

1979年江苏溧阳6.0级地震序列活动特征及其成因的初步探讨

王 振 声

(兰州地震研究所)

本文看重从余震能量的分布及地质条件来研究江苏省溧阳县6.0级地震序列活动.

一、历史地震活动背景

溧阳县位于江苏省南部.历史上江苏省扬州以南除1624年2月10日扬州发生—6级地震外,无其他6级以上地震记载.这是一个地震活动水平低的地区、溧阳县自公元1402年至1900年为止先后共发生有感地震计13次之多记载如下:

公元1402年	(明建文四年)	地震.
公元1501年	(明宏治十四年十月十七日)	地震.
公元1506年	(明宏治十八年九月十三日)	地震.
公元1561年	(明嘉靖四十年七月)	地震.
公元1582年	(明万历十三年二月初六日)	地震.
公元1622年	(明天启二年十二月二十三日)	地震.
公元1668年	(清康熙七年六月十八日)	地震.
公元1831年	(清道光十一年秋八月)	地震.
公元1839年	(清道光十九年秋九月)	地震.
公元1846年	(清道光二十六年秋)	地震.
公元1852年	(清咸丰二年冬十一月)	地震.
公元1853年	(清咸丰三年三月)	地大震.
公元1861年	(清咸丰十一年夏六月)	地震.

记载表明自1831年以来地震活动虽有加强但活动水平不高.

本世纪以来,1974年4月22日在溧阳发生—5.5级地震后,1979年7月9日在原地又发生—6.0级地震.这次地震其基本参数如下:

1. 主震参数:

发震时刻 t_0 : 1979年7月9日 $18^h57^m23.1^s$;

震中位置 E_{pc} : $31^\circ27'.5N$, $119^\circ15'E$;

震源深度 h : $12^{km} \pm$

震级 M_s : 6.0

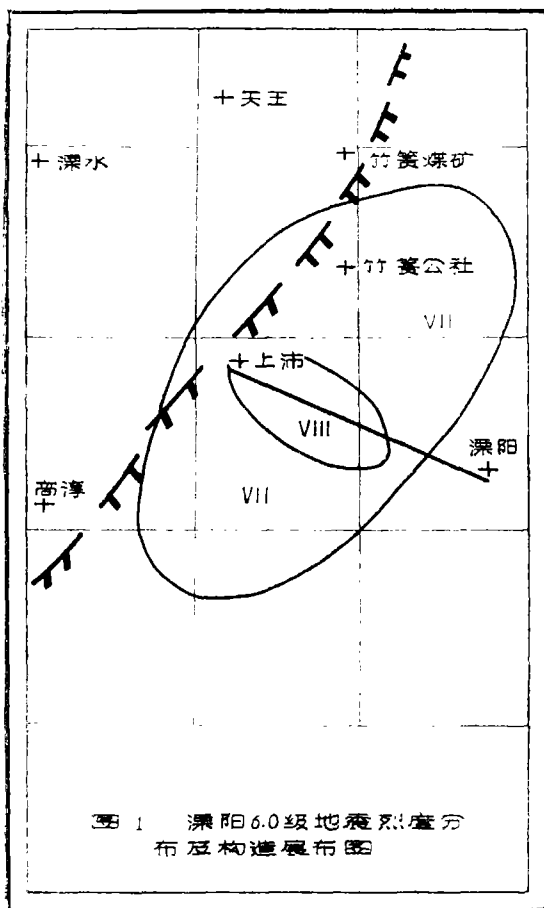
2. 震源机制解:

表 1

节 面	走 向	倾 角	倾 向
AA'	N20°E	75°	S E E
BB'	N81°W	80°	N N E

表 2

P 轴		T 轴		N 轴	
方位	仰角	方位	仰角	方位	仰角
N64°E	18°	S26°E	5°	N74°E	72°



按余震分布及极震区 (Ⅷ度) 方位 (图 1) 皆为北西西向, 因此 BB' 节面可能是震源处的断层面, 从震源机制解表 2 来分析, 这次地震系沿断层面作走向滑动。

三、序列活动特征

溧阳 6.0 级震前半年内无 $M_s \geq 1.0$ 级地震活动。主震后第一天 $M_L \geq 1$ 级余震计 175 次, 五日后频次急剧衰减至每日 10 次以下。按频次衰减公式

$$N(t) = N_0 t^{-P} \quad (1)$$

计算, 衰减系数 $P = 1.4$ (图 2)。主震后一个月内余震震级在 4~5 级范围内计两次; 最大余震震级为 4.8。按频次震级关系式

$$\lg N = a - bM \quad (2)$$

计算, $b = 0.57$; 较一般主—余震型序列偏低。

余震空间分布相当集中, 密集于主震东侧, 呈北西西向延伸, 分布于 $31^\circ 23' \sim 31^\circ 28' N$, $119^\circ 14' \sim 119^\circ 18' E$ 的范围内 (图 3)。震源深度大体位于 6~12 公里间, 个别有达 14 公里者 (图 4)。

震源体无明显向外扩散趋势。主震释放

能量占全序列活动释放总能量的 98.3%; 余震释放总能量占主震释放能量的 1.7%。将这些数据结合 (2) 式中 b 值为 0.57 来分析可以认为这一地震序列属主震—余震型序列活动这一序列活动与 1974 年 5.5 级地震相比, 两次地震结果有下列相似之处:

1. 余震活动范围相对集中, 破坏范围大致吻合;
2. 这次 6.0 级地震震源深度为 12 公里, 较之 1974 年 5.5 级地震的震源深度 17 公里为浅, 同属于 10~20 公里的范围内。
3. 两次地震序列为主震—余震型序列活动, 其较大余震发生时间距主震间隔时间略同。

(图5)。

根据上述余震群密集于主震附近这一现象, 作者试以余震区作为形变区中应变能达到极限的范围按下列公式以计算其体积:

$$V = 1.9 (\lambda_1 - \lambda_2) (\varphi_1 - \varphi_2) (h_1 - h_2) \quad (3)$$

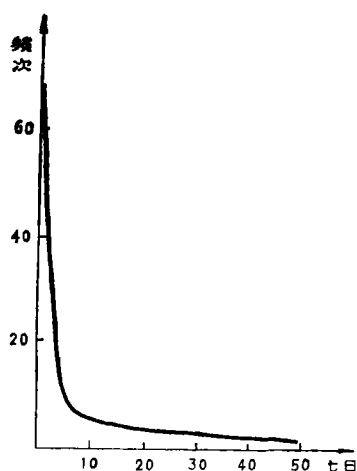


图2 频次衰减曲线图

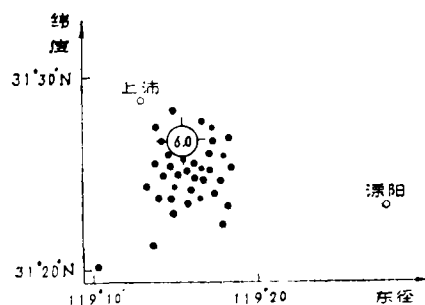


图3 余震震中分布图

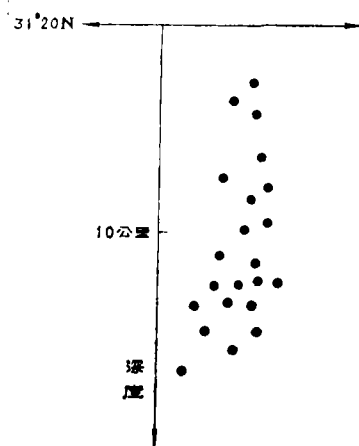


图4 震源深度分布图

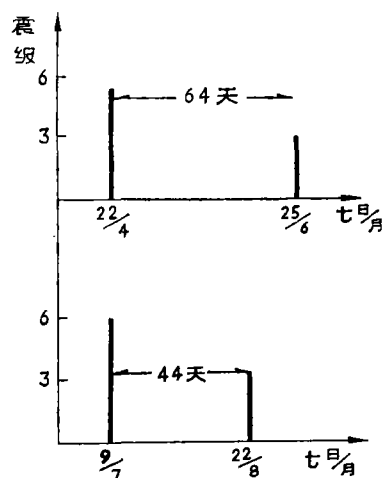


图5 较大余震距主震间隔时间

式中 $\lambda_1 - \lambda_2$ = 余震分布的经度差;

$\varphi_1 - \varphi_2$ = 余震分布的纬度差,

$h_1 - h_2$ = 余震分布的深度范围。

求得其体积 $V = 126 \text{ km}^3$. 按照寺田及宫部研究单位体积岩石积累应变能的结果: $W_s = 6.3 \times 10^2$ 尔格/厘米³乘以 V 值则得总应变能 E 为:

$$E = W_s \times V = 7.9 \times 10^{20} \text{ 尔格} \quad (4)$$

这与释放一次6.0级地震的能量 6.3×10^{20} 尔格大致相当.由此可以推断该序列活动已无较大余震发生的可能性。

四、地质条件及地震成因

这次地震极震区位于茅山东侧上沛、庆丰、强埠等地极震区Ⅶ度烈度等震长轴北西西向,Ⅶ度区长轴北北东与1974年5.5级地震等震线分布图象一致。茅山沿北东方向一直延展到丹阳县南(图6)。茅山北部展布着一条向北突出的弧形构造,即淮阳山字型构造东翼反射弧,简称宁镇反射弧,江苏省南部湖熟、句容、丹阳、常州等广大地区是这一反射弧的盾地、茅山北端(上兴埠~白马桥一线以北)就是宁镇反射弧脊柱残留部位.茅山南端属新华夏系隆起山脉;隆起部位大致位于西阳镇—薛埠—上兴埠一线以西,西部边界在湖熟附近,总体成新华夏系的北北东向。

本区作为一级构造的显然有两个隆起,两个凹陷。由西往东依次为1.茅山隆起;2.直溪桥—桤溪港凹陷;

3.金坛—溧阳隆起;

4.常州—溧湖凹陷(图6)。

直溪桥—桤溪港凹陷的范围北从直溪桥、南到桤溪港、西沿西阳镇—上兴—上沛一线,东沿吕城—金坛—南渡一线。凹陷自第三纪开始,其北部重迭在原山字形反射弧的盾地上,其南端部分重迭在反射弧的脊柱上。西部以茅山隆起断层为界下陷幅度大,往东则以斜坡形式与金坛—溧阳隆起交界,因此界限不明;总体呈西深东浅的凹陷。凹陷内部在上沛、老虎山、竹簑一带分布有新构造活动以来的玄武岩喷发的火山口。

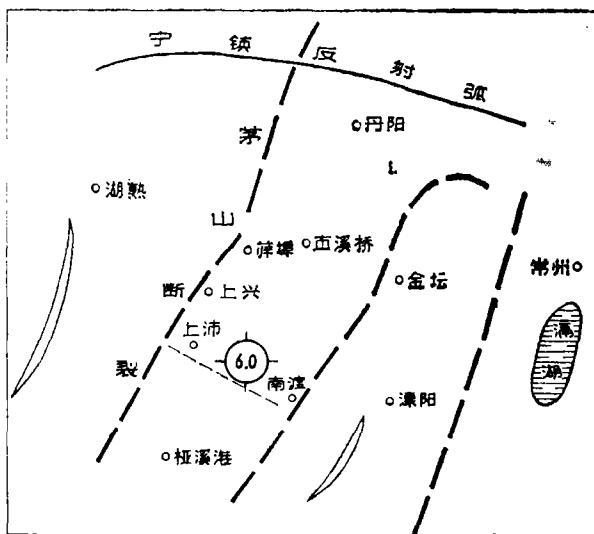


图6 溧阳地区地震地质示意图

金坛—南渡隆起则有西南高、

东北低的特点,隆起总体也为北北东向;溧阳南部载埠、宜兴的张渚、丁蜀等地从东到西发育有一系列长达几十公里新华夏系的逆断层;与Ⅶ度区长轴方向一致。

震中位于溧阳县上沛埠附近,在上沛埠附近有两条北西西向河流,河流两侧阶地不对称,南侧为基底阶地,北侧为堆积阶地,反映南升北降;推测沿北西西向河流有断裂存在,这条断裂即南渡—上沛埠活动断裂,虽然规模较为集中,但是它是直溪桥—桤溪港凹陷区中一条横张断裂,与极震区Ⅶ度等震线长轴方向一致。

由震源机制解所得走向 $N81^\circ W$,北北东倾向的断层作走向滑动结论似与上沛—南渡断裂有关;而Ⅶ度区等震线长轴,方向又与茅山断裂北北东向有关.由此可见茅山主断裂隆起与南渡—上沛横张断裂的复合部位是构成这一地震的地质条件。

由上沛—竹簑一带分布有喷发的火山口来看,其动力成因可能是深处岩浆活动。由于这

一活动导致了东西向挤压力使北西西向的横张断裂作张性活动,使得断裂以北、茅山以东、金坛—溧阳隆起断裂以西的凹陷块体作整体运动。形成了长轴北西西向的Ⅷ度与长轴为北北东的Ⅷ度破坏。

五、 结 论

综上所述,这是一次主震—余震型序列活动,主震震级为6.0级,从余震区的体积来计算形变区达到极限应变时的总能量为 7.2×10^{20} 尔格,与主震6.0级释放能量 6.3×10^{20} 尔格相比略大,标志着无较大余震的发生的可能性。

震中位于茅山隆起主断裂东侧山前凹陷区中,震区所在分布有喷发的火山口,极震区处于北西西向与北北东向两组断裂的复合部位,可以认为地下深处由于岩浆活动的结果导致凹陷块体作整体活动以形成等震线长轴NNW向的8度与NNE向的7度破坏。

参 考 文 献

1. 松泽武雄:地震の理论と応用,东京大学出版会,1976.
2. 地球物理研究所:地震序列的基本类型及其在地震预报中的应用,地震战线1971年第7期
3. J. coll. Sci.: On the aftershock of an earthq. Imp. Univ. Tokyo, 7, P.111—200.
4. Magnitude and Energy of earthquakes, Annali di Geofisica, 9, P.1—15.
5. A statistical study on the occurrence of aftershock, Utsu, T, 1961.
6. Some investigations of aftershocks. (pt.1) Local concentration of aftershock energy and crustal deformation accompanying, Yamakawa, N., 1965
7. Aftershock activity and normal seismic activity, Yamakawa, N. M. Homae and E. Kobayashi 1965, Zisin. I, 18. 68—81.