

自净作用下渤海海域 COD 环境容量研究

郁蔚兰,王 诺*,刘忠波,李 慧 (大连海事大学交通运输管理学院,辽宁 大连 116026)

摘要: 为测算自净作用下我国渤海 COD 环境容量,按地理特征将渤海水域划分为莱州湾、渤海湾、辽东湾以及渤海中部 4 个分区,从水动力交换扩散和化学降解两个方面入手,一方面利用各分区水半交换周期分别求得 COD 的扩散能力,另一方面利用 COD 衰减规律得到其降解能力,综合后得到各分区在不同水质标准下 COD 的环境容量.研究表明,渤海各湾水域 COD 浓度和环境容量各不相同,其中,莱州湾水质属于较清洁,在此区间内还有 26% 的环境余量;渤海湾水质属于轻度污染,在此区间内还有 5% 的环境余量,辽东湾水质属于较清洁,在此区间内还有 88% 的环境余量.

关键词: 海洋; 环境; 容量; COD; 渤海

中图分类号: X145 **文献标识码:** A **文章编号:** 100-6923(2015)05-1579-07

COD environmental capacity of different zones of the Bohai Sea with the consideration of self-purification. YU Tiao-lan, WANG Nuo*, LIU Zhong-bo, LI Hui (College of Transportation Management, Dalian Maritime University, Dalian 116026, China). *China Environmental Science*, 2015,35(5): 1579~1585

Abstract: To determine the partial water quality, it is essential to divide large water area into smaller partitions according to the geographical structure. In present paper, China's Bohai Sea was divided into four zones (i.e., Laizhou Bay, Bohai Bay, Liaodong Bay and the center of Bohai Sea). The hydrodynamic induced mass convection and diffusion and the chemical degradation were considered, the former was used to compute the diffusion capability of cumulative chemical oxygen demand (COD) in different zones, and the latter was applied to solve COD decreasing property, thus the degradation ability could be estimated. After the comprehensive consideration of these two parts, the COD environmental capacity was obtained with different water quality standards considered. The result shows that COD capacity is different in these four areas. For Laizhou Bay, the COD concentrations could satisfy the standard of "relatively clean", and the environmental capacity has additional 26% to reach the standard; For Laizhou Bay, the COD concentrations was very close to the standard of "light pollution", and the environmental capacity only has 5% left. For Liaodong Bay, COD concentrations met the standard of "relatively clean", and the environmental capacity remained 88%.

Key words: sea; environment; capacity; COD; Bohai Sea

海洋对污染物本身具有巨大的自净能力,这一能力主要来自两个方面,一是水体会持续不断从沿岸向远海流动交换,使得水中污染物得以扩散,浓度逐渐被稀释;再是大自然具有生物化学降解作用,部分污染物随着时间推移会逐渐自行降解.海洋的这种自净能力,使得其使所接纳的污染物浓度始终处于动态变化中.

目前,关于海域水交换问题已有一些研究成果,如引入半交换时间的概念,采用类似于放射性同位素的半衰期来研究海域通过对流扩散作用稀释为初始浓度一半时所需的时间^[1];采用不同水交换数值模拟的计算方法^[2-5];研究不同海域

水交换能力和特性等^[6-8].关于 COD 生物化学降解问题,邱巍等^[9]通过大量实验研究了长江口竹园排污口的 COD 在各种条件下的化学降解过程,得出降解系数主要跟 COD 浓度和水体温度有关;郭栋鹏^[10]通过实验发现 COD 降解规律符合一级反应动力学过程.在海洋环境容量方面,Zhao 等^[11]利用三维对流扩散模型并结合降解过程模拟了渤海 COD 浓度分布,推算了渤海海域的 COD 环境容量.综上分析发现,因不同海域在地理位置、

收稿日期: 2014-10-05

基金项目: 教育部人文社会科学研究规划基金项目(12YJA630128)

* 责任作者, 教授, wangnuodl@126.com

水域面积、水交换能力以及岸线与地形复杂程度上的差异,对面积较大水域仅以平均指标描述水交换过程及降解效率并不能有效反映各局部水域的水质情况,整体上水质标准清洁,其局部水域的污染可能已到了相当严重的程度.因此,对于大范围海域的研究,对于大范围海域的研究,只有具体分析各局部水域的污染状况和环境容量,才能够有针对性的对海洋环境进行管理.

渤海是我国水域面积最大的半封闭内海,水域面积约 75600km²,平均水深 18m,东面以宽 59n mile 的渤海海峡与黄海相通.近几十年来,随着渤海沿海地区经济建设的飞速发展,海洋污染情况日益严重,降低陆源污染投资代价巨大.为了有效制定环境保护政策,避免水质污染状况继续恶化,结合自净能力分析计算渤海中各海湾在不同污染标准下 COD 环境容量,已成为当务之急.文中按地理特征将渤海水域划分为莱州湾、渤海湾、辽东湾以及渤海中部 4 个分区,从水动力交换扩散和化学降解两个方面入手,研究各分区在不同水质标准下 COD 的环境容量.

1 计算模型

1.1 水动力与水质模型

海洋水交换的能力主要取决于水半交换的时间.根据水流形成机理,构建渤海水半交换时间的数值模型由两部分组成:即在风、潮汐和热盐作用下瞬时流动的水动力模型和计算保守物质浓度输运的水质模型.前一模型的分析结果可为后一模型提供对流输运场和湍流扩散系数,通过对水质点的追踪以及考虑风、潮汐和水密度梯度的作用,便可计算出水半交换模型的特征值.

本文采用斜压模型作为水动力模型,该模型已多次用于渤海海域的水动力分析^[8].设岸界水质点的法向流速为零,利用渤海海峡水文站大长山岛水文站(39°16'N,122°35'E)和鸡鸣岛水文站(37°7'N,122°29'E)实测结果,采用 HAMSOM 三维斜压分层模型,以 5'×5'水平网格,垂直分 10 层建立水动力模型.水质变量的质量守恒控制方程为:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} + v \frac{\partial C}{\partial y} + w \frac{\partial C}{\partial z} =$$

$$\frac{\partial}{\partial x} [A_x \frac{\partial C}{\partial x}] + \frac{\partial}{\partial y} [A_y \frac{\partial C}{\partial y}] + \frac{\partial}{\partial z} [A_z \frac{\partial C}{\partial z}] + S_c \quad (1)$$

式中: C 表示水质状态变量浓度; u 、 v 和 w 分别为 x 、 y 和 z 方向的速度; A_x 、 A_y 和 A_z 分别为 x 、 y 和 z 方向的扩散系数; S_c 为单位体积源汇项.

由于式(1)包含了物理输运、平流扩散和动力学过程,因而在求解时,需将动力学项与物理输运项脱耦.若对物理输运的质量守恒方程与盐度方程采用相同形式,则对流扩散输运方程为:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} + v \frac{\partial C}{\partial y} + w \frac{\partial C}{\partial z} =$$

$$\frac{\partial}{\partial x} [A_x \frac{\partial C}{\partial x}] + \frac{\partial}{\partial y} [A_y \frac{\partial C}{\partial y}] + \frac{\partial}{\partial z} [A_z \frac{\partial C}{\partial z}] \quad (2)$$

当 C 表示保守物质的浓度时,则只考虑物理输运,可用式(2)计算,其数值解法和水动力模型中盐度的质量守恒方程相同.岸界和垂直边界采用无通量条件,初始浓度假定北黄海(渤海的边界)浓度为 0.5 单位,渤海全海区为 1 单位分布,水质模型与水动力模型设置网格相同,时间步长为 900s.

1.2 水交换作用下 COD 累积量计算模型

排入海中污染物会通过水体对流产生输运和稀释扩散,进而不断与外部海域进行交换,其间不断有剩余的污染物累积下来.如果污染物排海量逐年减少,那么这一累积量便会减少,反之,则会逐年增加.

对于渤海,水交换是由沿岸向中部水域进行的(图 1),根据水半交换时间的定义,可构建出污染物累积量数学模型.由水交换的递进过程,该模型包含两个部分:一部分是陆源污染物进入渤海沿岸水域的累积量,见式(3);另一部分是污染物经渤海中部与渤海外部实现水交换的累积量,见式(4).

$$A_{i,n} = a_{i,n} \int_{n-1}^n (1/2)^{(t-n+1)/H_i} dt + (1/2)^{1/H_i} A_{i,n-1} \\ (i=1,2,\dots,N-1; n=1,2,\dots,\infty) \quad (3)$$

式中: $i=1,2,\dots,N-1$ 表示渤海沿岸水域分区; $A_{i,n}$ 表示沿岸水域分区 i 第 n 个单位时间的污染物累积量; $a_{i,n}$ 表示沿岸水域分区 i 第 n 个单位时间污染物排放量; H_i 表示沿岸水域分区 i 的水半交换

时间; t 表示积分变量。

$$A_{N,n} = \sum_{i=1}^{N-1} (A_{i,n-1} + a_{i,n} - A_{i,n}) \int_{n-1}^n (1/2)^{(t-n+1)/H_N} dt + (1/2)^{1/H_N} A_{N,n-1} \quad (i=1,2,\dots,N-1; n=1,2,\dots,\infty) \quad (4)$$

式中: $A_{N,n}$ 表示渤海中部(即分区 N)第 n 个时间单位的污染物累积量; H_N 表示渤海中部水半交换时间。

1.3 COD 降解计算模型

根据渤海湾模拟实验研究成果^[12],COD 的降解过程基本符合一级反应动力学规律,其衰减速率方程为:

$$\frac{dC}{dt} = -kC \quad (5)$$

$$\text{即: } C = C_0 \exp(-kt) \quad (6)$$

$$\text{或: } \ln\left(\frac{C}{C_0}\right) = -kt \quad (7)$$

式中: C 表示 t 时刻 COD 浓度,mg/L; t 表示反应时间; d ; C_0 表示最初时刻 COD 浓度,mg/L; k 表示衰减速率, d^{-1} ,即单位生物量在单位时间内完成降解的污染量。

1.4 水交换和降解过程共同作用下 COD 残余量计算

结合式(3)、式(4)和式(5),可推导出渤海各分区水交换和降解共同作用下 COD 残余量计算公式。设 $S_{i,0} = a_{i,1}$, $i=1,2,\dots,N-1$, $n=1,2,\dots,\infty$, $S_{N,0} = 0$, 有:

$$E_{i,n} = a_{i,n} \int_{n-1}^n [1 - 1/2^{(t-n+1)/H_i}] dt + S_{i,n-1} [1 - (1/2)^{1/H_i}] \quad (8)$$

$$E_{N,n} = \sum_{i=1}^{N-1} E_{i,n} \int_{n-1}^n [1 - (1/2)^{(t-n+1)/H_N}] dt + S_{N,n-1} [1 - (1/2)^{1/H_N}] \quad (9)$$

$$D_{i,n} = a_{i,n} \int [1 - e^{-k(t-n+1)}] dt + S_{i,n-1} (1 - e^{-k}) \quad (10)$$

$$D_{N,n} = \sum_{i=1}^{N-1} E_{i,n} \int_{n-1}^n [1 - e^{-k(t-n+1)}] dt + S_{N,n-1} (1 - e^{-k}) \quad (11)$$

$$S_{i,n} = S_{i,n-1} + a_{i,n} - E_{i,n} - D_{i,n} \quad (12)$$

$$S_{N,n} = S_{N,n-1} + \sum_{i=1}^{N-1} E_{i,n} - E_{N,n} - D_{N,n} \quad (13)$$

式中: $E_{i,n}$ 表示分区 i 第 n 个单位时间在水交换作用下 COD 经交换减少的量; $D_{i,n}$ 表示分区 i 第 n 个单位时间在生化作用下 COD 降解的量; $S_{i,n}$ 表示分区 i 第 n 个单位时间水交换和降解共同作用下 COD 残余量; $a_{i,n}$ 表示分区 i 第 n 个单位时间污染物排放量; H_i 表示分区 i 半交换时间; t 表示积分变量。

将式(12)~(13)累加后,即得到渤海 COD 的残余量

$$S_n = \sum_{i=1}^N S_{i,n} \quad (14)$$

式中: S_n 表示渤海 COD 残余量。计算时,可以假定开始 COD 排放量为零,这样处理,在经过多个半交换周期以后,对最终残余量的计算结果并无较大影响。

2 模型求解

2.1 水半交换时间

根据渤海岸线的轮廓、地形和水域的气候条件及其独特的水流循环结构,将渤海划分为莱州湾、渤海湾、辽东湾和渤海中部 4 个分区,应用计算机软件 MIKE21 进行深海潮汐及海流的模拟,并与实测的潮汐和潮流资料作比较后,得到渤海海域的流场见图 1。自图 1 可知,渤海 4 个分区水交换过程是先由莱州湾、渤海湾和辽东湾交换到渤海中部,然后再由渤海中部交换到黄海(图 2)。各分区水体参数见表 1。

根据魏浩^[8]的结果,以平均气象条件和协振潮、外部流驱动得到的环流场输入水质模型,同时考虑风、潮汐和水密度梯度的作用,积分 3 年分别计算出各湾水域平均浓度为初始浓度一半的时间,即莱州湾水体完成一次半交换的时间需 0.52a;渤海湾需 0.83a;辽东湾需 2.26a;渤海中部需 1.38a。

2.2 衰减速率求解

为得到渤海 COD 衰减速率,先根据渤海近 10 年 COD 的排放量的统计值,利用式(8)~(14)试算出不同 k 值下渤海整体的累积浓度,将计算结

果与渤海实测的 COD 平均浓度进行对比,其误差最小时的 k 值即为所求.

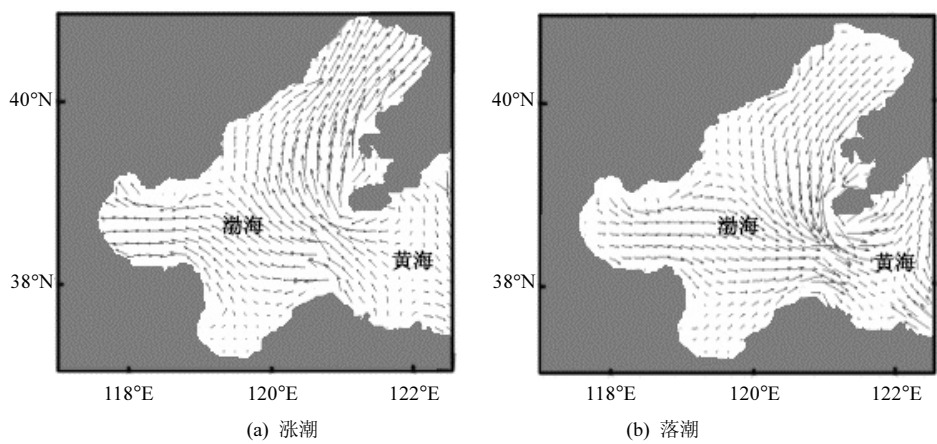


图 1 渤海海区流场模拟
Fig.1 Simulation of tidal flow field in the Yellow Sea and Bohai Sea

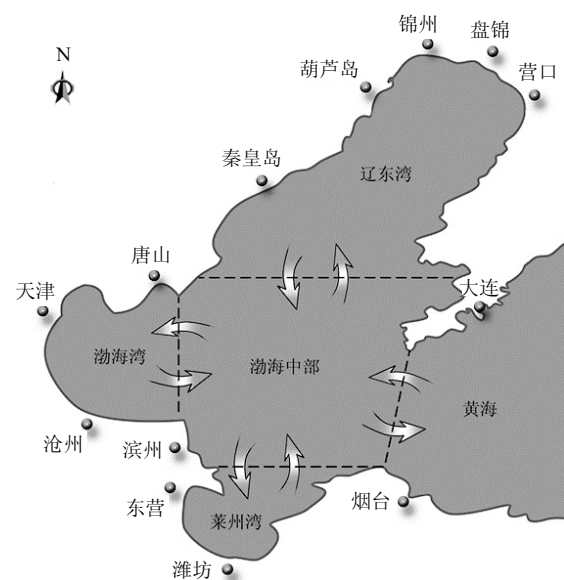


图 2 渤海水域分区及水交换方向
Fig.2 Partitions of Bohai Sea and the illusion of the water exchange

表 1 渤海水域各分区参数					
Table 1 Parameters of the zones of the Bohai Sea					
参数	莱州湾	渤海湾	辽东湾	渤海中部	总计
水域面积(km ²)	11040	11530	25070	27960	75600
平均水深(m)	12.50	15.00	21.82	26.96	—
水体体积(km ³)	138.00	172.95	546.96	753.80	1730.00

(1) 渤海各分区 COD 排放量统计

按照地理划分,莱州湾沿岸有山东省的东营、烟台、潍坊和滨州 4 个城市;渤海湾沿岸有沧州、天津和唐山 3 个城市;辽东湾沿岸有葫芦岛、锦州、盘锦、营口、大连和秦皇岛 6 个城市.设排入海域污染物主要以陆源污染统计为基础,2004~2013 年统计值数据来源于我国环境统计公报和海洋统计年鉴,当个别数据缺失时,采用内插值或以多年平均值补齐^[13-15].由于自 2011 年开始,我国环境保护部对统计方法及相关技术规定等进行了修订,COD 的统计范围扩展为工业源、农业源和城镇生活源.为便于分析,将 2004~2013 年的 COD 排放统计值按新的口径统一进行换算,结果见表 2.

(2) 渤海 COD 浓度实际观测

目前,我国在渤海共设环境观测站 160 个,其中,国家环保局 140 个,国家海洋局有 20 个,根据我国海洋统计年鉴统计,2004~2007 年以及 2009 年渤海 COD 的实测平均浓度依次为 1.04、1.18、1.21、1.50、1.36mg/L.

(3) 渤海 COD 衰减速率计算

利用 COD 残余量计算结果与实测 COD 浓度进行比较,便可确定渤海水域 COD 衰减速率 k 值.经试算,当衰减速率 k 取为 0.061 时,两者误差为 4.86%,此点为误差最小值(表 3).因此,本文选取 $k=0.061$ 作为渤海各分区 COD 浓度分析的计

算参数.不同 k 值下 COD 浓度实测值与计算值的平均相对误差见图 3.

表 2 2004~2013 年渤海各水域 COD 排放量($\times 10^4$ t)
Table 2 COD emissions of the bays in the Bohai Sea from 2004 to 2013 ($\times 10^4$ t)

年份	莱州湾		渤海湾		辽东湾	
	统计	换算	统计	换算	统计	换算
2004	46.80	72.70	51.15	74.23	24.47	36.71
2005	44.40	69.10	51.83	75.25	31.51	47.27
2006	44.60	69.40	53.22	77.33	31.35	47.03
2007	43.00	67.00	51.70	75.05	30.70	46.05
2008	40.40	63.10	47.83	69.25	28.56	42.84
2009	38.00	59.50	45.81	66.22	27.51	41.27
2010	36.80	57.70	44.35	64.03	26.48	39.72
2011	72.36	72.36	76.32	76.32	51.55	51.55
2012	71.23	71.23	75.65	75.65	54.66	54.66
2013	69.69	69.69	72.04	72.04	56.50	56.50

表 3 渤海 COD 浓度实测值与计算值比较($k=0.061$)
Table 3 The comparison between the calculated value and the measured COD concentrations ($k=0.061$)

年份	渤海浓度实测值 (mg/L)	$k=0.061$	
		计算值(mg/L)	相对误差(%)
2004	1.04	1.08	3.85
2005	1.18	1.20	1.69
2006	1.21	1.25	3.31
2007	1.50	1.29	14.00
2009	1.36	1.38	1.47
平均相对误差	—	—	4.86

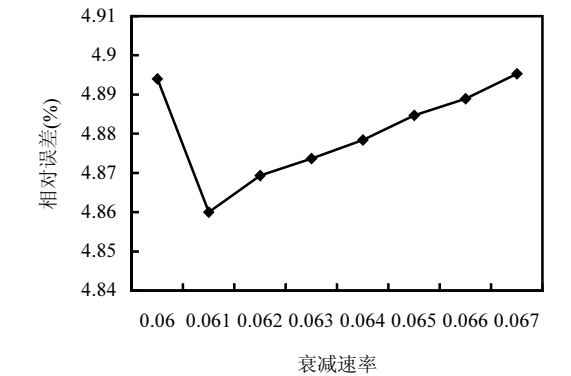


图 3 不同 k 值下 COD 浓度实测值与计算值的相对误差
Fig.3 Relative error between the computed COD concentration and the measured data for different degradation coefficient

2.3 COD 浓度计算
根据渤海近岸各湾 COD 排放量(表 2),当 $k=0.061$ 时,由式(8)~(14)可得到 2004~2013 年渤海各分区 COD 浓度(表 4).

表 4 2004~2013 年渤海各水域 COD 累计浓度(mg/L)
Table 4 Accumulated COD concentrations of the bays in the Bohai Sea from 2004 to 2013 (mg/L)

年份	莱州湾	渤海湾	辽东湾
2004	1.95	2.19	0.62
2005	2.13	2.97	0.78
2006	2.09	3.33	1.01
2007	2.34	3.56	1.28
2008	2.30	3.69	1.42
2009	2.30	3.81	1.59
2010	2.24	3.77	1.71
2011	2.95	4.15	1.84
2012	2.85	4.12	1.99
2013	2.74	3.95	2.12

3 不同水质标准下各湾的 COD 容纳余量

3.1 COD 污染状况
根据我国国家海水水质标准(GB3097-1997), COD 含量小于等于 2mg/L 属于清洁水质;大于 2mg/L,小于等于 3mg/L 属于较清洁水质;大于 3mg/L,小于等于 4mg/L 属于轻度污染水质;大于 4mg/L,小于等于 5mg/L 属于中度污染水质;大于 5mg/L 属于重度污染水质.对比表 3,可以判断出在 2004 年至 2013 年间,莱州湾 COD 污染程度属于较清洁,但呈上升趋势;渤海湾 COD 浓度由较清洁一度上升为中度污染,后又降到轻度污染,总体上升幅度较大;辽东湾 COD 浓度由清洁上升为较清洁,呈直线上升趋势,详见图 4.

3.2 COD 环境容纳余量
环境容纳余量是指在一定标准下,某一环境容纳污染物后还剩余的负荷容量,反映了环境容纳污染物的能力.根据定义,不同海水水质标准下渤海各分区 COD 环境容纳余量计算公式为:

$$Q_i = [(C_j^s - C_i^b)/(C_j^s - C_{j-1}^s)] \times 100\% \quad (i=1, 2, 3, j=1, 2, 3, 4, 5) \quad (15)$$

式中: $i=1, 2, 3$ 分别表示莱州湾、渤海湾和辽东湾;

$j=1,2,3,4$ 分别表示清洁、较清洁、轻度污染和中
度污染; Q_i 是分区 i 的 COD 环境余量; C_j^s 是水质
标准 j 下的 COD 浓度上限,如 $C_1^s=2.00$,以此类
推; C_i^b 是分区 i 的 COD 浓度值.

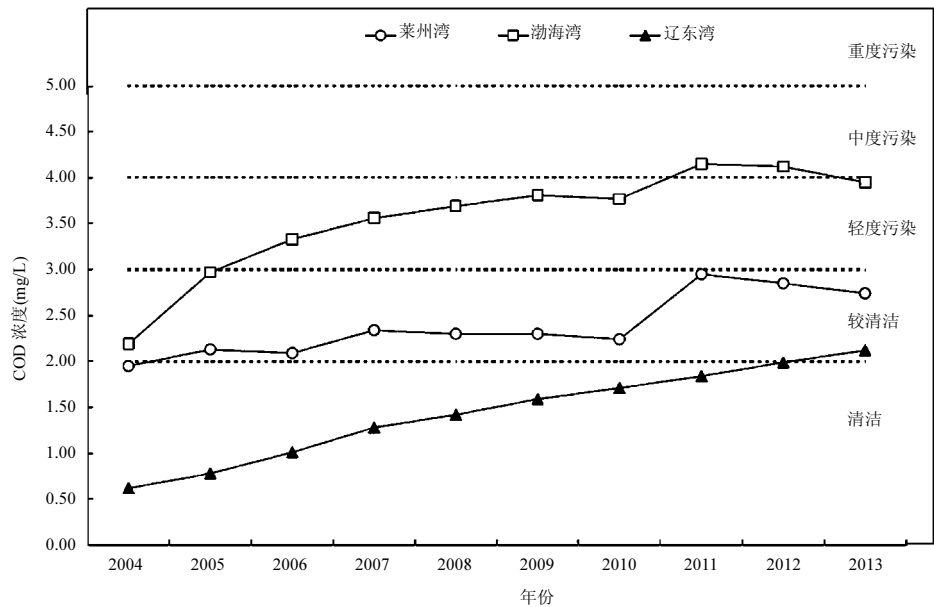


图 4 渤海各分区 COD 浓度的年度变化
Fig.4 Annual COD concentrations evolution process for different bays in the Bohai Sea

利用式(15),可得到 2013 年莱州湾、渤海湾
和辽东湾在相应水质标准区间内 COD 的环境容
纳余量,即在较清洁区间内莱州湾环境容纳余
量为 26%;在轻度污染区间内渤海湾的环境容纳
余量为 5%;在较清洁区间内辽东湾的环境容纳
余量为 88%.

4 结语

以渤海沿岸的莱州湾、渤海湾和辽东湾以及
渤海中部为不同水域分区,以水动力交换和降解
作用两个方面分别分析计算,即利用不同水域分
区水半交换周期构建出 COD 累积量计算模型,
计算出 COD 的扩散能力;同时,利用 COD 衰减速
率方程计算渤海水域的 COD 降解能力,综合后
得到渤海沿岸各分区在不同水质标准下 COD 的
环境容纳余量.结果发现,尽管莱州湾、渤海湾及
辽东湾同属渤海,但 COD 污染情况却相差较大.
到 2013 年,莱州湾水质的 COD 污染程度属于较
清洁,在此标准下还剩余 26%的环境余量;渤海湾

属于轻度污染,在此标准下还剩余 5%的环境余
量;辽东湾属于较清洁,在此标准下还剩余 88%的
环境余量.

上述分析结果对于有效制定环境保护措施
具有重要参考价值.在治理渤海水域 COD 污染
时,对莱州湾、渤海湾和辽东湾应实行区别对待,
尤其是近期应严格控制渤海湾的 COD 排放量.
分析中还发现,由于渤海水域面积较大,对沿岸海
域仅按 3 个分区开展污染容量研究还显不够,尤
其是辽东湾面积过大,所以对水质污染程度的分
析结果相对该湾北部营口一带水域的实际污染
状况过于乐观.因此,还可以按本文思路将研究水
域范围进一步缩小,以便得到更贴近实际污染状
况的结果,这可作为下一步深入研究的内容.

参考文献:

[1] Luff R, Pohlmann T. Calculation of water exchange times in the ICES-boxes with a eulerian dispersion model using a half-life time approach [J]. Deutsche Hydrografische Zeitschrift,

- 1995,47(4):287-299.
- [2] 董礼先,苏纪兰.象山港水交换数值研究 I.对流-扩散型的水交换模式 [J]. 海洋与湖沼,1999,30(4):410-415.
- [3] 姚炎明,彭 辉,杜雅杰,等.象山港分区水交换数值研究 [J]. 海洋学报(中文版),2014,36(1):126-130.
- [4] 张宇铭,宋朝阳,吴克俭,等.环渤海排污口临近海域水交换能力研究 [J]. 中国海洋大学学报(自然科学版),2014,44(5):1-7.
- [5] Sun J, Tao J H. Relation matrix of water exchange for sea bays and its application [J]. China Ocean Engineering, 2006,20(4): 529-544.
- [6] Wei H, Zhao L, Feng S. Comparison of the tide-induced Lagrangian and Eulerian mean circulation in the Bohai Sea [J]. Chinese Limnology and Oceanography, 2001,19(2):121-132.
- [7] Wei H, Hainbucher D, Pohlmann T, et al. Tidal-induced Lagrangian and Eulerian mean circulation in the Bohai Sea [J]. Journal of Marine Systems, 2004,44(4):141-151.
- [8] 魏 皓,田 恬,周 锋,等.渤海水交换的数值研究-水质模型对半交换时间的模拟 [J]. 青岛海洋大学学报(自然科学版), 2002,32(4):519-525.
- [9] 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):33-36+12.
- [10] 郭栋鹏,徐明德.黄海南部海水中 COD 降解规律的研究 [J]. 太原理工大学学报,2008,39(4):358-361.
- [11] Zhao X X, Wang X L, Shi X Y, et al. Environmental capacity of 18chemical oxygen demand in the Bohai Sea: modeling and calculation [J]. Chinese Journal of 19Oceanology and Limnology, 2011,29(1):46-52.
- [12] 乔璐璐,刘容子,鲍献文,等.经济增长下的渤海环境容量预测 [J]. 中国人口·资源与环境,2008,18(2):76-81.
- [13] 苏一兵,雷 坤,孟 伟.陆域活动对渤海海岸带的影响 [J]. 中国水利,2003,(3):78-80.
- [14] 王修林,崔正国,李富强.渤海 COD 入海通量估算及其分配容量优化研究 [J]. 海洋环境科学,2009,28(5):497-500.
- [15] 渤海环境保护总体规划(2008-2020) [Z].
- 作者简介：**郁黥兰(1988-),女,江西吉安人,大连海事大学博士研究生,主要研究方向为交通工程与环境.

国外城市水体综合整治案例

奥地利维也纳多瑙河:生态治理运用到各领域

多瑙河全长 2850km,是欧洲第二长河,奥地利首都维也纳市地处其中游.维也纳多瑙河综合治理开发,形成了一套现代化的河流综合治理和开发体系,即在传统治理理念基础上突出生态治理概念,并运用到防洪、治污、经济开发等各个领域.主要措施包括两方面:

一是建设生态河堤.恢复河岸植物群落和储水带,是维也纳多瑙河治理和开发的主要任务之一.基于“亲近自然河流”概念和“自然型护岸”技术,在考虑安全性和耐久性的同时,充分考虑生态效果,把河堤由过去的混凝土人工建筑,改造成适合动植物生长的模拟自然状态,建成无混凝土河堤或混凝土外覆盖植被的生态河堤.

二是优化水资源配置和使用.维也纳周边山地和森林水资源丰富,其城市用水 99%为地下水和泉水,维持了多瑙河的自然生态流量.维也纳严禁将工业废水和居民生活污水直接排入多瑙河,污水由紧邻多瑙河的两座大型水处理中心负责处理,出水水质达标后,大部分排入多瑙河,少部分直接渗入地下补充地下水.此外,严格控制沿岸工业企业数量并严格监管.

摘自中国环境报

2015-04-20