

甘肃河西地区震源机制的初步研究

张 伶

(兰州地震研究所)

一、前 言

众所周知中国西部及毗邻地区,从1897年印度阿萨姆 8.6 级地震到1957年蒙古阿尔泰大震,这六十年内发生了一系列强烈地震,形成了中国西部地区地震活动高潮期,以后便进入了相对平静,甘肃河西地区正是在这个背景下发生了1927年古浪 8 级大震,1932 年昌马 7.5 级大震,1954年山丹 7 级地震和同年民勤 7 级大震。此后地震活动很快平静下来,近三十年来 5 级和 5 级以上地震都很少发生,既使在六十年代至七十年代,我国华北、西南大震频繁发生,该区地震活动仍保持平静状态,这反映了河西地区应力场经过大规模地震能量释放以后进行了调整,那么,这个应力场调解的测震学指标是什么呢?如果能找到具体的指标就能为未来地震的大趋势提供依据,也就是说可以为河西地区再次进入地震活动高潮期的时间提供依据。因此,这一课题在测震学研究和对预报实践都是有意义的。

由于河西地区自1954年山丹地震以来 5 级和 5 级以上地震很少,能求震源机制解的不多,而且由于西部地区台站稀少,无法由单个地震来求该区的震源机制。为了解河西地区近几十年来应力场的分布情况,我们采用日本人安艺敬一提出的由小震综合机制解来研究某一地区的区域应力场这一方法^[1],对河西地区的震源机制和应力场进行了初步的研究,即将给定范围内的多次小地震的震源重合在一起,这样便可得到很多初动符号,使其落在同一震源参考球上,由此得到的综合符号分布结果基本上能反映该区的应力场,这种方法在所研究地区区域应力场比较稳定而区域构造又不太复杂的情况下是可行的。

通过对河西地区地震平静期和高潮期地震机制的对比研究,发现一些明显的差异,初步研究结果表明这些差异可以作为河西地区地震活动高潮期和平静期的测震学指标。

二、资 料 选 取

本文使用的资料取自甘肃省地震报告,共选取了1970—1980年河西地区十一年的资料,选得 187 个小地震的初动符号,这些小震的深度大多位于地壳上部,其中部分地震由于资料的限制,无法求得深度,考虑到该区的震源深度多分布在10—30公里范围内,因而将这些地震按平均深度为20公里考虑,这样选取有一定的误差,但从最后的结果来看,还是可以应用

的。

三、分区震源机制结果

1. 嘉峪关—镜铁山地区 其范围大约为北纬 39° — 40° ，东经 97° — 99.5° ，从1970—1980年的甘肃地震报告我们共选取了55个地震。

将其初动符号在同一震源参考球上，则出现了较明显的象限分布，並画出了两个P波节面，由图1b所示，可以看出主应力方向並不完全偏向水平，而与水平面有很大的夹角，这说明这一地区受的区域应力並不是偏近于水平的。

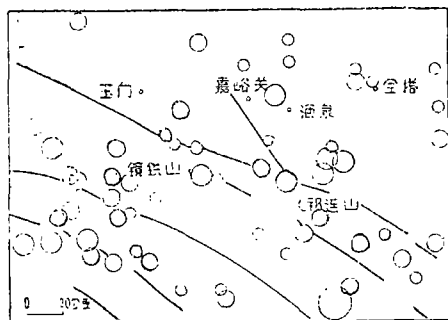


图1a 嘉峪关地区小震分布图

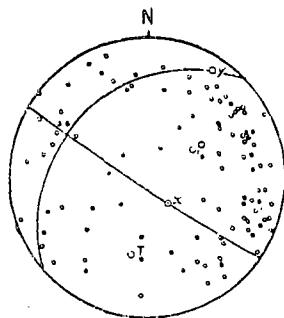


图1b

Fig. 1 The distribution of small earthquakes in Jiayuguan area

把这组P波节面与当地的地质构造条件做对比，可以看到，嘉峪关—镜铁山地区构造以北西西向断裂占优势，因而，由A节面倾角为 80° 来看，小震初动的综合机制解所反映北西西向的构造活动的断层面是比较直立的，这说明该区的构造活动是以垂直运动为主的。

在这个统计区范围内1962年8月1日曾在金佛寺附近发生5.4级地震，其震源机制结果表明有一节面与图1中的北西西方向节面完全吻合^[8]，如果认为这一节面是发震断层的话，则此次地震是属平推性质的。1970—1980年小震综合机制解所得到的北西西向断层面的运动性质与1962年金佛寺地震有较大的差异，这一问题有待进一步研究。

2. 山丹民乐地区—河西中部地区 本区选取范围较大，由永昌以西到高台肃南以东北纬 38° — 39° 东经 99.5° — 101.5 共选取了132个小地震（图2a）由于这个地区资料较多，而且在1978年该区民乐附近还发生了一次4.7级地震，可将该区资料分时间段处理。

①70—71两年选取14个小地震，其初动符号在吴尔佛网上杂乱无章，划不出节线，说明70—71年该区没有形成稳定的应力场。

②72—76年作为一个阶段，从中选取57个小地震的资料，由图2c可以看出符号的象限分布比较清楚，各象限错号小于25.8%，其综合机制解表明断层面比较直立，最大和最小主应力的倾角都很小。

③将76—78年8月（民乐 $M_s = 4.7$ 地震前三年）的资料点在一个震源参考球上（见图2d），得到的线与节图2c相近。并且出现更为清楚的象限分布，错号比以前明显地减小，只占22%，见图2d。将图2c与图2d重合，即将72年—78年8月的资料点在一个震源参考球上

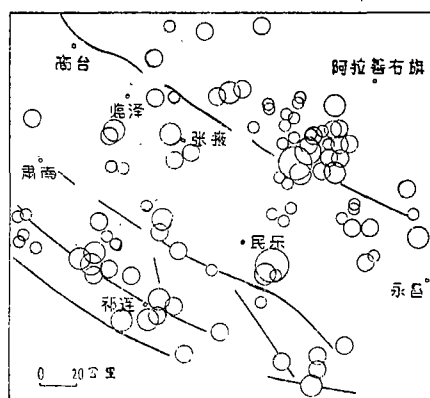


图 2 a 山丹民乐地区小震分布图

Fig. 2 The distribution of small earthquakes in Shandan—Minle area

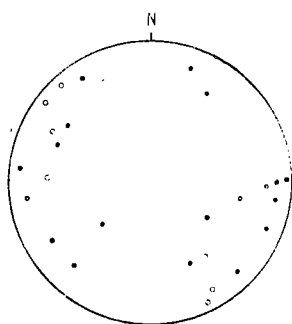


图 2 b

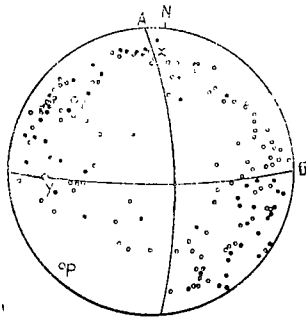


图 2 c

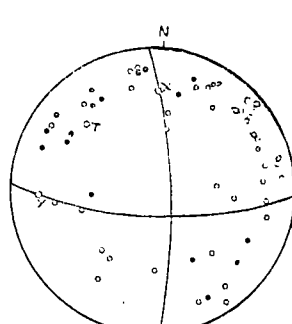


图 2 d

(图 2 e), 其节线和前边 2 组比较一致而且符号的象限分布仍然比较清楚, 节线误差较小, 由此进一步证实了该区较大地震前初动符号一致性增强, 表明该区在此段时期内构造应力场的稳定性增强了。

将上述节线与民乐 4.7 级地震分线相比较, (图 2 f) 虽然民乐地震的震级不够大、能清

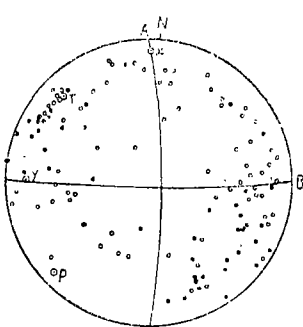


图 2 e

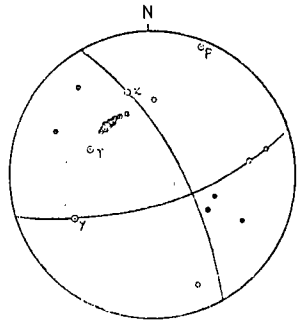


图 2 f

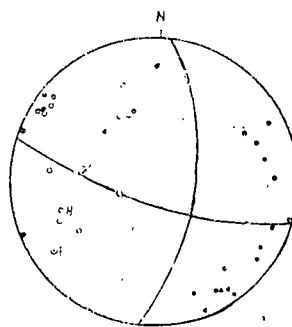


图 2 g

楚地记到初动符号的台站少,使得节线有较大的变动范围(图2f),但它和这个地区的三组小震机制解相一致,因而也增大了民乐地震机制解的可信度。民乐4.7级地震后的节线由于初动资料少,节线误差较大(图2g),但符号的象限分布没有改变,这点是可以肯定的。

由该区不同时段所得到的震源机制解来看该区的最大主应力是偏近于水平的,其主压应力方位大致位于北偏东,近北东。

3.河西堡、九条岭—河西走廊东部地区
这个地区是甘肃省小震活动水平较高的地区,小震活动的范围大致上仍然分布在1927年古浪8级大震震源区附近。根据该区小震机制结果(如表1所示)〔2〕表中的主压应力可以看出,该区的平均主压应力在200度左右,这一主压应力方向为北北东比较偏近于南北,主压应力仰角35°,比较偏大,主张应力与水平面的夹角很小,这说明该区的水平应力场比山丹民乐地区的水平应力场弱。

表1 九条岭地区震源机制参数

Table 1 The parameter of focal mechanism in Jiutiaoling area

参 数 震	断层面参数				主应力轴参数				备注
	A 节面		B 节面		P 轴		T 轴		
	走向	倾角	走向	倾角	方位	仰角	方位	仰角	
1973. 5. 29 M _L = 4. 8	37°	47°	159°	60°	196°	53°	97°	6°	小震 机制 小震 机制
1973. 12. 9 M _L = 4. 5	66°	70°	160°	80°	205°	20°	112°	8°	
1971—1977	54°	65°	157°	65°	195°	35°	106°	0°	
1975—1977	76°	55°	176°	75°	222°	37°	121°	13°	
平均	58°	59°	162°	70°	204°	35°	108°	7°	

四、河西三地区应力场的差异

将河西三地区震源断层面参数和主应力参数综合于表2。由表2可以看出,近十多年来河西地区应力场有如下特点:

表2 河西三地区现今震源机制参数

Table 2 The parameter of focal mechanism in Gansu Hexi area

参 数 震 时		断 层 面 参 数						主 应 力 轴 参 数												备 注
		A节面			B节面			B轴		T轴		N轴		x轴		y轴				
		走向	倾向	倾角	走向	倾向	倾角	方位	仰角	方位	仰角	方位	仰角	方位	仰角	方位	仰角			
70—80	嘉峪关地区	302°	东北	85°	222°	东南	25°	58°	45°	190°	35°	300°	24.5°	133°	64°	32°	5°	小震机制		
70—71	山丹民乐地区	无解																		小震机制
72—76	山丹民乐地区	356°	南西西	80°	87°	北	85°	221°	4°	311°	11°	113°	79°	365°	5°	266°	10°	小震机制		
76—78.8	山丹民乐地区	354°	南西西	77°	89°	北	69°	43°	5°	311°	24°	143°	66°	389°	20°	263°	13°	小震机制		
72—78.8	山丹民乐地区	352°	南西西	73°	85°	北	80°	217°	5°	309°	19°	114°	70°	355°	10°	262°	17°	小震机制		
78.8	民乐 $M_s = 4.7$	332°	南西	68°	75°	北西	66°	23°	2°	323°	39°	122°	58°	345°	28°	242°	26°	小震机制		
78.9—80		4°	西	59°	285°	北西	72°	232°	9°	328°	36°	130°	54°	15°	18°	274°	32°			
平 均																				
1973.5.29	$M_L = 4.8$	37°	东南	47°	159°	西南	60°	196°	53°	97°	6°	0	33°	249°	30°	127°	43°	小震机制		
	$12.9 M_L = 4.5$	66°	东南	70°	160°	西南	80°	205°	20°	112°	8°	6	67°	250°	10°	156°	20°			
1971—1977		54°	东南	65°	157°	西南	65°	195°	35°	106°	0°	15°	53°	247°	25°	144°	25°			
1975—1977		76°	南南东	55°	176°	西	75°	220°	37°	121°	13°	16°	51°	251°	15°	165°	36°			
平 均		58°	东南	59°	162°	西南	70°	204°	37°	108°	7°	9°	51°		20°					

1. 三个地区的应力场有较大的差异, 如在河西西部地区其主压应力的方位为北东东向(北偏东 58°), 仰角较大, 主张应力轴近乎南北(北偏东 10°), 仰角也较大, 因而中等主应力轴近乎在水平面内, 与水平面的夹角仅为 25° , 河西中部地区的主压应力方位为北偏东 40° 左右, 仰角很小, 主张应力方位为北偏西 44° , 仰角也接近于水平, 因此其最大和最小主应力基本上位于水平面内, 而中等主应力位于铅直面内, 在河西东部地区主压应力更偏向于南北, 与正北方向的夹角仅为 24° 左右(北偏东 20°)平均仰角较大(37°), 主张应力偏近于东西向, 仰角很小。

以上河西三地区的应力差异表明, 由西向东主压应力轴由北东东逐渐转成北东到河西东部地区接近北北东, 从最大和最小主应力轴的仰角和中等主应力轴的仰角来看, 河西中部地区最大主应力和最小主应力接近水平, 中等主应力基本位于铅直面内, 而在河西西部地区, 主压应力的仰角较大, 说明河西西部以垂直运动为主, 河西东部主压应力轴仰角略微偏大, 水平应力场比较弱。

2. 三个地区的断层面解不一致, 在河西地区比较发育的地质构造有二组, 一组为北西西, 一组为北北西, 根据前表中所引出的断层面解, 在河西地区西部和东部P波解面中有一组与当地的地质构造相符合, 如在西部地区北偏西 58° 的断层面走向是接近当地北西构造走向的, 然而在中部地区震源机制所得到的二个P波节面分别接近南北和东西, 这和当地的北西西构造不同, 说明该区原来存在的一些构造带没有明显的活动, 这样在北东 40° 左右的主压应力场作用下, 就会产生近东西和南北向的构造活动。

由以上二个特点可以看出, 河西走廊在近十多年来分区构造比较明显, 在这一历史上的强烈地震带内并没有形成一个统一而稳定的应力场, 这可能就是河西走廊近十多年来一直没有发生较大地震的原因。由三个地区的对比以及初动符号的一致性来看, 中部地区的一致性可能更强些。未来强震有可能首先发生在中部一山丹、民乐地区。

五、与高潮期所反映的应力场对比

前面已经提到河西走廊和祁连山地区是我国强烈地震活动带之一, 在这里我们根据自1900年以来地震活动高潮期发生的大震, 将宏观和仪器资料所确定的震源机制列于表3〔3〕。

表3

高潮期强震机制参数

Table 3 The parameter of strong shock mechanism in high tideperiod

时 间	A 节 面			A 节 面			P 轴		T 轴		N 轴		备 注
	走向	倾向	倾角	走向	倾向	倾角	方位	仰角	方位	仰角	方位	仰角	
1927古浪	34°	北西	72°	303°	南西	84°	258°	18°	350°	9°	105°	70°	
1932昌马	119°	北东	80°	33°	南东	70°	168°	8°	74°	22°			
1954山丹	5°	西	61°	85°	北东	73°	34°	9°	129°	55°	291°	17°	
1954民勒	150°	南西	85°	60°	北西	80°	15°	4°	285°	10°	124°	80°	
平 均								10°		19°			

由表3可以看出在地震活动高潮期, 震源机制所反映的主压应力和主张应力比较偏近于水平方向, 而中等主应力则接近铅直方向, 这样整个河西地区的构造活动是以平推为主的。

从断层面的走向来看,它们大都与该区的主要构造北西或北西西向构造带相吻合。

由以上资料的分析我们可以明确地看出,在地震活动高潮期河西地区机制的一致性比较好,应力场比较稳定,整个河西地区的水平应力场是相当强的。而在地震活动平静期,整个河西地区水平应力场比较弱,而没有形成一个统一而稳定的应力场。这些差异说明在一个大地震高潮期发生后,该区应力场会进行一系列的调整,在调整过程中各区的应力轴可能会发生很大的转向,因此现今应力场的分区特征表明该区近年来处于相对平静期。

以上资料揭示出,可以用小震初动的综合机制解来做为确定地震活跃期和地震平静期的指标,这对于某一地区地震活动的总趋势的研究是十分有益的。

(本文1981年12月27收到)

参 考 文 献

- [1] 李钦祖等:由单台小地震资料所得两个区域的应力场,地球物理学报,16卷49—61 1973.
- [2] 赵振等:甘肃九条岭地区地震活动的初步研究,西北地震学报,1卷3期 1979.
- [3] 国家地震局震源机制研究小组:中国地震震源机制的研究,1973.1.

A PRELIMINARY STUDY OF FOCUS MECHANISM IN AREA OF GANSU HEXI

Zhang Ling

(Lanzhou Seismological Institute)

Abstract

In this paper the focus mechanism and stress field of the seismic activities in area Hexi is studied by using the method of the solution in the small compound earthquake. The result shows that there is a clear difference between the seismic upsurge period and seismic quiet period in the seismic area; and it may be used as an indication of seismic activities in the area.