

4-8

中国主要类型锡矿床矿物包裹体地质地球化学

张国林 姚金炎 谷湘平

(中国有色金属工业总公司矿产地质研究院·桂林·541004)

p618.660.4
p618.660.5

讨论了中国主要类型锡矿床矿物包裹体形态、大小、气液比值、包裹体爆裂温度、均一化温度和盐度。认为锡矿床中辉锑矿最佳形成温度为 180℃ ~ 220℃, 盐度变化范围为 (5 ~ 10) wt% NaCl。矿物包裹体成分变化较大, 均以 H₂O 为主, 气相成分主要为 CO₂, 液相成分中以 Na⁺, Ca²⁺ 为主, K⁺, Mg²⁺ 次之, K⁺/Na⁺ 比值一般小于 1, Ca²⁺/Mg²⁺ 比值一般大于 1, 说明锡矿床的成矿流体的液相组分以 H₂O、Na⁺、Ca²⁺、F⁻、Cl⁻ 为主, 气相组分以 CO₂ 为主。根据矿物包裹体中某些成分的相关性, 可判别矿床之间的关系, 指导找矿勘查工作。

关键词 锡矿床 矿物包裹体 成矿温度 包裹体成分 地球化学



地质·矿床

1 矿物包裹体形态、大小及形成温度和盐度

1.1 喷流沉积改造型锡矿床矿物包裹体特征

该类锡矿床中石英包裹体形态

主要有假六边形、椭圆形、近圆形和不规则形, 大小一般 5 μm ~ 26 μm, 气液比一般 10% ~ 40%, 均一化温度变化范围 110℃ ~ 394℃, 一般为 167℃ ~ 280℃, 盐度为 1.4 wt% ~ 40.0 wt% NaCl, 一般在 7 wt% ~ 15 wt% NaCl 之间变化, 包裹体类型主要有气体包裹体、液体包裹体、含盐类子矿物包裹体和含二氧化碳包裹体 4 种, 辉锑矿中包裹体的爆裂温度变化范围在 100℃ ~ 360℃ 之间, 一般为 180℃ ~ 240℃; 与辉锑矿共生的方解石包裹体的爆裂温度为 140℃ ~ 340℃, 一般为 200℃ ~ 230℃, 均一化温度为 102℃ ~ 364℃, 一般为 133℃ ~ 250℃; 锡的硫酸盐矿物(脆硫锡铅矿、辉锑锡铅矿)的爆裂温度为 100℃ ~ 341℃ (表 1)。如锡矿山锡矿床中早期粒状石英包裹体一般 6 μm ~ 12 μm, 均一化温度 270℃ ~ 275℃; 晚期锥状石英包裹体一般小于 1 μm, 而大者可达 60 μm × 30 μm, 气液比约 40%, 均一化温度 157℃ ~ 178.5℃; 广西大厂锡锡多金属矿床早期石英中包裹体大小一般 10 μm ~ 30 μm, 气液比一般 20% ~ 30%, 均一化温度 290℃ ~ 394℃, 盐度 (9.18 ~ 19.2) wt% NaCl, 最高为 40 wt% NaCl, 包裹体类型以气体包裹体、含 CO₂ 包裹体、含子矿物包裹体为主, 液体包裹体较少; 晚期石英包裹体大小一般 5 μm ~ 20 μm, 气液比一般 5% ~ 15%, 均一化温度 124℃ ~ 240℃, 盐度 (1.4 ~ 8.09)

wt% NaCl, 一般 (4 ~ 7) wt% NaCl, 包裹体类型主要以液体包裹体为主, 其次为气体包裹体、含 CO₂ 包裹体等, 含盐类子矿物包裹体较少; 脆硫锡铅矿及其共生的方解石、铁闪锌矿爆裂温度均在 100℃ ~ 280℃ 之间, 脆硫锡铅矿形成温度最低。

由此可知, 喷流沉积改造型锡矿床矿物包裹体温度一般为 102℃ ~ 394℃, 最佳形成温度为 180℃ ~ 220℃, 辉锑矿爆裂温度为 100℃ ~ 360℃, 最佳成矿温度为 180℃ ~ 200℃; 其盐度一般在 10 ± 5 wt% NaCl 范围内变化, 表明该类矿床中辉锑矿主要为中温、中盐度条件下的产物, 早期石英形成大面积硅化时, 锡矿化并不十分强。经晚期锡矿化叠加和构造活动, 使早期硅(化)岩石破碎或在其空隙中充填了大量辉锑矿, 而使早期硅(化)岩中锡矿化更加富集, 形成了层状、似层状矿体; 晚期较低温和低盐度条件下, 形成了脉状或晶洞中锡矿(化)体。

1.2 沉积改造型锡矿床矿物包裹体特征

该类锡矿床中石英包裹体形态不规则, 其分布主要呈稀疏散点状、散点状和点线状, 包裹体一般较小 (1 μm ~ 10 μm), 气液比低 (5% ~ 20%), 盐类子晶包裹体熔化晚于气相消失, 包裹体类型主要为液相包裹体、少量含盐类子晶包裹体, 气相包裹体较少见, 爆裂温度为 190℃ ~ 335℃, 均一化温度为 162℃ ~ 221℃, 盐度为 (5.9 ~ 10.05) wt% NaCl, 一般为 8 ± 2 wt% NaCl; 辉锑矿的爆裂温度为 185℃ ~ 270℃, 与石英包裹体均一化温度相近; 与辉锑矿共生的方解石(早期)包裹体爆裂温度为 235℃ ~ 330℃, 均一化温度为 180℃ ~ 266℃, 而较晚期方解石的包裹体均一化温度为 90℃ ~ 180℃, 与晚期晶洞充填和晚期

本文 1998 年 4 月收到, 张启芳编辑。

铋矿化有关。如半坡铋矿床石英爆裂温度为 290℃ ~ 335℃, 均一化温度 200℃ ~ 220℃, 盐度为 (7.53 ~ 10.05) wt% NaCl, 包裹体呈散点状分布, 主要为液相包裹体, 气液比一般为 10% ~ 30%; 辉铋矿爆裂温度为 185℃ ~ 270℃, 盐度为 (6.80 ~ 23.95) wt% NaCl;

方解石包裹体的爆裂温度较高, 平均 286℃, 均一化温度为 90℃ ~ 266℃, 明显有两个峰值, 第一个峰值为 90℃ ~ 180℃, 第二峰值为 180℃ ~ 266℃, 表明方解石是在两次成矿作用条件下形成的, 这可能与沉积改造两期成矿作用有关。

表1 主要类型铋矿床矿物包裹体温度和盐度

类型	矿床名称	测试矿物	样品数	爆裂温度/℃		均一化温度/℃		盐度 (NaClwt%)	资料来源	
				变化范围	平均值	变化范围	平均值			
喷流沉积改造型	锡矿山	石英		245 ~ 370	302	157 ~ 275	250	1.42 ~ 40.00 (一般 7.5 ~ 18)	肖启明, 1996	
		方解石		205 ~ 340	260	102 ~ 161.6	133			
		辉铋矿	313	145 ~ 305	201					
	木利	石英	68				110 ~ 370		220	
		辉铋矿	72	120 ~ 360	240					
	广西大厂	石英	47	140 ~ 340	220	124 ~ 394	280			
		脆硫铋矿	2	100 ~ 150	120					
		辉铋锡铅矿	2	220 ~ 341	278					
		辉铋矿	1		190					
		方解石	16	140 ~ 270	210	127 ~ 364	268			
		铁闪锌矿	35	100 ~ 280	230					
	晴隆大厂	磁黄铁矿	10	120 ~ 360	240					
		黄铁矿	24	100 ~ 300	210					
		石英	18			140 ~ 253	167		9.3 ~ 10	
辉铋矿		13	100 ~ 300	180						
沉积改造型	半坡	石英	17	290 ~ 335	313	200 ~ 220	213	7.53 ~ 10.05	本院	
		辉铋矿	27	185 ~ 270	222			6.80 ~ 23.95		
		方解石	5	235 ~ 330	286	90 ~ 266	162			
	公馆	石英	26			145 ~ 221	158			
		方解石	14			123 ~ 209	143			
	芙蓉厂	石英	20			162 ~ 243	209	5.9		文献[1]
		浅色闪锌矿	11			168 ~ 214	190			
		石英(早)	7			239 ~ 353	285	2.5 ~ 11.7		
变质再造型	沃溪	石英(中)	6			160 ~ 228	184	2.2 ~ 11.6	肖启明, 1996	
		石英(晚)	10			118 ~ 160	121	10		
		辉铋矿		117 ~ 290	185					
	龙山	石英				262 ~ 342	293		谢云映, 1996	
		辉铋矿	11	130 ~ 290	213					
	渣滓溪	石英	9			245 ~ 345	289		文献[2]	
		辉铋矿	5	190 ~ 290	274					
	黑刚	石英	13			166 ~ 286	211		文献[3]	
		辉铋矿				80 ~ 280	160	1.3 ~ 6.7		
	八壁	石英							文献[4]	
辉铋矿		8	151 ~ 214	188.6						
岩浆热液型	回水湾	石英	7	260 ~ 293	283.6	239.6			谢云映, 1996	
		辉铋矿								
	茶山	石英	7			144 ~ 330	206	2.8 ~ 4		本院
萤石		11			90 ~ 430	177				
火山热液型	三合	辉铋矿		160 ~ 200	180			文献[5]		

1.3 变质再造型铋矿床矿物包裹体特征

该类铋矿床中石英包裹体主要呈柱状、透镜状、水滴状、不规则状和圆球状, 大小一般为 $< 1.5 \mu\text{m} \sim 5 \mu\text{m}$, 包裹体类型为气液包裹体和纯液相包裹体, 均一化温度介于 80℃ ~ 366℃ 之间, 许多矿区石英的形成明显有 3 期或 3 期以上, 盐度范围为 (0.3 ~ 11.7) wt% NaCl, 一般为 5 ± 3 wt% NaCl, 包裹体的气液比为 5% ~ 30%, 一般为 5% ~ 10%; 辉铋矿中包裹体爆裂温度为 117℃ ~ 290℃, 也具多期次特点。如沃溪铋(金钨)矿床中石英至少有三期(早、中、晚), 石英中包裹体一般小于 $1 \mu\text{m}$, 少数为 $1 \mu\text{m} \sim 4 \mu\text{m}$; 包裹体类型为气液包裹体和纯液相包裹体, 气液包裹体形态较规则, 一般呈柱状、透镜状、水滴状和圆球状;

纯液相包裹体常呈定向排列, 一般为长柱状和短柱状; 包裹体的气液比一般为 5% ~ 10%, 少数为 15% ~ 30%, 晚期纯液相包裹体增多; 均一化测温, 早期石英包裹体温度为 239℃ ~ 353℃, 中期石英包裹体测温为 160℃ ~ 228℃, 晚期为 118℃ ~ 160℃; 各期石英包裹体的盐度分别为 (2.5 ~ 11.7) wt% NaCl、(2.2 ~ 11.6) wt% NaCl 和 10 wt% NaCl (1 个样品测值), 这表明从早到晚成矿温度由中偏高温向低温转化, 呈递减趋势, 盐度也有递减趋势, 整个成矿过程中流体的盐度略高于正常海水盐度。

1.4 岩浆热液型铋矿床矿物包裹体特征

该类矿床中石英包裹体形态主要为椭圆形、浑圆形、不规则形, 大小为 $3 \mu\text{m} \sim 20 \mu\text{m}$, 个别达 $60 \mu\text{m}$,

呈面形发育,包裹体类型为液体包裹体(>80%),少量含液体CO₂包裹体和含盐类子矿物包裹体;液体包裹体中气液比为10%~40%,均一化温度为140℃~330℃,盐度为(2.8~5.0)wt% NaCl,包裹体中流体的密度为0.80 g/cm³~1.10 g/cm³,辉锑矿的爆裂温度为151℃~214℃;萤石中包裹体呈面形分布,多呈不规则形和浑圆形,以液相为主,气液比为10%~20%,含盐度一般为(2~3)wt% NaCl,包裹体的流体密度为0.85 g/cm³~0.95 g/cm³,均一化温度为90℃~430℃,一般为150℃~200℃。如广西茶山锑(钨)矿床中石英包裹体的形态主要为不规则及浑圆形,大小为5 μm~15 μm,少量20 μm~60 μm,呈面形发育,以液相为主,其含量占各类包裹体总量的90%以上,少量含液体CO₂包裹体,偶见含盐类子矿物包裹体;液体包裹体中气液比为10%~40%,一般10%~20%,均一化温度为141℃~330℃;包裹体盐度值为(3.75~3.96)wt% NaCl,含盐类子矿物包裹体的盐度高达(30~35)wt% NaCl,包裹体中流体密度前者为0.85 g/cm³~0.89 g/cm³,后者为0.8 g/cm³~1.1 g/cm³。萤石中包裹体形态主要为不规则状和浑圆形,呈面形分布,以液体包裹体占绝大多数(>90%),气液比为10%~15%,含盐度为(2.82~2.98)wt% NaCl,包裹体中流体密度约0.9 g/cm³,均一化温度为90℃~430℃。成矿最佳温度为190±10℃,属中低温岩浆热液矿床。

1.5 火山热液型锑矿床矿物包裹体特征

该类锑矿床中矿物包裹体特征及测温资料很少,据已收集的吉林省驿马三合锑矿床辉锑矿包裹体资料可知,其辉锑矿包裹体的爆裂温度为160℃~200℃,具浅成低温矿床特征。

2 矿物包裹体成分及地球化学特征

主要类型锑矿床矿物包裹体成分分析结果及特征值(表2)表明,锑矿床中矿物包裹体成分均以H₂O为主,含量一般都在70%以上,反映锑矿床成矿流体以水为主,并含有多种组分的气液流体特征。气相成分主要为CO₂,CO,CH₄,H₂含量较低,有些矿床矿物包裹体N₂含量偏高,说明锑矿床成矿流体普遍富含CO₂。液相成分中阳离子以Na⁺、Ca²⁺为主,K⁺、Mg²⁺次之,K⁺/Na⁺比值一般小于1,Ca²⁺/Mg²⁺比值一般均大于1,说明成矿流体中阳离子以Na⁺、Ca²⁺为主,K⁺、Mg²⁺离子含量次之。液相成分中阴离子F⁻、Cl⁻含量变化较大,同类矿床不同矿物中包裹体F⁻、Cl⁻含量也不相同,F⁻/Cl⁻比值变化范围

大(0.037~41.780);SO₄²⁻离子也是锑矿床矿物包裹体中较重要的成分之一,但许多矿床没有进行测试,难以讨论。

2.1 喷流沉积改造型锑矿床包裹体成分及地球化学特征

该类锑矿床中矿物包裹体成分除水以外,液相组分主要为Ca²⁺-Cl⁻-Na⁺型,Ca²⁺>Na⁺>K⁺>Mg²⁺;部分为SO₄²⁻-Na⁺-F⁻型和Ca²⁺-F⁻-Na⁺。气相部分主要为CO₂,属CO₂-N₂-CO型。K⁺/Na⁺比值为0.085~0.929,均小于1;Ca²⁺/Mg²⁺比值为2.738~231.973,一般大于10;F⁻/Cl⁻比值变化较大,从0.066~39.242,但除晴隆大厂(F⁻/Cl⁻=1.291~39.242)、箭猪坡(F⁻/Cl⁻=2.552)和广西大厂辉锑锡铅矿(F⁻/Cl⁻=5.254)外,其余矿床中矿物包裹体F⁻/Cl⁻值均小于1;H₂/CH₄比值变化也很大,从0.006~13.264,规律性不明显。

2.2 沉积改造型锑矿床包裹体成分及地球化学特征

该类矿床中矿物包裹体成分除水以外,气相组分主要为CO₂-CO-N₂型,同时含CH₄较高,液相成分主要为SO₄-Ca²⁺-Na⁺型,Ca²⁺>Na⁺>Mg²⁺>K⁺;阴离子为SO₄²⁻>F⁻>Cl⁻。K⁺/Na⁺比值很低,一般小于0.1;Ca²⁺/Mg²⁺比值较高,一般大于15;F⁻/Cl⁻比值0.732~5.885,具相对富F⁻特征,这可能与矿床中普遍含有萤石矿物有关;H₂/CH₄值介于0.086~0.297之间,说明成矿流体中CH₄含量较高,与沉积作用关系密切。

2.3 变质再造型锑矿床包裹体成分及地球化学特征

该类锑矿床中矿物包裹体成分除水以外,液相组分为Na⁺-Ca²⁺(K⁺)-Cl⁻型,Na⁺>Ca²⁺(K⁺)>Mg²⁺,Cl⁻>F⁻;气相组分为CO₂-N₂-CO型,CH₄和H₂含量次之。该类矿床矿物包裹体成分中K⁺/Na⁺比值一般为0.147~0.277(白钨矿中包裹体成分K⁺/Na⁺>1),Ca/Mg比值1.809~11.213,F⁻/Cl⁻比值一般小于1(0.046~0.259),个别值可大于1(如渣滓溪包裹体中F⁻/Cl⁻=8.211),H₂/CH₄比值一般大于1。表明成矿流体中富含Na⁺、Ca²⁺、Cl⁻、CO₂组分为主,而K⁺、Mg²⁺、F⁻、N₂、CO、CH₄、H₂等组分含量次之。

2.4 岩浆(火山)热液型锑矿床包裹体成分及地球化学特征

岩浆热液型锑矿床矿物包裹体成分的水约占总

量的 84.5% ~ 96.9%, 为最重要的组成部分。其它液相成分为 $\text{Ca}^{2+} - \text{F}^- - \text{K}^+$ 型, 即 $\text{Ca}^{2+} > \text{K}^+ > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+}$ 含量; 阴离子中一般 $\text{F}^- > \text{Cl}^-$ 或 $\text{F}^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$; 气相组分中为 $\text{CO}_2 - \text{CO} - \text{H}_2$ 型。 K^+/Na^+ 比值明显大于 1, 表明成矿流体中碱金属以 K^+ 离子为主; $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ 比值为 2.729 ~ 34.4218, F^-/Cl^- 比值为 0.198 ~ 41.780, 气相组分中 H_2 含量较高, 表明该类成矿流体中碱金属离子以 K^+ 为主, 碱土金属离子以 Ca^{2+} 为主, 阴离子以 F^- 为主, 气相成分主要为 CO_2 。

火山热液型锑矿床矿物包裹体中 H_2O 包裹体成分占总量的 81% 左右, 其余液相组分为 $\text{Cl}^- - \text{Na}^+ - \text{K}^+$ 型, $\text{Na}^+ > \text{K}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$, 阴离子 $\text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{F}^-$; 气相组分由于分析值不完善, 而很可能为 $\text{CO}_2 - \text{CO} - \text{N}_2$ 型。 K^+/Na^+ 、 $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ 、 F^-/Cl^- 比值均小于 1, 表明成矿流体中相对富含 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 离子和 SO_4^{2-} 离子, 火山成矿作用时, 除水气外, CO_2 气体含量很高, 约占包裹体成分的 18% 左右。包裹体成分中的 $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ 含量约占总成分的 99%, 显然, 火山期后热液成矿流体中气相组分含量较高。

主要类型锑矿床矿物包裹体成分中各组分之间关系可区分不同类型锑矿床。在 $\text{Ca}^{2+} - \text{Na}^+ - \text{K}^+$ 和 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$ 三角图解 (图 1、图 2) 中, 喷流沉积改造型和沉积改造型锑矿床矿物包裹体组分点落于 A 区, 说明二者包裹体成分具有部分相似特征, 实际上, 该二类锑矿床可以产于同一构造带或同一地区, 一般来讲, 沉积改造型锑矿床位于喷流沉积改造型锑矿床外围; 变质改造型锑矿床矿物包裹体组分点落于 B 区, 而岩浆(火山)热液型锑矿床矿物包裹体成分点落于 C 区; A、B、C、三区界线明显, 且 B 区位于 A、C 区之间, 表明变质改造型锑矿床与岩浆(火山)热液型锑矿床成矿作用之间, 不仅可有沉积变质、火山沉积变质成矿作用, 也可以有岩浆热液叠加成矿作用。

主要类型锑矿床矿物包裹体成分 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{F}^- + \text{Cl}^-$ 关系图 (图 3) 中, 喷流沉积改造型锑矿床矿物包裹体组分点落入 A 区, 沉积改造型锑矿床矿物包裹体组分点落入 D 区, 两者的区别在于前者矿物包裹体中 K^+ 含量略高于后者。后者的 Na^+ 含量略高于前者; 其共同之处为两者 $\text{F}^- + \text{Cl}^-$ 含量比例较高, K^+ 、 Na^+ 含量比例较低。变质改造型锑矿床矿物包裹体成分点主要落入 B 区, 另有两个点分别落

入 A、D 区界线附近和 C 区, 这可能与该类矿床成因复杂有关。岩浆(火山)热液型锑矿床矿物包裹体成分点落在 C 区, 表明矿床矿物包裹体成分中 K^+ 和 $\text{F}^- + \text{Cl}^-$ 离子含量比例较高, Na^+ 含量比例较低。

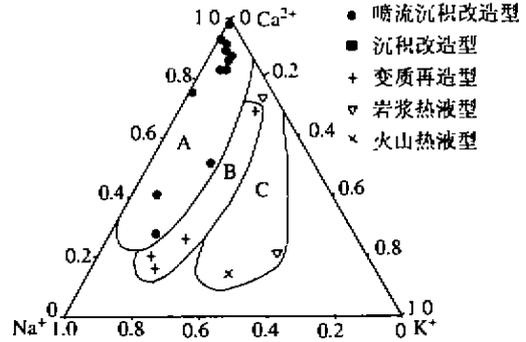


图 1 矿物包裹体成分 $\text{Ca}^{2+} - \text{Na}^+ - \text{K}^+$ 关系图

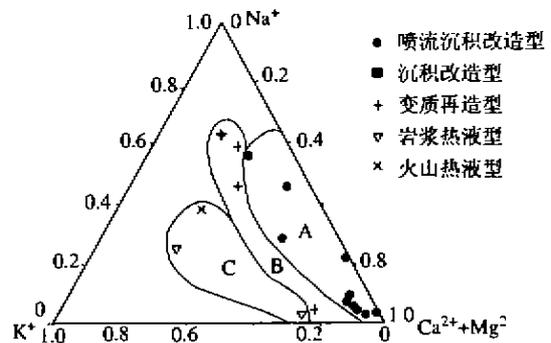


图 2 矿物包裹体成分 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ 关系图

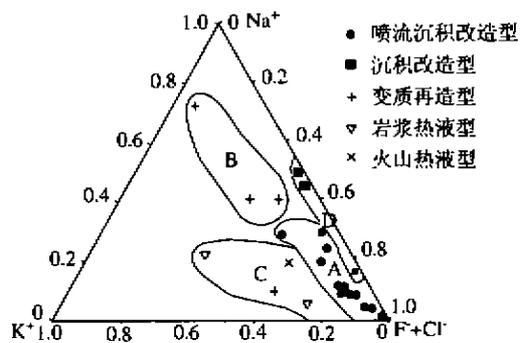


图 3 矿物包裹体成分 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{F}^- + \text{Cl}^-$ 关系图

由上可知, 各类锑矿床之间即有相互联系, 也有明显区别, 喷流沉积改造型与沉积改造型锑矿床具有一些相似之处, 如 $\text{K}^+/\text{Na}^+ < 1$, F^-/Cl^- 值变化大, 在图 (图 1、2、3) 中落点位置相近或落入同一区间; 但喷流沉积改造型锑矿床矿物包裹体成分中 K^+/Na^+ 比值高于沉积改造型锑矿床, 在图 (图 1、2、3) 中落点范围广, 前者包裹体类型较后者复杂等。变质改造型锑矿床矿物包裹体成分中 K^+/Na^+ 比值与沉积改造型、岩浆(火山)热液型矿床具有相似或过渡特征, 在图 1、2 中位于 A、C 区之间, 说明该类矿床可兼有两区间矿床的某些特征, 在图 3 中, 有两

个点分别落入 A、C 区范围内。火山热液型与岩浆热液型锑矿床矿物包裹体成分相似之处较多,如在图 1、2、3 中的点落入同一区间,但其它区别则为前者 K^+/Na^+ 比值小于 1、后者大于 1;前者气相组分

所占总成分比例较大,后者较小等。根据矿床之间的联系和区别,可指导找矿工作部署,如可在喷流沉积改造型锑矿床外围寻找沉积改造型矿床等。

表 2 主要类型锑矿床矿物包裹体成分及特征值

类型	矿床名称	测试矿物	样品数	分析项目结果 / μg/g														NaCl / wt%	K^+/Na^+	Ca^{2+}/Mg^{2+}	F^-/Cl^-	H_2O/CH_4^+	资料来源
				K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	F^-	Cl^-	SO_4^{2-}	CO_2	CO	CH_4	H_2	N_2	H_2O							
喷流沉积改造型	锡矿山	矿体 Q	4	14.88	31.1	234.32	5.8	4.76	104.02		9.83	1.78	0.08	0.02				0.281	24.520	0.085	1.990	①	
		晶洞 Q*	2	4.88	6.91	60.1	3.22	2.38	42.38		3.6	0.35	0.06	0.04				0.415	11.318	0.105	6.367		
	晴隆大	晶洞 Q*	2	26.11	44.45	76.39	6.11	6.11	76.11		1.39	0.57	0.18	0.07				0.345	7.582	0.150	3.095	②	
		F	1	0.88	0.94	114.76	0.3	87.9	4.18	7.46	3.2		0.11	0.0072	2.6	200		0.550	231.973	39.242	0.521		
	广西大厂	AT	2	0.97	1.61	24.95	2.4	4.69	6.78	5.36	21.9	2.05	0.29	0.0018	2.15	1483.0		0.354	6.304	1.291	0.049	[2]	
		SP	1	1.37	9.5	7.72	1.71	11.9	8.7	151.4	264.2	1.4	0.78	1.3		660	7.1	0.085	2.738	2.552	13.264		
		JM	2	0.332	0.469	4.188	0.054	0.35	3.974		3.256	痕	0.005	0.0001	0.455	86.92		0.708	77.556	0.068	0.020	本院	
		MR	9	0.226	0.247	3.026	0.131	0.813	1.239		3.933	痕	0.085	0.0018	0.338	88.73		0.915	23.099	0.656	0.021		
		FA	1	0.063	0.082	6.572	痕	1.571	0.299		2.117	痕	痕	痕	0.283	89.02		0.646	> 100	5.254		本院	
		Q	16	0.657	2.859	1.408	0.114	0.288	7.835		12.319	痕	0.278	0.086	0.778	72.95		0.578	118.778	0.261	0.309		
AT		1	0.186	0.322	5.345	0.045	0.645	2.468		0.724	痕	痕	痕	0.413	89.86		0.578	118.778	0.261		本院		
PY		4	0.158	0.17	2.296	0.128	0.21	3.162		8.069	痕	0.199	0.0011	0.254	85.46		0.929	17.938	0.066	0.006			
沉积改造型	半坡	Q	2	0.047	1.789	30.712	0.369	1.227	0.832	21.549	13.434	4.849	0.279	0.003	2.176	883	8.79	0.015	50.472	2.752	0.086	[6]	
	CAL	4	0.1195	1.071	3.167	4.1	1.3	39.586	167.077	2.68	0.885	0.033	4.939	879.5		0.066	5.085	0.297					
变质改造型	崖湾	CAL	1	0.19	5.62	17.92	0.59	1.47	3.75	31.38						1.1	0.020	18.418	0.752	1.447	[7]		
	龙山	Q	6	4.515	15.8	4.253	0.23	0.44	17.7	16.35	55.83	0	0.22	0.04		855		0.168	11.213	0.046	1.447		
岩浆热液型	清潭溪	Q	2	3.3	11.4	3	0.35	0.88	< .2	157.15	0.31	0.255	0.08		1540		0.170	5.198	8.211	2.497	③		
	SH	2	12	4	37	12.4	0.39	24.9		1072.45	12.2	0.48	0.47		435		1.764	1.809	0.029	7.793			
	灰堡	Q	18	0.414	0.879	0.466	0.139	0.098	0.705		1.854	0.076	0.026	0.101	0.413	140.82		0.277	2.033	0.259	30.915	①	
	八棱	AT	3	0.4	1.6	0.54	0.12	0.31	8.05	3.64	13.62	0.02	0.49	0.04	7.21	299.08	4.2	0.147	2.729	0.072	0.650	[4]	
火山热液型	茶山	Q	10	1.581	0.32	5.022	0.089	5.127	0.229		3.043	痕	0.019	0.052		84.51		2.905	34.218	41.780	21.781	本院	
	花山	Q	2	0.93	0.46	0.36	0.08	0.07	0.66	1.96	7.21	1.68	0.12		422.25	6.55	1.189	2.729	0.198		[8]		
宝山	Q	2	0.26	0.28	0.092	0.084	0.077	0.75	0.39	45.5	1.07	0.09			207	5.4	0.546	0.664	0.192		[8]		

* 地层中晶洞石英, Q—石英; F—萤石; AT—辉锑矿; SP—闪锌矿; JM—脆硫锑铅矿; MR—铁闪锌矿; FA—辉锑锡铅矿; CS—锡石; PY—黄铁矿; CAL—方解石; SH—白钨矿; ①—肖启明, 1996; ②—蔡继峰等, 1996; ③—谢云映, 1996

参考文献

- 蔡建明, 徐新煌, 李保华. 五圩多金属矿田包裹体地球化学特征研究. 成都理工学院学报, 1995, 22(1): 69-77
- 鲍振襄, 鲍玉敏. 渣滓溪锑矿带地质特征及成矿条件探讨. 湖南地质, 1991, 10(1): 26-42
- 何海州. 桂北黑刚地区锑矿地质特征及控矿条件. 有色金属矿产与勘查, 1996, 5(1): 34-41
- 王书凤, 魏家秀, 张绮铃. 贵州八棱锑矿田的地质学和地球化学. 北京: 地质出版社, 1994
- 康震野. 吉林省石咀、烟筒山地区中生代火山岩成矿作用及找矿方向. 吉林地质科技情报, 1988, 55(5): 2-10
- 李建忠. 西秦岭锑矿化类型及其热水成因. 西北金属矿产地质, 1989, 4(2): 8-18
- 王秀璋, 程景平, 张宝贵. 中国改造型金矿床地球化学. 北京: 科学出版社, 1992
- 嵇福元, 等. 皖南赣北等地微细浸染型金矿成矿条件. 南京大学学报(地球科学), 1992, 4(3): 86-96

INCLUSIONS CHARACTERISTICS AND GEOCHEMISTRY OF MINERALS IN MAIN TYPE ANTIMONY DEPOSITS IN CHINA

Zhang Guolin, Yao Jinyan, Gu Xiangping

Deals with the form, size, gas/liquid ratio, explosion and homogenization temperature, and salinity of the inclusions of minerals in main type antimony deposits in China. It is regarded that the most probable temperature of formation for stibnite is from 180°C to 220°C, and the salinity ranges from (5-10) wt% NaCl. The compositions of inclusions of minerals change in a wide range with H₂O as the principal phase, CO₂ as the principal gas phase, and Na⁺, Ca²⁺ as the principal and secondly K⁺, Mg²⁺ in the liquid phases, in which the K⁺/Na⁺ ratios are generally less than 1, and Ca²⁺/Mg²⁺ ratios more than 1. The above characteristics suggest that the liquid phases of the ore-forming fluids are mainly composed of H₂O, Na⁺, Ca²⁺, F⁻, Cl⁻, and the gas phase mainly of CO₂.

Key words: antimony deposits, mineral inclusions, ore-forming temperature, compositions of inclusions, geochemistry



第一作者简介:

张国林 男, 1956年生. 1982年毕业于昆明工学院地质系矿产普查与勘探专业. 现任中国有色金属工业总公司矿产地质研究院高级工程师, 主要从事矿床地质地球化学研究工作.

通讯地址: 广西桂林市三里店金星路2号 中国有色金属工业总公司矿产地质研究院 邮政编码: 541004