

1991年缅甸7.6级地震的中长期预报及有关问题讨论

钱兆霞 洪少峰

(云南省地震局)

摘 要

本文介绍了1991年1月5日缅甸7.6级地震的中期预报概况。主要依据是地震空区,震前2年在空区边缘发生一次6.2级地震后一个月内迅速形成300km长的地震条带,以及对大区域7级地震形势的综合分析。本文还着重讨论了6.2级地震后所形成的地震条带与未来大震之间的关系。

关键词:地震空区;地震条带;中期预报;缅甸

前言

1991年1月5日22时57分18秒,在缅甸境内发生了7.2级地震($M_s=7.6$),震中位于北纬 $23^{\circ}27'$,东经 $96^{\circ}26'$ 。

在该次地震前,根据对地震活动性特征的研究,笔者曾于1989年9月提出了中长期书面预报意见¹⁾。地震发生的实际情况与预报意见较为符合。本文介绍了预报情况及依据,并对有关问题进行了讨论。

一、中小地震活动特征

1. 地震空区

图1.为中缅边界附近1986年1月—1989年7月31日 $M_L \geq 4.0$ 地震分布图。图中显示了一个明显的地震围空区,其长轴约330km。图1b和图1c分别给出了空区内外地震的能量比和频次比。

2. 地震条带

图2a为1989年1月—9月24日地震分布图。在图中所示的空区东南边缘,于1989年3月1日发生了一次6.2级地震($21^{\circ}40'N, 98^{\circ}03'E$)。该次地震前1个月内,即2月1日—28日,在较大区域范围内地震活跃(图2b)。该次地震发生后1个月内,即从3月1日—31日,地震活动形成一宽约100km,长约300km的北东向条带,其余地区地震活动平静。在该条带内,以6.2级地震为中心,地震活动向北东和南西方向延伸,其西南端点曾于

* 国家地震局分析预报中心测定参数

1) 钱兆霞、洪少峰, 1989年9月—1990年地震趋势研究报告

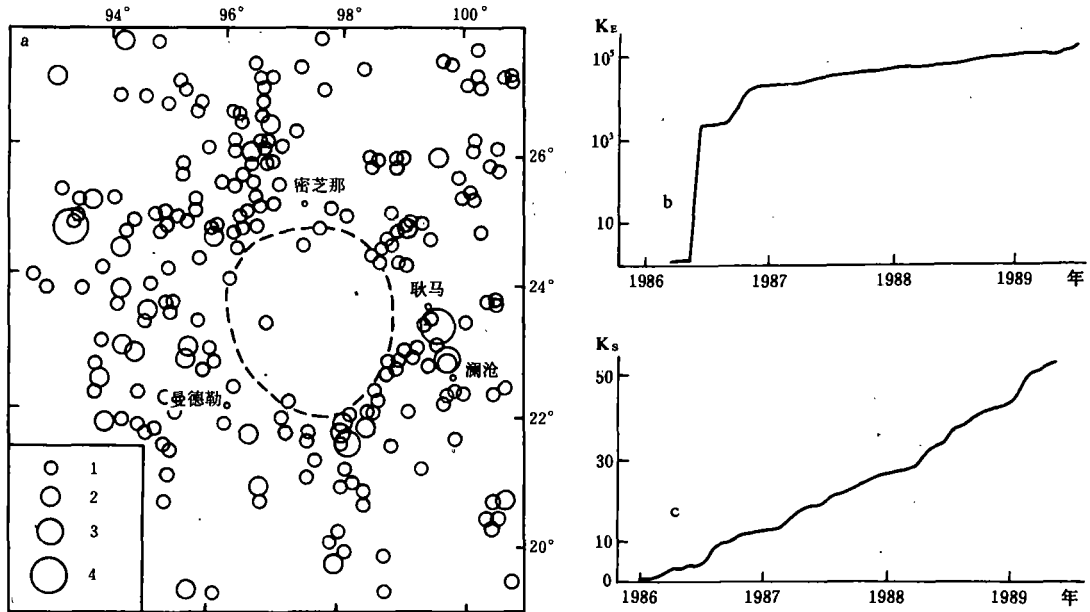


图 1

- a. $M_L \geq 4.0$ 地震分布图* (1986年1月—1989年7月31日), 1. $M = 4.0-4.9$;
 2. $M = 5.0-5.9$, 3. $M = 6.0-6.9$, 4. $M = 7.0-7.9$
 b. 中缅边界地震空区内外能量比, c. 中缅边界地震空区内外频次比

1912年发生过7.7级地震,东北端点曾于1923年发生过7.3级地震。

1989年4月1日—30日,地震活动条带消失,震中分布恢复到如图2b所示的图象。

3. 地震活动形势

图3为1988年8月至1991年1月印度板块及附近地区7级地震震中与构造分布示意图。从图上看到,1988年8月6日和8月21日,分别在那加山褶断带和喜马拉雅山断裂带发生了7.2级地震,紧接着两个月后在三江褶断带的南端——澜沧—耿马地区发生了7.6和7.2级地震。在3个月的时间内在印度板块边缘发生4次7级以上地震,这绝非是偶然事件,它反映了在地震活动平静达30年之后,印度板块边缘又一次开始活动。

二、预报情况

1. 震级估算

按文献[1]提出的公式 $M_s = 4.16 + 1.36 \lg a$ (a 为4—6级地震组成的孕震区长轴长度),将图1a所示空区长轴长度330km代入,计算得到 $M_s = 7.6$ 。

2. 地点预测

如图3所示,在南北走向的活动断裂带上,1988年分别发生了印度7.2和澜沧—耿

* 据云南省地震局分析组目录

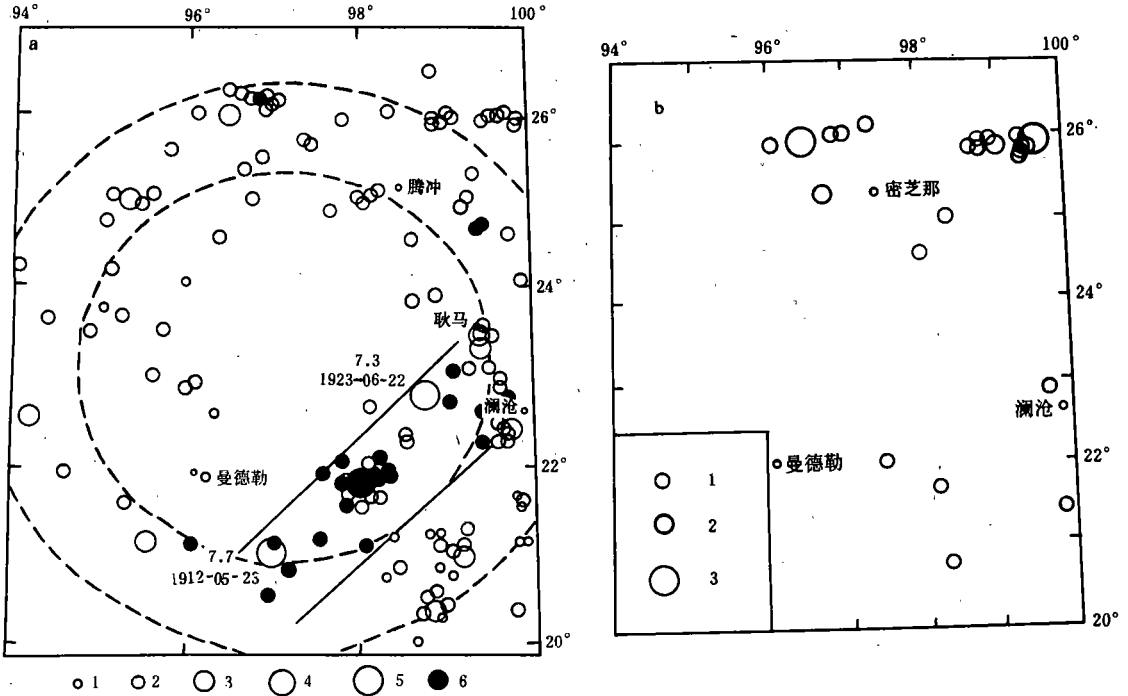


图2

a. 1989年1月—9月24日震中分布图

b. 1989年2月1日—2月28日震中分布图

1. M=3.0—3.9, 2. M=4.0—4.9, 3. M=5.0—5.9, 4. M=6.0—6.9,

5. M=7.0—7.9, 6. 1989年3月1日—31日震中分布图

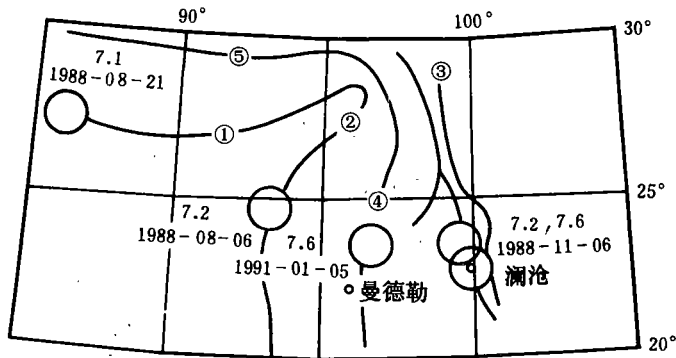


图3 1988年8月—1991年1月5日7级地震与断裂分布示意图

①喜马拉雅山褶皱断裂带; ②那加山褶皱断裂带; ③三江褶皱断裂带;
④伊洛瓦底江断裂带; ⑤雅鲁藏布江断裂带

Fig. 3 Distribution of faults and Ms7 earthquakes from Aug. 1988 to Jan. 5, 1991

马 7.6、7.2 级地震,仅有伊洛瓦底江断裂带上未发生大震。再根据图 1a 所示的地震空区及图 2b 所示的地震条带综合分析,估计发震地点可能在北纬 23°,东经 97°附近的伊洛瓦底江断裂带上。

3. 时间预测

(1)1989 年 3 月 1 日缅甸 6.2 级地震发生之后,在其附近迅速形成 300km 长,100km 宽的北东向地震活动条带,与澜沧—耿马 7.6、7.2 级地震的余震区连成一体。根据对云南地区 6 级地震的统计,其余震区范围一般不超过 300km。该条带的尺度超出了 6.2 级地震的余震区尺度,因此,不能将其看作是 6.2 级地震的余震区。作者分析认为,这一条带可能是大震孕育过程中的一种地震活动异常带。6.2 级地震可能是 7 级以上地震的前兆震⁽²⁾。

(2)地震复发周期

根据文献[3]提出的公式:

$$T_M = m \cdot 10^{bM-a},$$

式中 T_M 表示震级为 M 的地震周期, a, b 为震级-频度关系式 $\log N = a - bM$ 中的系数, m 为所使用资料的时间长度(年),选取 $M_L \geq 3$ 地震资料计算 5 级地震的复发周期(T_5)。计算时取时间单位为 1 年,滑动步长为 6 个月。图 4 为中缅交界地区 5 级地震复发周期进程图。从图中可以看到,通海 7.7 级地震前 3 年 T_5 小于 1,龙陵和澜沧—耿马 7 级地震前 1 年 T_5 小于 1,震后回升。但是在 1988 年澜沧 7.6 级地震之后 7 个月, T_5 没有回升,而是继续下降,降到 1965 年以来最低值。按震前 T_5 低于 1 持续的最长时间(3 年)推算,从 1989 年 10 月至 1992 年为未来地震的可能发生时间。

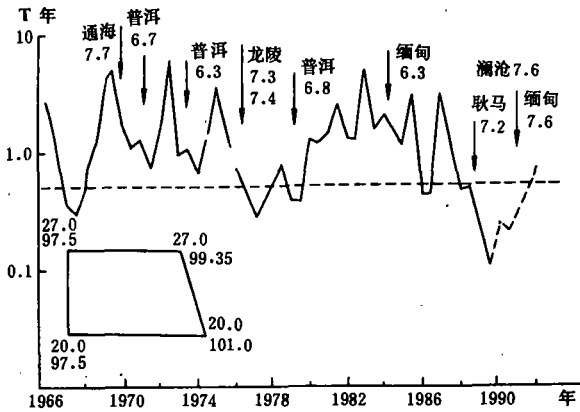


图 4 中、缅、老交界地区 5 级以上地震复发周期进程图*

Fig. 4 Time dependent processes of recurrence period of earthquake ($M \geq 5$) in borderland between China, Burma and Laos

三、缅甸 7.6 级地震前后地震活动特征

1. 震前地震活动

图 5 为澜沧—耿马 7.6、7.2 级地震后至缅甸 7.6 级地震发生前的震中分布图。从图中可以看出, 4—5 级地震主要分布在缅甸 7.6 级地震的南北两侧和其西侧; 1988 年澜沧 7.6 级地震与缅甸 7.6 级地震之间发生了 5 次 6 级地震, 除耿马 6 级地震应属于澜沧地震的余震外, 其余 4 次地震发生在缅甸 7.6 级大震的东南和西北两侧, 它们可连成一长约

660km 的北西向条带, 7.6 级地震位于此连线的中间部位。这种情况与通海等 7 级地震前

* 图中实线为 1989 年 9 月作的图, 虚线为缅甸 7.6 级地震后补画的(时间截止到 1991 年 12 月)。

的中强地震活动图象极其相似¹⁾。

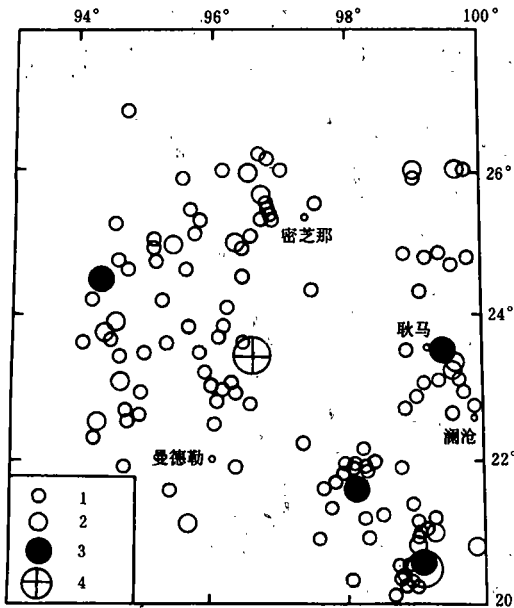


图5 1988年11月7日—1991年1月5日震中分布图
 1. M=4.0—4.9, 2. M=5.0—5.9,
 3. M=6.0—6.9, 4. M=7.6(主震)

Fig. 5 Distribution of earthquakes from Nov. 7, 1988 to Jan. 5, 1991

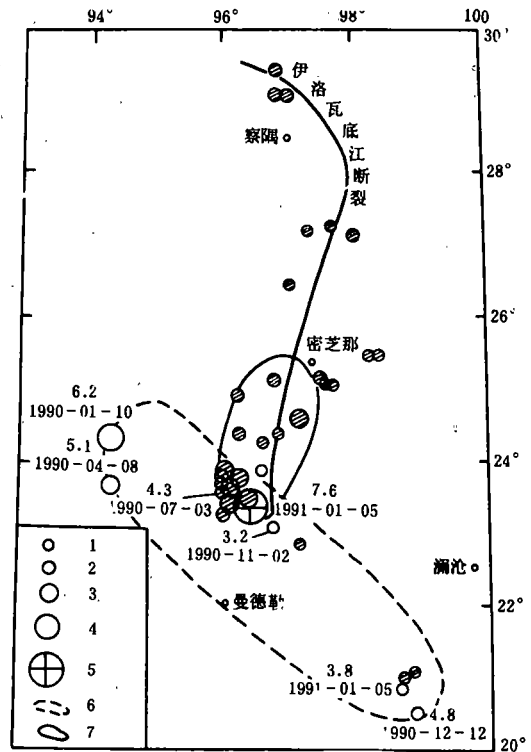


图6 1991年缅甸7.6级地震前后震中分布图(1990年1月10日—1991年3月31日)

1. M=3.0—3.9; 2. M=4.0—4.9
 2. M=5.0—5.9; 4. M=6.0—6.9;
 5. M=7.6(主震); 6. 前震区; 7. 余震区

Fig. 6 Distribution of earthquakes before and after the main earthquake

图6中虚线所圈定的范围,是大震前一年内距主震时间最近的3—6级地震分布区,其范围与展布方向与图5中的6级地震分布相一致,与余震区展布方向呈70°角。

2. 余震序列活动特征

据云南台网测定,从1991年1月5日至1992年1月5日,共发生5—5.6级地震5次,4—4.9级地震16次,3—3.9级地震24次。余震区长轴约250km,短轴约100km,沿着南北向伊洛瓦底江断裂分布(图6)。该地震序列衰减快,余震主要发生在地震后前4个月内,10—11月余震频度略有回升。余震活动有由主震附近向察隅方向迁移的趋向。最大余震发生在主震后67分钟,震级为5.6。

结束语

本文的研究表明,地震空区对判断未来大震发生的地点及震级具有重要意义。中强地震发生后所诱发的地震活动异常图象,可能是其附近或周围地区发生大震的一种信号。5

级地震的复发周期 T_5 一般在 7 级以上大震前出现低于 1 的值, 据此可推算未来大震发生的大致时间范围。

本文的研究是利用中小地震活动特征进行大震的中长期预报的一种尝试。作者认为, 在掌握了大震前地震活动规律的基础上, 及时跟踪研究中小地震的活动特征, 就有可能对未来大震作出中长期预报。

本文所用的地震复发周期数据由蔡静观、吴惠芝同志提供, 在此一并致谢。

(本文 1992 年 7 月 21 日收到)

参考文献

- [1] 钱兆霞, 大震前的中强地震活动特征, 地震研究, Vol. 3, No. 4, 1980.
- [2] 金森博雄, 地震活动和地震预报——南加利福尼亚的例子, 卢振恒译, 国外地震, No. 9, 1981.
- [3] 刘正荣, 地震的复发周期, 地震研究, Vol. 13, No. 2, 1990.
- [4] 钱兆霞、石绍先、杨桂芬、洪少峰, 1988 年澜沧 7.6 级地震的中长期预报及地震活动性异常, 中国地震, Vol. 7, No. 1, 1991.

MEDIUM-LONG TERM PREDICTION ON 1991 EARTHQUAKE OF Ms7.6 IN BURMA AND DISCUSSION ON RELEVANT QUESTIONS

Qian Zhaoxia, Hong Shaofeng

(*Seismological Bureau of Yunnan Province, Kunming, China*)

Abstract

This paper presents a general situation of medium-long term prediction on the 1991 earthquake of Ms7.6 in Burma. The main predicting bases are seismic gap, a Ms6.2 earthquake occurred on March 1, 1989 two years before the Ms 7.6 earthquake, and a 300km long seismic zone formed quickly a month after the Ms 6.2 event, and synthetic analysis on situation of $M \geq 7$ earthquakes in a large area. The paper also emphatically discusses the relation between the seismic belt and coming great earthquakes.

Key Words: Seismic Gap; Seismic Zone; Medium-Long Term Prediction