

# 东南沿海地震活动分区及时空演变特征

顾方琦

(安庆市地震局)

**摘要** 本文利用历史地震资料,分析讨论了我国东南沿海地区(北纬 $19^{\circ}$ — $27^{\circ}$ ,东经 $106^{\circ}$ — $120^{\circ}$ )自1500年以来 $M \geq 4$ 号级地震活动的时、空演化特征。据此,文章对东南沿海地区的地震活动趋势作了估计。

## 一、引言

东南沿海地区是我国地震活动水平比较高的地区,历史上曾有过多次7~8级大震,近几年来中强地震也时有发生。在这里中强以上地震基本上沿海岸呈北东向分布,其范围大致在北纬 $19^{\circ}$ ~ $27^{\circ}$ ,东经 $106^{\circ}$ ~ $120^{\circ}$ ,包括广东、福建、江西南部、海南和广西东南等地以及附近的海域。本文将根据这一地区的历史地震资料,着重分析研究其地震活动的时、空演化特征,所取地震为 $M \geq 4$ 号级,主要来源于《中国地震目录》,1980年以后的资料取自《地震》。

图1是这一地区的震中分布图( $M \geq 4$ 号),可以看到 $M \geq 6$ 级强震,相对集中分布在闽、粤交界的泉州—汕头和雷州半岛附近二个地带,所以为了便于分析讨论,在这里我们将东南沿海地区分为二大部分,即粤、闽、赣地区(以下简称东区),和粤、桂、琼地区(以下简称西区),其界线大体在东经 $115^{\circ}$ 左右,图1中虚线所示。东区的地震震源深度一般在10~20公里,西区的一般小于10公里<sup>[1]</sup>。东区的主压应力方向大致为北西向,西区的主压应力方向大致为南北向。

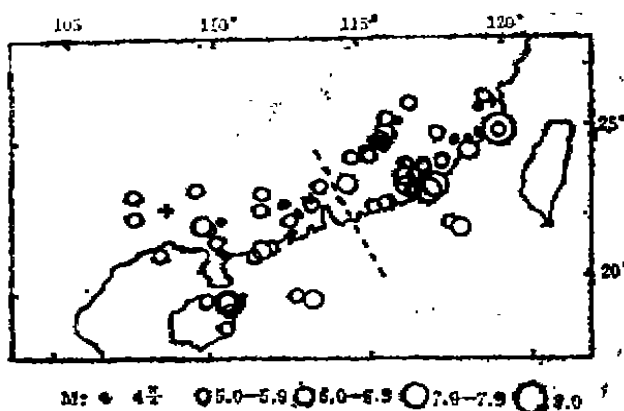


图1 东南沿海地区震中分布图( $M \geq 4$ 号)  
Fig. 1 Epicentre distribution in the south east coastal area

## 二、时序演进

由于东南沿海地区在公元1500年以前地震资料记载不完全, 据统计 $M \geq 4$ 级地震仅有四次, 所以本文对这一时期的地震活动不作具体分析。公元1500年以后地震资料相对来说较为完整, 从图2中可明显看到, 东、西二区的地震活动总的都可分为二个活动时期, 期间皆有较长时间的平静, 二个活动期的相对独立性是明确的。东区的第一活动期是1516—1693年, 1791年以后为第二活动期, 期间有近百年的平静时期。西区的第一活动期是1524—1683年, 与东区的第一活动期基本一致, 1857年以后为第二活动期, 比东区要明显滞后约70年,

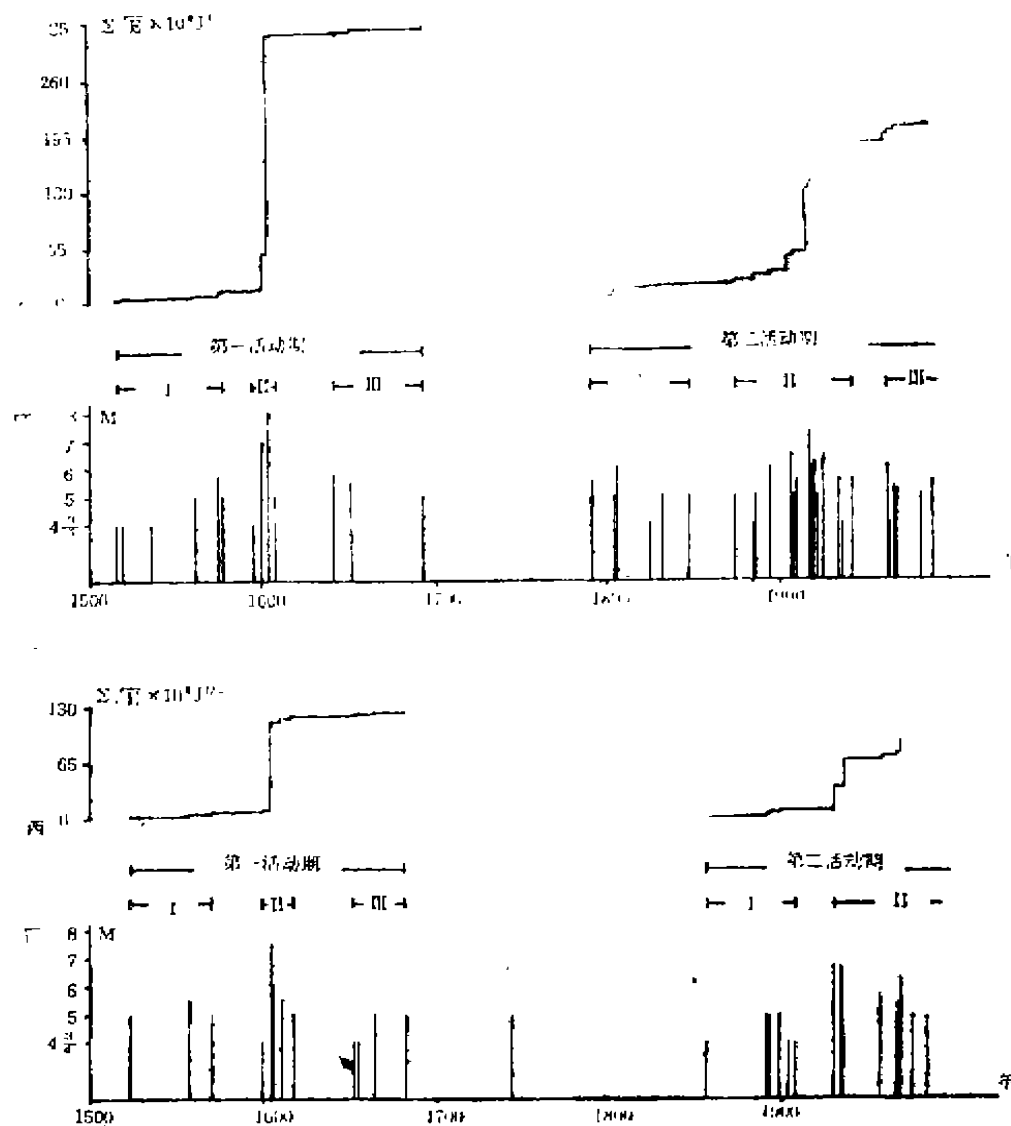


图2 东南沿海地区 $M \geq 4$ 级地震时序图及应变释放曲线

Fig. 2 Time series of  $M_s \geq 4$  in the south east coastal area and its strain release curve

故西区有长达170多年的平静时期，期间仅有一次5级地震。从时序图及应变释放曲线上还可以看到，东、西二区的地震活动期大致都可分为三个阶段，即预释放阶段（Ⅰ），大释放阶段（Ⅱ），和剩余释放阶段（Ⅲ）。有关参数见表1。

表1 Table 1

东 区	$M \geq 4$ 次数	$\Sigma \sqrt{E}$ $\times 10^6 J^{1/2}$	b	最大 震级 M	各 阶 段 情 况				
					持续 时间 (年)	$M \geq 4$ 次数	占 $\Sigma \sqrt{E}$ 比例%	最大震级 M	
第一活动期	13	318.85	0.34	8	I	61	6	3.4	5号
1516—1693					II	11	4	93.5	8
177年					III	52	3	3.1	5号
第二活动期	28	199.36	0.58	7.3	I	56	7	8.9	6
1791—1988					II	67	15	81.4	7.3
197年					III	25	6	9.7	6.1
西 区	$M \geq 4$ 次数	$\Sigma \sqrt{E}$ $\times 10^6 J^{1/2}$	b	最大 震级 M	各 阶 段 情 况				
					持续 时间 (年)	$M \geq 4$ 次数	占 $\Sigma \sqrt{E}$ 比例%	最大震级 M	
第一活动期	12	122.44	0.39	7.5	I	47	3	5.0	5号
1524—1683					II	18	5	91.2	7.5
159年					III	30	4	3.8	5
第二活动期	15	94.48	0.44	6号	I	52	6	6.7	5
1857—1988					II	55	9	83.3	6号
121年					III				

对比二区的地震活动时序进程发现，第一活动期东、西二区的时序过程及应变释放曲线形态十分相似，其中大释放阶段都有地震少、震级高，持续时间短的特点，这一阶段的应变释放占整个活动期的90%以上。在第二活动期中，尽管西区滞后，但其时序过程及应变释放曲线形态仍与东区的相似。相对来说，这一活动期的大释放阶段地震频次较高，震级稍弱，持续时间较长，应变释放占整个活动期的80%以上。如用生长曲线  $f = \frac{F}{1 + ae^{-Kt}}$  来拟合应变释放曲线，则表示其斜率的K值，第一活动期在0.066~0.075，第二活动期在0.036—0.057。

总的说来，第一活动期要强于第二活动期最大震级要高出0.75级左右；东区的地震活动要强于西区，最大震级东区高于西区0.5级左右，有关统计见表2。

表2 Table 2

	东 区			西 区			$\Sigma\sqrt{E}$ 东 / $\Sigma\sqrt{E}$ 西	$\Delta M$
	$\Sigma\sqrt{E}$ $\times 10^8 J^{1/2}$	最大 震级 M	K	$\Sigma\sqrt{E}$ $\times 10^8 J^{1/2}$	最大 震级 M	K		
第一活动期	318.85	8	0.075	122.44	7.5	0.066	2.6	0.5
第二活动期	199.36	7.3	0.036	94.48	6.3	0.057	2.1	0.55
$\Sigma\sqrt{E}_1 / \Sigma\sqrt{E}_2$	1.6			1.3				
$\Delta M$		0.7			0.75			

### 三、空间演化

分析东、西二区地震活动的空间演化，考察每个活动期 I、II、III 各阶段具体的发展过程，我们就会有新的认识。

图 3、4 是东、西二区在 I、II、III 阶段的震中分布图，在这里我们将大释放阶段强震集中发生的区域称之为主要发震区，周周地区称之为外围区。东区的主要发震区在泉州~汕头一带，第一、第二两活动期变化不大。西区的主要发震区在雷州半岛附近一带，第一、第二两期略有变动。图中打斜线部份即为主要发震区，虚线为外围区。东、西二个主要发震区相距约 800 公里左右。

只要稍加比较可知，东、西二区地震活动的空间分布，在第一，第二两期中都有类似的演化过程，即

I ( 预释放阶段 )                      II ( 大释放阶段 )                      III ( 剩余释放阶段 )

主要发震区 → 外围区 → 主要发震区 → 外围区

由于在活动期一开始发生在主要发震区的地震较少，震级也较弱，持续时间也较短，所以可更简洁地归纳为

I                      II                      III

→                      →

分 散                      集 中                      分 散

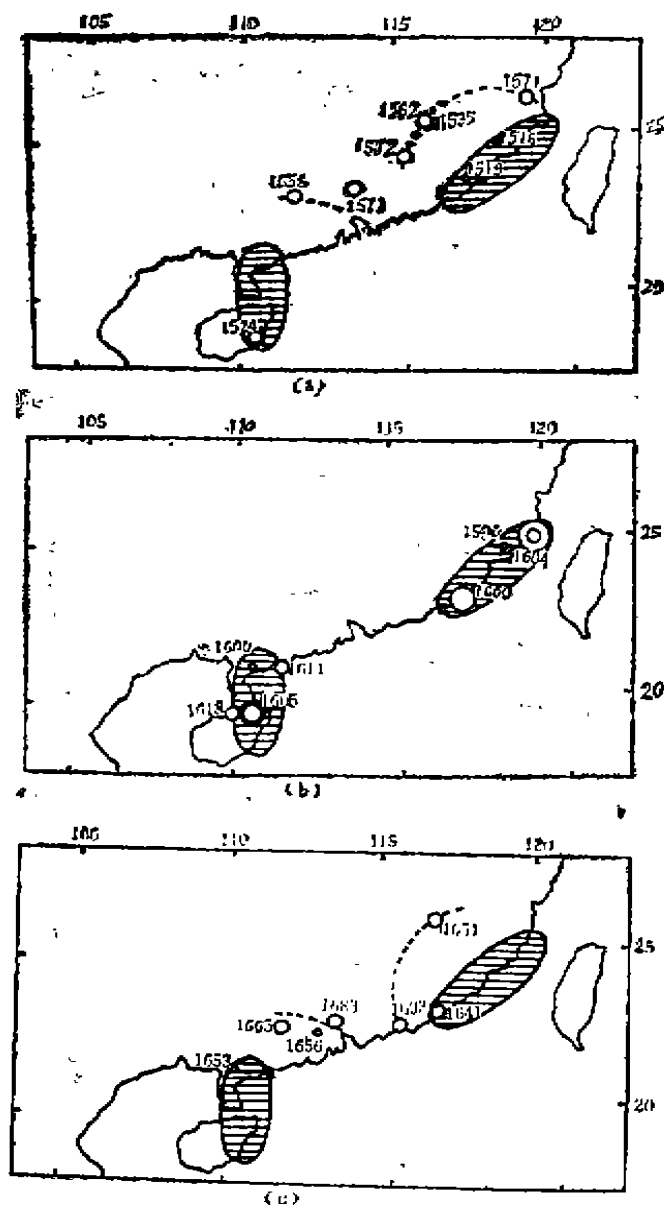
的过程。具体各阶段地震及分布见表 3、4。显然这种一致性对于估计这一地区今后地震趋势是有利的。

根据以上的时、空分析可以认为，目前东区已处在第二活动期的尾声，地震趋于平静，即使有个别地震活动，震级不会超过 6 级且在外围区发生。而西区由于滞后，目前处于第二活动期大释放阶段的后期，从表 4 中可以看到这时的地震也将在其外围区活动，震级一般也不会超过 6 级。

在本文完成之前，1988年11月10日在北部湾（北纬 $21^{\circ}26'$ ，东经 $108.15'$ ）发生5.1级地震，其位置正处于西区的外围区，初步验证了本文的分析推断。

#### 四、结束语

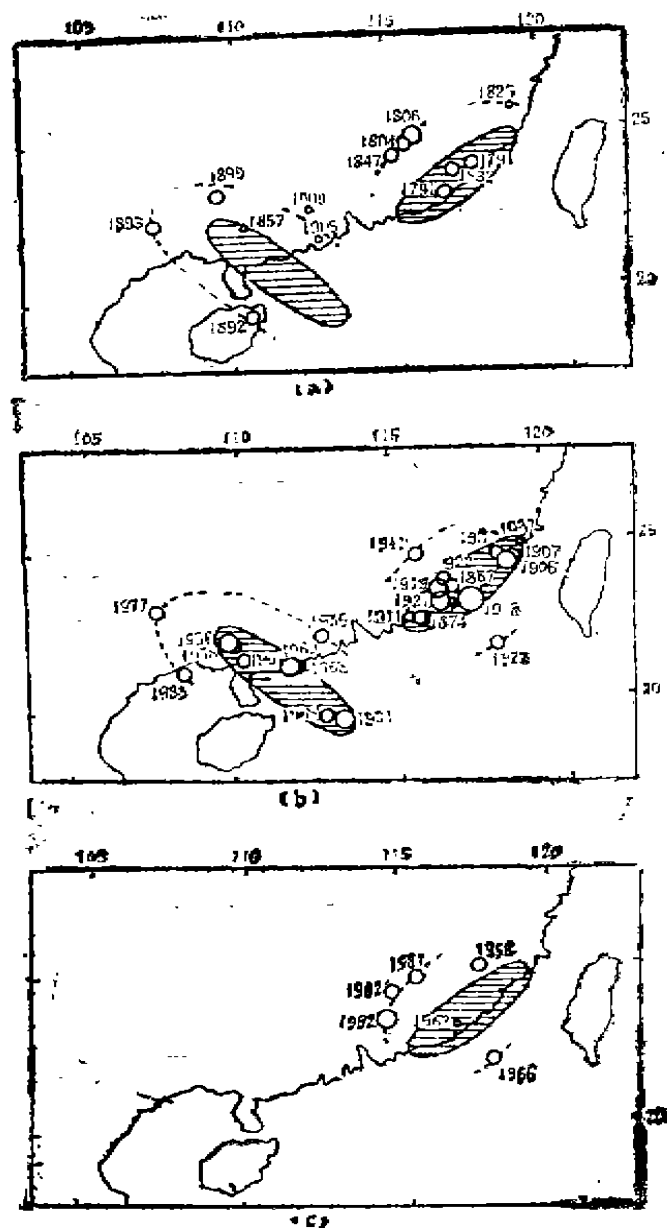
从以上的分析我们可以看到东南沿海地区地震活动的时、空演化特征是十分明显的。这里的关键是对东南沿海地区进行了合理的分区，然后再分析讨论，这与以往的有关文献对这一地区的分析有所不同，是从一个新的角度出发来探讨其地震活动的规律。当然也还存在一些问题，如西区为何滞后于东区，两期的主要发震区不够一致等，这就需要今后进一步地深入研究。但不论怎样，通过本文的分析使我们对东南沿海地区的地震活动有了一个新的认识。



a、予释放阶段    b、大释放阶段    c、剩余释放阶段

图3 东南沿海地区第一活动期各阶段震中分布图

Fig. 3 The epicentre distribution of first period in the south east coastal area



a、予释放阶段    b、大释放阶段    c、剩余释放阶段

图4 东南沿海地区第二活动期各阶段震中分布图

Fig. 4 The epicentre distribution of second period in the south east coastal area

表3 东南沿海地区第一活动期地震活动表

Table 3 Seismic activity of first period in the south east coastal area

	粤闽赣地区(东区)		粤桂琼地区(西区)	
	主要发震区	外围区	主要发震区	外围区
I 预 释 放 阶 段	1516 福建安溪 4号		1524 海南乐会 5	
	1519 福建诏安 4号			
		1535 福建长汀 (4—5)		1558 广东封川 5 $\frac{1}{2}$
		1562 江西瑞金 5		1571 广东佛岗 5
		1574 福建福州 5号		
		1577 江西定南 5		
II 大 释 放 阶 段	1596 福建惠安 4号		1600 广东廉江 4号	
	1600 广东南澳 7		1605 海南琼山 7 $\frac{1}{2}$	
	1604 福建泉州 8		1605 海南琼山 6	
	1607 福建泉州 5		1611 广东电白 5 $\frac{1}{2}$	
			1619 海南澄迈 5	
III 剩 余 释 放 阶 段	1641 广东揭阳 5号		1663 广东廉江 4号	
		1651 福建宁化 5 $\frac{1}{2}$		1656 广东鹤城 4号
		1693 广东海丰 5		1695 广东罗定 5
				1683 广东南海 5

表4 东南沿海地区第二活动期地震活动表

Table 4 Seismic activity of second period in the south east coastal area

	粤闽赣地区(东区)		粤桂琼地区(西区)	
	主要发震区	外围区	主要发震区	外围区
I 预 释 放 阶 段	1791 广东澄海 5		1857 广西北流 4号	
	1791 福建漳州 5 $\frac{1}{2}$			
		1804 江西寻乌 5		1892 海南海口 5
		1806 江西会昌 6		1893 广西同正 5
		1825 福建永泰 4号		1899 广西武宣 5
	1832 福建平和 5			1905 澳 门 4号
		1847 江西定南 5		1909 广东肇庆 4号

续上表

		粤闽贛地区(东区)		粤桂琼地区(地区)		
		主要发震区	外围区	主要发震区	区外围	
大 释 放 阶 段	1874	广东海丰 5		1931	西沙群岛 6.4	
	1886	广东汕头 4.4				
	1887	广东饶平 5		1936	广西灵山 6.4	1936 广东中山 5
	1895	广东揭阳 6				
	1906	福建泉州 6.4		1958	广西灵山 5.4	
	1907	福建泉州 5				
	1911	广东海丰 5.4		1967	广东博白 5	
	1918	广东南澳 7.3				
	1919	广东南澳 6		1968	海南岛东 6.4	
	1921	广东南澳 9.4		1969	广东阳江 6.4	
	1922	福建永定 5		1986	广东阳江 5	1977 广西平果 5
	1934	福建安溪 5.4	1929 东沙群岛 6.4			1988 北部湾 5.1
1937	福建莆田 4.4	1941 江西寻乌 5.4				
剩 余 释 放 阶 段	1962	广东澄海 4.4	1962 东广河源 6.1			
			1966 东 沙 5.3			
			1968 福建华安 5.2			
			1982 江西定南 5			
			1987 江西寻乌 5.5			

## 参 考 文 献

(1) 陈国能 东南地洼区(部分地区)地震迁移特征, 地震学刊, 第4期, 1986.

# THE DIVISION OF SEISMIC ACTIVITY IN SOUTH EAST COASTAL AREA AND ITS CHARACTERISTICS OF TIME SPACE EVOLUTION

Gu Fangqi

(Seismological Bureau of Anqing City, Anhui Province)

[Abstract] The characteristics of time space evolution about seismic activity of  $M_s \geq 4.4$  since 1500 years which occurred in south east coastal area ( $19^\circ-27^\circ N$ ,  $106^\circ-120^\circ E$ ) are analysed and discussed in this paper by using the historical earthquake data.