

澜沧、耿马地震序列图象与发震构造讨论

毛玉平 李盛德

(云南省地震局)

摘 要

本文分析了1988年11月6日云南澜沧、耿马地震序列的震中分布及迁移图象,发现其地震序列中主震及余震明显地沿北北西向分布。7.2级地震所形成的形变带沿北北西向早母坝断层分布,表明该断层即为此次地震的发震构造。7.6级地震时,沿北西向木嘎断裂和北北西向澜沧—勐海断裂均形成明显的地震形变带,表明其发震构造较复杂。主震后的强余震活动与北东向断裂有密切关系。本文认为澜沧、耿马地震序列具有复杂的发震构造和破裂图象。

关键词: 地震序列 地震形变带 发震构造

前 言

1988年11月6日云南澜沧、耿马地震序列属双主震—余震型序列,澜沧7.6和耿马7.2级地震是地震序列中的主震,它们的发震时间相隔13分钟,震中相距60公里。本文分析了澜沧耿马地震序列的震中分布及迁移图象,并对地震的发震构造进行了讨论。考虑到震中精度较低,对地震序列图象只做整体性分析,不讨论单个地震震中与构造的关系。

一、澜沧、耿马地震序列震中分布图象及迁移特点

1. 北北西向震中分布带

澜沧7.6级、耿马7.2级地震及其余震震中分布的主要特点是,形成一条长150公里、宽约50公里、总体走向为北北西向的地震分布带(图1)。

2. 北东东向强余震活动带

与其它同等强度地震相比,澜沧、耿马地震序列的强余震活动水平较高(表1)。7.6和7.2级主震后,震区先后发生 $M \geq 6$ 强余震7次,其中1989年5月7日耿马6.2级地震是该地震序列的晚期强余震,强余震活动持续时间达半年之久。这些强余震分别发生在北北西向余震带南、北端和中部单甲至岩帅一带,其中1988年11月27日6.3级和1988年11月30日6.7级强余震发生在7.6级主震震中南竹塘一带,1989年5月7日6.2级强余震发生在7.2级主震北弄巴一带。其余4次强余震均沿单甲至岩帅一线分布,形成一北东东或近东西向强余震条带(图2)。值得注意的是,这4次强余震的发震时间都早于上述三次强余震。

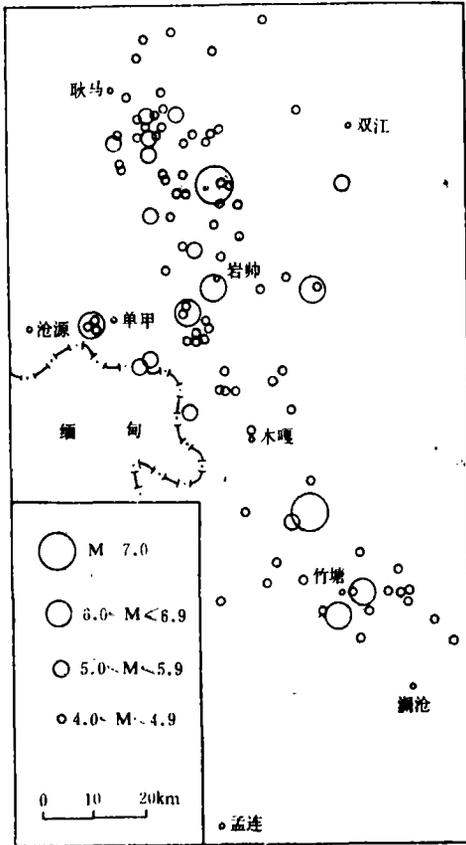


图1 澜沧、耿马地震序列 $M \geq 4.0$ 级地震分布图(1988年11月6日—12月31日)

Fig. 1 Distribution of earthquakes ($M \geq 4.0$) in Lancang—Gengma seismic sequence from AD 1988 11 06 to AD 1988 12 31

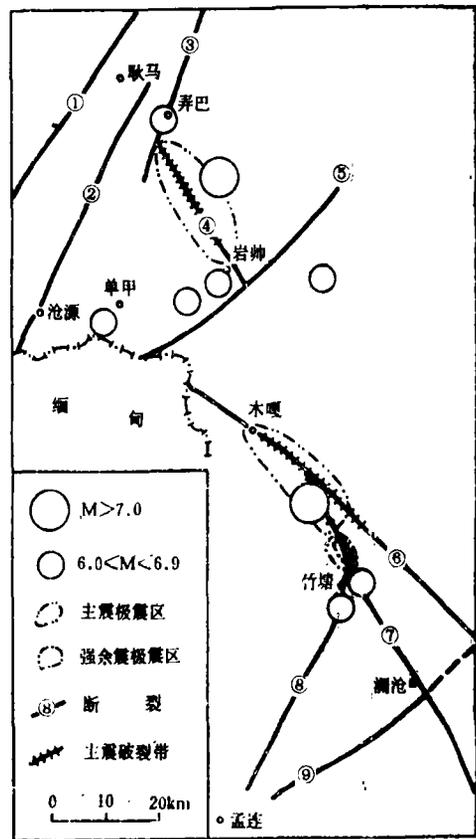


图2 澜沧、耿马地震震中分布及发震构造

- ①南天门断裂 ②挡拍河断裂 ③勐撒—曼岗山断裂
- ④早母坝断层 ⑤单甲—岩帅断层 ⑥木嘎断裂
- ⑦澜沧—勐海断裂 ⑧孟连—竹塘断裂 ⑨孟连断裂

Fig. 2 Distribution of two main earthquakes in Lancang—Gengma seismic sequence and earthquake structures

表 1

我国几次强震的强余震活动情况

地震日期	震中位置	主震震级	$M \geq 6$ 级强余震次数	$M \geq 6$ 级强余震持续时间(天)	最大余震震级
1966年8月22日	河北邢台	6.8-7.2	2	21	6.2
1969年7月18日	渤海	7.4	0	0	5.5
1970年1月15日	云南通海	7.7	0	0	5.7
1974年5月11日	云南大关	7.1	0	0	5.7
1975年2月4日	辽宁海城	7.3	0	0	5.9
1988年11月6日	云南澜沧、耿马	7.6, 7.2	7	180	6.7

强余震活动特点与主震破裂的发展有直接联系^[12]。根据澜沧、耿马地震序列震中分布特点，北东东或近东西向强余震带是总体呈北北西向分布的整个地震序列图象中的一条界线。以它为界，北北西向震中分布带南段和北段余震活动水平的不同(表2)，反映出了两段介质特性及震源模型等方面的差异^[8]。南段长约70公里，北段长约50公里，两次主震震中分别位于南、北段中部。

表 2 澜沧、耿马地震余震统计表

次 数 地点	震 级	6—6.9	5—5.9	4—4.9	最大强余震震级
南段		2	4	28	6.7
北段		≥1	8	50	6.2

3. 震中迁移特点

澜沧、耿马地震序列震中迁移特点主要表现为：

(1) 以 7.6、7.2 级主震为中心的南、北段内部迁移和两段间的对迁， $M \geq 4$ 级地震的内迁次数是两段间对迁次数的 5 倍，其中北段的内迁现象最明显（表 3）。

表 3 澜沧、耿马地震序列震中迁移特点

迁 移 次 数 地 震	迁 移 方 式	南段和北段之间的对迁	各段的内部迁移	
			南 段	北 段
$M \geq 5$		5	4	8
$M \geq 4$		17	26	62

(2) 震中迁移方向主要为北北西向（图 3）。

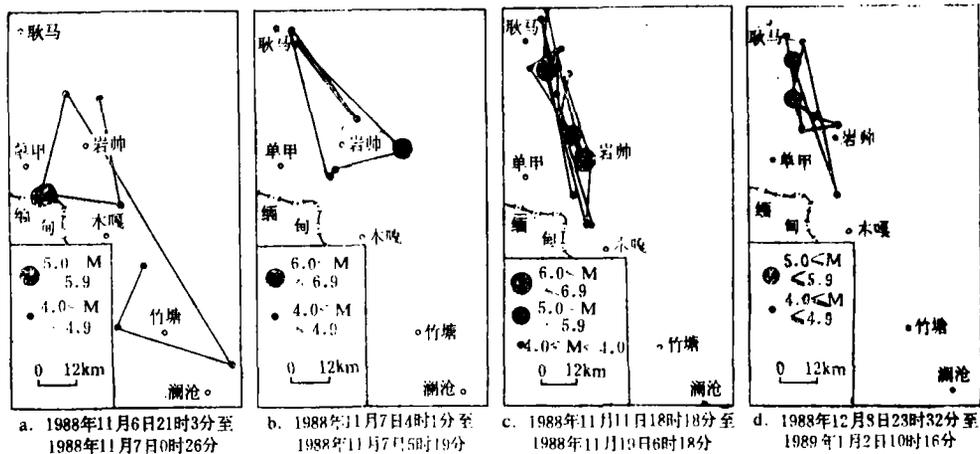


图 3 澜沧、耿马地震余震序列时空分布及迁移图

Fig. 3 Space-time distribution and migration of Lancang-Gengma aftershock sequence

二、澜沧、耿马地震区构造及发震构造特征

1. 震区构造特征

澜沧、耿马地震区内主要发育北东、北西及北北西向三组断裂。北东向断裂以南汀河断裂带为主，北西及北北西向断裂分别以木嘎断裂和澜沧—勐海断裂为主，它们是澜沧、耿马地震区规模较大的第四纪活动断裂（图 4）。

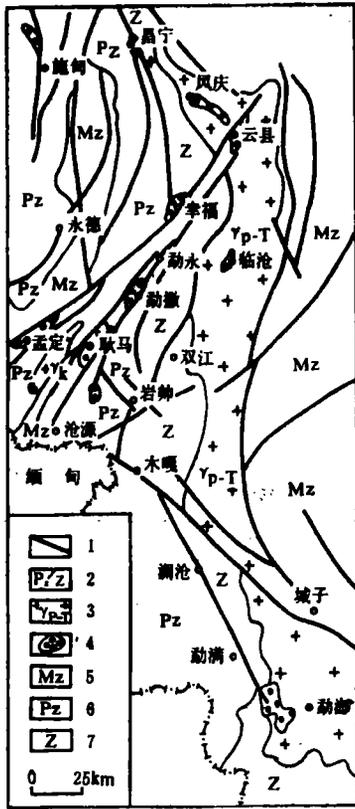


图4 澜沧、耿马地区地质构造图
 1. 断裂 2. 地层界线 3. 花岗岩体 4. 新生代盆地
 5. 中生界 6. 古生界 7. 震旦亚界
 Fig. 4 Geological structures in Lancang-Gengma area

南汀河断裂带展布于云县、幸福、耿马、孟定一带，总体走向北 40° 东，长约 300 公里。该断裂带分为东、西两支。西支沿云县、幸福、孟定一线展布，东支沿勐永、勐撒、耿马、沧源一线展布。该断裂带内新生代断陷盆地和断错地貌发育，其中孟定盆地内第四纪沉积厚度达 700 余米，耿马盆地内上第三系厚达千余米¹⁾，且上第三系褶皱变形明显。云县、勐撒一带发现有古地震遗迹²⁾。上述事实表明南汀河断裂带第四纪以来活动强烈，活动方式以左旋走滑为主³⁾。根据已有研究，南汀河西支断裂第四纪活动较东支强，东支不同段活动强度又有所差异²⁾。1941年5月16日耿马、大寨7级地震发生在西支断裂上。

木嘎断裂展布于木嘎、城子一线，其南端到景洪一带，长达280公里，走向北40°~50°西。第四纪以来该断裂活动明显，沿断裂断错地貌发育。根据水系断错分析，该断裂第四纪活动以右旋走滑为主。1900年以来，沿该断裂发生了3次4.7~5.9级地震，1988年8月15日木嘎一带发生5.5级地震，其极震区沿木嘎断裂展布。

澜沧—勐海断裂展布于木嘎断裂西南侧澜沧、勐满、勐海一线，长150公里，走向北30°西。沿断裂发育有新生代断陷盆地、断错山脊和断错水系。根据断错地貌，该断裂第四纪以来的运动方式为右旋走滑。1900年以来，沿澜沧—勐海断裂多次发生6级以上地震，1941年12月26日勐海7级地震沿该断裂形成15公里长的地震破裂带⁴⁾，1952年6月19日澜沧6 $\frac{1}{2}$ 级地震极震区沿该断裂展布。

除上述较大规模的断裂外，在北东向南汀河断裂和北西向木嘎断裂之间的芒翁、岩帅一带发育一组北北西向断层。这组北北西向断层规模较小，长度一般为20公里左右，走向北30°西。其中早母坝断层在地貌和卫片影象上有清楚显示，沿断层形成高达数十米的断层崖和山间断陷凹地。

2.7.6级和7.2级主震的形变带特征及发震构造

7.6和7.2级地震分别形成各自的地震形变带(图5)。7.6级地震形变带可分为东、西

1) 云南省地质矿产局, 1: 20万区域地质调查报告(耿马幅), 1984.
 2) 朱玉新等, 南汀河断裂带地震构造研究, 1988.
 3) 董兴权等, 南汀河断裂带地震地质特征, 云南省地震局地震地质报告集, 第1期, 1982.
 4) 兰州地震研究所等, 中国南北地震带构造、地震及近期强震危险区预测图说明书, 1986.

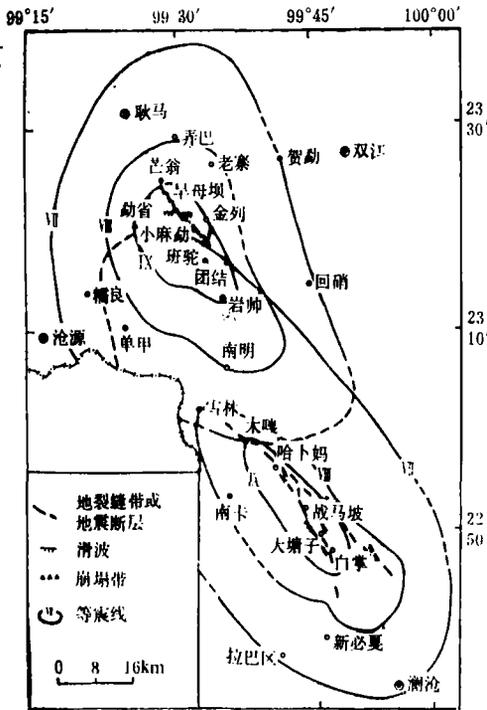


图 5 澜沧、耿马地震等震线及地震形变带分布图

Fig. 5 Distribution of isoseismal line and earthquake deformation belt of Lancang-Gengma earthquake

二者呈右阶“反错列”型式排列，形成一长约90公里，宽约30公里的北北西向地震形变带。该带与地震序列震中分布带一致。

3. 强余震发震构造

澜沧、耿马地震序列的强余震具有不同的发震构造，其中1989年5月7日6.2级强余震极震区烈度为Ⅶ度，极震区长轴走向为北20°东，与北东向勐撒—曼岗山断裂展布一致，该断裂是南汀河东支断裂带的主要活动断裂之一。1988年11月27日6.3级和1988年11月30日6.7级强余震极震区烈度均为Ⅶ度，它们的极震区沿澜沧—勐海断裂展布。澜沧—勐海断裂在6.3级和6.7级强余震震中区内与北东向勐连—竹塘断裂相交。其余4次强余震均沿北东向的单甲—岩帅断层分布，表明它们与该断层有密切联系。

根据主震和强余震发震构造特点，不仅7.6级和7.2级主震发生在不同断层上，且强余震也有不同的发震构造。主震发震构造为北西向或北北西向，而强余震活动与北东向断裂有密切联系，或发震构造为北东向，或沿北东向断裂呈带状分布，或发生在北东向断裂与北北西向断裂交汇部位，表明澜沧、耿马地震序列具有复杂的破裂图象。

三、 讨论与结论

澜沧、耿马地震序列的7.6级和7.2级主震不仅震中相距较近，而且发震时间相隔较短，主震形变带和余震均呈明显的北北西向带状分布特点，表明7.6和7.2级地震虽发生在不同断层上，但应具有密切的构造上的联系。

两支。东支长42公里，走向北40°~50°西，沿木嘎、石张营、芒弄一线发育。西支沿哈卜妈、大塘子一线发育，长26公里，走向北30°西。东、西两支形变带分别沿木嘎断裂和澜沧—勐海断裂发育，表明7.6级地震的发震构造并非单一断层，木嘎断裂和澜沧—勐海断裂均有明显破裂表现。

7.2级地震形变带分布于耿马南早母坝、小麻劫、班驼一线，长15公里，总体走向北30°西，沿北北西向早母坝断层发育，表明早母坝断层是7.2级地震的发震构造。

两次主震形成的形变带具有以下特点：

(1)形变带走向基本相同，其中7.2级地震形变带和7.6级地震西支形变带走向一致，均为北30°西。

(2)形变带力学性质均显示以右旋剪切为主，其中7.2级地震形变带最大水平错距为0.96米，最大垂直错距为0.59米。7.6级地震形变带的最大水平错距为1.3米。

(3)7.6级地震的形变带和7.2级地震形变带南北相距约40公里，东西相距约25公里，

7.6和7.2级两次主震形变带走向相近,力学性质均以右旋剪切为主,表明它们均是在水平力作用下形成的。由于7.6级地震发生在北西向木嘎断裂与北北西向澜沧—勐海断裂交汇部位,因此该次地震并非单一断层破裂,表现出复杂的破裂图象。7.2级地震震中距规模较大的北东向南汀河东支断裂较近,其地震形变带北端终止于该断裂,发震构造为规模较小的北北西向早母坝断层。

上述问题与整个滇西南地区 $M \geq 7$ 级地震破裂规律和澜沧、耿马地震发生机理有关,因此还需进一步研究。

(本文1989年12月19日收到)

参 考 文 献

- [1] Carlos Mendoza, Aftershock patterns and main shock faulting, B.S.S.A., Vol.78, No.4, pp1438—1449, 1988.
- [2] 黎在良, 强余震的断裂力学机理, 西北地震学报, Vol.5, No.2, 1983.
- [3] 蔡静观, 澜沧—耿马地震序列特征, 地震研究, Vol.12, No.4, 1989.
- [4] 王振声, 从能量及地质条件探讨主-余震型地震序列活动的特征, 西北地震学报, Vol.3, No.1, 1987.
- [5] 刘赛君, 通海地震余震活动与发震机理, 地震研究, Vol.6, No.2, 1983.

PRELIMINARY DISCUSSION ON SEISMIC SEQUENCE AND EARTHQUAKE -GENERATING TECTONICS OF LANCANG-GENGMA EARTHQUAKES OF 1988

Mao Yuping, Li Shengde

(Seismological Bureau of Yunnan Province, Kunming)

Abstract

The Lancang-Gengma earthquake sequence of 1988 formed a obvious epicenter zone which is in NNW strike. The events of M7.6 and M7.2 formed it's seismic deformation belt in the ground separately. The earthquake-generating tectonics of M7.2 earthquake is Hanmuba fault in NNW trend. The M7.6 earthquake showed the complicated character of earthquake-generating tectonics, it formed obvious seismic deformation belt separately along Muga fault and Lancang-Menghai fault. The activity of strong aftershock related to the faults in NE trend in Lancang-Gengma area. Therefore, Lancang-Gengma earthquake sequence has complicated patterns of earthquake-generating tectonics and seismic rupture.