

三峡秭归附近地区地震精定位研究^{* 1}魏贵春^{1,2)} 张丽芬^{1,2,3)} 申学林^{1,2)} 陈俊华^{1,2)}

(1) 中国地震局地震研究所(地震大地测量重点实验室), 武汉 430071
(2) 中国地震局地壳应力研究所武汉科技创新基地, 武汉 430071
(3) 中国地震局地球物理研究所, 北京 100081

摘 要 利用双差定位法对三峡数字遥测地震台网记录到的秭归附近地区 2008—2011 年的 73 个 $M \geq 1.0$ 地震重新进行定位, 得到 58 个定位结果。结果显示, 精定位后在减小残差、控制震中分布和震源深度方面均有较大改进。震中平均误差为: 南北向 0.42 km, 东西向 0.63 km, 垂直向 1.53 km。精定位后显示, 74% 的地震事件深度分布在 7 km 左右, 平均深度 6.8 km。结合秭归附近地区地震活动情况, 分析了该地区的地震趋势。

关键词 秭归附近地区; 地震事件; 双差定位法; 蓄水; 地震趋势

中图分类号: P315.7

文献标识码: A

STUDY ON ACCURATE RELOCATION OF EARTHQUAKES NEAR
ZIGUI COUNTY IN THREE GORGESWei Guichun^{1,2)}, Zhang Lifan^{1,2,3)}, Shen Xuelin^{1,2)} and Chen Junhua^{1,2)}

(1) Key Laboratory of Earthquake Geodesy, Institute of Seismology, CEA, Wuhan 430071
(2) Wuhan Base of Institute of Crustal Dynamics, CEA, Wuhan 430071
(3) Institute of Geophysics, CEA, Beijing 100081

Abstract Using double difference location method to relocate 73 earthquakes, which the magnitudes are greater than $M1.0$ and the earthquakes were recorded by the telemetry digital seismological network near Zigui county in 2008 to 2011, and we obtained 58 location results. The results show that residual decreases, controlling epicenter distribution and focal depth are improved obviously after accurate relocation. The average error of relocation is 0.42 km in the NS direction, 0.63 km in the EW direction and 1.53 km in the vertically direction. About 74% earthquakes distributed among the depth of 7 km, the mean depth is 6.8 km. Combined with seismicity, the earthquake tendency of Zigui county is analyzed.

Key words: Zigui county area; earthquake; double difference location method; impoundment; earthquake tendency

1 引言

秭归地区自三峡水库蓄水以来有感地震时有发生。在 2008 年三峡水库开始第一次 175 m 试验性蓄水的前后, 该地区相继发生的 $M3.2$ 、 $M4.1$ 地震事件, 是 2003 年蓄水以来三峡库区记录到的最大地

震。

本文依据地区三峡数字遥测地震台站记录的地震相数据, 采用双差定位法对 2008—2011 年的地震事件重新定位, 并根据新的定位结果对该区地震空间分布、震源深度及地震活动等进行分析。

* 收稿日期: 2013-02-26

基金项目: 中国长江三峡集团公司专项基金(SXSN/3354); 中国地震局地震研究所所长基金(IS201246114)

作者简介: 魏贵春, 男, 1982 年生, 硕士, 工程师, 主要从事地震分析预报及微震精定位研究. E-mail: gcw1982@yahoo.cn

2 研究区概况

研究区位于湖北省西部,长江西陵峡两岸,地处巫山山脉川东褶皱带与鄂西八面山褶皱带汇合地带。区内地势西南高东北低,东段为黄陵背斜,西段为秭归向斜,显示为低山河谷地貌,长江自西向东穿越全区。

区内东部发育有巨大的太古代黄陵花岗岩(γ)与闪长岩(δ)侵入体,为黄陵背斜的轴部,其西部为主要以侏罗系碎屑岩组成的秭归向斜区;二个区之间发育有震旦系到侏罗系地层,其走向近南北,倾向近西,倾角 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 。地震宏观震中多位于三迭系中上统(T_{2-3})灰岩发育地区^[1]。

区内主要构造是仙女山-九畹溪断裂带。它为黄陵背斜与秭归向斜的分界断裂,地貌上主要表现为深切河谷、垭口与断层崖等,总体走向 $NNW15^{\circ} \sim 25^{\circ}$,断层面主要倾向 SW ,倾角 $60^{\circ} \sim 80^{\circ}$,由一系列呈雁行排列的断裂组成。断裂面多平直,多具斜滑擦痕。九畹溪断裂带由九畹溪断裂与路口子断裂组成。九畹溪断裂走向 NWW ,倾角 $70^{\circ} \sim 80^{\circ}$,为多期活动的断裂,全长 15 km,至南部归并到仙女山断裂带中。路口子断裂走向近南北向,倾向 NWW 或 W ,倾角 $67^{\circ} \sim 69^{\circ}$ 。

3 资料选取及速度模型^[2-5]

3.1 资料选取

中国长江三峡工程开发总公司在 2000 年投资兴建了三峡数字遥测地震台网(图 1)。它拥有 24 个全数字化高增益遥测地震台、3 个中继站以及 8 个流动数字地震台,台站使用的仪器为 JCV-104 和 FSS-3 短周期地震计,配备 16 位数据采集器,数据采用短波无线传输,统一分析的方式。观测频带为 $1 \sim 40$ Hz,采用 GPS 统一授时和定位系统。

在库首区可监测 $M_L 0.5$ 地震,在库区中段的巫山一带,可监测 $M_L 1.0$ 地震,网边缘可监测 $M_L 1.6$ 地震^[6]。为此我们选取 $N30.85^{\circ} \sim 31.05^{\circ}$, $E110.7^{\circ} \sim 110.9^{\circ}$,包含仙女山-九畹溪断裂带地震主要活动区域为研究区。

为了确保研究时段数据的可靠性,采用 2008—2011 年三峡数字遥测地震台网的郑家坪、卢家山、百佛寺、周坪、赵家山、黄土坡、长岭、三堡等台同时记录到的 $1.0 \leq M \leq 4.1$ 的 73 次地震事件,应用双差法重新进行精确定位。定位结果见图 2。

3.2 速度模型

通过对比之前的各项研究成果^[7-10],结合工作

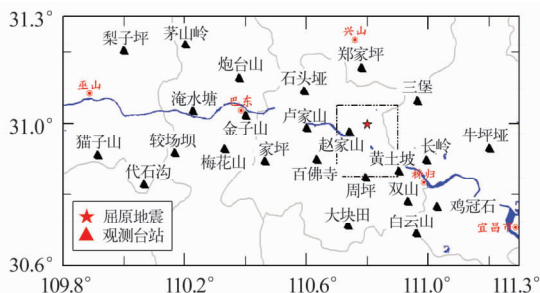
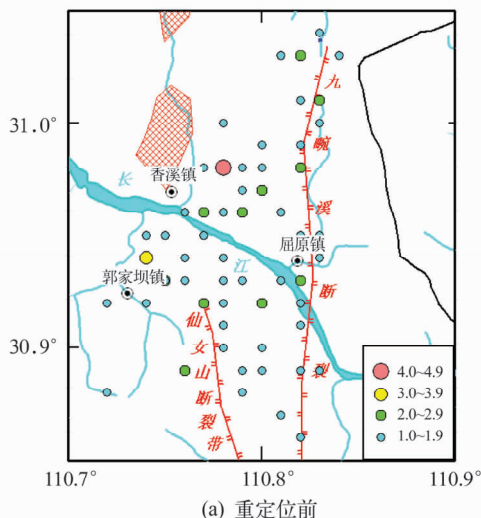
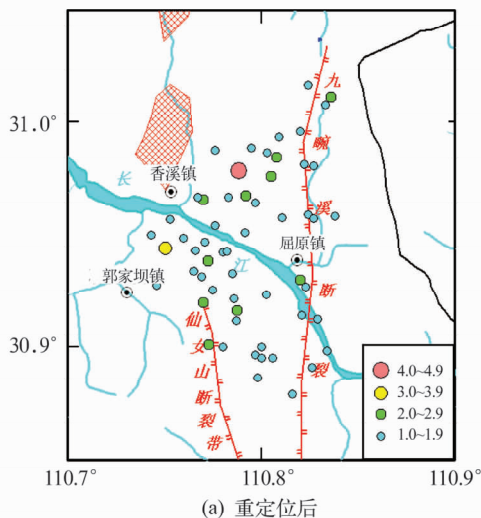


图 1 地震台站分布

Fig. 1 Distribution of seismic stations



(a) 重定位前



(a) 重定位后

图 2 精定位前后地震分布

Fig. 2 Earthquake distribution before and after the accurate location

实际,选取走时残差最小的速度模型作为秭归地区计算的速度结构模型^[6]。

4 秭归地震序列定位结果

采用 MapSIS 中的双差定位程序进行重新定位^[11]。当地震数目大于 50 个时,采用共轭梯度法进行求解^[12]。共 73 次地震参加重新定位,最终获

得 58 次地震的精定位基本参数,15 次事件在定位过程中被舍弃。重新定位的 2 次显著地震震源参数和地震序列在双差定位前后进行对比分析结果见表 1 和图 2。

表 1 震源定位结果比较

Tab.1 Comparison among the location results of hypocenter

地震参数	2008-09-27T		2008-11-22T	
	05:55 (M3.2)		16:01 (M4.1)	
	交切法	双差法	交切法	双差法
经度(°)	110.747	110.750	110.78	110.788
纬度(°)	30.946	30.944	30.98	30.978
深度(km)	7.1	7.0	6.0	8.3

4.1 定位精度

经过双差法重新定位得到的 58 次地震事件,精定位结果误差较小,到时残差的均方根平均值为 0.24 s,震源位置的估算误差在经度方向上平均值为 0.63 km,纬度方向上平均值为 0.42 km,深度上平均值为 1.53 km,证明所得震源参数较为精确。

4.2 空间分布

由图 2 可以看出,与原台网的定位结果相比,重新定位后的地震震中集中性增强,主要地震集中分布区域变小,地震与断层的关系更为密切,在长江右岸沿仙女山断裂带方向分布趋势明显,而左岸则位于仙女山断裂带延长线和九畹溪断裂控制区域,沿北东方向分布,另外一些地震则是沿九畹溪断裂附近分布。而原台网定位结果地震弥散分布,这种趋势不明显。

4.3 震源深度

双差定位前后的地震事件深度比较见图 3。从图 3(b)可以看出,原台网定位震源深度在 1~8 km 比较集中,部分地震比较随机地分布在 2~7 km,9~13 km 范围内。双差定位后的震源深度分为两部分,一部分是 2008 年 9 月和 11 月两次显著性地震事件发生的前后,70% 的地震事件震源深度集中分布在 7 km 左右;另一部分是其余的微震和极微震地震事件都较为随机的分布在 0~6 km。由图 4 可知,重新定位后,震源深度在 3~9 km 优势分布,平均深度为 6.8 km,而之前是大部分在 1 km 左右。

5 地震活动性分析

图 5 是研究区 2000—2011 年地震参数图。从图 5(a)可以看出,在 2008 年 9、11 月,区域内发生了两次小震(M3.2 和 M4.1),这也是该区域记录到的最大地震,在其他时段主要为 M2.0 级以下的微震和极微震。从图 5(b)可以看出,在蓄水前和蓄水

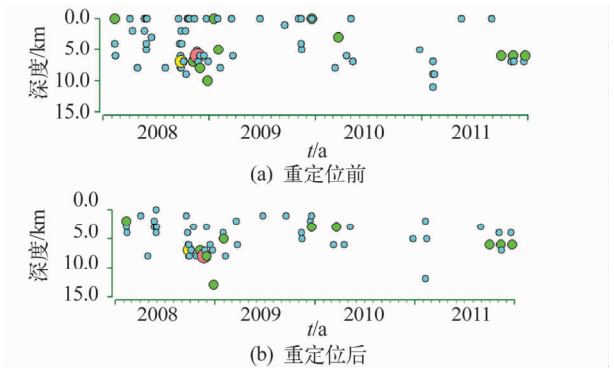


图 3 震源深度分布

Fig.3 Distribution of focal depths of the earthquakes

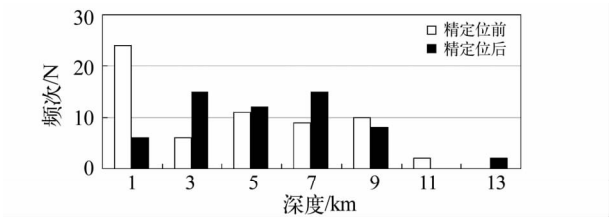


图 4 震源深度与频次的关系

Fig.4 Relationship between focal depth and frequency before and after the accurate location

初期,地震活动频度不高,从 2007 年开始,微震活动有所增加,到 2008 年底地震活动频次达到高值,之后明显减弱,但仍高于 2003 年前后地震活动水平。结合库区水位发现,地震主要集中在每年高水位运行的 11、12 月和次年 1 月。从图 5(c)可以看出,研究区地震仍然以微震($M < 3$)为主,最大为 2008 年 11 月 22 日 M4.1 地震,表明现代地震强度低。

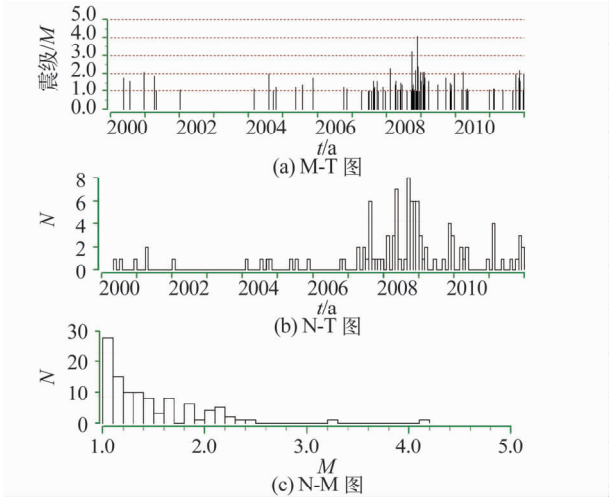


图 5 地震参数

Fig.5 Earthquake parameters

6 结论

1) 双差定位结果显示,秭归附近地区地震展布方向在左岸和右岸分布优势有差异,在右岸地震沿 (下转第 75 页)