

# 广东阳春锡山岩体的地质地球化学特征\*

陈志中  
(地质学系)

## 摘 要

本文从岩石学、岩石化学、稀土元素、微量元素和氢、氧、铅同位素地球化学等方面研究了锡山岩体,讨论了锡山钨锡矿床与花岗岩体的成因联系。

有充分的证据表明,锡山花岗岩体是一个燕山晚期第二阶段两次侵入构成的复式岩体。两次侵入的岩体都是在板内张裂性构造环境中陆壳重熔岩浆分异结晶成因的,并具有同源演化关系。钨锡矿化与第二次侵入的花岗岩体有直接的成因联系,成矿发生在岩浆期后的气化热液期。

**关键词** 锡山岩体,两次侵入,地球化学,钨锡矿化

锡山岩体产有三种矿化类型,即石英脉型、脉侧云英岩型和矽卡岩型。矿种以锡为主,钨为次,伴生铜铅锌。

赵子杰<sup>[1]</sup>和马大铨<sup>[2]</sup>对锡山岩体做过研究,但未划分侵入阶段。笔者也曾对该矿床做过研究<sup>[1]</sup>,此次侧重从地球化学方面做进一步研究。

## 1 矿区及区域地质概况

锡山位于粤西吴川—四会断裂带东侧,阳春海西—印支断陷盆地南部中央。锡山花岗岩体侵入下石炭统测水组砂页岩和石礞子组灰岩中。盆地内及锡山岩体周围断裂构造十分发育,对成岩成矿有明显控制作用。盆地复向斜的轴向呈北东 $30^{\circ}\sim 35^{\circ}$ ,主要断裂也沿这一方向延伸,但东西向、近南北向和北西向的褶皱和断裂也有显示。锡山岩体就是受近南北向锡山短轴背斜及其东西两侧断裂控制侵入的。区内岩浆活动强烈,印支期有小型基性岩浆侵入;燕山期以酸性花岗岩浆侵入为特征,并从早期到晚期,岩体规模变

本文1987年6月收到

●国家自然科学基金资助项目

1) 陈志中等,阳春锡山钨锡矿床成矿规律及其预测,冶金丛刊,1982,第2期。

小, 从二长花岗岩和花岗闪长岩演化为钾长花岗岩, 从伴有铁铜矿化到伴有钨锡矿化。

## 2 岩体划分及其特征

**2.1 岩体划分及依据** 锡山岩体出露0.5平方公里, 呈小岩株状产出(图1)。704地质队勘探该矿床时将岩体划分为燕山四期早晚两次侵入<sup>2)</sup>, 以“碎裂正长岩”的出现

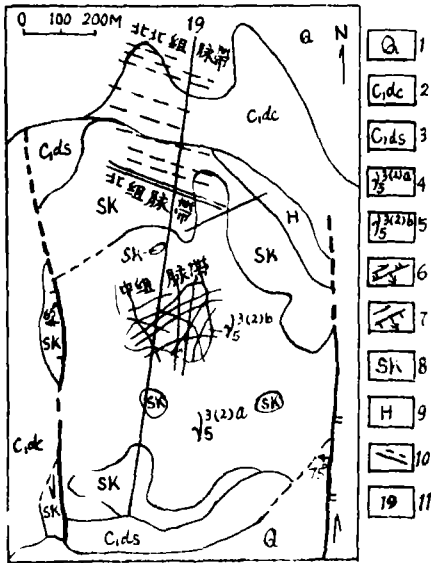


图1 锡山钨锡矿床地质图

Fig. 1 Schematic geological map of Xishan district

- 1—第四系,            2—下石炭统测水组,
- 3—下石炭统石碇子组, 4, 5—燕山晚期第二阶段第一、二次侵入的钾长花岗岩,
- 6—斜冲断层,            7—斜正断层,
- 8—矽卡岩,            9—角岩,            10—矿脉,
- 11—勘探线及编号

作为两次侵入的分界。现在矿山生产则以“花斑状花岗岩”的出现作为两次侵入的接触界面。据赵子杰等的资料, 锡山岩体黑云母K-Ar同位素年龄为81百万年, 应属于燕山晚期第二阶段第二阶段的侵入产物。经野外观察发现, 有充分证据表明, 锡山岩体是一个同属于燕山晚期第二阶段由两次侵入构成的复式岩体。所谓“碎裂正长岩”或“花斑状花岗岩”其实是第二次侵入体与第一次侵入体接触部位产生的似伟晶岩(图2)。我们以这种似伟晶岩作为两次侵入的划分标志, 填制了矿区84(图3)、-40、-80中段地质

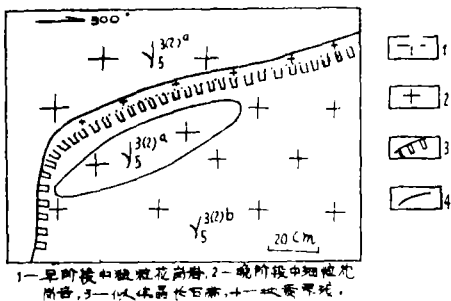


图2 两次侵入体接触带素描(84中段)

Fig. 2 Sketch showing the contact relation of two intruded rock bodies

- 1—第一次侵入的中粗粒花岗岩,
- 2—第二次侵入的中细粒花岗岩,
- 3—似伟晶岩带, 4—地质界线

2) 704地质队, 1964, 阳春锡山矿床补充勘探报告,

图, 并发现在两次侵入接触的界线上, 晚侵入的细粒花岗岩与早侵入的中粗粒花岗岩呈明显的突变接触, 平行接触带普遍有交代成因的粗大板状钾长石晶体垂直生长。

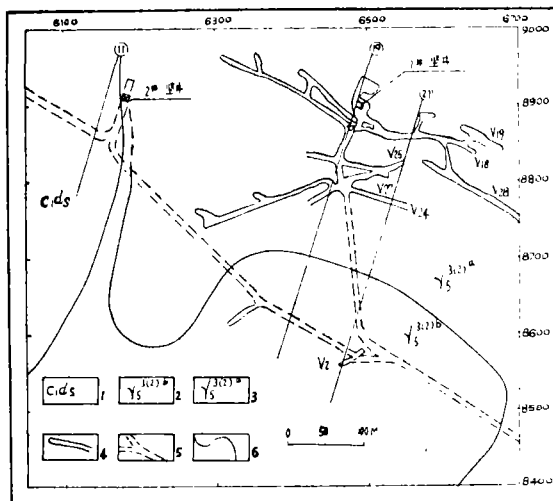


图 3 锡山84中段地质图  
 Fig. 3 Schematic geological map of 84 level in Xishan  
 1—3 见图1, 4—采矿坑道, 5—运输坑道, 6—地质界线

第一次侵入的岩体在地表广泛出露, 而第二次侵入的只在锡山顶小范围出露, 在接触带不仅有似伟晶岩产出, 而且还常见岩枝、岩脉插入第一次侵入的岩体内。从两次侵入岩体在地表的出露情况和三个中段地质图上清楚地揭示出两次侵入岩体的接触界线越往深部越向北, 接触面呈向北平缓倾斜, 倾角约 $35^\circ$ ; 第二次侵入的岩体向深部变大, 呈上小下大的圆锥状, 而第一次侵入的岩体则分布于复式岩体边部, 呈壳状包围着第二次侵入体(图4)。这说明两次岩浆的侵入通道相同, 大致都是从北或北西向南或东南方向上升超覆的。

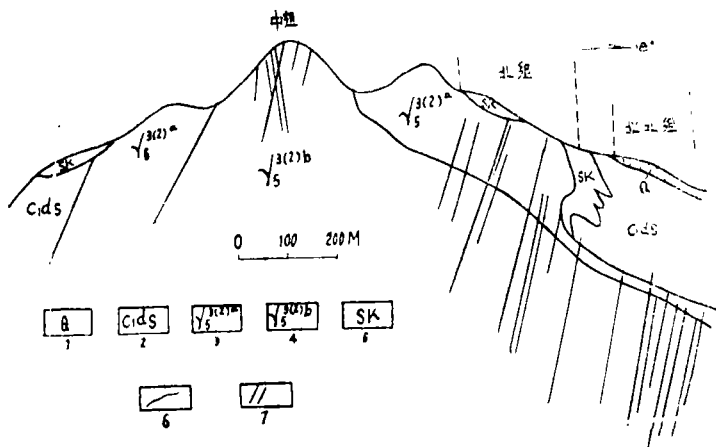


图 4 锡山矿区19线剖面图(图例见图1)  
 Fig. 4 No.19 traverse section of Xishan district

**2.2 岩石学及岩石化学特征** 锡山岩体两次侵入的岩石矿物成分差异不大, 而且都含少量斑晶。第一次侵入岩体的边缘相不发育, 仅在地表局部可见断续的细粒冷边,

岩性为细粒黑云母钾长花岗岩。内部相为中粗粒黑云母钾长花岗岩，呈浅灰白色，主要造岩矿物为钾长石、斜长石、石英和黑云母，副矿物有锆石和独居石。钾长石含量35~45%，以条纹长石和正长条纹长石为主，还有少量正长石。条纹长石中的钠长石条纹规则，方向性和连续性都明显。斜长石含量约20~35%，主要为更钠长石，部分为钠长石， $An\ 5\sim 12$ ，形态多为板柱状，钠长石聚片双晶和卡钠复合双晶发育。石英含量约25~35%，多为他形粒状，部分可见浑圆的溶蚀现象。黑云母含量1~2%，内部常含锆石包裹体，多色性强， $Ng$ —深褐棕色， $Np$ —浅褐棕色至无色，受蚀变后多色性减弱。

第二次侵入岩体主要出露两种岩石类型，即细粒斑状黑鳞云母钾长花岗岩和中细粒黑鳞云母钾长花岗岩。两者呈渐变过渡关系，前者属于岩体的边缘相，不过其出露是不连续的。这种岩石色深，基质较细，斑晶约占15%，主要为钾长石，晶形比较好，长约0.5~0.8厘米；基质中的黑鳞云母受到了不同程度的蚀变，颜色变绿。中细粒黑鳞云母钾长花岗岩与第一次侵入的花岗岩相比，其特点是矿物颗粒较细，颜色较深，黑鳞云母较多，可达2~4%，多色性也很强， $Ng$ —深褐微带绿色， $Np$ —浅黄绿色，受蚀变现象普遍，常可见到颗粒中心为深褐色，边缘蚀变为绿色，全部蚀变后则变为绿色黑鳞云母。钾长石含量(40~50%)增多，以条纹长石为主，正长条纹长石较少，条纹不规则，连续性差；斜长石(15~25%)减少， $An\ 5\sim 10$ ，交代成因的钠长石增多；石英(25~40%)增多，自形程度较高。副矿物除锆石外还出现锡石和黑钨矿。

对两次侵入岩体的云母经单矿物全分析和矿物分子式计算(表1)，并投到Lapides(1977)的含锂云母类矿物分类图解(图5)中，结果是第一次侵入岩体的云母落入黑云母区，第二次侵入岩体的两个云母样品都落入黑鳞云母区。两次侵入岩体的云母不仅矿物种类不同，而且其微量元素含量也有明显差异，第二次侵入的云母含钨锡要比第一次的高(表2)，而且蚀变后钨锡则大量析出，这对钨锡富集成矿极为有利。

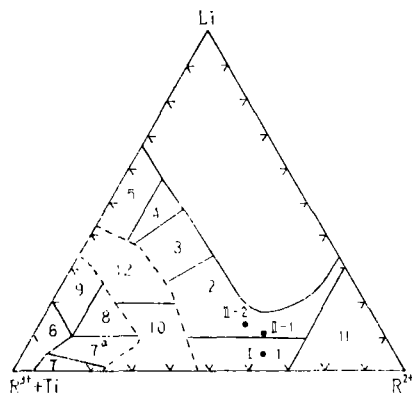


图5 锡山岩体云母分类图解投影  
(依Lapides, 1977)

Fig. 5 Showing the micas of Xishan granite body projected in classify diagram of mica group contained Li

- 1—黑云母, 2—黑鳞云母,
- 3—铁锂黑云母
- I—第一次侵入岩体的云母,
- I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>—第二次侵入岩的云母,
- I<sub>2</sub>为绿色的

表1 锡山岩体云母类矿物分子式表  
Tab. 1 Micas mineral formulae of Xishan granite body

侵入次序	矿物	分子式
第一次	黑云母	$(K_{0.56}Na_{0.04}Ca_{0.02})_{0.62}(Li_{0.13}Mg_{0.05}Fe_{1.24}^{2+}Mn_{0.08}Fe_{0.41}^{3+}Al_{0.34}Ti_{0.07})_{2.32}[(Si_{2.89}Al_{1.11})_{4.00}O_{10.00}]$ $[(OH)_{2.49}F_{0.45}Cl_{0.02}]$
第二次	黑鳞云母	$(K_{0.70}Na_{0.04}Ca_{0.02})_{0.67}(Li_{0.25}Mg_{0.07}Fe_{1.17}^{2+}Mn_{0.11}Fe_{0.23}^{3+}Al_{0.49}Ti_{0.09})_{2.41}[(Si_{2.93}Al_{1.07})_{4.00}O_{10.00}]$ $[(OH)_{2.08}F_{0.73}Cl_{0.02}]$
	黑鳞云母 (绿色)	$(K_{0.89}Na_{0.04}Ca_{0.01})_{0.94}(Li_{0.32}Mg_{0.02}Fe_{1.24}^{2+}Mn_{0.09}Fe_{0.20}^{3+}Al_{0.68})_{2.55}[(Si_{2.86}Al_{1.14})_{4.00}O_{10.00}]$ $[(OH)_{1.53}F_{0.93}Cl_{0.01}]$

表2 锡山岩体云母的微量元素含量(%)  
Tab. 2 Trace elements content in micas of Xishan granite body

侵入次序	矿物	WO <sub>3</sub>	SnO <sub>2</sub>	Li <sub>2</sub> O	Rb <sub>2</sub> O	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Pb	Zn
第一次	黑云母	0.12	0.020	0.42	0.090	0.17	0.023	0.010	0.099
第二次	黑鳞云母	0.15	0.034	0.82	0.150	0.11	0.012	0.020	0.089
	黑鳞云母 (绿色)	0.013	0.026	1.06	0.075	0.034	0.0084	0.11	0.14

从表3中可以看出锡山两次侵入的岩体在岩石化学上是有差别的,主要表现在第二次侵入的岩石铁镁组分和钾含量升高,其特征是:

①两次侵入岩体的SiO<sub>2</sub>含量大于75%,高于华南燕山晚期花岗岩的平均含量(74.30%)<sup>[3]</sup>,属超酸性花岗岩。岩浆从早到晚的演化虽然SiO<sub>2</sub>升高,但反映岩浆酸性程度的酸性指数(S)却降低,说明第一次侵入岩浆比第二次的酸性更大些。

②它们都是Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>>K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O+CaO,属铝过饱和和系列岩石,所以都出现标准矿物分子刚玉。

③碱质(K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O)总量高,且K<sub>2</sub>O>Na<sub>2</sub>O,碱质指数(N)基本不变。从早到晚的演化是钾升高钠降低,钾钠比值(K)升高。与华南燕山晚期花岗岩相比,它们是很富钾质的花岗岩。

表3 锡山岩体岩石化学成分、特征数值和CIPW标准矿物表

Tab. 3 Chemical composition, characteristic numbers and CIPW normative minerals of Xishan granite body

侵入次序	岩性	样品数											含量 (%)													
		SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O*	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O*	
第一次	中粗粒花岗岩	75.62	0.04	12.79	0.64	0.91	0.05	0.24	0.73	3.81	4.74	0.01	0.33													
	边缘相	75.96	0.06	12.48	0.55	1.25	0.10	0.48	0.66	3.44	5.04	痕	0.35													
	内部相	75.60	0.07	12.48	0.81	1.31	0.13	0.42	0.58	3.12	5.46	痕	0.32													
第二次	平均	75.78	0.07	12.48	0.68	1.28	0.11	0.45	0.62	3.28	5.25	痕	0.34													
	华南燕山晚期花岗岩	74.30	0.17	12.68	0.83	1.39	0.06	0.43	0.86	3.86	4.60	0.05	-													

烧失	合计	特征数值							CIPW 标准矿物						
		DI	N	S	K	F	Q	Or	Ab	An	C	Di	Hy	Ap	Il
0.71	100.29	93.16	0.89	55.30	1.24	0.39	32.90	28.01	32.25	3.54	0.10	1.75	0.03	0.08	0.95
0.91	100.95	92.54	0.89	41.06	1.47	0.28	33.65	29.79	29.10	3.29	0.16	3.12		0.12	0.76
0.65	100.63	92.50	0.88	38.01	1.75	0.36	33.89	32.23	26.38	2.87	0.40	2.89		0.14	1.18
0.78	100.78	92.53	0.89	39.46	1.60	0.32	33.78	31.01	27.74	3.09	0.27	2.95		0.14	1.00
0.37	99.66	91.03	0.89	36.11	1.19	0.35	31.78	27.18	32.66	3.69	0.21	2.66		0.32	1.20

$$N = \frac{K_2O + Na_2O}{Al_2O_3} \text{ (分子数)}, S = \frac{(Si + K + Na)}{(Fe^{3+} + Fe^{2+} + Mg)} \text{ (原子数)}, K = \frac{K_2O}{Na_2O} \text{ (重量\%)}, F = \frac{Fe^{3+}}{Fe^{3+} + Fe^{2+}} \text{ (原子数)}$$

④两次侵入岩体都贫二价阳离子,  $\text{FeO} + \text{MnO} + \text{MgO} + \text{CaO}$  总量(1.93%和2.49%)低于华南燕山晚期花岗岩(2.74%)。从早到晚二价阳离子增多, 岩浆氧化指数(F)降低, 说明岩浆向偏基性和侵入深度增大的方向演化。在O.F. Tuttle(1958)<sup>[4]</sup>提出的含水 $Q - \text{Or} + \text{Ab}$ 三元系相图上的投影, 两次侵入岩都落在水压1千巴附近, 而第一次侵入岩体的成岩温度接近700°C, 第二次的成岩温度则在700°C--750°C之间, 这至少说明第二次侵入的岩浆的来源深度要比第一次的深一些。

⑤第一次侵入岩体的分异指数(DI)稍比第二次的高, 更高于华南燕山晚期花岗岩, 与世界碱性花岗岩(DI=93.9)接近。按W.L. Petro(1979)<sup>[5]</sup>提出的用岩浆主要元素及分异指数(表4)来鉴别锡山花岗岩体的形成地质构造环境, 是在张裂性构造环境中侵位的。

表4 锡山岩体构造环境判别对比表

Tab. 4 Comparison of the tectonic environment of Xishan granite body

岩体	DI	$\text{Al}_2\text{O}_3$	CaO	总碱量	CaO	
					$\frac{\text{CaO}}{\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}}$	$\frac{\text{TFe}}{\text{TFe} + \text{MgO}}$
锡山 第一次侵入岩体	93.16	12.79	0.73	8.55	0.035	0.866
锡山 第二次侵入岩体	92.52	12.48	0.62	8.53	0.075	0.813
张裂性花岗岩 不列颠诸岛第三纪花岗岩	88.87	13.34	1.24	8.57	0.152	0.907
张裂性花岗岩 冰岛第三纪花岗岩	91.97	13.23	0.86	8.40	0.104	0.928
挤压性花岗岩 阿留申—阿拉斯加花岗岩	83.10	14.90	2.40	6.68	0.382	0.791
挤压性花岗岩 南加利福尼亚花岗岩	83.34	13.95	2.22	6.91	0.342	0.829

### 3 岩体的地球化学特征

**3.1 稀土元素组成及分布特征** 锡山两次侵入体的稀土总量(表5)低于华南燕山晚期花岗岩(335.5ppm), 相对富集重稀土, 但第二次侵入岩体的 $\Sigma\text{Ce}/\Sigma\text{Y}$ (0.78)比第一次的(0.73)大, 说明第一次侵入岩浆更富重稀土。用W.V. Boynton(1984)推荐值<sup>[6]</sup>进行标准化图解, 两次侵入岩体的稀土分布模式都为对称的稍向右倾的“V”形曲线(图6)。它们的 $\delta\text{Eu}$ 值和 $\text{Eu}/\text{Sm}$ 比值都很小,  $\text{Eu}$ 负异常极为明显, 这些特征与南岭地区许多产钨锡的燕山期花岗岩相似, 说明两次侵入岩体都是陆壳重熔岩浆分异结晶而成的, 具有同源演化关系。

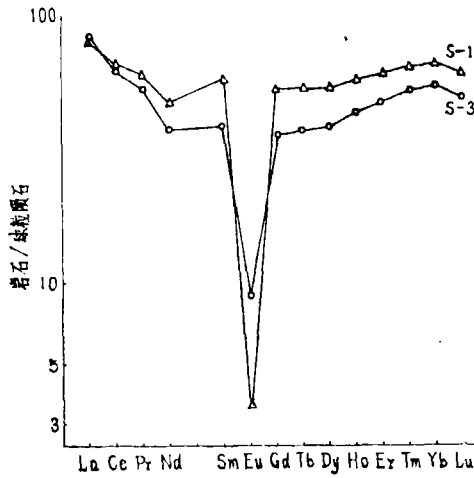


图6 锡山岩体稀土分布模式图

Fig. 6 REE distribution pattern of Xishan granite body

S-1 为第一次侵入体

S-3 为第二次侵入体

表5 锡山岩体稀土元素含量 (ppm) 表

Tab. 5 REE contents of Xishan granite body

侵入次序	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy
第一次	27.04	57.14	6.82	28.28	10.43	0.26	13.28	2.53	16.81
第二次	27.38	54.46	6.07	22.54	7.07	0.62	8.85	1.75	12.11

Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	ΣREE	$\frac{\Sigma Ce}{\Sigma Y}$	δEu	$\frac{Eu}{Sm}$
3.98	11.93	1.91	13.08	2.02	113.7	309.21	0.73	0.07	0.03
3.00	9.37	1.54	10.80	1.66	102.3	269.50	0.78	0.23	0.09

**3.2 微量元素特征** 锡山两次侵入岩体的微量元素分析结果 (表6) 显示下列特征:

(1) W、Sn含量都高于华南燕山晚期花岗岩的平均丰度许多倍, 从早到晚W、Sn升高, Nb、Ta降低, 表明第二次侵入岩体更有利于钨锡成矿。

(2) Li、Rb、Cs含量也高于华南燕山晚期花岗岩, 并和K一起从早到晚具有升高的演化特征。它们的K/Rb、K/Cs比值与华南陆壳改造型花岗岩 (K/Rb=67, K/Cs=1225) 相近<sup>[7]</sup>, 这进一步说明岩体是重熔岩浆成因的。

(3) 它们的F含量都很高, 而且从早到晚明显增加, 显示钨锡与F有正相关关系, 这对成矿元素以氟络合物形式迁移具有重要意义。锡山岩体发生强烈黄玉化和云英岩化并形成脉侧云英岩型矿床可能是与第二次侵入岩体含F高有直接联系。

(4) 用两次侵入岩体的稀土和微量元素含量投影于J.A.Pearce等人(1984)<sup>[8]</sup>提出的Nb-Y、Ta-Yb和Rb-Y+ Nb、Rb-Yb+ Ta判别图(图7)中, 结果都落入

板内花岗岩区,反映了锡山岩体形成的地质构造环境属于板内张裂性构造环境。

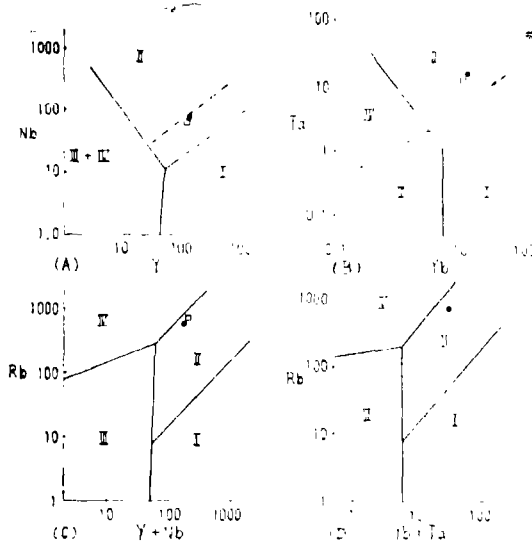


图 7 锡山岩体形成构造环境判别图

Fig. 7 Distinguishing diagram of the tectonic environment of formation of Xishan granite body

- I—洋脊花岗岩,
- II—板内花岗岩,
- III—火山弧花岗岩,
- IV—碰撞花岗岩, 虚线为异常洋脊花岗岩上部界线
- 为第一次侵入花岗岩
- 为第二次侵入花岗岩

表 6 锡山岩体微量元素和 F 含量 (ppm) 表

Tab. 6 Contents of trace elements and F of Xishan granite body

侵入次序	W	Sn	Nb	Ta	Li	Rb	Cs	F	K/Rb	K/Cs
第一次	143.5	70.5	89.8	17.6	99.8	759.0	23.6	3800	52.9	1702.5
第二次	225.9	187.0	70.1	14.6	192.7	811.5	35.4	6000	53.7	1231.2
华南燕山晚期花岗岩 <sup>(8)</sup>	5.15	9.94	39.9	16.0	30.3	129.8	7.0	-	294.2	5455.2

**3.3 铅同位素特征** 锡山两次侵入岩体的长石和产于第二次侵入体内的钨锡石英脉中方铅矿的铅同位素分析结果,显示三者的铅同位素组成一致。这充分说明两次侵入岩体属同源岩体,成矿物质来源于第二次侵入岩浆。成矿作用发生于第二次侵入岩浆成岩作用之后,矿脉也主要产在其中。

**3.4 氢氧同位素特征** 赵子杰等对锡山岩体三个全岩氧同位素分析,  $\delta^{18}\text{O}$  (‰) 值变化在 11.1~12.2 之间,平均 11.5,说明岩体属富 $^{18}\text{O}$ 型。我们分析了三个产于第二次侵入岩体内钨锡石英脉的石英氧同位素,  $\delta^{18}\text{O}$  (‰) 值变化在 11.0~12.2 之间,平均 11.6。这表明矿脉和岩体具有相同的 $^{18}\text{O}$ 组成。三个脉石英流体包裹体氢同位素分析结果,  $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$  (‰) 变化在 -44~-49 之间。石英包裹体均一法测得成矿温度为 303°C~335°C,平均 326°C。据 R.N. Clayton<sup>(9)</sup> 的石英—水氧同位素平衡方程:  $1000 \ln \alpha_{\text{石英—水}} = 3.38(10^6 T^{-2}) - 3.4$ , 计算求得热液的  $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$  (‰) 值为 5.0~6.18。它们都在  $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}} - \delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$  关系图(图 8)上都落在岩浆水区左侧,说明成矿热液主要来源于岩浆,但受到大气降水的影响,故投影点稍许向大气降水线漂移。

**3.5 包裹体成分特征** 从表7中可以看出锡山钨锡矿脉石英包裹体成分的特征是  $Ca^{2+} > Na^+ > K^+ > Fe^{3+} > Mg^{2+}$ ,  $F^- > Cl^-$ , 与岩体成分(表3, 6)相比, Ca和F组分增加,  $Na > K$ . Ca增加可能是降水时从碳酸盐围岩带入 $CaCO_3$ 的结果,  $Na > K$ 和F增加可能是W、Sn在热液中主要呈钠氟络合物形式搬运, 当络合物分解W、Sn沉淀析出后使其在热液中增加的结果。从-40至-120中段, 由上向下具有pH降低,  $Na^+$ 、 $Fe^{3+}$ 减少,  $Ca^{2+}$ 、 $F^-$ 增加和F/Cl、F/ $SO_4$ 比值升高。若不是因 $CaCO_3$ 随降水的加入, 下部的pH值可能更低。这些特征说明矿液自下向上运移过程中, 成矿作用不断进行的演化结果。

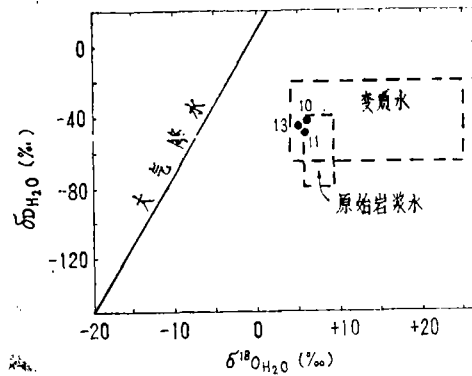


图8 成矿热液 $\delta D_{H_2O} - \delta^{18}O_{H_2O}$ 相关图  
Fig. 8 The relative diagram of  $\delta D_{H_2O} - \delta^{18}O_{H_2O}$  of Ore-forming fluid in Xishan  
(图中10、11、13采样位置同表7)

表7 锡山脉石英包裹体成分分析结果

Tab. 7 Inclusion composition in vein quartz of Xishan

样号	采样位置		测定矿物	气相(ml/100g)			液相		
	中段	矿脉		CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	pH	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>
S13	-40	V61	石英	1.01	7.83	75.10	5.83	3700	18500
S11	-80	V21	石英	0.66	7.88	70.06	5.80	2200	16800
S10	-120	V21	石英	1.52	8.30	98.65	5.63	3600	12500

液相(ppm)						特征数值			
Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	F <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	K/Na	Ca/Mg	F/Cl	F/SO <sub>4</sub>
10400	1200	2400	9200	2200	28600	0.20	8.66	4.18	0.32
11800	500	1600	12500	2600	31400	0.13	48.33	4.81	0.40
29000	600	1100	17100	2100	24300	0.29	23.60	8.14	0.70

### 4 钨锡矿化

锡山岩体的钨锡矿化类型中矽卡岩型产于第一次侵入岩体与钙质围岩的接触带矽卡岩内, 但在坑道内可见到第二次侵入的岩体也侵入到接触带上或穿插入矽卡岩中。石英脉型和脉侧云英岩型在空间上是一致的, 主要产于第二次侵入的岩体内。已揭露的三条

石英型密集脉组带从锡山顶向北呈大致等距分布,平面上矿脉都从第二次侵入体内延伸到第一次侵入体中,在剖面上矿脉发育在两次侵入体接触带上下的200米范围内,各矿脉富矿段则主要在接触面以下第二次侵入体一侧的80~100米内。三条脉组带从南向北顺着接触面侧伏延深,出露标高也从330米降至负100米以下,矿脉侧伏角与接触面倾角基本一致。矿化与第二次侵入体的这种密切空间关系,说明成矿作用无疑是发生在第二次岩浆侵入之后,并与其有直接的成因联系,钨锡成矿元素和热液主要来源于第二次侵入的岩浆。这与岩体地球化学特征的研究结论是一致的。从矿化与云英岩化和黄玉化的密切关系,表明矿化发生在岩浆期后的气化热液期,这也与测温获得的成矿温度基本一致。

## 5 结 论

锡山岩体是燕山晚期第二阶段由两次侵入构成的复式岩体,在两次侵入体的接触带上产有似伟晶岩带和呈突变接触是重要的地质标志,并在岩石学、岩石化学和微量元素等方面有所区别,具有从早到晚向偏基性和侵入深度增大的演化特征。稀土元素分布模式表明两次侵入岩体是由陆壳重熔岩浆分异结晶成因的,并具同源演化关系。从岩石常量和微量元素的判别,表明两次岩浆的侵入是在板内张裂性构造环境中侵位的。

岩体的地球化学特征表明,锡山钨锡矿化与岩体有密切的关系。从矿脉主要产于第二次侵入的岩体内并延伸进入第一次侵入的岩体中,说明矿化发生在第二次岩浆侵入成岩作用之后的气化热液期,第二次侵入的岩浆是钨锡成矿物质及热液的直接提供者,是钨锡矿化的直接母岩。

## 参 考 文 献

- [1] 赵子杰等,花岗岩地质和成矿关系(论文集),江苏科学技术出版社,南京,1984,277—288.
- [2] 马大铨等,南岭地质矿产文集(第一辑),地质出版社,北京,1985,72—91.
- [3] 南京大学地质系,华南不同时代花岗岩类及其与成矿关系,科学出版社,北京,1981,213—219.
- [4] 从柏林等译,火成岩石学,地质出版社,北京,1982,154—156.
- [5] Potro, W.L. et al., *Chem. Geol.*, 26 (1979), 217—233.
- [6] 赵振华,地质地球化学(增刊),1985,11—14.
- [7] 刘英俊,花岗岩地质和成矿关系(论文集),江苏科学技术出版社,南京,1984,511—525.
- [8] Pearce, J.A. et al., *Journal of Petrology*, 25(1984), 4, 956—974.
- [9] Clayton, R.N. 等,氧同位素地球化学译文集,科学技术出版社,北京,1979,68—77.

## Geology-geochemistry Characteristics of Xishan Granite Body in Yangchun, Guangdong

*Chen Zhizhong*

### Abstract

The paper is the research results of Xishan granite body by means of petrology, petrochemistry, REE, trace elements and H-, O-, and Pb isotopes, and discusses W-Sn deposits of Xishan in relation to the granite body.

It has been fully shown from evidences that the granite body in Xishan is a complex body which was made up of two intrusions in the 2nd stage of Later Yenshanian period. The two intruded bodies are the crystallized genesis which is differentiated by the refuion magma of continental crust in the extensional tectonic setting within plate, and have the comagmatic evolution relationship. W-Sn mineralizations are directly related to the 2nd intruded granite and ore-forming process taken place in the pneumatolito-hydrothermal stage of deuteriac.

**Keywords** Xishan granite body, Two intrusions, Geochemistry, W-Sn mineralizations