

争鸣园地

川青块体及其向南东方向运动的新证据

韩渭宾, 蒋国芳

(四川省地震局, 四川 成都 610041)

摘要: 根据近二十年地震活动性、震源机制、活断层及深部探测等方面研究进展提供的新证据, 进一步论证了笔者(1980)提出的由鲜水河断裂带、舒尔干—花石峡断裂带、岷江断裂带和龙门山断裂带围限的川青地壳块体的存在及其向南东方向运动的合理性。

关键词: 川青块体; 地震活动性; 震源机制; 活断层

中图分类号: P315.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000—0844(2003)02—0175—04

0 引言

中国大陆东部地区的强震大多沿北东向断裂带分布; 西部地区的强震分布从西向东, 先近东西向, 后转北西向, 再转南北向; 大约在东经 $97^{\circ}106^{\circ}$ 之间汇聚形成一条南北地震带。这也许是由于印度板块向北东, 菲律宾板块、太平洋板块向北西和向西与欧亚大陆板块挤压、碰撞所致。在这些板块相互碰撞作用下, 中国大陆内部有许多大小不等的地壳块体相对运动, 在块体周边形成许多规模不同的活动断裂带和地震带。由鲜水河断裂带、舒尔干—花石峡断裂带、岷江断裂带和龙门山断裂带围限的川青块体向南东方向运动^[1]就是其中之一。图 1 集中反映了文献[1]关于川青块体的边界及其运动方向, 以及与紧邻的川滇块体的关系。在过去的二十年里, 一方面有一些新的工作进一步说明川青地壳块体的存在及向南东方向运动的合理性; 另一方面也有一些作者认为此块体朝北东方向运动。为此, 笔者归纳一些新证据, 再次论证川青块体边界及向南东方向运动的合理性。

1 关于东边界合理性的新证据

四川省地震局、中国地震局地球物理研究所和美国拉蒙脱观象站合作, 对 1976 年 8 月 16 日松潘、平武 7.2 级地震序列重新读图和定位, 用 WWSSN 记录的远震波形与理论地震图拟合, 求得震源机制^[2]。根据文献[2]余震图像的时空演变(图 2)和震源机制表明松潘地震序列的三次主震的破裂面为两条左旋走滑断层和一条逆掩断层组成一个右阶左旋走滑运动模式(图 3)。其主压应力为 NW—SE 方向。川青块体向南东方向运动恰好可能提供这样的力源。

龙门山断裂带近二十年的中小地震仍集中在中南段, 向北沿岷江断裂带分布。这里也是水系的分水岭, 高低山区的分界线, 并有重力梯级带通过。1987 年川藏地震烈度区划编图组编制的“四川综合地壳结构图”也显示了这里是地壳厚度急剧变化带。

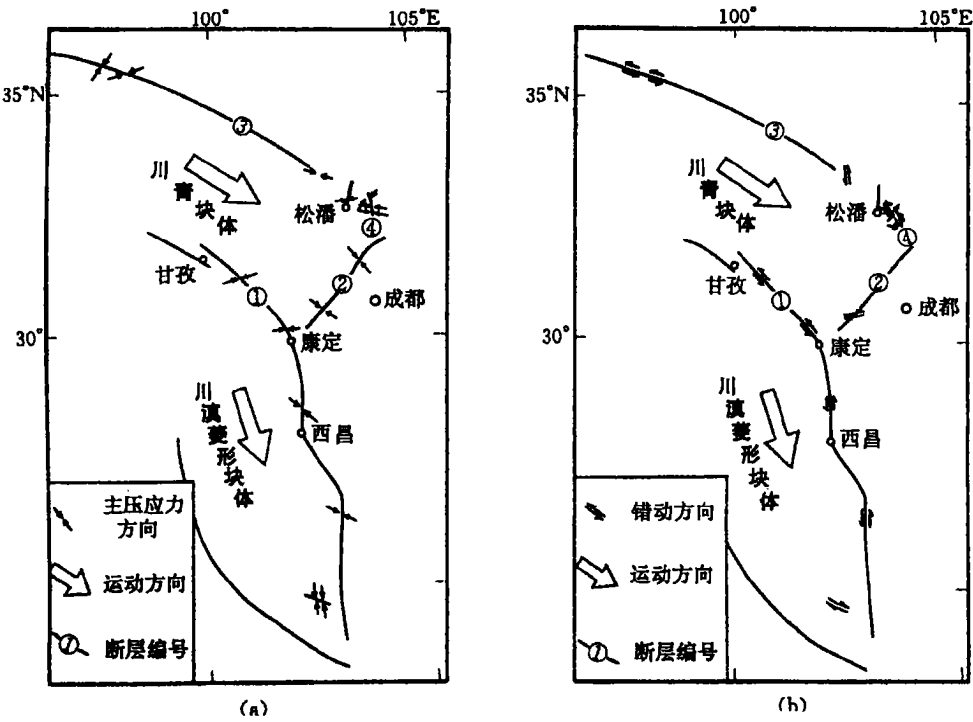
中国地震局 8301 工程的唐克—蒲江—阆中三角剖面人工地震测深表明, 龙门山断裂带两侧地壳厚度与速度有明显变化^[4]。盆地一侧莫霍面深 40 km, V_{Pn} 为 8.28.6 km/s; 高原一侧莫霍面深 5153 km, V_{Pn} 为 7.07.4 km/s。图 4 给出了龙门山断裂带两侧 6 个分支速度模型。地矿部 562 队的黑水—邵阳剖面 and 简阳—花石峡剖面关于龙门山断裂带切割莫霍面也得到类似的结论^[5]。

收稿日期: 2002-02-19

基金项目: 国家重点基础研究发展规划项目“大陆强震机理与预测研究”95130203 子课题资助。

作者简介: 韩渭宾(1941—), 男(汉族), 江苏太仓人, 研究员, 主要从事地震学及地震预报研究。

这些进一步说明龙门山断裂带和岷江断裂带具备作为地壳块体边界的条件.



① 鲜水河断裂带; ② 龙门山断裂带; ③ 舒尔干—花石峡断裂带; ④ 岷江断裂带

图 1 川青块体与川滇块体的边界及其运动方向

Fig.1 Sketch of Sichuan—Qinghai and Sichuan—Yunnan crustal blocks and their movement direction.

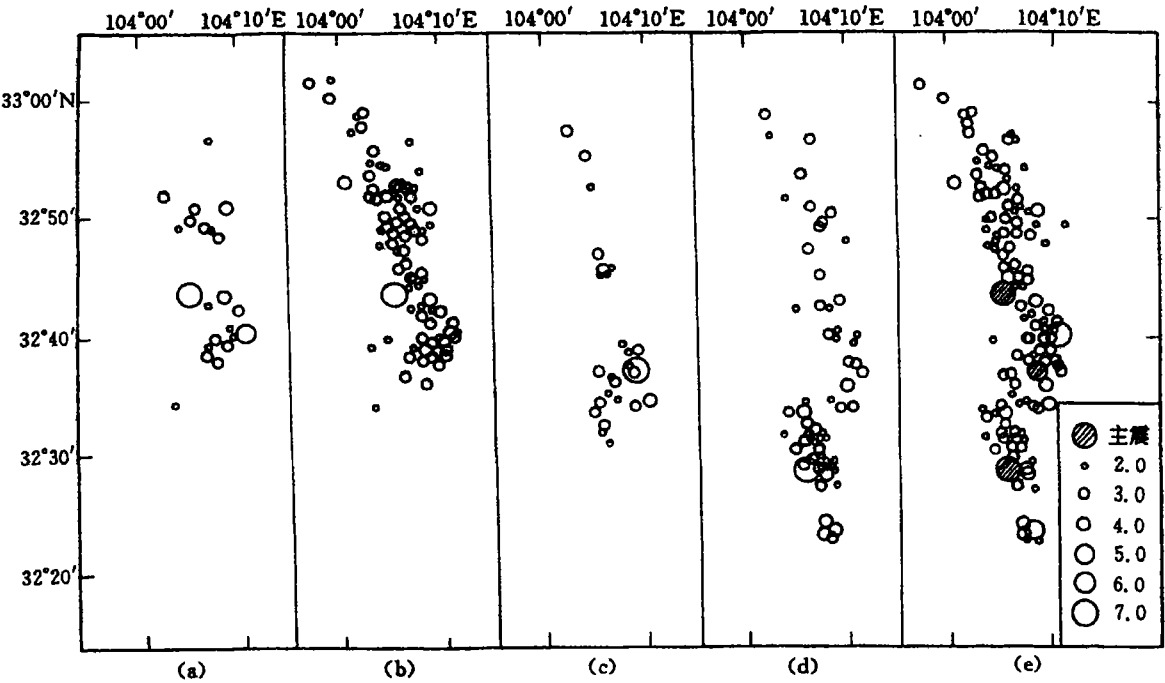
2 关于北边界的新证据

青海省地震局和中国地震局地壳应力所联合对东昆仑断裂带库赛湖以东约 1 000 km 地段进行了全面实地调查和综合研究后指出^[6], 东昆仑断裂带由数条压扭性断裂带组成, 总体走向北 280°300°西. 沿带有一条重力梯级带, 两侧地壳厚度相差 710 km. 该断裂带多期活动明显, 从中更新世开始, 已进入左旋走滑运动为主的时期. 该断裂带(自库赛湖以东)总体可分 6 段, 不同段落的活动水平存在一定差异. 滑动速率自西向东逐渐递减, 从西段的库赛湖断裂 1314 mm/a 到东段的花石峡断裂和下大武断裂降为 45 mm/a, 但东端的玛沁断裂又增加到 9 mm/a, 尤其全新世末达到 12.6 mm/a; 玛曲断裂从中更新世末期至晚更新世末期为低速走滑运动, 全新世中期的走滑速率上升到 5.4 mm/a. 其东端的花石峡和玛沁—玛曲断裂带就是笔者以前写的舒尔干—花石峡断裂带. 从晚更新世到全新世, 该段, 尤其是玛沁断裂的滑动速率在增长.

973 项目《大陆强震机理与预测》的子专题曾布设了玛沁—兰州—靖边约 1 000 km 长的人工地震测深剖面, 开展地壳速度结构研究. 得到的二维壳幔速度结构与构造图显示^[7], 玛沁断裂带两侧莫霍面埋深变化约 68 km.

上述研究成果进一步说明该断裂带作为川青地壳块体的一条边界是有根据的.

2001 年 11 月 14 日青海昆仑山口西 8.1 级地震发生在该断裂带滑动速率较大的西段. 从更大范围看, 有人将东昆仑断裂带, 龙门山—岷江断裂带与鲜水河断裂带、甘孜—玉树断裂带及向西延伸的弧形带围限的地块称为昆仑地块. 昆仑山口西 8.1 级地震和 1997 年玛尼 7.9 级地震的发生, 以及一些地质证据也许说明昆仑地块的西部比东部更活动.



(a) 第 1 个 7.2 级地震后 3 小时内的余震; (b) 第 1 个 7.2 级地震后到 6.7 级地震前的余震;
(c) 6.7 级后到第 2 个 7.2 级地震前的余震; (d) 第 2 个 7.2 级地震后到 8 月底的余震; (e) 全序列余震

图 2 松潘 7.2 级强震群及其余震分布(据 Jones 等)

Fig. 2 The epicenters of Songpan strong earthquake swarm of August 1976 and their aftershocks (From Jones et al.).

3 关于西边界

鲜水河断裂带以左旋走滑的特性闻名于世. 1981 年道孚 6.9 级地震的破裂带及震源机制再次显示了这一特性^[8]. 具有张性的 1982 年甘孜 6.0 级地震发生在相互左阶雁列的两条左旋走滑断裂带: 鲜水河断裂带和甘孜—玉树断裂带之间的拉分区里, 依然说明鲜水河断裂带具有左旋走滑的运动特性.

在过去二十年里又有不少中外学者对鲜水河断裂带进行更详细的地震地质调查和地震活动性研究^[9,13], 四川省地震局地震地质队还曾作 1:5 万活断层填图. 这些研究进一步肯定鲜水河断裂带是典型的左旋走滑断裂带, 一般认为它的平均滑动速率为 1015 mm/a.

2000 年川西、藏东深部地球物理剖面也发现鲜水河断裂带两侧反射波波形有明显不同. 用天然地震资料作层析成像也显示鲜水河断裂带为低速区^[14].

综上所述, 一些新的工作进一步说明, 围限川青块体的上述断裂带不仅地表有断裂, 而且地壳深部有显示. 不仅有震中沿这些断裂带分布, 而且震源机制与由宏观考察得到的强震破裂机制: 鲜水河断裂带和舒尔干—花石峡断裂带(东昆仑断裂带东段)左旋走滑, 龙门山断裂带逆冲, 虎牙断裂带右阶左旋走滑都表明, 由这些断裂带围限的川青块体可能向南东方向运动. 由于东昆仑断裂带东段的左旋走滑速率略低于鲜水河断裂带, 可以推测, 川青块体向南东的滑动速率可能比川滇地壳块体的小一些.

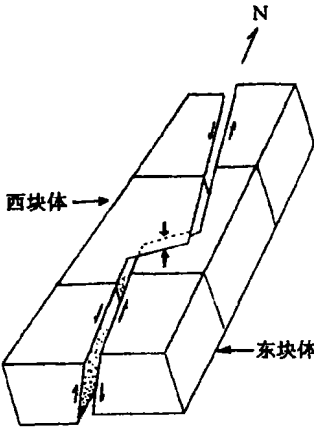


图 3 虎牙断裂带 3 支断裂的几何关系及其滑动模型 (据 Jones 等)

Fig. 3 A schema of the proposed block motion and geometrical relationship among 3 branch of the Huya faults (From Jones et al.).

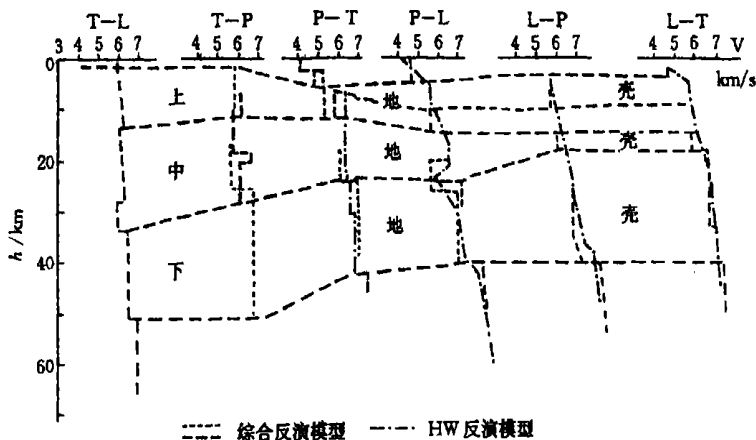


图 4 龙门山断裂带两侧六个分支速度分布模型(据陈学波等)

Fig. 4 Velocity model of 6 sections across Longmenshan fault (From Chen et al.).

川青块体内部也有一些地震,如 1989 年 9 月 22 日小金 6.6 级地震等.这正象川滇地壳块体内也有一些地震,如 1948 年 5 月 25 日理塘 7.3 级和 2001 年 2 月 23 日雅江 6.0 级地震等.这些中强以上地震究竟是地壳块体内的零星地震,还是它们所在的断裂带又可将这些地壳块体划分为两个或几个更小的块体?是一个有待进一步研究的问题.

[参考文献]

- [1] 韩渭宾, 夏大德, 松潘、平武地震和川青块体的运动[J]. 地震科学研究, 1980, (1): 39—48.
- [2] Lucile M. Jonse, Weibin HAN, et al. Focal mechanism and aftershock location of the Songpan earthquakes of August 1976 in Sichuan, China [J]. J. G. R., 1984, 89(B9): 7697—7707.
- [3] 唐荣昌, 韩渭宾主编. 四川活动断裂与地震[M]. 北京: 地震出版社, 1993.
- [4] 陈学波, 吴耀强, 杜平山, 等. 龙门山构造带两侧地壳速度结构特征[A]. 见: 中国大陆深部构造的研究与进展[C]. 北京: 地质出版社, 1988. 97—113.
- [5] 崔作舟, 陈纪平, 吴荅, 花石峡—邵阳深部地壳的结构和构造[A]. 见: 阿尔泰—台湾岩石圈地质学断面综合研究, 地质专报(五), 构造地质地质力学, 第 21 号[M]. 北京: 地质出版社, 1996.
- [6] 青海省地震局, 地壳应力研究所. 东昆仑活动断裂带[M]. 北京: 地震出版社, 1999.
- [7] 李松林, 张先康, 张成科, 等. 玛沁—兰州—靖边地震测深剖面地壳速度结构初步研究[J]. 地球物理学报, 2002, 45(2): 210—217.
- [8] 四川省地震局. 一九八一年道孚地震[M]. 北京: 地震出版社, 1986.
- [9] 四川省地震局. 鲜水河断裂带地震学术讨论会文集[C]. 北京: 地震出版社, 1985.
- [10] 四川省地震局. 鲜水河活动断裂带[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1988.
- [11] 闻学泽, C R Allen, 罗灼礼, 等. 鲜水河全新世断裂带的分段性、几何特征及其地震构造意义[J]. 地震学报, 1989, 11(4): 362—372.
- [12] Allen C R, LUO Shuali, QIAN Hong, et al. Field study of a highly active fault zone: The Xianshuihe fault of southwestern China[J]. Geol. Soc. Am. Bull., 1991, 103: 1178—1199.
- [13] 李天绍. 鲜水河活动断裂带及强震危险性评估[M]. 成都: 成都地图出版社, 1997.
- [14] 王椿镛, W D Mooney, 王溪莉, 等. 川滇地区地壳上地幔三维速度结构研究[J]. 地震学报, 2002, 24(1): 1—16.

(下转 185 页)

[参考文献]

- [1] 李尊朝主编. 中文版 Visual FOXPRO 3.0 编程指南[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 1997.

DESIGN AND REALIZE OF CONVERSION PROGRAM FOR EARTHQUAKE MONTHLY REPORT LIST DATA

WANG Xian, WANG Ting-xuan

(Lanzhou Institute of Seismology, CSB, Gansu Lanzhou 730000, China)

Abstract: The data conversion form and design method of conversion program in listing earthquake report catalogue are analysed. Using the database language, the data conversion program is writtern, so a useful tool software is supplied to listing the earthquake monthly report catalogue and the historical earthquake catalogue.

Key words: Earthquake catalogue; Data conversion; Program

(上接 178 页)

NEW EVIDENCES FOR SICHUAN—QINGHAI CRUSTAL BLOCK AND THEIR MOVEMENT TOWARDS SOUTHEAST

HAN Wei-bin, JIANG Guo-fang

(Seismological Bureau of Sichuan Province, Sichuan Chengdu 610041, China)

Abstract: In this paper, Sichuan—Qinghai crustal block and their movement towards southeast were further proved, based on some new evidences provided by recent studies on seismicity, mechanism of earthquake focus, active fault and crustal structure.

Key words: Sichuan—Qinghai crustal block; Seismic activity; Focal mechanism; Active-fault