

# 青海北祁连中南沟水系沉积物地球化学特征

高延光<sup>1,2</sup> 杨忠芳<sup>1</sup> 汪明启<sup>1</sup> 刘丽华<sup>1</sup> 刘艳青<sup>1</sup> 唐金荣<sup>1</sup> 郭莉<sup>1</sup>

(1. 中国地质大学 北京 100083 2. 中国地质调查局 北京 100011)

**摘要:**青海北祁连中南沟高山切割明显,坡下植被发育,属高寒草甸景观,不利于颗粒物质的机械迁移。该地区不同粒级水系沉积物中成矿元素变化趋势一致,含量衰减迅速且在细粒级富集,并主要为硫化物相。研究结果说明,在该地区常规水系碎屑沉积物测量方法存在一定问题。由于草甸发育,颗粒物质迁移受到抑止,水系碎屑沉积物仅出现在2~3级水系。因此,在普查阶段可能会漏掉许多矿化信息;由于受其分布所限,详查阶段无法保证采集到真正的水系沉积物,只能用坡积物代替,导致采样介质不统一。

**关键词:**青海北祁连;中南沟;高寒草甸;水系沉积物;地球化学特征

**中图分类号:** P632 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8918(2006)05-0382-05

“区域展开,面中求点”是化探工作取得找矿成果的主要模式。而在发现的众多异常中进行筛选和查证是目前找矿中技术难度最大的工作<sup>[1]</sup>。

自1978年以来,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。区域化探异常筛选和查证的方法技术也取得了飞速的发展<sup>[2-6]</sup>。其中,水系沉积物测量在区域化探扫面及其异常筛选、查证以及普查过程中都起着举足轻重的作用,然而水系沉积物测量受到表生作用较大影响<sup>[7]</sup>。

青海中南沟铅锌矿地理位置属北祁连高寒山区,属高寒草甸型景观,该区的区域化探扫面已经完成。为了研究在该景观条件下水系沉积物测量异常筛选与查证方法技术,研究类似地形、地貌条件下风成沙、风积物、冰喷物等对1:5万水系沉积物化探方法的影响,提出1:5万水系沉积物最佳采样方法(包括采样介质、部位、密度等),我们对中南沟水系沉积物元素分布的地球化学规律进行了研究。

## 1 研究区概况

中南沟矿区位置处北祁连大坂山北坡,海拔3 500~4 048 m,相对高差400~600 m,属高山中等切割区。山势陡峻,3 500 m以上冰蚀作用强烈,多为冰蚀地形,基岩裸露。3 500 m以下为水系切割地形,在山坡下部草甸层发育,山坡上部灌木丛发育。

区内水系不太发育,水系多呈羽状,但一、二级

水系非常短,水系碎屑沉积物仅在三级以上水系发育,其分布主要受当地气候和植被控制(草甸层对颗粒物质的机械迁移起抑止作用)。每年5~10月,水流量较大,一般流量在10 000 m<sup>3</sup>/d左右,雨季最大流量可达数10万 m<sup>3</sup>/d。水源补给主要为大气降水,属雨雪类型河流。每年冬季地面冰冻,水流较小,最小流量为1 000 m<sup>3</sup>/d左右,水质均为淡水,类型属Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>。在山麓陡坡与沟谷缓坡接壤部位有泉或泉群出现,涌水量一般为0.5~5 L/s,接受大气降水补给,干旱时水量变小。第四系广泛分布,主要由腐殖土、坡残积、冲积、冰碛物组成,厚度为0~30 m。

## 2 矿化水系沉积物沿水系衰减模式

为了研究矿化水系沉积物沿水流方向金属元素衰减模式,沿流经矿化带的主矿化水系——中南沟水系由南向北按一定间距采集了8个水系沉积物样品,各采样点水流及沉积物特征见表1。

表1 中南沟水流及水系沉积物特征

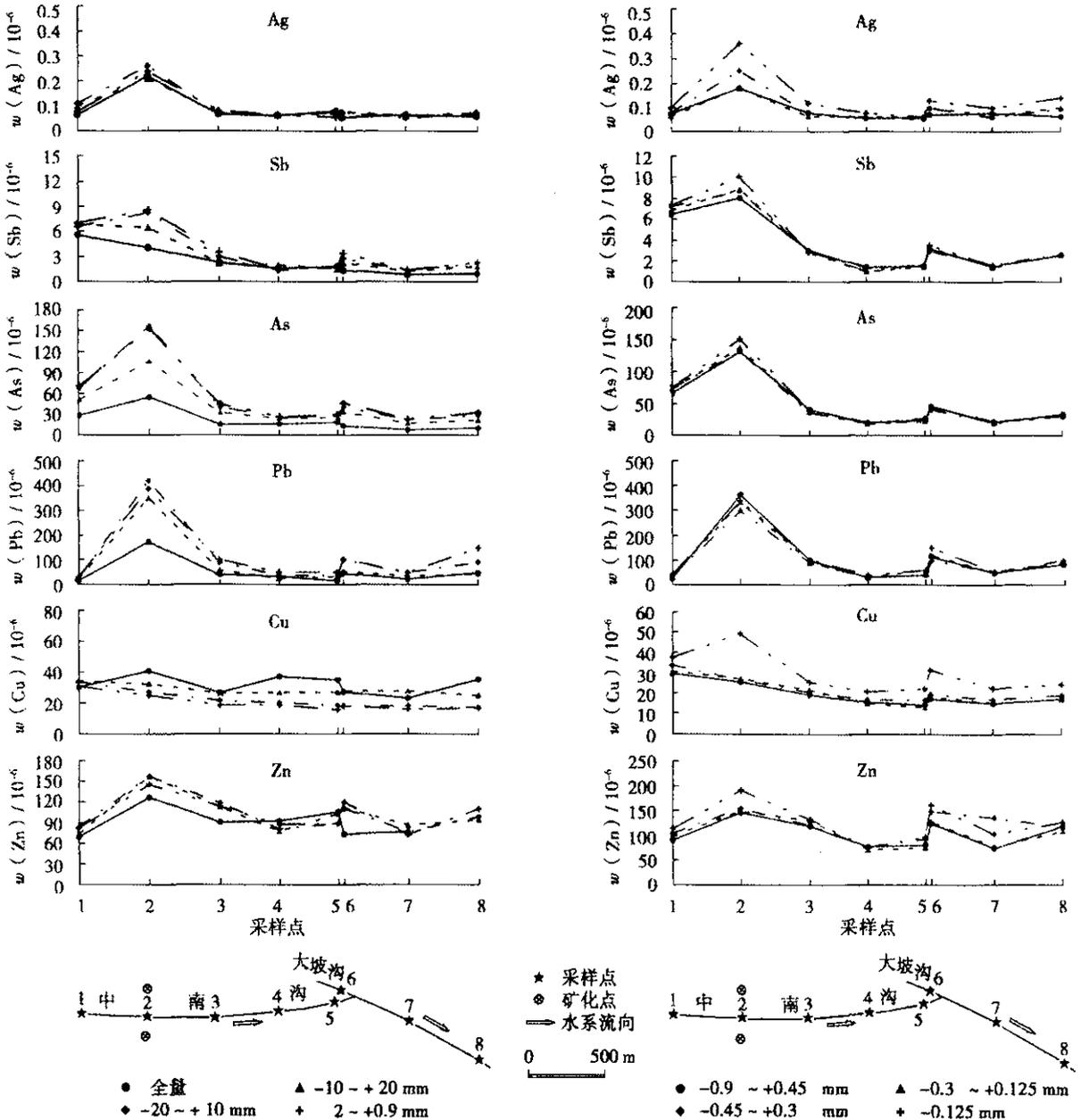
点号	特征
1	河漫滩沉积物
2	河床附近,活性水系沉积物,细粒物质较多,矿化体位于两侧山坡
3	河流变急,河床变陡,细粒物质较难采集
4	河床明显变宽,有巨砾堆积,细粒物质相对增多
5	中南沟口,多巨砾,细粒物质较少
6	中南沟与大坡沟交汇处上游,河床窄,多巨砾,细粒物质较少
7	中南沟与大坡沟交汇处下游,细粒物质明显增多
8	漫滩沉积物

图 1 为中南沟水系不同粒度沉积物中金属元素随水流方向含量变化,从中可以看出,各金属元素在 2 号点处含量明显增大,随水流距离增加,含量趋于稳定,在大坡沟与中南沟水流交汇处,多数元素含量都有明显变化,但不同元素及同一元素在不同的沉积物粒度中,含量变化规律略有不同。

由于在 2 号点东西两侧的山坡上有铅锌矿化点存在,因此 2 号点的 Ag 含量明显增高,由 1 号点的  $0.064 \times 10^{-6}$  增至  $0.22 \times 10^{-6}$ ,经过近 500 m 的水流逐渐稀释后,3、4 号点的 Ag 含量降至  $0.068 \times 10^{-6}$  和  $0.062 \times 10^{-6}$ 。5、6 号样品分别为接近中南沟和大坡沟交汇处的中南沟和大坡沟水系沉积物样,2 个样品 Ag 含量接近,因此,在上游采集的样品 Ag

含量基本稳定在  $0.06 \times 10^{-6}$  左右。对比不同粒度沉积物中 Ag 含量的变化可以看出,在 2 号点由河流东西两侧山坡的铅锌矿化点带入到河流沉积物中的 Ag 在细粒级中略高,粒度试验的结果也表明,Ag 在  $-0.125 \text{ mm}$  沉积物含量比在其他粒级中稍高。

Sb 在各采样点的全样和各粒级样品中含量略有差异,1~3 号点 Sb 总量呈逐渐下降趋势,之后在整个采样的水系内,Sb 总量并没有显著变化。在各粒级沉积物中,Sb 与 Ag 的变化相似,表现为 2 号点上含量显著增大,1~2 号点上各粒级的 Sb 含量增至  $(1.5 \sim 2.8) \times 10^{-6}$ ,其中  $-0.125 \text{ mm}$  沉积物中 Sb 的变化最明显。经过近 1 000 m 的水流稀释,各粒级的沉积物中 Sb 含量趋于一致,Sb 含量稳定在



万方数据 图 1 研究区水系不同粒级水系沉积物 Ag、Sb、As、Pb、Cu、Zn 含量随水系变化

$(1 \sim 2) \times 10^{-6}$ 。由于大坡沟各粒级沉积物中 Sb 含量稍高于中南沟的 Sb 含量,因此在两条沟交汇处的沉积物中 Sb 含量增高,但经过约 500 m 的水流后,各粒级沉积物中 Sb 含量逐渐下降,趋于稳定。对比各粒级沉积物中 Sb 含量可以看出,Sb 有在细粒级沉积物中富集的趋势,但粒级效应不太明显。

As 在沉积物的全样和各粒级中的含量变化在 3 号点以后基本一致,2 号点比 1 号点的 As 含量高约 1 倍,水流向下 500 m 左右各粒级 As 含量趋于一致,含量为  $(20 \sim 25) \times 10^{-6}$ 。由于大坡沟水系沉积物中的 As 含量略高于中南沟水系沉积物中 As 含量,因此 2 个水系水流混合后,沉积物中的 As 含量稍高,但水流在向下 500 m 后 As 含量趋于稳定。

Pb 在整个水流剖面中沉积物全样和各粒级的含量变化趋势一致,但沉积物全样 Pb 变化不如各粒级沉积物中 Pb 含量变化显著。在 2 号点水系沉积物中 Pb 含量大幅度增加,一般比 1 号点 Pb 含量高 10 ~ 15 倍,随着水流向下距离增加,各粒级沉积物中 Pb 含量迅速降低,经过约 1 000 m 后,沉积物中 Pb 含量基本稳定,各粒级沉积物中 Pb 含量为  $(25 \sim 50) \times 10^{-6}$ 。大坡沟水系沉积物 Pb 含量略高于中南沟水系沉积物中 Pb 的含量,因此 2 条水系交汇后沉积物中 Pb 含量略有增加,由于 2 条水系交汇后,河床变宽细粒沉积物增多,因此水系沉积物中 Pb 含量增至  $(50 \sim 150) \times 10^{-6}$ 。

Cu 在整个水系中的变化与其他元素差异较大,除 -0.125 mm 沉积物中 Cu 含量的变化规律与其他元素相同外,其他粒级沉积物中 Cu 含量变化规律性不明显。这说明,在 2 号点上加入到水系沉积物

中的 Cu 主要存在于 -0.125 mm 粒级的沉积物中,2 条水系汇合后,细粒级的沉积物中 Cu 含量略有增大。

Zn 在沉积物的全样和各粒级中的含量变化规律性很明显,均表现为 2 号点上 Zn 含量增加,一般比 1 号点增高约 2 倍,经过近 1 000 m 的水流稀释,各粒级沉积物中 Zn 含量趋于一致,在 4 号点上稳定在  $(70 \sim 90) \times 10^{-6}$ 。由于大坡沟水系沉积物中 Zn 含量略高于中南沟水系沉积物中 Zn 含量,因此 2 条水系汇合后,水系沉积物中 Zn 含量略有增高,尤其是细粒级中 Zn 含量基本为  $(75 \sim 130) \times 10^{-6}$ 。

综合各元素在整个水系流域的变化,总结出如下规律:

(1) 由于研究区水系多呈羽状,一、二级水系非常短,由其带出的物质很快进入较大水系或河流,加上海拔 3 500 m 以下地段草层非常发育,大大抑制了物质的机械迁移,因此,导致水系沉积物异常快速衰减,低密度水系沉积物测量可能损失一部分信息;

(2) 细粒级沉积物中的成矿元素含量变化一般比粗粒级和全量沉积物中成矿元素的含量变化显著,尤其是 Ag、Pb、Zn 在各采样点的含量多与粒级呈反比,即它们均富集在细粒级的沉积物中,但不同粒级沉积物的成矿元素含量差异不大;

(3) Cu 在各粒级沉积物中的含量变化差异较大,在 2 号点进入水系沉积物中的 Cu 主要是赋存在 -0.125 mm 的沉积物中。

### 3 水系沉积物粒级研究

金属元素在不同粒级沉积物中的分布见图 2。

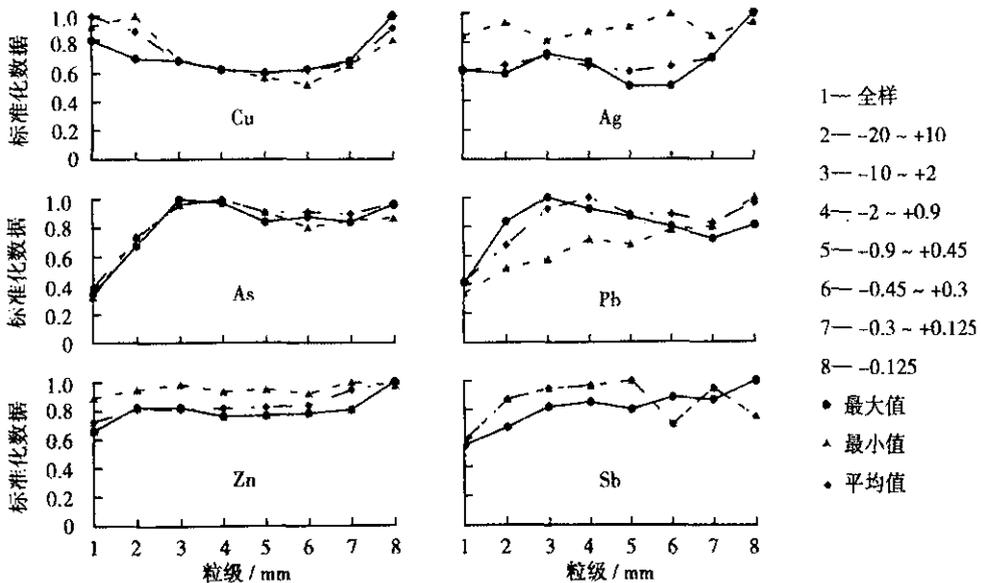


图 2 研究区水系沉积物不同粒级 Cu、As、Zn、Ag、Pb、Sb 分布

对该工区采集的 8 个水系沉积物大样进行了粒度筛分,划分 6 个粒级为: - 20 ~ + 10 mm、- 10 ~ + 2 mm、- 2 ~ + 0.9 mm、- 0.9 ~ + 0.45 mm、- 0.45 ~ + 0.3 mm、- 0.3 ~ + 0.125 mm、- 0.125 mm。

从图中可以看出,各元素在不同粒级沉积物中的分布差异不大。相对而言,Cu 在 - 20 ~ + 10 mm 和 - 0.125 mm 粒级的沉积物中含量略高;As 和 Pb 除在 - 20 ~ + 10 mm 中含量较低外,其他各粒级沉积物中含量基本一致;Zn 和 Sb 在各个粒级的沉积物中含量无差别;Ag 在 - 0.125 mm 粒级的沉积物中含量略高,其他各粒级沉积物中含量一致。

总之,中南沟水系沉积物粒度效应不明显,各粒级中金属元素分布模式无显著差异,因此,在进行水系沉积物测量时,粒度选择范围较宽。

### 4 元素赋存状态

对中南沟水系沉积物进行水溶相、可交换相、铁锰氧化物相、有机相、硫化物相和残留相的 Ag、As、Pb 和 Zn 分析,结果见图 3。

从中可以看出,Ag 主要赋存的相态是硫化物相和残留相,它们分别各占 65% 和 27%,说明 Ag 除与硫化物结合外,有相当一部分 Ag 是以类质同象或包体的形式存在于硅酸盐矿物中。Ag 其次在铁锰氧化物相和水溶相中,所占百分比分别为 3.47% 和 2.34%。Ag 在可交换相和有机相中的含量最少,两个相态均不到 2%。

As 主要赋存在硫化物相中( 77.81% ),其次为有机相和铁锰氧化物相,它们所占的百分比分别为 10.41% 和 8.45%。与其他元素赋存相态有较大差异的是,As 在残留相中的含量非常少,只有 0.024% 的 As 是存在于硅酸盐和黏土矿物的晶格里。在水溶相和可交换相中的 As 含量也比较少,各自的百分比分别为 2.93% 和 0.37%。

Pb 赋存的相态主要为硫化物相和有机相,它们各占 44.16% 和 40.74%,其次是在残留相和铁锰氧化物相中,所占百分比分别为 10.98% 和 2.7%。Pb 在水溶相和可交换相中的含量非常少,均不到 1%。说明在水系沉积物中 Pb 主要呈硫化物和与有机质螯合形式存在,其他状态 Pb 含量甚微。

Zn 也主要以硫化物相和残留相存在,各占到 56.91% 和 24.49%,其次是在有机相和铁锰氧化物相中,所占百分比分别为 9.55% 和 5.61%。在水溶相和可交换相中的 Zn 含量比较少,只有 2% 左右。

综合各元素赋存状态可以看出,与土壤类似,中南沟水系沉积物中成矿元素赋存相态主要为硫化物相,所占百分比范围为 44% ~ 78%,其次为残留相和有机相,表明该区以物理风化作用为主。不同元素赋存状态有所不同,As 在残留相中含量很少,在有机相和铁锰氧化物相中比例增加。Pb 在有机相中含量很高。成矿元素在水溶相、可交换相和铁锰氧化物相中的含量相对较低,可能与元素地球化学性质差异有关。

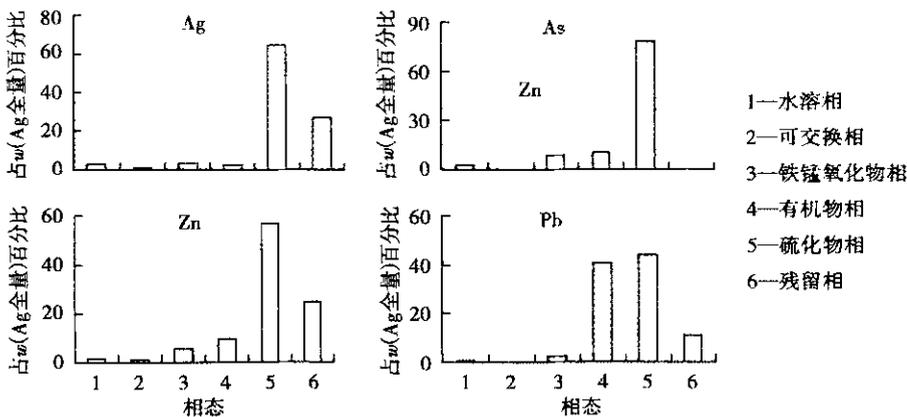


图 3 研究区水系沉积物金属元素相态分布

### 5 结论

青海北祁连中南沟矿区高山切割明显,植被较发育,属高寒草甸景观,在该区的水系沉积物地球化学研究表明:

(1) 由于研究区植被发育,特别是 3 500 m 以下万方数据

坡地草甸层发育,水系不太发育且多呈羽状,一、二级水系非常短,一般为干沟,碎屑物质的机械迁移受到抑止,水系碎屑沉积物只能在二级以上水系出现,但其带出的物质很快进入较大水系或河流,因此,按水系分布分析,该区 1: 20 万区域化探扫描很难保证采样介质一致,所采集的样品可能主要是沟底坡

积物。

(2)从水系沉积物元素沿水系分布看,切割矿化体的水系沉积物异常快速衰减,因此,水系沉积物测量圈定异常范围小,低密度普查(如 1:20 万)可能会漏掉许多矿化信息,而详查阶段(1:5 万),由于受其分布所限,无法采集到真正的水系沉积物,多数只能用坡积物代替,导致采样介质不统一。

(3)细粒级沉积物中的成矿元素含量比粗粒级含量高,表明他们在细粒级的沉积物中富集。从元素沿水系衰减模式看,本区水系沉积物粒级效应不明显,各粒级中金属元素分布基本类似,说明其迁移距离短,分选作用不明显,因此,粒级选择范围较宽。

(4)Cu在各粒级沉积物中的变化差异较大,-0.125 mm 沉积物中的 Cu 含量变化规律与其他元素相似,其他粒级沉积物中 Cu 含量变化不明显,说明在 2 号采样点进入水系沉积物中的 Cu 是赋存在 -0.125 mm 的沉积物中。

(5)水系沉积物中成矿元素主要以硫化物态、硅酸盐结合态和有机结合态存在,其他形式如水溶

态、可交换态和铁锰氧化物态含量相对较低,表明该区物质以物理变化为主,化学风化作用相对较弱。

在此感谢青海省有色勘察局 7 队总工程师王星和西北有色地质研究所研究员罗才让及 7 队全体工作人员。

参考文献:

- [1] 刘士毅,孙文珂,孙焕振,等.我国物探化探找矿思路与经验初探[J].物探与化探,2004,28(1):1.
- [2] 任天祥,伍宗华,汪明启.近十年化探新方法新技术研究进展[J].物探与化探,1997,21(6):111.
- [3] 陈立军,汪涛.1:20 万区域化探样品的分析测试质量监控[J].岩矿测试,2004,23(2):143.
- [4] 朱华平,张德全.区域化探异常的地球化学勘查评价方法技术进展综述[J].地质与勘探,2003,23(3):35.
- [5] 何起良,褚晓喆.对化探异常评价的思考[J].吉林地质,1998,17(2):9.
- [6] 王桂琴,徐文妍.区域化探异常评价方法研究进展[J].矿产与地质,2002,16(2):105.
- [7] 林才浩,尤爱珍.福建省水系沉积物微量元素含量特征及成矿远景预测[J].地质与勘探,1996,32(5):33.

## GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF STREAM SEDIMENTS IN ZHONGNANGOU OF NORTH QILIAN MOUNTAINS, QINGHAI PROVINCE

GAO Yan-guang<sup>1,2</sup>, YANG Zhong-fang<sup>1</sup>, WANG Ming-qi<sup>1</sup>, LIU Li-hua<sup>1</sup>, LIU Yan-qing<sup>1</sup>, TANG Jin-rong<sup>1</sup>, GUO Li<sup>1</sup>  
(1. China University of Geosciences Beijing 100083, China; 2. China Geological Survey Beijing 100011, China)

**Abstract** Located in North Qilian Mountains, Qinghai Province, Zhongnangou belongs to alpine meadow landscape. It has evident alpine - gorge incision and well-developed vegetation below slope, which are obviously unfavorable for granule mechanic motion. Studies indicate that transformation trends of the metallogenic elements in stream sediments of diverse granule grades are identical. The metallogenic elements decrease rapidly in quantity, and are concentrated in the fine size fraction, mainly in the form of sulfide facies. Researches also indicate that the conventional measuring methods for stream detrital sediments have the following defects: granule motion is restrained due to well-developed meadow; stream detrital sediments appear only in Grade 23 drainage, and hence much mineralization information might be lost at the reconnaissance stage; at the detailed investigation stage, it is very difficult to collect samples in the real stream sediments due to their limited distribution; where slope sediment samples are collected to replace stream sediment samples, the problem of non-unification of sampling media will occur.

**Key words** North Qilian Mountains; Zhongnangou; alpine meadow; stream sediment; geochemistry

作者简介 高延光(1975 - )男,2001年毕业于中国地质大学(北京)获硕士学位,现为在读博士生。