

呼伦贝尔半干旱草原区化探方法技术研究

李 清 赵玉涛

(地矿部区域重力调查方法技术中心·西安)

本文对内蒙呼伦贝尔半干旱草原区的区域化探方法技术进行了研究,提出了排除风成沙干扰的取样层位和粒级,开展水化学测量也取得了一定效果。

关键词: 风成沙粒级; 层位; 采样介质; 水化学测量

研究区位于内蒙东北部、呼伦贝尔盟西半部,即海拉尔—罕达盖尔以西至国境线,面积约70000km²。由于区内地势较平坦,水系极不发育,风成沙干扰严重,以往只在1:20万区域地质调查时,顺便进行过路线金属量测量,但效果不佳。之后,兄弟单位曾在部分矿区进行过大比例尺土壤、岩石地球化学测量,工作时,采取“消山头”的方法,即在山脊或山头上采样,沟谷或平坦地带则放弃。

近几年,我队在该区选择了6个已知矿床、矿点进行系统的方法技术试验,内容包括土壤的层位、粒级,风成沙的粒级、元素分布特征以及岩石、土壤、水化学测量的有效性等。

具体作法是在每个矿体上方及其邻近的疏松堆积物中,布设一定数量的取样点,在每个点上,由上而下按风积层,残积层或堆积—坡积层(部分点上有钙积层)分别进行采样。在大片风成沙分布区,也采集了一定数量的风成沙样品。这些样品原始重量2.5~3.0kg,室内加工分成以下9个粒级:

1. $-10\text{mm}(<3\text{目})\sim+5\text{mm}(>5\text{目})$;
2. $-5\text{mm}(<5\text{目})\sim+2\text{mm}(>10\text{目})$;
3. $-2\text{mm}(<10\text{目})\sim+0.9\text{mm}(>20\text{目})$;
4. $-0.9\text{mm}(<20\text{目})\sim+0.45\text{mm}(>40\text{目})$;

5. $-0.45\text{mm}(<40\text{目})\sim+0.2\text{mm}(>80\text{目})$;

6. $-0.2\text{mm}(<80\text{目})\sim+0.125\text{mm}(>120\text{目})$;

7. $-0.125\text{mm}(<120\text{目})\sim+0.097\text{mm}(>160\text{目})$;

8. $-0.097\text{mm}(<160\text{目})\sim+0.076\text{mm}(>200\text{目})$;

9. $-0.076\text{mm}(<200\text{目})$ 。

水化学测量:选择部分矿床周围的井、泉为取样点,井、泉密度太稀时,选择少量水泡子或小河流采集水样。在每一采样点上取水样4瓶,一瓶在驻地做水质分析,另一瓶做PAN—cds共沉淀后进行光谱定量分析;100mL两瓶,一瓶酸化至 $\text{pH}\leq 2$,分析As、Sb、Bi,另一瓶分析U。

层位粒级试验样品采用原子吸收方法分析Cu、Pb、Zn、Ag、Fe、Mn、Co、Ni,原子荧光法分析As,化学光谱法分析Au,极谱法分析W、Mo。水化学PAN—cds共沉淀样品采用光谱撒样法定量分析Cu、Pb、Zn、Ag、Mo、Ni、Co、Fe、Mn、Ti等元素,原子荧光法分析As、Sb、Bi,用激光测铀仪分析U。

研究区概况

1. 自然地理及地貌景观

研究区属呼伦贝尔盟管辖,区内年平均

气温 0°C 左右,年降水量 $150\sim 350\text{mm}$,年蒸发量 $1500\sim 1800\text{mm}$,属中温带半干旱大陆性气候。

区内地势平坦,海拔 $600\sim 1000\text{m}$ 。山脉呈北东向展布,地形呈波状延伸。根据比高及地形起伏,将研究区划分为丘陵区 and 准平原区,前者比高大于 50m 。有较高的残山丘陵及明显的沟谷线;后者比高小于 50m ,无明显山丘,沟谷开阔平坦,地形呈波状起伏。

(1) 丘陵区:主要包括八大关—满洲里—新巴尔虎右旗一带,山丘相对较高,沟谷开阔,水系不发育,基本上无活动性冲积物。山坡及沟谷地带广泛被固定风成沙覆盖,厚度零点几至几十米不等。在乌奴格吐山铜钼矿区、八大关铜钼矿区及八八一铜矿区的探槽或浅井中可看到,即使在半山腰,固定风成沙厚度也在几米以上。所以在山坡及沟谷地带由岩石风化的残积、坡积物以及冲洪积物,均被深埋于风积物之下,只有在部分较高的山头或其周围才可见到裸露的基岩及残积、坡积物。风成沙普遍已经腐殖化,而变成草甸棕土,草被发育。由于长年蒸发作用的结果,固定风积层或残坡积层中可见到断续分布、呈白色的钙积层,厚度及深度在各处不等。

(2) 准平原区:主要包括扎赉诺尔—呼伦湖以东,海拉尔河以南地区,范围较大,约 5万km^2 ,区内地势平坦,呈波状延伸,山丘极少,风成沙分布。除已腐殖化的固定风成沙之外,尚有大量半固定沙丘及沙垄存在,厚度达几十米以上,很少见到基岩露头或残坡积物,低洼地带水泡子较多,沼泽化或盐渍化现象普遍。钙积层在腐殖层之下断续分布,在半固定沙丘或沙垄中尚未见到。

2. 地质概况

研究区处于额尔古纳隆起带,新华夏系与蒙古弧形构造之复合部位。区内出露元古界、古生界、中生界、新生界。元古界为花岗片麻岩、黑云母片麻岩、石英岩、大理岩。

寒武系下统为石英片岩、绿泥石片岩、结晶灰岩、白云质大理岩。中泥盆统为结晶灰岩、板岩、粉砂岩、泥质岩、砂砾岩。下石炭统为生物碎屑灰岩、板岩夹中性火山岩。上侏罗统下部龙江组和等河组为一套中酸性、中基性火山岩及其火山碎屑岩,上部的扎赉诺群、伊敏组均为砂砾岩、砂岩、粉砂岩、泥岩等正常沉积岩,其中广泛发育有煤层。白垩系上统为陆相红色沉积地层。第三系上统为松散砂砾岩。在这些地层之上,第四系松散堆积物广泛分布。

侵入岩以燕山期酸性侵入岩为主,主要有黑云母花岗岩、角闪花岗岩、花岗斑岩、白岗岩等。

区内有得尔布干大断裂通过。金属矿产丰富,有铜、钼、银、铅、锌、铁等矿种。代表矿床有乌奴格吐山铜钼矿、头道沟铜矿、八大关铜钼矿、八八一铜矿、甲乌拉银多金属矿、额仁陶勒盖银矿等大中型矿床,非金属矿主要有煤、明矾等。这些矿床均处在八大关—满洲里—新巴尔虎右旗北东向成矿带上。

风成沙分布特征及干扰机制

1. 风成沙粒级分布特征

区内风成沙样及其他表生介质的粒级分布对比如图1所示。风成沙粒级重量频率分布呈单峰曲线, $-0.45\sim +0.097\text{mm}$ 的粒级占总量的 87.6% ,峰值在 $-0.2\sim +0.125\text{mm}$,腐殖化风积物的粒级分布特征与风成沙相似,而残积物则以粗粒级为主。

由此可见,残积物与腐殖化风积物、风成沙在粒级分配上有明显不同,后两者相似。对八大关、八八一、海拉尔、头道沟等矿区表生介质不同粒级的风成沙混入量作进一步研究的结果表明,风成沙一般从 $-0.2\sim +0.9\text{mm}$ 粒级开始出现(约占 4%);随着细粒级的逐渐增加,风成沙的混入量也递增,

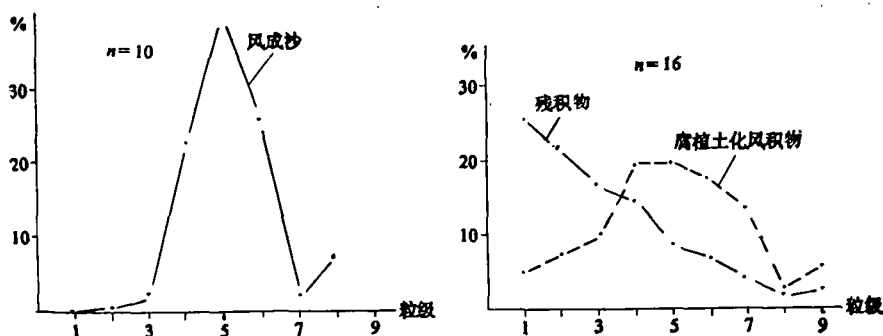


图 1 工作区表生物物质粒级重量频率分布曲线

而以 $-0.45 \sim +0.125\text{mm}$ 粒级中混入量最高(约占50%);粒级再变小,风成沙的含量也逐渐减少(图2)。这与风成沙本身的粒级分布基本一致。

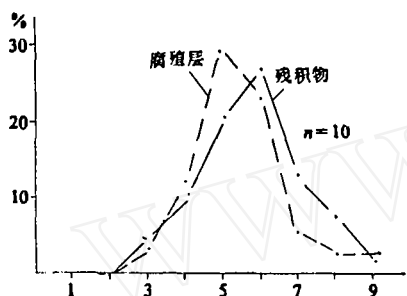


图 2 土壤各层位粒级风成沙分布曲线

2. 风成沙的元素含量特征

风成沙各粒级中的元素分布特征如图3所示。各元素含量分布曲线大致都呈“V”字型,与风成沙粒级重量频率分布呈“ Δ ”型曲线相对应。粗粒级部分各元素含量均较

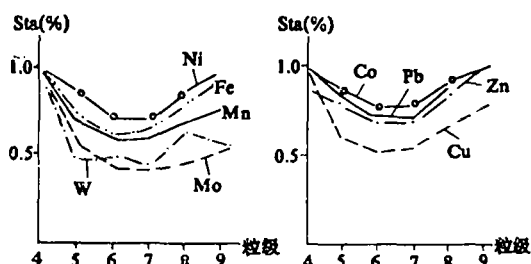


图 3 风成沙各粒级元素含量分布曲线

高,可能其中含岩屑成分;小于 0.097mm 的细粒级部分元素含量亦有所升高,可能与吸附作用有关。

土壤测量

1. 土壤粒级分配特征及采样层位选择

从八大关、八八一、头道沟、海拉尔、龙岭5个矿区土壤各层位不同粒级分配曲线(图4上)可以看出:残积层以粗粒级为主, $+0.45\text{mm}$ 部分占总量的71.9~84.9%,在龙岭矿区, $-0.9 \sim +0.045\text{mm}$ 粒级出现第二个峰值,约为总量的15%,该峰值与风成沙的分布粒级相当;腐殖土化风成沙的粒级分配与残积层有明显差别,以中一细粒级为主, $-0.9 \sim +0.097\text{mm}$ 部分占总量的66~74.5%,其成分多为风成沙的壤化物。

通过4个矿区土壤不同层位元素含量试验结果(图4下)可以看出:各元素在残积层中的含量均比在腐殖土化风积层中高,一般高2~5倍。因此,进行土壤测量时应采集残积层物质。

2. 采样深度及最佳粒级选择

由于准平原区第四系疏松沉积物很厚,要采到其下之残积层很困难,故想在残积层之上选择某一合适深度或层位代替残积层采样。为此,在乌奴格吐山矿区附近选择12个区段,按10~20m间距、深度80~130cm,自下而上分别采样,并分别加工成不同粒级分

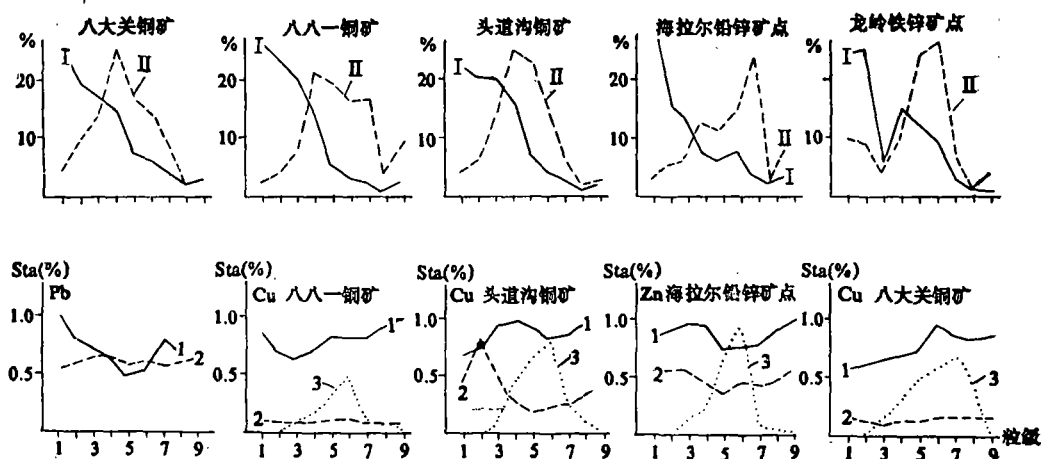


图 4 土壤各层位不同粒级重量比率(上)和元素在土壤各层位粒级中的分布(下)曲线

I—残积层; II—腐殖土化风积层; 1—残积层; 2—风积层; 3—风成沙

析各元素含量, 结果表明, 残积层之上未发现具代表性的物质可采。

残积层采样粒级试验结果表明, 各元素在不同粒级分配率之峰值在 $-5 \sim +0.9\text{mm}$ 间, 0.45mm 为一明显界线, $+0.45\text{mm}$ 的各粒级元素含量比率(除龙岭矿区外)均大于10%, 而 -0.45mm 各粒级元素含量比率均小于10%, $-10\text{mm} \sim 0.45\text{mm}$ 间的元素含量累计比率(除龙岭矿区Fe元素外)均大于50%, 多者达80~90%。可见残积层中各元素主要集中在粗粒级部分, $-0.45 \sim +0.125\text{mm}$ 粒级间是风成沙含量高值区间, 这是造成元素含量降低的主要原因。研究结果还表明, 风积层元素集中于更粗的粒级——岩石碎屑部分。因此, 截取 $+0.45\text{mm}$ 粒级部分为样品, 能排除风成沙的干扰。

水化学测量

1. 元素在地下水中的分布及迁移特征

地下水与矿区岩石和土壤长期作用, 使之含有成矿及其有关的元素及离子或络合物, 因此可用地下水测量开展找矿。乌努格吐山铜钼矿床与其外围水化学测量结果表明, 矿区水与背景水相比, SO_4^{2-} 高2.7倍, Zn高3.7倍, Mo、Ag高近5倍, Cu高2.2倍,

Pb高1.5倍。

元素在地下水中的含量高低与地下水的水位、pH值、化学成分、浓度等因素有关。按波雷诺夫提出的元素在地下水中的迁移系数

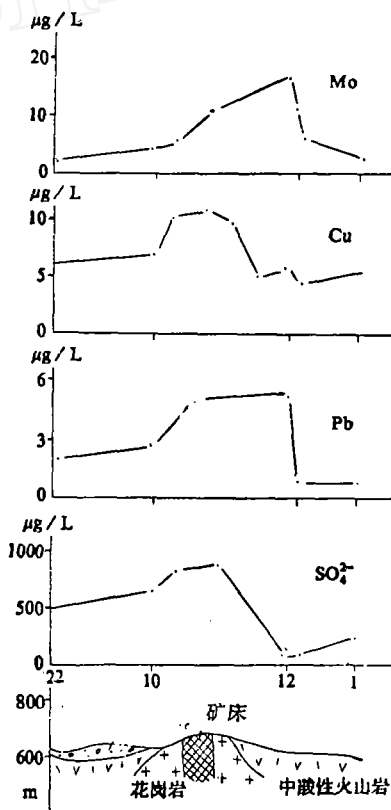


图 5 地下水元素含量剖面图

公式: $K_x = (M_x - 100) / a \cdot n_x$ [M_x 为元素 x 在水中的含量 (mg/L); a 为地下水的矿化度 (mg/L); n_x 为元素 x 在区域岩石中的平均含量 (%)] , 计算出乌努格吐山矿区元素迁移系数: Zn、Ag、Mo 分别为 3.5、14.8、8.1, 说明在较酸性的地下水条件下, 这些元素易从岩石或土壤中带出并迁移, 在地下水中形成水化学异常。Cu、Pb 的迁移系数均小于 1, 属不易迁移的元素。

从水化学剖面图 (图 5) 可以看出, Cu、Pb、 SO_4^{2-} 的异常几乎位于矿床正上方; 而 Mo 及 Zn (图上未绘出) 异常中心则偏离矿体, 异常延续可达 6km。这与所计算的各元素迁移系数 (K_x) 相符合。元素在地下水中迁移距离远, 对水化学找矿较有利, 即使以 $10 \sim 30 \text{ km}^2$ 1 个点的采样密度, 也不会漏掉大的矿异常。

3. 雨季对地下水成分的影响

为摸清雨季对地下水成分的影响, 对满州里的三口水井进行了连续采样观察, 结果表明, 井水中 SO_4^{2-} 的含量在雨后三天内持续上升, $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^-$ 之曲线比较平稳; Cu、Mo、Zn 等金属元素在雨后其含量迅速上升, 雨后 1~3 天内则恢复到原来的含量或稍低于原来的含量, 这是由于雨水渗入地下水过程中, 溶解了土壤、岩石中的元素, 使井水中的元素含量迅速升高, 之后随着雨水的大量补给, 地下水被大幅度稀释, 元素含量反而降低。

面积性试验结果

1. 土壤测量不同粒级对比

为研究土壤测量在该区的有效性, 在乌努格吐山矿区 146 km^2 范围内, 以 $500 \times 500 \text{ m}$ 的网度进行面积性土壤测量。采样时要求穿过腐殖层、风积层及钙积层, 尽量采集残坡积层物质。在覆盖层较厚, 采样坑深超过 1m 尚采不到残积物时, 采 1m 深处的物质作样品, 并作记录注明。采样密度 4 个点/ km^2 ,

样品过 40 目筛, 分 +40 目和 -40 目两个样品, 同时进行分 析。对 Cu、Mo、Pb、Zn、Ag 的分析结果作图 (略), 两个粒级均有较好的异常显示, 浓集中心明显, 能清晰的反映出矿区的存在。两种粒级样品的异常相比, +0.45mm 粒级样品异常面积较大, 强度较高, 异常个数也较多。 -0.45mm 粒级样品异常较差显然是风成沙干扰所致。因此, 截取 +0.45mm (+40 目) 粒级土壤作为区域化探样品, 能有效地排除风成沙干扰。值得注意的是在矿区低洼地带 +0.45mm 粒级部分异常仍不好, 这与风积层太厚、没采到真正残坡积层物质有关。

2. 岩石和土壤测量对比

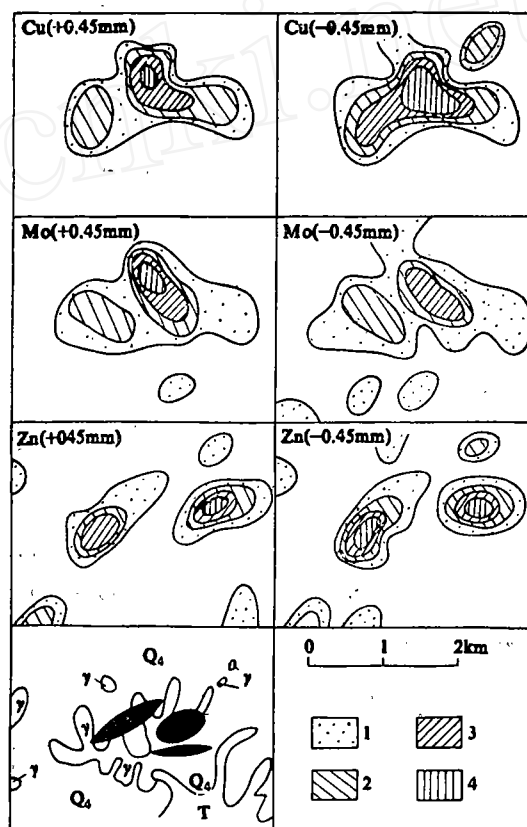


图 8 八大关铜钼矿区土壤测量粗、细粒级元素异常对比图

1—Cu50~100、Mo1~5、Zn70~140; 2—Cu100~300、Mo5~25、Zn140~280; 3—Cu300~600、Mo25~100、Zn280~300; 4—Cu>600、Mo>100、Zn>300ppm

在八大关铜钼矿区22km²范围内进行了土壤和岩石测量对比试验,采样点同位。土壤样尽可能采残坡积层物质,当风积物厚度太大时,采埋深大于1m的介质为样。每个样分+0.45mm和-0.45mm两个粒级,分别作图(图6),结果表明,两种粒级的Cu、Mo、Zn异常面积、形态和强度基本相似,或-0.45mm粒级稍好一些,说明不受风成沙干扰的残坡积物细粒级部分的元素含量稍大于粗粒级。在风成沙覆盖较厚的低洼地带异常较弱或无异常,是没采到残坡积层样品所致。

岩石和土壤测量对比结果表明,二者所获异常形态、强度和浓集中心很接近,残积层中的Zn异常较岩石异常面积和强度稍大些(图略)。在该地貌景观条件下基岩出露差,岩石测量野外工作效率低,故不适宜进行大面积区化扫面。

3. 水化学测量

在该区作水化学测量3464km²,因井、泉稀少,平均采样密度1个点/39km²。尽管采样密度很低,但在乌奴格吐山和头道沟两个已知大型斑岩铜钼矿床上方及周围均有较好的Cu、Pb、Zn、Mo、SO₄²⁻和SO₄²⁻/Cl⁻异常显示,面积大,形态规整,有明显的浓集中心。此外,还发现三处多元素异常和一处铀异常(图略)。

几点认识

1. 工作区风成沙粒级分布于-0.45~

+0.097mm之间,主要集中于-0.2~+0.125mm,壤化后的风成沙颗粒变细。

2. 元素在土壤各层位中的分布特征是:残积层大于腐殖化风积层,因此土壤测量应以采残积层物质为佳,为滤掉风成沙的干扰,应截取+0.45mm部分为样品。

3. 钙积层在土壤层断续出现,一是分布在残积层中或其顶部;二是分布在腐殖化风积层或风成沙中。前者元素含量高,有异常反映;后者元素含量低。两种情况均有阻挡元素向上迁移的作用,故取样时应穿过钙积层取其下的残积层为样品。

4. 水化学测量野外取样简单,效率高,不受风成沙影响,在准平原区效果更佳。

5. 该工作区沟系不发育,土壤测量在薄层覆盖区能取得好效果;因采样密度受地形影响较大,应据实际情况而定,一般2~4个点/km²;在厚层覆盖区,采样较困难,只有采到残积层才能达到预期效果。

参考文献

- [1] 南京大学地质系,《地球化学》,科学出版社,1979年。
- [2] 谢学锦,《区域化探》,地质出版社,1979年。
- [3] 武汉地质学院地球化学教研室,《地球化学》,地质出版社,1979年。
- [4] 中国地质科学院水文地质工程地质研究所,《水文地质找矿法》地质出版社,1977年。

On the Technical Method for Conducting Geochemical Survey in Hulun Buir Grassland Semiarid

Li Qing Zhao Yutao

Through a careful study of the technical method in the development of regional geochemical exploration in Hulun Buir semiarid grassland, it is concluded that good exploration results could be achieved by eliminating the wind blown sand disturbed sampling horizon and grain-size grade and carrying out hydrochemical survey in the mentioned semiarid grassland.