

牡丹江—鸡西花岗岩类同位素地 质年代学研究

宋 彪 牛宝贵 李锦轶

(中国地质科学院地质研究所, 北京 100037)

徐 文 喜

(黑龙江省地质矿产局第一地质勘查所)

关键词: 锆石 同位素地质年代学 花岗岩类 牡丹江—鸡西 古生代

提 要: 牡丹江—鸡西一带有许多花岗岩类出露,其中具代表性的为柴河、石场、光复屯、岗子沟岩体等。过去人们一直将其认作元古代花岗岩体。作者采用单颗粒锆石逐层蒸发-沉积测年法,对区内包括上述岩体在内的花岗岩、花岗斑岩、混合岩及花岗质脉体,分别选其中锆石,进行年龄测定。结果表明:区内花岗岩类的侵位及混合岩化作用主要发生于290—250Ma的华力西造山阶段,部分花岗岩可能形成于488—409Ma的加里东期,而不形成于元古代;同时根据花岗岩和混合岩中获得的 $2871 \pm 8\text{Ma}$ 和 $1134 \pm 14\text{Ma}$ 继承锆石的年龄数据,认为八面通杂岩两侧均存在前寒武纪变质基底。

研究区位于鸡西—麻山以南,牡丹江—伊林以北,柴河以东,穆棱以西,呈北宽南窄的梯形(图1),原称为佳木斯地块的南部边缘。出露的地层有麻山群和八面通杂岩(主体为原黑龙江群和原西麻山组的一部分,对此我们将另文详细论述)变质岩系、晚侏罗—白垩纪或第三纪陆相盆地沉积岩系和新生代玄武岩。区内花岗岩类主要侵入于麻山群和八面通杂岩内,部分被侏罗—白垩纪沉积地层覆盖。长期以来,人们一直把麻山群和八面通杂岩认作是构成佳木斯地块的前寒武纪老变质岩系,故也将这些岩体的时代确定为元古代,但都缺乏地质学和年代学的可靠依据。为此,我们在对该区地质构造研究的同时,对区内主要花岗岩体进行了以锆石为主的年代学研究,获得了与前人不同的认识。

1 岩体地质概况

根据岩体的空间位置和所处的构造环境,区内的花岗岩体可分为柴河—石场、大顶子—光复屯、砍椽沟—岗子沟三个岩带(图1)。

1.1 柴河—石场岩带

本岩带以柴河岩体和石场岩体为代表。柴河岩体是一个巨大的复式岩基,本文只涉及柴河岩体的南段,即出露于五岗附近的部分。岩体侵入到麻山群中,被中生代鸡西群覆盖,燕山期花岗岩侵入其中。岩体呈北北东向分布。岩石为灰白色,中细粒结构,主要为花岗闪长

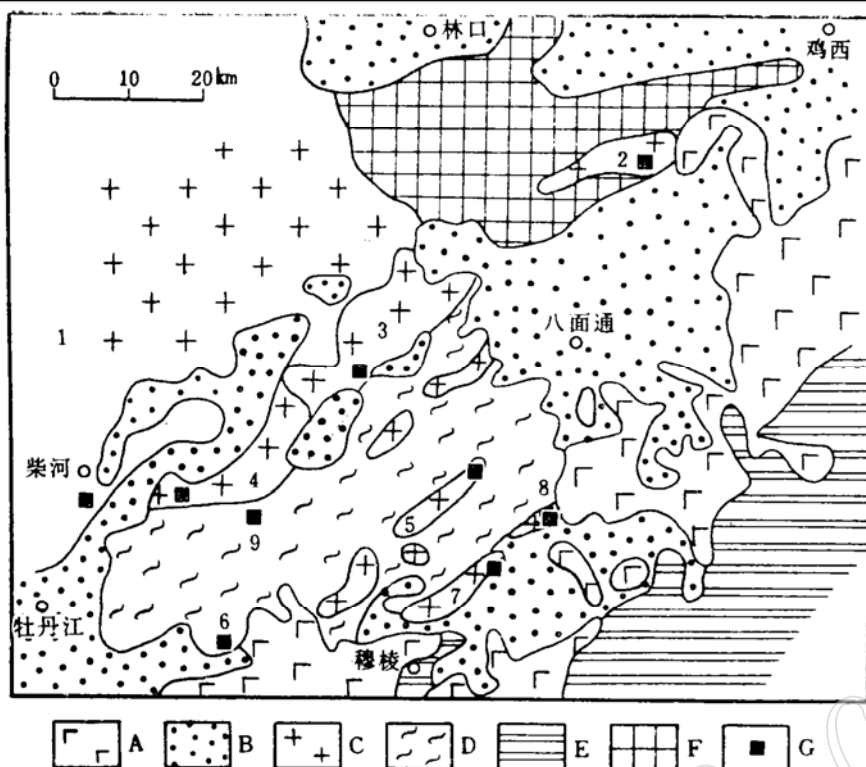


图1 牡丹江—鸡西一带地质简图

Fig. 1 Simplified geological map of Mudanjiang—Jixi area

A—第三纪玄武岩; B—白垩纪—第三纪盆地; C—花岗岩和花岗闪长岩; D—八面通造山带; E—兴凯地块;
 F—麻山地块基底; G—采样位置; 1—柴河岩体; 2—石场岩体; 3—大哈塘岩体; 4—金厂岩体; 5—光复屯岩
 体; 6—MT85采样位置; 7—砍椽沟岩体; 8—岗子沟岩体; 9—MT138和MT139采样位置

岩、二长花岗岩和石英闪长岩。岩体中有较多的原麻山群变质岩和混合岩捕虏体。

石场岩体为花岗闪长岩,位于吉祥屯至石场一带,呈岩株状侵入到麻山群中,其上被上新世玄武岩和上侏罗世鸡西群所覆盖。岩体受到东西向构造控制,呈近东西向分布,其长轴方向与原麻山群走向基本一致。岩石呈灰白色,细粒、中细粒、中粒结构,可分为边缘相、过渡相和中心相。

另外,在大安屯、大兴屯和金厂等地还有一些花岗岩(表1)。

1.2 大顶子—光复屯岩带

本岩带以大顶子岩体和光复屯岩体为代表,本文只涉及后者。光复屯岩体为花岗闪长岩(1/20万区测报告中定名为斜长花岗岩),出露于穆稜县光复屯村附近,面积为25 km²。沿北东向背斜轴部侵入到八面通杂岩中,呈纺锤形,其长轴方向和围岩片理走向一致。从岩体中心到边部,粒度变细。在内接触带有同化混染现象。

另外,此岩带中的花岗斑岩多以脉岩产出,例如侵入到八面通杂岩中的山洞村东的花岗斑岩。

1.3 砍椽沟—岗子沟岩带

本岩带以岗子沟岩体为代表。它主要由互相穿切的文象花岗岩和角闪正长花岗岩所构

表 1 单颗粒锆石晶体直接逐层蒸发-沉积法测定的年龄数据一览表
Table 1 Ages of single-grained zircon determined by the stepwise evaporation-deposition method

	年龄结果(Ma)	采样地点	锆石所在的岩石
1. 柴河—石场岩带			
1) MT 120	409 ± 8, 312 ± 5, 268 ± 15, 250 ± 79	五岗北采石场 石场 大兴屯东3km处 金厂	花岗岩闪长岩 (柴河岩体南段)
2) Ds 3-1	306 ± 10		花岗岩闪长岩 (石场岩体)
3) MB 41	347 ± 30, 271 ± 13		花岗岩 (大蛤塘岩体)
4) MB 119	266 ± 24(8)		花岗岩 (金厂岩体)
2. 大顶子—光复屯岩带			
5) MT 15	279 ± 40	悬羊经营所村东 山洞村东	花岗岩闪长岩 (光复屯岩体边缘部位)
6) MT 85	488 ± 10, 305 ± 27, 296 ± 15		花岗岩斑岩 (岩脉, 侵入八面通杂岩中)
3. 砍椽沟—岗子沟岩带			
7) MT 46	247 ± 28(4), 212 ± 10(4)	砍椽沟 岗子沟南采石场 岗子沟南采石场 岗子沟	花岗岩 (砍椽沟岩体)
8) MT 68-1	1134 ± 14, 254 ± 16(5)		角闪石正长花岗岩 (岗子沟岩体)
9) MT 68-2	286 ± 22, 264 ± 8		文象花岗岩 (岗子沟岩体)
10) MB 67	258 ± 12		花岗岩闪长岩 (岗子沟岩体)
4. 柴河—石场岩带南部的混合岩			
11) MT 138	2871 ± 8, 433 ± 7, 409 ± 39, 272 ± 16	大安屯村南 大安屯村南	黑云母花岗岩
12) MT 139	250 ± 12, 250 ± 41, 224 ± 3		钾长花岗岩 (相当于 MT138中的脉体部分)

注: 年龄之后括号中的数字表示被测定的锆石颗粒的数目, 未加括号的是指一个颗粒。由于锆石粒度和年龄都很小, 使得铅积累很少, 需要几粒锆石晶体装载于同一灯丝上同时测定才能成功。当然这些锆石晶体在双目镜下看起来是相同的。

成, 其中可以见到大小不等的大理岩捕虏体。

2 实验方法

单颗粒锆石测年方法有三种: ①高灵敏度离子探针质谱计 (SHRIMP) 的锆石 U-Pb 微区年龄测定法; ②经过化学流程提取 U 和 Pb 的单颗粒锆石 U-Pb 年龄测定法; ③热离子质谱计双带源锆石晶体直接蒸发-沉积年龄测定法。大量的测试研究工作表明, 由热离子质谱计双带源锆石晶体直接蒸发-沉积年龄测定法得到的结果同地质推断一致, 也同前两种方法得到的结果吻合。该方法对于解决地质问题, 尤其是对于古老的、具复杂历史的地质问题是行之有效的, 特别是当没有离子探针质谱计时, 此法更是有不可替代的优越性。

本文中的单颗粒锆石年龄是由第三种方法测得的。

该方法由 Kober(1986, 1987) 提出, 刘敦一等 (1988) 对其加以改进。其基本内容为:

将待测的锆石晶体放到已去气并制成“舟形”的灯丝中,将“舟形”口加以半封闭,留一微孔以使蒸发物通过。将此灯丝作为蒸发带,用另一已去气的未制成“舟形”的灯丝作电离带。在仪器处于工作状态时,首先将俩带升到一定温度(低于锆石蒸发温度),去掉灯丝和锆石吸附的普通铅,然后将电离带上的电流降为零,升高蒸发带上的温度使锆石蒸发,10至30分钟(年轻样品的蒸发时间将长,而老年龄的则相对较短)之后,将其电流降为零,逐渐升高电离带温度,测定含有铅的沉积物。采集一定数量的数据之后,可将电离带温度升高,使上次的沉积物蒸发掉。然后重复第一次的操作,多次反复,直至锆石蒸发完毕。

锆石晶体的外层部分或多或少有铅丢失,老年龄样品丢失得多一些。从外至内,锆石晶体的铅丢失越来越少,在某一临界面(理论界面)之内,不再发生铅丢失,即成为封闭体系。铅丢失使得放射成因 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 比值变小。故在测定中可以见到这样的现象:随着测定的进行,不同次沉积物的放射成因 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 比值逐渐变大,在达到某一值之后,该比值不再随时间的流逝而变化。不定变化的放射成因 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 比值就是锆石封闭体系部分的测定值,由放射成因 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 比值得到的年龄就是锆石的结晶年龄。年轻的锆石晶体,铅丢失很少或不丢失。

测定所使用的仪器为MAT261热离子质谱计,测定时将其置于SEM(倍增器)状态进行测定。测定样品前用NBS982铅标准标定仪器,测定过程中随时用此标准检查仪器是否处于正常工作状态。在所有样品测定期间,NBS982的测定值对于标准值的修正系数为: $k_1(^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb})=0.9938-1.0062$, $k_2(^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb})=0.9938-1.0066$, $k_3(^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb})=0.9898-1.004$ 。

年龄计算中采用的常数: $\lambda^{235}\text{U}=1.55130 \times 10^{-10}\text{年}^{-1}$, $\lambda^{238}\text{U}=9.8485 \times 10^{-10}\text{年}^{-1}$, $^{238}\text{U}/^{235}\text{U}=137.88$ 。除特别声明外,误差均以 2σ 计。

3 测定结果及讨论

单颗粒锆石年龄测定结果见表1,原始数据见表2。

年轻锆石粒度很小,使得铅积累很少,在进行年龄测定时相当困难,导致成功率很低(约1/3)。每个样中的锆石颗粒尽量单独测定,以避免不同年龄的锆石在一起测定而得到一个混合的平均结果,但有时不得不将几个颗粒装载于同一灯丝上测定以获得较强的离子流,当然,这些锆石晶体在双目镜下看起来是相同的。表中所列的是成功测定的部分。

笔者经过多年的锆石年龄测试和年代学研究,认为:①锆石的年龄与其外观特征,如晶形、颜色、长宽比、熔蚀程度等无必然关系,同一个岩体中,熔蚀较强烈的锆石可能形成较早;②锆石的其它特征,如花岗岩中磨圆的锆石,为源区的产物,因而年龄较花岗岩结晶的同生锆石老;③锆石晶体中即使存在放射性损伤裂纹和局部蜕晶质化,也不一定会导致所测得的年龄比实际年龄低。不同地区的样品如此,即使是同一样品中也可能同时存在这些情形。

所以,仅仅根据锆石晶体的表面特征的相同与否来判定锆石年龄是否一致,往往是不可靠的。实际操作中,需要选取不同外观特征的锆石晶体来测定,将所得的锆石年龄综合起来考虑,以期得到合理的结论,仅仅根据外形特征来选取某种锆石,可能导致不正确的结论。

表 2 单颗粒锆石逐层蒸发—沉积法的 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄原始数据
Table 2 Initial $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ data of single-grained zircon determined
by the stepwise evaporation-deposition method

A	B	C	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$(^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb})^*$	年龄 (Ma)	D	锆石特征描述	
1. 柴河—石场岩带	1) MT 120, 2	1	6	0.0862 ± 7	0.0555 ± 33	0.000047 ± 6	0.05492 ± 19	500 × 120 × 1	淡黄, 透亮, 晶形完整, 表面平整, 发育(100)、(110)、(111)及(311)晶面	
		1	3	0.1001 ± 7	0.0553 ± 8	0.00065 ± 22	0.0457 ± 8	400 × 120 × 1	淡黄, 透亮, 晶形完好, 无裂纹, 无包体, 发育(100)、(110)、(111)晶面	
	2) MT 120, 5	2	4	0.1021 ± 7	0.05312 ± 39	0.000036 ± 21	0.05260 ± 13	312 ± 5	淡黄, 透亮, 晶形完好, 无裂纹, 无包体, 发育(100)、(110)、(111)晶面	
		1+2	11	0.1078 ± 16	0.05298 ± 34	0.000091 ± 52	0.05160 ± 34	268 ± 15	淡黄, 透亮, 晶形完好, 无裂纹, 无包体, 发育(100)、(110)、(111)晶面	
	3) MB 120, 6	1	3	0.0988 ± 8	0.05175 ± 27	0.000555 ± 26	0.04348 ± 59	240 × 140 × 1	淡黄, 透亮, 晶形完好, 无裂纹, 无包体, 发育(100)、(110)、(111)晶面	
		2	3	0.1099 ± 38	0.0517 ± 16	0.000032 ± 32	0.0512 ± 17	250 ± 79	淡紫色, 透亮, 自形完好, 无溶蚀, 无包体, 发育(100)、(111)晶面	
	2) Ds 3-1, 1	1	10	0.06731 ± 51	0.05385 ± 23	0.000094 ± 14	0.05248 ± 22	306 ± 10	无色透明, 晶形完整, 发育(100)、(110)、(111)晶面, 无溶蚀	
		1	7	0.1129 ± 10	0.0573 ± 7	0.000165 ± 52	0.0534 ± 7	347 ± 30	无色透明, 晶形完整, 发育(100)、(111)晶面, 无溶蚀	
	MB 41, 2	1	6	0.07648 ± 37	0.05321 ± 23	0.000101 ± 13	0.05168 ± 27	271 ± 13	无色透明, 晶形完整, 发育(100)、(110)、(111)晶面, 无溶蚀	
		1	7	0.1149 ± 41	0.05418 ± 47	0.000178 ± 6	0.05156 ± 54	266 ± 24	无色透明, 晶形完整, 发育(100)、(111)晶面, 无溶蚀	
	2. 大顶子—光复屯岩带	5) MT 15, 2	1	5	0.1604 ± 28	0.0541 ± 8	0.00029 ± 7	0.0497 ± 8	200 × 100 × 1	淡灰色, 透明, 晶形完整, 表面呈阶梯状, 内部有裂纹
			2	7	0.2597 ± 37	0.0528 ± 9	0.000064 ± 23	0.0518 ± 9	279 ± 40	淡灰色, 透明, 晶形完整, 表面呈阶梯状, 内部有裂纹
		1	6	0.3272 ± 13	0.05734 ± 15	0.000015 ± 24	0.05690 ± 24	488 ± 10	粉红色调, 短锥柱状, 发育(100)、(110)、(111)、(311)晶面, 锥体有溶蚀	
		1	6	0.0777 ± 9	0.05245 ± 62	—	0.05245 ± 62	305 ± 27	淡黄色, 透明, 表面平滑, 发育(110)、(100)、(111)晶面, 略有溶蚀	
1		4	0.10743 ± 48	0.05353 ± 51	0.000097 ± 48	0.05212 ± 33	296 ± 15	粉红色调, 短锥柱状, 发育(100)、(110)、(111)、(311)晶面, 锥体有溶蚀		

续表

A	B	C	$^{206}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ *	年龄(Ma)	D	锆石特征描述	
3. 欧椽沟—岗子沟岩带	7)MT 46,3	1	0.1291 ± 13	0.05157 ± 43	0.000161 ± 39	0.05065 ± 45			~100 × 4	淡黄色, 透明, 自形完好, 发育(100)、(111)晶面, 无包体	
		2	0.1270 ± 8	0.05310 ± 58	0.00012 ± 8	0.05114 ± 62	247 ± 28				
	MT 46,2	1	0.1109 ± 12	0.05307 ± 23	0.000205 ± 18	0.05005 ± 22			~100 × 4	淡黄色, 透明, 自形完好, 发育(100)、(111)晶面, 无包体	
		2	0.1192 ± 18	0.05332 ± 34	0.00026 ± 11	0.04919 ± 34					
	8)MT 68-1,6	3	0.13069 ± 51	0.05149 ± 17	0.000451 ± 13	0.05035 ± 24	212 ± 12				
		1	0.0808 ± 8	0.05669 ± 61	0.00067 ± 48	0.05581 ± 48			200 × 100 × 3	因机械破碎使晶体不完整, 表面有铁染, 内部有黑色包体 (此种锆石含量很少)	
MT 68-1,5	2	0.0950 ± 7	0.06409 ± 52	0.000022 ± 26	0.06364 ± 30						
	3	0.0872 ± 9	0.07754 ± 59	—	0.07750 ± 54	1134 ± 14					
	1	0.05668 ± 53	0.05336 ± 35	0.000141 ± 41	0.05129 ± 35	254 ± 16		100 ~ 80 × 5	无色, 透亮, 短柱状, 晶形完整, 发育(110)、(111)晶面		
9)MT 68-2,3	1	0.07322 ± 52	0.05290 ± 60	0.000012 ± 18	0.05200 ± 49	286 ± 22		200 × 80 × 1	粉色, 光亮, 晶面完整, 发育(100)、(111)晶面, 无溶蚀, 有很小的两个包体		
MT 68-2,2	1	0.0701 ± 8	0.05217 ± 32	0.000015 ± 6	0.05150 ± 18	264 ± 8		200 × 80 × 1	粉色, 光亮, 晶体表面不平, 可能的晶面为(100)、(111), 无包体		
10)MB 67,1	1	0.09732 ± 42	0.05312 ± 30	0.000118 ± 19	0.05138 ± 27	258 ± 12		100 ~ 50 × 6	具淡黄色调, 透明, 自形完整, 除发育(100)、(110)、(111)外, 尚存其它晶面		

续表

A	B	C	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{209}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$(^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb})^*$	年龄 (Ma)	D	锆石特征描述
4. 柴河—石场岩带南部的混合岩	1	6	0.05960 ± 60	0.1287 ± 10	0.000009 ± 4	0.1286 ± 10		380 × 130 × 1	淡紫色, 透明, 晶形较完整, 表面不光滑, 有熔蚀坑, 发育(110)、(100), 可见(111)、(311)等晶面
			0.02313 ± 54	0.2055 ± 10	—	0.2055 ± 10	2871 ± 8		
	1	5	0.1796 ± 7	0.05706 ± 28	0.000105 ± 9	0.05552 ± 17	433 ± 7	400 × 220 × 1	淡紫色, 透明, 晶形完整, 有一定熔蚀, 发育(110)、(100)、(111)晶面
	1	3	0.1548 ± 17	0.0587 ± 20	0.000395 ± 40	0.0519 ± 9	409 ± 39	300 × 130 × 1	淡紫色, 透明, 晶形完整, 不一定熔蚀, 表面有压痕, 发育(110)、(100)、(111)晶面
	1	1	0.1034 ± 7	0.05274 ± 20	0.00041 ± 14	0.01665 ± 20		450 × 130 × 1	淡紫色, 透明, 晶形完整, 无熔蚀, 表面有压痕, 发育(110)、(111)晶面
	2	7	0.1163 ± 16	0.05646 ± 65	0.000345 ± 34	0.05169 ± 36	272 ± 16	550 × 150 × 1	淡紫色, 透明, 晶形完整, 无熔蚀, 表面平坦, 发育(110)、(100)、(111)晶面
	1	9	0.01978 ± 18	0.05073 ± 33	0.000033 ± 16	0.05024 ± 33		400 × 180 × 1	淡紫色, 透明, 晶形完好, 表面平坦, 发育(110)、(100)、(111)、(311)晶面
	2	15	0.02828 ± 25	0.05194 ± 26	0.000050 ± 58	0.05120 ± 26	250 ± 12	350 × 150 × 1	淡紫色, 透明, 晶形完好, 表面平坦, 发育(110)、(100)、(111)晶面
	2	1	0.01876 ± 46	0.0512 ± 9	—	0.0512 ± 9	250 ± 41		
	1	6	0.04037 ± 30	0.05123 ± 17	0.000043 ± 7	0.05060 ± 17			
2	6	0.0361 ± 17	0.05108 ± 21	0.000029 ± 5	0.05066 ± 21	224 ± 3			

(1和2平均)

注: A—编号之前为样品编号, 编号之后为锆石颗粒编号; B—锆石的第几次蒸发—沉积, 数目小者先测定, C—测定的数据组数, 即 Block 的数目, 每个 Block 由8个 Scan 构成; D—锆石颗粒的大小(单位为微米)。即长×宽×粒数, 质谱峰测定时的积分时间为8分, 误差为2σ

如果能判断地质作用和锆石年龄之间的关系,对解决地质问题和进行年龄解释无疑是很有益处的。

3.1 柴河—石场岩带

柴河岩体南段的花岗闪长岩(MT120,采自五岗北采石场)中的锆石,测定了四个颗粒,得到的结果为: $409 \pm 8\text{Ma}$, $312 \pm 5\text{Ma}$, $268 \pm 15\text{Ma}$ 和 $250 \pm 79\text{Ma}$ 。从附表可以看出,2号锆石只蒸发了一次,无法确定其是否有铅丢失;4号和6号锆石都有铅丢失(第二次测定的放射成因 $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 比值高于第一次的),且后者丢失程度更大些(可能导致所测定的结果比实际年龄要偏低);5号锆石没有铅丢失(第二次和第一次测定的放射成因 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 比值相等)。2号锆石较大且具(311)晶面,其余三粒的特征基本相同。

$250 \pm 79\text{Ma}$,误差较大,原因是铅积累很少,离子流强度较低使得测定不很准确。此值与 $268 \pm 15\text{Ma}$ 是相近的,但只能作参考。四粒锆石中三粒锆石结果接近,故将 $312-268\text{Ma}$ 作为柴河花岗闪长岩体的结晶年龄, $409 \pm 8\text{Ma}$ 可能是较早岩浆活动的产物或地壳重熔的残余。

石场花岗岩体(Ds3-1)和金厂花岗岩(MB119)的锆石分别成功地测定了一粒,结果为 $306 \pm 10\text{Ma}$ 和 $266 \pm 24\text{Ma}$,暂且将其认作各岩体的形成时代(尚需进一步的工作)。大哈塘岩体(MB41)的锆石只成功地测定了两粒,其结果为 $347 \pm 30\text{Ma}$ 和 $271 \pm 13\text{Ma}$,相差不大,可以将 $347-271$ 作为其结晶年龄。

3.2 大顶子—光复屯岩带

光复屯岩体(MT15)只成功地测定了一粒锆石,其年龄为 $279 \pm 40\text{Ma}$,只好代表岩体的结晶年龄。

山洞村东的花岗斑岩(MT85)中的锆石成功地测定了三粒,其年龄为 488 ± 10 、 305 ± 27 和 $296 \pm 15\text{Ma}$ 。因锆石很小,只测定了一次,无法判断铅丢失的情况。将 $305-296\text{Ma}$ 作为其结晶年龄, $488 \pm 10\text{Ma}$ 是较早岩浆活动的产物。由于其侵入到八面通杂岩中,故可确定后者的年龄应大于 296Ma 。

3.3 砍椽沟—岗子沟岩带

砍椽沟花岗岩(MT46)只成功地测定了两个数据。这两个数据分别是四个颗粒一起测定的。所以,每个结果是四个颗粒的混合结果,介于最老和最新之间。故只好将 $247-212\text{Ma}$ 认作其结晶年龄。

岗子沟南采石场角闪石正长花岗岩(MT68-1)中的锆石,成功地得到了两个年龄结果,分别为 $1134 \pm 14\text{Ma}$ 和 $254 \pm 16\text{Ma}$ 。前者的锆石特征显然与后者不同。因其为三粒锆石在一起同时测定的,所以这个结果是这三粒的平均值,介于最老和最新年龄之间(很有可能 $>1134\text{Ma}$)。如果此种锆石是古老陆壳的残留物——兴凯地块硅铝质地壳部分熔融的残留物,那么,构成兴凯地块基底部分的古老岩石的年龄可能 $\geq 1134\text{Ma}$ 。得到 254Ma 这个结果的锆石特征同绝大多数锆石颗粒相同,故将其定作该岩体的结晶时代。

文象花岗岩(MT68-2)中的锆石只成功地测定了两粒,其年龄分别为 $286 \pm 22\text{Ma}$ 和 $264 \pm 8\text{Ma}$,两者是相同的,可以认为该岩体在 $286-264\text{Ma}$ 形成。

岗子沟花岗闪长岩体(MT67)中的锆石只成功地得到一个数据,其年龄为 $258 \pm 12\text{Ma}$ 。此值是将六粒锆石同时测定的,因而是六粒的平均值。值得注意的是,这个样品中角闪石的

$^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ 坪年龄为 $259 \pm 1 \text{ Ma}$, 坪谱很平坦, 表明没有后期地质作用的影响; 等时线年龄为 $253 \pm 6 \text{ Ma}$ 。 $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ 测定结果同锆石的测定结果是一致的(即使多个锆石颗粒同时测定)。两种方法测定结果的一致性, 表明这两种方法对测定花岗岩类的年龄都是有效的。因锆石中放射成因的铅同角闪石中放射成因的氩相比较而言是微量的, 故其测定误差较大。

3.4 柴河—石场岩带南部的混合岩

大安屯村南的花岗质混合岩, 在空间上位于柴河—石场岩带的南部。

对黑云母花岗岩(MT138)成功地测定了四粒锆石, 其年龄为: $2871 \pm 8 \text{ Ma}$ 、 $433 \pm 7 \text{ Ma}$ 、 $409 \pm 39 \text{ Ma}$ 和 $272 \pm 16 \text{ Ma}$ 。对钾长花岗岩(MT139)成功地测定了三粒锆石, 其年龄分别为 $250 \pm 12 \text{ Ma}$ 、 $250 \pm 41 \text{ Ma}$ 和 $1224 \pm 3 \text{ Ma}$ 。

钾长花岗岩与黑云母花岗岩空间上共生在一起, 相当于黑云母花岗岩的脉体部分。故钾长花岗岩结晶形成的锆石与黑云母花岗岩中脉体部分结晶形成的锆石年龄相同或相近。黑云母花岗岩中, $433 \pm 7 \text{ Ma}$ 、 $409 \pm 39 \text{ Ma}$ 代表相对较老的地质作用的产物, $272 \pm 16 \text{ Ma}$ 是受钾长花岗岩的影响而形成的锆石, 可能是前者局部熔融所产生, $2871 \pm 8 \text{ Ma}$ 是本项研究乃至整个黑龙江东部地区迄今为止最古老的年龄, 这表明该地区有存在古老基底的可能性。

综上所述, 可以看出花岗岩的十九个锆石年龄数据可分为三组: ① $1134 \pm 14 \text{ Ma}$ 代表地壳重熔的残留物的年龄; ② 488 和 409 Ma , 代表相对较早期的岩浆活动; ③ $347-212 \text{ Ma}$ 年龄段, 共十六个数据, 其中以 $312-250 \text{ Ma}$ 为多数, 代表了花岗岩的主要形成时间。

一般而言, 无论花岗岩体中是否有继承锆石和后期地质作用形成的锆石, 在数量上占优势的年龄相同(或相近)的锆石必定是岩体结晶时形成的。虽然锆石有时会发生铅丢失, 但彻底的铅丢失笔者尚未见到。笔者曾测定了鞍山地区某条花岗岩脉中的锆石, 除一粒年龄为 $3260 \pm 4 \text{ Ma}$ (显示有轻微的铅丢失)外, 其余八粒为 $3353 \pm 8 \text{ Ma}-3310 \pm 2 \text{ Ma}$, 显然这些颗粒的年龄很一致, 又和地质推断相吻合, 并且从外到内, 每粒锆石的铅丢失又很少(表现为放射成因 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 比值变化很小)。这些锆石和本文所提的锆石大小相近。所以, 牡丹江—鸡西一带花岗岩类不可能是元古代的产物, 即铅丢失不可能使元古代的锆石的年龄变得如此低。

混合岩中存在年龄和花岗岩主要形成时期相同的锆石, 表明混合岩化作用与花岗岩主要形成时期是一致的。 $2871 \pm 18 \text{ Ma}$ 则指示了古老地壳存在的可能性。

4 结论

1. 由单颗粒锆石的年龄得知牡丹江—鸡西一带的花岗岩类主要在 $312-250 \text{ Ma}$ 形成, 而不是前人所说的在元古代形成。
2. 在主要的花岗岩侵位之前, 有更早期的岩浆活动, 其时间为 $488-408 \text{ Ma}$ 。
3. 花岗岩样品中有较老的锆石, 表明存在古老的硅铝质地壳的残留物。特别是 $2871 \pm 8 \text{ Ma}$ 提供了该地区太古代地壳存在的可能性。

参 考 文 献

- 1 刘敦一, 赵敦敏, 用热离子发射质谱计直接测定单颗粒锆石 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄. 地质论评, 1988, 34(6).

- 2 Kober B. Whole-grain evaporation for $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ -age-investigations on single zircons using a double-filament thermal ion source. *Contrib. Mineral Petrol.* 1986, 93, 482—490.
- 3 Kober B. Single-zircon evaporation combined with Pb+emitter heating for $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ Pb-age investigations using thermal ion mass spectrometry, and implications to zirconology. *Contrib. Mineral Petrol.* 1987, 96, 63—71.

Isotope Geochronology of Granitoids in Mudanjiang-Jixi Area

Song Biao Niu Baogui Li Jinyi

Xu Wenxi

(Institute of Geology, Chinese Academy
of Geological Sciences, Beijing 100037)

(No. 1 Institute of Geological Exploration,
Heilongjiang Bureau of Geology and Mineral
Resources, Mudanjiang 157011)

Key words: zircon; isotope geochronology; granitoids; Mudanjiang-Jixi; Paleozoic

Abstract

There are lots of granitoids exposed in Mudanjiang-Jixi area, represented by such rock bodies as Chaihe, Shichang, Guangfutun and Gangzigou, which were formerly regarded as Proterozoic granite bodies. With the single zircon stepwise evaporation-deposition method proposed by Kober, zircon samples collected from granite, granite porphyry migmatite and granitic veins in this area were dated isotopically, and the results indicate that the emplacement and migmatization of granitoids in this area mainly took place during the Variscan orogeny of 290-250 Ma, that some granite bodies were probably formed in Caledonian period of 488-409 Ma instead of in Proterozoic, and that the Precambrian meta-basement might exist on both sides of the Bamiantong complex, as is evidenced by the age data of inherited zircon (2871 ± 8 Ma and 1134 ± 14 Ma) obtained in granite and migmatite.