

中强地震前地震波参数异常的研究

王筱荣 王海涛 魏若平 苏 健

(新疆维吾尔自治区地震局, 乌鲁木齐)

摘 要

本文研究了1988年5月26日库尔勒 $M_s 5.5$ 地震和1991年2月25日柯坪 $M_s 6.5$ 地震前后的地震波初动符号、振幅比、尾波持续时间比和尾波衰减系数的变化特征,发现两次地震前上述参数均具有不同程度的异常。地震前P波初动一致性越强,持续时间越长,未来地震震级越大;振幅比突跳是即将发生地震的明显信号;首先出现尾波衰减系数异常的台站距未来地震震中较近。根据上述参数的异常特征,成功地预报了1991年6月6日和静 $M_s 5.2$ 地震。

一、引 言

利用地震波参数的变化特征预报地震的研究已越来越受到人们的重视。在这方面前人已作了大量的工作。本文在前人研究的基础上,对新疆地区1988年库尔勒 $M_s 5.2$ 地震和1991年柯坪 $M_s 6.5$ 地震前后,与地震波有关的一些参数的变化特征做了系统的总结,特别是做了动态跟踪总结,研究了它们的变化特征,并将其用于地震的短临预报中。

二、两次地震的概况

1988年5月26日库尔勒 $M_s 5.2$ 地震发生在库车山前拗陷与天山褶皱带之间的分界断裂,即北轮台断裂上(图1a)。该断裂具有长期活动的历史,晚第四纪活动强烈,运动方式复杂,属逆走滑型断裂。据史料记载,在该断裂上已发生的地震的最大震级为 $5\frac{3}{4}$,近期地震较为活跃。

1991年2月25日柯坪 $M_s 6.5$ 地震发生在柯坪地块与塔里木地块的分界断裂柯坪断裂上。该断裂为左旋逆冲型断裂,其6级以上强震活动频率在新疆地区是最高的。在该断裂与普昌断裂交汇地区曾发生多次 $M_s \geq 6.0$ 地震(图1b),最大震级为6.8级。该区一直是新疆地区中小地震多发区。

三、资料及方法

对于库尔勒 $M_s 5.2$ 地震,选取库尔勒和阳霞地震台的记录资料进行分析。对于柯坪

M_{6.5} 地震,选取巴楚和阿合奇地震台的地震记录进行分析。资料选取时段见表1。为获得可靠的异常,对于不同的参数按所要求的条件对资料进行了筛选。

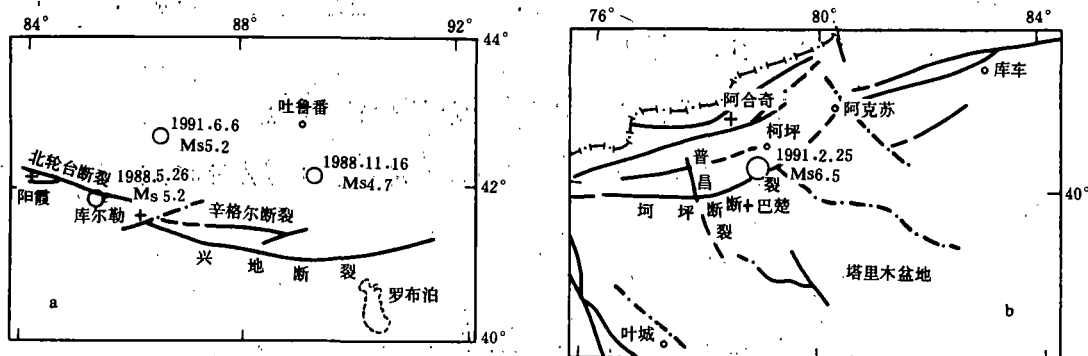


图1 地震震中位置及台站分布

a. 库尔勒 M_{5.2} 地震 b. 柯坪 M_{6.5} 地震

Fig. 1 Distribution of the epicenters and stations

表1 地震参数及资料选取

地震参数					地震资料	
时间	φN	λE	Ms	震中位置	台站	时间
1988年5月26日	41°57'	85°40'	5.2	库尔勒	库尔勒台	1987年11月—1988年12月
1991年2月25日	40°20'	79°00'	6.5	柯坪	阳霞台	1988年1月—1988年12月
					巴楚台	1989年8月—1991年4月
					阿合奇台	1989年8月—1991年4月

本文研究的与地震波有关的参数是:P波初动的一致性、振幅比、尾波衰减系数和尾波持续时间比。

研究小震P波初动符号的一致性时,直接由地震记录图上量取清晰的P波初动方向。由于孕震体的范围是有限的,为保证所选地震来自或通过孕震体,我们选定S波和P波走时差小于12秒的地震。

由地震记录图上量取地震P波振幅最大值和S波振幅最大值,用以计算其比值。据文献〔1〕、〔2〕,在一般情况下,振幅比与震源机制关系不大,而与震源距有关,特别是当震源距小于70km时,其变化极为复杂。当震源距大于70km时,其变化较为平稳。为保证所得异常的可靠性,文中规定选用 $S-P \geq 8.0$ 秒的地震。

本文规定,从S波初动至尾波衰减到震前几分钟,记录图上最大噪声出现为尾波持续时间。据文献〔1〕,随着应力的增加,垂直于压力作用方向上的波速呈降低趋势。波速降低,其衰减将增大。因此,可由S波的衰减观察 τ 值的变化。

我们用a值来表征尾波衰减程度,并用下式拟合尾波外包络线:

$$\lg A(t) = C - 0.5 \lg t - at \quad (1)$$

限定取样时间 t 的范围为 $0.2 \leq t/Q < 1$ ($Q=200$), 同时需满足 $t_1 - t_s \geq t_s - t_p$, 以保证拟合式的成立。 t 的选择范围是由 a 值与 W 的关系所决定的。由于

$$a = \omega_0 l_s l / 2Qc, \quad (2)$$

所以, 只有高地震波为单色波时, α 值才是可信的。由于保证地震波为单色波的 $t^* > 0.2$, 故由 $t^* = t/Qc$ 容易得到 t 的取值范围。

四、地震前后地震波参数的变化特征

图2、图3给出了库尔勒 $M_s 5.2$ 地震和柯坪 $M_s 6.5$ 地震前地震波参数的时序曲线。分析图2、图3可以看出:

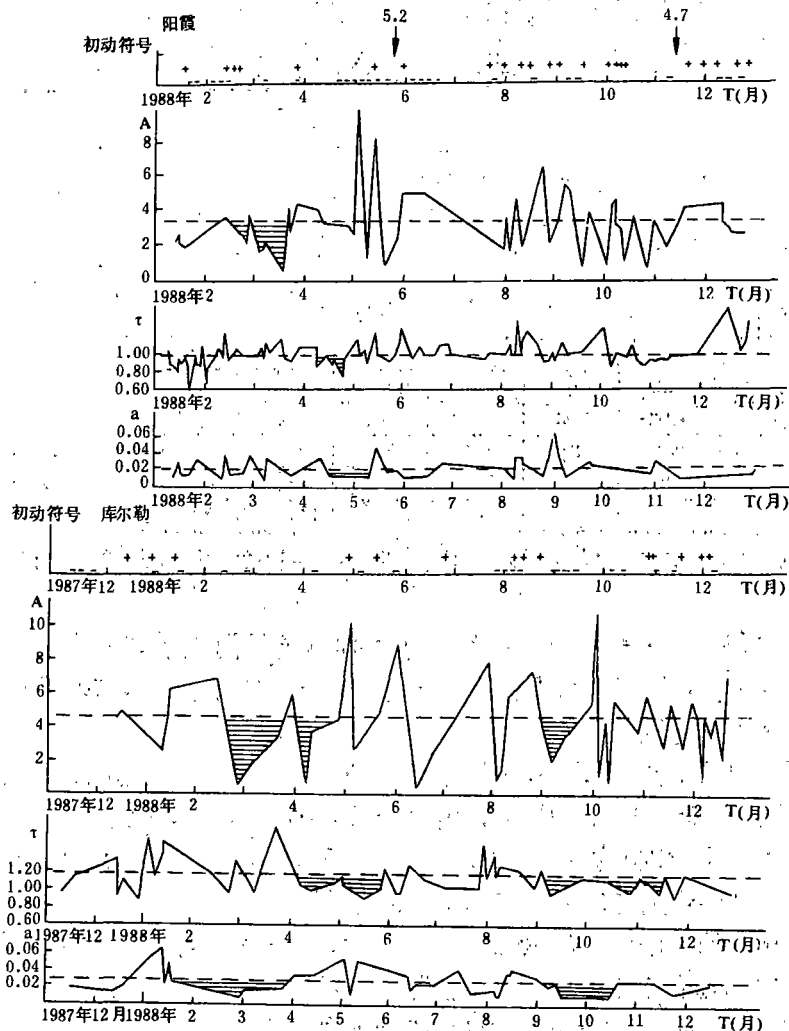


图2 库尔勒 $M_s 5.2$ 地震前后地震波参数时序曲线

Fig. 2 Time-sequence curve of the seismic wave parameter for the Kuerle $M_s 5.2$ earthquake

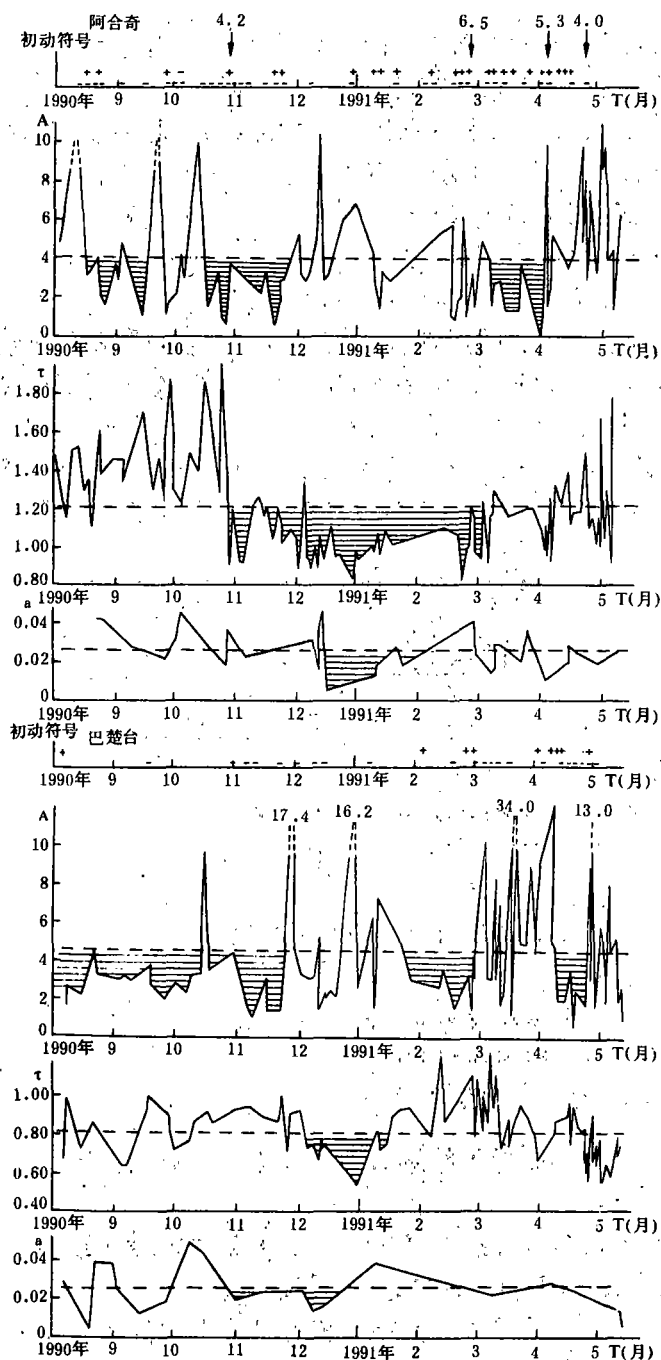


图3 柯坪 M_s6.5 地震前后地震波参数时序曲线

Fig. 3. Time-sequence curve of the seismic wave parameter before and after the Keping M_s6.5 earthquake

(1) P 波初动符号在震前以负号居多。柯坪地震前距震中 65km 的巴楚地震台记录的小震初动符号多为负号,并持续了 5 个月之久。库尔勒地震前,库尔勒地震台的小震初动符号也有较好的一致性,但不如巴楚地震台明显。临震前,上述两台均有两个小震的初动符号表现为正号,表明了较大地震发生前孕震区内小震震源机制的改变。由于阳霞及阿合奇地震台距震中较远,其小震初动符号的一致性稍差。

(2) 地震前地震波振幅比变化一般表现为低值一突跳—发震的过程。临震突跳似乎是振幅比异常的明显特征,其突跳幅度与未来地震震级成正比关系。

(3) 柯坪 M_s6.5 地震前,阿合奇地震台的尾波持续时间比 τ 值异常持续了 4 个月之久,异常期 τ 值比正常期低 0.4。在重新复查、核算后,我们认为异常是可靠的。但距该次地震震中最近的巴楚地震台的 τ 值异常时间仅为 1.5 月。

在库尔勒 M_s5.2 地震前,库尔勒地震台 τ 值曲线出现了近 2 个月的低值异常。另外,托克逊 M_s4.7 地震(震中距 260km)前,该台的 τ 值也出现了明显的异常过程。阳霞台距 M_s5.2 地震震中约 110km,距 M_s4.7 地震震中约 400km,两次

地震前该台 τ 值均无明显异常。

(4)地震前,上述4个地震台尾波衰减系数 a 值均有明显的异常过程,异常形态为低值—恢复—发震。其异常持续时间一般在2个月左右,似有距未来地震震中较近的台异常最先出现的情况。由图2可以看出,巴楚地震台距柯坪地震较近,其 a 值异常出现在1989年11月初,而距震中较远的阿合奇台异常出现在1989年12月中旬。又据图1,库尔勒台距 $M_s 5.2$ 地震震中较近,其 a 值异常出现在1988年1月中旬。而距之较远的阳霞地震台的 a 值异常出现在1988年4月中旬。由图3和图4还可以看出,一个 $M_s \geq 5.0$ 地震的 a 值异常的持续时间一般在1.5月以上。

在总结了上述两次中强地震的地震波参数的异常特征的基础上,我们从1989年起对新疆地区的重点监视区进行了测震学方法的动态跟踪研究(图4)。1991年2月库尔勒地震台 τ 值出现异常,3月 a 值也出现异常,同时振幅比在1991年3月10日出现突跳,据此我们在4月5日填写了预报卡片,认为在未来3个月内距库尔勒地震台150km范围内有发生 $M_s \geq 5.0$ 地震的可能。结果于1991年6月6日在和静县发生了 $M_s 5.2$ 地震。

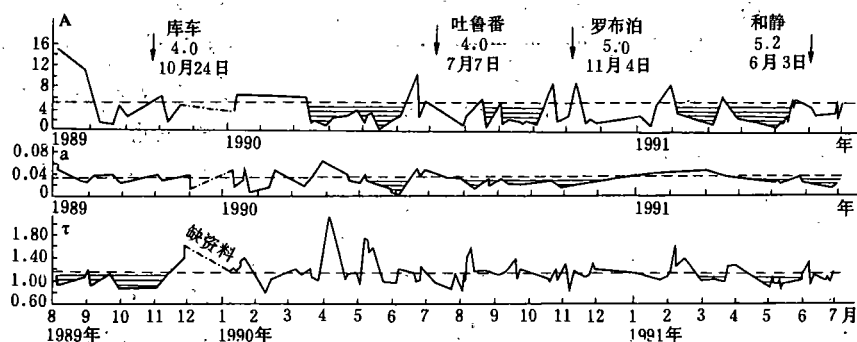


图4 1989年8月至1991年5月库尔勒地震台测震学参数动态跟踪时序曲线

Fig. 4 Dynamic tracing time-sequence curve of seismometry parameter change at Kuerle Station from August 1989 to June 1991

五、结 论

1. 利用小震 P 波初动符号, S 、 P 波振幅比, 尾波持续时间比及尾波衰减系数等测震学手段预报 $M_s \geq 5.0$ 地震具有一定的意义。
2. 地震前小震 P 波初动符号一致性增强, 临震前出现反号。 P 波初动符号一致性的持续时间似与未来地震的震级有关, 持续时间越长, 未来地震震级越大。
3. S 、 P 波振幅比异常形式为低值—突跳—发震。振幅比突跳是临震异常的明显标志。突跳幅度似与未来地震震级成正比关系。
4. 对于 $M_s \geq 5.0$ 地震, 其震前尾波持续时间比 τ 值异常时间在1.5月以上。
5. 尾波衰减系数 a 值异常过程表现为低值—恢复—发震。距未来地震震中较近的台站 a 值最先出现异常。对于 $M_s \geq 5.0$ 地震, a 值低值异常持续时间在1.5月以上。

6. 在已划定的地震危险区内进行多台测震学方法的动态跟踪观测,将能有效地提高预报准确率。

(本文 1991 年 11 月 1 日收到)

参考文献

[1]冯德益,地震波速异常,地震出版社,1981.

[2]冯德益,近地震 S、P 波振幅比异常与地震预报,地球物理学报,Vol. 17, No. 3, 1974.

STUDY ON THE PARAMETER ANOMALY OF SEISMIC WAVE BEFORE MODERATELY STRONG EARTHQUAKES

Wang Xiaorong . Wang Haitao.

Wei Ruoping . Su Jian

(Seismological Bureau of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi, China)

Abstract

This paper studies the change features of onset sign of seismic wave, amplitude ratio, duration time ratio of coda, and attenuation coefficient of coda before and after the Kuerle Ms5. 2 earthquake on May 26, 1988, the Keping Ms6. 5 earthquake on Feb. 25, 1991. It is found that before the two earthquakes the parameters above—mentioned are of anomalies in various degrees. Before the earthquakes, the stronger the coincidence of P wave onset is, the longer the duration time is, the larger the magnitude of coming earthquake is; the sudden jump of amplitude ratio is the obvious sign of earthquake that will occur soon; the station in which the anomaly of attenuation coefficient of coda first appears is close to the epicenter of coming earthquake. Based on the anomaly features of the parameters, we have successfully predicted the Hejing Ms5. 2 earthquake on June 6, 1991.

~~~~~  
(上接57页)

### Abstract

This paper studied a high precise method separating artificial potential difference  $\Delta v$  from the potential difference E which is synthesized with the geoelectric potential difference ( $V_{sp}$ ) and  $\Delta v$  on a basis of regressive analysis, harmonic analysis and prediction theory. Lots of the calculation result show: If the changes in  $V_{sp}$  are more regular, the calculation precision through the method is obviously higher than that through the conventional methods; If the changes in  $V_{sp}$  are less regular, the precision through the method is higher than (or close to) that through the conventional methods.