

兰州地震研究所  
科研成果汇编

(一九八二年)

情报资料室

---

# 目 录

## 地震学理论及实验研究

|                              |     |     |     |                |
|------------------------------|-----|-----|-----|----------------|
| 由西海固地区讨论大陆板内地震的垂直力源·····     | 秦保燕 | 姚立珣 | 徐纪人 | 李亚荣 ( 1 )      |
| 黄土地区爆破地震水化学效应·····           | 杨崇义 | 倪明康 | 王振亚 | 任定荣 ( 14 )     |
| 应力作用下层状砂岩电阻率的变化特征<br>·····   | 谢原定 | 吕广廷 | 赵广莖 | 金 铭 蒋续媛 ( 32 ) |
| 地震断裂终止条件的实验研究及相应的地震地质条件····· | 汤 泉 |     |     | 贺玉亭 ( 40 )     |

## 地震预报及前兆研究

|                                     |     |     |                    |
|-------------------------------------|-----|-----|--------------------|
| 中强震前水氡短临异常的研究·····                  | 张文晔 | 姚庆春 | 杨淑英 ( 47 )         |
| 兰州地磁台特征线斜率与南北地震带北段中强震的初步研究<br>····· | 朱忠杰 | 王仕明 | 吴德珍 ( 56 )         |
| 1982年海原5.5级地震前兆初步总结<br>·····        | 杜振民 | 田植甲 | 李海华 周怀智 查小刚 ( 65 ) |
| 区域地震尾波的前兆特性·····                    | 顾瑾平 | 虞雪君 | 盛国英 冯德益 ( 80 )     |
| 由固体潮对小震的调制初探地震危险区和危险来临程度<br>·····   | 秦保燕 | 姚立珣 | 徐纪人 李亚荣 ( 92 )     |

## 地震地质研究

|                                              |     |     |                 |
|----------------------------------------------|-----|-----|-----------------|
| 1718·6·19通渭地震和1654·7·21天水地震地区航空照片判读<br>····· | 刘百簋 | 周俊喜 | 李秦梅 李玉龙 ( 103 ) |
| 1920年海原 (8.5级) 地震断层晚更新世以来活动特征的初步研究<br>·····  | 周俊喜 | 刘百簋 | 李玉龙 ( 114 )     |
| 松潘地震 (1976·8) 孕育条件及震源过程的数值模拟研究 ·····         | 郑文卿 |     | ( 123 )         |

## 地震观测及台站建设

|                                                     |          |     |                 |
|-----------------------------------------------------|----------|-----|-----------------|
| GS <sub>11</sub> —150*重力仪观测精度的提高·····               | 郭大庆      | 李建平 | 田少柏 白亚平 ( 141 ) |
| 兰州台面波震级偏差的地理分布·····                                 | 郭履灿      | 李绍业 | ( 155 )         |
| 兰州——天水——武都流动水准选、埋、观技术总结——兼评垂直形变在甘肃地震<br>监测中的作用····· | 综合预报室形变组 |     | ( 160 )         |
| 地电阻率法的台址条件·····                                     | 陈有发      | 丁 卉 | ( 181 )         |
| 试论地震台站的管理·····                                      | 石特临      |     | ( 215 )         |
| 甘肃地区分层地壳结构·····                                     | 王周元      |     | ( 225 )         |
| Sp震相特征与兰州台附近地壳厚度测定·····                             | 许建生      | 马志新 | ( 237 )         |

## 仪器研制及计算机应用

|                        |     |         |
|------------------------|-----|---------|
| DJS—6 机磁盘应用程序工作报告····· | 邵世勤 | ( 243 ) |
| DJS—6 机盒带装置的应用软件·····  | 邵世震 | ( 264 ) |

# 由西海固地区讨论 大陆板内地震的垂直力源

秦保燕、姚立珣、徐纪人、李亚荣

## 摘 要

根据震源机制的研究,我国的许多浅源大震不仅有强大的水平力作用,而且也有垂直力参与作用。虽然垂直力与水平力相比居于次要地位,然而垂直力对地震孕育和发生均起着十分重要的作用<sup>[1,2]</sup>。为此寻找垂直力源的位置是十分重要的。鉴于目前我国探测深部的手段少,无法进行动态观测。本文提出二种间接的方法来研究垂直力源:

1. 利用垂直力的作用对地震图像变化的重要影响来研究垂直力源。目前在我国发现很多环形围空区,这些环形围空区单纯用水平力是不好解释的。此外环影空区随时间还有变化,这用比较稳定的水平应力场也难以解释。我们认为环形空区的图像不仅符合垂直力源所引起的环形剪切带这一理论计算结果,而且也符合垂直力源随时间变化大这一实际情况。

2. 利用震源机制解中包含有垂直力的信息来了解大陆板内的垂直力源

本文根据上述方法研究了西海固地区地壳的垂直运动力源,并与大地测量资料作了对比,得到了海原地区存在着垂直下沉运动的结果,即小震活动基本上围绕着大地测量所得到的下沉区。震源机制解推断的主压应力方向汇指于海原地区附近,以及小震的机制解在海原地区附近为正断层或走滑兼正断层。论证了该区存在着垂直力源的作用。

## 引 言

由震源机制的统计结果推断,我国大陆板内的地震力源主要来自于印度板块和太平洋板块对中国大陆的推挤作用,同时也有垂直力参与作用<sup>[3]</sup>。虽然垂直力居于次要地位,然而它对地震的孕育和发生却起着十分重要的作用。事实上大地震也通常发生在有强烈的垂直运动地区。因此研究我国大陆地区的垂直力源以及垂直力源分布随时间的变动情况无疑对研究地震成因和地震预报是十分重要的。目前对于大陆板块下部上地幔的运动情况了解不多,因为要直接地、连续地探测上地幔的重力分异、相变、地幔柱等的动态变化需要耗费大量的投资。本文鉴于垂直力的作用对地震图像变化有重要影响及受垂直力源作用的震源区在发震时震源机制解中包含有垂直力的信息出发来了解大陆板内的垂直力源。利用这个方法还可进一步研究大陆板内垂直力源的动态变化。

本文根据上述思路对西海固地区的中、小地震时空分布以及中、小地震机制也进行了详细的分析研究。我们发现西海固地区地壳不仅承受着较强的北东向水平应力场,而且该区地壳还有明显的垂直运动,其垂直运动的位置与南北地震带的位置相一致,与近几年来发生的中强地震近南北向的震源机制解和等震线长轴方向相一致。该区垂直运动的特点将对西海固地区

原有的北西西向构造起重要的改造作用，并对今后该区的地震活动起重要影响。

## 一、由地震活动探讨西海固地区地壳垂直运动力源

根据震源机制的研究，我国大陆浅源地震的主要力源是太平洋板块和印度板块对我国大陆的推挤作用，同时也存在着独立的垂直力源（由平推兼正断层地震资料来证明）。此外大地测量资料表明，在我国许多地方存在着纵横尺度相近的垂直形变区，这些形变区很难用区域水平力来解释。特别是在大地震前后，震中及其附近地面的垂直形变表现更为剧烈。这种种现象表明，地壳中不仅存在着巨大的水平应力而且也有着垂直力所引起的应力。根据文献〔7〕的研究，对于具有软夹层的分层地壳来说，在上述水平力和垂直力的共同作用下，在有垂直力作用的地区和其附近的上地壳中就容易孕育地震和发生地震。我们认为垂直力来源于上地幔。

众所周知，上地幔的物质是处于不稳定的状态之中，由于温度的不均匀，物质密度的不均匀以及物质具有流动性等特点，上地幔的物质会产生重力分异，相变，物质对流等运动，甚至在某些地方形成地幔柱。上地幔的这些运动给地壳提供了垂直力源。因为垂直力源远不如水平力源那么稳定，垂直力源的空间分布随时间是变化的。例如文献〔2〕列举了某些大地震前同一地区不同时期的环形空区图像，其前后图像差别很大。这种图像上的差别用垂直力随时间的变化来解释比较合顺。根据文献〔4〕，在垂直力作用的上方地壳中剪切应力很小。剪切应力主要分布在垂直力作用的边缘地区，由于在边缘地区还有水平应力的叠加，因而这里的剪应力比较大，中小地震比较发育，这样就会造成环形地震空区。当垂直力的空间分布随时间有变化时，环形空区也随之变化。这样我们就可以由环形地震空区随时间的变化间接地研究上地幔物质的垂直运动。

关于环形空区的地震图像，我国有很多同志研究过。在这里我们列举了西海固地区中小地震活动图，为了和大地测量资料进行对比（大地测量资料是1974—1978），我们也取了同期的地震活动资料，并把小震活动资料点到大体测量所得到的等值线图上，如图1所示。由图1可以看出在西海固地区最大的负形变区（即下沉区）位于海原至同心地区，在同心附近下沉幅度为最大。1974—1978年小震活动基本上围绕着这一近南北向的下沉区边缘。此外，在同心附近小震活动也较集中。由此可见环形地震的围空图像是与地面垂直运动的时空图像基本相符的。此外从图1还可以看出在固原的西北和西南分别存在小尺度的地面下沉区和隆起区，而其小震活动也基本上围绕垂直形变较大的地区，特别是在上升区和下沉区的过渡地带这里的小震活动特别密集，而在上升区和下沉区内部小地震活动相对较少。特别值得指出的是，一些较强的小震均发生在大体测量测得的地面形变区外围或是上升区或下沉区的过渡地带，这说明这些地带是垂直剪切应力最大的地区，而中强地震则发生在上述形变区边缘和环形空区的边缘，例如1982年4月14日海原5.5级地震就发生在这样的地区。以上这些现象是符合文献〔2〕理论计算结果的。

以上我们所讨论的地壳上升和下降运动的区域尺度是比较小的，按照理论计算，当上地幔运动的面积比地壳厚度大得多时，则在垂直力作用区的边缘不仅剪切应力大，而且张应力

\* 郭增建 内陆特大地震——海原大震的强度讨论，1981年中国赴日地震考察团报告。

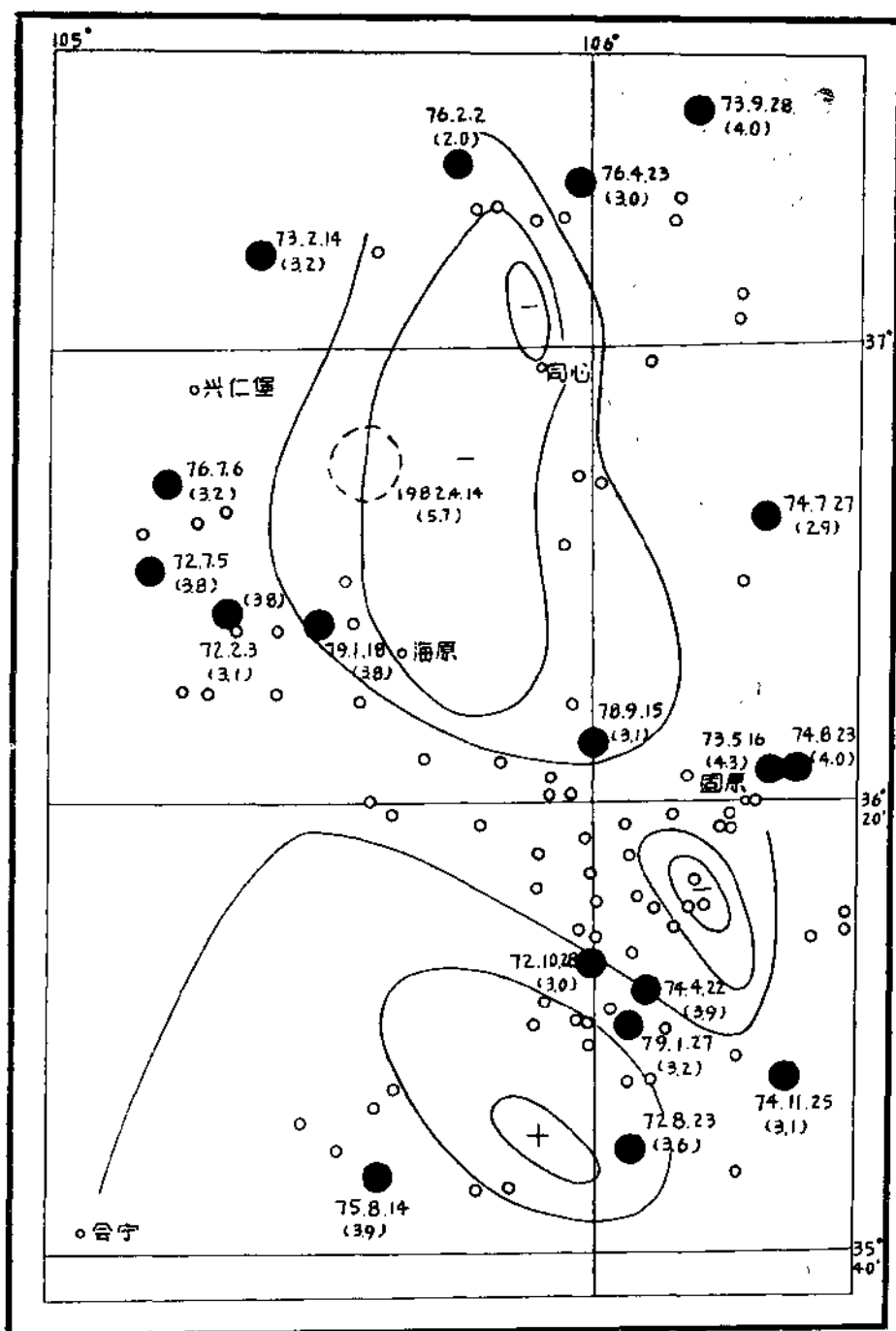


图 1、74—78年 小震活动与大地测量对比图

也较大。在垂直力作用的地区内由垂直力引起的剪切应力和张应力不大。这样上地幔垂直运动的面积越大，则地震环形空区将表现更加明显。例如根据郭增建同志的研究\*1920年海原大地震前23年曾出现面积很大的空区，几乎有半个中国那么大。他认为这个大面积空区是在这一时期上地幔有一大面积的上升运动所引起的。

由上所述，我们可以由环形空区的分布初步确定地壳垂直运动较强烈的地区，在此基础上再进一步判断中、强地震危险区。

## 二、由震源机制资料探讨西海固地区地壳的垂直力源

在我国由于大地震的震源机制是以平推为主的，且断层面比较直立，因此人们比较重视由它们去论证中国地震的水平力源以及这种水平力源与板块运动的关系。然而却忽略了从震源机制资料中去提取研究垂直力源的信息。下面我们根据西海固地区的震源机制资料从以下三个方面进行具体讨论。

1. 由西海固地区的区域应力场研究该区地壳的垂直运动

西海固地区位于1920年海原8.5级大地震极震区范围内，当时大震的震源断层面走向为北西西向。大震发生后该区内发生了很多中强地震（图2）以及发生了更多的小震。我们对1970年以后的中、小地震重新进行了震源机制处理，其结果如表1所示。各地震的P波初动在吴尔夫网上的投影，附在本文之后。

根据表1我们可以画出主压应力轴在吴尔夫网上的投影，如图3所示。可以看出该区主压应力以北东方向占优势，这一方向与中国东部地区震源机制所推断的主压应力方向

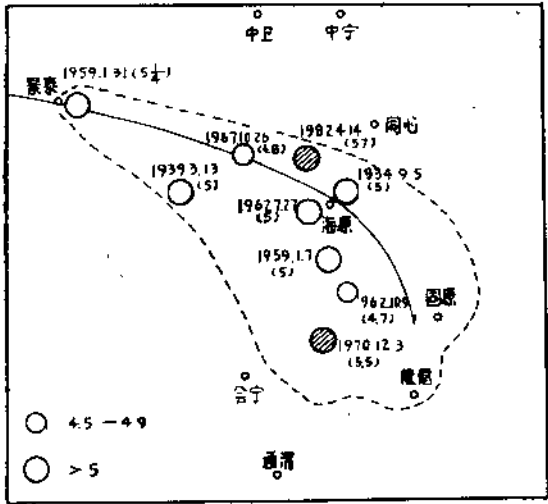


图2、海原大震极震区范围内的中强地震活动

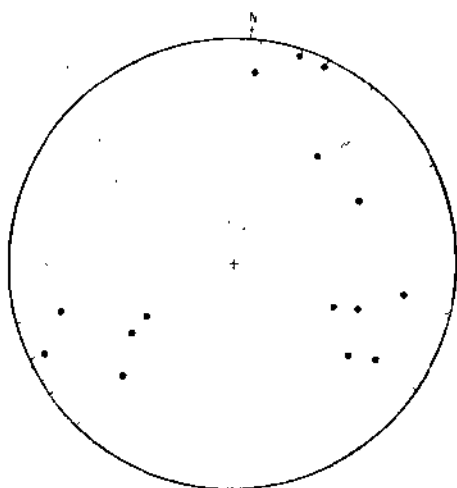


图3 西海固地区及其附近主压应力轴在  
吴尔夫网上的投影。

大体一致。这可能就是太平洋板块和印度板块对中国大陆推挤作用所产生的水平应力场，因之我们可视北东方向的主压应力为该地区的区域应力。除此之外，该区还存在北西方向和近南北向的主压应力分布。上述主压应力的汇聚方向在海原地区及其附近，如图4所示。出现这种现象的原因还不太清楚，但联系到前述的海原附近的下沉区和环形空区，主压应力汇聚在海原地区附近可能与该区的垂直下沉运动有关。

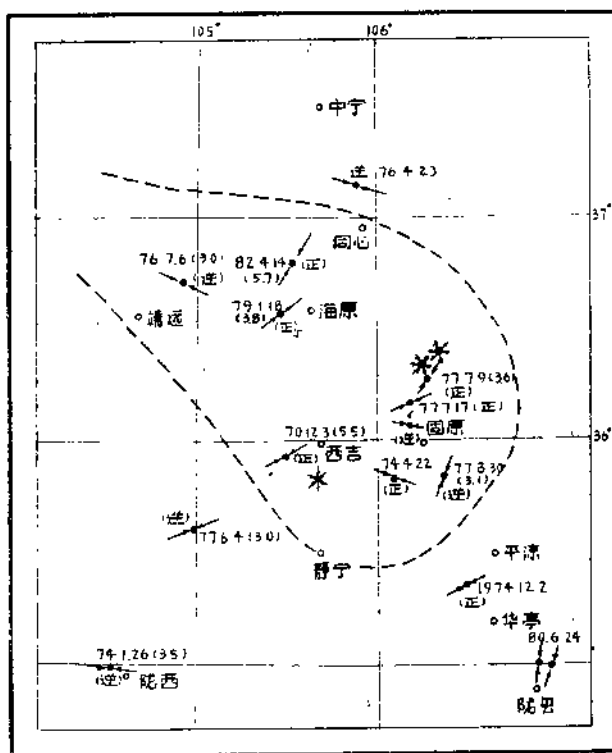


图4 主压应力轴在平面上的投影

2. 由西海固地区平推兼正断层机制解讨论该区地壳的垂直运动  
根据表1我们可以画出西海固地区中、小地震吴尔夫网投影。

由图5可以看出，围绕着海原地区的地震几乎均为正断层，而其外围则为逆断层。这一现象也正好说明海原及其周围地区地壳中存在着下沉运动，图5中的正断层有可能是地震时



直力源。

表2

三次特殊地震的参数

| 地震日期      | 震中位置                   | M   | h (公里) | 初动符号  |
|-----------|------------------------|-----|--------|-------|
| 1973、5、16 | 36° 24 106° 22<br>(固原) | 4.4 | 35     | 以正号为主 |
| 1974、8、23 | 36° 24 106° 19<br>(固原) | 4.1 | 15     | 以负号为主 |
| 1978、6、14 | 35° 52 105° 38<br>(西吉) | 3.9 | 16     | 以负号为主 |
| 1981、3、31 | 37° 00 106° 08<br>(同心) | 3.9 | 0      | 以负号为主 |

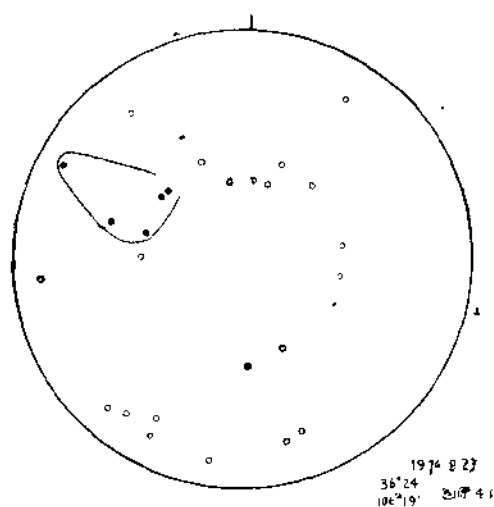


图 7

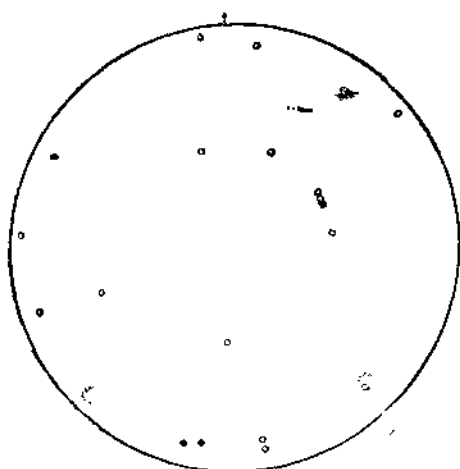


图 8 1981年3月31日 同心 3.9

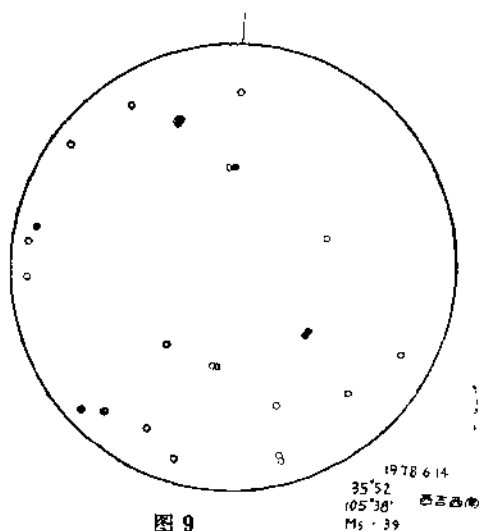


图 9

由此我们认为,中国大陆板内除受到缓慢的上地幔运动(与水平运动相比速度还是较快的)供给的垂直力以外,地壳内扩张型或压缩型地震的发生也会直接给地壳提供垂直力源。

### 三、有关问题的讨论

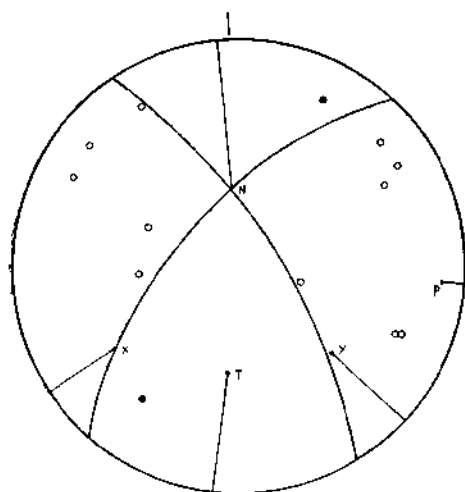
这里必须指出的一点是中国大陆地震中平推兼正断层地震的活动可以看成是地壳在上地幔垂直力源长期作用下所导致的结果(如上地幔作隆起、下沉和垂直差异运动时)。当然我们也不排除地震发生时上地幔直接供给地幔垂直力源的可能,但由于中国大多数大地震发生在花岗岩层内,而上地幔与它之间还有玄武岩层起阻隔作用,因此我们认为兼有正断层性质的大多数地震其垂直力源是通过上地幔的长期作用造成地壳垂直形变这种方式提供的(关于上地幔的不同运动方式在地壳中所引起的形变,请参考文献〔7〕),这可能是大陆板下上地幔运动远不如板块边界处和洋脊处快所造成的。此外从我国平推兼正断层性质的地震活动在我国大陆有普遍分布来看,大陆板下上地幔的运动是很不均匀的。由于这两点,中国大陆内部的大地震具有频度低,且震源分散等特点。再者中国板内的地震强度特别高,这单纯用太平洋板块和印度板块对中国大陆的推挤作用来说明是不够的,特别是对中国大陆中部的一些地震来说更是如此。因为这些地区并不能直接由印度板块向北东方向的运动和太平洋板块由东向西的运动直接提供能量,而需要由板内块体来传递上述的推挤力。显然由于运动的长距离传递板内的应力会有所衰减,因此光从水平应力的能源是不足以说明中国大陆中部的地震为何这么大(如1920年海原8.5级地震,1927年古浪8级地震,1931年富蕴8级大震等)。我们认为上地幔的垂直运动给这些地区也提供了相当的能源。

### 参 考 文 献

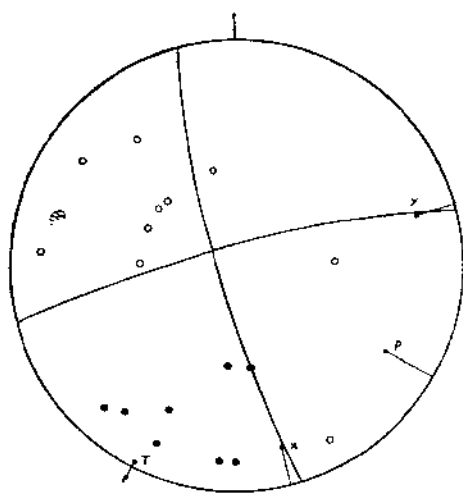
1. 郭增建、秦保燕,震源物理,1979,地震出版社。
2. 郭增建等,从震源机制资料讨论我国的现代构造运动,地震研究,1979,第4期。
3. 郭增建、秦保燕,地震预报中的某些力学问题,力学,1977年,第1期。
4. 秦保燕等,大震前震源区的确定与大空区形成的物理机制,1982年国际大陆地震活动和地震预报会议(北京)。
5. 赵知军,宁夏及邻区虚波速度与震源深度,地震观测与预报,第1期,1982。
6. 张诚等,甘肃及邻近地区的地壳厚度,西北地震学报,第1卷,第2期,1979。
7. 秦保燕等,由地震时震中区的显著下沉讨论震源的底部条件,西北地震学报,第1卷,第1期,1979。

表1 西海固及其附近的中、小地震机制解

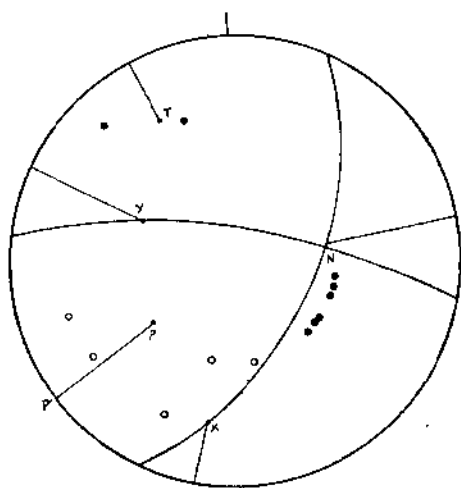
| 编号 | 地震日期                             | M    | h  | 节面 A                | 节面 B  | 错动力 X <sub>A</sub> | 错动力 X <sub>B</sub> | 主应力         |             |              |  | 备注     |
|----|----------------------------------|------|----|---------------------|-------|--------------------|--------------------|-------------|-------------|--------------|--|--------|
|    | 震中位置                             |      |    | 走向 倾向 走向 倾向         | 走向 倾向 | 方位 倾向              | 方位 倾向              | P (压) 方向 倾角 | T (张) 方向 倾角 | N (中等) 方向 倾角 |  |        |
| 1  | 1970. 12. 3<br>35. 9, 105. 5     | 5. 5 |    | 18 NW 46 284 SW 86  | 86    | 194 4              | 288 44             | 230 33      | 339 26      | 100 46       |  | 走滑兼正断层 |
| 2  | 1974. 1. 26<br>34. 59', 104. 34' | 3. 5 | 50 | 44 SE 60 149 SW 72  | 72    | 238 22             | 149 30             | 96 15       | 189 38      | 358 53       |  | 走滑兼逆断层 |
| 3  | 1974. 4. 22<br>39. 49', 106. 05' | 3. 9 |    | 344 NE 80 76 ESS 80 | 80    | 164 10             | 74 10              | 120 15      | 208 1       | 297 75       |  | 走滑兼正断层 |
| 4  | 1974. 12. 2<br>35. 3', 106. 32'  | 3. 7 |    | 26 NW 51 100 SSW 72 | 72    | 191 18             | 296 42             | 234 42      | 332 19      | 79 46        |  | 正断层    |
| 5  | 1976. 2. 13<br>36. 05', 106. 13' | 3. 6 | 20 | 68 SE 70 323 NE 60  | 60    | 55 30              | 158 21             | 109 38      | 17 6        | 275 51       |  | 正断层    |
| 6  | 1976. 4. 23<br>37. 08', 105. 57' | 3. 2 | 30 | 62 NW 75 350 NEE 40 | 40    | 79 50              | 334 13             | 124 23      | 10 45       | 231 36       |  | 逆断层    |
| 7  | 1976. 7. 6<br>36. 46', 104. 56'  | 3. 0 | 26 | 48 NW 80 338 NE 30  | 30    | 68 60              | 320 10             | 116 29      | 350 48      | 225 27       |  | 逆断层    |
| 8  | 1977. 6. 4<br>35. 37', 105. 0'   | 3. 0 |    | 26 NW 60 121 NE 80  | 80    | 33 10              | 302 30             | 250 13      | 349 30      | 137 56       |  | 逆断层    |
| 9  | 1977. 7. 9<br>36. 20', 106. 17'  | 3. 6 | 30 | 82 NNW 80 358 E 60  | 60    | 89 30              | 352 8              | 34 28       | 132 15      | 245 56       |  | 正断层    |
| 10 | 1977. 7. 17<br>36. 12', 106. 18' | 3. 5 |    | 13 SEE 75 110 SW 72 | 72    | 200 20             | 104 15             | 240 4       | 148 25      | 335 45       |  | 走滑兼正断层 |
| 11 | 1977. 8. 30<br>35. 52', 106. 22' | 3. 1 |    | 58 SE 80 146 NE 80  | 80    | 57 10              | 146 10             | 13 1        | 102 14      | 282 75       |  | 走滑兼逆断层 |
| 12 | 1979. 1. 18<br>36. 35', 105. 29' | 3. 8 | 23 | 10 SEE 82 95 NNE 60 | 60    | 5 30               | 95 8               | 59 26       | 320 16      | 203 58       |  | 走滑兼正断层 |
| 13 | 1980. 6. 24<br>35. 01', 106. 57' | 4. 3 | 20 | 93 N 50 127 NS 45   | 45    | 218 45             | 6 40               | 20 2        | 291 73      | 109 16       |  | 逆断层    |
| 14 | 1980. 6. 24<br>35. 00', 106. 58' | 3. 9 | 14 | 58 SE 70 132 NE 56  | 56    | 44 34              | 148 23             | 2 9         | 99 42       | 264 49       |  | 走滑兼逆断层 |
| 15 | 1982. 4. 14<br>36. 48', 105. 33' | 5. 7 | 22 | 352 W 84 79 S 64    | 64    | 169 25             | 262 5              | 219 20      | 123 13      | 4 63         |  | 走滑兼正断层 |



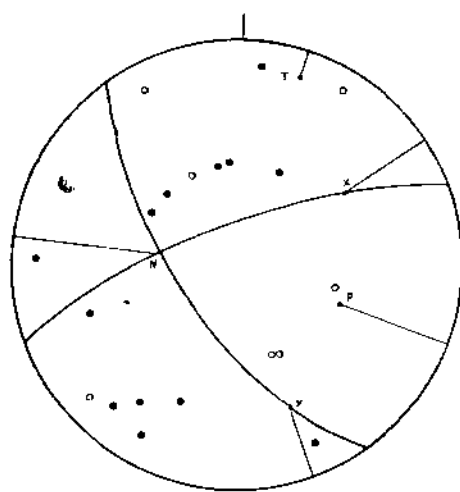
NQ 2  
1974.1.26  
34° 52' 西北 35  
104° 34  
「傾滑断面」



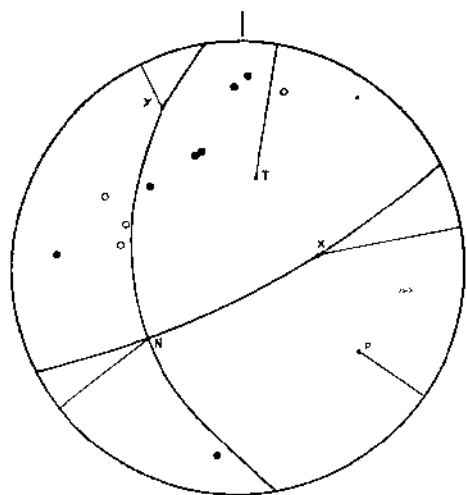
NQ 3  
1974.4.22  
35° 49' 西北 39  
106° 05' 西 39  
「逆滑正断面」



NQ 4  
1974.12.2  
35.3' 西 37  
106° 32' 西 37  
「逆滑正断面」

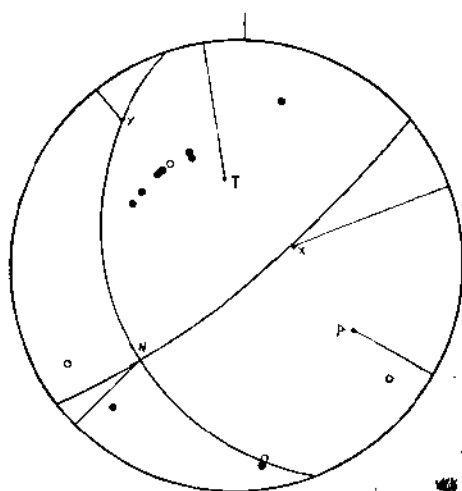


NQ 5  
1976.2.13  
30° 05' 西 36  
106° 13' 西 36  
「傾滑正断面」



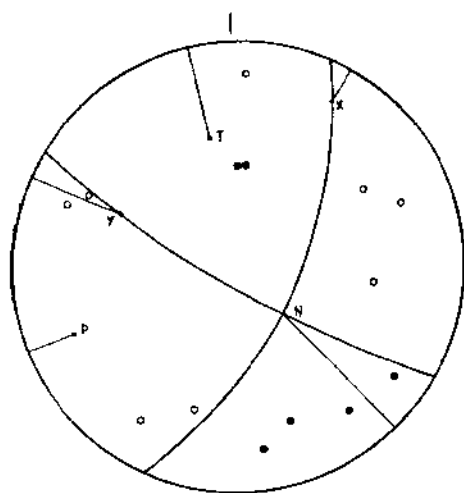
NQ6

1976.4.23  
37°50'  
105°57' (NM 32)  
(倾斜逆断层)



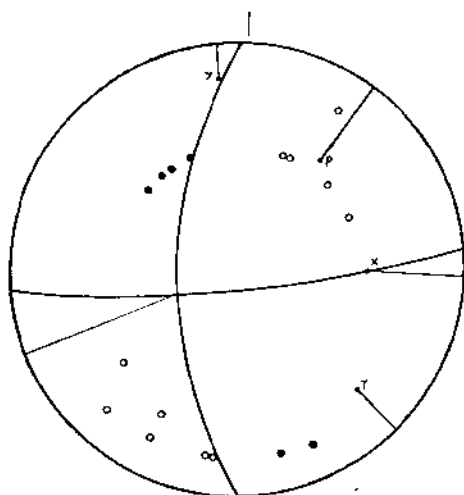
NQ7

1976.7.8  
36°46'  
104°58' 误差 34  
(倾斜逆断层)



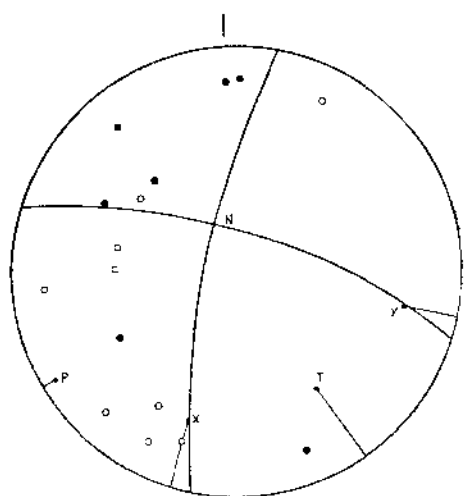
NQ8

1977.6.4  
35°37' 误差 30  
105°00'  
(倾斜逆断层)



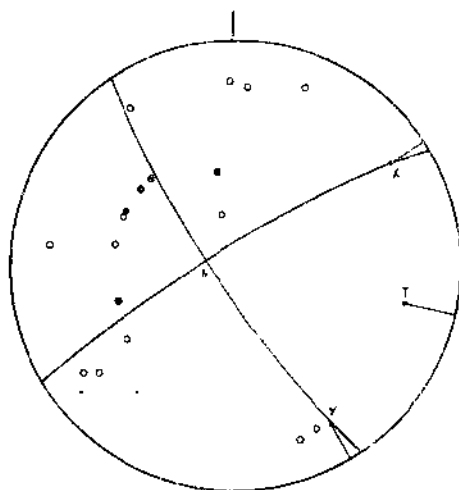
NQ9

1977.1.9  
36°10' 误差 38  
106°17'  
(倾斜正断层)



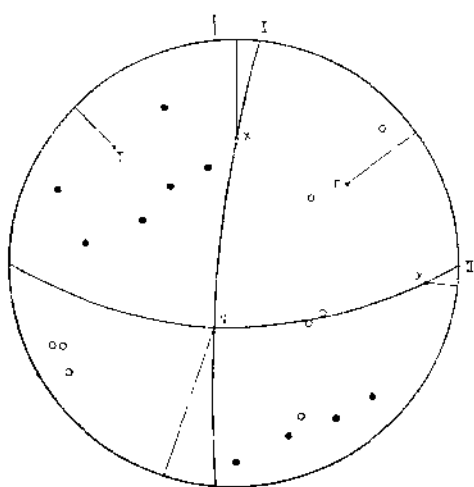
N910

1977-7-17  
 $36^{\circ}12'$   
 $108^{\circ}18'$  图原 35  
 (走滑逆断层)



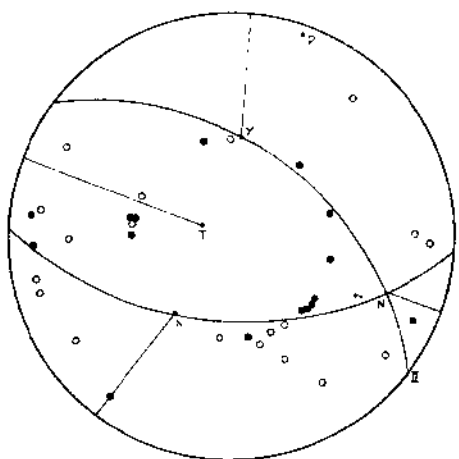
N911

1977-8-30  
 $35^{\circ}52'$   
 $126^{\circ}22'$  图原 3-1  
 (走滑逆断层)



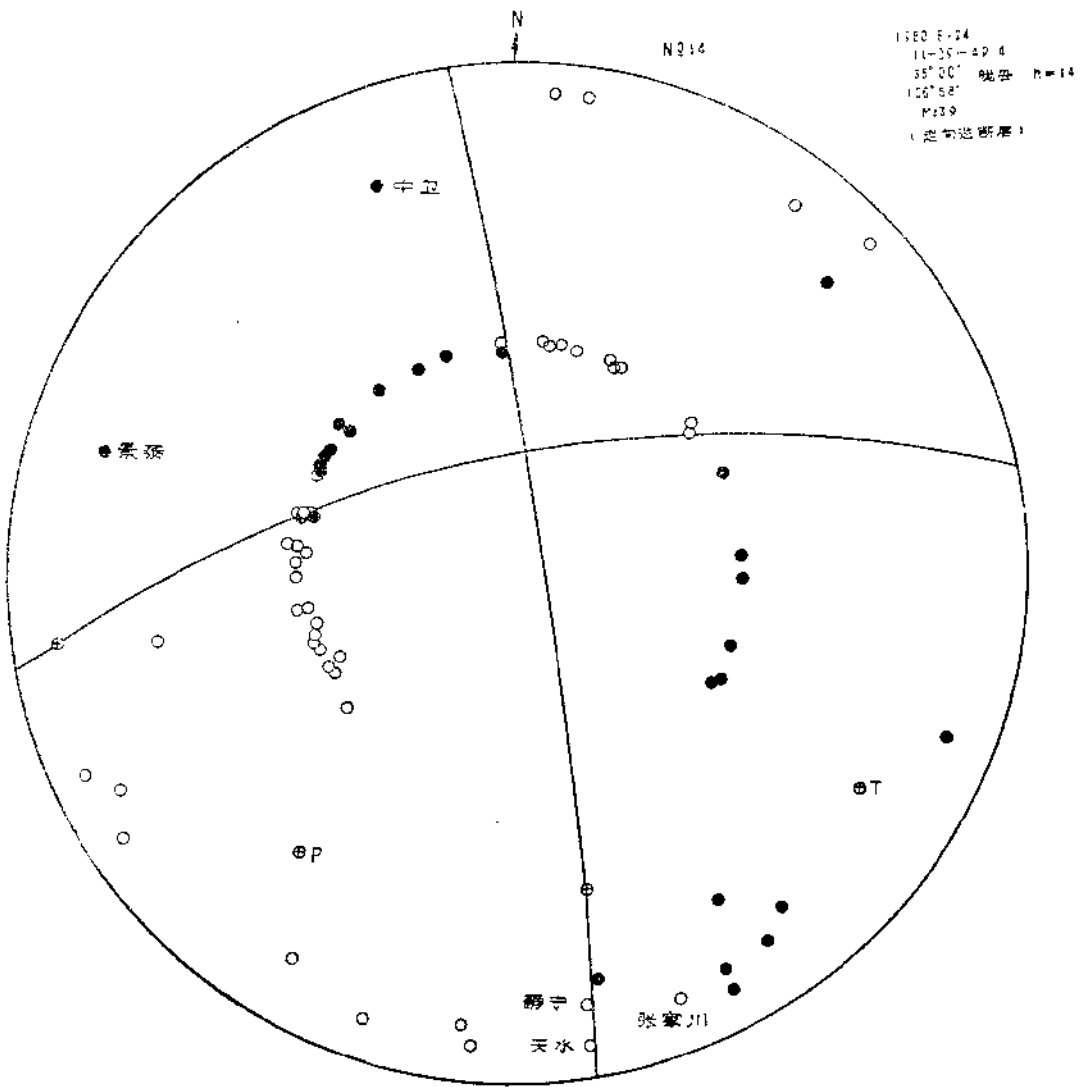
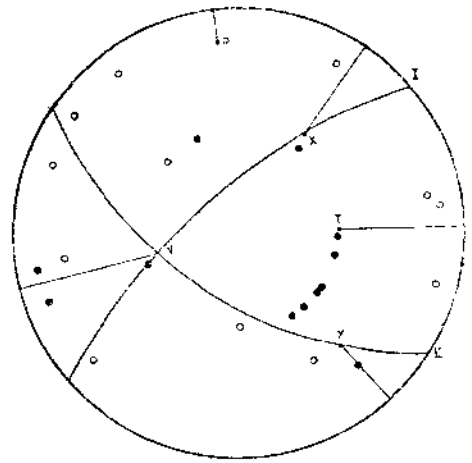
N912

1979-1-18  
 $36^{\circ}35'$   
 $105^{\circ}29'$  海原  
 Ms: 3.8  
 h: 23  
 (走滑正断层)



N913

1980-6-24  
 $35^{\circ}01'$   
 $106^{\circ}57'$  脱县 h: 20  
 Ms: 4.3  
 (倾向逆断层)



N 15

1982.4.14 海原地震

# 黄土地区爆破地震水化学效应※

杨崇义 倪明康 王振亚 任定荣

## 摘 要

1982年6月2日和7月1日国家计委物质储备局在甘肃永登县境内组织了两次黄土洞库爆破试验,炸药量分别为64.8吨和153.6吨(TNT)。我们利用这两次爆破进行了土氧,土壤气和水化学爆破振动效应的观测研究。土氧和土壤气的观测点距炸药库只有220米,水质观测点设在两公里左右处。具体的观测项目有土氧、水氧、氮、氧、氩、氩、氢、甲烷、一氧化碳、氟离子、PH等。

爆破后土氧变化具有如下特征:(1)普遍性。以药库为中心在一公里左右范围内,土氧普遍而明显地反映出超过平时最大值或最小值的数值,相对变化量可达10~63%。(2)变化形态具有相似性。(3)变化幅度随观测点距离增加而衰减。(4)变化在空间展布上具有明显的方向性。(5)变化时间上的突发性。

土壤气观测采用SP2305气相色谱仪和QDJ—A气敏仪,分析结果表明爆破场区地表土壤中没有氢和甲烷显示。气敏仪探孔第一次爆破时设在10公里远处,没有观测到任何变化。第二次爆破时探孔改设在距爆破中心380米处,起爆后观测到两次变化:第一次在5分钟时,第二次在1小时20分钟至1小时50分钟内出现的。

两次爆破的水化学观测结果表明,在巨厚黄土覆盖地区,人工爆破对地下水化学因子产生的影响是很微弱的,距爆破点仅2公里远的水中也没有观测到氟离子和PH的明显变化;水氧含量虽然在爆破后有所升高,但异常幅度不大,持续时间也很短,氧含量的升高可能是爆破产生的冲击力和超声振动破坏了井孔周围及含水层中吸附氧的束缚状态使其进入地下水所引起的。

为了探索水化学因子地震前兆与岩体受力的关系,利用一切人工能源做一些模拟试验是必要的。我国地震工作者曾利用人工爆破的振动效应对水化学因子地震前兆的应力应变机制进行了研究,对研究地震前兆水化机理提供了某些依据。兰州地震研究所水化学研究室组织的这一次爆破现场水化学观测与以往各次观测比较,具有下列特点:

1. 第一次在黄土地层中进行爆破和观测。以往的爆破水化观测,药库都在基岩上,这一次的爆破点及观测点都在单一的黄土地层中,首次取得黄土地层爆破水化观测资料。

2. 第一次开展土氧和土壤气的爆破现场观测。以往的爆破观测都只进行地下水成份的观测,这一次除进行水质或氧观测外,还进行土氧和土壤气观测,首次获得土氧和土壤气爆破地震效应的资料。

3. 第一次进行近场观测。以往的观测点都处在距炸药库几公里或几十公里之处,这一次所布的观测点是尽可能逼近炸药库,土氧和土壤气的观测点近的只有220米,水质的观测

---

※ 宋玉兰、郭玉英、宁志珍同志参加了土壤气、水质测试工作。

点设在两公里左右处。

由于具有上述三个特点，观测到一些与以往不同特征的资料。这对于丰富爆破观测资料和研究水化地震前兆机理是十分重要的，下面将分别对土氦、土壤气及水化学成分三个方面来讨论人工爆破振动效应特征及有关机制。

一、爆破试验场区概况

为了确定黄土地区地下炸药库发生意外爆炸时相邻洞库的安全范围，国家计委物资筹备局在甘肃省永登县大同公社东北6公里处的湾岛沟设立了黄土地区爆破试验场，代号为“七七工程”（见图1），组织了大规模的黄土洞库爆破试验。试验工作共分两个阶段。即82年6月2日102炮和7月1日103炮。两炮的基本参数见表1。

表1 爆 破 的 基 本 参 数

| 项<br>目<br>炮<br>号 | 试<br>验<br>日<br>期 | 药<br>量<br>TNT (吨) | 洞底标<br>高 (米) | 引洞长<br>(米) | 主洞长<br>(米) | 相当于震<br>级 (Ms) |
|------------------|------------------|-------------------|--------------|------------|------------|----------------|
| 102炮             | 82年6月2日12时       | 64.8              | 2045         | 12         | 42         |                |
| 103炮             | 82年7月1日12时       | 153.6             | 2040         | 16         | 56         |                |

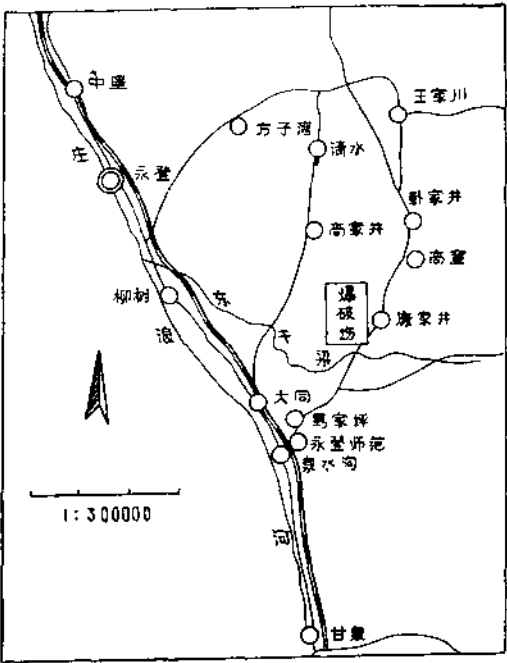


图1 永登爆破试验场区位置图