

密西西比湾地震带的重力变化 及其可能的含义

魏 梦 华

(国家地震局地质研究所,北京)

一、引 言

美国中部最强烈的地震活动集中在密西西比湾北部的 New Madrid 地震带。从 1811 到 1812 年,在这个地震带上接连发生了三个强烈地震,据估计,其震级分别为 7.2、7.1 和 7.4 级^[1]。这一地区的地震活动一直持续到现在,其微震在空间上的分布明显地呈两个线性带(图 1)。其中,主要地震带的走向为北东,与密西西比湾的轴部相平行;另外一个的走向为北西,大致与 Pascola 背斜的峰线相一致^[2-4]。这两个地震带在 New Madrid 附近相交叉,据推测,其位置可能与地震活动断层相对应。

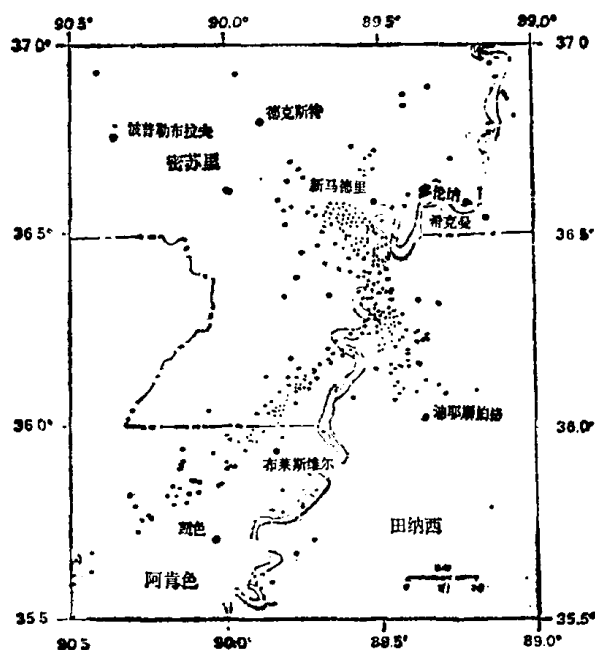


图 1 从 1976 年 11 月 1 日到 1978 年 12 月 31 日密西西比湾北部微震活动的震中分布图

1975 年 11 月, Northern Illinois 大学地质系在 L. D. McGinnis 教授指导下在这一带建立了一个精密重力网,并进行了多次重复测量,直到 1978 年 8 月。后来,因为经费缺乏而停止。从 1981 年 8 月到 1982 年 5 月,应 McGinnis 教授的邀请,并得到美国国家科学基金会的

本文 1985 年 2 月 6 日收到。

为两类：短期变化持续 6—8 个月，幅度为 65—92 微伽；长期变化持续一年以上，幅度大于 100 微伽。

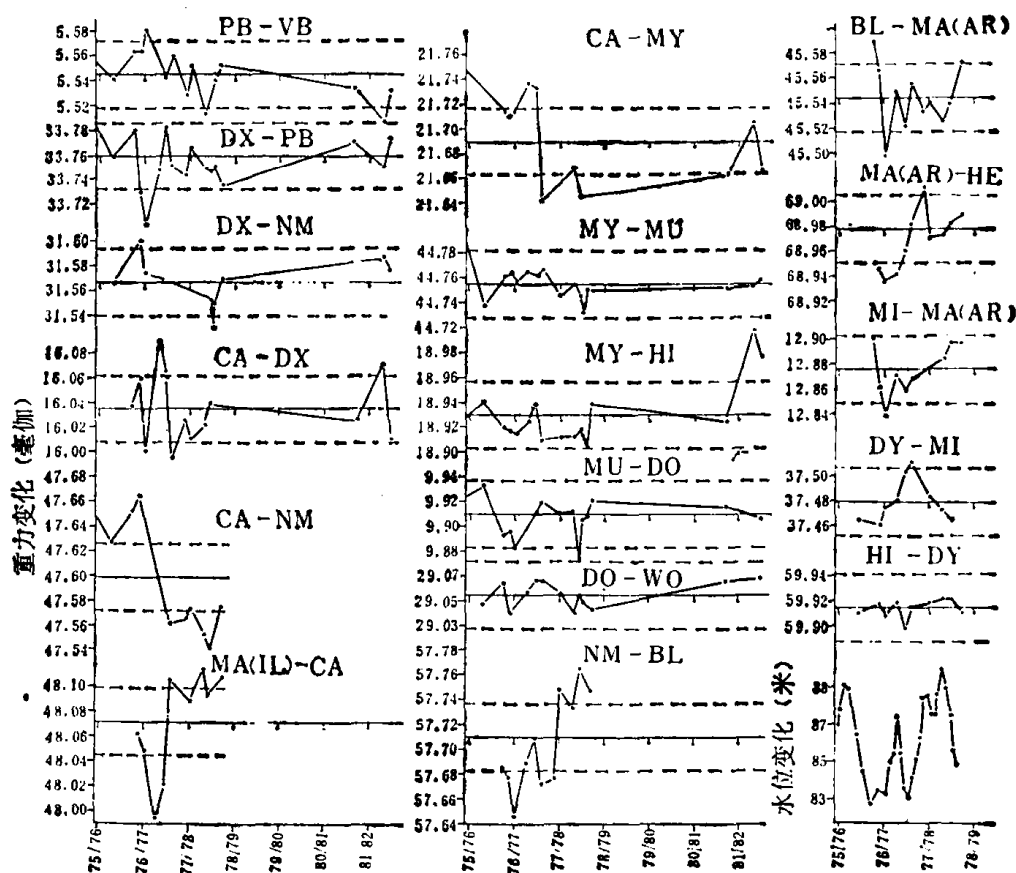


图 3 17 个段差的重力变化

中间实线为平均值，两条虚线之间是三倍标准偏差。图中字母代表台站：

PB——波普勒布拉夫，VB——范布伦，DX——德克斯特，NM——新马德里，CA——开罗，MA(IL)——马里恩(伊利诺伊)，MY——梅菲尔德，MU——默里，HI——希克曼，DO——多佛，WO——伍德劳，BL——布莱斯维尔，MA(AR)——马里恩(阿肯色)，HE——海伦娜，MI——米令顿，DY——迪耶斯伯格

对 17 个段差的重力变化与时间的关系作了线性回归分析，结果表明，大多数重力变化与时间并不相关，但几个在地震带及其周围的环例外。从 1976 年 11 月到 1978 年 8 月，Cairo 和 Marion 之间的重力差以每年 47 微伽的速率上升，而 Cairo 和 New Madrid 之间的重力差则以每年 40 微伽的速度下降。因为 Cairo 的绝对重力值低于 Marion 而高于 New Madrid，所以这些重力变化很可能是由于 Cairo 的重力值不断地下降引起的。与此相类似，差不多在同一时期，New Madrid 和 Blytheville 之间的重力差则以每年 47 微伽的速率上升。这可能是由于 Blytheville 的重力值下降造成的。

图 2 中的等值线表示 1976 年 9 月到 1978 年 8 月的重力变化在空间上的分布特征。虽然考虑到误差传播和相对来说比较大的标准偏差，这些变化并不是非常显著的。但是，这些变化在空间上却呈现出很好的规律性，而且 Cairo 和 Blytheville 正是两个下降中心，这与上述线性回归的结果是一致的。

表1 异常重力变化

台站代号	时时(月、日、年)	变化幅度(微伽)	恢复时间(月、日、年)	持续时间(月)
*DX-PB	9-4-76—1-5-77	77	5-16-77	8
CA-DX	1-4-77—3-9-77	70	7-6-77	6
BL-MA(AR)	9-4-76—1-6-77	92	3-11-77	6
MA(IL)-CA	11-19-76—3-13-77	67	7-10-77	8
MA(AR)-HE	11-22-76—11-21-77	65	1-5-78	13.5
MA(IL)-CA	3-13-77—8-19-78	112	—	over 17
CA-MY	11-23-75—5-17-78	103	3-11-82	over 30
CA-NM	11-24-75—5-14-78	109	—	over 30
NM-BL	1-6-77—5-14-78	118	—	over 16

* 台站代号同图3。

五、讨 论

如上所述,在密西西比湾北部所观测到的重力变化幅度比较大,持续的时间比较长,而且在空间上有明显的规律性,因此,要把这些异常性的重力变化归结为某种误差或人为的因素是非常困难的,而必须去寻求客观的原因。从理论上来说,能引起重力场变化的无非有两种因素,要么是地面高程的变化,要么是地下密度的变化,或者二者兼而有之。从图2中可以看出,这个测网中有一部分测量点是在密西西比河岸附近,所以,密西西比河水位的变化则是首先可以想到的扰动因素。为此,将所有靠近密西西比河的测定上的重力变化相对于水位变化都作了回归分析,结果证明,上述的重力变化与水位变化之间并没有明显的相关性。

遗憾的是,在这一地区并没有相应的水准变化的资料可以利用。但是,如果把这些异常性的重力变化完全归结为是由于高程变化引起来的话,那就意味着在这样小的范围之内,而且在这样短的时间里,地面高程的相对变化达几十厘米的量级,这显然是不可能的。

值得指出的是,观测到长期变化的四个环是以 Cairo 和 New Madrid 为中心的。从地震活动性来看,开罗处在北东向地震带的东北端,历史上曾有过强烈的地震活动;New Madrid 则正好处在两个地震带的交汇部位上,是1811至1812年间三个强震的震中区。而短期的重力变化则是在另外的四个环中观测到的,这些环中所有的测点都是分布在两个地震带的周围。形成鲜明对照的是,在那些离地震活动区较远的测点上所观测到的重力变化相对来说都很小。这一事实有力地表明,这些异常性的重力变化在空间分布上是与这一地区的地震活动密切相关的。

图4中的曲线表示在北纬 35.5° 到 37° ,西经 89° 到 90.5° 范围之内从1976年8月到1978年12月期间,每月地震所释放的总能量的平方根^[8]。所用的地震资料是由 St. Louis 大学设在这一地区的地震台阵提供的。可以看出,在1976年9月和1978年4月和8月期间,这一地区的微震活动出现了三个高峰,这与上述重力异常所出现的时间大致上是相互吻合的。

总之,在密西西比湾北部所观测到的异常性的重力变化并不是由于某种误差或人为的因素引起的。而是与这一地区频繁的微震活动有明显的相关性。当然,从能量的观点来看,个别的微小地震是不可能引起重力场的明显变化的。但是,在某一段时间里微震活动的明显增加则有可能表示地壳中某种地球动力学过程的加剧,这种地球动力学过程则以某种方式导致了重力场随时间的变化。

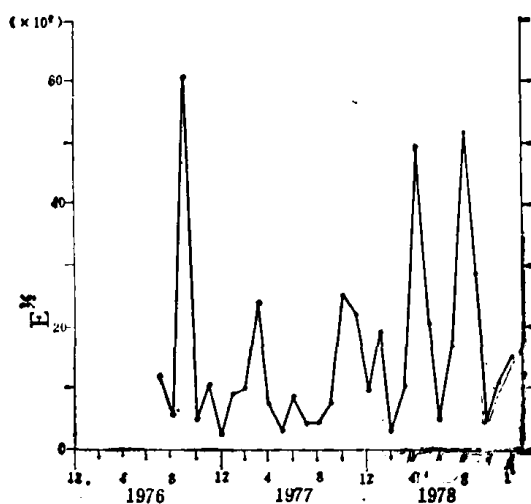


图4 从1976年8月到1978年12月每月所释放的地震总能量的变化曲线

六 结 论

在密西西比湾北部的地震活动区的确观测到了非常明显的重力变化,而且,这些变化在时间和空间上都与这一地区频繁的微震活动密切相关。因此,这一研究似乎提出了这样一种可能性,即某些地球动力学过程的能量是通过密集的微震活动而不是强震活动释放的,这样的地球动力学过程同样有可能引起重力场随时间的变化。

致谢: 作者对 L. D. McGinnis 教授的帮助和美国国家科学基金会的支持表示谢意。

参 考 文 献

- [1] Nuttli, O. W., Magnitude-reoccurrence relation for central Mississippi Valley earthquakes, *Seism. Soc. Amer. Bull.*, 64(1974), 1189—1207.
- [2] Stauder, W. S. J., Microearthquake array studies of the seismicity in southeast Missouri, *Earthquake Inf. Bull.*, 9(1977), 8—13.
- [3] Stauder, W. S. J., Kramer, M., Fisher, G., Schaefer, S. and Morrissey, S. T., Seismic characteristics of southeastern Missouri as indicated by a regional telemetered microearthquake array, *Seismological Soc. Am. Bull.*, 66(1976), 1953—1964.
- [4] Stauder, W. S. J., Herrmann, R., Singh, S., Reidy, D., Perry, R., Haug, E. and Morrissey, S. T., Central Mississippi Valley earthquake bulletin, *Quarterly Reports, St. Louis University*, 1979.
- [5] Cushing, E. M., Boswell, E. H. and Hosman, R. L., General geology of the Mississippi embayment, *Geologic Survey Prof. Paper*, 448—B (1964).
- [6] Stearns, R. G., and Zurawski, A., Post-Cretaceous faulting in the head of the Mississippi embayment, *Southeastern Geology*, 17(1976), 207—229.
- [7] York, J. E., and Oliver, J. E., Cretaceous and cenozoic faulting in eastern North America, *Bull. Geol. Soc. Am.*, 81(1976), 1105—1114.
- [8] Power, K., Time variations of seismic energy in the Mississippi embayment region, unpublished Masters Thesis, Northern Illinois University, 1980.