

陈大庆, 杨 雪. 1987 年江西寻乌 5.4 级地震及 1994 年台湾海峡 7.3 级地震前中小地震活动图像特征[J]. 华南地震, 2019, 39(S1): 78–82.
[CHEN Daqing, YANG Xue. Images Characteristics of Seismic Activity before 1987 Xunwu M 5.4 Earthquake in Jiangxi Province and 1994 Taiwan Strait M 7.3 Earthquake[J]. South China journal of seismology, 2019, 39(S1): 78–82]

1987 年江西寻乌 5.4 级地震及 1994 年台湾海峡 7.3 级地震前中小地震活动图像特征

陈大庆, 杨 雪

(广东省地震局, 广州 510070)

摘要: 通过震前中小地震的时空分布图和结合构造分区的 $D-T$ 图对 1987 年江西寻乌 5.4 级地震及 1994 年台湾海峡 7.3 级地震震前活动图像特征做了研究。两次地震主破裂面都为北西向, 但破裂方式不同。研究发现震前压应力区闭锁地震活动减弱, 张应力区中小地震活动呈活跃的趋势。通过主震前全时空的地震活动图像分析方法, 对 2 次地震前的中小地震活动特征进行了分析, 并结合震源机制给出了一些有益的结论。

关键词: 寻乌地震; 台湾海峡地震; 活动图像; 震源机制

中图分类号: P315.7

文献标志码: A

文章编号: 1001-8662(2019)S1-0078-05

DOI: 10.13512/j.hndz.2019.S1.013

Images Characteristics of Seismic Activity before 1987 Xunwu M 5.4 Earthquake in Jiangxi Province and 1994 Taiwan Strait M 7.3 Earthquake

CHEN Daqing, YANG Xue

(Guandong Earthquake Agency, Guangzhou, 510070, China)

Abstract: The spatial-temporal distribution of the earthquake and the $D-T$ diagram of the structural partition before Xunwu M 5.4 earthquake in Jiangxi province in 1987 and Taiwan Strait M 7.3 earthquake in 1994 were studied. The main fracture surfaces of the two earthquakes are northwest, but the rupture mode is different. The study found that the seismic activity of the compressive stress zone is weakened before the earthquake, while the small and medium earthquake activity in the tensile stress zone is active. Based on the analysis of the seismic activity image before the 2 main shocks, this article analyzed the characteristics of small and medium earthquakes before the 2 earthquakes, and gave some useful conclusions in combination with the focal mechanism.

Keywords: Xunwu earthquake; Taiwan Strait earthquake; Seismic activity images; Focal mechanism

收稿日期: 2019-02-26

作者简介: 陈大庆(1977-), 男, 高级工程师, 主要从事地震预测研究。

E-mail: gd_daqing@163.com.

0 引言

1987年8月2日东南沿海地震带东段的粤闽赣交界江西寻乌发生了5.4级地震。1994年9月16日台湾海峡中部发生了7.3级地震。两次地震震中相距380 km,主破裂断层都为北西向构造。根据中国震例总结两次地震前都出现了如空区、活动增强等地震活动图像异常。杜运连等总结1987年8月2日江西寻乌5.4级地震前3~5年存在地震空区、前兆震群等异常^[1];彭美凤等总结1994年9月16日台湾海峡7.3级地震前存在地震空区、条带、区域活动增强及部分地震学参数异常^[2]。

地震活动图像是指区域地震活动的时空展布方式,例如地震空区、条带、地震活动增强和平静、大小地震数目比失调等,根据地震活动图像的分析来预报地震多年来是国内外在地震预报中广泛采用的重要方法之一^[3-4]。中国震例总结了大多数中强地震前都存在不同形式的活动图像异常,但这些异常规律性、重复性较差。近年来李莹甄等总结了中国大陆327次5级以上地震前也只有96次存在条带图像,约占29%^[5]。曲延军等总结了中国大陆367次5级以上地震前有194次存在空区图像,约占53%^[6]。

地震活动图像反映的是主震前中小地震时间-空间-强度三者的关系,由此衍生出空区、条带、活动增强、平静、震群等等活动图像。而实际上条

带、空区分别是活动增强和减弱的两种特殊类型。本研究中以粤闽赣交界地区1987年江西寻乌5.4级地震及1994年台湾海峡7.3级地震为例,通过震前中小地震的时空分布图和结合构造分区的D-T图对震前地震活动图像做了研究,得到了震前中小地震活动和主震破裂方式之间关系的一些初步认识。

1 1987年8月2日江西寻乌5.4级地震前地震活动图像特征

表1为中国震例提供的此次地震的震源机制,节面2南东走向144°为此次地震的主破裂面。图1为1987年8月2日江西寻乌5.4级地震前10年周边区域 M_L 2级以上地震时空分布图,颜色表示距离主震的时间,沿南东140°基本为主破裂断层走向分为A(不包括新丰江水库区)、B两个区域,图2为2个分区400 km范围内D-T图,A区距离震中100 km江西龙南在1982、1985分别发生 M_L 5.4、4.0级地震。图3为两个分区 M_L 2级地震频次及频次比(通过计算两个区域的GR关系,研究时间段内 M_L 2级以上地震是完整的)。A区主震前2年 M_L 2级频次有增加的趋势但1987年年初至主震前回落。B区从1984年开始至震前频次显著下降。两区域频次比也可以看到1985年后频次比总体呈上升趋势。

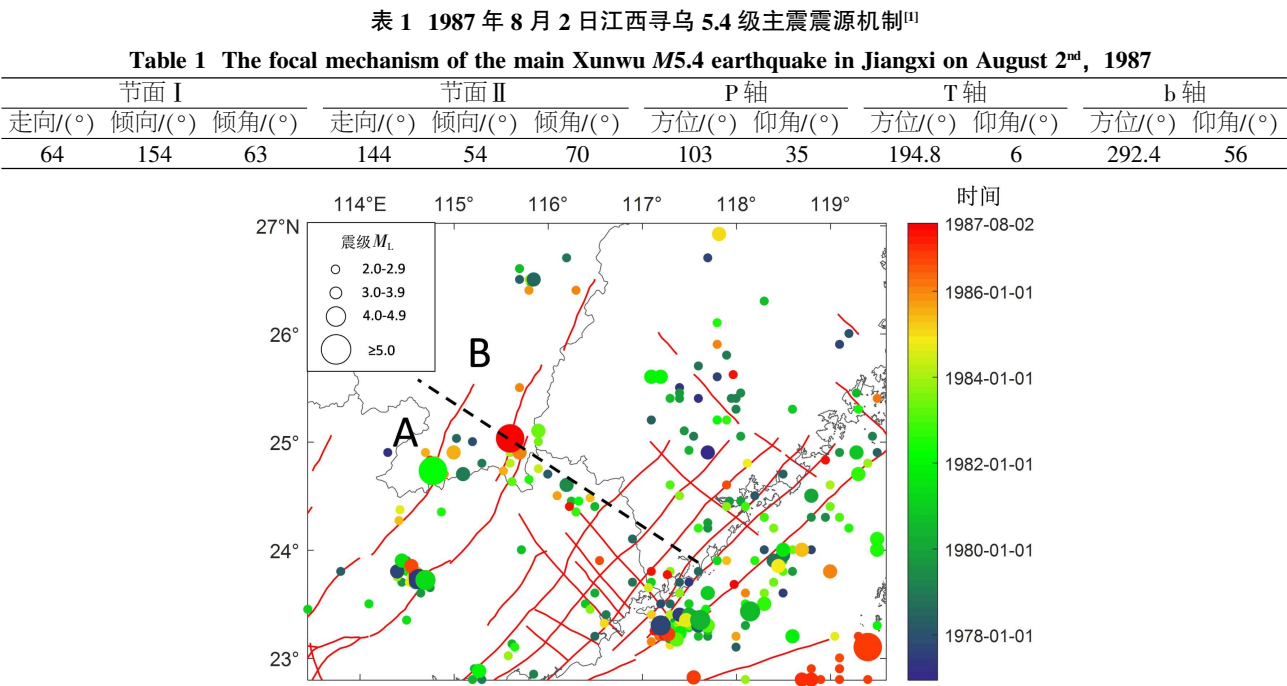


图 1 1987 年 8 月 2 日江西寻乌 5.4 级地震前 10 年区域 $M_L \geq 2$ 地震活动时空分布图

Fig.1 Temporal and spatial distribution of regional seismic activity with $M \geq 2$ in the 10 years before the Xunwu M5.4 earthquake in Jiangxi Province on August 2nd, 1987

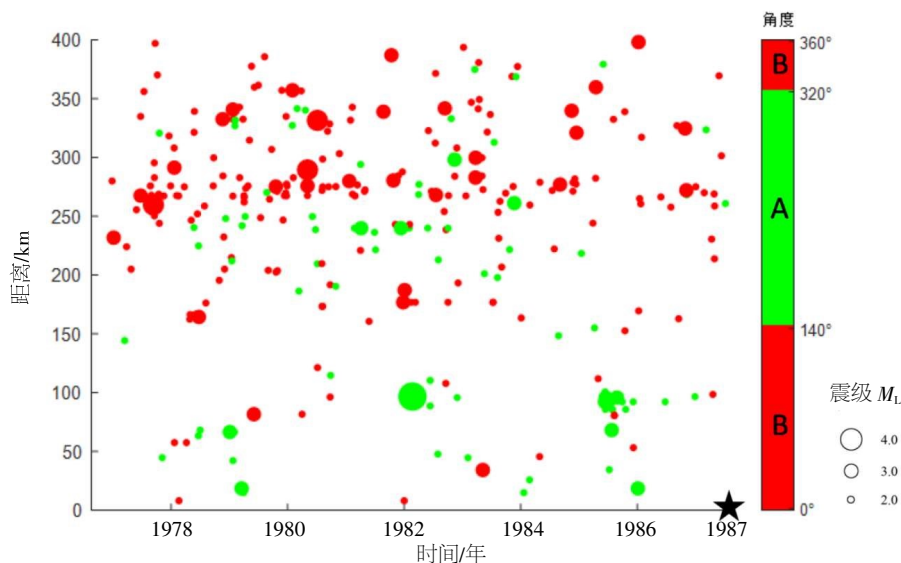


图2 1987年8月2日江西寻乌5.4级地震前10年 $M_L \geq 2$ 级地震分区D-T图

Fig.2 The D-T map of the earthquake partition with $M_L \geq 2$ in the 10 years before the Xunwu M 5.4 earthquake in Jiangxi Province on August 2nd, 1987

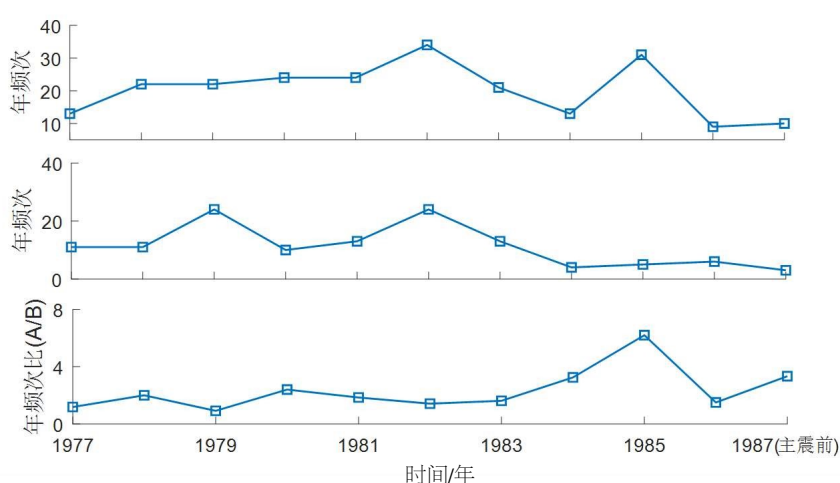


图3 1987年8月2日江西寻乌5.4级地震前 $M_L \geq 2$ 级地震分区年频次

Fig.3 Annual frequency of earthquake partition with $M_L \geq 2$ earthquakes before the Xunwu M 5.4 earthquake in Jiangxi Province on August 2nd, 1987

震源机制中节面2南东走向 144° 为此次地震的主破裂方向,破裂类型为左旋倾滑型。P轴方位为 103° ,北东B区方向为上盘,震前受压应力可能产生闭锁现象中小地震活动减弱。南西A区方向为下盘,相对受张应力,震前容易发生中小地震。

2 1994年9月16日台湾海峡7.3级地震前地震活动图像特征

图4为1994年9月16日台湾海峡7.3级地震前10年周边区域 $M_L 2$ 级以上地震时空分布图,颜色表示距离主震的时间。表2为USGS提供的此次地震的震源机制,节面1北西走向 296° 为此次地震的主破裂方向,发震类型为右旋正断。震前除

了台湾岛区域由于受到东南向菲律宾板块的推挤作用,构造活动剧烈,在时空强关系上未显现明显的特征。其余地区的地震活动图像特征可以分为3个区域:A区为北西 319° 至北东 33° 之间,C区为北西 319° 至南西 223° 之间(去除了新丰江水库区),B区为南西 223° 至南东 122° 之间。通过计算区域的GR关系,A、C两个区域研究时间段内最低完整性震级为 $M_L 2$ 级,B区最低完整性震级为 $M_L 4$ 级。区域的分界为北西向 319° 分界基本与节面1北西走向 296° 一致。图5用颜色区分3个区域的D-T图,A、B两个区域1991年后地震活动有增强的趋势,而C区相反有减弱的趋势。图6为3个区域的年频次也反映了以上特征,特别是A、C两个区域的 $M_L 2$ 级以上频次比更突显了这一

特征, 从 1991 年后比值开始上升, 在临震的 1994 年初至震前升高的幅度异常突出。

此次地震主破裂方向为北西走向 296°, 破裂类

型为右旋正断。A、B 两个区域震前受到张应力易发生中小地震, 因此震前表现为地震活跃。而 C 区由于受到压应力震前处于闭锁状态地震活动减弱。

表 2 1994 年 9 月 16 日台湾海峡 7.3 级主震震源机制 (来源于 USGS)

节面 I			节面 II			P 轴		T 轴		b 轴	
走向/(°)	倾向/(°)	倾角/(°)	走向/(°)	倾向/(°)	倾角/(°)	方位/(°)	仰角/(°)	方位/(°)	仰角/(°)	方位/(°)	仰角/(°)
296	29	-125	155	67	-73	93	64	232	20	328	16

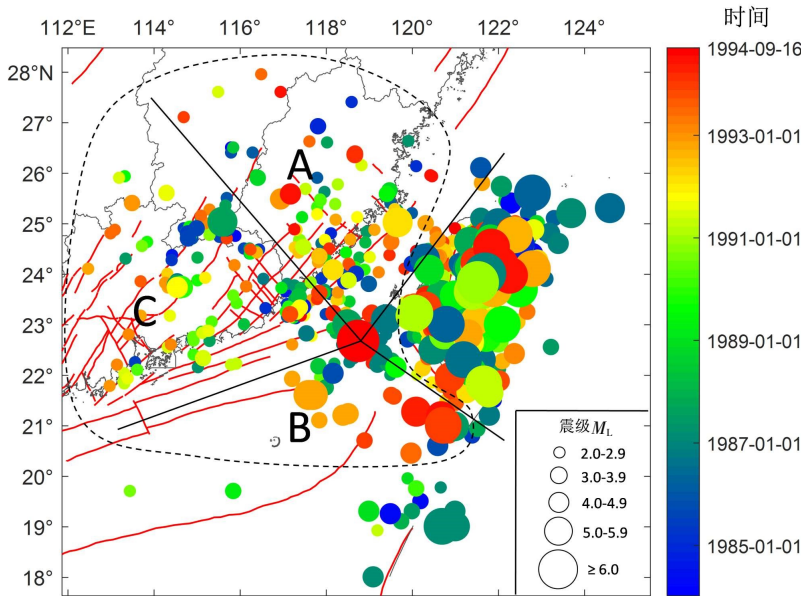


图 4 1994 年 9 月 16 日台湾海峡中部 7.3 级地震前 10 年区域 $M_L \geq 2$ 地震活动时空分布图

Fig.4 Temporal and spatial distribution of regional seismic activity with $M_L \geq 2$ in the 10 years before the Taiwan strait $M7.3$ earthquake on September 16th, 1994

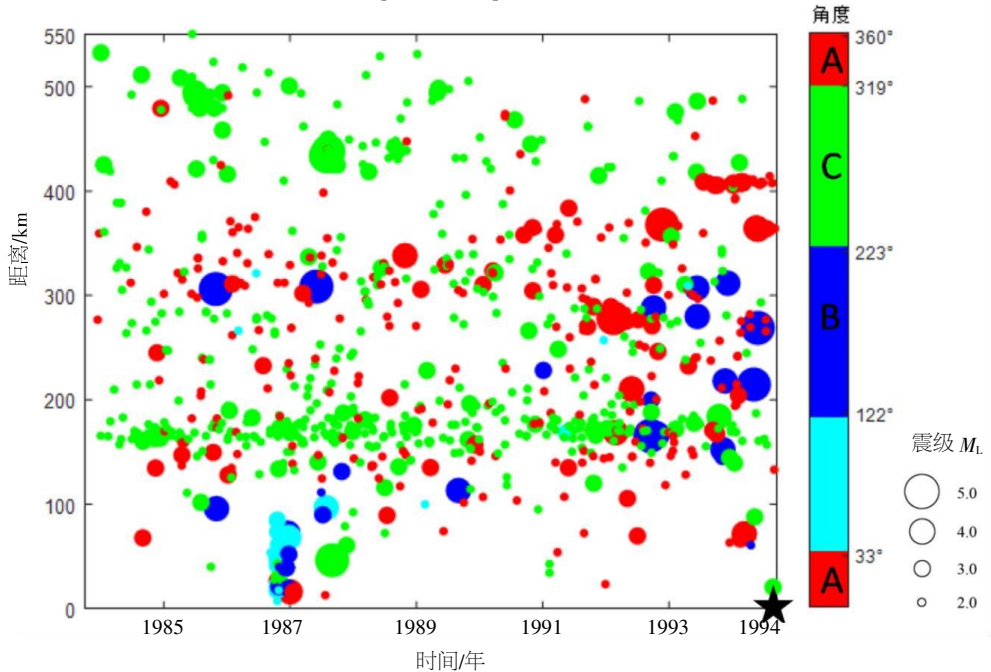


图 5 1994 年 9 月 16 日台湾海峡中部 7.3 级地震前 10 年 $M_L \geq 2$ 级地震分区 D-T 图

Fig.5 The D-T map of the earthquake partition with $M_L \geq 2$ in the 10 years before the Taiwan Strait $M7.3$ earthquake on September 16th, 1994

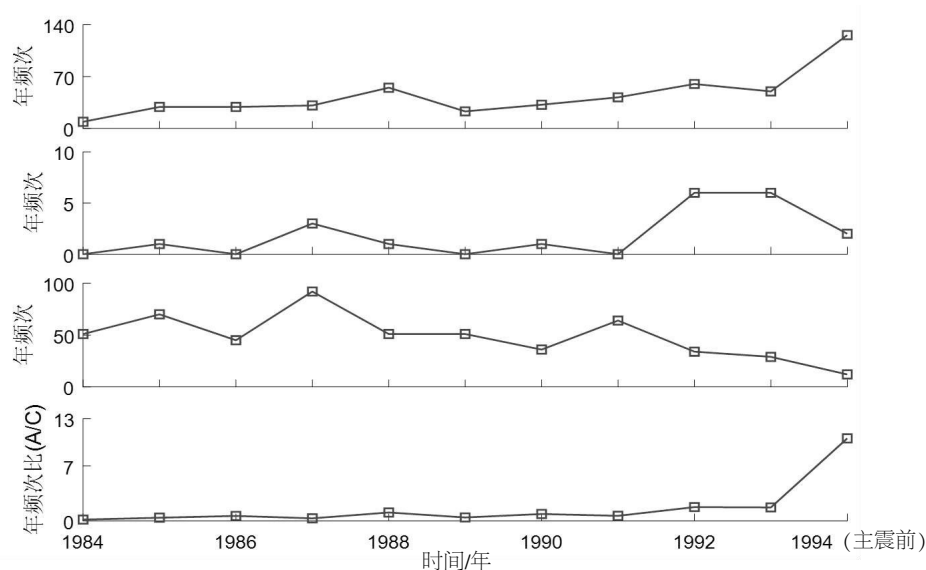


图6 1994年9月16日台湾海峡中部7.3级地震前 $M_1 \geq 2$ 级地震分区年频次

Fig.6 Annual frequency of earthquake partition with $M_1 \geq 2$ earthquakes before the Taiwan Strait M 7.3 earthquake on September 16th, 1994

3 结语

本文通过震前中小地震的时空分布图和结合构造分区的 $D-T$ 图对 1987 年江西寻乌 5.4 级地震及 1994 年台湾海峡 7.3 级地震震前地震活动图像特征做了研究。两次地震主破裂断层都为北西向, 但破裂方式不同, 台湾海峡 1994 年 7.3 级地震为右旋张性破裂, 研究发现在破裂断层两侧的张应力区震前中小地震呈活跃趋势, 压应力区震前闭锁中小地震活动减弱, 而且越临震这种现象越显著。1987 年寻乌 5.4 级地震破裂类型为左旋倾滑型。上盘震前受压应力可能产生闭锁现象中小地震活动减弱。下盘相对受张应力, 震前容易发生中小地震。

地震活动图像研究中的空区、条带都有一些局限性, 空区只是某一区域地震活动减弱的特殊形式, 受限于不同的构造环境或者由于震级误差, 某些地震前局部的中小地震活动减弱并不一定以空区的形式出现。地震条带也类似只是地震活跃的特殊形式, 没有构造背景的条带可能只是一种偶发的事件。因此单纯空区、条带并不能整体反映强震前真实的地震活动图像特征。本文通过震前中小地震的时空分布图和结合构造分区的 $D-T$ 图对震前地震活动图像特征研究了 2 次地震前的活动图像, 强震前的中小地震活动有呈四象限分布的特征, 压应力区产生闭锁现象中小地震活动减弱, 张应力区震前容易发生中小地震。至于在其余地震中是否有类似特征还需要进一步研究。

参考文献:

- [1] 杜运连, 冯绚敏, 王屏路. 1987 年 8 月 2 日江西省寻乌 5.5 级地震[M] //张肇诚. 中国震例(1986—1990). 北京: 地震出版社, 1999.
- [2] 彭美凤, 林树, 鲍挺. 1994 年 9 月 16 日台湾海峡 7.3 级地震[M] //陈棋福. 中国震例(1992—1994). 北京: 地震出版社, 2002.
- [3] 张国民, 傅征祥, 桂燮泰, 等. 地震预报引论[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [4] 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.
- [5] 李莹甄, 王海涛, 郭成栋, 等. 中国大陆地震条带统计特征分析[J]. 地震学报, 2011, 33(5): 568–581.
- [6] 曲延军, 王海涛, 郭成栋, 等. 中国大陆地震空区统计特征分析[J]. 地震学报, 2010, 32(5): 544–556.