

沟系土壤测量在新疆乌恰县 萨热克铜矿勘查中的应用效果^①

高珍权^{1,2}, 方维萱^{1,2}, 王伟³, 曾志刚²

(1.中国科学院地球化学研究所矿床地球化学开放研究实验室, 贵州 贵阳 550002;

2.有色金属矿产地质调查中心, 北京 100012; 3.新疆维吾尔自治区有色地质勘查局地球物理探矿队, 乌鲁木齐 830011)

摘要:在研究萨热克铜矿成矿的地质条件及自然景观条件的基础上,认为该区中高山半干旱剥蚀景观区适合开展沟系土壤测量,探讨了沟系土壤测量的关键技术指标:采样密度 30~35 个/km²,采样层位 C 层,采样介质为残坡积碎屑物,样品初加工粒度-10目。在萨热克南北两翼新发现了 Cu Ag Pb Ba 等综合异常带,经查证为 3条铜矿化蚀变带,2条铜矿体,使该区的铜银资源潜力有望达到大型规模。

关键词:沟系土壤测量;铜矿;找矿效果;萨热克;新疆

中图分类号: P632.1 文献标识码: A 文章编号: 1001-5663(2005)06-0669-05

沟系土壤测量(俗称沟系次生晕)找矿方法自上世纪 80年代中期在全国范围特别是原有色地质勘查系统全面推广应用,取得了良好的找矿效果^[1]。充分显示了沟系土壤测量方法在评价分散流异常具有快速、经济、高效等优点。本文以萨热克铜矿勘查为例,重点探讨地形切割剧烈、基岩裸露区沟系土壤测量的主要技术指标,说明其找矿的效果。

本区属于地质工作程度极低区,前人对萨热克铜矿仅作了一般性检查,发现铜矿化体 2条,获得铜矿资源量仅千余吨。有色金属矿产地质调查中心新疆地质调查所在对萨热克铜矿进行调研后,认为该区成矿条件好,属于典型砂砾岩型铜矿,具备形成中大型铜矿潜力,2003年成功申报中央财政补助项目,取得了良好的找矿效果,本文是该项目部分成果。

1 地质概况

1.1 区域地质概况

萨热克铜矿位于塔里木盆地西南中生代拗陷西北缘的次级盆地——托云盆地。北部为西南天山海西期地层—构造带—岩浆岩带,南部为西昆仑海西期地层—构造—岩浆岩带。托云盆地上叠于西南天山的阿赖—阔克沙岭古生代岛弧带中,属中生代继承性拉分—拗陷盆地,萨热克铜矿位于该盆地西缘。出露地层

有元古界、古生界和中新生界。区域构造十分复杂,由 NW NEE和近 EW向塔里木古基底断裂构造和帕米尔突刺状弧形构造(俗称构造结)组成基本构造格架。NW向的断裂带以塔拉斯—费尔干纳右行走滑构造带为代表,NEE向构造带有中天山缝合带,近 EW向构造带由一系列推覆构造、逆掩推覆构造和褶皱冲构造组成。

1.2 区域地球化学特征

(1)区域地球化学背景场特征:萨热克铜矿区域上存在一个 Cu Pb Zn Ag As Sb Bi Ba高背景场。

(2)元素的再分配特征

①泥盆系、志留系同以富含 Cu Pb Zn Ag Cd As Sb等元素为特征,侏罗系中 Pb Zn Cd Ag Co Ba等元素明显富集。这些地层单元一方面围绕托云盆地分布,是托云盆地重要组成部分;另一方面,自中生代以来,古生界大面积出露并抬升为剥蚀区,可为托云盆地的形成提供了丰富的物源。

②白垩系中与铜成矿相关元素的含量都略低于或与全区平均值相当,但这些元素的变化系数大,多为全区的最高。变化系数最高的元素有: Cu Cd As Bi Co Ni V Cr,其中 Cd和 Cu变化系数分别高达 113%和 80%。说明本区白垩系中与铜成矿相关的 Cu Cd As Bi等元素的分布极不均匀或不均匀,这也是本区

① 收稿日期: 2005-06-31 作者简介: 高珍权(1965-),男,教授级高工,博士。现在中国科学院地球化学研究所博士后流动站工作,主要从事区域成矿学研究及矿产勘查工作。
基金项目: 科技部国家重点基础研究发展规划项目(课题编号: 2001CB409805)

铜成矿十分有利的地球化学标志之一。

(3) Hs-5号 1/20万化探综合异常

萨热克铜矿区与一编号为 Hs-5 的 1/20万区域化探综合异常对应(图 1) Hs-5号异常是一个以 Cu Ag Bi 为主的多元素综合异常,面积约 20km²,单个元素异常的套合性好,Cu Ag 异常浓集中心明显且与已知矿区位置对应较好。

1.3 矿区地质特征

萨热克铜矿区中部由紫红色、灰绿色砂岩、含砾砂岩、砾岩等组成的白垩系,北部分别为碳质、泥质页岩、砂岩夹砾岩、灰岩的侏罗系;以绿泥石片岩夹大理岩化灰岩为主的中志留统;西北角出露元古界钙质片岩、石英岩。白垩系、侏罗统、中志留统、元古界都呈断层或不整合接触,总体上构成了 NE 走向的复式向斜构造。白垩系由下统和上统组成。下白垩统克孜勒苏群上亚群(K₂₋₃)为灰绿色细砂岩、砂岩、含砾砂岩、砾岩,是主要含矿层。

矿区构造简单,总体构造线方向为 NE 向。中部为一以白垩系为核部的向斜,南翼陡倾,倾角 70~80°,北翼缓倾,倾角 35~55°。区域上 NW 向的逆冲推覆断层从矿区南北两侧通过,南部逆冲推覆断层从白垩系与老地层之间通过,致使部分含矿地层与矿体掩埋,北部逆冲推覆断层从侏罗系与老地层之间通过(图 1)。向斜位于南北逆冲推覆断层之间。此外,还有横切元古界、古生界和中生界的一系列断层,这些与古老基底有关的断裂属区域上 NW 向和 NE 向断裂所组成的菱形网格状断裂的次一级断裂,是成矿流体运移的主要通道。

区内岩浆活动较弱,仅少量辉绿岩脉沿向斜南翼产出,与铜成矿的关系有待查明。

2 自然景观地球化学特征

工作区属中高山半干旱剥蚀景观区,东高西低,海拔高度为 2841~3501m,大部分地段均在 3000m 以上,相对高差为 100~300m 不等。沟谷纵横交错,切割较强,通行条件较差。该区半干旱少雨,无植被生长,卓尤勒苏河长年流水,从矿区中央通过。该区气候属典型的中温带大陆性荒漠气候,年平均温度为 6.7℃,最高气温为 34℃,最低气温为零下 29.4℃,年降水量约 170 毫米,无霜期 160~180d,多西北风,最大风力可达 10 级。除卓尤勒苏河及其支流,长年流水,其它沟谷均为干沟,风化剥蚀作用强烈,形成了薄层残坡积—残积土壤,且 A B C 层发育程度较差,基岩出露好。上述景观,以物理风化为主,元素在沟系的残坡积物中,主要以机械晕的形式进行搬运,只有在冰雪融化的季节和雨季,一些可溶于水呈盐类化合物的元素,才会以盐晕

形式进行搬运,但总的来说,其迁移的距离不会很远。根据该区地形、地貌特征以及沟系广泛发育的特点,利用沟系作为采样定点标志,以土壤作为采样介质是可行的。该区适宜于开展沟系土壤测量工作。

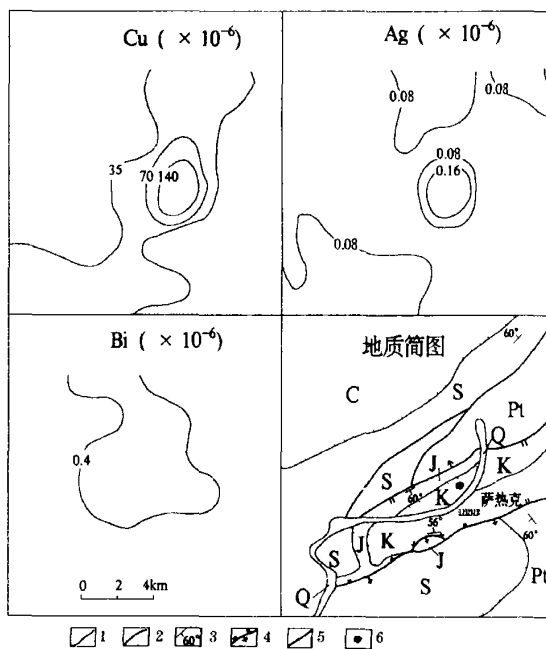


图 1 Hs-5 异常剖析图

Fig. 1 Anatomy map of Hs-5 anomaly
Q-第四系 K-白垩系 J-侏罗系 C-石炭系 S-志留系
Pt-元古界 1-地质界线 2-不整合地质界线 3-岩层产状
4-逆冲推覆断层 5-性质不明断层 6-铜矿

3 沟系土壤测量主要技术指标

(1) 采样密度

根据该区地形、地貌特征以及沟系广泛发育的特点,将采样密度控制在 30~35 点/km²。

(2) 布点原则和位置

工作图由 1:5 万地形图放大到 1:2.5 万。图中长度大于 200m 的水系(沟谷)均应勾绘出来。布点时,要沿沟谷边坡左右相间布置,在有效面积内,点位尽可能均匀,并以控制 I、II 级水系为主。点距 80~100m,沟谷宽度大于 200m 时,两侧边坡均应布点。相邻两条沟系间距大于 300m 时,应在山脊或小路旁加布采样点。

(3) 采样层位、深度、介质及样品初加工粒级

区内风化层不十分发育,大部分地段 A 层缺失,局部地段 B 层缺失,而 C 层发育相对完整,尤其是原地残积的半风化层比较发育,采样的层位确定为 C 层,深度一般 10~30cm,采样介质为残坡积碎屑物。

投入面积性工作前,进行了粒度试验。在萨热克铜

矿床及其下游地段 C层中分别采集了二件土壤试验样,样品在野外先过 10目筛,筛下-10目部分运回驻地,依次分别筛出以下 5个粒级: 10~ 20目; 20~ 60目; 60~ 80目; 80~ 100目; 小于 100目;每件样品分析测试了 Cu Pb Ag Zn Co Ba Sr Cd As Sb和 Hg等

11个元素,其分析成果见表 1 从中可以看出,主要成矿及伴生元素在各粒级样品中的含量变化不大。为了能较好地圈定异常,又能获取足够数量的样品品位,本区样品初加工粒级为-10目。

表 1 萨热克铜矿 1: 2.5万化探次生晕测量粒级试验成果

Table 1 Size fraction experiment results of secondary halo survey of 1/25000 scale in Sareke copper deposit

样号	粒级	As	Sb	Zn	Cu	Pb	Co	Cd	Ag [*]	Sr	Ba	Hg [*]
I	10~ 20目	9.1	0.72	72.4	49.5	17.6	15.1	0.13	127	178	541	40
	20~ 60目	9.4	0.80	79.1	53.5	19.1	16.1	0.10	90	170	572	30
	60~ 80目	9.6	0.83	77.7	46.1	20.3	15.6	0.10	80	179	551	28
	60~ 80目	9.3	0.76	72.9	41.7	18.1	15.0	0.12	93	176	513	24
	< 100目	8.7	0.68	73.4	42.6	17.6	13.4	0.10	90	186	489	24
II	10~ 20目	4.2	0.55	64.4	341	12.3	13.2	0.11	350	174	491	16
	20~ 60目	5.9	0.77	69.7	160	14.7	13.9	0.14	230	188	507	18
	60~ 80目	6.4	0.80	73.5	171	15.3	13.9	0.14	230	204	509	16
	60~ 80目	7.1	0.81	77.0	193	16.2	14.5	0.17	230	219	501	18
	< 100目	7.5	0.86	78.8	201	17.0	13.8	0.12	226	232	491	16

Ag^{*}、Hg^{*}元素含量为× 10⁻⁹。分析测试单位:新疆有色地质勘查局分析测试中心。

(4)野外采样

必须在点位上下左右 2~ 5m的范围内采取 3~ 5处多点组成一个样品。沟系次生晕测量的采样物质一般应以碎屑、细砂和粉砂为主。样品重量要保证过粒级筛后达到 100g。重复采样点,每个样重量保证过筛后达到 200g。在采样过程中,如遇到矿化、蚀变等地段,应随时采集原生晕样品,并作详细记录。

(5)样品加工

样品干燥后,按设计规定的粒度在野外驻地进行过筛。野外样品加工应无沾污、无错号、无重号,加工程序和方法正确,样品重量符合要求(样品野外加工流程如下所示)。正样装箱,送化验室细加工分析。

沟系次生晕样品野外加工流程为:

干燥→揉碎→过-10目筛以下→混匀→100g装纸袋(正样)

(6)样品分析

根据工作需要,结合该区的成矿特点和主攻矿种,并参考 1/20万化探成果,选择分析 Cu Pb Zn Ag Sr Ba Mn B Ni V Cr Co等 12个成矿元素及伴生元素,分析方法: ICP等离子发射光谱仪。

4 找矿效果

萨热克矿区及邻域开展了 1万沟系土壤测量 35km²,获得单元素异常百余个,组成综合异常带两处,分布于萨热克向斜的南北两翼(图 2)

(1)北翼新发现两条铜矿化蚀变带

2004年重点对北翼综合异常带进行了验证,发现下白垩统的浅色层铜矿化普遍,发现多层含矿层,组成两条主矿体铜矿化蚀变带,其中第II层矿化强度及范围比第I层更好。矿化蚀变带特征如下。

I号矿化蚀变带位于下白垩统上部层位,为灰绿色砾岩,厚度 50~ 100m,宽 1500m,推测长度为 3000m为主要富矿层位。上部为 K₂紫红色砂岩盖层,下覆地层为灰色,灰紫色含巨砾砾岩。矿化蚀变带具辉铜矿化、孔雀石化,硅化普遍较强,局部易形成块状矿石。

II号矿化蚀变带为下白垩统下部层位,为灰绿色砾岩,厚度 20~ 40m,长 2000m,推测长为 4000m。上部为巨砾岩,下部为砂岩、含砾砂岩。蚀变带铜矿化较强,多形成富矿,发育具较强硅化的条带状、纹层状灰绿色含砾砂岩或砂岩,厚 0.2~ 8m,密集分布,局部呈互层状。I号矿化蚀变带与II号矿化蚀变带之间为一层含巨砾砾岩。

(2)北翼新发现铜主矿体两条

I号和II号铜矿化蚀变带经地表槽探揭露新发现铜矿体十余条,其中①、②两条为主矿体,分别控制长度 1000m 1350m;水平厚度 1.32m 20.67m,铜品位 0.30%~ 1.82%,平均 1.16%和 1.21%;银品位 6× 10⁻⁶~ 29.55× 10⁻⁶,平均 17.07× 10⁻⁶和 18.11× 10⁻⁶。矿体埋深 300m(露头矿高差超过 100m,矿体长度的 1/4),初步概算铜资源量(333+ 334)15万 t,银

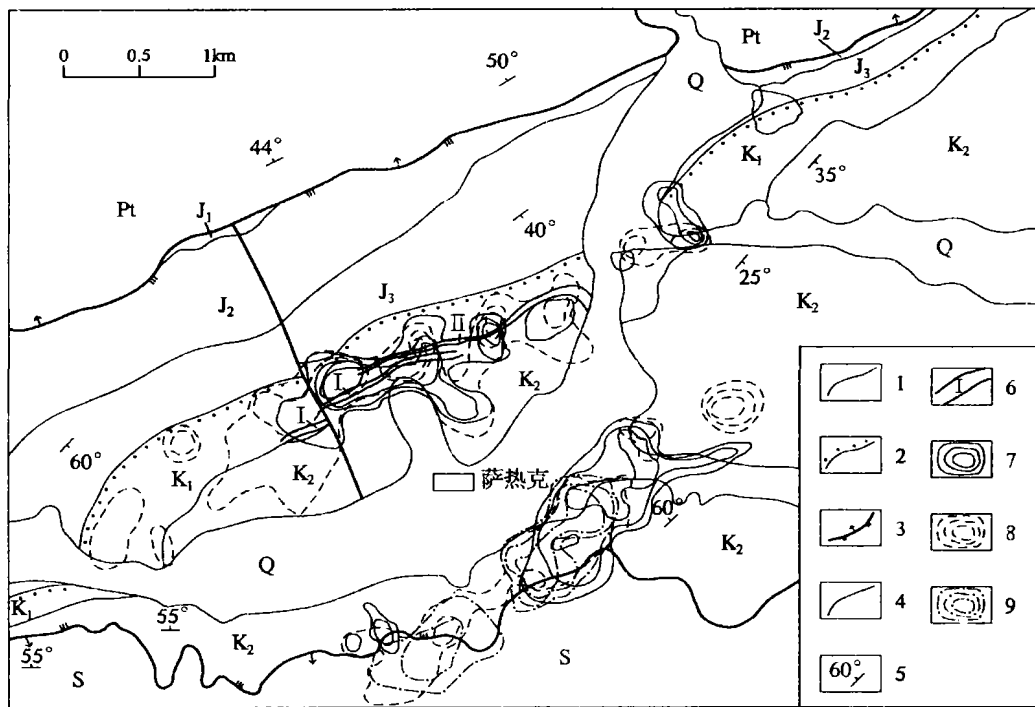


图 2 乌恰县萨热克铜矿地质化探综合图

Fig. 2 Geologic geochemical map of Sarelce copper deposit, Wuqia, Xiajiang

Q-第四系 K₂-白垩系上统 K₁-白垩系下统 J₃-侏罗系上统 J₂-侏罗系中统 J₁-侏罗系下统 S-志留系 Pt-元古界 1-地质界线 2-不整合地质界线 3-逆冲推覆断层 4-性质不明断层 5-岩层产状 6-矿化体及编号 7-铜异常 8-银异常 9-铅异常

200余 t

(3) 南翼新发现铜矿化蚀变带

萨热克北翼铜矿的评价是运用沟系土壤测量成果,指导南翼发现了 Pb Ag Cu Ba 综合异常(图 2),找矿获得了较大的突破,极大地拓宽了找矿空间。由于南翼地表出露的含矿层位——下白垩统较少,矿化蚀变带不易追踪,这一找矿信息的获得显得更加重要,经异常查证,南翼新发铜矿化蚀变带一条。这一新发现,给予勘查工作者足够的想象空间,南北两翼矿化蚀变带有望连成一体。南翼综合异常目前正在评价中。显然,沟系土壤成果,不仅起到了直接指导找矿的作用,将 I II 号矿化蚀变带分别向 EW 两端延长了一倍,而且将铜银评价范围由原来的北翼扩大到整个向斜,找矿空间拓宽了数倍,预示本区的铜银资源潜力均有望达到大型

(4) 铜银资源潜力分析

南北两翼的 Cu Ag Pb Ba 综合异常的基本特征及异常验证情况列于表 3

南北两翼的综合异常对比,共同点是铜的面金属量最大,主要铜异常面积相当,银的异常范围比铜大。不同点有:北翼综合异常的面积和强度比南翼高,虽然

主要铜异常面积相当,但异常强度前者几乎是后者的两倍,银异常情况也是如此。二者最大的不同是南翼的铅异常发育且与铜银异常套合性较好。

以沉积岩为容矿围岩的层状铜矿的成矿机制研究表明:铜是常见的贱金属硫化物中最不易溶或亲硫性最强的元素,紧靠氧化还原界面沉淀,而较易溶的金属(如 Pb Zn 和 Cd)由于亲硫性较弱,则被带到“下游”,并在离氧化还原界面较远的地方沉淀,首先沉淀的是铜的硫化物,依次沉淀辉铜矿→斑铜矿→黄铜矿,铅锌镉的硫化物在更下游的地方沉淀^[2,3]。研究表明,萨热克的古河道水流方向为 NE 向→SW 向,硫化物沉淀的方向也是自 NE 向 SW。因此,本区的北翼是氧化还原界面,地表辉铜矿大量出现,组成主要的铜矿体,南翼远离氧化还原界面,处于相对还原环境,除了黄铜矿和黄铁矿外,出现大量的方铅矿,这就较好地解释了南北两翼异常带的主元素异常组成的差别,同时给予南北两翼矿体(矿化蚀变带)相连的理论依据。今后铜银矿的勘查重点地段应该是向斜核部

根据 1:2.5 万沟系土壤测量成果,岩石化学剖面成果和铜银资源量初步推算,该区的铜资源量有望达到 75 万 t,伴生银 1000t。如果考虑到向斜核部可能为

表 3 萨热克南北两翼综合异常带特征及异常查证情况 ($w_B \times 10^{-6}$)Table 3 Features of integrated anomalies and the inspecting results in south and north limbs of Sareke ($w_B / 10^{-6}$)

位置	综合异常规模	元素	异常数	主异常数	主要异常特征参数					异常查证结果	潜在铜银资源量
					面积	异常点	峰值	平均值	面金属量		
北翼	2.4 km ² (6000m × (300 ~ 600m))	Cu	8	1	0.72	22	2850	416	7.49	异常中心获得 (333 + 334) 铜资源量 15 万 t, 银 200t	铜: 45 万 t, 银 600t
		Ag	6	2	1.60	50	2.22	0.361	3.85		
		Pb	0	0							
南翼	1.5 km ² (4000m × (300 ~ 600m))	Cu	4	1	0.75	23	848	220	4.13	新发现铜矿化带一处,正在评价中	铜: 30 万 t, 银 400t
		Ag	6	3	1.00	29	1.02	0.247	1.65		
		Pb	2	2	0.80	25	537	145	3.31		

铜银矿的赋矿部位,也就是说南北两翼的矿化蚀变带和矿体可能相连,该区铜银资源量潜力有望再翻一番。

5 结语

沟系土壤测量方法应用于南疆中高山半干旱剥蚀景观区的主要技术指标: 采样密度 30~ 35 个 / km², 采样层位 C 层, 采样介质为残坡积碎屑物, 样品初加工粒度 - 10 目。

沟系土壤测量方法在萨热克中高山半干旱剥蚀景观区的找铜工作中取得了良好找矿效果: 新发现综合异常带两条 (南北两翼各一条), 矿化蚀变带 3 条 (其中北翼两条, 南翼一条), 矿体 (北翼) 两条, 获得资源量 (333+ 334) 铜: 15 万 t, 银 200t 根据 1: 2.5 万沟系土壤测量成果、岩石化学剖面成果和已经获得的铜银资

源量初步推算, 该区的铜资源量有望达到 75 万 t, 伴生银 1000t 从理论上较为合理地解释了南北两翼综合异常带的特征, 认为南北两翼的铜银矿体 (蚀变带) 可能在向斜核部连成一体, 不仅指明了该区今后的找矿勘查方向, 而且拓宽了找矿空间, 使该区的铜银资源潜力有望达到大型规模

参考文献:

- [1] 张振邦. 沟系次生晕测量在国土资源大调查中的应用效果 [J]. 矿产与地质, 2003, 17(增刊): 479-481.
- [2] 徐一仁, 张素华. 论砂岩铜矿金属矿物分带及其在找矿中的应用 [J]. 有色金属矿产与勘查, 1994, 3(3): 135-140.
- [3] 陈根文, 夏斌, 吴延之等. 沉积岩对楚雄盆地砂岩铜矿成矿的控制 [J]. 矿物岩石, 2002, 22(3): 24-28.

APPLICATION EFFECT OF DRAINAGE SOIL SURVEY IN SAREKE COPPER DEPOSIT PROSPECTING, WUQIA, XINJIANG

GAO Zhen-quan^{1,2}, FANG Wei-xuan^{1,2}, WANG Wei³, ZENG Zhi-gang²

(1. Open Lab of Ore Deposit Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002;

2. Mineral and Geology Survey Center of Nonferrous Metal, Beijing 100012;

3. Geophysical Prospecting Team of Xinjiang Nonferrous Metals Ge exploration Bureau, Urmqi, Xinjiang 830011)

Abstract Based on the study of metallogenic setting and natural landscape of Sareke copper deposit, it is suggested that the middle to high mountain area with semiarid climate area is suitable for drainage soil survey. The key techniques of drainage soil survey are studied in this paper. The important parameters are shown as follows. Sampling density is 30~ 35 points per square kilometer. Sampling layer is C layer. Sampling medium is residual material. Sample process grain is - 10 mesh. Integrated Cu - Ag - Pb - Ba anomaly has been discovered in south and north limbs of Sareke. Two key copper ore bodies and three Cu alteration belts are found out for the field work. It is prospective that the copper and silver resources could be in large scale in the region.

Key Words drainage soil survey, copper deposit, Sareke, prospecting effect