

古珠江河口湾岸线与水下水地形重建*

任 杰, 曾学智, 吴超羽, 莫文渊, 韦 惺

(中山大学近岸海洋研究中心, 广东 广州 510275)

摘 要: 根据现代地形图的等高线与大量测年钻孔资料, 考虑珠江三角洲的地貌格局、海平面变化、沉积压实、构造沉降等影响因素, 对6 000 aBP海侵盛期古珠江河口湾的岸线进行了重建; 同时, 利用修订的古水深计算公式和kriging插值方法, 恢复这一时期的古珠江河口湾水下地形。论文讨论了影响岸线与水深重建的局部地形变化、山麓入水坡度、上游河床坡降等诸多误差因素。结果表明, 珠江三角洲特殊的地形结构是古珠江河口湾岸线与水下水地形合理重建的基础, 重建后的地形分为内、外河口湾两部分, 内湾岛丘众多, 周缘水深相对较浅, 分布有数条古西、北江切割深槽; 外湾等深线大致与岸线平行。

关键词: 古珠江河口湾; 岸线; 水下地形; 长周期模型

中图分类号: P731 **文献标志码:** A **文章编号:** 0529-6579(2010)04-0125-04

Reconstruction of Coastline and Bathymetry of the Pearl River Paleoestuary

REN Jie, ZENG Xuezhi, WU Chaoyu, MO Wenyuan, WEI Xing

(Institute of Estuarine and Coastal Research, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: Considering the impacts caused by the landform patterns, sea level changes, sedimentary compaction and tectonic subsidence, the coastline of the Pearl River paleoestuary at 6 000 a BP is rebuilt based on the elevation contours in recent time and borehole data. The bathymetry of the Pearl River paleoestuary is reconstructed by using the water-depth formula and Kring interpolation. Several error factors influencing the coastline and bathymetry, including local terrain changes, slope of piedmonts, and slope of upper reaches are discussed. The results show that special topographic structures of the Pearl River Delta make it possible to rebuild the coastline and bathymetry of the Pearl River paleoestuary. The Pearl River paleoestuary can be divided into inner and outer parts. There are lots of islands and several ancient channels of the West and North Rivers in the inner estuary. The contours of the outer estuary are parallel to those of the coastline.

Key words: Pearl River paleoestuary; coastline; bathymetry; long-term model

从20世纪初期, 中外学者对珠江三角洲地质地貌的现代科学探讨开始^[1-4], 研究逐渐深入到沉积学、地貌学、水文地理学、河口学等不同学科, 其中包括对珠江三角洲发育演变和珠江河口特性的大量研究工作^[5-11]。对于末次海进盛期以来三角洲发育演变的诸多重要问题, 如海进范围的确定、三角洲的沉积速率、三角洲的演进模式、三角洲的

发育史和等沉积年代线等均进行了深入探讨, 并取得了系列重要成果。以上研究或侧重沉积学, 或对三角洲自然过程和人类活动的影响进行分析和描述。近年来, 吴超羽等^[12-15]基于长周期“动力-沉积-形态”模型, 运用地貌动力学分析方法, 从一个新的视角, 对末次海进盛期以来珠江三角洲的长周期演变过程与动力学机制进行了深入研究,

* 收稿日期: 2009-03-19

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40406016, 40331007); 广东省自然科学基金资助项目(9151027501000111, 06023122)

作者简介: 任杰(1975年生), 男, 博士, 副教授; E-mail: renjie@mail.sysu.edu.cn

极大地丰富了三角洲的沉积动力学理论。

在机制模型中,吴超羽等^[12-15]开发了一类较长时间尺度(100~1 000 a)的动力形态模型(PRD-LTMM),用以探讨珠江三角洲在海进盛期(6 000 aBP)以来的发育演变。此类模型涉及模型约减技术、代表性输入条件等关键问题^[14-15],它运行的基础,同普通的相对成熟的短周期模型(时间尺度为潮)一样,也需要演变起始阶段的地形条件,因此本文对6 000 aBP古珠江河口湾岸线与水下地形的重建是一项重要的基础工作。

1 资料与方法

1.1 资料收集

6 000 aBP古珠江河口湾岸线与水下地形的恢复主要包括2部分资料:①中国人民解放军总参谋部测绘局测量的1:5万和1:10万的地形图,其中5 m等高线是确定古岸线的重要依据,局部岸段根据显著影响因子适当进行修正。②课题组自行打钻与测试分析的18个钻孔及广州地理研究所李平日教授提供的1 600多个钻孔,其中有测年资料的钻孔80个。上述资料是古珠江河口湾岸线与水下地形重建的重要基础。

1.2 重建方法

古岸线恢复方法如下:古岸线向河流延伸一侧的位置参考文献[8]确定,但考虑到模型上游河流入流边界以流量给出,因此适当将恢复的古岸线延伸,拓展至潮区界位置。而古岸线临海一侧的位置则主要由1:5万地形图的5m高等线确定,并根据后面讨论的误差因子作适当修正。

恢复珠江古海湾水下地形,需要用到上述岸线边界条件,及钻孔测年数据。古水深重建公式如下:

$$h = x - H + \Delta x - \Delta z + D_y$$

$$\Delta z = \Delta D\varphi(1 - \varphi)$$

式中, h 为古水深(z 坐标垂直向下,原点高度为现代海平面,m), x 为埋藏深度(钻孔顶到6 000 aBP沉积层的距离,m), H 为钻孔顶部标高(m), Δx 是6 000 aBP与现在海平面的差值(m), Δz 为末次海侵盛期时海相沉积层以下沉积层被压缩的量(正值,m), D_y 为构造升降幅度(上升区为正,沉降区为负,m), ΔD 为6 000 aBP沉积层到基底之间厚度(正值,m),由测年数据推算; φ 是沉积层厚度的压缩率(%)。

根据岸线信息与大量钻孔位置的重建古水深,利用kriging插值方法,即可恢复整个珠江古海湾的水下地形,细节可参考文献^[16-17]。

2 结果与讨论

2.1 影响重建的因素

古珠江河口湾的岸线恢复主要受下面三个因素影响:三角洲地貌类型、构造升降与海平面变化,其中三角洲地貌类型是岸线恢复的地形基础,构造升降与海平面变化则是岸线修正与古水深重建时的重要考虑因素。

2.1.1 三角洲地貌类型 现代珠江三角洲及毗邻的冲积平原在地形上为一个三面环山,一面向海的盆地。其中,平原面积占80.6%,丘陵和山地占13.3%,台地和残丘占6.1%。珠江三角洲平原上的山地丘陵走向与北东向构造线一致,被北西向构造线所切割,经过多次地形旋回,山体破碎。山地丘陵可以辨别出多级夷平面,普遍存在40~50 m、20~25 m及5~10 m多级台地^[7],指示着第四纪以来海陆的变迁和珠江发育的阶段。这些散落在现代三角洲平原上的丘陵和台地对6 000 a来珠江三角洲的发育和河网形成有着重要的控制作用。

2.1.2 珠江三角洲构造升降 根据Shepard海面变化曲线,古海面标志物高程及¹⁴C年代,并考虑沉积物自重致密的压缩率,珠江三角洲平原边缘地区的上升速率为+1.03~+1.8 mm/a,大部分平原地区的沉降速率为-0.59~-0.88 mm/a,局部濒海地区(灯笼沙和万顷沙地区)为-3.44~-3.6 mm/a^[7-8]。后者为水准测量的近代升降值,两者颇为接近。

按沉积学计算的沉降速率,可大致估算三角洲在6 000 a间升降幅度,即边缘地区上升6.18 m,平原地区下降3.54 m,而局部沉陷区下降量可高达20.64 m,可见在三角洲的水下地形重建中构造升降是一个不可忽略的重要影响因素。

2.1.3 海平面变化 10 000 a以来海平面变化的速率可以达到10 mm/a以上,在6 000 aBP海平面逐渐上升到接近现海面位置^[8],至今海平面基本稳定。即使有局部海进,其影响幅度只有1 m左右。本文计算假设6 000 aBP的海平面与现在相当。

2.2 误差影响与分析

根据上述的影响因素与恢复方法,可以确定出6 000 aBP的古珠江河口湾岸线(见图1),但下列因素可能会影响岸线的恢复的精度:①古岸线基本以地形图5 m等高线为界,小部分区域由于资料缺失,采用10 m高程线,高程基面为国家85高程;②5 m或10 m等高线一般分布在三角洲的岛丘台地边缘或坡麓地带,这一地带处于新构造运动

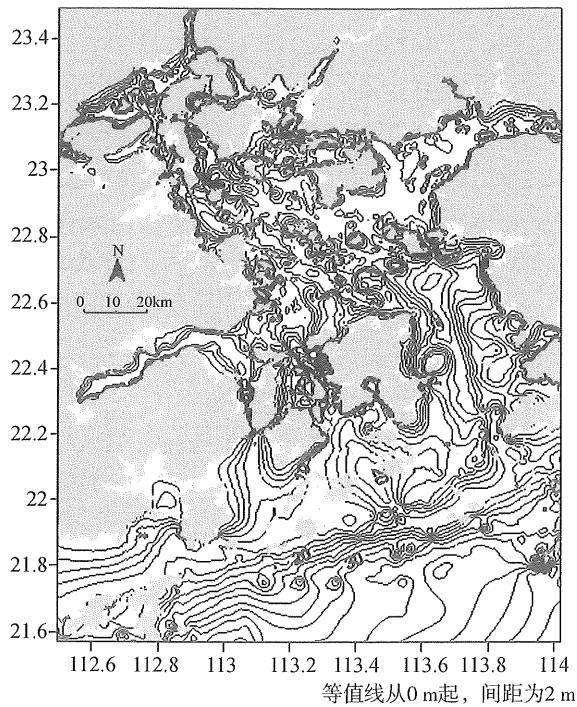


图2 重建后的6 000 aBP水下地形

Fig. 2 Reconstructed bathymetry of the Pearl River paleoestuary at 6 000 aBP

积压实、构造沉降等影响因素, 论文对6 000 aBP海侵盛期古珠江河口湾的岸线进行了重建; 同时, 利用修订的古水深计算公式和 kriging 插值方法, 恢复这一时期的古珠江河口湾水下地形。讨论了影响岸线与水深重建的局部地形变化、山麓入水坡度、上游河床坡降等诸多误差因素。

研究表明, 珠江作为一条古老的河流, 至迟可以追溯到发育在第三纪准平原的水系。当准平原面抬升时, 珠江切入坚硬的古生代岩石。形成珠江从周边山地进入三角洲时的一系列峡谷, 而被切割的山地则成为突出的台地或岛丘, 这些是古水下地形重建的重要依据和参考。重建后的地形分为内、外河口湾两部分, 内湾岛丘众多, 岛丘周缘水深相对较浅, 并分布有数条古西、北江切割深槽; 外湾主要包括30~40 m等深线以内的浅海。

致谢: 本文写作过程中课题组成员包芸教授、何志刚博士等参与了讨论, 承蒙他们提出宝贵意见。李平日教授提供了近2 000个钻孔资料, 在此一并致谢。

参考文献:

- [1] HUBBARD G D. The Pearl River delta[J]. *Lingnan Science Journal*, 1929, 7: 23-34
- [2] 陈国达. 广州三角洲问题[J]. *科学*, 1934, 18(3): 356-364
- [3] HEIM A. Fragmentary observations in the region of Hong Kong, compared with Canton, *Ann. Rept. Geol.*
- [4] 吴尚时. 十公尺海蚀台地之发现[N]. *中山大学日报*, 1937-05-20
- [5] 吴尚时, 曾昭璇. 珠江三角洲[J]. *岭南学报*, 1947, 8(1): 105-122
- [6] 曾昭璇, 吴郁文, 黄少敏, 等. 珠江三角洲历史时期的河道变迁[J]. *热带地貌*, 1981, 2(2): 1-255
- [7] 黄镇国, 李平日, 张仲英, 等. 珠江三角洲形成发育演变[M]. 广州: 科学普及出版社广州分社, 1982.
- [8] 李平日, 乔彭年. 珠江三角洲六千年来的发展模式[J]. *泥沙研究*, 1982, (3): 33-42
- [9] 曾昭璇, 黄少敏. 珠江三角洲历史地貌学研究[M]. 广州: 广东高等教育出版社, 1987
- [10] 龙云作. 珠江三角洲沉积地质学[M]. 北京: 地质出版社, 1997: 78-160
- [11] 赵焕庭. 珠江河口演变[M]. 北京: 海洋出版社, 1990.
- [12] 吴超羽, 包芸, 任杰, 等. 珠江三角洲及河网形成演变的数值模拟和地貌动力学分析: 距今6000-2500a[J]. *海洋学报*, 2006, 28(4): 64-80
- [13] 吴超羽, 任杰, 包芸, 等. 珠江河口‘门’的地貌动力学初探[J]. *地理学报*, 2006, 61(5): 537-548
- [14] 任杰, 吴超羽. 长周期模型中的代表性输入条件[J]. *水科学进展*, 2006, 17(2): 278-282
- [15] 任杰, 吴超羽. 长周期动力地形模型中地形演变方法探讨[J]. *海洋学报*, 2007, 29(1): 76-80
- [16] 史合印. 丘陵和台地在珠江三角洲及其网河形成中的作用[D]. 广州: 中山大学, 2002
- [17] 何志刚, 吴超羽, 莫文渊, 等. 冰后期珠江三角洲沉积物通量的初步研究[J]. *海洋学报*, 2006, 28(6): 72-77