

南岭地区燕山期与成矿有关的两种不同成因花岗岩中锆石的红外光谱特征

高艳君 高善继 翟丽娜 应兰

(中国地质科学院宜昌地质矿产研究所)

南岭地区燕山期与成矿有关的花岗岩是指侏罗纪至白垩纪期间形成的与稀土、稀有和钨锡矿床有关的酸性花岗岩以及与铜钼等多金属矿床有关的中酸性花岗岩类。它们的成因分类,目前多以岩体地质构造环境、岩石化学和微量元素、稳定同位素地球化学、副矿物共生组合及其标型特征等资料为依据,但从锆石的红外光谱学角度研究其成因分类的可能性尚处探索阶段,有关论著也很少见。

本文是在前人研究南岭及其相邻地区花岗岩成因的基础上,对福建钟腾石英二长岩和江西西华山黑云母花岗岩等5个岩体中19个锆石样品的红外光谱学特征进行了探索性研究;首次提出区分两种成因类型(同熔型和改造型)花岗岩的锆石红外光谱学判别标志,并以此为根据讨论了该5个花岗岩体的成因类型。最后,根据锆石红外光谱学判别标志,并结合其物理-化学特征和有关同位素资料,对在成因上有异议的广东西岭含锡(铜)石英闪长玢岩体进行了初步的成因归类。不妥之处,欢迎指正。

一、岩体地质概况

根据已有资料,可将上述5个岩体的地质简况、岩性特征和有关同位素数据综合列入表1。从中可以看出:同熔型花岗岩中的 SiO_2 含量较低,相对贫K、Na,而Ca、Mg、Fe的含量较高。改造型花岗岩则相反,属于铝过饱和的酸性岩石。两类花岗岩的锆同位素地球化学特征是:同熔型花岗岩的 $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ 初始比值(0.7020—0.7086)低于改造型花岗岩(0.7129—0.7181);说明5个花岗岩体应属于两个不同的成因类型:同熔型和改造型⁽¹⁾。

二、锆石的物理学和红外谱学特征

(一) 锆石的物理性质

锆石在各种物理-化学环境中具有其相对的稳定性,因此锆石的物理性质有助于研究花岗岩的成因和成矿的物理-化学条件。现将两类花岗岩中锆石的某些物理学特征列入表2。

由表2可知,成因不同的两类花岗岩中锆石的某些物理性质具有较明显的差异,即同熔型花岗岩中锆石的晶体延长系数、比重、硬度和 $\text{ZrO}_2/\text{HfO}_2$ 的比值等均高于改造型花岗岩锆石。而这些特征则是研究和区分两种成因花岗岩的重要参考标志之一。

(二) 锆石的红外光谱学特征

已有资料表明,锆石的红外吸收谱与其晶体内部的结构(图1)有关。V. C. 法默

表 1 岩体地质特征

Table 1 Geologic characteristics of granitic bodies

类型	岩体	岩石名称	构造位置	时代 (my)	岩石化学特征				$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
					SiO_2 (%)	Al_2O_3 $\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	$\frac{\text{K}}{\text{Na} + \text{K}}$	$\frac{\text{Fe}^{3+}}{\text{Fe}^{3+} + \text{Fe}^{2+}}$	
同熔型	钟麟(福建)	石英二长岩	位于政和一大埔断裂以东, 闽东南J ₃ 火山岩带内	131	65.42	0.38	0.48	0.38	0.7020
	石蓁(广东)	花岗闪长岩	位于四会—吴川断裂的东侧	124	62.99	0.98	0.41	0.32	0.7086
	七宝山(湖南)	花岗斑岩	位于安化—宁乡—浏阳东西构造带与浏阳—衡东新华夏褶皱带的复合部位	193	62.2	1.01	0.49	0.59	0.7086
改造型	西华山(江西)	黑云母花岗岩	位于大余—会昌东西隆起带与西山—矿下北北东褶皱带的交接处	151	75.75	1.09	0.47	0.30	0.7181
	红岭(广东)	黑云母花岗岩	位于沾个家镇—水源山南北向背斜构造的轴部	152	73.23	1.16	0.54	0.22	0.7129

注: 此表据本所花岗岩组、斑岩铜矿组及钨矿组资料编制。

表 2 花岗岩中锆石的物理性质

Table 2 Physical characteristics of zircon in granites

特征	同熔型	改造型
颜色	浅黄色—浅玫瑰色	浅褐—褐色
透明度	透明度较好	透明度较差
晶形	较复杂, 出现锥面	较简单
延长系数	3—4	2—3
表面特征	表面晶形完整, 晶棱直	表面有熔蚀坑、凹陷
比重	4.460—4.525	4.287—4.374
硬度	1010—1108 Kg/mm ²	976—1010kg/mm ²
晶胞棱长 ($\text{\AA} = 10^{-10}\text{m}$)	a_0 : 6.587—6.593 c_0 : 5.9656—5.9865	a_0 : 6.590—6.602 c_0 : 5.9829—5.9862
$\text{ZrO}_2/\text{HfO}_2$	45.8—72.7	38.4—45.3

(1980) 提出: “ Zr^{4+} 是八次配位的, 因为 Zr-O 距离为 $2.13\text{--}2.72\text{\AA}$, 比大多数八面体配位的距离大; 由于质量大的阳离子能够确保它在大多数的平移振动中不发生大的位移而简化了解释⁽²⁾。” Gibbs. G. V 和 Ribbe. P. H. (1971) 指出: “锆石晶体结构中的 Si-O 距离为 $1.62\text{\AA}$, 这比其中的 Zr-O 距离小得多⁽³⁾。” 因此, Si-O 构成了原子团而使锆石在中红外区的吸收主要是由阴离子团 $[\text{SiO}_4]^{4-}$ 的晶格振动引起的。

为了探索不同成因花岗岩中锆石的红外吸收谱的差异特征, 采用蔡司厂 specord IR-75 型 (波数为 $4000\text{--}400\text{cm}^{-1}$) 红外光谱仪, 对两类花岗岩中的锆石作了红外光谱分析 (以 5 毫克样品和 250 毫克的 KBr 混合研磨在压片机下加压制备样品, 以相同测试条件和方法获得分析数据及谱线*), 现将分析结果列绘于表 3 和图 2。

从表 3 和图 2 可以看出: 1. 两类花岗岩锆石均出现有 $428\text{--}434\text{cm}^{-1}$ 和 $608\text{--}614\text{cm}^{-1}$ 吸收峰 (为 $[\text{SiO}_4]^{4-}$ 四面体变形振动吸收峰) 及 $886\text{--}1016\text{cm}^{-1}$ 吸收峰 (为 Si-O 价振动吸

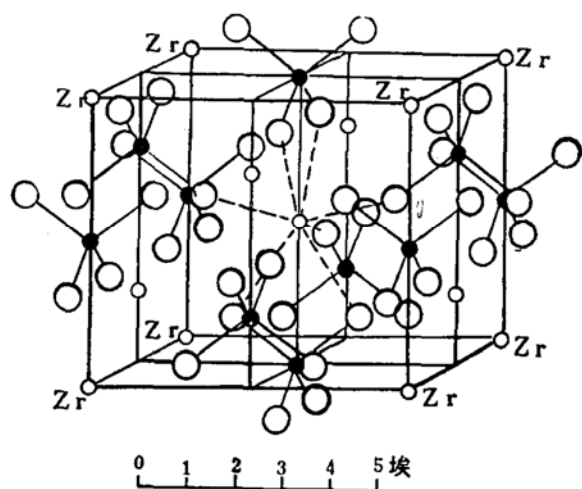


图 1 锆石晶体构造图 (据布罗格和拉布尔, 1965)

Fig. 1. Crystal structure of zircon.

表 3 花岗岩中锆石的红外光谱频率峰值

Table 3 Frequency peak of infrared spectrum of zircon in the granites

类型	样 品 号	水吸收峰(cm^{-1})		[SiO_4] $^{4-}$ 吸收峰(cm^{-1})				其 它 (cm^{-1})	备 注
		ν_3	ν_4	ν_3		ν_4			
同 熔 型	Z—1	3440	1630	1000	900	612	433	1420	钟腾岩体
	Z—2	3420	1620	990	902	613	433		
	Z—4	3420	1620	1014	904	612	434		
	Z—6	3410	1620	990	900	614	432		
	IG—135	3450	1620	1016	904	610	432	1438	石英岩体
	IG—141	3435	1620	1016	898	612	432	578	
	T—4—1	3440	1620	1012	898	612	432		七宝山岩体
平 均		3432	1621	1006	901	612	433		
改 造 型	C—11	3425	1625	1010	896	608	428	1438	西 华 山 岩 体
	C—10	3425	1628	1012	886	608	434		
	C—128 ¹	3420	1622	998	902	612	433		
	C—128 ²	3440	1640	1000	900	612	436	1400	
	T—6	3443	1610	982	900	612	432	1420	
	T—136	3422	1630	990	897	612	434	1442	
	T—136 ²	3420	1630	990	900	612	433		
	C—25	3430	1628	954	896	610	438		
	C—47	3420	1620	988	888	612	434		
	H—2	3430	1620	1000	900	612	430		红岭岩体
	H—1	3435	1622	996	900	610	430		
	H—5	3435	1620	980	892	610	430		
平 均		3433	1622	992	896	611	433		
标 准 样				960	898	615	433	575	[4]

• 由天津地质矿产所赵人芳同志分析

收峰), 而且大多数样品尚在 $886-1016\text{cm}^{-1}$ 吸收峰范围内分裂为双峰。对于 $1610-1640\text{cm}^{-1}$ 和 $3410-3483\text{cm}^{-1}$ 两吸收峰, 坎特 (1971) 认为主要是由 H_2O 分子引起的。以上与美国国立自然历史博物馆锆石的标准红外吸收谱 (见表 3) 相比较, 两者的特征吸收峰具有某种程度上的一致性。但是, 同熔型花岗岩锆石的 $608-614\text{cm}^{-1}$ 和 $886-1016\text{cm}^{-1}$ 吸收峰却比改造型花岗岩锆石的这两个吸收峰要强得多。

2. 同熔型花岗岩锆石的红外光谱吸收峰频率 (ν) 高于改造型花岗岩中锆石的 ν 值。前者的特征峰为 $432-434\text{cm}^{-1}$, $612-614\text{cm}^{-1}$ 和 $898-904\text{cm}^{-1}$; 而后的特征峰则为 $428-433\text{cm}^{-1}$, $608-612\text{cm}^{-1}$ 和 $886-900\text{cm}^{-1}$; 两者的差值为 $4-12\text{cm}^{-1}$ 。从而显示出两类花岗岩锆石的红外吸收峰频率仍有一定程度的差异。

3. 两类花岗岩锆石的 H_2O 分子振动带强度也有一定差别, 即: 同熔型花岗岩锆石的 H_2O 分子不论是在伸展振动带 ($3410-3450\text{cm}^{-1}$) 还是在形变振动带 ($1620-1630\text{cm}^{-1}$) 方面, 其频率和强度均低于改造型花岗岩锆石的 H_2O 分子伸展振动带 ($3420-3483\text{cm}^{-1}$) 及形变振动带 ($1610-1640\text{cm}^{-1}$)。因为谱线是在相同测试条件下以相同制作方法获得的, 故可进行锆石的 H_2O 分子振动带强度的对比。

为了定量地说明谱带变化, 以便对比两类花岗岩中锆石的红外光谱特征, 我们选择了吸收峰形状尖锐、强度适中、没有重叠和反应灵敏的 $608-614\text{cm}^{-1}$ 吸收峰作为主要测量对象, 选择 $886-1016\text{cm}^{-1}$ 吸收峰作为辅助测量对象 (取 $608-614\text{cm}^{-1}$ 吸收峰的平均值为 612cm^{-1} , 取 $886-1016\text{cm}^{-1}$ 吸收峰的平均值为 $900-1000\text{cm}^{-1}$), 并采用 $\Delta = \frac{H}{W}^{(4)}$ (式中:

Δ ——吸收峰高度与其丰高宽度的比值; H ——吸收峰的高度, 在红外光谱原图上直接测量获得; W ——为吸收峰的半高宽度, 也在红外光谱原图上直接测量获得) 和 $T = H \cdot W^*$ (式中 T 为吸收峰强度) 求得两类花岗岩中锆石红外吸收谱的 Δ 和 T 值 (表 4)。

从表 4 可以看出:

1. 同熔型花岗岩中锆石的 Δ_{612} 值的变化范围为 $27-36$ (平均 33); $\Delta_{900-1000} > 4.7$ (平均 5.5); $T_{612} > 1$ (平均 1.31)。而改造型花岗岩中锆石的 Δ_{612} 值的变化范围为 $6.5-$

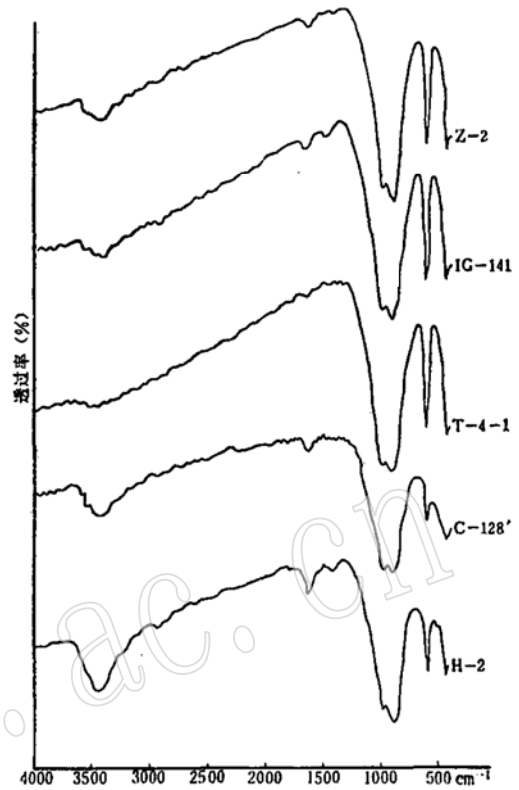


图 2 两类花岗岩中锆石红外吸收谱图
Fig. 2 Infrared absorption spectrum of zircons from two genetic types of granites

同熔型: Z-2——钟麟岩体锆石, IG-141——石炭岩体锆石, T-4-1——七宝山岩体锆石。
改造型: C-128'——西华山岩体锆石, H-2——红岭岩体锆石。

① 曹颖春等, 1977, 矿物红外光栅光谱

• 根据李义尧、郑超英, 1983, “牙釉质磷灰石的红外光谱研究中的计算方法 (矿物波谱学会议资料)。

表 4 花岗岩中锆石红外吸收光谱的T和 Δ 值Table 4 T and Δ values of infrared absorption spectrum of zircon in granites

类型	岩体	形成阶段	样品号	Δ_{612}	$\Delta_{886-1016}$	T ₆₁₂
同熔型	钟 腾	第1阶段	Z—1	32	5.2	1.26
		第2阶段	Z—2	36	5.8	1.42
			Z—4	34	6.7	1.37
		第3阶段	Z—6	27	6.4	1.08
	石 蓁		IG—135	32	4.8	1.28
			IG—141	34	4.82	1.36
	七 宝 山		T—4—1	36	4.96	1.42
	平 均			33	5.5	1.31
改造型	西 华 山	第1期	C—11	12	2.69	0.46
			C—47	20	4.65	0.80
		第2期	T—6	21	4.38	0.84
			T—136 ¹	19	3.52	0.75
			T—136 ²	19	4.13	0.76
			C—25	6.5	3.18	0.26
		第3期	C—10	6.5	2.79	0.26
			C—128 ¹	9.5	3.25	0.38
			C—128 ²	10	3.44	0.40
	红 岭	第1期	H—2	18	4.05	0.72
		第2期	H—1	22	4.08	0.88
			H—6	20	4.04	0.80
	平 均			15	3.7	0.61

22 (平均15); $\Delta_{900-1000} < 4.7$ (平均 3.7); $T_{612} < 1$ (平均 0.61)。从而说明, 同熔型花岗岩中锆石的 $[\text{SiO}_4]^{4-}$ 四面体变形振动吸收峰要比改造型花岗岩中锆石的该吸收峰强而尖锐; 同熔型花岗岩锆石的 Si-O 价振动吸收峰也比改造型花岗岩锆石的强。

2. 同熔型花岗岩 (以燕山早期不同阶段形成的钟腾复式岩体为例) 锆石的 Δ_{612} 值, 具有自岩体第一阶段石英闪长岩→第二阶段石英二长岩→第三阶段细粒花岗岩 (由 32→36→34→27) 随着岩性酸度增加而递减的变化趋势; 在改造型花岗岩 (以西华山复式岩体为例) 中锆石的 Δ_{612} 值, 则有自岩体第一期斑状中粒黑云母花岗岩→第二期中粒黑云母花岗岩→第三期斑状细粒黑云母花岗岩, 由 12—21→19—21→6.5—10 的变化情况, 并且在岩体同期中锆石的 Δ_{612} 值均较接近。

两类花岗岩中锆石红外光谱的上述数据特征具有较为明显的差异, Δ_{612} 值和 $\Delta_{900-1000}$ 值以及 T_{612} 值反应灵敏, 因而对于研究花岗岩的成因和形成期次应有实际意义。

三、几个问题的讨论

(一) 根据计算求得所有锆石的 612cm^{-1} 特征吸收峰的 Δ 值均大于3.5, 所以可以认为本文所研究的两类花岗岩中锆石均应属于晶质锆石^[4]。

(二) 根据基频波数计算公式 $\nu = \frac{1}{2\pi c} \sqrt{\frac{K}{M}}$ (式中: ν —频率, K —键力常数, M —原子的折合质量) 可知, ν 与 K 成消长关系。而同熔型花岗岩锆石的 ν 值大于改造型花岗岩锆石的 ν 值, 则说明同熔型花岗岩锆石的 $[\text{SiO}_4]^{4-}$ 四面体中的Si-O键较改造型花岗岩锆石的强, 而且其原子结合也较牢固。因此, 表现在锆石的物理性质(见表2)上, 同熔型花岗岩中的锆石具有比重和硬度大, 单位晶胞棱短和结晶程度较高等特点。

(三) 现将两类花岗岩中部分锆石的 Δ_{612} 值与稀土(REE)、U、Th含量关系列绘于表5、图3和图4。

表 5 花岗岩中锆石的 Δ_{612} 值与U、Th、REE含量(ppm)

Table 5 Δ_{612} and U, Th and Contents (ppm) in zircon from granites

类 型	样 品	Δ_{612}	U + Th	REE	备 注
同 熔 型	Z-1	32		1850	钟 麟 岩 体
	Z-2	36	3230	2290	
	Z-4	34	5190	2830	
	Z-6	27	12530	5860	
	IG-135-141	33	1450	2074.2	石 蓁 岩 体
	T-4-1	36	1650	2579.5	七 宝 山 岩 体
改 造 型	C-11	12	8810	10190	西 华 山 岩 体
	C-10	6.5	24990	35300	
	T-6	21	8160	15300	

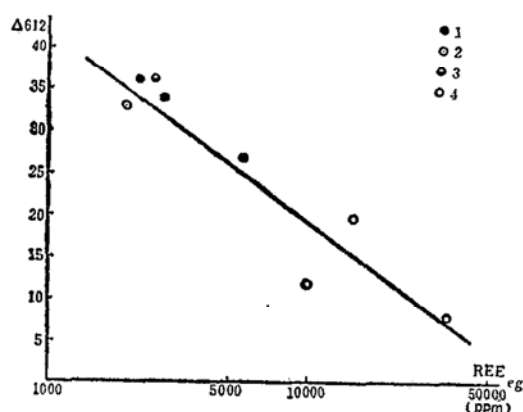


图 3 锆石的 Δ_{612} 值与其中REE含量关系
Fig.3 Relation between Δ_{612} value of zircon and its REE content

同熔型: 1—钟麟岩体; 2—石蓁岩体; 3—七宝山岩体。改造型: 4—西华山岩体

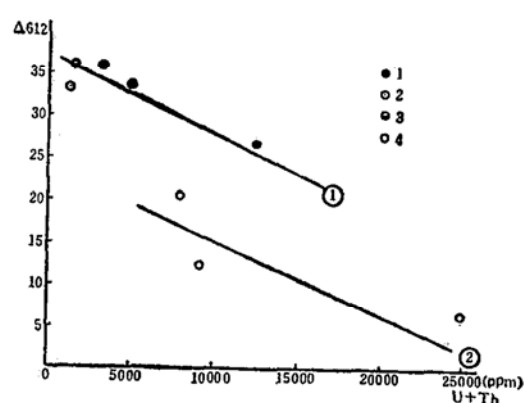


图 4 锆石的 Δ_{612} 值与其中U、Th含量关系
Fig.4 Relation between Δ_{612} value of zircon and its U & Th content

①同熔型: 1—钟麟岩体; 2—石蓁岩体; 3—七宝山岩体。②改造型: 4—西华山岩体

表5、图3和图4说明:

1. 同熔型花岗岩锆石中REE含量均较改造型花岗岩锆石的稀土含量低, 但 $\Delta 612$ 值则是改造型花岗岩锆石低于同熔型花岗岩锆石。因此同熔型花岗岩锆石分布在趋势线的上段, 而改造型花岗岩锆石则分布在趋势线的下段(见图3)。从而表明锆石中的 $\Delta 612$ 值与其中REE的含量呈反消长关系。

2. 锆石的 $\Delta 612$ 值与其中U、Th含量亦呈反消长关系(见图4)。同熔型花岗岩锆石的 $\Delta 612$ 值大于改造型花岗岩锆石的 $\Delta 612$ 值, 但其中U、Th含量却与此相反。因此同熔型花岗岩锆石的趋势线位于改造型花岗岩锆石趋势线的左上方。

(四) 锆石的结晶程度与其中U、Th的含量有关。U、Th蜕变时放出的射线破坏锆石晶格而使红外谱带变宽, 对U、Th含量相同的锆石来说, 其形成年代越早变生程度就越高, 而对于形成年代相同的锆石来说, 其中U、Th含量越高其变生程度越大。

以上说明, 不同成因花岗岩中锆石的红外光谱特征是有差异的, 据此我们可以初步提出区分两种不同成因花岗岩的锆石红外光谱判别标志(表6), 仅供参考。

表6 两类花岗岩中锆石的红外光谱特征

Table 6 Characteristics of infrared spectrum of zircon from syntaxis-type and transformation-type granites

特 征	同 熔 型	改 造 型
$\Delta 612$	27—36	6.5—22
$T 612$	>1	<1
$\Delta 900-1000$	>4.7	<4.7
H ₂ O 吸收峰	吸收带弱而窄	吸收带既强又宽
频率 $\nu(\text{cm}^{-1})$	高(433, 613, 901)	低(431, 610, 893)
特 征 峰	谱带变窄, 峰谷较深	谱带变宽, 峰谷较浅

四、在区分花岗岩成因上的试用

(一) 根据上述锆石红外光谱学的主要参数 $\Delta 612$ 和 $T 612$ 值, 可将本文研究的5个花岗岩体划分为两种不同的成因类型(图5), 即: (1) 钟腾石英闪长岩体、石蓁花岗闪长岩体和七宝山花岗斑岩体应属于同熔型。(2) 西华山黑云母花岗岩体和红岭黑云母花岗岩体应属于改造型。显然, 这与徐克勤教授(1982)对钟腾和西华山两岩体的成因分类是完全一致的, 这说明运用锆石的红外光谱学特征判别和区分花岗岩成因也是一个应予重视的新途径。

(二) 对西岭岩体成因类型的初步判别:

以往一些地质学者把西岭岩体的成因类型归入“改造型”。

已有资料表明, 西岭岩体及其围岩均属于同源岩浆形成的产物^①。为了探索其成因类型, 我们对该岩体围岩中锆石的某些物理-化学参数作了测定, 并对锆石进行了红外光谱分析、计算和对比(图6和表7)。

① 据我所斑岩铜矿组资料。

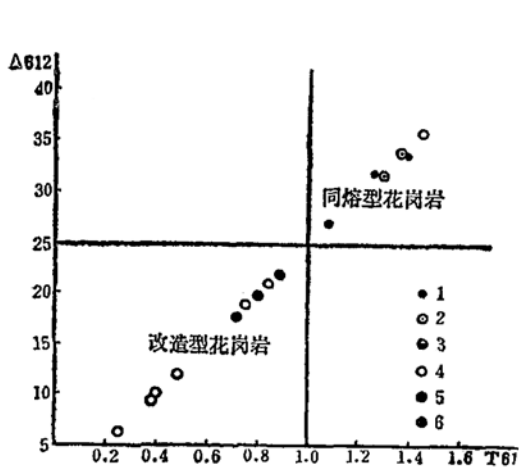


图 5 锆石的 $\Delta 612$ 和 $T 612$ 值与花岗岩成因关系
Fig.5 Relation of $\Delta 612$ and $T 612$ values of zircon to genesis of granitic rocks
同熔型：1—钟腾岩体，2—石蓼岩体，3—七宝山岩体。改造型：4—西华山岩体，5—红岭岩体，6—西华山与红岭岩体的重合点

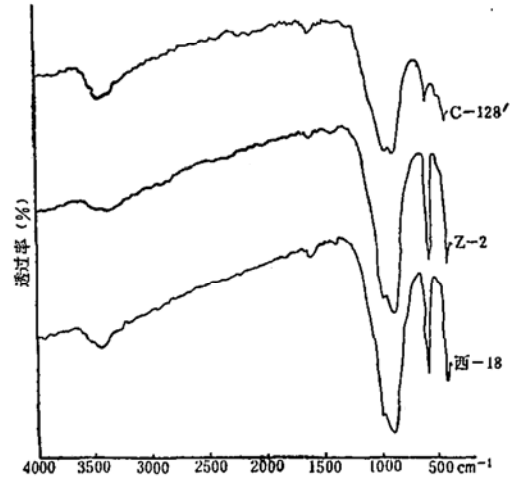


图 6 西岭岩体锆石红外光谱与两类花岗岩锆石红外谱对比
Fig.6 Comparison of infrared absorption spectra of zircons from the syntexis-type and transformation-type granites and the Xiling rock body
C-128'—西华山岩体，Z-2—钟腾岩体，西-18—西岭岩体（围岩）

表 7 西岭岩体锆石与两类花岗岩中锆石特征对比表
Table 7 Comparison of characteristics of zircons from syntexis-type and transformation-type granites and Xiling rock body

项 目	类型 特征	两类花岗岩锆石特征		备 注
		同 熔 型	改 造 型	
颜 色	浅 黄	浅 黄	褐 色	(1) 锆石物理性质据双目镜下鉴定 (2) 锆石比重以静水力学法实测 (3) 锆石光谱学特征据红外光谱分析与计算
透 明 度	较 好	较 好	半透明~不透明	
晶 形	复杂(出现偏锥面)	复杂(出现偏锥面)	简单(四方柱、四方双锥)	
延长系数	3:1(个别4:1)	3—4	2—3	
比 重	4.507 (较高)	4.525 (较高)	4.287 (较低)	
$\Delta 612$	34	27—36	6.5—22	
$\Delta 900-1000$	6.1	>4.7	<4.7	
$T 612$	1.36	>1	<1	
H_2O 吸收峰	弱	弱	强	
吸收峰(cm^{-1})	902, 614, 433	901, 613, 433	893, 610, 431	
特征峰形态	强而尖锐	峰谷较深	峰谷较浅	
Sr^{87}/Sr^{86}	0.7081	0.7020—0.7086	0.7181—0.7129	

从图 6 可以看出，西岭岩体围岩中锆石的红外光谱图中的主要特征吸收峰形态与西华山改造型花岗岩锆石的主要特征吸收峰（C—128'）具有较大差异，而与钟腾同熔型花岗岩锆石的特征吸收峰（Z—2）极为相近。从表 7 所列特征数据来看，西岭岩体所具有的特征均与同熔型花岗岩类似，所以我们认为将西岭含锡（铜）石英闪长玢岩体的成因类型划归同熔型为妥。

综上所述,在充分分析花岗岩体的矿物学、岩石学和地球化学特征区分两种的成因花岗岩及其成岩物质来源具有一定的理论意义和实用价值。

本文得到杜绍华和刘姝群两位工程师的许多帮助和指导,在此深表谢意。

主要参考文献

- 〔1〕 徐克勤等, 1982, 华南两类不同成因花岗岩岩石学特征, 《岩矿测试》, 第1卷, 第2期。
- 〔2〕 V. C. 法默, (应育浦、汪寿松等译于1980.7) 1982, 《矿物的红外光谱》, 科学出版社, 第227—229页。
- 〔3〕 Gibbs, G. V. and Ribbe, P. H.: 1971, The structure of zircon: Comparison with Garnet. (The American mineralogist) Vol. 56, №. 782-784.
- 〔4〕 刘高魁、高振敏, 1982, 锆石的红外光谱及其意义, 《地质地球化学》, 第9期, 第39页。
- 〔5〕 董庆年, 1977, 《红外光谱法》, 石油工业出版社, 第8页。

Characteristics of Infrared-spectrum of zircons from Yanshanian Granitic Rocks of Two Genetic Types related to Minerogenesis in Naling Region

Gao yanjun, Gao shanji, Zai lina, Ying lan

Abstract

Nineteen samples of crystalline zircon from 5 granitic bodies of two genetic types (syntexis type and transformation type) in Nanling region have been studied with the aid of infrared-spectrum. The following results are obtained:

1. The kurtosises of the absorbtion peaks of zircons at 612cm^{-1} and $900-1000\text{cm}^{-1}$ (two peaks) in syntexis-type (I type) granites are much stronger than those in transformation-type (S type) granites.

2. The $\Delta 612\left(\frac{H}{W}\right)$ ratios of zircon ranges 27-36 in the syntexis type and 6.5-22 in the transformation type.

3. The $\Delta 900-1000$ ratios of zircon in the syntexis type is >4.7 , but <4.7 in the transformation type.

4. The $T_{612}(H \cdot W)$ value of zircon is >1 in the syntexis type but <1 in the transformation type.

5. The peaks of H_2O of zircon in the transformation type is stronger than that in the syntexis type.

6. The frequency (ν) of zircon in the syntexis type is higher than that in the transformation type with a difference of $4-12\text{cm}^{-1}$.

7. The REE and U+Th contents in zircon in the syntexis type is lower

than those in the transformation type and there is negative correlation between the contents of these elements with the values of $\Delta 612$ and $T612$.

The characteristics above-mentioned can be regarded as new criteria for distinguishing the genetic type of granitic rocks, based on which the Xiling tin- (copper-) bearing quartz dioritic porphyrite in Guangdong province can be referred to the syntexis-type.