

张勇, 许力生, 陈运泰. 2009. 2009 年 8 月 10 日安达曼地震破裂过程快速反演. 地震学报, 31(6): 702-704.  
Zhang Yong, Xu Lisheng, Chen Yun-tai. 2009. Fast inversion of the rupture process of 2009 August 10 Andaman earthquake. Acta Seismologica Sinica, 31(6): 702-704.

## 2009 年 8 月 10 日安达曼地震 破裂过程快速反演<sup>\*</sup>

张 勇<sup>1,2)</sup> 许力生<sup>1),\*</sup> 陈运泰<sup>1,2)</sup>

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 8 月 10 日安达曼地震发生后, 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, 在地震发生约 4 小时后得出了这次地震的破裂过程反演结果. 结果表明, 这次安达曼地震的破裂过程具有如下基本特征: ① 矩震级约为  $M_w 7.6$ ; ② 地震主要破裂持续时间约为 65 s; ③ 滑动量在断层面上的分布比较简单, 整个地震破裂主要包含一个滑动量较大的区域; ④ 这次地震基本上是一次双侧破裂事件, 同时破裂有明显地向地面扩展的趋势.

**关键词** 地震破裂过程 快速反演 2009 年安达曼地震 地震应急响应

文章编号: 0253-3782(2009)06-0702-03

中图分类号: P315.3

文献标识码: A

## Fast inversion of the rupture process of 2009 August 10 Andaman earthquake

Zhang Yong<sup>1,2)</sup> Xu Lisheng<sup>1),\*</sup> Chen Yun-tai<sup>1,2)</sup>

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 August 10 Andaman earthquake was obtained by inverting the broadband seismic data of Global Seismographic Network (GSN) based on the fast inversion method of earthquake rupture process about 4 hours after the earthquake occurrence. It is found that the Andaman earthquake has several basic characteristics as follows: ① Moment magnitude is about  $M_w 7.6$ ; ② Rupture duration time is about 65 s; ③ The static slip distribution is simple and the whole rupture process contains only one slip concentrated patch; ④ The Andaman earthquake is mainly a bilateral rupture event with the rupture propagating toward ground surface.

**Key words:** earthquake rupture process; fast inversion; 2009 Andaman 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 09AC1022.

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 8 月 10 日 19 点 55 分(北京时间 2009 年 8 月 11 日 03 点 55 分),安达曼岛附近发生了  $M_s7.6$  地震,震中位置  $14.2^{\circ}\text{S}$ ,  $92.9^{\circ}\text{W}$ ,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.根据安达曼岛地区的构造背景,确定倾向北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 27 个地震台的位置分布图.参考美国地质调查局(USGS)最初发布的震源机制测定结果(节面 I:走向  $192^{\circ}$ 、倾角  $38^{\circ}$ 、滑动角  $-133^{\circ}$ ;节面 II:走向  $62^{\circ}$ 、倾角  $63^{\circ}$ 、滑动角  $-62^{\circ}$ ),我们采用的发震断层面参数为:走向  $192^{\circ}$ 、倾角  $38^{\circ}$ 、

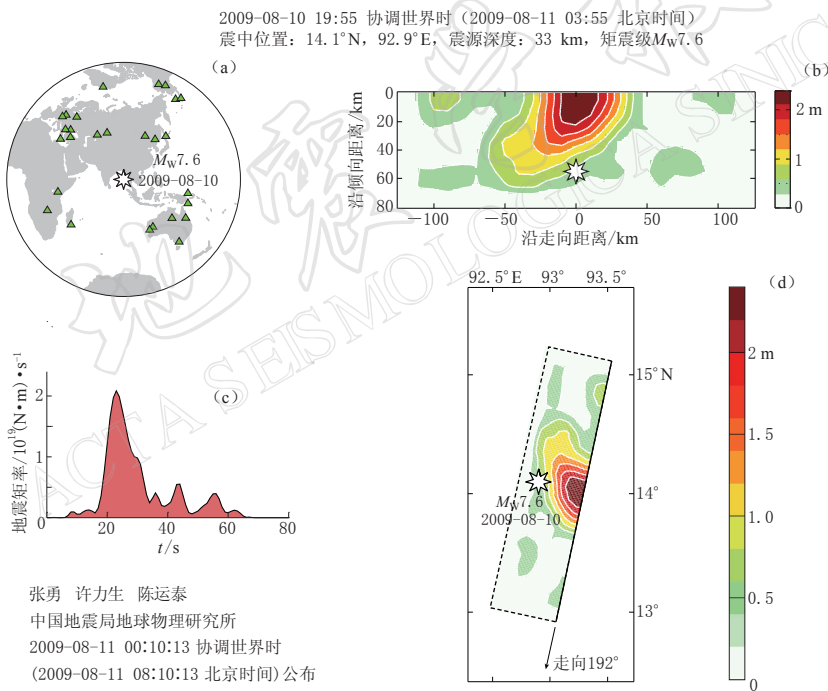


图 1 2009 年 8 月 10 日安达曼地震破裂过程快速反演结果

(a) 震中和地震台位置分布; (b) 断层面上静态滑动量分布; (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 August 10 Andaman earthquake

(a) Distribution of locations of earthquake epicenter and seismic stations; (b) static slip distribution on the fault plane; (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

滑动角 $-133^{\circ}$ 。采用固定滑动角的破裂过程反演方法,我们在地震发生后约 4 小时得到了这次地震的破裂过程结果。由反演得到的断层面的上的静态最终位移分布(图 1b)可见,地震破裂主要发生在走向 $192^{\circ}$ 、倾向南东(SE)、长约 200 km、宽约 70 km 的断层面上。断层面上最大滑动量达到 2.4 m,位于滑动量集中区域(图 1b 和图 1d 中深红-红-黄色区域)且靠近地表处。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 16—34 s),其峰值出现在震后 23 s,通过此次子事件,释放了大部分的地震矩;在主要子事件前后,还存在若干幅度较小且间隔不明显的子事件。整个地震的地震矩  $M_0 = 2.8 \times 10^{20} \text{ N} \cdot \text{m}$ ,相当于矩震级  $M_w 7.6$ 。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东部,表明这次地震破裂有向地面扩展的趋势。

## 2 讨论

这次安达曼地震位于 2004 年苏门答腊—安达曼  $M_w 9.3$  地震破裂延伸范围的北端,但震源机制却与该地震截然不同,具有明显的正断层性质。因此,对这一地区复杂的地震地质构造和地震活动情况,还需要做更多的研究工作。

## 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.