

# 兰州—天水—武都地区重力场变化 及其与地震的关系<sup>\*</sup>

孟万辉, 孟 夏

(中国地震局兰州地震研究所, 甘肃兰州 730000)

**摘要:** 应用流动重力观测资料, 研究分析了南北地震带北段兰州—天水—武都地区重力场的时空变化特征. 结果表明, 以  $105^{\circ}\text{E}$  为界, 其东西二侧重力场变化明显不同. 据此判断, 沿  $105^{\circ}\text{E}$  在地壳的深部存在一条 NS 向活动构造. 1990 年以来在甘肃省境内发生的 3 次 5 级以上地震前, 兰州岸门村和永登树屏 2 个测点的重力点值出现了明显异常.

**主题词:** 甘肃; 南北地震带; 重力场; 流动重力测量

**中图分类号:** P312.1   **文献标识码:** B   **文章编号:** 1000-0844(1999)03-0326-05

## 0 引言

兰州—天水—武都地区地处中国南北地震带北段的南部, 众多的构造和活动断裂带在此交接复合, 历史和现今地震均很活跃. 为了监测该地区地震活动趋势, 中国地震局兰州地震研究所在该地区布设了 150 多个流动重力监测点, 形成了一个布局合理的重力观测网. 从 1982 年以来已连续取得了多期观测资料. 本文分析了该监测网的重力观测资料, 研究了该地区重力场变化与地震的关系.

## 1 兰州—天水—武都地区重力场变化特征及其与构造的关系

对各期观测资料的处理均采用中国地震局推广的应用软件——LGADJ. 重力测点、主要构造及震中分布见图 1. 根据公式  $g_e = g_F + \Delta g_H$  和  $g_F = g - r + \Delta g_F^{[1]}$  (式中  $H$  为测点海拔高程,  $g$  为实测重力值,  $r$  为测点在大地水准面上的正常重力值), 对多期资料取均值, 计算了该地区布格异常的空间分布, 见图 2. 从图 2 可以看出, 该地区重力异常的空间分布表现为南低北高. 兰州、定西地区的平均值为  $-43 \times 10^{-5} \text{ms}^{-2}$ , 天水地区为  $-62 \times 10^{-5} \text{ms}^{-2}$ , 武都地区为  $-58 \times 10^{-5} \text{ms}^{-2}$ . 相比之下, 临夏—广河、两河口—岷县为重力异常低区, 异常值为  $-291 \times 10^{-5} \text{ms}^{-2}$ , 东部的成县—兴隆镇为重力异常高区, 异常值为  $-253 \times 10^{-5} \text{ms}^{-2}$ . 从图 2 还可以看出, 研究区的重力异常水平梯度变化特征是 NS 向梯度值较小, 均值一般小于  $0.2 \times 10^{-5} \text{ms}^{-2}/\text{km}$ , EW 向的水平梯度值较大, 一般大于  $0.6 \times 10^{-5} \text{ms}^{-2}/\text{km}$ . 这说明该区深部是 NS

收稿日期: 1999-01-19

<sup>\*</sup> 中国地震局兰州地震研究所论著编号: LC1999050.

作者简介: 孟万辉(1949—), 男, 工程师, 主要从事流动重力观测分析工作.

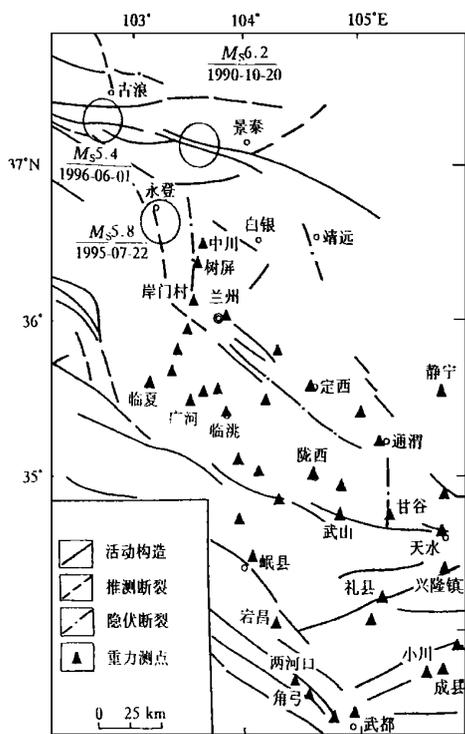


图 1 南北地震带北段重力测点、主要构造和震中分布

Fig. 1 Distribution of gravity survey sites, main structures and epicenters at northern segment of North-south seismic zone.

向构造占优势。

由图 3 可见, 以  $105^{\circ}\text{E}$  为界, 其西侧为正异常区, 东侧为负异常区。从重力点值变化趋势分析, 研究区东部负值较多, 而西部正值较多, 这一现象以 1997 年和 1998 年最明显, 其变化幅度之大均超过历次。从表 1 的统计结果来看, 测值变化较大的测点都集中在东部。在  $105^{\circ}\text{E}$  以东, 兰州—通渭、华家岭—天水—武都的豆坪, 重力均值差从  $-19 \times 10^{-8} \text{ms}^{-2}$  增大到  $-117 \times 10^{-8} \text{ms}^{-2}$ , 重力异常点多

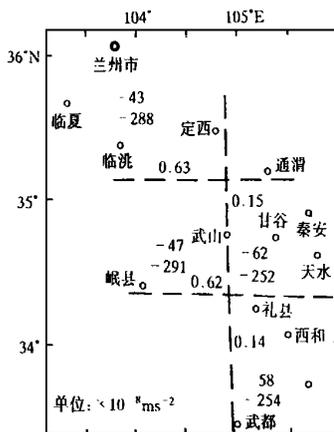


图 2 研究区重力异常的空间分布

Fig. 2 Spatial distribution of gravity anomalies in study area.

而且比较集中。在  $105^{\circ}\text{E}$  以西, 永靖县的祁

家渡口—岷县—武都的角弓, 重力均值差由  $+3 \times 10^{-8} \text{ms}^{-2}$  增大到  $+45 \times 10^{-8} \text{ms}^{-2}$ , 重力异常点比较分散, 基本上以正值为主(图 3)。上述重力场的空间分布情况反映了  $105^{\circ}\text{E}$  为重力异常分界线。前人<sup>[2]</sup> 研究发现, 从会宁经天水到武都沿东经  $105^{\circ}$  线, 地壳内分布有一条 50 余公里宽的 NS 向深大断裂带。这条深大断裂的分布范围与前述重力异常分界线一致。

表 1 1997~1998 年重力点值变化统计表

测点	1997 年结果	1998 年结果	重力差/ $\times 10^{-8} \text{ms}^{-2}$
解家湾	-42 111	-42 043	-68
玉泉	-41 890	-41 817	-73
兴隆镇	-74 627	-74 530	-97
焦李	-101 209	-101 142	-67
祁山堡	-99 305	-99 213	-92
礼县	-104 827	-104 751	-76
大草坝	-111 387	-11 1291	-96
麻沿河	-73 384	-73 279	-105
江洛	-29 984	-29 890	-94
小川	-68 361	-68 244	-117
江口	-112 534	-112 436	-98
天水机场	2 062	2 159	-97
马洱湾	-78 108	-78 057	-51

## 2 重力变化与地震的关系

1990~1996年,在甘肃省境内发生了3次5级以上地震,即1990年10月20日景泰6.2级地震、1995年7月22日永登5.8级地震和1996年6月1日天祝5.4级地震.表2给出了这3次地震的有关参数.本文选取了永登的树屏和兰州的岸门村2个测点的重力资料分析重力变化与地震的关系.

树屏测点距永登5.8级地震震中40 km,距天祝5.4级地震震中125 km,距景泰6.2级地震震中83 km.岸门村测点距永登地震63 km,距天祝地震145 km,距景泰地震113 km.图4给出了2个测点1988年以来重力点值随时间的变化.从图中可以看出,上述3次5级地震发生前,各测点重力点值均出现了不同程度的异常,其变化量都超过了点值中误差的2倍.多期点值中误差最小值为 $7 \times 10^{-8} \text{ ms}^{-2}$ ,最大为 $14.2 \times 10^{-8} \text{ ms}^{-2}$ .2个测点的重力点值的变化大致同步,但是形态相反.

兰州岸门村测点的重力点值上升接近最大值时发生地震,而永登树屏测点重力点值在下降接近最小值时发生地震,这种情况是否可能与2个测点所处的构造条件和应力状态不同有关,是需要今后进一步研究的.

表2 1990年以来甘肃省境内发生的3次 $M_s \geq 5.0$ 地震参数

时间	震中位置		震级 ( $M_s$ )	震源深度/km	地点
	北纬	东经			
1990-10-20	37°07'	103°36'	6.2	18	景泰
1995-07-22	36°37'	103°17'	5.8	10	永登
1996-06-01	37°17'	102°45'	5.4	5	天祝

## 3 剖面重力变化分析

我们从该区东部的张家川到西部的漳县高家沟作了一条长约117 km的剖面,结合地形高度利用改正后的计算公式<sup>[3]</sup>,计算了沿该剖面的地壳厚度,见图5.从图中可以看出,自东向西沿该剖面地壳是逐渐增厚的.张家川地壳厚度为48.5 km,漳县的高家沟地壳厚度为50.3 km,这说明兰州一天水地区处在地壳厚度变异带上.

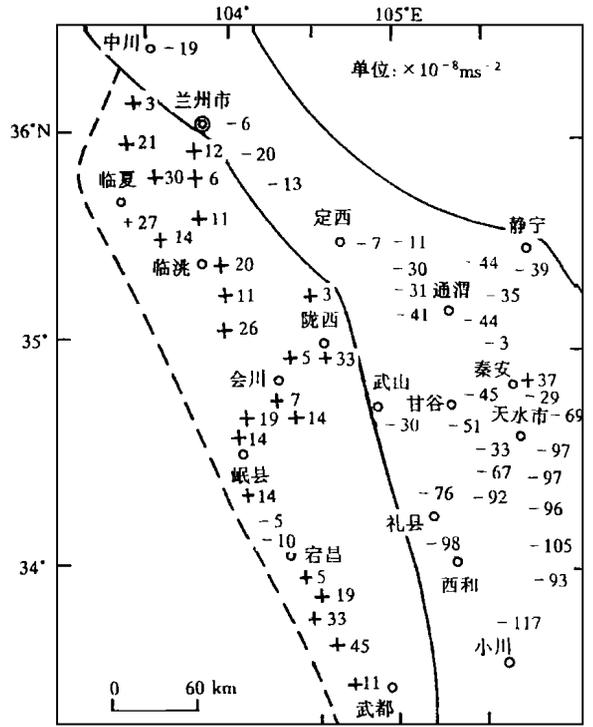


图3 兰州一天水一武都地区重力变化空间分布  
Fig. 3 Spatial distribution of gravity variation in study area.

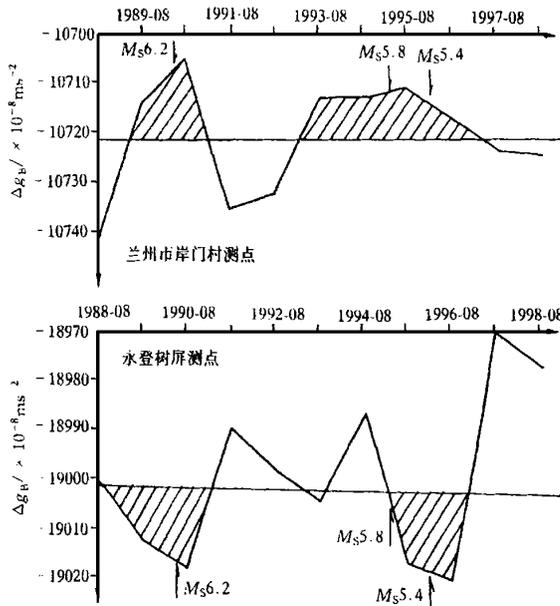


图 4 岸门村和树屏测点重力点值随时间变化  
 Fig. 4 Change of gravity differences with time of Anmen Cun and Shuping observation sites.

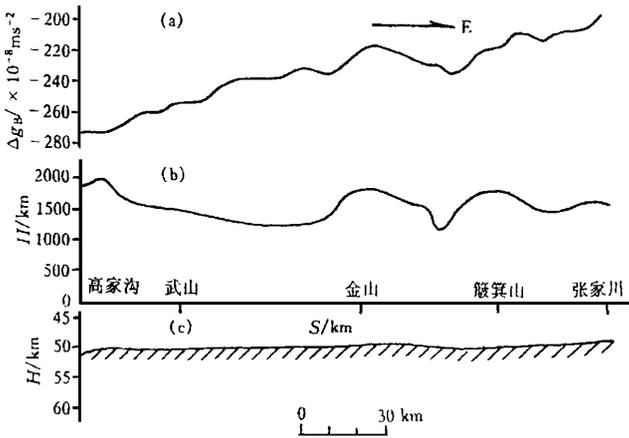


图 5 漳县—张家川重力剖面 布格异常、地形和地壳厚度  
 Fig. 5 Bouguer anomaly, topography and crustal thickness of gravity profile from Zhangxian to Zhangjiachuan.  
 (a) 布格异常; (b) 地形; (c) 地壳厚度

### 4 结论

综上所述, 可以得出以下认识:

(1) 重力场空间分布特征反映了 105°E 是重力异常的分界线. 其西侧为正异常区, 东侧为负异常区. 东侧重力点值负值多, 而西侧正值多. 105°E 附近正是南北地震构造带分布区域, 也是中国地壳厚度变化最大的地区之一. 重力剖面反映出兰州—天水地区处于地壳厚度变异带

上,其东部地壳厚度比西部小.

(2) 地震发生前,重力场发生明显的变化.景泰 6.2 级、永登 5.8 级和天祝 5.4 级地震前,兰州岸门村测点和永登树屏测点重力点值出现大致同步的异常(超过重力点值中误差 2 倍),但变化形态相反.

### [参考文献]

- [1] 方俊. 重力测量与地球形状学(上)[M]. 北京: 科学出版社, 1965.
- [2] 才树华, 滕端增. 初析天水地区南北向活动构造带及其与地震的关系[J]. 西北地震学报, 1981, 3(4): 37~42.
- [3] 孟万辉. 关于地壳厚度计算方法的修正[J]. 内陆地震, 1996, 10(3): 251~256.

## CHANGE OF GRAVITY FIELD AND RELATIONSHIP BETWEEN IT AND EARTHQUAKE IN LANZHOU—TIANSHUI—WUDU AREA

MENG Wan-hui, MENG Xia

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

### Abstract

Using data of mobile gravity measurement, variation features of gravity field in south area of northern segment of the North-south seismic belt is analysed. The results show that using  $105^{\circ}\text{E}$  as a boundary, gravity field variation of the east side of the boundary is different from that of the west side of the boundary, reflecting there is a NS active tectonic zone in deep crust along  $105^{\circ}\text{E}$ . In Gansu province, three  $M_s \geq 5$  earthquakes occurred since 1990. Before the three earthquakes, anomalies of gravity differences of Anmencun, Lanzhou and Shuping, Yongdeng observation sites are obvious.

**Key words:** Gansu; North-south seismic belt; Gravity field; Mobile gravity measurement