

构造沉降对近代洞庭湖区演变的贡献*

——答李春初先生对《洞庭湖地质环境系统分析》的质疑

梁 杏 张人权 皮建高 张国梁

(中国地质大学工程学院 武汉 430074)

(湖南省水文地质工程地质二队 长沙 410014)

提要 为回应《洞庭湖地质环境系统分析》系列研究成果提出的质疑,在理论分析、宏观时空分析以及大量举证的基础上,论证了构造沉降对近代洞庭湖演变起着主导作用。作者利用地形图比对求算的洞庭湖堤围区视构造沉降速率,不仅与重复水准测量成果一致,还得到有关中国大陆第四纪以来构造活动加剧的研究成果的定性支持。作者在研究中应用的“假设-演绎法”是一种富有创造性的科学方法。因此,《洞庭湖地质环境系统分析》的基本结论是成立的。

关键词 近代洞庭湖演变,构造沉降,视构造沉降速率,假设-演绎法

中图分类号 P931.7

《海洋与湖沼》第 31 卷第 4 期(2000 年 7 月)发表了李春初先生的文章《构造沉降是控制近代洞庭湖演变的关键因素吗?》(李春初, 2000; 以下简称《李文》),对以《洞庭湖地质环境系统分析》为副题的系列论文(张人权等, 1996a、b; 段文忠等, 1996; 梁杏等, 1996; 以下简称《分析》)提出了全面质疑。

《李文》的质疑主要涉及下列问题: (1) 控制近代洞庭湖演变的主要因素是外动力还是内动力,构造沉降是否起着关键作用? (2) 《分析》得出的洞庭湖区陆地现代视构造沉降速率是否可信? (3) 《分析》关于“洞庭湖在扩大”的结论是否成立? (4) 如何估计洪水位基面抬升对洞庭湖演变的影响? (5) 《分析》采用的假设-演绎法是不是“从假设到演绎再到假设地做游戏”?

《李文》与《分析》的某些分歧,涉及基本概念与思路,因此,本文就此作必要的讨论。

1 洞庭湖区演变的影响因素

《分析》中指出,洞庭湖区演变的影响因素包括构造沉降、泥沙淤积与围堤。如果说得全面些,洞庭湖演变的基本动力因子是气候变化(包括冰期-间冰期交替导致海平面变化)、泥沙淤积及构造沉降。近代,人为活动构成基本动力因子。气候变化是一过性的,泥沙冲淤和构造沉降是累积性的。泥沙冲淤的空间分布可以通过人为活动改变。但是,人们不能改变构造沉降的时空分布。作为累积性的、人为活动无法控制的构造活动,对地貌

* 国土资源部科技资助项目, 992008 号; 国土资源部地质调查项目, 19991230003014 号专题 2。梁 杏, 女, 出生于 1958 年 6 月, 教授, E-mail: xliang@cug.edu.cn

收稿日期: 2001-01-12 收修稿日期: 2001-03-08

景观的塑造, 具有格外重要的作用。

杨怀仁等提出“地貌运动”的术语, 并指出: “‘地貌运动’主要是指上新世以来的形成地貌的内动力基础, 亦即上新世以来的地壳变动, 它们对现代地貌的形成具有决定性的影响”(杨怀仁等, 1982)。作者赞同这一看法, 因为除了盛冰期海平面大幅度下降外, 差异性构造运动是提供地形势差的基本动力; 而地形势差决定着水流方向、泥沙冲淤空间分布等外动力作用的表现。因此, 形成地貌基本格局的主导因素是内动力——构造活动, 而水流的剥蚀堆积等外动力作用, 通常作为构造活动的响应, 对宏观地貌作进一步的雕塑。剥蚀、侵蚀等外动力作用, 最终的趋向是削高填低, 消减地形势差。如果只有外动力的作用, 便无法解释地球上多姿多彩的地貌景观。

就洞庭湖区而言, 在人为活动影响很小、气候与海平面变化不大的情况下, 构造沉降与泥沙冲淤的相互作用关系, 对湖泊演变起主要作用。构造沉降速率大于泥沙淤积速率时, 湖盆扩展加深, 入湖河流纵坡加大, 源向侵蚀加强, 将更多的泥沙带入湖盆, 最终趋向于构造沉降与泥沙淤积的动平衡状态。构造沉降速率小于泥沙淤积速率时, 湖盆萎缩变浅, 河流源向侵蚀减弱, 入湖泥沙减少, 最终也趋于两者的动平衡。

人为作用主要是通过改变江湖关系及泥沙冲淤而发挥其影响的。进入近代, 人类活动对洞庭湖演变的影响愈来愈大, “在最近期洞庭湖的演变中筑堤围垸起着决定性作用”(梁杏等, 1996)。但是, 我们也应看到, 人为作用“也只有在一一定的自然条件下才可能实现”(张人权等, 1996a): 荆江大堤, 是在自然堤的基础上修筑的; 围湖造田, 是在淤积的洲滩上进行的; 下荆江人工裁弯, 只有在天然河曲发育到曲流颈相当狭窄时, 才得以实施。

洞庭湖区的演变是包括人为作用在内的内外动力共同作用的结果, 而内动力起着主导作用。基于上述, 作者提出: “控制洞庭湖演变的各个影响因素是相互作用相互联系不可分割的整体”, “构造沉降是控制洞庭湖演变的一个关键因素”(张人权等, 1996a)。

《李文》比较充分地阐述了外动力作用对近代洞庭湖演变的影响, 这是正确的, 但是, 文中几乎完全否定内动力的作用, 对此作者难以认同。

2 构造沉降对近代洞庭湖演变的贡献

历史时期, 云梦泽萎缩, 荆江由南北分流、不分流, 再转为向南一侧分流, 洞庭湖扩大并随后萎缩, 是同步发生、相互联系的事件。诚然, 荆江三角洲及汉江三角洲向东南扩展推挤, 以及荆北堤防修筑早于荆南, 且较荆南坚固, 郝穴堵口(“舍南救北”表现于后三方面), 都是促使明清之际荆江大规模向南分流、洞庭湖扩大的重要因素。作者与《李文》的分歧在于: 是否仅仅是外动力与人为作用促成了这种演变? 内动力是否对此演变作出了重要贡献?

如果从宏观时空尺度加以考察, 构造沉降对上述事件的影响是显而易见的。

(1) 根据第四纪沉积等厚线图, 洞庭盆地沉积厚度最大达 260m, 没有长期构造沉降, 不可能形成如此巨大的沉积厚度。沉积厚度的空间分布, 受盆地不同部位差异性构造沉降的控制(张人权等, 1996b 中图 2)。全新世晚期, 东洞庭湖北侧, 沉积厚度最大超过 20m(张人权等, 1996a 中图 5), 视构造沉降速率高达 8mm/a 。

(2) 利用水流能量指数, 作者分析了洞庭湖区的沉积环境与水流方向: 早、中更新世, 水流向北出区; 晚更新世, 水流部分向北, 部分转向东北; 早全新世, 盆地内水流近东西向,

由东北出流;中全新世,水流向盆地中心汇聚后,再向东北出流;晚全新世,开始有自北而南的水流进入盆地。水流有规律的转向,只能用掀斜构造沉降的转换(由更新世的北快南慢逐步转为全新世的北慢南快)才解释得通。

(3) 历史时期继承了全新世早中期的南快北慢的差异性构造沉降,有以下事实为证(张修桂,1999 全部图件):

1) 春秋战国时,荆江三角洲的前缘尚在沙市以东百里处(张修桂,1999),荆北堤防尚未修筑(周风琴等,1999),此时,澧水不向北流,而向北东东流,说明洞庭盆地构造沉降有所加强,南高北低的地势差异有所改观。

2) 南朝时,荆江分流开始南注赤沙湖。如果这可以用北岸筑堤迫使江水南注解释的话,那么,澧水折向东南流注,只能用洞庭盆地构造沉降强烈的范围向西扩展才能解释。此时的赤沙湖,相对独立于扩大了洞庭湖,说明它是另一加强的沉降中心,沦水南注入湖是其果,而不是因。如果把荆江南分、洞庭湖西扩、澧水转向、赤沙湖出现等现象,作为一个整体加以考察,不难得出南快北慢的差异性构造沉降,此时进一步有所加强。

3) 对明末清初洞庭湖的扩大,完全归因于四口入注,而不考虑构造沉降,并不妥当。全新世初,四水即已在洞庭盆地内部摆动,堆积泥沙,如果否定构造沉降的存在,至明末清初,洞庭盆地必已淤积成平坦且具有一定高程的泛滥平原。荆江分流入湖,势将形成散流河道,而不会形成浩渺大湖。长期构造沉降形成低洼的盆地,是形成大湖的必要前提。

(4) 根据 1952—1988 年水下地形图比对,得出东洞庭湖飘尾、注滋口之间存在面积大于 200km^2 的湖底高程降低的负值区(张人权等,1996b)。对此,《李文》用“水壶加沙”(即周边泥沙堆积使堆积未及之处水深加大)解释,是说不通的。因为在此范围内,不仅水深加大,同时湖底高程也在下降;这种现象,只能用现代构造沉降速率大于泥沙淤积速率来解释,说明近期洞庭湖区的构造沉降相当强烈。

(5) 洞庭湖的现状,固然与泥沙向东南推挤有关,也是构造沉降控制的结果。现代湖泊分布与第四纪沉降中心展布一致(张人权等,1996b; Zhang *et al.*, 1997),绝非偶然的巧合。

(6) 前人根据阶地的发展与组成情况,得出洞庭湖区近期(构造)沉降运动有东强西弱、南强北弱的规律;而澧、沅、资诸水在新构造南北差异运动下的南迁趋向也很明显(黄第藩,1965)。

3 关于洞庭湖区陆地现代视构造沉降速率的讨论

《李文》对作者求取的堤围区现代视构造沉降速率提出的质疑是:“仅据两套不同时期湖区地形图资料进行手工对比得出,其科学性和可靠性便使人存疑。不说回避沉积物压实等问题可能欠妥,仅就文中所说滤除部分‘噪音’这一操作行为而言,其随意性的痕迹显露...”对此说明如下:

(1) 沉积物压实问题。尽可能选取了 19 世纪与 20 世纪初挽堤的堤垸,以减少压实的影响。此外,比对选用的是 1952 年及 1974—1976 年两套地形图,1954 年绝大多数计算堤垸均曾溃堤进沙,抬高地面。基于以上两点,作者认为,没有必要再作压实校正。

(2) 滤除噪音问题。对此,作者说得很清楚:“...对部分统计单元内点数过少,结果波动大的点(指单个垸田统计平均值),通过空间平均以滤除部分‘噪音’”(张人权等,

1996b)。根据统计学原理, 采样数目愈多, 随机误差愈小。因此, 通过空间平均, 增加采样量, 滤除随机误差的噪音, 并不存在“随意性”。

(3) 视构造沉降速率可信性分析。洞庭湖区陆地视构造沉降速率, 并非仅仅根据地形图比对得出。在《分析》中, 作者还详细交代了减少地形图比对误差的工作流程。

1) 洞庭湖区陆地平均视构造沉降速率 9.95mm/a , 是根据两万多个高程点的平均值求得的集中参数, 对随机误差作了相当充分的滤除; 采样点遍布于华容、安乡以南的堤围区, 在空间上也有比较充分的代表性。

2) 据长江水利委员会 1925—1953 年重复水准测量, 在此期间, 洞庭湖区及相邻平原区累积沉降量为 $180\text{—}330\text{mm}$, 沉降速率为 $6.43\text{—}11.78\text{mm/a}$; 洞庭湖区岳阳 (8.57mm/a)、华容 (11.43mm/a)、湘阴 (8.53mm/a) 三处, 算术平均视沉降速率为 9.95mm/a , 与地形图比对得出的结果十分接近。

3) 根据全新世沉积厚度等值线图, 东洞庭湖一带沉积厚度最大, 为 $40\text{—}50\text{m}$ (张人权等, 1996b 中图 5), 换算得出的视构造沉降速率为 $3.6\text{—}4.5\text{mm/a}$ 。据张人权等 (1996a) 求算, 全新世晚期最大视构造沉降速率为 8mm/a 。由此可见, 作者求得的现代视构造沉降速率平均值, 与全新世以来的最大视构造沉降速率, 在数量级上是一致的。

4) 《分析》中得出的湖区陆地现代视构造沉降速率, 远大于第四纪平均值, 不免使人生疑。为此, 作者对中国大陆第四纪以来构造活动 (构造沉降、构造隆升、火山活动、地震) 强度历时变化, 作了专门研究。得出的结论是: 第四纪初至今, 构造活动强度总体上呈加速度增强, 平原与盆地的构造沉降速率普遍增大 $1\text{—}2$ 个数量级 (张人权等, 1998)。

5) 周硕愚等 (2000) 根据 1994—1996 年 GPS 测量, 得出中国大陆现时 (水平) 运动速度场大于百万年来平均值; 根据附图计算, 中国东部, 现实运动速度场比百万年来平均值大出数倍。

综上所述, 1)、2) 两点, 在定量上相互支持; 而 3)、4)、5) 各点, 则从大的时空尺度定性地支持了计算结果。

《分析》得出的构造沉降速率并不是完全定量的。为此, 将其称之为“视构造沉降速率”, 并明确指出它是“准定量的”。为了进一步核实, 作者还建议: “在洞庭湖区陆地及湖域设置标桩 (大部分打到持力层, 小部分打到基岩), 利用精密大地测量定量观测构造沉降值” (梁杏等, 1996)。目前, 我们得到国土资源部的资助, 正在利用 70 年代及 90 年代 $1\text{:}1$ 万比例尺地形图比对, 并没持力层标进行 GPS 测量, 以求进一步核实洞庭湖区及江汉平原的现代视构造沉降速率。

4 关于洞庭湖的演变趋势

对于《分析》提出的“洞庭湖在扩大”以及“撤堤”后洞庭湖湖域的计算, 《李文》提出以下质疑: (1) 沉降量计算面积取 $18\ 780\text{km}^2$ 的依据是什么? (2) 为什么将上述大范围的构造沉降量跟近年来狭小湖域中的淤积量进行对比? (3) 在计算“撤堤”后的水域时, 为什么未考虑洪道和湖域扩大将导致水位下降的因素? (4) 为什么计算中没有考虑洞庭湖洪水位基面抬升? 对此说明如下:

(1) 作者所讨论的, 并非现状围堤条件下的洞庭湖, 而是撤去堤防、恢复自然状态的洞庭湖, 正是在这一前提下, 才得出洞庭湖在扩大的结论。

(2) 既然恢复自然状态,那么,沉降量与泥沙淤积量的对比,都不应该局限于1951—1988年间人为的狭小湖域内,而应恢复到自然状态。洞庭湖泥沙淤积量是根据四口、四水输入量与城陵矶输出量求差得出。自然条件下,泥沙将不仅淤积于堤外水域,还淤积于堤内垸田,包括洪道及河口三角洲,并且,洪道与河口三角洲并非固定不变,而是游荡摆动的。基于以上考虑,《分析》中所采用的计算面积 $18\ 780\text{km}^2$,就是除去山丘以外的盆地范围。

(3) 《分析》中计算采用的多年平均视构造沉降速率为 10mm/a ,略大于陆地视构造沉降速率 9.95mm/a ,是基于现有水域构造沉降速率大于陆地的考虑。

(4) 经过再次核实,《分析》中得出的“撤堤”条件下洪水期洞庭湖湖域,面积计算有误,应为 $11\ 000\text{km}^2$,远大于明末清初的洞庭湖(张人权等,2000)。计算依据说明如下:

1) 作者采用的是岳阳水位 33.5m (吴淞冻结高程,相当于黄海高程 31.5m),这不是一个偏高的值。1998年,城陵矶最高洪水位为 35.94m ,西洞庭湖(南咀站)达 37.21m ,安乡站达 44.44m (蔡大福等,2000)。

2) 上述计算水位,是建国以来水利部门用以计算洞庭湖湖域及湖容的基准水位。

3) 圈划“撤堤”条件下的湖域时,取水平湖面,因此,不涉及“撤堤”后洪道与湖域扩大、过水断面扩大引起的湖面坡降变化。

4) 洪水淹没范围可在一定程度上说明“撤堤”条件下的天然湖域:洞庭湖区洪水淹没范围,1931年超过湖区面积的一半,1954年约为湖区面积的 80% (骆承政等,1996);后者远大于作者计算得出的“撤堤”条件下的湖域。

5) 在撰写《分析》时,存在一个失误,没有注意到荆江洪水位抬升对洞庭湖湖域的影响。目前作者对此的认识是:历史时期,尤其是统一荆江大堤形成以来,江湖洪水位有明显抬升(周凤琴,1986)。影响洪水位抬升的可能因素有:大堤修筑导致分流减少,荆江河道(尤其是漫滩)淤积,围湖造田导致调洪能力下降,下荆江裁弯引起城陵矶出流顶托与口门淤高(张人权等,2000,2001;蔡大富等,2000;皮建高等,2001)。

由此可见,现今“撤堤”条件下的湖域面积,远大于历史时期;排除人为因素,洞庭湖不是在缩小,而是在扩大。但是,洞庭湖的扩大,不仅与构造沉降有关,还受到统一荆江大堤建成后洪水位抬高的影响,两者的定量贡献,目前尚难以确定。因此,《分析》中关于“这一现象(指“撤堤”条件下洞庭湖湖域大于历史湖域)有力地支持了洞庭湖区构造沉降量大于泥沙淤积量的结论”的说法,不能成立。

5 关于假设—演绎法

《李文》质问:“假设只能求证,如何能‘演绎’呢?由假设演绎出来的现象,不是依然建立在假设的基础上吗?”据此,《李文》认定,《分析》的研究方法是“从假设到演绎再到假设地做游戏”。

假设—演绎法是一种富于创造性的科学方法,伽里略、牛顿、爱因斯坦等都曾应用与发展了它(袁运开等,1989);地学方面,从大陆漂移假说到板块构造学说的建立,是科学方法论中成功运用假设—演绎法的范例(张巨青,1988)。

关于《分析》的研究思路,是这样说明的:“本次研究采用工作假设引路—演绎出应有现象—有目的地收集与分析应有现象有关的资料以证实或推翻假设。假设若被推翻,

则修改或另提假设,再有目的地收集与分析资料。在论证时则采用实证方法,结论建立在图件、资料与数据的基础之上”(张人权等,1996a)。由此可见,我们并没有主张将工作假设推演得出的东西当作结论,而只是作为深层次开发信息的引导,当获得的信息与工作假设不符时,对假设进行修改,乃至另提新的工作假设。为了将论证建立在实证基础之上,提出“从多种渠道获得关于同一对象的定性与定量的资料,并相互核对,以提高研究成果的可靠性”(张人权等,1996a)。为此,作者用了4年多时间,分析整理了大量文献资料,《分析》中所引用的28幅图件,12张表,仅是其中的很少一部分。如果是“做游戏”,就没有必要下这末大的功夫了。

正确地分析洞庭湖的演变及其影响因素,是防洪、生态环境保护与优化、区域远景规划等重大决策的基础。对于这一十分复杂的课题,只有从不同角度,进行多学科、多领域的综合研究,经过长期艰苦的努力,才可能得出符合实际的结论。我们清醒地认识到,《分析》得出的只是有待进一步验证的初步成果。通过认真的学术讨论,相互切磋,共同寻求洞庭湖演变的规律,为洞庭湖的治理作出贡献,造福于子孙后代,是我们的衷心愿望。

参 考 文 献

- 皮建高,张国梁,梁 杏,2001. 洞庭盆地沉积环境演变初步分析. 地质科技情报,20(2):6-10
- 李春初,2000. 构造沉降是控制洞庭湖演变的关键因素吗?——评《洞庭湖地质环境系统分析》. 海洋与湖沼,31(4):460-464
- 张人权,孙连发,张国梁等,1996a. 全新世及历史时期洞庭湖区的变迁及其影响因素——洞庭湖地质环境系统分析之一. 见:中国水文地质工程地质勘查院编. 环境地质研究(第三辑). 北京:地震出版社,153-164
- 张人权,梁 杏,张国梁等,1996b. 洞庭湖区构造沉降系统分析——洞庭湖地质环境系统分析之二. 见:中国水文地质工程地质勘查院编. 环境地质研究(第三辑). 北京:地震出版社,165-178
- 张人权,梁 杏,杨巍然等,1998. 中国大陆第四纪以来构造活动加剧及其环境影响. 水文地质工程地质,5:1-6,51
- 张人权,梁 杏,陈国金等,2000. 长江中游盆地地质环境系统演变与防洪对策. 长江流域资源与环境,9(1):104-111
- 张修桂,1999. 各历史时期的荆江演变. 见:长江中游荆江变迁研究. 北京:中国水利水电出版社,100-128
- 张巨青(主编),1988. 科学研究的艺术——科学方法导论. 湖北人民出版社,175,368-371
- 张人权,梁杏,靳孟贵,2001. 地质环境系统的概念与特征——以洞庭湖区地质环境系统为例. 地学前缘,8(1):59-65
- 杨怀仁,杨达源,1982. 近代构造地貌与气候地貌的基本问题. 南京大学学报(自然科学版),2:503-513
- 周凤琴,曾静贤,李楚南等,1999. 人类活动对荆江河道变迁的影响. 见:长江中游荆江变迁研究. 北京:中国水利水电出版社,212-239
- 周凤琴,1986. 荆江近5000年来洪水水位变迁的初步研究. 历史地理,4:46-53
- 周硕愚,帅 平,张跃刚等,2000. 中国大陆及其东南沿海现时地壳运动. 自然科学进展,10(3):273-277
- 骆承政,乐嘉祥主编,1996. 中国大洪水. 北京:中国书店,270-271
- 段文忠,王明甫,梁 杏,1996. 现代洞庭湖区泥沙淤积时空特征——洞庭湖地质环境系统分析之三. 见:中国水文地质工程地质勘查院编. 环境地质研究(第三辑). 北京:地震出版社,179-185
- 蔡大福,段文忠,郑亚慧,2000. 洞庭湖区防洪对策研究. 见:周连第,邵雄文,李贞儒主编. 第十四届全国水动力学研讨会文集. 北京:海洋出版社,261-267
- 梁 杏,张人权,王明甫等,1996. 洞庭湖区近期演变趋势及治理对策探讨——洞庭湖地质环境系统分析之四. 见:中国水文地质工程地质勘查院编. 环境地质研究(第三辑). 北京:地震出版社,186-192
- 袁运开,陈其荣,缪克成等主编,1989. 科学方法手册. 上海:上海科学技术出版社,270-271
- 黄第藩,杨世倬,刘中庆等,1965. 长江下游三大淡水湖的湖泊地质及其形成与发展. 海洋与湖沼,7(4):396-426
- Zhang Renquan, Liang Xing, Sun Lianfa et al., 1997. Analysis of geo-environmental system of Dongting Lake. In: Zhang Zhouhu.

ed. Proc 30th International Geological Congress. Amsterdam: VSP, 2-3: 9-19

CONTRIBUTIONS OF TECTONIC SUBSIDENCE TO THE MODERN DONGTING LAKE AREA EVOLUTION

Liang Xing, Zhang Ren-Quan, Pi Jian-Gao^{*}, Zhang Guo-Liang^{*}

(*Engineering Faculty, China University of Geosciences, Wuhan, 430074*)

(*The Second Hydrogeology and Engineering Geology Team of Hunan Province, Changsha 410014*)

Abstract This paper is a reply to the queries about research results of “Dongting Lake geology environmental system analysis”. Based on theoretical and macroscopic analysis, together with a series of reliable evidence, tectonic subsidence plays a leading role in modern Dongting Lake evolution. The apparent tectonic subsidence rate in the embanked area of Dongting Lake calculated by authors has been supported both by leveling data and tensification of tectonic movement in continental China since the Quaternary Period. The hypothesis-deductive method applied by the authors is a kind of creative scientific research tool. The basic conclusions of “Dongting Lake geology environmental system analysis” are reliable.

Key words Modern Dongting Lake evolution, Tectonic subsidence, Apparent tectonic subsidence rate, Hypothesis-deductive method