

倾斜固体潮对我国若干地震的触发作用浅析*

刘光远 田少柏 王 薇 吴建华

(国家地震局兰州地震研究所)

摘 要

本文研究了我国历史与现今中强以上地震的发震时刻与倾斜固体潮的关系。结果表明,地震发震时刻位于震中区当天倾斜固体潮的峰值时段上。孤立型地震的发震时刻往往与震中区倾斜固体潮极大值对应;原地重复发生的地震,其发震时刻所处的倾斜固体潮背景相同;逼近地震与主震发震时刻的倾斜固体潮背景相同的占70%;大震后有60%的强余震与主震发震时刻的倾斜固体潮背景相同。据此,成功地预报了门源6.4级地震后的较大余震。

我们研究了几十例发生在我国大陆上的历史强震和现今中强以上破坏性地震的发震时刻与倾斜固体潮的关系,发现这些地震的发震时刻位于震中区当天倾斜固体潮的峰值段上。据此对1986年门源6.4级地震的较大余震作了较好的预报。本文介绍了主要研究结果。

发震时刻与倾斜固体潮的关系

表1列出了一些地震的基本参数^[1]、发震断层的产状及发震时刻与倾斜固体潮的关系,现介绍如下:

1. 1920年12月16日发生的海原8.5级大地震,其发震时刻位于震中区16日这天的倾斜固体潮理论值东西分量较小的峰值上,处于南北分量向北倾斜的过程中(图1a)。震前震区总体向北西方向倾斜,与发震断层北东盘错动方向大体一致。

1982年4月14日海原5.5级地震的发震时刻位于东西分量高峰值上(图1b)。此次地震是近南北向的次级断裂活动的结果^[1]。由于发震断层产状不同,所以这两次地震发震时刻的固体潮背景也不同。

此次地震为孤立型地震,这种类型地震的发震时刻往往位于倾斜固体潮峰值的极大值时

• 地震科学联合基金资助的课题

1) 国家地震局兰州地震研究所海原地震考察队,1982年海原5.5级地震的初步总结,1982,

表 1

发震时间				震中位置			震级	震源深度	震源断层			发震时刻与倾斜固体潮关系		
公历(北京时间)				ϕ	λ	地名	Ms	km	(发震断层)			EW分量	NS分量	临震前倾向
年月日	时分	月	日						走向	倾向	倾角			
1920 12 16	20 05	11	7	36.5°	105.3°	宁夏海原	8.5	20	N70°W	直立	90°	较小峰值	N倾	NW
1923 3 24	02 40	2	8	31.3°	100.8°	四川炉霍道孚	7.4					极小峰值	N倾	NW
1937 8 1	04 35	6	25	35.2°	115.3°	山东菏泽	7.0					极大峰值	S倾	SE
1948 5 29	22 02	4	21	35.2°	115.3°	山东菏泽	5.5					极小峰值	N倾	NW
1968 3 8	05 29	2	17	37°21'	114°55'	河北隆尧	6.8	10	N21°E	SE	75°	极小峰值	N倾	NW
1966 3 22	16 19	3	1	37°21'	115°03'	河北宁晋	7.2	9	11	SE	85°	较小峰值	极大峰值	NW
1967 8 30	12 22	7	25	31°37'	100°20'	四川炉霍	6.8	6	29	SE	45°	较大峰值	S倾	SE
1973 2 6	18 37	1	4	31.5°	100.4°	四川炉霍	7.9	17	119	SW	39°	极大峰值	S倾	SE
1976 5 29	20 23	5	1	24°21'	98°51'	云南龙陵	7.3	20	14	SE	72°	较大峰值	S倾	SE
1976 5 30	03 36	5	2	42°21'	98°51'	云南龙陵	5.7					极小峰值	极小峰值	SW
1976 5 31	13 08	5	3	24°15'	93°38'	云南龙陵	5.8					极大峰值	较小峰值	SE
1976 6 1	02 34	5	4	24°15'	93°38'	云南龙陵	6.1					W倾	极小峰值	SW
1976 7 28	03 42	7	2	39.6°	118.2°	河北唐山	7.3	13	41	SE	85°	较小峰值	N倾	NW
1976 8 16	22 03	7	21	32.7°	104.1°	四川松潘	7.2	25	0	W	63°	极小峰值	极大峰值	NW
1977 1 2	05 39	11	13	37°53'	91°24'	青海芒崖	6.5					极小峰值	极大峰值	NW
1981 1 24	5 13	12	19	30°57'	101°20'	四川道孚	6.9	12	N32°W	80		极小峰值	较小峰值	SW
1981 11 9	02 00	10	13	37°20'	115°00'	河北宁晋	6.0	20	30	SE	90°	极小峰值	N倾	NW
1982 4 14	14 37	3	21	36°45'	105°30'	宁夏海原	5.5		0	E	84°	极大峰值	S倾	SE
1982 6 16	07 24	4	25	31°41'	99°55'	四川甘孜	6.0	17	N40°W	NE	较陡	极大峰值	S倾	SE
1983 11 7	05 09	10	8	35°14'	115°17'	山东菏泽	5.9	12				极小峰值	N倾	NW
1987 2 26	03 56	1	29	37°43'	92°00'	青海芒崖	6.2					较小峰值	N倾	NW

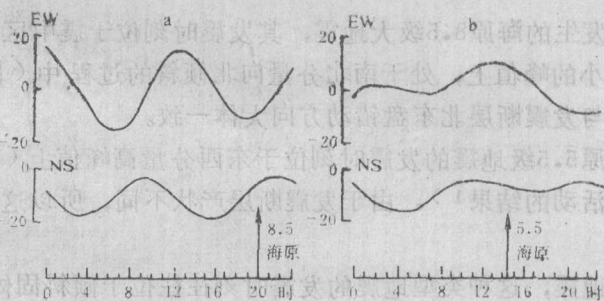


图 1

a. 1920年12月16日海原8.5级地震与倾斜固体潮曲线关系图

b. 1982年4月14日海原5.5级地震与倾斜固体潮曲线关系图

段上。1984年1月6日九条岭5.5级地震也属于这种情况。

2. 1977年1月2日青海茫崖6.5级地震及1987年2月26日茫崖6.2级地震的发震时刻均位于倾斜固体潮东西分量极小值时段上(图2)。反应了同一地区的地震活动可能在同样的固体潮触发条件下发生。

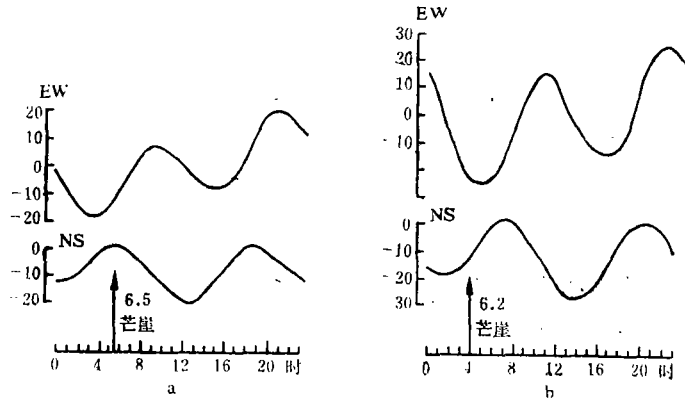


图 2

a. 1977年1月2日茫崖6.5级地震与倾斜固体潮曲线

b. 1987年2月26日茫崖6.2级地震与倾斜固体潮曲线

3. 1966年3月8日隆尧6.8级地震、3月22日宁晋6.7级与7.2级地震及1981年11月9日宁晋6.0级地震的发震时刻位于发震当天倾斜固体潮东西分量的极小值时段, 南北分量向北倾斜的过程中(图3)。临震前倾斜固体潮倾向与发震断层错动方向²⁾一致。

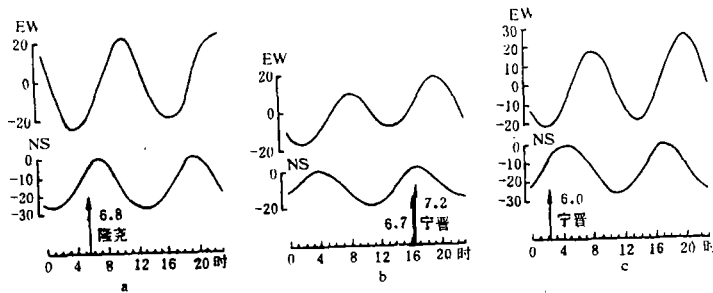


图 3

a. 1966年3月8日隆尧6.8级地震 b. 1966年3月22日宁晋6.7级和7.2级地震 c. 1981年11月9日宁晋6.0级地震

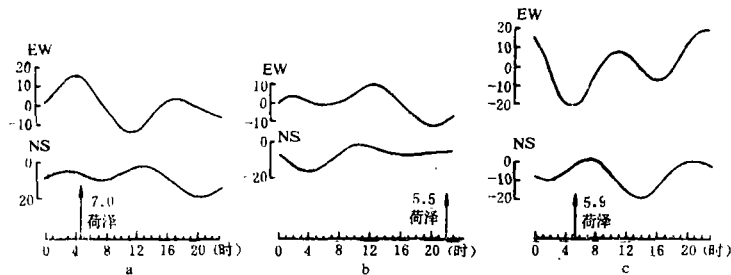


图 4

a. 1937年8月1日菏泽7.0级地震 b. 1948年5月29日菏泽5.5级地震 c. 1983年11月7日菏泽5.9级地震

2) 国家地震局震源机制研究小组, 中国地震震源机制的研究, 第一集, 1973.

4. 1937年8月1日菏泽7.0级地震的发震时刻位于倾斜固体潮东西分量极大峰值时段上(图4a)。1948年5月29日菏泽5.5级地震及1983年11月7日菏泽5.9级地震的发震时刻均位于倾斜固体潮东西分量极小值时段上(图4b、c)。这三次地震的发震时刻都位于东西分量极值时段上,说明地震的发生可能与北西西向构造活动有关。

5. 1976年7月28日唐山7.8级大地震发震时刻位于倾斜固体潮东西分量较小时段上,南北分量向北倾斜过程中(图5)。当天发生的7.1级最大余震的发震时刻是在东西分量极小值时段,南北分量极大值时段,临震前震区总体倾斜方向为北西向,可能与发震断层北西盘右旋滑动有关。7月28日当天发生的 $M_s \geq 5.5$ 级的余震还有4次,它们的发震时刻均在倾斜固体潮的峰值时段,反应了倾斜固体潮的触发作用。

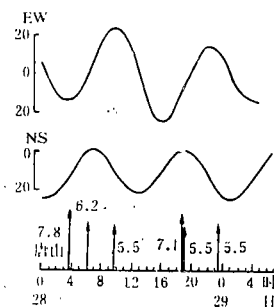


图 5

6. 1976年8月16日松潘7.2级地震和8月22日6.7级地震的发震时刻位于倾斜固体潮南北分量峰值时段,东西分量较小峰值时段之后。8月23日7.2级地震发震时刻位于南北分量较小时段,东西分量大小峰值之间(图6)。松潘地震的发震断层为近南北向,断层西盘滑动方向与前两次地震前固体潮所反应的倾斜方向一致。8月23日7.2级地震与前两次地震不同,可能反应了震源应力场的改变。

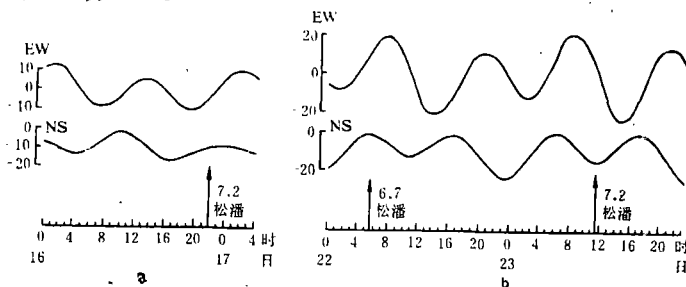


图 6

a. 1976年8月16日松潘7.2级地震与倾斜固体潮曲线

b. 1986年8月22日松潘6.7级地震及23日7.2级地震与倾斜固体潮曲线

7. 1923年至1982年,从道孚至甘孜沿鲜水河断裂带发生了5次6级以上地震,这5次地震的发震时刻均在倾斜固体潮东西分量峰值时段(图7)。炉霍以东的两次地震发生在东西分量极小值时段(图7a、d),炉霍以西的三次地震发生在东西分量极大值时段(图7b、c、e)。这可能反应了鲜水河断裂带东西两段的活动的差异。

据文献[2]的研究,在一个强震或中强震发生前几天到半年多时间内,其孕震区边缘往往有一个或一组地震发生,称之为“逼近地震”。我们研究了1966年以来我国部分强震及中强震前的逼近地震的发震时刻及主震发震时刻与倾斜固体潮的关系,有70%的逼近地震与后来的主震是在相同的倾斜固体潮背景下发生的。由于逼近地震和主震的发生是在同一应力场作用下的同组断裂活动的结果,依据逼近地震的发震时刻与倾斜固体潮的关系可对主震的发震时刻作出预报。

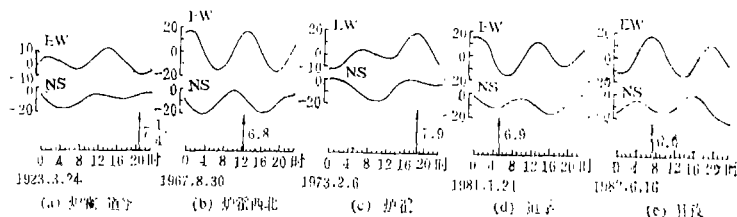


图 7

a. 1923年3月24日炉霍道孚 $7\frac{1}{4}$ 级地震 b. 1967年8月30日炉霍西北6.8级地震 c. 1973年2月6日炉霍7.9级地震 d. 1981年1月24日道孚6.9级地震 e. 1982年6月16日甘孜6.0级地震

此外, 我们还研究了1966年以来发生在我国大陆上的9次强震及其最大强余震的发震时刻与倾斜固体潮的关系。其中倾斜固体潮背景相同者占60%。

1986年8月26日17时, 在甘肃省青海交界的门源北($37^{\circ}45'N$; $101^{\circ}35'E$)发生了一次6.4级地震, 震后半小时内发生5.0级余震一次。此次6.4级地震发震时刻是在倾斜固体潮南北分量极小值时段, 东西分量次大值时段, 临震前向东南方向倾斜(图8)。我们依据该次地震发生时刻与倾斜固体潮的关系, 于27日上午预报较大余震发生时刻是27日21点和28日21~22点, 实际于27日21点15分发生了一次3.8级余震, 是当天发生的103次余震中最大的一次; 28日20点58分发生一次4.0级余震, 也是当天44次余震中最大的一次。

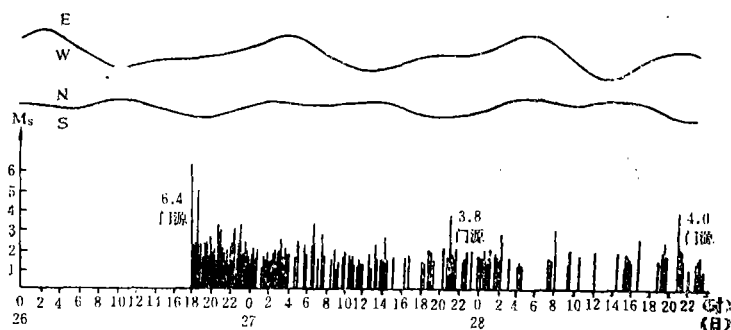


图 8

门源6.4级地震震源机制解节面之一走向NE, 倾向SE^[8]。临震前倾斜固体潮向东南方向倾斜, 与发震断层错动方向一致。

结 束 语

我们的研究表明, 地震发生时刻是在震区当天倾斜固体潮峰值时段, 除个别地震(如海城地震)外, 绝大多数地震的发震时刻是符合这一规律的。临震前倾斜固体潮的倾向与发震断层错动方向一致, 说明了潮汐应力对地震的触发作用。同一地区的地震活动, 往往是同一发震构造重复活动的结果, 因此, 它们的倾斜固体潮触发背景相同。多组构造活动时倾斜固体潮触发背景也显示有多组性。我们认为, 用逼近地震发震时刻的倾斜固体潮的触发背景可较准确地预报未来主震的发震时刻, 根据主震发震时的倾斜固体潮的触发背景可较好

地预报较大余震的发震时刻。

(本文1987年12月14日收到)

参 考 文 献

- [1] 国家地震局, 中国地震简目, 地震出版社, 1977.
- [2] 陆远忠、陈章立等, 地震预报的地震学方法, 地震出版社, 1985.
- [3] 汪进、刘江峰等, 1986年8月26日门源6.4级地震震源机制, 西北地震学报, Vol. 9, No. 2, 1987.

THE PRELIMINART ANALYSIS ON THE TRIGGERING ACTION OF TILT EARTH TIDE TO SOME EARTHQUAKES OF CHINA

Liu Guangyuan, Tian Shaobai, Wang Wei, Wu Jianhua
(*The Earthquake Research Institute of Lanzhou, SSB*)

This paper analyses the relationship between the original times of the historical, recent moderate strong earthquakes and the tilt earth tide. The results show that the original times of earthquakes are located on the peak values of time series of tilt earth tide in the epicentral region; Generally, the original times of isolated events correspond with the maximum values of tilt earth tide in the epicentral region; To the recurrence events in original place, the background of tilt earth tide is similar to that of the original times; The background of tilt earth tide of 70% close events is similar to that of main shocks at the original times; The background of tilt earth tide of 60% strong aftershocks after large earthquakes is similar to that of main shocks at the original times. On the basis of this, we have tried to predict larger aftershocks after the Menyuan earthquake ($M=6.4$).