

新丰江水库区1989年11月26日4.5级地震的主要特征

黄河生 魏柏林 曾宪泽 林美 杨惠城

(广东省地震局)

摘要 本文总结分析了发生在新丰江水库老震区, 距1962年6.1级主震27年的1次4.5级地震的活动特点, 认为此次4.5级地震及其伴生的小震群仍系新丰江水库诱发地震序列的中、晚期强余震。

关键词 水库诱发地震 晚期强余震

1989年11月26日00时13分, 在河源市新丰江发生 $M_s 4.5$ 级地震, 相继又于00时22分

和01时02分发生 $M_s 3.2$ 级和4.3级地震。震中位于新丰江大坝南4.4km的墩头村一带, 震源深度9.4km, 河源市居民强烈有感。熟睡者梦中惊醒, 惊逃户外。不少房屋发生不同程度的损坏。震中烈度达Ⅵ度, 但无人员伤亡。有感范围南至香港, 东达汕头, 北到江西会昌、瑞金, 西至三水。广州居民尤感惊悸, 番禺郭兰英艺术学校师生感到地震后, 大多奔出室外, 不敢进屋睡觉。显然这次4.5级地震波及面广, 且对社会造成不同程度的心理影响。

1. 地震活动特征

(1) 这次4.5级地震仍然属于水库地震。地震震中位于A震区, 在地震密集的峡谷区南偏东(图1)。经计算4.5级地震前

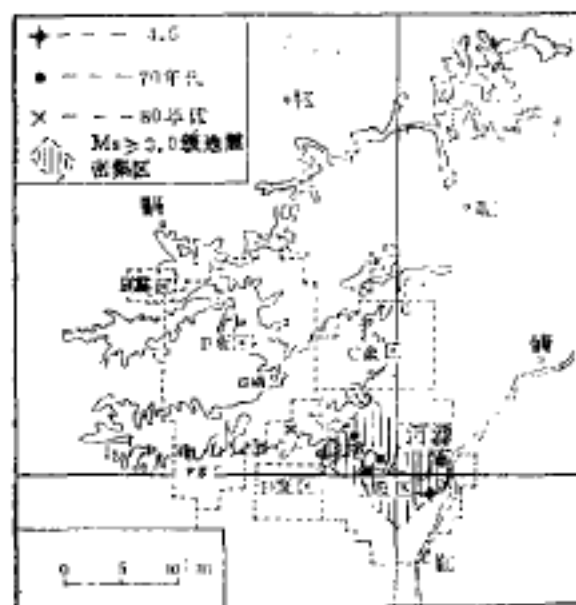


图1 新丰江水库区地震震中分区图
($5.0 > M_s \geq 4.0$)

Fig. 1 The epicentre zoning map in Xinfengjiang reservoir area

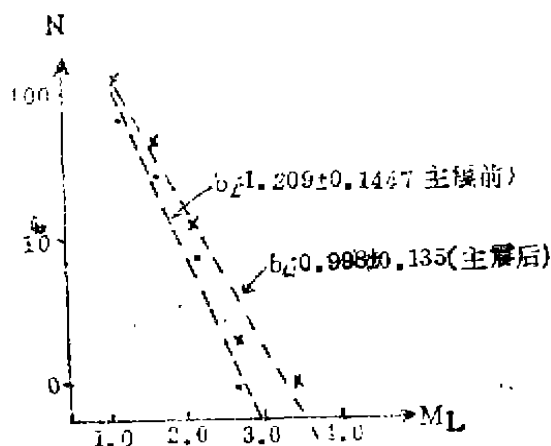


图2 新丰江水库区4.5级地震前后b值特征
Fig. 2 The Character of b value before and after the earthquake of $M=4.5$ at the area of Xinfengjiang reservoir area

条件下, 每10年释放的能量近于相等。

(3) 4.5级地震系列显示出前主余型的特征, 呈现密集—平静—主震的规律。11月15日前地震频度为正常水平, 11月16日开始, 频度显著增加, 0.9级以上地震达30次, 22日为主震前最高值, 达41次, 但23—25日非常平静, 未记录到一次 $M_s \geq 0$ 级地震, 26日发生4.5级地震之后出现3.2、4.3级地震及余震, 强度和频度都逐渐减弱。

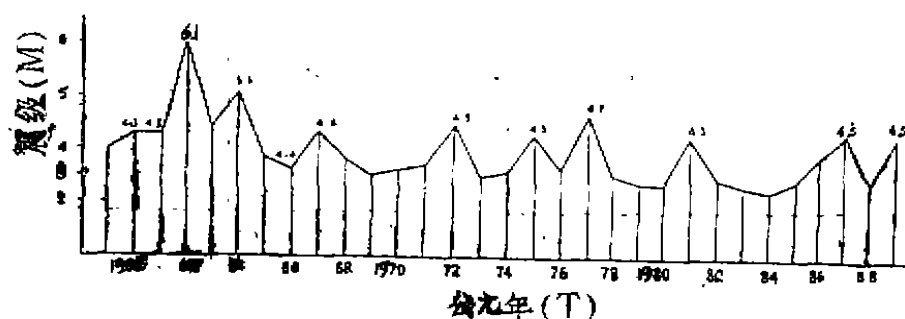


图3 新丰江水库区地震强度曲线图
(据王振才等补编)

Fig. 3 The seismic intensive curve in Xinfengjiang reservoir area

(4) 4.5级地震的前震和余震震中向主震震中附近集中。10月至11月4日地震活动主要分布在峡谷区, 地震强度除11月2日发生1次1.2级地震外, 其它均小于1级。11月5日开始到25日, 地震震中向4.5级地震震中附近集中, 83.3%地震分布在主震震中为中心的

后的bs值分别为 1.07 ± 0.124 和 0.88 ± 0.097 , 可见震前的b值高于震后的b值(图2), 这是水库地震常见的特征, 但一般的构造地震却相反。

(2) 4.5级地震是新丰江水库地震序列的晚期强余震。从新丰江水库地震能量衰减曲线及 $M_s \geq 2.3$ 级地震频度衰减曲线(图3, 4)来看, 若把1967年9月9日发生4.1级地震以前所发生的地震为前期余震, 其强度可达5级水平, 而该时间以后为晚期余震, 强度可达4级水平, 这样从1967年9月9日开始至今为止, 22年中共发生 $5.0 \text{级} > M_s \geq 4.0 \text{级}$ 地震7次。有趣的是70年代及80年代各发生3次强余震, 表明在震中变化不大的条件

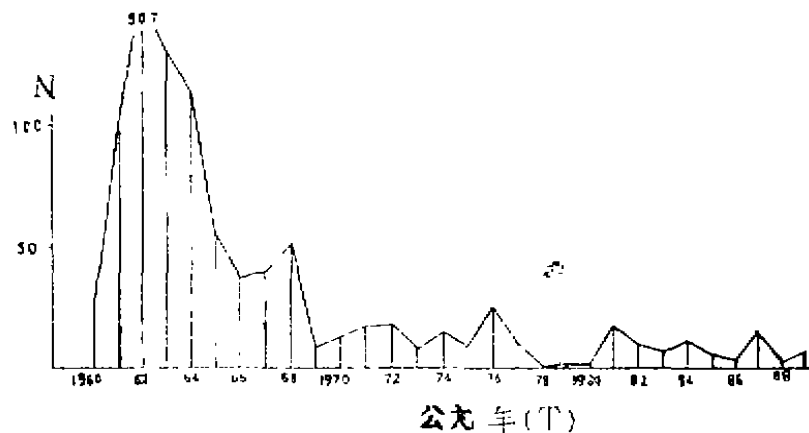


图4 新丰江水库区地震频度曲线图
($M_s \geq 2.3$) (据王振才等补编)

Fig. 4 The seismic frequency curve in Xinfengjiang reservoir area

2 km范围,主震发生后,11月30日,97.7%的地震仍集中在此范围内。震中分布区长轴为北西向(图5)。这些地震的震源深度大多数集中在8—10公里的深度。

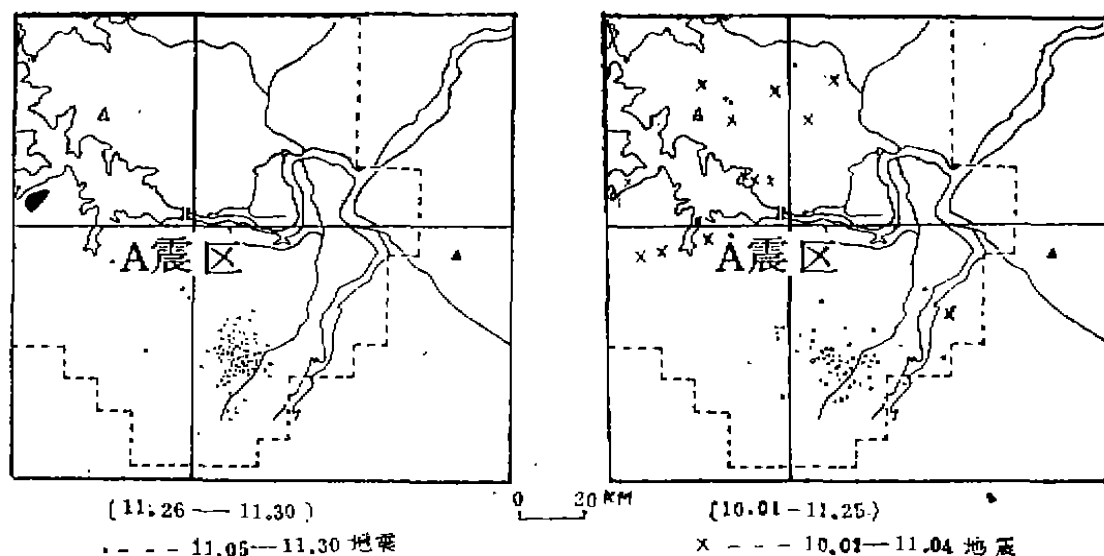


图5 新丰江水库区地震震中分区图
(1989. 10—1989. 11)

Fig. 5 The epicentre zoning map in Xinfengjiang reservoir area
(1989. 10—1989. 11)

2. 地震烈度分布特点

这次地震引起的震害与烈度分布有自身的特点,它表现在:

(1)破坏程度较轻:这次地震宏观震中虽然可定为Ⅶ度,在震中区产生比较普遍掉

瓦, 滑瓦, 墙壁出现裂缝现象, 但人畜都没出现伤亡。其严重程度较1987年4.5级地震轻, 后者裂缝普遍较宽, 个别地方崩裂、破坏, 甚至烟囱扭裂摔落, 且有多人受伤。

(2) 震感范围大: 有感范围南到香港, 东达汕头, 北到江西瑞金, 西止于三水, 以河源市为中心240公里范围内都有感。

(3) 山石震落, 引起山火: 是夜, 当地震发生时, 引起火辣山已经破碎不稳定的硅质构造岩, 由山顶悬崖处纷纷滚落, 滚动的石块与地面的硅质岩块互相高速碰撞, 摩擦起火, 将火辣山东坡干枯的茅草烧着, 燃烧达一小时之久, 经护林农民扑火, 才予以熄灭。其燃烧的范围沿山脉的走向, 北东—南西约240米, 上下的宽度约30米, 面积达7200m²。

由于恰在地震时燃烧, 而被河源市梦中震醒者发现, 都以为是地震时产生的地光, 实为燃烧茅草的亮光。

(4) 震中偏南, 即在水库南侧边缘, 且微观震中和宏观震中不一致。微观震中在双下以南墩头一带, 宏观震中在临江—泥金附近, 两者相距约10km。

这次地震的最高烈度为Ⅵ度, Ⅵ度区北起河源市新港镇, 南止于紫金古竹, 东起紫金八头湖, 西达河源桂山林场以西。Ⅵ度等震线圈闭成一椭圆型, 长轴走向北北西, 长约31.5km,

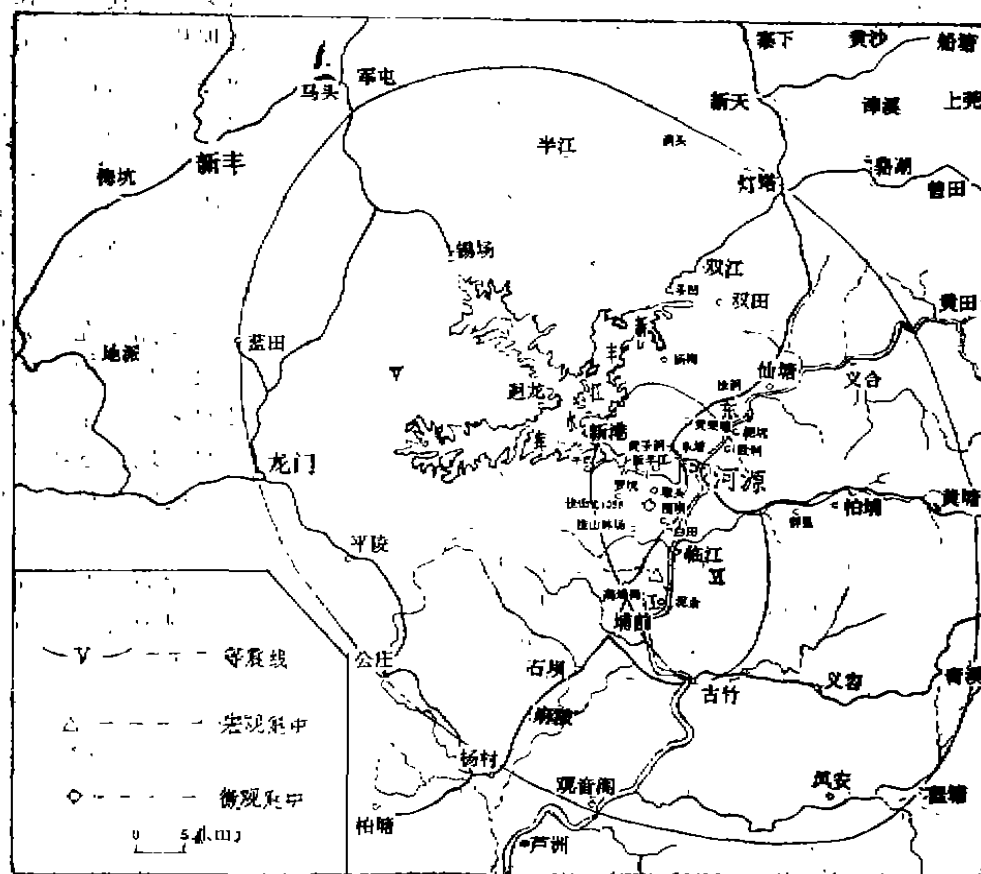


图6 广东河源新丰江水库区1989年11月26日4.5级地震等震线图

Fig. 6 The isoseismal map of a earthquake ($M=4.5$) on Nov. 26, 1989 in Xinfengjiang reservoir area

短轴呈北东东向，长约15km，面积约450km²。在这个范围内，熟睡者大多惊醒，未睡者也感到强烈震动，不少人惊逃户外。是夜大多感到三次震动，听到闷雷似的声音，房屋抹灰层掉块，滑瓦，掉瓦普遍，墙壁产生长短不一，宽1—3mm的裂缝，个别严重者砌体发生位错，窗玻璃震裂，但无人畜伤亡。

V度区，北到灯塔，东到紫金黄塘，南抵风安，西止龙门，长轴方向北西，约90km，短轴方向北东，长68km，V度区未睡着的人大部分有感，睡着者大部分惊醒，房屋的抹灰层出现细小裂缝，少许房屋掉瓦（图6）。

3. 发震构造特征

过去的研究成果表明，新丰江水库区地震与本区断裂活动有着密切关系。区内发育的三组断裂构造，北东向断裂是控震构造，北西、北北西向断裂和北东东向断裂是本区主要的发震构造。

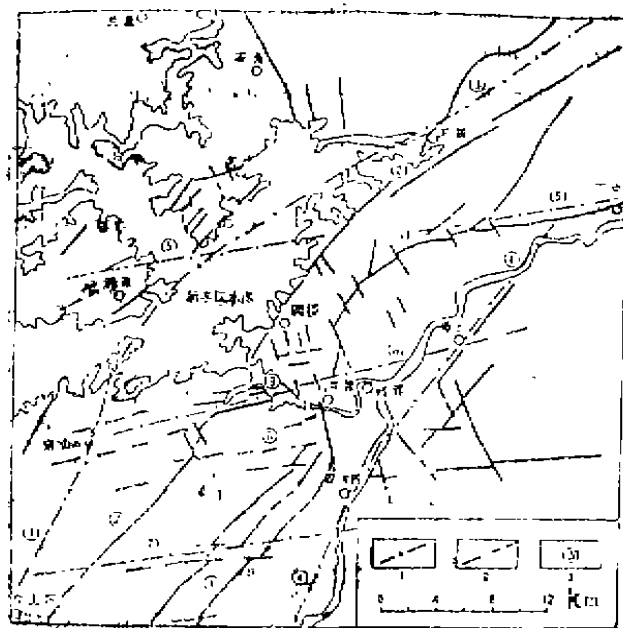


图7 新丰江水库地震构造图

1. 物探推测深部断裂；2. 实测及推测断裂；3. 断裂的编号：①河源断裂，②人字石断裂，③南山——双田断裂，④东江断裂，⑤河源——下屯构造带，⑥南山——墩头断裂，⑦印上围——四方围断裂⑧鸽子顶断裂，⑨塔坑——葫芦岗挤压带

（引自新丰江水库大坝及发电厂厂址地震基本烈度复核综合研究报告）

Fig. 7 The structure map of earthquakes at the area of Xinfengjiang reservoir

构造新生代以来都有较强的活动性，河源，寻乌，会昌等历史强震区沿河源——邵武断裂带分布，显然，这些地区的地震活动受该大断裂的控制，但发震构造却是与之正交或斜交的北

北东向断裂是区内最醒目的构造。南山——双田断裂，人字石断裂，河源断裂和东江断裂是其代表，其中以河源断裂规模最大，往北经龙川到江西寻乌，会昌，达福建邵武以北，往南到博罗长宁一带，全长300多公里，是一条切割了地壳基底的深大断裂。北东东至东西向断裂，地表出露的规模较小，但经航磁重力探测，表明深部存在较大规模的隐伏断裂，是巨型南岭东西向构造带佛岗——丰良亚带在区内通过的表现。这组断裂构造是测区形成时代最早，切割最深的一组构造。

北西，北北西向断裂，是一组规模较小，断续延伸，以平错为主的断裂。它在地表和深部的发育程度都不及前两组构造，但它切割了其他方向的构造，是较新的一组构造（图7）。

综合分析宏观地质和微观资料，可以看到，这三组断裂

西、北北西向断裂和北北东向断裂、且以北北西向断裂最为活跃,其次北东东向断裂。6.1级主震和大部分4级以上强余震主要集中在水库以北峡谷区,呈北西向展布,少量的4级地震及小震沿北东东向分布。

此次发生的4.5级地震和4.3级地震发生在靠近河源断裂拐弯处坝头以南1 km左右的地方,以后的一些余震亦主要集中在那里。但4.5级地震Ⅵ度和Ⅴ度等震线的长轴方向均为北北西——北西向,与碓楼——双塘——四方围北北西——北西向断裂走向相近。显然这次地震是该断裂突然错动所致。1987年9月15日4.5级地震,虽然等震线形态与此次地震有差异,但Ⅴ度和Ⅵ度等震线都向古竹方向突出,榄坝、临江、古竹一带烈度明显增高¹⁾。同样说明,碓楼——双塘——四方围断裂是它的发生构造之一。因此两次地震都证实,这条北北西向断裂近期有较强的活动性,且震中有向南迁移的趋势,对它应加强监测。

4. 结语

综上所述,此次新丰江水库区以4.5级地震为主震的小震群,其主震前b值高于主震后的b值,地震活动呈现密集——平静——主震——余震特点,主震前的小震活动有由外围向主震震中逐渐集中的趋势,等震线圈闭区长轴呈北北西向,发震构造为北西走向的碓楼——双塘——四方围断裂,后两者的延伸方向均与1962年6.1级地震的震源破裂方向比较接近。据此认为,尽管此次4.5级地震及其伴生的震群系发生后6.1级水库诱发地震之后27年,但此震仍发生在老震区的东南部,活动特点与早期水库诱发地震相似,其活动强度也未破坏1962年6.1级地震以来地震活动水平缓慢地有起伏地下降的规律,应属1962年6.1级地震序列中的晚期强余震,而不是一个新的地震序列的开始。但本震又有自身特点,即前源较深,震中有向南东方向迁移之势,表明库区应力调整已推进到水库下游和向深层发展。应对此加强监测。

THE MAIN CHARACTERISTICS OF A EARTH- QUAKE ($M=4.5$) ON NOV.26, 1989 IN XIN- FENGJIANG RESERVOIR AREA

Huang Hesheng, Wei Bailin, Zeng Xianze, Lin Mei and Yang Huicheng

(Seismological Bureau of Guangdong Province)

[Abstract] A characteristic of a earthquake ($M=4.5$) which occurred after the main earthquake of $M=6.1$ (in 1962) at the old earthquake area of Xinfengjiang reservoir is summed up and analysed in this paper. It is thought that this earthquake ($M=4.5$) and some small earthquake swarms still belong to the strong aftershock in the late period among the induced earthquake sequence in Xinfengjiang reservoir area.

[Key words] Reservoir induced earthquake; Strong aftershock in the late period

1) 新丰江水库区1987年9月15日4.5级地震研究, 华南地震, 1989, 9 (4)