

短文

## 1920 年海原 8.5 级地震对兰州地区的减震作用\*

滕建中

(甘肃省兰州市地震局, 兰州 730030)

秦保燕 郭安宁

(国家地震局兰州地震研究所, 兰州 730000)

**摘要** 1920 年海原 8.5 级大震在其发震断层两侧 160 km 范围内今后几百年内不会发生大于 6.5 级的地震。兰州地区距海原大震断层约 120 km, 所以兰州地区今后几百年内也不会发生大于 6.5 级的地震, 即不会发生烈度大于 VIII 度的地震。而兰州地区是按 VIII 度抗震设防的, 即使今后发生 6.5 级的地震, 其破坏亦不会很严重。这是按最坏情况考虑的。

**主题词** 海原  $M_s$ 8.5 地震 兰州 减震作用

### 1 前言

兰州是西北重镇, 人口密集。历史上曾在 138 年发生过 6 $\frac{1}{4}$ 级地震, 1125 年曾发生过 7 级地震<sup>[1]</sup>。按周期分析, 今后几十年内发生强震的可能性很大。且近年国内一些地震学家曾预报兰州地区可能会发生 7, 7.5 甚至 8 级大震。然而兰州地区的抗震烈度是 VIII 度。在这种情况下兰州地区今后的安全该如何看待呢? 因此我们受甘肃省科委的资助来专门研究这个问题。我们的观点是 1920 年海原 8.5 级大震限制了兰州地区今后发生 6.5 级以上大震的可能性。

1920 年海原 8.5 级大地震不仅是我国历史上最大地震之一, 而且也是世界史上最大地震之一。这个地震发生时地面上曾产生 237 km 长的断层, 最大错动幅度达 14 m, 在主断层南侧 90 km 处亦有相关断层错动<sup>[2]</sup>。从地震波的强烈程度来讲, 当时设在日本东京的放大倍数甚低(12 倍)的地震仪也记到了绕地球第二圈来的表面波<sup>[3]</sup>。另据日本地震学家宇津德治等编辑的《地震事典》一书称, 1920 年海原地震和 1950 年阿萨姆地震(实为中国西藏墨脱大震)时, 欧州挪威的峡湾和湖上记录了从数厘米到 10 cm 的湖面波动<sup>[4]</sup>。难怪 1920 年海原大震后重修兰州白塔山的庙宇时, 庙内石碑上称这次大震为“环球大震”。这虽是形象比喻, 但亦符合事实。

1920 年海原地震如此之大, 它对大范围地壳是一种能量解除, 同时地震断层由于错动产生高温以及对原来凹凸不平处的破坏而易于蠕滑, 这使海原大断层两侧一定范围内以后不易积聚发生大震所需的巨大弹性形变能。但该断层两侧一定范围内因有不均匀性, 其不大的应力场值也会在不均匀处附近形成应力集中, 因之仍可发生地震, 但其强度已受到限制。这就是所谓的减震作用。兰州地区距海原大震断层约 120 km, 它是否被减震了呢? 这就是本文要讨论的问题。

### 2 减震原则

我们在 1984 年经过研究提出了一套减震原则<sup>[5]</sup>, 其中对海原大震适用的是“平行同旋减震”的原则, 现简述如下。中国大陆承受着太平洋板块(包括菲律宾板块)和印度板块的大范围水平挤压, 所以中国大陆内部的断层的走向相互平行, 多为同旋性的, 如图 1 所示。图中双剪头为区域水平构造挤压力。对于图 1 中的两条平行走滑断层来说, 其中一条发生大震后, 对另一条起减震作用。我们通过位错理论的计算, 结合野外走滑断层发震后引起两侧水平位移的衰减情况和大断层两侧地应力随距断层的距离增大而增加到大区域背景值的情

\* 甘肃省科委基金资助课题

收稿日期: 1997-01-15

第一作者简介: 滕建中, 男, 1938 年 2 月出生, 高级工程师, 现从事地震监测预报工作。



图 1 平行同旋断层减震原理

Fig. 1 The principle of seismic intensity reduction for two parallel faults with the same slip way.

况, 以及根据国内诸历史大震区及其两侧后来发生地震的震级统计等得到以下的减震距离  $R$  的公式<sup>5</sup>:

$$R = \frac{20}{1.17} \cot\left(\frac{\pi}{2} \frac{100}{D}\right) \quad (1)$$

式中  $R$  以 km 为单位, 位移  $D$  以 cm 为单位. 该式是取震源断层面插入地下的深度  $H$  为 20 km 时得到的. 后来郭安宁则得出更简单的公式为<sup>6</sup>:

$$\log R = 0.48M - 1.87 \quad (2)$$

式中  $R$  以 km 为单位,  $M$  为  $M_S$  震级.

由上述两个公式可以算得不同震级的减震距离分别为:  $R =$

25 km ( $M = 7.0$ ),  $R = 50$  km ( $M = 7.5$ ),  $R = 90$  km ( $M = 8.0$ ) 和  $R = 160$  km ( $M = 8.5$ ).

应当指出, 上述公式主要是考虑走滑错动的减震作用. 这是因为垂直分量一般较小, 约为水平错动的 1/3, 故我们只用走滑错动就可控制减震距离.

### 3 1920 年海原 8.5 级大震对兰州地区的减震距离

1920 年海原大震的断裂带东起固原以南, 西至景泰地区, 全长约 237 km. 东南段走向为北西向, 西北段走向为北西西向. 这个发震断裂带与兰州的相对位置如图 2 所示. 兰州地区的发震构造马御山断层或金城关断层也大致为北西西走向. 这个断裂带可在大区域水平应力作用下作走滑运动, 也可在地幔物质运动下作垂直运动. 但从大区域应力场来看, 走滑运动是主要的.

根据上述第二节中的减震原则, 海原大震断裂带与兰州地区的发震构造基本上是平行的, 所以可用“平行同旋减震”的原则, 即用(1)式和(2)式来计算其减震情况. 由于兰州地区距海原地震断层只有 120 km, 所以它位于减震范围内. 根据全国的统计, 在减震范围内随后几百年内不会发生 6.5 级以上地震, 且发生 6.5 级地震的概率也很小. 因之我们认为兰州地区今后几百年内最高震级为 6.5 级是一个保险的估计, 实际上更大的可能性是 6.5 级以下的地震.

### 4 结论

兰州地区从构造分段来看有发生 7 级地震的可能, 历史上也发生过 7 级地震. 但经 1920 年海原 8.5 级大震减震后, 将不会发生 7 级大震. 从力学角度来说, 兰州地区的构造分段满足 7 级大震的长度, 但应力值在很长时间内达不到克服岩石摩擦强度而发震的程度, 时间过长了这种低于强度的应力还会松弛. 因之我们认为兰州地区原来定的 VIII 度抗震烈度仍然是正确的, 近年来某些地震专家预测兰州地区有发生 7, 7.5 甚至 8 级大震的可能, 这是没有考虑 1920 年海原 8.5 级大震减震作用而作出的分析.

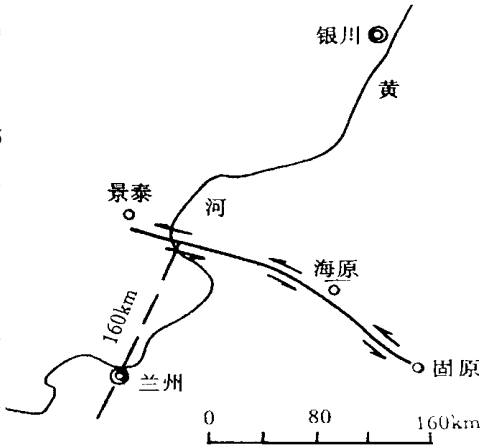


图 2 1920 年海原 8.5 级大震断裂带与兰州的相对位置

Fig. 2 The position of Lanzhou relative to the causative fault of the 1920 Haiyuan M8.5 earthquake.

### 参考文献

- 1 顾功叙主编. 中国地震目录. 北京: 科学出版社, 1983.
- 2 国家地震局兰州地震研究所. 甘肃省地震资料汇编. 北京: 地震出版社, 1987.
- 3 国家地震局兰州地震研究所, 宁夏回族自治区地震队. 1920 年海原大地震. 北京: 地震出版社, 1980.
- 4 宇津德治, 等编. 地震事典. 李裕初等译. 北京: 地震出版社, 1990.
- 5 郭增建, 秦保燕. 地震成因与地震预报. 北京: 地震出版社, 1991.
- 6 郭安宁. 关于减震问题的讨论(英文). 西北地震学报, 1989, 11(2): 96~99.

## REDUCIBLE SEISMIC INTENSITY IN THE LANZHOU AREA DUE TO THE 1920 HAIYUAN $M_{8.5}$ EARTHQUAKE

TENG Jianzhong

(*Seismological Bureau of Lanzhou City, Lanzhou 730030*)

QIN Baoyan GUO Anning

(*Earthquake Research Institute of Lanzhou, SSB, Lanzhou 730000*)

### Abstract

Effective distance to reduce seismic intensity on two sides of the main fault causing the 1920 Haiyuan  $M_{8.5}$  earthquake is about 160 km. Within the distance no  $M > 6.5$  earthquake will occur during the future several hundreds of years. Because Lanzhou City is 120 km away from the main fault, in the city no  $M > 6.5$  earthquake will occur in a few hundreds of years. Structures and buildings in Lanzhou City were designed according to antiseismic standard of VIII degree on the intensity scale. Even though a  $M_{6.5}$  earthquake will occur in future, its destruction would not be too heavy. It is a consideration in the worst case.

**Key words** Haiyuan  $M_{8.5}$  earthquake, Lanzhou, Seismic intensity reduction

(上接 50 页)

## ABNORMAL VARIATION OF THE LOAD/UNLOAD RESPONSE RATIO BEFORE AND AFTER THE MENYUAN $M_S 6.4$ EARTHQUAKE

LI Zuotang

(*Earthquake Research Institute of Lanzhou, SSB, China*)

### Abstract

Abnormal variation of the LURR (Load/unload response ratio) before and after the Menyuan  $M_S 6.4$  earthquake is studied. The abnormal variation of LURR before the earthquake is obvious. The temporal evolution of the LURR in the Menyuan area mirrors seismogenic process of the region.

**Key words** Qinghai, Anomalous character, Load/unload response ratio, Menyuan  $M_S 6.4$  earthquake