

内蒙古中东部浅覆盖区化探岩屑测量方法研究 及靶区优选应用

张 义¹ 聂凤军¹ 孙彬彬² 刘占元² 江思宏¹ 胡 朋¹

(1. 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037;

2. 中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所, 河北 廊坊 065000)

摘要:内蒙古自治区中东部二连浩特—东乌珠穆沁旗(东乌旗)一带草原区,地貌景观多为平缓山丘类型。因水系沉积物、风积物以及风化残积物等共存,采样介质的不同将直接影响到地球化学测量效果。在东乌旗的阿太乌拉地区和阿巴嘎旗的莫若格钦两地,对比不同粒度的样品,发现金属矿物微颗粒以物理状态不均匀地混合在岩屑介质内。与小于 80 目的细粒样品相比,小于 4 日至大于 20 目之间粒度的岩屑,化探异常的衬值更大,提取的异常也更准确。采用 MapInfo 软件提供的 IDW 插值法成图,得到非常清楚的各种元素之间的空间分布关系,直观地显示出找矿有利地段,对找矿靶区的筛选具有良好的指导意义。笔者通过研究,在工作区内发现几处 Cu-Au 及 Ag-Pb-Zn-Cu 异常区,并且初步证实存在带状分布的矿化体,找矿前景良好。实践证明,化探岩屑测量为在浅覆盖地区快速锁定矿产普查范围起到了非常重要的作用。

关键词:浅覆盖;化探方法;有效性;内蒙古

中图分类号: P632 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3657(2005)04-0696-10

地球化学测量在隐伏矿床找矿方面的作用越来越大,已成为地质找矿工作中不可缺少的方法之一。目前国内外已形成岩屑地球化学测量、岩石构造裂隙地球化学测量、脉岩地球化学测量和面型岩石地球化学测量等多种岩石地球化学测量技术方法系统^[1]。特别是在干旱沙漠区、森林覆盖区和喀斯特地区,化探分析方法因地制宜,成为矿产资源勘查中的重要工具。中国近 20 年新发现矿产,80%以上都含有地球化学测量提供的线索^[2]。地球化学测量手段和数据处理技术日臻成熟,在矿产资源勘查中起到了重要作用。在草原地区,基岩出露少,不利于大面积开展化探扫面工作,从而造成草原浅覆盖区矿床勘查效果一直不佳。2003—2004 年,中国地质科学院矿产资源研究所和中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所共同在内蒙古自治区中东部草原区开展地质找矿技术方法研究。寻找适合草原浅覆盖区勘探技术方法,发现以物理风化介质为主的地区,粗粒作用(岩屑)比细粒介质(粘土)更能够提高异常衬值,可以达到事半功倍的效果。试验结果表明,研究区存在多处 Cu-Au 及 Ag-Pb-Zn-Cu-Bi 异常带。工程揭露控制了几处含银多金属矿体及矿化体露

头。为在研究区进一步开展普查工作奠定了基础。

1 区域地质背景

区域上,研究区地处华北板块与西伯利亚板块之间的中亚—蒙古造山带内,属兴安岭古生代褶皱带^[3]。该褶皱带分布古生界、中生界及新生界地层,被海西期、印支期、燕山期酸性侵入岩和海西期超基性岩侵入(图 1)。古生代地层出露在研究区的北部,构成复式背斜的核部,岩性以砂岩、粉砂岩、泥质板岩为主,夹少量安山质、英安质和流纹质火山岩;中生界地层分布在研究区的中部或零星分布于古生界地层区内,岩性为砂砾岩夹流纹岩、英安岩和气孔状、杏仁状玄武安山岩;新生界地层主要分布在研究区的东南部和中部,岩性为红色砂砾岩等,更新统橄榄玄武岩在莫若格钦周围分布广泛。区内岩浆侵入强烈,岩浆具有多期活动之特点,与火山作用共同构成岛弧型岩浆岩带,贺根山超基性岩出露区,多数学者认为是古大洋的残片,这种板块俯冲格架,是区内广泛存在铜金、铅锌银多金属和稀有金属矿化的基础。与南蒙古至俄罗斯远东地区共同构成古亚洲成矿域中重要的铜、金和稀有

收稿日期:2005-05-17;改回日期:2005-08-19

基金项目:国土资源部矿产资源补偿费项目和中国地质调查局地质大调查项目(200310200001-01)资助。

作者简介:张义,男,1963年生,博士,高级工程师,从事矿床学和矿床勘探学方面的研究;E-mail: eozhangyi@vip.sina.com。

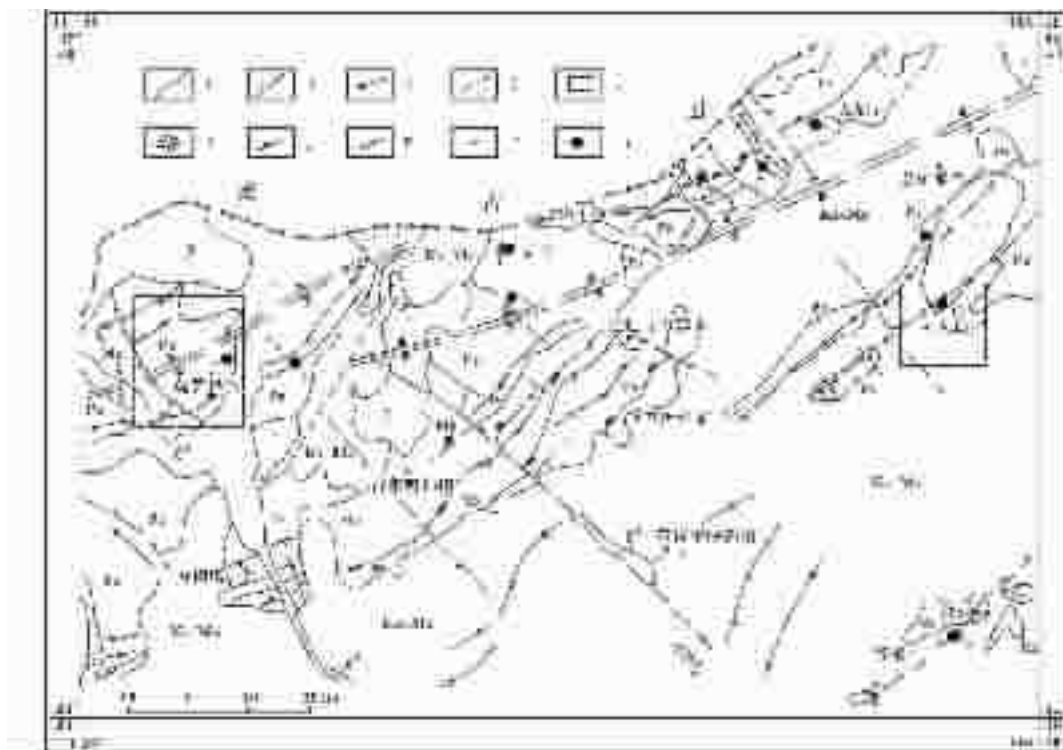


图 1 化探岩屑测量研究区范围及区域地质略图(根据 1:20 万区测资料 L-50-20 改编)

Kz—新生界;Mz—中生界;Pz—古生界;γ—花岗岩;φσ—超基性岩;β¹—更新世玄武岩;1—地层界限;2—复背斜轴;3—板块俯冲带;4—张扭性断裂;5—压性结构面;6—压扭性断裂;7—推测断层;8—居民点;9—化探岩屑测量范围;10—矿床(点);①—莫若格钦银多金属矿床;②—巴润苏格德日苏铜多金属矿点;③—巴彦门德铜矿化点;④—图拉格铜矿点;⑤—海拉斯银多金属矿床;⑥—扎拉哈德铜多金属矿床;⑦—奥尤特斑岩铜矿床;⑧—巴彦都兰铜矿化点;⑨—阿太乌拉铜矿化点;⑩—贺根山铬铁矿床

Fig.1 Regional geological sketch map showing the location of the geochemical debris sampling area (modified from regional survey data L-50-20)

Kz—Cenozoic;Mz—Mesozoic;Pz—Paleozoic;γ—Granite;φσ—Ultrabasic rock;β¹—Pleistocene basalt;1—Stratigraphic boundary;2—Anticlinorium axis;3—Plate subduction zone;4—Tensio-shear fault;5—Compressional structural plane;6—Compresso-shear fault;7—Inferred fault;8—Settlement;9—Geochemical rock debris survey area; 10—Deposit (occurrence): ①—Moruogeqin silver-polymetallic deposit;②—Barunsugederisu copper-polymetallic occurrence;③—Bayanmendeer copper occurrence;④—Tulage copper mineralization occurrence;⑤—Hailasi silver-polymetallic deposit;⑥—Zhalahade copper-polymetallic ore deposit;⑦—Oyute porphyry copper deposit;⑧—Bayandulan copper occurrence;⑨—Ataiwula copper mineralization occurrence;⑩—Hegenshan chromite deposit

金属矿产地^[3-5]。

两个研究区分别位于内蒙古锡林郭勒盟东乌珠穆沁旗的阿太乌拉地区和阿巴嘎旗的莫若格钦地区, 两区相距约 120 km(图 1)。阿太乌拉测区面积 50 km², 莫若格钦测区面积 135 km²。区内以往地球化学研究程度较低, 特别是阿巴嘎旗北部, 没有开展过 1:20 万区域化探测量, 但 1:20 区域地质测量报告曾圈定出数个多金属异常区, 并指出莫若格钦一带是铜铅锌多金属找矿有利地段^①。

2 地貌、气候和岩石风化堆积特征

阿太乌拉北部是花岗岩出露区, 南部是低缓草原盆地。研究区内海拔高度为 821~1024 m, 平均海拔高度为 907.49 m。莫若格钦周围分布有大小规模不等的花岗岩区, 地貌上构成一个微盆地, 其中部地形平缓, 起伏不大, 分布少量丘陵及季节性湖沼, 水系不发育, 大部分为干谷。海拔高度在 1349~1499 m 间, 平均高度为 1406 m。地形相对高差一般为 30~50 m。

① 内蒙古自治区地质局区域地质测量队, 中华人民共和国区域地质调查报告—乌力吉特敖包幅、白音图嘎幅(1:20 万, 地质部分), 1979, 1-132。

研究区为大陆性气候,年平均气温为 $2\sim 4^{\circ}\text{C}$,年最高温度在7月,为 34°C 左右,最低温度在元月,为 $-36^{\circ}\text{C}\sim -40^{\circ}\text{C}$,昼夜最大温差约为 26°C 。降雨量小,气候干燥。降雨多集中

于6~8月份,占全年总降雨量的70%。降雪期为10月到来年4月,冰冻期为9月到来年6月,冰冻深度 $2.5\sim 3.5\text{m}$ 。由于受西伯利亚冷空气及短期暖流影响,冬春两季多为西北风,风

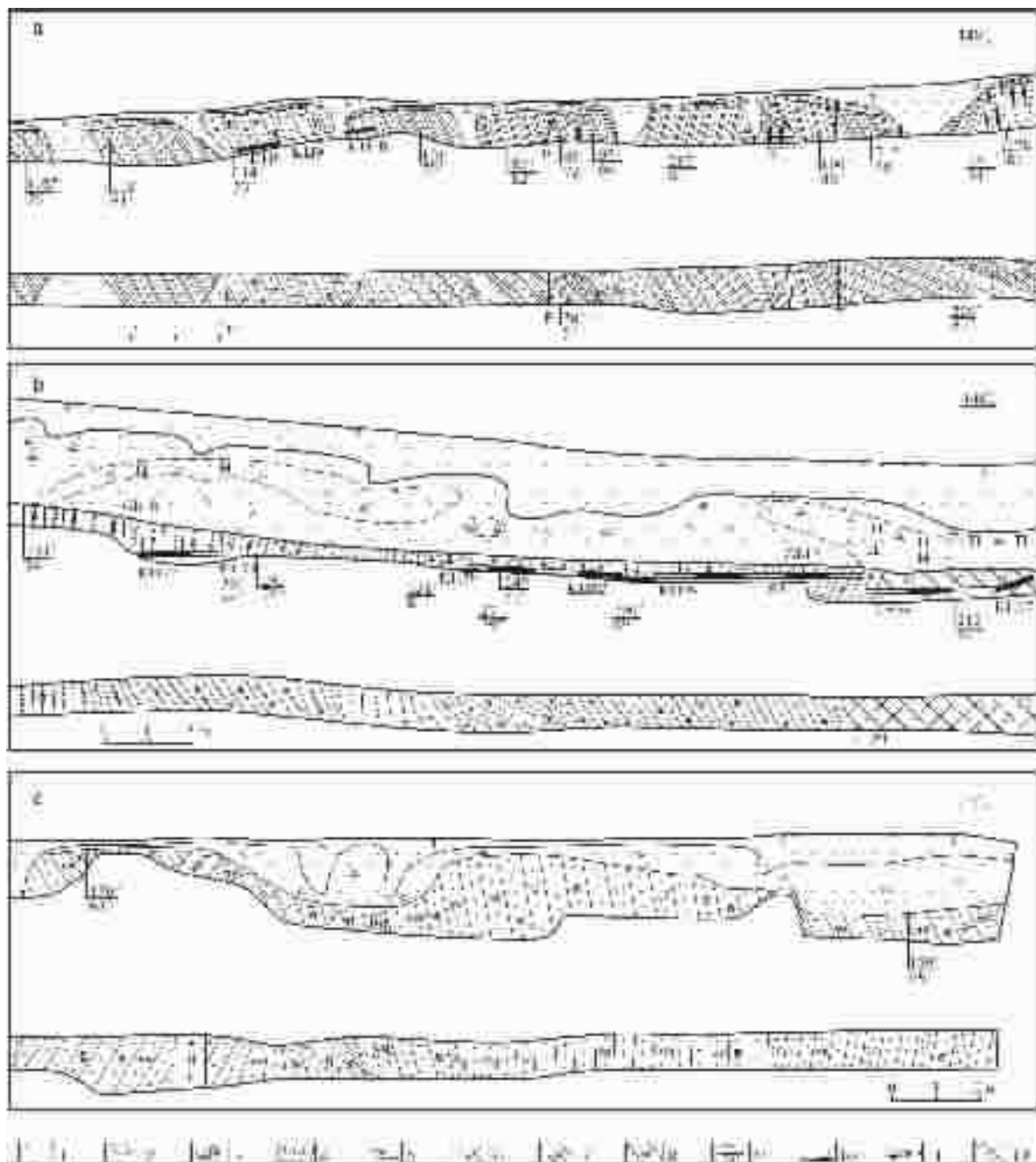


图2 莫若格钦探槽揭露基岩覆盖及风化特征素描图

1—土壤、风成、冲积砂土; 2—残坡积层; 3—含矿转石残坡积层; 4—细砂岩; 5—细晶岩脉; 6—石英脉; 7—硅化、绢云母化砂岩;
8—褐铁矿化砂岩; 9—地层产状; 10—刻槽取样位置及编号; 11—薄片取样位置及编号; 12—铅锌银矿体

Fig.2 Sketchis of the over lurdan and weathering features reveded by trenching at Moruoqeqin

1—Soil, eolian and alluvial deposits; 2—Elluvial deposit; 3—Elluvial deposit with ore-bearing floats; 4—Fine sandstone; 5—Aplite dike;
6—Quartz vein; 7—Silicified and sericitized sandstone; 8—Limonitized sandstone; 9—Attitude; 10—Location and number of channel samples;
11—Location and number of samples for thin sections; 12—Silver-lead-zinc orebody

表 1 样品最高含量、平均值、异常衬值分粒度试验对比
Table 1 Comparative study of the maximum contents, mean values and anomaly contrasts of samples of different grain sizes

特征值	最大 值				平 均 值				衬 值			
	阿太乌拉		莫若格钦		阿太乌拉		莫若格钦		阿太乌拉		莫若格钦	
地区												
粒度范围	4>a>20 目	a<80 目	4>a>20 目	a<80 目	4>a>20 目	a<80 目	4>a>20 目	a<80 目	4>a>20 目	a<80 目	4>a>20 目	a<80 目
Au	1.28	4.27	7.0	3.6	0.57	0.92	0.8	0.8	2.2	4.7	9.3	4.3
Ag	83.0	171	195.0	130.0	47.03	71.86	81.8	91.1	1.8	2.4	2.4	1.4
Cu	71.7	38.7	35.6	48.3	14.26	19.93	14.0	24.0	5.0	1.9	2.5	2.0
Pb	32.4	42.3	61.3	45.3	17.21	23.72	18.8	26.6	1.9	1.8	3.3	1.7
Zn	117.0	99.0	97.0	89.0	51.1	65.1	49.4	71.2	2.3	1.5	2.0	1.2
Ni	94.9	30.7	40.3	34.9	19.58	21.04	17.0	23.9	4.8	1.5	2.4	1.5
Co	20.6	15.1	14.7	18.1	7.38	9.98	7.3	11.5	2.8	1.5	2.0	1.6
Mo	1.07	1.08	1.0	0.9	0.67	0.88	0.7	0.8	1.6	1.2	1.3	1.1
Bi	0.29	0.41	1.8	1.3	0.18	0.32	0.4	0.4	1.6	1.3	5.0	3.1
Cr	108.0	73.0	92.0	64	38.3	50.9	40.1	49.2	2.8	1.4	2.3	1.3
U	2.39	3.59	3.1	3.1	1.47	2.17	1.7	2.6	1.6	1.7	1.8	1.2
Th	8.8	14.5	9.6	12.9	6.3	10.54	6.3	10.3	1.4	1.4	1.5	1.3

注:a 代表岩屑粒度;Au、Ag 单位为 10^{-9} ,其他元素为 10^{-6} 。

速一般为 5 m/s,最大风速 35 m/s;夏季东北风及东南风,较湿润,年平均降雨量 165 mm,年蒸发量 2 640 mm。

地貌和气候条件,决定着区内风化作用的特点。从地貌上来看,地势平缓,水系不发育,小型干谷多为蜿蜒蛇行状,是老年性河流的标志,所以剥蚀区和堆积区之间,缺乏运动势能,残坡积物迁移距离有限。从气候条件上看,昼夜温差大,气候干燥,降雨量小,导致岩石以物理风化为主,化学风化次之,加上多风气候,造成地表覆盖物以风成、水成、残积多种成分共存,相互混搅。给地球化学勘查带来屏障。

3 地表(全新统)覆盖物研究

全新统覆盖物其成因类型可分为洪积、坡积、冲积、淤积

及风积等多种类型,大部分呈混合型分布。坡积层由附近基岩风化碎块组成,厚度 0.1~2 m。冲积、淤积层分布在老年期河流和一些季节性湖盆或雨后积水的洼地中,由泥砂和砂砾石构成。厚度一般 2~3 m。洪积、风积层形成低缓台地,堆积物主要为亚砂土及砾石,其上有一些小型平缓半固定砂堆。厚度 5~10 m。在山丘的背风坡可形成较厚风积层。

莫若格钦探槽揭露(图 2)情况,浅埋藏基岩上方盖层情况主要可划分为 3 种类型:第一种是盖层厚度 10~20 cm,腐植层不发育,表层堆积物为本地基岩风化碎块和岩屑,局部有小的基岩露头,基岩内部存在较多的 NE、NW 向张性断层或古冲蚀沟,其中被风成砂和淤积砂充填(图 2-a)。第二种是覆盖层厚度在 2 m 左右,按结构不同可划分为 2~3 层,上部为

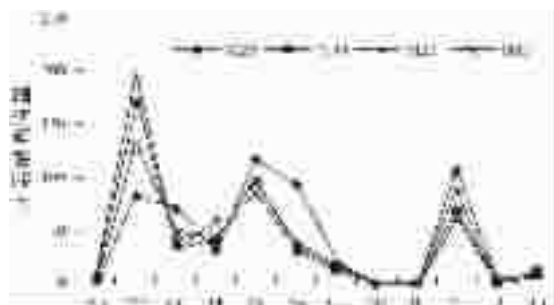


图 3 试验样品元素最高含量对比图
(Au、Ag 单位为 10^{-9} ,其他元素为 10^{-6})
W—阿太乌拉样品;M—莫若格钦样品

Fig.3 Comparison of maximum element contents in different test samples

(unit of Au and Ag: 10^{-9} and unit of other elements: 10^{-6})

W—Samples from the Ataivula area; M—Samples from the Moruoqin area

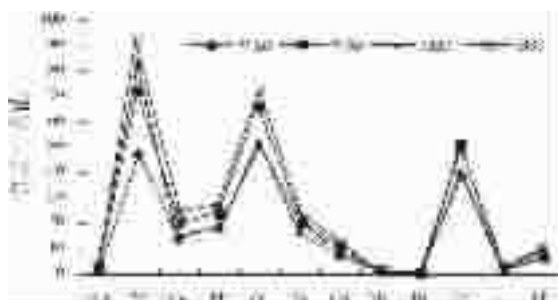


图 4 试验样品平均含量对比图
(Au、Ag 单位为 10^{-9} ,其他元素为 10^{-6})
W—阿太乌拉样品;M—莫若格钦样品

Fig.4 Comparison of average element contents in different test samples

(unit of Au and Ag: 10^{-9} and unit of other elements: 10^{-6})

W—Samples from the Ataivula area; M—Samples from the Moruoqin area

腐植层,基本上为黑色土壤;中部为河流相和/或湖相砂泥沉积物,砂泥质层中含少量或不含砾石。下部为含砾石的洪积层或坡积层,砾石呈棱角状,基底面较平缓,在该层中可见到矿化转石。砂泥层与砾石层之间存在较为明显的界限,根据接触面形态大致可以推测古河道水流方向。该界面也标志着地壳差异抬升停止,风化切割能力减弱(图2-b)。第三种类型基本上与第二种相似,明显不同之处是其基底凹凸不平,基底岩石遭受较长时期的冲刷,角砾层中砾石次棱角状,反映短距离搬运,偶尔存在含矿转石(图2-c)。

化探取样的介质层位在以上几种情况下都能遇到,无论是残坡积层内碎石和岩屑,还是河床内短距离搬运的砾石层及岩屑,是最理想的取样层位。其优点有二:①目标介质移动距离很小或没有太大移动,介质基本上代表附近岩石属性;②外部混入物相对较少,可以避免外部物质的加入对异常真实性的影响。

4 样品粒度对比试验

粒度对比试验取用阿太乌拉 11、12 线(29 个点位)以及莫若格钦 11、12 线(30 个点位)共 59 个点位的化探样品。将样品分选为 4 目 $>$ a $>$ 20 目和 a $<$ 80 目两组(a 代表岩屑粒度),进行 Au、Ag、Cu、Pb、Zn、Ni、Co、Mo、Bi、Cr、U、Th 等 12 种元素的含量对比分析(表 1 和图 3~5)。

(1)多数元素含量在粗粒介质中平均含量较低。在阿太乌拉地区,Au、Ag、Cu、Pb、Zn、Ni、Co、Mo、Bi、Cr、U、Th 12 个元素,一致表现出粗粒样品介质中平均含量低于细粒的特点。其中 Bi、Th、Au 在 4 目 $>$ a $>$ 20 目粗粒介质中的平均含量只有 a $<$ 80 目细粒介质含量的 56%~62%,是差异最大的几个元素。而 Mo、Zn、Ni 为 76%~93%,差异较小。

莫若格钦地区,Au、Ag、Bi 元素在粗、细粒介质中平均含量差异不大。其他 Cu、Pb、Zn、Ni、Co、Mo、Cr、U、Th 等元素,不同程度表现出粗粒介质平均含量略低于细粒的情况。其

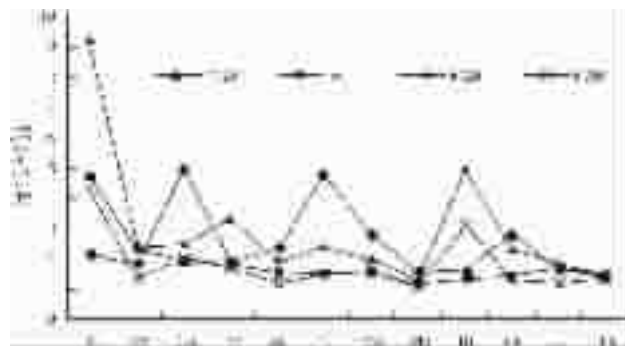


图 5 阿太乌拉和莫若格钦试验样品异常衬值对比

W—阿太乌拉样品;M—莫若格钦样品

Fig.5 Comparison of anomalous contrast values between test samples from Ataiwula and Moruoqeqin

W—Samples from the Ataiwula area; M—Samples from the Moruoqeqin area

中,差异最大的是 Cu、Th、Co,它们在 4 目 $>$ a $>$ 20 目粗粒介质中的平均含量只有 a $<$ 80 目细粒介质含量的 58%~63%。

(2)多数元素在粗粒样品分析结果中具有较高异常衬值。莫若格钦 12 个元素都表现出粗粒介质元素异常衬值均大于细粒衬值。在阿太乌拉情况略微复杂,Cu、Pb、Zn、Ni、Co、Mo、Bi、Cr 等元素在粗粒(4 目 $>$ a $>$ 20 目)样品中含量异常衬值较高,而 Au、Ag 和 U 的异常衬值在粗粒中反而略低于细粒,Th 在粗、细粒中的异常衬值相当。总之,多数元素表现出在较粗的样品中含量异常衬值较高的特点。

样品分析采用的介质粒度,是针对研究区风化作用的特点和工作网度而定的。综合试验对比结果,并考虑到研究区为松散盖层不十分发育的景观环境和样品分析着重于多元素综合,最终确定实际工作选择 4 目 $>$ a $>$ 20 目粗粒样品。把采粗粒级化探样品称为“岩屑测量”,比较直观地体现了笔者

表 2 内蒙古莫若格钦地区岩屑样品分析方法和分析质量

Table 2 Analytical methods and quality of debris samples from the Moruoqeqin area, Inner Mongolia

分析项目	分析方法	检出限	单位	一级标准物质合格率(%)	重复样合格率(%)
Au	无火焰原子吸收光谱法(AAN)	0.2	ng/g	100	100
Ag	无火焰原子吸收光谱法(AAN)	20	ng/g	100	100
Bi	等离子体质谱法(ICP-MS)	0.05	μg/g	100	100
Co	等离子体质谱法(ICP-MS)	1	μg/g	100	100
Cu	等离子体质谱法(ICP-MS)	1	μg/g	100	100
Ni	等离子体质谱法(ICP-MS)	2	μg/g	100	100
Mo	等离子体质谱法(ICP-MS)	0.2	μg/g	100	100
Pb	等离子体质谱法(ICP-MS)	2	μg/g	100	100
Zn	等离子体质谱法(ICP-MS)	2	μg/g	100	100

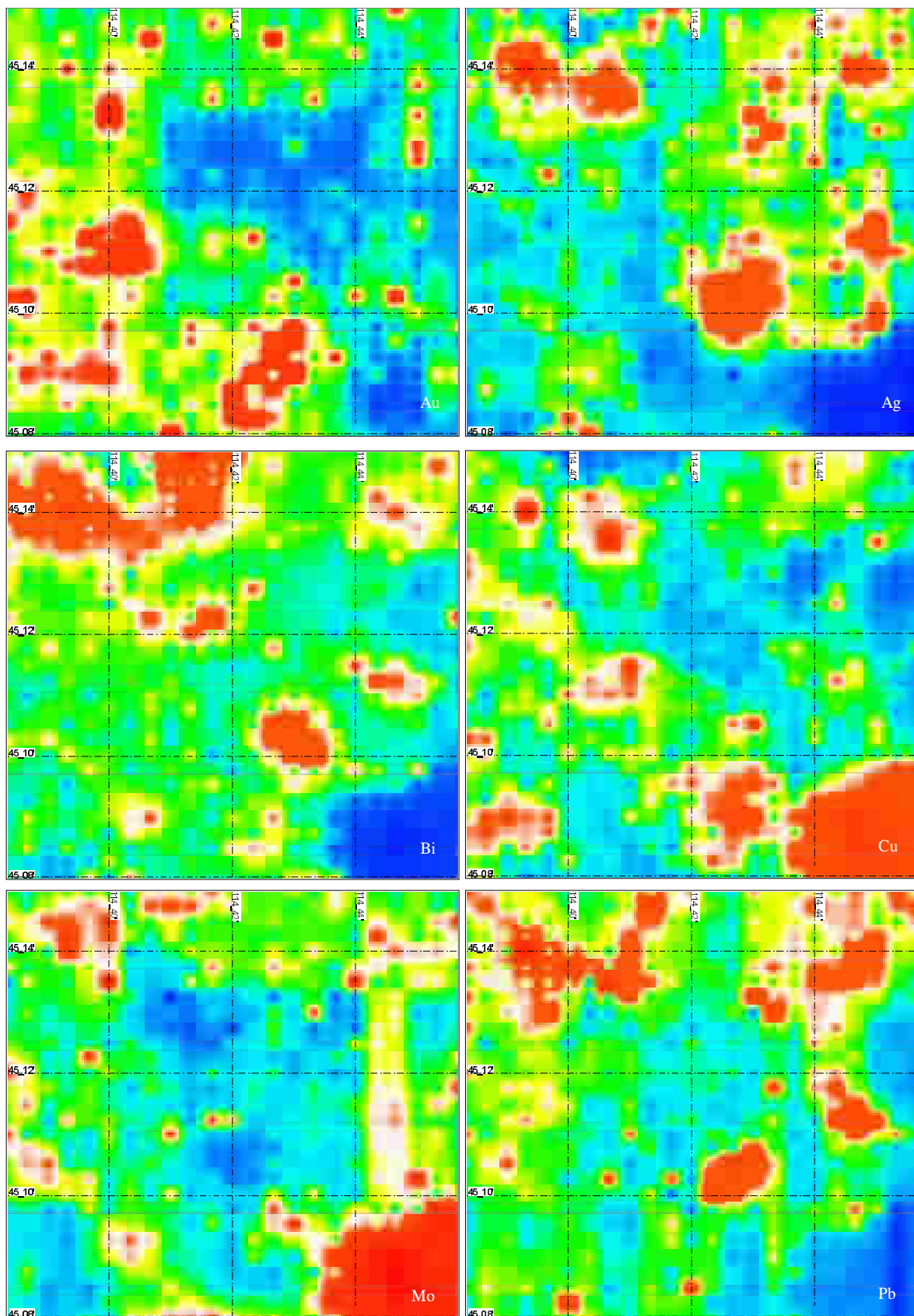


图 6 莫若格钦地区化探岩屑测量单元元素 Au, Ag, Bi, Cu, Mo, Pb 含量专题图

Fig.6 Thematic map of the elements Au, Ag, Bi, Cu, Mo and Pb in geochemical debris survey in the Moruoqeqin area

针对内蒙古浅覆盖区特点勘查找矿的思想。

5 分析方法和分析质量

样品分析在中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所中心实验室进行。对 667 件化探样品进行了 Au、Ag、Cu、Pb、Zn、Ni、Co、Mo、Bi 共 9 个元素的含量分析。分析所用的介质粒度为 4 目>a>20 目。通过室内粗碎、中碎、细碎达到<180 目,最终进入化学分析流程。样品分析部门对分析过程采用了一级标准物质和重复样进行分析质量监控。分析测试报告提供的分析质量报告数据(表 2)表明,样品分析质量合格率达到百分之百。

6 数据处理

莫若格钦化探数据采用了多种处理手段,这里介绍一种

数据的专题图处理方法。该方法是将数据图形化,使得数据在图上得以渲染,突出数据之间的空间联系,可以清楚地看到数据列表中几乎不可能发现的模式和趋势。用 MapInfo 程序进行数据处理,共有 7 种方法创建专题图,本文选用网格法处理莫若格钦化探数据。

制作专题图是根据某个特定专题对图件进行渲染的过程。这种渲染包括色彩的渲染和用于显示底图数据的特殊算法。利用 MapInfo,可根据数据表中特定的值来赋给图件对象颜色、图案或符号,从而建立不同的专题图。MapInfo 的直方图和饼图允许对每条记录作数据对比。MapInfo Professional 可以在图件上将数据表现为连续的颜色梯度。是通过对源数据表中点数据的插值而实现的。MapInfo 通过数据插值法生成一个网格文件,并将其以栅格图像显示在窗口上。网格专

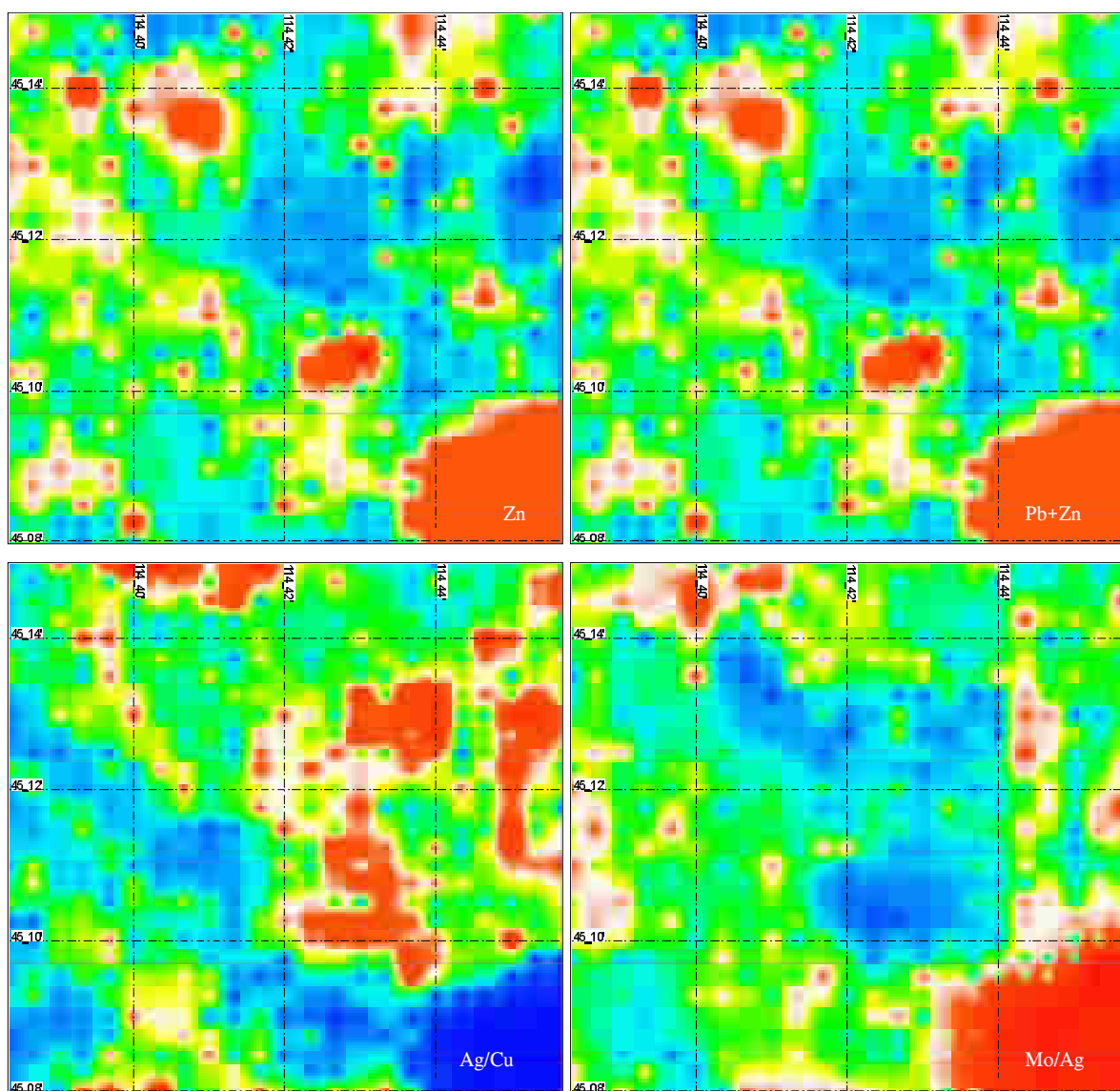


图 7 莫若格钦地区化探岩屑测量单元元素 Zn 及 Pb+Zn、 $Ag \times 1000 / Cu$ 和 $Mo / Ag \times 1000$ 专题图

Fig.7 Thematic map of the elements Zn and Pb+Zn, $Ag \times 1000 / Cu$ and $Mo / Ag \times 1000$ in geochemical debris survey in the Moruoqeqin area

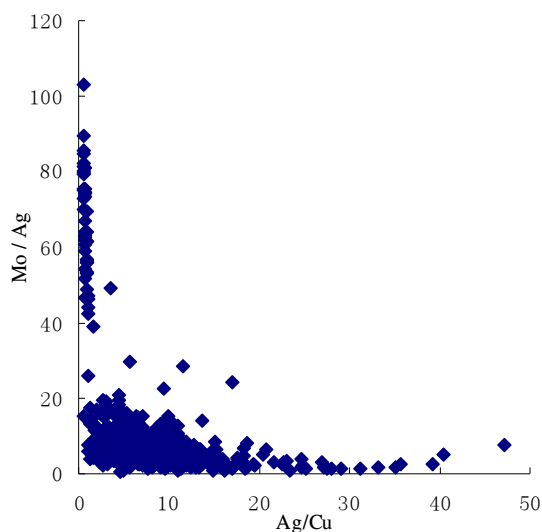


图 8 Mo/Ag 与 Ag/Cu 散点图(样品数 n=667);

Fig.8 Scatter diagram of Mo/Ag vs. Ag/Cu
(number of samples n=667)

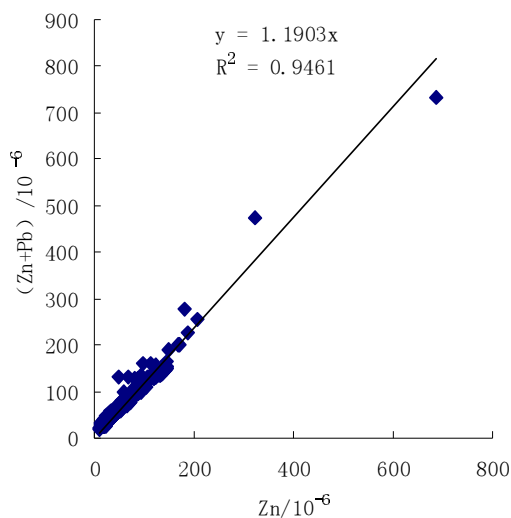


图 9 Zn+Pb 与 Zn 散点图(样品数 n=667)

Fig.9 Scatter diagram of Zn+Pb vs. Zn
(number of samples n=667)

题图是在传统的 GIS 环境中,以及具有与位置相关的测量点数据值分析时,较为适用的分析工具。

目前,MapInfo Professional 提供了一种 IDW 插值法来创建网格专题图。它是根据某点到该网格单元距离的倒数进行加权,按权重插值的方法。通过计算绘图区域内的网格单元的值,在搜索半径(操作者设定)范围内,参加计算的点距某单元越近,其值对单元值的影响越大。

莫若格钦网格化专题图(图 6~7),单元大小为 64.8 m×64.8 m,网格大小是 210 m×200 m,指数为 2(指数范围为 1~10,指数越高,较近的对单元值的影响越大),搜索半径为 6.48 km。

7 应用效果

对岩屑测量中元素异常区在莫若格钦地区的分布具有一定的规律性(图 6~7)。以北西—南东对角线为界,Au 异常区分布在西南一侧,Ag 异常区分布在北东一侧,Au、Ag 两种元素分离明显。Au 与 Cu, Ag 与 Bi, Zn、Pb、Cu 元素在专题图中相同地段同时出现,说明区内多种元素在空间上相关。显示出区内具有多元素组合异常的特点。Zn 与 Pb+Zn 高值区分布是一致的(图 7)。Ag/Cu 与 Mo/Ag 表现为负相关性,Ag/Cu 高值区对应 Mo/Ag 的低值区。这种关系也反映在二维散点图上,Ag/Cu 与 Mo/Ag 互为消涨(图 8),具有双曲线函数关系,表明热液成矿体系中成矿元素产生了充分的分异。Zn+Pb 与 Zn 显示出明显的线形关系(图 9),相关系数 $R^2=0.9461$, Pb、Zn 在样品中的含量线性相关,Pb、Zn 元素共

生关系密切。

根据以往的地质资料报道,莫若格钦是一个规模较小的含铜石英脉矿化点,矿化类型和矿化规模都不是十分有利。开展化探扫面测量之后,研究区内圈定出 8 个综合异常区。2004 年初,在莫若格钦布哈达山综合异常峰值点附近发现了含 Ag 为 36.8×10^{-6} , Cu 为 895×10^{-6} , Zn 为 0.46×10^{-2} , Pb 为 0.28×10^{-2} 的褐铁矿细脉,截止到 2004 年 10 月,在两处化探异常区内,槽探在第四系覆盖层之下找到了银铅锌矿体和铜铅锌矿体,矿石中含 Ag 为 $237 \times 10^{-6} \sim 392 \times 10^{-6}$, Cu 为 $0.12 \times 10^{-2} \sim 0.24 \times 10^{-2}$, Zn 为 $1.75 \times 10^{-2} \sim 2.16 \times 10^{-2}$, Pb 为 $0.76 \times 10^{-2} \sim 1.63 \times 10^{-2}$, Bi 为 0.35×10^{-2} 。物探异常 80% 落入化探综合异常范围或异常走向延长线上。莫若格钦北部的化探异常区,地质填图时也发现了银矿化的花岗岩体、硅质铁帽等多种矿化信息,这为继续进行物探测量和加强矿床普查提供了具体靶区位置。

8 讨论与结论

(1) 地表岩(矿)石中元素在风化过程中的迁移,强烈依赖于所处地区的气候条件。气候干旱,温差大,岩(矿)石以物理风化作用为主;如果雨水充沛、气温偏高,则化学风化作用强烈。对内蒙古中东部地区来说,物理风化作用占主导地位。重砂矿物和硫化物微粒与粗岩屑混合,具有正态分布的特点,而且其标准差大,异常区域突出。细粒岩屑(粒度 < 80 目)样品中矿石矿物产生了化学变化,指示元素大多数以离子状态吸附在粘土表面,元素含量均匀化程度增高,标准差降低,导致

异常显示减弱。因此粗岩屑化探测量可以在一定程度上有利于找到其微粒矿物的来源,避开风积物、冲积物等异地运移成分的干扰^[6-8],提高异常衬度,突出原生异常。

(2)化探岩屑测量可在较短时间内大面积快速取样,与地质和物探工作相比,具有速度快、成本低、信息量大等特点。超前安排化探测量,可起到地质理论预测工作与物探异常体圈定之间的桥梁。找矿实践证明,莫若格钦发现银铅锌铜多金属线索和物探测量工作区的布置,都离不开化探测量基础性工作。

(3)具有热液成因特点的莫若格钦银铅锌铜矿化带, $Ag \times 1000 / Cu$ 比值越大, $Mo / Ag \times 1000$ 比值越小,银元素相对含量越高,越靠近矿体。 Ag 是低温元素(远程元素), Mo 、 Cu 是高温元素(近程元素),矿体的前缘 Ag 含量高。在莫若格钦地区 $Mo / Ag \times 1000$ 比值 < 2 的地段,都已见到褐铁矿化铅锌银矿脉,由此看来,以物理风化为主的地区,元素二次迁移能力与背景含量有关。化探岩屑测量可以部分地起到原生晕测量的作用。

参考文献(References):

- [1] 刘崇民,李应桂,史长义.不同景观区的岩石地球化学勘查方法研究[J].物探与化探,2002,26(1):23~26.
Liu Chongmin, Li Yinggui, Shi Changyi. A study of geochemical exploration techniques suitable for different landscape regions [J]. Geophysical & Geochemical Exploration, 2002, 26 (1): 23~26 (in Chinese with English abstract).
- [2] 谢学锦,刘大文,向运川,等.地球化学块体——概念和方法学的发展[J].中国地质,2002,29(3):225~233.
Xie Xuejing, Liu Dawen, Xiang Yunchuan, et al. Geochemical blocks—Development of concept and methodology [J]. Geology in China, 2002, 29(3):225~233(in Chinese with English abstract).
- [3] 谢学锦.全球地球化学填图[J].中国地质,2003,30(1):1~9.
Xie Xuejing. Global geochemical mapping [J]. Geology in China, 2003, 30(1): 1~9(in Chinese with English abstract).
- [4] 聂凤军,江思宏,张义,等.中蒙边境及邻区斑岩型铜矿床地质特征及成因[J].矿床地质,2004,23(2):176~189.
Nie Fengjun, Jiang Sihong, Zhangyi, et al. Geological features and origin of porphyry copper deposits in China—Mongolia border region and its neighboring areas [J]. Mineral Deposits, 2004, 23(2): 176~189(in Chinese with English abstract).
- [5] 洪大卫,王式光,谢锡林,等.试析地幔来源物质成矿域——以中亚造山带为例[J].矿床地质,2003,22(1):41~55.
Hong Dawei, Wang Shiguang, Xie Xilin, et al. Metallogenic province derived from mantle source: a case study of central Asian orogenic belt [J]. Mineral Deposits, 2003, 22(1): 41~55(in Chinese with English abstract).
- [6] José Perelló, Dennis Cox, Dondog Garamjav, et al. Oyu Tolgoi, Mongolia: Siluro-Devonian porphyry Cu-Au-(Mo) and high-sulfidation Cu mineralization with a cretaceous chalcocite blanket[J]. Economic Geology, 2001, 96: 1407~1423.
- [7] 王学求,孙宏伟,迟清华,等.地球化学异常再现性与可对比性[J].中国地质,2005,32(1):135~140.
Wang Xueqiu, Sun Hongwei, Chi Qinghua, et al. Reproducibility and comparison of geochemical anomalies [J]. Geology in China, 2005, 32(1): 135~140(in Chinese with English abstract).
- [8] 孔凡吉,张青,曹金虎.内蒙古二连浩特市—东乌珠穆沁旗半干旱荒漠草原区区域化探方法试验[J].地质找矿论丛,2004,19(4):261~269.
Kong Fanji, Zhang Qing, Cao Jinhu. Discussion on regional geochemical exploration method in the semi-arid Erlianhaote—Dongwuzhumoqinqi area, Inner Mongolia [J]. Contributions to Geology and Mineral Resources Research, 2004, 19(4): 261~269(in Chinese with English abstract).
- [9] 张克尧,张义光.雅鲁藏布江两岸风成沙覆盖区地球化学找矿方法及效果[J].福建地质,2002,22(2):62~68.
Zhang Keyao, Zhang Yiguang. On a geochemistry method of hunting for ores in the banks of Yarlung Zangbo River covering with aeolian sand [J]. Geology of Fujian, 2002, 22(2): 62~68(in Chinese with English abstract).

Geochemical debris survey method in shallow-covered areas in east-central Inner Mongolia and its application in ore target screening

ZHANG Yi¹, NIE Feng-jun¹, SUN Bin-bin², LIU Zhan-yuan², JIANG Si-hong¹, HU Peng¹

(1. *Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China;*

2. *Institute of Geophysical and Geochemical Exploration, Chinese Academy of Geological Sciences, Langfang 065000, Hebei, China*)

Abstract: The geomorphologic features in the prairie of the Erenhot-Dong Ujimqin Qi area, east-central Inner Mongolia, are mostly represented by gentle hills and mounds. Because of the mixing occurrence of stream sediments, eolian sediments and weathering residues, the results of geochemical surveys are directly affected by different sample media. Comparison of samples of different grain sizes from the Ataiwula property in Dong Ujimqin Qi and Moruoqeqin in Abag Qi shows that micro grains of metallic minerals are mixed inhomogeneously in debris carriers. Compared with fine-grained samples (-80 mesh), the rock debris of -4 to +20 mesh has higher geochemical contrast values, and thus their extracted anomalies are also more accurate. A thematic map is constructed using the IDW (Interpolation Distend Weight) method with the MapInfo program. It shows very clear spatial relationships among various elements and directly indicates favorable sites for mineral finding, which may well guide the screening of ore targets. The authors have found several Cu-Au and Ag-Pb-Zn-Cu anomaly zones in the study area and preliminarily conformed that there are zonal mineralized orebodies and good ore prospects in the area. Through practice, it is demonstrated that geochemical debris sampling and survey play an important role in the rapid localization of the areal extent for mineral reconnaissance in shallow-covered areas.

Key words: shallow-covered area; geochemical exploration method; effectiveness; Inner Mongolia

About the first author: ZHANG Yi, male, born in 1963, Ph.D candidate, mainly engages in the study of the mineral deposit geology and mineral exploration; E-mail: geozhangyi@vip.sina.com.