

研究简报

海平面上升对黄浦江潮位和潮量影响的数值计算*

潘良宝

(中国科学院南京地理与湖泊研究所 210008)

摘要 采用 1984 年 8 月 28 日 19 时—29 日 24 时黄浦江米市;渡至吴淞口水位和流量资料,根据描述河道中水流非恒定流动的 Saini-Venant 方程组,建立了模拟黄浦江潮位和潮量特征变化的数值模式。考虑未来海平面上升,预测了黄浦江潮位和潮量的变化及对周围环境的影响。计算结果表明,随着海平面的上升,黄浦江潮位相应增加,高潮位的上升值大于海平面上升值;低潮位的上升值小于海平面上升值,潮差增大。在同一海平面上升值下,潮差增量由下游向上游渐渐增大,随着海平面的上升,涨潮量和落潮量都相应增加。

关键词 海平面上升 Saini-Venant 方程组 数值模式 潮位 潮量

目前,世界气候渐暖,致使全球海平面上升。在未来海平面上升情况下,当吴淞口潮波向上游传播时,沿程水位必将增高,潮流结构也将发生变化。河道水位的增高,不仅会造成周围地区的淹没,而且致使黄浦江上游低洼地的排涝受阻,涝渍加剧,水利工程效益降低;盐水入侵严重影响上海市的供水;潮流结构的变化,会造成泥沙淤积量值和位置的改变,可能影响黄浦江的主航道,造成港区水深的变化。因此,研究未来海平面上升对黄浦江潮位和潮量的影响有重大意义。

1 黄浦江潮位和潮量的现状模拟

1.1 数学模式的建立 河道中描述水流非恒定流动的 Saini-Venant 方程组(庾维德等,1986)是:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial Q}{\partial x} + B \frac{\partial z}{\partial t} = 0 \end{array} \right. \quad (1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial Q}{\partial t} + 2u \frac{\partial Q}{\partial x} + (gA - Bu^2) \frac{\partial z}{\partial x} - u^2 \frac{\partial A}{\partial x} \Big|_z + g \frac{Q|Q|}{Ac^2R} = 0 \end{array} \right. \quad (2)$$

式中, Q 为流量(m^3/s); z 为水位(m); B 为河宽(m); u 为水流速度(m/s); A 为断面过水面积(m^2); R 为水力半径(m); c 为 chezy 系数; g 为重力加速度(m/s^2)。

自大桥至吴淞口将黄浦江划分为 75 个断面,其中断面 46 和 72 是虚拟断面,主要考虑吴淞江(苏州河)和蕴藻浜的集中旁流。取大桥的流量过程为上边界条件,吴淞口的水位过程为下边界条件,应用四点线性隐式格式将方程组(1)和(2)差分离散并与边界条件

* 国家自然科学基金委重大项目,9488007 号;中国科学院重大项目,87-45-03 号。

收稿日期:1991 年 3 月 10 日;接受日期:1992 年 6 月 5 日。

相结合组成一完备的三对角方程组,利用追赶法求解该方程组就得到任何时刻,任何断面上的水位、流量值。

1.2 实况模拟 资料采用米市渡至吴淞口段黄浦江全测河底地形图;1984年8月28日19时至29日24时米市渡、大桥、黄浦公园、吴泾、吴淞口各站水位过程;大桥、吴泾、吴淞口及吴淞江、蕴藻浜各站流量过程。取时间步长为900s进行实况模拟。从图1、图2可知,黄浦江沿江各站的水位及流量实测值与计算值两者相当吻合。由此看来,模式(1)~(2)是能够准确反映感潮河段中非恒定水流的潮位和潮量的变化特征。

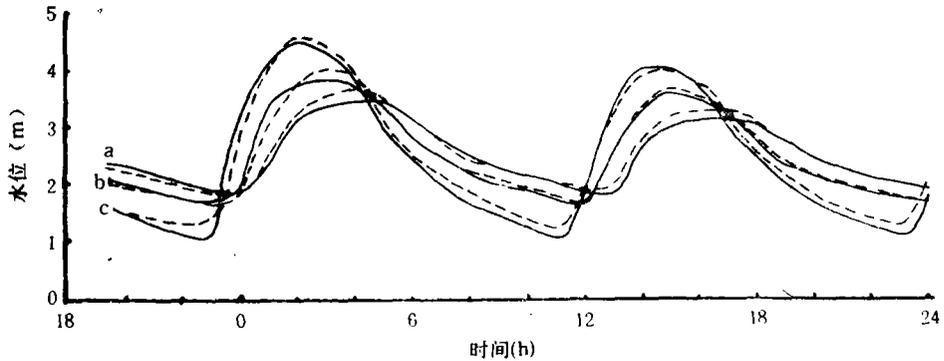


图1 各站水位实测值与计算值比较

Fig. 1 The comparison of the calculated value of tidal with the observed value in each station

a. 大桥; b. 吴泾; c. 黄浦公园。

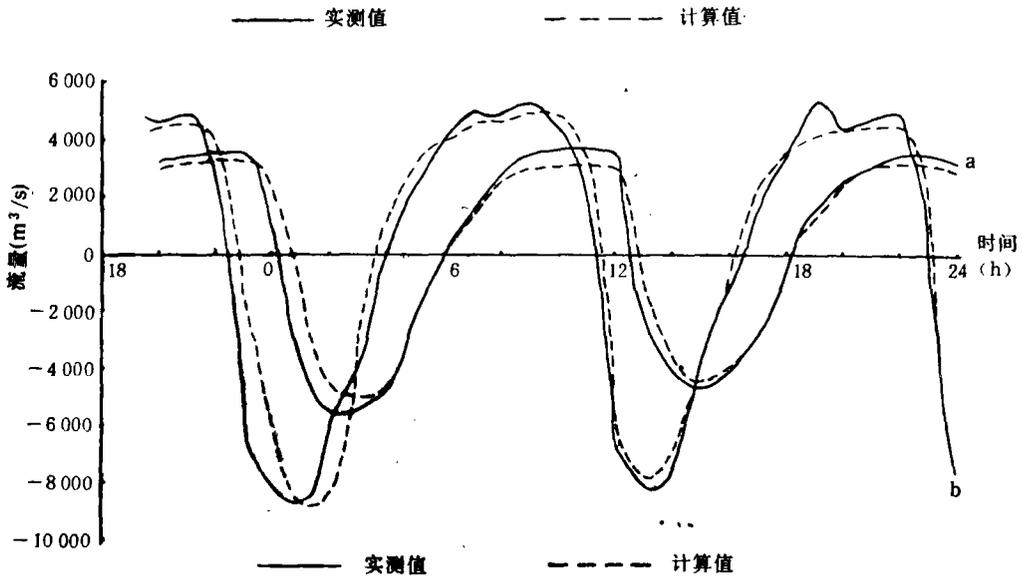


图2 各站流量实测值与计算值比较

Fig. 2 The comparison of the calculated value of tidal discharge with the observed value in each station

a. 吴泾; b. 吴淞口。

2 未来海平面上升对黄浦江潮位和潮量的影响

2.1 未来海平面上升趋势 近百年来,世界海平面以一定速率缓慢上升,这种趋势不仅持续着,而且有所增加。长江三角洲各站二三十年来海平面视变化均为上升,上升速率远大于全球平均值。上海市区海平面上升值估计(朱季文等,1989),2025年海平面上升值为40cm;2050年海平面上升值为80cm。

2.2 海平面上升后黄浦江潮位和潮量变化 利用模式(1)~(2),考虑海平面上升情况,计算黄浦江各段潮位和潮量的变化过程。由图3和表1可见,随着未来海平面的上升,黄浦江沿江潮位也相应增加。高潮位的上升值大于海平面上升值,低潮位的上升值小于海平面上升值。如海平面上升0.4m,黄浦公园高潮位上升0.50m,而低潮位上升0.29m。各

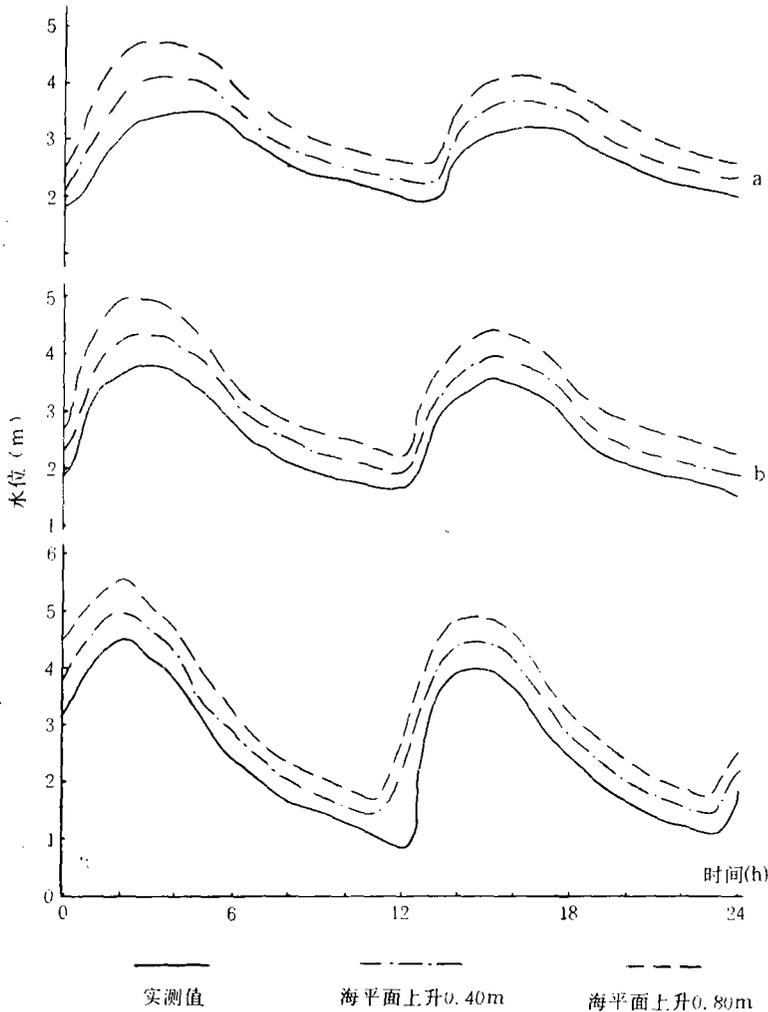


图3 海平面上升前后各站潮位过程比较

Fig. 3 The comparison of tidal level after sea level rise with that before sea level rise in each station

a. 大桥; b. 吴泾; c. 黄浦公园。

站潮差相应增大,在同一海平面上升值下,潮差增量由吴淞口向上游渐渐增大。由图 4 和表 2 可知,海平面上升愈高,涨潮量和落潮量增加愈大,流量主要在其极值附近增长,而在其他地方基本保持不变。

表 1 海平面上升前后黄浦江潮位(m)特征值变化

Tab. 1 The change of the features of tidal level(m) with sea level rise

站名	实 况			海面上升 0.40m			海面上升 0.80m			潮差增量	
	高	低	潮差	高	低	潮差	高	低	潮差	上升 0.40	上升 0.80
大 桥	3.46	1.85	1.61	4.04	2.16	1.88	4.70	2.50	2.20	0.27	0.59
吴 泾	3.79	1.61	2.18	4.36	1.92	2.44	4.95	2.25	2.70	0.26	0.52
黄浦公园	4.49	1.09	3.40	4.99	1.38	3.61	5.51	1.69	3.82	0.21	0.42
吴淞口	4.83	0.79	4.04	5.23	1.19	4.04	5.63	1.59	4.04	0.00	0.00

表 2 海面上升前后吴淞口潮量(10⁴m³)变化

Tab. 2 The change of the features of tidal discharge(10⁴m³) with sea level rise in Wusongkou

1984年8月29日		海面上升 0.40m		海面上升 0.80m	
涨潮量	落潮量	涨潮增量	落潮增量	涨潮增量	落潮增量
19 237.78	18 898.19	875.18	877.04	1 524.85	1 715.07

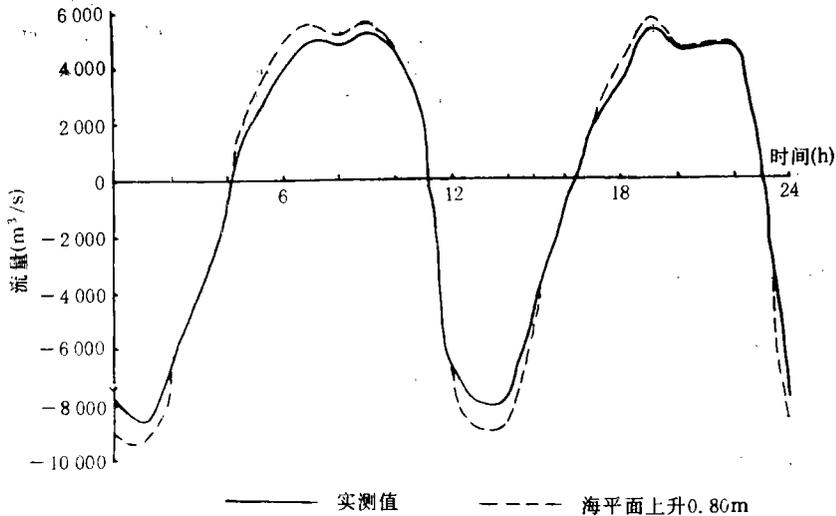


图 4 海平面上升前后吴淞口流量过程比较

Fig. 4 The comparison of tidal discharge after sea level rise with that before sea level rise in Wusongkou

3 海平面上升对黄浦江及其邻近地区的影响

3.1 海平面上升,黄浦江潮位都相应增加,汛期下泄洪水受高潮顶托影响增大,时间增长,黄浦江对于太湖地区的泄洪、排涝能力下降,汛期洪水更易滞留在上游地区的湖泊、水网中,这对农业生产造成很大危害。

3.2 海平面上升,黄浦江潮位和进潮量增加,沿江地区必须加高堤坝,以保证国家和人命财产安全。同时,潮汐对黄浦江影响将更加深远,盐水入侵的程度加强,影响增大。

参 考 文 献

- 朱季文等,1989,海平面上升对长江三角洲和苏北滨海平原影响的初步分析。江苏资源与环境,江苏教育出版社(南京)7—14。
 庾维德,赵小霞,黄 菊,1986,明渠一维非恒定流隐式差分数值解,水利学报,4:41—47。

A NUMERICAL CALCULATION OF THE EFFECT OF SEA LEVEL RISE ON TIDAL LEVEL AND DISCHARGE OF HUANGPU RIVER

Pan Liangbao

(Nanjing Institute of Geography and Limnology, Academia Sinica, 210008)

ABSTRACT

The effect of sea level rise on coastal areas represents one of most important subjects of global change. Huangpu River will be one of the areas most vulnerable to impact. Future sea level rise will inundate wetlands and lowlands, exacerbate the risk of flood and waterlogging, threaten protection engineering and increase the salinity in this area.

Based on Saini-Venant equations, a numerical model to simulate the variation of tidal level and discharge of Huangpu River is developed. Prediction of tidal current and its effect on the environment is made by using the model in the case of sea level rise. The calculation results show:

(1) Huangpu River high-low tidal level(tidal table) rises with rise of sea level. The extent of rise of the high tide is greater than that of rise of sea level, but rise of the low tide is smaller than that of rise of sea level resulting in increase in tidal range.

(2) The volume of discharge for ebb and flood flow increases with sea level rise,

Key words Sea level rise Saini-Venant equations Numerical model Tidal level
 Tidal discharge