

技术方法

R型因子分析和聚类分析在水系沉积物测量中的应用

魏印涛¹,何其芬¹,刘伟¹,陈宏杰¹,关琴²

(1. 山东省物化探勘查院, 山东 济南 250013; 2. 山东省地矿工程勘察院, 山东 济南 250014)

摘要:水系沉积物测量数据量庞大,如何有效的确定异常元素共生组合类型,是圈定异常的关键。利用R型因子分析和聚类分析,为青海省裕龙沟地区水系沉积物测量元素共生组合类型划分提供依据。利用划分的元素组合类型圈定组合异常,异常显示良好,套合程度高,充分证明了因子分析和聚类分析对划分元素组合的有效性。同时,R型因子分析和聚类分析二者可互相对照,增加划分元素共生组合类型的准确性。

关键词:水系沉积物;因子分析;聚类分析

中图分类号:P628

文献标识码:B

在我国地质找矿中,以水系沉积物测量方法为主开始实施的区域化探扫面计划提供的信息占有重要位置,是找矿卓有成效的重要手段之一^[1];但水系沉积物测量数据量庞大,如何有效的确定异常元素共生组合类型,是圈定异常的关键。利用GolPAS3.0软件中的因子分析和聚类分析模块,对青海省裕龙沟地区1:5万水系沉积物测量的全部2687件样品分析结果进行数据处理,以期为工区的元素共生组合类型提供依据。

1 工区地质背景概况

工区大地构造位置位于南祁连陆块,野马南山—化隆早古生代中晚期岩浆弧带,呈NWW向介于中祁连南缘断裂与宗务隆—青海南山断裂之间,区内主要出露的地层为古元古代化隆岩群、二叠纪哈吉尔组、三叠纪切尔玛沟组、早白垩世河口组、古近纪—新近纪西宁组和第四系。区内岩浆活动强烈,主要为华力西期花岗岩(图1)。

2 水系沉积物工作方法

水系沉积物是岩石风化的产物,是上游汇水盆

地物质的天然组合,在化学成分上与上游汇水盆地岩石组成具有明显的继承性^[2],同时水系沉积物作为区域化探采样介质,应该反映流域盆地基岩特征和元素迁移特征,这样岩屑粒级层和分选粒级层成为区域化探的主体采样粒级^[3]。结合区域景观特征,此次水系沉积物测量采样及加工粒级为-10~+80目,尽可能排除外来风成物干扰。采样物质一般以一、二级水系中的细砂—粗砂冲积物为主,三级水系布设少量控制点。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Ag, As, Au, Bi, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, Pd, Pt, Sb, Sn, Ti, V, W, Zn 18种元素。

3 统计方法及结果

由于各元素间联系密切,该文试图用R型因子分析和聚类分析来判别其亲疏关系,从而确定各元素共生组合类型。

3.1 R型因子分析

R型因子分析是研究元素共生组合的有效手段和方法^[4-6],其中每一个因子所包含的主要元素,不仅仅表示它们的一种组合关系,而且反映了一种内

收稿日期:2014-01-10;修订日期:2014-08-26;编辑:王秀元

基金项目:青海省地质勘查基金项目(青国土资矿[2012]28号)

作者简介:魏印涛(1985—),男,河北邢台人,助理工程师,主要从事矿床地质勘查工作;E-mail:wtywy2009@163.com。

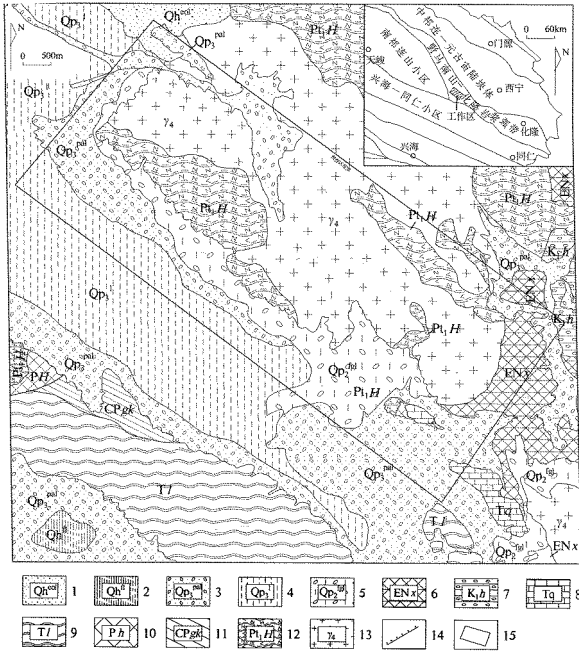


图1 青海省共和县裕龙沟地区地质图

1—风成物;2—沼泽堆积物;3—洪冲积物;4—湖积物;5—冰碛层;6—古近纪-新近纪西宁组;7—早白垩世河口组;8—三叠纪切尔玛沟组;9—三叠纪隆务河组;10—二叠纪哈吉尔组;11—石炭纪-二叠纪果可山组;12—元古宙化隆岩群;13—华力西期花岗岩;14—不整合接触界线;15—工区范围

在的成因联系^[7]。采用R型因子分析对原有18个元素(变量)进行浓缩,提取有代表性的公共因子^[8],根据因子负载矩阵中所反映的不同元素组合来确定各元素的亲疏关系,进而指导划分元素共生组合类型。

3.1.1 因子分析的前提条件

因子分析实际上是一种降维分析,降维后使标本具有更明确的意义^[9]。因此因子分析的主要任务之一是对原有变量进行浓缩,即将工作区18个分析元素中的信息重叠部分进行提取并综合成因子,进而达到减少变量个数的目的,因此要求原有变量之间应存在较强的相关关系,否则,如果原有变量之间相互独立,不存在信息重叠,也就无法从中综合出能够反映某些变量共同特性的几个较少的公共因子。该文利用巴特利特球度检验和KMO检验对所选数据进行相关关系检验,概率P小于给定的显著性水平 α 时,认为原有变量适合做因子分析;KMO值越接近于1,意味着变量间的相关性越强^[10]。工作区KMO值为0.848,概率P值为0,适合做因子分析。

3.1.2 元素组合类型的确定

用全区2687件样品18个元素的原始数据做R型因子分析,计算出每个因子的特征值和贡献率,贡献率反映的是每个因子所包含原始数据信息量的大小^[11],由表1可知,前5个特征根代表的方差已占总方差的85%以上,因此视这5个因子为主要因子。由于正交旋转因子负载矩阵比初始因子负载矩阵所反映的元素组合更具合理性和可解释性^[12],因此该文采用了正交旋转因子负载矩阵(表2)来划分元素组合,可以认为这5个因子分别代表了工作区的5种元素组合类型。

表1 因子特征根

序号	特征根	特征根百分比	累计百分比
0	7.243	40.241	40.241
1	4.615	25.637	65.878
2	1.199	6.664	72.542
3	1.013	5.628	78.169
4	0.789	4.381	82.551
5	0.769	4.270	86.820
6	0.642	3.568	90.388
7	0.580	3.221	93.609
8	0.330	1.834	95.444
9	0.254	1.410	96.853
10	0.196	1.089	97.942
11	0.121	0.670	98.612
12	0.106	0.590	99.203
13	0.063	0.348	99.551
14	0.042	0.236	99.786
15	0.030	0.167	99.954
16	0.005	0.028	99.982
17	0.003	0.018	100.000

表2 正交旋转因子矩阵

变量	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅
Ag	0.795	0.241	0.131	0.203	0.211
As	-0.030	0.820	-0.234	0.259	0.214
Au	0.414	0.049	0.076	-0.067	0.751
Bi	0.468	0.118	0.002	0.601	0.036
Co	0.662	0.677	0.008	0.020	-0.064
Cr	0.802	0.382	-0.045	-0.044	-0.078
Cu	0.978	0.001	-0.007	0.048	0.099
Mo	-0.006	0.793	-0.056	0.260	0.180
Ni	0.988	0.010	-0.019	0.033	0.081
Pb	-0.021	-0.114	0.936	0.058	0.057
Pd	0.978	-0.053	-0.017	0.048	0.108
Pt	0.962	-0.078	-0.017	0.045	0.105
Sb	-0.027	0.781	-0.274	0.250	0.233
Sn	0.021	0.210	0.200	0.684	-0.237
Ti	0.088	0.950	0.008	0.092	-0.109
V	0.165	0.925	-0.025	0.040	-0.124
W	-0.041	0.381	-0.156	0.599	0.182
Zn	0.117	0.889	0.213	0.108	-0.128

F₁ 因子: Ni - Cu - Pd - Pt (Cr, Ag, Co) 组合, 方差贡献率为 40.241%, 为该地区的主要矿化因子, 说明区内存在较强的热液成矿作用, 从以往该地区及外围发现的矿体特征来看, 这些矿(化)点基本都与超基性岩脉有关。

F₂ 因子: Ti - V - Zn - As (Mo, Sb) 组合, 方差贡献率为 25.637, 作为 F₁ 的探途元素, 也不排除独立成矿的可能。

F₃ 因子: Pb 元素, 该区铅矿化具有较大的独立性。

F₄ 因子: Sn - Bi - W, 为高温元素组合, 主要反映工区广布的中酸性斜长花岗岩岩体。

F₅ 因子: Au, 从 Au 与各主因子的相关性来看, 金在各因子上的载荷相当小甚至存在负载, 表明金富集具极大的独立性。

3.2 R 型聚类分析

R 型聚类分析以变量之间的相似程度为基础, 将变量分成不同级别的类或点群, 直观地对变量进行分类。作者根据 R 型聚类分析(图 2), 将区内元素分为五大聚类。

Cu—Ni 0.993	Ni—Pd 0.992	Cu—Pt 0.976	Ti—V 0.939
As—Sb 0.927	Ti—Zn 0.890	Ag—Cu 0.789	Co—Cr 0.777
As—Ti 0.753	As—Mo 0.745	Ag—Co 0.736	Ag—Bi 0.478
As—W 0.468	Ag—Au 0.405	Ag—As 0.338	Ag—Sn 0.277
Ag—Pb -0.093			

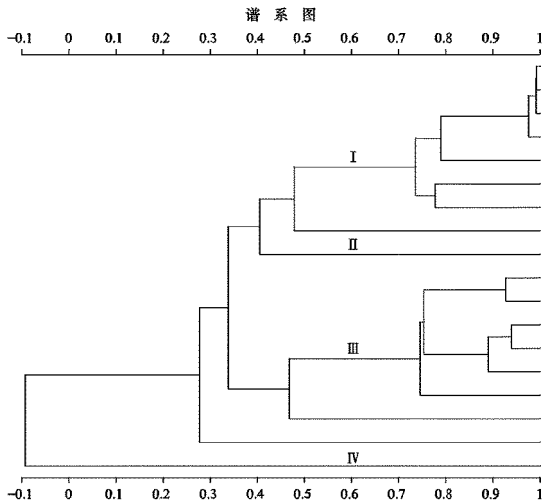


图 2 R 型聚类分析

I 簇反映了岩浆作用, 为 Cu, Ni, Pd, Pt, Ag, Co, Cr 聚类, 对应因子 F₁。

II 簇 Au 与其他元素呈弱相关, 因子分析 F₅ 中 Au 也成为独立因子, 这可能与元素本身的性质有关。

III 簇是显示成矿作用的庞大家族, 为 As, Sb, Ti, V, Zn, Mo 聚类, 对应因子 F₂。

IV 簇 Pb 与其他元素呈弱相关, 因子分析 F₃ 中 Pb 也成为独立因子, 相互对应。

W, Sn, Bi 显示有一定的弱相关性, 对应因子 F₄。

4 实际应用

依据样品化验数据, 绘制了 Ni - Cu - Pd - Pt (Cr, Ag, Co), Ti - V - Zn - As (Mo, Sb), Sn - Bi - W 3 张组合异常图, 结果显示, 异常明显, 元素套合程度高, 有效的圈定了组合异常, 为下一步的异常查证工作指明了方向, 这也充分证明了 R 型因子分析和聚类分析划分元素共生组合类型的有效性。

5 结论

(1) 由 R 型因子分析和聚类分析得知: 工区 18 种元素可划分为 5 种组合类型: Ni - Cu - Pd - Pt (Cr, Ag, Co), Ti - V - Zn - As (Mo, Sb), Sn - Bi - W, Au 和 Pb。

(2) 因子分析和聚类分析结果对应较好, 有效的确定了工区元素共生组合类型, 为组合异常圈定提供了依据。同时按照该元素组合类型圈定组合异常, 异常套合程度高, 异常明显, 也反过来验证了元素共生组合的准确性。

(3) 因子分析和聚类分析是划分元素共生组合的有效方法, 二者可共同使用, 互相对比, 增强划分元素组合类型的准确性。

参考文献:

- [1] 高延光, 杨忠芳, 汪明启, 等. 青海北祁连中南沟水系沉积物地球化学特征[J]. 物探与化探, 2006, 30(5): 382 - 386.
- [2] 焦保权, 白荣杰, 孙淑梅, 等. 地球化学分区标准化方法在区域化探信息提取中的应用[J]. 物探与化探, 2009, 33(2): 165 - 206.
- [3] 孙忠军, 张华, 刘华忠, 等. 高寒湖沼景观水系沉积物元素迁移机理研究[J]. 地质与勘探, 2005, 41(1): 68 - 71.
- [4] 吴锡生. 化探数据处理方法[M]. 北京: 地质出版社, 1993: 38 - 39.
- [5] 赵鹏大. 定量地质学理论与方法[M]. 北京: 地质出版社, 2004: 178 - 180.
- [6] 李惠, 张文华, 常凤池. 大型、特大型金矿盲矿预测的原生叠加晕模型[J]. 地质找矿论丛, 1999, 14(3): 125 - 134.

- [7] 董庆吉,陈建平,唐宇. R型因子分析在矿床成矿预测中的应用——以山东黄埠岭金矿为例[J]. 地质与勘探,2008,44(4):64-68.
- [8] 董毅. 因子分析在水系沉积物测量地球化学分区中的应用探讨[J]. 矿产与地质,2008,22(1):78-82.
- [9] 姚玉增,巩恩普,梁俊红,等. R型因子分析在处理混杂原生晕样品中的应用——以河北丰宁银矿为例[J]. 地质与勘探,2005,4(2):51-55.
- [10] 薛薇. SPSS统计分析方法及应用[M]. 北京:电子工业出版社,2004:9-12.
- [11] 杨洪鉴,张迎春,董亭亭. 山东省土地利用经济效益分析及建议[J]. 山东国土资源,2011,27(11):48-51.
- [12] 戴慧敏,鲍庆中,宫传东,等. 因子分析法对内蒙古查巴奇地区水系沉积物地球化学分区的应用研究[J]. 现代地质,2010,24(2):245-251.

Application of R Type Factor Analysis and Cluster Analysis in Stream Sediments Survey

WEI Yintao¹, HE Qifen¹, LIU Wei¹, CHEN Hongjie¹, GUAN Qin²

(1. Shandong Geophysical and Geochemical Exploration Institute, Shandong Jinan 250013, China; 2. Shandong Geo-engineering Exploration Institute, Shandong Jinan 250014, China)

Abstract: Date of Stream sediments survey is enormous. How to confirm the paragenesis - combination of anomaly elements effectively is the key to circle abnormality. By using type factor analysis and cluster analysis, it will provide basis for classifying the paragenesis - combination type of stream sediments elements in Yulonggou area in Qinghai province. Combination anomalies are delineated according to the element combination types. It is showed that the anomaly is good with high conflation. It proved that factor analysis and cluster analysis for classifying the element combination are very effective. Meanwhile, R type factor analysis and cluster analysis can compare with each other, which increases the accuracy of classifying element paragenesis - combination type.

Key words: Stream sediments; factor analysis; cluster analysis