

doi: 10.11720/wtyht.2017.1.12
马渊博,樊吉利,王龙杰,等.1:2.5 万水系沉积物加密测量法在青海黑山地区找矿中的应用[J].物探与化探,2017,41(1):79-85.http://doi.org/10.11720/wtyht.2017.1.12
Ma Y B, Fan J L, Wang L J, et al. The application of an infilling 1:25 000 stream sediment survey method to ore prospecting in Heishan area of Qinghai Province[J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2017, 41(1): 79-85. http://doi.org/10.11720/wtyht.2017.1.12

1:2.5 万水系沉积物加密测量法在青海黑山地区找矿中的应用

马渊博,樊吉利,王龙杰,吴祖洪,张鹏,李楠
(西安地质矿产勘查开发院,陕西 西安 710100)

摘要: 青海省格尔木市黑山地区地表存在大量风成沙、风成黄土,为避免其影响,选择 1:2.5 万水系沉积物加密测量方法开展前期化探扫面工作,确定采样点密度为 40 个点/km²,采样介质为水系沉积物,采样粒度为-10~+40 目筛内样。通过元素含量、分布及组合特征分析,确定工作区滩间山群 a 段与侵入岩接触部位具有多金属成矿的可能;对圈出的 5 个综合异常进行查证,在 AS4 号综合异常内发现、控制了 2 条含矿矽卡岩带,并在 I 号含矿矽卡岩带内初步圈定了 2 条铜多金属矿体,证明 1:2.5 万水系沉积物加密测量方法在柴达木盆地周缘荒漠化中高山高原景观区具有较好的找矿效果。

关键词: 水系沉积物测量;加密测量;综合异常;找矿;黑山地区;青海

中图分类号: P632 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8918(2017)01-0079-07

0 引言

青海省格尔木市黑山地区找矿工作开始于 20 世纪初,不同地质单位先后在本区开展了多种找矿手段,但效果并不理想,其原因在于工作区地表存在大量风成沙、风成黄土,且干燥少雨,使土壤、岩屑极不发育,1:1 万土壤测量、1:1 万岩屑测量及 1:2.5 万沟系土壤测量等方法均难以发挥作用。1:2.5 万水系沉积物加密测量方法为一种非常规的水系沉积物测量方法,要求其采样点密度不小于 40 个点/km²,具有快速、经济,异常形态准确、位移小,易于后期查证的特点^[1-9],且适用于地表存在大量风成沙、风成黄土的情况。鉴于此,根据工作区自然景观地球化学特征,选择 1:2.5 万水系沉积物加密测量方法,快速、有效缩小了 1:20 万化探异常面积,取得了较好的找矿效果。

1 区域地质地球化学特征

工作区位于柴达木盆地南缘,属于东昆仑造山带祁漫塔格造山亚带。区域地层出露较全,主要有古元古界金水口群白沙河组(Pt₁b)黑云斜长片麻岩、斜长角闪岩、黑云母片岩等;上古生界滩间山群(O₃j),其下部为薄纹层状灰岩夹大理岩、板岩,上部为玄武岩及玄武安山岩;上泥盆统牦牛山组(D₃m)玄武岩、安山岩、酸性凝灰熔岩;下石炭统大干沟组(C₁dg)粉晶、亮晶玻屑灰岩夹生物碎屑灰岩;上石炭统绛苏组(C₂d)生物碎屑灰岩夹白云质灰岩;下一中二叠统打柴沟组(P₁₋₂d)生物碎屑灰岩夹粉晶灰岩,含燧石结核白云质灰岩。该区地质构造复杂,以区域性断裂为主,次级断裂极其发育。区内岩浆活动频繁,从加里东期至燕山期均有岩浆侵入,岩性以中酸性为主^[10-13]。

收稿日期: 2016-02-04
基金项目: 青海省格尔木市黑山地区铜多金属矿预查项目(中铝资源勘字[2015]12 号)
作者简介: 马渊博(1988-),男,助理工程师,硕士。

工作区属于祁漫塔格—都兰华力西期铁、钴、铜、铅、锌、锡、硅灰石成矿带,区域内已发现的大、中型矿床有肯德可克钴铋金矿、野马泉铁多金属矿、尕林格铁多金属矿等,矿床类型以矽卡岩型为主,矿(化)体主要产在滩间山群下部浅变质碎屑岩组、石炭系碳酸盐与岩体的接触部位。

1997 年,青海省地球化学勘查技术研究院在柴

西缘进行了 1:20 万地球化学扫面工作,在黑山一带圈定出了 AS_{Z2}^{42} 黑山 Pb、Cu、Sb、V、Co、Sn 综合异常^[14]。该异常以 Pb、Cu 异常为主,元素峰值分别为 $1\,258.1\times 10^{-6}$ 、 139×10^{-6} ,异常特征见表 1。据异常剖析图(图 1),单元素异常具多级浓度分带,浓集中心突出,在工作区范围内 Cu、Co、Cr、V 套合性较高,具有一定的找矿潜力。

表 1 AS_{Z2}^{42} 黑山综合异常地球化学参数

元素	异常下限/ 10^{-6}	均值/ 10^{-6}	峰值/ 10^{-6}	面积/ km^2	衬度	规模	浓度分带
Pb	30.00	93.50	1258.10	96.00	3.12	299.52	三级
V	60.00	105.00	259.00	124.00	1.75	217.00	三级
Cu	20.00	54.50	139.00	76.00	2.73	207.48	三级
Sb	0.80	2.40	10.30	60.00	3.00	180.00	三级
Co	10.00	18.60	37.00	92.00	1.86	171.12	三级
Sn	5.00	7.30	22.00	116.00	1.46	169.36	三级
Cr	50.0	102.3	154.0	80	2.05	164.0	二级

注:数据取自 1:5 万黑山幅区域地质调查报告^[14];规模=面积×元素均值

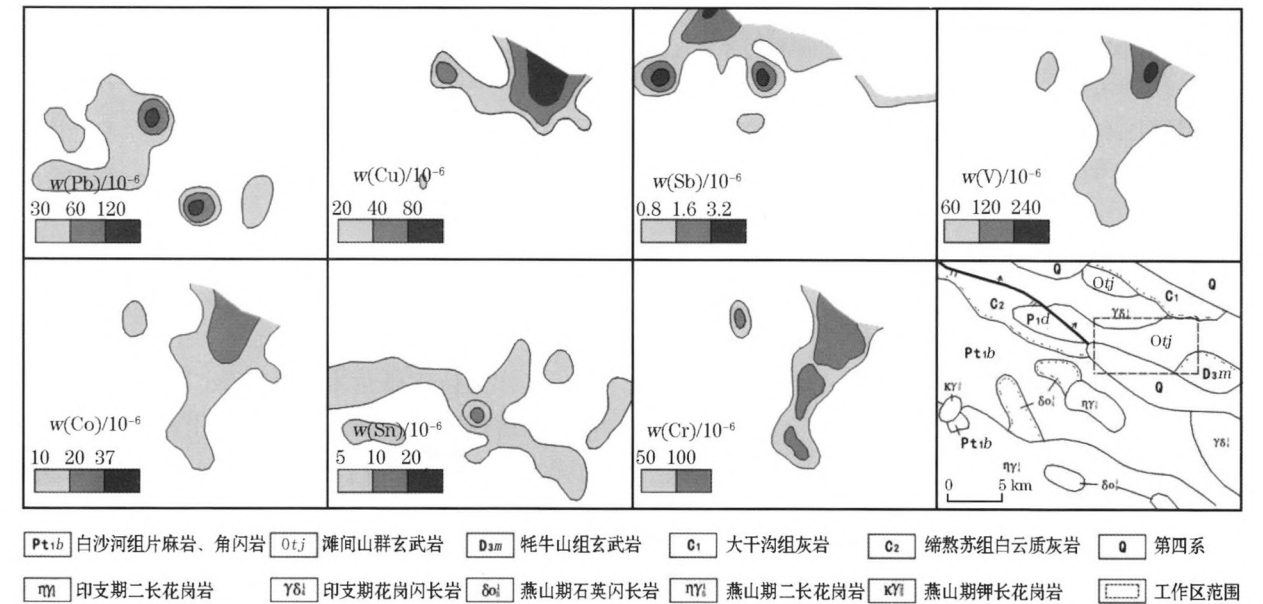


图 1 AS_{Z2}^{42} 黑山综合异常剖析

2 工作区地质概况

工作区出露地层主要为上古生界滩间山群(Otj),可分为两个岩性段,a 段为浅变质碎屑岩段,出露于工作区北东部及南部,主要为一套浅变质的千枚岩、砂岩、板岩、变砂岩、少量绢云母石英片岩及薄层状结晶灰岩夹大理岩;b 段为基性火山岩岩性段,自东向西贯穿全区中部,出露面积占整个预查区的 70%以上,岩性为玄武岩。工作区主要褶皱构造为轴向 NSS 的黑山斜歪向斜,核部为滩间山群 b 段玄武岩,两翼为 a 段浅变质碎屑岩,北东翼局部地段

岩层揉皱强烈。区域次级断裂构造在区内较发育,具多期活动特征,断裂带上岩石强烈破碎或片理化,且蚀变较强烈。区内岩浆侵入活动频繁,中酸性、酸性侵入岩广泛发育,主要为海西—印支期二长花岗岩、花岗闪长岩以及花岗斑岩。岩体与滩间山群 a 段浅变质碎屑岩接触部位发育有硅化、绿泥石化、绿帘石化、矽卡岩化等,地表局部可见褐铁矿化、孔雀石化^[15]。

3 自然景观地球化学特征

工作区属于柴达木荒漠化中高山高原景观区,

植被稀少,干旱缺水,昼夜温差大。区内可细分为山前风成沙、风成黄土覆盖区和山区基岩裸露区。山前风成沙、风成黄土覆盖区占工作区面积的 70%,大部分地段黄土覆盖厚度 1~2 m,局部地段黄土覆盖厚度>5 m,该区黄土直接覆盖于基岩之上,黄土与基岩间不存在土壤层或碎屑层。山区基岩裸露区占 30%,基岩直接裸露于地表。因此区内不存在土壤及岩屑等采样介质,但区内沟系发育,虽然大多为干沟,但季节性的冲、洪积作用在沟底形成粗—中粒砂质沉积物,可以选择合适的粒级作为采样介质,且冲沟(1、2 级)密度完全可以达到 1:2.5 万水系沉积物测量采样密度要求。

4 施工技术指标

- 1) 采样密度:为不漏掉异常,准确反映异常形态,采用加密测量,要求采样点密度不小于 40 个点/km²,山前滩地采样密度可适当放稀。
- 2) 采样点布设原则:布样地图采用 1:5 万地形图,将其放大至 1:1 万。采样点主要布置在地形图上可以辨认的最小水系(>50 m)——一级水系口上。对长度大于 100 m 的水系,应追加布点,二级水系可适当控制^[4]。
- 3) 粒级截取:根据本地自然景观特点及前人工

- 作经验,考虑既能排除风成沙的干扰,又不至于漏掉具有一定意义的矿化信息,测区采样粒度确定为-10~+40 目筛内样^[16-18]。
- 4) 采样介质:为采样点上游地质体经过风化破碎后的水系沉积物,并经过充分混匀。过筛前的原始样品要求粗细混采,不得采集分选性好的粒级段,样品物质应是一个粒级序列。
- 5) 采样方法:为了提高每个采样点上样品的代表性及保证足够的样品质量,要求在采样点上下 5 m 范围内进行多点(不少于 2 点)采集,合并为一个样品。在野外用-10 目、+40 目不锈钢筛初步过筛,截取所需粒级部分带回驻地。野外过筛的原始样品质量必须大于 500 g。
- 6) 样品加工:将原始样品进行干燥、过筛、缩分、称重,确保无错号、重号之后装箱送样。
- 7) 样品分析:根据区域地球化学特征、已知矿床类型及矿种,选择 Au、Ag、Cu、Pb、Zn、W、Mo、Bi、As、Sb 等进行分析。
- 8) 数据处理:对原始数数据做数据校正处理。利用迭代剔除法(剔除特高值($X+3S$)和特低值($X-3S$))求取均值后,加两倍标准离差求出理论异常下限(计算值)。因 Pb、Sb、W、Mo 数据数量级差别较大,均做对数处理后求取异常下限所对应的真值。经计算确定 1:2.5 万水系沉积物测量元素下限见表 2。

表 2 黑山地区水系沉积物测量元素特征参数统计

元素	平均值		最大值	标准差	富集系数	异常下限		异常下限使用值
	工作区	祁漫塔格				对数	真值	
Au	2.4	1.3	54.6	3.1	1.9		4.3	4
Ag	84.5	58.8	1620	68.9	1.4		110	110
Cu	118.08	16.7	1000	84.3	7.07		228	220
Zn	94.05	45.78	1180	57.85	2.05		134	120
As	21.04	18.9	490	31.99	1.11		40	40
Bi	0.17	0.30	8.59	0.38	0.57		0.22	0.3
W	2.12	1.62	49.2	4.23	1.31	0.61	4.07	4
Pb	20.3	24.1	1630	80.43	0.84	1.65	44.7	45
Sb	1.77	0.36	100	4.69	4.91	0.68	4.8	4.5
Mo	1.06	0.91	22.8	1.4	1.16	0.49	3.09	3

注: Au、Ag 含量单位为 10⁻⁹,其余均为 10⁻⁶,表 4~5 同;富集系数=测区元素平均值/区域元素背景值;祁漫塔格数据取自马永胜^[19]

5 地球化学异常特征

5.1 元素含量特征

对工作区水系沉积物元素含量进行地球化学参数统计,黑山地区与祁漫塔格地区水系沉积物平均值相比发生了不同程度的富集与贫化。Cu、Au、Ag、Zn、As、Sb、Mo、W 等富集系数大于 1,表明这些元素

发生了富集,其中 Cu、Zn、Sb 的富集系数大于 2,表明 Cu、Zn、Sb 富集最为强烈。Bi、Pb 富集系数小于 1,表明这些元素含量发生了亏损。

利用工作区水系沉积物中各元素含量的原始数据集变异系数(C_{v1})与迭代剔除法剔除特高值和特低值后的数据集变异系数(C_{v2}),反映各元素的相对离散程度(表 3、图 2)。区内 Pb、Sb、Bi、W、Au、Mo、As 等的变化系数较大,表明上述元素在本区的

分布极不均匀,其中 Pb、Sb、Bi、W 含量变化幅度大,较均匀,没有较大的起伏变化。
容易形成异常。Cu、Ag、Zn 含量在测区内分布相对

表 3 黑山地区元素变异系数及比值

元素	C_{v1}	C_{v2}	C_{v1}/C_{v2}	元素	C_{v1}	C_{v2}	C_{v1}/C_{v2}
Au	1.3	0.6	2.16	Bi	2.24	0.42	5.38
Ag	0.8	0.3	2.67	W	2.00	1.62	1.24
Cu	0.71	0.54	1.32	Pb	3.96	0.26	15.06
Zn	0.62	0.27	2.28	Sb	2.65	2.15	1.23
As	1.52	0.76	2.00	Mo	1.32	2.94	0.45

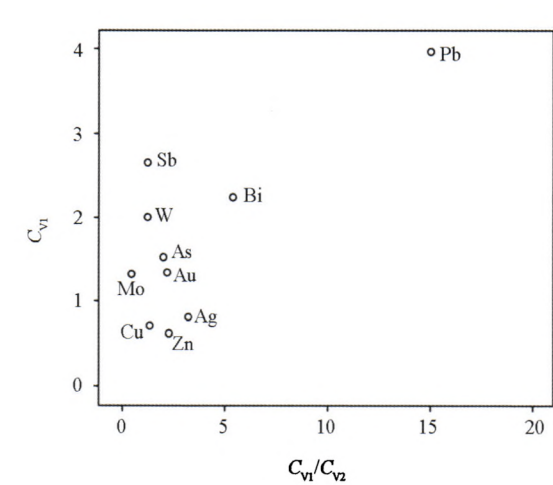


图 2 黑山地区元素离散程度

5.2 元素相关性特征

对工作区 10 种元素做 R 型聚类分析,得到各元素之间的相关关系(图 3),在 0.5 的置信度水平上元素聚为了 3 类:①As、Sb 低温元素组合,为热液作用的前缘晕指示元素;②Cu、Zn 中温元素组合,为热液作用的近矿晕元素;③Mo、Bi 高温元素组合,为热液作用的尾晕元素。根据元素组合及相关性分析,工作区内可能存在与中酸性岩体有关的热液型

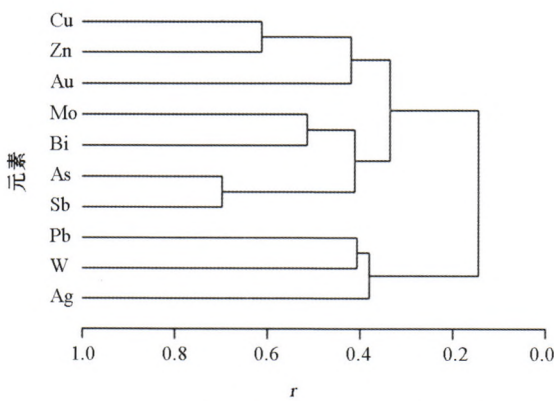


图 3 黑山地区水系沉积物测量元素 R 型聚类分析谱系

多金属矿床。

5.3 元素分布特征

对区内不同地质单元元素含量及特征值进行统计(表 4),元素分布特征如下:

滩间山群 a 段(O₃^j):相对于工作区元素平均含量,Pb 强烈富集,且变异系数较大,表明元素分布极不均匀,区内存在成矿可能;Au、Cu 亏损,低于工作区平均水平,且变异系数较大,表明元素可能发生过迁移;Ag、Zn、W、Mo、Bi、As、Sb 与工作区元素含量相当。

表 4 黑山地区不同地质单元元素含量及特征值统计

	样本数	参数	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	W	Mo	Bi	As	Sb
全区	849	平均值	2.4	84.6	118.08	21.93	98.36	2.12	1.06	0.18	21.63	1.85
		标准差	3.2	69.3	84.39	80.39	55.05	4.23	1.4	0.46	36.93	5.85
		变异系数	1.3	0.8	0.71	3.67	0.56	1.99	1.32	2.59	1.71	3.16
		富集系数	1.5	1.7	5.85	1.09	1.61	1.12	1.33	0.52	1.71	1.84
O _{3j} ^b	657	平均值	2.6	79.6	140.19	11.68	102.61	2.07	1.03	0.15	22.55	1.86
		标准差	3.4	43.1	77.47	13.41	30.68	4.45	1.37	0.16	38.32	6.81
		变异系数	1.3	0.5	0.5	1.15	0.29	2.15	1.33	1.11	1.7	3.65
		富集系数	1.1	0.9	1.19	0.53	1.04	0.97	0.97	0.83	1.04	1.01
O _{3j} ^a	162	平均值	1.5	89.8	44.64	50.38	81.03	2	0.89	0.19	16.96	1.97
		标准差	2.2	42.9	96.75	111.95	102.4	1.9	1.43	0.66	36.83	2.07
		变异系数	1.4	0.5	2.17	2.22	1.26	0.95	1.61	3.53	2.17	1.05
		富集系数	0.6	1.1	0.38	2.3	0.82	0.94	0.84	1.06	0.78	1.06
γ ₄	30	平均值	1.5	131.9	104.08	84.19	124.82	3.03	2.04	0.73	31.38	1.49
		标准差	1.2	281.3	51.23	319.78	72.08	2.88	1.67	1.67	15.58	0.76
		变异系数	0.8	2.1	0.49	3.79	0.58	0.95	0.82	2.29	0.49	0.51
		富集系数	0.6	1.6	0.88	3.84	1.27	1.43	1.92	4.06	1.45	0.81

滩间山群 b 段(Og^b):Cu 含量高于工作区平均水平,但其变异系数较低,表明滩间山群 b 段 Cu 背景值较高;Pb 含量低于工作区平均水平,其变异系数较高,表明元素可能发生过迁移;Au、Ag、Zn、W、Mo、Bi、As、Sb 与工作区元素含量相当。

华力西期侵入体(γ_4):Pb、Zn、W、Mo、Bi、As、Ag 含量高于工作区平均水平,且 Pb、Ag、Bi 变异系数较高,表明元素发生了富集。Au 含量低于工作区平均水平,且变异系数较低,说明华力西期侵入体中 Au 背景值较低;Cu、Sb 含量与工作区元素平均含量相当。

综上所述,区内滩间山群 a 段 Pb 含量较高,Pb、Au、Cu 变异系数高,结合其岩性特征,确定滩间

山群 a 段为找矿目标层,需注意区内滩间山群 a 段出露区及其与华力西期侵入体(γ_4)的接触部位,具有寻找矽卡岩型多金属矿的可能。

5.4 综合异常特征

根据区内单元素异常分布及特征,将套合性好的多个单元素异常划分为一个综合异常,全区共圈定 5 处综合异常。依据综合异常强度及规模,初步认为 AS4 综合异常具有较好的找矿前景,现主要对 AS4 综合异常进行评述。

AS4 综合异常位于工作区南侧,长 2.1 km,宽约 1 km,面积约 1.19 km²,是以 W、Bi、As、Pb、Ag、Zn 为主的综合异常(表 5、图 4)。

结合地质、地球化学特征分析,该异常具有如下

表 5 黑山地区 AS4 综合异常特征参数统计

元素	背景值	异常 下限	异常 点数	面积 km ²	异常 均值	极大值	衬值	分带性	规模
Ag	84.5	110	15	0.23	271.8	1610	2.47	三级	0.57
As	21.04	40	25	0.58	93.88	379	2.35	三级	1.36
Cu	118.08	220	5	0.07	394.6	1000	1.79	三级	0.13
Bi	0.17	0.3	31	0.61	0.96	8.6	3.2	三级	1.95
Mo	1.06	3	7	0.09	5.37	10.2	1.79	二级	0.16
Pb	20.3	45	12	0.18	239.8	1630	5.33	三级	0.96
W	2.12	4	14	0.38	20.64	49.2	5.16	三级	1.96
Zn	94.05	120	7	0.15	332.14	1180	2.77	三级	0.42

特点:

- 1) 异常呈 NW 向不规则断续带状展布,异常长轴延伸方向与区域主构造线方向一致。
 - 2) 异常组合元素以 W、Bi、As、Pb、Ag、Zn 为主,其中 W、Bi、As 异常强度最大,规模分别为 1.96、1.95、1.36,面积为 0.38 km²、0.61 km²、0.58 km²。Pb、Ag、Zn 强度次之,Cu、Mo 异常强度最弱。异常元素组合反映中高温元素组合的特点。
 - 3) 异常元素均具三级浓度分带,呈同心式组合,套合性好,异常浓集中心突出。Cu 最大值为 1000×10^{-6} ,Zn 最大值为 1180×10^{-6} ,Pb 最大值为 1630×10^{-6} ,均已达到矿化级别,说明该异常为矿致异常,且存在寻找 Cu、Pb、Zn 矿化的可能。
 - 4) 异常范围内出露滩间山群 b 段灰绿色蚀变玄武岩及暗灰绿色枕状玄武岩,局部出露滩间山群 a 段薄层状灰岩、大理岩及花岗岩,具有矽卡岩型矿床的成矿地质条件。结合地质背景,元素异常地表分布具有一定的分带性,W、Bi、Mo 异常主要分布于花岗岩段,Pb、Ag、Zn 异常主要分布于矽卡岩段,而 Cu、As 异常主要分布于滩间山群 b 段玄武岩中。
- 综上所述,此综合异常内具备寻找以中高温元素为主的矽卡岩型矿床的可能。

6 异常查证结果及分析

通过地质路线调查、岩石地球化学剖面测量及探槽揭露,重点对 AS4 综合异常进行了查证,在其中发现并控制出两条含多金属矿化矽卡岩带(图 4)。

I 号含矿矽卡岩带长约 180 m,宽约 7.9~18 m,整体走向 120°~130°,倾向 NE,倾角 50°~60°。该矽卡岩带呈浅灰—灰绿色,产于花岗岩与滩间山群 a 段薄层状灰岩、大理岩接触部位,为透闪透辉矽卡岩,局部可见星点状黄铁矿、磁铁矿、孔雀石、铜蓝等。该矽卡岩带中 Fe、Cu、Co 矿化在各探槽中均有反应,矿化连续性较好,TFe 含量 10.31%~42.37%、Cu 含量 0.1361%~0.5207%、Co 含量 0.0138%~0.026%,初步可圈出铜多金属矿体 2 条。

II 号含矿矽卡岩带地表延伸约 700 m,宽约 2~5 m 不等,呈 NW 向展布,倾向 NE。矽卡岩带产于花岗岩与滩间山群 a 段薄层状灰岩、大理岩接触部位,主要由灰绿色透闪透辉矽卡岩组成,内见黄铁矿、磁黄铁矿、磁铁矿、黄铜矿及闪锌矿等。该矽卡岩带矿化连续性较差,Zn 含量 0.1068%~0.2671%,

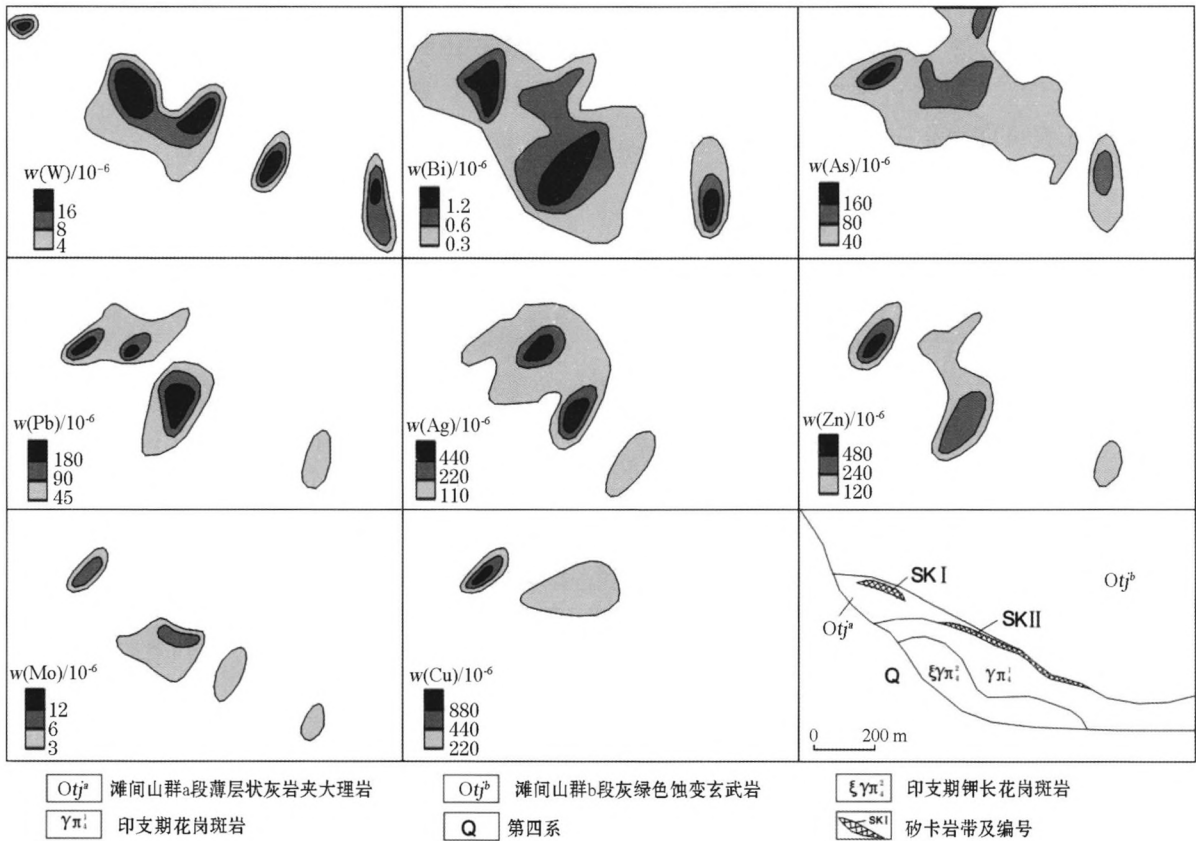


图 4 黑山 AS4 综合异常剖析

初步可圈出锌矿化体 1 条。

从异常查证结果看, AS4 综合异常由 Fe、Cu、Co、Zn 矿化引起。根据元素组合及元素分带性理论分析, AS4 综合异常呈现出多金属矿体尾部晕叠加头部晕的综合效应, 矿体尾晕元素 W、Bi 分布范围大, 强度高; 近矿晕元素 Cu、Pb、Zn 分布范围小, 说明矿体遭受了一定的剥蚀, 现处于矿体中下部; 而前缘晕元素 As、Ag 出现且呈现出强度高、范围大的特征, 推测其深部可能有新矿体的出现, 其指示效果需要下一步深部工程的验证。

7 结论

- 1) 与区域水系沉积物平均值相比, 黑山地区 Cu、Au、Ag、Zn、As、Sb、Mo、W 相对富集, 其中 Cu、Zn、Sb 富集最为强烈, Bi、Pb 相对亏损。
- 2) 区内滩间山群 a 段 Pb、Au、Cu 变异系数高, 该地层与侵入体接触部位为找矿的重点地段。滩间山群 b 段 Cu 具有高含量, 但变异系数较小, 为 Cu 的高背景区。
- 3) 黑山地区为柴达木盆地南缘荒漠化中高山高原景观区, 区内存在风成沙、风成黄土覆盖层, 通过 1:2.5 万水系沉积物加密测量工作, 圈定出了 5

个综合异常, 在 AS4 综合异常内发现并控制了 2 条含矿砂卡岩带, 确定该方法有效, 对风成沙、风成黄土覆盖区的地质找矿工作具有指导作用。

参考文献:

[1] 王富春, 王贵仁. 1:2.5 万水系沉积物测量在柴达木周边地区金矿找矿工作中的应用及其效果[J]. 青海地质, 2001(S): 36-40.

[2] 吕国安. 成矿区带地球化学异常评价方法[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2002: 23-47.

[3] 熊小龙. 1:5 万水系沉积物测量的若干方法问题[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2014.

[4] 何书跃, 舒树兰, 刘永乐, 等. 青海祁漫塔格地区有效找矿方法总结[J]. 矿床地质, 2013, 32(1): 187-194.

[5] 孙忠军, 刘华忠, 于兆云, 等. 青海高寒湖沼景观区风成沙对成矿元素迁移的扰动机制的研究[J]. 物探与化探. 2003, 27(3): 167-170.

[6] 张华, 杨少平, 刘应汉, 等. 新疆西昆仑地区干旱荒漠景观区域化探方法技术初步研究[J]. 新疆地质. 2001(3): 221-227.

[7] 喻劲松. 高寒干旱荒漠景观区表生地球化学与勘查方法技术研究[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2005.

[8] 徐仁廷. 甘肃北山干旱荒漠景观化探方法技术研究[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2005.

[9] 叶征宇. 高寒山区 1:5 万化探方法研究[J]. 西部探矿工程. 2011, 23(10): 120-123.

[10] 高永宝, 李文渊, 谭文娟. 祁漫塔格地区成矿地质特征及找矿潜

力分析[J].西北地质.2010,43(4):35-43.

[11] 丰成友,李东生,吴正寿,等.东昆仑祁漫塔格成矿带矿床类型、时空分布及多金属成矿作用[J].西北地质.2010,43(4):10-17.

[12] 张爱奎,莫宣学,李云平,等.青海西部祁漫塔格成矿带找矿新进展及其意义[J].地质通报.2010,29(7):1062-1074.

[13] 李文渊.祁漫塔格找矿远景区地质组成及勘查潜力[J].西北地质.2010,43(4):1-9.

[14] 安勇胜,李建放,逯积明,等.1:5 万黑山幅区域地质矿产调查报告[R].青海省地质调查院,2008.

[15] 樊吉利,马渊博,王龙杰.青海省格尔木市黑山地区铜多金属矿预查地质报告[R].西安地质矿产勘查开发院,2016.

[16] 徐永利,郑有业,徐广东,等.青海省大柴旦双口山荒漠戈壁景观区1:5 万水系沉积物测量采样方法技术研究[J].西北地质,2012,45(1):307-316.

[17] 中华人民共和国地质矿产部.DZ/T 0011-91 地球化学普查规范(比例尺1:50000)[S].1991.

[18] 崔召玉,窦洪伟,张正虎,等.沟系岩屑测量法在阿木尼克地区钨矿找矿中的应用[J].黄金科学技术,2012(2):54-57.

[19] 马永胜,刘晓康,鸟玲,等.祁漫塔格地区化探数据离散组合特征及找矿意义[J].青海大学学报:自然科学版,2015,33(5):67-72.

The application of an infilling 1 : 25 000 stream sediment survey method to ore prospecting in Heishan area of Qinghai Province

MA Yuan-Bo, FAN Ji-Li, WANG Long-Jie, WU Zu-Hong, ZHANG Peng, LI Nan
(Xi'an Institute of Geological and Mineral Exploration, Xi'an 710100,China)

Abstract: The study area is located in Heishan area of Golmud in Qinghai Province. Its surface is covered with a large quantity of eolian sand and loess, and hence this area is not suitable for soil and detritus sampling. An infilling 1 : 25 000 stream sediment survey method was used in early geochemical prospecting. The sampling density is 40 samples per square kilometers and the sampling grain size is -10-+40 mesh. Through analyzing the content, distribution and combination characteristics of elements, the authors hold that the contact zone between the intrusion and the first member of Tanjianshan Group in the study area has a good potential in search for polymetallic deposits. According to the above geochemical evidence, the authors delineated 5 comprehensive anomalies and subsequently evaluated them. Two ore-bearing skarn belts were found, which are confined in the range of AS4 synthetic anomaly. Two Cu-polymetallic orebodies were preliminarily determined in No. 1 ore-bearing skarn belt. The results show that the infilling 1 : 25 000 stream sediment survey method has favorable effects in ore prospecting at desertification mountainous plateau land surrounding the Qaidam Basin.

Key words: stream sediment survey; infilling survey; comprehensive anomaly; ore prospecting; Heishan area; Qinghai

(本文编辑:蒋实)