第6卷 第3期

T

西北地震学报

Vol.6No.3

1984年 9月 NORTHWESTERN SEISMOLOGICAL JOURNAL Sept., 1984

一种可能的短期前震

何志桐

(中国科学院地球物理研究所)

摘 要

分析大地震前小地震时、空分布发现,1973年2月6日炉霍7.9级地震, 1974年4月22日溧阳5.5级地震及1976年5月29日龙陵7.3级地震前约3个月 内,2级以上小地震有沿一定方向(顺时或逆时)逐个发生,从而形成环的现 象。溧阳和龙陵地震发生在环内一侧或其附近,而炉霍大地震则离环较远,但 处于同一构造带。

根据蠕变曲线有非线性增加段及其时间特征,它可定为短期前震,並且可 能表现了震前固体潮触发蠕滑的过程。

经分析某些大地震前小地震活动的时、空特征发现,炉霍、溧阳和龙陵大地震前,大约 3个月内,M_L≥2级地震有沿一定方向(顺时或逆时)逐个发生,从而形成小地震环的情况。具体情况如下:

1973年2月6日炉霍7.9级地震前,从1月7日至27日,沿马边东南、沐川、乐山、木里、 天全、康定西南和自贡,M_L≥2级地震逐个发生,从而形成总体为左旋的地震环(图1)。 主震震中炉霍位于该环西北约250公里处。环的半径约140公里

1974年4月22日溧阳5.5级地震前,从2月19日至3月22日,M_L≥2级地震沿六安、风 阳南、勾容、仪征、高淳、南漪湖等逐个发生,形成总体为右旋的地震环,主震震中位于环 内的一侧。环的半经约为130公里(图2)。

1976年 5月29日龙陵7.3 和 7.4级地震前,3月2日至4月1日,在龙陵和腾冲间,M_L ≥2级地震沿总体左旋方向逐个发生,形成西南封闭不全的小地震环,大地震发生在环内的 一侧。环的半经约40公里(图3)。4月1日至 5月29日小地震仍很多,但无参数。

小地震环出现在主震前三个月,按前兆的分期时段,把它定为短期前震。根据前面提出 的前震标志对它进行检验。

组成小震环的地震数目不多,作统计处理误差较大。未计算b值。

为了计算小地震环上地震系列的蠕变曲线,利用下面公式将震级换算成能量(9),

 $\log E = 11.8 + 1.5M$

_ 各地震环的蠕变曲线示于图 4 。各环的 $Σ\sqrt{E}$ (t)区 别大。炉霍震前,Σ \sqrt{E} (t)曲

Ŧ



图1 1973年炉霍7.9级地震前1月7日至29日ML≥2级地震组成的小地震环(虚线表示主震)
 Fig.1 The ring consisted of small earthquakes (ML≥2) taking place on January 7-29 before the Luhuo earthquake (M=7.9) in 1973.



- 图 2 1974年4月22日溧阳5.5级地震前,
 2月19日至22日ML≥2级地震组成的小震环
- Fig. 2 The ring consisted of small earthquakes (M_L≥2) taking place on February 19-22 before the Liyang earthquake(M=5.5) on April 22, 1974.



- 图 3 1976年5月29日龙陵7.4级地震前3 月2日至4月1日M_L≥2级地震组 成的小地震环
- Fig. 3 The ring consisted of small earthquakes (M_L≥2) taking place on March 2—April 1 before the Longling earthquake (M=7.4) on May 29, 1976.

Y

线表明, $\Sigma\sqrt{E}$ 随 t 快速非线性增加。溧阳地震前, $\Sigma\sqrt{E}$ (t)分为两段,各段内 $\Sigma\sqrt{E}$ 随

时间 t 有非线性快速增加的趋势。两段之间,有一个地震平静时段。龙陵震前, $\Sigma\sqrt{E}$ (t)

曲线似乎没有表现出快速变化的特征,事实 上存在快速变化段,只是在图上没有显示出 来。因为 t 以日为单位,在一日之内出现的 几个地震归成了一个点。例如,1976年3月 2日08点41—56分内,发生四个2级以上地 震,在图3上这四个地震由序号1、2、3、 4标出。1、2号地震发生在腾冲火山口附 近。4个地震组成弧状。如果 $\Sigma\sqrt{E}$ (t) 中的t以分表示,那末,在08点41—56分内 $\Sigma\sqrt{E}$ 是快速增加的,之后转平才发震。总 之,在小地震环上,地震系列的 $\Sigma\sqrt{E}$ 有随 t快速增加段,但有时也有平静期或转平后 发震。

由 $\Sigma \sqrt{E}$ (t)来看,小震环比较符合 前震标志^[4]。

小地震环出现的时间与发震时间的差为 整数月,27或30天的整数倍(表1、2、 3),并且若主震发生在朔时,初一左右到 初四,则小地震环也开始于朔时。小震环持 续时间20—29天。由此可见,固体潮对小地 震环及主震有触发作用。在震源断层孕育过 程中,锁住区介质性质逐渐发生变化,临震 前,在震源区的某些部分可能弱化到似流 动状态,这时震源区可能出现失稳状态, 或出现蠕滑。潮汐力尽管量值不大,但作 用缓慢,时间长,可能触发蠕滑和控制蠕 滑。



.图4 炉霍、溧阳和龙陵大地震前小地震环 上的地震系列蠕变曲线

Fig. 4 Creep variation curve of earthquake sequence on the small earthquake ring before the Luhuo, Liyang and Longling earthquakes.

炉霍地震前的小地震环处于龙门山断裂和鲜水河断裂的交汇部位——康定地区,这里温泉多。龙陵地震前的小地震环则从腾冲的火山口附近开始,1日之内发生4个2级以上地震,形成左旋的弧(图3)。热可以降低岩石强度,增加岩石的可朔性甚至流动性。震前的地热异常可能是临近地震前小震环形成的介质条件。

地震前和地震时震区附近出现旋转的情况不少,例如:1556年陕西关中大地震前7-8个 小时出现比较缓慢的"地旋运"现象^[10]。地震前地形变测量出现矢量图"打结",例如, 1975年2月4日海城7.3级地震前,沈阳台水平摆倾斜仪记录的矢量图,75年1月29日至2 月4日打成了一个结,历时6天,呈左旋^[10]。大地震后的宏观调查中,碑石,桥墩及房柱 作旋扭破坏的例子不乏见到。由此可见,无论大地震前的预滑,还是主震时的错断,均有旋 转分量。此外地质上的环形构造与小震环在成因上可能有某些共同之处。

表 1

炉霍地震前的小地震目录

序	号	发展时间					震中	位置	th Az	नारे श्रम	备注
		年	月	B	时	分	北纬	东经		成权	(崩历日期)
	1	1973	1	7	22	05	28°.5	103°.7	马边东南	2.5	十二月初四
	2		1.	14	00	07	29°00'	104°03′	沐川附近	2.9	+ -
	8			14	11	17	29°.6	103°.7	乐山峨眉间	2.6	
	4			14	21	42	28°49′	100°45'	木里	2.8	
	5			18	22	40	29°59′	102°48′	天全南15公里	2.5	+五
	6			23	12	01	29°28′	101°44′	康定西南70公里	2.5	#
	7			23	13	19	27°32′	101°44′	康定西南60公里	3.0	
,	8			24	09	56	28°.7	103°.5	马边	2.8	#
	9			24	22	06	28°.6	103°.6	马边东南25公里	4.1	
٥	10	,		27	10	52	29°.5	104°.7	威远	3.3	世四
		1973	2	6	18	37	31°.5	100°.4	炉 霍	7.9	正月初四

表 2

溧阳地震前的小地震目录

	发展时间					震中位 置			备注		
<i>H•</i> -≆	年	月	B	时	分	北纬	东经	展驭	(阴历日期)		
1	1974	2	19	19	57	31°28′	116°33′	2.5	<u></u> + ,	. 主震4月	
2			24	04	41	32°42′	117°36′	2.6	初三	22日初一	
8		· ·	25	09	14	31°54′	119°06′	2.4	初四	I	
4			26	02	03	32°26′	119°06′	2.8	初た	;	
5			26	15	23	31°12′	119°06′	2.4			
6		8	15	16	17	31°12′	118°42′	2.5) # =	:	
7			22	07	54	31°36′	116°33′	2.1	世 力	<u>ا</u>	
8			23	02	36	31°36′	116°32′	2.7	卅		
	1974	4	22	08	29	31°27′	119°19′	5,8	四月初一		

表 3

龙陵地震前的小地震目录

	发危时间					震 中 位 置		73:43		
77* **	年	月	Ħ	时	分	北纬	东经	10c =7A	(阴历日期)	
1	1976	8	2	08	41	25°05′	98°20'	2.4	初二(二月)	
2			2	08	49	24°58′	98°28′	2.4		
8			2	08	51	25°01′	98°01′	2.4		
4			2	08	56	25°02′	98°02′	3.3		
5			4	06	18	24°39′	98°31′	2.1	初四	
6			14	09	00	25°00′	98°30′	2.9	十四	
7			17	21	29	24°40′	98°40′	2.5	十七	
8			27	13	37	24°36′	98°41′	2.4	廿七	
9	1976	4	1	13	28	24°44′	98°43′	2.4	初二	
		5	29	22	00	24°33′	98°45′	7.4	五月廿九	

D

讨

论

1. 溧阳和龙陵大震前小震环出现在震中周围,而炉霍震前的小震环距震中还有 200 多公里,但处于与震中有关的构造部位上。炉霍震前的预滑同样也应在康定地区进行。

2.小震环包围的面积与震级关系不明显。溧阳地震的环远比震级更大的龙陵地震环大得 多,其原因有待今后分析。

本文的图由赵若华同志绘制,在此表示感谢。

(本文1984年2月7日收到)

参考文献

〔1〕力武常次, 地震预报, 冯锐、周新华译, 地震出版社, 1978.

- [2] Tan Tjong King and He Tse Tong, A physico—rheological model for the Tangshan earthquake, Tectonophysics, Vol.85, №½, 1982.
- 〔3〕何志桐、谢挺,邢台地震系列的空间分布、构造应力场及其发生过程的探讨,地球物 理学报,Vol.20,№2,1977.
- [4]何志桐、刘进, Characteristics of medium-range foreshocks of the Tangshan earthquake, 地震研究, Vol. 6, 增刊, 1983.
- (5) Mogi, K., Source location of elastic shocks in fracturing process in rocks, Bull.Earthq. Res. Inst. Unir. Tokyo, Vol.46, 1103-1125, 1968.
- (6) Schalz, C.H., Experimental stude of the fracturing process in brittle rock, J. Geoph. Res., Vol.73, №4, 1968.
- [7] Francis, T. Wu, Leon Thomson, Microfracturing and deformation of westerly granite under greep condition, Int. J. Rock. Mech. Min. sci. and Geomech., Vol.12, pp167-173.
- 〔8〕郭增建、奏保燕,震源物理,地震出版社,1979.
- [9] Benioff H., Getenberg B., Press T., Richter C.F., Progress report, seismological laboratory, california inst. of technology, 1955, Trans. Amer. Geophys. Union, Vol.37, 1956.

J.

ONE POSSIBLE KIND OF SHORT-TERM FORESHOCKS

He Zhitong

(Institude of Geophysics, Academia Sinica)

Abstract

Researching the distribution of small earthquakes with $M_L \ge 2$, we have discovered that before the Luhuo earthquake with magnitude 7.9 on Feb. 6, 1973, the Liyang earthquake of M=5.5 on April 22, 1974 and the Longling earthquake of M=7.3, 7.4 on May 29, 1976, during about three months, the small shocks with $M_L \ge 2$ occurred one by one along a circle migrating turn left(for the Luhuo earthquake of M=7.9 and the Longling earthquake of M=7.3, 7.4) or right(for the Liyang earthquake of M=5.5). The Liyang and Longling main shocks happened inter or near their circles, but the Luhuo main shock happened outside its circle. The Luhuo main shock and its small earthquakes circle located in the same tectonic zone.

According to that the sum of square roots of energy for small earthquakes at circles has partly increased quickly with time nonlinearly, we may conside it as a short-term foreshock.