

澜沧江缝合带吉岔蛇纹岩中闪长岩和俄咱辉长岩中锆石 SHRIMP U-Pb 定年及其地质意义*

魏君奇¹ 王晓地² 庄晓³ 刘云华³

WEI JunQi¹, WANG XiaoDi², ZHUANG Xiao³ and LIU YunHua³

1. 大陆动力学国家重点实验室, 西北大学地质学系, 西安 710069

2. 宜昌地质矿产研究所, 宜昌 443003

3. 长安大学地球科学与国土资源学院, 西安 710054

1. State key Laboratory of Continental Dynamics, Department of geology, Northwest University, Xi'an 710069, China

2. Yichang Institute of Geology and Mineral Resources, Yichang 443003, China

3. College of Earth Science and Land Resources, Chang'an University, Xi'an 710054, China

2007-10-20 收稿, 2008-06-13 改回.

Wei JQ, Wang XD, Zhuang X and Liu YH. 2008. Zircon SHRIMP U-Pb dating of diorite among Jicha serpentine and Eza gabbro from Lancangjiang belt, Yunnan Province and its geological significance. *Acta Petrologica Sinica*, 24 (6): 1297 – 1301

Abstract The Baijixun mafic-ultramafic rocks are belong to Lancangjiang ophiolite belt, and are composed of rock mass and tectonic rock slice, and can be divided into the Jicha serpentine and the Eza gabbro. Dated using the zircon SHRIMP U-Pb, the magmatic age of the Jicha serpentine is over 297Ma and the Eza gabbro is 303Ma, and the Jinshajiang ophiolite (300 ~ 294Ma) is formed in same the time. This indicates the Baijixun mafic-ultramafic rocks and Jinshajiang ophiolite were from ocean crust relic, which were formed in same period of Sanjiang Paleo-Tethyan oceanic basin extension.

Key words Lancangjiang belt; Mafic-ultramafic rocks; Zircon SHRIMP U-Pb age; Geological significance

摘 要 白济汛镁铁-超镁铁岩由吉岔蛇纹岩和俄咱辉长岩岩块组成, 属澜沧江缝合带中的蛇绿岩块体。锆石 SHRIMP U-Pb 年龄测定表明, 吉岔蛇纹岩 (>297Ma) 和俄咱辉长岩 (303Ma) 与金沙江缝合带中蛇绿岩的形成时间 (300 ~ 294Ma) 一致。说明金沙江缝合带和澜沧江缝合带中的蛇绿岩, 同为三江地区古特提斯洋盆扩张期形成的洋壳残片。

关键词 澜沧江缝合带; 镁铁-超镁铁岩; 锆石 SHRIMP U-Pb 年龄; 地质意义

中图法分类号 P597.3; P588.125

澜沧江缝合带北段的西藏左贡县扎玉地区已发现蛇绿混杂岩带, 南段发育有昌宁—孟连蛇绿岩带 (莫宣学等, 1993, 1998)。其中段出露的白济汛镁铁-超镁铁岩是否属蛇绿岩的组成单元, 则仍存在较大分歧。如莫宣学等 (1993) 认为白济汛镁铁-超镁铁岩在岩石化学方面表现出蛇绿岩中的堆晶岩特征, 与其附近的蛇纹岩一起构成蛇绿岩带, 可当成澜沧江洋洋壳的零星残片看待。李兴振等 (2002) 认为白济汛镁铁-超镁铁岩混杂面貌不明显, 尚不能代表澜沧江板块结合带, 昌宁—孟连板块结合带似乎无法从昌宁再往北延。

张旗等 (1992) 认为滇西古特提斯造山带中的镁铁-超镁铁岩具有显著多样性, 包括蛇绿岩、阿拉斯加型和义敦型等, 阿拉斯加型被认为是俯冲消减阶段形成的侵入岩类, 白济汛镁铁-超镁铁岩即属于阿拉斯加型。简平等 (2003a, 2003b, 2004) 认为白济汛镁铁-超镁铁岩中的吉岔辉长岩属阿拉斯加型侵入岩, 原因在于吉岔辉长岩 (280Ma) 与金沙洋蛇绿岩带中白马雪山辉长岩 (282 ~ 285Ma) 的年龄一致, 均比金沙江蛇绿岩的形成时间 (300 ~ 330Ma) 晚了约 15 ~ 50Ma, 可能代表洋盆形成之后的一次独立的地质事件, 记录古特提斯俯冲

* 国家自然科学基金项目 (40572052) 的部分成果。

第一作者简介: 魏君奇, 男, 1964 年生, 博士, 研究员, 地球化学专业, E-mail: weijunqi01@163.com

消减事件的时代为早二叠世。

以上分歧的原因在于两个方面:(1)白济汛镁铁-超镁铁岩是属于蛇绿岩的组成单元,还是属于阿拉斯加型侵入岩。显然,前者与围岩之间及其内部的岩片之间,都应该是构造接触关系;而后者应该是侵入围岩。(2)由于澜沧江洋和金沙江洋同为三江地区古特提斯巨型多岛大洋的支洋,它们几乎同时扩张。所以,如果白济汛镁铁-超镁铁岩中存在年龄与金沙江蛇绿岩形成时间(300~330Ma)相近的岩石单元,则表明该单元是澜沧江洋盆扩张期形成的洋壳残片,属澜沧江蛇绿岩的组成单元。同时也说明吉岔辉长岩(280Ma)并不能涵盖白济汛镁铁-超镁铁岩的全部,很可能只是后期侵入其中的岩脉。为解决上述两个问题,笔者在详细查明白济汛镁铁-超镁铁岩产状及岩石组合的基础上,选择有代表性的岩石单元进行年代学研究。

1 地质特征

云南维西县白济汛镁铁-超镁铁岩位于澜沧江缝合带中段,出露于白济汛乡老厂—新化一带,沿澜沧江呈带状 NNW 向延伸(图 1)。岩带长约定 30km,宽约 1000~2500m,是澜沧江缝合带乃至整个三江构造带中最大的镁铁-超镁铁岩块体。经过野外调查,将其分解为两个单元:一个单元分布于老厂、吉岔、黑日多、新化等地,主要由蛇纹岩和斜长花岗岩等构造岩片组成,称为吉岔蛇纹岩岩块;另一个单元出露于吉岔-俄咱一带,基本由辉长岩组成,称为俄咱辉长岩岩块。两个单元在空间上以构造岩片的形式相拼贴,呈断层接触关系。

1.1 吉岔蛇纹岩岩块

吉岔蛇纹岩块体分布在吉岔断裂西侧,呈 NNW 向带状延伸,由数个蛇纹岩(Σ_2)构造岩片及包卷在其中的斜长花岗岩(γ_{042})岩块组成。岩片与岩片之间以及所有岩片与吉东龙组(P_{1j})、沙木组(P_{2sm})等围岩之间均为断层接触,接触带未见热变质现象,片理化均极为发育,部分糜棱岩化。蛇纹岩块边部有少量辉长岩、闪长岩细脉侵入其中,可能是本次岩浆作用晚期形成的岩脉。蛇纹岩的原岩为纯橄岩和辉橄岩。斜长花岗岩呈碎裂结构,块状构造。此外,其蛇纹岩-斜长花岗岩的岩石组合形式,与金沙江缝合带中蛇绿岩的岩石组合(魏君奇,2000,2003)相似。上述特征表明,吉岔蛇纹岩岩块可能相当于蛇绿岩中的超镁铁质杂岩单元。

1.2 俄咱辉长岩岩块

俄咱辉长岩岩块是白济汛镁铁-超镁铁岩的主体,出露于吉岔断裂西侧,沿澜沧江呈 NNW 向延伸,主要由咱利辉长岩岩块(400m×4800m)、俄咱辉长岩岩块(2km×16km)和数个辉长岩构造岩片组成。岩块与吉东龙组(P_{1j})、沙木组

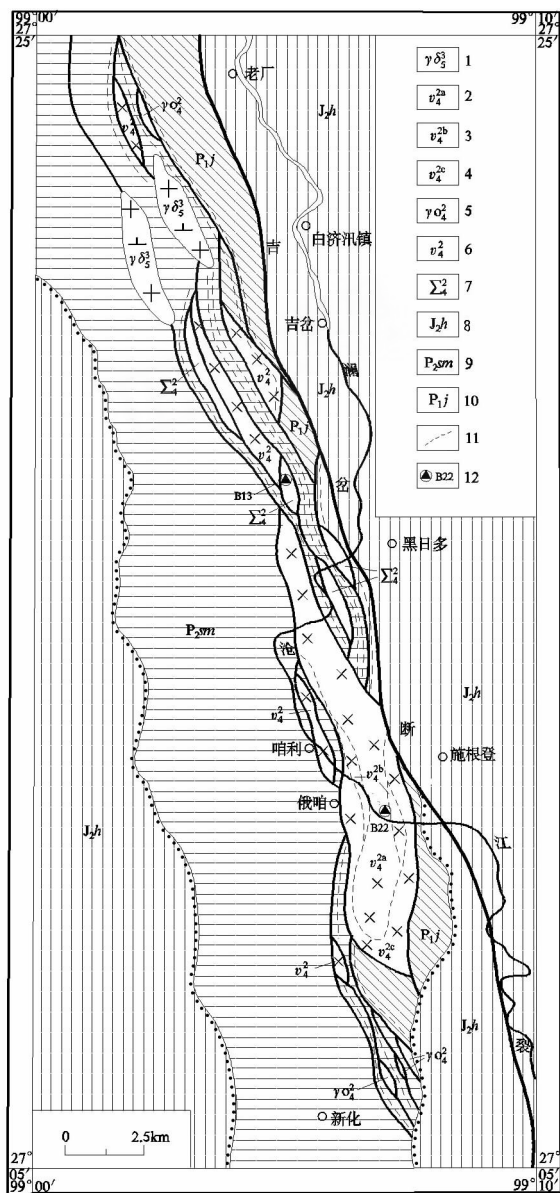


图 1 白济汛镁铁-超镁铁岩地质简图,示采样位置(据 1/25 万中甸县幅,2000)

1-白垩纪花岗闪长岩;2-石炭纪辉长岩中心相;3-石炭纪辉长岩过渡相;4-石炭纪辉长岩边缘相;5-石炭纪斜长花岗岩;6-石炭纪辉长岩;7-石炭纪超基性岩;8-花开左组;9-沙木组;10-吉东龙组;11-岩相界线;12-采样点及编号

Fig. 1 Geological sketch map of the Baijixun mafic-ultramafic rocks, showing the sampling site

(P_{2sm})等围岩边界清晰,围岩未发生热变质,沿接触带岩块及围岩均发育片理化,说明岩块与围岩为断层接触关系,而非阿拉斯加型的侵入关系。俄咱辉长岩块具一定的相变现象,可大致划分出中心相(v_{42a})、过渡相(v_{42b})及边缘相(v_{42c}),呈模糊的、不完整的环带状构造,这也是被界定为阿拉斯加型依据。但 3 个相带并无明显的岩性变化,均以更长

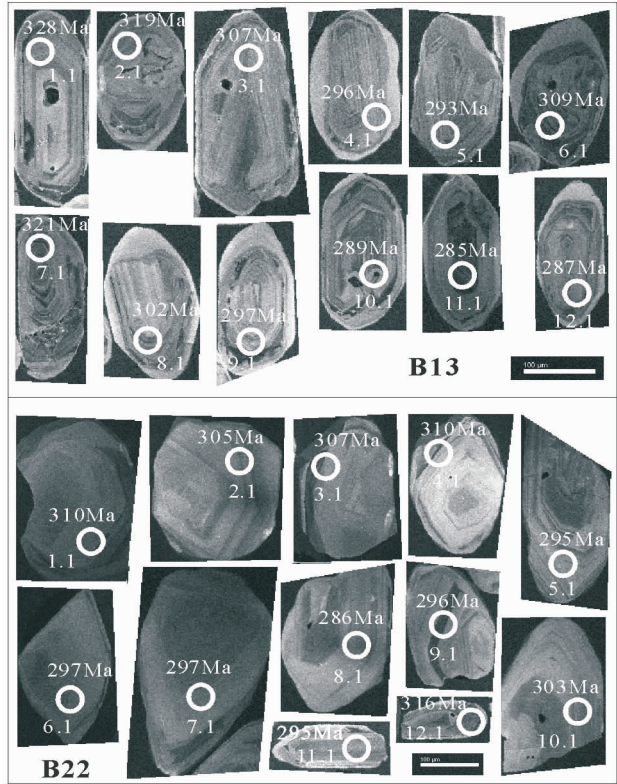


图2 白济汛镁铁-超镁铁岩测年锆石阴极发光图像(圆圈和数字表示 U-Pb 分析点中心和²⁰⁶Pb/²³⁸U 年龄)

Fig. 2 CL imaging of zircon from the Baijixun mafic-ultramafic rocks (The circle and the number denotes the age)

表1 白济汛镁铁-超镁铁岩中锆石 SHRIMP U-Pb 同位素分析结果

Table 1 SHRIMP U-Pb data of zircons from the mafic-ultramafic rocks in Baijixun

点号	²⁰⁶ Pbc	U	Th	²³² Th/ ²³⁸ U	²⁰⁶ Pb *	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	²⁰⁷ Pb *	²⁰⁶ Pb *	误差相 关系数
	(%)	(×10 ⁻⁶)	(×10 ⁻⁶)		(×10 ⁻⁶)	(年龄, Ma)	测定值	1σ(%)	
B13-1.1 *	0.25	739	471	0.66	33.3	328.7 ± 7.4	0.381	3.1	0.744
B13-2.1 *	0.64	430	265	0.64	18.9	319.3 ± 7.1	0.387	4.0	0.577
B13-3.1	0.68	345	184	0.55	14.6	307.8 ± 7.0	0.332	4.7	0.502
B13-4.1	0.62	298	143	0.50	12.1	296.2 ± 6.7	0.336	4.7	0.498
B13-5.1	0.74	290	177	0.63	11.7	293.1 ± 8.0	0.338	6.3	0.445
B13-6.1	0.31	707	667	0.97	29.9	309.1 ± 7.0	0.355	3.3	0.710
B13-7.1 *	0.19	1058	1166	1.14	46.6	321.4 ± 7.0	0.3727	2.7	0.836
B13-8.1	0.92	204	126	0.64	8.52	302.8 ± 7.2	0.348	6.4	0.378
B13-9.1	0.43	374	238	0.66	15.3	297.9 ± 6.7	0.342	4.4	0.530
B13-10.1	0.45	594	504	0.88	23.5	289.4 ± 6.4	0.320	3.4	0.663
B13-11.1	1.31	149	73	0.50	5.88	285.1 ± 7.0	0.331	8.5	0.296
B13-12.1	0.93	296	207	0.72	11.7	287.3 ± 7.6	0.302	7.1	0.380
B22-1.1	0.44	498	747	1.55	21.2	310.1 ± 8.1	0.370	4.1	0.767
B22-2.1	1.59	162	98	0.62	6.85	305.0 ± 7.3	0.382	8.8	0.408
B22-3.1	0.94	383	396	1.07	16.2	307.8 ± 7.0	0.330	5.2	0.702
B22-4.1	0.80	443	618	1.44	18.9	310.1 ± 7.0	0.342	4.8	0.690
B22-5.1	3.06	141	157	1.15	5.88	295.9 ± 7.4	0.285	15	0.520
B22-6.1	1.93	127	48	0.39	5.23	297.3 ± 7.6	0.323	14	0.362
B22-7.1	2.44	150	67	0.47	6.23	297.8 ± 7.4	0.332	11	0.524
B22-8.1 *	2.30	100	37	0.39	3.98	286.2 ± 8.8	0.373	20	0.408
B22-9.1	2.15	231	240	1.07	9.55	296.2 ± 7.8	0.302	11	0.699
B22-10.1	0.65	124	57	0.47	5.19	303.6 ± 7.3	0.396	4.8	0.477
B22-11.1	0.52	373	259	0.72	15.1	295.6 ± 6.8	0.344	3.5	0.717
B22-12.1	0.29	866	1049	1.25	37.6	316.8 ± 6.9	0.360	3.0	0.783

注: Pb_c和 Pb_i 分别代表普通铅和放射成因铅; 用实测²⁰⁴Pb 校正普通铅; 带 * 为离群点, 未参与计算。测试单位: 北京离子探针中心。

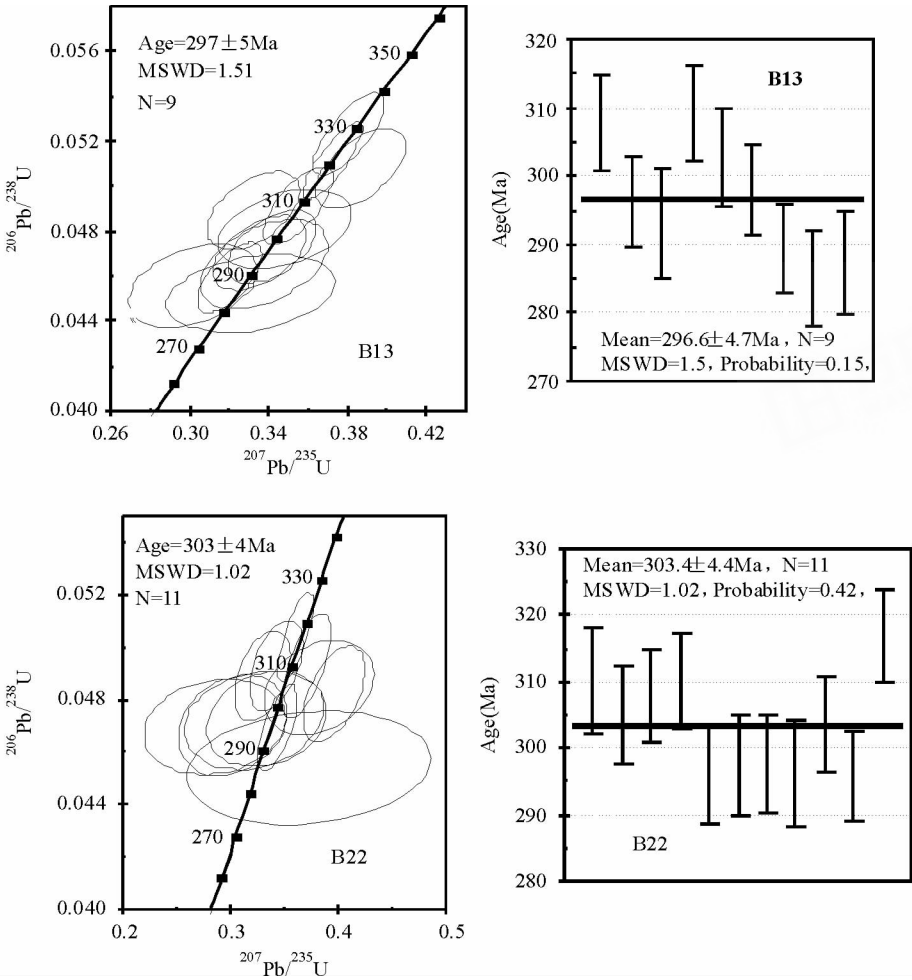


图3 白济汛镁铁-超镁铁岩中锆石 SHRIMP U-Pb 和谐图与²⁰⁶Pb/²³⁸U 年龄加权平均图
Fig.3 U-Pb Concordia diagram and weighted average of ²⁰⁶Pb/²³⁸U age of zircon from the Baijixun mafic-ultramafic rocks

方双锥的聚形、环带结构明显、不含包体，为典型的岩浆锆石，其结晶年龄可代表辉长岩、闪长岩的成岩年龄。

2.2 分析方法

锆石 SHRIMP U-Pb 分析在北京离子探针中心 SHRIMP II 上完成，其定年原理及方法参考宋彪等(2002)、简平等(2003)的文章。将要测试锆石样品和澳大利亚地质调查局标准锆石 TEM 置于同一样品靶上，每测定 4 个样品，测定 1 次标样，每次分析记录 7 次扫描的平均值。应用标准锆石 TEM(年龄为 417Ma)进行元素间的分馏校正。应用置于测试靶(Test)上的另一标准锆石 SL13(年龄为 572Ma、U 含量为 238×10^{-6})标定所测锆石的 U、Th、Pb 含量。应用 Prawn 程序进行数据处理。普通铅根据实测²⁰⁴Pb 校正。

2.3 分析结果

闪长岩(B13)中 12 颗锆石 12 个测试点的²⁰⁶Pb/²³⁸U 年龄值为 285~328Ma(表 1)，它们在一致曲线图上相对集中分

布(图 3)，剔除其中 1.1、2.1、7.1 三个离群点外，其余 9 个点集中成一群，其年龄值 285~309 在误差范围内相一致，其和谐年龄(Age) 297±5Ma 与加权平均年龄(Mean) 296.6±4.7Ma 相一致。相关参数：平均加权离差的平方 MSWD = 1.5，拟合概率 Probability = 0.15，置信度为 95%，表明 297Ma 的成岩年龄是精确而可靠的。

辉长岩(B22)中 12 颗锆石 12 个测试点的²⁰⁶Pb/²³⁸U 年龄值为 286~316Ma(表 1)，它们在一致曲线图上相对集中分布(图 3)，剔除其中 8.1 一个离群点外，其余 11 个点集中成一群，其年龄值 295~316Ma 在误差范围内相一致，且 11、12 号 2 个小颗粒锆石与其它 9 个大颗粒锆石的年龄值相一致，和谐年龄(Age) 303±4Ma 与加权平均年龄(Mean) 303.4±4.4Ma 相一致。相关参数：平均加权离差的平方 MSWD = 1.02，拟合概率 Probability = 0.42，置信度为 95%，表明 303Ma 的成岩年龄是精确而可靠的。

2.4 年龄对比

金沙江缝合带的蛇绿岩中，雪堆斜长花岗岩和书松斜长

岩的锆石 U-Pb 年龄分别为 300Ma 和 294Ma (简平, 1999, 2003a), 它们代表了金沙江蛇绿岩形成的时间, 即金沙江洋盆扩张的时间。本次获得白济汛镁铁-超镁铁岩中俄咱辉长岩的锆石 U-Pb 年龄为 303Ma, 侵入吉岔蛇纹岩中闪长岩的锆石 U-Pb 年龄为 297Ma。说明白济汛镁铁-超镁铁岩中存在年龄为 297 ~ 303Ma 的岩石单元, 且与金沙江蛇绿岩 (300 ~ 294Ma) 的形成时间一致, 两者同为三江地区古特提斯洋盆扩张期的产物。上述两条蛇绿岩带基本一致的测年结果, 进一步证实了金沙江洋盆与澜沧江洋盆扩张的时代均为晚石炭世 (莫宣学等, 1993, 1998); 澜沧江造山带的沟-弧-盆系统总体上与金沙江造山带类似 (潘桂棠等, 2003) 等观点。

3 结论

(1) 白济汛镁铁-超镁铁岩主要由岩块和构造岩片组成, 可分解为吉岔蛇纹岩岩块和俄咱辉长岩岩块, 它们构成澜沧江中段的白济汛蛇绿岩体。所以, 澜沧江中段的白济汛蛇绿岩体, 可与其北段扎玉地区的蛇绿混杂岩带、南段的昌宁—孟连蛇绿岩带相连。

(2) 吉岔蛇纹岩 (>297Ma) 和俄咱辉长岩 (303Ma) 与金沙江蛇绿岩 (300 ~ 294Ma) 的形成时间基本一致, 说明三江地区的古特提斯洋是由一系列相对稳定的地块、洋岛及其之间规模不等的洋盆组成, 构成宽阔的多岛洋格局。

References

Jian P, Wang XF, He LQ, *et al.* 1999. U-Pb dating of anorthosite and plagiogranite from the Jinshajiang Ophiolite belt. *Acta Petrologica Sinica*, 15(4): 590–593 (in Chinese with English abstract)

Jian P, Liu DY and Sun XM. 2003a. SHRIMP dating of Carboniferous Jinshajiang Ophiolite, China: Geochronological constraints for the evolution of Paleo-Tethys oceanic floor. *Acta Geologica Sinica*, 77(2): 217–228 (in Chinese with English abstract)

Jian P, Liu DY and Zhang Q. 2003b. SHRIMP dating of ophiolite and leucocratic rocks within ophiolite. *Earth Science Frontiers*, 10(4): 439–456 (in Chinese with English abstract)

Jian P, Liu DY and Sun XM. 2004. SHRIMP dating of jicha Alaskan-type gabbro in west Yunnan Province: Evidence of the early Permian subduction. *Acta Geologica Sinica*, 78(2): 166–170 (in Chinese with English abstract)

Li XZ, Jiang XS, Sun ZM, *et al.* 2002. The collisional orogenic processes of the Nuijiang-lancangjiang-Jinshajiang area, Southwestern China. Beijing: Geological Publishing House, 148–172 (in Chinese with English abstract)

Mo XX, Lu FS, Sheng SY, *et al.* 1993. Sanjiang Tethyan volcanism and related mineralization. Beijing: Geological Publishing House, 105–157 (in Chinese with English abstract)

Mo XX, Sheng SY, Zhu QW, *et al.* 1998. Volcanics-ophiolite and mineralization of middle-southern part in Sanjiang area of Southwestern China. Beijing: Geological Publishing House, 86–105 (in Chinese with English abstract)

Pan GT, Xiu Q, Hou ZQ, *et al.* 2003. Archipelagic orogenesis, metallogenic systems and assessment of the mineral resources along the Nuijiang-lancangjiang-Jinshajiang area in Southwestern China. Beijing: Geological Publishing House, 106–112 (in Chinese with English abstract)

Song B, Zhang YH and Jing P. 2002. Mount making and procedure of the SHRIMP dating. *Geological Review*, 48(sup): 26–31 (in Chinese with English abstract)

Wei JQ. 2000. Petrogenesis of leucocratic rocks among the serpentinite in Jinshajiang ophiolite belt. *Acta Petrologica and Mineralogica*, 19(1): 49–54 (in Chinese with English abstract)

Wei JQ. 2003. Petrogenesis and significance of rodingites among the serpentinite in Jinshajiang ophiolite belt. *Journal of Mineralogy and Petrology*, 23(4): 70–73 (in Chinese with English abstract)

Zhang Q, Li DZ and Zhang KW. 1992. Mafic-ultramafic rocks in Hengduan Mountains region. Beijing: Sciences Press, 1–216 (in Chinese with English abstract)

附中文参考文献

简平, 汪啸风, 何龙清等. 1999. 金沙江蛇绿岩中斜长岩和斜长花岗岩的 U-Pb 年龄及地质意义. *岩石学报*, 15(4): 590–593

简平, 刘敦一, 孙晓猛. 2003a. 滇川西部金沙江石炭纪蛇绿岩 SHRIMP 测年: 古特提斯洋壳演化的同位素年代学制约. *地质学报*, 77(2): 217–228

简平, 刘敦一, 张旗. 2003b. 蛇绿岩及蛇绿岩中浅色岩的 SHRIMP U-Pb 测年. *地学前缘*, 10(4): 439–456

简平, 刘敦一, 孙晓猛. 2004. 滇西吉岔阿拉斯加型辉长岩 SHRIMP 测年: 早二叠世俯冲事件的证据. *地质学报*, 78(2): 166–170

李兴振, 江新胜, 孙志明等. 2002. 西南三江地区碰撞造山过程. 北京: 地质出版社, 148–172

莫宣学, 路凤香, 沈上越等. 1993. 三江特提斯火山作用与成矿. 北京: 地质出版社, 105–157

莫宣学, 沈上越, 朱勤文等. 1998. 三江中南段火山岩—蛇绿岩与成矿. 北京: 地质出版社, 86–105

潘桂棠, 徐强, 侯增谦等. 2003. 西南“三江”多岛弧造山过程成矿系统与资源评价. 北京: 地质出版社, 106–112

宋彪, 张玉海, 简平. 2002. 锆石 SHRIMP 样品靶制作, 年龄测定及有关对象讨论. *地质论评*, 48(增刊): 26–31

魏君奇. 2000. 金沙江蛇绿岩带蛇纹岩中浅色岩类的成因. *岩石矿物学杂志*, 19(1): 49–54

魏君奇. 2003. 金沙江蛇绿岩带蛇纹岩中异剥钙榴岩的成因及意义. *矿物岩石*, 23(4): 70–73

张旗, 李达周, 张魁武. 1992. 横断山区镁铁-超镁铁岩. 北京: 科学出版社, 1–216