

民乐盆地现代构造应力场的初步研究

董 治 平

(国家地震局兰州地震研究所)

一、引 言

一般认为,中强地震的孕育主要受区域应力场的控制,因而,现代构造应力场的研究就成为探讨地震成因、预测地震危险区、实现地震预报的关键问题。为揭示构造应力场之规律,国内外学者提出了许多研究方法。如有限单元计算是以力学模型为基础的数值模拟,它使得应力场的研究趋于理论化。而原地应力测量则为我们打开了直接观察地应力变化的窗口。丰富的地震记录史为使定性研究现代应力场的变化打下了基础,从而产生了地震断层面解法。近年来,沙伊德格尔(A.E.Scheidegger)用水系研究构造应力场的方法^[1、2]得到了推广。该方法应用理论分布及统计规律,在诸多方向中求最佳平均方向的运算,可对大量随机地质现象的观察资料进行统计分析,为定量反演构造应力场提供了一条途径。本文遵循沙氏与艾南山的思路^[3、4],应用活断裂资料,结合对水系、震源机制解进行统计分析,对民乐盆地的现代构造应力场作了初步探讨。

二、理论根据及资料

由断层的形成机制可知,断层的形成和发展是一个动力学过程,任何断层均具有一个共同的基本特征或必要条件,即断层的两盘沿断层面发生相对滑动,这种滑动实质上是剪切滑动。因此,任何断层面均毫无例外地是一个剪切滑动面。就这个意义而言,可以认为剪切作用是形成断层的直接作用,或者说是断层活动的普遍模式^[6]。据此,本文假设活断层(面)为应力场作用的剪切面(即平移断层),在三度应力场中,剪切力的成对出现必然导致剪裂面的共轭发育,从而说明了活断裂与其它新构造现象在展布上服从一定的格局,具有明显的优势分布方向。这样,可用统计方法来定量研究和反演现今构造应力场。

本文研究的范围大致为北纬 38° — 39.5° ,东经 99.5° — 102° 。

根据有关资料,做出民乐盆地活断裂分布图(图1)。根据有关研究,河谷(水系)如同节理一样,也是一种剪切面,可视为“垂直节理”。本文以张掖幅1:50万地形图为底图,根据自然水系做出水系(折线)分布图(图2)。

本文共收集了6个地震的震源机制解^[8],其中3个是小震综合机制解。这些资料反映了该区的应力场的最大和最小主压力基本上位于水平面内,主压应力方向为北北东向(表1)。

三、统计结果

首先取得随机现象的定量观测值,即“采样”^[7]。将活断裂用方位角Q表示,顺时针计量。把活断裂的长度(据图1比例尺每单位长等于10公里)定义为相应断裂的权重,以L

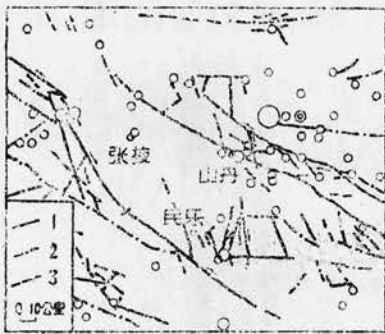


图1 民乐盆地活断裂分布图
1. 活断层 2. 推测活断层 3. 线性构造

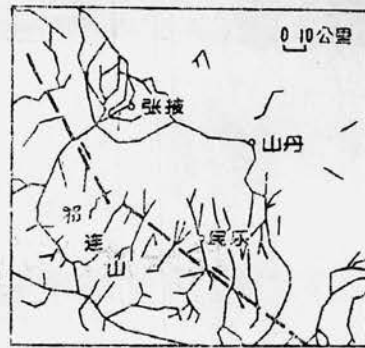


图2 民乐盆地水系(折线)分布图

民乐盆地震源机制解

表1

发震日期	震中	震级	P轴	T轴
1954. 2. 11	39°N, 101.3°E	7.3	55/4	328/36
1972—76	民乐盆地	小震	221/4	311/11
1976—78	民乐盆地	小震	43/5	311/24
1972—78.8	民乐盆地	小震	217/5	309/19
1978. 8. 16	38.6°N, 101°E	5.0	23/2	323/39
1978. 8. 11	38.8°N, 101.2°E	4.1	25/24	117/4
均值			37/7	315/22

表示。在图1中量得活断裂线段70条,代表断裂总长度1697公里。同理可得水系线段203条,代表河流总长度1696公里。将这些数据输入计算机分别打印出活断裂和水系的频率分布直方图及分布方向玫瑰图(图3)。

从图中可以看出,活断裂主要发育NNW、NNW向两组,这和野外考察结果完全吻合。水系也有两组优势方向,即NNW、NE向。

从野外考察所见NNW向断裂形成时代晚于NNW向,且多数是新第三纪以来的产物,个别NNW向断裂错断NNW向断裂,第四纪活动显著。而NNW向断裂则没有明显新活动。另外野外测得黄土节理主要发育方向为NNW向。据此,就上述统计结果用非参数估计法即可找出一组优势分布方向,活断裂分布方向为345°,水系分布方向为350°。根据莫尔理论,在压应力作用下将形成两组剪切面,两者的夹角接近90°。由此可知,另一组优势方向为,活断裂75°,水系80°。由此得出应力场的主压应力方向分别为N30°E和N35°E。所得结果列于表2。

四、讨论

图4是综合了大地测量、地震形变带、震源机制解以及该区的主要活断裂资料而得出的统一构造应力场图象。由图中可以看出,该区主压应力方向位于NE—SW象限。用活断裂,水系和地震资料计算的结果与用其它资料和方法计算的结果基本一致(表2)。

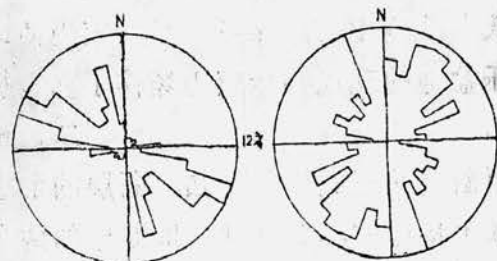


图3 活断裂(左)、水系(右)分布方向玫瑰图

1. 活
作剪
机分
它们

结
以
地
在

相
东
而
向

角
不
同

表 2

应 力 方 向 地 区	活 断 裂	水 系	地 震	测 量	节 理	冰 川	数 值 模 拟	光 弹 实 验
民乐盆地	N30°E	N35°E	N37°E					
龙首山地区							N30°E	
祁连山西段								N30°E
冷龙岭地区						N30°E		
河西地区					N35°E			
四省(区)西部		N36°E	N35°E	N31°E				

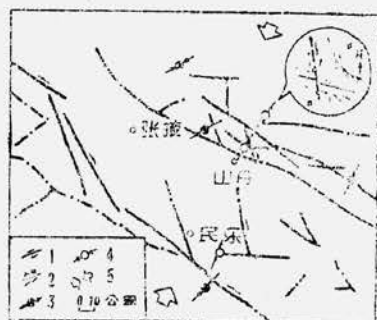


图 4 综合应力场图象

1.活断层 2.形变带 3.形变测量 4.震源机制 5.应力方向

由活断裂得出的主压应力方向与水系、地震得出的主压应力方向间有一个差值(5° — 7°),可能有两个原因,其一,与原始资料选取中的随机误差和无参数估计的过于简化有关,这在地质现象中也属允许误差范围。其二,与活断裂所反应的构造应力场演化年代有关,反应了本区现代构造应力场的新特点,即主压应力方向更偏近北北东。

由以上得出的结论可以认为把活断裂看作剪裂面,通过统计分析来定量反演构造应力场是可行的,也是可信的。也就是说自然界随机分布的活断裂“个体”,在“总体”上除受约于区域构造外,主要受区域应力场的控制。它们在分布方向上的规律性,正是现代构造应力场的体现。

值得进一步讨论的是本文由水系和地震得出的结果很接近,与文献〔2、3〕得出的结论完全一致,这也说明了水系和地震这两种不同的自然现象,其统计关系密切的特殊性,以及其适应于各个大小不同研究区的普遍性。这一规律有力的证明了水系分布、断裂活动及地震发生的随机性,正是应力场发生、变化、调整的产物。反之,它们在大区域范围普遍存在的规律性,则代表了区域应力场的活动、发展和演化。

据文献〔9〕的研究结果,作者认为本区构造应力场的动力来源用欧亚板块与印度板块相碰撞来解释较为合理,且以印度板块向北东推挤力为主。在该力的作用下青藏地块除了朝北东方向运动外,分别向北西、南东方向滑动,由于阿拉善地块的阻挡,这种滑动力增大,从而派生出北西—南东方向的侧压力。因此可以解释在本区产生的NNW向左旋运动,NNW向右旋运动以及近东西向以挤压为主要特征的逆冲断裂构造。

通过对活断裂的观测和统计分析,来研究现代构造应力场,仅仅是初步尝试,从研究的角度讲,资料需要丰富,应该考虑时间序列;研究方法有待进一步改进和完善;得出的结论有待验证。毋庸置疑,认识活断裂与应力场之间的关系,研究其定性、定量之规律可能是反演现代构造应力场的一种有效途径。

本文脱稿后,张必敦、刘百篪、冯学智等同志审阅了全文,并提出宝贵意见,在此深表感谢。

参 考 文 献(略)