

张勇, 许力生, 陈运泰. 2010. 2010年1月12日海地地震破裂过程快速反演. 地震学报, 32(1): 124-126.
Zhang Yong, Xu Lisheng, Chen Yun-tai. 2010. Fast inversion of the rupture process of 2010 January 12 Haiti earthquake. *Acta Seismologica Sinica*, 32(1): 124-126.

2010年1月12日海地地震 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2010年1月12日海地地震发生后, 采用全球地震台网(GSN)的宽频带地震资料, 反演了这次地震的破裂过程, 得到了这次地震破裂过程的反演结果。结果表明, 这次海地地震的破裂过程具有如下基本特征: ①矩震级约为 $M_w 7.1$; ②地震主要破裂持续时间约为22 s; ③包括3个滑动量集中分布区域, 最大滑动量约为4.9 m, 最大滑动速率约为3.3 m/s; ④这次地震基本上是一次双侧破裂事件, 破裂从震中同时向东西两个方向延伸。

关键词 地震破裂过程 快速反演 海地地震 地震应急响应

doi:10.3969/j.issn.0253-3782.2010.01.015 中图分类号: P315.3 文献标识码: A

Fast inversion of the rupture process of 2010 January 12 Haiti 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 2010 January 12 Haiti earthquake was obtained by inverting the broadband seismic data of Global Seismographic Network (GSN) based on the fast inversion method of earthquake rupture process. It is found that the Haiti earthquake has several basic characteristics as follows: ① Moment magnitude is about $M_w 7.1$; ② Rupture duration time is about 22 s; ③ There are 3 slip patches. The peak slip and peak slip-rate are about 4.9 m and 3.3 m/s, respectively; ④ This earthquake is mainly a bilateral rupture event with the rupture propagating from the epicenter to east and west simultaneously.

Key words: earthquake rupture process; fast inversion; Haiti earthquake; earthquake emergency response

* 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 10AC1011。

收稿日期 2010-01-27 收到初稿, 2010-01-28 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 2010 年 1 月 12 日 21 点 53 分(北京时间 2010 年 1 月 13 日 5 点 53 分), 海地首都太子港附近发生了 $M_s 7.3$ 地震, 震中位置 18.5°N , 72.5°W , 震源深度 10 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), 快速反演了这次地震的破裂过程, 并于北京时间 2010 年 1 月 13 日 11 时左右得到了这次地震的破裂过程. 随后, 根据美国地质调查局(USGS)修正的定位结果(18.457°N , 72.553°W , 震源深度 13 km), 我们在 16 日重新进行了反演. 本文报道重新反演得到的海地地震破裂过程反演结果.

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. 根据海地地区的构造背景, 确定倾向北北西的节面为发震断层的断层面.

1 反演结果

图 1a 是下载得到的 25 个地震台的位置分布图. 参考刘超等(2010)的矩张量测定结果(节面 I: 走向 253° 、倾角 74° 、滑动角 17° ; 节面 II: 走向 158° 、倾角 74° 、滑动角 163°), 我们选择了倾向北北西的发震断层面: 走向 253° 、倾角 74° . 采用了滑动角可变的破裂过程反演方法, 得到了这次地震的破裂过程结果(图 1). 由反演得到的断面上的滑动量分布(图 1b)可见, 地震破裂主要发生在走向 253° 、倾向北北西(SE)、倾角为 74° 、长约 60 km、宽约 35 km 的断面上, 滑动角总体上为 36° . 断面上包括 3 个主要的滑动量集中分布区域, 分别位于震中以东, 震中附近和震中以西, 有效破裂面积约为 1100 km^2 . 断面上最大滑动量达到 4.9 m, 对应的最大滑动速率约为 3.3 m/s , 位于震中附近滑动量集中区域(图 1b 和图 1d 中深红色区域). 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 0—10 s), 其峰值出现在震后 5 s, 通过此次子事件, 释放了大部分的地震矩. 整个地震的地震矩 $M_0 = 5.9 \times 10^{19} \text{ N}\cdot\text{m}$, 相当于矩震级 $M_w 7.1$. 最终静态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西两侧, 其中西侧略占优势, 表明这次地震是一次不对称的双侧破裂事件.

2 讨论

此次海地地震尽管矩震级只有 $M_w 7.1$, 但最大滑动量和最大滑动速率分别高达 4.9 m 和 3.3 m/s , 破裂持续时间较短(主要子事件持续约 10 s), 破裂面积也比较小(约 1100 km^2), 意味着地震矩和能量以相当高的密度集中释放到了震中附近区域, 造成了严重破坏. 幸运的是, 地震破裂总体上在地面以下发生, 基本没有到达地表, 这使得地表没有发生大的静态位错, 且地震波到达地面时已经经历了一定程度的衰减, 这在很大程度上减轻了地震烈度, 否则破坏程度可能比现实情况要严重得多.

海地地震震中位于海地首都太子港(18.533°N , 72.333°W)以西约 23 km, 由图 1d 可以看出, 太子港位于震中以东滑动集中区域的正上方, 处在此次海地地震破裂最为剧烈的区域之外. 尽管如此, 太子港仍然遭受了极大的破坏. 据此推测, 太子港以西 10—30 km, 即震中附近区域的烈度可能更高, 破坏也可能更为严重.

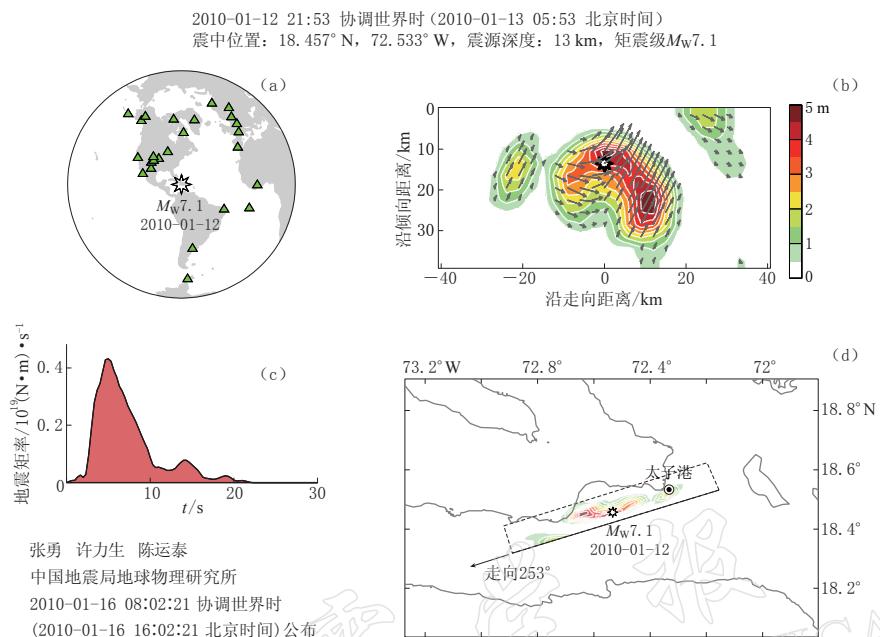


图 1 2010 年 1 月 12 日海地地震破裂过程快速反演结果

(a) 震中和台站位置; (b) 静态滑动量分布; (c) 震源时间函数; (d) 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 2010 January 12 Haiti 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

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

- 刘超, 许力生, 陈运泰. 2010. 2010 年 1 月 12 日海地地震快速矩张量解[J]. 地震学报, **32**(1): 130–132.
- 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.