

山东地震活动特征浅析

潘成德

(山东省地震局五莲地震台)

一、前言

山东系半岛地区,北、东及东南三面被渤海和黄海所环绕。该区地质构造比较复杂,中部有规模巨大的郯庐断裂带南北纵贯(其在山东境内部分称为沂沭断裂带),西部有聊城—兰考断裂,这两条北北东向的深大断裂与北西和近东西方向的断裂纵横交错,几乎呈网格状排列,使山东形成了较为复杂的构造型式。这些深大断裂的活动控制着全区地震的孕育和发生,因而,山东也是一个多地震的省份。为研究该区地震活动规律,本文利用历史强震和近年仪器记录资料,对山东历史强震和近期小震活动特征进行了初步探讨。

二、历史强震活动特征

1. 强震序列

由图1看出,从公元前70年至1982年,山东地区($N34^{\circ}30' \sim 38^{\circ}25'$, $E115^{\circ}00' \sim 123^{\circ}00'$)强震存在着两个活动水平显著不同的时期,第一时期为公元前70年至1510年,强震活动水平较低,1571年内仅发生5级以上地震6次,其中5—5.9级5次,7级1次;第二时期为1502—1982年,强震明显活跃,不仅频度增高,而且强度亦显著增大,480年内发生5级以上地震19次,其中5—5.9级9次,6—6.9级7次,7—7.9级2次,8.5级1次。当然,在此期间强震时间的分布并不均匀,而较突出的表现了地震成组和周期活动的特点。

2. 强震震中分布

强震的空间分布如图2。显然,强震活动基本是沿断裂带呈条带状分布;5级以上地震几乎全部集中于沂沭断裂带以西地区,且发震部位多集中在北北东向与北西和近东西向断裂的交汇或交叉处。

全区自1500年以来共发生6级以上地震10次(表1)其震中分布呈现了较规律的迁移现象(图3)。笔者以沂沭带西侧北东约20度的直线为界,把山东分为东西两个区域,则可看出,10次地震依次由西区和东区,再由东区和西区来回跳跃。

此外,自1500年以来所发生的5级以上地震,亦同样表现出较规则的震中迁移现象如图4所示。

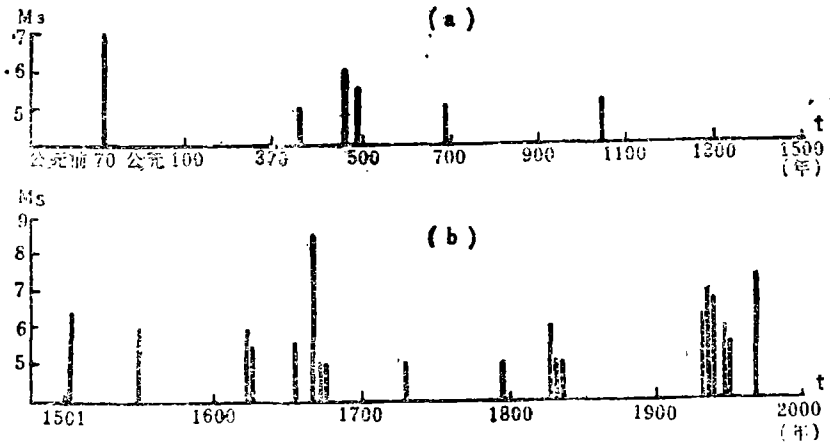


图1 山东强震序列图 (a公元前70—1500年, b, 1501—1982年)

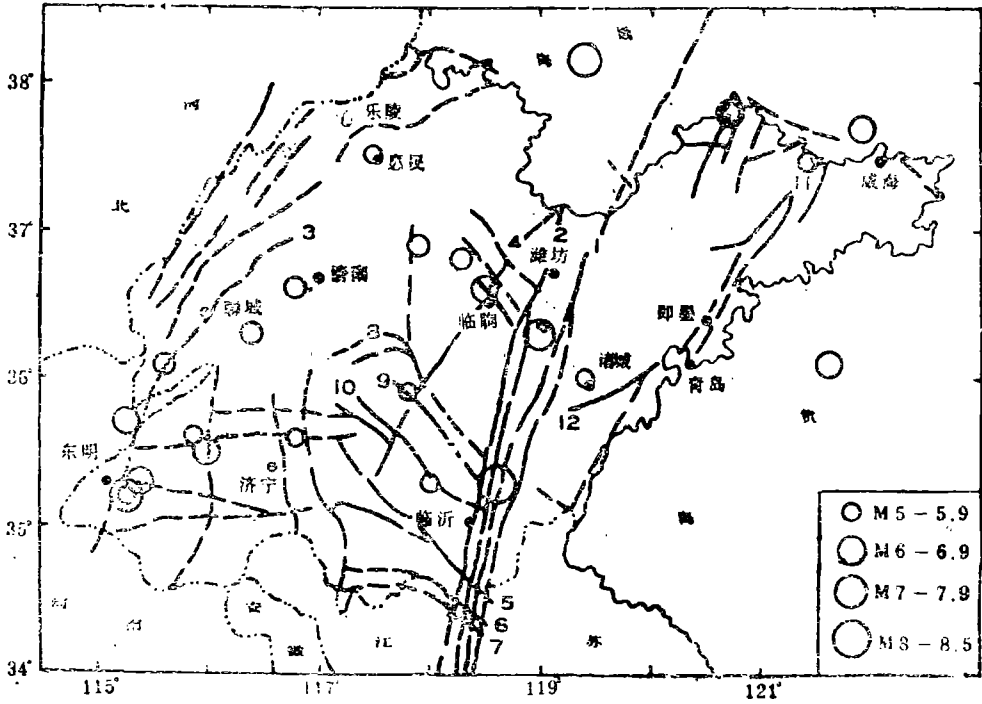


图2 山东强震震中分布图

表 1

序号	发震时间 (年、月、日)	震中位置(北纬、东经)		震级
1	1502.10.17	濮城(现河南省)	(35.7°, 115.3°)	6 $\frac{1}{2}$
2	1548.9.13	蓬莱附近	(37.8°, 120.7°)	6
3	1622.3.18	郟城南	(35.5°, 116.0°)	6
4	1668.7.25	莒县—郟城间	(35.3°, 118.6°)	8 $\frac{1}{2}$
5	1829.11.19	临朐—益都间	(36.6°, 118.5°)	6
6	1932.8.22	青岛东黄海中	(36.1°, 121.6°)	6 $\frac{1}{4}$
7	1937.8.1	菏泽	(35.2°, 115.4°)	7
8	1937.8.1	菏泽	(35.3°, 115.4°)	6 $\frac{3}{4}$
9	1948.5.23	威海海中	(37.7°, 121.9°)	6
10	1969.7.18	渤海	(38.2°, 119.4°)	7.4

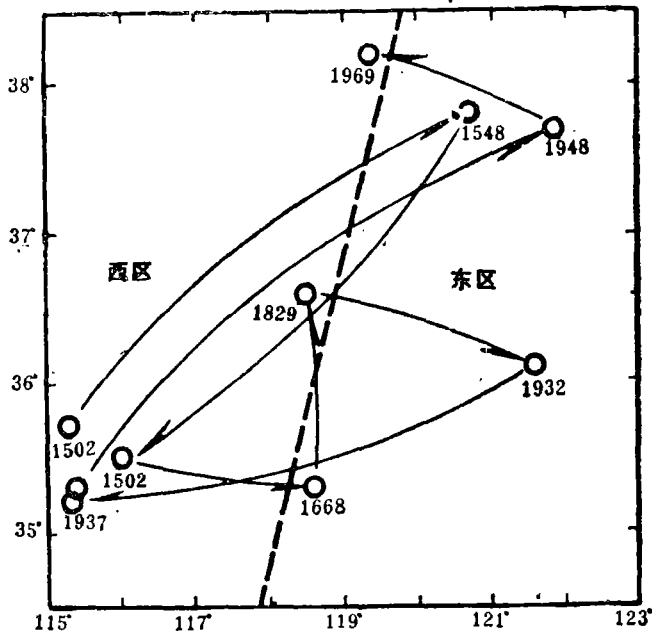


图 3 山东强震震中迁移图

三、近期小震活动特征

山东自1968年首建苍山、定陶、泰安和莱阳4个地震台以来,到目前已发展至28个测震台。笔者利用山东台网地震目录,对该区(小震活动的研究范围为全省内陆地区)1970—1982年的地震频度、应变释放、 b 值、震源深度等地震活动性参数进行了初步分析。

1. 小震频度

根据对山东台网控制本区地震能力的检验结果(图 5), 本文震级起始下限选为 $M_L \geq 2.0$ 级。

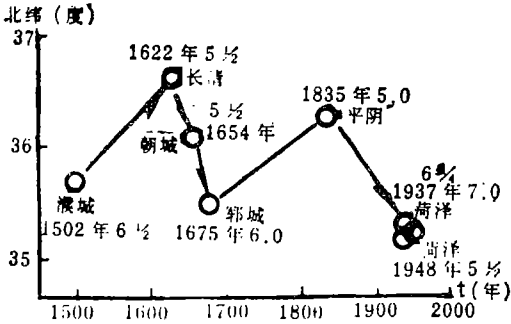


图 4 聊城—兰考地震带地震迁移图

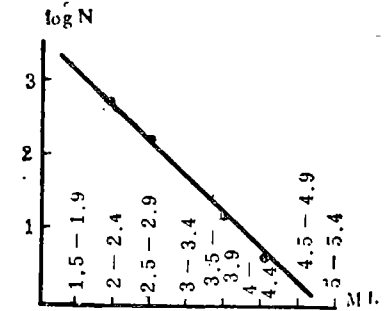


图 5 山东台网对省内1970—1982年地震控制能力检验图

山东省内陆地区1970—1982年的13年内共发生 $M \geq 2.0$ 级地震622次, 其中2—2.9级540次, 3—3.9级72次, 4—4.9级8次, 5级以上2次, 最大 $M_L = 5.2$, 发生于1977年7月9日, 震中位置为成武天官庙(北纬 $34^{\circ}53'$, 东经 $115^{\circ}44'$)。由此可见, 该区近13年来的地震是以小震活动为主。

图 6 是该区及区内各地震带1970—1982年小震频度曲线图, 由图 6 可看出:

(1) 该区近期小震活动水平不高, 全省内陆地区13年均值为47.8次/年, 平均每月不足4次。各地震带的小震平均年频次在3.4—9.7间, 相对较高的为沂沭地震带, 最低的是临朐—惠民地震带。

(2) 全省内陆地区13年内的小震频度变化, 大致经历了高一低一高三个阶段, 第一阶段为1970—1972年, 平均年频次为53.6, 比历年均值高12%, 是13年内小震活动水平最高阶段, 可能与1969年渤海大震后区域应力场的调整有关; 第二阶段为1973—1975年, 平均年频次为36.3, 比历年均值低24.1%, 是13年内小震频度最低阶段, 这可能是唐山大震前的异常影响, 因为唐山大震的中期异常正开始于1973—1974年, 在这段时间里, 整个华北地块的地震活动出现了连续几年的平静, 直至主震发生才恢复正常^[1]; 第三阶段为1976—1982年, 平均年频次为50.3, 略高于历年均值, 次于第一阶段, 显示出1979年唐山大震后, 随之大面积区域应力场的调整, 山东内陆地区的小震活动水平有所提高。

(3) 北北东向的沂沭和聊考两强震带的小震活动表现出交替活跃的特点, 其中1973—1980年(1976年除外)尤为明显; 而北西向的临沂—济宁和临朐—惠民两中强地震带则大致呈现了同步现象, 即墨—威海地震带的频度变化基本与全省内陆地区相同。

(4) 比较各地震带的频度变化曲线, 可看出唐山大震后, 唯沂沭带的频度曲线一直处于历年均值线以上, 该带1976—1982年的小震平均年频次为11.9, 比历年均值高22.7%, 而在此之前的1970—1975年的平均年频次仅为7.2, 说明该带自唐山大震后小震活动水平明显提高。

2. 应变释放

全省内陆地区近13年应变释放的累加值为 7.02×10^6 焦耳^{1/2} (相当于 $M_s = 5.9$) , 平均每年释放速率为 5.4×10^5 焦耳^{1/2} (相当于 $M_s = 4.4$)。由图7看出, 各地震带近13年来应变释放较强的为临沂—济宁和聊考地震带, 但从近几年的应变释放速率看, 聊考和沂沭两强震带却存在着明显加速的趋势, 其中聊考带1980—1982年的平均释放速率 $\bar{V} = 1.87 \times 10^6$ 焦耳^{1/2}/年, 比历年均直高78.1%; 沂沭带1978—1982年的平均释放速率 $\bar{V} = 9.38 \times 10^4$ 焦耳^{1/2}/年, 比历年均值高42.6%。

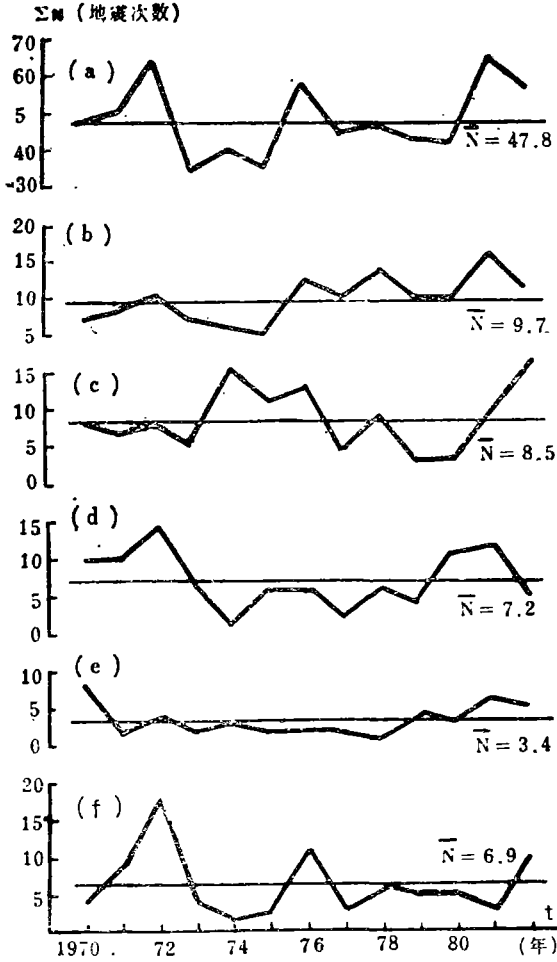


图6 山东地震频度图

2. 强震活动频度较低, 6级以上地震的平均活动周期约为227年; 7级以上地震的平均活动周期约为510年, 但强震大。

3. 近期地震活动既少又小, 全省内陆地区近13年小震活动水平仅为 47.8次/年, 应变释放速率 $\bar{V} = 5.4 \times 10^5$ 焦耳^{1/2}。

4. 近期小震绝大多数是发生在地壳里的浅震。

3. b值

取起算震级 $M_0 = 2.0$, 用最大似然法分别计算了山东内陆地区及各地震带1970—1982年的累计b值, 结果列入表2。可看出, 除聊考带b值较低外, 其余普遍偏高, 显然这与近期该区未发生过强震的原因有着直接关系。

4. 震源深度

选用目录中 I、II 中类震中精度所给出的震源深度参数进行统计, 结果(表3)表明, 山东内陆地区近期小震垂直分布差异较大, 最浅的为4公里, 最深达43公里。鉴于目前该区震源深度误差远大于震中参数, 不宜做过细的分析讨论, 这里只定性地说一点, 即该区小震多集中在10—29公里的深度范围内 (约占统计总数的82.9%)。

四、结论与讨论

综上所述, 山东地震活动有如下特征:

1. 历史强震在活动时间上存在着较明显的周期性, 在空间分布上呈现出较规律的震中迁移图象。

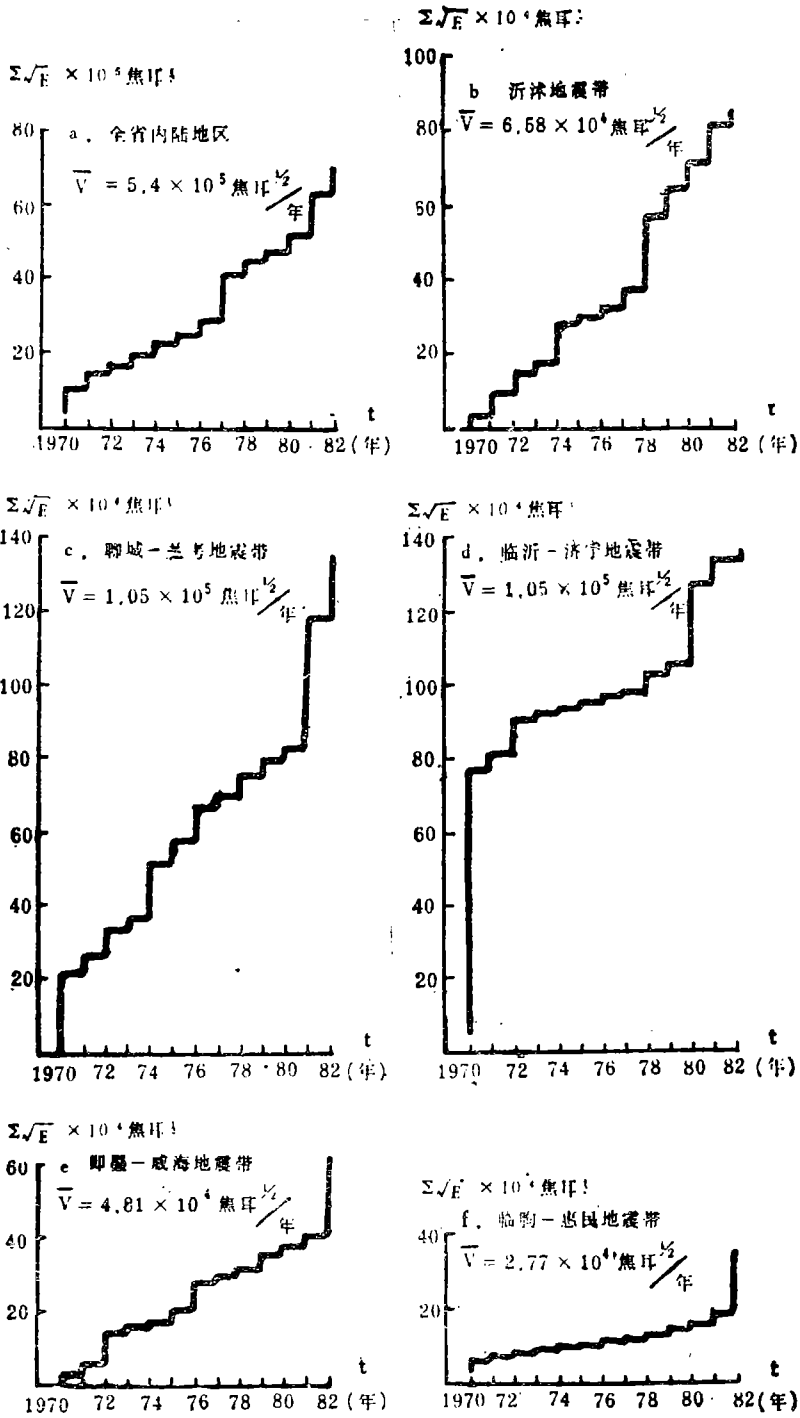


图7 地震应变释放曲线

表 2

区域	全省内陆地区	沂沭地震带	聊考地震带	临沂—济宁地震带	临朐—惠民地震带	即墨—威海地震带
b 值	0.87	0.92	0.68	0.89	0.98	0.89

表 3

震源深度 (公里)	0—4	5—9	10—14	15—19	20—24	25—29	30—34	35—39	40—43
小震次数	1	24	53	73	72	39	12	8	4

5. 由于该区近期未发生 5 级以上地震, 所以全省内陆地区及区内各地震带近 13 年的累计 b 值普遍偏高, 在 0.87—0.98 间。

6. 比较省内各地震带的近期地震活动性, 由于聊考带 b 值偏低 (为 0.68), 近年应变释放速率又有加速的趋势; 沂沭带则显示出小震频度相对高于其它地震带, 且从唐山大震后小震活动水平明显提高, 近年应变释放速率亦有加速趋势, 所以聊考带相对较强, 沂沭带次之。

(1984年4月17收到初稿)

参 考 文 献

- [1] 陈非比等, 唐山地震, 地震出版社, 1979.
- [2] 魏光兴等, 华北地区大地震前的地震的围空区特征, 地球物理学报, 21, 3, 1978.
- [3] 陆远忠等, 地震空区与逼近地震, 地震学报, 4, 4, 1982.
- [4] 闵子群等, 我国西部地区一些强震前地震活动图象的初步研究, 地震研究, 6, 1, 1983.