

流动重力测量结果及其与地震的关系^{*}

孟 夏, 孟万辉, 徐敬文, 王 力

(中国地震局兰州地震研究所, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 对兰州—天水—武都地区重力网 1991~1999年9期复测的重力资料进行了对比分析, 结合地质构造分析了重力场变化与永登 5.8 级和宕昌 3.9 级地震的关系, 结果表明, 这 2 次地震前后, 靠近震中的测点的重力值有明显变化。

关键词: 甘肃; 流动重力测量; 重力场变化; 永登地震; 宕昌地震

中图分类号: P315.72⁺6 文献标识码: A 文章编号: 1000-0844(2001)01-0074-04

0 引言

1995年7月22日永登 $M_s 5.8$ 地震发生在兰州—天水—武都流动重力测量区北部边缘, 震前有 2 个测点的重力值出现明显变化, 虽曾引起重视, 但因资料少, 又缺乏经验, 故没有作出预报。1998年11月18日宕昌 $M_s 3.9$ 地震发生在测区中部, 震前重力值有明显的变化, 流动重力测量组对该次地震作出了较好的预报。

本文结合上述 2 次地震分析了兰州—天水—武都地区自 1991 年以来的重力场的变化特征, 并结合有关地质构造, 进一步研究重力场变化与地震孕育及发生过程的关系, 希望有助于今后该地区中短期地震预报的研究。

1 资料概况及观测区地质构造

该重力网始建于 1982 年, 自建成后至今每年测量一次, 开始几年采用石英弹簧重力仪观测, 自 1985 年起改用拉科斯特重力仪观测, 观测精度有了很大提高, 综合精度达到 $5 \times 10^{-8} \text{ms}^{-2}$ 。本文以 1991 年的测量结果作为基准, 分析 1991~1999 年测区内的重力动态变化特征。各期资料的处理均采用中国地震局推广的实用化攻关程序, 其结果均达到了《规范》规定的精度要求(表 1)。

表 1 1991~1999 年重力点观测值精度 (单位: 10^{-8}ms^{-2})

1991 年	1992 年	1993 年	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年
8.4	12.5	12.8	9.9	11.6	14.7	9.6	14.9	11.8

图 1 给出了兰州—天水—武都地区重力测点及地质构造分布^[1]。测区所处的大地构造部位属于秦岭褶皱系, 区内构造十分复杂, 断裂纵横交错, 深浅不一, 最深的有超岩石圈断裂, 如天水—宝鸡深大断裂和临潭—山阳深大断裂等。这些断裂近代活动强烈, 测区内地震活动频繁, 在天水、卓尼、岷县和武都地区都发生过强烈地震。

收稿日期: 2000-02-28

* 中国地震局兰州地震研究所论著编号: LC2000039

作者简介: 孟 夏(1966-), 男(汉族), 甘肃秦安人, 工程师, 从事重力测量及其与地震关系的研究。

2 重力场的动态变化特征

2.1 无异常期

1988~1993 年整个测区各测点重力值变化幅度不大, 绝对值均小于 $30 \times 10^{-8} \text{ms}^{-2}$, 虽然个别测点略有变化, 但也小于 $40 \times 10^{-8} \text{ms}^{-2}$, 未形成趋势性变化, 总体属于正常的波动。

2.2 测区北部部分测点出现异常

图 2 为各重力点观测值随时间变化曲线。从图中可以看到, 1994 年在测网最北端的树屏和中川机场 2 个测点重力值有明显变化。树屏测点重力值自 1992 年以来一直呈上升趋势, 上升幅度达 $35 \times 10^{-8} \text{ms}^{-2}$, 1994~1996 年开始缓慢下降, 下降幅度达 $36 \times 10^{-8} \text{ms}^{-2}$, 在此期间发生了永登 $M_s 5.8$ 地震。1996~1997 年重力值回升, 幅度达 $70 \times 10^{-8} \text{ms}^{-2}$ 。中川机场测点重力值的变化形态及幅度与树屏测点基本一致, 1994~1996 年持续下降, 幅度达 $62 \times 10^{-8} \text{ms}^{-2}$, 1996~1997 年回升, 幅度达 $61 \times 10^{-8} \text{ms}^{-2}$ 。

总体来说, 1991~1996 年除了中川和树屏 2 个测点重力测值有较大变化外, 整个测区重力值没有太大的异常变化。

2.3 测区南部的重力异常

从图 3 的重力年等值线可以看出, 1995~1996 年岷县、宕昌、武都一线的东侧以江口、天水为中心重力测值变化呈上升趋势, 平均增幅达 $30 \times 10^{-8} \text{ms}^{-2}$; 1996~1997 年天水与武都之间, 以江口为中心重力变化呈下降趋势, 在其周围形成一个明显的重力梯度带, 变化幅度为 $60 \times 10^{-8} \text{ms}^{-2}$, 在官亭至江口之间变化梯度最大; 1997~1998 年在三岔、岷县、宕昌、武都一线以东重力测值增大, 与 1996~1997 年的变化相反, 且幅度较大, 平均为 $150 \times 10^{-8} \text{ms}^{-2}$ 。

1998~1999 年由于修公路, 天水至成县一线未测, 礼县、江口点未测, 祁山堡测点点位变动也未观测, 难以绘出年等值线图, 因此无法分析此期间重力场变化情况。

3 重力变化与地震的关系

如前所述, 1995 年 7 月 22 日永登 $M_s 5.8$ 地震前, 离震区较近的中川机场 ($\Delta = 35 \text{ km}$)、树屏 ($\Delta = 40 \text{ km}$) 和岸门村 ($\Delta = 60 \text{ km}$) 村 3 个测点重力测值都有不同程度的变化(相对整个测区变化明显)。从图 2 可见, 从 1991 至 1998 年, 岸门村测点重力值总体变化不大, 曲线较平稳; 树屏和中川机场 2 个测点重力测值变化明显且变化形态及幅度基本一致。但是由于该次地震发生在测区外围, 异常点太少, 故震前未作出预报。

1998 年 11 月 18 日宕昌 $M_s 3.9$ 地震发生在测区内部, 虽然震级不大, 但地震前后该地区的重力场有明显的变化。地震发生在重力梯度带比较密集的地方, 也是构造较薄弱的地方, 即 NW 向断裂与 NE 向断裂的交汇处(图 1 和图 2)。由此可以认为, 在该次地震孕育过程中, 1996~1997 年 NW 向构造以东陇西一天水以南地区地面隆起, 在其周围形成一重力梯度带。而

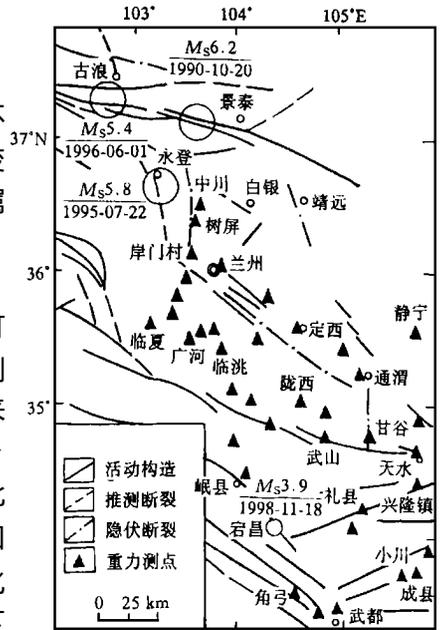


图 1 南北地震带北段重力测点、主要构造和震中分布

Fig. 1 Distribution of gravity survey sites, main structures and epicenters on northern segment of the North-South seismic zone.

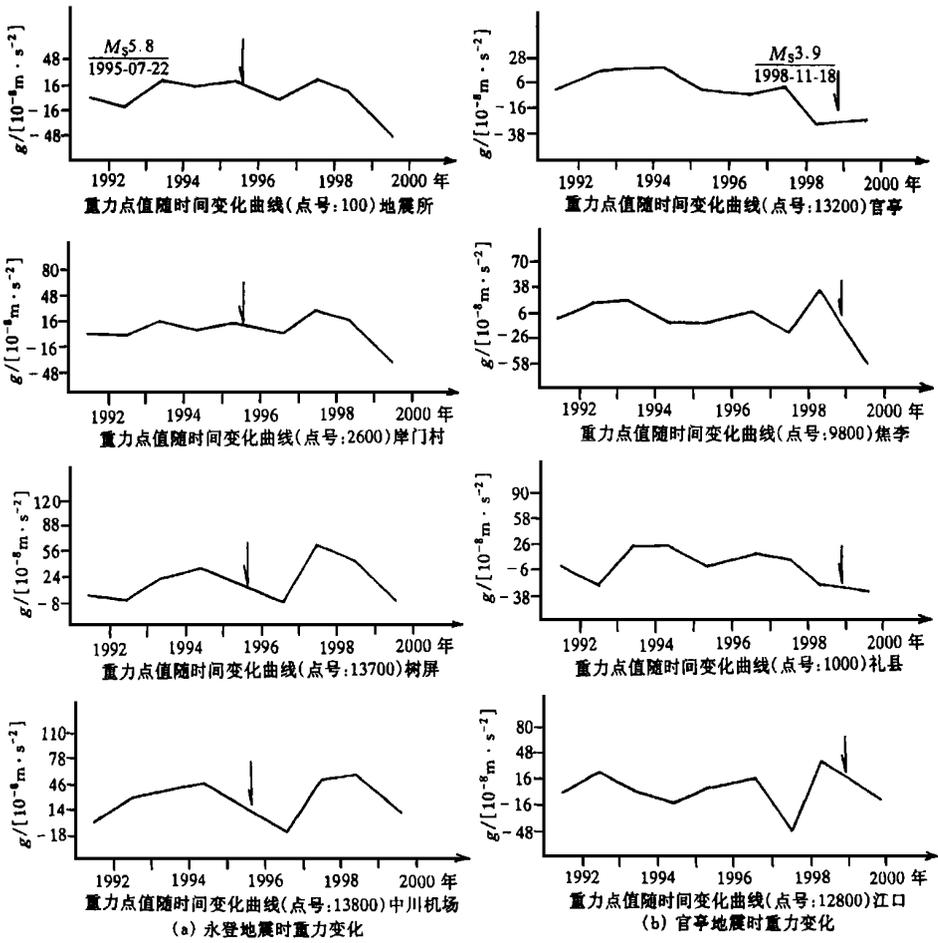


图2 兰州—天水—武都地区重力测值随时间变化曲线

Fig. 2 Variation of gravity values measured in Lanzhou-Tianshui-Wudu area with time.

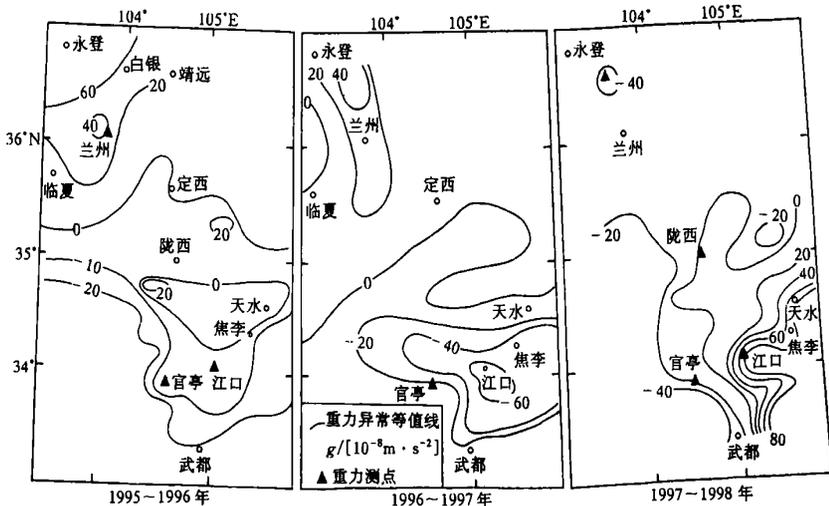


图3 兰州—天水—武都重力网重力异常等值线

Fig. 3 The contoured gravity anomaly in Lanzhou-Tianshui-Wudu network.

1997~1998 年 NW 向构造以东地区重力值逐渐增大, 最大增幅达 $210 \times 10^{-8} \text{ms}^{-2}$, 形成一个明显的重力梯度带, 说明该区地面呈逐渐下沉的趋势. 地面的升降运动说明该断裂正在活动, 并在其边缘部位应力积累达到最大, 而在断裂的交汇处最有可能产生断裂的快速运动, 即发生地震^[2].

另外, 根据所收集到的资料, 永登地震也发生在重力梯度带比较密集的地方, 也是在断裂的交汇处. 震前树屏、中川机场测点重力值缓慢抬升, 随之下降并发震. 震后 2 个测点的重力值迅速回升, 反映了地下物质随地应力调整运移的特点.

4 结束语

根据本文的上述分析可以认为:

- (1) 从重力场的变化可以发现那些正在剧烈活动的断裂.
- (2) 地震往往发生在重力梯度带密集、断裂构造薄弱的地方.
- (3) 地震一般发生在重力的正负异常转化的时段. 据此可以对地震的发生时间作出大致的估计.

目前还不能利用重力异常对未来地震的震级作出预测. 一般认为重力异常幅度越大, 积累的地应力量值越大, 震级也就越大. 但由于各地的构造不同, 即断裂构造活动的快慢深浅不同, 重力变化特征也就不同.

另外, 由于兰州—天水—武都地区流动重力测量一年仅观测一次, 周期较长, 这给地震的短临预报造成了很大困难.

[参考文献]

- [1] 孟万辉, 孟夏. 兰州—天水—武都地区重力场变化及其与地震的关系[J]. 西北地震学报, 1999, 21(3): 326—330.
- [2] 黄培华. 地震地质学基础[M]. 北京: 地震出版社, 1982.

MOBILE GRAVITY MEASUREMENT RESULTS AND THEIR RELATION TO EARTHQUAKES

MENG Xia, MENG Wan-hui, XU Jing-wen, WANG Li

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

Abstract: The 9 years gravity informations measured from 1991 to 1999 in Lanzhou—Wudu—Tianshui area are analyzed and compared. The relationship of gravity with the Yongdeng $M_s 5.8$ earthquake on July 22, 1995 and Tanchang $M_s 3.9$ earthquake on Nov. 18, 1998 is discussed by considering geologic structures. The results show that there were obvious gravity changes near the epicenters before and after the two earthquakes.

Key words: Gansu; Mobile gravity measurement; Gravity field change; Yongdeng earthquake; Tanchang earthquake