

湖北省宜都潘家湾 $M_s 4.9$ 级 地震发震构造标志研究

韩晓光 李安然 张飞飞 岳书玉

(国家地震局地震研究所)

摘 要

1961年3月8日潘家湾地震($M_s=4.9$)是发生在鄂西三峡地区的中强地震之一。通过宏观考察和地质构造调查,对这次地震发震构造条件进行了研究,其地震构造标志可归纳如下:

(1) 地球物理场梯级带,尤其是位于中国东部重力梯级带东缘附近,也大致位于地壳深部界面拗折带边缘;

(2) 新构造期以来地壳运动大型隆起带前缘与黄陵背斜刚性块体顶端相迭合部位;

(3) 以仙女山断裂为主体的近南北向断裂密集发育地带,地质上形成的地堑地垒组合而成之条块地质结构以及溶蚀洼地与垄岗相间排列的地貌格局;

(4) 在近东西向褶皱带背景上发育的南北向张性断裂系统并适应了现代应力场作用,易于产生新的活动。

一、引 言

1961年3月8日,原湖北省宜都县(现行政区划为枝城市)潘家湾区发生了一次中强地震,地震波及宜昌、沙市、秭归、兴山等地,有感面积达 30000km^2 ,并在震中区造成了七度的破坏。地震发生后,有关单位相继对地震现场进行了宏观调查^{1),2)}。潘家湾地震发生在大型水电工程较为集中的长江三峡地区。开展对这次地震的深入研究,无论对该区地壳稳定性分析抑或探讨区域中强地震的发震构造标志都具有重要意义。

二、地震发生的构造条件

潘家湾地震是黄陵背斜南端有史料记载的最大一次地震。地震极震区宏观等震线长轴为近南北走向的椭圆状,长 2.6km ,宽 2.3km ,面积 26km^2 ;六度强区同七度区相似,为南北方向

本文1990年3月16日收到。

1)中国科学院地球所、长办地震台,1961年3月8日湖北省宜都潘家湾公社地震调查报告,1961年。

2)中南地震大队“三西组”,潘家湾地震区外围断裂构造调查小结,1971。

长(7.3km),东西方向短(4.8km)的不规则椭圆,北端小、南端大,面积110km²;六度区以及小于六度区近似圆形。地震等震线大致为南宽北窄状,根据地震破裂理论推测其破裂方式是自南而北发展的。这次地震具有影响范围大、震中烈度值高以及明显受近南北向断层控制等主要特点,无疑是一次构造地震。

1. 深部构造

潘家湾地区位于中国东部重力异常梯级带(南带)前缘(图1a),重力等值线呈密集的近南北向延伸的条带状,异常值由 $-35 \times 10^{-5} \text{m/s}^2$ 向西变化为 $-130 \times 10^{-5} \text{m/s}^2$;东部江汉平原的重力等值线稀疏而无明显的方向性。经研究认为该重力梯级带在本区域内主要反映了地壳深部界面的陡倾变异^[1]。

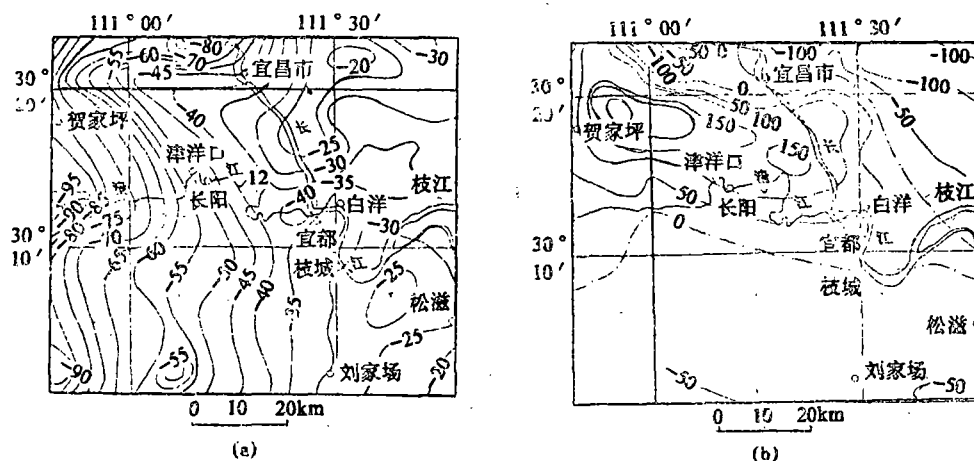


图1 (a) 潘家湾地区区域重力异常图

(b) 潘家湾地区区域磁力异常图

Fig.1 (a) Gravity anomalies in Panjiawan and adjacent area

(b) Aeromagnetic anomalies in Panjiawan and adjacent area

本地区区域磁力场形态可划分为南北两部,均呈北西西或近东西的长条状。北部为 $>50\gamma$ 的正异常区,南部为 $0 - -50\gamma$ 的负异常区,异常变化带正处于震中区附近(图1b),它主要是区内近东西走向盖层褶皱或近东西走向结晶基底的反映。

该区域重、磁力场之间显示出不同步的异常变化,表明其深部构造与浅层构造是有差异的。

2. 表层构造

潘家湾震中区位于黄陵背斜南端的近东西向褶皱带上。从大区域范围看,该区属北北东走向的湘鄂隆起山系的前缘地带,其东侧紧邻江汉-洞庭拗陷。在震中区的周围北、南、西三面分别为近东西走向的天阳坪断裂、渔洋关断裂以及仙女山断裂带切割、交汇,形成一近似的三角地块(图2)。天阳坪断裂和渔洋关断裂均为走向北西或近东西,倾向南的逆掩断层,规模较大,断裂两侧地层变形强烈,带内构造岩发育,具压扭性运动特征。但从区域震中分

布看, 它们与现今地震活动关系不明显。

震中区西侧的近南北走向的仙女山断裂带是黄陵背斜西南边缘的一条区域性大断裂, 断裂的南段(灰溪—渔关段)又称为桥沟断裂。桥沟断裂断面倾向东, 倾角约 70° — 80° , 个别地段直立, 为一条高角度的正断层, 并兼有右旋错动。在桥沟, 可见宽约1.5m的断裂破碎带, 带内发育有角砾岩、糜棱岩以及较新鲜松散的断层泥, 显示出多期的活动性。断裂在地貌上显示清楚, 如五峰刘家坪附近, 断裂西盘海拔800—900m。东盘只有400—600m, 相对高差达200m以上。沿断裂带多形成断续起伏的槽沟及垭口地形, 并控制了水系发育, 特别是近几十年来, 常有中、小地震沿带发生, 是区域内一条重要的活动构造带。湖北省地震局及长办三峡地震队等单位在仙女山断裂带上布设了多处跨断裂形变测量网, 经过多年的观测资料分析, 证实仙女山断裂带现今为右旋张性正断运动¹⁾〔6〕。

在潘家湾震区及其周围, 地表最发育的构造是与东西向褶皱带近乎直交的一组近南北向断裂, 它们近似等间距排列, 分布于五峰渔关—宜都松木坪间宽约40km的地带中, 主要断层包括桥沟断层以及松园坪断层、蚂蟥丘断层、潘家湾断层、大风口断层、写经寺断层和潭子口断层等。地表出露最长的是桥沟断层和松园坪断层(长约30km), 其它断层在地表可见长度大致在几至十几公里之间。这些断层倾角较陡, 约 80° 左右, 两盘地层错动、牵引以及断面擦痕等显示出明显的张性正断兼平移性质, 因而是中生代燕山运动近南北向压应力形成的, 与近东西向褶皱配套的一组横张断层。这组断层在空间上排布, 迭置组合成阶梯状的地堑地垒系列(图3), 主要特征如下:

(1) 大多数断层通过处多表现为冲沟、洼地、垭口及槽沟地形, 部分断层沿线形成陡坎, 并显示出一定的高差。从整体上看, 这组断层控制了该区地形地貌格局, 形成了近南北条块地质结构形态。

(2) 断层带出露较好, 大多数断层面光滑平直, 部分断面上充填有方解石脉, 其上发育擦痕及阶步。

(3) 断层带宽度不大, 带内构造岩发育。构造岩以张性角砾岩和碎裂岩为主, 其次为片状构造岩和糜棱岩, 部分构造岩胶结程度较差。

(4) 由断层带内擦痕, 片状构造锐角指示方向, 角砾排列方向以及两盘地层牵引拖曳现象综合判断断层为右旋张性正断运动, 一些断层两侧地貌高差现象也显示出断层的张性正断运动(图4)。

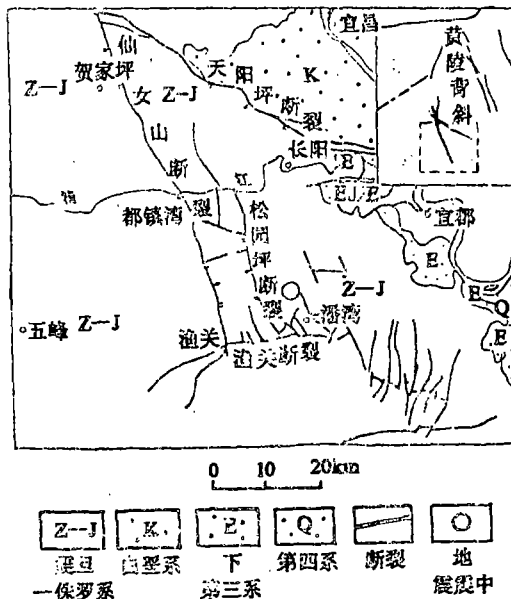


图2 潘家湾地区区域地震构造图
Fig.2 Seismotectonic map of panjiawan and adjacent area

1) 袁登维, 长江三峡工程地区新活动特征及其对工程地壳稳定性评价, 1988。

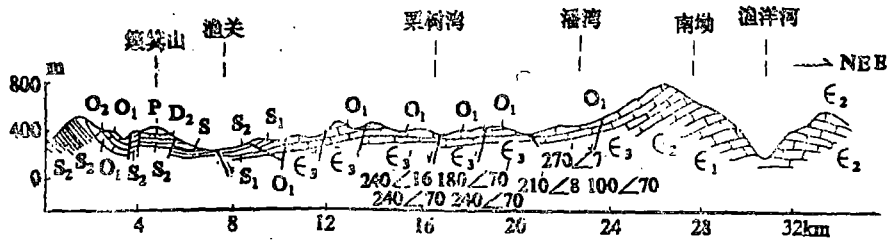
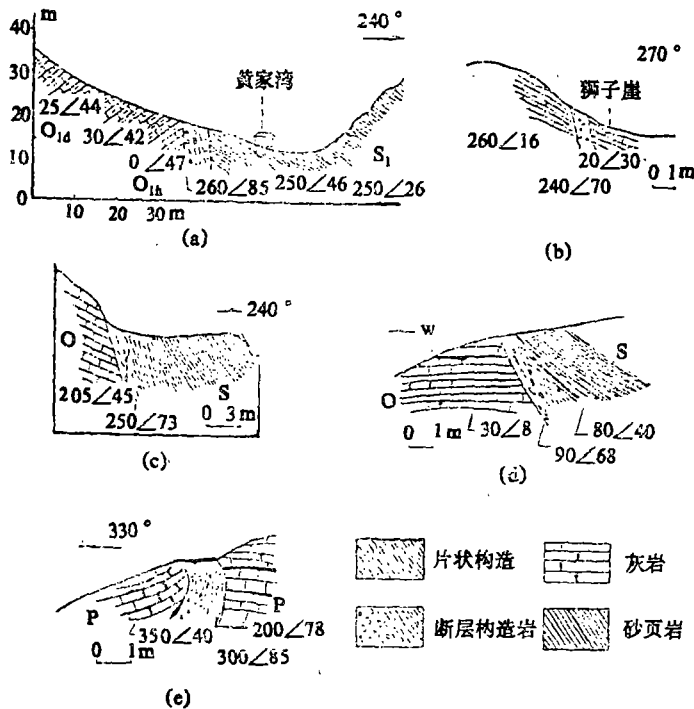


图3 簸箕山—渔洋河地质构造剖面图

Fig.3 Section of geologic structure from Bojishan Mt. to Yuyang river



a. 黄家湾松园坪断层 b. 栗树坨松园坪断层
c. 上田成河村大风口断层 d. 王家畈断层 e. 潭子口断层

图4 近南北向断裂地质剖面

Fig.4 Geologic sections of near SN fault

表1 近南北向断层构造岩样品测试结果

Table 1 Test results of rock sample in near SN fault belt

采样地点	测试方法	断层活动年代
长阳松园坪	热释光	$(7.40 \pm 0.44) \times 10^5$ 年
宜都潘家湾	热释光	$(3.58 \pm 0.22) \times 10^5$ 年
宜都苏家坑	热释光	$(12.53 \pm 0.71) \times 10^5$ 年

由上述可见, 本区这组近南北向断层构造虽然地表规模不大, 但根据断裂对地形地貌的控制和断裂带内部分构造岩胶结程度差等现象, 证实了新构造期以来具有新活动性。通过断层带上构造岩样品的年代学样品测试结果(表1)分析, 这组断层系统第四纪以来是有明显活动的。

潘家湾地区地表出露以灰岩为主, 岩溶极为发育。图5是该区岩溶分布图。由图看出, 岩溶分布明显受近南北向构造所控制, 并呈串珠状或格状分布, 这些负向槽地大都是溶蚀洼地, 当地称之为“坪”和“坑”, 主要居民点及耕作区都集中在这些溶蚀洼地中, 它是该区具有特色的地貌现象。这次地震震中的老龙坪即位于这组近南北向(北北西向)和东北向裂隙形成的karst溶蚀洼地中。这些溶蚀洼地的形成发育与该区新构造震荡运动有重要联系。

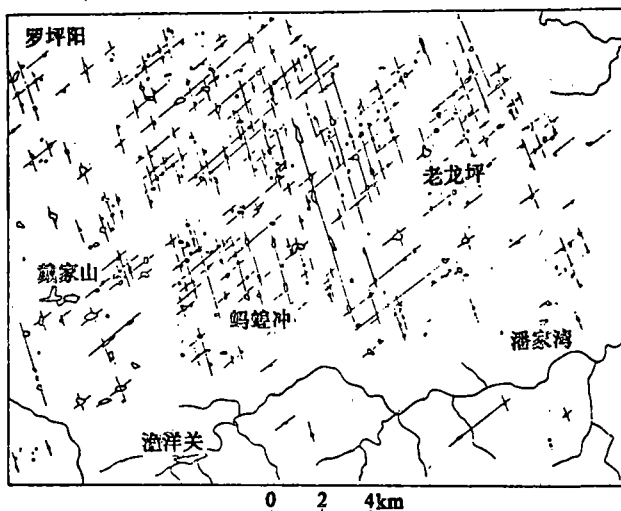


图5 潘家湾老龙坪及周围垂直岩溶(天坑)平面展布图
Fig.5 Distribution of vertical karst cave in Laolongping and its surrounding region

3. 潘家湾地震的发震构造

从中国东部中强震分布看, 地震与重力梯级带是有一定联系的, 即多发生在重力异常变带带上^[2], 但从另一方面来看, 地震活动更主要是由表层构造所控制的。

鄂西地区中强震分布与地表区域大断裂依附关系较明显, 该区历史上及现代数十次中强地震基本上都发生在区域活动大断裂的端部附近或几组大断裂交汇部位附近。因而可以认为, 本区中强震的发生与区域活动大断裂有直接的关系, 它们是中强震的控震构造。经模拟计算, 在这些部位多为剪应力值相对增大处^[3], 而大断裂边缘次级断裂及其组合形式则是这些中强震发生的关键。潘家湾地区处于鄂西大型拱曲隆起的边缘附近, 新构造期以来, 该区主要以大面积间歇性隆起抬升运动为主, 但在各断块之间仍表现有微弱差异运动。潘家湾地震西部的近南北走向的仙女山断裂在第四纪以来具有较明显的新活动, 是本区主要的地震活动区, 它对这次地震的发生起了重要的控制作用。然而, 潘家湾地震并非直接发生在仙女山主干断裂之上, 而是位于东侧与之近似平行的一系列小断层的一端。这组断层与仙女山断裂同属一个断裂系统, 是主断裂的次级成份, 它们将该区切割成一组近南北走向的条块, 空间上形成地堑地垒或阶梯状排列; 在其深部, 这些断裂很可能是相互连通的, 故其活动也是相互制约的。潘家湾地震极震区宏观等震线形态以及地震时地面运动方向的一致性也证实了地震的发震构造为这组近南北向断裂。

潘家湾地震震源深度为14km, 这与该区沉积盖层厚度近乎一致, 它表明地震震中是位于盖层底部或与结晶基底交界部位附近, 同时也证实这组近南北向断层很可能是切穿盖层或终止于结晶基底面附近。该区这组发育在近东西走向褶皱背景上的近南北向断裂, 在区域北

东—南西向的水平挤压和地壳隆起抬升所派生的引张应力迭加的应力环境中^[4], 易于产生右旋剪错和张性正断活动, 因而导致地震发生。

三、结 论

归纳以上, 潘家湾地震构造标志主要有以下几点:

(1) 地球物理场梯级带, 尤其是位于中国东部重力梯级带东缘附近, 也大致位于地壳深部界面拗折带边缘。

(2) 新构造期以来地壳运动大型隆起带前缘与黄陵背斜刚性块体顶端相迭合的部位。

(3) 以仙女山断裂为主体的近南北向断裂密集发育地带, 地质上形成了似地堑地垒组合而成之条块地质结构以及溶蚀洼地与垅岗相间排列的地貌格局。

(4) 在近东西向褶皱带背景上发育的南北向张性断裂系统适应了现代应力场作用, 而易于产生新的活动。

本文得到了长办三峡勘测大队及鄂西地质大队等单位的帮助, 在此一并致谢。

参 考 文 献

- [1] 李安然等, 鄂西三峡区域重力场特征及其地震构造意义, 地震地质, 9, 3, 1987。
- [2] 李安然等, 中国东部重力梯级带的地震地质分析, 地震地质, 6, 2, 1984。
- [3] 高士钧等, 长江三峡库坝区构造应力场及其未来水库地震, 地震学报, 1986增刊。
- [4] 韩晓光、李蓉川, 三峡地区地壳应力场与地震活动, 华北地震科学, 2, 1, 1984。
- [5] 文机星等, 葛洲坝水库蓄水后其邻近断层区域的地形变研究, 地震学刊, 2, 1988。

STUDY ON THE SEISMOGENIC STRUCTURE MARKS OF THE PANJIAWAN Ms4.9 EARTHQUAKE OF HUBEI

Han Xiaoguang Li Anran Zhang Feifei Yue Shuyu

(Institute of Seismology, State seismological Bureau)

Abstract

Based on the field survey of macroscopic seismic phenomenon and geological structure, the seismogenic structure environment of Panjiawan earthquake (Ms4.9) are studied in this paper. The seismotectonic marks can be summarized as follows:

1. The gradient belt of geophysical field, i.e. the east edge of gravity gradient belt and the edge of contraflexure belt of Moho surface.

2. The overlapping position of the leading edge of big crustal uplifted belt since the Neofectonic period and the top of the rigid block of Huang Lin anticline.

3. The dense developmental and near SN fracture belt, which mainly consists of the Xian Nushan Mt., the strip and block geological texture composed by the trough and the horst, and the geomorphic structure arranged alternatively by the corroded depression and the mound.

4. The SN tension fault system, which is developed on the tectonic background of near EW fold belt, and the new mobile zone which is easy produced due to suitability to the action of in-site stress field.

中国地震学会地壳形变测量专业委员会 第二届全体会议在武昌召开

中国地震学会地壳形变测量专业委员会换届会议于1991年5月9日至11日在武昌召开, 第一届专业委员会委员、增补的新委员和特邀中青年科技工作者共40人参加了这次会议。

会议的主要内容有三: 一是根据中国地震学会的统一安排进行专业委员会换届, 成立第二届委员会; 二是地壳形变测量专业学科发展战略研讨; 三是讨论专业委员会工作, 重点讨论如何贯彻国家地震局[1991]129号文件精神, 在推进全国地壳形变监测整体规划的实施和学科发展中, 更好地发挥专业委员会的咨询、参谋作用。此外, 还讨论了1992年春中日地震讨论会的论文征集问题。

会议由陈鑫连主任主持, 邵占英常务副主任作了第一届专业委员会工作总结。陈鑫连宣布了第二届专业委员会组成名单(附后), 并对委员们就本学科发展所进行的研讨作了总结, 提出了专业发展方向及几个主要研究课题, 其主要内容有: 地壳形变多元参量动态图像研究, 地壳近场失稳状态的研究, 地壳形变运动方程的研究, 地壳形变动力学效应的研究以及地壳变形稳定性监测与预警系统的建立等, 通过上述研究使地壳形变测量专业在多元参量整体化、非线性理论及动力学参数等方面取得较好进展。

这次会议学术思想活跃, 具有开拓精神, 时间短效率高, 对于动员全国地壳形变测量同行深入攻关、推进本学科发展将会起到重要作用。

徐菊生

附第二届专业委员会成员名单

主任委员: 陈鑫连 常务副主任: 邵占英

副主任: 张祖胜 林继华 赖锡安 李延兴

委员: 柴本栋 车兆宏 黄立人 夏治中 虞廷林 肖庆达 沈建华 李瑞浩 吴翼麟 余绍熙 彭树声

刘鼎文 周硕愚 周坤根 陶本藻 唐九安 张大轩 刘本培 巩守文 赵金瑞 骆鸣津 杨 军

刘序俨 刘玉权 李孟聪 黄天智 徐菊生 (辽宁省局一人待定)

秘书: 徐菊生(兼)