

甘肃礼县那家坝多金属地球化学分析及成矿预测

祁正强, 辛存林, 赵振

(西北师范大学地理与环境科学学院, 兰州 730070)

摘要: 文章以甘肃礼县那家坝一带为研究区,通过传统统计学方法与C—A法对Au、Ag、Cu、Pb、Zn、As、Sb、Hg、Bi、Mo十种元素进行异常下限求取,圈出单元素异常图,并探讨两种方法对研究区元素异常圈定的应用效果,验证其优缺点;通过元素共生组合关系及单元素异常分布特征,确定了Au、As、Sb、Hg为此次研究的综合异常分析元素,进一步地对Au、Sb两种元素进行了成矿预测,共圈出I、II、III、IV四个成矿远景区,其中I、II成矿远景区成矿的可能性较大。

关键词: 勘查地球化学;传统统计学;C—A分形法;成矿预测;甘肃省

中图分类号: P596 **文献标识码:** A

0 引言

甘肃东南部地区位于中国西秦岭地带,现已成为我国重要的成矿区带。其中,西成铅锌矿带、西成压湾锑矿带及白龙江、白水江流域黄金矿带三大成矿带横贯其中,区域矿产主要有金、锑、汞、铅锌、铜等金属矿产。在陇南礼县境内,目前已发现有中川金矿、杜沟金矿、火吉坪金矿、金山金矿、李坝金矿等大小矿床10多处(图1)。因此,礼县地区的区域成矿条件极为优越。

本文以陇南礼县那家坝一带为研究区,通过对那家坝地区获取的沟系土壤Au、Ag、Cu、Pb、Zn、Mo、As、Sb、Bi、Hg等元素含量样品进行分析研究,力图对礼县那家坝一带的成矿远景进行预测。

1 地质概述

甘肃礼县那家坝一带地处西秦岭褶皱带中的南

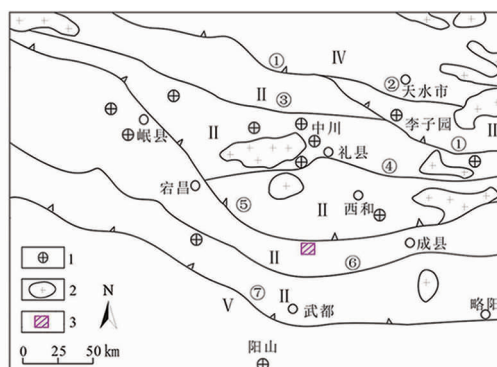


图1 那家坝区域构造略图

Fig. 1 The regional tectonic map of Najiaba

II. 西秦岭褶皱系; VI. 祁连褶皱系; V. 松潘—甘孜褶皱系;

① 临夏—商南俯冲断裂带; ② 天水—宝鸡深大断裂;

③ 羊沙—娘娘坝断裂; ④ 罗坝—高桥断裂;

⑤ 宕昌—凤县俯冲断裂带; ⑥ 光盖山—成县断裂;

⑦ 玛曲—略阳俯冲断裂;

1. 金矿; 2. 岩体; 3. 研究区

秦岭被动陆缘带的北部,其区域成矿区划属南秦岭
夏河—崖湾印支—燕山期金锑汞成矿带(西和大桥—

收稿日期: 2017-11-22; 责任编辑: 王传泰

基金项目: 国家重点研发计划“深地资源勘查开采”重点专项(编号:2016YFC0600205)、中国核工业集团公司项目(编号:地 LTD1602)联合资助。

作者简介: 祁正强(1992—),男,硕士研究生,研究方向为地质矿产。通信地址:甘肃省兰州市西北师范大学新校区研究生公寓4号楼; 邮政编码:730070;E-mail:1351361719@qq.com

通信作者: 辛存林(1967—),男,教授,博士,主要研究方向为地质矿产。通信地址:甘肃省兰州市安宁科教城,西北师范大学地理与环境科学学院; 邮政编码:730070;E-mail:xincunling@163.com

崖湾金、锑、汞多金属成矿带西延部分)。区内出露地层主要为三叠系、泥盆系及古近系,其中三叠系分布最为广泛(图 2),属于本区域受海西运动影响后形成的以三叠纪深水复理石沉积建造。区域主体构造线大致为 NW-SE 向,次为近 EW 向;断裂构造不甚发育,但在局部形成断裂区域。区域内岩浆岩出露较少。

(1) 地层特征

那家坝一带出露地层较为简单(图 3),由老到新主要有中泥盆统西汉水群第一岩性段($D_2^1xh^1$),三叠系下部建造层(T^a)、中部建造层(T^b)、上部建造层(T^c)及小面积的古近系(E)。

1) 中泥盆统西汉水群第一岩性段($D_2^1xh^1$)

小面积分布于工作区东北角,其南侧与三叠系呈断层(F_1)接触,主要岩性为中薄层粉砂岩、砂质板岩、绢云母千枚岩夹薄板状微粒灰岩;产状 $25^\circ \angle 35^\circ$;其局部地段岩层中顺层发育石英-方解石细脉或网脉,可见褐铁矿化、硅化、黄铁矿化、铜兰、碳酸盐化等围岩蚀变。

2) 三叠系(T)

大面积分布在研究区中部和南部,在北部与泥

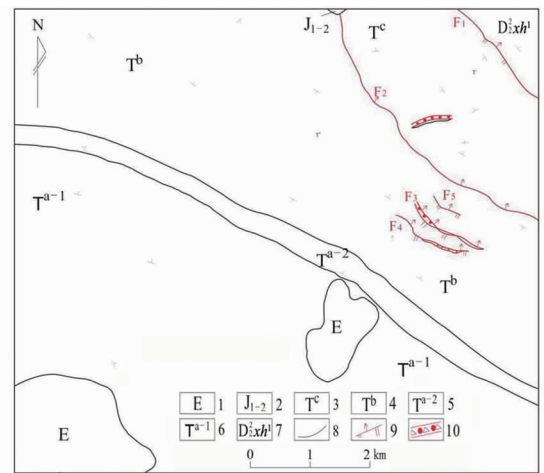


图 3 那家坝地质简图

Fig. 3 The geological sketch of Najiaba

1. 古近系; 2. 下中侏罗统; 3. 三叠系上建造层;
4. 三叠系中建造层; 5. 三叠系下建造层上段;
6. 三叠系下建造层下段; 7. 西汉水群第一岩性段;
8. 地层界线; 9. 逆断层; 10. 构造破碎带

盆系呈断层(F_1)接触;区内三叠系下、中、上部三个建造层均有出露。

三叠系下部建造层(T^a):按岩性组合分为上、下两个岩性段。上部岩性段(T^{a-2})主要为灰色—深灰色薄至中层微粒灰岩夹少量厚层灰岩。岩性比较单一,岩石层理明显,单层厚 5~30 cm。岩层产状倾向南西或西。层位稳定,岩性坚硬,地貌上一般形成突出的正地形,为区内比较明显的标准层,呈条带状小面积分布在山神庙—史家台子一带。下部岩性段(T^{a-1})主要由灰色、浅灰绿色粉砂质板岩、薄板状灰岩夹少量砂岩和角砾状灰岩组成,具明显的复理式沉积特征。富含海百合茎化石。大面积出露于工作区南部,地形切割强烈,灰岩陡壁多。在此岩性段内,一般压扭性断裂中发育的灰质或硅质角砾岩有利于金及多金属成矿;目前在邻区的此地层中已发现西和大桥金矿、礼县上坝金矿等矿床。

三叠系中部建造层(T^b):整合于下部建造层之上,其北与上部建造层(T^c)呈断层接触。该层主要为陆源碎屑岩沉积,岩性主要为灰绿色厚层砂岩、粉砂质板岩、厚层灰岩及少量的炭质板岩。砂岩成分主要由石英(70%~75%)、碳酸盐(15%~20%)和少量黑云母、泥质、绢云母等组成,具明显的砂状结构,块状构造,风化后呈浅黄绿色,岩层面上具象形印模,局部具斜层理。地层总体呈 EW 向展布,倾向 $160^\circ \sim 25^\circ$,倾角 $40^\circ \sim 68^\circ$ 。在研究区的东部左家庄—上庄一带发育一组顺层状构造破碎带,其间

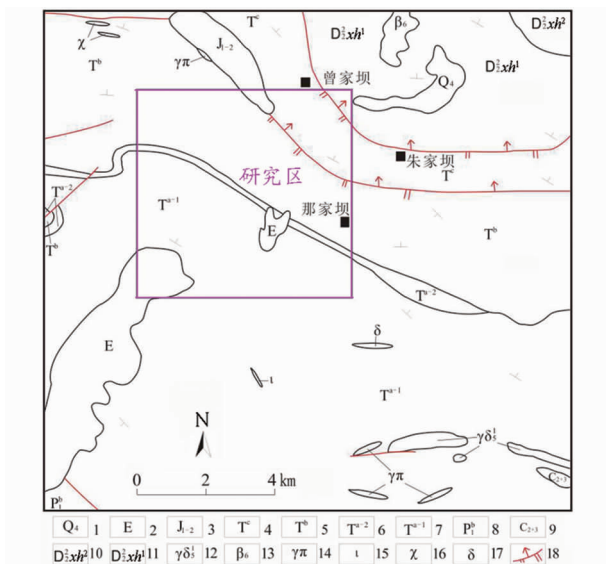


图 2 那家坝区域地质图

Fig. 2 Geological map of the Najiaba area

1. 第四系全新统; 2. 古近系; 3. 中侏罗统下部;
4. 三叠系上建造层; 5. 三叠系中建造层; 6. 三叠系下建造层上段;
7. 三叠系下建造层下段; 8. 二叠统上岩段; 9. 中石炭统;
10. 中泥盆统西汉水群第二岩性段;
11. 中泥盆统西汉水群第一岩性段; 12. 黑云母花岗岩闪长岩;
13. 辉石玢岩; 14. 花岗斑岩; 15. 花岗细晶岩;
16. 煌斑岩; 17. 闪长岩; 18. 实测逆断层

发育的灰质或硅质构造角砾岩中有锑、金矿化。

三叠系上部建造层(T^c):其南以断层与 T^b 接触,其北与泥盆系呈断层接触。主要岩性为灰色粉砂质板岩、厚层石英砂岩夹黑色炭质板岩夹少量的灰色中厚层微粒灰岩等。地层倾向 $315^{\circ}\sim 15^{\circ}$,倾角 $20^{\circ}\sim 50^{\circ}$ 。地形地貌表现为较平缓,第四系植被及耕地覆盖面广,基岩露头差。层间破碎带发育有弱的褐铁矿化、硅化、碳酸盐化等蚀变现象;在宋家山—上庄一带近顺层构造发育的长英质脉岩近旁发现金矿化。

3)古近-新近系(E):区内出露少量的古近-新近系地层,分布在研究区中部山神庙地段及研究区的西南角,岩性以红色砂砾岩为主,夹少量砂岩、粉砂岩和砂质粘土。

(2)构造特征

那家坝地区位于宕昌—凤县区域大断裂与光盖山—成县南区域断裂的夹持部位^[1],其构造系上属于碌曲—成县逆冲构造带(见图 1)。其构造特征主要由三叠系组成一个向北倾斜的复杂单斜及次一级褶皱(平卧、等斜、对称等形态均有)和断层。断层多为北倾,倾角大都约为 $40^{\circ}\sim 70^{\circ}$ (见图 3)。

2 土壤元素异常特征

本次研究选用那家坝地区 Au、Ag、Cu、Pb、Zn、Mo、As、Sb、Bi、Hg 等 3 774 组沟系土壤元素含量样品进行研究分析。

2.1 传统统计学确定异常下限

传统统计学化探数据的处理是建立在数据服从对数正态分布的基础上的,能否有效地检验其分布形式至关重要,因为它直接决定着所确定的异常值是否具有科学性。在近 10 年的统计学研究中,确立了以下几种主要的检验方法: χ^2 检验法、 κ 检验法、峰度-偏度检验法及正态概率格纸检验法等^[2]。本文采用峰度-偏度检验法对微量元素含量值的分布形态^[3]是否符合研究要求进行检验。

首先应用 SPSS 软件计算出元素原始值与其转换为对数值后的峰度-偏度,然后对其进行正态分布检验,整理得到的峰度-偏度值等相关的参数如表 1 所述。通过运用传统统计学方法对研究区内的 10 种微量元素地球化学进行处理,根据地球化学勘探标准(均值加上两倍标准离差)确定了元素异常下限值;10 种元素含量统计参数如表 2 所述。

由表 2 可以看出,在那家坝地区 Au、Cu 元素含量表现为负异常,Ag、Zn、Mo、Hg 元素含量与区域上大致相等,而 Pb、As、Sb、Bi 元素含量呈现较高的正异常的现象。

表 1 10 种元素含量相关统计参数

Table 1 Statistical parameters correction of contents of 10 elements

元素	统计参数								
	统计量	均值	中值	标准差	偏度	峰度	极小值	极大值	$\bar{X}+2S$
Au/ 10^{-9}	A 3675	1.5443	1.18	1.2785	2.142	7.289	0.01	12.23	4.1013
	B 3675	0.0593	0.0718	0.346	-0.295	0.723	-2	1.0874	0.7513
Ag/ 10^{-6}	A 3774	0.065	0.06	0.0239	0.752	0.953	0.01	0.2	0.1128
	B 3774	-1.2173	-1.2218	0.1669	-0.521	1.047	-2.301	-0.699	-0.8835
Cu/ 10^{-6}	A 3774	26.815	26.35	4.1011	1.513	12.836	11.7	85.6	35.0169
	B 3774	1.4236	1.4207	0.0636	0.309	1.646	1.0682	1.9325	1.5508
Pb/ 10^{-6}	A 3773	27.512	27.3	3.7689	0.506	1.583	14.2	53.1	35.0498
	B 3773	1.4354	1.4361	0.0592	-0.055	0.534	1.1523	1.7251	1.5538
Zn/ 10^{-6}	A 3774	84.708	83.5	12.625	3.303	51.249	33.9	338.7	109.955
	B 3774	1.9236	1.9216	0.06	0.417	5.181	1.5302	2.5298	2.0436
Mo/ 10^{-6}	A 3772	0.9064	0.87	0.2567	4.34	68.439	0.05	6.52	1.4199
	B 3772	-0.057	-0.0604	0.112	-0.521	9.569	-1.301	0.8142	0.167
As/ 10^{-6}	A 3773	24.636	20.42	16.435	4.625	49.528	0	329.54	63.508
	B 3771	1.3286	1.3106	0.2273	0.08	2.661	-0.2757	2.5179	1.7832
Sb/ 10^{-6}	A 3731	2.2234	1.4	2.8724	4.428	30.873	0	38.93	7.9676
	B 3659	0.1429	0.1522	0.4444	-0.437	1.263	-2	1.5903	1.0317
Bi/ 10^{-9}	A 3773	349.527	305.33	174.99	2.543	13.646	0	2248.34	699.507
	B 3771	2.4962	2.4847	0.2123	-1.031	5.581	0.7177	3.3519	2.9208
Hg/ 10^{-9}	A 3772	40.927	25.33	60.001	10.972	208.20	0	1485.6	160.929
	B 3770	1.4292	1.4037	0.3918	-0.254	2.496	-0.7447	3.1719	2.2128

注:A 代表地球化学元素含量原始值,B 代表地球化学元素含量原始值取常用对数

表 2 10 种元素含量统计参数

Table 2 Statistical parameters of contents for 10 elements

参数	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	As	Sb	Bi	Hg
均值	1.54	0.06	26.81	27.51	84.70	0.90	24.63	2.22	349.5	40.92
中国大陆岩石圈元素丰度	1.76	0.044	38.8	6.15	72.4	0.87	1.2	0.11	81.5	34.3
丰度系数	0.87	1.47	0.69	4.47	1.17	1.04	20.53	20.21	4.28	1.19
lgC _a	0.751	-0.883	1.550	1.553	2.043	0.167	1.783	1.031	3.041	2.212
异常下限	5.64	0.130	35.54	35.79	110.5	1.469	60.70	10.75	1101	163.2

注:量单位 $w(\text{Au, Bi, Hg})/10^{-9}$, $w(\text{其余元素})/10^{-6}$

2.2 CI—A 分形法确定异常下限

(1)方法原理

分形指的是某一事物或某一个体的局部与整体具有一定的几何联系或者两者之间的形状存在相似的地方,不管这个局部是多么的微小,也可以说其是任一尺度,它们之间都存在着共同的特征即有着相似的形状,我们把它们之间具有这种特征或者关系称为自相似性(self similarity)^[4-6]。自相似性在统计学上表现为局部与整体在功能、形态及信息等方面具有相似性。分形理论有分形维数、分形插值、长曲线 $f(x)$ 的 hausdorff 测度及导数等相关概念,其分形算法数学模型是建立在元素含量—面积模式结合投影覆盖法的基础上,这是一种研究含量与面积之间幂律关系的方法,其反映出分形理论的一个根本性特征—尺度不变形原则^[7-9]。

含量—面积法的分布方程模型为:

$$A(\geq c) = k \cdot c^{-D}$$

其中, c 为地球化学元素的含量值; $A(\geq c)$ 为大于等于元素某一特定含量值所对应的面积之和; D 为分维数,反映了面积 A 随着含量 c 变化的规律; k 为比例常数。对其两边取对数,即可将化为一元回归方程:

$$\lg A(c) = -D \cdot \lg c + \lg k$$

采用最小二乘法估计出斜率 D ,即为幂律值(分维数)。将上式得到的数据集 $(A(c), c)$ 为样本(其中 $c=1, 2, 3, \dots, n; n < N$),应用最小二乘法去拟合各分段直线,各分段直线代表不同的含量—面积分形关系,选用最优化的方法确定各分段直线间的分界点。

(2)异常下限的提取

本次研究运用含量—面积法对地球化学元素异常下限的提取是基于 Mapgis 平台操作实现的^[10-12]。以 Zn 元素为例,其具体处理结果如表 3 所述。

选用具有专业函数绘图功能的 Origin 软件,将 $r, N(r)$ 数据进行散点投图并应用最小二乘法求出不同分维数的曲线函数方程和其对应的间断点。通过对直线分段拟合,得到了 10 种元素的 $\lg r - \lg N(r)$ 分布图,如图 4 所示。

对那家坝地区沟系土壤元素含量样品 10 种元素数据处理后,得到的分形特征如表 4 所述。通过拟合图与特征表可以得出:CI—A 分形法对 10 种元素的对数散点分布图在空间分布上元素具有相似的特征,即元素含量存在三个或三个以上的无标度区,每一个标度区对应着一个分维值。分维值能够反映出元素含量在空间上的形态分布,具体表现是含量分布的丛集与不均匀程度。

表 3 Zn 元素含量与对应面积之间的关系

Table 3 Relationship between Zn content and the corresponding area

元素含量(r)	50	55	60	65	70	75	80
对应面积 $N(r)$	57573600	57572872	57556668	57402185	56556603	52362361	40962165
元素含量(r)	85	90	95	100	105	110	115
对应面积 $N(r)$	25484003	12769983	4880736	1741071	595095	185147	114609
元素含量(r)	120	125	130	135	140	145	150
对应面积 $N(r)$	92423	78351	63987	51676	41283	31577	24250
元素含量(r)	155	160	165	170	175	180	—
对应面积 $N(r)$	19372	15802	12508	9768	7454	61	—

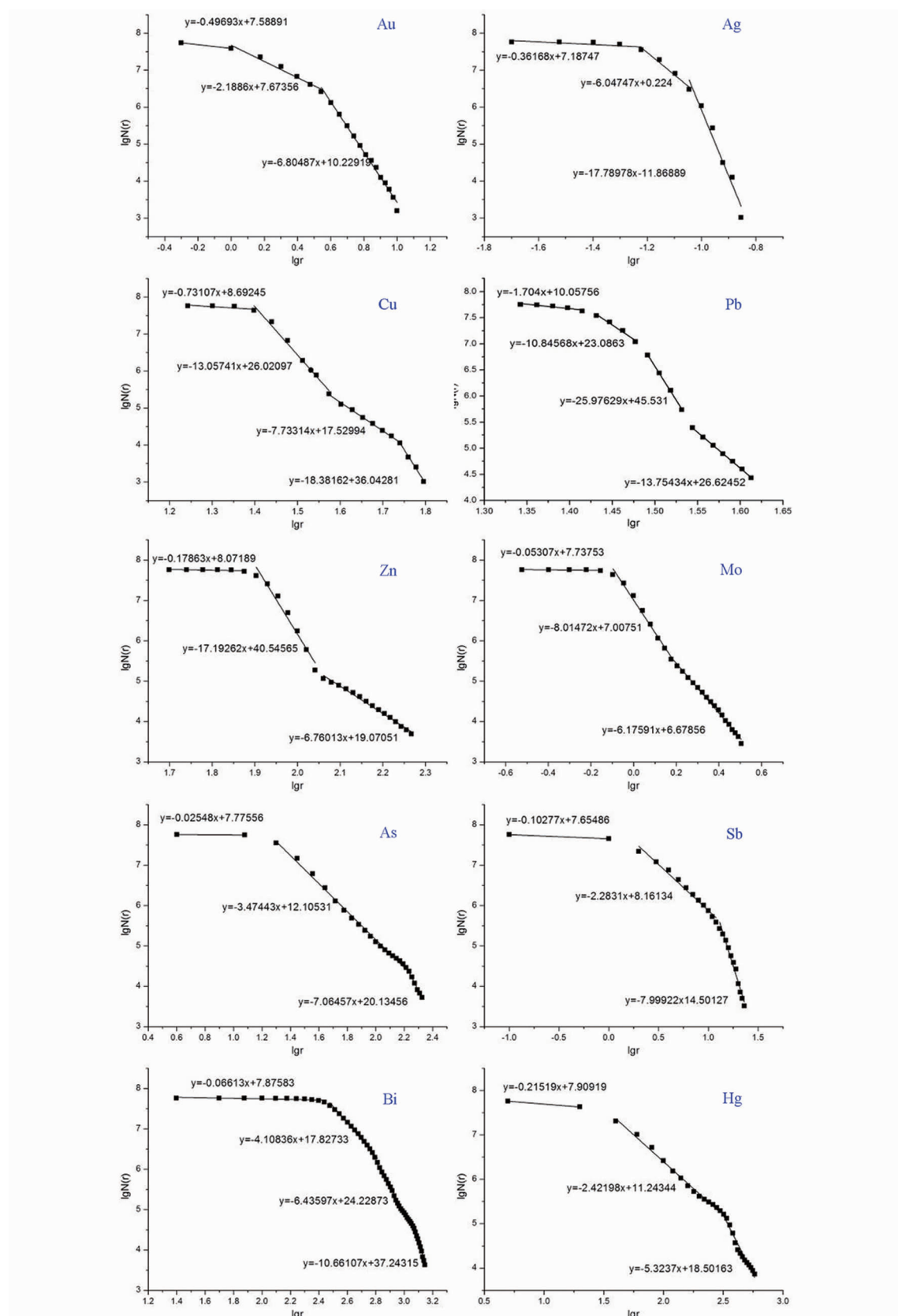


图 4 10 种元素的含量—面积关系图与拟合方程

Fig. 4 10 elements of the content-area relationship diagram and the fitting equation

表 4 C—A 法分形统计特征表
Table 4 Fractal statistical characteristics of C-A method

元素	特征值						
	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	C ₁	C ₂	C ₃
Au(10 ⁻⁹)	-0.49693	-2.1886	-6.80487	—	1.12	3.54	—
Ag(10 ⁻⁶)	-0.36168	-6.04747	-17.78978	—	0.06	0.09	—
Cu(10 ⁻⁶)	-0.73107	-13.05741	-7.73314	-18.38162	25.11	38.90	50.70
Pb(10 ⁻⁶)	-1.704	-10.84568	-25.97629	-13.75434	26.30	30.20	35.23
Zn(10 ⁻⁶)	-0.17863	-17.19262	-6.76013	—	79.43	112.20	—
Mo(10 ⁻⁶)	-0.05307	-8.01472	-6.17591	—	0.81	1.50	—
As(10 ⁻⁶)	-0.02548	-3.47443	-7.06457	—	17.98	172.18	—
Sb(10 ⁻⁶)	-0.10277	-2.2831	-7.99922	—	1.73	12.85	—
Bi(10 ⁻⁹)	-0.06613	-4.10836	-6.43597	-10.66107	288.40	562.34	1202.26
Hg(10 ⁻⁹)	-0.21519	-2.42198	-5.3237	—	32.35	316.22	—

注：D 表示各分段直线元素的分维数，C 表示间断点转换为真数的元素含量值，—表示空白

表 5 两种方法确定的异常下限对比表
Table 5 Comparison of abnormal lower limit determined by the two methods

元素	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	As	Sb	Bi	Hg
传统统计法	5.64	0.13	35.54	35.79	110.56	1.46	60.70	10.75	1101.2	163.23
含量—面积法	3.54	0.09	38.90	30.20	112.20	1.50	172.18	12.85	562.34	316.22

表 6 单元素含量异常值特征统计
Table 6 Characteristic statistics of single element content anomaly

元素	异常点数	面积	均值	中国大陆岩石圈丰度	丰度系数	异常圈定值	最高值	衬度
Au	94	2.48	1.54	1.76	0.87	3.54	11.43	3.22
As	30	0.73	24.63	1.2	20.53	60.70	276.48	4.55
Sb	51	0.58	2.22	0.11	20.21	10.75	27.40	2.54
Hg	89	0.67	40.92	34.3	1.19	163.23	871.21	5.34

注：量单位 $w(\text{Au}, \text{Hg})$ 为 10^{-9} ， $w(\text{As}, \text{Sb})$ 为 10^{-6} ；衬度=最高值/异常圈定值

2.3 异常下限对比

对那家坝地区的 Au、Sb 等 10 种元素通过运用传统法与 C—A 分形法确定的异常下限值进行对比，所得对比结果如表 5。从表 5 中可以看出，只有 Au、Ag、Pb、Bi 四种元素，运用传统法计算的异常下限值高于 C—A 分形法计算的异常下限值，其它元素则是 C—A 分形法计算的异常下限值高于传统法计算的异常下限值。

3 综合异常分析及成矿预测

3.1 综合异常分析

综合异常图是在元素组合异常图分析的基础上，选取了可能成矿元素与具有对成矿元素进行指示作用的元素进行综合来研究其空间上分布规律的图件。本此研究将 Au、Sb 两种元素作为主攻元素，As、Hg 作为指示元素，这四种元素在空间、成因上有着某种程度的联系，因此将其元素异常合并进行

综合分析，其单元素含量异常特征值如表 6 所述。

3.2 成矿远景区预测

通过对那家坝地区 Au、As、Sb、Hg 四种元素含量异常圈定值进行元素异常分布圈定，本此研究圈定 4 处成矿远景区，将其编号为 I、II、III、IV，如图 5 所示。

I 号成矿远景区：位于研究区东北部构造破碎带中心，异常面积约为 2 km²，由 Au、Sb、Hg、As 元素异常组合，其中以 Au 元素单圈异常为主，浓集中心较明显，呈条带状近 EW 向展布。圈定的异常下限值为 $w(\text{Au})=3.54\times10^{-9}$ ，且在构造破碎带处发现了金矿化体，矿化体由层间断裂构造控制，含矿岩石主要为蚀变砂质板岩和蚀变长英质脉岩。

II 号成矿远景区：位于研究区东北部 F₃、F₄、F₅ 断层处，异常面积约 1.70 km²，由 Au、Sb、Hg 元素异常组合，以 Au、Sb 元素异常为主，浓集中心较明显，呈带状北西向展布。Au 异常下限值为 $w(\text{Au})=3.54\times10^{-9}$ ，在此区也发现了锑、金矿化体，矿化体由层间断裂构造带控制，含矿岩石为蚀变灰质或

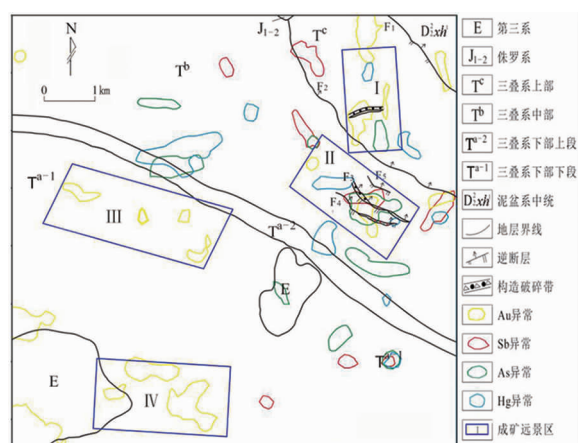


图5 那家坝地区综合异常分布图

Fig. 5 Comprehensive anomaly distribution map of Najiaba area

硅质角砾岩。

Ⅲ号成矿远景区:位于研究区中西部的三叠系下段下部地层,此区仅4处金元素单圈异常,面积约0.75 km²,浓集中心不甚明显,面积较小,主要是个别单点异常或弱异常。由于断裂和变质作用在本区发育较差且没有发现金矿化现象,此处Au成矿可能性较小。

Ⅳ号成矿远景区:位于研究区东南部古近系与三叠系下部下段地层的接触地带,有3处金元素单圈异常,面积约1.0 km²,浓集中心不明显,呈椭圆状。在土壤剖面采样中没有发现较大的异常值,结合本区域地质勘查,由于该地段地形较为平坦,第四系及较为发育,在采样中由于层位介质影响造成了假异常,因此Au成矿可能性也较小。

4 结语

(1)通过传统统计学方法与C—A法对那家坝

地区沟系土壤元素含量样品的Au、Ag、Cu、Pb、Zn、As、Sb、Hg、Bi、Mo十种元素进行异常下限求取。

(2)通过元素共生组合关系及单元素异常分布特征,确定了Au、As、Sb、Hg为此次研究的综合异常分析元素,进一步地对Au、Sb两种元素进行了成矿预测,共圈出Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ四个成矿远景区,其中Ⅰ、Ⅱ成矿远景区成矿的可能性较大。

参考文献:

- [1] 冯益民,曹宜铎,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,2003,36(1):1-10.
- [2] 任林子.元素正态分布偏度、峰度检验法PC-1500应用程序[J].黄金地质科技,1990(2):62-63.
- [3] 王学松,秦勇.利用对数正态分布图解析徐州市土壤中重金属元素来源和确定地球化学背景值[J].地球化学,2007,36(1):98-102.
- [4] 成秋明,张生元,左仁广,等.多重分形滤波方法和地球化学信息提取技术与进展[J].地学前缘,2009,16(2):185-198.
- [5] 韩东昱,龚庆杰,向运川.区域化探数据处理的几种分形方法[J].地质通报,2004,23(7):714-719.
- [6] 刘世宝,陈鑫,国显正,等.分形(多重分形)在区域化探数据处理中的应用——以柴北缘荒漠戈壁景观区为例[J].物探与化探,2016(3):550-556,560.
- [7] 张焱,周永章,黄锐,等.粤北刘家山地区多元素分形维数谱函数及其对矿化的指示分析[J].中山大学学报:自然科学版,2012,51(2):119-124.
- [8] Thanh N T.区域地球化学元素空间分布模式研究[D].北京:中国地质大学,2014.
- [9] 王中,胡海风,邹伟.C—A多重分形在东天山钨地球化学异常信息分析中的应用[J].地质学刊,2014,38(2):254-258.
- [10] 李随民,姚书振.基于MAPGIS的分形方法确定化探异常[J].地球学报,2005,26(2):187-190.
- [11] 蔡朝阳,孙德有,吴国学.MapGIS与Surfer相结合在黑河市化探工作中的应用[J].物探与化探,2009,33(2):220-223.
- [12] 刘俊长,龚红蕾,张玉领,等.用MapGis实现区域化探数据的空间分析[J].物探与化探,2008,32(6):690-692.

Multi-metal geochemical analysis and metallogenic prediction of the Najiaba area in Lixian county, Gansu province

QI Zhengqiang, XIN Cunling, ZHAO zhen

(School of Geography and Environmental Sciences, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: This paper uses the traditional statistical method and C-A fractal method to obtain lower limit for anomaly of ten elements Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sb, Hg, Bi, Mo and draw single element anomaly contour of Najiaba area. Application effect of anomalies defined by the two methods are discussed and their defect and merit identified. According to the element association and single element anomaly distribution Au, As, Sb, Hg are determined as the elements for integrated anomaly analysis and metallogenic prediction of Au and Sb is made and four potential targets of I、II、III、IV lineated and target I、II may be possibly ore-caused.

Key Words: prospecting geochemistry; traditional statistics; C-A fractal method; metallogenic prediction; Gansu province