

海原5.5级地震的活动特征

1. 主震震源的基本参数

1982年4月14日宁夏回族自治区海原县发生了一次5.5级地震。根据宁夏地震台网测定，这次地震的基本参数为：

发震时刻：14点36分56.4秒；震中位置：北纬36.07°，东经105.6°；宏观震中位于海原县蒿川公社；震级（ M_L ）：5.5，震源深度：18—22公里。

其中发震时刻是根据宁夏各地震台站记到的 \bar{P} 、 \bar{S} 波到时，利用半几何法及和达法求取的。两种方法得到的结果相同。震源深度是用和达法求得的，与用石川法、半几何法求得的震源深度基本相同。

	走向	倾向	倾角	仰角
节面 I:	339°	NEE	80°	
节面 II:	68°	NNW	78°	
俯动力 X轴:	337°			13°
俯动力 y轴:	70°			10°
主压应力P轴	21°			20°
主张应力T轴	294°			1°
中等应力N轴	197°			74°

根据国内87个地震台站的P波初动资料确定的这次5.5级地震的震源机制解见图1。

其中矛盾点有12个，占13.8%，节线可

变动范围很小。

2. 震前的地震活动

自1920年海原8.5级大震序列过后，在其主要放能区内曾平静过一段时间^[1]。自1934年开始，主要放能区内又重新开始活动。这次5.5级地震是重新开始活动后发生的第九次中强度地震，也是到目前为止，在上述范围内发生的最大的一次地震（见表1、图2）。

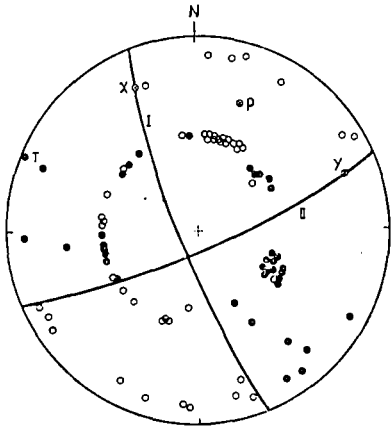


图1 海原5.5级地震的震源机制解（上半球投影）

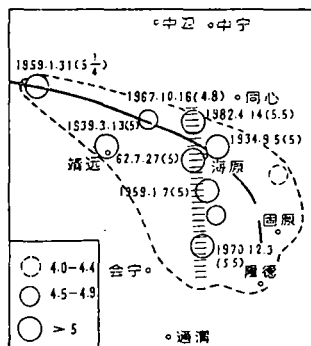


图2 海原大震后极震区内中强地震震中分布图

从图2中可以看出，当地存在有一条明显的呈北北西方向的地震带。上述九次中强地震震中有六次发生在这条地震带上或其附近。

图3给出了宁夏南部地区自1977年3月以来（震前五年）2.7级（ M_L ）以上地震的震中分布情况。由图3可以看出，震前明显地存在有两个近乎正交的地震活动围空区，一个在海原

表 1

地震日期	震中位置			震级	前、余震活动情况
	北纬	东经	地名		
1934.9.22	36°60'	105°70'	海原	5	震前5—8小时有前震三次, 无余震
1939.3.13	39°6'	104°70'	靖远	5	未记录到前震和余震
1939.1.31	36°1'	105°80'	海原	5	未记录到前震和余震
1.31	37°0'	104°	景泰	5 ¹ / ₄	无前震, 震后附近地区有3—4.5级地震活动
1962.7.27	36°50'	105°50'	海原	5	未记录到前震和余震
10.9	36°10'	105°70'	海原	4.7	未记录到前震和余震
1967.10.16	36°80'	105°10'	靖远	4.8	未记录到前震和余震
1970.12.3	35°51'	105°33'	西吉	5.5	震前三天有一次3.5级前震, 无余震
1982.4.14	36°45'	105°30'	海原	5.5	无前震, 最大余震震级与主震相差3级

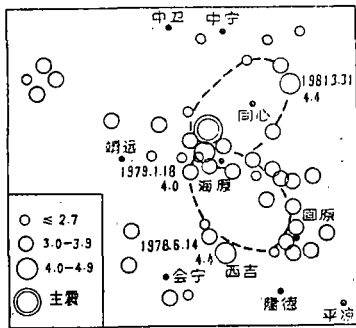


图 3 海原5.5级地震前的地震空区

至同心一带, 呈北东方向; 一个在海原、西吉、固原之间呈北西方向。两者的形状近似, 大小相同, 主震发生在它们之间的交接部位。五年之中当地发生的三次 $M_L \geq 4.0$ 级的地震震中也是沿上述两个空区的长轴方向迁移的。空区的长轴约90公里。

主震前15天即3月30日在前述头一个空区的东北端发生了一次 $M_L = 3.4$ 级的地震。主震后42天即5月26、27日在固原西北——后一空区的东南端又发生了小震群, 最大震级为3.7级。主震前后的这种地震活动情况, 也说明前述两个空区的存在可能都与这次主震的发生有关。

西海固地区是宁夏主要地震活动区。自1970年以来, 平均每年可以记到 $M_L \geq 2.8$ 级的地震12次。1979、1980年两年的地震次数明显减少(图4)。这种现象在1970年西吉5.5级地震前也出现过。同时震中区的地震活动强度也明显下降。据宁夏地震台网测定, 震前26个月的时间内, 震中周围半径为50公里的范围内没有发生过3级以上的地震。

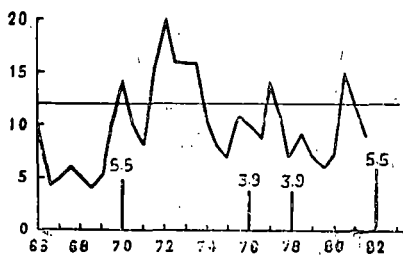


图 4 西海固地区逐年地震频次图

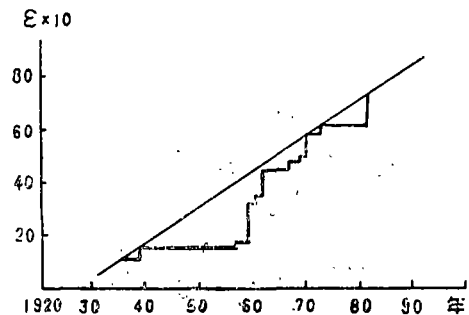


图 5 西海固地区应变释放曲线

另外, 从当地的应变释放曲线分析, 这次地震的发生并不是偶然的(见图5), 据此估计, 今后短时间内, 当地再次发生5级以上地震的可能性不大。

3. 前、余震活动情况

根据宁夏地震台网测定，海原5.5级地震的前震很不发育。自1981年元月以来，距主震震中30公里的范围内没有记录到地震。自1982年元月以来，在距主震震中45公里的范围内没有记录到地震（图6）。它的早期前震是1981年11月4日在固原、海原之间发生的3.1级地震。这次地震的震中位置正好处于图3中下边一个空区的边缘。

据宁夏地震台网测定，主震后余震较多。截止到4月底共记到余震49次，但是能够确定震中位置的仅有13次，大部分都是海原地震台的单台记录。这些余震中，最大震级为3.3级（ M_L ），3级以上的4次，2.0—2.9级的9次，1.0—1.9级的34次，小于1级的2次，它们的震中分布及逐日频次见图7、图8，余震序列的b值为0.66。

由上述资料分析，这次5.5级地震的余震活动具有如下特点：

震级小、次数少。最大余震震级与主震相差3.0。余震能量仅占整个序列的万分之一；震中集中，震源体积小，能确定震中位置的余震震中集中分布主震附近120平方公里的范围内。从海原台的单台记录资料分析，S—P变化不大，介于3.6—5.0秒之间。余震的震源深度介于18—22公里之间，与主震震源深度相近。这都说明余震活动无明显扩展现象；P波初动一致。由于受到资料的限制，不能做出余震的P波初动解，但是，海原台和西吉台记到的P波初动清晰的余震的初动符号均为正号，与主震一致。

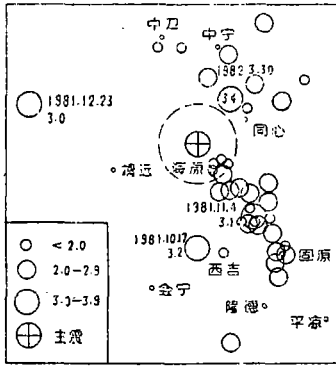


图6 海原5.5级地震前的地震活动

震源深度介于18—22公里之间，与主震震源深度相近。这都说明余震活动无明显扩展现象；P波初动一致。由于受到资料的限制，不能做出余震的P波初动解，但是，海原台和西吉台记到的P波初动清晰的余震的初动符号均为正号，与主震一致。

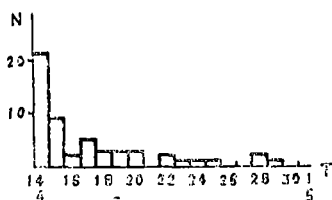


图7 海原5.5级地震后的逐日频次曲线

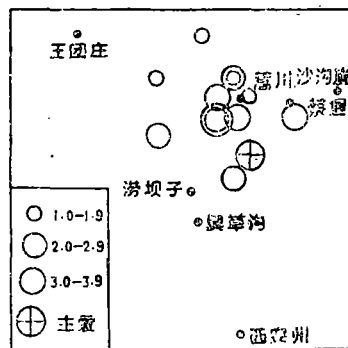


图8 海原5.5级地震的余震震中分布

根据宏观资料确定的这次主震的应力降为2.7巴，地震矩为 2.60×10^{24} 达因/厘米²。

4. 结论

(1) 海原5.5级地震的序列类型属于孤震型，主震能量占整个序列总能量的百分之百。从表1中可以看出，1920年海原8.5级大震后，其主要放能区内发生的九次中强度地震都具有这种特征，其原因在文献[1]中已进行过讨论。

(2) 这次地震与1970年西吉5.5级地震同发生在太阳黑子活动高潮过后的“降段”，

与1920年海原8.5级地震相同。据统计，宁夏境内六级以上的地震全部与这种天文条件的触发作用有关。

(3) 图2中显示的北北西方向的地震条带反映了北北西向断裂的最新活动。近几年来4级左右的地震也有沿这个条带分布的迹象。

(4) 根据这次地震极震区的长轴方向和余震震中分布，P波初动解中的节面I可能是震源断层面，但确切的结果需今后用谱分析资料确定。

(5) 震前出现两个小震活动围空区的形状相似，大小相等，呈共轭分布。

(6) 从应变释放曲线分析，当地近期再次发生5级以上地震的可能性不大。

(宁夏回族自治区地震研究所 李孟奎 赵知军 王一宽)

参 考 文 献

- [1] 国家地震局兰州地震研究所、宁夏回族自治区地震队，一九二〇年海原大地震，地震出版社，1980。
- [2] 吴开统等，海城地震的序列特征，地球物理学报，Vol.19, No.2, 1976。
- [3] 李孟奎、赵知军，前兆震群与短期前兆异常的时间特征，地震研究，Vol.4, No.2, 1981。
- [4] M. Bath, Introduction to seismology, Birkhauser verlag and basel stuttgart, 1973.
- [5] C.H. Schotz, The frequenc—maqnitude relation of microfracturing in rock and its relation to earthquakes, B. S.S. A., Vol.58, No.1, 1968.
- [6] S.J.Gibowicz, Stress drop and aftershocks, B.S.S. A., Vol.63, No.4, 1973.
- [7] J.N. Brune, Tectonic stress and spectra of seismic shear waves from earthquakes, J.G.R., Vol.75, No.26, 1970.