

珠江河口治理工程对水环境容量的影响研究

姜海萍 汪德

(河海大学水文水资源及环境学院 江苏 南京 210098)

摘要 利用二维动态模型对澳门附近水域治导线工程前后对水体纳污能力的影响进行分析 ,结果证明工程实施后主干流水环境容量略有增大 ,工程是有利的 .此外 ,还提出了单元体水环境容量的概念 ,对澳门附近水域治导线工程前后水环境容量空间分布作了初步探讨 .

关键词 水环境容量 动态模型 单元体水环境容量

中图分类号 :X522 文献标识码 :A 文章编号 :1000-198X(2001)01-0093-03

水环境容量的研究是水污染总量控制的一个重要内容 .本文针对澳门附近水域治导线工程前后可能对水体纳污能力的影响 ,建立了二维动态模型 .在此基础上 ,引入单元体特征容量和允许容量的概念 ,计算了水域内各单元体水环境容量及其时空分布规律 .对于治理工程项目来说 ,它可以帮助规划者考虑到较小局部处的水流状况及容量分布规律 ,对具体的工程方案设计比选有着积极的参考意义 .

1 水动力学模型及水质数学模型

流场采用二维浅水潮波方程计算 :

∂ξ/∂t + ∂/∂x[(h + ξ)u] + ∂/∂y[(h + ξ)v] = 0 (1)

∂u/∂t + u ∂u/∂x + v ∂u/∂y - fv + g ∂ξ/∂x + gu √(u² + v²) / (h + ξ)c² = 0 (2)

∂v/∂t + u ∂v/∂x + v ∂v/∂y + fu + g ∂ξ/∂y + gv √(u² + v²) / (h + ξ)c² = 0 (3)

式中 :ξ——自由面抬高 ;h——局部水深 ;u ,v——x 与 y 方向按深度平均的速度分量 ;f——柯氏系数 ;c——谢才系数 .坐标系的选择不图 1 .

水质模型采用二维模式 ,其方程如下 :

∂(HC)/∂t + ∂(HuC)/∂x + ∂(HvC)/∂y = ∂/∂x(HDx ∂C/∂x) + ∂/∂y(HDy ∂C/∂y) - KCH + SH (4)

式中 :C——污染物浓度 ;H——总水深 ,H = h + ξ ;u ,v——x ,y 方向的速度分量 ;Dx ,Dy——x ,y 方向的混合系数 ,可根据 Elder 经验公式计算 :Dx = 5.93Hg¹/²u/c ,Dy = 5.93Hg¹/²v/c ;c——谢才系数 ;K——降解系数 ;S——单位时间、单位体积的源或汇¹²].初始条件为 C(x ,y ,0) = 0 ;闭边界条件为 ∂C/∂n = 0 ;开边界条件 ,流出时 ∂C/∂t + Vn ∂C/∂t = 0 ,流入时 C(x ,y ,t) = 0 .

控制方程的求解采用交替方向隐式差分法(ADI 法)²~⁴].空间步长取 100 m ,时间步长取 10 s .模型验证选用 1994 年 7 月 24 日洪水大潮水文测验资料进行模拟验证 .图 2、图 3 是洪湾水道马骊洲的潮位验证情况

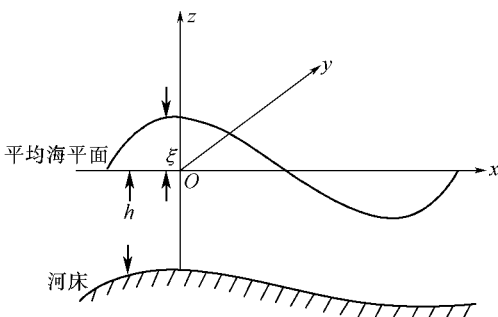


图 1 坐标系的选择
Fig.1 Coordinates system

和水质验证情况.从图中可看出,计算值与实测值拟合较好,说明模型是可靠的.

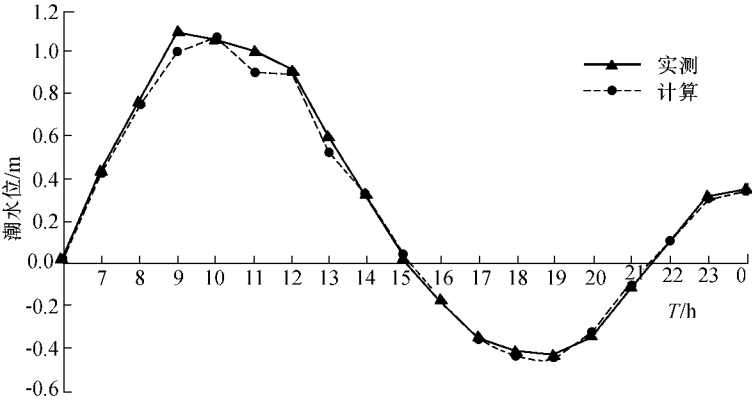


图 2 马骊洲潮位验证

Fig.2 Computed and measured tides level at Maliuzhou

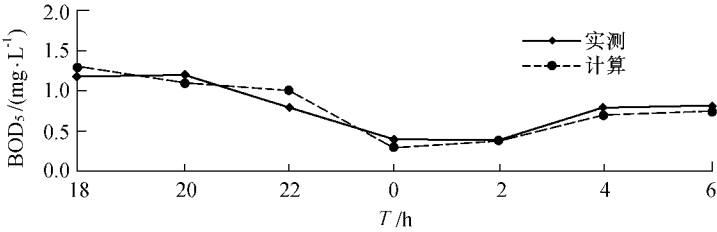


图 3 马骊洲水质验证(BOD₅)

Fig.3 Computed and measured BOD₅ at Maliuzhou

2 工程前后水环境容量计算

2.1 水质目标

考虑到研究水域主要以珠海、澳门附近水域为主,根据这片水域水体功能区的划分,主要以水上运动、水上渔业及航运为主,故水质保护目标定为海水水质标准 GB3097—82 中的 II 类标准.因此,环境容量计算中的水质要素标准值为 $C_{SBOD} = 3\text{ mg/L}$, $C_{SCOD} = 4\text{ mg/L}$.

2.2 水环境容量与单元体水环境容量计算

在河口工程方案比选中,仅从总量上讨论环境容量是不够的.本文提出的单元体水环境容量的概念可以分析环境容量的时空分布.单元体水环境容量是指计算网格所代表的水体的水环境容量.它可以反映水域环境容量的时空分布,从而更好地比较工程方案的效果.单元体水环境容量分为单元体水环境特征容量和单元体水环境允许容量,其计算方法如下:

$$W_{\text{特}i,j} = C_s V_{i,j} K_{i,j} / DA \tag{5}$$

$$W_{\text{允}i,j} = (C_s - C_{0i,j}) V_{i,j} K_{i,j} / DA \tag{6}$$

式中: $W_{\text{特}i,j}$, $W_{\text{允}i,j}$ ——单元体水环境特征容量、允许容量, $\text{g}/(\text{d} \cdot \text{m}^2)$; C_s ——水体保护目标值, mg/L ; $C_{0i,j}$ ——单元体水质本底浓度, mg/L ; $V_{i,j}$ ——单元体体积, m^3 ; $K_{i,j}$ ——单元体降解系数, $1/\text{d}$; DA ——单元体水面面积, m^2 .

针对 1994 年 7 月 24 日洪水大潮和 1997 年 3 月 26 日枯水大潮这两种水文潮型,分别对工程方案前、工程方案后进行水环境容量计算,以枯水大潮下五日生化需氧量(BOD_5)特征容量的计算结果示于图 4.

2.3 结果分析

a. 方案前与不同方案之间单元体水环境特征容量,在枯水大潮情况下,变化幅度不超过 $0.03\text{ g}/(\text{d} \cdot \text{m}^2)$;洪水大潮情况下,变化幅度不大于 $0.04\text{ g}/(\text{d} \cdot \text{m}^2)$.对于单元体水环境允许容量,在枯水大潮情况下,变化幅度不超过 $0.13\text{ g}/(\text{d} \cdot \text{m}^2)$;洪水大潮情况下,变化幅度不大于 $0.09\text{ g}/(\text{d} \cdot \text{m}^2)$;

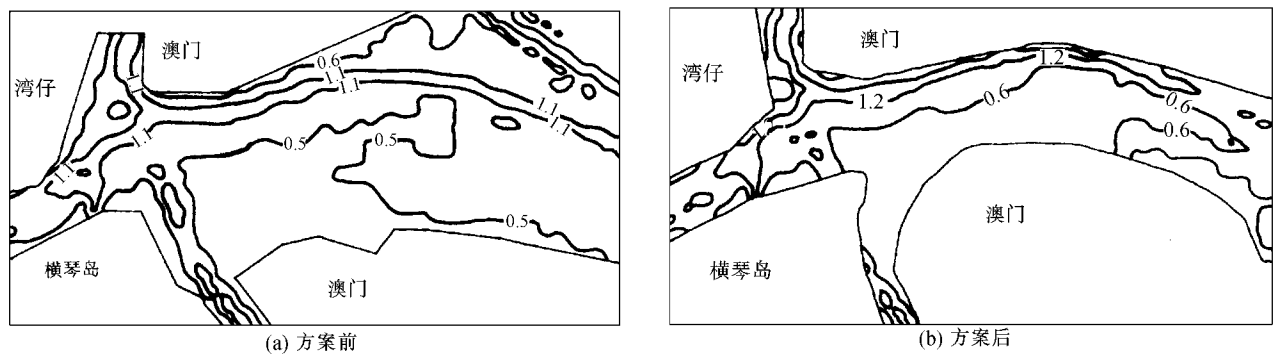


图 4 规划方案前后枯水大潮下 Wc_{BOD} 分布(高高潮)
Fig.4 Wc_{BOD} distribution before and after planned project (high-high tides)

- b. 从环境容量空间分布上看,单元体水环境容量较集中在主干流上.方案后的单元体水环境容量在主干流上有微弱增大的趋势.此外,汇流区的单元体水环境容量较方案前有所增加;
- c. 考虑到该水域水质现状,单元体水环境允许容量小于单元体水环境特征容量,尤其是 COD 允许容量大大小于特征容量.

3 结 论

根据以上分析,珠江口澳门附近水域治导线规划各方案实施后对水环境容量在主干流上有微弱增大的趋势,汇流区水环境容量有所改善.但是,由于水体体积的减小,方案后的总环境容量都比方案前小,当然,这不完全是方案本身的问题.这里,以考虑前者为主的话,可以认为治导线规划对水环境容量的影响是有利的、积极的.

参考文献:

[1] 张书农.环境水力学[M].南京:河海大学出版社,1988.15 ~ 150.

[2] HWANG Byung-gi , LUNG Wu-seng. Implicit scheme for estuarine water-quality models[J]. J of Environmental Engineering ,1996 , 122 (1) 63 ~ 66.

[3] 汪德.计算水力学的理论与应用[M].南京:河海大学出版社,1989.10 ~ 200.

[4] Zhou J J , Lin B N ,Wang L X. 2-D mathematical model for river flow[J]. J of Hydraulic Eng ,1991 ,79(3) 32 ~ 36.

Impact of Regulating Project on Water Quality near Macao

JIANG Hai-ping ,WANG De-guan

(College of Water Resources and Environment , Hohai Univ. , Nanjing 210098 ,China)

Abstract : A two dimensional dynamic model is used in the analysis of the impact of a planned regulating project on the dissolving capacity of the water body near Macao. The results from computation show that the dissolving capacity of the water body of the Pearl River would be slightly increased after the project is constructed. In the paper , a concept of unit water dissolving capacity is proposed and used in the analysis of the spatial variation of the dissolving capacity in the area near Macao before and after the planned regulating project.

Key words : dissolving capacity ;dynamic model ;dissolving capacity of unit water