

文章编号:1004-4116(2023)03-0036-11

甘肃临夏太子山一带1:5万水系沉积物地球化学特征及找矿远景区划分

闫 旺¹,焦世文^{1,2},李鹏举¹,曹勇刚¹,梁志勇¹

(1. 甘肃省地矿局第三地勘院,甘肃 兰州 730050,2. 甘肃遥感地质中心,甘肃 兰州 730050)

摘 要:通过在甘肃临夏太子山一带开展1:5万水系沉积物测量工作,初步查明了研究区1 874 km²范围水系沉积物的地球化学特征,依据元素组合特征、区域成矿地质背景等圈定综合异常31处,其中见矿异常19处,划分找矿远景区6个,优选找矿靶区10处,结合异常查证,确认大多数异常受岩浆岩和断裂构造控制,区内与酸性侵入岩有关且强度较高、元素组合较好的异常区有利于找矿。通过矿产检查新发现金、铜、铅、锌、铋等金属矿(化)点13处,取得了较好的找矿效果,为找矿选区提供了依据。

关键词:1:5万水系沉积物测量;地球化学特征;找矿远景区;太子山;甘肃临夏

中图分类号:P618;P632

文献标志码:A

1 引言

水系沉积物测量可有效地划分找矿远景靶区,是地质找矿中卓有成效的地球化学勘查手段,在寻找金及有色金属矿产中发挥着重要作用^[1-2]。近几年来国内众多学者在中国西部地区开展水系沉积物地球化学勘查与研究,取得了较好的找矿应用效果^[3-11]。秦岭成矿带位于秦—祁—昆成矿域的东段,区域成矿具有多样性,现已查明矿产 100 余种,已发现金属矿床数百处,在已探明的矿床中,金、铅、锌、银、铜、汞、铋等矿种具有比较明显的优势,近年的地质综合研究与矿产勘查工作表明,秦岭成矿带仍是我国最具成矿潜力和找矿远景的地区之一^[12]。西秦岭地区是甘肃省重要的铅、锌、金、银、铋、铜、铁、铀、汞等多金属成矿带,其中金矿和铅锌矿是该区特色矿种。临夏太子山一带位于西秦岭造山带西段,根据近几年秦岭造山带研究的新进展,在成矿(区)带划分的基础上,由北向南大致划分出 7 个Ⅳ级成矿带,研究区位于夏河—礼县铜铅锌金钨钼成矿带^[13]。区内各类矿产丰富,以金最为突出,其次有铅、锌、铜、铁等矿种,矿床成因类型主要是中低温热液构造蚀

变岩型。研究区及周边已探明的金属矿床(点)达 30 余处,主要有答浪沟金矿、多龙沟金矿、三索玛金矿、格尔仓金矿、水隆沟金矿、扎不浪可金矿、隆瓦寺院金矿、佐岔沟金矿、小东横沟铅锌矿、麻朶代岗山铜砷矿等^[14],显示了良好的成矿条件及找矿前景。

通过 1:5 万水系沉积物测量成果,结合区域成矿地质背景,对研究区水系沉积物的元素地球化学特征、元素的富集、分异及相关性特征、单元素及综合异常等方面特征进行了总结,划分了成矿远景区并优选了找矿靶区。为后续找矿工作提供了重要依据。

2 区域地质背景

研究区位于西秦岭造山带西段,大地构造位于一级构造单元扬子板块柴达木—祁连板块二者结合部位之南,属西秦岭褶皱带系北中秦岭陆表海盆^[15]。褶皱以力士山—新堡复式背斜为代表,形成一系列轴向呈北西向展布的线性紧闭—开阔褶皱(组)(图 1),不同样式的构造组合相互拼贴、叠置一起,构成了本区复杂的构造格局^[16-17]。

研究区地层总体展布方向为北西向,与区域构

收稿日期:2023-02-27

基金项目:甘肃省矿产资源补偿费项目“甘肃省临夏州太子山—甘南州甘加一带 1:5 万矿产远景调查”资助

作者简介:闫旺(1990~),男,甘肃白银,水工环工程师,主要从事水工环地质调查和矿产勘查工作。E-mail:yanwang520000@163.com

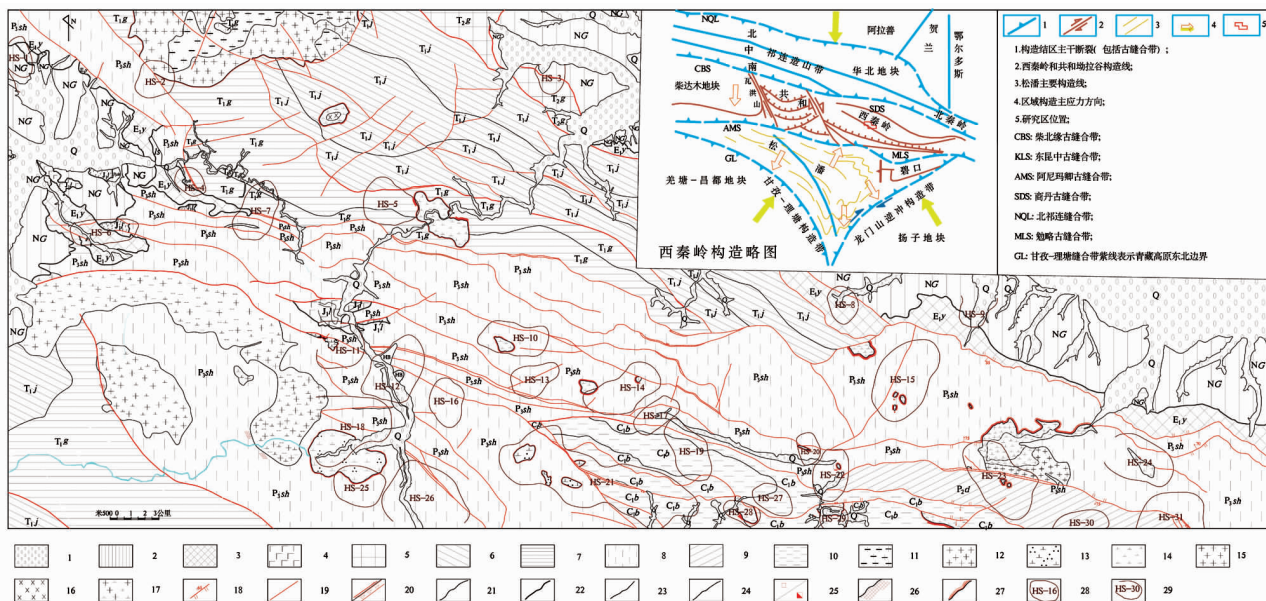


图 1 甘肃临夏太子山一带地质图

Fig. 1 Geological map of Taizishan area in Linxia District of Gansu Province

- 1—第四系;2—新近纪甘肃群;3—古近世野狐城组;4—早侏罗世郎木寺组;5—中三叠世古浪堤组;6—早三叠世江里沟组;
7—早三叠世果木沟组;8—晚二叠世石关组;9—中二叠世大关山组;10—早石炭世巴都组;11—斑状花岗岩;12—花岗岩;
13—石英闪长岩;14—闪长岩;15—花岗岩;16—辉长岩;17—花岗闪长岩;18—实测逆断层;19—性质不明断层;
20—平移断层及破碎带;21—地质界线;22—角度不整合接触界线;23—侵入地质界线;24—涌动界线;
25—黄铁矿化带/褐铁矿化带;26—矽卡岩化;27—角岩化;28—综合异常及编号;29—未圈闭综合异常及编号

造线方向一致,地层由老到新依次为石炭系长石石英砂岩、二叠系灰岩、三叠系石英砂岩夹板岩、侏罗系玄武岩、古近系红色泥岩夹砂岩、新近系泥岩及第四系冲洪积物。

研究区内岩浆活动频繁,岩浆岩较发育,主要为中酸性侵入岩,属于西秦岭构造岩浆岩带的中北秦岭构造岩浆岩亚带西段^[16]。在时间上,岩浆活动主要发育于三叠纪、个别发育于侏罗纪。空间上,调查区岩浆岩明显呈带状分布,并受区域构造体系控制。侵入岩岩石类型以花岗岩为主体,其次为花岗闪长岩、石英闪长岩、闪长岩等。中酸性侵入岩为成矿提供热液物质来源,在岩体边部及较破碎的部位,为热液提供上升通道和有利的富集空间,有利于 Au、Pb、Zn 等元素富集成矿,形成与岩浆热液有关的金及多金属伴生矿床^[18]。如麻朵闪长岩体、洒索玛石英闪长岩体与金、铜、铁等多金属矿成矿关系密切。

3 地球化学特征

1:20 万区域地球化学资料显示,Cu、Pb、Zn、Ag、Cd、Au、As、Sb、W、Sn、Bi 是研究区最发育的异常组合。大片异常围绕中酸性侵入体分布,以观音大

庄一力士山断裂带为界,北部以 Cu、Au、As、Pb、Zn 异常为主,南部异常组合为 Au、Sb、Hg。石炭系 Pb、Zn、Ag 元素丰度较高,成为区内铜(铁、铅、锌)多金属矿的主要矿源层之一。

3.1 水系沉积物测量

研究区开展 1 : 5 万水系沉积物测量 1 874 km², 共采集样品 8 675 件。采样平均密度 4. 8 件/km², 采样点主要布于一级水系口, 少量布设在二级和三级水系中, 采样截取粒度为 -10 ~ + 60 目, 样品加工后重量不少于 150 g。分析元素为 Au、Ag、Cu、Pb、Zn、As、Sb、Bi、Hg、W、Sn、Mo、Cd、Co、Cr、Ni、Ti、Mn 等 18 种元素。样品由国土资源部兰州矿产资源监督检查中心(甘肃省中心实验室)分析测试, 其中 Cu、Pb、Zn、Ni、Cr、Co、Ti、Mn 采用 X 射线荧光光谱法(XRF), W、Mo、Bi、Cd 采用电感耦合等离子质谱法(ICP-MS), As、Sb、Hg 采用原子荧光光谱分析(HG-AFS), Ag、Sn 采用发射光谱法(ES), Au 采用激光探针等离子质谱(P-ICP-MS)法。元素报出率为 95. 24% ~ 100%, 合格率 99. 06% ~ 100%(表 1), 符合 1 : 50 000 地球化学普查规范样品分析方法报出率的要求。

表 1 分析元素检出限、报出率、分析质检结果表
Table 1 Detection limits of analysis, detection rate and
quality evaluation of analysis results

元素	送检样品数	报出样品数	检出限	报出率/%	合格率/%
Au	8 675	8 613	0.3	99.28	99.62
As	8 675	8 675	1.0	100.00	99.82
Sb	8 675	8 675	0.2	100.00	99.20
Cu	8 675	8 673	1.5	99.98	99.38
Pb	8 675	8 673	5.0	99.98	99.68
Zn	8 675	8 675	15.0	100.00	99.88
Cr	8 675	8 548	15.0	98.54	98.94
Co	8 675	8 672	1.0	99.96	100.00
Ti	8 675	8 673	100	99.98	100.00
Ag	8 675	8 673	0.03	99.98	99.06
W	8 675	8 646	0.5	99.66	99.90
Mo	8 675	8 446	0.5	97.36	99.38
Bi	8 675	8 675	0.1	100.00	99.06
Ni	8 675	8 666	3.0	99.90	99.18
Cd	8 675	8 262	0.1	95.24	99.70
Mn	8 675	8 673	30.0	99.98	100.00
Hg	8 675	8 500	5.0	97.98	99.18
Sn	8 675	8 507	1.0	98.06	99.40

注:各元素检出限量单位 Au、Hg 为 10^{-9} ,其余为 10^{-6}

3.2 元素富集、分异特征

水系沉积物元素的富集程度用富集系数 K 来描述,水系沉积物元素分散特征,用地化参数中的变异系数(C_v)来描述,根据富集系数(K)、变异系数(C_v)的大小,划分元素分布、富集标准(表 2)。元素变异系数($C_v \geq 1.5$),说明它们在地层中分布极不均匀,成矿可能性较大;分异较强的元素($1.5 > C_v \geq 0.75$),在地层中分布较不均匀,具有一定的成矿可能。显然,元素含量分布越不均匀的元素,局部富集成矿的可能性越大;分布越均匀的元素,反映受成岩作用控制越明显,富集成矿的可能性越小。

依据研究区水系沉积物测量样品 18 种元素的分析测试结果,将不剔除特高值统计测区算术平均

值(X_1)等参数列于表 3。以反映调查区的地球化学特征;将逐步剔除平均值加减 3 倍标准离差后的测区背景值(X_2)等参数列于表 4,反映调查区地球化学背景特征。

与甘南背景值相比得出的富集系数(K_2)可知,亲石元素 Ti 元素呈强富集状态 ($K_2 > 2.0$);Cr、Mo 元素呈富集状态 ($K_2 > 1.5$);As、Au、Mn、Ti 元素为高背景 ($K_2 > 1.2$);Ag、Bi、Co、Cu、Ni、Pb、Sb、Sn、Zn、W 元素呈背景状态 ($K_2 > 0.8$),Hg 表现为贫乏 ($K_2 < 0.6$)。

变异系数(C_{v2})分析表明(表 5),As、Au、Bi、Cd、Cr、Cu、Hg、Mn、Mo、Ni、Sb、Ti、W 元素的变异系数较大,在本区分布不均匀,表明在研究区更容易成矿。Co、Pb、Sn、Zn 元素在本区分布基本均匀,Ag 元素分布均匀。

从变异系数数据表(表 5)、元素离散程度图(图 2)中可以明显看出,Au 元素在调查区分异高强度数据很多,变化幅度最大,分异明显,表明该类元素呈极强分异特征,As、Sb、Bi 元素在调查区高强度数据亦较多,变化幅度较大,表现为强分异特征;

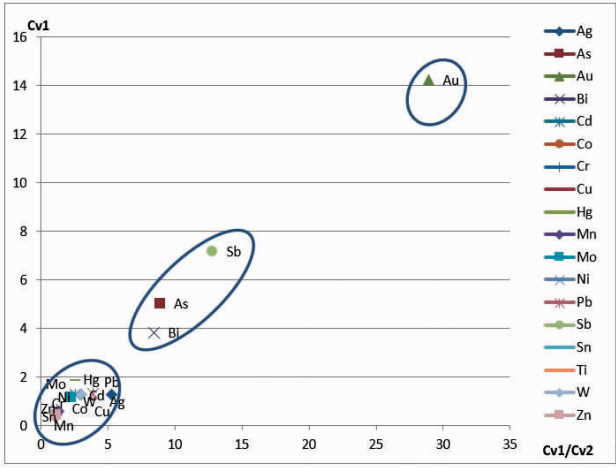


图 2 元素离散程度图
Fig. 2 Divergent ratios of element

表 2 元素分布、富集划分标准表
Table 2 Standards of elemental distribution and enrichment division

K 值	≤ 0.6	$0.6 \sim 0.8$	$0.8 \sim 1.2$	$1.2 \sim 1.5$	$1.5 \sim 2.0$	$2.0 \geq$
分布等级	贫乏	低背景	背景	高背景	富集	强富集
C_v 值	< 0.25	$0.25 \sim 0.45$	$0.45 \sim 0.75$	$0.75 \sim 1.0$	$1.0 \sim 1.5$	≥ 1.5
均匀性等级	均匀	基本均匀	不均匀	分异	强分异	极强分异

注:富集系数 K = 调查区算术平均值/全国背景值 *(全国背景值用全国 400 余幅 1:20 万水系沉积物测量数据经两次剔除异常值所得的算术平均值^[19]), C_v = 某区域地质单元中元素标准离差/某区域地质单元中元素算术平均值

表 3 研究区地球化学特征参数表

Table 3 Geochemical parameters of research area

元素	样品数/ N_1	平均值/ $\bar{X}_1$	中位数/ M_1	标准离差/ S_1	变异系数/ Cv_1	最大值	最小值	全国背景值 *	富集系数/ K_1
Ag	8 675	0. 08	0. 07	0. 1	1. 26	4. 14	0. 02	0. 08	1
As	8 675	30. 6	13. 5	153. 51	5. 02	7 131	0. 5	10	3. 06
Au	8 675	3. 5	1. 3	49. 8	14. 23	3 340	0. 3	1. 32	2. 65
Bi	8 675	0. 4	0. 32	1. 51	3. 82	116	0. 01	0. 31	1. 27
Cd	8 675	0. 21	0. 14	0. 26	1. 27	15. 4	0. 01	0. 14	1. 48
Co	8 675	14. 15	14. 6	5. 99	0. 42	88. 5	0. 7	12. 33	1. 15
Cr	8 675	61. 36	59. 6	39. 76	0. 65	487	3. 7	59. 4	1. 03
Cu	8 675	24. 71	24. 1	15. 73	0. 64	220	1. 1	21. 8	1. 13
Hg	8 675	26. 55	16. 1	49. 33	1. 86	1242	0. 9	36	0. 74
Mn	8 675	776. 22	712	460. 69	0. 59	8 532	9. 7	671	1. 16
Mo	8 675	0. 71	0. 57	0. 84	1. 17	31. 4	0. 05	0. 84	0. 85
Ni	8 675	29. 2	29. 7	17. 72	0. 61	273	1. 7	24. 7	1. 18
Pb	8 675	23. 79	22. 2	30. 87	1. 3	2427	1. 9	23. 5	1. 01
Sb	8 675	2. 14	0. 84	15. 36	7. 17	825	0. 02	0. 89	2. 41
Sn	8 675	2. 68	2. 72	0. 81	0. 3	18. 1	0. 36	3. 2	0. 84
Ti	8 675	3 315. 65	3 662	1 721. 67	0. 52	22 460	10	4105	0. 81
W	8 675	1. 67	1. 52	2. 1	1. 26	64	0. 01	1. 83	0. 91
Zn	8 675	73. 41	77. 8	32. 49	0. 44	1 098	3. 4	70. 4	1. 04

注:各元素计量单位 Au、Hg 为 10^{-9} ,其余为 10^{-6} ,数据来源于文献[19]

表 4 研究区地球化学元素背景参数表

Table 4 Geochemical background parameters of research area

元素	剔除后样品数 (N_2)	平均值 ($\bar{X}_2$)	标准离差 (S_2)	甘南背景值 (X_0)	变异系数 (Cv_2)	分布特征	富集系数 K_2	分散程度
Ag	8 207	0. 07	0. 02	0. 07	0. 24	均匀	1. 0	背景
As	7 527	13. 54	7. 66	11. 48	0. 57	不均匀	1. 2	高背景
Au	7 829	1. 31	0. 65	1. 10	0. 49	不均匀	1. 2	高背景
Bi	8 331	0. 29	0. 13	0. 30	0. 45	不均匀	1. 0	背景
Cd	7 759	0. 15	0. 08	0. 10	0. 50	不均匀	1. 5	强富集
Co	8 569	13. 86	5. 27	12. 08	0. 38	基本均匀	1. 1	背景
Cr	8 492	58. 17	31. 73	47. 81	0. 55	不均匀	1. 2	高背景
Cu	8 469	23. 30	12. 10	22. 69	0. 52	不均匀	1. 0	背景
Hg	7 883	17. 69	12. 92	38. 82	0. 73	不均匀	0. 5	贫乏
Mn	8 339	718. 62	318. 53	451. 25	0. 44	不均匀	1. 6	强富集
Mo	8 365	0. 63	0. 33	0. 54	0. 52	不均匀	1. 2	高背景
Ni	8 555	28. 11	14. 43	25. 48	0. 51	不均匀	1. 1	背景
Pb	8 473	22. 09	7. 37	19. 58	0. 33	基本均匀	1. 1	背景
Sb	7 449	0. 85	0. 47	0. 92	0. 56	不均匀	0. 9	背景
Sn	8 638	2. 67	0. 74	2. 75	0. 28	基本均匀	1. 0	背景
Ti	8 600	3 236	1469	740	0. 45	不均匀	4. 4	强富集
W	8 343	1. 43	0. 59	1. 83	0. 41	不均匀	0. 8	低背景
Zn	8 654	72. 86	28. 85	73. 07	0. 40	基本均匀	1. 0	背景

注:各元素计量单位 Au、Hg 为 10^{-9} ,其余为 10^{-6} 。甘南背景值 X_0 源于文献[20]

Hg、Cu、Pb、Zn、Ni、Cr、Co、Ti、Mn、Sn、Ag、Mo、Cd、W 元素在调查区的高强度数据较少,变化幅度较小。而 Au、As、Sb、Hg、Cu、W、Mo 与断裂构造关系密切,W、Mo、Sn 元素在酸性岩石中相对富集。其中 Au、As、

Sb、Bi 可作为区域找矿的指示元素,成矿可能性最大的为 Au 元素^[5]。

3.3 元素聚类特征

表 5 变异系数数据表
Table 5 Coefficients of variation

参数	Au	As	Sb	Hg	Cu	Pb	Zn	Ni	Cr
Cv_1	14. 23	5. 02	7. 17	1. 86	0. 64	1. 3	0. 44	0. 61	0. 65
Cv_1/Cv_2	28. 93	8. 88	12. 81	2. 55	1. 23	3. 89	1. 12	1. 18	1. 19

参数	Co	Ti	Mn	Sn	Ag	Mo	Cd	W	Bi
Cv_1	0. 42	0. 52	0. 59	0. 3	1. 26	1. 17	1. 27	1. 26	3. 82
Cv_1/Cv_2	1. 11	1. 14	1. 34	1. 08	5. 26	2. 24	2. 55	3. 06	8. 44

元素亲合性与地质环境有关,元素组合是元素亲合性在地质体内的具体表现^[21]。依据全区水系沉积物样品的分析数据,对 18 种元素作 R 型聚类分析(图 3),在相关系数 $\gamma = 0.22$ 的相关水平上,可将元素分为三大聚类,(1)Ni、Cr、Ti、Co、Cu、Zn、Sn、Mn 为第一聚类,其中 Ni、Cr、Ti、Co、Cu、Mn 为一组与岩浆岩及基性火山岩有关的元素,主要与区内发育的中酸性岩浆及基性火山岩有关;Zn、Sn 元素高值分布主要沿区内构造分布,同时也说明了岩浆分布与构造的对应关系。(2)Au、Pb、Ag、Cd、Mo、W、Bi、As、Sb 是第二聚类,为区内主成矿元素,反映了区内成矿元素与断裂的关系,显示了中低温热液元素与酸性侵入岩相关的高温成矿元素。Au、Pb、Ag、Cd 反应了亲硫元素较强的中温热液成矿元素特征,与 Au、Pb 有关的成矿可能性较大。W、Mo、Bi 类元素组合的分布特征与中酸性岩浆活动、区域主体构造较发育有关,主要分布在燕山期花岗岩、花岗闪长岩岩体周围,反应与酸性岩有关的高温热液成矿作用,与钨有关的成矿可能性较大。As、Sb 类元素与区内断裂构造活动密切相关,同时也是中低温热液成矿的伴生元素。(3)Hg 作为构造指示元素,反映了区内构造具有多期次特点。

3. 4 单元素异常特征

表 6 单元素异常下限表
Table 6 Abnormal thresholds of single element

元素	Au	As	Sb	Hg	Cu	Pb	Zn	Ni	Cr
均值	1. 3	14	0. 8	18	23	22	73	28	58
标准方差	0. 7	8	0. 5	13	12	7	29	14	32
确定的异常下限	4. 5	38	2. 6	45	40	35	105	45	105

元素	Co	Ti	Mn	Sn	Ag	Mo	Cd	W	Bi
均值	14	3237	719	2. 7	0. 07	0. 6	0. 15	1. 4	0. 3
标准方差	5	1469	319	0. 7	0. 02	0. 3	0. 08	0. 6	0. 1
确定的异常下限	20	4600	1200	3. 4	0. 10	1. 1	0. 35	2. 0	0. 5

注:各元素计量单位 Au、Hg 为 10^{-9} ,其余为 10^{-6}

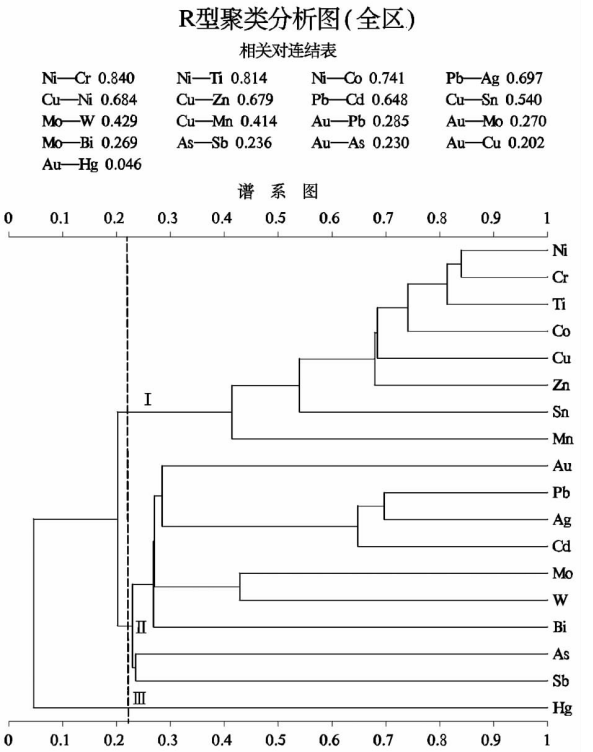


图 3 水系沉积物元素R型聚类分析谱系图
Fig. 3 R-type clustering analysis pedigree chart of water sediment elements

采用 GeoIPAS V3.2 化探版软件对数据按照迭代循环剔除方式剔除大于 $(\bar{X}) + 3S$ (标准离差)或

小于(X)-3S(标准离差)的离群数据,统计全区化探特征参数与各地质体化探指标特征参数。利用剔除畸变点(特高值或特低值)的数据,以 $X + 2 S$ 计算的异常下限为参考,结合数据分布、元素分带性等进行调整,确定异常下限(表 6)。

共圈定地球化学单元元素异常 733 个,单元元素异常特征显示,研究区内 Au、As、Sb、Hg、Bi 等元素变异系数较大,元素极强分异,成矿可能性较大,其中 Au 为该区最主要的成矿元素,金异常亦为该区最大的单元元素异常,共圈定 Au 异常 42 处,具有内、中、外带异常 28 处,具有中、外带异常 12 处,分带不发育异常 2 处(表 7)。异常多分布在王格尔塘地区,主要沿区内北西向、北东向断裂分布,显示与构造相关的地球化学特征。其中 Au-27 异常最大,异常长条状,异常面积 36.53 km²,均值 37.26 × 10⁻⁹,极大值 481 × 10⁻⁹,衬值 8.28,异常规模达 1 197,元素具内、中、外三带,单元元素结果排序第一。

3.5 综合异常特征

根据各元素异常特征,以 Au 为主成矿元素,Ag、Pb、Zn、W、Sb、Cu 为次要成矿元素,综合异常地球化学特征采用衬度、规模、套合程度、浓度分带、两个或两个以上浓度分带的元素种数、异常元素种数等 5 项,地质特征采用地层、断裂构造或岩浆岩、地表矿化等三项,对各项特征值采用定性赋值法,对研究区圈定的 31 处综合异常进行评序筛选(表 8),其中甲 1 亚类异常 6 处,甲 2 亚类异常 3 处;乙 1 亚类异常 11 处,乙 2 亚类异常 1 处,乙 3 亚类异常 5 处;丙 2 亚类异常 3 处,丙 3 亚类异常 2 处。大多数综合异常规模较大,元素组合复杂,浓集中心明显,Au 元素尤为突出,与其他元素套合性好。

4 找矿远景区及找矿靶区划分

依据异常查证成果,结合研究区找矿地质背景、磁法异常,将调查区划分出 6 个找矿远景区,并划分为 A、B、C 三类,其中 A 类 2 个,B 类 3 个,C 类 1 个(表 9,图 4)。采用 1:10 000 地质草测、土壤测量、土壤剖面、岩石剖面和少量槽探等手段进行查证,现对 A 类和 B 类远景区分述如下。

4.1 完尕滩—达浪沟金、锑矿找矿远景区(A-1)

远景区位于完尕—达浪沟一带,出露地层单一,主要为二叠纪石关组,侵入岩发育,闪长岩与金矿成

表 7 Au元素异常特征表							
Table 7 Characteristic parameters of Au anomalies							
编号	面积 km ²	均值 10 ⁻⁹	极大值 10 ⁻⁹	均方差	衬度	规模	分带数
Au-27	36.53	37.26	481	73.17	8.28	1 196.67	3
Au-25	14.32	31.21	235	47.92	6.94	382.51	3
Au-23	13.53	17.23	164	26.37	3.83	172.31	3
Au-34	12.12	12.10	214	30.87	2.69	92.15	3
Au-42	10.69	626.58	3 340	1 112.82	139.24	6 652.33	3
Au-31	8.93	88.13	734	181.66	19.58	746.42	3
Au-30	7.49	171.95	1330	467.93	38.21	1 254.10	3
Au-16	6.00	24.31	77.3	22.76	5.40	118.79	3
Au-10	4.60	59.93	295	115.20	13.32	254.85	3
Au-33	4.09	11.06	36.3	9.22	2.46	26.82	3
Au-28	3.64	41.23	101	35.91	9.16	133.68	3
Au-3	2.91	160.95	308	207.96	35.77	454.98	3
Au-9	2.87	21.84	27.5	4.84	4.85	49.77	3
Au-20	2.62	8.21	13.8	3.27	1.82	9.73	2
Au-5	2.60	11.46	22.3	4.75	2.55	18.12	3
Au-11	2.51	81.25	158	108.54	18.06	193.02	3
Au-8	2.20	19.23	32.6	9.44	4.27	32.35	3
Au-22	2.14	13.36	27.6	8.69	2.97	18.95	3
Au-26	1.94	18.50	34.4	13.85	4.11	27.11	3
Au-39	1.80	93.90	93.9	0.00	20.87	160.80	3
Au-13	1.80	21.50	56.7	24.04	4.78	30.56	3
Au-21	1.50	17.20	22.6	5.78	3.82	19.08	3
Au-41	1.26	20.35	28	10.82	4.52	20.03	3
Au-29	1.10	13.70	34.4	11.89	3.04	10.16	3
Au-36	0.85	16.10	16.1	0.00	3.58	9.80	2
Au-12	0.80	11.90	19.3	10.47	2.64	5.95	3
Au-40	0.77	11.40	11.8	0.57	2.53	5.34	2
Au-6	0.73	58.60	58.6	0.00	13.02	39.60	3
Au-37	0.72	8.45	13.1	3.51	1.88	2.83	2
Au-18	0.69	27.00	27	0.00	6.00	15.50	3
Au-2	0.59	11.20	11.2	0.00	2.49	3.93	2
Au-14	0.53	10.23	16.8	5.92	2.27	3.03	2
Au-17	0.48	11.25	11.7	0.64	2.50	3.22	2
Au-19	0.45	16.40	16.4	0.00	3.64	5.32	2
Au-24	0.43	9.77	12.2	2.80	2.17	2.26	2
Au-32	0.41	16.60	23.4	9.62	3.69	4.96	3
Au-4	0.38	17.45	20.8	4.74	3.88	4.94	3
Au-7	0.37	14.25	14.5	0.35	3.17	3.63	2
Au-35	0.32	9.00	9	0.00	2.00	1.42	2
Au-15	0.20	11.00	11	0.00	2.44	1.31	2
Au-38	0.05	8.10	8.1	0.00	1.80	0.19	1
Au-1	0.03	7.50	7.5	0.00	1.67	0.08	1

矿关系最为密切。断裂构造特别发育,主要为北西向,其次为近东西向。在断层破碎带及附近褐铁矿

表 8 研究区综合异常特征表

Table 8 Synthetic anomalies of research area

异常编号	衬度	面积/km ²	规模	套合程度	浓度分带	元素组合	断裂或岩浆岩	地表矿化	异常分类	异常位置
HS-1	1. 52	6. 2	66. 84	低	2	Ag、As、W、Bi	少或者无	无	丙 2	萨京塘
HS-2	12. 72	5. 7	105. 4	低	3	Au、Ag、W、Bi、Mo	发育	无	乙 3	玛依布卡
HS-3	1. 75	3. 6	21. 6	低	2	Ag、Pb、Zn、Sn、As、W	少或者无	无	丙 2	下峡
HS-4	2. 36	3. 2	232. 1	高	3	Au、As、Sb、Ti	一般	矿点	乙 1	央曲
HS-5	3. 68	9. 7	56. 79	高	6	W、Au、As、Sb	发育	矿点	乙 1	皮同沟
HS-6	2. 67	17	6747	低	7	W、Mo、Sb	一般	无	丙 2	作海村
HS-7	7. 66	9. 4	336. 7	中	4	Au、As、Sb、Hg、Mo	一般	无	乙 3	石头沟
HS-8	6. 25	4	49. 88	低	6	Au、As、Sb、Ag	少或者无	无	丙 3	牙塘水库
HS-9	2. 21	4. 6	691. 3	低	5	Au、Ag、Mn、Mo	少或者无	无	丙 3	新营大庄
HS-10	1. 9	9. 2	76. 43	中	4	Au、As、Sb、Ag	发育	无	乙 1	冬日
HS-11	3. 46	9. 7	1063	高	10	Au、As、Sb、Hg、Cu	发育	矿点	乙 1	麻尕
HS-12	2. 62	13. 4	112. 4	高	9	Au、Ag、As、Sb、Pb	发育	矿点	乙 1	下完尕滩
HS-13	2. 3	5. 8	182	高	5	Au、Ag、Sb、Cu、W	发育	矿化	乙 1	小河沟
HS-14	2. 3	11. 9	42	高	7	Au、Cu、W、Mo	发育	矿点	乙 1	西干河
HS-15	3. 6	24. 2	269. 4	高	10	Au、Ag、W、Mo、Zn	发育	矿点	甲 1	铁钩
HS-16	3. 97	9. 1	206	中	3	Au、Sb、Cu、Cr、Ni	一般	矿点	乙 1	其麦
HS-17	3. 3	5. 1	353. 8	低	7	As、Bi、W、Ni、Hg、Mn	一般	无	乙 3	西土房
HS-18	2. 7	20. 1	123. 8	高	5	Au、Ag、Sb、W、Cr、Cd	发育	矿点	甲 2	三索玛
HS-19	2. 93	8. 7	141. 3	高	3	Au、As、Hg、Sb、W	一般	矿化	乙 1	力士山
HS-20	3. 5	2. 8	11	中	3	Au、Ag、Hg、Bi、Pb、Cd	发育	无	乙 2	下尕庄
HS-21	2. 1	46. 7	974. 9	高	10	Au、As、Cr、Ni	发育	矿点	甲 2	达浪沟
HS-22	3. 67	7. 2	127. 9	高	6	Au、Sb、Hg、As	发育	矿点	甲 2	惹通可合
HS-23	5. 04	17. 8	666. 1	高	6	Au、Cu、Ag、Bi、Mn、Pb	发育	矿点	甲 1	松香滩
HS-24	4. 23	13. 1	449. 6	高	8	Au、Pb、Zn、Ag、Mo	发育	矿点	甲 1	小东横沟
HS-25	1. 52	8. 1	71. 94	中	5	Au、Sb、Cr、W、Ni	一般	无	乙 3	果岗
HS-26	2	20	19. 6	高	6	Au、Ag、As、Sb、Bi、W	发育	矿点	乙 1	达赫
HS-27	2. 28	4. 3	86. 74	中	3	Au、Sb、Hg、Cr、Ni	少或者无	无	乙 3	坎木仓东
HS-28	2. 44	2. 9	55	高	2	Au、Sb、Hg、Cr、Ni、Co	发育	矿点	乙 1	坎木仓
HS-29	7. 77	2. 9	53. 67	高	1	Au、Hg、Cd	一般	矿点	甲 1	卡加砂格
HS-30	3. 1	12. 7	159. 5	高	7	Au、Ag、Hg、Pb、Zn	一般	矿点	甲 1	牛圈沟
HS-31	10. 74	12. 7	623. 7	高	7	Au、Pb、Zn、As、Hg、Cu	发育	矿点	甲 1	多龙沟

注:套合程度高指大多数元素套合较好,套合程度中指部分(占异常数一半左右)元素套合较好,套合程度低指个别元素套合较好;浓度分带以异常内具有两个或两个以上浓度分带的元素种数为赋值标准。

化、黄铁矿化蚀变强烈。

该远景区内有麻尕(HS-11)、下完尕滩(HS-12)、其麦(HS-16)、达浪沟(HS-21)4个综合异常,面积约84 km²。其中HS-11异常由14个单元元素异常组成,面积9.65 m²,衬值3.46,规模1 063,该异常强度高、异常规模较大,以受断裂构造控制的Au、As、Sb、Hg低温热液成矿元素组合为特征,已发现麻尕金矿,找矿前景好;HS-12异常由21个单元元素异常组成,面积13.40 km²,衬值2.62,规模112,该异常西侧Au、As、Sb、Ag、Cu、Hg元素套合好,以极值重叠、分带明显、规模较大为特点。已发现威木铅锌

多金属矿点和完尕滩金矿点;HS-16异常由11个单元元素异常组合,异常面积9.09 km²,衬值3.97,规模206,Au、As、Sb元素套合好、分带明显,位于崖玉沟断裂旁,见破碎带、构造角砾岩、擦痕,断裂带附近发育较多的中酸性脉岩,已发现其麦锑、金矿化点;HS-21异常由34个单元元素异常组成,面积46.72 km²。元素组合以Au、As、Sb、Hg为主,为断裂构造控制的低温热液成矿元素组合,其中Au、Sb、As三种元素含量较高,异常明显,重合性较好。发育褐铁矿化、黄铁矿化蚀变,已发现达浪沟、扎不浪克等金矿点。圈定麻尕金矿(A-2)、威木银多金属矿(C-3)、完

表 9 研究区找矿远景区、找矿靶区类别及编号
Table 9 Prospecting areas and prospecting targets in research area

序号	找矿远景区编号	1:5万化探综合异常	矿(化)点	找矿靶区及编号
1	完尕滩—达浪沟金、锑矿找矿远景区(A-1)	HS-11、HS-12、HS-16、HS-21	麻杂金矿点、威木银多金属矿点、完尕滩金矿点、其麦金锑矿化点、达浪沟金矿点、格尔仓金矿点、扎不浪可金矿点	麻杂金矿找矿靶区(A-2)威木银多金属矿找矿靶区(C-3)完尕滩金矿找矿靶区(B-2)
2	三索玛金、铜矿找矿远景区(A-2)	HS-18、HS-25、HS-26	三索玛金矿点、佐岔沟金矿点、达赫金矿点	达赫金矿找矿靶区(B-5)
3	央曲—皮同沟金、钨矿找矿远景区(B-1)	HS-4、HS-5、HS-7	央曲金矿点、皮同沟钨金矿化点柏木沟钨矿点	央曲金矿找矿靶区(B-1)
4	西干河—卡加沙格金、铜、铁矿找矿远景区(B-2)	HS-10、HS-13、HS-14、HS-17、HS-19、HS-20、HS-22、HS-27、HS-28、HS-29	西干河铜金矿点、小河沟铜矿(化)点、给契卡金矿点、卡加沙格铜铁矿点、坎木仓磁铁矿点	西干河金、铜矿找矿靶区(C-1)坎木仓金、铁矿找矿靶(C-2)
5	照壁山—大峡金、铜、铅、锌矿找矿远景区(B-3)	HS-15、HS-23、HS-24、HS-31	照壁山铜钨矿点、大槐沟铜矿点、人头山铜金矿点、小东横沟金铅锌矿点、多龙沟金矿点	人头山铜金矿找矿靶区 B-3 小东横沟金、铅、锌矿找矿靶区(B-4)
6	玛尔钷矿找矿远景区(C-1)	HS-2	玛尔钷矿点	

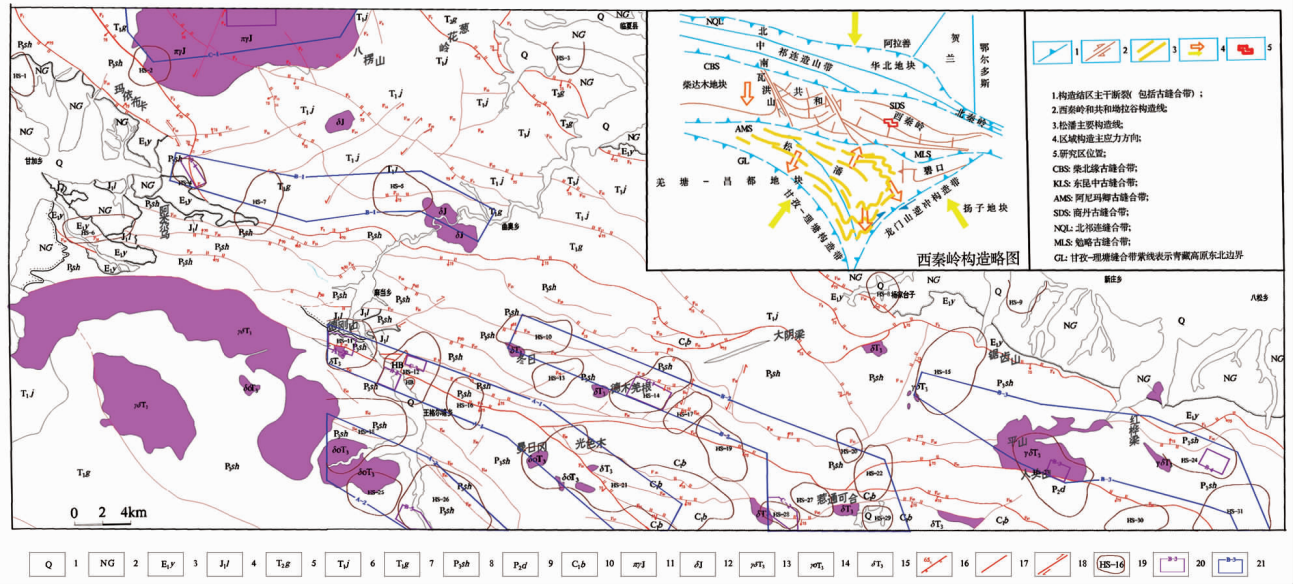


图 4 甘肃临夏太子山一带找矿远景区划分及找矿靶区优选图

Fig. 4 Prospecting units and prospecting targets in Taizishan area of Linxia District, Gansu Province

- 1—第四系;2—新近纪甘肃群;3—古近世野孤城组;4—早侏罗世郎木寺组;5—中三叠世古浪堤组;6—早三叠世江里沟组;
7—早三叠世果木沟组;8—晚二叠世石关组;9—中二叠世大关山组;10—早石炭世巴都组;11—侏罗纪斑状花岗岩;
12—侏罗纪闪长岩;13—晚三叠世花岗闪长岩;14—晚三叠世石英闪长岩;15—晚三叠世闪长岩;16—实测逆断层及产状;
17—性质不明断层;18—平移断层;19—综合异常及编号;20—找矿靶区类别及编号;21—找矿远景区类别及编号

尕滩金矿(B-2)等找矿靶区。远景区断裂构造发育,岩浆活动较弱,控制着矿点分布,该区域是寻找以金、锑为主的找矿远景区,找矿潜力较好。

4.2 三索玛金、铜找矿远景区(A-2)

远景区位于三索玛一带,出露地层为二叠统石关组二段,西北角出露部分中细粒黑云石英闪长岩体。酒索玛岩体为达赫金矿点成矿的主要热液供应

源,花岗斑岩脉沿该破碎部位侵入就位,发生岩浆热液充填交代作用,富集形成金矿、黄铁矿、毒砂等。花岗斑岩脉虽然规模都不大,但与金矿化富集密切相关,为金矿化成矿热液的直接提供者,远景区东北角发育北西向构造,沿断裂带多形成构造角砾岩破碎带、片理化岩带,并有中酸性岩脉及方解石脉的侵入,具赤褐铁矿化、硅化、绢云母化等矿化蚀变现象。

该远景区内有三索玛(HS-18)、果岗(HS-25)、

达赫(HS-26)3个综合异常,面积约48 km²,HS-18异常由10个单元异常组成,面积20.05 km²,衬值4.07,规模317,Au、Ag、Sb、W、Cr、Cd元素套合性好,浓集中心位于三索玛闪长岩体及围岩接触带,异常内已发现三索玛金矿;HS-25异常由8个单元异常组成,元素组合为Au、W、Sn、Cr、Ni、Mn、Mo,面积8.05 km²,衬度1.52,规模71.94,石英闪长岩和花岗斑岩脉较发育,异常主要由三索玛岩体和花岗斑岩脉引起;HS-26异常由15各单元异常组成,面积为20 km²,有中低温组合元素Au、As、Sb、Ag、Pb、Zn、Cu,有中高温元素组合W、Mo、Bi、Sn,在异常北东浓集中心,Au、As、Sb、Ag、W、Bi元素衬度值高、规模大、分带明显。该异常为北西向断层破碎相关的矿致异常,异常内已发现格尔仓金矿、佐岔沟金矿、河湾铅锌矿化点,新发现达赫金矿点;圈定达赫金矿找矿靶区(B-5),从已有矿点分析,远景区有望发现矽卡岩型、岩浆热液型的金、铜矿。

4.3 央曲—皮同沟金、钨矿找矿远景区(B-1)

该远景区位于央曲—皮同沟一带,出露地层为二叠纪石关组长石石英砂岩和三叠纪果木沟组灰岩与板岩互层为主,岩浆岩较发育,主要为柏木沟闪长岩体,展布形态基本与构造线一致。周围有明显的矽卡岩化带、角岩化带。另外,北侧为达里加山花岗岩体,侵入于下三叠统果木沟组中。断裂构造以北西向为主,石英脉多沿岩石节理贯入,为晚期热流活动产物。

远景区内有央曲(HS-4)、皮同沟(HS-5)、石头沟(HS-7)3个综合异常,面积约55 km²。其中HS-4异常由5个单元异常组成,衬度2.36,规模232.1,面积3.2 km²,以Au、As、Sb元素组合为主,异常分带明显,浓集中心沿断层呈带状分布,发现央曲金矿点,圈定央曲金矿找矿靶区(B-1),找矿潜力较好;HS-5异常由10个单元异常组成,衬度3.68,规模56.79,面积9.7 km²,已发现皮同沟金矿点和柏木沟钨矿点,Au、As、Sb元素异常套合好、规模较大、重叠性高,Au、As、Sb元素异常浓集中心明显,浓度分带清楚,找Au前景较好;HS-7异常由6个单元异常组成,衬度7.66,规模336.7,面积9.4 km²,该异常强度一般,异常规模较大,As、Sb元素套合较好,极值重叠,地表有明显的矿化蚀变,异常区域中间有两条北西南东向逆断层穿过,发育断层角砾岩及断层泥,断层破碎带见有黄钾铁矾化、褐铁矿化等。经异常查证,未发现好的矿化线索,找矿潜力一

般。

该远景区位于夏河—合作金铜成矿带(IV₂^S)有利部位,已发现有央曲、皮同沟金矿化点、柏木沟钨矿点等,这些矿床及矿化点分布与构造和岩体关系密切,化探异常也呈带状分布,且以Au、Ag、As、Sb等元素为主的综合异常具多元素组合特征,从元素空间分布看,矿体前缘晕或头晕元素As、Sb、W异常明显,尾晕元素Mo异常较弱。通过进一步的矿产勘查,有望发现新的金、钨等多金属矿床。

4.4 西干河—卡加沙格金、铜、铁矿找矿远景区(B-2)

远景区位于西干河—卡加沙格一带,属夏河—合作金铜四级成矿带,发育北西向大规模逆冲断层,被晚期小规模北东向、南北向平移断层切割,为成矿热液提供运移通道。岩浆活动强烈,主要有冬日闪长岩体和西干河闪长岩体,发育角岩化、矽卡岩化、黄铁矿化等蚀变。

远景区有冬日(HS-10)、小河沟(HS-13)、西干河(HS-14)、西土房(HS-17)、力士山(HS-19)、坎木仓(HS-28)、卡加沙格(HS-29)7个综合异常,面积99 km²。HS-10综合异常由10个单元异常组成,衬度1.90,规模76.43,面积9.2 km²,经异常查证,推测异常主要由闪长岩侵入体及断层构造引起,成矿潜力不大;HS-13异常由10个单元异常组成,衬度2.3,规模182,面积5.8 km²,Cu、As、Sb、W、Bi元素分带明显,极值重叠,Cu的极大值为 184×10^{-6} ,As极大值为 405×10^{-6} ,形态为不规则椭圆状,平均衬度2.3,平均规模182,通过异常查证,发育一条宽约4 m的北北东向断层破碎带,破碎带中发育褐铁矿化、黄铁矿化、黄钾铁矾化等,已发现小河沟金铜矿化点,可进一步开展工作。HS-14异常通过探槽工程及1:1万地质草测,发现西干河金铜矿点,圈定铜矿体2条,断裂构造特别发育,侵入岩出露,围岩具约100 m的热液蚀变带,矿化蚀变有矽卡岩化,有利形成矽卡岩型、岩浆热液型金、铜矿床,找矿潜力较好,圈定西干河金、铜矿找矿靶区(C-1);HS-17异常衬度3.3,规模353.8,面积5.1 km²;HS-19异常衬度2.93,规模141.3,面积8.7 km²,通过异常查证,异常由断层破碎带引起,具有褐铁矿化、碎裂岩化、黄铁矿化、孔雀石化及毒砂化现象,找矿潜力一般。HS-28异常通过1:10 000地质草测、土壤测量、磁法测量、采坑、探槽揭露控制,新发现坎木仓磁铁矿点,磁铁矿赋存于晚侏罗世闪长岩与早石炭世

灰岩外接触带的矽卡岩中,圈定坎木仓金、铁找矿靶(C-2),找矿潜力较大。

远景区位于夏河—合作金成矿区带有利部位。远景区已发现小河沟金铜矿化点和西干河铜矿化点,这些矿床及矿化点分布与构造和岩体关系密切;异常也呈带状分布,综合异常有 Au、Ag、As、Sb 等多元素组合特征;从元素空间分布看,矿体前缘晕或头晕元素 Au、As、Sb 异常明显。因此,具有良好的成矿地质条件,是寻找金、铜、铁的有利地段。

4.5 照壁山—大峡金、铜、铅、锌矿找矿远景区(B-3)

该远景区位于照壁山—大峡沟一带,出露地层单一,主要为二叠统石关组,浅灰色花岗闪长岩出露,在岩层较破碎的部位,花岗闪长岩脉体沿破碎的部位侵入,发生岩浆热液充填交代作用,富集形成铅矿、金矿、黄铁矿、磁黄铁矿等。闪长岩体(脉)与铁、铜多金属矿的形成有着密不可分的关系。

远景区有铁钩(HS-15)、松香滩(HS-23)、小东横沟(HS-24)、多龙沟(HS31)4个综合异常,面积约96 km²。HS-15异常由18个单元素异常组成,已发现姑姑崖铁矿化点、照壁山铜钼矿点,燕山期花岗闪长岩体为成矿提供热液物质来源,在岩体边部及较破碎的部位,为热液提供上升通道和有利的富集空间,有利于 Au、Pb、Zn 等元素富集成矿;HS-23异常,元素组合达到13种,Au、As、Sb、Pb、Zn、W、Cu等元素套合较好,已有矿点为大槐沟铜矿点,新发现人头山铜矿点,圈定人头山铜金矿找矿靶区(B-3),浓集中心分布主要与异常内断裂构造及酸性岩脉密切相关,北东侧出露印支期花岗闪长岩体为成矿提供热液物质来源,在岩体边部及较破碎的部位,为热液提供上升通道和有利的富集空间,赋矿岩石主要为断层角砾岩、断层泥等,断层角砾岩发育褐铁矿化、黄铜矿化、孔雀石化、铜蓝等,围岩具强的硅化;HS-24异常由15个单元素异常组成,已有小东横沟铅锌(金)多金属矿点,新发现小峡铅锌矿点,圈定小东横沟金、铅、锌矿找矿靶区(B-4),HS-31异常产于中二叠统石关组,是 Au 的有利成矿元素富集地层,燕山期花岗闪长岩体为成矿提供热液物质来源,在岩体边部及较破碎的部位,有利于 Au、Pb、Zn 等元素富集成矿。Au、Ag、As、Pb、Zn、Cd 元素组合为特征的 Au、Pb、Zn 成矿可能性极大,对寻找热液成因金、铅锌矿有重要意义。

远景区已发现的铁、铜、多金属矿多产在花岗闪长岩与围岩外接触带内。构造线呈北西向,且规模较

大,不同期次和方向的断裂交汇与切割,为成矿热液的运移提供了通道,大规模的中酸性岩浆侵入,带来了丰富的成矿物质,接触变质带内发育大量的角岩化、矽卡岩化等蚀变。已发现铁、硫铁、铜多金属矿床(点)多处,岩浆与成矿关系极为密切,矿床成因类型主要有热液型和矽卡岩型。远景区是寻找钼、锑、金、铅锌等多金属矿床有利地段。

5 结论

通过对临夏太子山一带1:5万水系沉积物测量成果的再总结,获得了以下成果:

(1)研究区 Au 元素为极强分异,As、Sb、Bi 为强分异,成矿可能性较大,成矿可能性最大的为 Au 元素。通过聚类分析,大多数异常受岩浆岩和断裂控制,区内与酸性侵入岩有关且强度较高、元素组合较好的异常区有利于成矿。

(2)圈定地球化学单元元素异常733个,其中 Au 元素异常42个,元素变异系数较大,分带明显;综合异常31处,其中甲类异常9处,乙类异常17处,丙类异常5处。规模较大,元素组合复杂,浓集中心明显,已有及新发现矿点与异常对应关系较好,可有效缩小找矿范围,为地质找矿提供直接、可靠的找矿信息。

(3)划分出6个找矿远景区,其中A类2个,寻找金、锑、铜多金属矿前景较好;B类3个,有望发现金、钨、铁铅锌等多金属矿;C类1个,寻找钼矿前景较好。在找矿远景区内圈定金及多金属找矿靶区10处,为区内地质找矿工作提供了找矿靶区。

参 考 文 献

- [1] 朱华平,张德全. 区域化探异常的地球化学勘查评价方法技术进展综述[J]. 地质与勘探,2003(03):35-38
- [2] 王学求. 勘查地球化学近十年进展[J]. 矿物岩石地球化学通报,2013,32(02):190-197
- [3] 彭杨清,缪发金,杨春明. 奥维地图结合 GIS 技术在水系沉积物测量中的应用[Z]. 云南省首届青年地质科技论坛优秀学术论文集. 昆明,2017
- [4] 王晓伟,杨春霞,吴伯辉,等. 甘肃省夏河县完洛合一科才一带水系沉积物地球化学特征及找矿意义[J]. 甘肃地质,2010,19(01):27-31
- [5] 鲁有朋. 甘肃夏河麻当地区水系沉积物地球化学特征及金矿找矿标志[J]. 甘肃科技,2020,36(21):27-32
- [6] 石延林,谢升浪,何财福,等. 青海都兰县双雪包银多金属矿地球化学特征及找矿前景探讨[J]. 矿产勘查,2020,11(10):2149-2156

- [7] 马元林,莫延强,于小亮,等. 青海祁连山孔沟金矿 1 : 5 万水系沉积物测量异常评价及找矿方向[J]. 矿产勘查,2020,11(09):1993-1999
- [8] 黄晋荣,王建武,夏旭丽,等.山西右玉火烧滩—后窑子一带水系沉积物地球化学特征及找矿应用效果[J]. 世界地质,2021,40(02):319-329.
- [9] 肖进,徐琳,苏珊,等.青海南祁连哈尔科地区 1 : 50 000 水系沉积物测量地球化学特征及找矿方向[J].四川地质学报,2020,40(04):690-695
- [10] 董运如,董化祥,谢祥,等.甘肃西秦岭地区当庆沟脑金钨矿床地球化学异常特征及找矿前景[J].西北地质,2019,52(03):136-142
- [11] 王磊,杨建国,王小红,等.甘肃北山拾金坡—南金滩地区水系沉积物地球化学特征及找矿远景[J].中国地质,2016,43(02):585-593
- [12] 姚书振,周宗桂,吕新彪,等.秦岭成矿带成矿特征和找矿方向[J].西北地质,2006(02):156-178
- [13] 刘建宏,张新虎,赵彦庆,等.西秦岭成矿系列、成矿谱系研究及其找矿意义[J].矿床地质.2006(06):727-734
- [14] 李鹏举,焦世文,鲁有朋,等.甘肃省王格尔塘地区地球化学特征及成矿远景区划分[J].甘肃地质,2018,27(02):53-62
- [15] 王宗起,闫全人,闫臻,等.秦岭造山带主要大地构造单元的新划分[J].地质学报,2009,83(11):1527-1546
- [16] 张新虎.甘肃省区域成矿及找矿[M].北京:地质出版社,2013:204-251
- [17] 冯益民,曹宣铎,张二朋,等.西秦岭造山带的演化、构造格局和性质[J].西北地质,2003(01):1-10
- [18] 刘家军,郑明华,刘建明,等.西秦岭大地构造演化与金成矿带的分布[J].大地构造与成矿学,1997(04):307-314
- [19] 侯云生,金治鹏,刘建宏,等.甘肃省区域地球化学填图与地球化学景观特征[Z].中国地质学会 2005 年学术年会论文摘要集.内蒙古赤峰,2005
- [20] 任天祥,汪明启.中国浅表地球化学场基本特征[J].矿床地质,2004,23(S1):41-53
- [21] 戚长谋.元素地球化学分类探讨[J].长春地质学院学报,1991(04):361-365

GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF 1 : 50 000 WATER SEDIMENTS AND PROSPECTING DIVISION IN TAIZISHAN AREA OF LINXIA DISTRICT, GANSU PROVINCE

YAN Wang¹, JIAO Shi-wen^{1,2}, LI Peng-ju¹, CAO Yong-Gang¹, LIANG Zhi-yong¹
(1. The Third Institute of Geology and Mineral Exploration, Gansu Provincial Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Lanzhou 730000, China;
2. Gansu Remote Sensing Geology Center, Lanzhou 730000, China)

Abstract: Geochemical characteristics of water sediments have been preliminarily determined in reconnaissance area of 1 874 km² through 1 : 50 000 stream sediment geochemical survey in Taizishan area of Linxia District, Gansu Province. 31 synthetic anomalies have been delineated, 19 anomalies to find minerals, 6 metallogenic prospects, and 10 prior targets have been determined. We can confirm that most anomalies are controlled by magma rocks and fracture structures via abnormal verification. Moreover, we have discovered that abnormal zones with higher contents and better combinations of element types are conducive to find out minerals, and these zones are related to acidic intrusive rock. Through mineral inspection, 13 regions related to ore formation or mineralization have been found again, containing gold, copper, lead, zinc, antimony and so on. Through such efforts, we can achieve good results and provide solid foundations for regions to find minerals.

Key words: 1 : 50 000 water sediment survey; geochemical characteristics; prospecting area; Taizishan area; Gansu Province