

# 1920海原大地震余震质疑

贾素娟

(国家地震局地球物理研究所)

## 1. 问题的由来

1920年的海原大地震不仅是我国和世界历史上的著名的大地震之一,而且也是发生在大陆内部的少数大地震之一。因此,深入研究海原大地震的动力学过程,有助于对大陆内部地震成因的认识。

这次地震后,于1920年12月25日发生的7级强余震,震中位置曾定在主震极震区东南端的泾源县,即北纬 $35.6^{\circ}$ ,东经 $105.7^{\circ}$ ,但与七十年代以来的几次实地考察结果不符<sup>[1]</sup>(宏观震中为北纬 $36.5^{\circ}$ ,东经 $105.3^{\circ}$ )。

按当时国际台网测定,1920年12月28日的强余震的震中位置在甘肃静宁西南,即北纬 $35.5^{\circ}$ ,东经 $105.5^{\circ}$ 。由于缺少现场考察资料,所以上述震中位置的可靠性较差<sup>[1]</sup>。

另外,1921年1月7日发生的6级地震在过去的编目中所采用的震中位置是北纬 $38.0^{\circ}$ ,东经 $107.0^{\circ}$ 。对于这样一个在海原大地震后仅仅21天所发生的地震,究竟属于海原大地震的余震还是属于鄂尔多斯地块内部唯一的一次6级地震,人们还没有一个统一的认识。

当时的国际台网的观测精度(仪器性能和时间服务等)还不够高,更主要的是这些地震参数是在“J—B”走时表(1940)年问世之前测定的。经过四十年的实践,“J—B”表被公认为是世界范围内的一个比较好的平均走时表,直到今天国际地震中心(简称ISC)仍然使用“J—B”表来测定地震参数。本文的目的也就在于用“J—B”表重新测定这三个地震的参数。

## 2. 方法和结果

原始数据取自ISS报告,其中1920年12月25日地震有39个P波到时,5个S波到时,1921年1月7日地震只有6个P波到时和3个S波到时(为了节省篇幅,此处不再一一列出)。从ISS所给出的残差值来看,当时的观测精度是不高的,有一部分P波走时残差达20—60秒。这样的数据,即使使用电子计算机进行修定,未必就能得到比作图法更精确的结果(对于1920年12月25日的7级地震,用计算机修定的震中是 $35.6^{\circ} \pm 1.5^{\circ}N$ ,  $106.3^{\circ} \pm 0.5^{\circ}E$ <sup>[2]</sup>,比ISS测定的 $35.79^{\circ}N$ ,  $105.74^{\circ}E$ 还要偏东,与宏观震中更不相符)。所以,本文直接采用作图法来确定这三个地震的震中位置。

首先,用比较清楚的“S—P”走时来求得各地震的平均发震时刻,由P波走时便可得到各台的震中距离,利用各地震台的台站位置(经纬度)和震中距,通过空间几何关系的换算,便可以在球极投影坐标系中作图了<sup>[3]</sup>。在确定震中位置时,我们首先考虑比较近的台

• 国家地震局地球物理研究所三室,中国地震目录底稿。

• • 中国科学技术大学,地震学讲义。

站，如徐家汇(Zi—Ka—Wei)、加尔各答(Calcutta)等，其次考虑P波走时残差比较小的台站，也就是线条“密集块”的几何中心。这样得到的震中位置具有加权最小二乘性质。将本文得到的结果同过去的结果以及主震和其它强余震的参数列在下表中。

编号	资料来源	发震时刻	仪器震中		宏观震中		深度(公里)	震级
			$\varphi$	$\lambda$	$\varphi$	$\lambda_1$		
1	Gutenberg	1920.12.16 12—05—48	36°N	105°E				8 $\frac{1}{2}$
	ISS	12—05—43	35.79°N	105.74°E				8 $\frac{1}{2}$
	中国地震目录(71年)	12—05—53	36°45'N	104°54'E	36.5°N	105.7°E		
	《海原大地震》	12—06—09			36.5°N	105.3°E	29	8.5
2	ISS	1920.12.25 11—33—08	35.79°N	105.74°E				
	中国地震目录(71年)	11—33—08	35.6°N	106.3°E				7
	《海原大地震》 本文	11—33—13	36.6°N	105.2°E	36.5°N	105.3°E		
3	ISS	1920.12.28 03—16—30	35.5°N	104.0°E				
	中国地震目录(71年)	03—16—30			35.5°N	105.5°E		6 $\frac{1}{4}$
	本文	03—16—29	37.1°N	105.3°E				
4	ISS	1921.1.7 09—42—25	38.0°N	107.0°E				
	中国地震目录(71年)	09—42—25	38.0°N	107.0°E				6
	本文	09—42—25	37.0°N	105.0°E				
5	《海原大地震》	1921.8.27			景泰县 兴泉堡			5~6
6	中国地震目录(71年)	1921.4.12 17—36—00			35.8°N	106.2°E		6 $\frac{1}{2}$
7	《海原大地震》	1921.8.30 19—40—(00)						5
8	中国地震目录(71年)	1923.9.2			36.0°N	106.2°E		5

从表中可见，本文的结果同前人的结果相比较，发震时刻的变化不大，但震中位置的变化较为显著。1920年12月25日的7级地震的震中位置由原来在主震极震区东南端，改定为北纬36.6°，东经105.2°，接近于宏观震中位置；1920年12月28日的6  $\frac{1}{4}$ 级地震的震中位置定在北纬37.1°，东经105.3°，比ISS的震中位置(北纬35.5°，东经104.0°)向北北东方向移动一度半，这就更接近于主震的宏观震中位置；1921年1月7日的6级地震的震中位置定在北纬37.0°，东经105.0°，这就表明此次地震不是在鄂尔多斯地块内，而是在海原大地震九度区中，并且距离主震的宏观震中位置不远，应是海原大地震的余震。

### 3. 讨论

将本文结果和其它强余震绘制在图1中。

由图1可见，直到1923年9月2日在固原附近发生的破坏性地震为止，海原大地震的强余震活动差不多持续了三年。这些强余震活动具有以下几个特点：所有的强余震震中都落在主震的九度区范围内，并且基本上分布在地震构造裂缝带附近；最大的强余震(7级)的震中位置靠近主震的宏观震中位置；强余震的活动有逐渐由极震区中段向两端扩散的现象。早期的三个强余震(包括1921年1月7日的6级地震)局限于极震区的中段，三个月以后的强

余震便分别迁移到极震区的西北和东南端部。

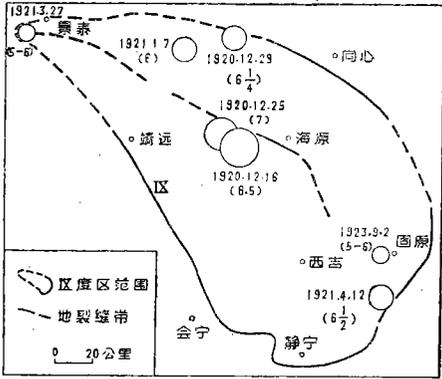


图1 海原大地震强余震震中分布图  
(等震线和构造地裂缝带引自文献〔1〕)

本文的结果进一步证明了海原大地震序列是由于从固原到景泰全长200多公里的构造断裂活动的结果。也说明了干盐池到打拉池是整个断裂带上构造应力最集中的地段，因而这一地段不但是主震的主破裂开始点〔1〕，也是最大余震和早期强余震所在地段。可以推论，海原大地震的震源过程很可能属于双侧破裂类型。

另一方面，将1921年1月7日的6级地震从鄂尔多斯地块内“搬”出来，归并到海原大地震的序列中去，不仅为进一步研究海原地震的动力学过程增加了资料，而且为正确评价鄂尔多斯地块的地震活动性提供了依据。

### 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. 中国地震目录，科学出版社，1971.