

锡矿山锑矿床地球化学异常 模式及其找矿预测标志

邹 同 熙

(湖南有色地质247队)

根据矿床的原、次生晕地球化学异常特征，矿石及单矿物中微量元素分布分配，以及矿体的元素分带序列等特征，初步概括出锡矿山锑矿床的地球化学异常模式及找矿预测标志。

关键词：锑矿床；地球化学异常模式；找矿预测标志

在锡矿山锑矿田开展地球化学方法找矿，过去多采用发射光谱或半定量比色方法测定Sb及其他有关的指示元素，但找矿效果不佳。当时总以为是矿体上覆盖层（上泥盆统余田桥组上段钙质页岩）抑制了晕的发育。为了进一步开展找矿，我们从改进测试手段入手，采用高灵敏度测试方法。Sb、As采用无色散原子荧光（Sb检出限为0.06ppm），Hg采用冷原子吸收测汞仪（检出限0.02ppm），其他11个元素均采用高灵敏度定量测试方法，所获成果对重新认识以往的化探找矿效果及扩大找矿范围有极为重要的意义。

矿田地质概况

锡矿山锑矿田位于以泥盆系为核心、走向北北东、向两端倾没的一复式背斜中。由老矿山、飞水岩、物华、童家院4个矿床组成，南北长9km，面积18km²。区内广布上泥盆统、下石炭统浅海及滨海相碳酸盐岩建造，间夹页岩，厚约2000m，其地层与构造分布见图1。矿体产于断裂与背斜轴复合部位，多呈层状，次为带状，主要矿体定位于上泥盆统余田桥组中段硅化灰岩中（D₃s^{2q}），上部是页岩（D₃s¹）盖层，地表分布有硅化体。矿石的矿物组合简单，主要是辉锑矿（风化后为锑赭石和锑华），其次是黄铁矿，少量磁黄铁矿和微量闪锌矿，脉石矿物有石英、方解石、重晶石和石膏。围岩蚀变以硅化为主，次为碳酸盐化、黄铁矿化、粘土化、重晶石化等。

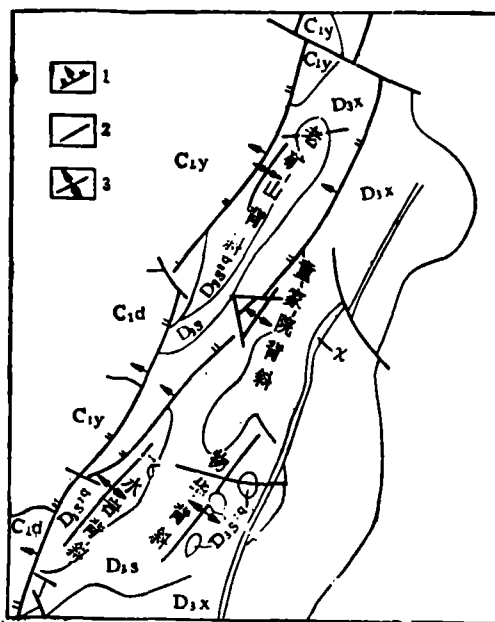


图 1 锡矿山锑矿田地质简图

C₁d—下石炭统大塘阶；C₁y—下石炭统岩关阶；
D₃x—上泥盆统锡矿山组；D₃s—上泥盆统余田
桥组；D₃s^{2q}—硅化灰岩；X—云斜煌斑岩；1—
压扭性断层；2—扭性断层；3—背斜

矿田地球化学特征

近期1:5万区带地球化学普查结果表明，锡矿山锑矿田位于一个长40km、宽10~20km、面积约600km²的锑的区域地球化学高背景场（Sb>10

ppm) 中 (图 2)。成晕元素有 Sb、As、Hg (Sr、Cr) 等。

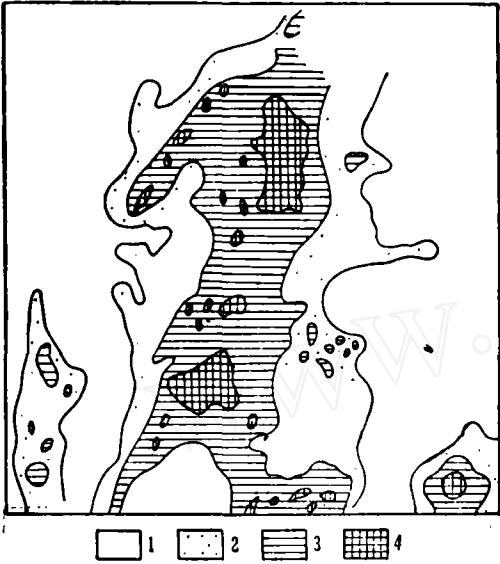


图 2 锡矿山锡矿田区域锡地球化学图
1—0~5; 2—5~10; 3—10~50; 4—>50ppm

1. 元素分布分配特征

某些单矿物中元素含量特征 (表 1)。由表 I 所列不同矿区、不同类型辉锑矿元素含量可以看出, 锡矿山锡矿之辉锑矿中元素组合相对简单, Hg、Cr 偏高, 在脉石矿物方解石、萤石和重晶石中 Sr (未列入) 偏高。锡矿山不同成矿阶段的辉锑矿 (早期无矿硅化、中期石英—辉锑矿、晚期方解石、重晶石—辉锑矿、末期萤石—辉锑矿) 由早至晚 Hg 含量增高, Zn 含量有降低趋势, 元素组合由复杂过渡到简单。

对锡矿山锡矿石及近矿围岩作了 Pb、Zn、Cu、Cr、Ba、W、Sn、Mo、Hg、Sb、As、Sr 等元素的分析, 元素组合与辉锑矿相似, 都较复杂, 反映成矿物质的多源性特点。

2. 元素垂向分带特征

选择与成矿元素 Sb 有关的 10 个元素, 用 C. B. 格里戈良法计算元素分带序列, 结果自下而上为: 带状矿体是 Cr、Co > W、As、Hg > Sb > V > Ba > Pb > Sr; 层状矿体是 Cr > As > Hg > W、Sb > V > Ba > Pb > Co > Sr。两种矿体元素分带序列基本相

锡矿山锡矿田某些单矿物微量元素含量 (ppm) 特征 表 1

矿物	矿区	类 型	样数	元 素 含 量									
				Ba	As	Hg	Sb	Pb	Sn	Cr	Mo	Cu	Zn
辉 锑 矿	锡 矿 山	石英—辉锑矿	4	78.25	43.56	54.77	1861	7.21	1.93	2.66	0.59	16.8	29.9
		方解石—辉锑矿	3	531.3	131	76.63	1817	21.54	1.91	3.68	0.63	28.2	21.5
		萤石—辉锑矿	1	100	50	>100	>1000	2	<2	<2	<1	20	20
	甘溪 罗家塘 粘禾	碳酸盐岩中整合型	2	100	>1000	20	1732	141	<2	<2	<1	44.7	173
		碳酸盐岩中整合型	1	500	1000	20	>1000	100	<2	<2	<1	40	20
		硅质岩中破碎带型	1	2000	1000	20	>1000	200	<2	<2	<1	100	30
方解石	锡 矿 山	方解石—辉锑矿	3	368.4	20	15.87	793	6.7	1.91	3.68	0.63	12.6	20
萤石		萤石—辉锑矿	1	200	20	<20	>1000	2	<2	<2	<1	10	<20
重晶石		重晶石—辉锑矿	2	>1000	20	20	316	5	<2	<2	0.87	24.5	20

似。这种分带规律在区域地球化学异常的展布上有所体现, 即 Sr (Ba) 呈外带环绕 Sb、As、Hg 异常展现, 这是评价本区 Sb 地球化学异常的一个重要标志。

地球化学异常特征
及其分带模式

1. 地球化学异常特征

区域分散流 Sb 具有明显的浓度分带: 沿矿带出

现弱 Sb (>10ppm) 异常, 矿田范围有中、强 Sb、As (>50ppm) 异常和汞异常; 矿床上则出现强 Sb、As (>100ppm) 和 Hg (Ba) 异常。次生晕多呈现 Sb、As、Hg (Ba) 异常, 有些地段 Mo、W、Sn、Sb 异常占主导地位, 在一定条件下埋深在 300m 以上的盲矿体地表仍有 Sb 异常反映, 且与土壤中汞气异常相吻合。原生异常以 Sb、As、Hg 异常为主, 其次为 Mo、Cr、Sn、Ba、W, 局部有 Pb、Mn、Co、Sr。原生晕低缓的 Sb 异常 (10ppm) 反映矿田的矿化范围, 大于 40ppm 的中强 Sb 异常与矿

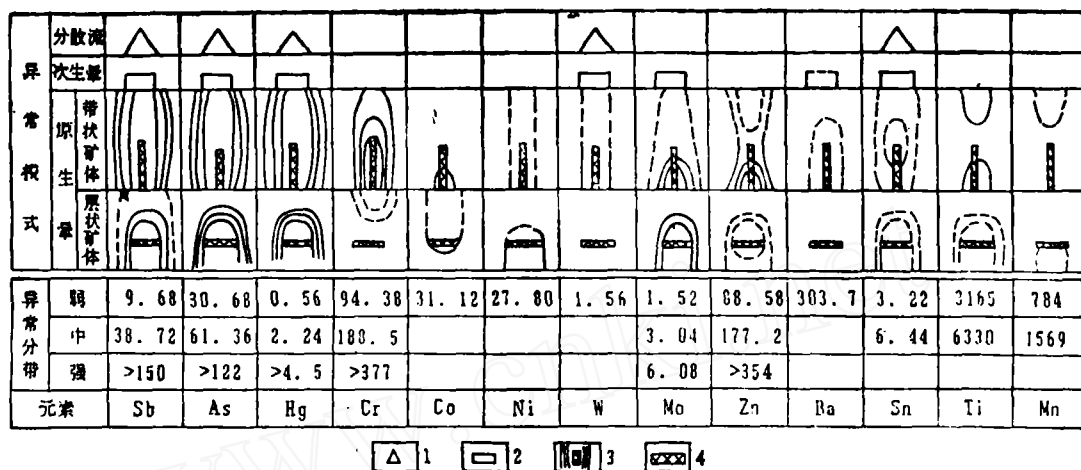


图3 锡矿山锑矿床地球化学异常模式

1—有分散流异常反映；2—有次生晕异常反映；3—内、中、外线分别表示强、中、弱异常；4—矿体

床分布位置相对应。

2. 地球化学异常分带模式

根据锡矿山锑矿床地球化学特征，从找矿角度出发，自上而下划分为表生异常、前缘异常、上部赋矿部位异常、及下部赋矿部位异常4个带（图3）。

（1）表生异常带：分散流和次生晕异常带。

（2）前缘异常带：系指地表原生异常带，反映地表及埋深100~300m的隐伏矿体，该带多硅化体。带状矿体显示强Sb、As、Hg和弱—中Mo、Cr、Ni、W、Ti、Mn、Sn、Zn异常，且有自下而上Mn+Sr含量升高，W+Mo含量降低，Mo—Hg显著相关；层状矿体有弱Co异常反映，有时有弱—中等强度Sb、Cr异常，自下而上Ba+Sr含量升高，As+Sb、(As+Sb)/Mo×10、V/Ba降低，Ba—Sr负相关程度增高（0.2~—0.98）。

（3）上部赋矿部位异常带：即层状和带状矿体的主矿体部位，硅化范围小且弱。带状矿体具强Sb、As、Hg、Cr和弱Cu、V、W异常，有时出现Mo、Zn、Ba及Sn的弱—中强异常；层状矿体具Sb、As、Hg强异常，Cu、Mo、Zn、Mn、V中—弱异常，有时出现Sn、Co、Ni、Zn、Ti弱异常。

（4）下部赋矿部位异常带：指带状矿体下部和层状矿体的近底板部位，前者出现中—强Sb、As、Hg、Mo、Zn（Cr）和弱Ti、Ni、W、Sn（Co、Ba、V）异常，自上而下Mn+Sr、As/Hg×

10降低，Mo—Hg相关程度减弱（0.98~—0.23），W+Mo增高；后者出现中—强Sb、As、Hg和弱—中Mo、Mn、V、Ti、Ni异常，自上而下（As+Sb）/Mo×10、V/Ba明显增高，Ba—Sr负相关程度减弱（—0.98~0.2）。

找矿预测标志

1. 地球化学预测标志（表2）

2. 统计预测标志（傅怀林资料）

（1）判断矿体剥蚀程度的判别方程：根据矿床不同截面（中段）元素组合关系，通过计算机自选变量建立判别方程。

层状矿体：以矿体的不同标高——地表（300~360m）和三个中段（146m、110m、74m）建立四类判别方程（表3），其检验准确性达100%。

带状矿体：按上述同样原则建立四类判别方程（表4），判别检验准确性为83.5%。

（2）用变异趋势延拓判断剥蚀程度（刘智实同志协助完成）：多数地球化学学者认为，由热液扩散作用形成的原生晕，在垂直和水平方向上均呈双指数（ $C_x = C_{m1} e^{kh/kh} e^{l/kl}$ ）变化分布，我们用回归系求解kh和kl参数，建立函数公式，再利用其计算网格交点理论值，以判断矿体存在与否及其埋深（计算程序在PC—1500计算器上完成）。经对有深部工程控制的锡矿山8号矿体（向下有延伸）和罗家塘0号矿体（向下无延深）两个剖面计算，均获

异常类别	特征标志	指示意义
分散流	元素组合	Sb、As、Hg、(Pb、Zn、Sr、Cu、Mo、Ni、Co、W、Fe、Mn)
	分布特征	异常具有一定规模, 梯度明显, 场源稳定。呈Sb、As、Sr→Sb、As、Hg、Sr (Pb) →Sb、As、Hg (W、Co) 分带
	指示意义	Sb>10ppm异常圈定矿带, Sb、As>50ppm异常圈定矿田
次生晕	元素组合	Sb、As、Hg (Ba、Mo、W、Sn) 和壤中汞气
	分布特征 指示意义	具一定面积、有明显的浓集中心 Sb>50ppm连续稳定, 并伴有壤中汞气异常, 指示矿床或矿体
原生晕	元素组合	Sb、As、Hg、Mo、Cr、Cu、Ba、W、Sn (Ni、Mn、Zn、Bi)
	前缘 (矿上)	带状矿体: Sb、As、Hg强异常, Mo、Cr、Ni、W、Sn、Zn弱、中异常, Mn+Sr偏高, W+Mo偏低, Mo—Hg相关 层状矿体: 弱Co或伴有弱—中强Sb、Cr异常, Ba+Sr偏高, As+Sb、(As+Sb)/Mo×10、V/Ba偏低, Ba—Sr负相关
	尾部 (矿下)	带状矿体: Sb、As、Hg相对减弱, 与Mo、Zn组成中—强异常, Mo+Sr降低, W+Mo增高, Mo—Hg不相关 层状矿体: 出现中强Sb、As、Hg和Mo、Mn、Ti、V、Ni弱中异常, As+Sb、(As+Sb)/Mo×10、V/Ea偏高, Ba—Sr不相关

层状矿体判别方程 (方程系数 $F=1$)

表 3

标高 (m)	Mn	Ba	V	Sr	As	Sb	Mo	Co	Cu	Ni	Pb	Cr	常数项
(300~360)	0.115	1.479	0.525	0.257	0.098	0.579	-3.356	-4.223	0.314	-3.88	2.048	-0.257	-182.71
146	0.103	1.167	0.48	0.185	0.159	0.535	-4.222	-3.949	0.266	-3.369	1.848	0.058	-132.27
110	0.127	1.526	0.788	0.25	0.146	0.76	-4.403	-4.99	0.372	-4.622	2.355	0.068	-229.85
74	0.098	1.284	0.547	0.184	0.082	0.593	-1.20	-3.649	0.275	-2.886	1.875	-0.53	-145.22

带状矿体判别方程 (方程系数 $F=0.5$)

表 4

标高 (m)	Pb	Ba	Cr	V	Sr	W	Mo	常数项
400±	0.273	0.012	0.034	0.278	0.024	1.202	7.221	-28.449
146	0.072	0.081	0.069	0.415	0.048	2.294	12.009	-58.211
110	0.127	0.085	0.069	0.457	0.047	2.389	12.939	-65.445
74	0.103	0.093	0.069	0.533	0.058	2.846	16.591	-82.999

理想结果。

由于锡矿山锑矿田专门性化探研究起步较晚,

本次工作建立的各种预测标志有待今后工作中改

进、充实和完善。

Geochemical Anomaly Pattern and Ore-hunting Prognosis Evidence of the Xikuangshan Sb-deposit

Zou Tongxi

Based upon the signatures of geochemical anomalies of the primary and secondary halos of the deposit, the distribution of trace elements in the ores and in individual minerals and the zoning sequence of the elements in the ore-body, the geochemical anomaly pattern and the ore-hunting and prognosis evidence of the Xikuangshan Sb-deposit have been preliminarily summed up in this paper.