

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

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

简平¹⁾ 刘敦一¹⁾ 孙晓猛²⁾

1) 中国地质科学院地质研究所, 北京, 100037; 2) 吉林大学应用技术学院, 长春, 130022

内容提要 阿拉斯加型镁铁—超镁铁岩形成于会聚板块边缘的构造背景, 是岛弧环境下高地壳层位的产物。本文应用 SHRIMP 方法对滇西吉岔阿拉斯加型辉长岩进行了 U-Pb 年龄测定, 表明吉岔辉长岩形成于 280 ± 6 Ma (2σ)。这一年龄记录了滇西地区与古特提斯俯冲有关的岛弧岩浆活动的时代, 说明滇西存在早二叠世的古特提斯俯冲事件。

关键词 滇西 吉岔 阿拉斯加型 辉长岩 SHRIMP 年代学 早二叠世

阿拉斯加型镁铁—超镁铁质岩由纯橄岩、橄榄岩、辉石岩、辉长岩和闪长岩等组成, 常具环状分布的特点, 纯橄岩位于核部, 向外依次出现橄榄岩和辉石岩, 最外为辉长岩和/或闪长岩, 其通常为岩体的主体。该类杂岩在阿拉斯加、俄罗斯乌拉尔、澳大利亚、加拿大哥伦比亚、委内瑞拉、埃及、美国加利福尼亚 (Taylor, 1967; Snock et al., 1981; Himmelberg et al., 1995; Helmy et al., 2003) 以及中国的滇西、北祁连、黑龙江和吉林等地都有报道 (张魁武等, 1988, 1990, 1992; 张旗等, 1992; 周德进等, 1997)。一般认为, 阿拉斯加型镁铁—超镁铁岩形成于会聚板块边缘的构造背景, 是岛弧环境下高地壳层位的产物 (Himmelberg et al., 1995)。

早在1967年, 云南省地质局第18地质队就提出滇西维西县镁铁—超镁铁质岩相当于前苏联乌拉尔的下塔吉尔型 (乌拉尔地区典型的阿拉斯加型) (张旗等, 1992)。张魁武等 (1988, 1990, 1992) 和张旗等 (1992) 对吉岔镁铁—超镁铁岩进行了岩石学和岩石地球化学研究, 论证它属于阿拉斯加型。上述作者还发现吉岔以南的景谷县半坡镁铁—超镁铁岩也属于阿拉斯加型, 并指出沿澜沧江分布的许多镁铁—超镁铁岩都具有阿拉斯加型的特征。吉岔和半坡位于昌都—思茅地块的西缘, 东西两侧被夹持于金沙江和昌宁—孟连古特提斯缝合带之间 (图1b)。通常认为, 上述两条缝合带所代表的洋盆是晚泥盆世—早

石炭世出现的, 洋盆可能在晚石炭世开始相向俯冲, 吉岔、半坡以及零星出露的二叠纪火山岩即为板块俯冲的产物 (张旗等, 1992)。前人虽然厘定了上述岩体的地球化学性质及其所反映的大地构造背景, 但是, 缺少对于它们确切的年代学研究, 限制了人们对该区构造演化的认识。笔者早先已对金沙江蛇绿岩的时代进行了研究 (简平等, 1999, 2003), 对洋盆形成时代进行了限定。本文则报道了吉岔阿拉斯加型辉长岩的锆石 SHRIMP U-Pb 年龄为 280 ± 6 Ma (2σ), 给出了滇西与古特提斯洋盆俯冲事件的时代, 为解决古特提斯俯冲消减事件时代提供了新的依据。

1 地质背景和样品描述

吉岔镁铁—超镁铁岩位于维西县以西, 白济汛以南, 沿澜沧江分布。岩体侵位于二叠系浅变质岩系中, 东南部与侏罗系呈断层接触 (图1a)。岩体主要由辉长岩和各类超镁铁岩组成, 并有少量斜长岩和斜长花岗岩出露。超镁铁质岩可分为两个岩相带, 一个是单辉岩和少量橄榄单辉岩组成的辉石岩带; 另一个是由纯橄岩和单辉橄榄岩 (及少量方辉橄榄岩) 组成的橄榄岩带。在吉岔村西水渠剖面上 (张旗等, 1992), 橄榄岩位于中心, 边部为辉石岩, 最外是辉长岩, 表现出了特征的环带构造。

在吉岔镁铁—超镁铁岩中, 辉长岩以角闪辉长

注: 本文为国家自然科学基金资助项目 (编号 40272043, 49902005) 的成果。

收稿日期: 2003-10-15; 改回日期: 2003-11-15; 责任编辑: 郝梓国。

作者简介: 简平, 1964年生。博士, 研究员。主要从事高级变质岩和蛇绿岩同位素地质年代学研究。通讯地址: 100037, 北京百万庄26号, 中国地质科学院地质研究所; Email: Jianp-1021@263.net.cn。

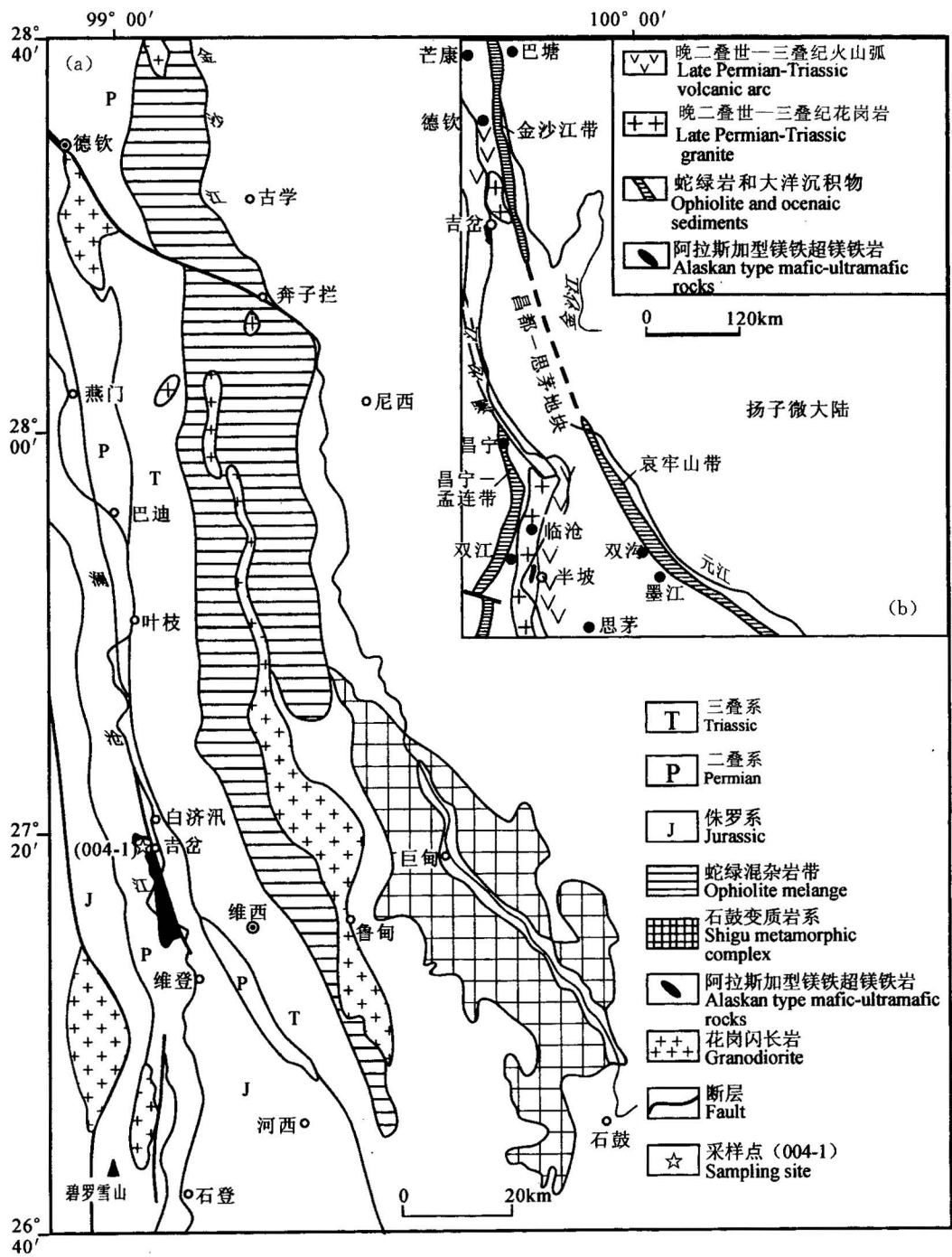


图 1 滇西德钦—维西地质略图, 示采样位置

Fig. 1 Geological sketch of Deqin-Weixi area, western Yunnan Province, showing the sampling site

岩为主, 次为二辉辉长岩、橄榄辉长岩、石英辉长岩、浅色辉长岩、斜长岩及磁铁斜长岩等。辉长岩通常发育层状构造, 具堆晶特征。

上述岩石类型、野外关系与“环状”的南阿拉斯加地区的阿拉斯加型镁铁—超镁铁岩(Himmelberg et al., 1995)可以对比, 为典型的阿拉斯加型。本次

研究的样品产自吉岔村西水渠剖面, 为角闪辉长岩(样号: 004-1)。样品新鲜, 重约 10 kg。

所测定的角闪辉长岩(样号: 004-1)由斜长石(约 55%), 斜方辉石(约 35%)和角闪石(8%)组成, 含少量石英(约 1%)和不透明矿物。岩石具堆晶结构, 堆晶矿物为斜长石和斜方辉石。岩石化学成分为

SiO₂ 53%, TiO₂ 0.88%, Al₂O₃ 17.14%, Fe₂O₃ 2.52%, FeO 5.88%, MnO 0.18%, MgO 5.16%, CaO 7.14%, Na₂O 5.03%, K₂O 0.21%, P₂O₅ 0.10%。该样品富 Al 贫 Ti, 类似岛弧的高 Al 玄武质岩浆。

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。Compston 等(1992)和 Williams 等(1987)详细介绍了应用 SHRIMP 测定锆石 U-Th-Pb 年龄的原理和方法, 刘敦一等(2003)也介绍了北京离子探针中心 SHRIMP II 锆石 U-Pb 年龄测定的仪器的工作条件, 标准样和数据处理方法。在测定过程中, 锆石样品和与置于同一样品靶上的澳大利亚地质调查局标准锆石 TEM 的测定交替进行, 每测定两个样品, 测定一次标准锆石。每次分析记录 7 次扫描的平均值。应用澳大利亚地质调查局标准锆石 TEM(417 Ma, Black et al., 2003)进行元素间的分馏校正(interelement fractionation)。Pb/U 校正公式采用 $Pb/U = A (UO/U)^2$ (Caoque-Long et al., 1995)。应用置于调试靶(Test)上的另一标准锆石 SL13(年龄, 572 Ma; U 含量, 238×10^{-6})标定锆石的 U, Th 和 Pb 含量。应用澳大利亚国立大学 PRAWN 程序(Williams et al., 1996)进行数据处理。普通铅根据实测²⁰⁴Pb 校正。表1中所列单个数据点的误差均为1σ。采用²⁰⁶Pb/²³⁸U 年龄, 其加权平均

值的误差为2σ。

3 分析结果和解释

阴极发光图像表明吉岔辉长岩的锆石发育补丁(Patch)结构, 即由阴极发光强弱不同的晶域组成, 各晶域之间的界线常为锯齿状(图2, 颗粒1, 颗粒10)。

U-Pb 分析结果列于表1。锆石的 U 含量低, 为 $48 \times 10^{-6} \sim 79 \times 10^{-6}$ m(表1), Th/U 为 0.28~0.67, 显示了很小变化范围。SHRIMP 测定表明, 年龄与锆石的内部结构之间没有明显的关系。在同一锆石颗粒上, 阴极发光强弱不同的晶域给出基本一致的年龄, 如点号1.1和1.2, 点号10.1和10.2, 点号11.1和11.2(表1, 图2)。

18个分析给出了基本一致的²⁰⁶Pb/²³⁸U 年龄, 为 258~295 Ma(表1), 在一致曲线图中成群分布(图3)。加权平均年龄为 280 ± 6 Ma(2σ), $\chi^2 = 0.6086$, 说明加权平均值的误差与单个分析的误差基本一致, 所分析的锆石为单一的年龄组成。因此, 280 ± 6 Ma 解释为吉岔辉长岩的形成年龄。

4 区域地质意义

研究表明, 滇西古特提斯造山带中, 镁铁—超镁铁岩具有显著的多样性, 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(张旗等, 1992)。

表 1 吉岔辉长岩锆石 SHRIMP U-Pb 分析结果

Table 1 SHRIMP U-Pb data of zircons from the Jicha gabbro

点号	U ($\times 10^{-6}$)	Th /U	Th /U	Pb* ($\times 10^{-6}$)	普通 206Pb(%)	206Pb 238U	±	207Pb 235U	±	207Pb 206Pb	±	年龄(Ma) 206Pb/238U	±	年龄(Ma) 207Pb/235U	±	年龄(Ma) 207Pb/206Pb	±
1-1	74	48	0.65	4	0.02	0.0460	0.0022	0.299	0.045	0.0472	0.0064	290	14	266	36	58	294
1-2	47	24	0.51	2	0.01	0.0461	0.0021	0.393	0.037	0.0618	0.0047	290	13	336	27	669	173
2-1	51	18	0.35	2	0.04	0.0458	0.0021	0.181	0.057	0.0287	0.0088	288	13	169	50	0	0
3-1	53	27	0.52	2	0.02	0.0426	0.0019	0.285	0.053	0.0486	0.0085	269	12	255	43	129	365
4-1	57	31	0.55	2	0.05	0.0447	0.0021	0.156	0.070	0.0253	0.0111	282	13	147	63	0	0
5-1	71	46	0.64	3	0.03	0.0457	0.0020	0.199	0.086	0.0317	0.0134	288	12	185	76	0	0
6-1	62	29	0.47	3	0.04	0.0435	0.0020	0.183	0.054	0.0305	0.0088	274	12	170	48	0	0
7-1	76	47	0.61	4	—	0.0457	0.0023	0.389	0.062	0.0618	0.0089	288	14	334	46	666	344
8-1	48	25	0.52	2	0.04	0.0408	0.0021	0.228	0.075	0.0405	0.0129	258	13	208	64	0	0
9-1	68	29	0.42	3	0.06	0.0443	0.0026	0.285	0.060	0.0466	0.0092	280	16	254	49	27	555
10-1	56	16	0.28	3	0.08	0.0457	0.0023	0.341	0.120	0.0541	0.0185	288	14	298	95	376	1037
10-2	49	21	0.42	2	0.02	0.0468	0.0021	0.406	0.070	0.0629	0.0102	295	13	346	52	705	388
11-1	58	21	0.36	2	0.04	0.0422	0.0021	0.207	0.064	0.0356	0.0106	266	13	191	55	0	0
11-2	56	16	0.29	2	0.06	0.0434	0.0022	0.115	0.070	0.0192	0.0115	274	14	110	66	0	0
12-1	76	51	0.67	3	0.05	0.0427	0.0019	0.137	0.083	0.0233	0.0139	269	12	131	77	0	0
13-1	79	49	0.62	4	0.01	0.0448	0.0021	0.322	0.035	0.0521	0.0048	283	13	283	27	290	225
14-1	43	16	0.38	2	0.05	0.0436	0.0022	0.262	0.071	0.0437	0.0113	275	14	237	59	0	0
15-1	74	50	0.67	4	0.01	0.0440	0.0023	0.337	0.079	0.0556	0.0123	278	14	295	62	434	434

加权平均年龄: 280 ± 6 Ma, $n=18$, $\chi^2=0.6086$

注: 普通²⁰⁶Pb(%) 指普通铅中的²⁰⁶Pb 占全铅²⁰⁶Pb 的百分数; 应用实测²⁰⁴Pb 校正普通铅; 表中所有分析误差为1σ。

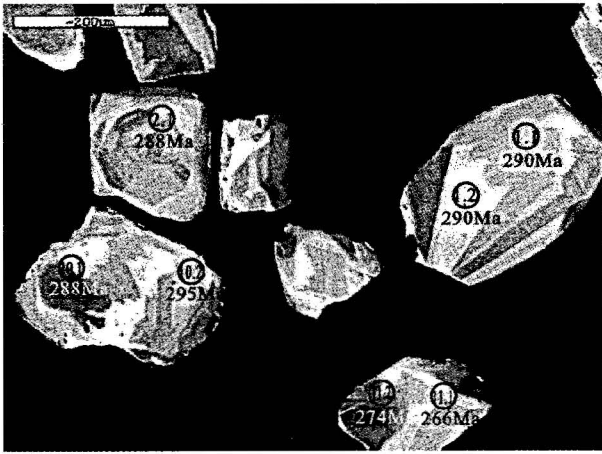


图2 吉岔辉长岩锆石阴极发光图像

Fig. 2 CL imaging of zircon from the Jicha gabbro

圈和数字表示 U-Pb 分析点中心和 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄

The circle and the number denotes the spot center and the age

最近的 SHRIMP 年代学研究表明,金沙江古特提斯蛇绿岩的层状辉长岩和斜长岩形成于约 330 Ma (简平等, 2003); 根据昌宁—孟连蛇绿岩代表古特提斯主洋盆的性质推断, 它的形成时代至少与金沙江蛇绿岩相当或略老 (K-Ar 等时线年龄 385 Ma, 据钟大赉等, 1998)。而吉岔辉长岩的形成年龄为 280 ± 6 Ma, 比蛇绿岩晚约 50 Ma, 可能代表了洋盆形成之后的一次独立的地质事件, 记录了古特提斯俯冲消减事件的时代为早二叠世。

致谢 中国科学院地质与地球物理研究所张旗

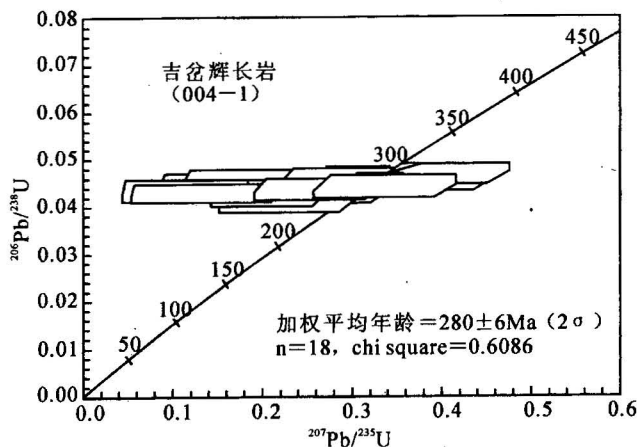


图3 吉岔辉长岩锆石 U-Pb 一致曲线图

Fig. 3 U-Pb concordia diagram of zircons from the Jicha gabbro

教授指导了本文的工作。中国地质科学院矿产资源研究所周剑雄研究员帮助完成了锆石阴极发光研究。在此一并致谢。

参考文献

- 张魁武, 沈步明, 李达周, 等. 1988. 阿拉斯加型超镁铁质岩的岩石化学特征. 地质论评, 34(3): 377~382.
- 张魁武, 张旗, 李达周. 1990. 阿拉斯加型镁铁-超镁铁岩的研究历史和现状. 地球科学进展, (6): 48~51.
- 张魁武, 张旗, 李达周. 1992. 滇西阿拉斯加型岩体的主要特征. 地质科学, (增刊): 108~119.
- 简平, 汪啸风, 何龙清, 等. 1999. 金沙江蛇绿岩斜长岩和斜长花岗岩 U-Pb 年代学研究. 岩石学报, 15(4): 590~593.
- 简平, 刘敦一, 孙晓猛. 2003. 滇川西部金沙江石炭纪蛇绿岩 SHRIMP 测年: 古特提斯洋盆演化的同位素年代学制约. 地质学报, 77(2): 217~228.
- 刘敦一, 简平, 张旗, 等. 2003. 内蒙古图林凯蛇绿岩中埃达克岩 SHRIMP 测年: 早古生代洋壳俯冲消减的证据. 地质学报, 77(3): 317~327.
- 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.
- 周德进, 陈雨, 张旗, 等. 1997. 北祁连南侧阿拉斯加型岩体的发现及其地质意义. 地质科学, 32(1): 122~127.
- 钟大赉, 等. 1998. 滇川西部古特提斯造山带. 北京: 科学出版社, 1~231.

References

- Black L P, Kamo S L, Aleikoff J N, Davis D W, Korsch R L and Foudoulis C. 2003. TEMORA 1: a new zircon standard for Phanerozoic U-Pb geochronology. Chemical Geology, 200(1~2): 155~170.
- Compston W, Williams I S, Kirschvink J L, et al. 1992. Zircon U-Pb ages of early Cambrian Time-scale. J. Geol. Soc., 149: 171~184.
- Claoue-Long J C, Compston W, Roberts J, Fanning C M. 1995. Two Carboniferous ages: a comparison of SHRIMP zircon dating with conventional zircon ages and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ analysis. In: Berggren W A, Kent D V, Aubry M P, Hardenbol J, eds. Geochronology, time scales and global stratigraphic correlation. SEPM Special Publication, 5(4): 3~31.
- Helmy H M, Mahallawi M M Ei. 2003. Gabbro Akarem mafic-ultramafic complex, Eastern Desert, Egypt: a late Precambrian analogue of Alaskan-type complex. Mineralogy and Petrology, 77: 85~108.
- Himmelberg G R, Loney R A. 1995. Characteristics and petrogenesis of Alaskan-Type ultramafic-mafic intrusions, southeastern Alaska. Washington: United States Government Printing Office, 1~41.
- Jian P, Wang X, He L, Wang C. 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 D, Sun X. 2003. 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).
- Snoke A W, Quick J E, Browman H R. 1981. Bear Mountain igneous

- complex, Klamath Mountains, California; an ultrabasic to sinic calc-alkaline suite. *J. Petrol.*, 22:501~552.
- Taylor H P Jr. 1967. The zoned ultramafic complexes of southern Alaska. In: Wyllie P J, ed. *Ultramafic and related rocks*. New York: Wiley, 97~121.
- Williams I S, Claesson S. 1987. Isotope evidence for the Precambrian province and Caledonian metamorphism of high grade paragneiss from the Seve Nappes, Scandinavian Caledonides, II. Ion microprobe zircon U-Th-Pb. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 97: 205~217.
- Williams I S, Buick C I. 1996. An extended episode of early Mesoproterozoic metamorphic fluid flow in the Reynolds Range, central Australia. *J. metamorphic Geol.*, 14: 29~47.
- Zhang Q, Li D, Zhang K. 1992. *Mafic-Ultramafic Rocks in Hengduan Mountains Region*. Beijing: Science Press, 9~130 (in Chinese with English abstract).
- Zhong D, et al. 1998. The Paleo-Tethyan Orogenic Belts, Western Yunnan and Sichuan Provinces. Beijing: Science Press, 1~231 (in Chinese).
- Zhou D J, Chen Y, Zhang Q, et al. 1997. Discovery of Alaskan-Type intrusions, in the south of the North Qilian Mountains and its geological significance. *Scientia Geologica Sinica*, 32(1):122~127 (in Chinese with English abstract).

SHRIMP Dating of Jicha Alaskan-type Gabbro in West Yunnan Province: Evidence of the Early Permian Subduction

JIAN Ping¹⁾, LIU Dunyi¹⁾, SUN Xiaomeng²⁾

1) *Institute of Geology, CAGS, Beijing, 100037*; 2) *Jilin University, Changchun, 130022*

Abstract

Alaskan-type mafic-ultramafic complexes were form at high crustal levels in arc environments along convergent plate-margins. In this study, the Alaskan-type Jicha gabbro in West Yunnan is dated using the SHRIMP. The magmatic age of the Jicha gabbro is 280 ± 6 Ma (2σ), which records the arc magmatic activity related to Paleo-Tethyan subduction in West Yunnan. This indicates the existence of early Permian Paleo-Tethyan subduction in this area.

Key words: Alaskan-type; gabbro; SHRIMP; Early Permian; Jicha, West Yunnan Province