

托来6.0级地震前波速比异常 与中短期预报指标讨论

盛国英

(国家地震局兰州地震研究所, 兰州 730000)

摘要 本文阐述了1993年10月26日青海托来6.0级地震前河西祁连山中西部的波速比异常并进一步讨论了中短期预报指标。通过托来地震研究得到,波速比低值集中区边缘与低波速比异常值地震条带交汇区可能为未来主震位置,波速比低值在多次中强震后仍然继续异常以及波速比在震前1—6个月显著回升可分别作为较强地震趋势异常和地震发生的短期指标。

关键词: 托来地震 波速比异常特征 中短期预报指标

1 前言

1993年10月26日在甘青交界祁连山的托来发生了6级中强地震。具体震中位于 38.6°N , 98.7°E ,震源深度30km,宏观震中烈度7度。在这次地震前观测到波速比明显的时空异常。本文在以往波速比预报地震方法的基础上对托来地震前的波速比异常的时空特征以及中短期预报指标作了进一步讨论。

2 空间异常特征和托来地震地点预报

2.1 波速比空间异常特征

图1为1984年1月至1994年5月甘肃河西祁连山中、西部波速比的空间分布图,托来6.0级地震位于其中部附近。由图1可以看出波速比空间异常具有下列特征:

(1) 波速比低值异常点的集中分布

由图1可见,自1984年以来波速比低值异常点主要集中在木里—祁连—张掖所围成的 $0.9^{\circ}\times 1.8^{\circ}$ 这一范围内($37.7^{\circ}\sim 39^{\circ}\text{N}$, $98.5^{\circ}\sim 100.3^{\circ}\text{E}$),主震位于异常区的西北角。

(2) 波速比低值异常点的条带分布

木里以西出现北西向波速比低值的条带分布,该条带与近于块形的低波速比异常区相交,主震发生在交点附近(图1)。

(3) 中强地震集中活动区与低波速比异常区相一致

图2为河西祁连山地区中强地震的震中分布图。由图可见中强地震集中活动在两个区,即A区和B区。A区与图1中的波速比低值区完全重合。B区也是中强地震活动区,这里曾在1986年发生过6.4级门源地震,同时也是波速比低值集中区^[1]。

2.2 托来地震地点预报 根据前述的波速比异常和地震活动的对比研究,我们认为波速

比低值异常区与条带的交汇区附近即为1993年托来6.0级主震的预测位置,这与托来实际主震位置极为接近。

3 波速比异常的时间特征和主震时间预报

3.1 波速比异常的时间特征

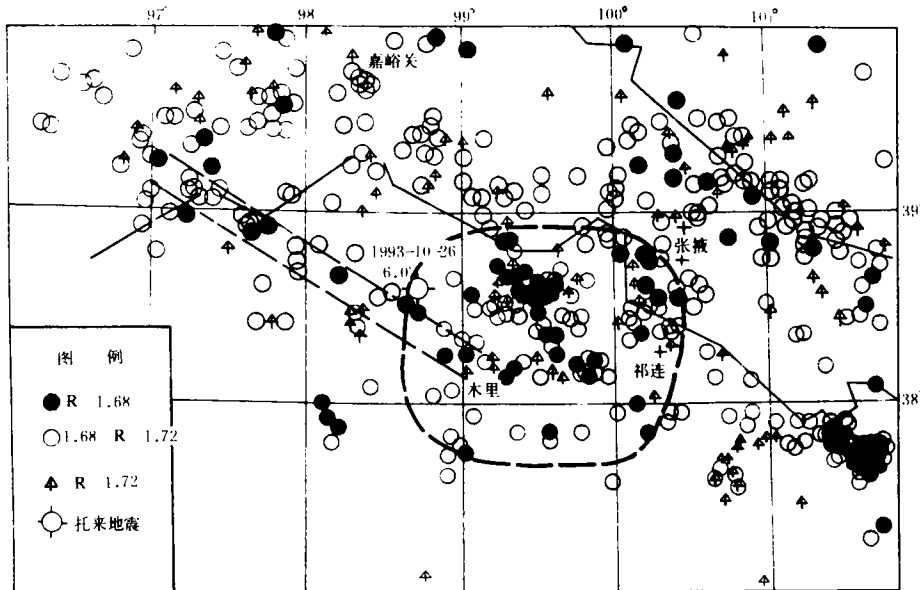


图1 甘肃河西中、西部1984.1—1994.5波速比平面分布图

Fig. 1 The distribution of velocity ratio anomaly points from January, 1984 to May, 1994 in middle-west section of Hexi, Gansu.

图3是甘肃河西中、西部木里—祁连—张掖一带1984年1月至1994年5月波速比的时程图。由该图可以看出以下特点:

(1) 波速比的趋势异常

1984年以来波速比时程曲线出现较多的低于1.68的低值点,而且当异常区附近发生中强震后波速比又继续异常,这说明这种异常属于较大地震前的趋势异常,异常时间愈长,震级愈大。从图3可以看到波速比异常明显的分为两个时段,第一时段为1988年肃南地震前,异常从1984年8月至1988年11月,约4年左右;第二时段为1988年肃南地震后至1993年10月托来地震前,时间约5年。将第二时段代入波速比异常时间 ΔT 与震级的关系式^[2]

$$M_s = 4.25 + 1.45lg\Delta T \pm 0.7 \tag{1}$$

可求得预测震级为 6.8 ± 0.70 。震级比实际震级偏大,主要的原因可能是托来地震前多次5级左右地震前波速异常造成托来地震波速异常起始时间超前。此外(1)式估计值一般有偏大的情况。

(2) 波速比的短期异常

从图3还可以看出,在临近中强地震发生前波速比有明显的回升特征,如1988年11月22日肃南地震前半年开始出现回升,1993年托来地震前1个月开始出现回升。

3.2 主震的短期时间预报

根据以上波速比异常的时间特征,我们可以用趋势异常进行中期预报,由波速比的显著回升进行主震发生时间的短期预报。

4 讨论

4.1 波速比异常的精度

对于波速比异常,有人认为是即使存在,也因变化量太小而不易发现。顾瑾平等^[3]对这个问题进行了专门讨论,认为利用现有方法和资料计算出来的波速比值是可用的。

本文所用的波速比值是按文献^[4]的要求进行处理而得到的。每次计算波速比值,必须使用4个以上台站的资料,相关系数大于等于0.995,精度误差小于0.03。因此,计算出的波速比值是可靠的。

当然,河西祁连山地区由于地震台站偏于走廊一侧,会有一些影响,但是按指南的规定去处理,对这种影响进行了某种补偿。

4.2 波速比异常分段

图3展示的波速比时程曲线明显地分为两个时段,但是在地震发生之前如何认识和分析,存在两种思路。一种是分阶划段的思路,即每一段异常仅对应后面的地震,这种思路可能

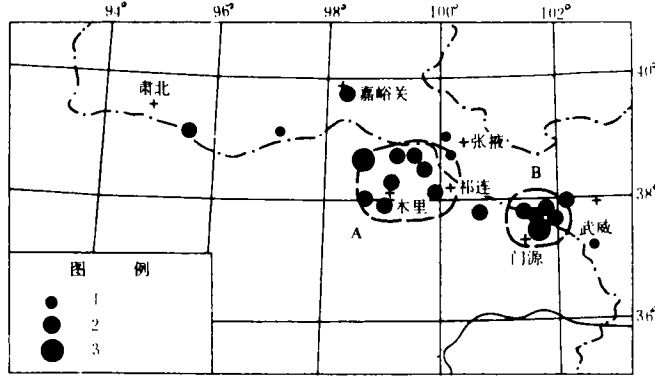


图2 河西祁连山地区 Ms≥4.5级地震震中分布图(1980—1993)

1. M=4.5—4.9; 2. M=5.0—5.9; 3. M=6.0—6.9

Fig. 2 The distribution of Ms≥4.5 earthquakes during 1980—1993 in Qilian Mountain area of Hexi, Gansu.

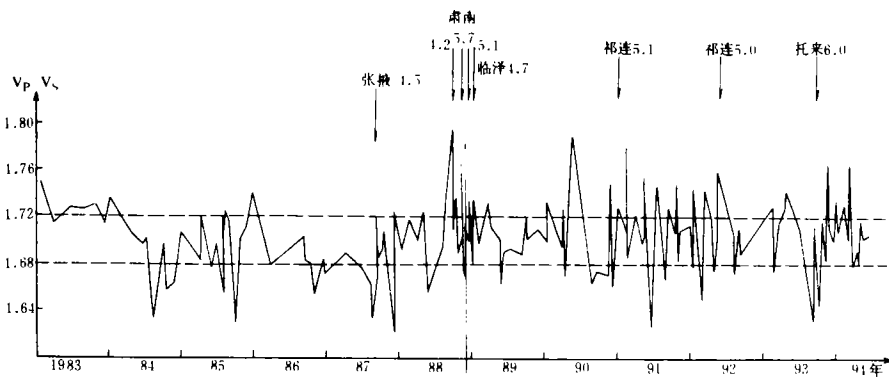


图3 甘肃河西祁连山中部(37.7°—39°N,98.5°—100.3°E)波速比时间变化曲线

Fig. 3 The change of the velocity ratio with time in the middle section (37.7°—39°N,98.5°—100.3°E) of Qilian Mountain, Hexi, Gansu.

漏掉大地震。另一种则是将异常作为一个整体,考虑其长趋势,这样预报的震级大,与实际震

情差别也大,容易造成虚报。

按照第一种思路,将每次5级地震之后的异常作为下一次5级以上地震的前兆,并将1984年8月至1986年8月的异常视为异常区外100km以远的门源6.4级地震的影响,利用前述波速比异常时间与震级的关系计算震级,与实际震级对比(表1),虽然有些偏大,但符合还是比较好的。如果按前面的认识,将1988年11月以后的异常统一视为托来6级地震的前兆,计算震级 6.8 ± 0.7 ,也有些偏大,但还能说明问题,即波速比异常期间,异常区内确实发生了一系列中强地震。表2是按第二种思路来预报的实况。

表1 利用波速比异常计算的震级与实际震级对比

地震	震级(M _s)	异常起止日期	异常时间(月)	计算震级
1988-11-22 肃南	5.7	1987-08~1988-11	15	6.0±0.7
1991-01-02 祁连	5.1	1990-04~1991-01	9	5.6±0.7
1992-06-21 祁连	5.0	1991-06~1992-06	12	5.8±0.7
1993-10-26 托来	6.0	1992-07~1993-07	15	6.0±0.7

表2 河西祁连山地震带波速比方法年度预报意见

年度	预报意见	对应情况	
1988	张掖~祁连~木里6-6.5级	1988 11.22肃南5.7级,12.1 肃南5.1,12.26临泽4.7	√
1989	张掖~祁连~木里6.5级左右	无5级以上	×
1990	张掖~祁连~木里6.5-7级	无5级以上	×
1991	张掖~祁连~木里7级	1991 1.2祁连5.1	√
1992	张掖~祁连~木里有7级可能 (6月12日的年中意见:注意发 生中强地震)	1992,6.21祁连5.0	√ √
1993	张掖~祁连~木里注意中强地震的可能 (年中意见:注意5级多地震的发生)	1993,10.26托来6.0	√ √

在国内实际震例中,两种思路的结果都存在,因此,波速比异常的分段涉及到实际预报效果,需要进一步探讨。

4.3 波速比异常区与中强地震集中活动区的一致

1980年以来,河西祁连山地区地震活动明显增强,至1993年,共发生 $M_s \geq 4.5$ 级中强地震21次,其中9次发生在木里-祁连-张掖波速比异常区内(见图2中A区),反映了中强地震集中活动区与低波速比异常区的一致性。这种一致不是偶然的。A区的地震活动可以认为是地壳局部地区调整运动加剧的反映,调整运动的加剧导致介质破裂加剧并引起波速比异常。

5 结论

通过对托来6级地震前波速比异常的研究,可以得到以下几点认识:

- (1) 6级地震前出现的波速比低值异常区之边缘与低波速比值地震形成的条带的交汇区可能是未来主震的位置。
- (2) 低波速比异常区与中强地震集中活动区相一致,反映了地壳局部地区调整运动的加剧。
- (3) 中强地震前震源区及周围介质中地震波速比出现较多的低于1.68的低值点,多次4.5—5级地震后仍继续异常,可能是6级左右或更强地震的趋势异常。
- (4) 6级左右地震前1—6个月,波速比异常显著回升,可以作为地震发生的短期指标。本文得到秦保燕研究员的指导帮助,谨致谢意。

参考文献

- 1 顾瑾平等:1986年门源6.4级地震前的波速比异常与模糊数学方法的应用,《西北地震学报》,9(3)1987
- 2 冯德益:《地震波速异常》,地震出版社,1981
- 3 顾瑾平等:地震波速度比异常与预报应用,《地震预报方法实用化研究文集—地震学专辑》,学术书刊出版社,1989
- 4 国家地震局科技监测司:《地震学分析预报方法程式指南》,地震出版社,1990

ON THE SEISMIC VELOCITY RATIO ANOMALY BEFORE THE TUOLAI Ms6.0 EARTHQUAKE AND MEDIUM—SHORT TERM PREDICTION INDEX

Sheng Guoying

(*Earthquake Research Institute of Lanzhou, SSB, China*)

Abstract

This paper describes the seismic velocity ratio anomaly of the Tuolai Ms 6.0 earthquake on October 26, 1993, in middle-west section of Qilian Mountain. Hexi area, and discusses the medium-short prediction index. Based on the studies of the Tuolai earthquake, it is considered that the region where the edge of the area concentrating lower value points of seismic velocity ratio intersects the seismic belt with lower velocity ratio anomaly value would be the location of future earthquake. Successively lower value anomaly of the seismic velocity ratio after several moderate earthquakes and obvious re-rising of velocity ratio value between 1 and 6 months before a stronger earthquake are taken as tendency anomaly and a short-term index to predict the stronger earthquake, respectively.

Key words: Tuolai earthquake, Character of seismic velocity ratio anomaly, Medium-short term prediction index