

天宝山矿区 $\delta S^{34}-d$ 相关图解及其地质意义

吉林省冶金勘探公司研究所

金尚麟 李昌根

天宝山矿是我国大型的多金属矿床之一。区内出露的地层有泥盆系片麻岩, 石炭系大理岩和中生代中基性到酸性火山岩。侵入岩主要有华力西晚期的片麻状花岗岩和石英闪长斑岩: 印支期角闪辉长岩、闪长岩、石英闪长岩、花岗闪长岩、斑状二长花岗岩和二长花岗斑岩; 燕山晚期辉绿岩、辉长闪长岩、安山玢岩、英安斑岩和流纹斑岩。此外, 还出露有中粗粒花岗岩、花岗闪长岩和石英二长岩等燕山晚期交代型花岗岩。

矿区内具有工业意义的矿床有新兴矿床、立山矿床和东风矿床, 各矿床的地质特征是:

新兴矿床产于花岗闪长岩体内, 为具有全筒式矿化的爆破角砾岩筒型矿床。角砾主要由花岗闪长岩组成, 角岩、流纹斑岩、细粒闪长岩、英安斑岩和次生石英岩角砾次之。角砾多呈棱角状或次棱角状, 分选性差, 被石英—绿帘石、斜黧帘石岩和方铅矿—闪锌矿矿石多次胶结。岩筒内的蚀变以石英化、碳酸盐化、绿帘石—斜黧帘石化和水白云母化为主, 绿泥石化及黄铁矿化次之, 可见少量黄铜矿和重晶石。

立山矿床产于花岗闪长岩和英安斑岩体与大理岩的接触带及其附近。上部中段的矿化具有热液矿床的特点, 特别是花岗闪长岩断裂破碎带中的矿体的蚀变和矿化特征同新兴矿床极为相似; 中部和下部中段的矿化具有铜铅锌夕卡岩型矿床的特点, 中—上部以方铅矿、闪锌矿为主, 黄铜矿次之, 见少量黧铜矿、车轮矿和磁黄铁矿。中部辉石夕卡岩发育, 绿帘石—斜黧帘石化和石英化较强, 石榴石夕卡岩次之; 下部以石榴石—辉石夕卡岩为主, 绿帘石—斜黧帘石化和石英化较弱。矿化仍以闪锌矿和方铅矿为主, 黄铜矿、磁黄铁矿次之, 磁铁矿和毒砂少量。

东风矿床产在英安斑岩体和石英闪长斑岩体与大理岩接触带内及其附近, 属于夕卡岩型矿床。夕卡岩主要由石榴石组成, 辉石次之。金属矿物

主要有闪锌矿、黄铜矿和磁黄铁矿, 磁铁矿和毒砂较富集, 可工业利用, 方铅矿虽具工业价值, 但处次要地位。

测试数据

天宝山矿区先后采集了72个硫化物单矿物样品(新兴段35个、立山段16个、东风段14个、东风南山段3个、天宝山顶至二道沟段4个), 其中16个样品是吉林冶勘公司605队采集并挑选的。所有样品均采自矿体及矿化岩石中, 做了83个硫同位素值测定(吉林冶勘公司研究所同位素室测定), 测定结果列于表1。各种矿物及全区的硫同位素变化范围列于表2。

硫同位素变化范围表 表2

矿物名称	样品数	δS^{34} (‰)	
		变化范围	平均值
方铅矿	28	-4.8 ~ -0.2	-3.06
闪锌矿	25	-3.2 ~ +3.5	-1.84
黄铜矿	7	-3.2 ~ +1.4	-1.26
磁黄铁矿	4	+1.1 ~ +1.6	+1.28
黄铁矿	5	-1.0 ~ +2.2	+1.04
毒砂	3	-0.5 ~ +1.8	+0.93
全矿区	72	-4.8 ~ +3.5	-1.64

表3列出了天宝山矿区各区段方铅矿和闪锌矿的 δS^{34} 平均值, 以及各区段 δS^{34} 的总平均值。由表3可见, 硫同位素值从新兴区段向东风区段逐渐增高, 并出现 δS^{34} 随深度增长的趋势。这种变化趋势在方铅矿和闪锌矿中表现更为明显, 其他矿物因样品数目过少, 尚难判断变化趋势。

天宝山矿区各区段硫同位素平均值 表3

区段名称	方铅矿		闪锌矿		平均值	
	δS^{34} (‰)	样品数	δS^{34} (‰)	样品数	δS^{34} (‰)	样品数
新兴	-4.10	13	-2.70	15	-2.75	35
立山	-2.59	10	-1.45	4	-2.26	16
东风	-0.37	3	+1.74	5	+0.89	14

天宝山矿区硫同位素值表

表 1

区段	序号	样号	采样位置	标高 (米)	δS^{34} (‰)			
					方铅矿	闪锌矿	黄铜矿	磁黄铁矿
新兴区段	1	779	TC 6 槽	705	-4.0			
	2	ST ₁	TC 6 槽	705	-4.2			
	3	天284	680 坑	680	-4.5			
	4	天285	680 坑	680		-2.6		
	5	天472-1	680 坑, 1 号采场	670	-4.8*	-2.8*		
	6	7711	ZK 7615 钻孔	657		-2.6		
	7	7713	ZK 7615 钻孔	657	-3.7			
	8	7715	ZK 7615 钻孔	657			-1.5	
	9	天1-13	新兴坑, 02 穿脉	648	-3.9	-3.0		
	10	天1-14	新兴坑, 02 穿脉	648	-4.4	-2.6*		
	11	天8	新兴坑, 07 穿脉	648	-4.0	-3.2		
	12	天12	新兴坑, 主巷道	648	-4.2	-2.8		
	13	天14	新兴坑, 主巷道	648	-4.2*	-2.6		
	14	天34	新兴坑, 03 穿脉	648	-4.2	-3.1		
	15	天124	新兴坑, 03-07 穿间	648			-1.2	
	16	7719	ZK 7617 钻孔	613		-2.3		
	17	天66	创业坑, 03 穿脉	560	-3.3	-2.7		
	18	天65	创业坑, 09 穿脉	560		-3.2		
	19	天481	创业坑, 09 穿脉	560	-3.9	-2.6		
	20	天482	创业坑, 09 穿脉	560			-1.4	
	21	天267	ZK 7701 钻孔	535		-2.4		
	22	7713-1	ZK 7701 钻孔	515		-2.0		
立山区段	23	天418-1	一中段, 兴盛矿体	486	-2.6			
	24	天398-1	六中段, 兴隆矿体	326	-1.8			
	25	天404	六中段, 太盛18-1 矿体	326			-1.3	
	26	天405	六中段, 太盛18-2 矿体	326	-2.8			
	27	天410	七中段, 立山6-10 号矿体	296	-1.3			
	28	天414-1	七中段, 兴隆矿体	296	-2.7	-1.9		
	29	天414-2	七中段, 兴隆矿体	296	-2.5*	-1.3*		
	30	天415	七中段, 立山17 号矿体	296	-2.9			
	31	天480	十中段, 兴隆矿体	207			-3.2	
	32	天388	十一中段, 兴隆矿体	177	-3.6*			
	33	天396	十二中段, 立山17 号矿体	148	-1.9	1.0		
	34	天476	十二中段, 立山24 号矿体	148	-3.8*	1.6*		
东风区段	35	天425	地表, 6-7 号矿体	630			-1.6	
	36	天422	水平坑, 6-7 号矿体	498				+1.1
	37	天423	水平坑, 2 号矿体	498		+1.0		
	38	天424	水平坑, 2 号矿体	498	-0.3	+1.4		
	39	T ₁	水平坑, 6-7 号矿体	498			+1.4	
	40	T ₂	水平坑, 6-7 号矿体	498		+3.5		
	41	T ₃	水平坑, 东2 号矿体	498	-0.6			
	42	天426	二中段, 2 号矿体	435	-0.2			
	43	天430	二中段, 6-7 号矿体	435		+0.7		
	44	天431	二中段, 6-7 号矿体	435				+1.2
	45	天432	四中段, 6-7 号矿体	376				+1.6
	46	天433	四中段, 6-7 号矿体	376				+1.2
	47	天437	四中段, 6-7 号矿体	376		+2.1		

注: 1. 除“天”字开头的样品外, 均引自吉冶勘605 队资料。

2. * 为精测值, 指在复测过程中精心挑样和细心测定的数据。

回归分析

我们选择样品数目多且又相邻的新兴和立山两矿床进行 δS^{34} 和成矿深度 d 的回归分析。两矿床相距 600 米, 矿体皆产于同一个花岗闪长岩体的内外接触带, 不但新兴矿床含矿角砾岩筒的蚀变、矿化特征和矿体赋存标高, 与立山矿床的兴盛矿体相似, 而且两矿床之间没有较明显的断裂及上下错动。因此, 可利用这两个矿床的测试数据, 统一进行回归分析。矿床的海拔标高为纵坐标 (y), δS^{34} 为横坐标 (x)。

方铅矿样品 23 个。 δS^{34} 与深度 d 的相关系数 r 为 -0.71 ($r_{0.05} = 0.41$)。剔除天 410、天 388、和天 476 三个样品 (剔除原则见后), 相关系数 $r = -0.89$ ($r_{0.05} = 0.44$), $n = 20$ 时的回归方程为:

$$y = -99 - 178x \quad (1)$$

回归差 $s = 66$ 。

闪锌矿样品共 19 个。 δS^{34} 与 d 的相关系数 $r = -0.87$ ($r_{0.05} = 0.46$)。剔除天 476 号样, 相关系数 $r = -0.85$ ($r_{0.05} = 0.47$), $n = 18$ 时的回归方程为:

$$y = 9 - 220x \quad (2)$$

回归差 $s = 86$ 。

用方程 (1) 和 (2) 绘制的方铅矿和闪锌矿的 $\delta S^{34}-d$ 相关图解见图 1、2 和 3。

从回归分析资料可看出, 天宝山矿区方铅矿和闪锌矿 δS^{34} 与 d 的相关系数高, 比极限值大 1 倍, 说明两矿物的硫同位素值随深度递增的规律是可信的。在回归分析中还发现了两个问题: 一是回归差较大; 二是方铅矿和闪锌矿的两条相关直线拉开的距离不够大, 并向下快速收敛。后一问题与 Czamanske^[1] 提出的方铅矿—闪锌矿硫同位素分馏方程 (3) 矛盾。如果利用方 (1)

$$1000 \ln \alpha = 7.0 \times 10^5 T^{-2} \quad (3)$$

~(3) 计算成矿温度, 那么新兴坑标高的方铅矿和闪锌矿硫同位素值之差 $\Delta \delta S^{34}$ 为 1.30‰ , 相当于 460°C 。立山十二中段的 $\Delta \delta S^{34} = 0.75\text{‰}$, 相当于 699°C 。-200 米中段 (立山矿体在此标高还有延深) 的 $\Delta \delta S^{34} = 0.37\text{‰}$, 相当于 1102°C 。可是, 根据均化法、闪锌矿地温计^[2]、爆裂法测

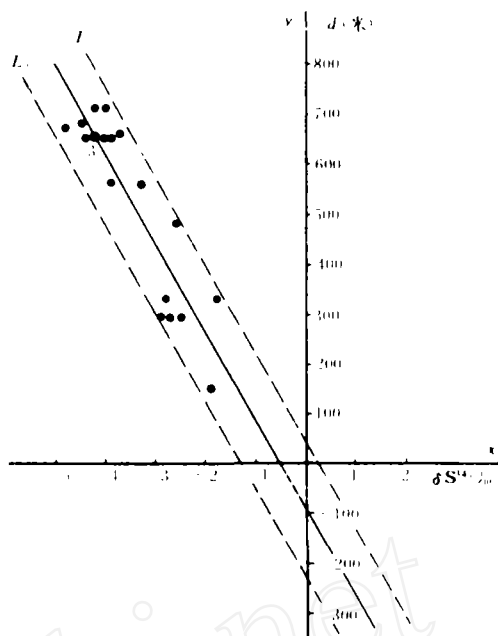


图 1 方铅矿回归直线图
投影点旁的数字表示重叠样品数

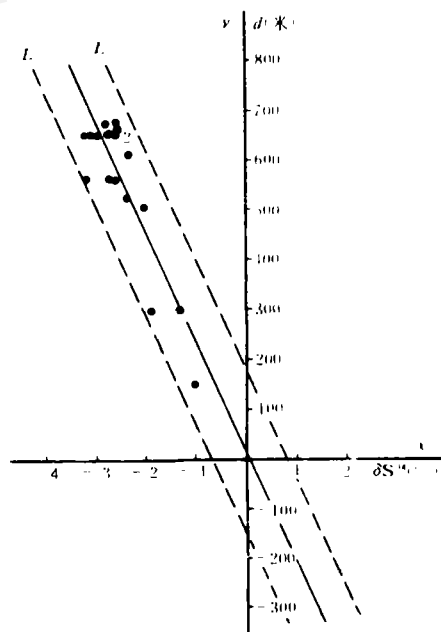


图 2 闪锌矿回归直线图
投影点旁的数字表示重叠样品数

温及硫同位素地温计等方法测定的主要成矿温度为: 新兴矿床 $319 \sim 334^\circ\text{C}$; 立山矿床 $327 \sim 443^\circ\text{C}$; 东风矿床 $460 \sim 517^\circ\text{C}$ 。成矿温度从新兴矿床向东风矿床逐渐增加。这与图 3 中两条 $\delta S^{34}-d$ 相关

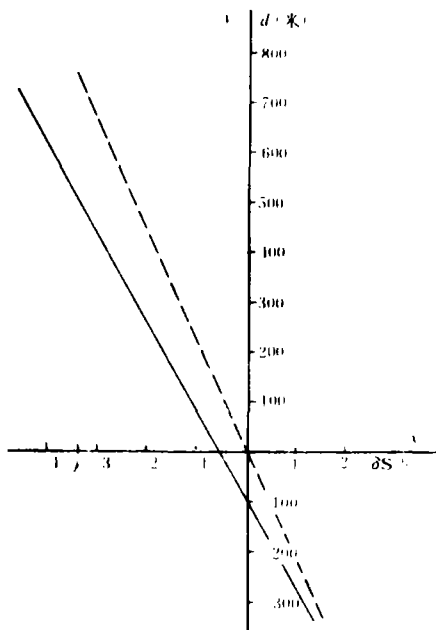


图3 方铅矿和闪锌矿的 $\delta S^{34}-d$ 相关图
实线为方铅矿；虚线为闪锌矿

直线收敛方向相吻合。但是温度增长的幅度较小，而相关直线收敛的幅度过大，两者不大相符。

造成这种偏差的原因是多方面的。如矿床形成的多期性和多阶段性，或 fO_2 、pH 和 T 等物理化学条件的局部变化，都可能造成硫同位素值的差异，这在立山和东风区段都有表现。但因样品数目较少，工作程度差，无法排除各种因素的干扰。此外，在工作开始阶段，对样品纯度和测量精度没有提出严格要求，也是造成误差比较大的因原。在1979年用图解法绘制方铅矿和闪锌矿的 $\delta S^{34}-d$ 相关图解后，又对远离相关直线的样品进行了复测。新兴和立山区段的样品共复测6个，复测时对样品认真挑选（纯度为100%），精心测定，复测结果列于表4。

复查样品中，除天388因矿化阶段不同而没有回到相关直线附近外，其他样品测值均落到相关直线附近（图4）。事实说明，偏离相关直线较远的样品的 δS^{34} 偏差多因样品不纯或测试粗心造成的，因此对数据处理时必须考虑这一因素。

新兴和立山区段 δS^{34} 复测值

表4

样号	矿物	δS^{34} (‰)		标高 (米)	备注
		原测值	复测值		
天1—14	闪锌矿	-3.5	-2.6	648	
天8	方铅矿	-0.1	-4.0	648	报出结果时抄错
天14	方铅矿	-1.2	4.2	648	不是样品纯度造成偏差
天414—2	方铅矿	-2.1	-2.5	296	样品纯度造成的偏差
天414—2	闪锌矿	-1.8	1.3	296	同上
天388	方铅矿	-3.6	-3.6	177	

$\delta S^{34}-d$ 相关图解

在进行 $\delta S^{34}-d$ 相关分析前，对全区 δS^{34} 做适当地选择，测试数据取舍的主要原则有：

1. 选三个矿床中测试数据多，而样品分布较均匀的矿物（方铅矿和闪锌矿）的数据，绘制 $\delta S^{34}-d$ 相关图解，其他矿物的测值仅做配合和检查使用。

2. 本文研究的是同期共生的硫化物组合，而不是各期各阶段矿化的总合。利用共生硫化物之间 S^{34} 富集序列（黄铁矿—闪锌矿—磁黄铁矿—黄铜矿—方铅矿^[3]）取舍样品，留用符合这一规

律的数据。

3. 凡有资料说明不属于方铅矿—闪锌矿主成矿阶段产物的样品一律舍去。这类样品数目不多，多为黄铜矿。

根据上述原则剔除的方铅矿和闪锌矿样品有天388、天410、天8（原测值）和天14（原测值）。

在绘制 $\delta S^{34}-d$ 相关图解时，仍利用新兴、立山两区段的方铅矿和闪锌矿的 δS^{34} 测试数据，并以方铅矿和闪锌矿的回归直线做基础。如前所述，图3中两条回归直线的主要问题是向下收敛幅度过大，因此，用图解法绘制 $\delta S^{34}-d$ 相关直线时，务必拉大两条回归直线的距离，以满足下

列三个条件:

1. 矿床成矿温度由新兴区段向立山区段增高, 因此方铅矿和闪锌矿的 $\delta S^{34}-d$ 相关直线必须向下收敛, 其收敛的幅度要与温度变化的梯度相适应。

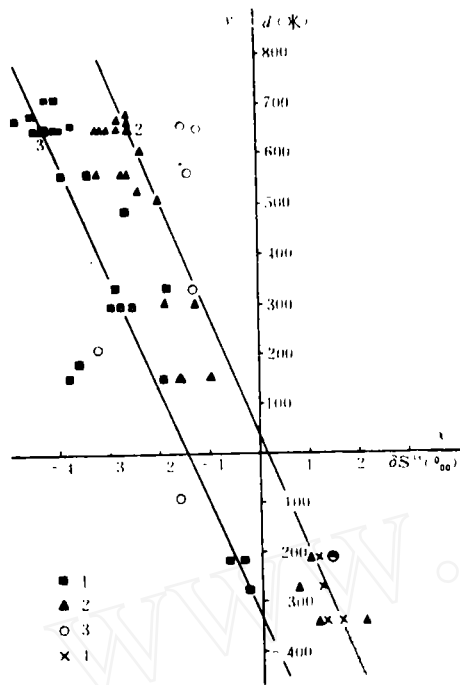


图4 方铅矿和闪锌矿的 $\delta S^{34}-d$ 相关图
1—方铅矿; 2—闪锌矿; 3—磁黄铁矿; 4—黄铜矿; 投影点旁的数字表示重叠样品数

2. 各中段方铅矿和闪锌矿的分馏值必须与该中段同类共生矿物成矿温度所能导致的分馏值基本相同。

3. 相关直线必须通过单矿物样品最纯、 δS^{34} 又最具代表性的那些样品点。

按上述要求绘制出 $\delta S^{34}-d$ 相关图图4。用图4的相关直接计算出方铅矿和闪锌矿的 δS^{34} 与 d 相关方程分别为:

$$d_{\text{方}} = -342 - 231 \delta S_{\text{方}}^{34} \quad (4)$$

$$d_{\text{闪}} = 38 - 238 \delta S_{\text{闪}}^{34} \quad (5)$$

用(4)、(5)方程验证方铅矿、闪锌矿精测数据的可信度。方铅矿4个样品, 最小偏差 $d = 0$ 米, 最大偏差 $d = 120$ 米, 平均偏差58米; 闪锌矿4个样品, 最小偏差 $d = 10$ 米, 最大偏差 $d = 59$

米, 平均偏差39米。验证结果表明, 方程(4)和(5)以及 $\delta S^{34}-d$ 相关图解是可用的。

为了解 δS^{34} 与成矿深度 d 呈线性相关的原因, 1981年测定了方铅矿悬浮液的 pH 和 Eh 值。新兴矿床的方铅矿 pH = 8.0~8.2, 平均为8.0 (2个样品); 立山矿床的方铅矿 pH = 7.4~8.1, 平均为7.9 (4个样品); 东风矿床的方铅矿 pH = 7.1 (1个样品)。上述矿床的 pH 值虽然不是用矿物包裹体测定的, 但测值与一般硫化物热液矿床形成的酸碱度条件基本吻合。由此可以看出, 天宝山矿区各矿床中方铅矿的 pH 值由新兴矿床向立山矿床到东风矿床逐渐变小, 与 δS^{34} (见表2) 成反比关系。这种变化规律与大本^[1]所提供的资料, 即在氧逸度较小的情况下, 硫化物的硫同位素随 pH 值增大而重化的结论相矛盾。因此, 成矿热液的 pH 值变化不可能导致硫化物 δS^{34} 随深度的变化。

新兴矿床方铅矿的 Eh 值为80mV (两个样均为此值), 立山矿床为59.5~67.5mV, 平均值62.4mV (4个样); 东风矿床为40mV (1个样)。这些数据说明, 天宝山矿区各矿床成矿过程中氧逸度 f_{O_2} 由新兴矿床向立山矿床到东风矿床逐渐降低, 而且降低的幅度也较显著。三个矿床之间 f_{O_2} 的这种演化规律与大本^[1]计算的资料, 即硫化物的硫同位素随 f_{O_2} 值增大而轻化的结论, 是完全吻合的。因此认为, 天宝山矿区各矿床中硫同位素组成随成矿深度有规律地分馏, 主要原因是成矿热液中氧逸度随深度的变化。在东风和立山矿床中未见硫酸盐矿物, 而在新兴矿床中有重晶石出现, 也说明新兴矿床成矿热液中氧逸度要比其他两矿床大。

地质应用

利用方铅矿和闪锌矿的 $\delta S^{34}-d$ 相关图解计算了天宝山矿区工业矿体的垂深变化幅度和东风、新兴—立山矿床之间的垂直断距。计算的方法是: 先做东风矿床的 $\delta S^{34}-d$ 关系图解, 而后把图解对到新兴—立山矿床 $\delta S^{34}-d$ 相关图的相应位置 (图1) 上。由图4可见, 东风矿床的水平坑标高 (海拔498米) 相当于新兴—立山海

拔标高的-217米,相差715米。换言之,东风区段要比新兴—立山区段多抬起715米。可是两区段的现有地表标高却相差不大。因此,上述差值又可解释为东风矿床要比新兴—立山矿床多剥蚀715米。在新兴区段,矿体出露的最高标高为710米,而东风区段矿体尖灭的最低标高为268米(相当于新兴—立山标高系统的-429米),两者间距为1139米,可以认为天宝山矿区工业矿体垂深矿化范围不小于1139米。

上述认识是在1979年获得的,并在1981年用新兴、东风矿床的成矿压力计算法加以证实。新兴矿床的成矿压力采用均化法测温数据和硫同位素地温计测温数据计算而得的。新兴坑内含矿角砾岩筒(海拔标高650米)的成矿压力 $P_{\text{新}}$ 为2042巴。东风矿床的成矿压力是用共生的六方磁黄铁矿和闪锌矿的电子探针分析资料和Scott^[5]的Fe—Zn—S系中压力、温度和FeS量的关系图解计算而来的。东风三中段(海拔标高105米)的成矿压力 $P_{\text{东}}$ 为2350巴。可以利用 $P_{\text{新}}$ 和 $P_{\text{东}}$ 的成矿压力值验证用方铅矿和闪锌矿的 δS^{34} 与成矿深度 d 相关图解推算的新兴—立山矿床与东风矿床之间的断距。

假定新兴—立山矿床和东风矿床的断距等于用 $\delta S^{34}-d$ 相关图解推断的断距,即为715米,那么新兴坑和东风三中段成矿时的高差应是960米。利用这一高差和上部地壳岩石的平均密度,计算960米厚的岩石所能产生的压力($P_{\text{中}}=251$ 巴)。如果上述推断的断距基本可靠,那么下式应当成立。

$$P_{\text{东}} - P_{\text{中}} = P_{\text{新}} \quad (6)$$

用(6)式计算出 $P_{\text{新}}$ 为2096巴,与用两种地温计计算的温度数据相差54巴,在成矿压力计算误差范围之内,证明了用 $\delta S^{34}-d$ 相关图解推算的新兴—立山矿床与东风矿床的断距是基本可靠的,同时也证明了 $\delta S^{34}-d$ 相关图解本身的可靠性。

上述结论与地质观测资料也很吻合。立山、新兴矿床与东风矿床之间有两条具有一定规模的断裂,两断裂之间是九户洞火山盆地。在立山矿床的地表只见几个规模不大的工业矿体,95%以

上的矿体埋藏在地下,主矿体在地表下120米才开始出现,一直延伸到800米以下。东风矿床的地表,矿体大而多,在200~300米处绝大部分矿体均已尖灭。从三个矿床的矿物共生组合、围岩蚀变特征、成矿温度和成矿压力都说明,东风矿床的成矿深度和剥蚀深度应比新兴—立山矿床大得多。

天宝山矿区的方铅矿和闪锌矿 $\delta S^{34}-d$ 相关图解还可作为本矿区及外围同类矿床的找矿评价标志。首先测定欲评矿点的方铅矿和闪锌矿的硫同位素值,用图4或公式(4)和(5),求其新兴—立山标高系统的成矿深度,来判断欲评矿点的矿化类型和剥蚀深度。使用时必须配合基本的地质观测,方能收到应有的效果。

用 $\delta S^{34}-d$ 相关图解分析成矿阶段。由图4可见,天宝山矿区三个矿床的铅锌矿化类型和矿物共生组合虽有差别,但成矿物质来源是相同的,大量金属矿物是在同一成矿阶段形成的,对方铅矿和闪锌矿尤为如此。黄铜矿的成因较为复杂,产状也不同,按 δS^{34} 值的分布情况可分三组:1黄铜矿的 δS^{34} 值落在闪锌矿 $\delta S^{34}-d$ 相关直线附近(天401、T1)。该种黄铜矿呈浸染状产在夕卡岩中,与方铅矿、闪锌矿紧密共生,是一种典型的含铜铅锌夕卡岩矿石。矿石中黄铜矿的含量由立山到东风矿床增加;2黄铜矿的 δS^{34} 值落在相关直线的右侧(7715、天121、天482)。这种黄铜矿均产在含矿角砾岩筒中,呈小细脉穿插角砾状方铅矿—闪锌矿矿石,是晚于方铅矿、闪锌矿的团状矿石;3黄铜矿的 δS^{34} 落在方铅矿 $\delta S^{34}-d$ 相关直线的左侧(天480、天425)。黄铜矿多呈致密块状矿石叠加在含铜铅锌夕卡岩矿体之中。2和3组黄铜矿主要富集在燕山期英安斑岩接触带或含矿角砾岩筒的南侧。

以往认为,天宝山矿区铜的富集规律很难搞清楚,现在借助于 $\delta S^{34}-d$ 相关图解,找到了研究铜矿富集规律的重要线索。

参考文献

- [1] Czamanske, G. K., et al., Econ. Geol., 1974, V. 69, No. 1

[2] Scott, S. D., and Barnes, H. L., Econ. Geol., p. 56~65

1971, V. 66, No 4

[4] Ohoto, H., Econ. Geol., 1972, V. 67, P. 551~578

[3] Bachinski, D. J., Econ. Geol., 1969, V. 64,

[5] Scott, S. D., Econ. Geol., 1973, V. 68, No 4

试论锡的原始富集

冶金工业部地质研究所

程先耀 黄有德

锡矿床和花岗岩类岩石之间的空间关系十分密切。除个别外¹，各锡矿床（点）距花岗岩体一般不超过2公里。

部分锡矿床与花岗岩体之间存在着不可否认的成因联系。因此，长期以来，多数认为花岗岩是锡金属的唯一来源；并且在含锡花岗岩的特征和花岗岩潜在含矿性的评价指标的探索等方面，做了许多有益的工作。

随着锡矿找矿勘探工作的发展，新的地质现象不断揭露，丰富了人们对锡矿成因的认识；同时，对“原生锡矿必与花岗岩有关”的看法也提出了异议。B. 莱曼首次提出层控锡矿床的分类^[1]。关于锡的原始来源，I. R. 普利默提出“与镁铁火山作用有关的喷气锡和钨矿床是与花岗岩有关的锡和钨矿床的前身”^[2]。

我们通过对滇、桂两省（区）锡矿的调查，特别是对桂北地区锡矿的初步研究，认为锡原始富集于中—基性海底火山岩、中基性杂岩以及由角闪岩、角闪橄榄岩组成的超基性岩体内；经区域变质作用或花岗岩的热动力和气液作用，锡元素活化迁移，富集后形成锡矿床。同时，由于超基性岩的演化，亦可形成与超基性岩有成因联系的锡矿床。

本文着重探讨锡的原始富集和原生锡矿的多样性。

锡元素在海相火山岩中的原始富集和产于火山沉积岩系中的锡石硫化物矿床

近年来，国内外均发现了不少赋存于海相火山岩系中的锡矿床。如东德厄尔士山脉Halsbrücke矿区、波兰Izard山脉Gierzyu地区、加拿

大不列颠哥伦比亚Sullivan矿山、南非（阿扎尼亚）德兰士瓦Rooiberg矿区^[1]等。

厄尔士山脉含锡的普雷斯巴茨群，为一套片麻岩和片岩、细碧岩—角斑岩—石英角斑岩组合的变火山岩有规律的互层。锡的区域含量为100 ppm。锡矿床（体）的分布与地层产状一致；矿石具有层纹构造、滑动构造、残留原生沉淀结构和明显的同生沉积特征。

最近，在我国江南古陆、越北古隆和康滇古隆等地区的锡矿床中，也陆续发现了海相中—基性火山岩或火山碎屑岩。它们控制了矿体产出的位置，并赋存有高品位的锡矿。

广西九毛锡矿（江南古隆南缘）可作为典型实例。该矿床中，具有一定规模的矿体呈似层状、扁豆状，产于超基性岩体外接触带及其外侧四堡群中；矿体南北向延伸，与地层产状一致并同步褶皱（图1）。

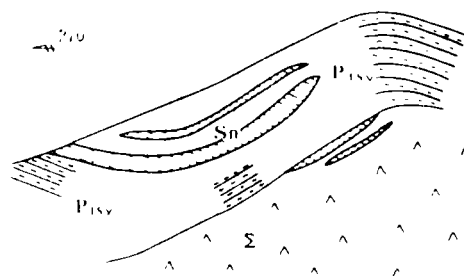


图1 九毛矿区153线剖面示意图

（据广西地质七队）

P135—四堡群鱼西组凝灰质片岩；Σ—超基性岩；

Sn—矿体

1: 广西那平锡矿点周围未发现花岗岩体。

含矿地层——四堡群形成于1350百万年左右