

进行了研究,认为马山金矿床系沉积改造成因,其成矿过程经历了石炭纪的沉积作用,晚侏罗世和晚白垩世两期褶皱改造作用。其中,晚期褶皱为北北东走向。早期褶皱还伴有走向近东西的岩浆活动。因而晚侏罗世热动力改造作用也格外强烈,是马山金矿的主要成矿期。他们的这一结论在构造特征及成矿经历方面,都与本文所述累乘晕研究结果相吻合。

(三) 硅含量的频率分布特征

我们还将灰岩累乘晕P值所对应的各母体硅的含量(光谱半定量分析)作了统计对比(图5、表4)。

从累乘晕分析,马山矿区的灰岩主要经历过3次地质作用(图5、表4),即I、II、III。灰岩中硅的含量也相应有明显变化,从M₁到M₃硅的含量递增(表4)。这也说明了马山金矿

灰岩各母体硅含量统计对比 表 4

地质体	母体名	P 值 范 围	I		II		III		样 品 数
			均 值 (%)	方 差 (%) ²	均 值 (%)	方 差 (%) ²	均 值 (%)	方 差 (%) ²	
P ₁ q	M ₁	0~1.5	5.5	2 ²					132
	M ₂	2~4.5			7.1	2.4 ²			280
	M ₃	8~10					9.7	1.8 ²	14
C ₂₊₃	M ₁	0~1.5	3.0	1.4 ²					36
	M ₂	2~4.5			5.4	2.1 ²			95
	M ₃	8~10					8.0	2.3 ²	40

注:硅在各母体中服从算术正态分布。

床灰岩可能经历了原生沉积、早期构造岩浆活动和晚期构造岩浆活动三次地质作用。

结 论

- 1.某地质体上累乘晕P值的累积频率曲线,由拐点划分所分解出的几段直线表征该地质体经历了几种或几次地质作用。
- 2.同一次地质作用在各地质体上的累乘晕P值频率分布特征具有同一性。如早期构造岩浆活动的结果使M₂, S₂和δ₂的均值、方差都相近,且都服从算术正态分布。
- 3.累乘晕P值频率分布特征的研究,为马山矿区成矿作用的分析及矿区主要构造期次的划分提供了依据。

4.累乘晕的数值范围能指示灰岩的蚀变程度,如灰岩M₂母体主要有大理岩化和硅化,样品占了整个灰岩样品的67%,同时灰岩中M₂的异常内带常出现在小背斜的核部。已知的主要金矿体几乎都产于黄龙、船山组小背斜的核部。因此,这部分规模巨大的异常是普查找矿的重要目标。

参 考 文 献

[1] К.П.Атабекьянц, 国外地质科技,1979, №2, 第82页
[2] 地文,地质与勘探,1973, №2, 25~27页
[3] 地文,地质与勘探,1973, №3, 25~27页
[4] А. J. 辛克莱,地质与勘探,1975, №2, 76~78页
[5] 薛虎等,安徽铜官山—马山金属矿田的研究,内部资料

化探在内蒙古某矿区寻找盲矿体的地质效果

李 兴 国

内蒙克旗小东沟是我队近年来发现的一个钨铅锌多金属矿区。在1/20万区域矿产图上,原来

为一钨矿化点,地表矿化很弱。从1980年开始,我队先后在测区及其外围开展了分散流、次生

晕、原生晕和其他物探方法普查找矿，并与地质、钻探紧密配合，现已确定为一个中型钼矿。在钼矿西部还发现了初具规模的铅锌矿带，打开了进一步找矿的新局面。

矿区位于阳山东西向复杂构造带北侧与大兴安岭新华夏系隆起带复合部位，出露地层主要有二迭系染房组（ P_2r ）中酸性火山岩（安山岩、凝灰岩）和铁营子组（ P_2t ）火山碎屑岩（砂岩、砾岩、板岩等）。区内岩浆活动频繁，燕山期花岗岩广泛分布，并受北东向构造控制。小东沟岩体呈岩珠状产出，面积仅0.22平方公里。岩体内钾化、石英—绢云母化发育，并受节理控制；接触带上常见硅化、角岩化、绿泥石化、绿帘石化、萤石化等。钼矿体产在岩体内接触带150米~200米范围内；铅锌矿产于岩体外接触带或围岩破碎带中；西部铅锌矿带是一条北西向的张扭性破碎带。

山地—荒漠景观条件下的次生晕找矿

（一）景观地球化学特征

矿区地貌具山地—荒漠景观特征，山脉走向多呈北东向，属大兴安岭山脉南端与燕山山脉交汇处，地形切割剧烈，山地基岩裸露，植被很少，仅局部有少量桦木林区，沟谷和坡角分布

$$\text{贫化系数} = \frac{\text{原生晕平均值} - \text{次生晕平均值}}{\text{原生晕平均值}} \times 100\%$$

上表说明，元素在表生带经风化作用后都有不同程度的贫化，Mo、Zn、Ag的贫化最为显著，达60%以上。贫化的原因可能是：

1. 气候干燥，多风沙，外来的风成沙土与残坡积物相混杂，贫化了土壤中的金属浓度。
2. 面状冲刷作用使金属元素进一步分散。
3. 疏松层中的碎石—细砂层透水性好，金属硫化物比重大，易受重力作用下沉，如果淋滤作用使金属离子形成盐类，部分被地表水带走，部分往下渗透至疏松层下部，而下部土壤粘土质成分较多，易于吸附金属离子。通过土壤断面的垂直取样，证明元素的浓度是随着取样深度的增大而增高的。

着风成沙丘和第四系黄土堆积，厚度达十几米。

矿区位于内蒙东部，气候干燥，多风沙，雨量小（年降雨量350毫米），温差大（相对温差 $\pm 30^\circ\text{C}$ ），为典型的大陆性气候。以物理风化为主，岩石机械破碎后沿山坡堆积，外来的风成沙土与残坡积物相混杂，疏松层厚度变化大，成因复杂，不能按正常A、B、C分层。A层多分布在植被发育的地方，B层则发育在疏松层下部，埋深较大，用普通的取样手段所不及，在A、B两层之间，常见一层碎石—细沙层，其成因可能是岩石经物理风化破碎后，沿山坡堆积，在雨水的面状冲刷作用下，细粒泥质成分被冲刷带走，质点较大的沙质成分渗入碎石空隙，形成碎石—细沙层，厚度由几十公分到数米，对次生晕起屏蔽作用。

（二）元素在表生带的贫化

在矿体上揭露的探槽中，取原生样和次生样，计算平均值，对比结果如下表。

表1 T-4探槽元素平均值（ppm）对比

方法	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag
次生晕	16.95	26.50	315.75	206.30	0.97
原生晕	51.60	39.48	372.60	581.25	3.40
贫化系数/%	67.1	32.8	15	64.5	71.5

4. 元素本身的地球化学行为是贫化的内在原因，以钼为例，有资料表明，在干旱地区弱碱性条件下，对钼酸盐的形成极为有利，而且，氢氧化铁胶体对钼酸盐的吸附也不明显，致使钼酸盐大量流失，部分被淋滤到土壤下部。同时由于地下水被中和后，使弱碱性环境变为酸性环境，此时氢氧化铁胶体的吸附作用明显增大，所以在土壤断面上，具有上部趋于贫化，下部相对富集的趋势。

（三）两种取样深度的比较

1980年次生晕取样的平均深度为30cm，1981年加深到60cm，最深达1米，圈出的异常有下列特点：

1. 异常的平均强度显著增大。异常的平均含量 $\bar{C} = \Sigma C / n$, 计算结果表明, 加大取样深度后异常平均强度比原来提高 1~6 倍 (表 2)。

不同取样深度平均异常强度 (ppm) 对比 表 2

取样深度	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag
30cm	2.25	55.17	108.56	144.78	0.25
60cm	13.68	89.35	234.97	293.17	1.02

2. 异常峰值明显提高。

不同取样深度异常峰值 (ppm) 对比 表 3

取样深度	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag
30cm	7	80	700	500	1.5
60cm	>100	>1000	>1000	>1000	10

3. 异常清晰度提高 1~6 倍。异常清晰度用异常平均强度 $\bar{C}$ 与异常下限 C_a 之比来表示 (表 4)。

不同取样深度异常清晰度对比 表 4

取样深度	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag
30cm	1.13	1.38	1.81	1.8*	1.25
60cm	6.84	2.97	2.94	1.47	3.4

* 1980 年 Zn 异常下限定的较低, 清晰度相对高些。

一般情况下, 影响次生样元素含量的因素有两个: 一是层位, 二是样品性质。不同的土壤层表生地球化学环境不同, 在分层比较清楚时, 经过试验确定最佳层位, 是进行次生晕的通常方法, 但在山地—荒漠景观条件下, 土壤不能正常分层, 决定元素含量变化的主要因素是样品性质, 而样品性质是随土壤深度变化的, 经过试验, 我们采取了适当加大深度 (60~100 cm), 尽量在相同地球化学环境, 相同介质 (亚粘土物质) 中采样。

原生晕组合分带

规律及其找矿效果

(一) 原生晕的分布特征

原生晕工作是在钻孔、探槽、浅井和剖面上进行的, 其特征如下:

1. 在小东沟岩体上, 5 ppm 的 Mo 晕反映了

岩体出露位置的形态与规模。30 ppm 的 Mo 晕沿岩体周边呈环状或北西向条带状展布, 说明钼矿化受岩体内接触带或北西向密集节理带控制。大于 100 ppm 的 Mo 晕与钼矿体位置一致 (图 1)。在外接触带还发育 Cu, Pb, Zn, Ag 的环状组合异常。

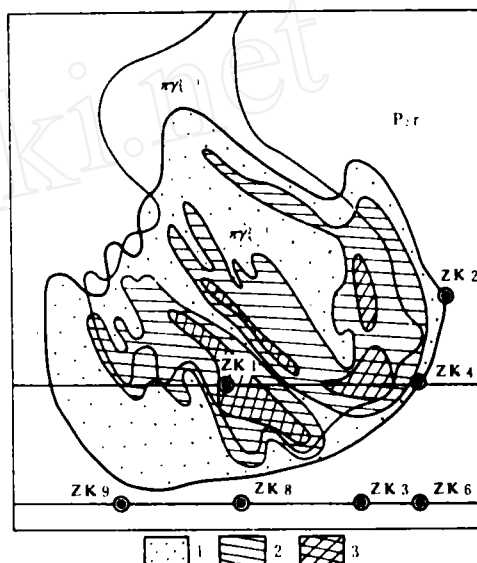


图 1 小东沟岩体 Mo 原生晕平面图

P₂r—上二迭系染房地组; $\pi\gamma_1^{1-1}$ —燕山期花岗岩; 1—5 ppm Mo 异常; 2—30 ppm Mo 异常; 3—>100 ppm Mo 异常

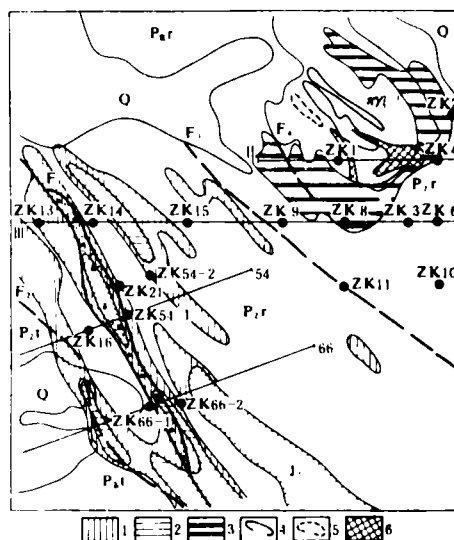


图 2 克旗小东沟矿区原生晕异常平面图

Q—第四系; J₂—侏罗系; P₂r—上二迭系染房地组; P₂t—上二迭系铁营子组; $\pi\gamma_1^{1-1}$ —燕山期花岗岩; 1—1000 ppm Zn 异常带; 2—Zn > 1000, Pb > 300, Ag > 5 ppm 组合异常; 3—Cu, Pb, Zn, Ag 组合异常; 4—Pb, Ag 异常; 5—Zn, Ag 异常; 6—Mo 矿体

2.在测区西部,Cu,Pb,Zn,Ag的组合异常带呈宽带状北西向展布,Zn晕规模最大,用1000ppm的Zn含量圈出的异常和断裂破碎带位置十分吻合,以 $Zn > 1000\text{ppm}$, $Pb > 300\text{ppm}$, $Ag > 5\text{ppm}$ 圈出的组合异常与铅锌矿体位置一致(图2)。

(二) 元素共生组合及分带序列

元素的共生组合特征是通过计算元素对的相关系数和R型点群分析确定的。

1.钼矿体中的Mo与Cu,Pb,Zn,Ag都不相关或是负相关。

2.在铅锌矿体上,Pb,Zn,Ag都是相关的,Pb—Zn相关系数是0.52,Pb—Ag相关系数是0.95。

3.从R型点群分析作出的谱系图(图3)可

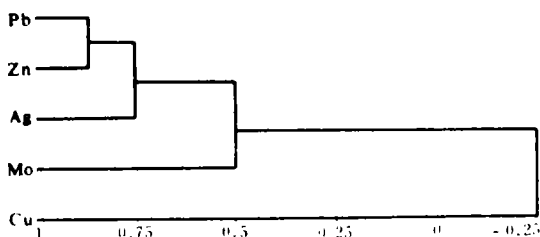


图3 元素共生组合分带谱系图

见,在相似系数 $SiK = 0.25$ 的水平上,元素可分为两群:一群是Pb,Zn,Ag,Mo;另一是单元素Cu,这说明Cu与Pb,Zn,Ag,Mo没有共生关系。在 $SiK = 0.75$ 水平上,Pb,Zn,Ag与Mo可分为两群,反应了Pb,Zn,Ag和Mo的成矿地质条件和成矿温度不同。在 $SiK = 0.89$ 水平上,Pb,Zn为紧密联系的一群,说明共生关系密切。Ag被分开,说明铅锌矿可能是Ag的携带矿物。

4.在Ⅲ号剖面上,计算了元素的分带指数,排出了元素的垂直分带序列是Ag—Pb—Zn—Cu—Mo。

(三) 利用组合分带规律寻找盲矿体的赏试

根据Cu,Pb,Zn,Ag异常围绕岩体呈环状分布的事实和元素垂向分带规律,我们认为Cu,Pb,Zn,Ag的组合晕属于钼矿体的上部晕,当出现Cu,Pb,Zn,Ag和Mo的组合

晕时,是钼矿体的近矿特征。据此继ZK1,ZK2孔验证后,在Ⅲ号勘探线上又布了ZK9,ZK8,ZK3,ZK6四个验证孔,结果均见到了钼矿体(图4)。

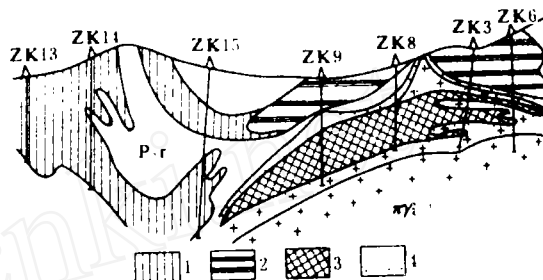


图4 Ⅲ号勘探线地球化学剖面图

P₂r—上二迭系染房地组; $\pi\gamma_2^1$ —燕山期花岗岩岩

1—Pb,Zn,Ag组合异常; 2—Pb,Zn,Ag,Cu组

合异常; 3—钼矿体; 4—5 ppm Mo等值线

西部异常具有Cu,Pb,Zn,Ag组合异常的特征,次生晕分布面积很大,强度较高,Cu,Pb,Zn的最大值都大于1000ppm, $Ag > 10\text{ppm}$,无Mo异常。开始我们也作为钼矿体的上部晕,推断深部可能有含Mo岩体,经过16号孔验证,未见含Mo岩体,却见了铅锌工业矿体,经进一步做原生晕工作,发现异常呈北西向带状分布,并受断裂破碎带控制。因而Cu,Pb,Zn,Ag的组合晕,不仅是钼矿体上部晕的指示特征,当异

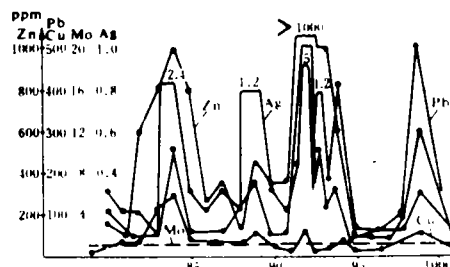


图5 15号剖面原生晕异常图

1—安山岩; 2—变凝灰质细砂岩; 3—蚀变破碎带; 4—铅锌矿体

常受断裂带控制时,还可指示下部有热液型铅锌矿存在,据此,用原生晕圈出了Zn异常的浓集带,布孔验证见30余米厚的铅锌矿体(图5)。因而该区从寻找钼矿转入了铅锌钼的综合找矿阶段。

初步认识

物化探方法和钻探验证紧密结合,在克旗小东沟矿区取得了较好的找矿效果,经过几年的实践,我们认为在该区用化探方法找矿应注意实验研究,结合验证结果,不断提高对异常的认识和推断解释水平,扩大找矿远景区。

1.在干旱条件下的山地—荒漠景观区开展次生晕工作,如果疏松层不能正常分层,应当进行取样深度和取样介质的实验。通过实验,确定最佳取样深度和元素较为富集的取样介

质(如粘土、亚粘土),可以提高次生晕的找矿效果。

2.研究原生晕的分带规律,应当考虑成矿物质来源的多样性、成矿活动的多期性,以及构造条件对元素富集的控制因素,这样,在评价异常时才能不断深化推断解释能力。如本矿区西部综合异常,原来用小东沟岩体内外接触带的分带规律进行解释,作出了是岩体上部晕的结论,通过钻探验证和进一步的原生晕工作,发现异常主要受断裂控制,深部不是岩体而是铅锌矿体。这样就把Pb、Zn是钼矿体外带的成晕元素上升到在构造有利部位是成矿元素的概念。该区Pb、Zn异常在矿区南北延伸达9公里,还伴有Cu、Ag的异常,由于推断解释的深化,在Pb、Zn异常带上寻找铅锌盲矿体的可能性大大增加了,从而扩大了该区的找矿远景。

(上接第22页)

大于200毫克/升,构成水化学异常。

我勘探公司郭凡同志参加了野外工作,中国

科学院地质研究所赵希涛同志对本文编写给予热情指导并提供资料,在此一并致谢。

主要参考文献

- [1] 阮汀,地质与勘探,1981,第7期
- [2] 张景文等,地震地质,1982,第3期
- [3] 黄玉昆等,华南地震,1981,第1期
- [4] 广东地质局704队,铁铜矿产专辑(第二辑),地质出版社,1974,128~134页
- [5] 杨世礼,广东地质科技,1981,第4期
- [6] 梁英强,地质与勘探,1982,第11期
- [7] 李国芬,地质与勘探,1981,第3期
- [8] 郑理珍,桂林冶金地质学院学报,1981,第2期
- [9] Zuffaroli, P., 层控矿床和层状矿床(第三卷),地质出版社,1979,144~180页
- [10] 刘锦新等,地质学报,1957,第37卷,第4期
- [11] 田开铭,地质学报,1957,第37卷,第4期
- [12] 长春地质学院矿床教研室,矿床工业类型(上册),中国工业出版社,1961
- [13] 中国科学院地质研究所,中国岩溶研究,科学出版社,1979,148~278页
- [14] 黄廷燧,地质论评,1983,第29卷,第2期
- [15] 外来矿床概念值得注意,地质科技动态,1978,第18期
- [16] 兰家琛等,地质科技,1973,第5期
- [17] 赖安佳,矿山地质,1983,第2期
- [18] 列别杰夫B. Г., 北京大学学报(自然科学版) 1958,第4期,503~512页
- [19] 阮汀等,1983,广东滨海砂矿成矿时代的研究,海洋地质与第四纪地质(排印中)
- [20] 广东704地质队,地质科技,1975,第1期