

海湾中营养盐、COD和石油烃的迁移转化模式

崔江瑞 张珞平
(厦门大学海洋与环境学院 福建厦门 361005)

摘要: 污染物在海洋中的迁移转化,体现了海洋的净化能力。研究污染物在海洋中的迁移转化机理是海洋环境管理极为重要的内容。目前国内外对污染物在海洋中迁移转化的研究,只限于对某一种污染物的单独研究,没有系统的总结,并且大部分都是定性的描述,缺乏定量计算。现有模型大多比较复杂、计算量较大,无法将其应用于海湾环境容量研究的数值模型计算中。本文针对这一问题,提供了一套能满足海湾环境容量数值模型计算的切实可行的污染物降解模式,并且提出要控制总氮、总磷的理论,应用于厦门湾海洋环境容量研究中。

关键词: 污染物 迁移转化 环境容量

中图分类号: TQ1

文献标识码: A

文章编号: 1672-3791(2009)07(b)-0135-01

海洋是地球表面最大的水体,其他各类水体的污染物都可能汇集到海洋中去,使海洋污染日趋严重。因此研究污染物在海洋中的迁移转化机理,治理污染保护海洋环境已经迫在眉睫。目前研究存在问题:(1)基础研究居多,系统研究少,难以应用在数值模型计算等应用研究中;(2)大多是定性描述,缺乏定量,难应用到海洋污染管理中。

根据国家908项目的要求,选定厦门西海域、同安湾为研究区域。西海域位于厦门岛西部,包括嵩屿港区-鼓浪屿码头和大德记-厦港避风坞连线以北海域;同安湾位于厦门岛北部,包括五通-澳头连线以西海域。这两个海域均属半封闭型海湾。厦门西海域和同安湾的海水环境质量各评价因子中,主要超标因子为无机氮、活性磷酸盐和大肠菌群^[3,6]。由于大肠菌群无法进行容量计算,因此本文的污染因子确定为COD、总氮和总磷,对石油烃类也做出估算。

1 模型研究

1.1 N、P的迁移转化估算方法

1.1.1 模型比较

目前较成熟的营养盐的迁移转化模型主要有以下两种。

(1)基于营养盐在多介质海洋环境中迁移-转化多箱模型^[4]。

多箱模型的条件是,假设:浮游植物作为一个功能群,不考虑种类、粒径、不同生长期等之间得区别;浮游植物对溶解无机氮(DIN)、磷酸盐(PO_4-P)等营养盐吸收/释放过程遵循Redfield比值,并且对DIN得吸收不区分 NH_4-N 和 NO_3-N 。该模型的主要内容包括:氮、磷营养盐输入,营养盐生物、化学迁移-转化内循环,以及溶解态和颗粒态物质水物理迁移3个逻辑模块。

(2)近岸海域污染物迁移转化的三维水动力模型^[1]。

本模型在分析近海环境中各种物理、化学和生物过程的基础上,针对这种多因素作用下的复杂过程,将污染物扩散输移的湍流模型与多组分污染物的生物、化学转化模型相结合,建立了统一考虑物理、化学和生物过程综合作用的近岸海域多组分三维水动力学模型。模型可同时模拟水温、盐度、悬浮固体、大肠杆菌、生化需氧量、溶解氧、有机氮、氨氮、硝酸盐氮、亚硝

酸盐氮、藻类、腐植质以及营养物质氮、磷、硅等多个水质状态变量及其相互作用。

这两种模型较复杂计算量大,考虑环境因子多,实际可操作性差,无法应用于海湾环境容量研究的数值模型计算中,在本问中应用性不大。

1.1.2 方法确定

目前无法得出切实可行的营养盐(氮和磷)的生化迁移转化的模型或计算方法,本文出现场测定海水总氮、总磷、无机氮和无机磷含量,确定总氮与无机氮、总磷与无机磷的比值的方法。

厦门湾海水水样无机氮与总氮的比值比较稳定,无机氮占总氮的比例在37.3%到45%之间,平均值为41.2%。无机磷的含量在0.038mg/L~0.040mg/L。活性磷酸盐占总磷比例在39.2%到85%,平均为62.1%。根据厦门海域海湾水质规划要求,西海域和同安湾中氮磷含量均应符合三类水质标准,即无机氮0.4mg/L,无机磷0.03mg/L,可以看出各个海区无机氮和无机磷均严重超标。根据无机氮与总氮的比例62.1%和无机磷与总磷的比例41.2%,估算出厦门湾平均总氮、总磷的控制浓度应分别为0.999mg/L和0.055mg/L。

1.2 COD迁移转化估算

建立K与温度及初始浓度关系式^[2]:

$$\ln K = -\frac{5374}{T} + 15.35 \quad (1)$$

K为降解速率常数。

厦门湾海水平均温度21.3,代入公式[1]计算K是0.05d⁻¹,得出厦门海湾中COD的降解动力学方程:

$$C = C_0 e^{-0.05t} \quad (2)$$

1.3 石油烃类的迁移转化估算方法

1.3.1 模型比较

目前较为成熟的石油烃在海洋环境中迁移转化模型主要有以下两种。

(1)石油烃在多介质海洋环境中迁移转化箱式模型^[4]。

该模型条件主要包括海水温度和风速两个环境因子,以及海湾相邻外海海水中石油烃参照浓度。主要内容包括石油烃输入、大气物理迁移,水物理迁移、浮游植物、微生物和悬浮颗粒6各逻辑模块,共涉及20个动力学过程。

(2)河口港湾中石油烃的自然风化模式^[5]。

河口港湾中石油烃的自然风化模式主要考虑海水含油量、温度、盐度对石油烃风化速率的影响。其中降解速率常数随含油量增加而增大、随温度提高而增大、随盐度增加而下降。

1.3.2 模型确定

箱式模型较复杂,在本研究中应用性不大。风化模式能较准确地定量溶解油的迁移转化规律。本文采取第二种方法。

厦门海区年平均水温21.3;海水盐度本文取28.76%。代入公式:

$$\ln k = 0.0535(27.8 - S) + 5.78 \times 10^{-4}(T - 298) / 298T + \ln 0.015 \quad (3)$$

计算出k的值为0.0091 L/d⁻¹,得出石油烃的迁移转化表达式:

$$C = C_0 / (0.0091tC_0^{0.1} + 1)^{10} \quad (4)$$

2 结语

将本文中公式(2)和(4)直接应用于厦门湾环境容量数值模型计算中。厦门湾平均总氮、总磷的控制浓度应分别为0.999mg/L和0.055mg/L。把总氮、磷的浓度控制标准应用于厦门湾海洋环境容量的数值模拟计算中,解决数值模型计算中营养盐生化迁移转化模型缺失的问题。

参考文献

- [1] 刘浩,尹宝树.辽东湾氮、磷和COD环境容量的数值计算[J].海洋通报,2006,25(2):46~53.
- [2] 邱巍.长江口竹园排污区COD降解系数的测试与分析[J].上海水利,1996(4):4~33.
- [3] 关琰珠.厦门市近岸海域水环境污染现状及对策研究[J].海洋环保,2006:136~138.
- [4] 王修林,等.胶州湾主要化学污染物海洋环境容量,中国近海海域污染物排海总量控制理论与应用.2006.
- [5] 张珞平,等.河口港湾海水中石油烃的自然风化模式[J].海洋学报,1988(1):1~117.
- [6] 赵卫红.福建近岸海域水质现状及污染防治对策[J].福建地理,2006,21(2):107~115.

项目基金:我国近海海洋综合调查与评价(908专项)。