

DOI: 10.11720/j.issn.1000-8918.2014.2.06

新疆西昆仑岔路口—甜水海地区 铅锌资源地球化学定量预测

周军,任燕

(新疆维吾尔自治区地质调查院,新疆 乌鲁木齐 830000)

摘 要:新疆西昆仑岔路口—甜水海地区铅锌成矿地质条件良好,具很大的资源潜力。利用该地区最新的 1:5 万化探成果,运用 GIS 技术,提取剥蚀程度、相似度和衬值等地球化学信息,通过建立典型铅锌矿地球化学预测模型,并在铅地球化学异常可信度分级基础上,采用类比法和面金属量法对区内铅锌资源量进行了定量预测,为该地区铅锌矿勘查工作部署提供了依据,同时也为地球化学勘查资料的深入开发应用提供了案例。

关键词:地球化学勘查;铅锌矿;定量预测;资源量;西昆仑岔路口—甜水海地区

中图分类号: P632 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8918(2014)02-0220-07

新疆西昆仑岔路口—甜水海地区位于新藏公路黑卡—甜水海一线以南,构造上处于阿克赛钦古生代陆缘盆地和喀喇昆仑中生代陆缘盆地的结合部位,两者之间以乔尔天山—岔路口断裂分隔,该断裂属喀喇昆仑深断裂,沿此断裂及两侧,构成新疆铅富集规模最大、强度最高、元素组合全的地区,同范围内叠加有锌、镉富集区,在更大范围内叠加的锑、汞富集区也在新疆少见。铅以 32×10^{-6} 为下限,圈定异常连续而稳定,异常面积达 10 300 km²。由于海拔高,工作条件差,研究区工作程度较低,自 1982 年开展了 1:100 万地质矿产调查和 2000 年开展了 1:50 万区域化探等小比例尺工作以来,直到 2006 年新疆 1:5 万区域地质矿产调查项目管理办公室部署实施了“新疆和田县乔尔天山一带 1:5 万区域地质矿产调查”,才揭开了大中比例尺找矿工作的序幕。2010 年,中国地质调查局在区内开展了“新疆西昆仑岔路口地区 1:5 化探”和“新疆西昆仑甜水海地区 1:5 化探”,这些工作取得了良好的找矿成果,圈定了一批有价值的铅锌异常,并发现了落石沟、鸡冠石、木鱼岭、白泥滩、多宝山、甜水海等多处铅锌矿产。三个项目水系沉积物测量面积合计 6 733 km²,构成了本次地球化学定量预测的基础。随着地质勘查的不断深入,区内部分铅锌矿的规模已达中型,目前该区已划为铅锌矿产的整装勘查区,而铅锌矿产的资源量预测将为地质找矿工作部署提供依据。

1 实验区地质概况

岔路口—甜水海地区地层分布以乔尔天山—岔路口断裂为界,断裂以北为甜水海地层分区,断裂以南为神仙湾地层分区,北部以古生界地层为主,南部以中生界地层为主,其中侏罗—白垩系下部为陆相碎屑岩、上部为碳酸盐岩建造,侏罗系龙山组岩性可分为两段,砂砾岩段以及灰岩段。白垩系铁龙滩群可分为下部砾岩、中部钙质砂岩夹砾岩、上部砾岩夹钙质砂岩三段。区内侵入岩不发育,仅见有少量辉绿岩脉及酸性岩脉。区域断裂主要为北西向的乔尔天山—岔路口断裂,总体构造线方向呈北西—南东向展布。图 1 为该区的地质概况及化探异常。

1:5 万化探成果(表 1)显示,从二叠系开始一直到白垩系,地层中铅普遍富集,富集程度最高的是侏罗系龙山组和白垩系铁龙滩群。二叠系、侏罗系

表 1 测区主要地层单元铅、锌含量特征 10⁻⁶

地层分区	地层	w(Pb)		w(Zn)	
		均值	极大值	均值	极大值
神仙湾	铁龙滩群	54.488	6064.0	167.142	2262.4
	龙山组	53.332	11160.0	100.139	2717.0
	河尾滩群	42.507	989.0	98.792	564.0
	神仙湾组	40.400	1718.0	72.320	1661.0
甜水海	恰提尔群	33.715	197.0	78.356	991.0
	落石沟组	34.778	193.0	75.202	289.0
	温泉沟群	20.435	317.0	84.885	255.0
	冬瓜山群	22.727	167.9	73.755	440.5

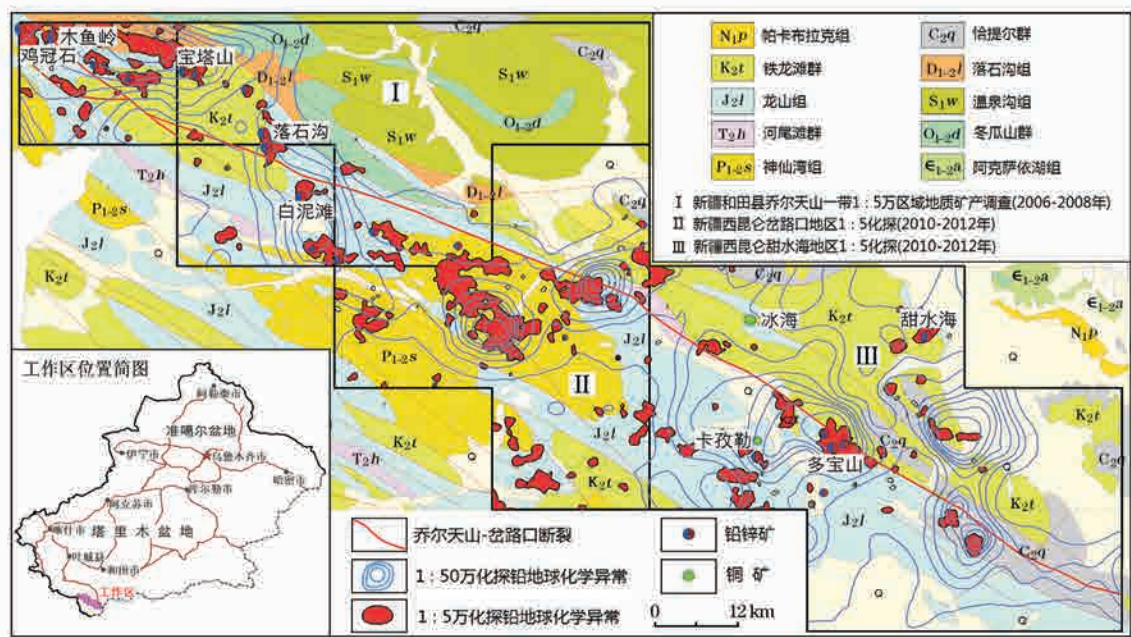


图 1 新疆西昆仑岔路口—甜水海地区地质及化探异常

和白垩系不但是区内铅锌矿的重要赋矿地层,也是区内分布最广的地层。

2 典型矿床及其地球化学预测模型

2.1 典型矿床的选择

根据地球化学典型矿床选择应遵循的标准^[1],选择多宝山铅锌矿和甜水海铅锌矿作为资源量预测的典型矿床。在资源量预测过程中,一个重要的影响因素是矿产勘查程度。区内大部分铅锌矿处于预普查阶段,已知资源量甚少,因此在预测过程中参考勘查程度较高的新疆维宝铅锌矿和彩霞山铅锌矿(表 2),仅从地球化学特征和成矿率上进行对比研究,提高本次地球化学资源量预测程度。

从表 2 中可以看出,西昆仑区域化探铅异常面

积大于 10 000 km²,可作为一个独立的地球化学省,多宝山锌异常面积大于 1 000 km²,相当于一个地球化学块体。1:5 万化探结果显示,甜水海、多宝山的铅锌异常最大值、平均值、衬值远高于彩霞山和维宝地区,由于工作程度低,目前所探明的资源量明显偏少。为了取得合理的资源量作为定量预测的基础,根据谢学锦院士的地球化学块体成矿理论,参照彩霞山和维宝地区块体成矿率参数^[2],取彩霞山、维宝铅锌矿的成矿率的平均值,计算甜水海、多宝山铅锌资源量分别为 120 万 t 和 200 万 t,以此作为实验区已知矿产的资源量。

2.2 地球化学预测模型

地球化学资源量预测的基本思想是相似类比,用于类比的对象就是典型矿床,典型矿床的地质、

表 2 典型铅锌矿床地球化学参数

典型矿床		彩霞山		维宝		甜水海		多宝山	
发现时间		2002 年		2003 年		2011 年		2008 年	
地区		东天山		东昆仑		西昆仑		西昆仑	
勘查程度		已开采		详查		预普查		预普查	
资源量 (Pb+Zn)		348 万 t		61.43 万 t		11.2 (120) 万 t		10.5 (200) 万 t	
元素异常		Pb	Zn	Pb	Zn	Pb	Zn	Pb	Zn
1:50 万水系沉积物测量铅、锌异常特征	异常面积/km ²	80.1	96.3	58.53	35.5	10010	97.1	10010	1091
	最大值/10 ⁻⁶	225	291	291	359	230.9	164	230.9	304
	平均值/10 ⁻⁶	29.9	84.1	65.42	162.7	42.5	101.1	42.5	121.3
	衬度	1.6	1.3	2.18	1.63	1.3	1.1	1.3	1.4
1:5 万水系沉积物测量铅、锌异常特征	异常面积/km ²	6	4.75	25.6	26.7	3.93	1.24	12.01	4.8
	最大值/10 ⁻⁶	772.9	1773.35	415.3	762.6	6064	891	4822	1570
	平均值/10 ⁻⁶	74.94	272.53	107.6	229.9	798.9	382.7	392.81	308.11
	衬度	2.2	2.1	2.15	1.92	14.5	2.8	7.12	2.3
成矿率/%		0.05	0.016	0.0069	0.0048	0.027	0.01	0.027	0.01

表 3 测区典型矿床地球化学预测模型

预测模型		多宝山铅锌矿	甜水海铅锌矿
赋矿地层		白垩系铁隆滩组,灰岩、岩溶角砾岩、泥岩等	侏罗系中统龙山组,灰岩、砾岩、粉砂岩、砂岩等
围岩蚀变		碳酸盐化、硅化、泥化、孔雀石化、褐铁矿化等	
控矿条件		近南北向断裂为主要的控矿构造	背斜的两翼和向斜的核部为主要的赋矿部位
矿床类型		层控碳酸盐岩型	层控碳酸盐岩型
矿体形态		呈似层状、不规则透镜状,矿体倾角 20°~55°	呈似层状,倾向 140°,矿体倾角 35°~50°
矿石矿物		主要为方铅矿、白铅矿、闪锌矿,次为黄铜矿、褐铁矿等	
脉石矿物		有方解石、白云石、石英、长石及泥质物等	
区域地球化学特征		以 Pb、Zn、Cd、Sb、Hg 异常为主,异常强度高,面积大	
1:5 万 化探异常特征	主成分分析元素组合	Pb、Zn、Ag、As、Sb、Sn、Bi	Pb、Zn、Ag、Sb、W、Sn、Bi、Au、Cu
	剥蚀系数	0.15	0.1
	相似度元素组合	Pb+Zn+Ag+As+Sb+Bi	Pb+Zn+Ag+As+Sb+Au
	衬值异常元素组合	Pb-Zn-Ag-As-Sb-W-Bi-Cu-Co	Pb-Zn-Ag-As-Sb-Au-W-Bi-Cu-Mo-Co-Ni
	衬度异常量元素组合	Pb、Zn、Ag、Sb	Pb、Zn、Ag、As、Cu

地球化学模型的建立是进行成矿预测的基础。选择实验区中的多宝山铅锌矿和甜水海铅锌矿作为本次资源量预测的典型矿床(表 3)。两个典型矿床的类型一致,所处的地理环境一致,地球化学特征基本相同,而且目前发现的铅锌矿类型大都为层控碳酸盐岩型,因此在相同成矿背景下同类异常地球化学特征的可比性大大增强,这也提高了本区地球化学定量预测的准确程度。

3 地球化学信息提取

3.1 地球化学分区

本次地球化学分区是利用降维的主成分分析^[3],根据元素与实际成矿地质意义之间的联系,概括和提取地球化学主成分元素组合信息(表 4)。用主成分得分投点编制地球化学分区图,可以

表 4 测区 14 种元素因子分析结果

元素	组分分类				
	F1	F2	F3	F4	F5
Cr	0.979				
Ni	0.972				
Co	0.943				
Cu	0.566				
Bi		0.823			
Sb		0.804			
As		0.595			
Ag		0.587			
W			0.902		
Sn			0.894		
Au				0.837	
Mo				0.694	
Pb					0.865
Zn					0.615

划分出五大类 27 个地球化学分区(图 2)。Pb-Zn 分区的特征最为明显,9 个分区铅锌的平均值均大于全区平均值,并且从东南到西北呈带状连续分布,

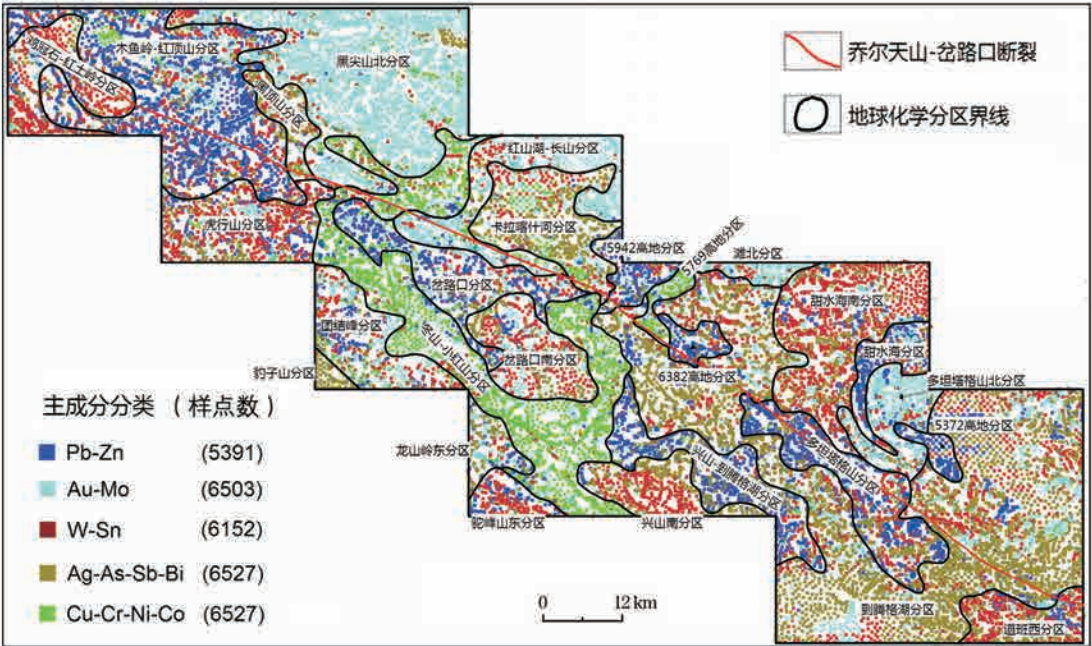


图 2 新疆西昆仑岔路口—甜水海地区地球化学分区

这些分区内异常元素以 Pb、Zn、Ag、As、Sb 为主,具有异常数量多、异常值高、分带清晰、面积大的特点。Au-Mo 分区有分布集中、面积大、异常元素单一的特点,其中黑尖山北分区和红山湖—长山分区是 Au、Mo 异常的主要分布区。

Cu-Cr-Ni-Co 分区呈半环带状,根据异常特征分析,应该是基性火山岩或基性、超基性侵入岩的反映,但目前尚未证实。相对 W-Sn 分区,本分区内异常组分复杂,以 W、Sn、Mo、Bi 为主,伴有 Cu、Pb、Zn、Ag、As、Sb 等,虽然区内除铅、锌外尚未发现钨、锡等矿产,但应予以足够重视。Ag-As-Sb-Bi 是区内最大的地球化学分区,但异常特征并不明显,除银外其他成矿元素不突出,显示的找矿信息不强。

3.2 异常下限的确定

由于区内的成矿地层和构造对地球化学空间分布的影响很大,数据中存在很强的背景不均匀性,因此,采用分区衬值方法提取 14 种元素的异常。以地球化学分区为单元统计平均值,将区内各点数据除以所在单元平均值^[4],按 92% 累频值提取异常;为保持异常的连续性,把衬值异常叠加到原始数据地球化学图上,选择最接近衬值异常范围的等值线作为元素的异常区域,分区边界则根据地质背景适当取舍以保持异常的连续。用原始数据计算异常参数,因此不同分区有不同的异常下限,其中铅锌异常下限的取值见表 5。由于铅异常直接找矿的指导意义明显强于锌异常,因此选择铅异常作为铅锌资源量预测的基本单元。

表 5 测区铅、锌地球化学异常参数

元素	异常下限 10 ⁻⁶	对应累频 %	异常个数	所占比例 %
Pb	54.9	85	13	11.80
	75.1	92	18	16.40
	98.1	95.50	30	27.30
	116.4	97	46	41.80
	134	98	3	2.70
Zn	133	85	34	26.20
	173	92	49	37.70
	214	95.50	15	11.50
	252	97	20	15.40
	296	98	7	5.40
	347	98.80	5	3.80

3.3 剥蚀程度

2010 年,在新疆矿产资源潜力评价化探资料应用研究中,对西昆仑地区剥蚀程度进行了探讨^[5],在总结主要成矿元素及伴生元素在矿体、围岩空间分布规律基础上,确定了三组元素:W、Sn、Mo、Bi (矿尾)—Cu、Au (矿中)—Ag、As、Sb、Hg (矿头) 作为反映剥蚀程度的指示元素,并制作了西昆仑地区剥蚀程度图。从区域角度上分析,试验区所属的阿克赛钦和林济塘多金属矿带形成时间较短,整体剥蚀程度低,这与剥蚀程度图反映的基本一致。

在实验区以甜水海铅锌矿作为参照对象,通过钻孔原生晕确定反映矿体剥蚀程度的三组元素为 As、Sb、Ag (矿头)—Cu、Pb、Zn (矿中)—W、Sn (矿尾)。在数据标准化变换后计算每个 1:5 万化探样点分析数据 W+Sn 与 Ag+As+Sb 的元素含量比值,把计算值按 0、25%、50%、75%、100% 的累积频率分为四级,编制比值地球化学图(图 3)。

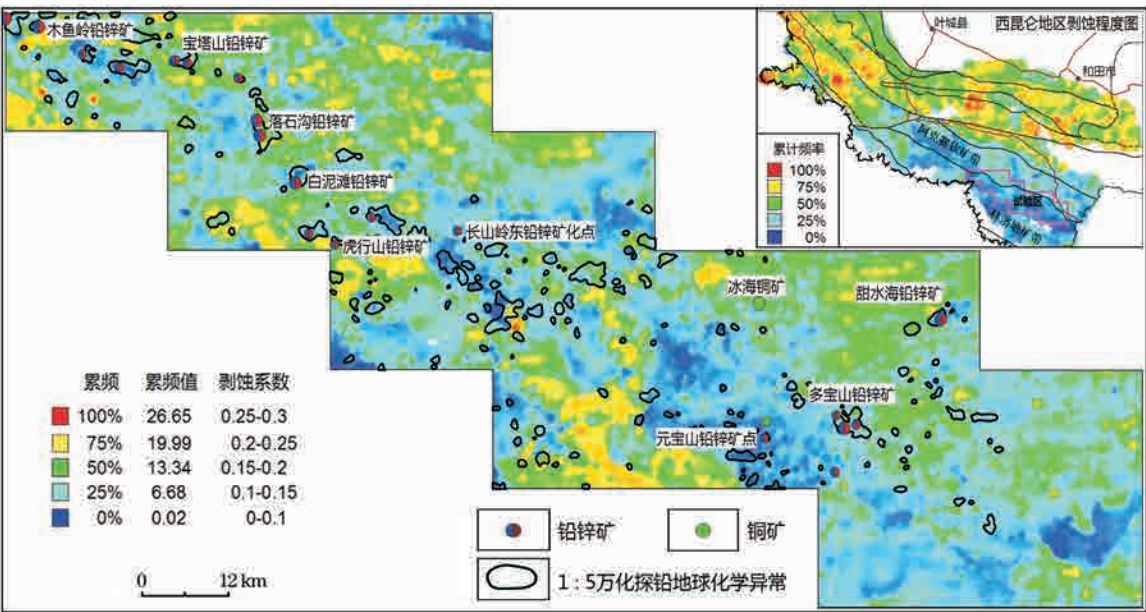


图 3 新疆西昆仑岔路口—甜水海地区剥蚀程度

甜水海铅锌矿经钻孔验证为半隐伏矿体属轻微剥蚀,故赋予甜水海铅锌矿剥蚀系数 0.1,其他区域按累频值以此对应轻微剥蚀赋 0.1(0~25%),浅剥蚀赋 0.15(25%~50%),中浅剥蚀赋 0.2(50%~75%),中等剥蚀赋 0.25(75%~100%)四个等级。预测单元铅异常取平均比值确定剥蚀系数。

3.4 相似度信息

根据马振东地球化学定量预测的研究,可以利用一个相似指标来刻划样品之间元素含量的相似程度从而建立典型矿床预测模型,通过样品之间的相似性判断典型矿床与预测区的相似性,是本次资源量类比的基础^[1]。

首先以甜水海、多宝山铅锌矿特征异常元素组合制作“标准样本”,利用距离系数判别未知区成矿元素组合与已知区之间的相似程度,计算采用欧氏距离公式

$$D(S_i) = \sqrt{\frac{1}{P} \cdot \sum_{k=1}^p [(X_{sk} - X_{ik})/C_k]^2},$$

式中, S 为已知典型矿床(“标准样本”), i 为被判别的未知区(实际样本), p 为元素组合的元素个数,

X_{sk} 为“标准样本”的第 k 个元素(如 Pb)的取值, X_{ik} 为第 i 个实际样本在第 k 个元素上的取值, C_k 为第 k 个元素的背景值(中位数), $D(S_i)$ 为未知区实际样本与“标准样本”的相似距离值。

上式计算出来的是两个样点之间的距离,需要作变换得到相似系数 $R=1-D(S_i)/\max(D)$, R 的区间为 $[0,1]$ 。

根据甜水海、多宝山铅锌矿预测模型,取 Pb+Zn+Ag+As+Sb 作为已知矿床的相似度元素组合,并以多宝山铅锌矿异常的平均值作为特征值进行对比,比较未知区与已知矿致异常的相似程度。相似度按 0-25%-50%-85%-90%-95%-98%-99%-100% 累积频率进行分级,最终以地球化学图的形式表示,见图 4。由于采用了异常范围内的平均相似度值,所以异常的相似度累计频率只考虑大于 85% 的值域,小于此值域的异常被认为与典型矿床不相似,将不参与资源量计算。通过比较全区 188 个铅异常,其中有 54 个异常的相似度小于限定值,因此这一过程相当于进一步的异常优选,提高了预测资源量的可靠程度。

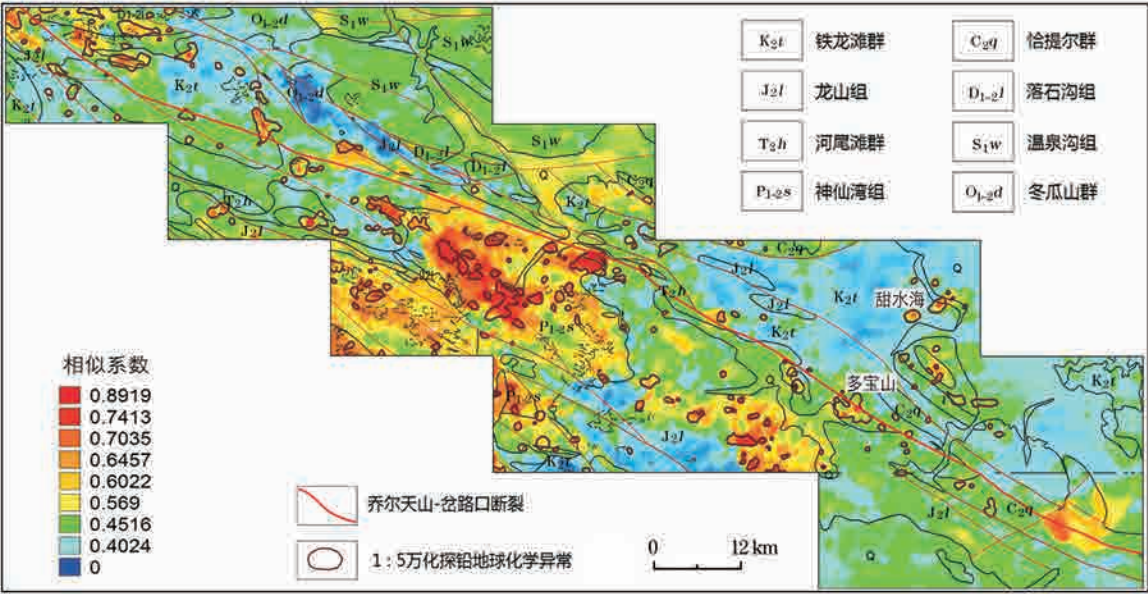


图 4 新疆西昆仑岔路口—甜水海地区相似程度

3.5 衬值异常量元素组合

使用衬值方法圈定异常。为了增强同元素异常之间的可比性,采用衬度异常量来进行异常评价^[1],选取衬度异常量大于 5 的元素作为已知矿床和预测单元(铅异常)衬度异常量元素组合(表 6)。

与其他元素相比,Pb、Zn 作为主成矿元素其衬度异常量表现为高值,成矿元素作用显著,形成的异常清晰明显;主要伴生元素具有内、中、外带,这些元

素是理想的指示元素,同时这也与矿床地表的矿化规模有关,因此衬度异常量反映的元素组合可以很好地判别矿床和预测单元的主要成矿元素和伴生元素。由于实验区内的铅锌矿产其成因类型一致,赋矿岩性相似,因此归纳典型矿床的衬度异常量元素组合为 Pb+Zn、Ag+Sb+As,其中 Pb 异常为预测单元,其他 4 个元素 Zn、Ag、Sb、As 组合作为判别未知预测单元指标。

表 6 测区典型矿床的衬度异常量特征						
	元素	背景值	平均值	异常面积	面金属量	衬度异常量
多宝山铅锌矿（Pb Zn Ag Sb）	Bi	0.26	0.52	2.20	0.57	2.15
	Cu	23.29	26.81	1.54	5.42	0.23
	Mo	0.73	0.95	0.21	0.05	0.06
	Pb	39.49	404.29	10.23	3731.88	94.50
	Sb	1.36	4.54	3.01	9.58	7.06
	W	0.92	1.51	1.53	0.91	0.99
	Zn	94.29	245.97	8.11	1230.10	13.05
	Ag	86.29	245.15	3.37	376.51	6.2
	As	14.53	26.16	1.91	22.22	1.53
甜水海铅锌矿（Pb Zn Ag As Cu）	As	14.53	69.74	7.01	387.05	26.65
	Bi	0.26	0.35	2.83	0.25	0.94
	Co	11.18	11.80	0.54	0.33	0.03
	Cu	23.29	42.90	6.24	122.37	5.25
	Mo	0.73	1.13	0.55	0.22	0.31
	Pb	39.49	798.93	3.96	3007.37	76.15
	Sb	1.36	2.27	3.56	3.25	2.40
	Zn	94.29	170.53	6.48	494.01	5.24
	Ag	86.29	145.86	9.66	575.48	6.67
	Mo	0.73	1.43	0.44	0.31	0.43

注:元素含量单位 Ag 为 10⁻⁹,其他元素为 10⁻⁶;面积单位为 km²

表 7 测区部分预测单元可信度分级											
异常编号	异常下限	异常面积	剥蚀系数	相似系数	衬度异常量组合比率	衬度异常量均值	铅衬值	衬值组合 (衬值平均值)	衬值异常个数	可信度分级	
铅-163	75.1	0.8	0.1	0.66	1	2.19	0.7	Ag(1.5)-As(1.7)-Au(1.1)-Bi(1.2)-Mo(1.2)-Sb(3.7)-W(1.2)-Zn(1.6)	9	B2	
铅-178	75.1	1.47	0.1	0.75	0.4	1.57	1.3	Ag(1.3)-As(1.5)-Bi(1.9)-Cu(1.3)-Sb(1.6)-W(1.1)-Zn(1.2)	8	B1	
铅-181	75.1	0.18	0.1	0.78	1	3.34	1.9	Ag(3)-As(3)-Bi(5)-Co(1.4)-Cr(1.4)-Cu(1.9)-Mo(2.1)-Ni(1.3)-Sb(4.5)-Sn(1.1)-W(1.8)-Zn(3)	13	B1	
铅-179	75.1	0.48	0.1	0.70	0.6	1.8	1.2	As(1.8)-Bi(1.2)-Co(1.2)-Cr(1.2)-Cu(1.2)-Mo(1.6)-Ni(1.2)-Sb(1.9)-Sn(1.1)-W(1.9)-Zn(1.3)	12	B1	
铅-177	75.1	0.21	0.1	0.67	0.2	1.81	1	Co(1.3)-Cr(1.1)-Ni(1.1)-Zn(1.8)	5	B2	
铅-167	75.1	0.13	0.1	0.76	0.8	1.9	1.8	As(2)-Bi(2.7)-Co(1.1)-Cu(1.8)-Mo(1.3)-Ni(1.1)-Sb(1.9)-Sn(1.1)-W(1.3)-Zn(1.9)	11	B1	
铅-169	75.1	0.71	0.1	0.62	1	3.25	1.6	Ag(2.2)-As(3.7)-Bi(2.7)-Cu(1.6)-Ni(1.1)-Sb(3.7)-Zn(3.7)	8	C	

注:元素含量单位为 10⁻⁶,异常面积单位为 km²。

预测单元可信度分五级,分级方法如下:

A1:相似程度高,矿化规模大(相似系数大于 97% 累频值,矿产规模小型或两个以上的矿点,地层龙山组或铁龙滩组);

A2:相似程度高,矿化规模小(相似系数大于 92% 累频值,矿产规模矿点或矿化点,地层龙山组或铁龙滩组);

B1:相似程度中等,衬值组合类比相同,衬值水平高(相似系数大于 90% 累频值,衬值组合比率大于 50%,铅衬值大于 1.1,衬值组合元素数大于 7,地层为侏罗系或三叠系);

4 预测单元的可信度分级

在地球化学预测模型基础上,主要通过以下指标对铅异常进行可信度分级:①相似度值(按累频分为 92%、97%、100%三级);②异常内有无矿(化)点及矿化规模;③预测单元 Pb 衬值的平均值(≥ 1.1);④预测单元与最典型矿床对应的元素组合(衬度异常量组合元素个数,所占比例 $\geq 50\%$);⑤预测单元平均衬值大于 1.1 的元素组合;⑥成矿地质条件有利的地层和构造等。

以上 6 条中第四条的判别方法是计算每个预测单元内元素的衬值异常量,选择大于衬值异常量大于 5 的元素,与衬值异常量元素组合比较是否一致,同时计算所占的比率。第五条为预测单元内 14 个元素的平均衬值,统计平均衬值大于 1.1 的元素个数及组合。评价过程采取人机互动的方式,利用 GIS 软件的脚本语言编程,将数据、异常、地质区块空间叠加进行综合信息的提取,根据 6 条指标进行异常的评价。

B2:相似程度中等,衬值组合类比相同,衬值水平低(相似系数大于 90% 累频值,衬值组合比率小于 50%,铅衬值小于 1.1,衬值组合元素数小于 7,地层为侏罗系或三叠系);

C:相似程度低(相似系数大于 85% 累频值,地层包括侏罗系、二叠、三叠系等)。

部分预测单元的评价结果见表 7。

5 资源量估算

对实验区的铅锌资源量采用类比法和面金属量法两种方法进行预测^[1]。在原有方法的基础上引

入了剥蚀系数 (F) 和相似系数 (R), 用两种方法计算之后, 取其加权平均值: $V=0.6V_d+0.4V_s$, 其中 V_d 为类比法计算资源量, V_s 为面金属量法计算资源量。

资源量估算结果可信度也分 A、B、C 三级, 估算结果见表 8。A 级为可信度级别最高的, 其资源量占预测总资源量的 50.76%, B 级可信度相对较低, 占预测总资源量的 40.09%, C 级资源量占预测总资源量的 9.15%。

表 8 测区铅锌资源量地球化学定量预测结果

分级	资源量/万 t	合计资源量/万 t	总资源量/万 t
A	A1	620.16	1551.6
	A2	167.45	
B	B1	303.97	
	B2	318.07	
C		141.95	
		141.95	

6 结论

在深入挖掘 1 : 5 万化探数据的基础上, 通过研究提取的地球化学信息, 可以在量化的约束条件下综合分析评价预测单元, 实现预测资源量的可信度分级, 并用地球化学的方法估算铅锌资源量, 以此提高化探成果的应用水平。

由于工作条件所限, 本区为新疆地质工作程度最低的地区之一, 地球化学勘查成果表明该区也是最有找矿潜力的地区, 估算资源量与现有资源量的巨大差异是最有利的证明, 也预示着该区大型、超大型铅锌矿的存在。本次实验也是圈定找矿预测区和靶区的过程, 预测结果可以为下一步的工作部署提

供地球化学依据。随着地质找矿工作的深入, 希望这些预测成果能够得到印证。

参考文献:

[1] 马振东, 曾键年, 龚庆杰, 等. 矿产资源地球化学模型建立与定量预测操作指南[R]. 中国地质调查局发展研究中心, 2010.

[2] 杨万志, 庄道泽, 周军, 等. 大型矿床地球化学异常识别和找矿靶区评价技术与应用研究报告[R]. 新疆地质矿产勘查开发局, 2010

[3] 吴锡生. 化探数据处理方法[M]. 北京: 地质出版社, 1993.

[4] 向运川, 任天祥, 牟绪赞, 等. 化探资料应用技术要求[D]. 中国地质调查局发展研究中心, 2009.

[5] 杨万志, 周军, 庄道泽, 等. 化探资料应用成果报告[D]. 新疆地质矿产勘查开发局, 2013.

[6] 邵跃. 热液矿床岩石测量(原生晕)找矿[M]. 北京: 地质出版社, 1997.

[7] 欧阳宗圻, 李惠, 刘汉忠. 典型有色金属矿床地球化学异常模式[M]. 北京: 科学出版社, 1990.

[8] 刘英俊, 曹励明. 元素地球化学导论[M]. 北京: 地质出版社, 1987.

[9] 任天祥, 伍宗华, 羌荣生. 区域化探异常筛选与查证的方法技术[M]. 北京: 地质出版社, 1998.

[10] 向运川, 任天祥, 牟绪赞, 等. 矿产资源预测的地球化学定量方法[R]. 中国地质调查局发展研究中心, 2007.

[11] 杨存来. 江西冷水坑铅锌银矿床地球化学异常特征及找矿模式[J]. 物探与化探, 1993, 17(3): 173-181.

[12] 熊亮, 朱杰勇, 朱林生, 等. 土壤地球化学测量在扬子地台西缘会泽铅锌矿带筇竹寺组中的应用[J]. 物探与化探, 2010, 34(4): 463-466.

[13] 牛洪斌, 张新虎, 金治鹏, 等. 区域化探找矿新案例—甘肃代家庄铅锌矿的发现[J]. 物探与化探, 2004, 28(3): 242-244.

[14] 何进忠. 化探异常边界的重正化限定[J]. 物探与化探, 2011, 35(3): 303-307.

GEOCHEMICAL QUANTITATIVE PREDICTION OF LEAD-ZINC RESOURCES IN CHALUKOU-TIANSHUIHAI AREA OF WEST KUNLUN MOUNTAINS, XINJIANG

ZHOU Jun, REN Yan
(Xinjiang Geological Survey, Urumqi 830000, China)

Abstract: Chalukou-Tianshuihai area of West Kunlun Mountains in Xinjiang has favorable metallogenic geological conditions and considerable resource potential. Utilizing the newest 1 : 50 000 geochemical survey data of this area and employing GIS technique, the authors extracted such geochemical information as erosion extent, similarity and contrast value and, on the basis of establishing the geochemical prognostic model for typical lead-zinc deposit and the grade of lead geochemical anomaly credibility, adopted analogue method and planar metallometry to make quantitative prognosis of lead-zinc resources in the study area, thus providing the basis for work deployment of lead-zinc resource exploration and also offering a case study for the deep-going development and application of geochemical exploration data.

Key words: geochemical exploration; lead-zinc deposit; quantitative prognosis; resource quantity; chalukou-tianshuihai area of west kunlun mountains

作者简介: 周军(1971-), 男, 新疆博乐人, 高级工程师, 长期从事区域地球化学勘查及研究工作。