第 32 卷 第 1 期
2010 年 1 月 (118-120)

地 震 学 报
ACTA SEISMOLOGICA SINICA

Vol. 32, No. 1
Jan., 2010

张勇，许力生，陈运泰. 2010. 2009 年 9 月 29 日萨摩亚群岛地区地震破裂过程快速反演. 地震学报，**32**(1)：118-120.
Zhang Yong, Xu Lisheng, Chen Yun-tai. 2010. Fast inversion of the rupture process of 2009 September 29 Samoa Islands region earthquake. *Acta Seismologica Sinica*, **32**(1): 118-120.

2009 年 9 月 29 日萨摩亚群岛地区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 9 月 29 日萨摩亚群岛地区地震发生后，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 3.5小时内得出了这次地震破裂过程的反演结果. 结果表明，这次萨摩亚群岛地区地震的破裂过程具有如下基本特征：① 矩震级约为 M_W8.0；② 地震主要破裂持续时间约为 138 s；③ 滑动量在断层面上的分布比较复杂，整个地震破裂包含至少 2 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，破裂主要朝向西北方向.

关键词 地震破裂过程 快速反演 2009 年萨摩亚群岛地区地震 地震应急响应
doi:10.3969/j.issn.0253-3782.2010.01.013 **中图分类号**：P315.3 **文献标识码**：A

Fast inversion of the rupture process of 2009 September 29 Samoa Islands region 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 September 29 Samoa Islands region 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 3.5 hours after the earthquake occurrence. It is found that the Samoa Islands region earthquake has several basic characteristics as follows: ① Moment magnitude is about M_W8.0; ② Rupture duration time is about 140 s; ③ The static slip distribution is complex and the whole rupture process at least contains 2 slip concentrated patches; ④ Overall the earthquake is mainly a unilateral rupture event with the rupture propagating northwesternward.

* **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 09AC1023.
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

http://www.dizhenxb.org.cn

Key words：earthquake rupture process；fast inversion；2009 Samoa Islands region earthquake；earthquake emergency response

据我国国家地震台网中心测定，协调世界时 2009 年 9 月 29 日 17 点 48 分(北京时间 2009 年 9 月 30 日 1 点 48 分)，萨摩亚群岛地区发生了 M_S7.8 地震，震中位置 15.5°S，172.2°W，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. 根据萨摩亚群岛地区的构造背景，确定倾向南西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 16 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345°、倾角52°、滑动角−61°；节

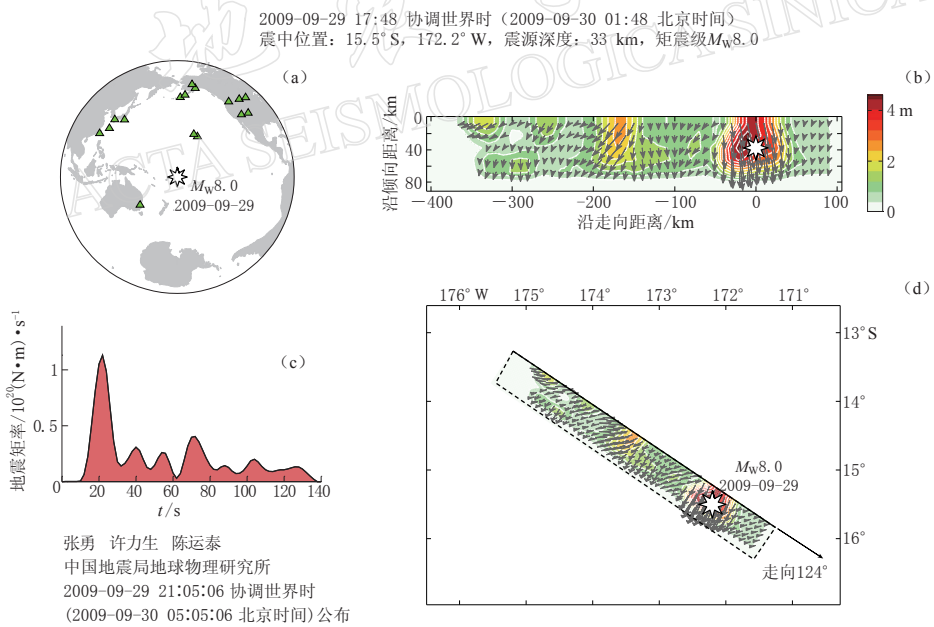

图 1　2009 年 9 月 29 日萨摩亚群岛地区地震破裂过程快速反演结果

(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 September 29 Samoa Island region 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

面Ⅱ：走向 124°、倾角 46°、滑动角－120°)，以及萨摩亚群岛地区的地震地质构造背景，我们选择倾向南西的发震断层面(走向 124°、倾角 46°)，运用滑动角可变的破裂过程反演方法，反演了这次地震的破裂过程. 通过反演，我们在地震发生后 3.5 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 124°，倾向南西(SW)、倾角 46°、长约 350 km、宽约 80 km 的断层面上，滑动角总体上为－103°，比 USGS 的矩心矩张量反演得到的节面 II 的滑动角(－120°)略大. 断层面上最大滑动量达到 4.6 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. 此外，在震中西北 170 km 处，还存在第二个滑动量较大的区域，其最大滑动量约 2.6 m. 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 10—32 s)，其峰值出现在震后 22 s，通过此次子事件，释放了大部分的地震矩；此外，还有若干个幅度略小的子事件. 整个地震的地震矩 $M_0=1.3\times10^{21}$ N•m，相当于矩震级 M_W8.0. 静态最终位移分布在地面的投影表明(图 1d)，图 1b 所示的滑动区域主要位于震中西北，表明这次地震是一次以单侧破裂为主的事件.

2 讨论

萨摩亚群岛地区位于澳大利亚板块和太平洋板块的边界地区. 在这个地区，太平洋板块以每年约 88 mm 的速度向西运动，并俯冲至澳大利亚板块之下(http://earthquake.usgs.gov/eqcenter/eqinthenews/2009/us2009mdbi/#summary). 此次萨摩亚群岛地区地震是澳大利亚板块向西运动形成的一次较大规模的正断层事件. 地震引发的海啸淹没了震中附近的多个村庄，造成 183 人死亡和 7 人失踪，给总人口仅 18 万的萨摩亚带来高达 1 亿美元的经济损失(http://biz.xinmin.cn/chanjing/2009/10/08/2688793.html)，引发了巨大的灾难.

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.