

张 慧, 李 盛, 王惠琳, 等. 2015 年 11 月 22 日广东徐闻  $M_L$  4.2 地震概述[J]. 华南地震, 2017, 37(2): 17–21. [ZHANG Hui, WANG Huilin, LI Sheng, et al. Summary of the Xuwen  $M_L$  4.2 Earthquake Occurred on November 22<sup>nd</sup>, 2015 [J]. South china journal of seismology, 2017, 37(2): 17–21.]

## 2015 年 11 月 22 日广东徐闻 $M_L$ 4.2 地震概述

张 慧, 李 盛, 王惠琳, 谢小玲, 王锡娇  
(海南省地震局, 海南 570203)

**摘要:** 2015 年 11 月 22 日广东徐闻发生  $M_L$  4.2 地震, 从地震序列、震中分布、震源机制解及历史地震地质构造分析认为, 此次地震是主余序列, 具有走滑断错特征。这次地震徐闻和海口部分地区有感, 烈度达到 III–IV 度。总结了此次地震的地震序列特征, 讨论地震前的地球物理现象。

**关键词:** 徐闻地震; 地震序列; 地震构造; 震源机制解; 地球物理场现象

**中图分类号:** P315.7      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1001–8662 (2017) 02–0017–05

**DOI:** 10.13512/j.hndz.2017.02.003

## Summary of the Xuwen $M_L$ 4.2 Earthquake Occurred on November 22<sup>nd</sup>, 2015

ZHANG Hui, WANG Huilin, LI Sheng, XIE Xiaoling, WANG Xijiao  
(Hainan Earthquake Agency, Haikou 570203, China)

**Abstract:** The Xuwen  $M_L$  4.2 earthquake occurred on November 22<sup>nd</sup>, 2015. Based on the analysis of earthquake sequence, epicenter distribution, focal mechanism and seismo–geological structure, it's believed that the  $M_L$  4.2 earthquake is mainshock–aftershock type with a feature of strike slip fault. The  $M_L$  4.2 earthquake with seismic intensity of III–IV, is clearly felt in some areas of Xuwen and Haikou. This paper summarizes the seismic sequence characteristics of the  $M_L$  4.2 earthquake, and discusses the geophysical phenomenon before the earthquake

**Keywords:** Xuwen earthquake; Earthquake sequence; Seismo–geological structure; Focal mechanism; Geophysical phenomenon

收稿日期: 2016–02–20

作者简介: 张 慧 (1983–), 女, 硕士, 工程师, 主要从事地震预报研究。

E–mail: zhanghui8302@163.com.

## 0 前言

根据广东省地震台网测定, 2015 年 11 月 22 日 07:43:16.34 广东湛江市徐闻县曲界镇发生  $M_L$  4.2 地震, 震中位于曲界镇(北纬 20.41°, 东经 110.38°), 震源深度 9 km, 距离海南省海口市约 42 km。广东徐闻县、海南海口部分地区有震感, 烈度达到 III—IV 度。1970 年以来雷州半岛地区以小震活动为主, 最大地震为 2006 年 9 月 17 日雷州半岛附近海域  $M_L$  4.5。

## 1 地震构造背景

此次徐闻地震发生在雷琼及北部湾断陷区, 新构造运动对该区的影响仍然很大, 主要是块断和火山活动<sup>[1]</sup>。雷琼及北部湾断陷区的总体特点是以近东西向断裂为主, 近东西向断裂及北西向断裂是区内最活跃的两组断裂, 断陷区内有巨厚新生界沉积, 第四纪以来, 地壳以不平衡上升为主, 伴随有较频繁而间歇性的火山喷发。李志雄等人利用海南岛及邻区 1999—2005 年 9 个地震数字化台站记录到的 3 500 余条区域初至波到时资料, 确定了海南岛及临区地壳三维 P 波速度模型, 结果表明, 琼北地区往北经琼州海峡到雷州半岛下方均呈低速异常, 与该区域第四纪火山活动甚为活跃, 曾有过多次的喷发活动以及具有较高的地热背景相吻合<sup>[2]</sup>。

位于南海北部陆缘地震带(东南沿海地震带)西端的雷琼地区, 在构造上处于 NEE 向的滨海断裂带与 NW 向红河断裂带交汇的部位, 因而地震活动相对活跃, 并且受红河断裂带的影响, 该地震活动区与 NW 方向的粤、桂地区的地震活动带连为一体, 形成了一条宽约 200 km 粤桂琼地震带, 成为华南地区的又一个地震活跃区—雷琼地震活跃区<sup>[3]</sup>, 区内 NE—NEE 向与 NW—NWW 向断裂互相交切, 并

在大区域构造应力场作用下保持活跃<sup>[4-5]</sup>。在这个地震活跃区内, 发生了 1605 年琼山级强震, 徐闻  $M_L$  4.2 地震距离琼山强震约 50 km; 此外, 雷琼地震活跃区的北部湾海域, 形成了最显著的中小地震密集区, 徐闻  $M_L$  4.2 地震距离此密集区约 100 km。

## 2 地震序列

2015 年 11 月 22 日徐闻  $M_L$  4.2 地震序列属于主震—余震型。11 月 22 日  $M_L$  4.2 主震前, 雷州半岛地区 2 级以上小震未呈现明显异常活动, 自 11 月 22 日 07 时 43 分徐闻  $M_L$  4.2 地震后, 截至 2016 年 1 月 14 日, 徐闻地区发生  $M_L \geq 1.0$  余震 10 次, 深度均在 20~25 km, 其中最大余震  $M_L$  2.0(图 1)。本次序列共释放能量  $1.48 \times 10^5$  J,  $M_L$  4.2 地震释放能量占全系列的 95%, 主震与余震最大震级差  $\Delta M = 2.2$ 。从地震序列  $M-t$  图看(图 2), 余震发生主要集中在震后 2 天内, 小震频度和强度衰减迅速, 目前已基本回到正常活动水平。

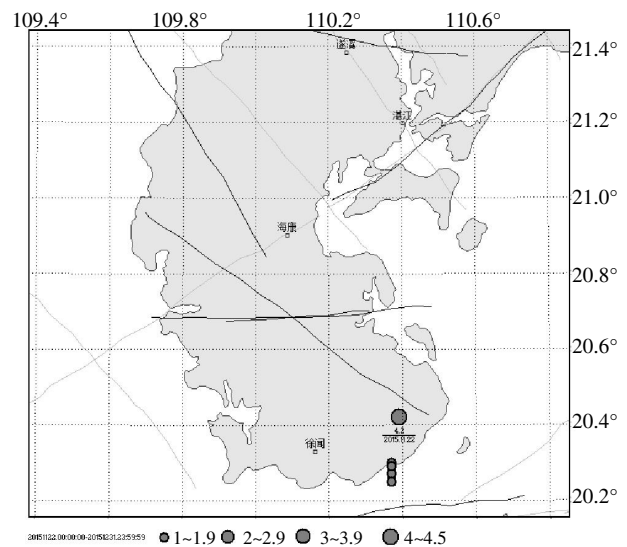


图 1 2015 年 11 月 22 日徐闻  $M_L$  4.2 地震余震分布图

Fig.1 The distribution of aftershock and earthquake sequence of the Xuwen  $M_L$  4.2 earthquake occurred on November 22<sup>nd</sup>, 2015

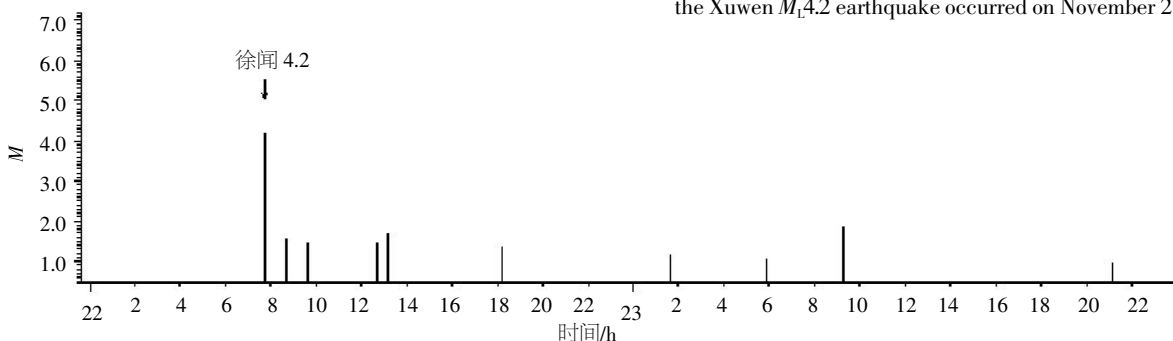


图 2 2015 年 11 月 22 日徐闻  $M_L$  4.2 地震序列图

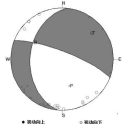
Fig.1 The distribution of aftershock and earthquake sequence of the Xuwen  $M_L$  4.2 earthquake occurred on November 22<sup>nd</sup>, 2015

3 地震震源机制解

根据雷琼地区历史中小地震震源机制解, 该地震主要以走滑型断层错动模式为主, 特别是滨海断裂带附近的中强震。根据海南省地震局王惠琳、

曾维顺、张慧等产出的震源机制解, 推断11 月 22 日徐闻  $M_L 4.2$  地震是以走滑断错为主, 与雷琼地区历史地震错动模式相符(表 1)。在雷琼地区地震相对活跃的背景下, 此次徐闻地震的发生属于本区正常地震活动水平, 局部断裂活动起主要控制作用。

表 1 2015 年 11 月 22 日徐闻 4.2 级地震震源机制解<sup>[2]</sup>  
Table1 Focal mechanism of the Xuwen  $M_L 4.2$  earthquake occurred on November 22nd, 2015<sup>[2]</sup>

节面	slip	dip	str	Paz	Ppl	Taz	Tpl	Naz	Npl	震源机制图
1	-125.9	77.8	291.3							
				165.2	45.2	48.3	24.2	300	35	
2	-20.3	37.7	185.0							

4 地震和地球物理场现象

现将本次  $M_L 4.2$  地震前海南岛及邻区 ( $N17.5^{\circ}\sim22.5^{\circ}$ ,  $E107.0^{\circ}\sim112.5^{\circ}$ ) 的地球物理场变化现象进行归纳总结, 当然这些现象是否与此次地震相关, 是存在争议的, 在此仅对这些现象进行初步总结与分析:

(1) 地震活动增强平静 徐闻  $M_L 4.2$  地震前, 徐闻地区并未出现明显小震活动, 但从地震  $M-T$  可以看出(图 3)2014 年 7 月至 2015 年 8 月海南岛及邻区 2 级以上地震相对活跃, 尤其是 2015 年 6 月 24 日至 9 月 2 日 2 级以上地震频发, 频度达到这丛活跃的最高值, 并且强度逐渐增强(图 3), 空间分布主要集中在区域西部(图 3)。9 月 3 日至 9 月 27 日 2 级以上地震活跃区, 乃至整个海南及邻区出现了 2 级以上地震平静(图 4)。9 月 28 日,

广东阳西 2.4 级地震打破了区域地震平静, 至震前 2 级以上地震频次相对较高(图 5), 空间分布主要集中在区域东部(图 5), 徐闻  $M_L 4.2$  地震正好发生在震前 2 级以上地震活跃区与打破平静后相对活跃区的交汇处(图 5)。沈繁玺等<sup>[6]</sup>曾总结了华南地区 1975 年以来 19 次中等地震前的增强与平静现象, 认为可根据区域地震活动的异常增强和平静适时提出中期向短期过渡和短期预测意见。

(2) 测震学参数。本次徐闻  $M_L 4.2$  地震前, 海南及邻区的预测指标体系中测震学参数异常并不显著, 震前两年对海南及邻区进行空间扫描, 仅  $b$  值扫描在雷州半岛东南部出现异常。

(3) GPS 基线变化。GPS 基线变化能很好地反映区域地壳相对运动的变化, 同一地块内部的两个站构成的基线则可以用来反映地块内部沿基线方向的变形(压缩或伸张)动态。

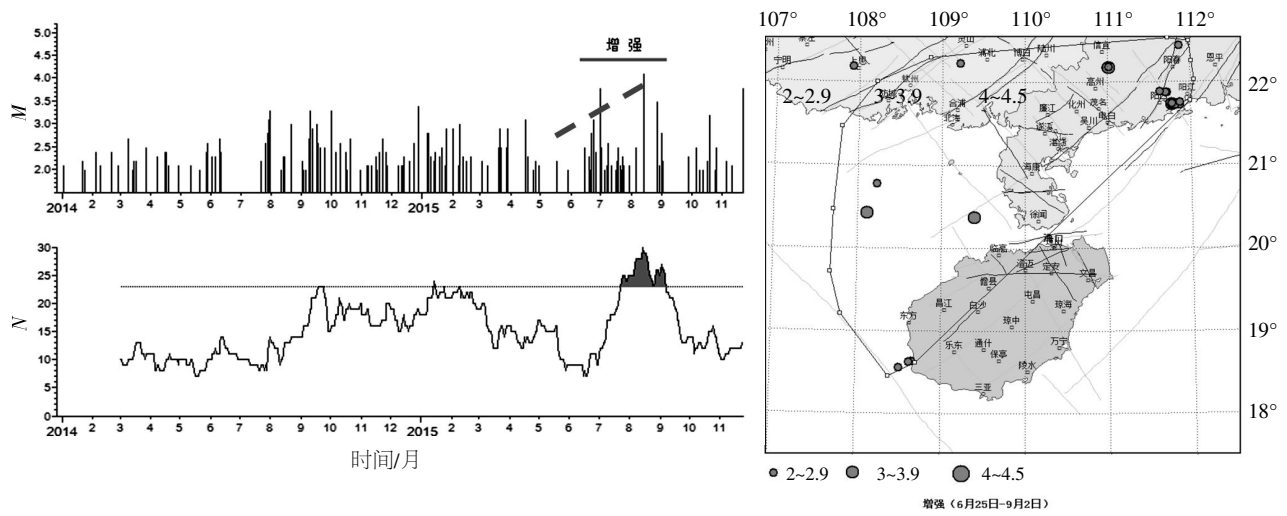


图 3 海南及邻区地震  $M-T$  图、频度图、增强时段震中分布图  
Fig.3 The  $M-T$  diagram, frequency map, epicenter distribution map during enhanced period in Hainan and its adjacent areas

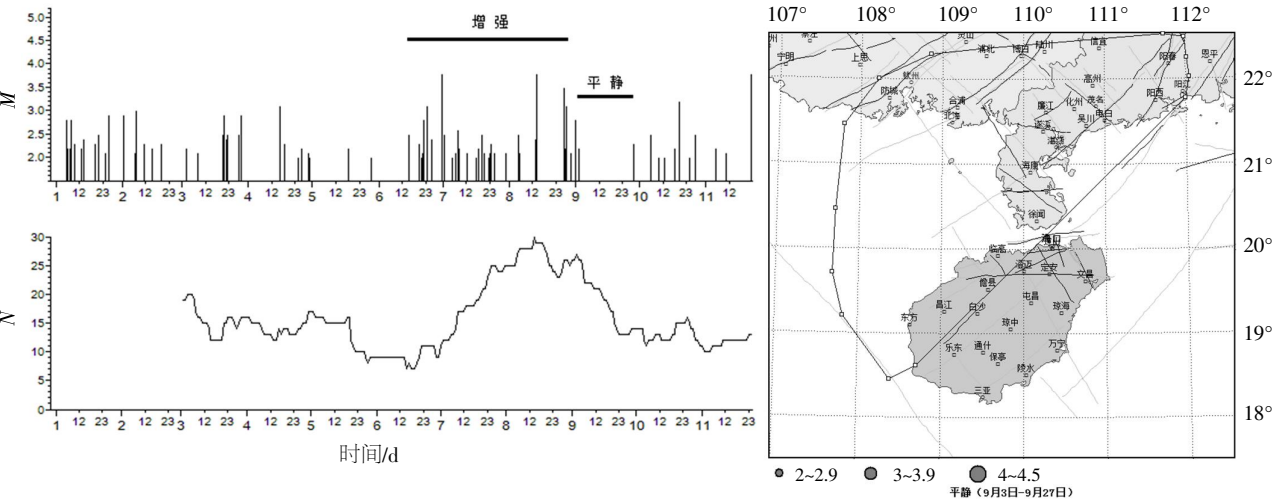


图 4 海南及邻区地震  $M$ - $T$  图、频度图、平静时段震中分布图

Fig.4 The  $M$ - $T$  diagram, frequency map, epicenter distribution map during the quiescent period in Hainan and its adjacent areas

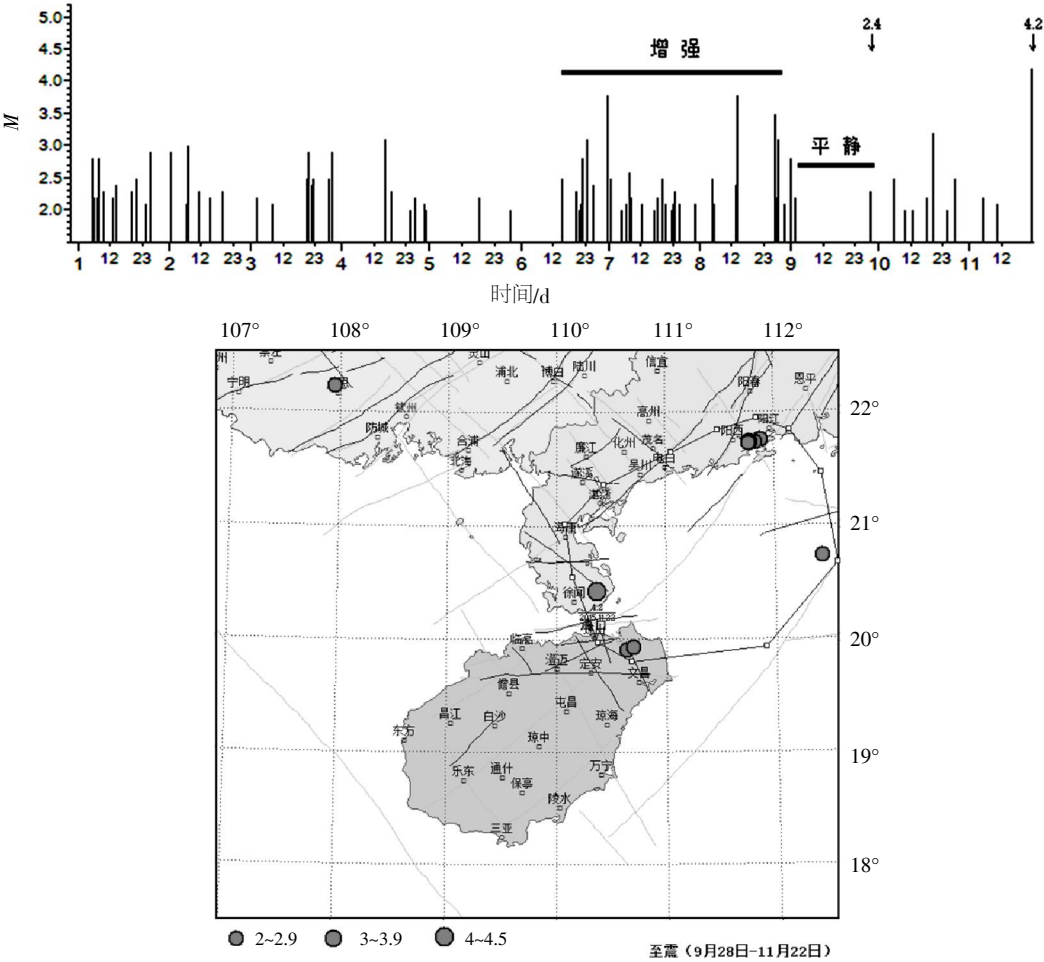


图 5 海南及邻区地震  $M$ - $T$  图、至震时段震中分布图

Fig.5 The  $M$ - $t$  diagram, epicenter distribution map during the impending period in Hainan and its adjacent areas

沈繁鑫等<sup>[7]</sup>研究表明, 华南现代构造运动的性质主要表现为张(剪)性, 在区域地下波动膨胀拉张过程中更容易发生地震。琼中-江西湖口基线自 2014 年初以来显示缓慢拉张趋势<sup>[8]</sup>, 此次徐闻  $M_L$

4.2 地震恰好发生在这条基线上; 琼北火山区 GPS 流动观测, 主要通过断裂两侧的 GPS 流动观测点对断裂活动进行形变观测, 以监测区域火山和地震活动, 2013—2016 年度海南省地震趋势研究报告

均提出, 马鞍岭测点与雷州测点的基线不断拉张, 此次徐闻  $M_L 4.2$  地震恰好发生在这条基线附近。

(4) 流动重力观测 流动重力测量反映的是区域重力场的非潮汐变化信息, 包括构造信息和非构造信息。因而, 地壳内部的物质迁移、地壳构造和地震的形成过程等, 都可以在流动重力复测结果中反映出来<sup>[9]</sup>。2014—2015 年度广东省地震趋势研究报告摘要均提出, 阳江-雷州半岛测区重力场长期变化显示, 测区东部以正变化为主, 中部及雷州半岛海康以南以负变化为主, 重力场空间变化呈非均匀形态特征。海南省地震局李盛对 2010—2014 年阳江-雷州半岛测区流动重力观测数据采用拟稳方

法进行复算, 结果显示, 雷州半岛海康以南徐州地区位于流动重力累积值正负交替区(图 6)。

## 5 结语

针对海南岛及邻区少震的地震活动环境, 4 级左右的地震是否会出现异常现象, 仍然是存在争议的问题。本文仅将此次徐闻 4.2 级地震前出现的地球物理场变化现象进行初步总结与分析, 这些现象是否与此次地震有明确的相关性, 有待于本区更多类似震例的总结分析及进一步的讨论。

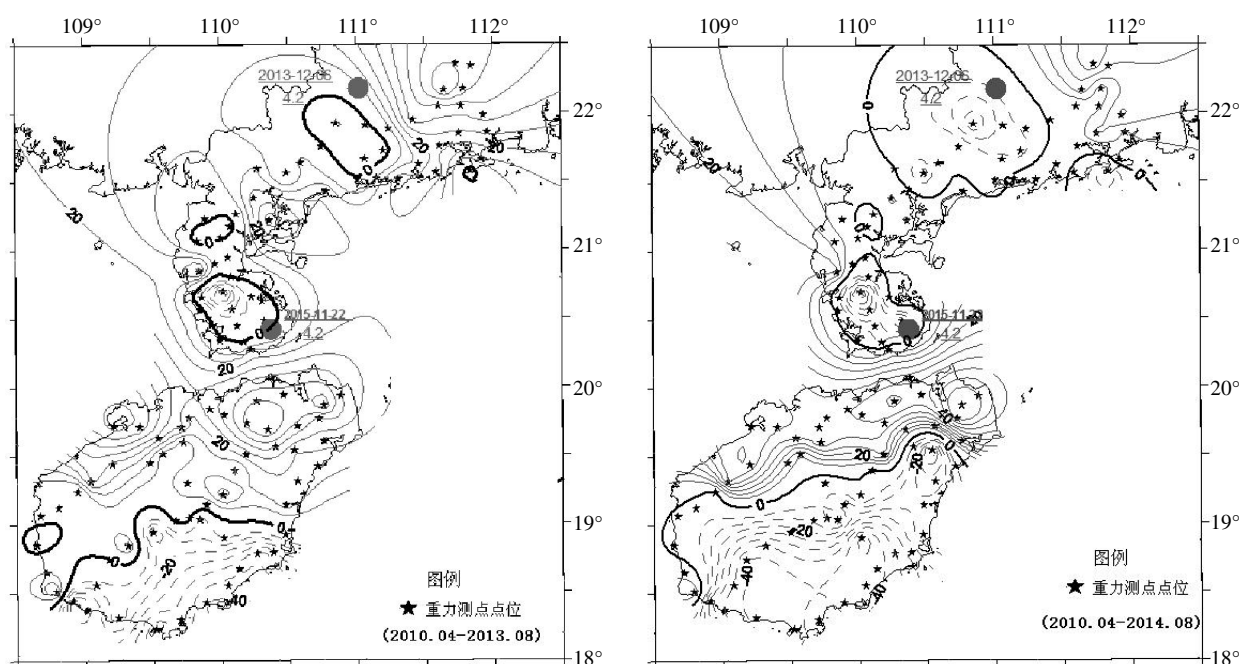


图 6 阳江-雷州半岛流动重力累积图

Fig.6 The periodic change plan of gravitation field in Yangjiang-Leizhou Peninsula

## 参考文献:

- [1] 魏柏林, 冯绚敏, 陈定国, 等. 东南沿海地震活动特征[M]. 北京: 地震出版社, 2001.
- [2] 李志雄, 雷建设, 赵大鹏, 等. 海南岛及邻区地壳三维 P 波速度结构[J]. 地震学报, 2008, 30 (5): 441-448.
- [3] 孙金龙, 徐辉龙, 詹文欢, 等. 南海北部陆缘地震带的活动性与发震机制[J]. 热带海洋学报, 2012, 31 (3): 40-47.
- [4] 钟贻军, 任镇寰. 1969 年阳江 6.4 级地震发震构造研究[J]. 大地测量与地球动力学, 2003, 23 (4): 92-98.
- [5] 魏柏林, 陈仁法, 黄日恒. 广东省地震构造概论[M]. 北京: 地震出版社, 2000.
- [6] 沈繁奎, 符 干. 海南地震活动研究[M]. 北京: 地震出版社, 2004.
- [7] 沈繁奎, 杨马陵, 李志雄, 等. 华南强震动力分析[J]. 华南地震, 2010, 30 (1): 1-5.
- [8] 陈长云, 贺建明, 李腊月, 等. 基于跨断层和 GPS 资料综合分析张渤带运动特征[J]. 华南地震, 2016, 36 (3): 17-28.
- [9] 管泽霖, 宁津生. 地球形状及外部重力场[M]. 北京: 测绘出版社, 1981.
- [10] 刘特培, 秦乃岗, 陈玉桃, 等. 阳江  $M_s 4.9$  地震活动特征、影响场及应急对策[J]. 地震地磁观测与研究, 2005, 26 (6): 33-40.
- [11] 叶秀薇, 杨马陵, 叶东华, 等. 2004 年 9 月 17 日阳江 4.9 级地震概述[J]. 华南地震, 2005, 25 (3): 69-77.