

## 2023年8—10月中国大陆地区 $M \geq 4.0$ 地震震源机制解测定

梁姗姗, 邹立晔, 刘艳琼, 任 泉

### Determination of focal mechanism solutions of the earthquakes with $M \geq 4.0$ occurred in the mainland of China during August to October 2023

Liang Shanshan, Zou Liye, Liu Yanqiong, and Ren Xiao

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.19987/j.dzqxjz.2023-155>

#### 您可能感兴趣的其他文章

#### Articles you may be interested in

##### 2020年6月9日中卫 $M_L 3.4$ 地震的震源机制及其中心解的测定

Determination on the focal mechanism and central focal mechanism of Zhongwei  $M_L 3.4$  earthquake on June 9, 2020

地震科学进展. 2021(6): 258–265

##### 2019年北京海淀 $M 2.9$ 和怀柔 $M 3.0$ 地震震源参数测定

Determination of the source parameters of the Haidian  $M 2.9$  and the Huairou  $M 3.0$  earthquakes in Beijing in 2019

地震科学进展. 2019(9): 2–6

##### 2020年西藏尼玛 $M_S 6.6$ 和 $M_S 4.8$ 地震震源机制测定

Focal mechanism determination of Nima  $M_S 6.6$  and  $M_S 4.8$  earthquakes in Tibet in 2020

地震科学进展. 2021(5): 234–240

##### 关于在震源机制解的沙滩球表示中包括滑动矢量的建议

A suggestion of including slip vectors in the beachball presentation of a focal mechanism

地震科学进展. 2018(1): 11–16

##### 基于多地震序列震源机制解的盈江区域构造应力场研究

Study on tectonic stress field in Yingjiang area based on multi-focal mechanism solution sequence

地震科学进展. 2021(3): 97–105

##### sPL震相在江西地区中小地震震源深度测定中的应用

Application of sPL phase in focal depth determination of small and moderate earthquakes in the Jiangxi region

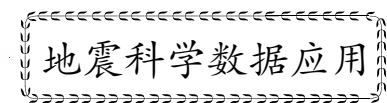
地震科学进展. 2019(11): 14–19



关注微信公众号, 获得更多资讯信息

梁姗姗, 邹立晔, 刘艳琼, 等. 2023 年 8—10 月中国大陆地区  $M \geq 4.0$  地震震源机制解测定 [J]. 地震科学进展, 2023, 53(12): 589-593. doi:10.19987/j.dzcxjz.2023-155

Liang S S, Zou L Y, Liu Y Q, et al. Determination of focal mechanism solutions of the earthquakes with  $M \geq 4.0$  occurred in the mainland of China during August to October 2023[J]. Progress in Earthquake Sciences, 2023, 53(12): 589-593. doi:10.19987/j.dzcxjz.2023-155



# 2023 年 8—10 月中国大陆地区 $M \geq 4.0$ 地震震源机制解测定\*

梁姗姗\* 邹立晔 刘艳琼 任 泉

(中国地震台网中心, 北京 100045)

**摘要** 本文利用中国地震台网记录的宽频带波形资料, 采用近震全波形反演方法得到 2023 年 8 月 1 日—2023 年 10 月 31 日发生在中国大陆地区的  $M \geq 4.0$  共 26 次地震震源机制解。结果显示逆断型 9 次, 走滑型 14 次, 正断型 3 次。

**关键词** 震源机制; 震源参数

中图分类号: P315.3<sup>3</sup> 文献标识码: A 文章编号: 2096-7780(2023)12-0589-05

doi: 10.19987/j.dzcxjz.2023-155

## Determination of focal mechanism solutions of the earthquakes with $M \geq 4.0$ occurred in the mainland of China during August to October 2023

Liang Shanshan, Zou Liye, Liu Yanqiong, Ren Xiao  
(China Earthquake Networks Center, Beijing 100045, China)

**Abstract** In this paper, the regional full waveform inversion using the broadband waveforms recorded by China Seismic Network were conducted, and the focal mechanism solutions of the 26 earthquakes with  $M \geq 4.0$  occurred in the mainland of China during August to October 2023 were obtained. The types of these focal mechanism solutions show 9 reverse faulting, 14 strike-slip faulting and 3 normal faulting.

**Keywords** focal mechanism; source parameters

### 0 引言

据中国地震台网测定, 北京时间 2023 年 8 月 1 日 0 时—2023 年 10 月 31 日 24 时, 中国大陆地区

共发生  $M \geq 4.0$  地震 26 次(表 1)。本文对这些地震进行震源机制反演, 进一步丰富中国测震台网地震编目产出内容, 以期为地球科学研究人员提供更为详实的基础成果资料<sup>[1-7]</sup>。

\* 收稿日期: 2023-11-03; 采用日期: 2023-11-17。

基金项目: 中国地震局常规性项目“测震学科技术管理组运维”资助。

\* 通信作者: 梁姗姗(1989-), 女, 高级工程师, 主要从事地震定位和震源机制相关研究。E-mail: liangshanshan@seis.ac.cn。



表1 2023年8—10月中国大陆地区  $M \geq 4.0$  地震基本参数  
Table 1 Events list of the earthquakes with  $M \geq 4.0$  in the mainland of China

序号	发震时刻(BJT) (年-月-日 时:分:秒)	北纬/ $^{\circ}$	东经/ $^{\circ}$	深度/km	震级( $M$ )	参考地名
1	2023-08-01 01:56:43.0	25.88	104.09	9	4.4	云南曲靖市沾益区
2	2023-08-04 11:05:03.3	33.14	92.06	10	4.2	青海海西州唐古拉地区
3	2023-08-06 02:33:59.6	37.16	116.34	10	5.5	山东德州市平原县
4	2023-08-13 20:55:01.9	24.32	101.88	10	4.4	云南楚雄州双柏县
5	2023-08-18 10:39:23.4	29.58	104.87	10	4.0	四川内江市市中区
6	2023-08-19 15:31:49.4	29.58	104.88	8	4.2	四川内江市市中区
7	2023-08-19 22:46:05.1	30.37	94.84	10	4.3	西藏林芝市波密县
8	2023-08-20 23:28:23.1	39.91	77.77	18	4.3	新疆喀什地区伽师县
9	2023-08-23 02:46:49.3	30.33	94.91	10	4.1	西藏林芝市波密县
10	2023-08-23 18:19:47.8	39.42	122.20	8	4.6	辽宁大连市普兰店区
11	2023-08-29 16:08:42.5	39.39	78.09	10	4.6	新疆喀什地区巴楚县
12	2023-09-09 03:33:34.8	30.35	94.84	10	4.3	西藏林芝市波密县
13	2023-10-01 19:34:07.7	33.63	97.51	14	4.4	四川甘孜州石渠县
14	2023-10-01 19:47:01.7	33.64	97.46	10	4.2	四川甘孜州石渠县
15	2023-10-07 13:09:31.7	41.86	82.21	21	4.3	新疆阿克苏地区拜城县
16	2023-10-07 14:04:08.0	41.89	82.24	25	4.3	新疆阿克苏地区拜城县
17	2023-10-09 00:17:48.4	41.89	82.26	10	4.5	新疆阿克苏地区拜城县
18	2023-10-22 23:14:12.3	39.38	97.33	10	4.7	甘肃酒泉市肃北县
19	2023-10-23 03:20:22.0	23.32	117.39	10	5.0	广东汕头市南澳县海域
20	2023-10-23 14:10:39.6	33.57	91.30	10	4.7	青海海西州唐古拉地区
21	2023-10-23 16:43:36.1	31.51	88.26	8	4.4	西藏那曲市申扎县
22	2023-10-24 19:32:13.4	39.43	97.28	10	5.5	甘肃酒泉市肃北县
23	2023-10-25 12:48:49.7	43.15	127.89	10	4.0	吉林延边州敦化市
24	2023-10-25 23:52:13.8	36.51	83.78	10	4.0	新疆和田地区民丰县
25	2023-10-26 02:35:36.6	36.53	83.77	10	4.1	新疆和田地区民丰县
26	2023-10-31 08:40:03.9	36.48	83.73	10	4.1	新疆和田地区民丰县

## 1 资料与方法

本文使用中国地震台网固定台站记录的宽频地震波形资料,选取台站方位角覆盖好、波形质量高、距震中 500 km 以内的台站参与震源机制反演计算。图 1 给出了所使用台站的分布。

本文采用 ISOLA 近震全波形方法<sup>[8-9]</sup>,对中国大陆地区  $M \geq 4.0$  地震进行震源机制反演,并确定其最佳震源机制解和矩心深度。反演时,采用中国地震台网中心速报正式结果作为参考参数,以震中为起始点,浅源地震和中源地震矩心深度的搜索步长分别为 1 km 和 10 km,搜索范围分别为 1~30 km 和 10~200 km,地震矩心时间偏移的搜索范围为发震时刻前后 2.25 s,时间步长为 0.1 s。文中采用偏矩张量反演模式,基于单点源模型在时间和空间范围内搜索震源机制最优解,并将震源机制反演得到的波形互相关系数作为震源深度的函数,反演不同深度的震

源机制解,以最大波形拟合系数对应的矩心深度和震源机制解为最佳结果。

本文震源机制反演使用的一维速度模型参考了 Crust2.0 全球速度模型<sup>[10]</sup>,应用离散波数法<sup>[11-12]</sup>计算得到格林函数,采样频率为 1 Hz。

## 2 结果测定

经过对这些地震事件波形的预处理和震源机制反演,本文得到了 26 次  $M \geq 4.0$  地震事件的震源机制解,具体震源参数如表 2 所示。随后,我们利用震源机制三角形分类方法将本文所得到的震源机制解进行分类,其中,逆断型 9 次,走滑型 14 次,正断型 3 次(图 2)。

## 3 2023 年山东平原 $M_S 5.5$ 地震仪器烈度计算

随着国家地震烈度速报与预警工程的实施和试运行,加速度计和烈度计数据已逐步得到应用。

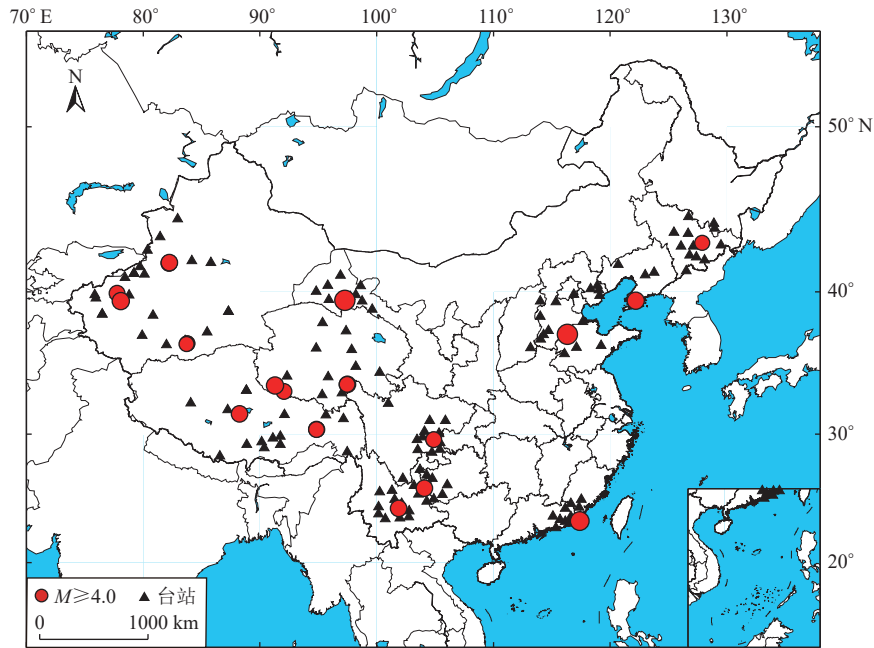


图 1 26 次  $M \geq 4.0$  以上地震震中位置和所用台站分布

Fig. 1 Map of the epicenters of the 26 earthquakes with  $M \geq 4.0$  and the used stations

表 2 2023 年 8—10 月中国大陆地区  $M \geq 4.0$  地震的震源机制解结果

Table 2 Focal mechanisms of the earthquakes with  $M \geq 4.0$  in the mainland of China

序号	发震时刻 (BJT) (年-月-日 时:分:秒)	节面 I			节面 II			P 轴		T 轴		矩心 深度 /km	矩震级 ( $M_w$ )	VR	CN	沙滩球
		走向 / $^\circ$	倾角 / $^\circ$	滑动角 / $^\circ$	走向 / $^\circ$	倾角 / $^\circ$	滑动角 / $^\circ$	方位角 / $^\circ$	仰角 / $^\circ$	方位角 / $^\circ$	仰角 / $^\circ$					
1	2023-08-01 01:56:43.0	276	77	-161	182	71	-13	140	22	48	4	4	4.5	0.81	2.4	
2	2023-08-04 11:05:03.3	48	75	-81	195	17	-122	330	59	130	30	12	4.4	0.68	2.9	
3	2023-08-06 02:33:59.6	219	77	-167	126	77	-14	83	19	173	0	12	5.5	0.86	1.9	
4	2023-08-13 20:55:01.9	296	70	-165	201	76	-21	157	24	249	4	8	4.3	0.86	2.1	
5	2023-08-18 10:39:23.4	204	72	84	43	19	108	299	27	105	62	3	4.1	0.85	3.2	
6	2023-08-19 15:31:49.4	205	67	83	41	24	105	300	21	102	68	4	4.2	0.80	2.3	
7	2023-08-19 22:46:05.1	13	60	-10	108	82	-149	335	27	237	15	6	4.1	0.61	3.9	
8	2023-08-20 23:28:23.1	39	51	77	240	41	106	139	5	256	78	12	4.3	0.79	2.7	
9	2023-08-23 02:46:49.3	4	40	-36	123	68	-124	351	54	237	16	6	4.0	0.52	3.8	
10	2023-08-23 18:19:47.8	32	87	179	122	89	3	257	1	347	3	15	4.7	0.62	5.7	
11	2023-08-29 16:08:42.5	194	23	99	4	67	86	97	22	266	68	12	4.2	0.70	2.0	
12	2023-09-09 03:33:34.8	1	50	-4	94	87	-140	325	30	221	24	10	3.9	0.61	3.5	
13	2023-10-01 19:34:07.7	188	85	179	278	89	5	53	3	143	5	10	4.7	0.76	2.5	
14	2023-10-01 19:47:01.7	8	90	175	98	85	0	53	3	323	4	11	4.6	0.65	3.0	

续表 2

序号	发震时刻 (BJT) (年-月-日 时:分:秒)	节面 I			节面 II			P 轴		T 轴		矩心 深度 /km	矩震级 ( $M_w$ )	VR	CN	沙滩球
		走向 / $^{\circ}$	倾角 / $^{\circ}$	滑动角 / $^{\circ}$	走向 / $^{\circ}$	倾角 / $^{\circ}$	滑动角 / $^{\circ}$	方位角 / $^{\circ}$	仰角 / $^{\circ}$	方位角 / $^{\circ}$	仰角 / $^{\circ}$					
15	2023-10-07 13:09:31.7	270	53	91	87	37	88	359	8	187	82	9	4.6	0.51	2.9	
16	2023-10-07 14:04:08.0	97	42	101	262	49	80	359	3	113	82	9	4.4	0.54	2.6	
17	2023-10-09 00:17:48.4	96	41	95	269	49	86	2	4	145	85	10	4.5	0.65	2.4	
18	2023-10-22 23:14:12.3	153	39	116	301	56	71	45	9	164	72	7	4.7	0.54	2.9	
19	2023-10-23 03:20:22.0	281	26	-97	109	64	-87	26	71	107	19	14	4.6	0.64	2.7	
20	2023-10-23 14:10:39.6	7	63	-97	203	28	-76	261	71	103	17	15	4.6	0.64	2.2	
21	2023-10-23 16:43:36.1	151	78	-163	58	73	-13	15	21	284	3	6	4.6	0.50	2.6	
22	2023-10-24 19:32:13.4	176	69	113	307	30	45	249	21	119	59	8	5.3	0.56	3.0	
23	2023-10-25 12:48:49.7	130	60	12	34	80	149	85	13	348	28	17	4.0	0.65	1.8	
24	2023-10-25 23:52:13.8	75	66	11	341	80	155	30	9	296	25	10	4.3	0.59	5.3	
25	2023-10-26 02:35:36.6	342	67	156	83	68	25	212	1	303	33	10	4.2	0.50	5.4	
26	2023-10-31 08:40:03.9	72	79	22	338	68	168	203	8	296	23	10	4.0	0.53	4.0	

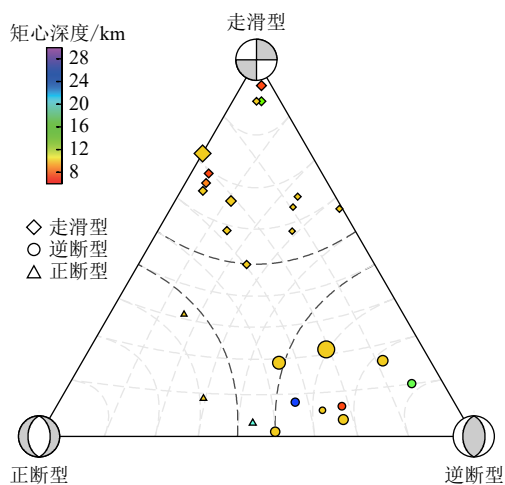


图 2 2023 年 8—10 月中国大陆地区  $M \geq 4.0$  地震类型图解  
Fig. 2 The ternary diagram of the focal mechanisms in the mainland of China during August to October 2023

2023 年 8 月 6 日 2 时 33 分, 山东德州市平原县发生  $M_S 5.5$  地震, 我们使用震中周边地区部分基本站和一般站记录的加速度波形资料, 在进行基线校正、记录转换和数字滤波后, 计算峰值加速度和峰值速度, 最后根据仪器烈度计算的国家标准《中国地震烈度表》(GB/T 17742—2020) 得到单个测点的仪器烈度值。图 3 为山东平原  $M_S 5.5$  地震仪器烈度分布, 可以看出

我们所得到的结果与现场考察结果<sup>[13]</sup>吻合度较好, 二者在一定程度上对应, 说明仪器烈度可以较为客观地反映震区灾害情况。

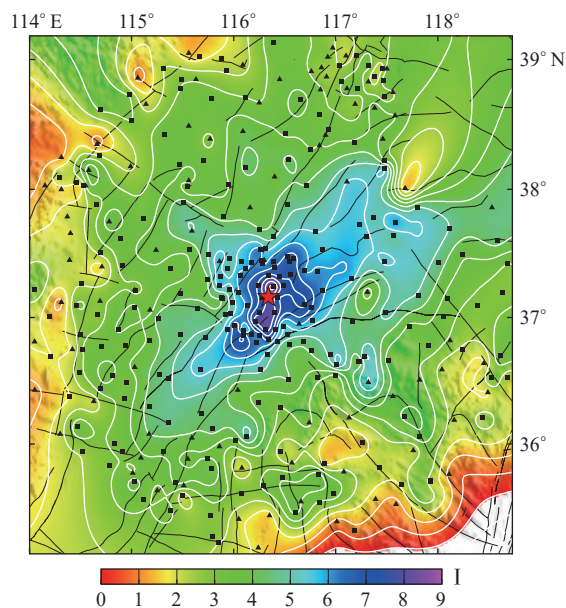


图 3 山东平原  $M_S 5.5$  地震仪器烈度分布  
Fig. 3 Distribution of instrumental intensity of the  $M_S 5.5$  Shandong Pingyuan earthquake

## 致谢

感谢国家海洋环境预报中心徐志国正高级工程师和应急管理部国家自然灾害防治研究院张广伟副研究员在震源机制解结果验证方面和文章成文过程中给予的帮助。

## 参考文献

- [1] 梁姗姗, 邹立晔, 刘艳琼, 等. 2021 年 12 月中国大陆地区  $M \geq 4.0$  地震震源机制解测定 [J]. 地震科学进展, 2022, 52(1): 40-44  
Liang S S, Zou L Y, Liu Y Q, et al. Determination the focal mechanism solutions of earthquakes with  $M \geq 4.0$  occurred in the mainland of China in December 2021[J]. Progress in Earthquake Sciences, 2022, 52(1): 40-44
- [2] 梁姗姗, 邹立晔, 刘艳琼, 等. 2022 年 1 月中国大陆地区  $M_S \geq 4.0$  地震震源机制解测定 [J]. 地震科学进展, 2022, 52(2): 89-94  
Liang S S, Zou L Y, Liu Y Q, et al. Determination of the focal mechanism solutions of the earthquakes with  $M_S \geq 4.0$  occurred in the mainland of China in January 2022[J]. Progress in Earthquake Sciences, 2022, 52(2): 89-94
- [3] 梁姗姗, 邹立晔, 刘艳琼, 等. 2022 年 2—3 月中国大陆地区  $M_S \geq 4.0$  地震震源机制解测定 [J]. 地震科学进展, 2022, 52(4): 183-189  
Liang S S, Zou L Y, Liu Y Q, et al. Determination of the focal mechanism solutions of the earthquakes with  $M_S \geq 4.0$  occurred in the mainland of China during February to March 2022[J]. Progress in Earthquake Sciences, 2022, 52(4): 183-189
- [4] 梁姗姗, 邹立晔, 刘艳琼, 等. 2022 年 4—6 月中国大陆地区  $M_S \geq 4.0$  地震震源机制解测定 [J]. 地震科学进展, 2022, 52(7): 338-343  
Liang S S, Zou L Y, Liu Y Q, et al. Determination of focal mechanism solutions of the earthquakes with  $M_S \geq 4.0$  occurred in the mainland of China during April to June 2022[J]. Progress in Earthquake Sciences, 2022, 52(7): 338-343
- [5] 梁姗姗, 邹立晔, 刘艳琼, 等. 2022 年 7—9 月中国大陆地区  $M \geq 4.0$  地震震源机制解测定 [J]. 地震科学进展, 2022, 52(11): 547-552  
Liang S S, Zou L Y, Liu Y Q, et al. Determination of focal mechanism solutions of the earthquakes with  $M \geq 4.0$  occurred in the mainland of China during July to September 2022[J]. Progress in Earthquake Sciences, 2022, 52(11): 547-552
- [6] 梁姗姗, 邹立晔, 刘艳琼. 2022 年 10 月—2023 年 2 月中国大陆地区  $M \geq 4.0$  地震震源机制解测定 [J]. 地震科学进展, 2023, 53(4): 185-191  
Liang S S, Zou L Y, Liu Y Q. Determination of focal mechanism solutions of the earthquakes with  $M \geq 4.0$  occurred in the mainland of China during October 2022 to February 2023[J]. Progress in Earthquake Sciences, 2023, 53(4): 185-191
- [7] 梁姗姗, 邹立晔, 刘艳琼, 等. 2023 年 3—7 月中国大陆地区  $M \geq 4.0$  地震震源机制解测定 [J]. 地震科学进展, 2023, 53(8): 387-392  
Liang S S, Zou L Y, Liu Y Q, et al. Determination of focal mechanism solutions of the earthquakes with  $M \geq 4.0$  occurred in the mainland of China during March to July 2023[J]. Progress in Earthquake Sciences, 2023, 53(8): 387-392
- [8] Sokos E N, Zahradnik J. ISOLA a Fortran code and a Matlab GUI to perform multiple-point source inversion of seismic data[J]. Computers and Geosciences, 2008, 34(8): 967-977
- [9] Sokos E, Zahradnik J. Evaluating centroid-moment-tensor uncertainty in the new version of ISOLA software[J]. Seismological Research Letters, 2013, 84(4): 656-665
- [10] Bassin C G L, Laske G, Masters G. The current limits of resolution for surface wave tomography in North America[J]. Eos Transactions American Geophysical Union, 2000, 81(48): F897
- [11] Kennett B L N, Kerry N J. Seismic waves in a stratified half space[J]. Geophysical Journal International, 1979, 57(3): 557-583
- [12] Bouchon M. A simple method to calculate Green's functions for elastic layered media[J]. Bulletin of the Seismological Society of America, 1981, 71(4): 959-971
- [13] 中国地震局震害防御司. 中国地震局发布山东平原 5.5 级地震烈度图 [EB/OL]. (2023-08-08)[2023-10-30]. <https://www.cea.gov.cn/cea/xwzx/365134/5736905/index.html>  
Earthquake Damage Prevention Department of China Earthquake Administration. Intensity map of Shandong Pingyuan  $M5.5$  earthquake[EB/OL]. (2023-08-08)[2023-10-30]. <https://www.cea.gov.cn/cea/xwzx/365134/5736905/index.html>