

文章编号: 1009-3850(2002)01-0056-04

## 滇西北金沙江结合带的斜向走滑构造

江元生<sup>1</sup>, 葛孟春<sup>2</sup>, 冯庆来<sup>2</sup>

(1. 成都理工大学, 四川 成都 610059; 2. 中国地质大学 地球科学学院, 湖北武汉 430074)

**摘要:** 斜向碰撞引起的走滑转换现象, 是大陆造山带一种常见的构造样式。金沙江结合带中的斜向走滑构造是最夺目的定型构造。它的形成演化, 成为大陆造山带陆内汇聚阶段的主要地质事件。笔者以区域地质调查资料为根基, 利用斜向走滑构造的理论, 对金沙江结合带拖顶地区的一些地质问题进行讨论。

**关键词:** 斜向碰撞; 斜向走滑构造; 陆内变形; 金沙江结合带

中图分类号: P541

文献标识码: A

斜向走滑构造是金沙江再生小洋盆关闭、陆陆斜向碰撞构造转化的结果。它发生于印支末期, 扮演了拖顶地区陆内变形的重要角色。走滑构造主要以各级斜向走滑剪切带和相互构造叠覆的斜滑岩片组合而成。斜向走滑主剪切带呈近南北向延伸, 次级斜向走滑剪切带沿北北西向分布, 在空间上构成菱型、透镜状网络系统(江元生, 1999)。平面上, 由两条主要斜向走滑剪切带(吉义独-各磨茸韧性剪切带和车别若-米里麦脆性剪切带)和若干不同级别的次级斜向走滑剪切带构成一大型走滑双重构造(strike-slip duplex)。剖面上, 斜向走滑构造组合较为复杂, 由三条进于直立的斜向走滑剪切带与旁侧的次级走滑断裂组合成三个半正花状构造图案, 这样的构造组合样式, 是一系列斜滑岩片斜向挤出堆垛的结果(江元生, 1999)。各级剪切带, 无论是宏观尺度还是微观尺度均显示脆韧性变形特征。从S-C构造夹角和拉断的石香肠系统测定后, 估算出斜向走滑构造带的总位移量达64km以上(江元生, 1999)。斜向走滑构造制约着鲁甸岩体的形成, 斜向逃逸铸就了地壳的缩短与高原隆升。它亦是金沙江构造带陆内汇聚阶段陆块相互作用的重要方式。

### 1 鲁甸岩体的成因

鲁甸岩体位于金沙江结合带西侧。呈长条状近南北向延伸, 与造山带平行排列。岩体东界与吉义独-各磨茸斜向右行走滑韧性剪切带呈构造接触, 西界与崔依比组火山碎屑岩系呈侵入接触, 主要由二长花岗岩和斜长花岗岩组成。宏观上, 由岩体边缘到中心结构具细中粒-粗粒的变化特征, 前人(陈应明等, 1985)从板块构造角度, 认为鲁甸岩体是弧花岗岩(碰撞滞后弧), 并与崔依比组英安岩、流纹岩共同构成维西火山弧。滞后弧之说是立足于金沙江洋的向西俯冲、碰撞基础之上产生的。我们暂且不说在晚二叠世的俯冲为什么没有产生岛弧, 也不说碰撞作用为什么不发生岛弧环境, 单说宏观上地质体的配置关系就存在如下令人费解之事。①为什么花岗岩直接与东面被动陆缘的沉积物直接接触? 为什么在花岗岩的东侧看不见增生杂岩楔的存在? ②花岗岩侵入崔依比组中, 在当时是否可能形成良好的花岗岩结晶分异的封闭环境? 带着这些疑惑, 笔者在前人的研究基础上重新研究了吉义独一带分布的鲁甸岩体, 结果发现鲁甸岩体受吉义独走滑剪切带控制明显, 直接与斜向走滑韧性剪切带呈构造接触,

平行于剪切带延伸。花岗岩具有明显的强烈韧性斜向走滑剪切变形特征,发育近南北向透入性叶理,且越靠近花岗岩边部叶理越密集。岩体中的暗色包体(闪长岩)明显压扁拉长,其长轴与吉义独韧性剪切带中的拉伸线理一致。显微镜下石英具波状消光,亚颗粒化等韧性变形特点,变形石英颗粒定向排列,拉伸方向与露头拉伸线理一致。晚期就位的花岗岩体(估计年龄值为149~175Ma),不仅侵入在斜长花岗岩、二长花岗岩中,而且也侵入在吉义独-各磨茸韧性剪切带中。花岗岩的岩石化学显示高Al、K,贫Ca、Na、Mg的特征,其 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值在0.7055~0.7057之间,为中上地壳重熔花岗岩<sup>[1]</sup>。岩体Rb-Sr法同位素测年显示早期的斜长花岗岩年龄值为243Ma,晚期的二长花岗岩年龄值为149~175Ma。这个结果与斜向走滑剪切带活动的相间吻合较好。

因此,笔者认为鲁甸岩体是由走滑构造剪切带重熔形成的同构造花岗岩。而且拖顶地区金沙江再生小洋盆在早二叠世未至晚二叠世关闭进程中,并不存在洋壳的大规模俯冲和陆壳的强烈碰撞。主要构造岩事件的诱导力可能来自大规模的斜向走滑运动。

## 2 拖顶地区金沙江结合带的陆内变形

中咱地块与昌都地块在晚印支期发生斜向碰撞后,其结合带以右行平移的性质表现(江元生,1999)。由于东西能量的传递,致使结合带在印支末期,沿金沙江结合带发生大规模的陆内平移,并在燕山期达到高潮,形成了剪切重熔岩浆事件(前人所称的德钦-维西碰撞滞后弧很可能是斜向走滑运动的产物)。据物探资料表明,在金沙江结合带两侧,中咱地块和昌都地块的地壳结构和各层厚度有着一定差异,金沙江结合带本身是一个应力应变集中的边界,亦是一个地壳厚度突然增厚的狭长地带<sup>[1]</sup>。在这个狭长带内,广泛发育着韧-脆性右行斜向走滑剪切带,主剪切带平行山链延伸,次级剪切带大致平行山链分布,大型拉伸线理(砂岩布丁体、矿物伸展线理、拉断的石英脉等)大致与造山带垂直或大角度斜交。这些醒目的构造形迹,是区内最为夺目的构造图案。它的形成和发展制约着晚三叠世盆地沉积和燕山期岩浆热事件的时空分布。

斜向走滑运动在时空上的转换,往往形成转换压缩和转换拉伸,再加上走滑断层的分段性与叠接,使得走滑构造更为复杂化。在R型断裂间的叠接带为压缩区,在P型断裂间为拉张区。由于要满足

应变的协调性及体积平衡原则,在水平面上的体积缩小,必将引起垂向上的地壳加厚和挤起,从而形成推起(push up)型构造或推闭(push close)型构造<sup>[2,3]</sup>。反之,将形成垂向上的地壳变薄和下陷,形成拉分盆地。推起型或推闭型构造与主走滑断层组合成复合型走滑双冲构造。因而在走滑带见到一些斜冲断层、斜滑正断层和推覆断层是极为正常的事情。切不可因此而忽略斜向走滑断层的支配地位。

## 3 斜向走滑与地壳的缩短和隆升

大陆斜向汇聚和碰撞作用在三江特提斯构造域是最普遍的大洋岩石圈向大陆岩石圈体制转换的一种运动和作用方式。斜向碰撞的持续作用必然发生构造转换,产生斜向走滑。斜向走滑的强大推力迫使岩片产生斜向挤出和逃逸(escape)<sup>[4]</sup>,并相互叠覆成斜滑岩片的堆垛体,从而完成了地壳水平方向的缩短与垂向上的隆升。虽然曾有学者讨论过平移断裂作用的铅直位移<sup>[5]</sup>,但由于走滑断裂的水平断距远远大于它的铅直断距,使得沿走滑断裂的隆升问题在研究中未引起足够的重视。事实上,自然界中绝对水平的走滑断裂只能在教科书的模式中找到,走滑运动总是以斜向(与水平线有一定的夹角)滑动的特征出现。据笔者研究,拖顶地区的走滑断裂常与水平线呈 $5^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 的夹角,且总走滑距离达60km以上,若取夹角为 $15^{\circ}$ ,则在经64km的滑移之后,地壳的隆升量将会达到16km以上。这样的隆升幅度,可使中下地壳,甚至更深的岩石抬升剥露,并形成一些特殊的岩石组合。在过去的地质历史分析中,由于研究手段的限制,很难将地表迥异的岩石与大陆走滑断裂系的运动相联系。尽管有少量的学者在70年代末和80年代初就提出一些蛇绿岩的侵位和高压变质块体的抬升与走滑断裂运动有关<sup>[5,6]</sup>,但终被推覆构造、伸展构造的狂热势头淹没了。今天,在大陆动力学研究的主旋律下,深部构造研究成为热点和前沿,我们在探讨高压、超高压变质地体的折返时,很有必要重新审视走滑构造问题,尤其是斜向走滑运动在地壳缩短、隆升中扮演的角色。目前的资料显示,超高压变质岩分布只与碰撞造山带有关,形成时代属于碰撞造山早期,而这个时期造山带最重要的变形就是板块陆-陆对接沿走向发生大规模滑动<sup>[3]</sup>。如印度板块与欧亚板块的碰撞后印度板块及其相邻地块发生了旋转。这就是块体之间剪切走滑运动和块体边缘不均匀缩短的必然结果<sup>[7]</sup>。

尤其是印度板块,全面碰撞初期的旋转十分明显。与之对应的是青藏高原地区沿造山带的大规模走向滑动<sup>[8]</sup>。

金沙江结合带前志留系石鼓岩群的隆升与斜向走滑有关,石鼓群的变质岩系内及边缘斜向走滑剪切糜棱岩十分发育,微观构造显示具右行斜向剪切的特点。采自糜棱岩带的流体包裹体测温表明,残斑中的均一温度为500~530℃,动态重结晶颗粒中的均一温度为335~352℃,次生流体包裹体的均一温度为133~148℃。这三组温度是斜向走滑韧性剪切带不断抬升的温度记录(江元生,1999)。在古近纪前的斜向走滑的隆升与斜向挤出作用使得古老的结晶基底岩石(前志留纪的变质杂岩)暴露地表,遭受剥蚀。而古近纪后的山前磨拉石不整合其上。抬升的结果使得结合带地壳加厚,也使得走滑带不断收窄。金沙江构造结的形成很可能由此引起。地壳隆升与收缩的结果是走滑造山的必然!

#### 4 斜向走滑运动与陆块间的相互作用

众所周知三江特提斯构造域由若干陆块群镶嵌而成。陆块之间的相互作用更多的是由走滑方式来完成(如金沙江结合带和澜沧江结合带)。走滑断裂,特别是大型走滑断裂,集中出现在板块汇聚的边界地区<sup>[9]</sup>,即大洋附近和碰撞造山带。板块的斜向俯冲和斜向碰撞是形成大型走滑断裂的背景和动力学机制。陆块之间的走滑运动背景存在着差异,这主要受制于陆块之间洋的性质和规模,如果洋的规模大,洋壳发育较好,则斜向俯冲的规模亦较大,常常出现与之配置弧岩浆带。相反,在再生小洋盆或无洋壳发育的陆间海存在时,则不发生大规模的斜向俯冲和斜向碰撞,也不发育同构造的弧岩浆带。如拖顶地区金沙江再生小洋盆在关闭时就无同构造期的弧岩浆带发育,前人称的滞后弧实质上是大型斜向走滑剪切重熔岩浆旋回事件。由于斜向俯冲和斜向碰撞的构造转换,诱发出大型走滑构造带是陆块之间在陆内变形时期的重要变形形式。这就较理想地解释了为什么在中国陆内发育的大部分结合带中常找不到双变质带的原因。陆块之间的相互拼接是由大型的斜向走滑剪切带的发生、发展乃至僵化的全过程来完成的。在这个漫长的作用过程中,除了陆块不同程度的旋转外,更主要地会出现相互作用陆块间存在抬升的滞后性(如昌都陆块在斜向走滑作用期,相对中咱块而言抬升滞后,从而在吉义独走滑带的西面广泛接受中上三叠统乃至侏罗

系的沉积,而吉义独以东的金沙江接合带普遍缺失中上三叠统和侏罗系的沉积)和走滑重熔岩浆构造事件及剪切热变质事件,从而形成与走滑带相平行的岩浆岩带和变质带。岩浆岩带的分布地域受大型走滑带的倾向制约。研究区的走滑带向西陡倾,所以岩浆岩带主要分布在西侧,也就是前人所称的弧火山岩。对这类火山岩的岩石化学,地球化学特征是无可争议的,但能不能按已存模式投点判别求解,是一个很值得地质工作者深思的问题。到目前为止,还没有哪位地质学家有建立在走滑构造背景下的判别图解,自然就出现了滞后弧之说。这种模式的产生,是受制于“沟-弧-盆”体系的硬性配置。事实上,在金沙江带乃至整个三江带的配置研究中暴露出的问题就已经显示了陆块之间相互作用的复杂性、独特性,这种复杂性和独特性,就很有可能是大型走滑作用产生的。假如,在我们的研究中不是一味地去寻找沟、弧、盆,也不去忙于进行乏味的投点判别,并为我所用,不适弃之的话,我们就会发现许多新的地质信息。而这些地质信息才是解决大陆造山带构造问题最珍贵的资料!

陆块间的相互作用方式(离散、敛合、走滑)是极为复杂的,这种复杂性必然涉及到地层类型的多样性<sup>[10]</sup>、沉积盆地类型的多样性、混杂地质体的多样性、岩浆活动的多样性、构造形迹的多样性和大地构造单元的多样性。这种多样性,在金沙江结合带工作的人士已深有感触,要真正查清,需要好几代人的努力!但我坚信,随着大陆造山带研究的不断深入,披在大陆造山带上神秘面纱将会揭开。

#### 参考文献:

- [1] 罗君烈.滇西特提斯地质构造形成演化及其基本特征[J].云南地质,1990,9(4):247-288.
- [2] 宋鸿林.斜向滑动与走滑转换构造[J].地质科技情报,1996,15(4):33-38.
- [3] 赵越.沿大型走滑断裂系的隆升[J].地质科学,1996,31(1):1-13.
- [4] BURKE K, SENIOR C. Tectonic escape of the continental crust [J]. American Geophysics, 1982, 14(1):41-53.
- [5] HINNERY M E. The vertical displacements associated with Tran current faulting [J]. Journal of Geophysical Research, 1965, 98(B4):6299-6328.
- [6] COOPER A F. Retrograde alteration of chromian kyanite in metachert and amphibolite whiteschist from the Southern Alps, New Zealand, with implications for uplift on the Alpine Fault [J]. Contributions to Mineralogy and Petrology, 1980, 75(2):153-164.

- [7] 徐嘉伟. 论走滑断层作用的几个主要问题[J]. 地质前缘, 1995, 2(1, 2): 125-136.
- [8] 李廷栋. 青藏高原隆升的过程和机制[J]. 地质学报, 1995, 69(1): 1-9.
- [9] VAUCHEZ A, NICOLAS A. Mountain building: strike-parallel motion and mantle anisotropy [J]. *Tectonophysics*, 1991, 185: 183-201.
- [10] 冯庆来, 叶玫. 造山带区域地层学研究的理论、方法与实例剖析[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2000.

## Oblique strike-slip structures along the Jinshajiang suture zone in north-western Yunnan

JIANG Yuan-sheng<sup>1</sup>, GE Meng-chun<sup>2</sup>, FENG Qing-lai<sup>2</sup>

(1. *Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China*; 2. *Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China*)

**Abstract:** The strike-slip transform structures originated from oblique collision are believed to be the principal structural patterns commonly observed in continental orogenic zones. The occurrence of oblique strike-slip structures along the Jinshajiang suture zone in northwestern Yunnan resulted in the closure of the renewed Jinshajiang oceanic basin, and continent-continent collision at the end of Indosinian. The present paper deals, in detail, with the oblique strike-slip structures and other geological phenomena in the Tuoding region, Yunnan based on the data on the geological survey of the Ludian and Xiaruo sheets. The oblique escape is interpreted to be the cause of thinning of the crust and uplift of the Qinghai-Xizang Plateau and thus to be the important patterns of the interplay of the continental masses along the Jinshajiang suture during intracontinental convergence.

**Key words:** oblique collision; oblique strike-slip structure; intracontinental deformation; Jinshajiang suture zone