

青海阿尔茨托山地区 地球化学(异常)场的多重分形研究

邹 林¹ 彭省临¹ 杨自安² 赖建清¹ 张普斌³

(1.中南大学地学与环境工程学院,湖南 长沙 410083;2.中国地质大学,北京 100083;
3.有色金属矿产地质调查中心,北京 100012)

摘要:以研究区成矿地质背景为基础,将其划分为 4 个地球化学区,从多重分形理论出发,应用“元素含量—面积”模型方法,对各区主要成矿元素的地球化学(异常)场进行分析研究。结果表明,由于地质构造背景和化探元素富集的成因机理不同,各区元素地球化学(异常)场具有两种不同的多重分形特征模式:只有两个无标度区的简单多重分形模式和有两个以上无标度区的高丛集多重分形模式,具有相同成因的元素组合具有相似的多重分形特征。在此基础上,探讨了各区元素的成矿富集规律和空间分布特征,进而划分了地球化学背景和异常,经检验对比,证明了该方法的有效性和实用性。

关键词:地球化学区;地球化学异常场;多重分形

中图分类号:P596 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-3657(2004)04-0436-06

勘查地球化学的实质是对区域地球化学(异常)场的研究。地球化学场可表征为某一区域中地球化学元素含量的空间分布及其时空结构^[1],是一个受不同期次地质作用的影响而具有极其复杂结构的多重(即多变量)标量场。分形理论则是研究这类复杂系统时空结构特征的基本理论和有效途径^[2-4],现已广泛地应用于地球科学的各个领域。多重分形是一种研究具有自相似性或统计自相似性场的分布规律和描述场值变异性的有效方法,可以应用于研究与矿化有关的微量元素在岩石、水系沉积物和土壤中的空间分布和富集规律^[5-9]。已有研究成果表明,与矿化有关的微量元素地球化学(异常)场具有多重分形结构特征,微量元素的背景值往往服从正态或对数正态分布,然而高低异常值服从多重分形分布。

研究区为青海阿尔茨托山地区,面积约 3 900 km²,1:5 万水系沉积物测量的实际有效面积约 1 680 km²。笔者通过对研究区成矿地质背景的分析,将其划分为 4 个地球化学区块,应用多重分形的“元素含量—面积”模型方法,对各区水系沉积物样品中的 8 个主要成矿元素(Au、Ag、Cu、Pb、Zn、Cr、Ni、Co),共计 55 672 个数据进行了研究分析,并对其在各区的空间变化和矿化富集规律作了初步探讨,进而划分出地

球化学背景和与矿化有关的异常,为在该地区进行异常评价和找矿预测提供新的科学依据。

1 区域地质背景和地球化学区的划分

研究区位于东昆仑成矿区带的东端,受柴北缘构造带、东昆北构造带和鄂拉山构造带的复合控制,成矿地质条件复杂,是一个具较大找矿潜力的成矿远景区。区内主要褶皱构造为 NWW 走向的阿尔茨托山—吉给申沟南山复式倒转背斜。断裂构造以 NWW 或 NW 向为主,次为 NE 向或 SN 向。主要出露的地层以元古界达肯大坂群(Pt₁dk)中深变质岩系和上奥陶统滩涧山群(O₃m)绿色岩系为主,次为上泥盆统牦牛山组(D₃m)硬砂岩、安山岩。其中上奥陶统滩涧山群是本区最主要的(银)铅锌含矿层位。

该区构造背景复杂,地层、岩浆岩和断裂构造等的分布特征差别较大,因此须对其进行地球化学分区。根据研究区大地构造单元、成矿地质特征、断裂展布方向及地层与岩浆岩分布的不同等,将其划分为 4 个地球化学区(图 1),即曲录—沃日格达瓦区(I)、六道班—哈莉哈德山区(II)、阿尔茨托山—巴音山区(III)和卧龙—柯柯赛区(IV)。

收稿日期:2003-10-24;改回日期:2004-04-15

基金项目:国家“十五”科技攻关项目(2001BA-609-04)和中国地质调查局地质大调查项目(科[2003]019-02)共同资助。

作者简介:邹林,男,1972 年生,硕士生,从事矿物、岩石、矿床学专业;E-mail:zllinmail@163.net。

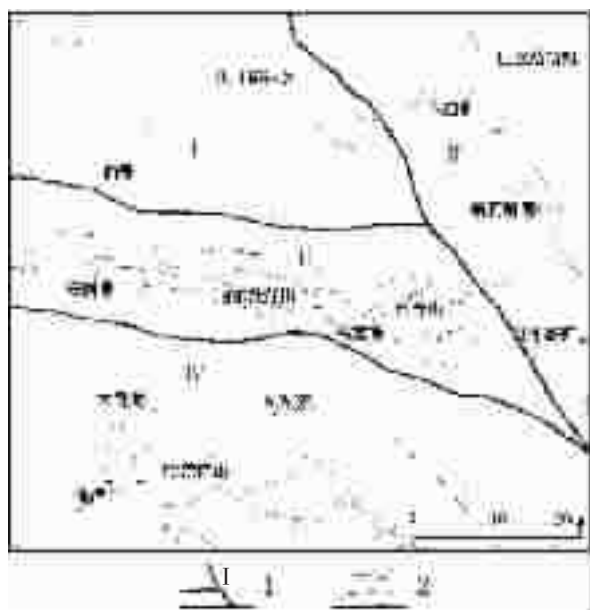


图 1 研究区地球化学分区简图

1—地球化学分区及界线;2—断层

Fig. 1 Schematic map of geochemical districts in the study area

1—Boundary of geochemical districts;2—Fault

2 多重分形模型及实现方法

2.1 “元素含量—面积”多重分形模型

地球化学元素含量在很大程度上反映了地质现象的结构特征, 可以看成是区域地质过程和矿化过程的综合产物。多期叠加成矿作用将会形成复杂的具有多重分形分布特点的微量元素空间分布格局。应用多重分形模型研究这种地球化学特征, 可以揭示出地球化学元素空间分布的内在规律。

“元素含量—面积”多重分形模型可表示为:

$$A(\rho) \propto \rho^{-D}$$

式中 $A(\rho)$ 表示元素含量大于 ρ 的区域的面积, D 为分维数, 代表正比的意思。显然, A 随 ρ 变化的规律取决于指数 D 的大小, D 值定量地刻画了地球化学元素含量分布在该无标度区内的变化复杂程度。而如果 $A(\rho)$ 与某特征值 $\gamma_1, \gamma_2, \dots$ 存在如下的关系:

$$A(\rho \leq \gamma_1) \propto \rho^{-D_1}; A(\rho \leq \gamma_2) \propto \rho^{-D_2}, \dots$$

则表明元素含量在空间上的自相似性存在局域特征, 即具有多重分形特征。这就说明了在该区域内, 元素含量在空间上至少存在两个以上不同层次的分布。同时也反映在该区域的背景场和异常场范围内存在不同的 D 值, 它将在双对数坐标图上决定直线段不同的斜率。这就为应用该模型来研究地球化学(异常)场的分布规律和区分矿化异常与背景提供了理论依据。

2.2 实现方法

(1) 求取分维数 D 。首先计算大于元素含量值 $c_i (i =$

$1, 2, \dots, n; n$ 为含量值分组数, $c_{\min} \leq c_i \leq c_{\max}$) 的面积 $S (C > c_i)$, 然后将 $S (C > c_i)$ 和 c_i 绘在双对数坐标纸上, 并考察 c_i 与 $S (C > c_i)$ 是否存在幂率关系即分形。如果投影点大致分布在一条直线上, 则可用以下线性回归模型来表示:

$$\ln S(c_i) = -D \ln c_i + \lg K$$

采用最小二乘法求出斜率 D 的估计量, 即分维数; 如投影点大致分布在二段以上的直线时, 可采用分段拟合, 为提高分界点确定的客观性, 在各区间用最小二乘法进行回归时, 用最优化方法确定分界点。其基本思想是: 找出合适的分界点 c_{i_0} , 使各区间拟合的直线与原始数据之间的剩余平方和 $E_i (i=1, 2, \dots)$ 在各区间的总和 E 为最小, 其中

$$E = E_1 + E_2 + \dots = \sum_{i=1}^{i_0} [S(c_i) + D_1 \ln K_1 - \ln K_1]^2 + \sum_{i=i_0+1}^{i_1} [S(c_i) + D_2 \ln K_2 - \ln K_2]^2 + \dots$$

式中 c_{i_0}, c_{i_1}, \dots 为分界点, D_1, D_2, \dots 为相应区间的斜率分维数。

(2) 计算 $S (C > c_i)$ 。通常采用的方法主要有两种: ①在对原始数据加权移动平均插值后制作的地球化学等值线图, 统计含量值大于 c_i 的等值线圈围的区域面积之和; ②统计原始含量数值的盒子, 即用边长确定的正方形网格覆盖研究区, $S (C > c_i)$ 等于具有含量值大于 c_i 的正方形网格数。如果在正方形中不止一个样品, 则取平均值作为该网格的含量值。

本次工作采用方法②进行研究。该方法不仅可以有效消除由分散流扫面采样点分布不均一的影响, 又不会因孤立高值点导致其邻近等值线畸变和难以剔除采样空白区等, 能真实地反映区域内元素含量值的分布特征, 而且方法简单实用。其具体实现的步骤如下:

首先以一边长 (r) 确定的正方形网格覆盖采样区域。为了真实地反映原始数据采样的精度, 采用的 r 值为 0.5 km (即每 km^2 有 4 个点), 可保证在采样较密区域的网格内有 2 个或 2 个以上样品, 采样较稀区域的网格内有 1 个样品, 没有样品的网格为采样空白区。

其次计算各个网格元素含量平均值 $c_i (i=1, 2, \dots, n; n$ 为非空网格数)。统计所有网格元素含量平均值 C 大于 c_i 的网格数 $N (C > c_i)$, 然后在双对数坐标下绘制 $c_i - N (C > c_i)$ 的散点图。其结果与“元素含量—面积模型”的方法只相差一个常数, 即单位网格的面积, 不影响双对数坐标下散点图的形态。

为保证分组数尽量合理, 以步长值 0.1 来对 $\ln C$ 分组, 使 c_i 在对数坐标下等距, 可避免数据点在低含量区过稀而在高含量区过密的缺陷。

3 应用结果及综合分析

3.1 应用结果

按上述方法分别对 4 个地球化学区的 8 个元素进行分形统计分析, 图 2~5 为各区 4 个主要元素的双对数图。

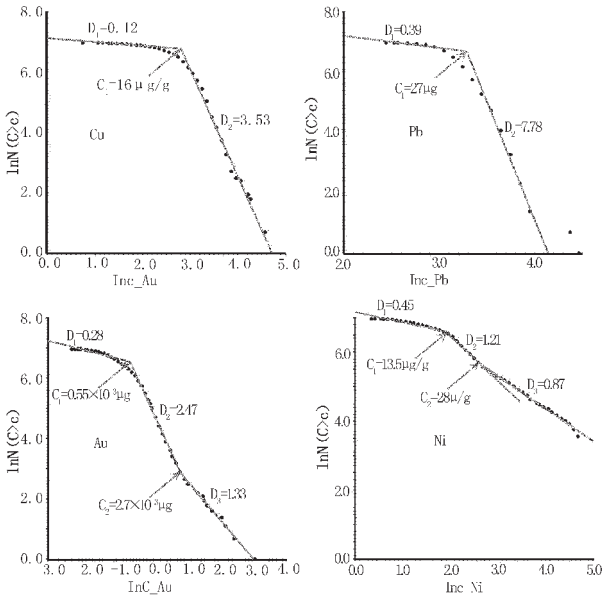


图2 地球化学区 I 元素含量大于 c 的网格数 $N(C > c)$ 与 c 的双对数图

Fig. 2 Log-log plot of different element contents (c) and the grid number (N) with the element content $> c$ in geochemical district I

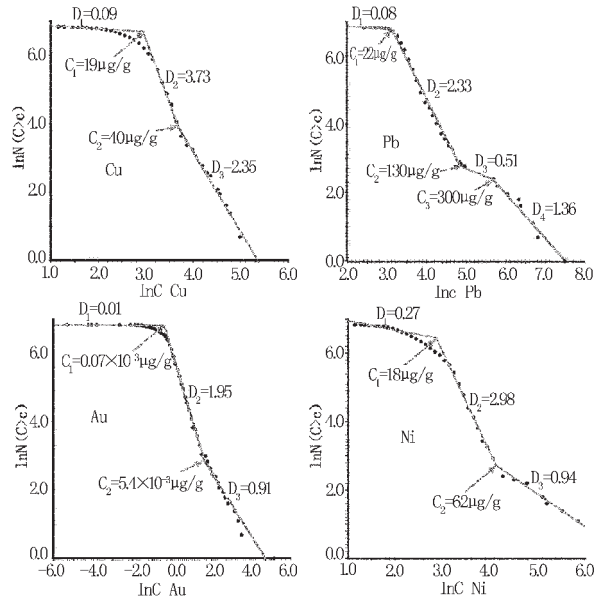


图4 地球化学区 III 元素含量大于 c 的网格数 $N(C > c)$ 与 c 的双对数图

Fig. 4 Log-log plot of different element contents (c) and the grid number (N) with the element content $> c$ in geochemical district III

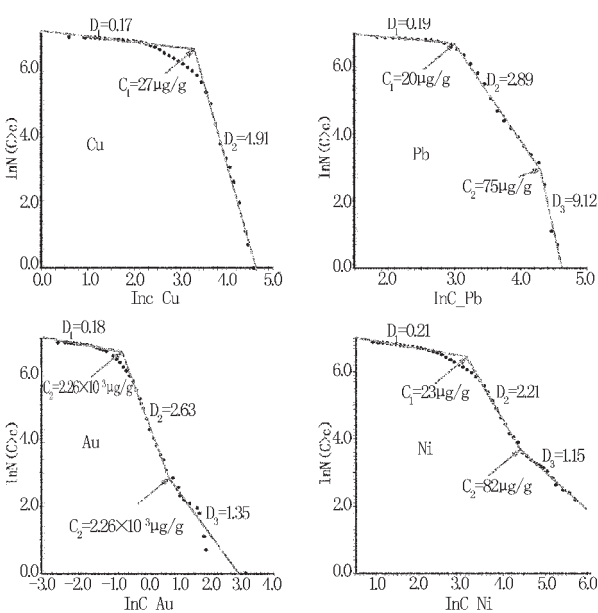


图3 区块 II 元素含量大于 c 的网格数 $N(C > c)$ 与 c 的双对数图

Fig. 3 Log-log plot of different element contents (c) and the grid number (N) with the element content $> c$ in geochemical district II

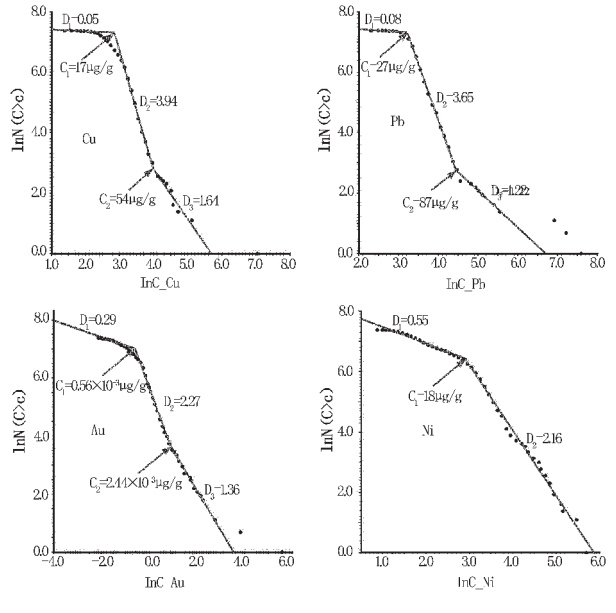


图5 区块 IV 元素含量大于 c 的网格数 $N(C > c)$ 与 c 的双对数图

Fig. 5 Log-log plot of different element contents (c) and the grid number (N) with the element content $> c$ in geochemical district IV

D_1, D_2, \dots 为各近似线性段经最小二乘法拟合的直线斜率(即该无标度区的分维数), C_1, C_2, \dots 为各拟合直线段之间的分界

值, 各直线段拟合方程的拟合系数均通过显著性检验。分析表明:

(1)在双对数坐标散点图上,各元素含量的投影点均须用两条或两条以上的直线段来拟合,即各元素含量的空间分布普遍存在两个或两个以上的无标度区。在低值区拟合的直线段非常“平坦”,与第二直线段之间无明显的转折点,表现为连续过渡。该段的分界点含量值与各元素的背景下限非常接近,可以认为它所代表的无标度区反映了某种与局部地质因素有关的元素含量贫化现象,即元素的低背景区(或亏损区)。第二直线段为元素的主要含量区间,其分维数一般较大(多数都大于 3),反映了元素含量的非奇异背景分布,并占据了测区的绝大部分面积。第三直线段比较平缓,为元素含量的高异常区间,与第二直线段之间明显有一转折点,其所代表的无标度区反映了与区内矿化作用有关的异常场分布。

(2)分维数 D 定量地刻画了元素含量在空间分布上的丛集程度(相对集中的程度)和不均匀程度,在相同的空间范围内或同一无标度区间内, D 越小,元素含量在空间上的丛集程度越高(相对集中的趋势越大),空间分布越不均匀。

(3)结合对元素含量直方图和 $Q-Q$ 正态分布检验图的对比分析,无高异常值的元素基本上都服从对数正态分布,在双对数坐标图上表现为只具有上述两个直线段的连续曲线;而不服从或主要含量区间近似服从对数正态分布的具有高异常值的元素,在双对数坐标图上普遍具有两个以上的无标度区。由此可见,元素的背景值往往服从或近似服从正态或对数正态分布(在双对数图上对应于第二个无标度区),而高低异常值服从分形或多重分形分布(在双对数图上对应于第一个和第三个无标度区)。

(4)研究区主要成矿元素地球化学场具有两种多重分形特征模式。模式 I 为只具有两个无标度区的简单多重分形模式,具有该模式的元素在其所处的地球化学区内没有成矿富集的趋势,不存在实质性的矿致异常;模式 II 是具有两个以上无标度区的高丛集多重分形模式,它是在模式 I 的基础上,于元素背景区上“叠加”有高含量的异常场,具有该模式的元素在其所处的地球化学区内存在很大的局部富集成矿的可能性。

3.2 各地球化学区地球化学(异常)场的多重分形特征

根据以上分析,结合研究区的成矿地质特征,通过对各地球化学区主要成矿元素的多重分形特征曲线的对比研究发现:由于所处的大地构造背景和成矿地质条件不同,各元素富集成矿的成因机制和成矿元素组合也不尽相同,导致了在各地球化学区内表现出截然不同的多重分形结构特征。

(1)曲录—沃日格达瓦区块:该区所处的地质构造背景比较单一,与热液活动有关的中低温成矿元素 $Cu-Pb-Zn-Ag$ 组合均具有相似的简单多重分形特征。其 D_2 值均很大,表明它们在该区块内的丛集程度很差,空间分布比较均匀,不利于富集成矿。但是与超基性岩浆侵入有关的成矿元素 $Cr-Ni-Co$ 组合的 D_2 值均小于 2 或接近于 2,尤其是 Cr 和 Ni 还具有高丛集的多重分形特征,说明它们在局部地段(尤其

是在超基性岩分布的地段),富集成矿的可能性很大。

(2)六道班—哈莉哈德山区块:该区受柴北缘构造带与鄂拉山构造带的复合控制,成岩成矿作用复杂,因而主要成矿元素组合及其多重分形特征也比较复杂。其中 Cu 和 Zn 元素具有相似的简单多重分形特征, D_2 值也大,反映了它们在空间分布上比较均匀,局部富集程度差,不存在实质性的异常场。 Pb 和 Ag 具有相似的高丛集多重分形特征,但其 C_2 值较低, D_3 值(尤其是 Pb 元素)很大,表示其异常场内元素含量的差异较小,分布相对均匀,在局部地段有一定的富集,但分布面积较小。与超基性岩浆侵入有关的成矿元素 $Cr-Ni-Co$ 组合与曲录—沃日格达瓦区块相似,但其 Ni 和 Co 元素具有高丛集多重分形特征,是一个寻找镍钴矿有利的远景区。

(3)阿尔茨托山—巴音山区块:由于该区位于柴北缘构造带与东昆北构造带的结合部位,经历了多期次的构造岩浆侵入活动,成矿地质构造条件十分有利,使得其主要成矿元素均具有高丛集的多重分形特征,表明该区是一个寻找多金属矿的有利远景区。尤其是 Pb 和 Ag 元素,其地球化学异常场难以用一条直线拟合,反映它们的富集成矿作用具有多期叠加性,具有很大的找矿前景。

(4)卧龙—柯柯寨区块:该区各元素地球化学场的多重分形特征与曲录—沃日格达瓦区块正好相反,与热液活动有关的中低温成矿元素 $Cu-Pb-Zn-Ag$ 组合均具有高丛集的多重分形特征,且各元素的多重分形特征曲线十分相似,表明它们的成矿富集作用具有相同的成因,对找矿有利。而由于在该区的超基性岩浆侵入活动不发育,与之有关的成矿元素 $Cr-Ni-Co$ 组合表现为只具有简单的多重分形特征,说明它们在该区局部富集成矿的可能性不大。

(5)研究区 Au 元素的成因机制明显不同于其他元素,它在各地地球化学区均具有相似的高丛集多重分形特征,其 D_2 和 D_3 值均较小,反映出 Au 元素的成矿富集与研究区内前寒武系的结晶基底和后期的构造岩浆侵入活动有很大的关系,具有很大的找矿潜力。

3.3 研究区地球化学异常的圈定

通过以上的分析讨论,很明显,应用多重分形方法可以较好地区分出地球化学背景与矿致异常,因此可以把具有模式 II 特征曲线的 C_2 值作为该元素的矿致异常下限。而对于具有模式 I 特征曲线的元素,由于其基本上服从正态或对数正态分布,因此可采用目前比较常用的“迭代法(逐次剔除法)”计算出的算术下限或对数下限作为其异常下限,但以此圈定的异常并不具有实质性的矿致异常含义,它仅仅是区域性异常或某种岩性异常的反映。

为了检验用多重分形方法确定异常下限的客观性和适用性,选取了巴音山多金属矿化集中区来对比两种方法所圈定异常的地质效果(表 1、图 6)。通过对比分析发现,两种方法所得出的结果除个别外,绝大多数差异十分明显。以传统的正态分布为理论基础的“迭代法”计算出的异常下限均很

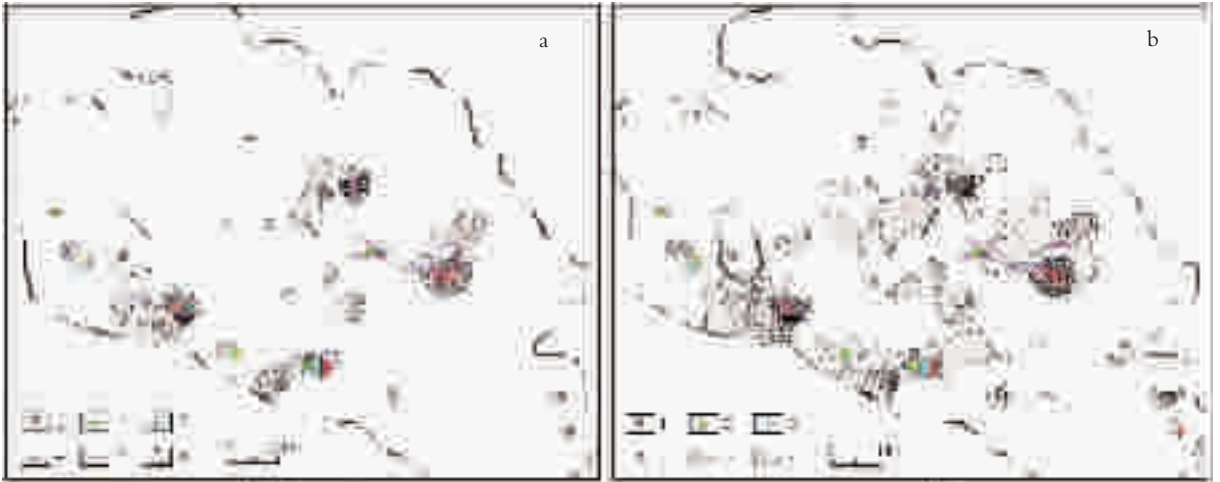


图 6 巴音山矿化集中区 Zn 元素地球化学异常略图

a 和 b 分别为采用多重分形方法和迭代法所圈定的异常图

1—银铅锌多金属矿点;2—铜矿点;3—铅矿点;4—铬矿点;5—矿化蚀变带;6—采样空白区

Fig. 6 Sketch map of geochemical anomalies of Zn in the Bayan Mountain mineralization concentration area

a and b are the anomalies delineated by the multifractal method and the iteration method;

1—Silver-lead-zinc polymetallic ore occurrence;2—Copper ore occurrence;3—Lead ore occurrence;

4—Chromite ore occurrence;5—Mineralization-alteration zone;6—Sampling blank

表 1 巴音山矿化集中区异常下限计算结果对比
Table 1 Comparison of the results of calculation of the lower limits of anomalies in the Bayan Mountain mineralization concentration area

| 特征参数 | Cu | Pb | Ag | Zn | Au | Cr | Ni | Co |
|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|------|
| 平均值 | 22.32 | 42.77 | 0.10 | 86.28 | 1.68 | 53.49 | 20.20 | 9.52 |
| 标准差 | 15.73 | 83.13 | 60.12 | 13.95 | 0.12 | 41.47 | 23.69 | 5.63 |
| 算术下限 | 33 | 40 | 0.12 | 120 | 1.45 | 64 | 21 | 14 |
| 对数下限 | 39 | 43 | 0.14 | 128 | 2.6 | 111 | 37 | 15 |
| 分形下限 | 40 | 130 | 0.21 | 160 | 4.5 | 145 | 62 | 23 |

注:算术下限采用 $X_2 + 2Sd$ 标准,对数下限采用 $X_2 + 1.5Sd$ 标准。

低,所圈出的异常规模很大,与已知的矿化关系联系较差,不利于异常的快速筛选评价;而用多重分形方法圈出的异常尽管规模小,但几乎所有已知的矿化它都有所反映,而且过滤掉了许多其他干扰因素引起的假异常或与矿化无关的岩性异常,表明其异常与矿化关系密切,能真实地反映与矿化有关的异常。造成以上现象的原因主要是那些具有矿化富集趋势的元素,往往受到多期次的地质构造活动和成矿作用的控制,反映在地球化学元素含量数据上,其分布特征均表现为不服从正态或对数正态分布,而是呈高丛集的多重分形分布特征。多重分形方法主要依据地球化学背景场和矿致异常场隶属于不同的地球化学空间结构特征,根据标度不变性原理,可以较好地地区分出两个地球化学场的无标度区,而传统

的迭代法因只考虑元素含量频率的分布,忽视了元素含量的空间属性,因而难以有效地区分异常场和背景场。因此用多重分形方法计算出的异常下限和分维数代表的异常特征更符合客观事实。而且其计算方法简便可行,所确定的异常下限具有数值稳定和对元素分布形式明确等优点,有利于突出高清晰异常,可快速地缩小异常查证和评价的范围,有效提高化探找矿的经济效益。但由于受采样精度的限制,且当前对多重分形曲线的拟合方法还不很成熟,所计算的异常下限过高,有可能遗漏一些由隐伏矿床引起的微弱异常,这方面还需作进一步的验证和改进。

4 结论

(1)“元素含量——面积模型”的多重分形方法,由于同时考虑了元素的含量分布频率、含量的空间变化性、空间形态以及形态的自相似性和随尺度的变化性,能在一定程度上克服传统统计方法的局限,因而是一种研究地球化学(异常)场的有效方法。

(2)由于成矿地质构造背景不同,各元素富集成矿的机理和元素组合也不尽相同,导致各元素地球化学(异常)场在不同区块表现出截然不同的多重分形特征模式;只有两个无标度区的简单多重分形模式和有两个以上无标度区的高丛集多重分形模式,具有相同成因的元素组合具有相似的多重分形特征。

(3)Au 元素在各地球化学区块中均具有明显的局部富集成矿趋势,找矿前景很大;区块Ⅲ是一个多金属矿成矿富集的有利找矿靶区,尤其是 Pb 和 Ag 具有很好的找矿前景;

区块 I 和区块 II 是寻找与超基性岩浆侵入有关的成矿元素 Cr-Ni-Co 的有利成矿远景区, 区块 IV 则是寻找与热液活动有关的 Cu-Pb-Zn-Ag 元素的有利成矿远景区。

(4) 由于地球化学背景场和异常场具有不同的成因机制和空间分布结构特征, 通过应用多重分形方法, 可以较好地背景场和异常场区分出来。实践表明, 用多重分形方法所圈定的异常与矿化关系密切, 可过滤掉与矿化无关的假异常或岩性异常, 所确定的异常下限具有数值稳定和对应元素分布形式明确等优点, 有利于突出高清晰异常, 可快速地缩小异常查证和评价的范围。而且, 该方法简便可行, 具有良好的实用价值, 值得进一步推广和验证。但由于受采样精度的限制, 且当前对多重分形曲线的拟合方法还不很成熟, 所计算的异常下限过高, 有可能遗漏一些由隐伏矿床引起的微弱异常, 这方面还需作进一步的研究和改进。

在本文的研究过程中, 西北有色地质勘查局提供了宝贵的第一手资料, 有色金属矿产地质调查中心的朱谷昌总工程师、植起汉教授、袁继明高级工程师和桂林矿产地质研究院的张远飞教授等提出了许多宝贵意见, 在此致以衷心的感谢。

参考文献 (References):

- [1] 於崇文, 岑况, 鲍征宇, 等. 成矿作用动力学[M]. 北京: 地质出版社, 1998. 1~230.
Yu Chongwen, Chen Kuang, Bao Zhengyu, et al. Dynamics of Mineralization [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1998.

- 1~230(in Chinese).
[2] Mandelbort B B. The Fractal Geometry of Nature[M]. San Francisco: Freeman, 1982. 1~60.
[3] Mandelbort B B. Multifractals and $1/f$ Noise[M]. New York: Springer-Verlag, 1999. 1~442.
[4] Bolviken B, Stoke P R, Feder J, et al. The fractal nature geochemical landscapes [J]. Geochemical Exploration. 1992, 43: 91~109.
[5] 申维. 分形理论与矿产预测[M]. 北京: 地质出版社, 2002. 1~68.
Shen Wei. Fractal and Chaos with Application in Mineral Resource Prediction [M]. Beijing: Geological Publishing Houses, 2002. 1~68(in Chinese).
[6] 成秋明. 多维分形理论和地球化学元素分布规律 [J]. 地球科学——中国地质大学学报. 2000, 25(3): 311~318.
Cheng Qiuming. Multifractal theory and geochemical element distribution pattern [J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences. 2000, 25 (3): 311~318 (in Chinese with English abstract).
[7] Agterberg F P, Wright D F. Fractal modeling of mineral deposits: applications of computers and operations research in the mineral industry [A]. In: Elbrond J, Tang X (eds.), Proc. 24th APCOM Symposium (Montreal) [C]. 1993. 43~53.
[8] Cheng Q, Agterberg F P, Bonham-Carter G F. A spatial analysis method for geochemical anomaly separation [J]. Geochem. Explor. 1994, 51: 109~130.

Multifractal study of geochemical (anomaly) fields in the A'ercituoshan area, Qinghai

ZOU Lin¹, PENG Sheng-lin¹, YANG Zi-an², LAI Jian-qing¹, ZHANG Pu-bin³

(1. Institute of Geosciences and Environment, Central-South University, Changsha 410083, Hunan, China;

2. China University of Geosciences, Beijing 100083, China;

3. China Non-ferrous Metals Resource Geological Survey, Beijing 100012, China)

Abstract: Based on the ore-forming geological backgrounds, the study area is divided into 4 geochemical districts. By using the concentration-area (C-A) multifractal method, the geochemical (anomaly) fields of major ore-forming elements from stream sediments in various geochemical districts have been studied. The results show that owing to different geological backgrounds and different geneses of element concentration, the geochemical (anomaly) fields in these districts have two different multifractal models: the simple multifractal model with only two non-scale sections and the highly clustered multifractal model with more than two non-scale sections, and the element assemblages with the same genesis have similar multifractal features. On that basis, the spatial distribution and concentration pattern of geochemical elements are discussed, and then geochemical backgrounds and anomalies are distinguished. By check and comparison, this method is proved effective and practical.

Key words: geochemical district; geochemical anomaly field; multifractal