

张勇, 许力生, 陈运泰. 2010. 2009 年 10 月 7 日瓦努阿图地震破裂过程快速反演. 地震学报, 32(1): 121-123.
Zhang Yong, Xu Lisheng, Chen Yun-tai. 2010. Fast inversion of the rupture process of 2009 October 7 Vanuatu earthquake. *Acta Seismologica Sinica*, 32(1): 121-123.

2009 年 10 月 7 日瓦努阿图地震 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 10 月 7 日瓦努阿图地震发生后, 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, 在震后 3 小时内得出了这次地震破裂过程的反演结果. 结果表明, 这次瓦努阿图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 80 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 这次地震的破裂模式接近圆盘破裂, 其中心位于震源处.

关键词 地震破裂过程 快速反演 2009 年瓦努阿图地震 地震应急响应

doi:10.3969/j.issn.0253-3782.2010.01.014

中图分类号: P315.3

文献标识码: A

Fast inversion of the rupture process of 2009 October 7 Vanuatu 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 October 7 Vanuatu 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 3 hours after the earthquake occurrence. It is found that the Vanuatu earthquake has several basic characteristics as follows: ① Moment magnitude is about $M_w 7.8$; ② Rupture duration time is about 80 s; ③ The static slip distribution is simple and the overall rupture process contains only one slip concentrated patch; ④ The rupture plane of this earthquake appears to be a circular plane with the hypocenter locating at the center.

Key words: earthquake rupture process; fast inversion; 2009 Vanuatu earth-

* 基金项目 国际合作项目(2008DFA21340), 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 09AC1024.

收稿日期 2009-10-15 收到初稿, 2009-10-20 决定采用修改稿.

† 通讯作者 e-mail: xuls@cea-igp.ac.cn

quake; earthquake emergency response

据我国国家地震台网中心测定, 协调世界时 2009 年 10 月 7 日 22 点 3 分(北京时间 2009 年 10 月 8 日 6 点 3 分), 瓦努阿图地区发生了 $M_s7.7$ 地震, 震中位置 13°S , 166.3°E , 震源深度约 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. 根据瓦努阿图地区的构造背景, 确定倾向北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 22 个地震台的位置分布图. 参考美国地质调查局(USGS)

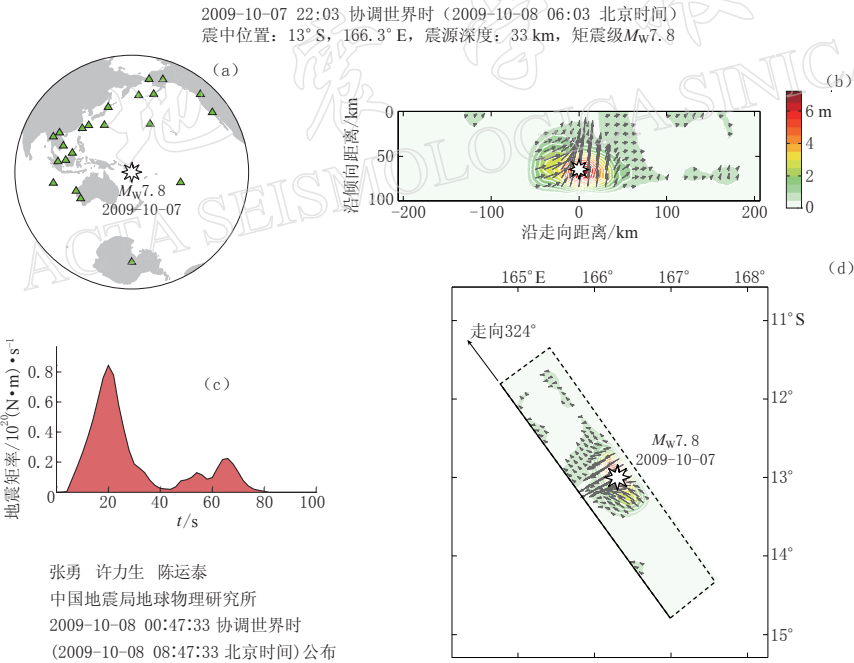


图 1 2009 年 10 月 7 日瓦努阿图地震破裂过程快速反演结果

(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层面上的位置; 图(d)中的实线表示断层线, 即断层面与地面的交线, 虚线表示断层面的边界在地面的投影

Fig. 1 Fast inversion results of 2009 October 7 Vanuatu 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

最早发布的矩心矩张量测定结果(节面 I: 走向 324° 、倾角 30° 、滑动角 48° ; 节面 II: 走向 190° 、倾角 67° 、滑动角 111°), 以及瓦努阿图地区的地质构造背景, 我们选择了倾向北东的发震断层(走向 324° 、倾角 30°), 运用滑动角可变的破裂过程反演方法, 反演这次地震的破裂过程. 并在地震发生后 3 小时内通过反演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的滑动量分布(图 1b)可见, 这次地震的破裂主要发生在走向 324° , 倾向北东(SE)、倾角 30° , 长约 120 km、宽约 80 km 的断层面上, 滑动角总体上为 56° , 比 USGS 矩心矩张量反演得到的节面 I 的滑动角(48°)略大. 断层面上最大滑动量达到 7.5 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 2 个子事件, 第一个子事件的峰值出现在震后 20 s, 通过此次子事件, 释放了大部分的地震矩; 另外一个子事件幅度较小, 其峰值位于震后 66 s. 整个地震的地震矩 $M_0 = 6.3 \times 10^{20} \text{ N}\cdot\text{m}$, 相当于矩震级 $M_w 7.8$.

2 讨论

瓦努阿图地震位于澳大利亚板块和太平洋板块边界处, 澳大利亚板块向东北以每年 91 mm 的速度俯冲至太平洋板块之下, 形成了著名的托雷斯(Torres)海沟, 孕育的深源地震的震源深度可达 350 km. 瓦努阿图地区历史地震活动极为频繁, 在 20 世纪早期, 这里曾发生过数量众多的 7 级以上地震(<http://earthquake.usgs.gov/eqcenter/recenteqsww/Quakes/us2009mlcf.php#summary>). 此次地震后, 又发生了 2 次 7 级和多次 6 级以上的余震, 所幸未造成人员伤亡.

值得注意的是, 进入 2009 年以来, 太平洋西南部太平洋板块和澳大利亚板块交界的区域相继发生了 4 次矩震级超过 $M_w 7.8$ 的大地震, 包括 3 月 19 日汤加 $M_w 7.8$ 地震, 7 月 15 日新西兰南岛西海岸近海 $M_w 7.8$ 地震, 9 月 29 日萨摩亚群岛地区 $M_w 8.0$ 地震和此次 10 月 7 日瓦努阿图 $M_w 7.8$ 地震. 这意味着该地区目前地震活动十分活跃, 对该地区未来的地震活动应予以高度关注.

本研究使用的数字波形数据均通过 IRIS(Incorporated Research Institutions for Seismology)数据中心获取, 谨致谢忱.

参 考 文 献

- 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.