

DOI:10.16788/j.hddz.32-1865/P.2017.01.008

安徽北淮阳沙坪沟钼矿区水系沉积物粒度试验研究*

陶春军, 贾十军, 陈富荣, 刘超

(安徽省地质调查院, 合肥 230001)

摘要: 通过在安徽省北淮阳沙坪沟超大型钼矿区开展水系沉积物测量粒度试验, 基于沙坪沟钼矿区分散流长度试验研究, 对不同粒度(截取粒级和细粒级)水系沉积物粒度占比、元素含量变化特征等进行对比分析, 探讨研究区主要成矿元素含量衰减特征。通过总结不同粒度水系沉积物的构成特征, 认为在北淮阳地区开展水系沉积物测量适宜采用截取粒级的采样方法, 为该地区开展 1:50 000 化探普查提供参考。

关键词: 取样粒度; 水系沉积物; 沙坪沟钼矿; 地球化学特征

中图分类号: P618.65

文献标识码: A

文章编号: 2096-1871(2017)01-058-08

21 世纪以来化探找矿效果越来越显著, 据统计, 90% 以上的贵金属和有色金属矿产是依据区域化探成果发现的^[1-2]。水系沉积物测量是区域化探的主要方法, 核心是选择最佳采样粒度, 而确定粒度的关键是避免粘土及有机质的干扰。目前, 在森林沼泽区、高寒湖沼丘陵区及干旱、半干旱高寒山区已确定可以采用截取粒度的方法开展区域化探工作, 但在湿润半湿润中低山丘陵景观区采用截取粒度的新方法仍存在争议^[3-12]。

作为国家级重点成矿区带, 武当—桐柏—大别成矿带具有巨大的资源潜力, 如何选择适合这一地区地球化学景观条件的化探扫面方法技术, 对于实现地质找矿突破具有重要意义。本文选择位于该成矿带内的沙坪沟超大型钼矿为试验区, 布设以沙坪沟钼矿为异常源的元素异常迁移流长试验, 以截取粒级(-10~+60 目)和细粒级(-60 目)水系沉积物为研究对象进行对比试验研究, 探讨该矿区合理的采样粒度, 为选择该地区适宜的水系沉积物采样方法提供参考。

1 研究区概况

1.1 研究区自然地理概况

研究区位于大别山北部六安市金寨县, 属亚热带

湿润季风气候和暖温带半湿润季风气候过渡带, 具有季风明显、四季分明、气候温和、光照充足的特点。年平均气温 15.6 ℃, 年平均日照时数 200~2 250 小时。区域平均年降雨量 1 295 mm, 其中 5—9 月降雨占全年降雨量的 65%。地貌属中低山丘陵区, 海拔高程约 500 m, 区内地形切割剧烈, 相对高差 >400 m。研究区属淮河流域, 沙坪沟试验区主体水系为 SN 向, 沙坪沟、大沟和银山沟 3 条小溪由北向南流经矿区, 3 条小溪在矿区东南角汇集成一条较大溪流流出矿区。试验区内一、二级水系均较发育, 适宜水系沉积物测量。

1.2 研究区地质特征

研究区位于秦岭—大别造山带北淮阳构造带与大别构造带附近, 主体为北淮阳构造带。北淮阳地区为中生代强烈的构造—岩浆活动带, 广泛发育各类岩浆岩, 以侵入岩为主, 次为喷出岩。岩石类型主要以石英闪长岩和二长花岗岩为主。

研究区地层主要为呈“孤岛状”出露的新元古界庐镇关岩群, 主要岩石类型有黑云变粒岩、浅粒岩、斜长角闪岩、大理岩、云母片岩、石墨片岩等, 为一套中基性火山—沉积岩组合(图 1)。沙坪沟钼矿体位于石英正长岩、黑云母正长岩及花岗斑岩中, 与沙坪沟隐伏花岗斑岩体关系密切。矿区内重要

* 收稿日期: 2016-02-22 修订日期: 2016-05-27 责任编辑: 谭桂丽

基金项目: 中国地质调查局地质调查工作项目“1:25 万常州、金华、宣城幅区域化探(编号: 基【2011】02-23-19)”和安徽省地质矿产勘查局地质科研项目“北淮阳典型成矿区水系沉积物测量采样方法技术试验研究(编号: KJ2012-02)”资助。

第一作者简介: 陶春军, 1982 年生, 男, 硕士, 高级工程师, 主要从事地球化学调查及研究。

的含矿岩体有石英正长(斑)岩、黑云母正长岩、正长斑岩、花岗斑岩、石英粗面岩等,含矿岩体主体为花岗斑岩,具有典型的斑状结构,富含辉钼矿,是辉

钼矿的寄主岩石。与花岗斑岩伴生的正长岩、黑云母含量较高,钾长石呈定向排列,含矿量低。

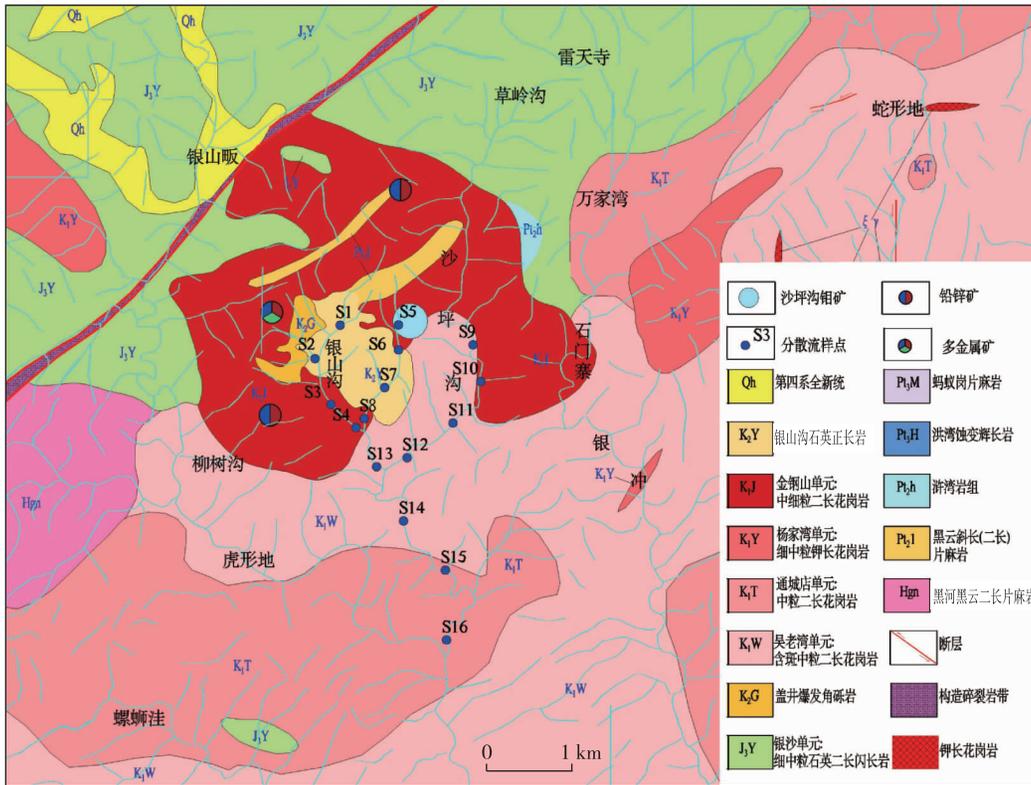


图 1 沙坪沟分散流采样点分布图

Fig. 1 Map showing the distribution of sampling positions in the Shapinggou area

2 材料与方法

2.1 流长试验

采样点以距异常源典型矿床由近至远、由密至疏布设,且从异常源开始,采样点间距依次递增,主要布置在位于一级或二级水系沟口附近的三级主水系上,试验区布设了 S1—S16 等 16 个采样点(图 1)。样点分布力求最大限度控制汇水域,兼顾均匀。为研究 2 种不同粒级的水系沉积物采样方法,在同一采样点附近,选择颗粒大小混杂部位(截取粒级采样部位)和细颗粒富集部位(细粒级采样部位)分别采样。

采用现场水筛方法,多点(3 点以上)混合取一大样,取样时防止河道塌积物、表层物质及腐殖质等混入。首先筛分出-10 目全粒级样品,+10 目以上样品弃掉。用不锈钢套筛再分别截取筛分出

-10~+20 目、-20~+40 目、-40~+60 目、-60~+80 目、-80 目等各个粒级样品,保证干燥后的过筛样品重量达到实验分析要求,研究每个粒级元素含量的分布情况。野外取样时另取-10 目以下全粒级样品 10 件,自然晾干后筛分出各粒级段样品,研究区内水系沉积物各粒级质量百分比组成。

样品分析测试在国土资源部合肥矿产资源监督检测中心完成,使用 X 射线荧光光谱法(XRF)、极谱法(POL)分别测试 Pb、Zn、W、Mo 等元素。

2.2 图件编制

整理各分散流样品分析结果,以距矿点异常源的迁移距离为 X 轴,采样粒级孔径值为 Y 轴(10 目——2000 μm、20 目——840 μm、40 目——420 μm、60 目——250 μm、80 目——180 μm),各元素含量为 Z 轴形成数据文件。运用 MapGis 软件,采用泛克里格法网格化数据形成 Grd 文件,利用 GeoIPAS 3.0 软件生成元素地球化学图。试验区

元素异常下限为参考值以黄色在图上明显标示,形成反映采样粒级、迁移距离与元素含量变化关系的图解,其中迁移距离为水系实际流动距离。截取粒级与细粒级2种采样方法均取累频90%的前期1:50 000面积性试验测量值作为异常下限参考值。

3 结果与讨论

3.1 水系沉积物不同粒级质量分配特征

10件-10目样品分别取自试验区一级水系6件(SD1—SD6),二级水系2件(SD7、SD8),三级水系2件(SD9、SD10),分析各粒级的质量百分比组成(表1)。试验区内水系沉积物中冲洪积物以中粗颗粒为主,物理风化作用占主导。水系沉积物中-10~+20目物质以岩屑为主,-20~+40目物质以岩屑、石英、长石为主,2个粒级样品所占比重均较大(达-10目样品的60%~90%,其中一级水系中采样点质量占比最高)。 $-10\sim+80$ 目粒级段样品质量百分比占-10目样品的90%以上。

3.2 粒级试验成矿元素含量特征

截取粒级及细粒级不同采样部位不同粒级段成矿元素(Mo、W、Pb、Zn)含量变化特征如图2。 $+40$ 目以上样品物理风化占主导,元素含量变化相对较小; $-40\sim+80$ 目样品成矿元素含量随粒级增大而增高; <80 目样品成矿元素含量急剧变化,表明主导风化机制可能发生改变, -80 目以下至更细粒级物质中岩屑较其他中细粒级增加,属化学风化作用产物的可能性较大。水系沉积物样品经历了水系搬运分选等过程,样品随粒度变细,风化程度逐渐加强。

随粒度变细,水系沉积物样品的风化程度增强,这一特征在截取粒级较细粒级水系沉积物样品中更明显。当粒度从10目变化至40目时,样品中元素含量变化相对稳定,当粒度 <40 目时,样品中元素含量变化明显,其主导风化机制可能发生改变。随风化程度加强,机械成分由粗变细。为保证所采集的样品既反映原岩性质,不受后期新的风化机制影响,又可最大限度风化分散以达到降低采样密度的需要,选择 $-10\sim+80$ 目作为水系沉积物最佳采样粒度。试验区内水系沉积物中 $-60\sim+80$ 目粒级段样品重量占-10目全粒级样品重量的3%以上,可满足野外采样工作要求,保证所采集的样品

既继承原岩特性,又可最大限度地风化分散以满足降低采样密度的需求。

表1 水系沉积物样品分级质量百分比(%)

Table 1 Weight percentage of graded stream sediment samples (%)

点号	粒级	质量百分比	点号	粒级	质量百分比
	10~20	52.80		10~20	36.54
	<20~40	32.92		<20~40	41.42
SD1	<40~60	5.59	SD6	<40~60	9.32
	<60~80	2.80		<60~80	6.21
	<80	5.90		<80	6.51
	10~20	53.42		10~20	32.45
	<20~40	36.74		<20~40	44.99
SD2	<40~60	4.24	SD7	<40~60	9.00
	<60~80	3.99		<60~80	5.31
	<80	1.62		<80	8.26
	10~20	55.80		10~20	30.24
	<20~40	32.99		<20~40	46.64
SD3	<40~60	5.09	SD8	<40~60	8.10
	<60~80	4.68		<60~80	5.93
	<80	1.43		<80	9.09
	10~20	38.24		10~20	15.46
	<20~40	50.11		<20~40	42.46
SD4	<40~60	7.69	SD9	<40~60	21.60
	<60~80	2.64		<60~80	12.10
	<80	1.32		<80	8.38
	10~20	37.21		10~20	10.38
	<20~40	44.19		<20~40	56.79
SD5	<40~60	8.14	SD10	<40~60	13.77
	<60~80	4.94		<60~80	10.57
	<80	5.52		<80	8.49

3.3 主成矿元素异常衰减特征

利用单元素含量图同时以黄色标识异常下限,探讨元素衰减或富集迁移规律以及元素异常迁移距离。选取区内接近钼矿源且受干扰相对较小的2条水系分别编为1号水系和2号水系(1号水系:S1-S2-S3-S4-S13-S14-S15-S16;2号水系:S5-S6-S7-S8-S13-S14-S15-S16)作为流长研究对象,样点距异常源距离见表2。3号水系S9-S10-S11-S12距钼矿源较远,受人为开矿活动干扰大,故未选择对比。分别做出2种粒级采样方法的Mo—W等主成矿元素地球化学图(图3,图4),用黄色反映Mo、W元素的异常下限值。为了区分不同采样方法的分散流试验,图3中细粒级采样部位分散流点号均加标字

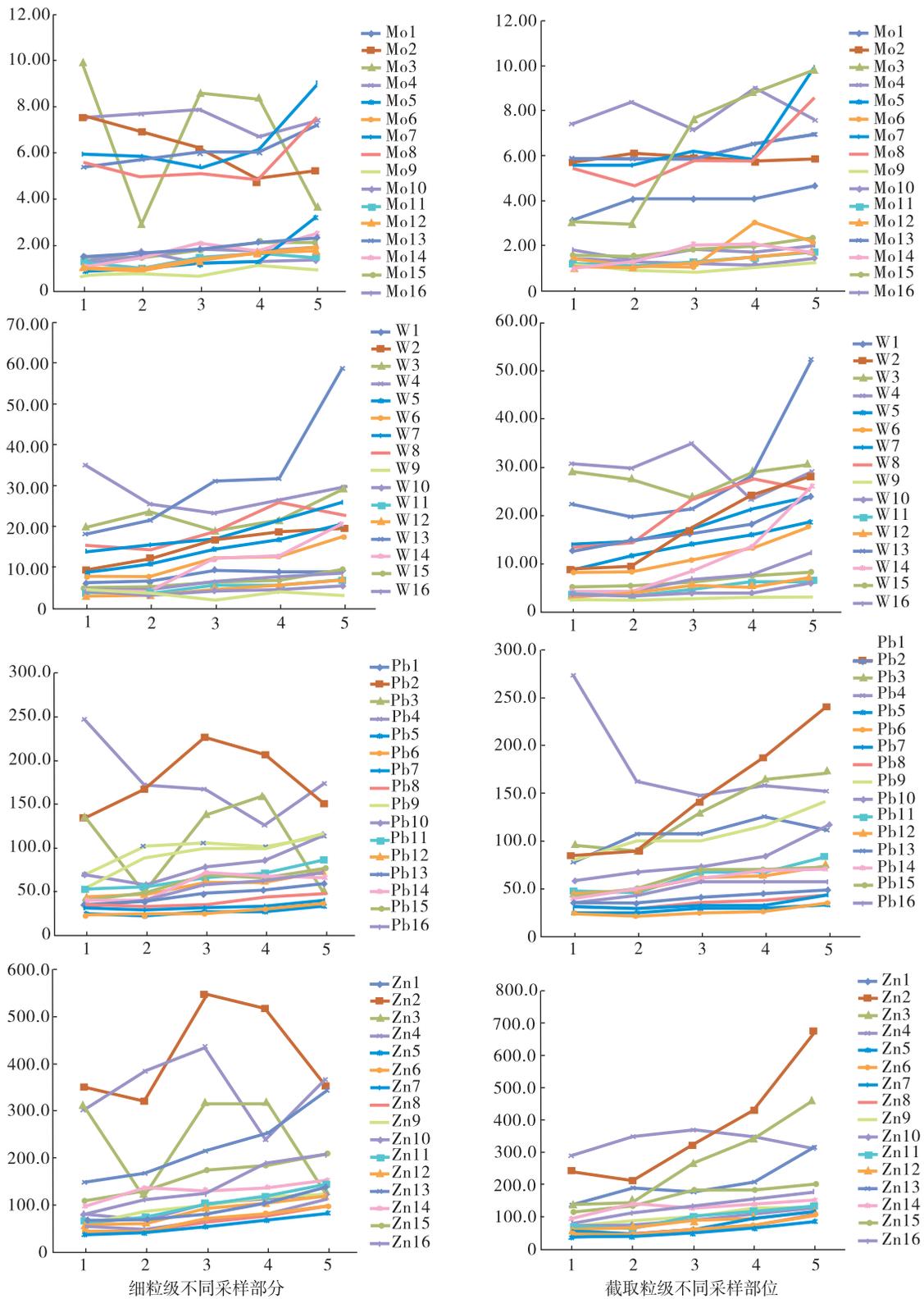


图 2 截取粒级和细粒级不同采样部位各粒级段的成矿元素含量变化

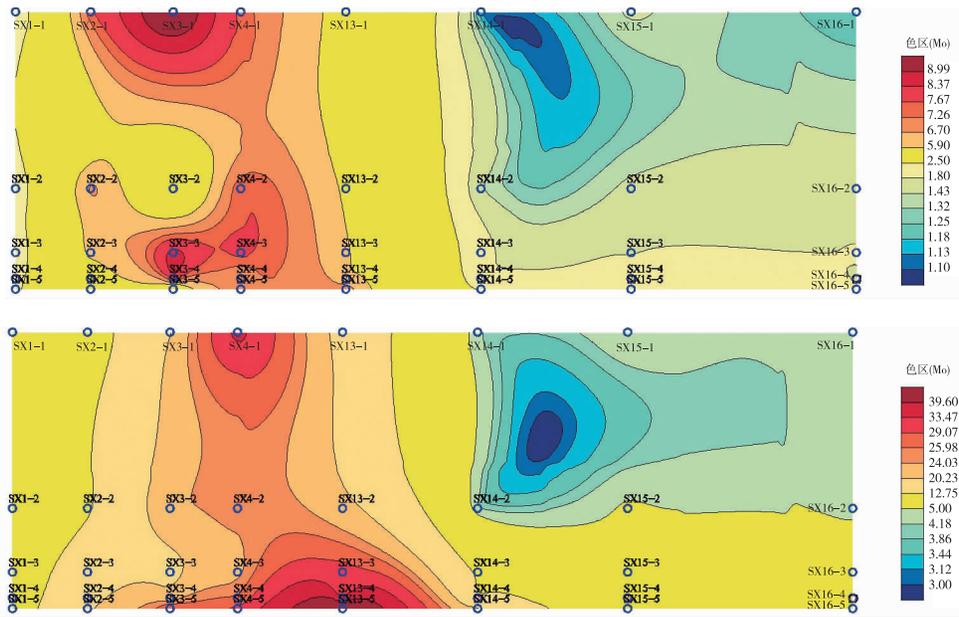
Fig. 2 Content variation of ore-forming elements in grain and fine-grained samples at different sampling positions
注:横坐标 1 代表 -10~+20 目粒级,2 代表 -20~+40 目粒级,3 代表 -40~+60 目粒级,4 代表 -60~+80 目粒级,5 代表 -80 目全粒级;纵坐标为成矿元素含量,单位均为 10^{-6} 。

表 2 分散流样点距矿点异常源的距离

Table 2 Distances of the sampling positions from the anomalous sources of the mine

分散流样点	S1	S2	S3	S4	S13	S14	S15	S16	水系流长/m
距矿源距离	500	1 000	1 550	2 000	2 700	3 600	4 600	6 100	6 100
分散流样点	S5	S6	S7	S8	S13	S14	S15	S16	水系流长/m
距矿源距离	200	500	1 000	1 600	2 300	3 200	4 200	5 700	5 700

1号水系细粒级不同采样部位流长试验Mo-W元素含量



2号水系细粒级不同采样部位流长试验Mo-W元素含量

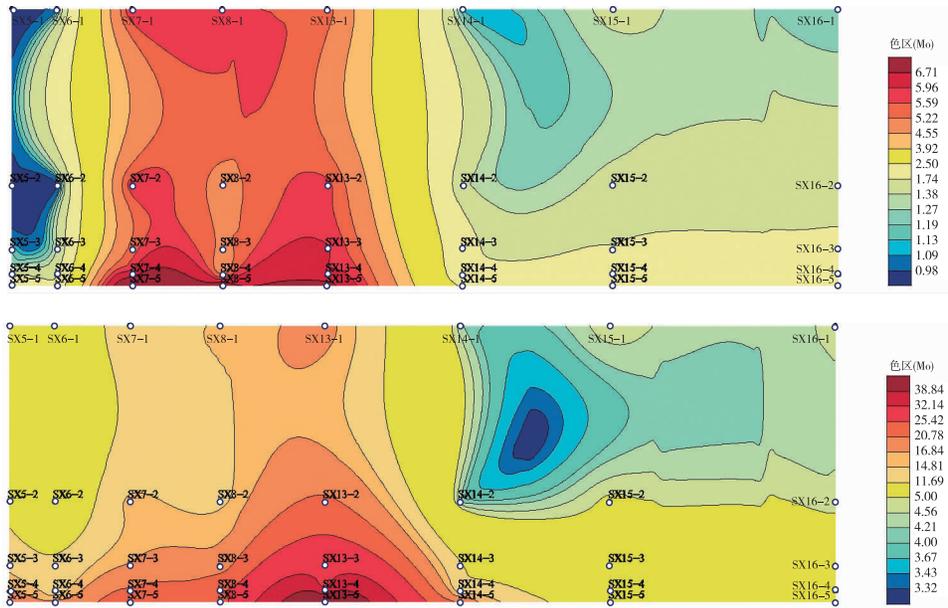


图 3 细粒级不同采样部位流长试验 Mo—W 元素含量特征图

Fig. 3 Characteristic map of Mo—W contents in fine-grained samples from different sampling positions

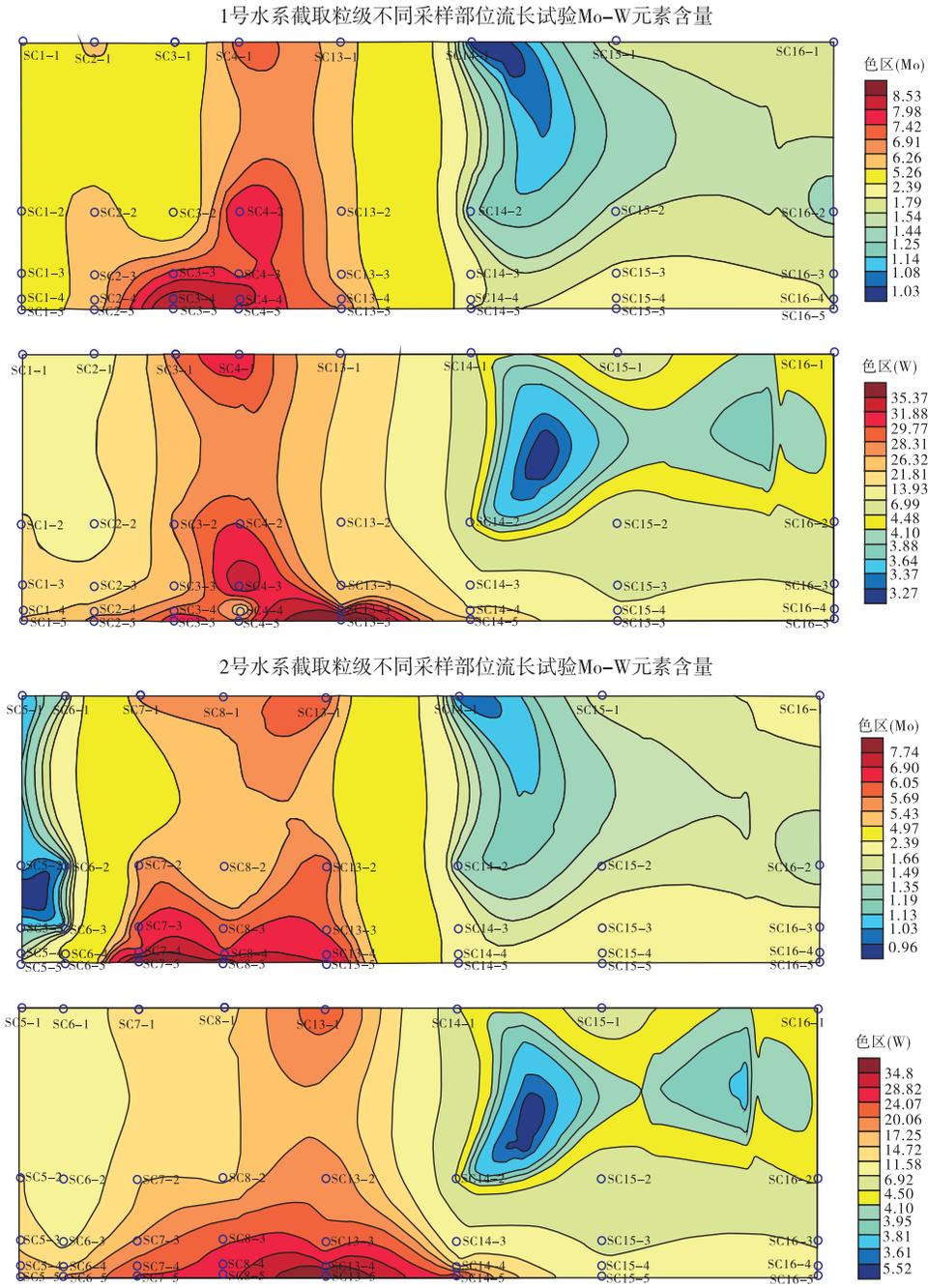


图 4 截取粒度不同采样部位流长试验 Mo—W 元素含量特征图

Fig. 4 Characteristic map of Mo—W contents of the samples from different sampling positions

母 X(SX), 图 4 中截取粒度采样部位点号均加标字母 C(SC)。

随着距钼矿异常源距离增大,细粒度流长粒度试验 1 号水系各元素迁移特征表现为:Mo 元素异常迁移距离约为 3 km,元素异常随迁移距离增加递减,衰减明显,3 km 以上距离元素含量随粒度逐渐减小而增大。W 元素在 -10~+40 目粒度内异常

迁移距离为 3~3.5 km,在 -40 目以下粒度异常迁移距离达 6 km 以上,元素异常呈递减趋势,衰减程度明显。不同元素异常浓集对应的取样粒度段不同,1 号水系 Mo 元素显著异常主要对应采样粒度段为 -10~+20 目及 -40~+60 目,W 元素显著异常主要对应采样粒度段为 -10~+20 目及 -40 目以下全粒度。在异常区内随元素迁移距离增加,

Mo 元素异常浓集由细粒级段向中粗粒级段转化。W 元素在粗粒级和细粒级两端呈浓集中心。

2 号水系各元素迁移特征表现为:Mo 元素异常迁移距离约为 3 km,元素异常随迁移距离增加呈递减趋势,衰减程度明显,距矿源较近地方较粗粒级(+60 目)呈低背景,3 km 以上距离元素含量随粒级逐渐减小而增大。W 元素在-10~+40 目粒级内异常迁移距离为 3~3.5km,在-40 目以下粒级异常迁移距离较长,达 6 km 以上,元素异常呈递减趋势,衰减程度明显。2 号水系 Mo 元素的显著异常主要对应采样粒级段为-10~+20 目及-40 目以下全粒级,W 元素的显著异常主要对应采样粒级段为-40 目以下全粒级。在异常区随元素迁移距离增加,Mo、W 等元素的异常浓集主要集中在中细粒级段。

在以沙坪沟钼矿为异常源的细粒级流长试验中,Mo、W 元素异常在离开异常源后衰减较快,元素异常随迁移距离的增加呈现递减趋势,衰减程度较为明显,Mo 元素异常迁移距离距矿点约 3 km,W 元素在-40 目以下粒级异常迁移距离达 6 km 以上(图 3)。Mo、W 等主成矿元素沿水系迁移过程中元素异常明显减弱距离在 3 km 以内。

截取粒级流长试验中 1 号水系各元素迁移特征:Mo 元素异常迁移距离约为 3 km,异常浓集中心为 1.5~2 km,Mo 元素显著异常主要对应采样粒级段为-20~+80 目。3 km 以上距离 Mo 元素含量随粒级逐渐减小而增大。W 元素在-10~+40 目粒级内异常迁移距离约为 3.5 km,在-40 目以下粒级异常迁移距离较长,达 6 km 以上,元素异常呈递减趋势,衰减程度明显。W 元素的显著异常主要对应采样粒级段为-10~+20 目及-40 目以下全粒级(图 4)。

2 号水系各元素迁移特征:Mo 元素异常迁移距离约为 3 km,元素异常随迁移距离增加呈递减趋势,衰减程度明显,距矿源较近地方较粗粒级(+60 目)呈低背景,3 km 以上距离元素含量随粒级逐渐减小而增大。Mo 元素的显著异常主要对应采样粒级段为-20 目以下全粒级。W 元素异常迁移距离为 3~3.5 km,在-10~+20 目及-40 目以下粒级段中异常迁移距离较长,达 6 km 以上,元素异常呈递减趋势,衰减程度明显。W 元素的显著异常主要对应采样粒级段为-20 目以下全粒级。Mo、W 等元素的异常浓集主要集中在中细粒级段。

元素异常迁移衰减速度与沙坪沟试验区降水、水系及地形地貌等有关。由于试验区内水系汇水面积偏小,河道透水性良好,降水形成的水流或洪流在上游水系具有较大的冲刷和搬运能力。向下游流动过程中,沿途的下渗水流在较短距离内明显减小,随水流变小,较粗颗粒沉淀,细粒被携带至流水末端。上游区段粗颗粒中风化岩石碎屑占较大比例,随水流变小,流水搬运能力减弱,细粒物质增多,试验区属于中低山区,地形切割剧烈,地表径流季节性强,旱季流量甚微且易下渗,导致元素异常衰减明显。

元素异常迁移规律除受元素含量本身等因素影响外,还明显受地形地貌的影响。取样水系在采样点 S13 至 S14 处发生转弯(图 1),且此处地形相对平缓、开阔,地形变化明显,是导致成矿元素含量在此急剧衰减的重要因素之一。结合分析细粒级及截取粒级各粒级段主成矿元素含量分布特征,建议在沙坪沟试验区可选用-10~+80 目截取粒级或-20 目全粒级为采样粒级,可以强化与矿化有关的各元素地球化学异常,迅速缩小找矿靶区。

4 结 论

(1)沙坪沟钼矿区水系沉积物测量采样方法可采用截取粒级的采样方法,该方法有效且可行。试验区内水系沉积物测量样品采样粒级建议采用-10~+80 目或-20 目,样品初加工方法采用现场水筛。

(2)水系沉积物随粒度变细其风化程度增强,这一特征在截取粒级中表现明显。当样品粒度从 10 目变化至-40~+80 目时,元素含量变化趋势较稳定,但当粒度<80 目时,样品中成矿元素含量发生显著变化,其主导风化机制可能发生改变。研究区为水系发育的中低山丘陵景观类型,水系沉积物测量主成矿元素主要在-20~+60 目粒级富集。

(3)元素异常迁移规律受元素含量、降水、水系、地形地貌等影响。以沙坪沟钼矿为异常源,随元素迁移距离增加和其他水系注入,Mo、W 元素异常在离异常源后衰减较快,且异常明显衰减位置距异常源距离一般在 3 km 内。

参考文献

- [1] 奚小环,李敏.现代地质工作重要发展领域:“十一五”

- 期间勘查地球化学评述[J].地学前缘,2013,20(3):161-169.
- [2] 刘振国,田雪莲,于德福.国土资源大调查进入收官阶段服务经济社会发展成绩卓著[N].中国国土资源报,2010-07-15.
- [3] 冷福荣,李志强.1:20 万区域化探方法核心技术“取样粒级”的讨论[J].物探与化探,2009,33(6):683.
- [4] 夏锦霞,李方林,杨东,等.用地球化学异常图和方差分析比较两种采样粒级的化探效果[J].物探与化探,2009,33(5):524-528.
- [5] 杨少平,弓秋丽,文志刚,等.地球化学勘查新技术应用研究[J].地质学报,2011,85(11):1844-1877.
- [6] 张华,张玉领,史新民.河北围场 1:20 万区域化探方法技术讨论[J].物探与化探,2004,28(1):35-38.
- [7] 王会峰,彭立华,安兴,等.森林沼泽区区域化探新旧方法技术应用效果对比[J].物探与化探,2008,32(5):502-508.
- [8] 杨少平,焦保权,孙忠军,等.森林沼泽景观区区域化探异常追踪方法技术[J].物探与化探,2008,32(5):480-487.
- [9] 徐永利,郑有业,徐广东,等.青海省大柴旦双口山荒漠戈壁景观区 1:5 万水系沉积物测量采样方法技术研究[J].西北地质,2012,45(1):307-316.
- [10] 张景,陈国光,张明,等.宁芜盆地白象山矿区物化探异常特征及找矿意义[J].华东地质,2016,37(2):147-151.
- [11] 刘宝山,赵立国.黑河市大新屯土壤地球化学测量应用及找矿效果[J].华东地质,2016,37(2):152-156.
- [12] 杨少平,刘华忠,孔牧,等.羌塘高原典型矿区水系沉积物地球化学特征与区域化探扫面方法[J].地球学报,2015,36(3):367-376.

Experimental study of granularity for stream sediments of the Shapinggou molybdenum deposit, Northern Huaiyang, Anhui

TAO Chun-jun, JIA Shi-jun, CHEN Fu-rong, LIU Chao
(*Geological Survey of Anhui Province, Hefei 230001, China*)

Abstract: This study carried out granularity experiment of the stream sediments from the Shapinggou super-large molybdenum ore deposit in the northern Huaiyang area. On the basis of dispersed flow length experiment, the proportion and change features of main ore-forming elements contents in different graded stream sediments were compared so as to analyze the attenuation characteristic of the main ore-forming elements. The compositions of the varied-grain stream sediments suggest that the sampling method of intercepted granularity can be applied in the survey of stream sediment measurement. This study provides a technique basis for conducting the 1:50 000 geochemical survey in the northern Huaiyang area.

Key words: sampling granularity; stream sediments; Shapinggou molybdenum deposit; geochemical characteristics