

江西及邻区近期地震活动性研究

徐业春、郑 栋

(江西省地震局)

提要 本文根据史料及台网观测资料,从地震的空间分布、频度、震级、应变释放、b值、空区、活动条带及极值统计等方面对江西省的地震活动趋势进行了分析和讨论;指出赣南的寻乌至石城及赣北的九江、修水地区存在发生4—5级地震的背景;认为应重视这些地区的地震监测工作。

国内外一系列震例反复证实,在大震前,其地震活动的空间分布、震级、频度、应变释放、b值、空区、条带、极值统计等均有一定程度的异常显示。因此,利用测震学指标分析地震发展趋势是地震预报的重要手段。本文试图通过上述指标的计算分析,从而估计江西及邻区今后的地震趋势,并作初步研究。

一、江西地震活动的时空强分布

据有关史料记载:自公元304年至现在,江西境内发生4级以上地震共26次(表1)。最大一次是1806年在会昌县南部发生的6.0级地震。在近期的地震活动中,随着我国大陆地震进入新的活跃期,江西地震活动亦有明显增强的趋势。自1971年以来,江西境内共发生2.0级以上地震461次,其中3.0级以上地震92次;4.0级以上地震14次;5.0级以上地震4次,最大一次是1987年8月2日寻乌5.8级地震(表2)。由表可见,江西境内近期发生的地震,主要分布在赣南和赣北,且大多数地震发生在南北两地的活动断裂带附近,尤其是河源—邵武断裂带的中段(石城—寻乌)和“三南”纬向断裂带以及九江—靖安北北东向,修水—彭泽(江南中强地震带)东西向断裂带上的地震活动较为剧烈(图1)。

二、赣南地震活动周期及震中迁移图象分析

1. 地震活动周期划分

赣南及邻区地震活动周期,实际上就是河源—邵武断裂带的地震活动周期。据1500年以来

• 本文写作过程中曾参考下述资料:

- ①江西省地震局,江西省地震趋势研究报告(1990年度);
- ②国家地震局分析预报中心,中国地震趋势预测研究报告(1989年度);
- ③江西省地震办公室,江西省地震历史资料

表1 江西地区破坏性历史地震目录

Table 1 Catalogues of historical destructive earthquakes ($M_s \geq 4$) in Jiangxi province

编号	发震时间	地点	ϕ (°N)	λ (°E)	震中位置	主要岩性	震级(烈度)	历史记载 (摘要)
1	304.	丰城—永丰	27.3	115.3	NE, NW向断裂交接处	变质岩与红层交界处	5 (六~七)	山崩水涌
2	455.	余干	28.7	116.6	" "	老变质岩(双桥山群)	5 (六)	死29人
3	1361年秋	靖安	28.8	115.3	NE向断裂拐折处	花岗岩闪长岩、变质岩	5 (六~七)	山崩水涌, 人多压死
4	1562.	瑞金	25.8	116.0	NNE向断裂与环状构造交汇处	变质岩与红层交界处	5 (六)	地震塔比
5	1575.3.16	修水	29.0	114.6	NNE向断裂与EW向断裂交接点附近	老变质岩(双桥山群)	4 (六)	房屋有倾倒之势
6	1577.2.18	定南	24.8	115.2	EW向断裂与NNE向断裂交汇处	混合岩	5 (六)	屋瓦皆裂、地声如雷
7	1710.	上饶西北	28.5	117.6	NNE向与近EW向断裂交汇处	变质岩	4 (六)	灵山崩裂20余丈
8	1756.12.7	波阳	29.08	116.77	两NNE向断裂交汇处	" "	4 (五~六)	势若楼屋倾倒
9	1792.4	安福	27.40	114.6	(属断陷地震与断裂构造关系不大)	二迭系灰岩	5 (六)	倾陷民屋良田
10	1804年冬	寻乌	24.9	115.6	NNE与EW向断裂交接处	花岗岩	5 (六)	坏民居无数
11	1806.1.11	会昌南	25.3	115.7	NNE向断裂与EW向断裂和环状构造交汇处	中新世代红层底部为变质岩	6 (七~八)	墙壁倾比不可胜记
12	1833.	九江	29.67	116.07	NNE、NW向断裂交接处	震旦系砂岩, 附近有变质岩	5 (六~七)	地震塔比
13	1847年冬	定南	24.74	114.96	EW向与NE向断裂交接处	花岗岩, 混合岩	5 (六)	床桌浮起2~3尺
14	1863.8.30	修水	29.2	114.2	NNE向与EW向断裂交接处	老变质岩	5 (六)	檐瓦皆落
15	1888.5.28	赣州	25.9	115.0	NE、EW向断裂交接处	中新世代红层附近为花岗岩	5 (六)	直立破拒倒
16	1896.	龙南西北	25.05	114.62	EW、NE向断裂交接处	花岗岩	4 (六)	屋檐掉瓦100多块
17	1907.	定南	24.78	115.03	EW向次级NNE向断裂交汇处	花岗岩、混合岩	4 (六)	人惊跑屋外
18	1908.	大余	25.4	114.34	NNE向两断裂汇合处	震旦系灰岩, 附近有变质岩	5 (六~七)	房屋器皿多倾倒
19	1911.2.6	九江	29.6	116.0	NE向断裂拐折点	变质岩	4 (六)	屋瓦俱飞
20	1914.	全南—定南	24.66	114.71	EW向与次级NNE向断裂交接处	花岗岩	5 (六~七)	塌店房10余间
21	1926.	石城	26.4	116.3	NNE与NE向断裂交接处	花岗岩	4 (六)	檐瓦皆落
22	1914.9.21	寻乌东北	25.1	115.7	NNE与EW向断裂和环状构造交汇处	花岗岩、变质岩	5.0 (六)	屋瓦飞下坏民房无数
23	1982.2.25	龙南	24.7	114.8	EW向与次级NNE向断裂交接处	花岗岩	5.1 (六)	人惊跑屋外
24	1987.8.2	寻乌东北	25.0	115.7	" "	" "	4 (五~六)	" "
25	1987.8.3	寻乌东北	25.0	115.7	" "	" "	4 (五~六)	" "
26	1987.8.15	寻乌东北	25.0	115.7	" "	" "	4 (五~六)	" "

表2 江西地区近期2.0级以上地震统计表

Table 2 The statistics of recent earthquakes($M_s > 2.0$) in Jiangxi province

类别 数量 年份	ML≥2.0				ML≥3.0				ML≥4.0			ML≥5.0			最大 震级 (ML)	最大地 震地点	备注
	总数	赣南	赣北	其他	总数	赣南	赣北	其他	总数	赣南	赣北	总数	赣南	赣北			
	461	384	44	33	92	17	11	4	14	12	2	4	4				
1971	12	3	7	2	1										3.0	清江	赣、鄂交 界处
1972	22	7	9	6	7	1	4	3	1		1				4.0	瑞昌— 广济	
1973	20	12	4	4	2	1	1								3.6	武宁	
1974	14	9	4	1	7	5	2								3.5	寻乌	
1975	15	12	2	1	2	2									3.2	大余	
1976	7	1	4	2	2	2									3.4	寻乌	
1977	14	10	1	3	1			1							3.6	万年 东南	
1978	32	29	3		3	2	1		1	1					4.4	宁都西	
1979	31	22	4	5	7	6	1		1	1					4.0	定南	
1980	6	5		1	3	3									3.3	宁都西	
1981	6	5	1		1	1									3.1	宁都西	
1982	92	88		4	13	13			2	2		1	1		5.4	龙南	
1983	27	25	1	1	7	7			1	1					4.4	寻乌— 武平	赣、闽交 界处
1984	9	9			3	3									3.3	宁都、 寻乌	
1985	66	64	1	1	15	14	1		1	1					4.0	龙南	
1986	11	9	1	1	2	2									3.8	寻乌	
1987	48	48			11	11			5	5		3	3		5.8	寻乌	
1988	21	20		1	1	1			1	1					4.0	瑞金— 长汀	赣、闽交 界处
1989	8	6	2		4	3	1		1		1				4.0	修水	

的地震史料,分别以 $M \geq 5.0$ 级地震作为地震活动周期及活动幕的标志,可将河源—邵武断裂带划分为两个活动周期(图2)。第一活动周期大致在1806年会昌发生6.0级后不久即转入第二活动周期。第二活动周期从1926年开始进入活动时段,至今已经历着三次地震活动幕,具体分幕时段见表3。目前河源—邵武断裂带仍处在第二活动周期的第三活跃幕时段。

2. 中强地震震中迁移图象分析

在赣南及邻区发生的地震,彼此之间有着密切的联系。图3是1500年以来河源—邵武地

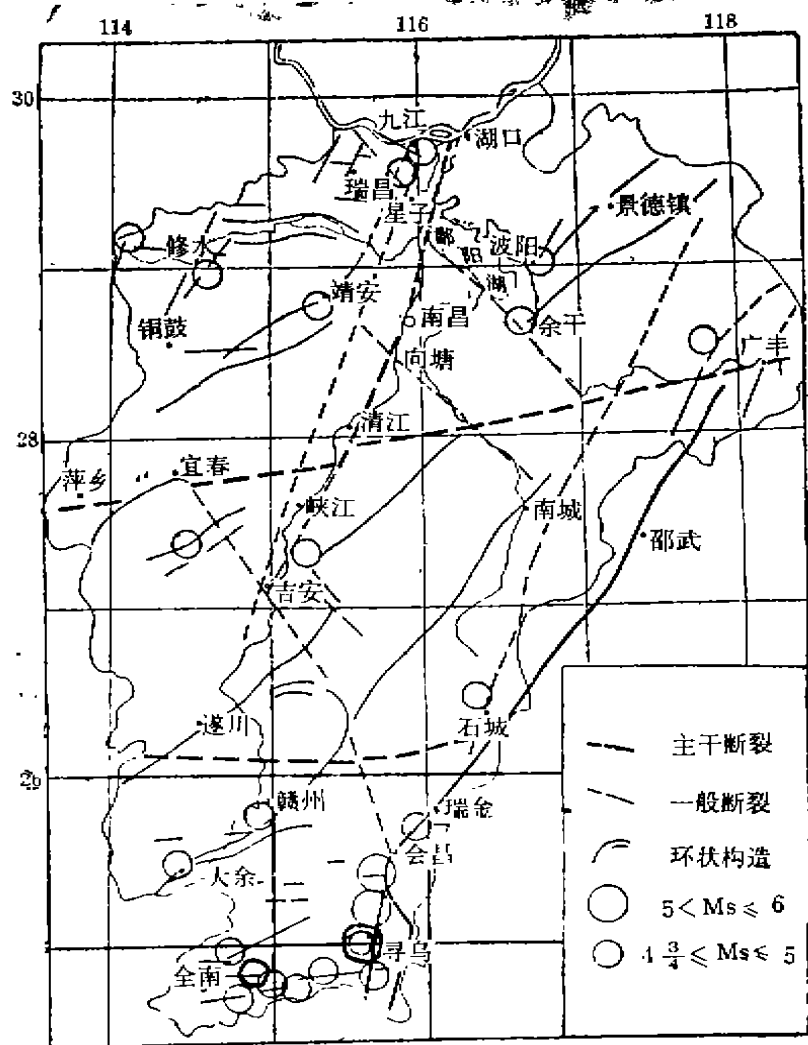


图1 江西地区主要控震构造及中强地震分布图

Fig. 1 Distribution of earthquake structure and moderately strong earthquakes

表3 河源—邵武断裂带第二活动周期分幕表

Table 3 The second active period at the rift from Heyuan to shaowu

活跃幕	起—止时间	高潮时段	最大震级	间隔年限	主要活动场所
I	1926—1941年	1941年	5.75		石城—寻乌
II	1942—1977年	1962年	6.1	21年	河源
III	1978—至今	1987年	5.5	25年	石城—寻乌

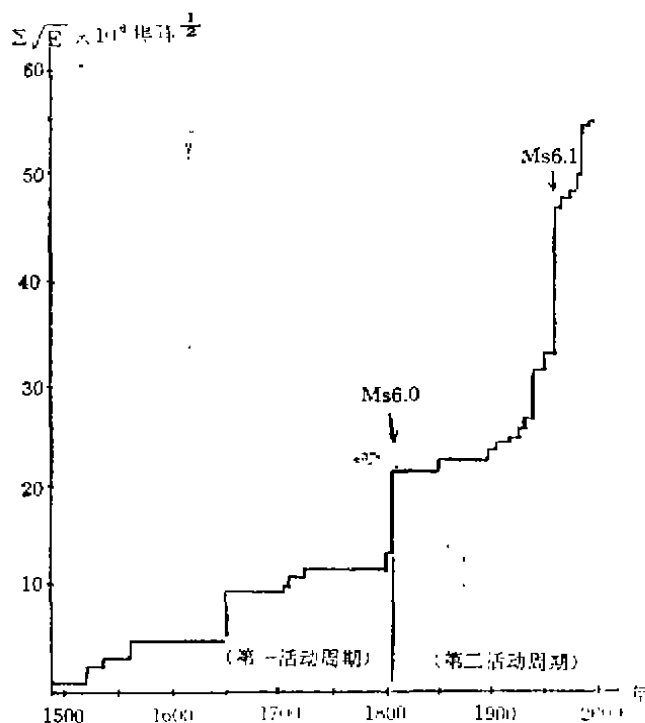


图2 赣南及邻区自1500年以来地震应变释放曲线

Fig. 2 Strain release curves of earthquakes since 1500 years in and near the south of Jiangxi

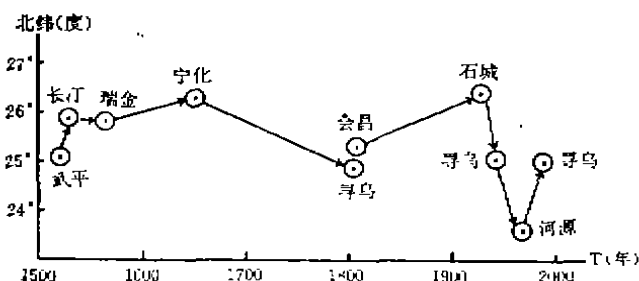


图3 1500年以来河(源)一邵(武)地震带震中迁移 ($M \geq 4$)

Fig. 3 Epicenter migration ($M \geq 4$) at the seismic zone from Heyuan to Shaowu since 1500 years

震带 $M \geq 4$ 级地震震中迁移图象。由图可见：第一，地震主要集中在北纬23.7—26.4度（石城—河源）之间；第二，地震活动在此区域内迁迥对迁；第三，震中南北迁移的时间出现缩短的趋势，并有向北迁移的迹象。根据上述特点分析，认为未来发生中强地震的可能地段仍是寻乌—石城之间。

三、测震学指标显示的异常

1. 地震应变能分析

地震应变释放是反映地震活动性的重要指标之一。分析地震应变释放速率，可对未来地震活动强度进行估计。图4是近期赣南及邻区应变释放曲线，图中曲线呈加速形态，并在每次中强地震发生前均有一段相对平静期，如果这种平静是该区地震前兆特征，那么自1988年长汀4.0级地震后，该区基本处于相对平静阶段，由应变曲线外推估计，1990年或稍长时间

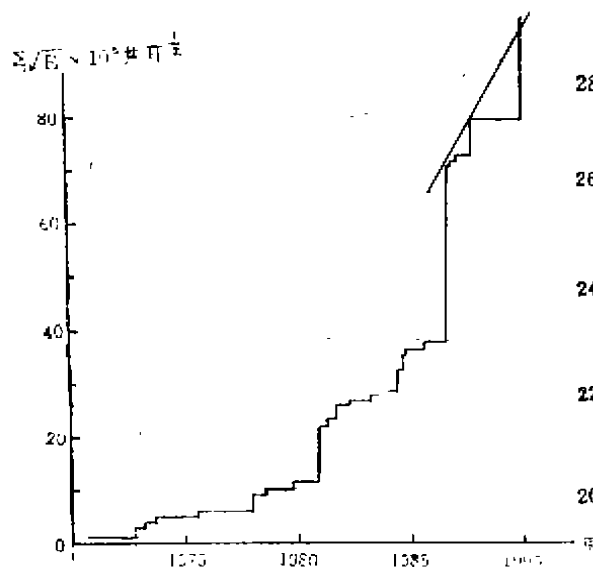


图4 1971年以来赣南及邻区
应变释放曲线

Fig. 4 Strain release curves in and
near the South of Jiangxi since 1971

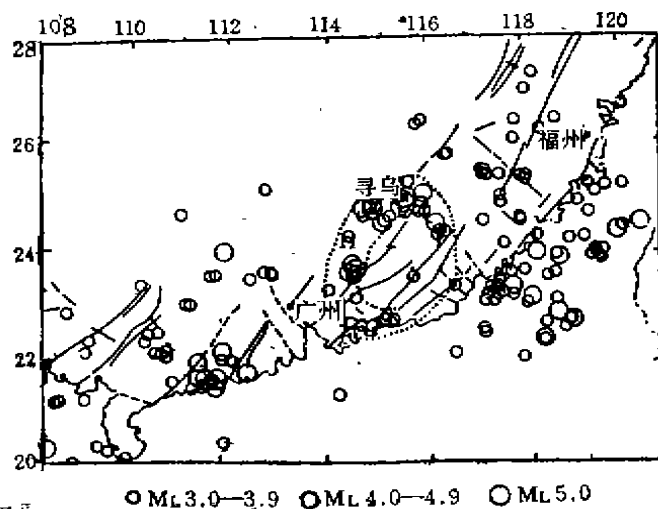


图5 赣、闽、粤交界处1978年以来
M ≥ 3.0级地震分布

Fig. 5 Seismic distribution of $M \geq 3$
since 1978 at the juncture of Jiangxi,
Fujian and Guangdong

约有相当于一次5.0级地震能量释放。

2. b值异常分析

根据赣南1972年以来的地震目录，震级下限取 $M_L = 1.5$ ，间隔取0.5，以年为单位，采用最大似然法计算出赣南历年地震b值结果（表4）。可见赣南地区b值普遍偏低，这种低b值现象反映了该区地壳应力一直处在加强状态。

表4 赣南近年地震b值表

Tabl. 4 The B Value of recent earthquakes at the South of Jiangxi

年 份	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
b值	0.7	0.55	0.53	0.46	0.43	0.51	0.63	0.43	0.50	0.58	0.68	0.54	0.55	0.61	0.58	0.65	0.77	0.68

3. 地震空区分析

在赣、粤、闽三省交界处，自1978年以来 $M_L \geq 3.0$ 级地震逐步形成地震围空图象（图5）。空区呈椭圆形，其长轴约为150公里，持续时间达11年，依公式 $M = 3.39 \lg L - 1.48$ （式中L—为椭圆长轴）计算得最大可能震级为5.9级。图6是寻乌—石城一带，自1982年以来发生 $M_L \geq 2.0$ 级地震达一百五十余次，并逐渐形成围空区图象，其图形呈椭圆状，长轴约为140公里，持续时间为7年，由公式得出最大可能震级为5.8级。

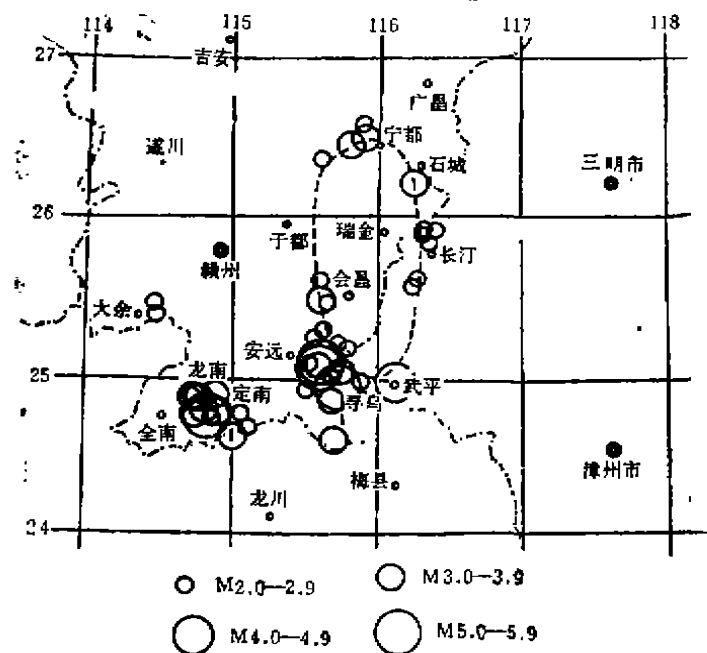


图6 1982年以来河(源)—邵(武)带 $M \geq 1.0$ 级地震分布
Fig. 6 Seismic distribution of $M \geq 1.0$ at the zone from Heyuan to Shaowu since 1982

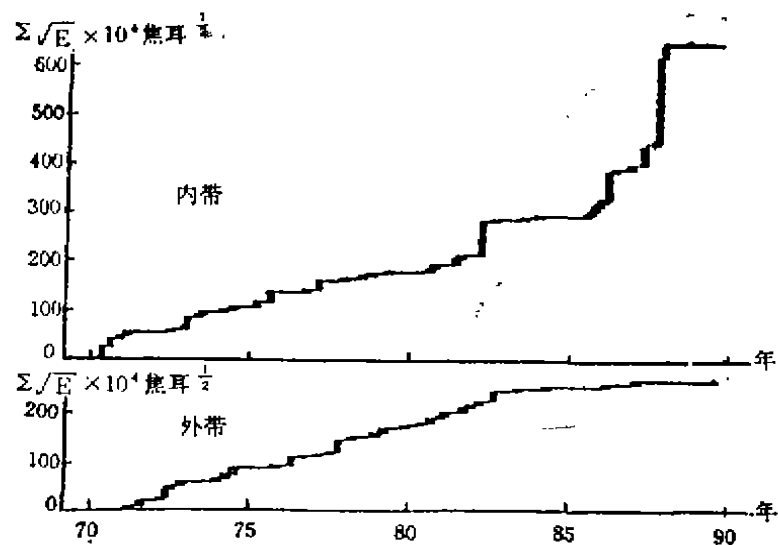


图7 1970年以来赣、闽、粤地震活动条带应变曲线
Fig. 7 Strain release curve at the seismic active zone of Jiangxi, Fujian and Guangdong

4. 条带异常分析

根据华南地震活动与构造特点, 可将赣、闽、粤三省的地震活动分为内带和外带进行研究。分析1978年以来东部地震目录的 $M_L \geq 3.0$ 级地震资料, 可见地震活动沿内带的寻乌、河源、阳江一线集中增强, 图7为内外带1970年以来应变释放曲线。

由图可见, 1971年至1982年内、外两条带的应变曲线斜率和形态较相似, 应变释放水平接近。但1982年以后, 外带趋向于平静, 而内带却发生了变化, 1985年开始加速变化, 1987年达到极大值, 1988年转为缓慢, 1989年进入平静期, 如果这种平静是震兆异常, 那么往后将进入发震频段。

5. 极值理论统计分析

根据1500年至1989年赣南及邻区地震史料, 取每二年为一个时段, 将每时段的最大地震级进行统计, 得出极值理论统计预测估计结果(表5)。表5中, N_p 为外推十年内应发地震数; N_s 为统计时间内实发地震数; $N_p - N_s$ 为未来十年应发的地震数。

表5 赣南及邻区极值理论统计结果

Table 5 The theoretic statistic result of extreme value in and near the south of Jiangxi

统计时段 1500—1980	M	4.5	4.5	5.5	6.0	备 注
$\Delta T = 2$ 年	T (年)	48.3	73.3	11.1	166.0	表中左栏数据由资料所 确定的常数
$\beta = 0.8234$	NP	12.1	6.8	4.5	3.0	
$u = 3.18$	NS		6	3	2	
	$N_p - N_s$		0.8	1.5	1.0	

由此可推算, 今后十年内赣南及邻区发生6.0级地震的概率为58%, 发生5.5级地震的概率为66%。

6. 前兆震群特征

1989年8~10月, 在九江市郊发生的2.8级震群, 其序列特征参数是 $b=0.43$; $u=0.69$, $K=0.77$; 且九江单台记录初动符号一直方下, 尚未改变, 属于前兆性震群, 由 $M = 1.2M_L + 0.18 \pm 0.23$ 关系式估算, 未来可能最大震级为4.0级左右。

四、讨论和估计

鉴于地震发生的规律尚未完全认识, 上述计算分析的结果作为短期地震预报的依据还不够充分, 有待于进一步探讨。下面作些讨论和估计:

(1) 赣南的地震活动与周围地区的地震活动有着密切的联系, 并受到河源—邵武断裂带的控制。赣北的地震活动除受到九江—靖安和修水—彭泽两活动断裂带制约外, 还受到淮阳山字形弧顶及郑城—庐江深大断裂带成帚状过江后控制着九江、星子、彭泽、湖口、瑞昌一带地壳活动等因素的影响。

(2) 江西省的主要控震构造, 大多数展布于赣南、赣北、赣中, 而所发生的地震均在这些构造的某些部位上。近年来赣南的地震活动相对增高, 具有发生5.0级左右地震的背景, 未来发震的可能地段是石城—寻乌一带; 赣北的地震活动也有增高的趋势, 具有发生4.0级左右地震的可能, 估计发震地段为九江附近及修水一带。

(3) 测震学指标中的应变释放, b值、空区、条带及极值统计分析, 在地震三要素预报中, 对发震地点的预报准确性较强, 具有一定的参考价值, 而对震级及发震时间的预报能力则相对较弱。应当指出, 上述几个预报指标在同一特定区域内具有一致性, 它们之间并不是孤立的, 而是相互联系的。

THE STUDY OF THE RECENT SEISMIC ACTIVITY IN AND NEAR JIANGXI

Xu Yechun Zheng Dong

(Seismological Bureau of Jiangxi Province)

[Abstract] This paper analyses and discusses the tendency of seismic activity in Jiangxi Province in the aspect of spatial distribution, frequency, magnitude, strain release, B value, space, active zone and the statistics of extreme value based on the historical data and the data observed at seismic network. It also points out that some earthquakes of $M_s=4-5$ will occur at the area from Xunwu to Shiyu in the south of Jiangxi and at the area of Jiujiang and Xiushui in the north of Jiangxi. It thinks that the work of seismic monitoring in these areas should be paid attention.