

技术方法

R型因子分析和聚类分析在内蒙古伊山林场土壤地球化学测量中的应用

何其芬,尹维民,张秀文,孙波,邱恺毅

(山东省物化探勘查院,山东 济南 250013)

摘要:土壤地球化学测量分析元素众多,所成图件数量庞大,因此往往不易判断各元素之间的相关关系。笔者利用R型因子分析和聚类分析方法,对内蒙古伊山林场金矿普查区土壤样品进行分析,研究其元素间的共生组合关系。结果显示,R型因子分析和聚类分析二者对应性较好,有效地划分了元素共生组合类型。

关键词:土壤地球化学测量;因子分析;聚类分析;伊山林场;内蒙古

中图分类号:P208

文献标识码:B

引文格式:何其芬,尹维民,张秀文,等.R型因子分析和聚类分析在内蒙古伊山林场土壤地球化学测量中的应用[J].山东国土资源,2015,31(8):61-64.HE Qifen, YIN Weimin, ZHANG Xiuwen, etc. Application of R Type Factor Analysis and Cluster Analysis in Soil Geochemical Survey at Inner Mongolia of Yishan Forest Farm[J]. Shandong Land and Resources, 2015,31(8):61-64.

伊山林场金矿普查区位于内蒙古自治区东北部原始森林区,由于普查区植被覆盖严重,基岩出露极少,多年来开展了大量的找矿工作都没有取得明显突破,覆盖区找矿已经成为矿产勘查界公认的难题。我国近年来一些找矿实践表明^[1-4],土壤地球化学方法能有效缩小找矿靶区,圈定异常基本形态和规模,查明异常源,对异常的成矿远景作出初步评价,为后续矿产勘查工作提供可靠的地球化学依据。然而土壤测量分析元素多,所成图件数量庞大,往往不易判断各元素之间的相关关系,从而给后续的异常圈定造成困难。笔者通过R型因子分析和聚类分析方法,对普查区的元素共生组合类型进行划分,取得了良好的效果。

1 地质概况与土壤测量方法

普查区地层以中生代早白垩世梅勒图组为主,分布面积占60%以上,其次为中生代晚侏罗世满克头鄂博组和新生代第四纪全新世地层;出露岩浆岩为中生代侏罗纪中粒二长花岗岩,仅在普查区南北

两端有少量分布。由于普查区地表覆盖严重,未见明显断裂构造,仅在普查区北端有两条物探推断断裂(图1)^①。

在普查区20 km²范围内,按100 m×40 m网度进行采样,共采集样品4 628件,样品主要采自25 cm以下的“B”层(坡积层和残积层),部分采自“C”层(母质层),样品的组成成分由褐色或黄褐色粘土、岩石碎屑组成。样品充分晒干后进行加工过筛,筛取-5~+40目样品,过筛后样品重量大于160 g。样品分析Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Mo, As, Sb, W, Bi 10个元素。

2 分析方法及结果

由于各元素间有着千丝万缕的联系,如何有效地划分元素共生组合类型,是圈定异常的关键。该文利用R型因子分析和聚类分析来判别它们的相关关系,从而确定元素共生组合类型。

2.1 R型因子分析

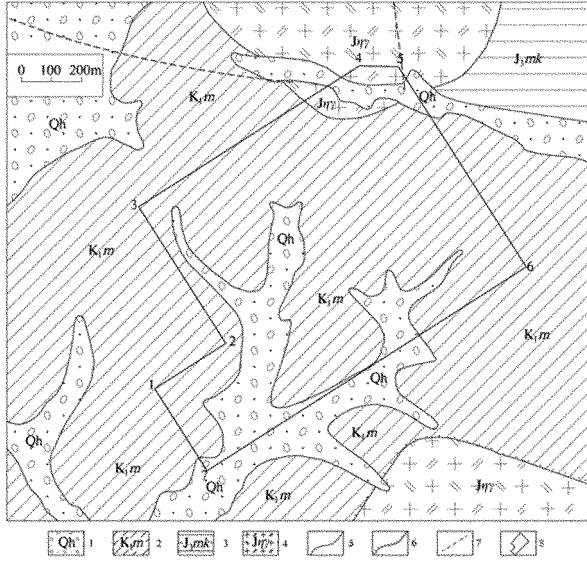
R型因子分析是研究元素共生组合的有效手段

收稿日期:2014-08-11;修订日期:2014-08-30;编辑:曹丽丽

作者简介:何其芬(1986—),女(土家族),贵州铜仁人,助理工程师,主要从事地质矿产勘查工作;E-mail:heqifen1987@163.com

①内蒙古第六地质矿产勘查开发有限责任公司,内蒙古自治区鄂伦春自治旗伊山林场金矿普查,2012年。

和方法^[4-7],其中每一个因子所包含主要元素,不仅表示它们的一种组合关系,而且反映了一种内在的成因联系^[8]。笔者采用 R 型因子分析对原有 10 个元素(变量)进行浓缩,提取有代表性的公共因子,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相关关系,进而划分元素共生组合类型^[9]。



1—现代冲积层:砂、砾;2—梅勒图组;3—满克头鄂博组;4—侏罗纪变粒二长花岗岩;5—地质界线;6—不整合接触界线;7—推断断层;8—普查区范围

图 1 普查区地质概况

2.1.1 因子分析的前提条件

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 10 个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^[10]。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^[11]。工作区 KMO 值为 0.779,概率 P 值为 0,适合做因子分析。

2.1.2 元素组合类型的确定

用全区 4 628 件样品 10 元素的分析数据做 R 型因子分析,前 5 个因子特征根代表的方差已占总方差的 80% 以上(表 1),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载荷矩阵(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,以因子载荷绝对值 $\gamma > 0.4$ 的元素为该因子主要载荷元素,得出因子结构式(表 3),即确定了 5 种元素组合类型:F1 - As, Sb, Mo; F2 - Pb, Ag, Bi; F3 - Zn, Cu; F4 - W; F5 - Au。

2.2 R 型聚类分析

因子分析提取了各元素对区内地球化学变差的贡献,但各元素间的亲疏关系不明,利用原始数据做聚类分析反映各元素间的亲疏关系,研究各因子分配情况(图 2)。R 型聚类分析在 $\gamma = 0.34$ 的相似水平上,可分为 5 大聚类:Ⅰ簇 - Cu, Zn; Ⅱ簇 - Pb, Bi, Ag; Ⅲ簇 - W; Ⅳ簇 - Mo, As, Sb; Ⅴ簇 - Au。

表 1 因子解释原有变量总方差情况

因子	特征根	特征根百分比	累计百分比
F1	2.606	26.062	26.062
F2	1.821	18.213	44.275
F3	1.332	13.317	57.592
F4	1.209	12.090	69.682
F5	1.081	10.812	80.494

表 2 正交因子载荷矩阵

变量	F1	F2	F3	F4	F5
Au	0.001	0.026	0.005	0.048	0.985
Pb	-0.001	0.829	0.042	0.078	-0.068
Mo	0.659	0.069	-0.100	0.301	-0.046
Ag	0.082	0.748	0.123	-0.017	0.138
W	0.102	0.113	0.082	0.877	0.066
Cu	0.166	0.046	0.785	0.346	-0.014
Zn	-0.186	0.152	0.853	-0.128	0.017
As	0.728	0.167	0.386	-0.098	0.069
Sb	0.763	0.033	-0.120	0.052	0.000
Bi	0.305	0.600	0.074	0.418	-0.081

表 3 因子结构式

因子	因子载荷	物质属性
F1	$\text{As}^{0.728} \text{Sb}^{0.763} \text{Mo}^{0.659}$	高温热液
F2	$\text{Pb}^{0.829} \text{Ag}^{0.748} \text{Bi}^{0.600}$	多金属矿化
F3	$\text{Zn}^{0.853} \text{Cu}^{0.785}$	多金属矿化
F4	$\text{W}^{0.877}$	钨矿化
F5	$\text{Au}^{0.985}$	金矿化

2.3 元素组合特征分析

聚类分析中的Ⅰ簇元素组合为 Cu, Zn, 对应因子分析中的变量 F3; Ⅱ簇元素组合为 Pb, Bi, Ag, 与 F2 相对应, 两种元素组合为区内主要多金属矿化元

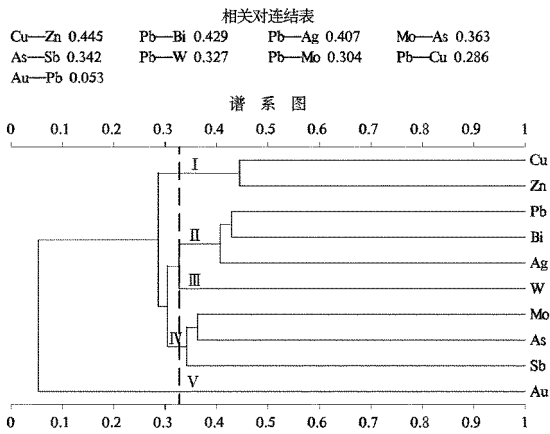


图 2 R 型聚类分析图

素,说明普查区内存在较强的热液活动。区域上已发现多处铜、铅、锌矿点,主要为中温热液型矿床。从矿床地质特征看,该类型矿床主要分布在中酸性岩体与地层接触带附近。普查区发育侏罗纪变粒二长花岗岩,该岩体与晚白垩世梅勒图组、晚侏罗世满克头鄂博组的接触带和土壤地球化学异常是寻找该类型矿床的标志。

Ⅲ簇元素组合仅为 W 元素,对应变量 F4。由表 2 看出, W 元素在其他变量中的载荷要远远小于 F4,充分说明 W 元素在该区的富集具有较大的独立性。

Ⅳ簇元素组合为 Mo, As, Sb,对应变量 F1,该组合主要反映区内的岩浆作用,但不排除独立成矿的可能性。

Ⅴ簇元素组合为 Au 元素,对应变量 F5,充分说明 Au 元素本身离散的特性,但区内金多处高值点,也有可能局部富集成矿。

3 应用效果

笔者用样品化验数据,绘制了 F1—As, Sb, Mo; F2—Pb, Ag, Bi; F3—Zn, Cu 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。

4 结论

(1)R 型因子分析和聚类分析是划分元素共生

组合的有效方法,二者对应性较强,通过对比,大大增强了划分元素共生组合类型的准确性。

(2)由 R 型因子分析和聚类分析得知,普查区 10 种元素可划分为 5 种元素共生组合类型:As, Sb, Mo; Pb, Ag, Bi; Zn, Cu; W; Au,为圈定组合异常类型提供了依据。

(3)Cu, Zn, Pb, Bi, Ag 为区内主要的多金属矿化元素,中酸性岩体与地层接触带附近为成矿有利部位,建议对接触带上的该类异常区进行重点查证。

参考文献:

- [1] 付山岭,胡斌,龚玉爽,等.白沙县长塘岭钨多金属矿区土壤地球化学特征及其指示意义[J].物探与化探,2012,36(5):723-727.
- [2] 吕军,王建民,王洪波,等.土壤地球化学测量在三道弯子金矿床的应用[J].物探与化探,2005,29(6):515-518.
- [3] 刁理品,韩润生,方维萱.沟系土壤地球化学测量在贵州普晴锦金矿普查区应用于找矿效果[J].地质与勘探,2010,46(1):120-127.
- [4] 于林松,邱成贵,刘伟.青海省北部绿草山地区化探元素组合分类信息探讨[J].山东国土资源,2014,30(2):54-57.
- [5] 藏兴运,王建新,赵利刚,等.火山岩地区土壤地球化学测量数据的处理与找矿——以珲春柳树河子金铜研究区为例[J].黄金,2007,28(4):10-13.
- [6] 吴锡生.化探数据处理方法[M].北京:地质出版社,1993:38-39.
- [7] 赵鹏大.定量地质学理论与方法[M].北京:地质出版社,2004.178-180.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] 董毅,范丽琨,段焕春,王宝勋.青海大坂山地区水系沉积物测量元素组合分区[J].地质与勘探,2009,45(1):70-74.
- [11] 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.
- [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 Soil Geochemical Survey at Inner Mongolia of Yishan Forest Farm

HE Qifen, YIN Weimin, ZHANG Xiuwen, SUN Bo, QIU Kaiyi

(Shandong Geophysical and Geochemical Exploration Institute, Shandong Jinan 250013, China)

Abstract: Soil geochemical survey analysis numerous elements and The resulting maps are huge, it is often difficult to determine the relationship between elements. The soil samples in the yi shan forest gold census area of Inner Mongolia were analyzed by using R Type Factor Analyses and Cluster Analysis, the writer tries to study the association relationship between the elements. Results show that the R Type Factor Analyses and Cluster Analysis has good correspondence between them, To divide the element assemblage.

Key words: Soil geochemical survey Factor Analyses Cluster Analysis