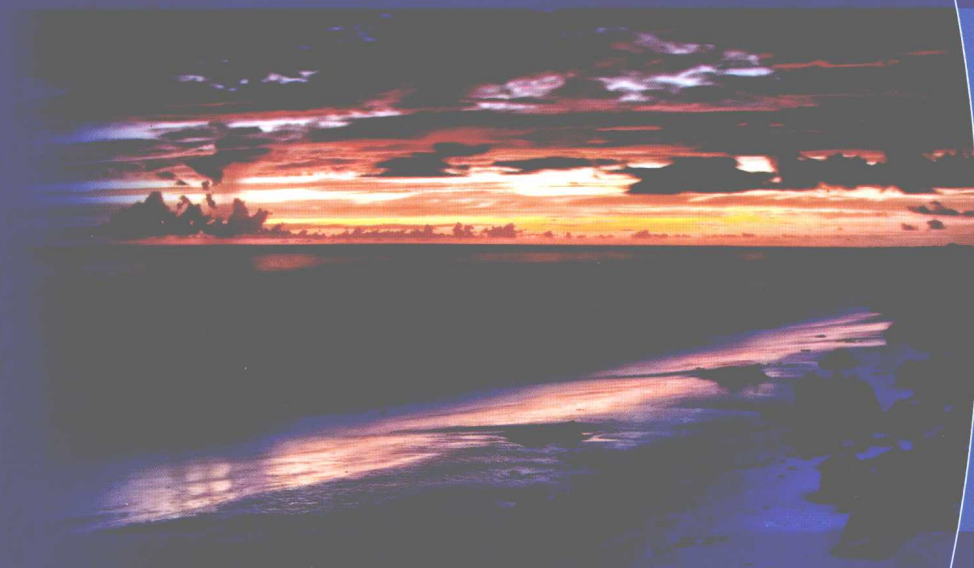




我国近海海洋综合调查与评价专项成果
“十二五”国家重点图书出版规划项目



WOGUO JIN'AN
DIANXING HAIYU
HUANJING ZHILIANG
PINGJIA HE HUANJING
RONGLIANG YANJIU

我国近岸典型海域 环境质量评价和环境容量研究

关道明 主编



海洋出版社

我国近岸典型海域 环境质量评价和环境容量研究

关道明 主编

海洋出版社

2011年·北京

图书在版编目(CIP)数据

我国近岸典型海域环境质量评价和环境容量研究/关道明主编. —北京:海洋出版社,2011. 11

ISBN 978 - 7 - 5027 - 8132 - 3

I. ①我… II. ①关… III. ①近海 - 海洋环境质量 - 环境质量评价 - 中国 ②近海 - 环境容量 - 研究 - 中国 IV. ①X55

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 218558 号

责任编辑:钱晓彬

责任印制:刘志恒

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

(100081 北京市海淀区大慧寺路 8 号)

北京画中画印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所经销

2011 年 11 月第 1 版 2011 年 11 月第 1 次印刷

开本:889 mm × 1194 mm 1/16 印张:14. 25

字数:356 千字 定价:68. 00 元

发行部:62132549 邮购部:68038093 总编室:62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

前言

Foreword

近年来,随着沿海地区人类经济和社会活动的不断发展,我国近岸海域,特别是人口密集、工业发达的海湾附近海域所承受的环境压力越来越大,海洋环境质量状况呈明显下降的趋势,主要表现为海水水质恶化、赤潮灾害频发、生态系统失衡、渔业资源衰退等,对人类活动和经济发展的不利影响日益凸显。为了优化沿海地区产业结构,强化海洋环境污染治理,推动沿海地区社会经济的可持续发展,开展近岸海域环境质量评价和环境容量研究,实现入海污染物排放总量控制是十分必要的。

本书的主要内容来源于国家海洋局 908 专项任务“我国近岸典型海域环境质量评价和环境容量研究”(908—02—02—03)的研究成果。该任务选择了我国近岸海域具有代表性的 9 个海湾——大连湾、锦州湾、莱州湾、胶州湾、杭州湾、罗源湾、三门湾、厦门湾和大鹏湾,先期开展海洋环境质量评价和环境容量研究,并针对其排放特征、环境特征和环境质量现状,给出污染物总量控制的对策和建议,为海洋环境管理决策提供科学依据。

上述 9 个海湾是我国近岸海域最具代表性的海湾,从地理位置上来说,位于渤海的有 2 个(锦州湾和莱州湾);位于黄海的有 2 个(大连湾和胶州湾);位于东海的有 4 个(杭州湾、罗源湾、三门湾和厦门湾);位于南海的有 1 个(大鹏湾),它们涵盖了我国的四大海域。从社会经济方面来看,既有位于我国沿海经济发达地区的大连湾、胶州湾和厦门湾,又有位于经济相对欠发达地区但发展潜力较大的三门湾和罗源湾,还有位于我国东北老工业基地且重金属污染较为严重的锦州湾;既有兼具海湾和近海特点、海域面积大、跨多个行政区域的杭州湾和莱州湾,又有由我国内地和香港特区共同管辖、在污染治理领域需要跨地区合作的大鹏湾。通过对这些典型海湾环境质量评价和环境容量的研究,可以为我国在其他污染海湾继续开展环境容量研究和污染物总量控制提供示范作用。

海洋的环境容量是指在不造成其不可承受的影响下,环境所能容纳的某种污染物的能力。它包含两层含义:第一,污染物是客观存在于环境之中的,只要不超过环境的承受能力(即一定的阈值),就不会对环境造成不利影响;第二,在特定的环境功能前提下,环境中所能容纳的某种污染

物的量是有限的,即环境容量是可以量化的。基于这一基本定义,海洋环境容量通常分为自净容量和管理容量两个体系。前者着重阐述决定海洋环境容量的主要迁移—转化过程,特别是由此所导致的目标海域海水中污染物数量的变化关系;后者着重阐述各个污染源在具有确定海洋环境容量阈值的前提下,所允许排放的污染物数量,以总量控制为目标的环境容量研究用到的就是这一概念。

海洋环境质量评价和环境容量研究不仅涉及海洋科学的诸多分支学科,如物理海洋学、海洋化学、海洋生态学、环境海洋学和海洋管理学等,也涉及海洋科学的多种研究方法和技术手段,如理论分析、数值模拟、现场调查、实验分析、数据处理等。为了高质量地完成这一任务,国家海洋环境监测中心、中国海洋大学、国家海洋局第二海洋研究所、国家海洋局东海分局、国家海洋局南海分局和厦门大学成立了由本领域具有一定造诣的专家学者和有志于投身本领域研究的青年科技骨干组成的研究团队。在项目实施和本书的编写过程中,各方通力合作,密切配合,真正体现了学科交叉、协作攻关的现代学术精神。本书的相关成果不仅对中国近岸海域主要化学污染物海洋环境容量研究具有重要的科学意义,而且对海洋行政管理部门制定科学、合理、具有可操作性的近岸海域污染物排海总量控制制度和排放方案等都具有重要的科学依据和参考价值。

本书在上述海湾污染源资料收集和补充调查、环境质量现状调查与评价、污染物水动力输运扩散研究、污染物环境容量计算的基础上编写完成。全书内容由环境容量概述、调查研究方法、各海湾环境质量评价和环境容量研究、污染物总量控制对策与措施建议等章节组成,各海湾根据其地理位置按由北到南的顺序排列。

本书在编写过程中,得到国家海洋局 908 专项办公室、908—02—02—03 课题组全体成员、课题依托单位相关领导、专家和工作人员的大力支持与无私帮助,在此谨表诚挚谢意。

此外,本书在编写过程中也得到了海洋公益性行业科研专项经费项目(No. 200805069)、国家海洋环境监测中心海洋环境监测评价联合工作组的协助和配合,海洋出版社钱晓彬编辑等人耐心、细致的工作为本书增色甚多,在此一并谢忱。

编 者

2011 年 5 月 31 日于大连

目次

我国近岸典型海域环境质量评价和环容量研究

第1章 环境容量概述	(1)
1.1 环境容量的一般定义	(1)
1.2 管理环境容量	(1)
1.3 剩余环境容量	(1)
1.4 允许排放量	(2)
第2章 研究方法概述	(3)
2.1 污染源调查	(3)
2.1.1 点源污染物	(3)
2.1.2 面源污染物	(3)
2.2 海洋环境调查	(5)
2.2.1 水动力要素	(5)
2.2.2 水质和沉积物要素	(5)
2.3 海洋环境质量评价方法	(5)
2.3.1 水质和沉积物质量	(5)
2.3.2 海水富营养化	(5)
2.4 水动力数值模拟方法	(6)
2.4.1 基本方程	(6)
2.4.2 边界和初始条件	(6)
2.4.3 计算范围和计算参数	(7)
2.4.4 计算方法	(7)
2.5 污染物扩散数值模拟	(7)
2.5.1 基本方程	(7)

2.5.2 边界条件	(7)
2.6 水交换数值模拟方法	(8)
2.6.1 基于欧拉观点的污染物浓度示踪法	(8)
2.6.2 基于拉格朗日观点的粒子示踪法	(9)
2.7 环境容量计算方法	(9)
2.7.1 响应系数场	(9)
2.7.2 允许排放量	(10)
第3章 大连湾环境质量评价和环境容量研究	(12)
3.1 污染源调查与评价	(13)
3.1.1 资料来源	(13)
3.1.2 污染物入海负荷	(13)
3.2 环境质量调查与评价	(17)
3.2.1 环境质量调查	(17)
3.2.2 环境质量评价	(21)
3.3 水动力数值模拟	(23)
3.3.1 计算条件	(23)
3.3.2 模型验证	(23)
3.3.3 计算结果与评价	(24)
3.4 水交换数值模拟	(26)
3.4.1 计算条件	(26)
3.4.2 计算结果与评价	(27)
3.5 污染物扩散数值计算	(28)
3.5.1 计算条件	(28)
3.5.2 计算结果与评价	(28)
3.6 环境容量计算	(33)
3.6.1 现状排放状况下总量控制	(33)
3.6.2 总量控制目标	(38)
第4章 锦州湾环境质量评价和环境容量研究	(40)
4.1 污染源调查与评价	(40)
4.1.1 资料来源	(40)
4.1.2 污染物入海负荷	(41)

4.2 环境质量调查与评价	(42)
4.2.1 环境质量调查	(42)
4.2.2 环境质量评价	(43)
4.3 水动力数值模拟	(44)
4.3.1 计算条件	(44)
4.3.2 模型验证	(44)
4.3.3 计算结果与评价	(45)
4.4 污染物扩散数值计算	(48)
4.4.1 计算条件	(48)
4.4.2 计算结果与评价	(48)
4.5 环境容量计算	(50)
4.5.1 响应系数计算	(50)
4.5.2 计算结果与评价	(52)
第5章 莱州湾环境质量评价和环境容量研究	(56)
5.1 污染源调查与评价	(56)
5.1.1 资料来源	(56)
5.1.2 污染物入海负荷	(57)
5.2 环境质量调查与评价	(58)
5.2.1 环境质量调查	(58)
5.2.2 环境质量评价	(60)
5.3 水动力数值模拟	(61)
5.3.1 计算条件	(61)
5.3.2 模型验证	(61)
5.3.3 计算结果与评价	(62)
5.4 水交换数值模拟	(63)
5.4.1 计算条件	(63)
5.4.2 计算结果与评价	(63)
5.5 污染物扩散数值计算	(65)
5.5.1 计算条件	(65)
5.5.2 计算结果与评价	(66)
5.6 环境容量计算	(67)
5.6.1 响应系数计算	(67)

5.6.2 计算结果与评价	(70)
第6章 胶州湾环境质量评价和环境容量研究	(74)
6.1 污染源调查与评价	(75)
6.1.1 资料来源	(75)
6.1.2 污染物入海负荷	(75)
6.2 环境质量调查与评价	(76)
6.2.1 环境质量调查	(76)
6.2.2 环境质量评价	(79)
6.3 水动力数值模拟	(80)
6.3.1 计算条件	(80)
6.3.2 模型验证	(81)
6.3.3 计算结果与评价	(86)
6.4 水交换数值模拟	(87)
6.4.1 计算条件	(87)
6.4.2 计算结果与评价	(87)
6.5 污染物扩散数值计算	(88)
6.5.1 计算条件	(88)
6.5.2 计算结果与评价	(88)
6.6 环境容量计算	(90)
6.6.1 响应系数计算	(90)
6.6.2 计算结果与评价	(92)
第7章 杭州湾环境质量评价和环境容量研究	(95)
7.1 污染源调查与评价	(95)
7.1.1 资料来源	(95)
7.1.2 污染物入海负荷	(98)
7.2 环境质量调查与评价	(99)
7.2.1 环境质量调查	(99)
7.2.2 环境质量评价	(103)
7.3 水动力数值模拟	(103)
7.3.1 计算条件	(103)
7.3.2 模型验证	(103)
7.3.3 计算结果与评价	(107)

7.4 水交换数值模拟	(109)
7.4.1 计算条件	(109)
7.4.2 计算结果与评价	(109)
7.5 污染物扩散数值计算	(109)
7.5.1 计算条件	(109)
7.5.2 计算结果与评价	(112)
7.6 环境容量计算	(115)
7.6.1 响应系数计算	(115)
7.6.2 计算结果与评价	(115)
第8章 三门湾环境质量评价和环境容量研究	(120)
8.1 污染源调查与评价	(121)
8.1.1 资料来源	(121)
8.1.2 污染物入海负荷	(123)
8.2 环境质量调查与评价	(124)
8.2.1 环境质量调查	(124)
8.2.2 环境质量评价	(125)
8.3 水动力数值模拟	(125)
8.3.1 计算条件	(125)
8.3.2 模型验证	(126)
8.3.3 计算结果与评价	(128)
8.4 水交换数值模拟	(129)
8.4.1 计算条件	(129)
8.4.2 计算结果与评价	(129)
8.5 污染物扩散数值计算	(129)
8.5.1 计算条件	(129)
8.5.2 计算结果与评价	(131)
8.6 环境容量计算	(132)
8.6.1 响应系数计算	(132)
8.6.2 计算结果与评价	(133)
第9章 罗源湾环境质量评价和环境容量研究	(136)
9.1 污染源调查与评价	(136)
9.1.1 资料来源	(136)

9.1.2 污染物入海负荷	(137)
9.2 环境质量调查与评价	(139)
9.2.1 环境质量调查	(139)
9.2.2 环境质量评价	(140)
9.3 水动力数值模拟	(142)
9.3.1 计算条件	(142)
9.3.2 模型验证	(143)
9.3.3 计算结果与评价	(146)
9.4 水交换数值模拟	(148)
9.4.1 计算条件	(148)
9.4.2 计算结果与评价	(149)
9.5 污染物扩散数值计算	(150)
9.5.1 计算条件	(150)
9.5.2 计算结果与评价	(151)
9.6 环境容量计算	(152)
9.6.1 响应系数计算	(152)
9.6.2 计算结果与评价	(156)
第10章 厦门湾环境质量评价和环境容量研究	(162)
10.1 污染源调查与评价	(163)
10.1.1 污染源资料收集	(163)
10.1.2 主要污染源及主要污染物发展预测	(169)
10.1.3 小结	(170)
10.2 环境质量调查与评价	(171)
10.2.1 现状调查	(171)
10.2.2 时空变化特征	(172)
10.2.3 评价结果	(172)
10.2.4 小结	(173)
10.3 水动力数值模拟	(173)
10.3.1 计算条件	(173)
10.3.2 模拟验证及结果分析	(174)
10.4 污染物扩散数值计算	(175)
10.4.1 污染现状及负荷	(175)

10.4.2	污染物现状模拟及验证	(175)
10.4.3	计算结果分析与评价	(178)
10.4.4	小结	(179)
10.5	环境容量计算	(179)
10.5.1	环境容量计算	(179)
10.5.2	海湾环境容量利用与总量控制分配方案	(181)
10.5.3	环境经济损益分析	(186)
第 11 章	大鹏湾环境质量评价和环境容量研究	(188)
11.1	污染源调查和评价	(189)
11.1.1	资料来源	(189)
11.1.2	污染物入海负荷	(189)
11.2	环境质量调查与评价	(191)
11.2.1	环境质量调查	(191)
11.2.2	环境质量评价	(196)
11.3	水动力数值模拟	(198)
11.3.1	计算条件	(198)
11.3.2	模型验证	(198)
11.3.3	计算结果与评价	(199)
11.4	水交换数值模拟	(199)
11.4.1	计算条件	(199)
11.4.2	计算结果与评价	(199)
11.5	污染物扩散数值计算	(201)
11.5.1	计算条件	(201)
11.5.2	计算结果与评价	(202)
11.6	环境容量计算	(203)
11.6.1	响应系数计算	(203)
11.6.2	计算结果与评价	(204)
第 12 章	环境管理对策建议	(209)
12.1	大连湾环境管理对策建议	(209)
12.2	锦州湾环境管理对策建议	(210)
12.3	莱州湾环境管理对策建议	(210)
12.4	胶州湾环境管理对策建议	(211)

12.5	杭州湾环境管理对策建议	(211)
12.6	三门湾环境管理对策建议	(211)
12.7	罗源湾环境管理对策建议	(212)
12.8	厦门湾环境管理对策建议	(212)
12.9	大鹏湾环境管理对策建议	(212)
参考文献		(213)

第1章 环境容量概述

1.1 环境容量的一般定义

广义而言,海洋的环境容量是指在不造成其不可承受的影响下,海洋环境中所能容纳的某种污染物的能力。由此可以看出,第一,污染物是客观存在于环境之中的,只要不超过环境的承受能力(即一定的阈值),就不会对环境造成不利影响;第二,在特定的环境功能前提下,环境中所能容纳的某种污染物的量是有限的,即环境容量是可以量化的。

环境容量问题是由日本环境厅于1968年首先提出的,而海洋环境容量研究多始于20世纪80年代。1986年联合国海洋环境保护科学问题专家组(GESAMP)对环境容量给出了这样的定义:在充分利用海洋的自净能力和对海洋环境不造成污染损害的前提下,某一特定海域所能容纳的污染物质的最大负荷量。目前,欧美国家的学者较少使用环境容量这一术语,而是用同化容量、最大允许纳污量和水体允许排污水平等概念。我国于20世纪70年代引入了环境容量概念,通常把环境容量定义为:“一定水体在规定的目标下所能容纳的污染物质”;周密和王华东(1987)则把环境容量分为两部分:“环境标准与环境本底之差确定的基本环境容量和由该环境单元的自净能力确定的变动环境容量(同化容量)”。

1.2 管理环境容量

广义的环境容量更多地体现了环境的自然属性,但是环境是被人类用来开发利用的,环境所能容纳的污染物的量是根据人类利用该环境时所能接受的进入该环境的污染物的量。因此,环境容量被赋予了人为属性,即人类为了充分利用海洋的环境功能,规定了特定海域的水质、沉积物的环境质量标准(不同的环境功能其环境质量标准是不同的),使得环境所能容纳的污染物的量被限制在一定的限度之内,这个限度称之为管理环境容量。

1.3 剩余环境容量

目前所谓的“环境容量”一般是指“剩余环境容量”,即环境标准值与环境背景值之间的差值。

1) 环境标准值选取

环境标准值也就是一定意义上的环境容量限定值。海洋环境容量的研究主要是为海域管理提供科学依据,以更好地为海域规划、利用、海洋经济发展、海洋环境保护提供服务,因此限定值的确定主要也是依据当前的海洋功能区划,参考今后海域利用的相关规划等,并考虑到海域

的可持续发展,为今后海洋功能区的划定提供科学依据。

2) 环境背景值确定

环境背景值一般采用环境质量的现状,即污染物的“背景浓度”。目前国内对“背景浓度值”选取在方法上还不统一,大多是以受污染物排放影响较小的、远离排污口的外部海域的现状浓度作为“背景浓度”,有的以整个研究海域现状监测出现的最高值作为“背景浓度”,也有的取整个海域的平均值作为“背景浓度”。对于这一问题,王君陞和张珞平(2009)提出采用以80%~90%保证率下海域现状的监测值作为环境容量计算的“本底浓度”。本研究采用最后一种方法来确定环境背景值。

显然,环境背景值与污染物的入海方式、地点、入海量以及海湾的自然环境状况(包括地形、水动力状况等)密切相关,同时还与污染物自身的化学性质、海洋的生物作用等有关。

1.4 允许排放量

污染物入海后在环境动力作用下,其行为受到多种因素的影响。污染物的浓度分布是不均匀的。同样的水质标准下,不同海域所能容纳污染物的量不同,在水交换活跃、体积较大的区域,同样的空间范围所能容纳的污染物会较多,反之则较少。

允许排放量是指在现有污染物排放条件下,水体中污染物浓度不超过海洋功能区划所规定的环境质量标准限值条件下,水体中所能容纳的污染物的量。

第2章 研究方法概述

本任务的研究方法包括污染源调查、海洋环境调查与评价、水动力环境数值模拟、污染物水动力扩散数值模拟和环境容量研究等。

2.1 污染源调查

根据各海湾污染物入海途径,通过资料收集和补充调查,给出不同污染源主要污染物排放量。调查项目包括 COD_{Cr} 、总氮、总磷和海湾特征污染物,如锦州湾的重金属等。

污染物的入海途径包括:点源(工业排污口、市政排污口、河流等)和面源(海上养殖、农业、畜牧业等)两种主要方式。

2.1.1 点源污染物

2.1.1.1 工业和市政排污口

纳入监测的工业和市政排污口污染物入海量通过收集各地方环境监测部门的资料获得。

2.1.1.2 河流

河流污染物入海量通过监测污染物的排放浓度和污水排放量,由式(2.1)估算:

$$Q = C \times Q_0 \quad (2.1)$$

式中, Q ——某种污染物的排放量(t/a);

C ——该污染物的排放浓度(mg/L);

Q_0 ——该污染物的排放水量(m^3/a)。

2.1.2 面源污染物

面源污染物的入海量估算根据不同的污染类型采用不同的方法。农业污染源以农田面积、化肥施用量和营养盐流失量估算;养殖污染源根据养殖面积、养殖品种和单位水体污染物发生量估算。