

冰后期最大海侵以来长江口潮波特性的变化*

朱玉荣

(中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

提要 冰后期最大海侵时, 现今长江三角洲地区为一巨大河口湾, 研究古长江河口湾及其周围海域的潮波特性, 并与现今长江口的进行对比, 有助于深入了解长江三角洲形成发育的动力过程。根据冰后期最大海侵时古长江河口湾及其周围海域 35 个计算站一个半日潮周期的潮位、潮流过程曲线得知, 冰后期最大海侵时古长江河口湾及其周围海域的潮波为驻波以及驻波-前进波混合型。此后, 随着古长江河口湾被充填、长江口东进南移, 长江口的潮波也逐渐转变为现今长江口的前进波型。

关键词 冰后期最大海侵, 长江口, 潮波特性

冰后期最大海侵, 约 7 000 ~ 6 500 aBP 时, 现今长江三角洲地区为一巨大河口湾, 湾顶大致在镇江、扬州一带^[1] (图 1)。从那时以来, 这一巨大河口湾便逐渐被充填淤塞为长江三角洲, 同时, 长江河口不断东进并在科氏力作用下逐渐南移, 直至形成现今长江河口。本文将根据冰后期最大海侵时古长江河口湾及其周围海域 35 个计算站一个半日潮周期的潮位、潮流过程曲线, 研究当时古长江河口湾及其周围海域的潮波特性, 并与现今长江口的进行对比, 以揭示冰后期最大海侵以来长江口潮波特性的变化, 这有助于深入了解长江三角洲形成发育的动力过程。国内外学者多根据地质、地貌资料推测古河口湾的潮波特性, 用数值模拟方法对古河口湾的潮波特性进行研究尚不多见。

1 方法

采用包含底摩擦项与科氏力项的二维潮流数学模型, 用 ADI 数值方法计算冰后期最大海侵时古长江河口湾及其周围海域的半日潮汐、潮流。在计算古潮汐、潮流之前, 首先用该模型计算了现在岸线条件下的潮汐、潮流, 在验证潮流模型正确运行后, 即用该模型计算的现在岸线条件下的潮汐、潮流与实测资料相符合后, 再计算古潮汐、潮流。

本文的计算区域包括整个渤海、黄海以及东海大部。计算时所用的冰后期最大海侵时古长江河口湾及

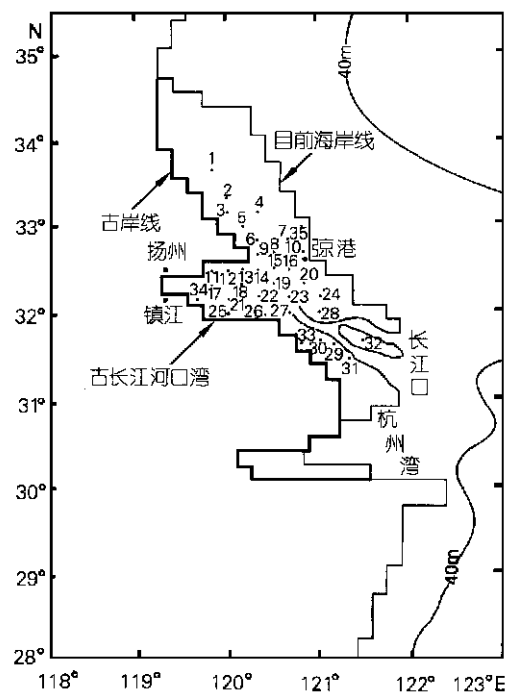


图 1 研究区域与计算站

Fig. 1 The study area and calculated stations

* 国家自然科学基金资助项目 49476380 号; 中国博士后科学基金资助项目。

收稿日期: 1999-10-28; 修回日期: 1999-11-10

其周围地区的古岸线取自文献 [1]; 古水深根据李从先等 1979 年、1993 年以及文献 [2],[3] 中所给出的长江三角洲与钱塘江河口湾地区的众多钻孔资料来确定。计算冰后期最大海侵时的潮汐、潮流时, 在长江与钱塘江径流流入其河口湾处, 最好给出当时的年平均径流量, 但由于当时的情况不清楚, 只好用现今的年平均径流量来代替, 这样做, 等于考虑了河流径流对古潮汐、潮流场的作用。但是, 作者的数值计算结果表明, 将长江与钱塘江径流流入其河口湾处分别作为开边界和闭边界处理, 计算结果基本一致, 由此可见, 河口径流量的大小对研究区的潮汐、潮流场基本无影响。蔡祖仁等 1984 年指出, 冰后期最大海侵以来, 中国东部边缘海的海平面变化为高位小振幅振荡。由于受资料所限, 为使问题简化本文不考虑中国东部边缘海自冰后期以来的海面变化。

2 结果与讨论

分析古长江河口湾及其周围海域 35 个计算站一个半日潮周期的潮位、潮流过程曲线知: 古长江河口湾北岸以北的站, 例如 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 35 号站, 都属于比较典型的驻波站 (见图 2a), 即在这些站, 转流最接近于发生在高、低潮时刻, 涨、落潮最大流速则发生在半潮位时刻; 前进波的特点正与之相反, 即最大流速发生在高、低潮时刻, 转流发生在半潮位时刻。古长江河口湾内 11, 12, 25, 34 号站, 以及古长江河口湾南岸以北的 33 号站也属于比较典型的驻波站 (见图 2b)。其他站, 例如 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32 号站, 兼有驻波与前进波的性质 (见图 2c, d, e), 这些站的潮波在涨潮时偏前进波、落潮时偏驻波, 越接近现今长江口的

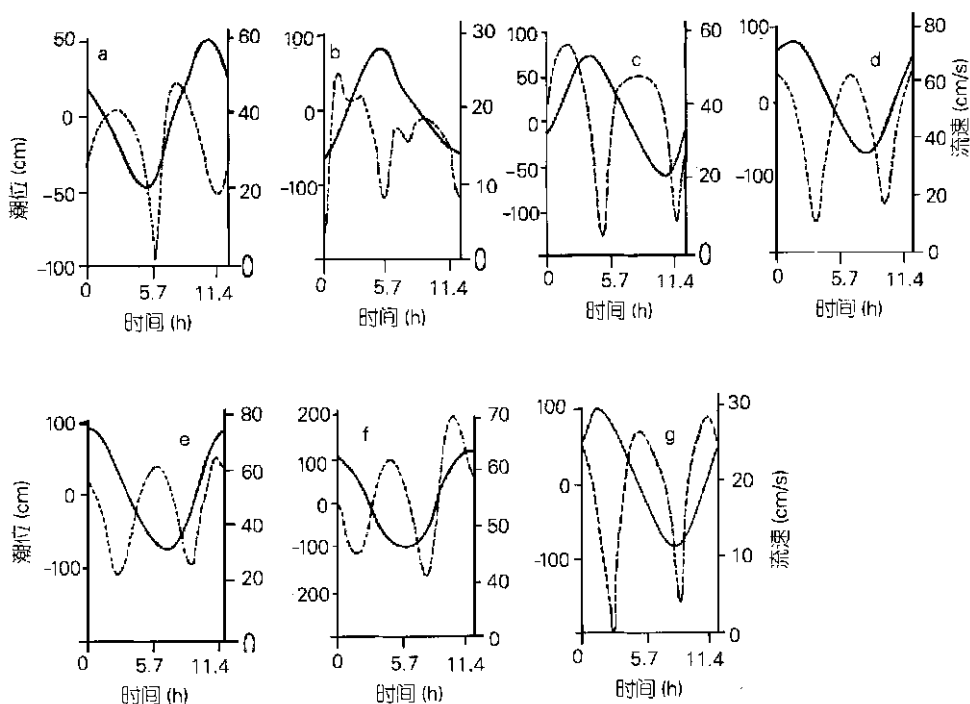


图 2 一个半日潮周期的潮位、潮流过程曲线

(a: 1 站; b: 34 站; c: 21 站; d: 23 站; e: 28 站; f: 32 站; g: 9 站)

Fig. 2 The course curves of tidal level and tidal current velocity during a tidal cycle

(a: station 1; b: station 34; c: station 21; d: station 23; e: station 28; f: station 32; g: station 9)

站其整个潮过程前进波的性质越显著,例如 32 号站(见图 2f)。

为何古长江河口湾口门连线向海侧的站具有驻波性质?从东海进入黄海的前进潮波与其碰到山东半岛后产生的反射波相叠加,便在山东半岛南侧形成驻潮波,驻潮波的节点为山东半岛南侧的无潮点,而古长江河口湾口门外周围海域恰处于驻潮波的波腹区,故这些站具有驻波性质。古长江河口湾内的这些站具有驻波性质很可能是由于潮波自湾外向湾内传播时受湾顶的反射所致。也就是说,虽然古长江河口湾内及其口门外周围海域的站都具有驻波性质,但是造成它们具有驻波性质的原因不同。

在古长江河口湾口门连线外海域的所有计算站中,9 号站的潮差最大,流速最小(见图 2g),推测山东半岛南侧驻潮波波腹的腹点就大致位于该处。9 号站在地理位置上相当于现在的东台附近。古长江河口湾口门外海域的潮流较强,自湾口向湾内潮差变小、潮流流速也变小,这可能与湾内摩擦较大,而此时的河口湾两岸尚较宽、束狭作用较弱所致。随着古长江河口湾进一步充填、两岸束狭作用加强,则有可能潮差自河口湾口门向湾内加强,使湾内出现涌潮现象。陈吉余等^[4]也曾推测 2000 aBP 以来的古长江河口湾内有涌潮现象。

从 35 个站一个半日潮周期的潮位、潮流过程曲线知,古长江河口湾口门连线以外站,例如 1, 23, 28, 32 站(见图 2a, d, e, f),与其以内站,例如 34, 21 站(见图 2b, c)的潮汐、潮流位相相反,即湾内为涨潮、涨潮流时,湾外却为落潮、落潮流。之所以产生这种现象是因为湾内的潮汐、潮流被底摩擦阻滞,致使其位相与陆架上的潮流不再保持一致所致。

冰后期最大海侵以后,长江带来的巨量泥沙不断充填古长江河口湾,长江口不断东进并在科氏力作用下逐渐南移,直至现今长江河口形成。现今的长江河口已移出冰后期最大海侵时驻潮波波腹的影响范围而进入到东海的前进潮波区(见图 1),故现今长江口内、外的潮波已均为前进波,本文的数值计算结果与实测资料^[5]均表明如此。在古长江河口湾充填过程中,黄河曾多次南徙,尤其是最近一次从苏北入海,给

苏北海岸带来大量泥沙,致使苏北岸线不断向海推进,黄河北迁后,泥沙来源断绝,废黄河三角洲地区的海岸线不断蚀退,苏北其他地区的海岸线经受调整,直至现在的位置。冰后期最大海侵时古长江河口湾口门外周围海域的驻潮波波腹区随着古长江河口湾被充填以及苏北海岸的向海推进,已移至现今长江口北岸以北的苏北海岸外,腹点大致位于琼港一带。从图 1 可以看出,自冰后期最大海侵至现在,驻潮波腹点的移动主要发生在东西向,在南北向移动的距离很小。驻潮波腹点的这种移动不会引起驻潮波波长的变化,因为根据计算结果,随着岸线向海推进,与驻潮波腹点相对应的山东半岛南侧的无潮点也在作相应的移动,以致于驻潮波波长基本保持不变。

3 结论

长江河口的潮波由冰后期最大海侵古长江河口湾存在时的驻波以及驻波-前进波混合型逐渐转变为现今长江河口的前进波型。冰后期最大海侵时古长江河口湾口门外海域驻潮波波腹的存在为古长江河口湾的充填、长江三角洲的发育提供了有利的水动力条件。在古长江河口湾充填、长江三角洲发育的同时,钱塘江河口湾不断向海推进,现代杭州湾岸线轮廓逐渐形成。现今琼港外围海域驻潮波波腹的存在,为南黄海辐射状沙脊的形成与维持提供了有利的水动力环境。

参考文献

- 1 朱 诚、程 鹏、卢春成等。地理科学,1996,16(3): 207~213
- 2 秦蕴珊、赵一阳、陈丽蓉、赵松龄。东海地质。北京:科学出版社,1987。137~209
- 3 陈报章、李从先、业治铮。地理学报,1995,50(5):447~458
- 4 陈吉余、恽才兴、徐海根等。见:陈吉余、沈焕庭、恽才兴等著。长江河口动力过程与地貌演变。上海:上海科学技术出版社,1988。31~37
- 5 沈焕庭、谷国传、李九发。见:陈吉余、沈焕庭、恽才兴等著。长江河口动力过程与地貌演变。上海:上海科学技术出版社,1988。73~79

(下转 30 页)

(上接 36 页)

THE CHANGE OF CHARACTERISTICS OF TIDAL WAVE IN THE CHANGJIANG RIVER MOUTH AREA SINCE THE POST-GLACIAL TRANSGRESSION MAXIMUM

ZHU Yirong

(*Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao, 266071*)

Received: Oct. 28, 1999

Key Words: Postglacial transgression maximum, The Changjiang River mouth, Tidal wave characteristics

Abstract

At the postglacial transgression maximum, the modern Changjiang River Delta area was a huge trumpet estuary. The study on the change of characteristics of tidal wave in the Changjiang River mouth area since the postglacial transgression maximum can help to understand the dynamic development process of the Changjiang River Delta better. The course curves of tidal level and tidal current velocity during a tidal cycle for 35 stations are calculated for the postglacial transgression maximum. The results show that the tidal waves in the paleo-Changjiang River estuary and its adjacent area at the postglacial transgression maximum belong to standing wave or a mixture type of standing wave and progressive wave. Since then, the tidal wave in the Changjiang River mouth gradually becomes progressive wave with the Paleo-Changjiang River estuary being filled and the Changjiang River mouth shifting southeastwards. (本文编辑:李本川)