第 33 卷 第 4 期 地 震 学 报 Vol. 33, No. 4
2011 年 7 月 (550-552) ACTA SEISMOLOGICA SINICA Jul., 2011

刘超，许力生，陈运泰. 2011. 2009 年 11 月至 2010 年 11 月 27 次中强地震的快速矩张量解. 地震学报，**33**(4)：550-552.
Liu Chao, Xu Lisheng, Chen Yun-tai. 2011. Quick moment tensor solutions for 27 moderate and large earthquakes of November 2009-November 2010. *Acta Seismologica Sinica*, **33**(4): 550-552.

2009 年 11 月至 2010 年 11 月 27 次中强地震的快速矩张量解*

刘 超[1)] 许力生[1),♣] 陈运泰[1,2)]

1) 中国北京 100081 中国地震局地球物理研究所
2) 中国北京 100871 北京大学地球与空间科学学院

关键词 矩张量解 震源机制 断层参数 快速矩张量解
doi:10.3969/j.issn.0253-3782.2011.04.015 **中图分类号**：P315.3+3 **文献标识码**：A

Quick moment tensor solutions for 27 moderate and large earthquakes of November 2009-November 2010

Liu Chao[1)] Xu Lisheng[1),♣] Chen Yun-tai[1,2)]

1) *Institute of Geophysics, China Earthquake Administration, Beijing* 100081, *China*
2) *School of Earth and Space Sciences, Peking University, Beijing* 100871, *China*

Key words: moment tensor; focal mechanism; fault parameter; quick moment tensor solution

经过半个世纪的发展，地震震源的矩张量表示及其反演已日臻成熟(Dziewonski, Woodhouse, 1983). 矩张量解不但能够较好地反映地震震源的特性，还能为其它研究提供有用的参考. 一些科研机构和组织，如美国地质调查局(USGS)和全球矩心矩张量研究组(GCMT)已经能够在震后 5 小时内准实时地发布矩张量解. 为了满足我国地震应急响应的需要，作者在已有工作的基础上，建立了应急响应工作流程. 在应急响应工作的试行阶段，作者以国内 $M_S \geqslant 5.5$ 和国外 $M_S \geqslant 7.0$ 为选择条件，对满足上述选择条件的地震，进行快速矩张量反演. 在 2009 年 11 月—2010 年 11 月期间，共获得了 27 次地震事件的矩张量解. 绝大部分结果均在从地震学联合研究会(Incorporated Research Institutions for Seismology, IRIS)数据中心下载得到地震波形数据后 2 小时内发布.

本文提供了 2009 年 11 月—2010 年 11 月，27 次地震的快速矩张量解(表 1). 表 1 所列结果中包括国内 $M_S \geqslant 5.5$ 地震 8 次，国外 $M_S \geqslant 7$ 地震 19 次. 在这 27 次地震中，有报道人员伤亡的地震 5 次，分别为 2010 年 1 月 12 日海地地震，2010 年 4 月 13 日(北京时间 4 月 14 日)青海地震，2010 年 6 月 16 日印尼地震，2010 年 9 月 3 日新西兰地震和 2010 年 10 月 25 日苏门答腊地震. 除少数地震由于信噪比过低，无法得到矩张量解外，其余地震均在从 IRIS 数据中心下载得到地震波形数据后 2 小时内发布.

本文利用远震 P 波的垂直向信号快速反演地震矩张量和震源时间函数. 反演的流程和细节在刘超等(2008)的文中已有详细叙述. 在本文所涉及的工作中作者对该方法做了一些改进，简化了震源时间函数的反演，提高了计算效率. 在理论格林函数的计算中仍然采用标准的全球速度结构模型(Kennett, Engdahl, 1991)，运用反射率方法(Kennett, 1983)进行计算.

本文发布的 27 次地震的震中和矩张量解如图 1 所示. 图中采用震源球下半球等面积投影，初动向上的区域用红色表示，与最佳双力偶相应的断层面解用细黑线表示. 表 1 中地震事件的参数均取自美国地

* **基金项目** 自然科学基金(40774021)资助. 中国地震局地球物理研究所论著 11AC1014.
收稿日期 2011-03-18 收到初稿，2011-04-15 决定采用修改稿.
♣ **通讯作者** e-mail: xuls@cea-igp.ac.cn

质调查局(USGS)国家地震信息中心(NEIC)的快报结果. 对于个别地震，表中所列的震中位置和发震时刻与 USGS/NEIC 发布的最终结果有细微差别，但这些细微差别几乎不影响本文给出的快速反演结果，因为在反演中作者只使用对震中和发震时刻的细微差别并不敏感的远震低频信号. 在表 1 的 27 次事件中，包括已经以快报形式发表的 3 次事件的结果(刘超等，2010a，b，c).

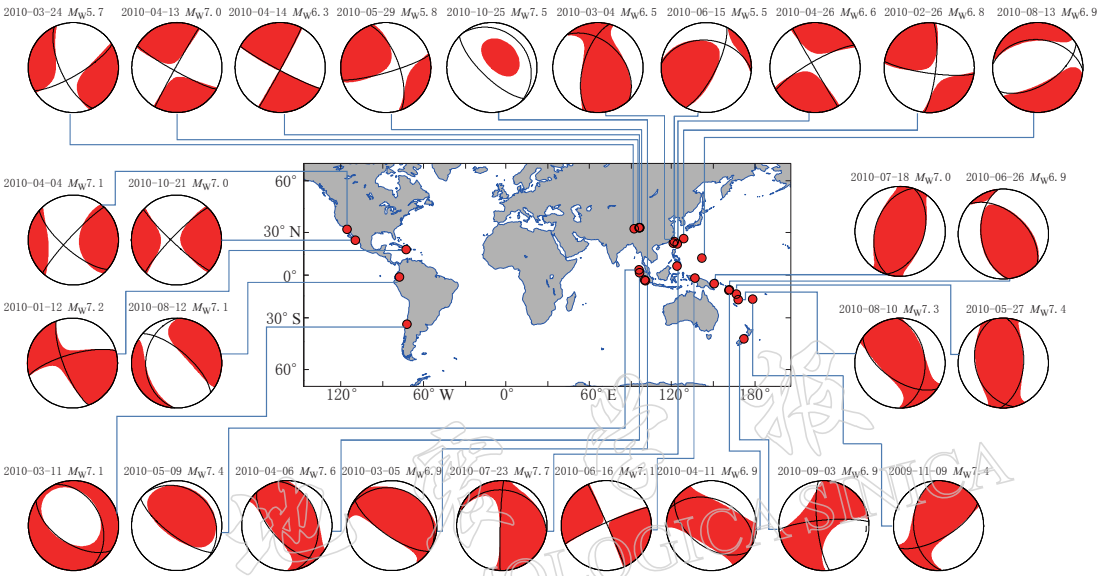

图 1　2009 年 11 月—2010 年 11 月国内 $M_S \geqslant 5.5$ 和国外 $M_S \geqslant 7.0$ 地震震中及矩张量解

Fig. 1　Epicentral locations and moment tensor solutions for earthquakes of $M_S \geqslant 5.5$ in China and $M_S \geqslant 7.0$ worldwide from November 2009 to November 2010

目前国际上矩张量快速反演已经成为一项常规性工作，对地震学基础研究和地震应急救灾响应均有重要意义. 经过一年多的试运行，作者较好地完成了快速矩张量反演的应急响应任务，产出结果的时效性、准确性和精确性均得到了检验. 在今后的工作中，作者将进一步完善应急响应工作流程，进一步提高工作的自动化程度，扩大应急响应的震级范围.

本研究使用的数字地震波形资料均通过地震学联合研究会数据中心的数据服务获得，谨表谢忱.

参　考　文　献

刘超，张勇，陈运泰，许力生. 2008. 一种矩张量反演新方法及其对 2008 年汶川 M_S8.0 地震序列的应用[J]. 地震学报，**30**(4)：329-339.

刘超，许力生，陈运泰. 2010a. 2009 年 12 月 19 台湾花莲地震快速矩张量解[J]. 地震学报，**32**(1)：127-129.

刘超，许力生，陈运泰. 2010b. 2010 年 1 月 12 日海地地震快速矩张量解[J]. 地震学报，**32**(1)：130-132.

刘超，许力生，陈运泰. 2010c. 2010 年 4 月 14 青海玉树地震快速矩张量解[J]. 地震学报，**32**(3)：366-368.

Dziewonski A M，Woodhouse J H. 1983. An experiment in systematic study of global seismicity centroid-moment tensor solutions for 201 moderate and large earthquakes of 1981[J]. *J Geophys Res*，**88**：3247-3271.

Kennett B. 1983. *Seismic Wave Propagation in Stratified Media*[M]. Cambridge：Cambridge University Press：1-339.

Kennett B，Engdahl E R. 1991. Travel times for global earthquake location and phase identification[J]. *Geophys J Int*，**105**(2)：429-465.

表 1　2009 年 11 月—2010 年 11 月国内 $M_S \geqslant 5.5$ 和国外 $M_S \geqslant 7.0$ 地震的矩张量解

Table 1　Moment tensor solutions for earthquakes of $M_S \geqslant 5.5$ in China and $M_S \geqslant 7.0$ worldwide from November 2009 to November 2010

序号	日期 年-月-日	时间 时:分:秒	纬度/°	经度/°	深度/km	M_{rr}	M_{tt}	M_{pp}	M_{rt}	M_{rp}	M_{tp}	矩张量单位/N·m	节面Ⅰ 走向/°	节面Ⅰ 倾角/°	节面Ⅰ 滑动角/°	节面Ⅱ 走向/°	节面Ⅱ 倾角/°	节面Ⅱ 滑动角/°	M_W
1	2009-11-09	10:44:54	−17.212	178.413	585.1	0.89	0.15	−1.04	0.82	0.23	−1.00	10^{20}	60	67	129	175	44	33	7.4
2	2010-01-12	21:53:09	18.457	−72.533	10	1.84	−5.74	3.89	−1.22	−2.36	6.18	10^{19}	159	74	163	253	74	17	7.2
3	2010-02-26	20:31:27	25.9251	128.401	22	−0.06	0.48	−0.42	0.50	0.33	1.81	10^{19}	6	78	170	98	80	12	6.8
4	2010-03-04	00:18:52	22.903	120.823	23.1	3.97	1.98	−5.95	−1.66	−2.40	1.77	10^{18}	195	63	126	318	44	41	6.5
5	2010-03-05	16:06:57	−4.032	100.806	22	1.43	−1.24	−0.19	1.71	−1.23	0.99	10^{19}	125	71	93	295	19	80	6.9
6	2010-03-11	14:39:44	−34.259	−71.929	10	−5.06	2.01	3.05	−2.53	0.05	−1.85	10^{19}	124	57	−109	337	38	−64	7.1
7	2010-03-24	02:06:11	32.503	92.703	10	−1.20	−2.27	3.46	−1.21	−0.22	2.00	10^{17}	59	76	−24	155	67	−165	5.7
8	2010-04-04	22:40:41	32.128	−115.303	10	−1.21	−4.00	5.21	−0.24	−2.36	−0.37	10^{19}	131	71	173	223	83	19	7.1
9	2010-04-06	22:15:20	1.736	96.546	35	2.50	−0.03	−2.47	1.41	−1.33	1.89	10^{20}	138	62	74	349	31	117	7.6
10	2010-04-11	09:40:29	−10.925	161.191	51.9	1.92	−2.05	0.13	0.30	−0.29	1.81	20^{19}	126	50	99	292	41	79	6.9
11	2010-04-13	23:49:37	33.271	96.625	10	−0.33	3.84	−3.51	0.18	0.48	2.35	10^{19}	119	83	−2	209	88	−173	7.0
12	2010-04-14	01:25:16	33.226	96.463	10	0.01	2.95	−2.96	0.26	0.24	1.94	10^{18}	28	88	175	118	85	2	6.3
13	2010-04-26	02:59:50	22.247	123.733	10	−1.36	9.83	−8.47	−1.27	1.67	−5.41	10^{18}	150	89	−11	240	79	−179	6.6
14	2010-05-09	05:59:42	3.775	96.055	45	8.83	−4.67	−4.15	8.79	−6.15	2.76	10^{19}	127	72	87	315	19	98	7.4
15	2010-05-27	17:14:48	−13.71	166.507	36.1	1.20	0.28	−1.48	0.13	0.36	0.15	10^{20}	4	53	101	166	38	76	7.4
16	2010-05-29	02:29:544	33.141	96.153	50.7	0.01	−3.25	3.24	2.14	2.11	4.57	10^{17}	74	81	24	340	66	171	5.8
17	2010-06-15	00:31:19	23.968	121.583	32	0.87	−1.09	0.22	0.20	1.39	−0.91	10^{17}	27	73	54	275	40	153	5.5
18	2010-06-16	03:16:29	−2.141	136.46	28.8	−0.11	−3.76	3.87	0.34	−0.38	3.53	10^{19}	246	85	−2	337	88	−175	7.1
19	2010-06-26	05:30:20	−10.607	161.429	35	2.30	−0.27	−2.04	−0.90	−0.45	1.26	10^{19}	174	49	121	311	50	59	6.9
20	2010-07-18	13:04:13	−6.116	150.522	57.5	4.19	0.15	−4.34	0.10	0.12	−1.47	10^{19}	195	44	88	18	46	91	7.0
21	2010-07-23	22:51:11	6.482	123.533	575.6	0.34	0.69	−1.04	0.12	−4.67	1.83	10^{20}	182	87	112	280	22	9	7.7
22	2010-08-10	05:23:47	−17.59	167.978	35	7.30	−0.15	−7.15	3.81	−0.83	7.41	10^{19}	356	45	134	122	60	55	7.3
23	2010-08-12	11:54:14	−1.275	−77.374	189.9	−3.12	−0.49	3.61	2.90	−3.32	−2.84	10^{19}	182	32	−44	311	69	−114	7.1
24	2010-08-13	21:19:32	12.409	141.487	4.7	−2.54	2.99	−0.45	−0.87	−1.02	1.03	10^{19}	273	38	−61	58	58	−111	6.9
25	2010-09-03	16:35:46	−43.375	172.061	12	0.81	0.11	−0.92	0.80	0.91	−2.70	10^{19}	265	80	−167	173	78	−10	6.9
26	2010-10-21	17:53:14	24.843	−109.171	10	−0.34	−3.74	4.08	0.05	−0.86	−0.20	10^{19}	224	82	7	133	83	172	7.0
27	2010-10-25	14:42:22	−3.484	100.114	20.6	0.04	−5.44	−5.73	3.50	−3.27	1.76	10^{20}	134	71	88	321	19	96	7.8

注：表中日期和时间均采用协调世界时(UTC). 北京时间 BJT＝UTC＋8.

http://www.dizhenxb.org.cn