

甘肃北山斜沟—红柳丘井地区土壤地球化学特征及找矿远景

范宗福,徐沛斌,魏万鸿,张旭

(甘肃省地质矿产勘查开发局第四地质矿产勘查院)

摘要:在斜沟—红柳丘井地区开展1:50 000土壤测量,采集样品5 625件,粒度为4目至20目。通过样品加工分析和地球化学参数统计,对成矿元素地球化学特征进行研究,圈定元素异常467处、组合异常3类、综合异常17处。根据异常查证评价情况对综合异常进行了分类及排序。在此基础上,结合区域地质背景、矿产资源分布情况,划分了以Au、Pb、Zn、W、Mo为主的找矿远景区5处,初步评价了其成矿潜力,指出具有找矿潜力的矿床类型为斑岩型钼矿床、蚀变岩型金矿床、火山热液型金矿床。

关键词:地球化学特征;斑岩型钼矿床;蚀变岩型金矿床;火山热液型金矿床;找矿远景区;斜沟—红柳丘井地区

中图分类号:TD15 P632

文献标志码:A

文章编号:1001-1277(2024)06-0077-08

doi:10.11792/hj20240615

引言

土壤测量能有效圈定找矿远景区,是地质找矿中卓有成效的地球化学勘查手段。斜沟—红柳丘井地区属甘肃北山干旱荒漠、半荒漠景观区,基岩出露差,水系不甚发育,适合开展土壤测量工作。斜沟—红柳丘井地区由两幅1:50 000国际标准图幅(斜沟幅(K47E011006)、红柳丘井幅(K47E011007))组成,面积742 km²,地理坐标:E97°15′00″~97°30′00″,N42°00′00″~42°20′00″。本文在1:50 000土壤测量基础上,对斜沟—红柳丘井地区土壤地球化学特征进行了研究,圈定了找矿远景区,进而探讨了找矿潜力和找矿方向。

1 研究区地质概况

研究区大地构造位置位于天山—兴蒙造山系,额济纳—北山弧盆系,明水岩浆弧。大地构造位置特殊,北临红石山蛇绿混杂岩带,南以星星峡—明水—旱山近东西向展布的深大断裂带为界。研究区在华力西中晚期处于俯冲、碰撞及造山后板内拉伸环境,构造岩浆作用十分强烈,形成一系列与该环境相适应的岩浆岩,成矿作用十分强烈,是金、钨、铜、钼、铅、锌、铁等多金属矿产成矿的有利地段^[1-2],也是研究造山带理论的典型地区,历年来备受地质学家的广泛关注。

1.1 地层

研究区地层区划属塔里木—南疆地层大区,中、

南天山—北山地层区,觉罗塔格—黑鹰山地层分区,中天山—马鬃山地层小区^[3-10]。出露地层由老至新依次为太古宇—古元古界北山岩群(Ar—PtB)、石炭系白山组(Cbs)、白垩系赤金堡组(Kch)、新近系苦泉组(Nk)及第四系(Q)(见图1)。

1.2 侵入岩

研究区内岩浆活动强烈,类型丰富,有基性—超基性、中酸性、酸性侵入岩。其中,酸性侵入岩极为发育,常见岩石类型有花岗闪长岩、石英闪长岩、英云闪长岩、二长花岗岩等,一般呈较大规模的复式岩基产出;基性—超基性侵入岩较少见,有斜长角闪石岩、辉长岩、角闪石岩等,常呈较小的岩株产出。岩脉极其发育,有辉长岩脉、辉绿岩脉、闪长岩脉、花岗岩脉、花岗伟晶岩脉、花岗斑岩脉、安山玢岩脉、石英脉等,以细粒闪长岩脉和花岗斑岩脉为特征。

1.3 构造

研究区一级构造单元属天山—准噶尔—北山造山系,二级构造单元属甘新蒙北山弧盆系,三级构造单元属明水岩浆弧^[11-16]。

研究区位于西伯利亚、哈萨克斯坦和塔里木三大古板块会聚部位,经历了多期次、多阶段漫长而复杂的地质演化,不同地质时期多种类型的构造单元经历了多次碰撞、增生、拼贴,形成多旋回复合造山带——北山造山带。该造山带东临索伦缝合带,西接天山缝合带,是中亚造山带的重要组成部分,是了解中亚地区地质构造演化和古亚洲洋演化的

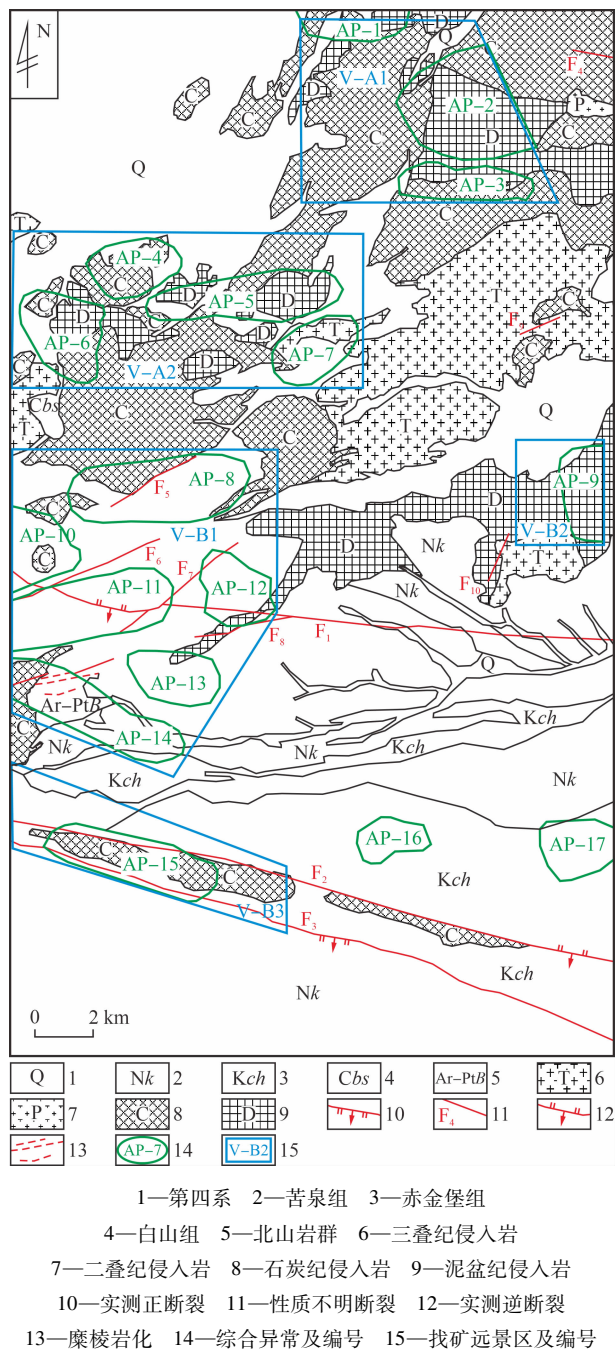


图1 研究区地质简图

Fig.1 Geological sketch of the study area
重要窗口。

研究区位于北山北带,北距红石山蛇绿混杂岩带约10 km,南侧有明水—小黄山蛇绿混杂岩带,夹持于两条蛇绿岩带之间,为研究晚古生代北山北带构造演化提供重要的信息,进而为解决中亚造山带拼贴时限和增生过程、东西连接对比等问题提供了重要证据。

2 样品采集与分析

研究区位于甘肃北山干旱荒漠、半荒漠景观区,属北山山系,为低山丘陵地形,部分已准平原化,海拔一般在1 300~1 700 m,相对高差一般为400 m。地

形较平缓,戈壁滩、岩(石)漠广布。研究区内没有常年性河流,仅在夏、秋降水之际才发育间歇性流水。水系不发育,以短水系及羽状水系为主。土壤较为发育。

本次土壤测量工作的采样部位为基岩风化形成的残坡积碎屑堆积为主的土壤层,采样粒级为4目至20目,用“套筛取样法”取样。研究区采样面积450 km²,采样密度8点/km²。分析元素有W、Sn、Mo、Bi、Cu、Pb、Zn、Au、Ag、As、Sb、Hg、Ni、Co、Cr、Nb、Cd等。样品分析测试工作由具有地质实验测试甲级资质的甘肃省地质矿产勘查开发局第四地质矿产勘查院化验室完成。样品的加工及测试严格按照DZ/T 0011—2015《地球化学普查规范(1:50 000)》执行,样品加工、分析精度满足相关要求^[17-19]。

3 地球化学特征

3.1 元素含量特征

通过统计元素平均值($\bar{X}$)、标准离差(S)、变异系数(C_v)、浓集系数(K_k)、叠加值(D)、背景值(T)等相关地球化学参数,讨论研究区土壤地球化学特征和规律。研究区土壤地球化学元素参数特征见表1。

由表1可知:Nb、As、Sb、Sn、Ag元素的 K_k 值小于1,其余元素均大于1,表明这些元素具有一定的次生富集倾向,其中Mo元素 K_k 值为2.54,表明研究区有很好的Mo富集地段。从元素变异系数分析可知,Mo、W、Bi、As、Au变异系数大于2,成矿可能性较大。从元素叠加值来看,Mo、W、Bi、As、Au元素后期构造热液改造叠加富集程度较高,成矿潜力较好。元素的变异系数由Bi→W→Au→Mo→As→Pb→Sb→Cu→Cd→Co→Ni→Zn→Cr→Nb→Hg→Ag→Sn依次下降,显示研究区由Bi至Sn成矿能力逐渐减弱。

研究区元素变异系数图解见图2。由图2可知:①Bi元素在土壤测量中分异性极强,说明Bi元素在研究区分布极不均匀,局部富集程度极高,成矿可能性较大。②W、Mo、Bi、Au4种元素具有较强的分异性($5.00 < C_v/C_{v0} < 20.00, C_v \geq 2.29$),说明以上元素在研究区分布不均匀,局部富集程度明显,表明其主要成矿元素或特征指示元素,具有一定的成矿可能性。③Cr、Co、Ni、Zn等10种元素分异性一般($C_v/C_{v0} < 5.00, C_v < 2.03$),表明在研究区分布较均匀,局部富集不明显或范围小,主要表现为大面积低背景特征,这些元素在研究区的成矿概率小,找矿潜力不大。综上所述,W、Mo、Bi、Au元素具高背景值、高变异系数、高峰值等特征,成矿潜力较大,应作为研究区找矿的主攻矿种。

表1 研究区土壤地球化学元素参数特征

Table 1 Characteristics of soil geochemical element parameters in the study area

元素	地球化学场				地球化学背景场				$D/10^{-6}$	$T/10^{-6}$
	$X/10^{-6}$	$S/10^{-6}$	C_v	K_k	$X_0/10^{-6}$	$S_0/10^{-6}$	C_{v_0}	K_{k_0}		
Cr	56.20	27.10	0.48	2.20	51.40	13.40	0.26	2.01	2.21	25.60
Co	7.00	5.00	0.70	1.70	6.00	3.00	0.56	1.51	1.94	4.00
Ni	15.38	10.51	0.68	1.08	13.33	6.14	0.46	0.93	1.97	14.30
Cu	16.52	14.02	0.85	1.22	13.77	6.11	0.44	1.02	2.75	13.50
Zn	62.40	31.90	0.51	1.71	59.60	20.90	0.35	1.63	1.60	36.60
Nb	6.07	1.97	0.32	0.93	5.91	1.60	0.27	0.91	1.26	6.50
Mo	1.27	2.91	2.29	2.54	1.02	0.37	0.36	2.05	9.79	0.50
Cd	0.21	0.16	0.78	2.81	0.19	0.07	0.34	2.55	2.53	0.07
W	1.68	9.62	5.71	2.10	1.18	0.56	0.48	1.47	24.46	0.80
Pb	17.50	22.60	1.29	1.02	16.10	6.40	0.39	0.94	3.84	17.10
Bi	0.41	4.00	9.68	2.07	0.24	0.12	0.49	1.20	56.94	0.20
As	4.04	8.20	2.03	0.83	3.09	1.30	0.42	0.63	8.25	4.90
Sb	0.46	0.42	0.92	0.92	0.39	0.15	0.39	0.78	3.30	0.50
Sn	1.09	0.24	0.22	0.57	1.06	0.14	0.13	0.56	1.76	1.90
Ag ¹⁾	49.20	11.90	0.24	0.96	48.40	4.70	0.10	0.94	2.57	51.50
Hg ²⁾	16.30	4.20	0.26	1.77	16.00	3.80	0.24	1.74	1.13	9.20
Au ³⁾	1.40	4.50	3.26	1.14	0.90	0.20	0.23	0.77	35.00	1.20

注:1) $w(\text{Ag})/10^{-9}$; 2) $w(\text{Hg})/10^{-9}$; 3) $w(\text{Au})/10^{-9}$ 。地球化学场以研究区所有数据为统计基础,地球化学背景场以剔除部分特高值和特低值后的数据为统计基础;北山背景值见文献[3]。 $C_v = S/X$; $K_k = X/T$; $D = XS/X_0S_0$ 。

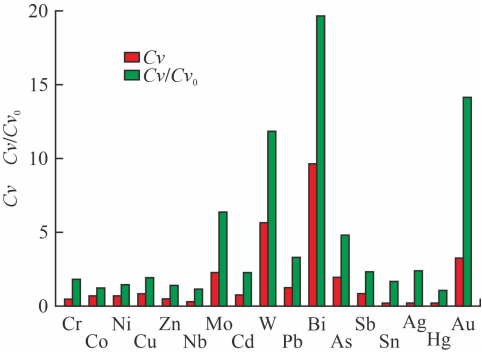


图2 研究区元素变异系数图解

Fig. 2 Diagram of element variation coefficient in the study area

3.2 元素相关性

利用 GeoIPAS 化探专业软件进行 R 型聚类分析,以了解研究区元素相关性,结果见图3。

1) Mo、Bi、Au 相关性最好,其中 Mo、Bi 相关系数达 0.873,Mo、Bi 为典型高温元素组合,而 Au 作为低温元素,与其相关性较好,说明研究区高温元素与低温元素同时形成异常,应注意寻找多金属矿产。

2) Cr、Co、Ni 相关性较好,Co、Ni 相关系数达 0.807,说明研究区石炭系白山组火山岩的地球化学特征及超基性岩脉分布较广。

3) Pb、Ag 具有一定的相关性,相关系数为0.625,说明研究区银矿化与 Pb 关系密切,Pb 可作为寻找银矿的指示元素。

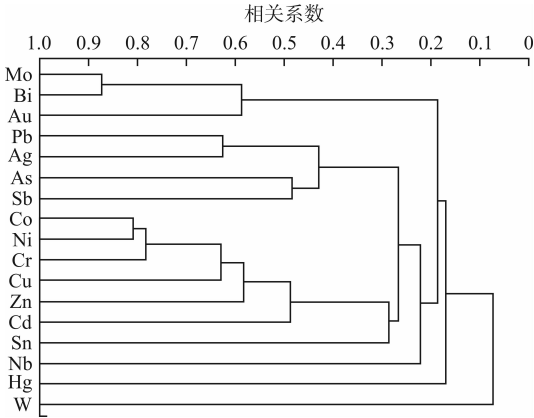


图3 R型聚类分析谱图

Fig. 3 R-type clustering analysis spectrum

Mo - Bi—0.873 Co - Ni—0.807 Cr - Co—0.719 Cu - Cr—0.629
Pb - Ag—0.625 Au - Mo—0.587 Zn - Cu—0.582 Cd - Zn—0.486
As - Sb—0.483 Sb - Pb—0.426 Sn - Cd—0.285 Ni - Pb—0.264
Nb - Pb—0.219 Ni - Au—0.186 Hg - Au—0.168 W - Hg—0.072

3.3 单元素异常特征

根据各元素异常下限,结合研究区地质特征,共圈出单元素异常 467 处。其中,Mo、Bi、Au、W 异常面积大、数量多,分布相对集中,多具有内、中、外三级浓度分带,Ag、Cu、Pb、Zn 元素异常面积中等、数量多,一般具有内、中、外三级浓度分带,剩余 9 种元素异常面积小、数量少、分带性差。

3.4 组合异常特征

按照高、中、低温热液元素组合及 R 型聚类分析各元素相关性,结合成矿地质背景等,在研究区圈定组合异常 3 类。

1) W、Sn、Mo、Bi 组合异常:共圈定 W 异常33 处、Sn 异常 29 处、Mo 异常 33 处、Bi 异常 42 处,主成矿元素为 W、Mo。该组合异常分布在红柳丘井北—斜沟—1598 高地一带,呈北东向—南西向展布,与区域构造线走向近于一致,元素套和较好,尤其是在红柳丘井北—斜沟一带各元素强度高、面积大、套和好, W、Mo 异常具有三级浓度分带,该组合异常内已发现了斜沟钼多金属矿床,找矿前景较好。

2) Au、Ag、As、Sb 组合异常:共圈出 Au 异常 46 处、Ag 异常 21 处、As 异常 35 处、Sb 异常 22 处,主成矿元素为 Au。该组合异常主要分布在红柳丘井南—1777 高地一带,呈北东向—南西向展布,与区域构造线近于一致,元素套和较好, Au、Ag 异常具有三级浓度分带, Au 元素峰值达 207×10^{-9} , Ag 元素峰值达 628×10^{-9} , 出露地层为石炭系白山组下段。异常北部小面积出露晚石炭世花岗闪长斑岩,东部侵入体为早泥盆世花岗闪长岩,在接触带上硅化、角岩化发育。北西向—南东向断裂横断整个异常区,被两组北东向断裂错断,岩浆活动、构造活动为成矿提供了有利的导矿、容矿空间。该组合异常内已发现了红柳丘井南韧性剪切带型金矿点。

3) Cu、Pb、Zn 组合异常:共圈出 Cu 异常 23 处、Pb 异常 28 处、Zn 异常 25 处,主成矿元素为 Zn,多呈单点状分布,异常规模小、元素套和差,找矿前景一般。

综上所述,红柳丘井南—斜沟一带组合异常分布密集,分布范围广,各元素之间套和较好,多种元素具内、中、外三级浓度分带。各组合异常与区域构造线展布方向近于一致,出露地层为太北山岩群、白山组,周边华力西期中酸性侵入岩发育,硅化、矽卡岩化、褐铁矿化、黄铁矿化等蚀变发育,具有较好的找矿前景。

3.5 综合异常特征

研究区共圈定综合异常 17 处(见图 1、表 2)。据查证结果及异常特征,划分出甲₂ 类异常 3 处,乙₁ 类异常 2 处,乙₂ 类异常 3 处,乙₃ 类异常 3 处,丙₂ 类异常 4 处,丙₃ 类异常 2 处,在分析综合异常特征和成矿地质背景的基础上,对综合异常进行了评序, AP-6、AP-4、AP-1、AP-11、AP-8、AP-10、AP-9、AP-14 等综合异常找矿前景较好,具体特征见表 3。

4 找矿远景

通过对大地构造背景、成矿地质条件、已知矿床(点)的分布及区域成矿规律综合研究,结合地球物

表 2 综合异常价值分类

Table 2 Value classification of comprehensive anomalies			
评序	综合异常编号	位置	分类
1	AP-6	狼娃山东一带	甲 ₂
2	AP-4	1694 高地东一带	甲 ₂
3	AP-1	斜沟北一带	甲 ₂
4	AP-11	1777 高地一带	乙 ₁
5	AP-8	斜沟一带	乙 ₁
6	AP-10	红柳疙瘩一带	乙 ₂
7	AP-9	少斜沟一带	乙 ₂
8	AP-14	1871 高地一带	乙 ₂
9	AP-2	1524 高地一带	乙 ₃
10	AP-15	碎石黑山一带	乙 ₃
11	AP-5	斜沟一带	乙 ₃
12	AP-13	1701 高地一带	丙 ₂
13	AP-3	1598 高地北一带	丙 ₂
14	AP-7	斜沟东一带	丙 ₂
15	AP-12	少斜沟南一带	丙 ₂
16	AP-17	1511 高地一带	丙 ₃
17	AP-16	1561 高地一带	丙 ₃

理异常、地球化学异常、遥感异常特征,在研究区圈定找矿远景区 5 处(见图 1)。其中, A 类找矿远景区 2 处(V-A1、V-A2), B 类找矿远景区 3 处(V-B1、V-B2、V-B3)。

4.1 1598 高地北铜、钨、钼、钽找矿远景区(V-A1)

该找矿远景区位于 1598 高地一带,呈北西向—南东向梯形展布,东西长 8.5 km,南北长 5.9 km,面积约 42.34 km²。

该找矿远景区内地层不发育,侵入岩为泥盆纪石英闪长岩,石炭纪花岗闪长岩、二长花岗岩、英云闪长岩、斜长角闪石岩、角闪石岩,二叠纪石英闪长岩。远景区内 1:50 000 岩石测量圈定了 AR-1 综合异常(Cu、Zn、Co、Ni); 1:50 000 土壤测量圈定了 AP-1 综合异常(Sb、Pb、Ni)、AP-2 综合异常(Ag、Cu、Pb、Zn、W、Sn、Cr、Co、Ni、Hg)。该找矿远景区开展了 1:50 000 航空磁测工作,存在 2 个航磁异常点,为甘 C-2004-83、甘 C-2004-84,均为乙₃ 类异常。

该找矿远景区位于遥感异常区 II 内,有 ASTER 光谱匹配滤波麻点状绢云母化异常,星点状、串珠状绢云母化、高岭土化异常,斑点状褐铁矿化、绿泥石化、绿帘石化异常,局部套合团块状高岭土化及含羟基、碳酸盐蚀变矿物与三价铁染异常。

前人在该找矿远景区发现了孙家岭钽矿床,该矿床规模为大型。

表 3 综合异常特征
Table 3 Characteristics of comprehensive anomalies

综合异常编号	面积/ km ²	元素组合	异常特征
AP-6	6.7	Au、Sb、Cu、Zn、Mo、W、Cr、Co、Ni	主成矿元素为 Cu、W、Mo。元素套合较好,Cu、Sb 异常具内、中、外带,Cu 异常具多处浓集中心,最大值为 423.00×10^{-6} 。Mo 异常最大值为 20.70×10^{-6}
AP-4	4.8	Cu、Zn、W、Cr、Co、Ni	主成矿元素为 Cu、W。其中,W 异常具内、中、外带,Cu、Cr、Co、Ni 异常具中、外带。W 异常最大值为 622.00×10^{-6}
AP-1	2.4	Sb、Pb、Ni	异常元素为 Sb、Pb、Ni,异常套合好,Pb、Sb 异常具有内、中、外带,Ni 异常有 2 处浓集中心,Pb 异常平均值为 65.87×10^{-6} ,最大值为 485.00×10^{-6} ,异常衬度为 2.35,异常规模为 54.41
AP-11	11.9	Au、As、Sb、Cu、Pb、Zn、W、Sn、Mo、Ni、Cr	组成异常的元素种类复杂,从低温元素到高温元素均有异常显示。浓集中心明显,展布方向基本与地层走向一致。Au、As、Sb、Cu、Zn、Pb、W、Sn、Mo、Cd 异常具内、中、外带,Cr、Ni 异常具中、外带,异常衬度高、规模大。Au、As、Sb 异常套合好,W、Sn、Mo 异常套合好
AP-8	12.1	Au、Cu、W、Mo、Bi	主要异常元素为 Au、Cu、W、Mo、Bi,为一套中高温元素组合。异常套合好,浓集中心明显,展布方向基本与地层走向一致。Mo、Bi 异常具内、中、外带,Au、Cu、W 异常具中、外带,异常衬度高、规模大。Mo 异常具有 2 处浓集中心,对应 2 个异常高值,分别为 39.00×10^{-6} 、 23.60×10^{-6}
AP-10	6.4	Au、Cu、Pb、Zn、W、Mo、Bi、Cr、Ni	组成异常的元素种类复杂,从低温元素到高温元素均有异常显示。浓集中心明显,展布方向基本与地层走向一致。Au、Pb、Zn、W、Mo、Bi 异常具内、中、外带,Cu、Ni 异常具中、外带,异常衬度高、规模大。Mo 异常最大值为 34.40×10^{-6} ,W 异常最大值为 268.00×10^{-6} ;通过初步检查,在异常北部发现多条蚀变石英英脉,脉宽一般为 10~40 cm,内部可见黄铜矿、黄铁矿。通过化学分析,金品位为 0.64~0.66 g/t,铋品位为 0.274%~0.473%。该综合异常元素种类丰富、衬度高、套合好
AP-9	4.3	Au、Ag、As、Sb、Pb、Zn、W	异常元素主要组合为 Au、Ag、As、Sb、Pb、Zn、W,异常套合好,组分复杂,主成矿元素为 Au。Au、As、Sb、Pb、Zn、Mo 等异常具内、中、外带,Ag、Sn、Nb 异常具中、外带。Au 异常具有强度高、规模大的特点,包含 3 个异常点,异常平均值 72.93×10^{-9} ,最大值 207.00×10^{-9} ,异常衬度 36.47,异常规模 50.92
AP-14	10.0	Au、Ag、As、Cu、W、Mo、Bi	异常元素组合为 Au、Ag、As、Cu、W、Mo、Bi,组成异常的元素种类复杂,从低温元素到高温元素均有异常显示。浓集中心明显,展布方向呈南东东向。Au、As、Mo 异常具内、中、外带,Ag、Cu、W、Bi 异常具中、外带,异常衬度高、规模大。Au 异常最大值为 111.00×10^{-9} ,Ag 异常最大值为 628.00×10^{-9} 。该综合异常区内发现 1 条长英质糜棱岩化带,长度超过 1 000 m,宽 2~30 m。快速分析显示,砷品位为 $1\ 000 \times 10^{-6}$ ~ $8\ 000 \times 10^{-6}$;经化学分析,金品位为 0.47×10^{-6} ~ 2.33×10^{-6}

综上所述,该找矿远景区岩体外接触带是寻找岩浆热液型多金属矿床、矽卡岩型矿床的良好区域。花岗闪长岩中多发育绿帘石化、绿泥石化,岩石表面铁染强烈,并且有成群石英脉体穿插其中,部分地段云英岩化较为强烈。超基性、基性岩体的分布与稀土金属矿产密切相关,钪主要分布于区内分异形成的超基性角闪石岩和基性斜长角闪石岩中。1:50 000 化探资料显示,该处存在 W、Mo 异常。经拣块样品分析,WO₃ 品位为 0.01%~0.05%,显示该处具备一定的寻找钨钼矿床的潜力。

4.2 狼娃山东铜、钨、钼找矿远景区(V-A2)

该找矿远景区位于狼娃山东一带,呈东西向矩形展布,东西长 12.2 km,平均宽 5.5 km,面积约 66.83 km²。

该找矿远景区出露地层主要为白山组下段上亚段火山岩,主要岩性为安山岩、英安岩、安山质晶屑岩屑凝灰熔岩、石英岩、大理岩。侵入岩主要为泥盆纪石英闪长岩,石炭纪辉长岩、二长花岗岩、花岗闪长岩,二叠纪石英闪长岩,三叠纪二长花岗岩。有东西向断裂、北西向断裂及北东向断裂通过,东西向断裂控制了地层走向。岩体与石炭系地层接触部位,矽卡岩化、硅化、绿泥石化强烈。

1:200 000 水系沉积物测量圈定了 AS-33 综合异常,元素组合为 Cu、Sn、Bi、W、Mo、Sb;1:50 000 岩石测量圈定了 AR-3 综合异常,元素组合为 Cu、Zn、Co、Ni;1:50 000 土壤测量圈定了综合异常 4 处,AP-4 综合异常(Cu、Zn、W、Cr、Co、Ni)、AP-5 综合

异常(Au、Cu、Zn、Cr、Co、Ni)、AP-6 综合异常(Au、Sb、Cu、Zn、Mo、W、Cr、Co、Ni)、AP-7 综合异常(Au、W、Sn、Bi、Cr、Co、Ni、Cd)。

该找矿远景区开展了1:50 000 航空磁测工作,存在1个航磁异常点,为甘C-2004-79,为乙₂类异常。

该找矿远景区位于遥感异常区Ⅲ中,主要为内外接触带的条带状、团块状绿泥石化、绿帘石化异常及少量斑点状孔雀石化或含碳酸盐蚀变矿物异常。

该找矿远景区是矿床(点)的集中分布区,已知矿床为肃北县斜沟沟口铜钼矿床。

综上所述,该找矿远景区出露地层主要为白山组下段上亚段,岩浆活动频繁,断裂发育。1:200 000、1:50 000 地球化学综合异常发育,且与航磁异常、遥感异常套合较好,已发现肃北县斜沟沟口铜钼矿床。综上所述,该找矿远景区成矿地质条件有利,自然条件也较适合开展地质勘查工作,是寻找岩浆热液型铜钼矿床的有利地段。

4.3 红柳丘井金、钨、钼、铁找矿远景区(V-B1)

该找矿远景区位于斜沟—红柳丘井一带,呈北东向不规则矩形展布,东西向长9.5 km,南西向最长13.3 km,面积约92.41 km²。

该找矿远景区出露地层主要为白山组火山岩,主要岩性为流纹岩、流纹质晶屑凝灰熔岩、安山质晶屑凝灰熔岩。侵入岩主要为石炭纪花岗闪长岩、二叠纪花岗岩,并有东西向断裂、北西向断裂及北东向断裂通过,东西向断裂控制了地层走向,3组断裂将该远景区内地质体切割成菱形格子状。岩体东南部被新近系苦泉组覆盖。岩体与石炭系接触部位,矽卡岩化、硅化、绿泥石化强烈。

1:200 000 水系沉积物测量圈定了AS-34 综合异常,元素组合为W、Mo、Mn、Hg、Au、Ag。1:50 000 岩石测量在重点调查区内圈定了AR-4、AR-5 综合异常,AR-4 综合异常元素组合为Cu、Pb、Zn、Ag、Mo、Co、Ni;AR-5 综合异常元素组合为Cu、Pb、Zn、Ag、Mo、Co、Ni。1:50 000 土壤测量圈定了综合异常6处,AP-8 综合异常(Au、Cu、W、Mo、Bi)、AP-10 综合异常(Au、Cu、Pb、Zn、W、Mo、Bi、Cr、Ni)、AP-11 综合异常(Au、As、Sb、Cu、Pb、Zn、W、Sn、Mo、Ni、Cr)、AP-12 综合异常(Au、Sb、Cu、Mo、Cd、Co)、AP-13 综合异常(Ag、As、Pb、Mo)、AP-14 综合异常(Au、Ag、As、Cu、W、Mo、Bi)。

该找矿远景区开展了1:50 000 航空磁测工作,存在4个航磁异常点,为甘C-2004-81(乙₂类)、甘C-2004-87(乙₃类)、M1350(乙₂类)、M965(乙₃类)。

该找矿远景区位于遥感异常区Ⅰ中,主要为斑点状ASTER 光谱匹配滤波绿泥石化、绿帘石化异常,位于北东向、北西向断裂交会部位;麻点状、串珠状ETM/TM 含羟基、碳酸盐蚀变矿物异常则位于北东向、近东西向断层旁侧,其中串珠状异常与近EW向断层大角度相交;斑点状ETM/TM 含羟基、碳酸盐蚀变矿物异常及三价铁染异常,同时套合ASTER 光谱匹配滤波麻点状褐铁矿化、高岭土化及星散状孔雀石化或含碳酸盐蚀变矿物异常。

该找矿远景区是矿(化)点的集中分布区,本次新发现斜沟金钨钼磁铁矿点、红柳丘井南磁铁矿点、红柳丘井南山金矿点、红柳丘井北金矿化点、1777 高地金矿化点。

综上所述,该远景区出露地层主要为白山组下段上亚段,岩浆活动频繁,断裂发育。1:200 000、1:50 000 地球化学综合异常发育,且与航磁异常、遥感异常套合较好,新发现斜沟金钨钼磁铁矿点、红柳丘井南磁铁矿点、红柳丘井南山金矿点、红柳丘井北金矿化点、1777 高地金矿化点。该找矿远景区成矿地质条件有利,自然条件也较适合开展地质勘查工作,岩体外接触带是寻找矽卡岩型铁矿床、岩浆热液型多金属矿床的良好区域;岩体内接触带是寻找石英脉型钨、锡矿床的有利部位;断裂交会部位是寻找蚀变岩型金矿床的重点区域。

4.4 少斜沟金、钨、钼找矿远景区(V-B2)

该找矿远景区位于少斜沟一带,呈南北向矩形展布,东西长3 km,南北长3.7 km,面积约11.07 km²。

该找矿远景区内出露地层主要为北山岩群,岩石类型主要有变粒岩、黑云二长变粒岩、二云石英片岩、石英岩、大理岩、绢云绿泥片岩等。侵入岩为早泥盆世花岗闪长岩,发育北东向断裂,发育于晚石炭世二长花岗岩中,断裂性质为逆断裂,倾向南。与金矿化关系密切的硅化、黄铁矿化、毒砂化、褐铁矿化、黄钾铁矾化发育。沿断裂破碎蚀变带和岩石节理裂隙多有石英脉和石英网细脉充填,且多为含金石英脉。

1:50 000 土壤测量圈定了综合异常AP-9,异常元素主要组合为Au、Ag、As、Sb、Pb、Zn、W,表明具备很好的寻找金矿床的潜力。

该找矿远景区开展了1:50 000 航空磁测工作,存在1个航磁异常点,为甘C-2004-99(丁类)。

该找矿远景区位于遥感异常区Ⅳ中,普遍有斑点状褐铁矿化异常,岩体与地层接触带附近有斑块状绿泥石化、绿帘石化及孔雀石化或含碳酸盐蚀变矿物异常、斑点状含碳酸盐蚀变矿物异常。

在该找矿远景区内,本次新发现斜沟金矿点。

综上所述,该找矿远景区出露地层主要为北山岩群,侵入岩为早泥盆世花岗闪长岩,发育北东向断裂。1:50 000地球化学综合异常发育,且与航磁异常、遥感异常套合较好,区内新发现斜沟金矿点。此外,白山组大理岩通过快速分析仪测定,W、Mo、Sn局部可达矿化级别。该找矿远景区成矿地质条件有利,自然条件也较适合开展地质勘查工作,是寻找石英脉型金矿床和高温热液型钨钼矿床的有利地段。

4.5 碎石黑山金、银、铅找矿远景区(V-B3)

该找矿远景区位于碎石黑山一带,呈北西向—南东向梯形展布,东西长10.5 km,南北长2.6 km,面积约27.32 km²。

该找矿远景区内出露地层为赤金堡组,侵入岩为石炭纪花岗闪长岩,并有北西西向断裂通过,控制了地层走向,性质为逆断裂。在花岗闪长岩中石英脉群发育,石英脉群整体长800 m,宽200 m,多具褐铁矿化。单脉长10~300 m,宽0.5~3 m,金品位最高2.59 g/t,银品位8.8~54.1 g/t,铅品位0.121%~3.75%。

1:200 000重砂测量圈定了Pb4重砂异常;1:50 000岩石测量在该区内圈定了AR-5综合异常,元素组合为Cu、Pb、Zn、Ag、Mo、Co、Ni;1:50 000土壤测量在该区圈定了AP-15综合异常(Au、Ag、As、Sb、Pb、W、Sn、Nb)。

该找矿远景区开展了1:50 000航空磁测工作,存在2个航磁异常点,为甘C-2004-97、甘C-2004-98,均为丁类异常。2004年的航空 γ 能谱测量圈定了异常1处,编号为新U-2004-4,异常内铀异常出现在2条测线上,形态规则,铀异常最大值为 7.50×10^{-6} 。

该找矿远景区位于遥感异常区V中,面状、团块状ETM/TM含羟基、碳酸盐蚀变矿物异常,星点状三价铁染异常及麻点状、团块状ASTER绢云母化、高岭土化异常均为伪异常,不具备找矿意义。大断裂间具ETM/TM麻点状三价铁染异常,斑块状含羟基、碳酸盐蚀变矿物异常,与ASTER斑点状褐铁矿化及少量绿泥石化、绿帘石化异常关系密切。

该找矿远景区新发现了碎石黑山金银铅矿化点。

综上所述,该找矿远景区出露地层为赤金堡组,侵入岩为石炭纪花岗闪长岩,并有北西西向断裂通过,控制了地层走向。1:20 000重砂异常、1:50 000岩石综合异常、1:50 000土壤综合异常发育,与航磁异常、遥感异常套合较好,且新发现碎石黑山金银铅矿化点。该找矿远景区成矿地质条件有利,是寻找石英脉型金银矿和中高温热液型多金属矿床的有利地段。

5 结 论

1)在斜沟—红柳丘井地区共圈定1:50 000土壤单元素异常467处,综合异常17处。其中,甲₂类异常3处,乙₁类异常2处,乙₂类异常3处,乙₃类异常3处,丙₂类异常4处,丙₃类异常2处,发现多处金、钨、铁等金属矿床(点),说明土壤测量在甘肃北山地区具有良好的找矿效果。

2)通过相关统计分析,认为斜沟—红柳丘井地区W、Mo、Bi、Au等元素相对富集,分异性好,成矿潜力较好。结合区域地质背景,认为斜沟—红柳丘井地区岩浆活动频繁,构造活动强烈,提供了较好的导矿、配矿、容矿构造,成矿地质条件优越,具有寻找斑岩型钼矿床、蚀变岩型金矿床、矽卡岩型金矿床的潜力。

3)在总结元素地球化学特征基础上,初步圈定找矿远景区5处,分别为1598高地北铜、钨、钼、钨找矿远景区,狼娃山东铜、钨、钼找矿远景区,红柳丘井金、钨、钼、铁找矿远景区,少斜沟金、钨、钼找矿远景区,碎石黑山金、银、铅找矿远景区。

[参考文献]

- [1] 甘肃省地质矿产局. 甘肃省区域地质志[M]. 北京:地质出版社, 1989.
- [2] 甘肃省地质矿产局. 甘肃省岩石地层[M]. 北京:中国地质大学出版社, 1997.
- [3] 张新虎, 刘建宏, 梁明宏, 等. 甘肃省区域成矿及找矿[M]. 北京:地质出版社, 2013.
- [4] 甘肃省地质调查院. 甘肃1:5万白山泉等六幅区域地质调查报告[R]. 兰州:甘肃省地质调查院, 2013.
- [5] 甘肃省地质矿产勘查开发局第四地质矿产勘查院. 甘肃省肃北县斜沟、红柳丘井等两幅1:5万矿产远景调查报告[R]. 酒泉:甘肃省地质矿产勘查开发局第四地质矿产勘查院, 2023.
- [6] 甘肃省地质矿产勘查开发局第四地质矿产勘查院. 甘肃省肃北县狼娃山铁矿详查报告[R]. 酒泉:甘肃省地质矿产勘查开发局第四地质矿产勘查院, 2011.
- [7] 甘肃省地质矿产勘查开发局第二地质矿产勘查院. 甘肃省肃北县狼娃山矿区以东斜沟沟口铜(钨)矿普查报告[R]. 兰州:甘肃省地质矿产勘查开发局第二地质矿产勘查院, 2009.
- [8] 杨帆, 孔牧, 刘华忠, 等. 北山干旱荒漠戈壁残山景观1:5万地球化学勘查方法技术的选择[J]. 物探与化探, 2011, 35(3): 308-312, 332.
- [9] 杨永春, 李元家, 何建平, 等. 土壤地球化学测量在马鬃山公婆泉东金矿的应用[J]. 地质与勘探, 2017, 53(4): 715-730.
- [10] 聂凤军, 江思宏, 白大明, 等. 北山地区金属矿床成矿规律及找矿方向[M]. 北京:地质出版社, 2002.
- [11] 徐沛斌, 范宗福, 董国祥, 等. 甘肃北山大红山—西涧泉地区水系沉积物地球化学特征及找矿远景[J]. 黄金, 2021, 42(9): 18-24.

- [12] 王富贵. 甘肃省肃北县双沟山等两幅 1:5 万矿产远景调查新进展[J]. 黄金,2024,45(1):82–86.

[13] 李伟,毛启贵,邹滔,等. 内蒙古撰山子地区遥感信息提取及找矿预测[J]. 黄金,2023,44(10):84–89.

[14] 郭小刚,路万全,周宏,等. 甘蒙北山四道梁南钨矿土壤地球化学异常特征及找矿潜力分析[J]. 地质与勘探,2023,59(4):774–790.

[15] 岳国利,桂新星,宋立强,等. 藏东达翁金矿区土壤地球化学特征与找矿潜力研究[J]. 地质与勘探,2023,59(6):1 204–1 216.

[16] 赖联新,魏俊浩,高强,等. 原生晕–因子分析地球化学异常识
- 别——以内蒙古查干花地区 1:5 万水系沉积物 Mo 异常提取为例[J]. 地质与勘探,2023,59(6):1 228–1 239.

[17] 张永哲,成山林,李跃东,等. 多源信息找矿预测技术研究及其应用——以吉林省砂金沟金矿床为例[J]. 吉林大学学报(地球科学版),2022,52(6):1 855–1 866.

[18] 蒋涛,姜笑,郭金运,等. 利用卫星测高数据反演全球海底地形研究进展[J]. 吉林大学学报(地球科学版),2023,53(6):2 029–2 044.

[19] 叶青,王晓,杜学彬,等. 中国地震井下地电阻率研究进展[J]. 吉林大学学报(地球科学版),2022,52(3):669–683.

Soil geochemical characteristics and mineral exploration prospects
in Xiegou – Hongliuqiuqing Area, Beishan, Gansu Province

Fan Zongfu, Xu Peibin, Wei Wanhong, Zhang Xu

(The Fourth Geological and Mineral Exploration Institute of Gansu Provincial Geological
and Mineral Exploration and Development Bureau)

Abstract: 1:50 000 soil survey was conducted in the Xiegou – Hongliuqiuqing Area and a total of 5 625 samples were collected, with sampling sizes from 4 mesh to 20 mesh. Through sample processing analysis and geochemical parameter statistics, the geochemical characteristics of ore-forming elements were studied. A total of 467 single-element anomalies, 3 types of combined anomalies, and 17 comprehensive anomalies were identified. Based on the anomaly verification and evaluation, the comprehensive anomalies were classified and sorted. Based on the above, combined with the regional geological background and distribution of mineral resources, the research area has been divided into 5 prospecting prospect areas mainly composed of Au, Pb, Zn, W, and Mo, and their ore-forming potential has been preliminarily evaluated. It is believed that there are prospecting potentials for porphyry type molybdenum deposits, altered rock type gold deposits, and volcanic hydrothermal type gold deposits.

Keywords: geochemical characteristics; porphyry type molybdenum deposit; altered rock type gold deposit; volcanic hydrothermal type gold deposit; prospecting prospect area; Xiegou – Hongliuqiuqing Area