

西藏南部打拉二云母花岗岩锆石 SHRIMP 定年及其地质意义

夏斌¹⁾, 韦振权^{1,2)}, 张玉泉¹⁾, 徐力峰^{1,2)}, 李建峰^{1,2)}, 王彦斌³⁾

1) 中国科学院边缘海地质重点实验室, 中国科学院广州地球化学研究所, 广州, 510640;

2) 中国科学院研究生院, 北京, 100039; 3) 北京离子探针中心, 北京, 100037

内容提要:应用锆石 SHRIMP II 定年技术,对西藏南部拉轨岗日岩带东段的打拉二云母花岗岩进行了测试,获得岩体形成年龄为 24.7 Ma(晚渐新世)。打拉岩体中具老核新壳的岩浆复合型锆石特别发育,其老核年龄范围为 2796.8~3196 Ma,反映打拉岩体所在部位的深部存在太古宙的古老基底。

关键词:锆石 SHRIMP 定年; 二云母花岗岩; 打拉; 西藏

西藏南部花岗岩类分布广泛、类型多、规模大,多呈带状。不同类型岩石的出现与它所处的构造位置密切相关,如雅鲁藏布江及以北的冈底斯山脉以中酸性岩类为主(金成伟等,1978),而雅鲁藏布江以南地区则以酸性岩为主。根据其展布特征可划分为北部中酸性的冈底斯岩带、中部拉轨岗日片麻状二云母花岗岩带和南部喜马拉雅电气石白云母花岗岩和二云母花岗岩带(涂光炽等,1982)。

拉轨岗日岩带大致沿拉轨岗日山脉的脊线区分布,岩带中的岩体一般以单次侵入的小型岩株、岩枝等产出,规模小、分散,多具片麻状构造,岩石以片麻状二云母花岗岩为主。而打拉岩体位于拉轨岗日岩带的东段。在上个世纪 70 年代初期,由中国科学院组织的青藏高原综合科学考察队,曾对该岩体的地质、同位素地质年代学(张玉泉等,1981;中国科学院地质研究所 K-Ar 年龄组,1979)、岩石学、矿物学和地球化学(涂光炽等,1981;王中刚等,1981)等进行多学科的综合研究(涂光炽等,1982);之后西藏自治区地质矿产局(1993)对该岩体的岩石学和矿物学等进行了总结。本文在以往及前人研究基础上,对打拉二云母花岗岩进行了锆石 SHRIMP II 定年。

1 地质和岩石简况

打拉二云母花岗岩位于西藏南部隆子县和邛多

江之间的打拉山口(图 1),岩体主体在打拉山口东、北地段,呈岩株产出,面积约 10 km²。岩体侵入三叠纪碳质板岩和变质砂岩中,在外接触带产生了角岩化。岩体在靠近接触带出现的冷凝边为细粒结构,向岩体内部逐渐过渡为中细粒结构,这一部分相当于外部相,范围 50~60 m;岩体内部相为中粒结构。此外,岩体内接触带部位有较多的围岩捕虏体,围岩在打拉山口北面的山顶上保留有沉积岩的顶盖,说明剥蚀深度不大。

打拉二云母花岗岩的主要造岩矿物为斜长石、钾长石、石英、黑云母和白云母等。早、晚结晶的斜长石都有环带结构,较晚结晶的斜长石具同心圆状和椭圆状的宽环带结构,晶体大小 0.4~0.6 mm,常沿早结晶的斜长石边部生长,有时对早结晶的斜长石进行交代。斜长石斑晶成分相当于更一中长石。钾长石格子双晶不发育,以条纹长石为主,其次是微斜长石。钾长石多于斜长石。黑云母出现重结晶现象,分布受定向裂隙制约,说明黑云母重结晶时间较晚(张玉泉等,1982)。分析的两个岩石样品平均化学成分为:SiO₂ 71.20%, TiO₂ 0.16%, Al₂O₃ 16.08%, Fe₂O₃ 0.25%, FeO 1.52%, MnO 0.05%, MgO 0.74%, CaO 2.49%, Na₂O 3.75%, K₂O 2.85%, P₂O₅ 0.08%,总体上具高硅、钠和钾,低铁、钛和镁的特点(涂光炽等,1982)。

注:本文为国家自然科学基金重点资助项目(编号 40534019)的成果。

收稿日期:2007-02-11;改回日期:2007-03-26;责任编辑:章雨旭。

作者简介:夏斌,男,1959年生。研究员,博士生导师,构造地质学专业。Email:xiabin@gig.ac.cn。

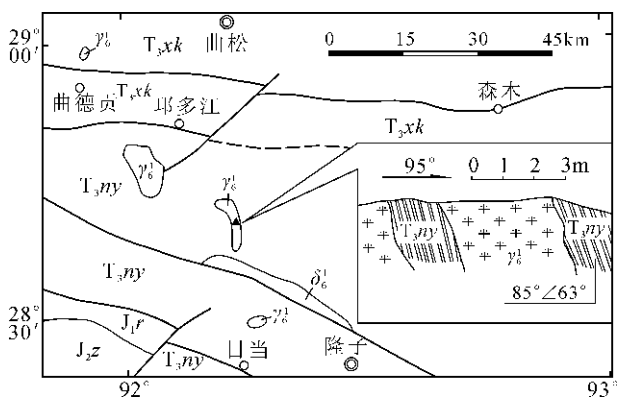


图1 打拉岩体地质略图

(据西藏自治区地质矿产局, 1993; 涂光炽等, 1982)

Fig. 1 Geological sketch map of the Dala pluton

(from Bureau of Geology and Mineral Resources of Xizang (Tibet) Autonomous Region, 1993 and

Tu Guangchi et al., 1982)

Q—第四系; J_{2z}—中侏罗世遮拉组; J_{1r}—早侏罗世日当组; T_{3ny}—晚三叠世涅如群; T_{3xk}—晚三叠世修康群; γ₆—喜马拉雅期花岗岩; ▲—采样位置

Q—quaternary; J_{2z}— Middle Jurassic Zhela Formation; J_{1r}— Early Jurassic Ridang Formation; T_{3ny}—Late Triassic Nieru Group; T_{3xk}— Late Triassic Xiukang Group; γ₆—Himalayan granite; ▲— location of the sample

2 锆石 SHRIMP 定年

2.1 锆石分选

定年样品(74-256)岩性为二云母花岗岩。将 5 kg 左右样品人工破碎至约 1 cm³ 大小,放入直径为 20 cm 的不锈钢钵中,置于 XZW100 型振动磨样机(1.1/0.75 kW)研磨 3~5 s 后取出过 0.4 mm 孔径筛,此过程反复进行到样品全部通过 0.4 mm 孔径筛;洗去粉尘,经铝制淘沙盘淘洗富集重矿物,通过磁选和电磁选获得非电磁性矿物,再淘洗获得锆石精矿,最后在双目镜下手工挑选出用于定年的锆石。

2.2 分析方法

将待测锆石和标准锆石一起固定在直径为 25 mm 的环氧树脂靶上,磨光到暴露出锆石的中心面,用反射光和透射光照相,然后镀金,拍摄阴极发光(CL)图像(图 2)。锆石 U、Th、Pb 同位素分析在北京离子探针中心的 SHRIMP II 上按照标准测定程序条件进行(宋彪等, 2002),样品分析时使用的标准锆石为 SL13 (572 Ma) 和 TEMORA (417 Ma) (Black et al., 2003; Williams et al., 1998)。数据处理采用 Squid (Ludwig, 2001) 和 Isoplot 程序 (Ludwig, 2003),应用实测 ²⁰⁴Pb 校正锆石中的普通

铅,单个数据点的误差均为 1σ。对打拉岩体 10 个锆石共进行了 12 个测点的分析,结果列于表 1。

2.3 分析结果

从分析结果(表 1)中我们可以看出,打拉二云母花岗岩锆石年龄最小仅为 22.3 Ma(1.1),最大为 3196 Ma(9.1),年龄差别如此之大,说明锆石并非单一成因,反映在锆石的 U、Th 和 Pb 含量上:年龄较小的 2 个测点(1.1 和 3.1)U 和 Th 含量大,U 和 Th 含量分别介于 1115~1367 μg/g 和 522~794 μg/g 之间,且放射性成因铅含量低,仅为 3.48~5.2 μg/g;而年龄大的测点(5.1、8.1、9.1 和 12.1)的 U 和 Th 含量相对较低,U 含量为 326~806 μg/g, Th 含量最大为 288 μg/g,最小仅为 43 μg/g,具有高的放射性成因铅含量(128~203 μg/g);年龄在 47.3~693 Ma 的其余 6 个测点的 U 和 Th 含量则分别介于上述二者相应元素含量之间。

3 结果讨论

3.1 打拉二云母花岗岩锆石成因类型

定年锆石的阴极发光图像(CL)显示,打拉二云母花岗岩中的锆石有两种成因类型,一种是岩浆锆石,是在岩浆作用过程中结晶的锆石,其特点是发育有规则的韵律环带(图 2: 1.1、3.1);另一种是具有老核新壳的岩浆复合型锆石(图 2: 2.1、4.1~12.1)。后者在打拉岩体中特别发育,其新壳通常比较薄,新壳厚度多小于 25 μm,而 SHRIMP 测点的直径是 25 μm,因此无法精确测定岩浆复合锆石新壳的结晶时间,同时也给准确测定岩体形成时代带来了一定的困难(常常得到的是混合年龄),但是老核的年龄有时又能提供有意义的地质信息。

3.2 岩体时代

自上个世纪 70 年代初期开始,中国科学院组织

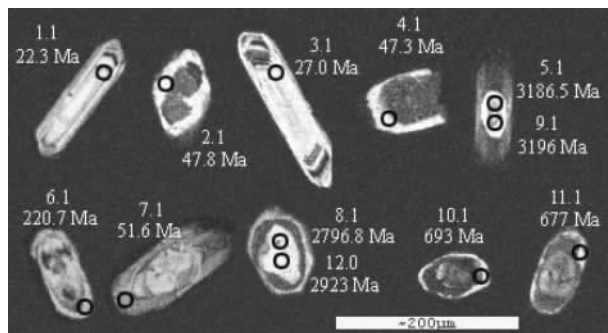


图 2 打拉岩体锆石的 CL 图像

Fig. 2 Cathode luminescence images of the zircons from the Dala pluton

表 1 打拉二云母花岗岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 分析结果

Table 1 SHRIMP U-Pb zircon age data for two-mica granite in the Dala pluton

测点	U ($\mu\text{g/g}$)	Th ($\mu\text{g/g}$)	Th/U	$^{206}\text{Pb}_c$ (%)	$^{206}\text{Pb}^*$ ($\mu\text{g/g}$)	$n(^{207}\text{Pb}^*)/n(^{235}\text{U})$		$n(^{206}\text{Pb}^*)/n(^{238}\text{U})$		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄 (Ma)		$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄 (Ma)	
						测值	相对误差 (%)	测值	相对误差 (%)	测值	误差 ($\pm 1\sigma$)	测值	误差 ($\pm 1\sigma$)
1.1	1115	522	0.48	5.39	3.48	0.021	26	0.00347	3.4	22.3	0.76		
2.1	463	509	1.14	18.31	3.55	0.046	60	0.00744	4.3	47.8	2.1		
3.1	1367	794	0.60	2.60	5.20	0.023	50	0.00419	3.6	27.0	0.98		
4.1	635	258	0.42	36.89	6.04	0.098	41	0.00737	4.8	47.3	2.3		
5.1	806	288	0.37	1.30	203	10.110	3.0	0.29290	2.9	1656.0	43	3186.5	4.5
6.1	589	325	0.57	5.62	18.0	0.394	4.7	0.03480	3.0	220.7	6.5	1247.0	72
7.1	1288	332	0.27	2.60	8.93	0.071	5.2	0.00804	3.0	51.6	1.6		
8.1	552	43	0.08	0.06	128	7.300	3.0	0.26950	3.0	1538.0	41	2796.8	8.4
9.1	326	187	0.59	0.04	129	15.950	2.5	0.45960	1.7	2438.0	35	3196.0	29
10.1	424	314	0.77	0.11	41.3	1.025	5.5	0.11340	5.4	693.0	36	791.0	21
11.1	473	243	0.53	0.31	45.2	1.519	2.0	0.11080	1.8	677.0	11	1614.0	17
12.1	360	97	0.28	0.06	138	13.080	2.6	0.44690	1.8	2382.0	36	2923.0	29

注: $^{206}\text{Pb}_c$ (%) 为普通 ^{206}Pb 占总 ^{206}Pb 的百分比; Pb^* 为放射性成因铅; 普通铅用 ^{204}Pb 校正。

的青藏高原综合科学考察队就对打拉二云母花岗岩体进行了同位素年代学研究工作, 当时测得该岩体中的白云母和黑云母的 K-Ar 年龄分别为 29.5 Ma 和 30.2 Ma(张玉泉等, 1981; 涂光炽等, 1982), 相当于晚渐新世。后来到 2000 年, 台湾大学地质系的钟孙霖教授将前述测定 K-Ar 年龄样品中的锆石送到原地质矿产部天津地质矿产研究所进行单颗粒锆石全溶 U-Pb 年龄测定, 测定结果为 150 Ma(与钟孙霖个人通讯), 据此将打拉二云母花岗岩的时代由新生代晚渐新世提到中生代晚侏罗世。这一结果不仅是岩体年龄值变大的问题, 而且还改变了其原本认为是与印度和欧亚两大陆碰撞有关的成岩机制。针对前述问题, 本文对该岩体进行 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄研究, 以便较准确的确定打拉二云母花岗岩侵位年龄或岩体结晶年龄, 并探讨前两种定年方法所获年龄值不一致的原因。本文测定结果表明:

(1) 岩体中岩浆锆石的 U-Pb 年龄为 27.0 Ma 和 22.3 Ma, 平均年龄为 24.7 Ma, 属于新生代, 与前述 70 年代测定的云母 K-Ar 年龄基本一致, 均相当于晚渐新世。

(2) 单颗粒锆石全溶 U-Pb 年龄值偏大的原因, 是因为打拉二云母花岗岩中具有老核新壳的岩浆复合型锆石特别发育, 而单颗粒全溶法的测年对象正遇上了复合型锆石, 所给出的年龄实际上是混合年龄, 远大于云母和岩浆锆石的年龄。

3.3 岩浆复合型锆石老核年龄及地质意义

复合型锆石可分为变质复合型锆石(张玉泉等, 2004)和岩浆复合型锆石(夏斌等, 2005; 林清茶等,

2005), 后者是部分熔融的岩浆在上侵途中捕获的锆石, 从岩浆上侵到定位之前的这段时间锆石被熔蚀, 定位及定位之后熔蚀停止, 在被熔蚀的锆石基础上开始长出新的锆石, 形成具有老核新壳的岩浆复合型锆石。岩浆复合型锆石中的老核没有一定的形态和大小, 因其中的 U、Th 含量不同, 表现在阴极发光图像(CL)上的黑白程度也有明显的差别。在前述定年的测点中涉及到老核的有 10 个, 其年龄值可分为三组: ① 3186.5~3196 Ma ($^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄, 中太古代); ② 2796.8~2923 Ma ($^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄, 新太古代), 这两组年龄反映了打拉岩体所在部位的深部存在太古宙的古老基底; ③ 47.3~693 Ma 之间的 6 个测点, 是岩浆复合型锆石的新壳和老核的混合年龄, 没有地质意义。

打拉岩体大地构造上位于印度大陆的北缘, 本次研究结果为印度大陆北缘基底时代研究提供可靠的年代学依据。与此同时, 在印度大陆的其他地方, 大于 3.0 Ga 的高精度的单颗粒锆石 U-Pb 年龄也有报道, 如 Nutman 等(1992)和 Peucat 等(1995)分别在印度 Dharwar 克拉通发现大于 3.0 Ga 的锆石; Mondal 等(2002)应用离子探针技术获得印度北部 Bundelkhand 地块片麻岩和花岗岩中的锆石年龄为 3.3 Ga; 印度东部深成花岗岩中捕虏晶锆石的原位 Pb-Pb 定年结果为 3.5 Ga(Misra et al, 2000); 温春齐等(2006)新报道了在西藏普兰县石英砂岩中发现 4.1 Ga 碎屑锆石, 该年龄是迄今印度大陆最老的单颗粒碎屑年龄。以上研究结果均说明了整个印度大陆普遍存在太古宙古老基底。

4 结论

(1) 达拉二云母花岗岩中的锆石有两种成因,一是岩浆锆石,二是具有老核新壳的岩浆复合型锆石,前者占少数,后者在岩体中特别发育。

(2) 根据达拉岩体的两个岩浆锆石 SHRIMP U-Pb 定年结果,岩体的形成年龄为 24.7 Ma(晚渐新世)。

(3) 达拉岩体中的岩浆复合型锆石中的老核来源于基底,其年龄范围为 2796.8~3196 Ma,反映达拉岩体所在部位的深部存在太古宙的古老基底。

参 考 文 献 / References

- 金成伟,周云生. 1978. 喜马拉雅和冈底斯弧形山系中的岩浆带及其成因模式. *地质科学*, (4): 297~312.
- 林清茶,夏斌,张玉泉,王彦斌. 2005. 云南鸡街超基性碱性岩锆石类型及其年龄值意义. *大地构造与成矿学*, 9(4): 512~516.
- 宋彪,张玉海,万渝生,简平. 2002. 锆石 SHRIMP 样品靶制作、年龄测定及有关现象讨论. *地质论评*, 48(增刊): 26~30.
- 涂光炽,张玉泉,赵振华,王中刚. 1981. 西藏南部花岗岩类的特征和演化. *地球化学*, (1): 1~7.
- 涂光炽,张玉泉,王中刚. 1982. 西藏南部花岗岩类地球化学. 北京: 科学出版社, 12~13, 24, 164.
- 王中刚,张玉泉,赵惠兰. 1981. 西藏南部花岗岩类的岩石化学研究. *地球化学* (1): 19~25.
- 温春齐,多吉,范小平,郭建慈,倪志耀,李小文,石玉若,温泉. 2006. 西藏普兰石英岩中发现 41 亿年碎屑锆石. *地质学报*, 80(9): 1249~1251.
- 西藏自治区地质矿产局. 1993. 西藏自治区区域地质志. 北京: 地质出版社, 380~381.
- 夏斌,林清茶,张玉泉. 2005. 哀牢山—金沙江岩带透辉石花岗岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄及地质意义——以玉召块、马头湾和十里村岩体为例. *大地构造与成矿学*, 29(1): 35~43.
- 张玉泉,戴檀谟,洪阿实. 1981. 西藏高原南部花岗岩类同位素地

质年代学. *地球化学*, (1): 8~18.

- 张玉泉,夏斌,梁华英,刘红英,林清茶. 2004. 云南大平康碱性花岗岩的锆石特征及其地质意义. *高校地质学报*, 10(3): 378~384.
- 张玉泉,谢应雯,许荣华. 1982. 西藏南部花岗岩类中重结晶的黑云母与板块碰撞的关系. *地球化学*, (1): 90~95.
- 中国科学院地质研究所 K-Ar 年龄组. 1979. 西藏南部同位素地质年龄的测定与喜马拉雅运动的分期. *地质科学*, (1): 13~21.
- Black L P, Kamo S L, Allen C M, Aleinikoff J N, Davis D W, Korsch R J and Foudoulis C. 2003. TEMORA 1: A new zircon standard for Phanerozoic U-Pb geochronology. *Chemical Geology*, 200: 155~170.
- Ludwig K R. 2001. Squid 1. 02: a user's manual. Berkeley Geochronology Centre, Special Publication, 2: 19.
- Ludwig K R. 2003. Isoplot/Ex version 3. 00: A Geochronological Toolkit for Microsoft Excel. Berkeley Geochronology Center, Special Publ, (4): 71.
- Misra S, Moitra S, Bhattacharya S, Sivaraman T V. 2000. Archean Granitoids at the Contact of Eastern Ghat Granulite Belt and Singhbhum—Orissa Craton, in Bhuban—Rengali Sector, Orissa, India. *Gondwana Research*, 3(2): 205~213.
- Mondal M E A, Goswami J N, Deomurari M P, Sharma K K. 2002. Ion microprobe $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ages of zircons from the Bundelkhand massif, northern India: implications for crustal evolution of the Bundelkhand—Aravalli protocontinent. *Precambrian Research*, 117(1~2): 85~100.
- Nutman A P, Chadwick B, Ramakrishnana K, Viswanatha M N. 1992. SHRIMP U-Pb ages of detrital zircon in Sargur supracrustal rocks in western Karnataka, southern India. *Journal of the Geological Society of India*, 39: 367~374.
- Peucat J J, Bouhaller H, Fanning C M, Jayananda M. 1995. Age of the Holenarasipur greenstone belt, relationships with the surrounding gneiss, Karnataka, south India. *Journal of Geology*, 103: 701~710.
- Williams I S. U-Th-Pb geochronology by ion microprobe. 1998. In: McKibben M A, Shanks W C, Ridley W I, eds. *Applications of Microanalytical Techniques to Understanding Mineralizing Processes*. *Rev Econ. Geol.*, 7: 1~35.

SHRIMP Zircon Dating of Two-Mica Granite from Dala Pluton in Southern Xizang(Tibet) and Its Geological Implications

XIA Bin¹⁾, WEI Zhenquan^{1,2)}, ZHANG Yuquan¹⁾, XU Lifeng^{1,2)}, LI Jianfeng^{1,2)}, WANG Yanbin³⁾

1) Key Laboratory of Marginal Sea Geology, Guangzhou Institute of Geochemistry,

Chinese Academy of Science, Guangzhou, 510640;

2) Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100039;

3) Beijing SHRIMP Center, Beijing, 100037

Abstract

SHRIMP II technique is applied to U-Pb dating of the two-mica granite of Dala pluton which belongs to Lhagoi Kangri belt in southern Xizang (Tibet). The result shows that the formation time of the Dala pluton is 24.7 Ma. Magma composite zircons with old core and new margin are abundant in Dala pluton. The age of the old core of magma composite zircons change from 2796.8 Ma to 3196 Ma. It indicates that there is Archaean basement under the area Dala pluton locates in.

Key words: SHRIMP zircon dating; two-mica granite; Dala pluton; Xizang(Tibet)

