

1927年古浪大震地质构造背景及其成因的初步探讨

贾云鸿

(兰州地震研究所)

摘要

本文根据多年野外考察资料,在论述1927年古浪大震形变带及发震断裂带特征基础上,分析了地震发生的地质构造背景,认为这次大震是塔儿庄—皇城断裂带和武威—天祝断裂带同时活动的产物,同时对两组断裂破裂方式进行了初步分析,提出了断块错动力学模型。

古浪大震发生于1927年5月23日,震中位于武威南冬青顶一带,震级8级,震中烈度11度。我们在前人工作基础上于1978年、1979年又进行了详细考察,取得了许多新资料。

一、地震形变带特征

古浪大震极震区地震形变现象较多,但是它们有一定的组合规律,与断裂带有成生联系,呈带状展布。主要地震形变带主要有两条,它们严格受活动断裂带控制(图1)。

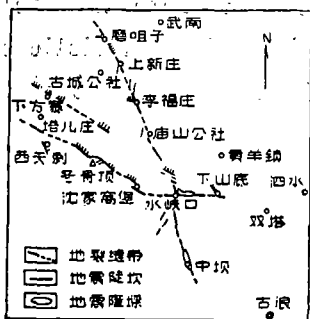


图1 主要地震形变带分布图

1. 冬青顶地震形变带 西自塔儿庄起,经冬青顶、沈家窝堡、水峡口到下山底,长28公里,总体方向北70°西。该带主要由北西西、北西、东西方向的地震陡坎、地裂缝、隆梁等组成。它们皆显示出形变带南盘上升,垂直错距2—7.5米。该带在冬青顶到沈家窝堡一段,长约10多公里的范围内保留最清楚,连续性好,形变现象强烈,宽达10—15米。当地老乡形象地说是一条龙从地下穿过。在水峡口附近所出现的隆梁,长约1500米,宽500米,走向近东西方向。隆梁北缘陡坎高7.5米。隆梁上面每隔20—30米有大小不等的纵张裂缝。上述陡坎、隆梁等皆显示是由于水平挤压作用或断裂南盘向北逆冲造成的。据对形

- 1978年、1979年先后参加野外考察的同志还有:滕瑞增、吕田保、吴增益、李龙海、阎凤忠、郭茂义、李万枝、陈光地等。
- 隆梁是地震时发震断层逆冲在地表所出现的一种大型挤压牵引隆起现象。

变带两侧北西方向压性陡坎及北东方向张裂缝的组合关系的分析表明,形变带是反时针方向扭动的。

2.磨咀子—中坝地震形变带 北自磨咀子起,经李福庄、水峡口至中坝,长33公里,总体方向北20°西。主要由北北西、北西方向地震陡坎、隆梁、裂缝、鼓包等组成。出露在平川、山前及低山丘陵区。单个长度数十米到数公里不等,有的裂缝宽达4米左右。该形变带总体特点是,南西高而北东低,垂直错距2至6米。如中坝隆梁,长1.5公里,宽200米,走向北15°西。隆梁北东缘陡坎高6.12米。该带为压性构造形变带。据两侧出现的北东向张裂缝及北西向陡坎、鼓包的排列关系分析,表明为顺时针方向扭动,水平扭动量不显著。

二、地震地质构造背景

古浪大震处于祁连山北西西向褶皱带北缘和武威—庄浪河北北西构造带反接复合部位。震区主要出露古生界各种变质砂岩、石英岩及各种碎屑岩等,加里东期花岗岩分布较广泛。该区地质构造复杂,褶皱断裂发育,新构造运动强烈。据文献^[1]资料,近年来山体相对北东平原区上升,速度达3 mm/年,说明差异运动显著。

震区主要活动性大断裂带有两条(图2),分述如下:

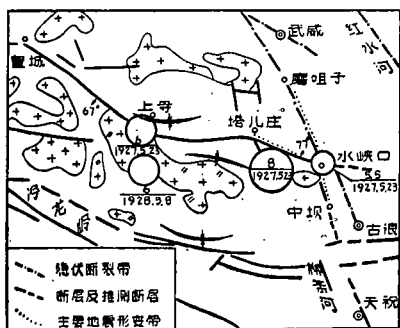


图2 武威—古浪地区地质构造图

塔儿庄—皇城断裂带东起水峡口以东,经塔儿庄、上寺、皇城至鸡冠山以西,全长百余公里,总体走向北西西,为压扭性枢纽断裂。断裂西段主要发生于上、下古生代地层之间,倾向南西,倾角60°—70°。东段发生于奥陶系变质砂岩之中,倾向北东,倾角达77°。据整个断裂带特征及地震断层分析,东段在深部某处可能发生断面反倾。断裂破碎带宽达数米至数十米,由断层角砾岩、构造透镜体、糜棱岩等组成。据地层牵引现象及构造透镜体的排列分析,表明具左旋扭动。该带地貌特征明显,沟谷、鞍部、

断层三角面发育,一级夷平面(3800米)和二级夷平面(2200米)大致以该断裂为界,卫照有明显的显示。该断裂早在下古生代已经形成。据对其控制、切割上古生代、中、新生代地层及水峡口附近不同断面上存在水平擦痕及垂直擦痕等资料分析表明,该断裂有过多期活动,活动特征也不一致。

武威—天祝断裂带为河西系龙首山青石岭隆起带东缘断裂,由水峡口—武威隐伏断裂、中坝断层、柳条河断层、天祝断层等组成,长百余公里。它们断续为带,略呈雁行排列,表明为右旋扭动。总体走向北北西,倾向南西,倾角50°—80°。该断裂带晚近地质时期活动显著。据物探资料,水峡口—武威隐伏断层影响到第三系,错距达800米。

上述两组断裂带在水峡口附近反接复合。它们共同成为古浪大震发震构造。这从以下事实可以得到佐证:

1.地震形变带可以看做基岩断裂运动在地表现的表现和记录。古浪大震两条形变带沿上述

两组断裂带展布。据冬青顶附近剥土证实,地裂缝之下,就是宽达十多米的断裂破碎带。并且,两者所反映的力学性质基本一致。因此可以证明,地震发生时两条断裂带都在活动。

古浪大震属特殊震例,其形变带延长不远,最长33公里,主要表现为垂直运动,最大错距7.5米。这和西北几次强震形变带特征是不同的,如海原大震形变带长220公里,昌马地震形变带长116公里,并且水平运动分量大于垂直运动分量。这种差异,可能是由于不同构造成因类型造成的。根据我们对西北四个大震的研究*,前者属于双断交错型,后者属于单断走滑型〔2〕。

2.多数强震等震线长轴方向一般与发震断裂走向基本一致。古浪大震等震线〔8〕长轴方向约为北50°西,11度区长轴方向为北42°西。这与震区实际存在的两条活动性大断裂走向都不一致,基本上是两条断裂走向等分线方向,在这个方向上并没有断裂存在。因此,这种等震线形态,可能与两组断裂运动有关。

3.强震的前震及余震往往沿发震断裂方向往返跳动。古浪大震前后中强地震沿北西西、南南东两组断裂方向都有迁移,迁移路线基本一致(图3)。

4.地震形变带是在同一应力场作用下形成的。根据上述两条形变带的力学性质分析,地震时震区主压应力方向为北东~南西方向,如图4所示。这和水峡口附近土应力解除资料基本一致。在这种主压应力作用下,北西西和北北西两组断裂皆可作为扭裂面和压扭面而发生运动。

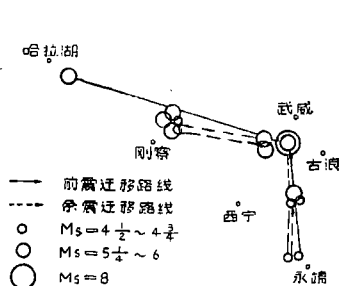


图3 古浪大震前后的中强地震迁移路线示意图

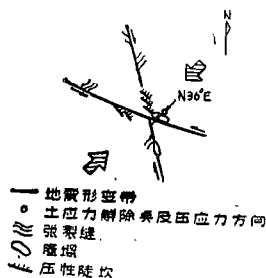


图4 应力场分析示意图

根据上述几点,我们认为古浪大震是塔儿庄—皇城断裂带和武威—天祝断裂带同时活动的结果。在两组断裂交汇处的水峡口一带,又有奥陶系变质砂岩及加里东期花岗岩等坚硬的岩石条件,这种构造条件和岩石条件是促成这次大震发生的根本原因。大震宏观震中位于水峡口一带,这也符合上述结论。

三、震源力学模型

地震学者对构造地震成因相继提出各种假说。无论是弹性回跳模式,还是逆断层发震模式,或者两者的结合等皆研究的是某一断层受力后的运动状态。事实上许多强震的发生与交

*兰州地震研究所,海原、古浪、昌马、山丹四个大震地震地质特征研究报告,1980。

••兰州地震大队地震地质队,肃南—古浪地区地震地质工作年度总结报告,1974。

汇的两组断裂同时运动有关。如盐源地震、海城地震、龙陵地震等, 並称为共轭性构造活动〔4〕。古浪大震是两组交汇断裂同时运动形成的。因此, 根据震区地质资料、各种宏观地震资料等, 建立古浪大震力学模型, 研究断裂运动过程是很有必要的。

古浪大震两组发震断层将地块分成四断块。根据断面产状, 切割南西断块的两组断面构成一个向南西倾斜的弧面(图5)。由于两组活动断层长期相互作用, 使断面交线某处产生参差不齐, 大块岩块堆积等阻隔区。在南西、北东向主压应力不断作用下, 南西断块沿弧面向北东仰冲, 破坏阻隔, 酿成这次大震。由于破坏了两组断面存在的静力平衡, 必然使其它断块发生相对运动, 並沿断层线方向在地表产生构造形变。一般情况下, 由于自由面的存在, 仰冲最容易进行。从古浪大震前后的中、强震自震中向南南东、北西西两个方向迁移的特征及中坝、冬青顶一带构造形变强烈的事实, 说明运动首先从南西断块开始, 称为主动断块(图6)。上述模型, 我们称断块错动力学模型。这种模型基本上能够解释地面一些宏观地震现象。如两断裂交汇处水峡口附近所出现的巨大隆梁, 是南西断块向北东挤压的结果。震区西南的张义堡, 有一口九米深的水井, 震时黄水漫溢地面, 说明属于挤压区。

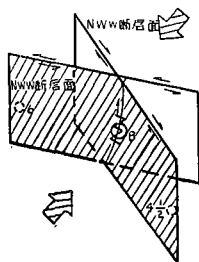


图5 断层面交汇示意图

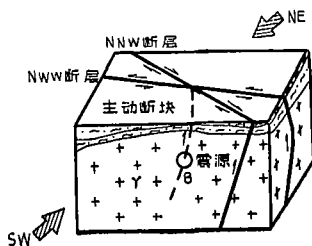


图6 震源力学模式示意图

上述模型对于解释由两组倾斜断面交汇形成的地震有一定参考价值。这种成因类型的地震, 断面垂直运动分量一般大于水平运动分量。

四、小 结

武威—古浪地区近期小震活动频繁, 年平均50—1000次以上。从大震发生到现在, 地震活动基本具有连续性, 並且强度逐步减弱。因此, 应该把近期活动频繁的小震看做大震后应力调整过程中的产物, 而不是预示未来发生强震的前兆信号。1958年以来, 这一地区再无五级以上地震, 表明大震发生后震区岩块的完整性遭到破坏, 短期内再度积累较大应力而发生强震的可能性很小。结合这一地区历史强震有300~500年平静期的特点, 可以预测, 短期内不可能发生强震。

本文在成文过程中, 得到侯珍清、滕瑞增等同志的热情指导和帮助, 在此深表谢意。

(本文1981年5月11日收到)

参 考 文 献

- [1] 王之俊、孙道荣,我国一些地区的垂直地形变与地震,西北地震学报, Vol. 1, No. 3, 1979.
- [2] 马宗普、杨懋源,中国近年九次强震的构造分类,西北地震学报, Vol. 2, No. 1, 1980.
- [3] 国家地震局全国地震烈度区划编图组,中国地震等烈度线图集,地震出版社, 1979.
- [4] 张四昌,大地震与共轭性构造活动,地震地质, Vol. 1, No. 3, 1979.

PRELIMINARY DISCUSSION OF GEOTECTONICAL BACKGROUND
AND GENESIS OF GULANG STRONG EARTHQUAKE IN 1927

Jia Yun-hong

(Lanzhou Seismological Institute)

Abstract

In this paper, based on the data of virtual investigation, the author has discussed the characteristics of deformation band and earthquake fracture of Gulang earthquake in 1927 and analysed the geotectonical background of this earthquake. The author believes that the occurrence of Gulang earthquake in 1927 was the result that the fracture band of Tazhuang-Huangcheng and that of Wuwei-Tianzhu were in activity at the same time. And based on the analysis of their rupturing way, the mechanics model of fragmentation massif movement has been made.