西藏吉定蛇绿岩中辉长岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄

王 冉[①④] 夏 斌[①] 周国庆[②] 张玉泉[①] 杨之青[③] 李文铅[①] 韦栋梁[①]
钟立峰[①] 徐力峰[①]

(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南京大学地球科学系, 南京 210093;
③ 北京离子探针中心中国地质科学院地质研究所, 北京 100037; ④ 中国科学院研究生院, 北京 100039. E-mail: wangrangig@yahoo.com.cn)

摘要 雅鲁藏布缝合带吉定蛇绿岩中的均质辉长岩与堆晶辉长岩呈过渡关系, 是研究区特提斯洋壳轴下岩浆房过程的产物. 对其进行 SHRIMP 锆石 U-Pb 定年, 得出加权平均年龄为 128±2 Ma(2σ, MSWD=0.71), 即辉长岩结晶年龄. 该结果代表了吉定地区特提斯洋海底扩张的时代, 与中段大竹卡洋盆形成时代一致, 但晚于东段和西段洋盆发育时代, 表明藏南日喀则地区洋盆时代相当, 而整个东特提斯洋盆发育消亡时代存在差异.

关键词 蛇绿岩 SHRIMP U-Pb 定年 吉定 西藏

蛇绿岩作为构造侵位于大陆上的古大洋岩石圈残片, 其形成时代对于恢复古大洋形成演化史、重建古板块构造格局等具有重要意义. 雅鲁藏布缝合带是横贯印度-欧亚板块的特提斯缝合带的东延, 该缝合带不同地段蛇绿岩岩石组合不同[1~5], 形成时代也有差异, 对此, 目前仅有少量精确时代报道, 如东段罗布莎蛇绿岩Sm-Nd等时线年龄为 177±31 Ma[6], 中段大竹卡蛇绿岩新报道的SHRIMP锆石U-Pb年龄为126±1.5 Ma[7], 其它地段多依靠放射虫化石进行相对定年, 限制了特提斯构造演化的研究. 本文选择日喀则以西吉定蛇绿岩中的辉长岩, 应用SHRIMP Ⅱ锆石U-Pb法测定了该蛇绿岩的形成时代, 其结果对于雅鲁藏布江缝合带构造演化的研究具有重要意义.

吉定蛇绿岩出露于日喀则以西约 55 km的萨迦县吉定镇也弄村一带, 属雅鲁藏布江蛇绿岩中段, 南邻三叠系复理石沉积, 北接日喀则弧前盆地-冈底斯岩浆弧, 并被第三系磨拉石砂砾岩不整合所覆盖, 由地幔橄榄岩、堆积杂岩、岩墙(床)群、枕状玄武岩和放射虫硅质岩组成(见图 1), 其中堆积杂岩可分为底部临界带或过渡带、层状杂岩带和均质辉长岩[1], 为我国少数发育较完整的蛇绿岩剖面之一. 本文分析样品为均质辉长岩, 厚度约 300~350 m, 与下部层状辉长岩呈渐变过渡关系, 采样位置GPS经纬度为: 北纬 29°07′53.0″, 东经 88°23′55.2″(见图 1). 镜下见辉长岩经压显定向构造, 中粒辉长结构, 虽有次闪石化, 有新鲜辉石残留; 斜长石帘石化、葡萄石化.

蛇绿岩岩石组合多为基性-超基性岩, 锆石量少、粒小、分选困难, 为挑选到足量、大小合适、晶形良好的锆石, 将 2 kg 左右样品人工破碎至 1 cm^3、放入直径 20 cm 不锈钢钵中, 置于 XZW100 型振动磨样机(1.1/0.75KW)研磨 3~5 s 后过 0.4 mm 一次性孔径筛, 如此反复至样品均通过 0.4 mm 孔径筛, 经铝制淘沙盘淘洗富集重矿物, 后以磁选和电磁选获非电磁性矿物, 再行淘洗富集锆石, 最后在双目镜下手工挑选锆石, 整个分选流程使用装置可彻底清洗, 避免了混染.

将待测锆石以环氧树脂固定, 抛光至暴露出锆石中心面, 用反光、透光及阴极发光(CL)照相, 在中国地质科学院北京离子探针中心SHRIMP Ⅱ型离子探针仪上完成U-Pb测年. 应用标准锆石TEM (417Ma)进行元素间的分馏校正, 并用标准锆石SL13 (572 Ma, U=238 μg/g)标定样品的U, Th及Pb含量[8]. 详细实验流程和原理见文献[9, 10]. 数据处理同文献[11, 12], 因蛇绿岩中辉长岩中锆石的U, Th和Pb含量较低, Th和U的含量相当, 故以实测 ^{207}Pb校正普通铅, 单个数据点的分析误差均为 1σ, 采用 $^{206}Pb/^{238}U$年龄, 其加权平均值为 95%的置信度.

分析锆石粒度变化于 50~200 μm 之间, 阴极发光照相显示锆石结构存在三种基本类型: 多数锆石具较好的晶形, 并显示岩浆结晶环带或条带结构(见图 2 中 3.1, 7.1, 9.1, 11.1, 14.1 和 15.1); 部分锆石结构均一(图 2 中 6.1 和 10.1), 结晶环境比较稳定; 少数锆石具晶核(图 2 中 5.1), 对这种锆石, 选择测定代表辉长岩结晶时代的增生壳的年龄. 由测年结果(表 1)

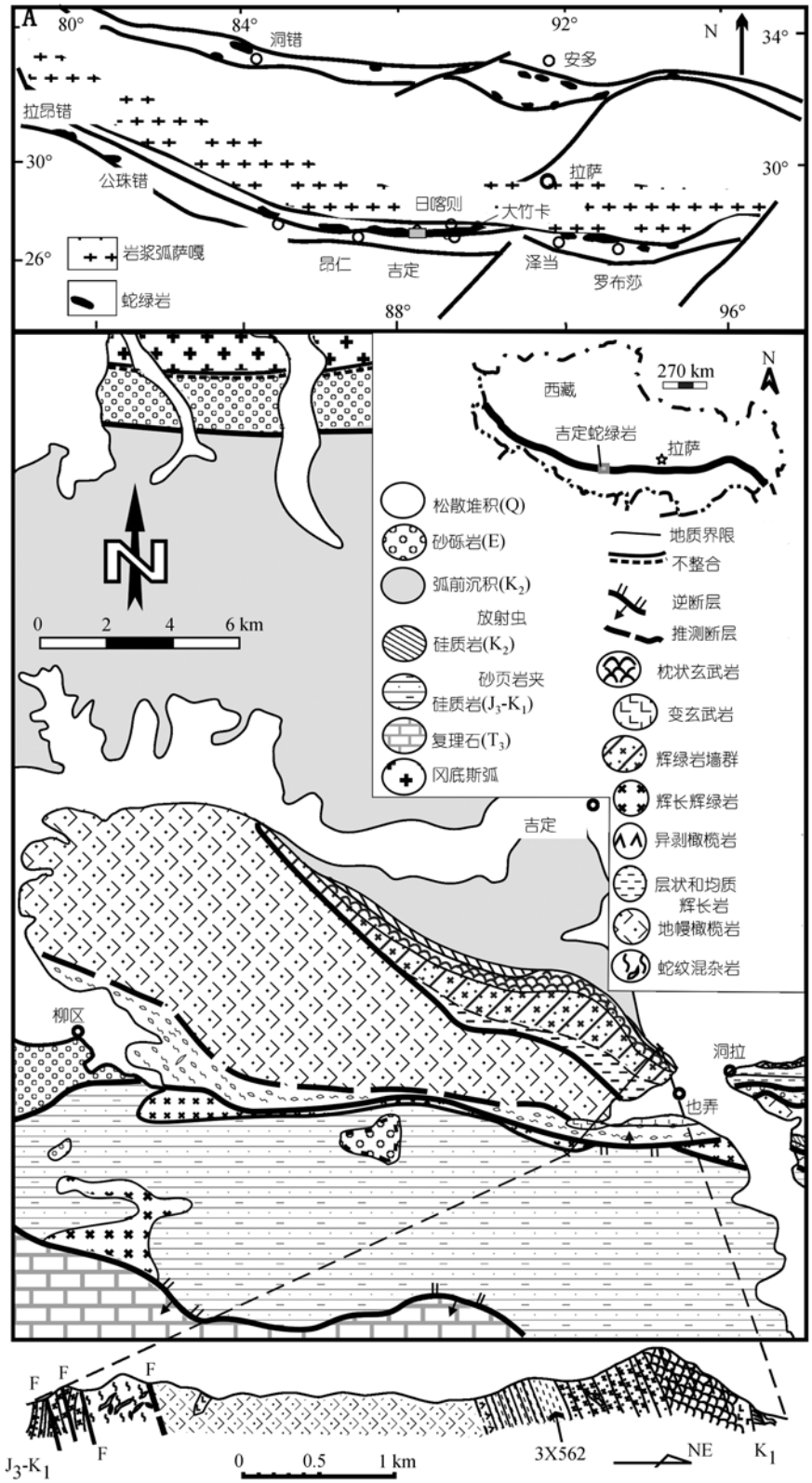


图 1　吉定蛇绿岩地质构造简图

据文献[1]等资料改绘

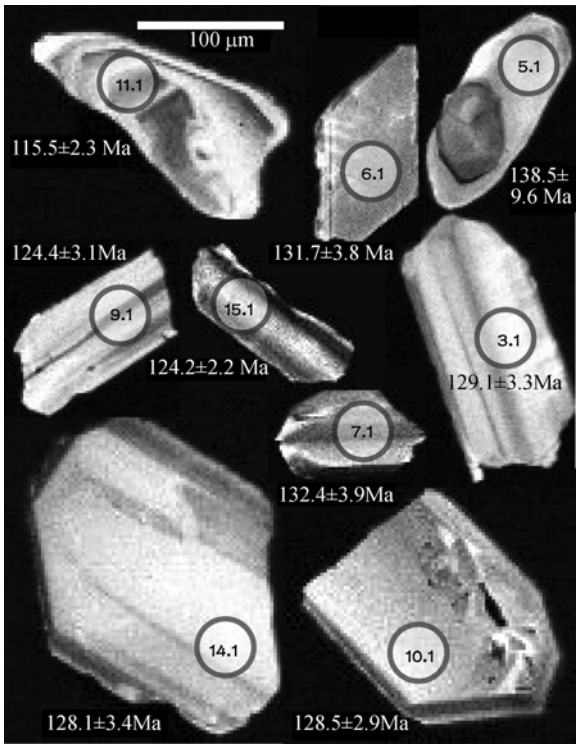


图 2 吉定辉长岩代表性锆石阴极发光图像

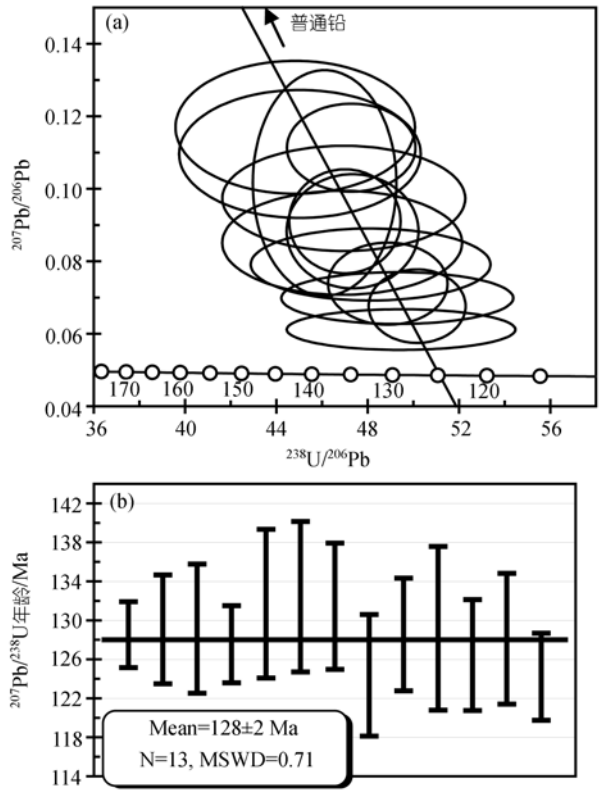


图 3 吉定辉长岩锆石 U-Pb 年龄的
(a) Tera-Wasserburg 图解; (b) 统计直方图

可见 U, Th 和 Pb 含量均较低, 分别介于 14~233, 5~273, 1.99~42.2 μg/g 之间, Th/U 介于 0.29~1.21, 均大于 0.1, 三种不同结构的锆石结晶时代相当, 说明辉长岩形成时的岩浆热事件相对简单. 测点 5.1 为 138.5±9.6 Ma, 误差较大, 可能是其低 U 含量(14 μg/g)造成的, 测点 11.1 的 $^{238}U/^{206}Pb$ 值偏高(53.51), 未作统计(见图 3). 统计的 13 个测点 $^{206}Pb/^{238}U$ 年龄介于 124.2~132.4Ma 之间, 加权平均年龄值为 128±2 Ma(2σ, MSWD=0.71, 见图 3), 即辉长岩结晶年龄.

蛇绿岩中辉长岩SHRIMP锆石U-Pb法是确定蛇绿岩形成年龄的优选方法之一[12], 一般代表了古洋盆的扩张时代. 本文分析的辉长岩属吉定蛇绿岩的

表 1 吉定蛇绿岩中辉长岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 分析结果 a)

测点	U/μg·g^{-1}	Th/μg·g^{-1}	Th/U	$^{206}Pb^*$/μg·g^{-1}	f_{206}/%	$^{238}U/^{206}Pb$	误差(±1σ)	$^{207}Pb/^{206}Pb$	误差(±1σ)	$^{206}Pb/^{238}U$ 年龄/Ma	误差(±1σ)
3X562-1.1	233	273	1.21	4.05	3.45	49.46	4.13	0.0612	3.74	128.5	1.7
3X562-2.1	99	68	0.71	1.77	10.66	48.13	4.46	0.0791	5.13	129.1	2.8
3X562-3.1	58	40	0.71	1.06	16.55	46.95	4.63	0.0973	6.09	129.1	3.3
3X562-4.1	150	86	0.59	2.62	3.98	49.29	4.21	0.0699	4.18	127.5	2.0
3X562-5.1	14	5	0.34	0.323	42.2	37.39	7.58	0.2060	8.04	138.5	9.6
3X562-6.1	42	12	0.29	0.809	13.17	44.83	4.78	0.1170	6.40	131.7	3.8
3X562-7.1	50	31	0.63	0.958	9.49	45.03	4.80	0.1096	6.58	132.4	3.9
3X562-8.1	64	46	0.74	1.17	6.83	46.88	4.58	0.0851	6.89	131.4	3.2
3X562-9.1	61	42	0.72	1.12	8.55	47.28	2.43	0.1113	4.45	124.4	3.1
3X562-10.1	58	39	0.69	1.08	5.95	47.00	2.12	0.0910	6.43	128.5	2.9
3X562-11.1	97	59	0.63	1.58	3.39	53.51	1.93	0.0741	4.11	115.5	2.3
3X562-12.1	76	63	0.85	1.45	5.9	46.11	2.79	0.1016	12.5	129.2	4.2
3X562-13.1	71	52	0.75	1.28	2.36	48.88	2.19	0.0738	6.26	126.4	2.8
3X562-14.1	35	19	0.55	0.653	4.44	47.33	2.49	0.0883	7.28	128.1	3.4
3X562-15.1	130	127	1.01	2.27	1.99	50.16	1.73	0.0676	6.13	124.2	2.2

a) f_{206} 表示普通铅 ^{206}Pb 占 ^{206}Pb 的百分数, Pb*表示放射性成因铅; 标准校正值的误差为 0.38%

均质辉长岩单元，与堆晶辉长岩呈过渡关系，因此该辉长岩是研究区特提斯洋壳轴下岩浆房过程的产物，定年结果代表了吉定地区特提斯洋海底扩张的时代，表明于 128 Ma该区发育了较成熟的洋盆，其南侧的蛇绿混杂岩中镁铁质岩成分特点显示其形成于弧后盆地-洋内岛弧环境[13]. 该结果与大竹卡蛇绿岩形成时代较一致，大竹卡石英闪长岩的SHRIMP锆石U-Pb年龄为 126±1.5 Ma[7]，放射虫化石为晚巴雷姆期到晚阿普迪期[14]，大竹卡蛇绿岩形成于弧前环 境[4,5]. 可见，虽然日喀则地区不同蛇绿岩剖面层序不同，产于不同构造环境，但形成时代差异不大. 另外，日喀则蛇绿岩地幔橄榄岩底部角闪岩变质晕的时代为 81 Ma，为该蛇绿岩构造侵位时代[1]，据其上覆日喀则复理石群中的圆粒虫化石，日喀则蛇绿岩仰冲侵位可能发生在始新世[15]. 而雅鲁藏布江缝合带东段的罗布莎蛇绿岩形成于中侏罗世(177±31 Ma[6])，侵位于早白垩世[16]，属SSZ型[17]；阿里拉昂错南的Yungbwa蛇绿岩玄武岩的Sm-Nd等时线年龄为 147±25 Ma，拉斑玄武质辉绿岩墙中镁角闪石的 $^{40}Ar/^{39}Ar$年龄为152±33，这两组年龄均被认为代表了Yungbwa蛇绿岩的形成时代[18]，该蛇绿岩可能属边缘小洋盆构造环境[2]. 以上年代学及地质构造等初步显示雅鲁藏布江蛇绿岩带以不连续分布为特征，不同地段蛇绿岩的岩石组合有一定差别；构造环境各有不同，但均属SSZ型；中段日喀则地区洋盆时代相当，但晚于东段和西段洋盆发育时代，表明藏南特提斯洋盆发育消亡时代存在差异，揭示东特提斯洋可能为同一构造域控制下的岛海格局，类似于现在的西太平洋沟-弧-盆体系.

致谢 研究过程中，北京离子探针中心刘敦一和王彦斌研究员曾提出许多宝贵意见，西藏地质调查院夏代祥、蒋光武和胡敬仁高级工程师提供了部分野外地质资料，简平教授和周美夫教授审阅了初稿，提出了宝贵的意见和建议，在此诚表谢意. 本文受中国科学院知识创新工程项目(批准号：KZCX2-SW-117-5)和国家自然科学基金项目(批准号：40072022)资助.

参 考 文 献

1 王希斌，鲍佩声，邓万明，等. 西藏蛇绿岩(喜马拉雅岩石圈构造演化). 北京：地质出版社，1987. 1~137
2 夏斌，王国庆，钟富泰，等. 喜马拉雅及邻区蛇绿岩和地体构造图及说明书. 兰州：甘肃科学技术出版社，1993. 4~26
3 张旗，周国庆. 中国蛇绿岩. 北京：科学出版社，2001. 82~92
4 Xia B, Yu, H X, Chen G W, et al. Geochemistry and tectonic environment of the Dagzhuka ophiolite in the Yarlung Zangbo suture zone, Tibet. Geochemical Journal, 2003, 37: 311~324
5 Xia B, Yu H X, Chen G W, et al. Geochemistry of basalts: Evidence for formation of Dazhu ophiolite, Tibet(China), in a supru-subduction zone environment. J geol Soc of India, 2003, 61: 7~15
6 周肃，莫宣学，Mahoney J J，等. 西藏罗布莎蛇绿岩中辉长辉绿岩Sm-Nd定年及Pb，Nd同位素特征. 科学通报，2001，46(16): 1387~1390[摘要][PDF]
7 Malpas J, Zhou MeiFu, Robinson P T, et al. Geochemical and geochronological constraints on the origin and emplacement of the Yarlung Zangbo ophiolites, Southern Tibet. In: Dilek Y, Robinsin P T, eds. Ophiolites in Earth History. Geological Society, London, Spec Publ, 2003, 218: 147~164
8 Black L P, Kamo S L, Allen C M, et al. TEMORA1: A new zircon standard for Phanerozoic U-Pb geochronology. Chemical Geology, 2003, 200(1-2): 155~170[DOI]
9 Composton W, Williams I S, Meyer C. U-Pb geochronology of zircons from lunar breccia 73217 using a sensitive high mass-resolution ion microprobe. J G R, 1984, 89: 525~534
10 宋彪，张玉海，刘敦一. 微区原位分析仪器 SHRIMP 的产生与锆石同位素地质年代学. 质谱学报，2002，23(1): 58~62
11 Williams I S. U-Th-Pb geochronology by ion microprobe. In: Mckibben M A, Shanks W C, Ridley W I, eds. Applications of microanalytical techniques to understanding mineralizing processes. Rev of Eco Geol, 1998. 7: 1~35
12 简平，刘敦一，张旗，等. 蛇绿岩及蛇绿岩中浅色岩的 SHRIMP U-Pb 测年. 地学前缘，2003，10(4): 439~456
13 Dupuisa C, Hébert R, Dubois-Côtéa V, et al. Petrology and geochemistry of mafic rocks from mélange and flysch units adjacent to the Yarlung Zangbo Suture Zone, southern Tibet. Chemical Geology, 2005, 214: 287~308[DOI]
14 Zizbrev S V, Aitchison J C, Abrajevitch A V, et al. Precise radiolarian age constraints on the timing of ophiolite generation and sedimentation in the Dazhuqu terrane, Yarlung-Tsangpo suture zone, Tibet. J Geol Soc Lond, 2003, 160: 591~599
15 邓万明，Pearce J A. 拉萨至格尔木(1985) 和拉萨至加德曼都(1986) 的蛇绿岩. 见：青藏高原地质演化. 北京：科学出版社，1990. 218~241
16 王国庆，夏斌. 西藏罗布莎蛇绿岩及其构造意义. 大地构造与成矿学，1987，11(4): 349~362
17 Zhou M F, Robinson P T, Malpas J, et al. Podiform chromitites in the Luobusa ophiolite (Southern Tibet): Implications for melt-rock interaction and chromite segregation in the upper mantle. J Petrol, 1996, 37(1): 3~21
18 Miller C, Thoni M, Frank W, et al. Geochemistry and tectonomagmatic affinity of the Yungbwa ophiolite, SW Tibet. Lithos, 2003, 66: 155~172[DOI]

(2005-06-29 收稿，2005-09-13 接受)