	还原真值 背景值	标准差 LOG	异常下限 LOG	还原真值 异常下限	异常下限 使用值	备 注
Au	6 220	0.165 5	1.463 7	0.111 4	0.388 3	2.445 4	3.0	样品 总数 6 509
Ag	6 308	-1.006 9	0.098 4	0.098 0	-0.810 8	0.154 6	0.20	
Cu	6 377	1.372 6	23.583 1	0.130 3	1.633 2	42.976 5	45	
Pb	6 397	1.500 2	31.633 8	0.126 0	1.752 2	56.513 4	55	
Zn	6 238	1.918 7	82.924 6	0.114 3	2.147 4	140.404 3	140	
As	6 300	0.804 2	6.370 7	0.111 6	1.027 4	10.651 5	11	

注： $w(\text{Au})/10^{-9}$ ； $w(\text{其它元素})/10^{-6}$

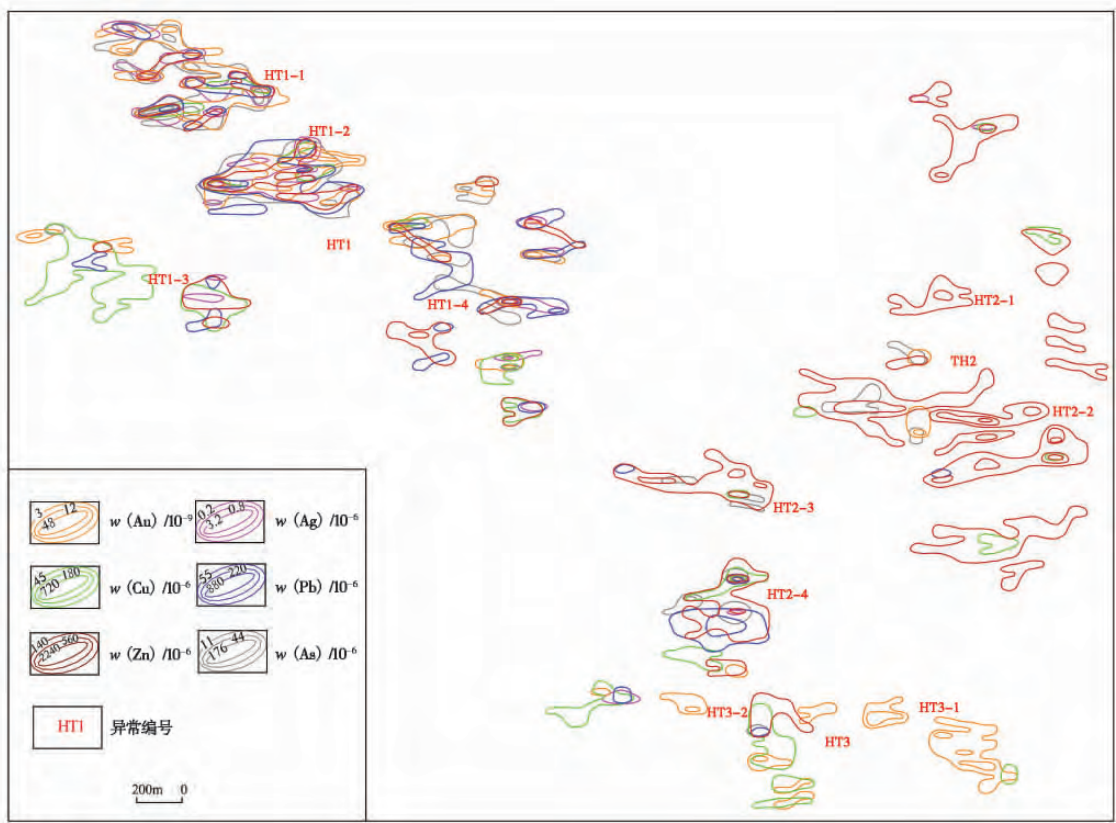


图 2 小甸子区综合异常图
Fig. 2 The integrated anomaly map of Xiao Dian-zi

3.3 异常的解析、评价及查证情况

通过 1:10 000 土壤地球化学测量工作,本区共获得了 10 个异常,各元素的次生地球化学场分布各有特点。异常主要分布在测区的西北部、东部和南部,结合成矿地质条件及矿种属性可将测区分为三个异常区带,即西部 HT1、东部 HT2、南部 HT3 三个异常区带(图 2)。西北部异常以金、铅、锌、砷为主,浓集中心明显,吻合

性较好,规模较大,存在局部富集;东部异常以锌为主,浓集中心明显,规模较大,存在局部富集;南部异常组合为金、铅、锌、砷,分散存在,各元素有浓集中心,但相互吻合性差。铜异常以分散形式出现,为低缓异常,浓集中心不明显,常与金、锌元素共生。

HT1 异常带 为西部 Au 多金属成矿带,发育有 HT1-1、HT1-2、HT1-3、HT1-4 四个异常。异常区走向为北西向,断续延长

2 000 m。异常规模较大,强度高,元素组合较全,浓集中心明显。各异常组合主要为 Au、Ag、Pb、Cu、Zn、As,极大值范围 Au $100 \times 10^{-9} \sim 300 \times 10^{-9}$ 、Ag $> 1.8 \times 10^{-6}$ 、Pb $1\ 309 \times 10^{-6} \sim 3\ 194 \times 10^{-6}$ 、Zn $1\ 186 \times 10^{-6} \sim 2\ 949 \times 10^{-6}$ 、Cu $138 \times 10^{-6} \sim 806 \times 10^{-6}$ 、As $154 \times 10^{-6} \sim 174 \times 10^{-6}$ 。HT1-1、HT1-2 号异常分别发育在 F1、F2 断裂之上,围岩为斜长角闪片麻岩与混合岩互层。HT1-3 号异常处于破碎带之中,

上盘斜长角闪片麻岩,下盘大理岩。各异常明显受断裂控制。经地表验证,HT1-1、HT1-2、HT1-3 号异常分别与已知的①、②、④号金多金属矿体相吻合。HT1-4 号异常未验证,该异常处于 F1、F2 断裂的南西延长部,受断裂控制,异常北部围岩斜长角闪片麻岩、次流纹斑岩,异常南部处于大理岩与斜长角闪片麻岩接触部,地表未有验证工作。

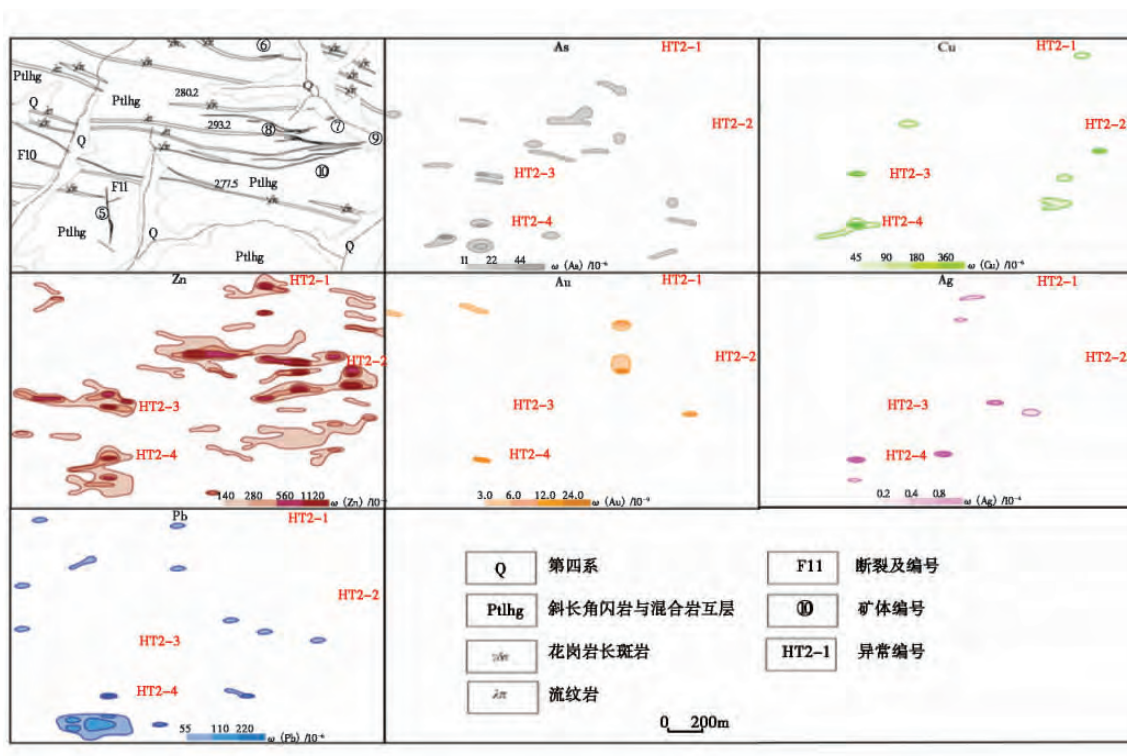


图3 小甸子区 HT-2 综合异常剖析图

Fig.3 The analysis map of synthesize anomaly HT-2 of Xiao Dian-zi

HT2 异常带 为东部锌独立成矿带,发育有 HT2-1、HT2-2、HT2-3、HT2-4 四个异常。异常区走向为近东西向。异常区北部发育有 HT2-1 异常,规模不大。南部有 HT2-2、HT2-3、HT2-4 三个异常,断续延长约有 2 100 m,异常规模较大,强度高。各异常均以 Zn 为主,浓集中心明显。异常极大值范围 Zn $966 \times 10^{-6} \sim 3\ 988 \times 10^{-6}$ 。经地表揭露验证,HT2-1 与⑥号矿体吻合,TC0909 槽探揭露⑥号矿体品位 Zn 3.69%。HT2-2 号异常范围内发现了四条矿体(⑦、⑧、⑨、⑩)。TC098 槽探揭露⑦号矿体品位 Zn 2.94%,TC0930 槽

探揭露⑧号矿体品位 Zn 2.48%,TC0926 槽探揭露⑨号矿体品位 Zn 2.07%,TC0927 槽探揭露⑩号矿体品位 Zn 1.01%。HT2-3 异常以 Zn 为主,Cu、Pb、As 次之。Zn 异常呈东西向长条状展布,控制范围 $650\text{ m} \times 60\text{ m} \sim 650\text{ m} \times 150\text{ m}$,面积为 665.64 m^2 ,Zn 最大值为 966×10^{-6} 、 $1\ 233 \times 10^{-6}$ 、 $1\ 183 \times 10^{-6}$,异常平均值为 351.68×10^{-6} ,具有明显的浓度分带。HT2-4 号异常与⑤号银矿体吻合,TC0906 槽探揭露⑤号银矿体品位 Ag 245.01×10^{-6} ,Pb 1.21%。

HT3 异常带 为南部 Au 成矿有利地段,

发育异常有 HT3-1、HT3-2。HT3-1 呈近东西向带状展布,以 Au 异常为主,外围少量 Cu、As 异常。异常处于花岗闪长斑岩与斜长角闪片麻岩接触部。Au 异常断续延伸 450 m,宽为 100~200 m。Au 异常最大值 29.6×10^{-9} ,平均值为 9.65×10^{-9} ,衬度值 Au 3.22,面金属量 Au $483.76 \times 10^{-6}/\text{m}^2$ 。此区段地表调查时发现有硅化、褐铁矿化很强的转石,但经槽探工程验证并未发现矿体。HT3-2 异常主要是分散赋存的小规模金异常,伴生有 Cu、Zn、Pb 异常。Au 异常最大值有 21.9×10^{-9} 、 18.9×10^{-9} 、 16.4×10^{-9} ,其它元素异常在外围分布,此处异常未进行验证(图 3)。

4 结 语

本次土壤测量工作共圈定化探异常 10 个,结合区内成矿地质条件及矿种属性可将异常划分为三个异常区带,通过对异常的解释评价表明,区域内的化探异常均为致矿异常,部分异常与已知矿体相吻合,经地表探槽揭露还新发现了多条矿体,土壤地球化学测量与地质方法相

结合,在该区取得了良好的找矿效果。

土壤地球化学测量是一种容易操作、成本较低的找矿方法,通过在辽宁省开原市小甸子区的实践表明,应用土壤地球化学方法可以快速缩小找矿靶区,为地质找矿提供较直接、可靠的找矿信息。

参考文献:

- [1] 王秋印,程华生,朱梅花,等. 土壤地球化学测量在内蒙古东乌旗查干楚鲁银铅锌多金属矿区的找矿效果 [J]. 物探与化探,2009,33(6):652-656.
- [2] DZ/T0011-1991,地球化学普查规范 [S].
- [3] DZ/T0145-1994,土壤地球化学测量规范 [S].
- [4] 周永峰. 关于区域化探中变异系数的讨论 [J]. 广西地质,1990,3(2):79-83.
- [5] 鄢明才,顾铁新,迟清华,等. 中国土壤化学元素丰度与表生地球化学特征 [J]. 物探与化探,1997,21(3):161-167.
- [6] 罗先熔,文美兰,欧阳菲,等. 勘查地球化学 [M]. 北京:冶金工业出版社,2008,196-204.
- [7] 熊亮,朱杰永,朱林生,等. 土壤地球化学测量在扬子地台北缘会泽铅锌矿带箬竹寺组中的应用 [J]. 物探与化探,2010,34(4):467-471.

The Application of Geochemical Soil Survey to Xiao Dian-zi Ag-Au Polymetallic Ore District in Kaiyuan, Liaoning Province

SHI Lin, LI Ming, CUI Yong-wen

(No. 106 Brigade of Liaoning Nonferrous Geoexploration Bureau of Liaoning Province,
Tieling, 112000, China)

Abstract: A great deal of geochemical anomaly districts have been found by geochemical soil survey at scale of 1/10000 in exploration area, the geochemical anomaly district can be divided into three parts in combination with ore-forming geological conditions and mineral properties, which being western HT1, eastern HT2 and HT3 in the south. The surface trenching work revealed that some anomalies match the known ore bodies better, and newly discovered four zinc ore body of altered rock type in HT2-3 of the eastern part of exploration area. Geochemical soil survey plays important guiding role in geologic prospecting and shows that the method of geochemical soil survey can yield favorable prospecting effect.

Key words: Geochemical soil survey; Anomaly area; Prospecting effect; Xiao Dian-zi