

2003 年 11 月 13 日甘肃岷县 $M_s5.2$ 地震基本特征

郑文俊^{1,2}, 刘小凤², 赵广堃², 马尔曼²

(1. 中国地震局地震预测研究所兰州基地, 甘肃 兰州 730000;

2. 中国地震局兰州地震研究所, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 2003 年 11 月 13 日在甘肃省岷县、临潭、卓尼三县交界地带发生了一次 $M_s5.2$ 地震, 根据地震现场考察结果, 归纳总结了本次地震的基本地震参数、烈度分布、震害特征、发震构造等基本特征, 并分析总结了地震烈度偏高和震害严重的基本原因。

关键词: 岷县 $M_s5.2$ 地震; 地震参数; 烈度与震害; 发震构造

中图分类号: P315.9. P315.3

文献标识码: A

文章编号: 1000-0844(2005)01-0061-05

Principal Features of Minxian $M_s5.2$ Earthquake in Gansu Province, on Nov. 13, 2003

ZHENG Wen-jun^{1,2}, LIU Xiao-feng², ZHAO Guang-kun², MA Er-man²

(1. Lanzhou Base of Institute of Earthquake Prediction, CEA, Lanzhou 730000, China;

2. Lanzhou Institute of Seismology, CEA, Lanzhou 730000, China)

Abstract: Based on the date of field investigation after Minxian $M_s5.2$ earthquake on Nov. 13, 2003, Gansu province, the principal parameters, intensity, damage, seismogenic tectonics of the earthquake are summed up, and principal cause of higher intensity and strong damage on the earthquake are analyzed.

Key words: Minxian $M_s5.2$ earthquake; Earthquake parameters; Intensity and damage; Seismogenic tectonic

0 引言

2003 年 11 月 13 日 10 时 35 分在甘肃省岷县、临潭、卓尼三县交界地带发生了一次 $M_s5.2$ 地震。地震发生后, 中国地震局兰州地震研究所迅速组成地震现场科学考察队赶赴现场进行震情监测、震害损失评估及宏观科学考察。考察结果表明: 本次地震宏观震中位于岷县中寨和堡子两个乡镇之间的北部山区, 由于特殊的地形地质条件, 极震区烈度达到了 VIII 度, 明显高于同等震级的地震。本文在现场考察的基础上, 归纳总结了本次地震的基本参数、烈度分布、震害特征及发震构造等。

1 地震基本参数

1.1 主震基本参数

地震发生后, 根据中国地震台网、甘肃地震台网、CCDSN (China Center of Digital Seismic Network) 的测定分别给出了本次地震的基本参数见表 1。微观震中大致位于岷县堡子乡兹那村漆家湾社一带。

1.2 震源机制解

根据 CCDSN 给出的震源机制解 (表 2) 的结果可以看出, 节面 I 的走向与该地区的区域构造线走向基本一致, 其滑动角显示的断层性质也与区域断裂构造的性质相似, 为逆左旋走滑, P 轴方位角显示的结果为北东东—南西西方向, 与区域压应力方向一致。

收稿日期: 2004-06-29

基金项目: 中国地震局地震科学联合基金项目 (604018、104073) 共同资助; 中国地震局地震预测研究所兰州基地论著编号: LC20050010。

作者简介: 郑文俊 (1972—), 男, 甘肃武威人, 硕士, 助理研究员, 主要从事活动构造及地貌年代学方面的研究工作。

表 1 岷县 $M_s 5.2$ 地震基本参数^①

发震时刻 年月日时分秒	震级		震中位置		震源深度 /km	资料来源
	M_s	M_w	$\varphi_N/^\circ$	$\lambda_E/^\circ$		
2003-11-13, 10:35:00	5.2		34.7°	103.9°		中国地震台网
2003-11-13, 10:35:12	5.2		34.7°	103.9°	22	甘肃地震台网
2003-11-13, 10:35:14		4.6	34.65°	103.89°	10	CCDSN

表 2 岷县 $M_s 5.2$ 地震震源机制解^①

	节面 I	节面 II	方位角	应力轴		
				P 轴	T 轴	N 轴
走向	330°	175°		256°	106°	350°
倾角	27°	65°	仰角	20°	68°	10°
滑动角	67°	101°				

1.3 余震序列特征

甘肃省岷县 $M_s 5.2$ 地震发生后,根据甘肃省地震台网的测定,截止到 2003 年 11 月 19 日共发生余震 13 次,其中大于 3.0 级的地震 3 次,2.0~2.9 级的地震 6 次;最大余震为 11 月 15 日的 $M_s 3.3$,大余震与主震的震级差为 $M_s 1.9$,序列震级衰减相对平稳。余震震中主要分布在主震附近,且随着时间的推移,余震逐渐向外围扩散(图 1)。但由于余震次数较少,该地区台网密度不够,定位精度等的偏差,其优势方向不甚明显,大致呈北西向,无法据此判定其发震构造。

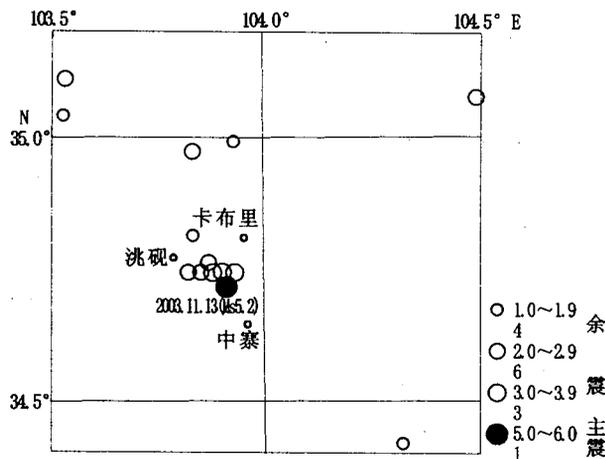


图 1 岷县 $M_s 5.2$ 地震余震分布图

Fig. 1 The aftershoke distribution of Minxian $M_s 5.2$ earthquake.

2 地震烈度及震害特征

2.1 地震烈度分布

根据现场考察,本次地震的宏观震中位于甘肃省岷县堡子乡兹那村和中寨乡扎拉村的交汇部位,极震区烈度为Ⅷ度,呈近椭圆形,长轴走向为 275°,长度为 4 km;短轴长度为 2.7 km;面积 33.1 km²。Ⅶ度区为近椭圆形,长轴走向为 292°,长度为 9.8

km;短轴为 4.8 km;面积 158.3 km²。Ⅵ度区为近椭圆形,长轴走向 303°,长度为 14 km;短轴为 8.8 km;面积为 366.9 km²(图 2)。总体上看,本次地震的等震线与区域北西西向构造线相吻合。

2.2 震区建筑物类型与震害特征

本次地震发生在甘肃省东南部地区的岷县—临潭—卓尼三县的交界部位,洮河中上游中高山区。区内经济条件比较落后,极震区主要房屋以民用住宅为主,工矿企业较少。根据现场调查,震区内的房屋类型可基本划分为以下几类:

- (1) 砖混结构,主要分布在学校,少量的工矿企业,政府机构等,但数量极少,约占 5%;
- (2) 砖木结构,一般前墙为木架结构和砖结构,后墙为土坯墙,这类房屋在震区所占比例较大,为震区的主要房屋类型,占 55%±;
- (3) 砖柱土坯结构或土坯结构,这类房屋一般是民用住宅的偏房或下房,大约占房屋类型的五分之一,占 25%±;
- (4) 棚圈等简易房,约占 20%。

本次地震的极震区,人口相对较为密集,在地震中不仅造成了重大财产损失,同时造成了 1 人死亡,26 人受伤。受灾地区主要包括岷县的堡子乡、中寨镇、维新乡,临潭县的陈旗乡,卓尼县的洮砚乡、柏林乡等乡镇(图 2)。与此同时,此次地震中还造成了部分崩塌、滑坡等次生地质灾害。

根据野外考察结果,现将不同烈度区的震害特征简述如下:

Ⅷ度区:包括岷县堡子乡兹那村和明泉村、中寨镇扎拉村和大哈村。房屋类型主要是砖木结构和简易棚圈两类,及少量的砖混结构(主要是几所学校)和砖柱土坯结构或土坯结构类房屋。房屋破坏特征主要是木架结构整体顺山坡方向发生移位,部分倒塌或局部倒塌,房屋木柱与横梁的移位达 5 cm 左右,部分达 10 cm,房屋结构发生整体的变形,多数已变为危房。如兹那村漆家湾社,70%以上此类房屋发生不均匀移位,已基本变为危房;砖柱土坯结构或土坯结构的房屋多已墙体开裂,裂缝宽度多在 5

① 甘肃省地震局. 2004 年度甘肃省震情趋势研究报告. 2003.

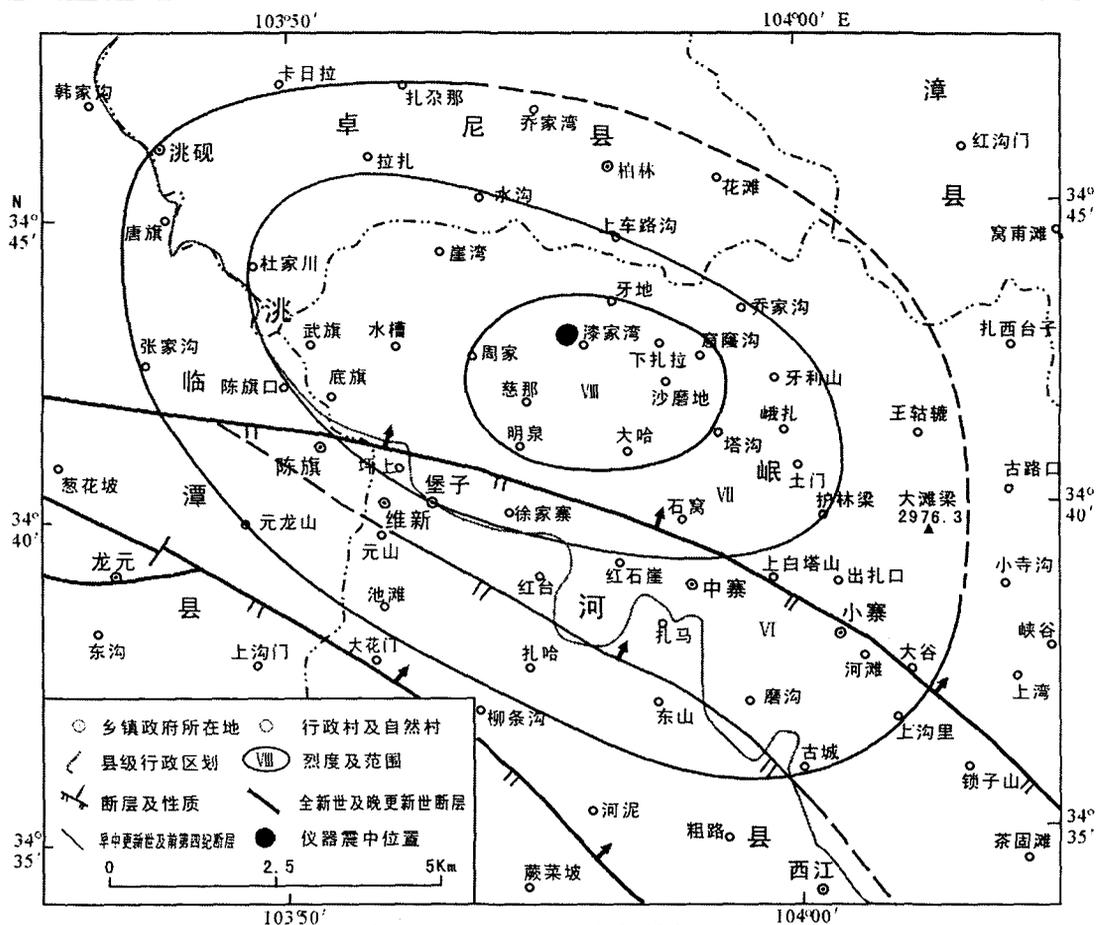


图 2 岷县 $M_s5.2$ 地震等震线图

Fig. 2 The isoseismic lines of Minxian $M_s5.2$ earthquake.

~15 cm, 部分墙体倒塌或屋顶垮塌; 棚圈大多数已倒塌; 学校等的砖混结构房屋破坏相对较轻。另外, 山体及路边坡发生崩塌和裂缝, 裂缝宽度最宽可达 20~30 cm, 松动岩体及石块顺山坡发生滚动等现象也较为常见。

VII 度区: 主要分布在岷县堡子乡和中寨镇的绝大部分村庄及临潭县陈旗乡和卓尼县洮砚乡的部分村庄, 房屋类型与 VIII 度区基本相同, 只是砖混结构房屋略有增加。房屋破坏特征主要是: 墙体开裂, 裂缝宽度在 3~5 cm; 公用住房的烟囱倒塌; 民用住房顶部木架结构变形; 土坯房和棚圈等部分倒塌; 但砖混结构房屋基本没多大破坏。另外部分桥梁有轻微的变形, 少量地方地面有轻微裂缝, 如中寨镇塔沟村房屋多已出现不同程度的裂缝, 木架结构变形幅度为 2~3 cm。

VI 度区: 包括岷县维新乡、小寨乡、西江乡、临潭陈旗乡、卓尼柏林乡、洮砚乡、柏林乡等半数以上靠近震中的村庄。该区房屋类型与 VII 度区相同。房屋破坏类型主要是: 少数房屋墙体轻微开裂、裂缝宽度

1~5 cm 不等; 部分房屋木架结构轻微变形; 少量土坯房和棚圈倒塌; 但结构相对较好的砖混结构类房屋几乎没有破坏; 砖木结构类房屋破坏也较轻, 出现轻微裂缝。

2.3 震害启示和经验教训

尽管本次地震震级不高, 但由于震区特殊的地形地貌条件, 造成极震区烈度达到了 VIII 度, 远高于同等震级地震的灾害。通过现场考察, 认为造成震区烈度明显偏高和震害较为严重的原因有以下几点:

(1) 地基条件的稳定性。本次地震极震区的几个村庄, 建筑在陡峭的地形条件上, 高角度的斜坡多为松散的黄土堆积, 坡体本身与基岩自由面之间就结合不稳定, 当在瞬间受到外力作用时, 上部的松散土体很容易顺坡向下滑动, 因此造成其上建筑物的移位和变形等(图 3)。

(2) 房屋结构不合理。极震区的房屋多为砖木结构, 前后墙之间的结构差异本身就造成了在受力过程中的应力局部集中, 后墙体容易与木架结构脱离, 同时又使木架发生整体变形。

综上所述,该地区的民用住房结构不合理及地基条件的不稳定是造成震害加大的主要因素,同时也为震后重建工作和相似地区民用住房的改造敲响了警钟,提高农村民用房屋结构的抗震性能已是当务之急。

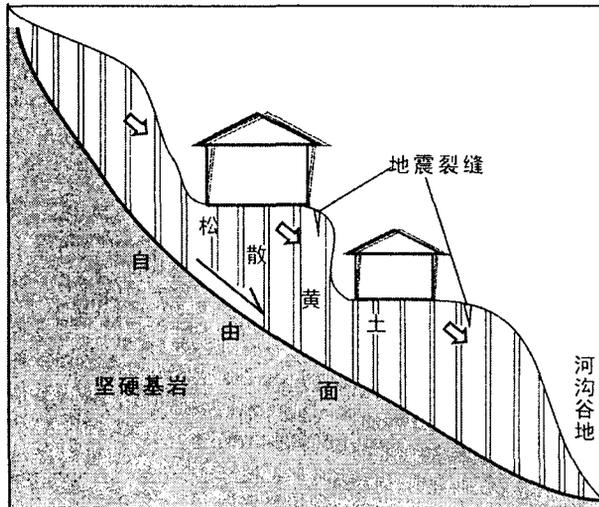


图 3 极震区房屋破坏示意图(虚线表示地震后房屋变形方向;箭头表示自由面滑动和地基运动方向)

Fig. 3 Sketch map of building damage in the meizoseismal region.

3 发震构造探讨

3.1 震区区域地震构造特征

这次地震发生在青藏高原东缘的甘肃省东南部地区,是南北构造带与昆仑—秦岭断裂带等深大活动断裂的构造交汇部位,也是北西西向东昆仑断裂带与西秦岭北缘断裂带之间的构造转换区,区内存在几条规模相对较小的活动断裂^[1](图 4)。本次地震就位于该构造转换区内的临潭—宕昌断裂带中段的北支。

临潭—宕昌断裂带从西端的合作以西开始,向东经过临潭、岷县至宕昌南东与礼县—罗家堡断裂^[2]交汇,构成一“V”字型构造。根据前人的初步调查^[3],断裂带全长大于 250 km,由数条规模不等、相互平行或斜列的断裂组合而成。在合作—岷县间,该断裂分为南、北两支,在岷县东南一带又归并为一体,延伸到宕昌以南。断裂总体呈 NWW—NW 向展布,为一向 NE 方向突出的弧形,倾向 NE,倾角 50°~70°,具左旋兼逆断性质。航卫片上断裂影像清晰。断裂控制了合作、临潭、宕昌等第三纪盆地的形成、演化及构造变形,其新活动导致断裂沿线山脊、水系、洪积扇被断错,形成断崖、断层垭口、断

坎、断陷槽地等。从历史记载和地表地貌现象分析,该断裂新活动性强,地震活动水平高,历史上本区就曾发生过三次历史强震^[4]:分别是 839 年岷县 6—7 级地震,1573 年岷县 6 $\frac{3}{4}$ 级地震和 1837 年临洮—岷县间 6 级地震。

3.2 发震构造探讨

本次地震为一次中等强度地震,没有形成地表破裂带,但根据地震基本参数及现场调查结果可以综合判定本次地震的发震构造:

(1) 震源机制解(表 1)中的节面 I 走向 330°,与临潭—宕昌断裂带中段的走向基本吻合,且 P 轴方向近 EW,在此挤压力作用下断裂发生左旋走滑兼逆冲运动,这与临潭—宕昌断裂带中段的运动特征是一致的,同时也反映了该地区的构造应力特征。

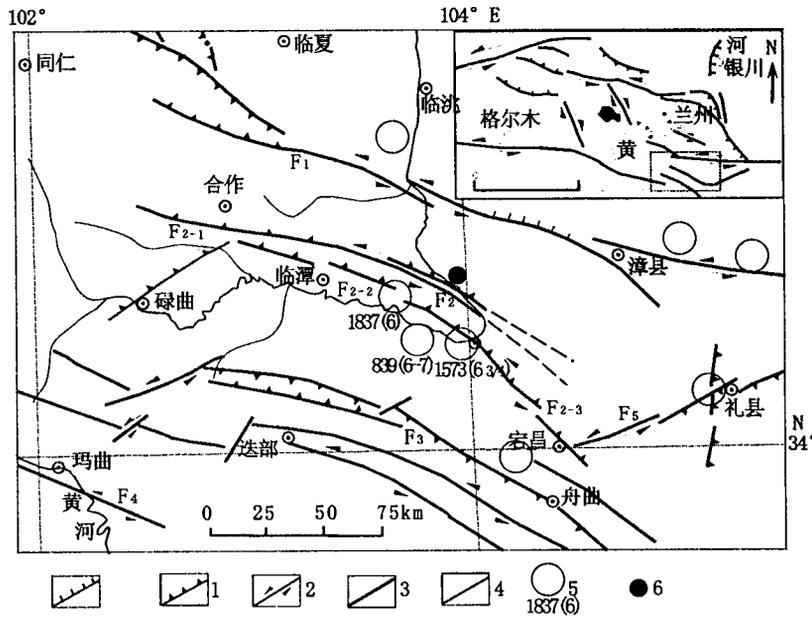
(2) 从宏观调查圈定的等震线图来看,极震区由于受地形影响较大,与临潭—宕昌断裂的走向差异较大,但 VII、VI 的长轴方向与该断裂走向基本致,宏观震中位于该断裂中段北支的上盘,与断裂距离较近,而且震害特征也明显具有方向性,垂直断裂方向的震害衰减明显比平行于断裂方向的快。

综合认为,临潭—宕昌断裂带的中段北支前缘的次级断裂应是本次岷县 $M_s 5.2$ 地震的孕震和发震构造。由于临潭—宕昌断裂位于东昆仑断裂与西秦岭北缘断裂之间,是实现二者之间构造转换的过渡断裂,因此,在 2001 年昆仑山口西 $M_s 8.1$ 地震之后,本区强震活动的迁移规律及未来的危险性等应引起人们的高度重视。

4 结论

2003 年 11 月 13 日甘肃省岷县地震发生在甘肃省东南部地区南北向构造带与昆仑—秦岭深大断裂交汇部位,同时本区也是东昆仑断裂带与西秦岭北缘断裂带的构造转换区。本次地震宏观震中位置位于甘肃省岷县堡子乡兹那村和中寨乡扎拉村的交汇部位,极震区烈度为 VIII 度。极震区为一近椭圆形,其震害及烈度均明显高于同等强度的其它地震,其原因主要是因为该地区陡峭的地形地貌条件加重了震害。这次地震的震害特征也为今后的农村民用房屋的抗震性能的提高以及在农村普及防震知识提供了很好的素材。

基于宏观灾害调查认为,本次地震的孕震和发震构造为临潭—宕昌断裂带的中段北支前缘的次级断裂,临潭—宕昌断裂带在历史上曾发生过中强地震,同时,受 2001 年 11 月 14 日昆仑山口西 $M_s 8.1$



1. 正断层;2. 逆断层;3. 走滑断层;4. 全新世及晚更新世断层;5. 早中更新世及前第四纪断层;6. $M_s=6.0\sim 6.9$ 地震(发震时间及震级);7. $M_s5.2$ 地震;
 F₁ 西秦岭北缘断裂带; F₂ 临潭—宕昌断裂带(F₂₋₁ 西段、F₂₋₂ 中段、F₂₋₃ 东段); F₃ 迭部—舟曲断裂; F₄ 东昆仑断裂带; F₅ 礼县—罗家堡断裂

图 4 岷县 $M_s5.2$ 地震震区地震构造图

Fig. 4 Seismotectonic map of Minxian $M_s5.2$ earthquake.

地震的影响,在未来一段时间内,该地区有发生中强地震的背景和可能性^[5-6]。

[参考文献]

[1] 袁道阳,张培震,刘百旒,等. 青藏高原东北缘晚第四纪活动构造的几何图像与构造转换[J]. 地质学报, 2004, 78(2): 270-278.
 [2] 韩竹君,向宏发,冉永康. 青藏高原东缘礼县—罗家堡断裂带晚更新世以来的活动性分析[J]. 地震地质, 2001, 23(1): 43-48.

[3] 国家地震局兰州地震研究所, 甘肃省计划委员会编著. 甘肃省地震危险区划研究[M]. 兰州: 兰州大学出版社, 1993. 51-52.
 [4] 顾功叙主编. 中国地震目录[M]. 北京: 科学出版社, 1983.
 [5] 刘小凤, 杨立明, 范兵. 昆仑山口西 8.1 级地震后青藏高原北部地区地震活动初步研究[J]. 西北地震学报, 2003, 25(1): 52-58.
 [6] 刘东旺, 沈小七, 刘泽民, 等. 昆仑山口西 8.1 级地震后的地震趋势分析[J]. 西北地震学报, 2003, 25(1): 46-51.