对 1954 年民勤 7 级地震的初步研究 *

刘洪春, 戴华光, 李龙海, 贾云鸿, 杨 荣
(中国地震局兰州地震研究所, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 较系统地研究了 1954 年民勤 7 级地震的宏观震中、震区烈度分布及地质构造背景等问题, 并圈定了极震区范围. 根据调查结果认为, 该次地震是由于红崖山—四道山断裂在 NE 向或 NNE 向主压应力作用下, 发生左旋斜冲向东端扩张破裂的结果, 与 NNW 向构造带的复合也有一定的关系.

主题词: 甘肃; 地震断层; 等震线图; 应力场; 民勤地震
中图分类号: P316 文献标识码: A 文章编号: 1000—0844(2000)03—0232—04

0 引言

1954 年 7 月 31 日, 在甘肃省民勤县发生了一次 7 级地震, 震中烈度为 Ⅸ. 微观震中为北纬 38.8°, 东经 104.3°, 具体位置在距民勤县约 100 km 的内蒙古阿拉善右旗图兰泰山一带. 宏观震中位于民勤县东南马三湖一带, 即北纬 38.4°, 东经 103.7°.

对于该次地震, 甘肃省工业厅于 1954 年 9 月曾组织过调查, 取得了一些资料. 1972~1975 年, 甘肃省地质局在民勤一带进行 1/20 万区域地质填图时, 对该次地震也做过一些调查. 1981 年兰州地震研究所又对该次地震进行了较详细的调查, 取得了一些有意义的进展. 但是, 这几次调查都没有发表过比较系统的论文. 文献[1] 和[2] 曾对该次地震破坏情况作过介绍, 1955 年谢毓寿、1963 年郭增建等对该次地震的 Ⅷ度区烈度和可能的宏观震中进行过一些研究[3,4]. 但对该次地震的宏观震中位置、震区烈度分布和地质构造背景等问题一直没有明确的认识. 笔者在近几年开展的 1/5 万地震地质填图及一些相关研究工作中, 对民勤地震进行了部分补充调查, 收集了个别基岩出露点的地貌、地质及水文资料, 结合前人调查资料及研究成果, 确定了该次地震的宏观震中, 圈定了震区等烈度线, 并对地震发生的地质构造条件作了初步研究.

1 地表形变现象及烈度分布

1.1 地表形变现象

民勤地震的地表形变主要是地裂缝, 分布范围包括民勤县东南和东北、武威县东北及内蒙古哈什哈乡等区域, 面积约 10 000 km^2. 这些地裂缝主要分布在地势较为平坦的湖滩草地、盐碱地及河渠旁. 其中以民勤县东南的青山—长湖一带最为发育, 规模较大, 单条裂缝宽 0.2~1 m, 长 10 到数百米不等. 这些裂缝可分成二类: 一类与构造有关, 如在头道山—四道山断裂北

收稿日期: 2000-03-14
* 中国地震局兰州地震研究所论著编号: LC2000031.

作者简介: 刘洪春(1967—), 男(汉族), 湖南耒阳人, 助理研究员, 现主要从事地震地质研究.

部, 沿该断裂产生许多近 EW 向的地裂缝, 与断层走向一致; 另一类则多沿水系分布, 如民勤县珍宝乡、湖沟乡及武威县东北的白塔河、沙河地区, 其展布方向多为 N50°～80°E.

1.2　烈度分布

民勤 7 级地震发生在沙漠地区, 当地交通不便, 经济比较落后, 居民多从事农牧业生产. 区内居民住房主要是土搁梁房、简单木架土坯房, 还有个别木架结构庙宇. 房屋墙角咬合不牢或未经咬合, 其整体性和抗震性能较差. 棚圈为土筑墙和土坯墙, 材料简单, 施工粗糙. 因此, 在圈定地震烈度时, 主要考虑沙漠牧区的特点, 包括建筑物的破坏情况、湖滩区地裂缝的规模、沙丘的崩塌、人的感觉等, 同时考虑构造展布特点等因素, 参照《新中国地震烈度表》加以判定. Ⅶ～Ⅸ度区的范围见图 1. 由于Ⅵ度以下区域资料不足, 未予区分.

Ⅸ度区: 西起青山东, 经头道山、二道山、三道山、四道山、马三湖, 东到贵笈笈湖, 呈椭圆形, 长 40 km, 宽 12 km, 面积约 400 km^2, 长轴方向近 EW. 区内简单土搁梁房全部倒塌, 地面出现 1 m 多宽的裂缝, 水从裂缝冒出, 人站不住, 沙丘多被摇平或滑塌.

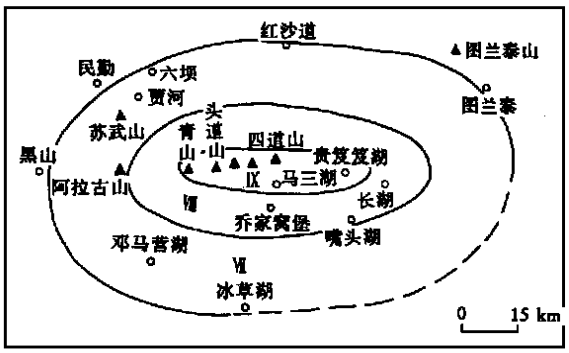


图 1　1954 年民勤 7 级地震等震线图

Fig. 1　Isoseismal map of the Minqin M_S7.0 earthquake in 1954.

Ⅷ度区: 西自阿拉古山, 东到长湖, 呈椭圆形, 长 85 km, 宽 38 km, 长轴方向近 EW. 区内大部分土搁梁房倒塌, 土草搭的房子全部倒塌, 如在民勤县城 SEE 方向约 90 km 处的九个井村有居民 6 户, 16 间土搁梁房中有 10 间倒塌, 剩余的也受到严重破坏, 无法修复. 地面产生宽 5～20 cm、长 6～12 m 的裂缝, 水(带砂)从裂缝冒出, 有的裂缝冒水达 3 天之久.

Ⅶ度区: 西起黑山, 东到图兰泰山, 南到冰草湖, 北到红沙道, 也呈椭圆形, 长约 135 km, 宽 80 km, 长轴方向近 EW. 区内少数土搁梁房倒塌, 部分城墙上的边墙及旧围墙倒塌, 羊圈坍塌, 个别房梁折断, 在湖滩及河渠旁可见宽 5 cm 左右、长约 10 m 的裂缝. 湖滩地普遍出现裂缝, 喷出黑水、黄沙.

2　区域地质构造概况

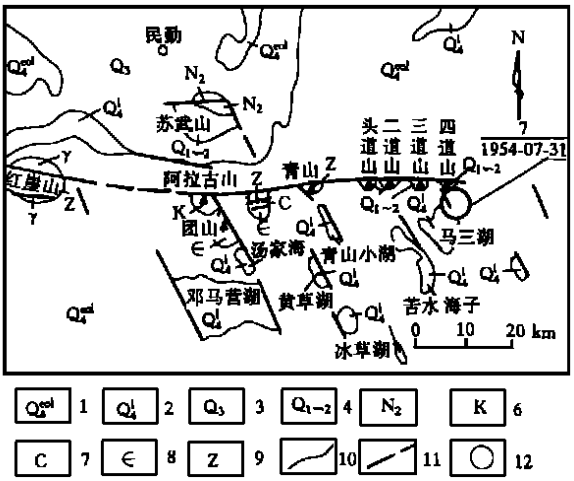
民勤地震区位于阿拉善地块的边缘, 东邻鄂尔多斯盆地, 南为河西走廊过渡带, 北为阿拉善沙漠区. 该区四周环山, 是由贺兰山、雅布赖山、巴音乌拉山、天景山等围成的一个盆地. 区内广泛分布第四系全新统风成砂. 盆地内部的一些湖泊、沼泽区及前第四纪岩石裸露区多定向展布, 如阿拉善左旗及其西南一带的前第四纪地层露头区与马三湖等湖泊均呈 NNW 向延伸. 根据零星露头资料推测, 以民勤—阿拉善右旗为界, 以北盆地基底为古老结晶岩系, 以南为祁连山加里东地槽相, 或为地槽与地台间的过渡岩系. 中新生代的沉积盖层主要为白垩纪与新生代沉积. 据文献[1], 盆地基底起伏不平, 一般基底埋深 200～1 500 m, 东部埋深浅, 西部埋深深, 1954 年民勤 7 级地震的震中区位于盆地基底埋深较深的马三湖一带, 基底埋深达 1 400～1 500 m.

龙首山构造带向东延入震区, 使震区在地貌上出现一系列低山丘, 自西而东有: 红崖山、阿拉古山、青山、头道山、二道山、三道山、四道山等. 这些低山丘排成一线, 呈近 EW 方向. 主要出露震旦系片岩、寒武系砂板岩、石炭系砂岩及中生代地层. 中生代以前的构造线呈近 EW 方

向, 甚至部分中、新生界沉积层也继承了这一特征. 中生代晚期, 特别是新生代以来, 出现了 NNW 方向的构造线, 这在震区北部的苏武山和南部的团山一带比较清楚. NNW 向构造带和 EW 向构造带反接复合, 构成了震区的主要构造格架(图 2).

EW 向构造带由近 EW 方向复式褶皱、断裂组成. 褶皱多数北陡南缓, 断裂多为压扭性逆断层. 主要断裂有红崖山—四道山北缘断裂带、苏武山北缘断裂和阿拉古山北缘断裂.

NNW 向构造带形成现代隆起和拗陷, 在震区周围从地貌上可以清楚看到. 这些隆起、拗陷带的边缘多有第四纪隐伏断层, 并且这些断层明显控制了湖泊的展布方向, 如青山小湖、黄草湖、冰草湖及苦水海子等湖泊都呈 NNW 方向展布, 与构造线方向一致, 说明了 NNW 向构造带第四纪以来活动比较强烈. NNW 向断裂显示压性兼右旋扭动特征, 规模一般不大, 长数公里到 20 km, 如团山东缘断裂断续延伸约 30 km, 走向 N25°~30°W, 倾向 SW, 倾角 70°~80°. 该断裂横切 EW 向构造带①. 青山西缘 NNW 向断层显示水平右旋错动特征, 断距达 15~20 m.



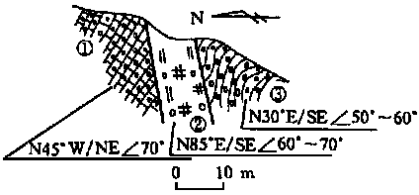
1 全新统风积砂; 2 全新统湖积物;
3 上更新统冲-洪积砂、砾; 4 中-下更新统砂、砾岩;
5 上第三系砂、砾岩; 6 白垩系砂岩;
7 石炭系砂、砾岩; 8 寒武系砂板岩;
9 震旦系片岩; 10 地质界线; 11 断层;
12 1954 年民勤 7 级地震宏观震中

图 2 民勤 7 级地震震区周围地质构造分布

Fig. 2 Geological structures in the Minqin M_S7.0 earthquake area and surrounding area.

3 发震断裂及发震背景讨论

震中区规模最大的断裂带为红崖山—四道山断裂带(图 2). 该断裂带沿红崖山、阿拉古山、青山、头道山、四道山等低山丘北缘通过, 断续延伸约 100 km, 在卫星照片上线性特征清晰, 走向近 EW, 倾向南, 倾角 60°~80°, 属高角度冲断层. 在青山可见断层破碎带宽 10~20 m (图 3), 由碎裂岩、粗糜棱岩及断层泥等组成. 据断面斜擦痕判断, 该断裂呈左旋扭动. 在二道山、三道山和四道山见该断裂切割和影响了第四系中、下更新统钙质砂岩, 控制了二侧地下水的分布, 在地貌上则表现为断续分布的高差达 30~160 m 的断崖及陡坎等地貌. 这说明该断裂带第四纪以来有明显的活动, 是一条逆倾滑为主兼左旋走滑性质的活动断裂. 该断裂带二侧地裂缝非常发育, 是民勤地震区地裂缝发育规模最大而且最集中的区域. 宏观震中就位于该断裂带偏东端的马三湖一带. Ⅶ、Ⅷ和Ⅸ烈度区的长轴方向与该断裂走向一致.



① 砾状灰岩; ② 压碎-粗糜棱岩;
③ 含砾千枚岩

图 3 红崖山—四道山断裂在青山北缘的构造剖面

Fig. 3 A section showing Hongyashan—Sidaoshan fault in northern Qingshan.

四道山之东为沙漠覆盖, 卫星照片和地貌等也没有显示红崖山—四道山断裂带向东延伸的迹象, 但在马三湖地区有长约数公里的 NNW 向隐伏断裂存在. 前已述及, 地震区最新活动

① 甘肃省地质局. 中华人民共和国区域地质调查报告(1/20 万, 民勤幅). 1975.

的构造带为一系列 NNW 向隆起带和坳陷带以及红崖山—四道山近 EW 向活动断裂带(图 2). 震源机制解资料(表 1)[2] 显示, A 节面走向 NNW, 倾向 SW, 倾角 70°; B 节面走向近 EW, 倾向 NE, 倾角 76°, 二者分别与震区发育的 NNW 向构造带和红崖山—四道山构造带一致.

表 1　1954 年 7 月 31 日民勤 7 级地震震源机制解

节面 A			节面 B		
走向	倾向	倾角	走向	倾向	倾角
356°	SW	70°	272°	NE	76°

根据上述分析可以初步认为, 民勤地震是红崖山—四道山断裂带在 NE 向或 NNE 向主压应力作用下向东端发展破裂的结果, 同时与 NNW 向断裂的复合也有一定的关系. 据调查, 在马三湖一带, 地震时产生一系列新泉, 泉水排列方向为 N20°W, 通过 NNW 向断裂附近, 这证明该断裂在地震时发生了运动, 并导致泉水出露.

4　几点认识

(1) 依据地面破坏、等震线形态、区域地质构造及震源机制解, 认为红崖山—四道山断裂带为 1954 年民勤 7 级地震的发震断裂.

(2) 民勤地震的发生是发震断裂受 NE 或 NNE 向主压应力作用发生左旋斜冲向东端扩张破裂的结果, 与 NNW 构造带复合也有一定的关系.

(3) 据民勤县志记载, 在 1905 年 12 月 12 日曾发生过一次地震, 当时"民勤地裂涌黑水, 坏四周民房数十家, 死 2 人, 牲畜甚重". 相隔 50 年又发生一次 7 级地震, 说明这一地区强震发生频率较高. 而且根据本文的研究, 民勤盆地基底凹陷较深的地段可能是大震发生的危险地段. 民勤地区地处阿拉善地块边缘, 现今构造运动比较活跃, 是今后值得重视的中强地震危险区.

[参考文献]

[1] 李玉龙, 侯珍清, 康哲民. 中国西北陕甘宁青(90°～111°E, 32°～42°N)地震区划[M]. 兰州: 甘肃人民出版社, 1986. 116—117.

[2] 甘肃省地方史志编纂委员会, 甘肃省地震志编纂委员会. 地震志[A]. 见: 甘肃省志(第十二卷)[Z]. 兰州: 甘肃人民出版社, 1991. 36.

[3] 谢毓寿. 地震调查工作中有关烈度鉴定的一些问题[J]. 地球物理学报, 1955, 4(2): 156—157.

[4] 郭增建, 张诚. 民勤东侧地震带的初步认识[J]. 地球物理学报, 1963, 12(1): 120.

A PRELIMINARY STUDY ON THE 1954 MINQIN M_S7.0 EARTHQUAKE IN GANSU PROVINCE

LIU Hong-chun, DAI Hua-guang, LI Long-hai, JIA Yun-hong, YANG Rong

(*Lanzhou Institute of Seismology, CSB, Lanzhou* 730000, *China*)

Abstract: The macroscopic epicenter, the intensity distribution and the geological background of the 1954 Minqin M_S7.0 earthquake are analysed and studied. The range of the meizoseismal region and the seismogenic fault has been decided at the first time. The earthquake resulted from the extend of the Hongyashan—Sidaoshan fault towards the east with left-lateral and inclined upward slip under the NE or NNE main compressive stress and related to action of the NNW tectonic zone at the same time.

Key words: **Gansu**; **Earthquake fault**; **Isoseismic map**; **Stress fields**; Minqin earthquake