

张慧, 郑 萍, 沈繁鑫. 华南已知震中信息的双序列分析方法[J]. 华南地震, 2017, 37(S1): 30–34. [ZHANG Hui, ZHENG Ping, SHEN Fanluan. The Two Sequences Analytical Method of Known Epicenter Information in South China [J]. South China journal of seismology, 2017, 37(S1): 30–34.]

华南已知震中信息的双序列分析方法

张 慧, 郑 萍, 沈繁鑫
(海南省地震局, 海口 570203)

摘要: 以华南地区 1980 年以来 23 次已知震中信息的 $M_L \geq 5$ 级地震事件为例, 给出水库区、老震区和震群区的震中信息获取方法, 介绍了双序列, 即震中地震序列和区域地震序列分析方法, 总结了地震事件前的双序列异常特征, 并提出了物理解释和应用建议。

关键词: 震中信息; 分析方法; 地震预测; 华南

中图分类号: P315.7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-8662 (2017) S1-0030-05

DOI: 10.13512/j.hndz.2017.S1.004

The Two Sequences Analytical Method of Known Epicenter Information in South China

ZHANG Hui, ZHENG Ping, SHEN Fanluan
(Hainan Earthquake Agency, Haikou 570203, China)

Abstract: Taking the 23 known epicenter information events with $M_L \geq 5$ since 1980 in south China area as an example, the paper presents the method of epicenter information acquisition for the reservoir area, the old earthquake area and earthquake swarm area, and introduces the two sequence (the sequence of epicenter area and the sequence of zone area) analysis method. Finally, the paper summarizes the characteristics of the two sequence anomalies before the earthquake events, and puts forward the physical explanation and application suggestions.

Keywords: Known epicenter information; Analytical method; Earthquake forecast; South China

0 引言

已有华南中强地震前的地震活动特征以及单个地震震例总结研究^[1-7], 但针对已知震中信息情况下的系统性研究尚未发现。本文选取了 1980 年以来发生在华南水库区、老震区和震群区的 23 次 $M_L \geq 5$ 级地震事件, 通过对震中地震序列和区域地

震序列的分析研究, 建立了“双序列”分析方法, 为地震中短期预测预报工作提供参考和借鉴。

1 震中信息

本文采用中国地震台网中心发布的全国地震月报正式目录, 使用 SuperSeis 软件进行地震目录

收稿日期: 2017-01-10

基金项目: 中国地震局指令专项资助

作者简介: 张 慧(1983-), 女, 工程师, 主要从事地震分析预报工作。

E-mail: zhanghui8302@163.com.

的挑选及计算绘图。通过地震目录的完整性分析和监测能力计算，确定地震目录使用的震级下限为 M_L 2.0 级，并删除了台湾地震区(带)的地震。

对于水库区，震中使用水库诱发的最大地震震

中；对于老震区，震中为 1800 年以来 6 级以上地震的震中；对于震群区，震中采用震群中最大地震的震中。研究的目标地震为华南地区 1980 年以来已知震中地点信息的 23 次 $M_L \geq 5$ 级地震事件(表 1)。

表 1 华南已知震中信息和 1980 年以来的 $M_L \geq 5$ 级地震事件

Table 1 The known epicenter information and the events with $M_L \geq 5$ since 1980 in South China

类别	震中信息				后续地震事件		
	发震日期	震级	纬度/(°)	经度/(°)	发震地点	发震日期	震级/ M_L
水库区	1962-03-19	6.1	23.72	114.67	广东河源	1991-09-21	5.0
						1999-08-20	5.1
						2012-02-16	5.1
						2013-02-22	5.0
	2013-08-03	4.2	25.63	118.75	福建仙游	2013-09-04	5.2
	2007-06-18	3.9	26.53	108.88	贵州剑河	2015-03-30	5.8
老震区	1969-07-26	6.4	21.75	111.75	广东阳江	1986-01-28	5.4
						1987-02-25	5.0
						2004-09-17	5.2
	1806-01-11	6	25.30	115.70	江西寻乌	1987-08-02	5.8
	1875-06-08	6	25.00	106.50	广西乐业	1983-12-05	5.0
	1881-06-17	6	25.00	120.10	福建泉州海外	1992-02-18	5.6
	1906-03-28	6.3	24.30	118.60	福建厦门海外	1995-02-25	5.6
	1994-09-16	7.3	22.67	118.75	台湾海峡南部	1999-12-27	5.2
						2005-04-04	5.0
震群区	1979-01-07	4.0	24.70	115.10	江西龙南	1982-02-25	5.4
	1976-02-04	4.1	23.93	105.82	云南富宁	1982-10-27	6.0
	1987-01-06	4.0	22.80	118.80	台湾海峡南部	1987-09-06	5.8
						1994-09-16	7.4
	1981-12-29	3.9	25.60	117.10	福建连城	1992-11-26	5.1
	1989-08-28	4.3	20.90	112.30	南海西北部	1995-03-26	5.0
	1992-05-26	4.5	18.80	108.60	海南东方近海	1995-06-05	5.2
	1994-05-24	4.8	25.58	117.18	福建永安	1997-05-31	5.6

2 双序列分析法

所谓“双序列”是指震中地震序列和区域地震序列($M-t$ 图)。震中的范围是固定的，即为已知震中(坐标)的周围半径 50 km 内；而区域的范围不是固定的，一般选取已知震中(坐标)的周围半径在 200 km 以上，除非受到周边强震的干扰半径会略小，区域的半径确定原则是在特征明显的情况下尽可能地扩大。

按照上述震中和区域范围的确定原则，通过分析研究，得到地震事件前的地震活动异常特征(表 2)。可以看出，老震区与震群区的双序列异常特征比较一致，而水库区则与老震区和震群区有所区别。水库区震中地震序列异常特征主要是平

静背景下或平静后的增强，区域地震序列异常特征可以是几种形式；老震区和震群区震中地震序列异常特征主要是超长平静或增强后的平静，区域地震序列异常特征主要是增强-活跃-平静。

水库区以 1991 年 9 月 21 日广东河源 M_L 5.0 级地震为例(图 1、图 2)，老震区以 1992 年 2 月 18 日泉州海外 M_L 5.6 级地震为例(图 3、图 4)，震群区以 1987 年 9 月 6 日台湾海峡南部 M_L 5.8 级地震为例(图 5、图 6)，给出双序列异常特征图像。

3 物理解释

据统计，不计余震、震群取最大地震、双震取第一个主震，华南地区 1980 年至 2016 年共发生 32 次 $M_L \geq 5$ 级地震事件，其中 23 次发生在曾

发生 $M_L \geq 3$ 级水库诱发地震的水库区、1800 年以来曾发生过 6 级以上地震的老震区和近 10 年曾发生 $M_L \geq 3$ 级震群的震群区，即发生在所谓已知震中信息的地区，占了 72%。

表 2 华南 $M_L \geq 5$ 级地震事件前双序列异常特征

Table 2 The two sequences abnormal characteristics before the events with $M_L \geq 5$ in South China

类别	震中地震序列 ($R \leq 50$ km)异常特征	区域地震序列		地震事件/ M_L
		$R \leq km$	($M-t$ 图)异常特征	
水库区	平静-增强	270	增强-平静-活跃	1991 河源 5.0
	增强-平静-增强	290	增强-平静-活跃	1999 河源 5.1
	超长平静	260	减弱-终止-活跃	2012 河源 5.1
	增强-平静-增强	260	持续增强	2013 河源 5.0
	平静-增强	240	持续增强	2013 仙游 5.2
	超长平静-增强	390	增强-活跃-平静	2015 剑河 5.8
老震区	超长平静	220	增强-活跃-平静	1983 乐业 5.0
	超长平静-增强	410	增强-活跃-平静	1986 阳江 5.4
	增强-平静	410	增强-平静-活跃	1987 阳江 5.0
	超长平静	260	增强-活跃-平静	2004 阳江 5.2
	增强-平静	200	增强-活跃-平静	1987 寻乌 5.8
	超长平静	290	增强-活跃-平静	1992 泉州 5.6
	超长平静、增强-平静	180	增强-活跃-平静	1995 厦门 5.6
	增强-活跃-平静	430	增强-活跃-平静	1999 台海 5.2
	超长平静、增强-平静	200	增强-活跃-平静	2005 台海 5.0
震群区	超长平静	220	减弱-终止-活跃	1982 龙南 5.4
	超长平静	230	增强-活跃-平静	1982 富宁 6.0
	增强-平静	230	增强-活跃-平静	1987 台海 5.8
	超长平静	340	增强-活跃-平静	1994 台海 7.4
	增强-平静	260	增强-活跃-平静	1992 连城 5.1
	超长平静	290	增强-活跃-平静	1995 南海 5.0
	增强-平静	190	增强-活跃-平静	1995 东方 5.2
	持续增强	290	持续增强	1997 永安 5.6

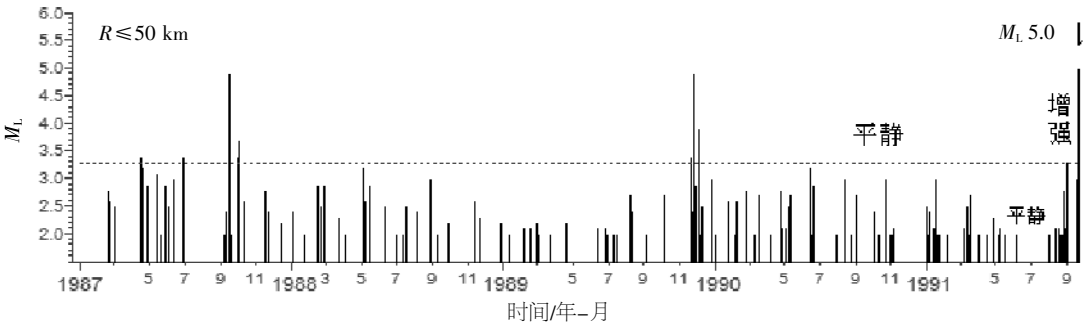


图 1 1991 年河源震中 50 km 半径范围内 $M_L \geq 2$ 级地震序列

Fig.1 The earthquake sequence with $M_L \geq 2$ within a radius of 50 km of the epicenter of the Heyuan earthquake

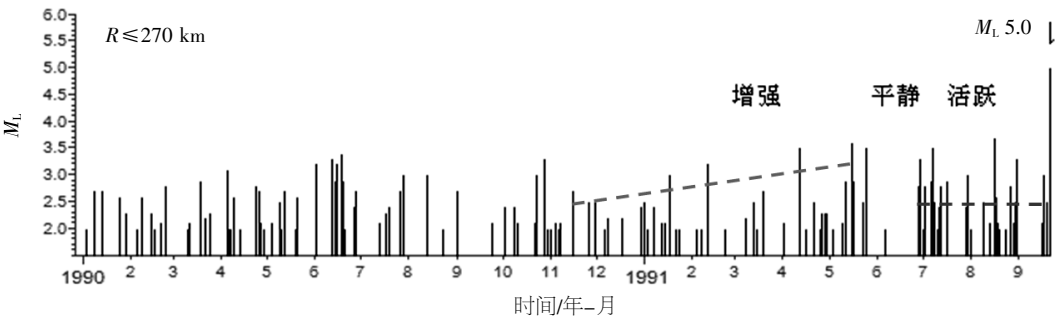


图 2 1991 年河源震中 270 km 半径范围内 $M_L \geq 2$ 级地震 $M-t$ 图

Fig.2 $M-t$ chart of earthquakes with $M_L \geq 2$ within a radius of 270 km of the epicenter of the Heyuan earthquake

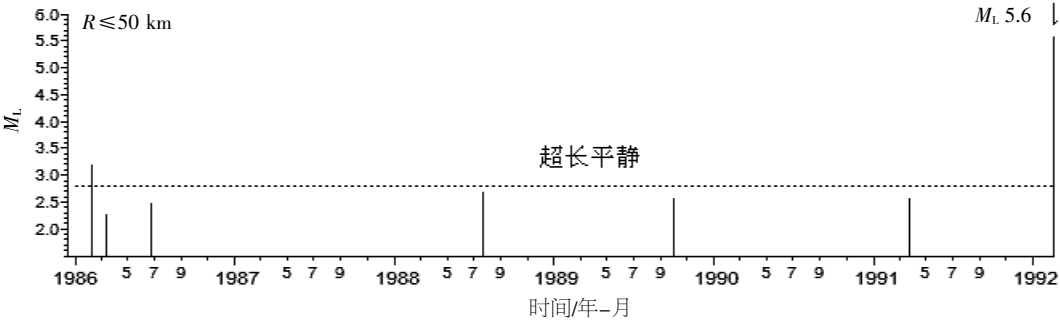


图 3 1992 年泉州海外震中 50 km 半径范围内 $M_L \geq 2$ 级地震序列

Fig.3 The earthquake sequence with $M_L \geq 2$ within a radius of 50 km of the epicenter of the Quanzhou offshore earthquake

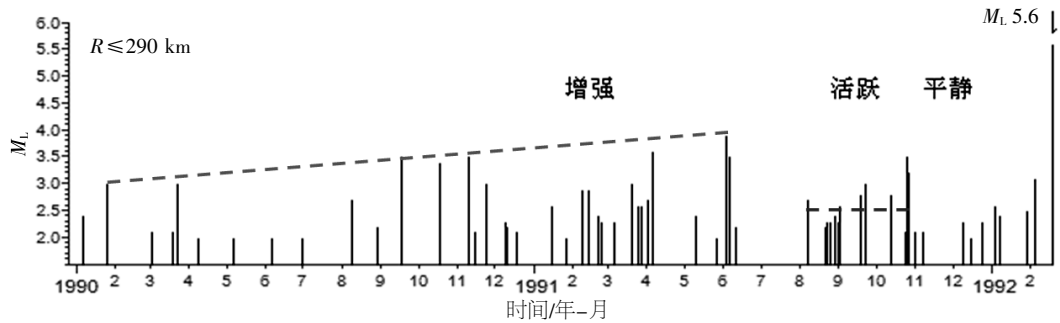


图 4 1992 年泉州海外震中 290 km 半径范围内 $M_L \geq 2$ 级地震 $M-t$ 图

Fig.4 $M-t$ chart of earthquakes with $M_L \geq 2$ within a radius of 290 km of the epicenter of the Quanzhou offshore earthquake

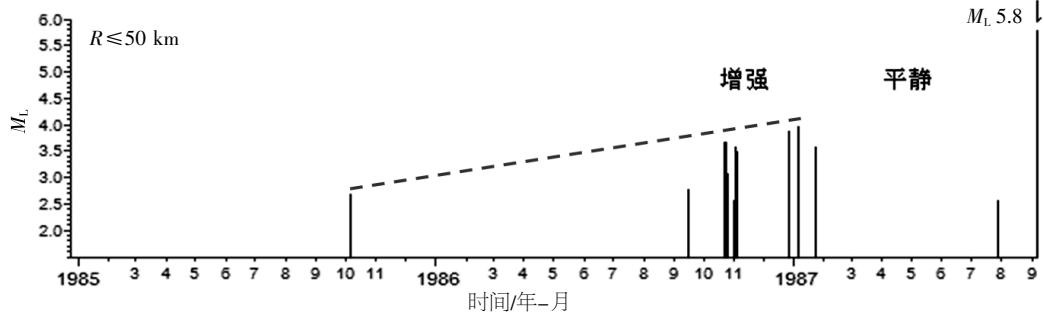


图 5 1987 年台湾海峡南部震中 50 km 半径范围内 $M_L \geq 2$ 级地震序列

Fig.5 The earthquake sequence with $M_L \geq 2$ within a radius of 50 km of the epicenter of the southern Taiwan straits earthquake in 1987

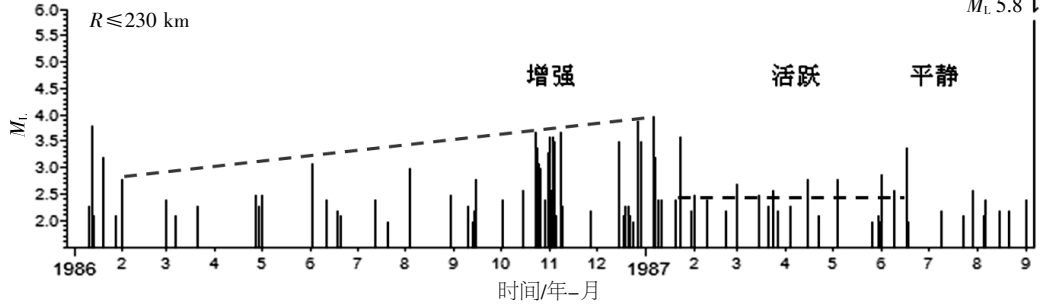


图 6 1987 年台湾海峡南部震中 230 km 半径范围内 $M_L \geq 2$ 级地震 $M-t$ 图

Fig.6 $M-t$ chart of earthquakes with $M_L \geq 2$ within a radius of 230 km of the epicenter of the southern Taiwan straits earthquake in 1987

地震是地球应变能量释放的一种方式，地震的发生是应力与介质相互作用的结果，需要能量积累积聚的过程。发生过诱发地震的水库区，由于水的作用介质变得脆弱或不稳定，易于再发生

中强地震；发生过强震的地区，一时改变了介质状态，在一段时期内需要进行调整恢复，容易发生一些中等地震；发生过震群的地区，是应力应变作用相对集中的地方，在区域应力作用增强的

情况下,往往会作出响应发生中强地震。

对于水库区,由于介质的脆弱性和不稳定性,在区域应力作用增强的情况下,反应比较敏感,地震活动常常首先出现异常,具有“窗口效应”,其震中在震前出现增强的信号,而区域的异常特征可以是代表应力增强的几种形式;对于老震区和震群区,需要应变能积累和积聚的过程,其震中在震前主要表现出平静的特征,而区域则显示出代表应力增强的典型地震活动增强-活跃-平静的特征,因为增强意味应力作用的加剧,活跃显示应力作用的持续,平静预示着能量的积聚^[8-9]。

本文仅针对华南 1980 年以来发生在已知震中信息 $M_L \geq 5$ 级地震事件震前的震中和区域地震活动特征,作出并展示的双序列分析方法,没有对无震时段或地震正常活动时段进行全面研究,因此,在应用时可能存在一定的局限性,或有待作进一步检验,并需要注意造成地震虚报的可能。

参考文献:

- [1] 沈繁鑫,符干,袁锡文,等. 华南中强震前区域区域地震活动增强平静特征[J]. 华南地震,2003,23(3):11-15.
- [2] 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.
- [3] 刘特培,刘吉平,李键梅,等. 2012 年河源 M4.8 级地震活动特征及预测研究[J]. 华南地震,2012,32(2):20-36.
- [4] 袁丽文,李强. 福建仙游地震序列活动特征研究[J]. 防灾减灾学报,2016,32(2):97-100.
- [5] 王尚彦,梁操,欧品智. 贵州剑河 5.5 级地震研究[J]. 贵州科学,2015,33(4):17-21.
- [6] 刘其寿,杨佩琴,王绍然,等. 龙岩地区地震活动特征分析[J]. 高原地震,2011,23(2):18-22.
- [7] 王琤琤,张锁喜. 龙南 5.0 级地震的震源参数及序列特征[J]. 华南地震,1984,4(1):55-62.
- [8] 郭培兰,龙政强,何嘉幸,等. 2013 年 6 月广西平果 3 级震群地震活动特征分析[J]. 华南地震,2016,36(1):87-96.
- [9] 宋绍鹏,延军平,董治宝,等. 哥伦比亚 $M_s \geq 6.8$ 地震活动规律及趋势判断[J]. 华南地震,2016,36(3):1-8.