

张勇, 许力生, 陈运泰. 2009. 2009年7月15日新西兰南岛西海岸近海地震破裂过程快速反演. 地震学报, 31(6): 699-701.

Zhang Yong, Xu Lisheng, Chen Yun-tai. 2009. Fast inversion of the rupture process of 2009 July 15 off west coast of South Island of New Zealand earthquake. *Acta Seismologica Sinica*, 31(6): 699-701.

2009年7月15日新西兰南岛西海岸 近海地震破裂过程快速反演^{*}

张 勇^{1,2)} 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

摘要 运用地震破裂过程快速反演方法, 在2009年7月15日新西兰南岛西海岸近海地震发生后, 采用全球地震台网(GSN)的宽频带地震资料, 快速反演了这次地震的破裂过程, 并于震后4小时内得出了这次地震破裂过程的反演结果。结果表明, 这次新西兰南岛西海岸近海地震的破裂过程具有如下基本特征: ①矩震级约为 M_w 7.8; ②地震主要破裂持续时间约为40 s; ③滑动量在断层面上的分布比较简单, 整个地震破裂只包含一个滑动量较大的区域; ④这次地震基本上是一次单侧破裂事件, 破裂主要朝向西南方向。

关键词 地震破裂过程 快速反演 2009年新西兰南岛西海岸近海地震 地震应急响应

文章编号: 0253-3782(2009)06-0699-03 **中图分类号:** P315.3 **文献标识码:** A

Fast inversion of the rupture process of 2009 July 15 off west coast of South Island of New Zealand earthquake

Zhang Yong^{1,2)} 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

Abstract: The rupture process of 2009 July 15 off west coast of South Island of New Zealand earthquake was obtained by inverting the broadband seismic data of Global Seismographic Network (GSN) based on the fast inversion method of earthquake rupture process within 4 hours after the earthquake occurrence. It is found that the off west coast of South Island of New Zealand earthquake has several basic characteristics as follows: ① Moment magnitude is about M_w 7.8; ② Rupture duration time is about 40 s; ③ The static slip distribution is simple and the whole rupture process contains only one slip concentrated patch; ④ This earthquake is mainly a unilateral rupture event with the rupture propagating southwestward.

Key words: earthquake rupture process; fast inversion; 2009 off west coast of South Island of New Zealand earthquake; earthquake emergency response

* 基金项目 国际合作项目(2008DFA21340)和中国地震局地震行业科研专项(200808068, 200708031)资助。中国地震局地球物理研究所论著 09AC1021。

收稿日期 2009-09-25 收到初稿, 2009-09-29 决定采用修改稿。

† 通讯作者 e-mail: xuls@cea-igp.ac.cn

据我国国家地震台网中心测定，协调世界时 2009 年 7 月 15 日 09 点 22 分(北京时间 2009 年 7 月 15 日 17 点 22 分)，位于新西兰南岛西海岸近海发生了 $M_s 7.8$ 地震，震中位置 $45.7^\circ\text{S}, 166.4^\circ\text{E}$ ，震源深度 33 km。地震发生后，作者运用近 10 年来发展的地震破裂过程快速反演方法(Chen, Xu, 2000; Xu *et al.*, 2002; 张勇, 2008; 张勇等, 2008)，反演了这次地震的破裂过程。

反演中采用由 IRIS 数据中心下载的全球地震台网(GSN)远震宽频带竖直向 P 波波形数据，运用反射率方法(Kennett, 1983)和经过展平变换的 IASPEI91 速度结构模型(Kennett, Engdahl, 1991)计算格林函数。根据新西兰西南沿海地区的构造背景，确定倾向南东的节面为发震断层的断层面。

1 快速反演结果

图 1a 是震后 2 小时内下载得到的 28 个地震台的位置分布图。参考美国地质调查局(USGS)最早发布的矩心矩张量测定结果(节面 I：走向 27° 、倾角 33° 、滑动角 126° ；节面 II：走向

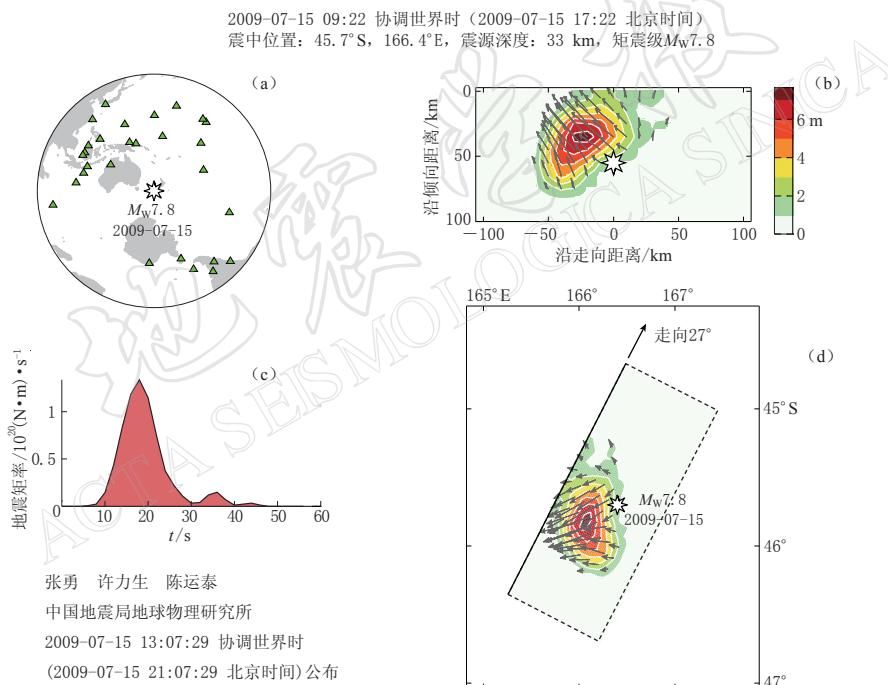


图 1 2009 年 7 月 15 日新西兰南岛西海岸近海地震破裂过程快速反演结果

(a) 震中和地震台位置分布；(b) 静态滑动量分布；(c) 震源时间函数；(d) 断层面和滑动量分布在地面的投影。图(a)、(d)中八角星表示震中位置；图(b)中八角星表示震源在断面上的位置；图(d)中的实线表示断层面，即断层面与地面的交线，虚线表示断层面边界在地面的投影

Fig. 1 Fast inversion results of 2009 July 15 off west coast of South Island of New Zealand earthquake
 (a) Distribution of locations of earthquake epicenter and seismic stations; (b) static slip distribution; (c) source time function; (d) projection of rectangular fault plane and static slip distribution on the ground surface. Aniseed stars denote the location of epicenter in (a) and (d), and the position of hypocenter on fault in (b). Full line in (d) is the fault trace, *i.e.*, the intersection of fault plane and ground surface. Dot lines in (d) are the projection of the edges of the rectangular fault plane on the ground surface

166°、倾角 64°、滑动角 69°), 我们选择了倾向南东的发震断层面: 走向 27°、倾角 33°。采用了滑动角可变的破裂过程反演方法, 我们在地震发生后 4 小时内得到了这次地震的破裂过程结果(图 1)。由反演得到的断层面上的滑动量分布(图 1b)可见, 地震破裂主要发生在走向 27°、倾向南东(SE)、倾角 33°、长约 100 km、宽约 80 km 的断层面上, 滑动角总体上为 121°。断层面上最大滑动量达到 7.7 m, 位于滑动量集中区域(图 1b 和图 1d 中深红-红-黄色区域)的中心。从震源时间函数(图 1c)看, 这次地震包括 1 个主要的子事件(震后 4—30 s), 其峰值出现在震后 26 s, 通过此次子事件, 释放了大部分的地震矩; 此外还有两个幅度较小的子事件, 其峰值分别位于震后 36 s 和震后 44 s。整个地震的地震矩 $M_0 = 6.3 \times 10^{20}$ N·m, 相当于矩震级 $M_w 7.8$ 。静态最终位移分布在地面的投影表明(图 1d), 图 1b 所示的滑动量较大的区域主要位于震中西南, 表明这次地震是一次以单侧破裂为主的事件。

2 讨论

新西兰南岛西海岸地区位于澳大利亚板块和太平洋板块的边界, 历史地震活动极为频繁。在这一区域, 澳大利亚板块俯冲到太平洋板块之下深达 150 km(石耀霖, 范桃园, 2001), 同时孕育着浅源、中源和深源地震, 具有典型的俯冲带特征。此次地震属于浅源地震, 且破裂朝向地表, 因此震感强烈。但由于新西兰南岛西海岸附近地区人口稀少, 基本没有造成人员伤亡和财产损失。

参 考 文 献

- 石耀霖, 范桃园. 2001. 大洋岩石层拖曳窄条陆壳俯冲的极限尺度分析: 以新西兰南岛和大别山超高压变质带为例[J]. 地球物理学报, 44(6): 754–760.
- 张勇. 2008. 震源破裂过程反演方法研究[D]. 北京: 北京大学地球与空间科学学院: 1–158.
- 张勇, 冯万鹏, 许力生, 周成虎, 陈运泰. 2008. 2008 年汶川大地震的时空破裂过程[J]. 中国科学: D 辑, 38(10): 1186–1194.
- Chen Y T, Xu L S. 2000. A time-domain inversion technique for the tempo-spatial distribution of slip on a finite fault plane with applications to recent large earthquakes in the Tibetan Plateau[J]. *Geophys J Int*, 143: 407–416.
- Kennett B L N. 1983. *Seismic Wave Propagation in Stratified Media*[M]. Cambridge: Cambridge University Press: 1–339.
- Kennett B L N, Engdahl E R. 1991. Travel times for global earthquake location and phase identification[J]. *Geophys J Int*, 105: 429–465.
- Xu L S, Chen Y T, Teng T L, Patau G. 2002. Temporal and spatial rupture process of the 1999 Chi-Chi earthquake from IRIS and GEOSCOPE long period waveform data using aftershocks as empirical Greens functions[J]. *Bull Seism Soc Amer*, 92: 3210–3228.