

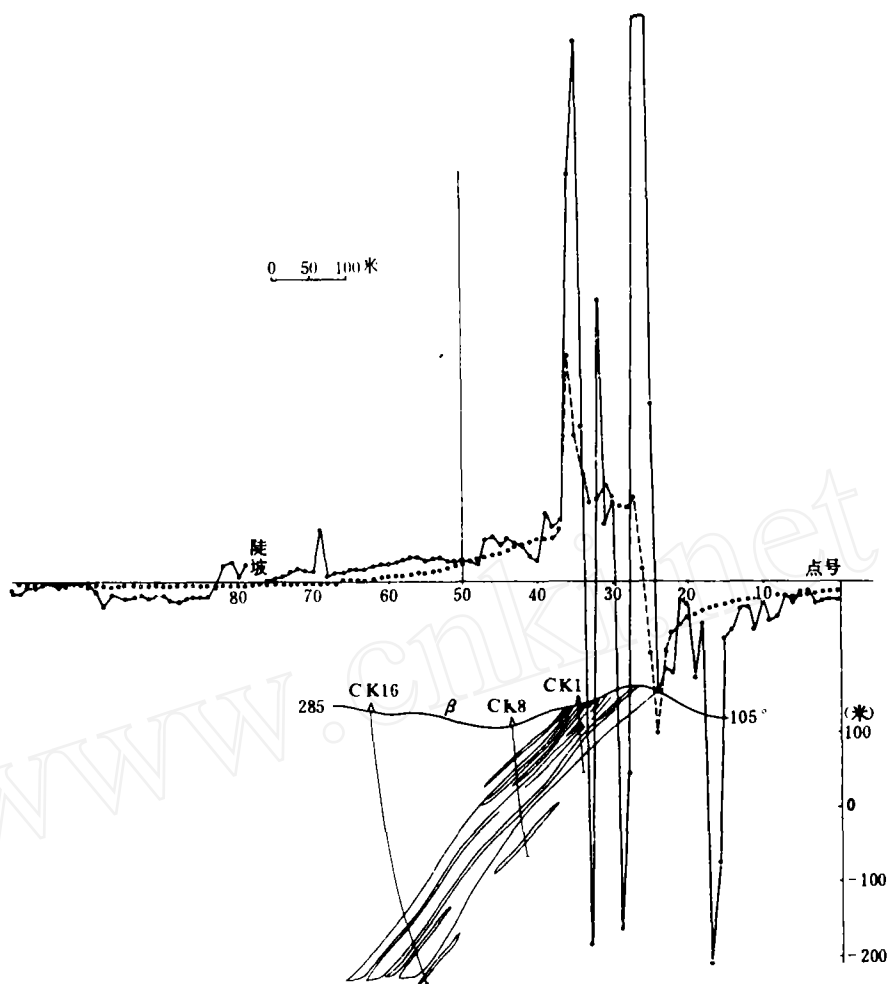


图 4

元法处理无穷区域简单易行的优点。使解题的精度和效率都得到提高，而且计算前的准备工作量比较小，是一种值得推广的方法。

参考文献

[1] C. A. Brebbia, 1978, The Boundary

Element Method for Engineer, Pentech Book Co., London.

[2] 王书惠, 1983, 地球物理学报, 第26卷, 第1期

[3] 王振平、孟繁琪, 1983, 沉积变质类型磁铁矿床矿石磁性特征的研究(研究报告、未发表)

[4] 薛琴访, 1964, 场论, 中国工业出版社

马山金矿累乘晕统计特征及其地质意义

安徽省冶金地质勘探公司812队 祝亚尼 徐运莲

对马山金矿床的研究表明, 化探累乘晕异常可作为金矿的找矿标志。累乘晕异常在各类地质

体(灰岩、砂岩、岩体、硫铁矿等)上都各有其自身特征, 但由于各种地质作用多次活动的影

响,常使得累乘晕异常复杂化。然而,在一个地质体上各次成矿作用形成的累乘晕异常具有不同的频率分布特征;在不同的地质体上同一次地质作用显示的累乘晕,其频率分布特征具有同一性。这就在一定程度上为研究成矿作用历史及矿床与构造岩浆活动的关系提供了地球化学信息。

地质概况

马山金矿床位于铜官山背斜北东倾没端的南东翼,出露地层从志留系至三迭系。矿体主要产于石炭系黄龙组 and 船山组白云大理岩和大理岩中。矿区断裂和次一级褶曲十分发育。金矿床西侧出露闪长岩体。区内围岩蚀变有夕卡岩化、大理岩化、白云石化、硅化、角岩化、绢云母化和蛇纹石滑石化。主要成矿元素为硫和金,矿体呈透镜状、似层状和脉状,金、硫矿体为伴生、穿插或分层。主要矿物为自然金(包括银金矿和含银自然金),次为黄铁矿、磁黄铁矿、毒砂、胶

状黄铁矿、白铁矿、闪锌矿、方铅矿和黄铜矿。

累乘晕统计特征及其地质意义

(一) 累乘晕概述

在金矿床上成晕元素的单元素原生晕异常规模都很小。为了强化异常,根据矿体中的矿物组合,我们选用 Cu, Pb, Zn, Ag 和 As 构成累乘晕,用 P 表示之。即:

$$P = \log (Cu \cdot Pb \cdot Zn^* \cdot Ag^* \cdot As)$$

其中: $Zn^* = Zn \times \frac{1}{10}$, $Ag^* = Ag \times 10$

Cu, Pb, Zn, Ag, As 为相应各元素的分析值 (ppm)。

计算累乘晕 P 值时,当各元素含量低于检出限或超程时,分析结果中的估计值(报出的原始数据)按表 1 “规定值”处理;“0”值用表 2 中的“规定值”处理;干扰值的处理同“0”值。

分析结果估计值与规定值

表 1

估 计 值		$> n$	$\gg n$	$\ggg n$	$< n$	$\ll n$	$< n$	$> n$	$m \sim n$
规 定 值		$n + \frac{n}{2}$	$2 n$	$3 n$	$\frac{n}{2}$	$\frac{n}{5}$	$n - \frac{n}{10}$	$n + \frac{n}{10}$	$\frac{m + n}{2}$
实 例	估计值	> 10	$\gg 100$	$\ggg 1000$	< 10	$\ll 10$	< 10	> 10	$5 \sim 10$
	规定值	15	200	3000	5	2	9	11	7.5

注:所列数据为光谱半定量分析结果 (ppm)

考虑到本区灰岩中 Cu, Pb, Zn, Ag, As 的背景值、异常下限及碳酸盐中的平均含量及分

灰岩中 Cu, Pb, Zn, Ag, As 综合数据 表 2

元素	Cu	Pb	Zn	Ag	As
灰岩中背景值 C_0 ①	1.5	T	T	0.02	1.5
灰岩中异常下限 C_a	3	15	$> T$	0.04	6
原生晕分析灵敏度②	< 10	< 10	< 100	< 1	< 100
					< 50
					< 10
碳酸盐中平均含量③	4	9	20	0.1	1
“0”的“规定值”	1	1	10	0.1	1

注:①据 312 地质队资料, T 为光谱未检出值;

②安徽冶金地质研究所分析;

③据涂里千和费德波值 (1961)

析灵敏度 (表 2), 确定累乘晕的背景值 P_0 为零, 异常下限 P_a 为 2, 取 $P > 6$ 为累乘晕内带, $6 > P > 4$ 为累乘晕中带, $4 > P > 2$ 为累乘晕外带作图, 金矿体及附近有明显的累乘晕异常 (图 1)。由此可见, 由 Cu, Pb, Zn, Ag, As 五个元素构成的累乘晕可作为马山金矿的一个找矿标志。

(二) 累乘晕 P 值频率分布特征及其地质意义

累乘晕异常在矿体、岩体、灰岩中均可呈现, 且矿体(或矿化)和其他地质体引起的累乘晕有时难以区分, 为此我们研究了各地质体累乘晕 P 值的频率分布特征 (图 2)。灰岩 ($P_1 q + C_{2+3}$) 上的累乘晕 P 值累积频率曲线以拐点划分, 大致

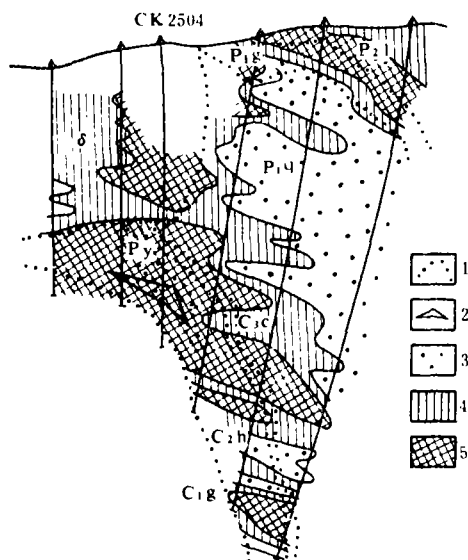


图1 马山金矿25线乘晕异常剖面图

P₁l—龙潭组; P₁g—孤峰组; P₁q—栖霞组; C₁c—船山组;
C₁h—黄龙组; C₁g—高丽山组; δ —闪长岩; Py—硫铁矿;
1—地质界线; 2—金矿体; 3—累乘晕外带; 4—累乘晕
中带; 5—累乘晕内带

可分为三段直线,其斜率各异。经多重母体分解得到灰岩3个母体的累积频率理想曲线 M_1 , M_2 , M_3 (图2 A), 同样, 可得到砂岩($C_1g + D_3w$)的两个母体 S_1 , S_2 (图2 B); 岩体(包括岩脉)

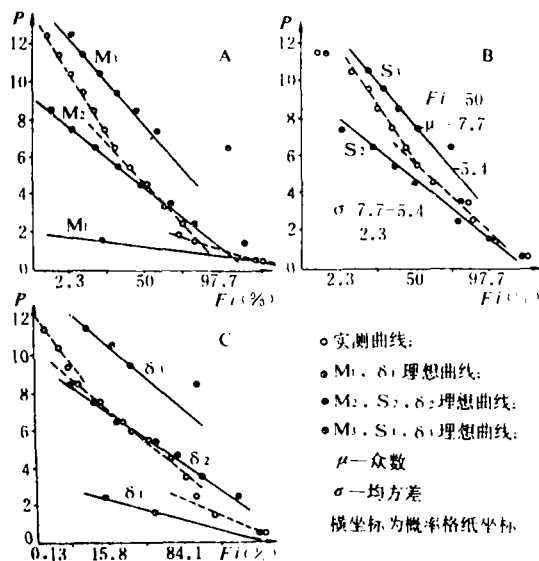


图2 灰岩(A)、砂岩(B)和岩体(C)累乘晕P值累积频率曲线及各母体理想曲线

的3个母体 δ_1 , δ_2 , δ_3 (图2 C)。上述各母体均服从算术正态分布, 其均值和方差列于表3。

不同母体累乘晕P值统计特征 表3

地质体	母体名	I		II		III		样品数
		均值	方差	均值	方差	均值	方差	
灰岩	M_1	1.3	0.3 ²					130
	M_2			4.6	1.6 ²			970
	M_3					7.8	2.3 ²	348
砂岩	S_1			4.8	1.5 ²			72
	S_2					7.7	2.3 ²	72
岩体	δ_1	1.8	0.5 ²					20
	δ_2			5.6	1.5 ²			202
	δ_3					8.9	1.7 ²	15

现以灰岩为例, 剖析地质体累乘晕P值的频率分布特征及地质意义。图2 (A) 实测曲线所划分的三段直线, 自下而上对应的P值范围分别为小于1.5, 1.5~6.5, 大于6.5, 所对应的3个母体 M_1 , M_2 , M_3 的均值和方差见表3。 M_1 的均值和方差最小, 样品主要是灰岩, 个别样品有大理岩化和黄铁矿化, 表明这部分岩样在沉积成岩后基本未受其他地质作用的影响。 M_2 的均值和方差较大, 样品有大理岩化、硅化、夕卡岩化和较强的黄铁矿化, 说明成岩后经受的成矿地质作用是强烈的。 M_3 的均值和方差介于 M_1 和 M_2 之间, 样品主要是栖霞灰岩中的炭质灰岩、硅化灰岩、大理岩化灰岩和大理岩; 船山、黄龙组中的大理岩和白云大理岩; 有少量黄铁矿化样品。如果把没有明显蚀变的 M_1 作为灰岩的正常场, 无疑 M_2 , M_3 就是异常, 而且是与矿化有较密切关系的异常。 M_2 的样品占整个灰岩样品的67%, 并遍及整个矿区。从表3可见, M_2 , S_2 , 和 δ_2 的均值变化范围是4.6~5.6, 方差几乎都等于1.5²。 S_2 的样品(石英岩和粉砂岩)和 δ_2 的样品(闪长岩)都未见明显蚀变, M_2 的样品大多只见大理岩化和硅化。因此, 我们认为上述三部分样品曾经历过一次地质作用。

为进一步了解该次地质作用的性质, 作了金矿床累乘晕P值累积频率曲线(图3)。曲线也

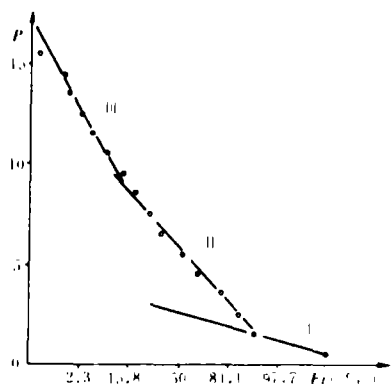


图3 金矿床累乘晕P值累积频率曲线

大致可分为3段直线，形状及拐点位置与图2中曲线相似，我们仅取Ⅱ段（P值范围2~7）内

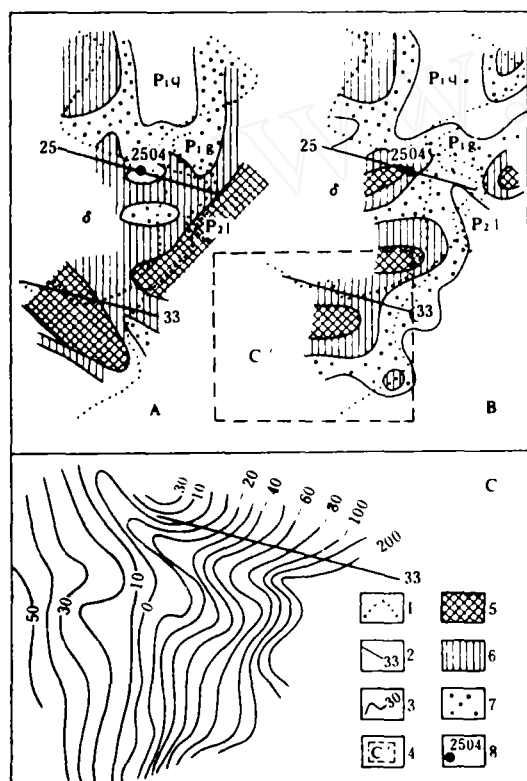


图4 马山金矿50米中段累乘晕异常图

P₂l—龙潭组；P₁g—孤峰组；P₁q—栖霞组； δ —闪长岩；A—累乘晕异常；B—P值Ⅱ段异常图；C—栖霞组底板等深线图；1—地质界线；2—剖面线；3—栖霞底板等深线；4—栖霞底板范围；5—累乘晕内带；6—累乘晕中带；7—累乘晕外带；8—钻孔位置

的值，以 $P > 5$ 为内带， $5 > P > 4$ 为中带， $4 > P > 3$ 为外带作累乘晕异常图（图4B）。与原累乘晕异常图（图4A： $P > 6$ 为内带； $6 > P > 4$ 为中带； $4 > P > 2$ 为外带）相比异常形态规则多了。33线下面的异常内带与栖霞灰岩底板等深线（图4C）所示的小背斜核部相吻合。在-150米中段33线异常内带的位置与高丽山组顶板等深线显示的背斜核部相吻合，与图4B、C所示的情况极为相似。平面上显示为北北东向的异常带中有一系列近东西向的小异常，南北向异常带与马山矿区构造总体呈北北东向展布一致，其中近东西向的小异常与早期小背斜部位相吻合。不同的地质体（M₂，S₂， δ_2 ）累乘晕P值具有相似的频率分布特征，可能是某次规模较大的构造岩浆活动的结果，并与金矿的形成有关。

同样，对应于图3中Ⅲ段直线的M₂（大理岩化、硅化、夕卡岩化和黄铁矿化样品）、S₂（砂岩、角岩、蛇纹岩及黄铁矿化样品）、 δ_2 （夕卡岩化、黄铁矿化样品）的相似特征，也有与之相应的地质作用，如另一期构造岩浆活动或岩浆期后热液活动。

最近，南京地矿所对铜官山—马山矿田构造

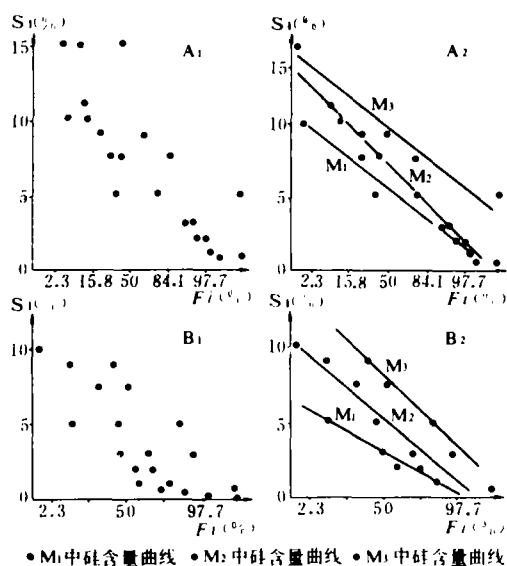


图5 灰岩各母体硅含量累积频率曲线

A₁—栖霞组岩样实测点；A₂—理想曲线；B₁—黄龙、船山组岩样实测点；B₂—理想曲线

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 M_1 到 M_3 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 M_2 、 S_2 和 δ_2 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 M_2 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 M_2 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