第 35 卷 第 3 期 2013 年 9 月

\*\*\*\*\*\*\*\*\* \*研究简报\*\*

# 2013 年 7 月 22 日岷县漳县 6.6 级地震震源机制解。

李晓峰1,裴惠娟2,徐辉1,张辉1

(1. 甘肃省地震局,甘肃 兰州 730000;

2. 中国科学院国家科学图书馆兰州分馆/中国科学院资源环境科学信息中心,甘肃 兰州 730000))

摘要:利用甘肃"十五"数字地震台网的波形资料,采用 CAP 方法反演了 2013 年 7 月 22 日岷县漳县 6.6 级地震的震源机制解。结果显示:本次地震的震源性质为逆冲兼走滑型,矩震级 Mw 6.1,震源 矩心深度为 7 km。最佳双力偶节面 II 走向 304°,倾角 64°,滑动角 44°,其走向与附近的临潭一宕昌 断裂的走向一致;倾角和滑动角,表现为左旋走滑的特性与临潭一宕昌断裂的性质相符合,判定该 节面代表了主震的发震断层面。分析认为岷县漳县 6.6 级地震的发生与该断裂的活动密切相关。 关键词:岷县漳县 Ms 6.6 地震; CAP 方法; 震源机制解

中图分类号: P315.332 文献标志码: A 文章编号: 1000-0844(2013)03-0459-04 DOI:10.3969/j.issn.1000-0844.2013.03.04593

## Focal Mechanism of the Minxian—Zhangxian $M_{\rm s}6.6$ Earthquake

LI Xiao-feng<sup>1</sup>, PEI Hui-juan<sup>2</sup>, XU Hui<sup>1</sup>, ZHANG Hui<sup>1</sup>

(1. Earthquake Administration of Gansu Province, Lanzhou, Gansu 730000, China;
2. Lanzhou Branch of the National Science Library / Scientific Information Center for Resources and Environment, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou, Gansu 730000, China)

Abstract: The Chinese seismological station net determined that an  $M_s6.6$  earthquake occurred on July 22, 2013, at 7:45 CST at the border of Minxian and Zhangxian counties in Gansu Province. By the end of August 26, 1300 aftershocks had occurred in the seismic region of the main earthquake, including one of  $5.0 \sim 5.9$  level, one of  $4.0 \sim 4.9$  level, and nine of  $3.0 \sim 3.9$  level. The largest, with magnitude of 5.6, occurred at 9:12 on July 22. This earthquake caused heavy casualties and economic losses.

In this study, the cut-and-paste (CAP) method was used to determine that the earthquake was thrust and strike-slip,  $M_w$  was 6.1, and the focal depth was 7 km. The nodal plane II parameters of the best double-couple are strike 304°, dip 64°, and rake 44°. The strike of the nodal plane had the same trend as that of the Lintan-Tanchang fault, and the characteristic of dip and slip represent left lateral slip, which also corresponds to the Lintan-Tanchang fault. The nodal plane is representative of the seismogenic fault plane. Therefore, the Minxian-Zhangxian Ms6. 6 earthquake is in osculating correlation with activity of the Lintan-Tanchang fault. Key words: Minxian-Zhangxian  $M_s$ 6. 6 earthquake; CAP method; focal mechanism

① 收稿日期:2013-09-08; 中国地震局兰州地震研究所论著编号:LC2013071

基金项目:中国地震局兰州地震研究所地震科技发展基金(2012M02);国家自然科学基金(41304048、41174059) 作者简介:李晓峰(1965一),男,副研究员,主要从事地震活动性分析.

通讯作者:张辉(1978-),男,助理研究员,主要从事地震学及数字地震资料的应用研究. E-mail:zhh\_gx@163.com

## 0 引言

可靠的震源机制解,是了解震源区的受力状态, 发震断层及其运动方式,进而分析地震成因的重要



随深度的变化图

Fig. 1 Error plots as a function of hypocenters depth in modeling the focal mechanism solution of the  $M_{\rm s}6.6$  mainshock.

基础。2013 年 7 月 22 日 7 时 45 分在甘肃省岷县 漳县交界发生了 *M*<sub>s</sub>6.6 地震,为了分析本次地震的 发震机制,本文利用甘肃"十五"数字地震台网的波 形资料,采用最近十多年国际上不断发展和完善的 CAP 方法<sup>[1-4]</sup>反演本次地震主震的震源机制解,根 据震源机制性质初步分析本次地震的发震机制。

## 1 CAP 方法简介

CAP 方法(详见文献<sup>[5-7]</sup>)将宽频带地震记录分 成 Pnl 和面波两个部分进行反演并允许他们相对浮 动,在适当的时间变化范围内搜索出合成地震图和 观测地震图全局差异最小的震源机制解,它的一大 优势是反演结果对速度模型和地壳横向变化的依赖 性相对较小<sup>[5-6]</sup>,国内的一些研究结果<sup>[5-10]</sup>充分证明 了 CAP 方法在震源机制解与地震矩心深度研究方 面的有效性与可靠性。

反演过程中首先将观测数据去除仪器响应,旋转得到径向、切向和垂向的地动位移。为了消除速度结构横向变化的影响,对 Pnl 波和面波波形分别通过 0.05~0.2 Hz 和 0.05~0.1 Hz 的 4 阶 Butterworth 带通滤波器压制噪音。震区的速度模型使 用根据人工地震资料反演的速度结果<sup>[11]</sup>,采用频率 一波数法<sup>[4]</sup>计算理论地震图,并采用与观测波形相 同的分解、滤波规则。震源参数采用全空间中格点 搜索,对不同的波段数据分别做互相关,得到不同深 度上的震源机制和误差,当满足具有最小误差时对 应的断层面解即为最佳震源机制解。

#### 2 结果与讨论

图 1 是岷县漳县 6.6 级地震反演误差和震源机 制解随不同深度的变化图,可见震源深度在 7 km 左右时震源机制解的反演误差最小。图 2 为震源深 度 7 km 时对应的波形拟合情况,可以看出理论波 形与观测波形互相关系数在 85 以上的占 82%,拟 合效果相当好。震源错动类型以逆冲为主兼少量走 滑的性质,矩震级  $M_w = 6.1$ 。其中节面 I 走向 189°,倾角 53°,滑动角 142°;节面 II 走向 304°,倾角 64°,滑动角 44°。节面 II 走向为 NW-SE 向,与其 附近的临潭一宕昌断裂的走向一致;倾角 64°和滑 动角 44°表现为左旋走滑的特性,与临潭一宕昌断 裂的性质相符合,判定该节面代表了主震的发震断 层面。分析认为岷县漳县 6.6 级地震的发生与该断 裂的活动密切相关。

对于岷县漳县 6.6 级地震,美国地质调查局 (USGS)、哈佛大学(Harvard)、中国地震局地球物 理研究所等国内外研究机构给出了相应的震源机制 解参数。表1将本文结果与其他研究机构的结果进 行比较,可以看出不同来源的结果是比较接近的,反 映了本文反演结果是可靠的。

表1 不同来源的震源机制解的比较

Table 1 Comparison among focal mechanism solutions from different authors

节面 [ /(°)			节面Ⅱ/(°)			T <b>轴</b>	T轴/(°)		B轴/(°)		/(°)	次對立海	
	走向	倾向	滑动角	走向	倾向	滑动角	方位角	仰角	方位角	仰角	方位角	仰角	
	311	66	47	198	48	147	174	49	332	39	71	11	USGS
	180	47	120	320	51	62	164	68	339	21	69	2	地球所
	188	59	142	300	58	37	154	48	335	42	244	1	地质所
	196	50	152	304	69	43	167	45	325	43	66	11	哈佛大学
	189	53	142	304	64	44	160	51	331	39	65	4	本文 CAP





致谢:本文使用了中国地震局甘肃区域地震台 网提供的波形资料;CAP反演程序由中国科学技术 大学倪四道教授提供;图件采用了 GMT 绘制。在 此一并致谢。

#### 参考文献(References)

- Zhao L S, Helmberger D V. Source Estimation from Broadband Regional Seismograms[J]. Bull. Seis. Soc. Amer. ,1994,84 (1):91-104.
- Zhu L P, Helmberger D V. Advancement in Source Estimation Techniques Using Broadband Regional Seismograms[J]. Bull. Seism. Soc. Am., 1996, 86:1634-1641.
- [3] Tan Ying, Zhu L P, Helmberger D V, et al. Locating and Modeling Regional Earthquakes with Two Stations [J]. J. Geophys. Res., 2006, 11(B01); 306-314.
- [4] Zhu L P, Rivera L A. A Note on the Dynamic and Static Dis-

placements from A Point Source in Multilayered Media[J]. Geophys. J. Int. ,2002,148:619-627.

 [5] 吕坚,郑勇,倪四道,等. 2005 年 11 月 26 日九江一瑞昌 M<sub>8</sub>5.
 7、M<sub>8</sub>4.8 地震的震源机制解与发震构造研究[J]. 地球物理学 报,2008,51(1):158-164.

LV Jian, ZHENG Yong, NI Si-dao, et al. Focal Mechanisms and Seismogenic Structures of the  $M_{\rm S}5$ . 7 and  $M_{\rm S}4$ . 8 Jiujiiang – Ruichang Earthquakes of Nov. 26, 2005[J]. Chinese J. Geophys., 2008, 51(1):158-164. (in Chinese)

- [6] 郑勇,马宏生,吕坚. 汶川地震强余震(Ms≥5.6)源机制解及其 与发震构造的关系[J]. 中国科学:D辑,2009,39(4):23-36.
  ZHENG Yong,MA Hong-sheng,LV Jian,et al. Source Mechanism of Strong Aftershocks (Ms≥5.6) of the 2008-05-12 Wenchuan Earthquake and the Implication for Seismotectonics
  [J]. Science in China; Series D, 2009, 39(4):23-36. (in Chinese)
- [7] 张辉,徐辉,姚军,等.祁连山中东段基于 CAP 方法的中小地震

### **震源机制研究[J].山西地震**,2010,141(1):25-29.

ZHANG Hui,XU Hui,YAO Jun,et al. Study on Focal Mechanism by Using CAP Method for Small-moderate Earthquakes in Middle-east Segment of Qilian Mountain[J]. Earthquake Research in Shanxi,2010,141(1):25–29. (in Chinese)

[8] 龙锋,张永久,闻学泽,等. 2008 年 8 月 30 日攀枝花-会理 6.1
 级地震序列 M<sub>L</sub>≥4.0 事件的震源机制解[J].地球物理学报, 2010,53(12):2852-2860.
 LONG Feng, ZHANG Yong-jiu, WEN Xue-ze, et al. Focal

Mechanism Solutions of  $M_L \ge 4$ . 0 Events in the  $M_S 6$ . 1 Panzhihua—Huili Earthquake Sequence of Aug. 30,2008[J]. Chinese J. Geophys.,2010,53(12):2852-2860. (in Chinese)

 [9] 张辉,王熠熙. 2012 年 5 月 3 日金塔一阿拉善盟 5.4 级地震震 源机制解[J]. 西北地震学报,2012,34(2):205-206.
 ZHANG Hui, WANG Yi-xi. Focal Mechanism of the 5.4 Earthquake JinTan—Alashanmeng of May 3,2012[J]. Northwestern Seismological Journal,2012,34(2):205-206. (in Chinese)

- [10] 张辉. 2012 年 5 月 11 日甘肃肃南 M<sub>S</sub>4.9 地震震源机制解
  [J]. 西北地震学报,2012,34(2):207-208.
  ZHANG Hui. Focal Mechanism of the Sunan M<sub>S</sub>4.9 Earth-quake in Gansu Province on May 11,2012[J]. Northwestern Seismological Journal,2012,34(2):207-208. (in Chinese)
- [11] 李清河,郭建康,周民都,等. 成县—西吉剖面地壳速度结构
  [J].西北地震学报,1991,13 (増刊):37-43.
  LI Qing-he,GUO Jian-kang,ZHOU Min-du, et al. The Crustal Velocity Structure Inferred from Chengxian Xiji Deep Seismic Sounding Profile [J]. Northwestern Seismological Journal,1991,13(Suppl.):37-43. (in Chinese)