

# 青藏高原南羌塘基性岩墙群 U-Pb 和 Sm-Nd 同位素定年及构造意义

李 才<sup>1</sup> 和 钟 铧<sup>1</sup> 李 惠 民<sup>2</sup>

(1. 吉林大学地球科学学院, 长春 130061; 2. 天津地质矿产研究所, 天津 300170)

**摘要:**羌塘地区是青藏高原古特提斯研究的关键地区,羌塘南部地区基性岩墙群的侵位时代与构造背景对确定古特提斯阶段联合古陆解体的具体时间和青藏高原构造演化有重要意义。选择单颗粒锆石 U-Pb 法和全岩 Sm-Nd 等时线法对基性岩墙进行定年研究,获得了(312±4)Ma 单颗粒锆石 U-Pb 谐合线年龄和(299±13)Ma 和(314±5)Ma 两个 Sm-Nd 全岩等时年龄。结合区域地质资料研究认为,基性岩墙群为羌塘地块裂离作用的产物,所获得的同位素年龄代表了基性岩墙群的侵位时间,为羌塘地块裂解提供了构造事件年龄,为重塑龙木错—双湖古特提斯洋盆的形成演化过程提供了重要信息。

**关键词:**基性岩墙群;同位素年代学;构造意义;西藏;羌塘南部地区

**中图分类号:**P597+.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-3657(2004)04-0384-06

基性岩墙群是大陆伸展背景下,主要来自陆下软流圈或地幔岩石圈的岩浆侵入体,对古板块伸展—裂解具至关重要的作用<sup>[1-8]</sup>对基性岩浆事件的研究既可能恢复岩墙侵位时古板块的性质和古板块裂离的动力学背景与行为过程,又可以为同一构造域构造—岩浆事件对比研究提供参照体系。

基性岩墙定年研究是研究基性岩浆事件以及演化过程的重要数据和基础,为了获得可靠的定年效果,选择了单颗粒锆石 U-Pb 法、全岩 Sm-Nd 法,获得了锆石谐合线年龄(312±4) Ma; Sm-Nd 等时年龄(299±13)Ma、(314±5)Ma。笔者在报道基性岩墙群同位素定年的基础上,探讨其在西藏古特提斯洋的形成演化过程的构造意义。

## 1 基性岩墙群的产状特征

西藏羌塘南部地区的基性岩墙群沿龙木错—双湖板块缝合带的南侧分布,分布范围西起国境线附近,向东至双湖,长逾 800 km,最宽百余千米,分布面积达 60000 km<sup>2</sup> 以上(图 1),双湖以东由于大面积的中生界覆盖延伸不清。波扎亚龙、达尔应和玛依岗日地区基性岩墙密集出露,岩脉数以千计,以近东西向为主,单个岩墙或岩墙群长 1~7 km,宽数米至 3 km,单个

岩墙(体)面积最大 20 km<sup>2</sup>,岩墙(体)出露总面积大于 400 km<sup>2</sup>。岩体的围岩是裂谷—冰海相碎屑岩夹基性火山岩,时代为晚石炭世,早二叠世晚期以后的地层中不发育基性岩墙<sup>[9,10]</sup>。基性岩墙的岩石类型与岩脉(体)的规模有关,规模大者多为辉长岩,小型脉体以辉绿岩、石英辉绿岩为主。

## 2 样品采集

Zr9702 锆石样品采自改则县鲁谷香友谊沟口北侧的辉绿岩岩墙,岩墙侵入于上石炭统含冰海杂砾岩的砂板岩中,岩墙对围岩没有明显的热蚀作用。取样的基性岩墙岩性为中细粒辉绿岩,呈变余斑状辉绿结构,基质由透长石、钠长石和绿泥石等组成,轻微变质。

碎样、淘洗和锆石的挑选全部手工完成,选出的锆石无熔蚀、熔圆现象,透明—半透明柱状、长柱状晶体,长宽比 2:1~4:1,晶形完整,无裂纹,无包体,锆石晶体呈浅紫红色、浅黄色、紫红色。

两件 Sm-Nd 样品中, QSm01 采自改则县戈木日东侧,岩性为辉绿岩,岩石轻微变质,岩脉侵入于上石炭统中,岩脉呈密集的岩墙,东西走向。QSm02 样品采自改则县扎布区龙

收稿日期:2003-11-;改回日期:2004-06-20

基金项目:中国地质调查局地质大调查项目(200313000054,200313000015)部分成果。

作者简介:李才,男,1953 年生,教授,主要从事青藏高原区域地质与构造地质研究工作;E-mail lica@jlu.deu.cn。

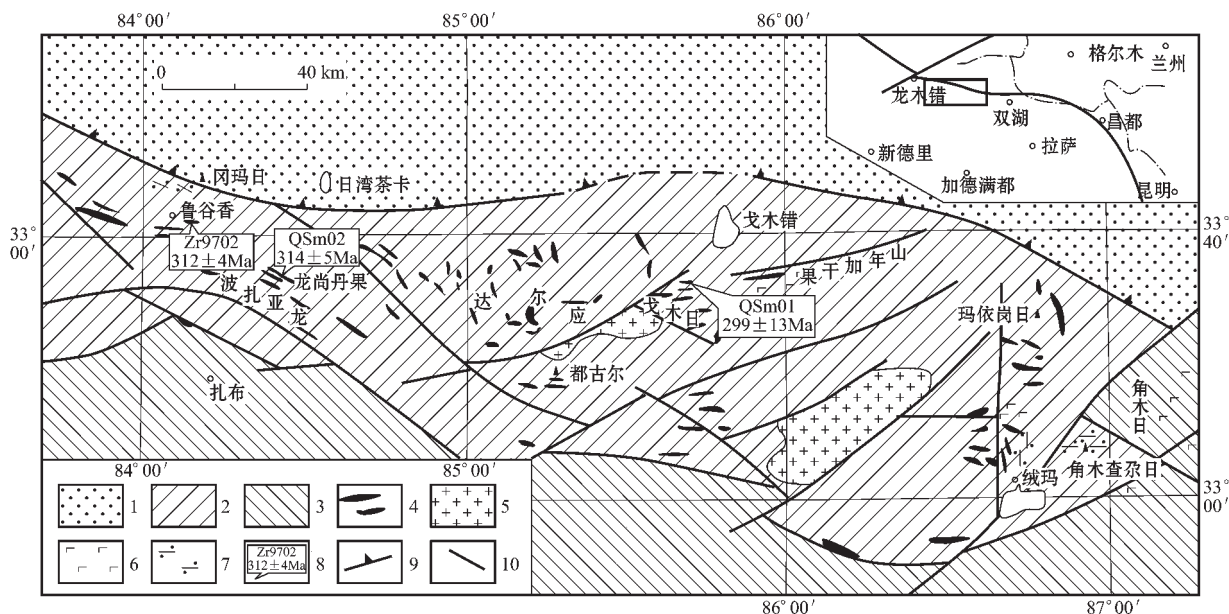


图 1 西藏羌塘地区地质略图

- 1—欧亚大陆边缘海碳酸盐岩—碎屑岩及中性火山岩(D<sub>2</sub>-P);
- 2—冈瓦纳大陆边缘裂谷—冰海相碎屑岩, 基性火山岩(C<sub>2</sub>);
- 3—活动型边缘海碳酸盐岩—拉斑玄武岩(P);
- 4—基性岩墙(辉长岩、辉绿岩);
- 5—花岗岩;
- 6—玄武岩、枕状玄武岩;
- 7—蓝片岩;
- 8—同位素年龄采样位置及年龄数据:Zr—单颗粒锆石 U-Pb 法;QSm—钐钕法;
- 9—龙木错—双湖板块缝合带;
- 10—主要断裂

Fig.1 Geological sketch map of the Qiangtang area, Tibet

1—Carbonatite-clastic rock and intermediate volcanic rocks in the marginal sea of Eurasia (D<sub>2</sub>-P); 2— Rift-glaciomarine clastic rock and basic volcanic rocks in Gondwana continental margins (C<sub>2</sub>); 3—Active marginal sea carbonatite-tholeiite (P); 4—Basic dike (gabbro, diabase); 5—Granite; 6—Basalt and pillow basalt; 7—Blueschist; 8—Sampling location of isotopic ages and age data; 9— Lungmu Co—Shuanghu Lake plate suturet; 10—Major fault

尚丹果, 岩性为辉长辉绿岩, 岩脉走向北西, 多条岩脉大体平行, 侵入于含冰海杂砾岩的上石炭统中。

### 3 定年结果

#### 3.1 锆石 U-Pb 定年结果

锆石 U-Pb 定年采用同位素稀释法进行年龄测定, 锆石的精选、化学处理和 U-Pb 同位素分析均由天津地质矿产研究所同位素实验室完成, 采用根据 Krogh 改进的分析流程所使用的 <sup>206</sup>Pb-<sup>235</sup>U 混合稀释剂<sup>[11]</sup>, 质谱测定用 VG-354 热离子发射质谱计完成, 数据处理使用美国地调所 Ludwig 编写的 PBDAT 和 ISOPLAT 软件<sup>[12]</sup>, 结果列于表 1。

5 组数据点的分布呈良好的线性关系(图 2), 2、3、4 号点靠近下交点, 1 号点离上交点较近, 5 号点则完全落在谐合线上。除 5 号点外, 其余 4 个点位于谐和线的下方, 显示了地质过程中发生 Pb 丢失, 尤其 1 号 <sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb 已对实验空白 (Pb=0.050ng, U=0.0022ng) 及稀释剂作了校正, 其他比率中的铅同位素均为放射成因铅同位素, 括号内的数字为 2σ 绝对误差点 Pb 丢失明显, 但对年龄并不造成明显影响。一致线的下交点年龄 (312±4)Ma, 结合地质产状认为下交点年龄应为基性岩墙的形成年龄, 略晚于岩墙群围岩地层时代, 与野

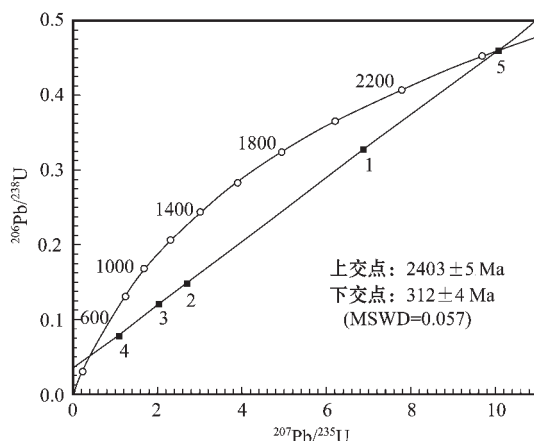


图 2 改则县鲁谷香辉绿岩锆石 (Zr9702) 谐合线年龄图

Fig.2 Concordia diagram of zircon (Zr9702) from the Luguxiang diabase, Garzê

外地质关系相吻合。一致线的上交点年龄 (2403±5)Ma, 可能是基性岩浆结晶过程中锆石晶体中有 2.4Ga 左右古老锆石的捕获晶内核。

#### 3.2 Sm-Nd 法定年结果

Sm-Nd 样品的化学制样工作在空气净化实验室中进

表 1 改则鲁谷香辉绿岩锆石 (Zr9702)U-Pb 法定年数据

Table 1 U-Pb ages of zircon (Zr9702) from the Lughuxiang diabase, Garzê

点号	Zr9702	浓度			普通铅		同位素原子比率					表面年龄(Ma)		
		重量 μg	U μg/g	Pb μg/g	含量 ng	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{206}\text{Pu}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	
1	浅紫红色透明长	10	519	319	1.200	91	0.1875	0.3283 (31)	6.808 (68)	0.1504 (4)	1830	2087	2350	
2	浅紫红色半透明柱状晶体	15	458	140	0.800	85	0.3559	0.1486 (15)	2.649 (29)	0.1293 (4)	893	1314	2088	
3	浅紫红色半透明柱状晶体	20	354	69	0.350	150	0.2927	0.1199 (14)	1.986 (24)	0.1201 (4)	730	1111	1957	
4	浅黄色透明柱状小晶体	10	822	69	0.008	4357	0.1115	0.07993 (98)	1.063 (14)	0.09648 (40)	496	735	1557	
5	紫红色半透明柱状晶体	20	573	277	0.010	28628	0.06289	0.4586 (38)	10.02 (8)	0.1585 (1)	2433	2437	2440	

谐和线年龄值: 1, 2, 3, 4 号点上交点年龄值:  $2403 \pm 5\text{Ma}$  下交点年龄值:  $312 \pm 4\text{Ma}$

表 2 改则县戈木日辉绿岩全岩定年数据

Table 2 Whole-rock dating of the Gemuri diabase, Garzê

QSm01	Sm/ $10^{-6}$	Nd/ $10^{-6}$	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	$2\sigma_m$
1-1	5.977	23.176	0.1559	0.512815	$\pm 5$
1-2	7.177	28.957	0.1498	0.512802	$\pm 4$
1-3	3.089	10.348	0.1805	0.512862	$\pm 5$
1-4	4.310	19.230	0.1355	0.512774	$\pm 4$

表 3 改则县龙尚丹果辉绿岩墙全岩定年数据

Table 3 Whole-rock dating of the Longshangdanguo diabase dike, Garzê

QSm02	Sm/ $10^{-6}$	Nd/ $10^{-6}$	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	$2\sigma_m$
2-1	3.812	10.917	0.2111	0.512890	$\pm 7$
2-2	3.586	10.375	0.2089	0.512885	$\pm 7$
2-3	5.319	20.734	0.1551	0.512776	$\pm 6$
2-4	5.566	24.233	0.1388	0.512741	$\pm 6$
2-5	6.328	28.413	0.1346	0.512732	$\pm 6$

行, 全流程的空白本底保持在  $\text{Sm}=(3.5-5.2)\times 10^{-11}\text{g}$ ,  $\text{Nd}=(4.2-6.1)\times 10^{-11}\text{g}$ 。Sm、Nd 的定量测定和 Nd 同位素比值测定都由 VG354 质谱完成。国际标准质谱样 JMC<sub>Nd</sub> Standard 值, 保持在: 以  $(^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})=0.7219$  作为同位素分馏校正因子的条件下,  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}=0.511137\pm 15$ 。

戈木日辉绿岩 QSm01 样的 Sm-Nd 测试结果见表 2, 等时线年龄为  $299\pm 13\text{Ma}$ (图 3), 龙尚丹果辉绿岩 QSm02 样的 Sm-Nd 测试结果见表 3, 等时线年龄  $314\pm 5\text{Ma}$ (图 4), 这两组年龄值相当于晚石炭世晚期。两件 Sm-Nd 年龄样产地平面相距 130km, 所获的年龄在 Sm-Nd 等时线年龄的误差范围与锆石 U-Pb 谐和年龄一致, 结合地质产状, Sm-Nd 年龄应为基性岩墙的形成时间。

### 4 问题讨论

锆石 U-Pb 年龄  $(312\pm 4)\text{Ma}$  和全岩 Sm-Nd 年龄

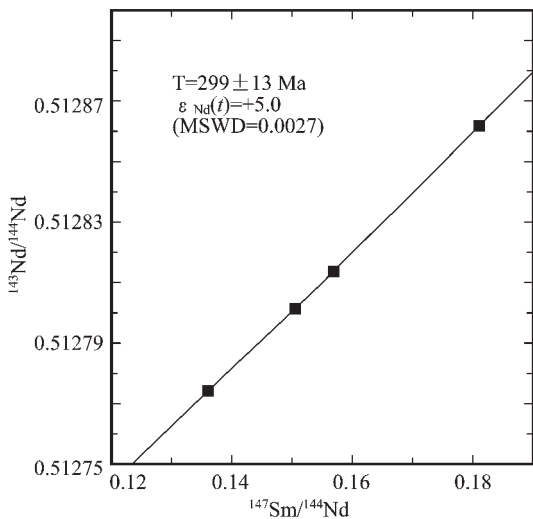


图 3 改则县戈木日辉绿岩墙全岩(QSm01) Sm-Nd 等时线年龄

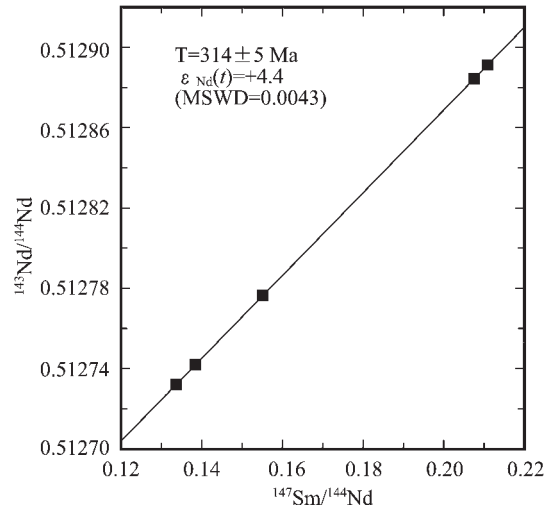


图 4 改则县龙尚丹果辉绿岩墙全岩(QSm02) Sm-Nd 等时线年龄

Fig.3 Whole-rock(QSm01)Sm-Nd isochron diagram of the Gemuri diabase dikes, Garzê

Fig. 4 Whole-rock(QSm02)Sm-Nd isochron diagram of the Longshangdanguo diabase dikes, Garzê

(299±13)Ma、(314±5)Ma,两种方法定年结果给出了羌南地区基性岩墙群的形成年龄,基性岩墙的围岩已有晚石炭世化石依据<sup>[3]</sup>。结合地质野外产状,这些年龄是有较高的可信度。锆石年龄中反映出的 2.4 Ga 的年代信息,可能有继承性锆石的存在,即受到古元古代岩石的混染,或者是重熔成因的。

世界各主要大陆板块普遍发育规模不等的基性岩墙群,在地球演化前后的 3.0 Ga 中,几乎各时代都发育<sup>[14]</sup>。中国的冀东、五台山、恒山、太行山、吕梁山、中条山等地的元古代基性岩墙群分布范围达数万平方千米<sup>[6,7,15-24]</sup>。南秦岭构造带和扬子地块北西缘及北东缘的基性岩墙的发育,实质是晋宁造山作用促使新元古代扬子统一古陆固结,并在 800 Ma 左右古陆块伸展、裂解并向显生宙构造体制转化的过程<sup>[7]</sup>。中国华南地区和澳大利亚 Gairdner 等地的基性、超基性岩形成与侵位过程是 Rodinia 超大陆裂解的产物,并为 Rodinia 超大陆的再造提供重要信息<sup>[3,5,8]</sup>。

西藏羌塘南部地区基性岩墙群的发育程度以及与之相应的裂谷型火山-沉积建造,与中国中东部<sup>[6,7,15-24]</sup>、华南<sup>[3,5,8]</sup>和澳大利亚<sup>[4]</sup>等地的基性岩墙发育地区有很多相似之处。西藏羌塘南部地区基性岩墙的分布方向平行与龙木错—双湖板块缝合带<sup>[9,10]</sup>、滇西的昌宁—孟连<sup>[25]</sup>、泰马半岛至本通—劳勿—一线<sup>[26]</sup>均有同时代的基性岩浆活动记录,它们的连线应代表联合古陆裂解的张力线方向,推测与这一时期大规模的链状地幔柱岩浆活动相关,是地幔柱在地表留下的运动轨迹。

## 5 结 论

(1) 羌塘南部地区广泛分布的基性岩墙群侵入于晚石炭世含冰海砾岩的离散型增生体中,早二叠世晚期以后的地层中没有发现基性岩墙群侵入,岩墙群同位素年龄为 314~299 Ma,与地质关系吻合,早二叠世晚期羌塘中部地区鲁谷组发育具有 MORB 特点的枕状玄武岩,岩浆活动性质的改变是这一地区构造环境转变的一个侧面,时间和空间的约束共同反映了羌塘地区联合古陆裂解高峰时间为晚石炭世。

(2) 羌塘南部基性岩浆事件持续时间短、强度大,基性岩墙群长轴大体平行龙木错—双湖板块缝合带。在区域上与滇西和泰马半岛等地同一构造单元内时间基本一致、发育性质相同的基性岩脉群和玄武岩,组成规模巨大的基性岩浆岩带,而且仅发育于龙木错—双湖—昌宁—孟连—克郎马鲁伊缝合带以南或以西,围绕青藏高原呈半环状,展布形态与缝合带一致,共同记录了联合古陆解体的张力线方向和古特提斯洋发育早期地壳减薄伸展阶段岩浆活动的特点。

(3) 结合其他地质事实,羌塘中部地壳演化经历了一个完整的威尔逊旋回,沿龙木错—双湖(—昌宁—孟连—本通—劳勿)—一线发生的大陆裂解,扩张以至形成洋盆,成为古特提斯域的一部分,二叠纪末—三叠纪发生的冈瓦纳大陆与欧亚大陆的闭合,结束了这一威尔逊旋回的全过程<sup>[29-33]</sup>,羌塘南部基性岩墙群的发现和时空定位,为确定羌塘地区古特提斯早期地壳演化

提供了重要信息,是识别和重建联合古陆的重要依据。

致谢:承蒙吴福元教授审阅初稿,并提出重要修改意见,致以诚挚谢意。

## 参考文献(References):

- [1] Windley B F. The evolving continents. John Wiley & Sons.1977, 68~218.
- [2] Halls H C, Fahrig W F. Mafic dyke swarms. Geological Association of Canada Special Paper, 1987, 34.
- [3] 张桂林, 梁金城. 桂北龙胜地区基性超基性岩的变形分解构造及其大地构造意义[J]. 桂林冶金地质学院学报, 1993, 13(4): 357~365. Zhang Guilin, Liang Jincheng. The deformation partitioning structure of basic-ultrabasic rocks in Longsheng area of north Guangxi and its geotectonic significance [J]. Journal of Guilin College of Geology, 1993, 13(4): 357~365 (in Chinese with English abstract).
- [4] Li Zhengxiang, Zhang Linghua and Powell C M. South China in Rodinia: Part of the missing link between Australia-East Antarctica and Laurentia [J]. Geology, 1995, 23(5): 407~410.
- [5] Li Z X, Li X H, Kinny P D, Wang J. The breakup of Rodinia: did it start with a mantle plume beneath South China [J]. Earth Planet Science Letters, 1999, 173: 171~181.
- [6] 周鼎武, 张成立, 刘良. 武当地块基性岩墙群的 Sm-Nd 定年及其相关问题讨论[J]. 地球学报, 1998, 19(1): 25~30. Zhou Dingwu, Zhang Chengli, Liu Liang. Sm-Nd dating of basic dykes from Wudang block and a discussion of related questions [J]. Acta Geoscientia Sinica, 1998, 19 (1): 25~30 (in Chinese with English abstract).
- [7] 周鼎武, 张成立, 刘良, 等. 秦岭造山带及相邻地块元古代基性岩墙群研究综述及相关问题探讨[J]. 岩石学报, 2000, 16(1): 22~28. Zhou Dingwu, Zhang Chengli, Liu Liang, et al. Synthetic study on Proterozoic basic dyke swarms in the Qinling Orogenic Belt and its adjacent block as well as a discussion about some questions related to them [J]. Acta Petrologica Sinica, 2000, 16 (1): 22~28 (in Chinese with English abstract).
- [8] 葛文春, 李献华, 李正祥, 等. 龙胜地区镁铁质侵入体: 年龄及其地质意义[J]. 地质科学, 2001, 36(1): 112~118. Ge Wenchun, Li Xianhua, Li Zhengxiang, et al. Mafic intrusions in Longsheng area: Age and its geological implications [J]. Chinese Journal of Geology, 2001, 36(2): 112~118.
- [9] 李才. 龙木错—双湖—澜沧江板块缝合带与石炭二叠纪冈瓦纳北界[J]. 长春地质学院学报, 1987, 17(2): 155~166. Li Cai. The Longmucuo-Shuanghu-Lancangjiang plate suture and the north boundary of distribution of Gondwana facies Permo-Carboniferous system in northern Xizang, China [J]. Journal of Changchun College of Geology, 1987, 17(2): 155~166 (in Chinese with English abstract).
- [10] 李才, 程立人, 胡克, 等. 西藏龙木错—双湖古特提斯缝合带研究 [M]. 北京: 地质出版社, 1995. 1~115. Li Cai, Cheng Liren, Hu Ke, et al. Study on the paleo-Tethys suture



- zone of Lungmucuo -Shuanghu, Tibet [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1995. 1~115 (in Chinese).
- [11] Krogh T E. A low contamination method for hydrothermal decontamination of zircon and extraction of U and Pb for isotopic age determinations[J]. *GCA*, 1973, 37: 485~494.
- [12] Ludwig K R. Isoplot - A plotting and refraction program for radiogenic - isotope data [J]. USGS Open - file report, Version 2, 92, 1997, 91~445.
- [13] 郭铁鹰, 梁定益, 张宜智, 等. 西藏阿里地质[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1991.  
Guo Tiewing, Liang Dingyi, Zhang Yizhi, et al. Geology of Ngari Tibet (Xizang)[M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1991 (in Chinese with English abstract).
- [14] Halls H C. The importance and potential of mafic dyke swarms in studies of geodynamic processes[J]. *Geoscience Canada*, 1982, 9(3): 145~154.
- [15] 陈孝德, 史兰斌. 五台 - 太行辉绿岩岩墙群的初步研究[J]. *科学通报*, 1983, 28(16): 1002~1005.  
Chen Xiaode, Shi Lanbin. Preliminary study of diabase dyke swarm in Wutai - Taihang [J]. *Chinese Science Bulletin*, 1983, 16: 1002~1005 (in Chinese).
- [16] 孙枢, 张国伟, 陈志明. 华北断块地区南部前寒武纪地质演化[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1985. 90~149.  
Sun Shu, Zhang Guowei, Chen Zhiming. Precambrian crust evolution in South of North China fault block [M]. Beijing: Metallurgical Industry Press, 1985. 90~149 (in Chinese).
- [17] 宋述光. 冀东太平寨地区变质岩脉群研究[J]. *长春地质学院学报*, 1990, 20(4): 421~428.  
Song Shuguang. Metamorphised basic and ultrabasic dyke swarms in Taipingzhai region, East Hebei [J]. *Journal of Changchun University of Earth Science*, 1990, 20 (4): 421~428 (in Chinese with English abstract).
- [18] 孙大中, 胡维兴. 中条山前寒武纪年代构造格架和年代地壳结构[M]. 北京: 地质出版社, 1993.  
Sun Dazhong, Hu Weixing. Years structural framework and years earth crust structure in Precambrian in Zhongtiao mountains [M]. Beijing: Geological publishing House, 1993 (in Chinese).
- [19] 张臣, 陈亚平, 钱祥麟. 大同 - 天镇地区中元古代辉绿岩岩墙群的基本特征及构造意义[J]. *山西地质*, 1993, 8(2): 131~169.  
Zhang Chen, Chen Yaping, Qian Xianglin. Essential features and tectonic implications of diabase dyke swarm of Middle Proterozoic era in Datong - Tianzhen region of North China Craton [J]. *Shanxi Geology*, 1993, 8(2): 131~139 (in Chinese with English abstract).
- [20] 李江海, 何文渊, 钱祥麟. 元古代基性岩墙群的成因, 构造背景及其古板块再造意义[J]. *高校地质学报*, 1997, 3(3): 272~281.  
Li Jianghai, He Wenyuan, Qian xianglin. Genetic mechanism and tectonic setting of Proterozoic mafic dyke swarm: its implication for paleoplate reconstruction [J]. *Geological Journal of China Universities*, 1997, 3(3): 272~281 (in Chinese with English abstract).
- [21] 侯贵廷, 张臣, 钱祥麟, 等. 华北克拉通中元古代基性岩墙群形成机制及构造应力场[J]. *地质论评*, 1998, 44(3): 309~314.  
Hou Guiting, Zhang Chen, Qian Xianglin. The formation mechanism and tectonic stress field of the Mesoproterozoic mafic dyke swarms in the North China Craton [J]. *Geological Review*, 1998, 44(3): 309~314 (in Chinese with English abstract).
- [22] 周鼎武, 张成立, 王居里, 等. 武当山地块基性岩墙群研究及其地质意义[J]. *科学通报*, 1997, 42(23): 2546~2549.  
Zhou Dingwu, Zhang Chengli, Wang Juli et al. A study on the basic dyke swarms in Wudang block and its geological significance [J]. *Chinese Science Bulletin*, 1997, 42(23): 2546~2549 (in Chinese).
- [23] 周鼎武, 张成立, 周小虎, 等. 武当山地块基性岩墙群  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  定年及其地质意义[J]. *岩石学报*, 1999, 15(1): 14~20.  
Zhou Dingwu, Zhang Chengli, Zhou Xiaohu, et al.  $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$  dating of basic dykes from Wudang block and their geology significance [J]. *Acta Petrologica Sinica*, 1999, 15 (1): 14~20 (in Chinese with English abstract).
- [24] 张成立, 周鼎武, 刘颖宇. 武当山地块基性岩墙群地球化学研究及其大地构造意义[J]. *地球化学*, 1999, 28(2): 126~136.  
Zhang Chengli, Zhou Dingwu, Liu Yingyu. Geochemistry of basic dykes in Wudangshan block and their tectonic significance [J]. *Geochimica*, 1999, 28 (2): 126~136 (in Chinese with English abstract).
- [25] 王义昭, 李兴林, 段丽兰, 等. 三江地区南段大地构造与成矿[M]. 北京: 地质出版社, 2000. 1~113.  
Wang Yizhao, Li Xinglin, Duan Lilan, et al. Geotectonics and Metallogeny in the South Nujiang - Lancang - Jinsha Rivers area [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2000. 1~113 (in Chinese).
- [26] Ridd M F. Possible palaeozoic drift of S. E. Asia and Triassic collision with China [J]. *Journal of the Geological society*, 1980, 137.
- [27] 鲍佩声, 肖序常, 王军, 等. 西藏中北部双湖地区蓝片岩带及其构造涵义[J]. *地质学报*, 1999, 73(4): 302~314.  
Bao Peisheng, Xiao Xuchang, Wang Jun, et al. The blueschist belt in the Shuanghu Region, Central - Northern Tibet and its tectonic implication [J]. *Acta Geologica Sinica*, 1999, 73(4): 302~314 (in Chinese with English abstract).
- [28] Bao Peisheng, Xiao Xuchang, Wang Jun, et al. Studies on the blueschist bet in the Shuanghu region, central - northern Tibet and its tectonic implications [J]. *Continental Dynamics*, 1999, 4 (2): 51~64.
- [29] Deng Xiguang, Ding Lin, Liu Xiaohan, et al. The geochemical characteristics of blueschists in the Ganmar area, Qiangtang block, Tibet [J]. *Earth Science Frontiers*, 2000, 7 (supp.): 191.
- [30] Deng Xiguang, Ding Lin, Liu Xiaohan, et al. Petrology and  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  isotopic ages of blueschists in Gangmar, central Qiangtang, Northern Tibet [J]. *Chinese Science Bulletin*, 2001. 46(5): 423~427.
- [31] 李才, 王天武, 杨德明, 等. 西藏羌塘中央隆起区物质组成与构造演化[J]. *长春科技大学报*, 2001, 31(1): 25~31.  
Li Cai, Wang Tianwu, Yang Deming, et al. The lithological composition and tectonic evolution of Qiangtang central uplift region,

- Tibet[J].Journal of Changchun University of Science and Technology,2001,31(1):25~31(in Chinese with English abstract).
- [32] Deng Xiguang, Ding Lin, Liu Xiaohan et al.Geochemical characteristics of the blueschists and its tectonic significance in central in the Qiangtang area Tibet [J]. Acta Petrologica Sinica,2002,18(4):517~525.
- [33] 李廷栋.青藏高原地质科学研究的新进展[J].地质通报,2002,21(7):370~376.
- Li Tingdong.New progress in the geoscience study of the Qinghai-Tibet Plateau[J].Geological Bulletin of China,2002,21(7):370~376 (in Chinese with English abstract).

## U-Pb and Sm-Nd dating of mafic dike swarms in southern Qiangtang, Qinghai-Tibet Plateau and its tectonic significance

LI Cai<sup>1</sup>, HE Zhong-hua<sup>1</sup>, LI Hui-min<sup>2</sup>

(1. College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130061, Jilin, China;

2. Institute of Geology and Minerals product, Tianjin 300170, China)

**Abstract:** The Qiangtang area is a key area to studying the Palaeo-Tethys, and the emplacement timing and tectonic setting of mafic dike swarms in southern Qiangtang have great significance in determining the breakup age of Pangaea and tectonic evolution of the Qinghai-Tibet Plateau. Mafic dikes were dated by using the single-grain zircon U-Pb and whole-rock Sm-Nd methods and the zircon U-Pb concordia age of  $312 \pm 4$  Ma and Sm-Nd isochron ages of  $299 \pm 13$  and  $314 \pm 5$  Ma were obtained. On that basis, combined with the regional geological data, the authors think that the mafic dikes are the product of the breakup of the Qiangtang block and that the isotopic ages represent their emplacement age. This constrains the age of breakup of the Qiangtang block and provides important information for the reconstruction of the formation and evolution of the Lungmu Co-Shuanghu Lake Palaeo-Tethys ocean basin.

**Key words:** mafic dike swarm; isotope chronology; tectonic significance; Tibet; southern Qiangtang