

水系沉积物地球化学分区的因子分析方法与应用

时艳香, 纪宏金, 陆继龙, 马力, 段国正

(吉林大学地球探测科学与技术学院, 长春 130026)

[摘要]以多宝山地区1:5万水系沉积物资料处理为例,探讨了利用水系沉积物资料进行地球化学分区的R型因子分析方法。该方法通过充分提取样品中所蕴含的地球化学背景信息,进行地球化学分区研究,绘制了能够反映研究区整体地质特征的地球化学分区图,明确了各类子区特定的地质地球化学意义及其相互关联。

[关键词]水系沉积物 地球化学分区 因子分析

[中图分类号]P628 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2004)05-0073-04

根据地球化学样品所蕴含的信息把研究区划分为不同子区,是开展区域地球化学调查的重要途径之一。传统的勘查地球化学方法多以找矿为目的,更多强调异常划分、解释与评价,而对背景的讨论较少,甚至对背景样品弃之不用,导致地球化学背景信息丢失,致使地球化学资料得不到充分利用。同时,由于区域地球化学资料涉及变量繁多,所成图件多而复杂^[1],不利于从整体上寻求其地质地球化学特征和规律。虽然也可以利用聚类分析或因子分析对变量进行综合,但得到的仍然是多个组合或多个因子的图件,各图件间相互分离,无法体现各地质信息间的关联性。众所周知,水系沉积物对原岩具有继承性,同时微观地球化学信息必然反映一定的宏观地质特征。基于这一原理,本文从多宝山地区1:5万水系沉积物资料出发,通过R型因子分析提取地球化学信息,进行了地球化学分区研究。其结果可在一幅图件上表现所有样品及变量组合类型,据此将研究区划分为不同的地球化学子区,进而形成地球化学分区图,为从整体上认识该区的地质地球化学特征和找矿规律提供了线索。

1 基本方法

地球化学分区的关键是确定分区类型和子区边界。因子分析是把一些具有错综复杂关系的研究对象(样品或变量)归结为数量较少的几个综合因子的一种多元统计方法^[2]。通常,R型因子分析用于

研究变量间的关系,Q型因子分析用于研究样品间的关系。实际上,这两种方法是有关联的。本文所提出的方法是利用R型因子负载来划分元素组合,即确定分区类型,利用R型因子得分来划分样品类型,也就是确定子区边界。

1.1 分区类型的确定

合理的元素组合必然反映特定的地质地球化学信息^[3]。因此,可以根据因子负载矩阵中所反映的不同元素组合来确定分区的地球化学类型。设原始数据矩阵为 $X_{m \times n}$,其中 m 为变量数, n 为样品数;R型因子分析的因子负载矩阵为 $A = (a_1, a_2, \dots, a_j, \dots, a_p)$,其中 $a_j = (a_{1j}, a_{2j}, \dots, a_{mj})'$, $p < m$, p 为因子个数。根据 p 个因子负载的大小和符号可以找出每个因子所代表的元素组合,即确定了 p 个分区类型。对此,下文将结合实例予以说明。

1.2 子区边界的确定

分区类型确定后,需确定区内每个样品属于何种类型。具体方法如下:

设样品 i 对应的 p 个因子得分为

$f(i, j)$,其中 $j = 1, 2, \dots, p$; $i = 1, 2, \dots, n$

若 $f(i, k) = \max_{j=1, p} (f(i, j))$,则第 i 个样品归为第 k 类。

这一做法的依据是:由于因子得分是标准化值,可以进行大小比较。某样品在因子 k 中的得分值最大,说明该样品在元素组合 a_k 中所占份额最大,因而将其归为第 k 类。

[收稿日期]2003-06-17;[修订日期]2003-09-01;[责任编辑]曲丽莉。

[基金项目]中国地质调查局项目(编号:200320120005)资助。

[第一作者简介]时艳香(1974年-),女,2001年毕业于吉林大学,获硕士学位,在读博士生,讲师,主要从事勘查地球化学教学与科研工作。

表2 6类样品及所有样品的变量平均值

 $\omega(\text{Au})/10^{-9}, \omega_{\text{B}}/10^{-6}$

变量类型	Ag	Au	Cu	Zn	Ni	Mn	Co	As	Sb	Mo	W	Pb	Hg
I类(矿化组合)	0.1219	2.863	54.556	80.749	32.696	822.3	14.88	1.0236	0.4441	1.3291	1.345	19.882	0.0253
II类(Mn,Co)	0.0668	1.217	31.493	70.253	28.034	1696	18.955	1.2969	0.4177	1.235	1.326	19.161	0.0218
III类(As,Sb)	0.0781	2.366	35.669	65.709	28.667	697.2	15.654	2.0194	0.6151	1.2261	1.481	20.209	0.0222
IV类(W,Mo)	0.0738	2.193	39.901	66.456	21.206	791.8	14.669	1.1775	0.4378	3.4106	1.942	18.269	0.0235
V类(W,Pb)	0.0933	1.785	28.549	71.218	28.639	710.3	14.957	1.1463	0.434	1.146	1.84	23.818	0.0205
VI类(Hg)	0.0586	1.269	29.777	67.082	30.013	667.6	13.005	1.049	0.4082	1.0633	1.43	17.526	0.1395
全区	0.0872	2.052	37.587	71.06	28.362	904.8	15.592	1.3133	0.4674	1.5459	1.575	20.368	0.0288

最高值都出现在相应的类标型中。可见,各类均富集相应的标型元素,反映了样品类型划分的合理性。

根据样品类型将研究区划分为不同子区,得到包含6种类型的地球化学分区图(图2):I类为Au、Ag、Cu、Zn、Ni类,II类为Mn、Co类,III类为As、Sb类,IV类为W、Mo类,V类为W、Pb类,VI类为Hg类。

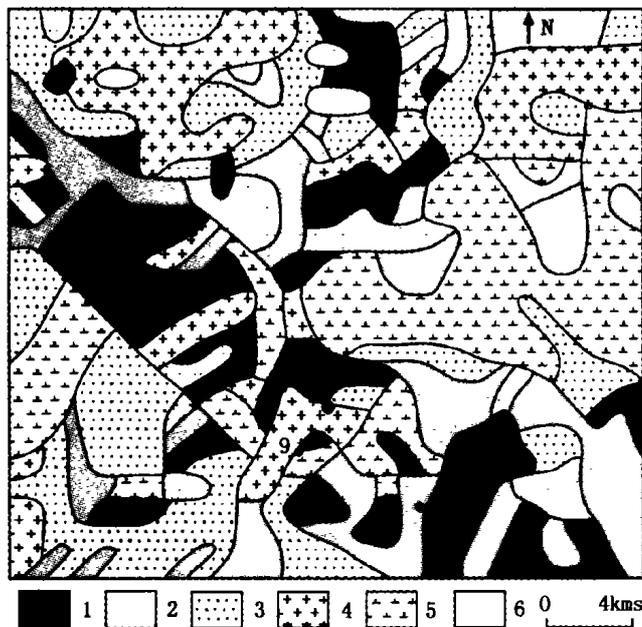


图2 地球化学分区图

1—Au、Ag、Cu、Zn、Ni类;2—Mn、Co类;3—As、Sb类;
4—W、Mo类;5—W、Pb类;6—Hg类

3 分区结果讨论

对比图1、图2可以看出,图2中各类的空间分布和边界走向与岩浆岩、构造、矿床(点)均有密切关系。

3.1 分区类型与岩浆岩的关系

W、Mo类和W、Pb类的子区主要分布在该区的岩体位置。例如,在研究区北西部,W、Mo子区与地质图上燕山期斜长花岗岩岩体相对应,规模形态与岩体相近;在7、8、9号矿床(点)位置附近及图幅南西角,W、Mo子区也与岩体基本对应;图幅东部大面

积的W、Pb子区反映了燕山期石英闪长岩与海西期斜长花岗岩的分布位置;在图幅西部一处呈北东向分布的W、Pb子区与地质图上亦呈此方向分布的海西期斜长花岗岩相对应。这些现象表明,W、Mo类和W、Pb类与研究区的岩体关系密切。此外,在图幅的北东部,有一W、Mo子区与该区地层相对应,推断此位置可能有隐伏岩体发育,并已得到物探结果的佐证。

通过分析还可看出,研究区北部的燕山期斜长花岗岩和中部的海西期斜长花岗岩,虽然岩体类型一致,但由于侵入期次不同,表现出不同的地球化学特征,前者富W、Mo,后者则富W、Pb。因此,在讨论该区岩体是富W、Mo还是富W、Pb时,除了要考虑岩体的类型,还应考虑岩体的侵入期次等因素。

3.2 分区类型的分带特征

从图2不难看出,某些子区间的分布具有地球化学分带关系。在图幅北西角一带,这种分带关系最为明显。以W、Mo类子区为中心,向外侧依次为As、Sb类子区和Hg类子区。这种分布特征表明,作为高温元素的W、Mo代表了岩浆热源或岩体的位置,而低温元素Hg和As、Sb,迁移能力较强,为岩体的前缘指示元素。子区间的这种分带关系与矿床的原生晕轴向分带(Hg—Sb—Ag—As—Cu—Zn—Pb—Au—Mo—W)相一致。值得注意的是,1、2号矿点正好位于W、Mo子区与As、Sb子区之间,可能说明岩体与矿化有关。

3.3 分区类型与矿床(点)的关系

从图2还可看出,已知的1—11号矿床(点)整体上呈北西向分布,且位于Au、Ag、Cu、Zn、Ni子区内,与W、Mo子区相邻。这说明Au、Ag、Cu、Zn、Ni组合确为该区的矿化元素组合,而且矿化与富W、Mo的岩体有关。可见,W、Mo子区也是找矿的有利指标。因此,在圈定找矿有利部位时,应以W、Mo子区外围的Au、Ag、Cu、Zn、Ni子区为主。

3.4 地球化学分区图的构造特点

图 2 显示, Au、Ag、Cu、Zn、Ni 类的子区整体上沿着北西向分布, 而且有关子区边界也明显呈北西向特征, 反映出研究区北西向构造发育及其控矿特点。同时, 有的子区还呈北东向延伸, 反映了研究区也发育有北东向构造。比如, 图幅西侧一处 Pb、W 子区的边界呈明显的北东向, 与此处一组实测断裂相吻合。

此外, 子区边界还有南北、东西走向特征, 说明该区局部还发育有南北、东西向构造。

总之, 通过对比分析可以看出, 分区图中各类的子区地质地球化学意义明确, 子区的边界和分布趋势反映了一定的构造特征, 有些子区间的分布特点还反映了地质因素间的分带及其关联性, 为矿床成因、控矿有利部位和隐伏岩体的推断提供了线索。

当然, 在因子分析中, 由于所取因子的总方差有限, 也有一定的信息损失。而且, 受表生风化作用的影响和水系沉积物的有限位移, 地球化学信息与地质特征的局部不吻合现象也在所难免。

为便于与上述分区图(图 2)作效果对比, 分别绘制了全部 6 个因子的空间分布图(图 3), 虽然各因子的地质意义明确, 但正如前文所述, 各图件相互独立, 难以体现各地质信息间的关联性。

4 结论

通过对多宝山地区 1:5 万水系沉积物资料的地球化学分区初步探讨, 取得了较好的实际效果。主要结论如下:

1) 地球化学分区图综合了所有样品和变量的信息, 直观简洁, 便于从整体上表现地质地球化学规律;

2) 地球化学分区图既有利于解决岩性识别、构造推断等基础地质问题, 又为确定找矿靶区、推断隐伏岩体提供了重要线索;

3) 该方法不抛弃区域地球化学资料中所蕴含的背景信息, 为区域地球化学资料在地质调查中的

应用提供了新的途径。

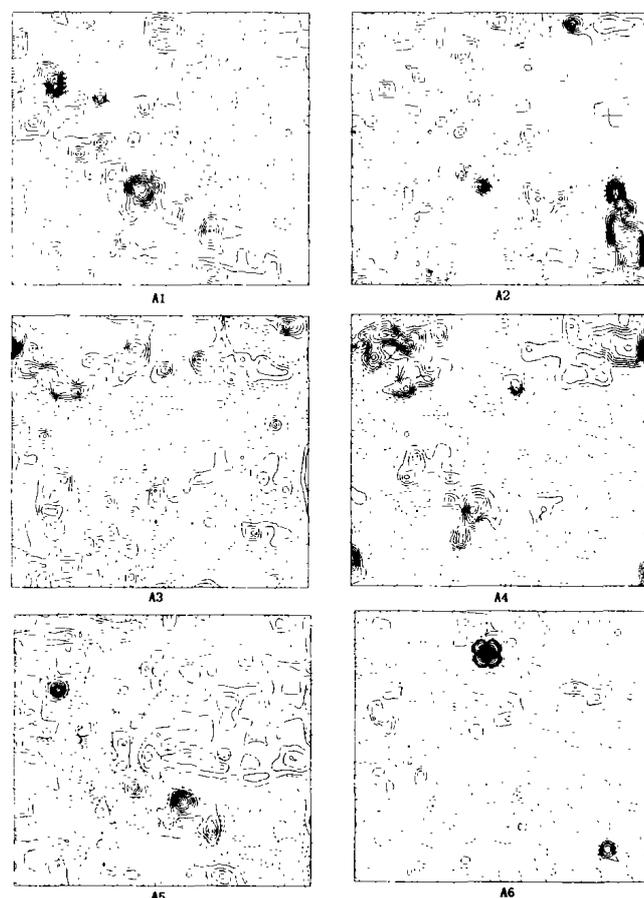


图 3 各因子的空间分布图

[参考文献]

- [1] 纪宏金. 区域化探中若干新图件的计算与制作[J]. 物探化探计算技术, 1991, 2: 98 ~ 104.
- [2] 王学仁. 地质数据的多变量统计分析[M]. 北京: 科学出版社, 1982, 249.
- [3] 时艳香, 纪宏金, 仲崇学. 多宝山铜矿区地质地球化学信息提取方法与结构分析[J]. 长春科技大学学报, 1999, 29: 84 ~ 87.
- [4] 杜琦. 多宝山斑岩铜矿床[M]. 北京: 地质出版社, 1988, 1 ~ 20.
- [5] 戚长谋, 邹祖荣, 李鹤年. 地球化学通论[M]. 北京: 地质出版社, 1987, 25 ~ 47.
- [6] 刘英俊. 元素地球化学通论[M]. 北京: 地质出版社, 1987, 142 ~ 144, 184, 228 ~ 238.

FACTOR ANALYSIS METHOD AND APPLICATION OF STREAM SEDIMENT GEOCHEMICAL PARTITION

SHI Yan-xiang, JI Hong-jin, LU Ji-long, MA Li, DUAN Guo-zheng

(College of Geospatial Science and Technology, Jilin University, Changchun 130026)

Abstract: According to an example of treatment with 1:50,000 stream sediment data in the Duobaoshan area, R mode factor analysis method which is used to apart geochemical area by stream sediment data is discussed. The method studies the geochemical partition by distilling the geochemical information contained in the samples. Geochemical partition maps reflecting the holistic geological characteristics of the studying area are plotted and the special geochemical meaning of any kind of subregion and the relationship among them are clarified.

Key words: stream sediment, geochemical partition, factor analysis