

江苏射阳5.1级地震的中期预报和震前短临异常

胡连英

(江苏省地震局)

摘 要

本文介绍了1987年2月17日江苏射阳5.1级地震的基本参数及中期预报。通过对射阳5.1级地震前短临异常的初步总结,发现短临异常在时间分布上具有阶段性、同步性和相关性,空间分布呈现“多源”前兆场特征。据此,探讨了预报江苏及南黄海的中强地震的可能性。

1974—1987年,在江苏及南黄海地区共发生中强地震5次,其中4次地震前都作了不同程度的中期预报^[1-4],特别是对1987年射阳5.1级地震,在1981年度江苏省地震趋势会商会上有明确的中期预报意见,震前少数同志发现有短临异常并提出了短期预报意见。笔者试图从总结射阳5.1级地震入手,探讨预报江苏及南黄海发生的中强地震的可能性。

一、地震的基本参数

1987年2月17日在江苏射阳发生了5.1级地震,微观震中为北纬 $33^{\circ}34.7'$,东经 $120^{\circ}32.1'$,震源深度18km,震源机制参数见表1¹⁾。

表 1

	A节面	B节面	P	T	N	X _A	X _B
走 向	8°	95°	54°	317°	200°	98°	4°
倾 向	SEE	NNW					
倾 角	85°	65°					
仰 角			25°	25°	63°	5°	25°

二、中期预报

1979年溧阳6.0级地震发生后,笔者根据地球物理资料、地质构造,特别是地震活动特

1) 据江苏省地震局测震室资料。

征等(图1)提出茅山断裂带可向北延伸,过射阳而延入海中2-8)、[4-3]。射阳—茅山断裂带是新华夏系晚期的次级断裂带,沿该带已发生13次中强地震,其中最大地震的震级为6.0级⁴⁾。由于中国东部强震多分布在新华夏系晚期的一级断裂带上,因此,该带发生7级以上强震的可能性不大。鉴于江苏及南黄海正处于中强地震的活跃时段,因此认为,今后仍有可能发生5—6级地震。又据射阳—茅山断裂带上的中强地震活动有南北跳迁的特征(图2)及溧阳6.0级地震后微震活动⁵⁾向断裂带两端迁移(图3)等现象,作者认为在现今应力场不变的前提下,薛埠—上沛一带仍然是未来地震活动的主要地段,此外,建湖—盐城—射阳等地应予以注意,要加强监视²⁾。

在1987年度江苏省地震趋势会商会上,徐元跃对1985年1月—1986年10月近两年的小震活动图象分析指出,盐城市以东的近黄海海域存在2—3级地震的围空区(图4a),1987年该空区有发生5.0级左右地震的可能⁶⁾。笔者根据1900年以来江苏及南黄海地区中强地震迁移路线的相似性,两次地震之间的时间间隔为1—5年,1984年5月—1986年10月在南黄海老震区北2.0级以上地震正在围成北北东向的地震空区,指出该空区是1987年可能发生中强地震的地区,应加强监视⁷⁾。1987年2月17日射阳5.1级地震发生在该空区边缘附近(图4b)。

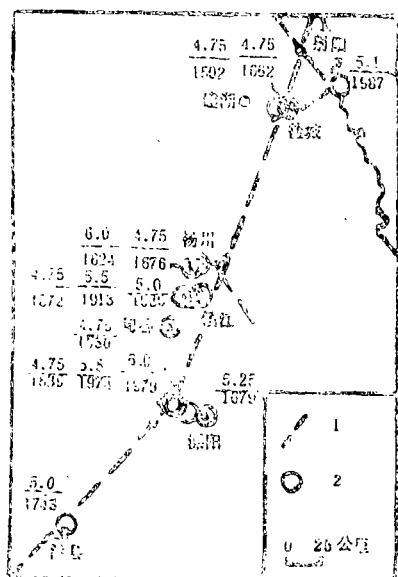


图1 射阳—茅山断裂带和震中分布

1. 断裂带 2. $M=4.0/4-6.0$

Fig.1 The Sheyang-Maoshan fault zone and distribution of earthquakes

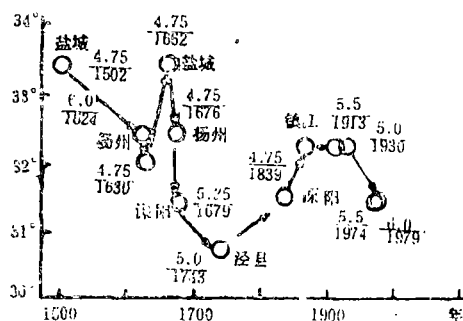


图2 射阳—茅山断裂带中强地震南北向跳迁图

Fig.2 Moderate and strong earthquakes migrations in the Sheyang-Maoshan fault zone

2) 胡连英, 茅山断裂带北延与地震趋势, 江苏地震工作通讯, No. 8, 1979.

3) 胡连英, 射阳—茅山活动断裂表, 中国活动断裂表, 1987.

4) 第三代烈度区划地震目录(朱书俊提供).

5) 江苏省地震局, 江苏省速报地震目录, 1979.

6) 胡连英, 茅山断裂带北延与地震趋势, 江苏地震工作通讯, No. 3, 1979.

7) 徐元跃, 5.1级地震活动特征及预报过程的讨论, 1987.

8) 胡连英, 江苏及南黄海1987年震情趋势意见, 1986.

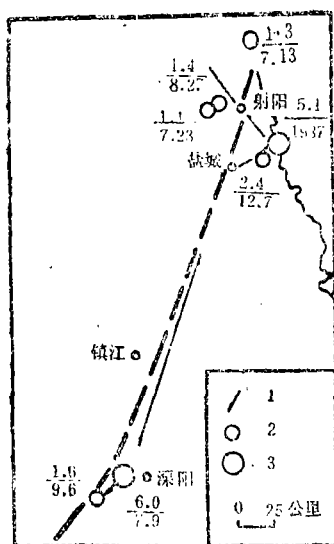


图3 溧阳6.0级地震后微震活动向断裂带两端迁移

1. 迁移路线 $2.1.0 \leq M < 4 - \frac{3}{4}$ 3. $M = 4 - \frac{3}{4} - 6.0$

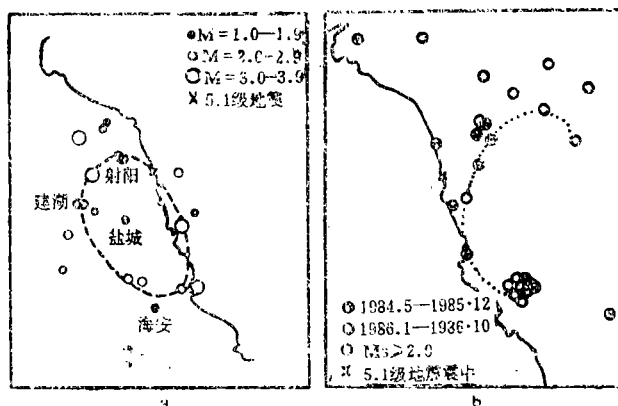
Fig. 3 Microquakes migration after the Liyang earthquake ($M = 6.0$)

图4 地震空区

a. 盐城地区小震空区 (1985.1-1986.10) b. 南黄海老震区的地震空区

Fig. 4 Small earthquakes gaps

三、短临异常

射阳5.1级地震前主要的短临异常有6类, 其中部分异常是震前发现的, 并据此提出过短临预报意见^{8)、9)}。

1. 前兆性震群

射阳5.1级地震前, 在1986年10月2日至22日的21天内, 在阜宁附近共发生小震24次, 其中最大地震震级为3.9级 (M_L)。此次震群具有低b值、高U值、震源机制一致性好和具有逼近地震等特点, 表明这次震群是一次前兆性震群¹⁰⁾。5.1级地震发生在震群东约80公

9) 常熟地震台, 地震预报呈报报告, 1987。

10) 陈德米, 响水地震办公室短临预报意见, 1987。

11) 杨彩霞, 5.1级地震的一次前兆性震群—阜宁震群的若干特点, 1988。

里处。

2. 地倾斜异常

地震前, 自1986年11月17日23时开始, 常熟地震台石英丝水平摆倾斜仪东西分量连续两天东倾, 幅值为 $0.17''$; 12月28—31日东西分量连续4天快速东倾, 幅值达 $0.387''$; 1987年1月25—31日东西分量又连续6天急剧东倾, 幅值为 $1.8''$ 。三次东倾异常总量为 $2.4''$ (图5)。东倾达到高值后于2月1—8日东西分量反向西倾, 幅值为 $0.81''$, 继后恢复正常¹¹⁾。该异常特征与南黄海6.2级地震前出现的异常特征相似。此外, 临震前连云港锦屏和南通地震台分别观测到固体潮东西和南北分量出现畸变和小锯齿状的临震异常。以上各台地倾斜异常如表2所示。

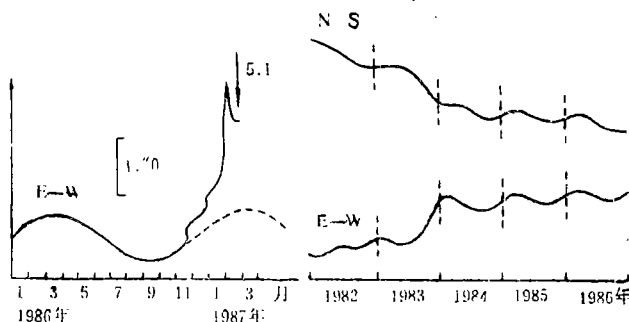


图5 常熟地震台地倾斜异常

a. 1986—1987年EW分量五日均值图

b. 历年月均值图

Fig. 5 Earth tilt anomalies observed in Changshu station

表2

射阳5.1级地震前地倾斜异常表

台名	建台时间	距震中距离 km	垂直覆盖 厚度km	距洞口距离 km	异常时间	异常情况
常熟	1982	220	30	170	1986年11月17日— 1987年2月8日	1. 单分量年变规律改变 2. 日差倾斜 速度超限 3. 矢量图变化规律改变
锦屏	1986	180	60	180	1987年2月10日— 17日	1. 固体潮曲线畸变(东西向), 在原有 的固体潮曲线上出现一些小的锯齿状
南通	1985	180	30	80	1987年9月16日	1. 南北向固体潮曲线畸变

3. 直接前震

位于5.1级地震震中西南35公里处的盐城井下摆在1987年2月6—17日共记录前震11次, $S-P=3.8-5.4$ 秒, 多数为 $4.3-4.8$ 秒。其中2月17日8时和9时发生两次最大地震(2.4级、2.2级), 其 $S-P$ 分别为 4.8 、 4.6 秒, 均在主震震源区内。此前震序列中地震的发生表现出越逼近主震发生的时刻地震频度越大, 同时强度也增大的趋势(图6)。此外, 前震序列 b 值低(0.38), 振幅比方差比较稳定, 初动向下的优势明显, 震源机制和地震波形有较好的一致性, 符合前震序列特征⁷⁾。

11) 韩广英等, 一次黄海地震前的地倾斜异常现象, 形变台站通讯, No. 2, 1981

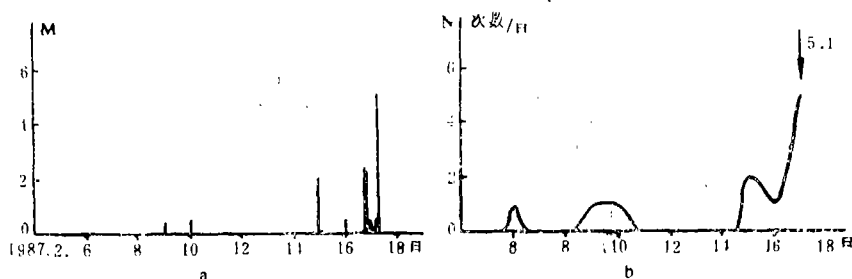


图 6

a. 震前序列图 b. 震前频度变化图

4. 电磁波信息异常

这次地震前，距震中114公里的响水电磁波观测点于1987年2月8日17时21分至23时07分，接收到以随机波动为主的异常电磁波（A道），9日至14日每天都出现与8日相似的异常波形，15日较平静，16日12时17分—27分，A、B两接收道出现同步异常，其幅度达27毫米左右，周期为2秒。异常结束后，平静22.5小时后发震¹²⁾。此外，在射阳—茅山断裂带南段的安徽省泾县地震台（震中距380公里）于2月6日出现了电磁波异常，2月12—13日异常更加明显¹³⁾。

5. 鸚鵡习性异常

距5.1级地震震中约90公里的蕪港农场动物观测点，在2月10日鸚鵡出现了习性异常¹⁴⁾，其特征如表3所示。

表 3

鸚 鵡 习 性 异 常 表

起止时间	10日至12日 (夜间)	12日至16日 (夜间)	16日至17日(夜间)		备 注
			18:00—21:00	21:00—次日6:00	
序 列	第一次异常	第一次平静	第二次异常	第二次平静	14日晚有数小时六级台风干扰已排除
持续时间	两 夜	四 夜	3 小时	9 小时	
鸣叫次数	10494	124	291	43	

6. 氯离子含量异常

距5.1级地震震中约180公里的无锡惠山农药厂，自1986年9月2日以来，两口生产井氯离子测值一直稳定在5.88mg/L。震前2月14日、15日氯离子测值高达25.2mg/L和10.92mg/L，其异常幅度达32.9%和86%。而14日12时和15日14时重新取样复测，氯离子含量均系正常值¹⁵⁾，故前两次测值可能为临震脉冲和突跳异常变化。

综上所述，射阳5.1级地震前出现的短、临异常在时间和空间分布上具有如下特征：

(1) 短临异常时间分布具有明显的阶段性

12) 电磁波研究组，射阳5.1级地震前的电磁波信息，1987。

13) 洪英荣函告，1987。

13) 徐宝山，震前鸚鵡异常反应，1987。

14) 江苏省地震局水化组，对1986年水化异常的再认识，1987。

表 4 射阳5.1级地震前短临异常综合表

异常出现地点	异常种类	异常时段	异常距主震时间(天)	异常累积时间(天)
阜 宁	前兆性震群	1986年10月2日—11月22日	138	22
常 熟	地 倾 斜	1986年11月17日—1987年2月8日	91	84
射 阳	直接前震	1987年2月6日—1987年2月17日	12	12
响 水	电磁波信息	1987年2月8日—1987年2月16日	10	9
弥 港	鸚鵡习性	1987年2月10日—1987年2月16日	8	7
无 锡	氦 离 子	1987年2月14日—1987年2月15日	4	2
连 云 港	地 倾 斜	1987年2月10日—1987年2月17日	8	8
南 通	地 倾 斜	1987年2月16日	1	1

表 4 清楚地表明，短期异常有阜宁前兆性震群和常熟台地倾斜异常，其异常时间为 3—5 个月。临震异常有射阳直接前震、响水电磁波异常、鸚鵡习性异常、无锡氦离子和连云港、南通地倾斜异常等，均在主震前 1—12 天内出现。

(2) 多种临震异常在时间上具同步性

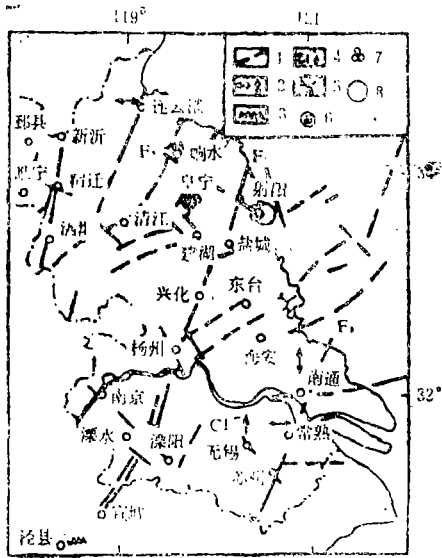


图 7 江苏及南黄海地区断裂构造及射阳5.1级地震短临异常分布

- 1.活动断裂 2.地倾斜异常 3.电磁波信息异常
- 4.氦离子异常 5.鸚鵡习性异常 6.前兆性震群
- 7.直接前震 8.5.1级地震

Fig.7 Tectonics in Jiangsu province and South Yellow Sea area and distribution of urgent and short term anomalies before the Sheyang earthquake (M=5.1)

由表 4 可知，震中及其附近临震异常都是在 2 月 6 日—2 月 17 日陆续出现的，有趣的是主震震中区前震序列出现最早，即 2 月 6 日开始出现，然后在 2 月 8 日在其北西方向响水出现电磁波异常，接着 2 月 10 日连云港出现地倾斜异常，南东方向弥港发现鸚鵡习性异常。

(3) 短临异常空间分布具有“多源”前兆场特征

图 7 表明，短临异常空间分布主要集中在两个地区，即北北东向射阳—茅山断裂带北段和北西向射阳断裂附近的盐城地区及其邻近海域；北北东向南通—苏州断裂带附近的太湖以东地区。表现了在区域应力场发展过程中，同时出现几个应力集中点，即呈现“多源”前兆场特征。

四、认识和讨论

1. 对此次地震的中期预报实践表明, 在研究活断裂的展布及其活动性和区域地震时、空特征的前题下, 密切注视小震活动动态研究, 以确定中期监视区和值得注意地区的思路和方法是可行的, 这与文献〔7〕是一致的。

2. 地震前短临前兆异常在时间上表现出阶段性、同步性和相关性, 空间分布上呈现“多源”前兆场的事实表明, 围绕中期监视区, 正确识别确切的短临前兆异常〔8〕, 从呈现的“多源”前兆场中判断发震地点〔7〕——短期预报区是预报的关键。

3. 十多年来, 笔者从江苏及南黄海地区中强地震预报经验和失败教训中, 特别是通过对射阳5.1级地震预报过程的回顾和初步总结中认识到, 多数地震前, 前兆现象或多或少是能够被观测到的。这不仅为实验结果〔8〕所证实, 更为大量震例所证实。笔者认为按照上述的思路和方法, 不断学习和应用现代科学发展新理论、新成果和新技术, 实现对江苏及南黄海地区中强地震的预报是可能的。

在本文撰写过程中得到了郭扬、孙寿成等同志的支持和帮助, 韩广英、王静等同志提供了资料, 在此一并致谢。

(本文1988年9月19日收到)

参 考 文 献

- 〔1〕胡连英、李灼华, 江苏及南黄海活断层和地震活动图象, 地震学刊, No. 1, 1985.
- 〔2〕谢华章等, 南黄海孕震空区的前兆意义, 地震科学研究, No. 1, 1984.
- 〔3〕江苏地震局分析预报室, 江苏黄海6.2级地震及其监测预报过程, 中国地震, Vol. 1, No. 3, 1985.
- 〔4〕胡连英、李灼华, 江苏及南黄海中强地震的中期预报探索, 地震地质, Vol. 10, No. 1, 1988.
- 〔5〕赵剑晨, 江苏地热与地震, 江苏地质, No. 1, 1988.
- 〔6〕马宗晋, 渐进式地震预报及其三个理论问题的讨论, 地震科学研究, No. 1, 1981.
- 〔7〕高名修, 地震构造活动势态追踪——一条可能实现地震预报的途径, 国际地震动态, No. 9, 1983.
- 〔8〕茂木清夫, 日本的地震预报, 庄灿涛等译, 地震出版社, 1986.

THE MODERATE TERM PREDICTION OF THE SHEYANG
EARTHQUAKE ($M=5.1$), JIANGSU PROVINCE AND
URGENT AND SHORT TERM ANOMALIES
BEFORE IT

Hu Lianying

(*Seismological Bureau of Jiangsu Province*)

Abstract

This paper presents the basic parameters and moderate term prediction of the Sheyang earthquake ($M=5.1$) on Feb.17, 1987. Based on the urgent and short anomalies before the earthquake, the author finds that these anomalies have periodicity, synchronism and relativity in temporal distribution and the space distribution appears character of "multi—source" precursory field. In view of the above, also discusses the possibility of predicting moderate and strong earthquakes in Jiangsu Province and South Yellow Sea areas.