

南黄海北部 5.3 级地震前波速比 异常时空变化特征

1. 资料及方法

1992年1月23日05时41分,在南黄海北部(35°17'N,121°12'E)发生了M_L5.3级地震。震后我们根据山东省地震台网及江苏省北部赣榆、连云港等台的观测资料,对33°50'—36°10'N,120°—124°E范围内1984年至1992年1月发生的59次3级(M_L)左右小震,利用和达法作图选出与和达线符合较好的台的纵波到时 t_p 与纵横波到时差 t_p-t_s ,用最小二乘法计算平均波速比。每次地震使用4个以上台站记录清楚的P、S波震相到时,相关系数在0.99以上。波速比变化如图1所示。根据图1波速比变化的正常时段求得波速比的平均值分别为 1.7092 ± 0.0199 和 1.7088 ± 0.0348 ,与文献[1]求得的平均波速比值一致。因此,上述平均值可作为研究区内的波速比正常值。

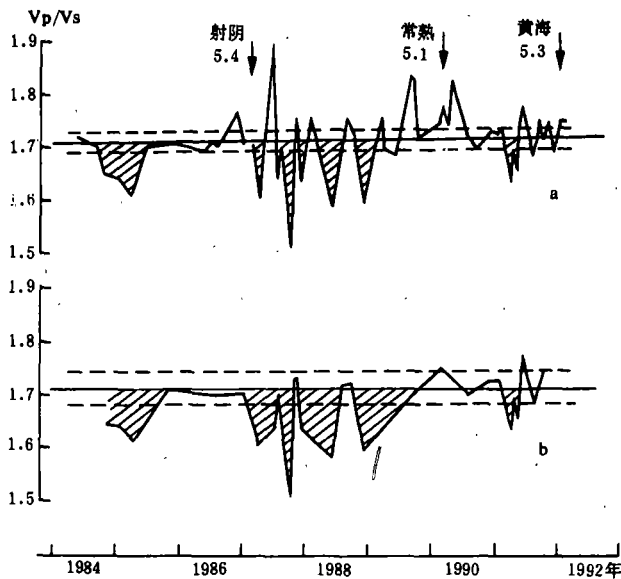


图1 南黄海北部波速比变化

- a. 北纬 33°50'—36°10',
东经 120°—124°
- b. 北纬 33°50'—35°00',
东经 120°—124°

2. 结果及分析

由图1所示的研究区小震波速比随时间进程曲线可见,1984年至1986年,除1984年10月至1985年3月3次小震波速比值偏低形成负异常外,其余小震波速比值均接近正常值。其中3个小震波速比低值点分布在研究区的西南端(图2)。1987年2月17日在距该低值区27km处发生了射阳(33°36'N,120°30'E)5.1级地震。另外,1984年5月在距研究区南部130km处发生了南黄海6.2级地震。因此,分析认为,上述3次小震波速比负异常可能是射阳5.1级地震的异常,也可能是南黄海6.2级地震后应力场调整的影响。

由图1a可见,1987年至1988年,在研究区内发生的16次地震中有7次小震的波速比值低

于1.05,空间分布图(图2b)显示,这7次地震在35°N以南呈集中分布,形成明显的NW向椭圆形负异常分布区;有5次地震的波速比值超出标准误差,大于1.73,属于正

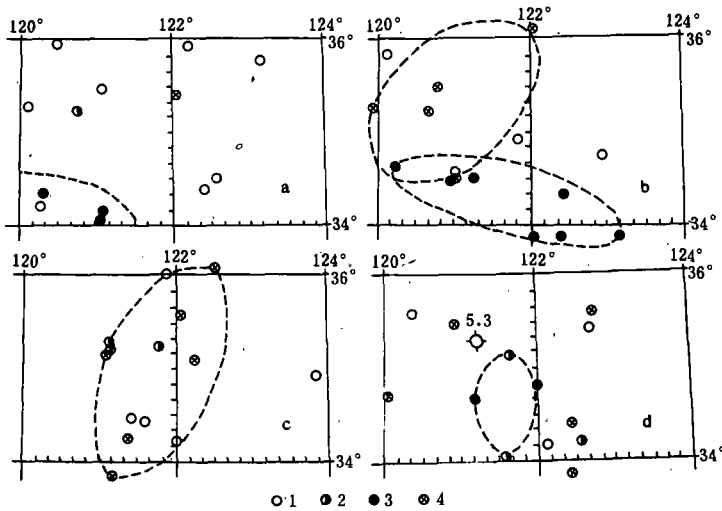


图 2 南黄海北部 5.3 级地震前小震波速比异常空间分布图

- a. 1984—1986; b. 1987—1988; c. 1989—1991 年 1 月;
 d. 1991 年 2 月—1992 年 1 月;
 1. 1.70—1.73; 2. 1.67—1.69 3. 小于 1.66(负异常);
 4. 大于 1.73(正异常)

异常,它们集中分布在负异常区北侧,形成正异常分布区(图 2b)。为进一步分析,我们作出了研究区内 35°N 以南的小震的波速比时间进程曲线(图 1b)。由图可见,1987 至 1988 年小震波速比呈明显的低值异常,持续 2 年以上,最低值为 1.5086,最高值为 1.7395,平均值为 1.6427,异常幅度为 -0.0661。采用样本 $|t|$ 检验,结果表明,统计量均大于 t_{α} 分布值,即

$$|t| = 3.0575, t_{\alpha} = 2.23, |t| > t_{\alpha}$$

说明该阶段波速比低值异常是明显的。取异常区最大线度 $L=270\text{km}$,异常持续时间为 24 个月,按冯德益统计公式⁽³⁾计算相应震级:

$$M_s = 4.25 + 1.45 \lg \Delta T \pm 0.7 = 6.25 \pm 0.7 ;$$

$$M_s = -1.4 + 3.4 \lg L \pm 0.7 = 6.8 \pm 0.7$$

1989 年—1991 年 1 月,研究区地震的波速比值明显回升,均大于 1.68,平均值为 1.7443(图 1a),这一时期小震多集中在东经 121°至 123°之间,形成 NE 向椭圆形正异常区(图 2c),负异常区消失。

1991 年 1 月以后,波速比值再次下降,以后又呈拉锯式回升,直至 1992 年 1 月 23 日发生 5.3 级地震,在此阶段波速比正异常区开始向外围扩散(图 2d),同时在正异常区内出现负异常区,5.3 级地震发生在原正负异常区交汇部位附近。

由图 1b 可以看出,1989 年 9 月至 1992 年 1 月为异常恢复期,波速比均值为 1.70,做 $|t|$ 检验:

$$|t| = 0.815, \quad t_0 = 2.18, \quad |t| < t_0.$$

即该阶段波速比均值与正常值无显著差异。说明了1987—1988年研究区内形成的波速比负异常已结束。

3. 结论与讨论

综上所述,在南黄海北部5.3级地震前,1987年至1988年,震中附近地区出现了波速比低值异常,并形成—个长轴为270km的北西向的椭圆形负异常区,其北侧亦形成—个波速比正异常区;之后负异常区恢复,而形成—个新的北东向的椭圆形正异常区,时间持续2年以上。在正异常区向外围扩散、在正异常区内形成新的负异常区后,小震波速比曲线出现第二次下降和拉锯式回升,然后发生5.3级地震。异常的阶段性和时空动态变化是明显的。

1987年2月17日射阳5.1级地震前研究区内小震波速比异常特征与上述5.3级地震相似,因此,可以认为,在波速比负异常恢复过程中出现波速比值的再次下降,然后出现拉锯式上升和高值突跳的情况可以作为研究区附近中强地震发生的前兆。

(本文1992年5月4日收到)

(山东省地震局 苏鸾声)

参考文献

- (1)戴维乐,华东地区波速比变化与地震,地震, No. 4, 1981.
- (2)戴维乐,菏泽5.9级地震前小震波速比时空变化特征,西北地震学报, Vol. 13, No. 1, 1991.
- (3)冯德益等,我国西部地区—些强震及中强震前后波速比异常的初步研究(二)—波速异常区及其特征,地球物理学报, Vol. 20, No. 2, 1977.
- (4)顾瑾平等,应用波速比预报地震的某些问题讨论,华北地震科学, Vol. 9, No. 3, 1991.

CHARACTERISTICS OF SPACE-TIME DISTRIBUTION OF SEISMIC WAVE VELOCITY RATIO BEFORE THE Ms 5.3 EARTHQUAKE IN THE NORTH OF SOUTH YELLOW SEA OF CHINA

Su Luansheng

(Seismological Bureau of Shandong Province, Jinan, China)