西昆仑塔尔—库斯拉甫一带 Pb、Zn化探异常成因及找矿前景分析

吕丰强 崔春龙 黄建国
(西南科技大学资源与环境学院 四川绵阳 621010)

摘要:研究区经1:5万水系沉积物测量化探取样,根据样品测试结果共圈定4个Pb、Zn化探异常区,结合室内综合数据整理及野外异常成因分析,得出该地区Pb、Zn异常分3种类型:密西西比河谷型(MVT)、热液充填型和花岗斑岩型。其中,密西西比河谷型(MVT)异常区具有分布面积大、强度高、相关元素叠加性好的特点,是该地区铅锌矿的一级找矿前景区。

关键词:铅锌矿 化探 异常成因 找矿前景
中图分类号:P618;P632 **文献标志码**:A **文章编号**:1671-8755(2010)04-0038-06

A Brief Analysis of the Prospect and Causes of Pb, Zn Geochemical Exploration Anomalies in the Area of Tal-Kuslap of Western Kunlun

LV Feng-qiang, CUI Chun-long, HUANG Jian-guo

(*School of Environmental Resources and Engineering, Southwest University of Science and Technology, Mianyang* 621010, *Sichuan, China*)

Abstract: 1 : 50,000 stream sediments were surveyed in research area, and four delineated Pb, Zn areas of geochemical exploration anomalies were found in accordance to the test results of samples. Combining the indoor sorting of comprehensive data and the outdoor analysis of anomaly verifies, three types of Pb, Zn anomalies were found in this area: Mississippi Valley type (MVT), hydrothermal filling type and granite-porphyry type. Among which the Mississippi Valley type (MVT) is a large area of anomaly distribution with high strength and a good overlap with correlative elements. It is the first-level prospect of lead-zinc ore in the region.

Key words: Geochemical exploration anomalies; Courses of anomalies; Prospect of exploration

塔尔—库斯拉甫一带位于西昆仑山北坡和塔里木盆地西南缘结合带(图1),是西昆仑地区铅锌矿的集中分布区之一[2],已发现有卡兰古、乌苏里克等中小型铅锌矿床,资源前景较好。前人[3-6]对该地区铅锌矿成因的研究多侧重于研究区东边碳酸盐岩铅锌矿,对西边岩浆岩地区铅锌矿成因研究较少。1:5万大比例化探工作在西部岩浆岩地区也未曾开展,仅局限于东部少量沉积岩地区。本文以2009年在该地区进行地质矿产调查时得到的最新基础地质、矿产地质和化探成果为依据,对所圈定4个Pb、Zn化探异常区和新发现的矿(床)点进行查证工作,同时重点分析了异常的成因类型,并对各异常成因类型进行评价,得出最有找矿前景类型,希望能对该地区铅锌矿的进一步找矿工作提供帮助。

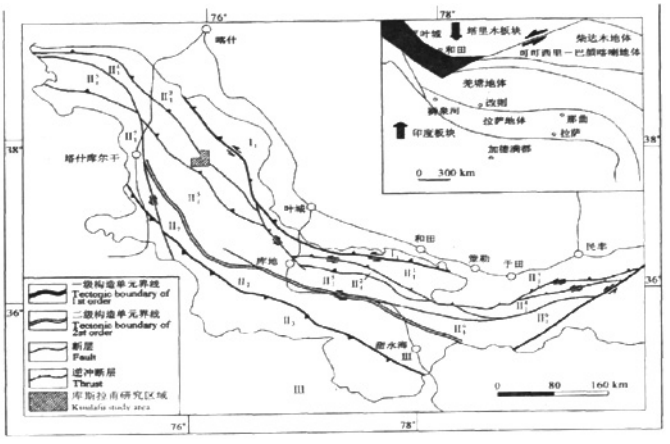
收稿日期:2009-12-06
基金项目:新疆维吾尔自治区人民政府项目办公室资助(XJZBKD2007-1)。
作者简介:吕丰强(1983—),男,硕士研究生,主要从事矿产普查与勘探方面的研究。E-mail:lvfengqiang@163.com。

万方数据

1　研究区地质特征

研究区以库斯拉甫断裂为界,横跨西昆仑复合造山带和塔里木地块西南缘两个地质构造单元。西昆仑山复合造山带岩石均属海槽型沉积变质岩,出露地层有晚元古代—早古生代下震旦统恰克马克力克组(Z_{1q})、寒武系阿拉叫依岩群(C_1A),岩性以复理石变质碎屑岩夹碳酸盐岩(大理岩)为主;晚古生代为下石炭统克英组(C_1k)和苏阿克组(C_{1s}),岩性以复理石碎屑岩夹碳酸盐岩及含放射虫硅质岩沉积为主。塔里木地块西南缘地层自晚古生代一中生代以来以浅海相生物碳酸盐岩夹陆源碎屑岩沉积为主。

岩浆岩集中分布于西昆仑复合造山带,以中酸性侵入岩为主,基性岩较少。按侵位时代可划分为蓟县纪、寒武—奥陶纪、二叠纪、三叠纪和新近纪。基性火山岩在调查区东部地层区有少量分布。断裂构造较为发育,主要呈南北向和北北西向展布,规模较大的断裂自西向东依次有塔尔断裂(F1)、库斯拉甫断裂(F2)、云吉艾格孜断裂(F3)和考古娅断裂(F4)。其中库斯拉甫断裂为超壳型断裂,具明显区域性,控制了西边岩体和东边地层的分布。



Ⅰ-塔里木板块(Ⅰ$_1$—塔里木西南缘晚古生代—中生代弧后前陆褶冲带);Ⅱ—西昆仑复合造山带:Ⅱ$_1$—北昆仑地体(Ⅱ$_1^1$—特克里克前震旦纪弧后盆地,Ⅱ$_1^2$—盖兹—他龙晚古生代陆内裂陷带,Ⅱ$_1^3$—塔木—奥依塔格中新元古代岛弧,Ⅱ$_1^4$—西昆仑北缘早古生代岛弧,Ⅱ$_1^5$—西昆仑前震旦纪隆起带,Ⅱ$_1^6$—大红柳滩—泉水沟晚古生代裂陷带,Ⅱ$_1^7$—塔县早古生代陆内裂陷带),Ⅱ$_2$—南昆仑地体,Ⅱ$_3$—喀喇昆仑地体,Ⅲ—羌塘地块

图 1　西昆仑地区构造单元图(据潘裕生[1]修编)

Fig.1 The sketch of structural units in the Western Kunlun area (Revised after Pan Yu-sheng [1])

2　研究区地球化学特征

研究区处于西昆仑北坡,属于典型的西昆仑高山区地球化学景观,大体以库斯拉甫断裂为界,划分为西部塔尔景观区(西昆仑构造岩浆成矿带)和东部阿孜干景观区(塔里木南缘沉积改造成矿带)。

西部塔尔景观区内,高温元素 W、Sn、Bi、Mo 相对富集,显示出与中—酸性侵入岩关系密切的特点;地幔—下地壳元素 Cr、Co、Ni 分布比较零星,规模也小,相对集中于库斯拉甫断裂带和塔尔断裂带北段,与区内浅成基性脉岩的分布相吻合。

东部阿孜干景观区内,Cu、Pb、Zn、Ag 元素富集明显,Pb、Zn 元素主要富集于泥盆系中统克孜勒陶组(D_2k),据资料[7-8],该地层在区域上即是铅锌矿的重要含矿层位之一;Cr、Co、Ni 元素高值区的出现主要与中泥盆—下石炭统奇自拉夫组(D_3-C_{1q})陆源碎屑岩中的基性火山岩和基性脉岩有关。

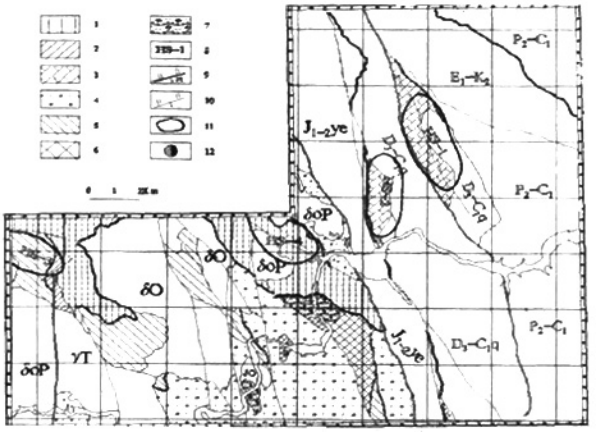
3　化探异常特征及解释

此次水系沉积物地球化学测量结合 1∶50 000 采样点位布置图,使用 GPS 准确定位各个采样点的位置,并利用 GPS 的航迹监控方法,保证各采样点的到位。采样物质一般以Ⅰ、Ⅱ级水系中的细砂—粗砂冲积物为主。个别无法取样地段;采集点位附近的岩屑物质。样品分析项目为 Au、Ag、Cu、Pb、Zn、As、Sb、Ni、Co、W、Sn、Mo、Bi、Cr 等 14 种元素。

据水系沉积物数据测试结果,逐步剔除高值,使数据趋势曲线服从正态分布后求出元素平均值($\bar{X}$)和

万方数据

标准离差(S),利用公式 $T = \bar{X} + 2S$ 得出各元素异常下限值[9]。结合区域地质特征和各元素相关性,研究区内共圈定4个以Pb、Zn为主的异常区,即:HS-1、HS-2、HS-3和HS-4化探异常区(图2)。异常区水系沉积物测试数据见表1。



E_1-K_2古新统—中白垩统,$J_{1-2}ye$中—下侏罗统叶尔羌群,P_2-C_1中二叠统—下石炭统,D_3-C_{1q}下石炭系统—上泥盆统奇自拉夫组,γT三叠纪花岗岩,δοP二叠纪石英闪长岩,δO奥陶纪似斑状花岗岩,1—下石炭统苏阿克组,2—下石炭统克英组,3—中泥盆统克孜勒陶组(D_2k),4—下寒武统玛列兹群(C_1M),5—震旦系,6—长城系,7—志留纪混合岩,8—异常区编号,9-区域性大断裂,10—一般性断裂,11—化探异常区,12—铅锌矿

图2 研究区地质—化探异常综合略图

Fig.2 Integrated sketch of geology and geochemical anomalies in the research area

表1 异常区水系沉积物测试数据一览表

Table 1 Tested data of drainage stream sediments in anomalous zone

区域	元素	Au	As	Sb	Cu	Pb	Zn	Ag	W	Sn	Bi	Mo	Cr	Co	Ni
HS-1	Max	3.60	123.00	2.30	1258.00	>1000	598.00	3.863	2.80	3.90	1.00	6.00	115.00	33.00	49.80
	Min	0.30	6.70	0.41	6.10	8.20	21.9	0.027	0.68	0.90	0.11	0.34	21.40	2.40	6.60
	$\bar{X}$	0.95	17.84	0.71	45.93	199.88	169.96	0.093	1.35	2.22	0.32	0.94	65.72	14.21	31.77
	S	0.54	21.25	0.35	135.77	271.99	23.34	0.130	0.40	0.73	0.13	0.86	19.92	4.04	7.81
	CV	0.57	1.19	0.50	2.96	1.36	1.34	1.41	0.30	0.33	0.40	0.91	0.30	0.28	0.25
HS-2	Max	3.00	114.00	5.60	520.00	>1000	>1500	>5.00	2.00	3.60	0.50	1.60	965.00	44.80	45.3
	Min	0.50	7.00	0.41	10.60	10.40	32.90	0.032	0.75	1.00	0.16	0.43	36.70	8..30	17.40
	$\bar{X}$	1.10	21.88	1.06	36.96	156.06	250.87	0.274	1.37	2.42	0.31	0.71	64.93	14.19	30.64
	S	0.60	18.30	0.96	26.40	234.41	247.93	0.817	0.30	0.65	0.07	0.20	15.92	5.74	6.94
	CV	0.55	0.84	0.91	0.71	1.50	1.64	2.98	0.22	0.27	0.23	0.28	0.25	0.40	0.23
HS-3	Max	13.50	90.10	9.80	110.00	441.00	437.00	0.366	4.20	8.90	0.99	17.40	186.00	29.60	79.70
	Min	0.60	2.90	1.50	9.30	21.50	57.60	0.041	0.90	2.30	0.34	1.10	3.40	1.70	2.50
	$\bar{X}$	3.21	29.91	2.09	37.04	156.36	178.56	0.151	2.70	4.25	0.61	6.90	65.87	9.61	28.79
	S	3.27	23.57	2.56	31.70	198.53	182.09	0.195	0.74	1.66	0.20	4.78	61.18	8.50	25.43
	CV	1.02	0.79	1.23	0.86	1.26	1.01	1.27	0.28	0.39	0.32	0.69	0.93	0.88	0.88
HS-4	Max	18.20	130.00	3.10	91.20	563.20	471.00	0.207	12.50	7.00	2.70	21.40	160.00	33.80	86.30
	Min	0.30	8.60	0.43	8.10	26.40	49.20	0.029	1.20	1.80	0.36	0.96	9.30	2.70	3.40
	$\bar{X}$	2.17	30.40	1.25	32.93	187.83	181.34	0.083	2.28	3.73	0.74	2.44	62.10	13.10	27.81
	S	1.98	24.36	0.62	18.97	203.43	211.33	0.037	1.89	0.95	0.42	2.84	39.47	6.89	19.10
	CV	0.91	0.80	0.50	0.58	1.08	1.16	0.45	0.57	0.26	0.59	1.16	0.64	0.53	0.69
	T	3.40	35.00	1.80	45.00	50.00	100.00	0.12	3.30	4.00	0.70	2.30	120.00	20.00	50.00
克拉克值		4.00	2.20	0.60	63.00	12.00	94.00	0.08	1.10	1.70	0.17	1.30	111.00	25.00	89.00

注:数据由新疆地矿局喀什地质二队测试中心测试。数据 Au×10^{-9},其余均×10^{-6};克拉克值(黎彤1976);T—异常下限值;

3.1 HS-1化探异常区

异常区位于阿克陶县库斯拉甫乡东北部恰特艾勒克沟,中心坐标东经76°23′44″,北纬38°17′19″,面积约

万方数据

11.5 km^2。

化探异常特征:异常区共采集水系沉积物样品63件。从表1中可以看出,主要成矿元素 Pb、Zn 的均方差、变异系数均较大,说明异常区内岩石中 Pb、Zn 的富集强度和富集能力比较高,元素在异常区内分布极其不均匀,均属于强分异型。根据各元素的数据特征确定岩石中元素的富集能力从大到小排列的顺序为:Pb > Ag > Cu > Zn。$Pb_{Max} > 1000 \times 10^{-6}$, $\bar{X} = 199.88 \times 10^{-6}$; $Zn_{Max} = 593 \times 10^{-6}$, $\bar{X} = 169.96 \times 10^{-6}$。Cu 元素平均值虽低于黎彤值[10],但 $Cu_{Max} = 1258 \times 10^{-6}$, $CV = 3$,数据特征明显,变异系数大,在异常区内存在明显的富集区。

异常地质背景及解译:异常区出露地层为克孜勒陶组和奇自拉夫组。铅锌异常主要赋存于克孜勒陶组灰岩或灰质白云岩中。区内未见岩浆岩,仅据前人资料[4]在卡兰古矿区钻孔中见有少量辉绿岩;异常区发育北北西向及北东向两组断裂构造,其中以北北西向断裂强劲,沿微细节理发育有碳酸盐岩脉和石英脉;北东向断裂多为层间剪切断裂,分布比较密集,是含矿层中主要的储矿构造。异常区东边中一新生代红色盆地内地下水因受地热梯度影响成为地下热水,其高含盐度可引起热水比重的变化而发生对流或环流。受水温和含盐度等因素影响,地下热水可加速对围岩成分的溶解和滤出,然后沿着断裂、裂隙和穹窿构造向上运移,进入层间滑动面、裂隙等储矿构造中,通过充填或交代作用把铅锌成矿元素沉淀下来,加上后期地质构造作用甚至富集成矿。

3.2　HS-2 化探异常区

异常区位于阿克陶县库斯拉甫乡北边的塔勒托格拉克沟,中心坐标东经76°17′23″,北纬38°12′17″,面积约9.8 km^2。

化探异常特征:异常区共采集水系沉积物样品54件。异常呈椭圆形南北向分布,面积大,强度高,异常组合以 Pb、Zn、Ag 为主,伴生有 Cr、Co、Ni 元素异常,与异常区北部次火山的存在相一致。主要成矿元素特征(表1):$Pb_{Max} = 1000 \times 10^{-6}$, $CV = 1.50$; $Zn_{Max} = 1500 \times 10^{-6}$, $CV = 1.64$。

异常地质背景及解译:异常区出露地层为克孜勒陶组和奇自拉夫组。西侧侏罗纪断陷盆地底部砾岩假整合于克孜勒陶组之上。盆地内部南北向断裂与艾散铁木尔断裂在异常区北部呈"人"字形锐角相交,其间夹持的克孜勒陶组灰岩即是异常区内铅锌的浓集中心。盆地中黑色岩系的有机质对铅锌元素富集成矿起催化作用,使铅锌元素在处于静水强还原环境中易于还原析出而沉淀。异常区内的礁灰岩因受盆地热水溶液溶滤及随后发生的交代和填充作用,出现细网脉矿化异常,加上后期燕山运动的强烈改造,使铅锌元素在礁灰岩附近的灰岩中更加富集,甚至成矿。

3.3　HS-3 化探异常区

异常区位于阿克陶县塔尔乡西北角,中心坐标东经76°18′12″,北纬37°55′24″,异常西延出研究区,面积约8.7 km^2。

化探异常特征:异常区共采集水系沉积物样品46件。异常以 Pb、Zn、Ag 为主,伴有 Au、As、Mo、Cr、Co、Ni 等元素异常,所测14种元素均有不同程度异常显示,其中 Pb、Zn 异常规模大,相互迭合程度好,强度高。如表1所示,主要成矿元素特征值:$Pb_{Max} = 441 \times 10^{-6}$, $Zn_{Max} = 437 \times 10^{-6}$,伴生元素 $Au_{Max} = 13.5 \times 10^{-9}$, $Mo_{Max} = 17.4 \times 10^{-6}$。Pb、Zn 元素的平均值和变异系数均较大,具有在局部成矿的可能。

异常地质背景及解译:异常区出露地层有恰克马克力克组和克英组。克英组含有机碳较高,呈现为深灰色薄层状含碳硅质岩建造,其底界硅质岩假整合于恰克马克力克组变质石英岩之上;区内岩浆岩发育,沿塔尔断裂带见有少量辉绿岩脉;塔尔断裂和云吉于孜弧形断裂在异常区内相交,断裂节点中石英脉沿剪切破碎部位零星分布。据西边恰尔隆一带地质矿产资料[11-12],在硅质岩建造中发现有较为丰富的 Pb、Zn 和 Ag 等成矿元素,局部地段已富集成矿。该异常区地质特征与西邻恰尔隆地区相似,断裂带上的硅质岩目测放射虫含量达8%左右,其间有少量细晶花岗闪长斑岩穿插,花岗闪长斑岩发育弱碳酸盐化和绿泥石化。笔者初步认为该地区铅锌矿化主要赋矿围岩为浅成相或超浅成相蚀变细晶花岗闪长斑岩,其次是硅质岩,可能为铅锌等多金属矿的形成提供了丰富的物质基础。铅锌元素多沿次级陡倾断裂或层间剪切裂隙侵位,受后期构造

万方数据

活动影响明显,铅锌矿(化)体多发生有流塑形变。

3.4 HS-4化探异常区

该异常区位于阿克陶县库斯拉甫乡西却帕勒克沟附近,异常中心坐标东经76°15′33″,北纬37°58′28″,面积约8.3 km^2。

化探异常特征:异常区共采集水系沉积物样品43件。异常元素组合为:Pb-Zn-Au-As-Mo,形态呈似圆状,向北未封闭延伸出区外。从元素异常组合和地质条件来看,该异常主要以中—高温热液元素为主,伴生低温和高温热液元素异常,对寻找中—高温热液型铅锌钼多金属矿极为有利,此外对于断裂带石英脉型的金也应引起注意。主要成矿元素特征(表1):$Pb_{Max}=563.3\times10^{-6}$,$Zn_{Max}=471\times10^{-6}$,$Mo_{Max}=21.4\times10^{-6}$,$Au_{Max}=18.2\times10^{-9}$。

异常地质背景及解译:异常区出露地层有苏阿克组和玛列兹群。苏阿克组底界砾岩假整合于玛列兹群(硅质)灰岩之上,岩石变质程度较深,含金属矿物的糜棱岩化和碎斑岩化现象明显。二叠纪石英闪长岩以岩株形式侵位于苏阿克组碎屑岩中。异常区内北西和北东向断裂发育,断裂带中岩石破碎,细小石英脉极其发育。笔者认为苏阿克组碎屑岩中铅锌成矿元素经岩浆热液的叠加,以充填沉淀的方式产于浅变质铝硅酸岩层的有利容矿构造中,从而表现为如今的异常,甚至形成较为简单的脉状铅锌矿(化)体。

4 找矿前景浅析

4.1 异常区内典型矿点特征

通过对异常区内新发现铅锌矿(床)点的实地查证和采样分析,并结合此次地质调查工作的最新地质、矿产成果,得出各个铅锌矿点特征(见表2)。

表2 异常区内铅锌矿(床)点特征表

Table 2 The characteristics of lead-zinc ore (deposit) spots in the anomalous zone

异常编号	典型矿(床)点	地质背景	赋矿围岩	矿(床)点形态	矿石矿物	矿石结构构造	围岩蚀变	类型	前景评价
HS-1	托吾白	塔里木盆地西南缘	灰岩及灰质白云岩	层状、透镜状	方铅矿、黄铜矿、黄铁矿	致密块状、角砾状	白云岩化、角砾岩化	MVT	较好
HS-2	艾散铁木尔	塔里木盆地西南缘	灰岩及礁灰岩	透镜状、囊状	方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、	微细浸染状	方解石化、菱铁矿化	MVT	较好
HS-3	别勒迪尔	西昆仑造山带	花岗斑岩及硅质岩	脉状、脉带状	方铅矿、闪锌矿、黄铁矿	浸染状	绿泥石化、硅化	花岗斑岩型	一般
HS-4	却帕勒克	西昆仑造山带	花岗岩及外接触带	脉状,不规则状	方铅矿、闪锌矿、钼铅矿	斑点状、浸染状	矽卡岩化	热液充填型	一般

从表2可以看出,HS-1和HS-2异常区内的铅锌矿(床)点赋矿围岩均为克孜勒陶组(白云质)灰岩,灰岩中后期碳酸盐化和白云石化显著。矿体形态呈层状和透镜状,伴生有黄铜矿、黄铁矿等中低温矿物。矿体受后期地质改造作用明显,特征与卡兰古铅锌矿床相似,具密西西比河谷型(MVT)特点[4,13-15]。其中HS-2异常区内见及少量礁灰岩,其间存在被白云石充填的空穴,此外,周围浅海相的石灰岩显示负铅晕,表明矿(床)点的形成可能与礁灰岩关系密切。HS-3和HS-4异常区均位于西昆仑复合造山带,异常成因与中酸性侵入岩有关。受同期和后期构造活动影响,矿(化)体呈脉状及不规则状,且伴生有闪锌矿、钼铅矿等中高温矿物。其中HS-3异常与硅质岩中的花岗闪长斑岩关系密切,矿(化)体主要赋存在斑岩中,在斑岩体与围岩的接触带或附近的围岩中也有一定的异常,具斑岩型铅锌矿成矿特点;HS-4异常主要产在酸性岩浆岩与苏阿克组的外接触带上,且受不同期次的断裂构造所控制,在断裂带上发现有少量黄铁矿化和绿帘石化矿物,经采样化验,其中铅锌铜元素含量较高,具有明显热液充填型铅锌矿的特点。

4.2 找矿前景评价

HS-1和HS-2异常区面积大,矿化特征明显,异常强度高,且与卡兰古铅锌矿相距不远。异常查证时

万方数据

均新发现有一些较好的矿(床)点,找矿潜力大,建议做进一步的勘查工作。

HS-3和HS-4异常区面积较小,矿化特征不明显,异常强度不高。查证时仅在花岗斑岩和地层的外接触带上发现有零星矿(化)。经断裂破碎带采样分析,部分样品铅锌可达工业品位,但因地理条件所限,以往在该区域地质工作程度较浅,可做进一步的矿点检查工作。

5 结论

通过对异常区内地球化学水系沉积物数据特征分析和新发现矿(床)点的查证,得出:(1) 研究区以库斯拉甫断裂为界,异常呈现出两个截然不同的地球化学景观。断裂以东HS-1和HS-2异常受控于地层和断裂构造,铅锌均产于克孜勒陶组灰岩及白云质灰岩中,具有明显的密西西比河谷型(MVT)成矿特征;断裂以西HS-3和HS-4异常均与中酸性岩浆活动有关,铅锌矿化仅在岩体和地层的外接触带富集明显,受同期和后期断裂构造控制显著。(2) HS-1和HS-2异常内伴生成矿元素主要为Cu,Ag,见有黄铜矿、孔雀石等矿物,具有中低温成矿特点;HS-3和HS-4异常内伴生成矿元素主要为Cr、Mo、W,见有钼铅矿矿物,具有高温成矿特点。(3) HS-1和HS-2异常成矿地质条件较好,具有明显的密西西比河谷型(MVT)特点,找矿潜力巨大,是研究区内最主要的找矿类型,建议在卡拉古矿区西北部可以实施浅表工程,做进一步勘探工作;HS-3和HS-4异常强度相对较小,以往地质化探工作程度不深,对其成因了解尚浅,应在以后工作中加以重视,以便取得突破。

致谢:新疆阿克陶县库斯拉甫一带1:5万区域地质矿产调查项目为论文数据分析提供了资金支持;感谢杨恒书教授级高工对本文的指导及项目组其他工作成员的帮助!

参考文献

[1] 潘裕生.西昆仑山构造特征与演化[J].地质科学,1990,(03):224-231.

[2] 崔军文,郭宪璞,丁孝忠,等.西昆仑—塔里木盆地盆—山结合带的中、新生代变形构造及其动力学[J].地学前缘,2006,13(4):103-118.

[3] 袁波.新疆西昆仑卡兰古、塔木铅锌矿地质特征和矿化富集规律研究[D].吉林大学,2007:17-49.

[4] 匡文龙,刘石华,刘继顺,等.西昆仑地区卡兰古密西西比河谷型铅锌矿床成矿地质特征和成矿作用探讨[J].世界地质,2002,21(4):340-346.

[5] 印建平,田培仁,戚学祥,等.西昆仑塔木—卡兰古铅锌铜矿带含矿岩系的地质地球化学特征[J].现代地质,2003,(2):143-149.

[6] 胡剑辉,曾志钢,吉蕴生.新疆西昆仑库斯拉甫铅锌铜成矿带水系沉积物测量及其找矿效果[J].矿产与地质,2005,(6):617-623.

[7] 董连慧,庄道泽,冯京,等.新疆层控型铅锌矿[J].新疆地质,2007,25(4):339-344.

[8] 董永观,郭坤一,肖惠良,等.西昆仑地区成矿远景[J].中国地质,20030,(02):173-178.

[9] 中华人民共和国地质矿产行业标准地球化学普查规范(DZ/T 0011-91)[S].中华人民共和国国土资源部,2003.9-20.

[10] 黎 彤.元素化学的地球丰度[J].地球化学,1976,5(3):167-174.

[11] 崔春龙,黄建国,朱余银,等.1:5万区域矿产调查报告(恰尔隆乡幅、库科西力克幅、阿勒玛勒克幅)[R].昌吉:新疆地矿局第二区域地质调查大队,2008.47-89.

[12] 黄建国,崔春龙,李文杰,等.新疆西昆仑库科西鲁克多金属矿集区地质特征[J].矿床地质,2009,28(2):218-223.

[13] Clendenin C W, Niewendorp C A, Duane M J, et al. The Pale Hydrology of Southwest Missouri Mississippi Valley-Type Deposits: Interplay of Faults, Fluids and Adjoining Ideologies[J]. Econ Geo., 1994.89:322-332.

[14] Sangster D F. The Role of Dense Brines in the Formation of Vent-Distal Sedimentary-Exhalative (SEDEX) Lead-Zinc Deposits: Field and Laboratory Evidence [J]. Mineralium Deposits, 2002,37: 149-157.

[15] Maria S G, Henry K. Zinc-lead Deposits, Upper Silesia, Poland Upper Silesian District: Lat.50 16N, Long.1930E [J]. Ore Geology Reviews, 2005, 27 (1-4): 269.

万方数据