

冉慧敏、张志斌、赵庆, 2014, 2012年6月30日新疆新源-和静 $M_s 6.6$ 地震序列震源机制解, 中国地震, 30(3), 432~441。

2012年6月30日新疆新源-和静 $M_s 6.6$ 地震序列震源机制解

冉慧敏 张志斌 赵庆

新疆维吾尔自治区地震局, 乌鲁木齐新市区科学2街338号 830011

摘要 利用CAP方法反演了2012年6月30日新源-和静 $M_s 6.6$ 地震序列震源机制解。反演得到 $M_s 6.6$ 地震节面 I 的参数为: 走向 299° , 倾角 68° , 滑动角 164° ; 节面 II 的参数为: 走向 35° , 倾角 75° , 滑动角 23° ; P 轴方位角 166° , 倾角 5° , T 轴方位角 258° , 倾角 26° ; 矩震级 M_w 为 6.3; 矩心深度为 21km。此次地震序列破裂优势方向为 NWW, 倾角以 $60^\circ \sim 90^\circ$ 为主, 滑动角以 $\pm 180^\circ \pm 30^\circ$ 为主; P 轴方位的优势取向为近 NS 向, T 轴优势取向为近 EW 向。初步分析表明, 主震节面 I 为发震断层, 是走向为 NWW、近乎直立的左旋走滑断层。此次 6.6 级地震震源断错性质和主压应力方向以及序列 P 轴优势方位与震源区周围构造应力场特征基本一致。

关键词: 新源-和静地震 CAP 方法 震源机制解

[文章编号] 1001-4683(2014)03-0432-10 [中图分类号] P315 [文献标识码] A

0 引言

2012年6月30日, 在新疆维吾尔自治区伊犁哈萨克自治州新源县、巴音郭楞蒙古自治州和静县交界处发生 $M_s 6.6$ 地震, 震中位于天山地震带, 地处伊犁盆地东边缘高海拔山区。震中周围历史地震比较活跃, 且地震强度大、频度高, 地质构造复杂, 均为浅源地震, 震源深度多在 10~35km 之间(张国民等, 2002)。1900 年以来, 震中 100km 范围内, 发生过 1 次 6 级地震和 2 次 7 级地震, 1906 年玛纳斯 $M_s 7.7$ 地震震中距离此次地震震中仅 20km。2011 年以来新疆进入中强震活跃期, 发生 5 级以上地震 20 余次, 2011 年 11 月 1 日距该震中约 180km 的尼勒克、巩留交界发生了 $M_s 6.0$ 地震, 震前半个月距震中约 130km 的轮台发生了 $M_s 5.4$ 地震。此次新源-和静 $M_s 6.6$ 地震发生在中强地震活跃的背景下, 震区附近有: 喀什河断裂带、阿吾拉勒山南缘断层、乌孙山断裂带、那拉提断裂带等^①, 为了了解震源区的受力状态, 确定此次地震发生的具体构造位置, 本文对此次地震序列的震源机制进行了分析。

目前, 国内的一些研究结果充分证明了 CAP 方法在地震震源机制解与矩心深度研究方

[收稿日期] 2013-01-05; [修定日期] 2014-08-03

[项目类别] 地震科技星火计划攻关项目(XH13028Y)和测震台网青年骨干培养专项(20120105)联合资助

[作者简介] 冉慧敏, 女, 1979 年生, 工程师, 主要从事大震速报与编目、测震服务器维护、台网管理等工作。

E-mail: cerhm@163.com

① 新疆维吾尔自治区地震局, 2008, 2012 年 6 月 30 日新疆新源-和静 6.6 级地震考察报告

面的有效性与可靠性(Zhao et al, 1994; Zhu et al, 1996、2002、2006; Tan et al, 2006; 张爱萍等, 2008; 黄建平等, 2009)。为了提高对新源-和静 $M_s6.6$ 地震的震源机制解及发震深度的认识, 进一步了解其所处地区的应力状态, 本文利用新疆台网的宽频带波形资料, 采用 CAP (Cut and Paste) 方法反演了此次地震序列的主震及 14 次记录清楚 $M_s3.0$ 以上余震的震源机制解, 并结合余震分布与区域地质背景, 确定该序列的发震断层, 讨论地震的发震构造。

1 研究方法

震源机制解反映了地震破裂几何和运动学特征, 既是研究区域构造应力的基础, 也是地震研究中的重要参数。目前常用的研究地震震源机制的手段是 P 波初动和波形反演方法。对于 P 波初动方法, 由于只采用了地震波形中的初动信息, 因此要想得到较满意的结果, 需要大量的分布在不同震中距和方位角的地震台站数据, 且使用 P 波初动方法无法得到地震的深度和震级大小, 这在很大程度上限制了该方法的应用(张项等, 2010)。而在波形反演方面的研究已积累了大量的宝贵方法和经验, 诸如在体波研究方面(Dziewonski et al, 1981; Kikuchi et al, 1982; Dreger et al, 1993; 赵翠萍等, 2005; 周云好等, 2004)、在长周期面波研究方面(Kanamori et al, 1981; Thio et al, 1995; 马淑田等, 1998; 许力生等, 2004)、在近场记录研究方面(Takeo et al, 1987; Sileny et al, 1991)以及近年来发展的近震及远震波形联合反演方面(陈伟文等, 2012)等等。最近几年, 国际上的一些地震学者(Zhao et al, 1994)建立和发展了 CAP (Cut and Paste) 方法, 即利用近震地震数据反演震源机制解, 对体波和面波分别进行反演, 该方法因此可以在很大程度上减小地壳结构模型对反演结果的影响。将宽频带数字地震记录分为 Pnl 部分和面波部分, 对两部分的 3 分量共 5 部分(Pnl 不存在切向分量)给定不同的权重进行反演, 分别计算它们的合成波形和真实记录的误差函数, 在相关参数空间中进行搜索得出最佳解。同时, 由于采用近震拟合, 以此可以提高信噪比和反演精度, 还能减小对台站数量和方位角分布的要求。

2 资料处理

本文所用资料全部取自新疆数字遥测地震台网。为了获得稳定可靠的新疆新源-和静 $M_s6.6$ 主震及 $M_s3.0$ 以上余震的震源机制解, 所选取的台站的方位角准确, 并很好地包围震中, 且震中距都在 400km 之内(台站分布见图 1、参数见表 1), 所选台站仪器的幅频特性曲线在 0.05 ~ 20Hz 的频率范围内都是平直的。为了避免各台站仪器的放大倍数不一致, 首先要去除了仪器响应。考虑到宽频带记录中的短周期资料受地下小尺度结构的影响较大, 即当地下速度结构模型不准确时, 由短周期资料反演震源机制解会有很大的偏差, 因此, 使用了宽频带记录中的 5 ~ 20s 的较长周期资料。将原始的速度记录扣除仪器响应并积分得到位移记录。将位移记录从 UD-NS-EW 分量旋转为大圆路径的 Z-R-T 分量。旋转后的记录分成 Pnl 波和面波两个部分, 将 Pnl 波经带宽为 0.05 ~ 0.2Hz、面波经带宽为 0.03 ~ 0.1Hz 的 4 阶 Butterworth 带通滤波器进行滤波, 既可以滤掉长周期地脉动和由速度转换到位移造成的长周期漂移, 又可以有效避免地下介质小尺度结构所带来的影响(韦生吉等, 2009)。每个台站我们都得到了 Pnl 波的垂向、径向分量以及面波的垂向、径向以及切向分量等 5 个部分。

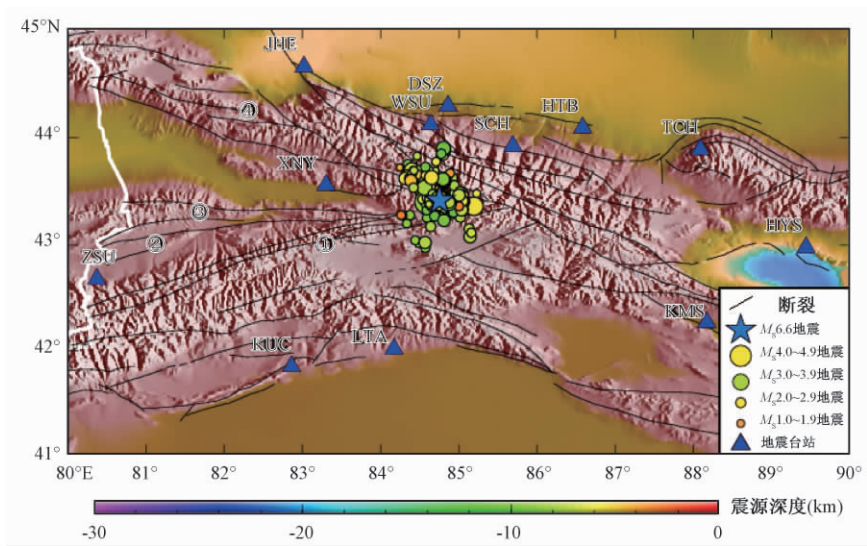


图 1 震中与台站分布图
①那拉提断裂;②乌孙山断裂;③阿吾拉勒山南缘断裂;④喀什河断裂

表 1 近震台站参数列表						
序号	台站名称	台站代码	北纬(°)	东经(°)	高程(m)	震中距(km)
1	乌苏	WSU	44.12	84.64	1830	78
2	石场	SCH	43.92	85.69	1262	93
3	独山子	DSZ	44.29	84.86	932	97
4	新源	XNY	43.56	83.30	1045	118
5	轮台	LTA	42.02	84.17	1310	162
6	呼图壁	HTB	44.09	86.58	928	164
7	精河	JHE	44.65	83.02	347	194
8	库车	KUC	41.85	82.86	1214	233
9	天池	TCH	43.89	88.09	2580	273
10	库米什	KMS	42.27	88.17	1006	307
11	昭苏	ZSU	42.68	80.37	1842	365
12	火焰山	HYS	42.98	89.44	273	383

在计算理论地震图时,采用目前广泛使用的频率-波数法($F-K$ 方法)(Zhu et al,2002)来计算台站在不同震中距的格林函数。该方法通过对频率和波数分别进行积分,再利用传播矩阵计算地震的全波场位移分布,得到各种频率下的体波和面波波形,对于研究震源参数非常有效。本文以 CRUST2.0 全球地壳速度模型(<http://igppweb.ucsd.edu/~gabi/crust2.html>)和胥颐等(1996)得到的伊犁盆地速度模型(表 2)为基础,进行格林函数计算,以进一步检验研究结果的有效性与可靠性。

3 反演结果与数据分析

采用 CAP 方法得到了 2012 年 6 月 30 日新源-和静 $M_s6.6$ 地震及 14 次 $M_s3.0$ 以上余震的震源机制解,图 2 是 $M_s6.6$ 地震的震源机制解反演误差随震源深度的变化,图 3 是基于胥

表 2 地壳速度模型

层号	CRUST2.0 全球地壳速度模型			胥颐等(1996)的伊犁盆地速度模型		
	厚度(km)	V_P (km/s)	V_S (km/s)	厚度(km)	V_P (km/s)	V_S (km/s)
1	3.5	3.81	1.94	10	6.0	3.5
2	0	3.9	2.1	10	6.2	3.6
3	13	6.2	3.6	10	6.6	3.8
4	12	6.4	3.6	10	7.0	4.0
5	12	6.8	3.8	7	6.6	3.8
6	0	8.2	4.7	0	8.2	4.7

颐等(1996)得到的伊犁盆地速度模型波形拟合的结果。在反演过程中,发现 CAP 方法的以下特点:

(1) 对于同一地震,两种速度模型得到的最有可能的矩心深度及其对应的震源机制解非常接近。如图 2 所示, $M_s6.6$ 地震最有可能的矩心深度均为 21km,同时可以看到基于胥颐等(1996)的速度模型得到的震源机制解图案在不同深度具有很好的一致性,为了便于分析,本文主要采用基于胥颐等(1996)的速度模型进行研究。

(2) 得到的震源机制解对震源深度的依赖不大。从图 2 可以看出,基于 CRUST2.0 的震源机制解除了矩心深度大于 25km 的结果稍有不同外,其他深度的解的图案几乎一致,而基于胥颐等(1996)的速度模型的所有震源机制解图案是完全一致的。

(3) 速度偏高的速度模型得到的矩震级要大于速度偏低的速度模型得到的矩震级。胥颐等(1996)的速度模型中的直达波速度普遍大于 CRUST2.0 速度模型的直达波速度,基于前者得到的 15 次 $M_s3.0$ 以上地震的矩震级比基于后者得到的矩震级平均要大 0.15。

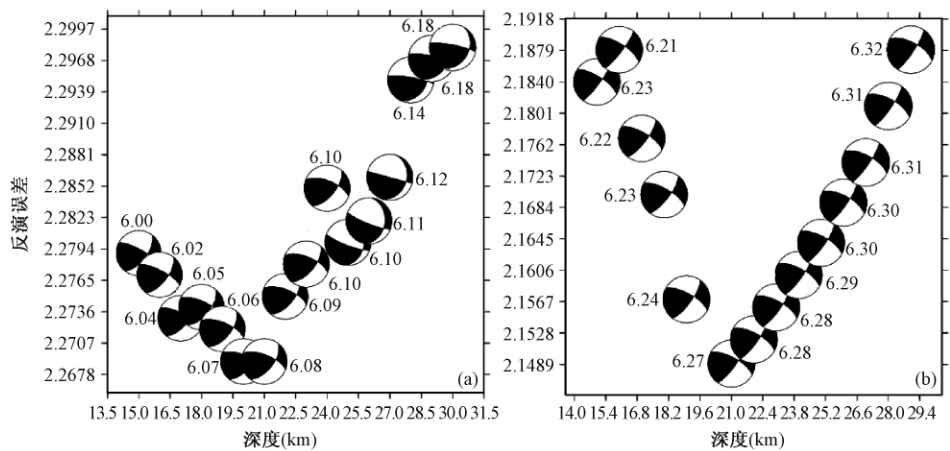


图 2 主震震源机制解反演误差随深度的变化

(a) 是基于 CRUST2.0 全球地壳速度模型反演得到的结果;(b) 是基于胥颐等(1996)的模型得到的伊犁盆地速度模型反演得到的结果

本文计算得到的 $M_s6.6$ 地震震源机制解结果为:节面 I——走向 299° , 倾角 68° , 滑动角 164° ;节面 II——走向 35° , 倾角 75° , 滑动角 23° ;P 轴方位角 166° , 倾角 5° , T 轴方位角

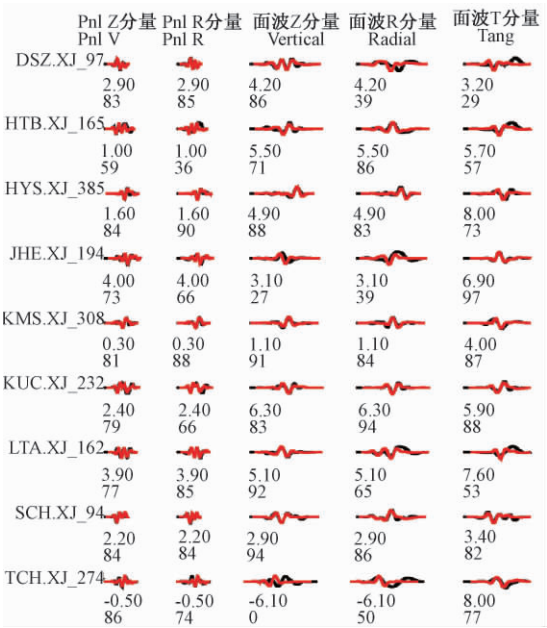


图3 基于胥颐等(1996)的伊犁盆地速度模型得到的 M_s 6.6 地震波形拟合的结果
黑色曲线是观测地震图,红色曲线是理论地震图,波形下面第一行数字为理论地震图相对观测地震移动时间(s),
第二行数字为二者的相关系数(%),波形左侧字是台站名.台网名_震中距(km)

258°,倾角 26°;矩震级 M_w 为 6.3;震源类型是走滑型;震源矩心深度 21km,属于浅源地震。在图 3 显示的理论合成波形与实测波形的比较中,9 个台站 Pnl 波部分和面波部分共 45 个震相,相关系数平均值为 0.73,大于 0.6 的相关系数有 35 个,占全部相关系数的 78%,属于强度相关。反演方差为 2.149×10^{-1} ,反演结果显示,理论地震图与观测地震图吻合得较好。此外,对于新源-和静 M_s 6.6 地震,中国地震局地球物理研究所 (<http://www.cea-igp.ac.cn/tpxw/263410.shtml>)、美国哈佛大学 (<http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html>) 等研究机构也给出了相应的震源机制解参数(表 3),由表 3 可知,不同来源的结果是比较接近的,也反映本文反演的震源机制解结果是可靠的。

表 3 新源-和静 M_s 6.6 地震主震震源机制解的结果对比

序号	节面 I			节面 II			矩震级	结果来源
	走向(°)	倾角(°)	滑动角(°)	走向(°)	倾角(°)	滑动角(°)		
1	299	68	164	35	75	23	6.27	本文
2	293	65	164	30	76	26	6.2	中国地震局地球物理研究所
3	300	57	167	37	79	34	6.3	美国哈佛大学

由节面解可对此地震序列做如下分析:

(1) 节面走向。由图 4 可见,节面 I 分布较为集中,节面走向的优势方向为 NWW 向(280°~320°),与此区域喀什河断裂南东段的活动断裂走向一致(尹光华,1993),也与龙海英等(2008)通过对北天山中东段中小地震震源机制解系统聚类 and 应力场反演所得地震主破裂面基本沿 NWW 向展布的结果相符。此次地震的等线图(图 5)长轴呈 N63°W 方向,结

合余震分布(图 1)分析认为节面 I 为破裂面。

(2) 节面倾角。图 4 表明,节面倾角优势取向为近于垂直,说明地震序列发生在一个较陡的、近乎直立的断层面上。

(3) 节面滑动角。刁桂苓等(1996)认为,当分析节面的滑动角时,取 $0^{\circ} \pm 30^{\circ}$ 和 $150^{\circ} \sim 180^{\circ}$ 、 $-150^{\circ} \sim -180^{\circ}$ 为走向滑动, $90^{\circ} \pm 30^{\circ}$ 和 $-90^{\circ} \pm 30^{\circ}$ 为倾向滑动,其余为斜向滑动。从图 4 可以看出,节面滑动角优势在 $\pm 180^{\circ} \pm 30^{\circ}$ 、 $0^{\circ} \pm 30^{\circ}$ 范围内,由此可知,走向滑动占绝对优势。该地震序列事件中,事件 1(见表 4)的节面的滑动角在 $-90^{\circ} \pm 30^{\circ}$ 内,震源类型为倾滑型,其余 13 次事件震源破裂性质与主震一致且均以走滑为主,此外,有 8 次地震事件为正断层类型,说明主震发生后,震源区处于应力调整变化中。

由图 4 和表 4 中应力轴数据可对此地震序列做如下分析:

(1) P 轴空间分布。P 轴方位分布在 $150^{\circ} \sim 190^{\circ}$ 角域内有 9 个,占总数的 60%,P 轴方位的优势取向为近 NS 向;P 轴倾角集中分布在 $0^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 之间,接近水平展布的占优。

表 4 $M_s3.0$ 以上 14 次余震的震源参数和震源机制解

序号	发震时刻 (年-月-日) (时:分:秒)	震中位置($^{\circ}$)		震级 M_s	定位深度 (km)	节面 I ($^{\circ}$)			节面 II ($^{\circ}$)			P 轴 ($^{\circ}$)		T 轴 ($^{\circ}$)		震级 M_w	矩心深度 (km)
		东经	北纬			走向	倾向	滑动	走向	倾向	滑动	方位角	倾角	方位角	倾角		
1	2012-06-30 05:30:33	84.74	43.46	3.8	7	305	49	-98	137	42	-81	160	83	41	3	4.68	5
2	2012-06-30 06:09:56	84.74	43.47	3.2	7	285	80	-158	191	68	-11	150	23	56	8	4.34	11
3	2012-06-30 06:11:12	84.81	43.42	3.7	9	284	80	-180	14	90	10	149	7	239	7	4.22	5
4	2012-06-30 06:30:10	84.68	43.45	3.7	9	304	55	-180	34	90	35	163	24	265	24	4.06	17
5	2012-06-30 06:54:56	84.77	43.39	3.0	7	310	90	29	220	61	-180	81	20	179	20	3.75	14
6	2012-06-30 08:46:48	84.83	43.41	4.2	7	318	54	168	55	80	37	181	17	283	33	4.20	22
7	2012-06-30 09:10:29	84.72	43.40	3.1	8	250	79	10	158	80	169	204	1	114	15	3.68	6
8	2012-06-30 12:06:06	84.76	43.41	3.3	7	210	55	-168	113	80	-36	66	32	166	17	3.76	24
9	2012-06-30 13:32:10	84.77	43.39	3.3	6	311	80	-10	43	80	-170	267	14	357	0	3.60	16
10	2012-06-30 15:35:55	84.58	43.38	4.5	11	285	76	170	17	80	14	150	3	241	17	4.36	16
11	2012-06-30 18:08:56	84.76	43.38	3.8	9	303	80	-180	33	90	10	168	7	258	7	3.85	14
12	2012-07-02 05:48:09	84.71	43.47	4.2	8	309	66	11	215	80	156	264	9	170	24	3.99	6
13	2012-07-13 02:49:19	84.68	43.45	3.6	12	322	79	-151	226	62	-12	187	28	91	12	3.76	7
14	2012-09-01 14:47:10	84.68	43.44	4.5	8	283	80	159	17	69	11	331	7	238	22	4.23	17

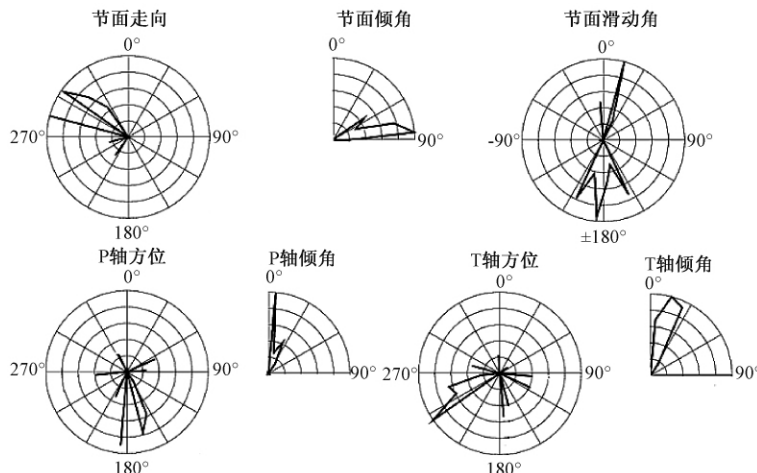


图 4 $M_s6.6$ 主震及序列震源机制节面、P 轴、T 轴解的显示图

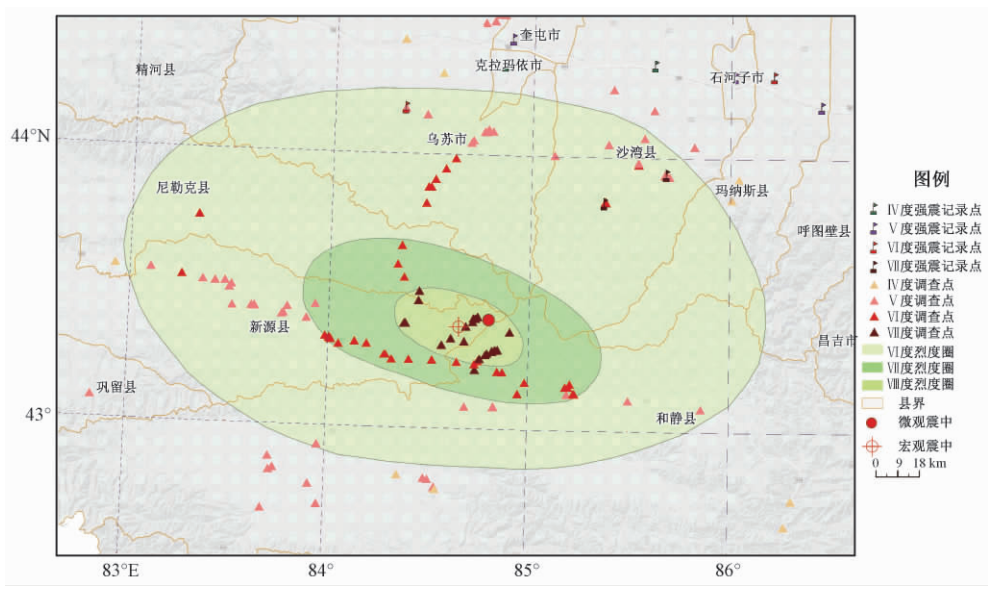


图 5 2012 年 6 月 30 日新疆新源-和静交界 6.6 级地震等线图

(2) T 轴取向分布。T 轴方位分布在 $235^{\circ} \sim 285^{\circ}$ 角域内有 7 个, 占总数的 47%, T 轴方位的优势取向为近 EW 向; T 轴倾角也集中分布在 $0^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 之间, 接近水平展布的占优。这与高国英等 (2010) 等得到的新疆主要受近 SN 向的主压应力和近 EW 向的张应力控制的结论是一致的。

4 结论与讨论

(1) 在反演过程中, 发现 CAP 方法对于同一地震不同速度模型得到的最有可能的矩心深度及其对应的震源机制解非常接近, 由此得出的震源机制解对震源深度的依赖不大的认

识。而通过比较基于胥颐等(1996)的速度模型和 CRUST2.0 速度模型得到的 15 次 $M_s3.0$ 以上地震的矩震级,前者比后者平均大 0.15,由此得出速度偏高的速度模型得到的矩震级要大于速度偏低的速度模型得到的矩震级的认识。

(2) 新源-和静 $M_s6.6$ 地震的震源机制解结果为:节面 I 的走向 299° 、倾角 68° 、滑动角 164° ;节面 II 的走向 35° 、倾角 75° 、滑动角 23° ;P 轴方位角 166° 、倾角 5° ;T 轴方位角 258° 、倾角 26° ;矩震级 M_w 为 6.3;震源类型属走滑型;震源矩心深度约 21km,属于浅源地震。本文得到的此次地震震源深度,与新疆活动地块地震震源深度为 $21(\pm 10)$ km (张国民等, 2002) 的结论相符,且大于中国大陆平均震源深度(约 $16(\pm 7)$ km)。此次发生在伊犁盆地东边缘的地震的震源深度,与韦生吉等(2009)分析位于阿拉善地块南边缘的赤峰 5.9 级地震的 25km 左右震源深度,反映了完整地块边界上的地震较深,且西部地震比东部地震深,与中国大陆地壳西厚东薄是一致的。

(3) 新源-和静 $M_s6.6$ 地震序列的破裂优势方向为 NWW,倾角多在 $60^\circ \sim 90^\circ$ 范围,滑动角以 $\pm 180^\circ \pm 30^\circ$ 居多,震源机制类型以走滑为主。这一结果与龙海英等(2008)给出的天山中东段地震主破裂面基本沿 NWW 向展布的结果相符,也与新疆地震局新源-和静 $M_s6.6$ 地震科学考察结果^①得出的烈度圈长轴方向呈 NWW 向的结论相一致。新源-和静 $M_s6.6$ 地震序列应力轴分析结果显示,震源区受 P 轴在近 NS 向、T 轴在近 EW 向的水平应力作用,这与此次地震序列滑动以走滑为主、滑动角在 $\pm 180^\circ \pm 30^\circ$ 范围内居多的结果相一致。

(4) 新构造运动以来,由于印度板块向北逆冲推移,新疆主要受近 SN 向的主压应力和近 EW 向的张应力影响(高国英等,2010),天山再次快速隆起,天山内部的部分断裂重新复活,发生了新源-和静 $M_s6.6$ 地震。位于天山山区的喀什河活动断裂带沿伊犁盆地北缘分布,新活动强烈,西段走向 300° 、倾角 70° ,沿断层有中强地震发生;中段赛口阔拉走向 276° ,长约 80km,晚更新世及其后构造活动强烈;南东段沿喀什河各南缘展布,走向 280° ,长约 220km,由多个朝北陡倾的断面构成(尹光华,1993)。基于本文得到地震序列震源机制解结果,经初步分析后认为,新源-和静 $M_s6.6$ 地震震中应位于阿吾拉勒山南缘断裂、喀什河断裂及那拉提断裂的构造交汇部位,发震构造更接近于喀什河断裂南东段。

致谢:新疆地震局龙海英、高国英老师对此文撰写提供了宝贵帮助,匿名审稿专家对论文修改提出了中肯建议。文章使用了圣路易大学朱露培教授提供的 CAP 程序,在此一并感谢。

参考文献

- 陈伟文、倪四道、汪贞杰等,2012,2010 年高雄地震震源参数的近远震波形联合反演,地球物理学报, **55**(7), 2319 ~ 2328。
- 刁桂苓、王绍晋、龙晓帆等,1996,1976 年龙陵震群的小震震源机制,地震研究, **19**(4), 331 ~ 339。
- 高国英、聂晓红、龙海英,2010,2003 ~ 2008 年新疆区域构造应力场特征探讨,地震地质, **32**(1), 70 ~ 79。
- 黄建平、倪四道、傅容珊等,2009,综合近震及远震波形反演 2006 文安地震($M_w5.1$)的震源机制解,地球物理学报, **52**(1), 120 ~ 130。
- 龙海英、高国英、聂晓红等,2008,北天山中东段中小地震震源机制解及应力场反演,地震, **28**(1), 93 ~ 99。
- 马淑田、姚振兴、纪晨,1998,1996 年 5 月 3 日内蒙古包头西 $M_s6.4$ 级地震的震源机制研究,地球物理学报, **41**(6), 795 ~ 803。

- 韦生吉、倪四道、崇加军等,2009,2003年8月16日赤峰地震:一个可能发生在下地壳的地震,地球物理学报, **52**(1),111~119。
- 许力生、陈运泰,2004,从全球长周期波形资料反演2001年11月14日昆仑山口地震时空破裂过程,中国科学D辑, **34**(3),256~264。
- 胥颐、冯先岳、萨.,ВИ,1996,天山地区的深部速度结构,地震地质, **18**(4),375~381。
- 尹光华,1993,伊犁盆地新构造运动与地震,内陆地震, **7**(2),180~187。
- 张爱萍、倪四道、杨晓勇,2008,2004年东乌珠穆沁旗地震震源参数研究,地震, **28**(3),61~68。
- 张国民、汪素云、李丽等,2002,中国大陆地震震源深度及其构造含义,科学通报, **47**(9),663~668。
- 张项、陈棋福、赵里等,2010,用P波初动波形求解中小地震震源机制解,中国地震, **26**(3),273~282。
- 赵翠萍、陈章立、郑斯华等,2005,2003年9月27日中、俄、蒙边界 $M_s 7.9$ 地震震源机制及破裂过程研究,地震学报, **27**(3),237~249。
- 周云好、陈章立、缪发军,2004,2001年11月14日昆仑山口西 $M_s 8.1$ 地震震源破裂过程研究,地震学报, **26**(S1),9~20。
- Dreger D S, Helmberger D V, 1993, Determination of source parameters at regional distances with three component sparse network data, J Geophys Res, **98**,8107~8125.
- Dziewonski A M, Chou T A, Woodhouse J H, 1981, Determination of earthquake source parameters from waveform data for studies of global and regional seismicity, J Geophys Res, **86**,2825~2852.
- Kanamori H, Given J W, 1981, Use of long period surface waves for rapid determination of the earthquake source parameters, Phys Earth Planet Interiors, **27**,8~31.
- Kikuchi M, Kanamori H, 1982, Inversion of complex body waves I, Bull, Seism Soc Am, **72**(2),491~506.
- Sileny J, Panza G F, 1991, Inversion of seismograms to determine simultaneously the moment tensor components and source time function for a point source buried in a horizontally layered medium, Studia Geophys Geod, **35**,166~183.
- Takeo M, 1987, An inversion method to analyze the rupture processes of earthquakes using near-field seismogram, Bull Seism Soc Am, **77**,490~513.
- Tan Y, Zhu L, Helmberger D V, et al, 2006, Locating and modeling regional earthquakes with two stations, J Geophys Res, **111**(B01),306~314.
- Thio H K, Kanamori H, 1995, Moment-tensor inversions for local earthquakes using surface waves recorded at TERRAscope, Bull. Seism Soc Am, **85**,1021~1038.
- Zhao L S, Helmberger D V, 1994, Source estimation from broadband regional seismograms, Bull Seism Soc Am, **84**(1),91~104.
- Zhu L P, Helmberger D V, 1996, Advancement in source estimation techniques using broadband regional seismograms, Bull Seism Soc Am, **86**,1634~1641.
- Zhu L P, Rivera, 2002, A note on the dynamic and static displacements from a point source in multilayered media, Geophys J Int, **148**,619~627.
- Zhu L P, Ying T, Donald V, et al, 2006, Calibration of the Tibetan Plateau using regional seismic waveforms, Pure and Applied Geophysics, **163**(7),1193~1213.

The focal-mechanism solution of the Xinyuan-Hejing $M_s6.6$ earthquake in Xinjiang on June 30, 2012

Ran Huimin Zhang Zhibin Zhao Qing

Earthquake Administration of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi 830011, China

Abstract Using the CAP method to invert the focal-mechanism solution of the Xinyuan-Hejing $M_s6.6$ earthquake on June 30, 2012. The result shows that the best double couple solution of the $M_s6.6$ event is 299° , 68° and 164° for strike, dip and rake angles respectively. The other nodal planes are 35° , 75° and 23° . The azimuth and dip angle of P axis are 166° and 5° , those of T axis are 258° and 26° . The moment magnitude is 6.3. The estimated focal depth is about 21 km. The predominant rupture direction of this seismic sequence is NWW. The dip angles are between 60° and 90° . The rake angles are basically $\pm 180^\circ \pm 30^\circ$. The predominant strike of the azimuthal angle of P axis is near NS and T axis is near EW. Preliminary analysis indicates that nodal section. One is the seismogenic fault and NWW-trend and nearly upright left-lateral strike-slip fault. The displacement property and the principal compressive stress of this $M_s6.6$ earthquake focus and P axis preponderant orientation of this seismic sequence agree with the tectonic stress field's characteristics of the focal area around.

Key words: The Xinyuan-Hejing earthquake The Cut and Paste Method Focal-mechanism solution