

文章编号: 1000-6524(2003)03-0211-06

南桥高度亏损 N_MORB 的发现及其地质意义

周金城, 王孝磊, 邱检生, 高剑锋

(南京大学地球科学系 南京大学成矿作用国家重点实验室, 江苏 南京 210093)

摘要: 对赣西北九岭古岛弧西延部分的湖南浏阳南桥玄武岩进行了单颗粒锆石蒸发法²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb 年龄测定, 结果为 $1\,271 \pm 2$ Ma。该玄武岩-辉绿岩显示高度亏损的地球化学特性: K₂O 极低, 不相容的高场强元素和稀土元素的丰度均低于(少数接近)N_MORB 的平均丰度, $\epsilon_{Nd}(1\,271\text{ Ma})$ 为 6.86~8.98, 具典型 N_MORB 特性, 可能为沿古俯冲带分布的洋壳残片, 为九岭古岛弧提供了新的证据。

关键词: 锆石²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb 年龄; 地质意义; 玄武岩-辉绿岩; 高度亏损 N_MORB; 南桥; 九岭古岛弧; 湖南

中图分类号: P588.14⁺5

文献标识码: A

The discovery of Nanqiao highly depleted N_MORB and geological significance

ZHOU Jin_cheng, WANG Xiao_lei, QIU Jian_sheng and GAO Jian_feng

(Department of Earth Sciences, State Key Laboratory of Mineral Deposit Research, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

Abstract: With single zircon evaporation technique, the authors determined ²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb age of Nanqiao basalt in Hunan, which is located along the westward extension of ancient Jiuling island arc in northwest Jiangxi. The data yield a zircon crystallization age of $1\,271 \pm 2$ Ma for the basalt. The basalt and diabase show highly depleted geochemical features: K₂O values are very low, abundances of their incompatible HFSE and REE are mostly lower than those of N_MORB (with a few close to the latter), and $\epsilon_{Nd}(1\,271\text{ Ma})$ values vary from 6.86 to 8.98, suggesting typical N_MORB geochemical characteristics. This basalt may represent a relict of the ocean crust distributed along an ancient subduction zone and can serve as new evidence for ancient Jiuling island arc.

Key words: ²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb age of zircon; geological significance; basalt/diabase; highly depleted N_MORB; Nanqiao; ancient Jiuling island arc; Hunan

南桥位于湖南省东北浏阳境内,南桥中元古代冷家溪群就是赣西北中元古代九岭群的西延部分。位于江南造山带中段的赣西北九岭群被认为具有岛弧的某些岩石学特征,被称为九岭古岛弧,岛弧的标志是在九岭群中存在钙碱性火山岩、岛弧复理石,在北部发育与岛弧配套的弧后盆地(修水-婺源盆地),古岛弧南缘的近东西向万载-南昌断裂带倾向北,被认为是古俯冲带所在,岛弧形成的时代以前用火山岩系中细碧岩的 Rb-Sr 等时线年龄 $1\,515 \pm 241$ Ma

为代表(舒良树等,1994; Charvet *et al.*, 1996; Shu *et al.*, 1996)。对于九岭古岛弧南缘中元古代地层中橄榄岩、角闪石岩和蛇纹岩,因其镁的含量不够高,认为不能作为古洋壳的代表(舒良树等,1995; Charvet *et al.*, 1996),因此,有必要进一步寻找与古岛弧发育相关的地质证据,并了解古岛弧形成的准确年龄。笔者等在南桥的冷家溪群中发现了一种具有高度亏损 N_MORB 属性的玄武岩-辉绿岩,从玄武岩中分离出锆石,用蒸发法进行了²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb

收稿日期: 2002-09-20; 修订日期: 2003-06-10

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(49872030)

作者简介: 周金城(1940-),男,教授,主要从事火成岩岩石学及地球化学研究。

年龄测定。本文报道这种具 N_MORB 属性的玄武岩-辉绿岩的岩石地球化学特征及年龄测定结果,并对其地质意义进行讨论。

1 地质概况

南桥玄武岩赋存于中元古代冷家溪群中(图1),围岩有板岩、粉砂质板岩、凝灰质和硅质板岩,大多

数玄武岩层与围岩层理一致(未绘出这些与围岩层理一致的玄武岩),玄武岩层厚 2~30 m,延伸达 4 km 以上(江西地质矿产局,1984;湖南地质矿产局,1988),有的呈辉绿岩侵入围岩之中。这种玄武岩-辉绿岩少斑,基质明显具间粒结构,基质中斜长石呈板状、柱状,为 $An_{22\sim 24}$ 的更长石,岩石为透闪石、黝帘石所交代。从玄武岩样品 NQ_22 人工重砂中精心分离出锆石,进行年龄测定。

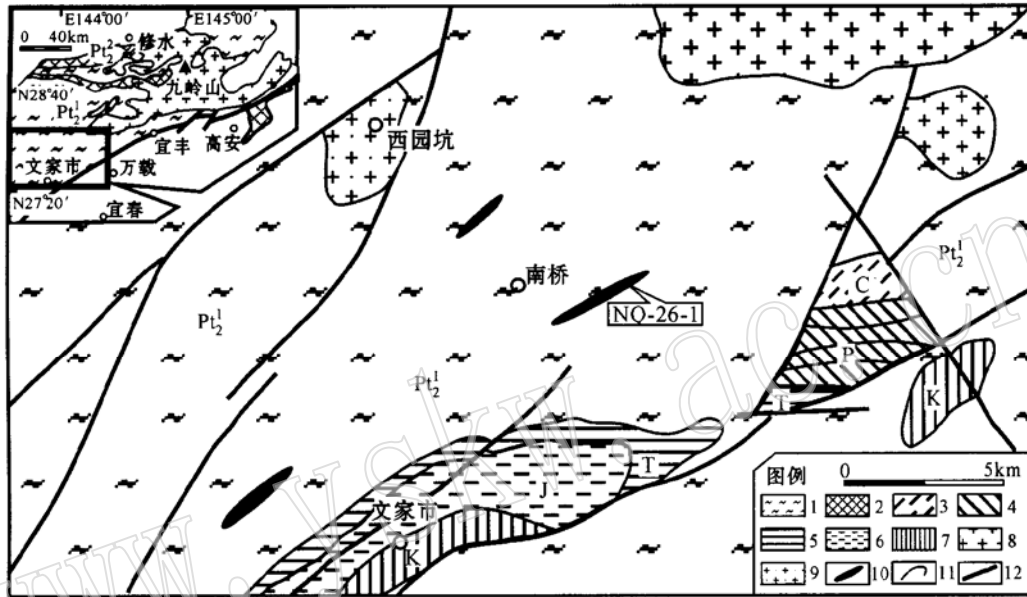


图1 南桥玄武岩-辉绿岩地质略图[据舒良树等(1995)、湖南地质矿产局[1988]、江西地质矿产局(1984)等修改]

Fig. 1 Geological sketch map of Nanqiao basalt/diabase (modified after Shu *et al.*, 1995; BGMRH, 1988; BGMRJ, 1984)

1—下九岭群; 2—上九岭群; 3—石炭系; 4—二叠系; 5—三叠系; 6—侏罗系; 7—白垩系; 8—前寒武纪花岗岩; 9—加里东期花岗岩; 10—辉绿岩脉; 11—地质界限; 12—断裂; NQ_26_1 为辉绿岩中的采样点位置

1—Xiajiuling Group; 2—Shangjiuling Group; 3—Carboniferous; 4—Permian; 5—Triassic; 6—Jurassic; 7—Cretaceous; 8—Precambrian granite; 9—Caledonian granite; 10—diabase vein; 11—geological boundary; 12—fault; NQ_26_1 is the sampling location in diabase

2 年龄测定

从南桥玄武岩中分选出 7 颗锆石,其中 3 颗呈淡黄色,较透明,短柱状,自形,见锥面,长 0.12~0.06 mm,宽 0.06~0.02 mm,可用来进行年龄测定。单颗粒锆石直接蒸发 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄由中国地

质大学(武汉)分析测试中心利用 Finnigan MAT 261 型热离子发射质谱仪进行测定,对这 3 颗锆石分别采集了 10、25、25 组 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 数据,相应的 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 校正值及 $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 测定值的平均值见表 1,由这些数据构作的 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 校正值直方图见图 2。根据直方图得到 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 的平均值再用有关公式(王林森,1992)计算的 3 颗锆石年龄分别为

表 1 南桥玄武岩单颗粒锆石 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 、 $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 测定值
Table 1 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ and $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ data of single zircon grains from Nanqiao basalt

颗粒号	蒸发温度	BLOCKS	$(^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb})^*$ (平均)	$(^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb})^*$ (平均)	$(^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb})^\phi$ (平均)	年龄/Ma
QN_22_1	1450 °C	1~10	0.08547	0.00015	0.08295±38	1271±10
QN_22_2	1550 °C	1~25	0.08529	0.00015	0.08280±41	1269±8
QN_22_3	1550 °C	1~25	0.08550	0.00015	0.08306±62	1275±14
					0.082880±14	1271±2

*—测定值; ϕ —校正值。

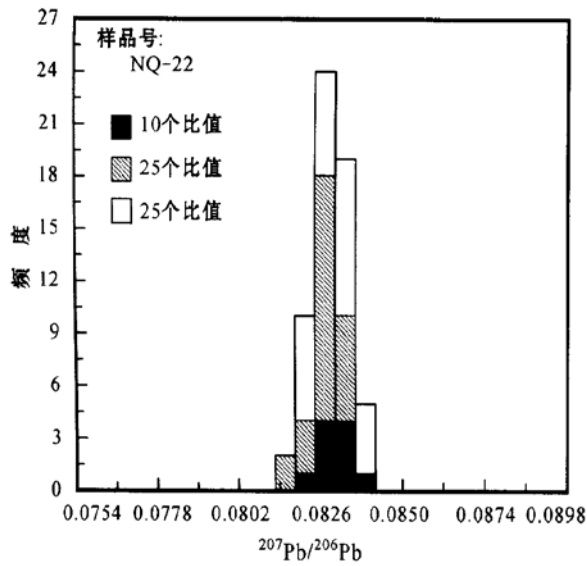


图 2 南桥玄武岩中锆石²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb 比值直方图
Fig. 2 Histogram of ²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb ratio of zircon from Nanqiao basalt

1 271 ± 10 Ma, 1 269 ± 8 Ma, 1 275 ± 14 Ma, 平均年龄为 1 271 ± 2 Ma。

3 岩石地球化学特征

南桥玄武岩-辉绿岩的主要元素、微量元素成分列于表 2 中。主要氧化物特征是 Al₂O₃ 低, 只有个别样品 Al₂O₃ 高(接近高铝玄武岩)。MgO 中等, FeO^{*}/MgO 在(洋脊)拉斑玄武岩范围内, CaO 高, K₂O 极低。多数样品标准矿物中含少量石英分子(表 2), 成分属低钾拉斑玄武岩, 其 CaO 高, K₂O 极低说明源区亏损, 不会是俯冲带上覆地幔楔部分熔化的产物。经 Condie(1989)大量统计, 对前寒武纪玄武岩和安山岩形成的构造环境提出了(在变质过程中不活动的)微量元素的判别标准, 本文按照该标准(有关数据置于括号中)试界定南桥玄武岩-辉绿岩的构造岩浆类型。南桥玄武岩-辉绿岩的 Nb/La

表 2 南桥玄武岩-辉绿岩的岩石化学成分(w_B/%)、微量元素丰度(w_B/10⁻⁶)及标准矿物组成

Table 2 Chemical composition (w_B/%), trace element abundance (w_B/10⁻⁶) and norm of Nanqiao basalt and diabase

样品	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	烧失量	总和	Mg [#]	
NQ_b1	51.20	0.78	15.70	2.61	7.90	0.19	7.92	11.59	1.31	0.76	0.05	2.19	100.10	0.41	
NQ_22	51.03	0.70	13.81	1.61	8.41	0.21	7.76	13.62	1.62	0.13	0.09	2.32	99.99	0.42	
NQ_24	49.95	0.48	18.38	1.16	7.71	0.16	7.12	12.26	2.16	0.23	0.01	2.31	100.01	0.45	
NQ_25	50.38	0.63	14.27	2.95	7.64	0.18	8.02	13.93	1.72	0.18	0.09	2.43	99.99	0.44	
NQ_26.1	51.34	0.79	14.27	1.57	10.45	0.22	7.39	11.76	2.09	0.10	0.03	1.66	100.01	0.38	
样品	Q	Or	Ab	An	Ne	Di	Hy	Ol	Mt+ Hm+ It	Ap	总量				
NQ_b1	3.81	4.48	11.04	34.71	0	18.29	22.31	0	5.27	0.11	100				
NQ_22	2.85	0.79	13.68	30	0	30.2	17.18	0	5.11	0.2	100				
NQ_24	0	1.34	18.22	39.65	0	18.8	13.38	6.01	2.58	0.02	100				
NQ_25	1.27	1.09	14.58	30.61	0	30.81	15.98	0	5.46	0.2	100				
NQ_26.1	1.16	0.61	17.64	29.23	0	23.87	23.65	0	3.77	0.07	100				
样品	Rb	Sr	Ba	Th	U	Pb	Nb	Ta	Y	Zr	Hf	Sc	Co	Ni	Cr
NQ_22	5.10	67.8	28.00	0.18	0.24	137.0	1.31	0.11	27.7	39.40	1.14	30.76	56.40	81.5	155.6
NQ_24	15.28	111.3	16.22	0.29	0.12	161.3	0.64	0.07	19.53	25.26	0.72	34.49	36.86	109.7	440.9
NQ_25	6.20	74.5	66.00	0.10	0.24	82.0	1.27	0.13	21.57	33.92	1.01	30.78	53.30	97.2	157.6
NQ_26.1	4.32	70.21	12.55	0.62	0.18	164.6	1.29	0.12	25.46	45.01	1.24	43.27	40.20	97.8	148.6
样品	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	ΣREE
NQ_22	1.77	4.25	0.75	4.16	1.55	0.63	3.02	0.56	4.51	1.04	2.90	0.45	3.22	0.48	29.29
NQ_24	2.48	2.80	0.69	3.26	1.26	0.52	2.21	0.40	3.18	0.83	2.39	0.40	2.58	0.39	23.39
NQ_25	1.77	3.40	0.61	3.28	1.21	0.51	2.40	0.44	3.45	0.79	2.21	0.35	2.55	0.39	23.36
NQ_26.1	2.22	4.63	0.83	4.50	1.84	0.66	3.42	0.60	4.53	1.26	3.91	0.53	3.87	0.61	33.41
样品	Nb/La	Hf/Ta	Ti/Y	Ce/Nb	Th/Yb	(La/Sm) _N	(La/Yb) _N								
NQ_22	0.74	10.36	151.5	3.2	0.06	0.73	0.40								
NQ_24	0.26	10.29	147.3	4.4	0.11	1.26	0.69								
NQ_25	0.72	7.77	175.1	2.7	0.04	0.93	0.50								
NQ_26.1	0.58	10.33	186.0	3.6	0.16	0.77	0.41								

注: 样品 NQ_b1 据湖南地质矿产局(1988), 其他为本文样品, 主量元素由南京大学地球科学系中心实验室湿法化学分析, 分析者徐建平; 微量元素由南京大学成矿作用国家重点实验室分析, REE 为 ICP_AES 分析, 分析者裘丽雯; 其他微量元素为 ICP_MS 分析, 分析者高剑锋; 除 NQ_26.1 为辉绿岩外, 其余样品均为玄武岩。

值较低,为 0.26~0.74 (≤ 1); Hf/Ta 值较高,为 7.77~10.36 (≥ 5); Ti/Y 值较低,为 147.3~186.0 (< 350); TiO₂ 含量较低,为 0.48%~0.79% ($\leq 1.25\%$); Ta 含量较低,平均为 0.07~0.13 (10^{-6}) ($\leq 0.7 \times 10^{-6}$); Nb 含量较低,为 0.64~1.31 (10^{-6}) ($\leq 12 \times 10^{-6}$), 这些判据可以把南桥玄武质岩石视为典型 N_MORB。另外, Ce/Nb 值为 2.68~4.38 (> 2), 把它们与相似的 T_或 E_MORB 相区别; Th/Yb 值为 0.03~0.16 (≤ 0.1), 把它们与成分相似的弧玄武岩相区别。从上述讨论可以看出, 南桥玄武岩-辉绿岩具有 N_MORB 的成分属性。它们在微量元素的 Y/15-La/10-Nb/8-Zr/4-Y 及 Ce/Nb-Ce 等构造环境判别图上均位于或靠近 N_MORB 区(图略)。

N_MORB 来自亏损的地幔源区, 南桥玄武岩-辉绿岩与 N_MORB 相比较则显得更亏损。前面提到这种玄武质岩石 K₂O 含量极低, 与 K₂O 极低相关的是一些不相容的高场强元素如 Nb、Zr、Hf、Ti(有些样品的 Th 除外) 和稀土元素的丰度均低于(少数元素接近) N_MORB 的丰度, 所以本文称之为高度亏损。微量元素的 N_MORB 标准化曲线和稀土元素球粒陨石配分曲线明显地体现出这一点(图 3a, b)。它们的(La/Yb)_N 为 0.40~0.69(表 2), 说明 LREE 较 HREE 亏损(图 3b)。微量元素的这种亏损特征与 Sm_Nd 同位素所体现的亏损特性是一致的。南桥玄武岩的 Sm_Nd、Rb_Sr 同位素分析结果列于表 3。根据成岩年龄(1 271 Ma) 计算, $\epsilon_{Nd}(1 271 \text{ Ma})$ 为

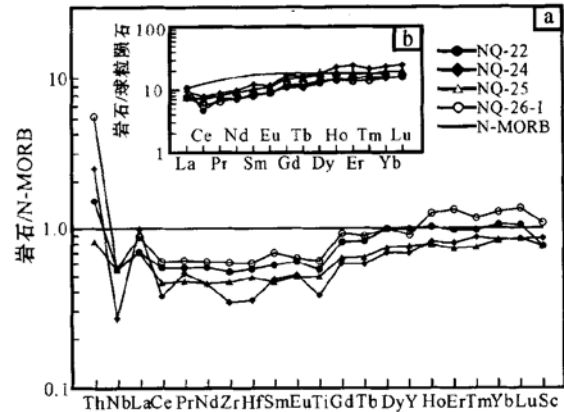


图 3 微量元素 N_MORB 标准化曲线(a) 和稀土元素球粒陨石配分曲线(b)

Fig. 3 N_MORB-normalized trace element (a) and chondrite-normalized REE (b) patterns of Nanqiao basalt and diabase

N_MORB 据 Sun 等(1989), 球粒陨石成分据 Pearce(1983) the data of N_MORB are from Sun *et al.* (1989) and that of chondrite are from Pearce(1983)

6.86~8.98, 说明这种中元古代玄武质岩石的源区确实是强烈亏损的, ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i = 0.696~0.709, 变化范围较大, 与 ϵ_{Nd} 值及微量元素资料没有好的对应关系。有可能岩石形成后经受的热液尤其是海水的蚀变已扰乱了 Rb_Sr 同位素体系, 导致岩石 ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i 不合理的变化范围。微量元素及 Sm_Nd 同位素一致体现的南桥玄武质岩石的高度亏损特征进一步说明其 N_MORB 属性。

表 3 南桥玄武岩的 Sm_Nd、Rb_Sr 同位素成分

Table 3 Sm_Nd and Rb_Sr isotopic analyses of Nanqiao basalt

样号	$w(\text{Sm})/10^{-6}$	$w(\text{Nd})/10^{-6}$	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ (测定)	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ (计算)	$\pm 2\sigma$	$\epsilon_{Nd}(t)$
NQ_22	1.756	3.769	0.2818	0.513699	0.5113468	15	6.86
NQ_25	1.509	3.222	0.2832	0.513819	0.511455	14	8.98
样号	$w(\text{Rb})/10^{-6}$	$w(\text{Sr})/10^{-6}$	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	$\pm 2\sigma$	$(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$	
NQ_22	2.113	66.57	0.09166	0.710942	13	0.7093	
NQ_25	19.84	74.08	0.7734	0.710063	20	0.696	

由中国科学院地质与地球物理研究所同位素室张任祜、裘冀等分析; $\lambda_{Sm} = 6.54 \times 10^{-12}/\text{a}$, ($^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$)_{Chur} = 0.1967, ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$)_{Chur} = 0.512638, $\lambda_{Rb} = 1.42 \times 10^{-11}/\text{a}$ 。

4 讨论与结论

4.1 古岛弧的新证据

南桥与九岭古岛弧北部的修水-婺源弧后盆地

相隔甚远, 而距古岛弧南缘的近东西向万载-南昌俯冲带较近, 因而具 N_MORB 属性的南桥玄武岩-辉绿岩显然不是弧后盆地玄武岩, 或许是沿俯冲带局部仰冲到岛弧上的上部洋壳的碎片, 也有可能是弧

前盆地中存在的洋壳基底残留, 在俯冲带附近 N_MORB 的发现为九岭古岛弧提供了新的证据。

4.2 定年资料的地质意义

据报道, 湖南冷家溪群中部变基性火山岩全岩 Sm_Nd 等时线年龄为 $1\ 330 \pm 48$ Ma, 周围沉积岩 Rb_Sr 等时线年龄为 $1\ 350$ Ma (唐晓珊等, 1997)。从测定方法的角度看, 南桥玄武岩单颗锆石的蒸发法 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄 $1\ 271 \pm 2$ Ma 可能更可取, 用这一年龄来近似代表九岭古岛弧的形成时代或许是合适的。不管是在江南造山带的东段、中段还是西段, 都有研究者认为, 在中元古代时就有大洋板块俯冲及岛弧火山活动的记录(郭令智等, 1984; 王鸿祯, 1986; 邢凤鸣, 1992; 周新民, 1993; 郭福祥, 1994; 舒良树等, 1995), 南桥玄武岩的这一年龄测定值也证实了这一点。

致谢 野外工作中得到湖南省地质矿产局区域地质调查研究院唐晓珊、黄建中两位总工的热心指导和帮助, 并经常与舒良树教授进行讨论, 谨此致谢。

References

- Bureau of Geology and Mineral Resources of Hunan (BGMRH). 1988. Regional Geology of Hunan [M]. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese with English abstract).
- Bureau of Geology and Mineral Resources of Jiangxi (BGMRI). 1984. Regional Geology of Jiangxi [M]. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese with English abstract).
- Charvet J, Shu L, Shi Y, *et al.* 1996. The building of south China: collision of Yangzi and Cathaysia blocks, problems and tentative answers [J]. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*, 13(3~5): 223~235.
- Chen J F, Jahn B M. 1998. Crustal evolution of southeastern China: evidence from Nd and Sr isotopic compositions of rocks [J]. *Tectonophysics*, 284: 101~133.
- Condie K C. 1989. Geochemical changes in basalts and andesites across the Achean-Proterozoic boundary: identification and significance [J]. *Lithos*, 22: 1~18.
- Han Fa, Shen Jianzhong, Nie Fengjun, *et al.* 1994. The geochronological studies of Sibao group in the southern margin of Jiangnan massif [J]. *Acta Geoscientia Sinica*, 1/2: 43~50 (in Chinese with English abstract).
- Li Xianhua. 1999. Geochemical constrain on Proterozoic crust growth and evolution—cited south China as instance [A]. Zheng Yongfei. *Chemical Geodynamics* [C]. Beijing: Science Press, 288~316 (in Chinese).
- Liu Dunyi, Zhao Dunmin. 1988. Direct determination of the $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ age of single grain zircon by use of the thermal emission mass spectrometer [J]. *Geological Review*, 34(6): 496~504 (in Chinese with English abstract).
- Pearce J A. 1983. Role of the sub-continental lithosphere in magma genesis at active continental margins [A]. Hawkesworth C J and Norry M J. *Continental Basalts and Mantle Xenoliths* [C]. Nantwich: Shiva, 230~249.
- Shu L, Charvet J. 1996. Kinematic and geochronology of the Proterozoic Dongxiang-Shexian ductile shear zone: with HP metamorphism and ophiolitic melange (Jiangnan Region, South China) [J]. *Tectonophysics*, 267: 291~302.
- Shu Liangshu, Shi Yangshen, Guo Lingzhi, *et al.* 1994. Kinematic study on the southern marginal fault zone of the Jiuling mountains, Jiangxi Province [J]. *Scientia Geologica Sinica*, 29(3): 209~219 (in Chinese with English abstract).
- Shu Liangshu, Shi Yangshen, Guo Lingzhi, *et al.* 1995. Plate Tectonic Evolution and the Kinematics of Collisional Orogeny in the Middle Jiangnan, Eastern China [M]. Nanjing: Publishing House of Nanjing University, 41~65 (in Chinese with English abstract).
- Sun S S, McDonough W F. 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes [A]. Saunders A D & Norry M J. *Magmatism in the Ocean Basin* [C]. Geological Society Special Publication, 42: 313~345.
- Tang Xiaoshan, Huang Jianzhong and Guo Lequn. 1997. Hunan Banxi group and its tectonic environment [J]. *Hunan Geology*, 16(4): 219~226 (in Chinese with English abstract).
- Wang Linsen. 1992. Direct determination of $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ apparent age by single zircon evaporation [J]. *Earth Sciences—Journal of China University of Geosciences*, 17(5): 585~593 (in Chinese with English abstract).
- Xing Fengming, Xu Xiang, Chen Jiangfeng, *et al.* 1992. The late Proterozoic continental accretionary history of the southeastern margin of the Yangtze platform [J]. *Acta Geologica Sinica*, 66(1): 59~71 (in Chinese with English abstract).
- Zhou Xinmin and Zhu Yunhe. 1993. Petrological evidences of Proterozoic collision orogen and suture [A]. Li Jiliang. *Lithosphere Structure and Geological Evolution of Southeastern China Continent* [C]. Beijing: Metallurgical Industry Press, 87~97 (in Chinese).

附中文参考文献

- 郭福祥. 1994. 华南大地构造演化的几点认识 [J]. *广西地质*, 7(1): 1~13.
- 郭令智, 俞剑华, 施央申, 等. 1984. 中国东南部花岗岩类的时空分布与大地构造格架形成和演化的关系 [A]. 徐克勤, 涂光炽. *花岗岩地质和成矿关系* [C]. 南京: 江苏科学技术出版社, 38~48.
- 韩发, 沈建忠, 聂凤军, 等. 1994. 江南古陆南缘四堡群同位素年代学研究 [J]. *地球学报*, 1~2: 43~50.
- 湖南地质矿产局. 1988. 湖南省区域地质志 [M]. 北京: 地质出版社.
- 江西地质矿产局. 1984. 江西省区域地质志 [M]. 北京: 地质出版社.
- 李献华. 1999. 元古宙地壳增长和演化的地球化学制约——以华南

- 为例[A]. 郑永飞. 地球化学动力学[C]. 北京: 科学出版社, 288~ 316.
- 刘敦一, 赵敦敏. 1988. 用热离子发射质谱计直接测定单颗锆石²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb 年龄[J]. 地质论评, 34(6): 496~ 504.
- 舒良树, 施央申, 郭令智, 等. 1994. 九岭山南缘断裂带运动学研究[J]. 地质科学, 29(3): 209~ 219.
- 舒良树, 施央申, 郭令智, 等. 1995. 江南中段板块-地体构造与碰撞造山运动学[M]. 南京: 南京大学出版社, 41~ 65.
- 唐晓珊, 黄建中, 郭乐群. 1997. 再论湖南板溪群及其大地构造环境[J]. 湖南地质, 16(4): 219~ 226.
- 王鸿祯. 1986. 中国华南地区地壳构造发展的轮廓[A]. 华南地区古大陆边缘构造史[C]. 武昌: 武汉地质学院出版社, 1~ 15.
- 王林森. 1992. 直接蒸发单颗锆石测定²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb 年龄的方法[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 17(5): 585~ 593.
- 邢凤鸣, 徐 祥, 陈江峰, 等. 1992. 江南古陆东南缘晚元古代大陆增生史[J]. 地质学报, 66(1): 59~ 71.
- 周新民, 朱云鹤. 1993. 中国东南部元古代碰撞造山带与地缝合带的岩石学证据[A]. 李继亮. 东南大陆岩石圈结构与地质演化[C]. 北京: 冶金工业出版社, 87~ 97.

中国矿物岩石地球化学学会 中国地质学会 新矿物与矿物命名专业委员会第六届委员名单

姓名	职务	性别	职称	单位
於祖相	主任委员	男	研究员	中国地质科学院地质所
罗谷风	副主任委员	男	教授	南京大学地球科学系
杨志明	副主任委员	男	研究员	中科院地质与地球物理所
任留东	秘书	男	研究员	中国地质科学院地质所
沈步明	委员	男	研究员	中国科学院地质所
陈 鸣	委员	男	研究员	中科院广州地球化学所
王冠鑫	委员	男	研究员	中科院广州地球化学所
曹正民	委员	男	教授	北京大学地球与空间科学学院
郑 轶	委员	男	教授	北京大学地球与空间科学学院
鲁安怀	委员	男	教授	北京大学地球与空间科学学院
王汝成	委员	男	教授	南京大学地球科学系
何明跃	委员	男	副教授	中国地质大学
陈荣秀	委员	女	高工	中国地质大学
熊 明	委员	女	副教授	中国地质大学
杨光明	委员	男	教授	中国地质大学
汤集刚	委员	男	教授级高工	北京矿冶研究总院
周剑雄	委员	男	研究员	中国地质科学院矿产资源所
杨建民	委员	男	副研	中国地质科学院矿产资源所

注: 第六届新矿物与矿物命名专业委员会已在今年四月间成立, 旨在普及矿物知识, 赶超国际矿物水平, 同时也负责审查国内发现的新矿物, 提高矿物研究质量, 以便更好通过国际新矿物与矿物命名委员会的审查。如有拟申报需要本专业委员会审查的新矿物, 请寄 18 份材料给秘书任留东(地址: 北京市百万庄大街 26 号中国地质科学院地质所, 邮编 100037, 电话 68999727, E_mail: ldren@cags.net.cn), 本专业委员会在收到后 35 天内审查完毕寄回, 审查费 100 元。

第六届新矿物与矿物命名专业委员会 供稿

2003 年 6 月