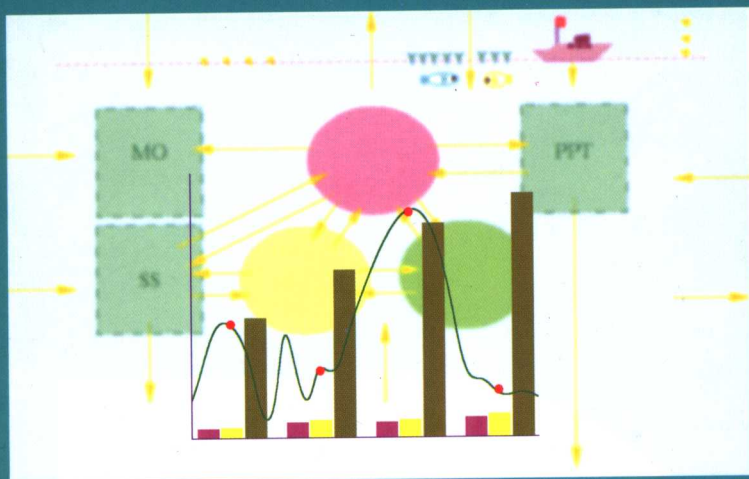


中国近海海域污染物排海总量控制理论与应用

# 胶州湾主要化学污染物 海洋环境容量

王修林 李国强 石晓勇 著



科学出版社

中国近海海域污染物排海总量控制理论与应用

# 胶州湾主要化学污染物 海洋环境容量

王修林 李克强 石晓勇 著

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书是以中国北方典型半封闭海湾——胶州湾为目标海域,针对当前普遍关注的中国近海海域海水水质恶化、赤潮灾害频发等重大海洋生态环境问题,在比较系统地分析胶州湾化学污染物排海总量、海水水质、海洋生态环境质量等历史演变的基础上,根据海洋科学、环境科学等基本原理,系统地阐述了一系列有关海洋环境容量基本概念和一般计算方法等。同时,根据化学污染物在多介质海洋环境中迁移-转化模型原理,建立了基于化学污染物在多介质海洋环境中迁移-转化箱式模型为基础的海洋环境容量计算方法。在此基础上,计算了胶州湾氮、磷营养盐、石油烃、铅等主要化学污染物海洋环境容量、剩余环境容量等。然后,根据胶州湾主要化学污染物排海总量与青岛市社会经济发展之间关系的定量分析,预测了2020年前胶州湾海洋生态环境质量变化趋势。

本书适用于从事海洋环境保护及治理等工作的科研和管理工作者阅读,也可作为高等院校相关专业博士、硕士研究生的教学参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

胶州湾主要化学污染物海洋环境容量/王修林,李国强,石晓勇著. —北京:科学出版社,2006

(中国近海海域污染物排海总量控制理论与应用)

ISBN 7-03-016372-9

I. 胶… II. ①王…②李…③石… III. 黄海-海洋污染-化学污染物-环境容量-研究 IV. X55

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 122252 号

责任编辑:刘俊来 王志欣 / 责任校对:张怡君

责任印制:安春生 / 封面设计:陈 敬

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2006 年 1 月第 一 版 开本:85(720×1000)

2006 年 1 月第一次印刷 印张:19 1/4 插页 1

印数:1—2 500 字数:359 000

定价:40.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈科印〉)

## 序

在《胶州湾主要化学污染物海洋环境容量》一书出版之际,我作为该书的第一位读者,感到由衷的高兴。自 20 世纪 70 年代以来,随着我国社会经济持续高速发展,化学污染物排海总量不断增加,由此导致中国近海海域海洋生态环境问题日趋严峻,同时对社会经济可持续发展的制约亦逐渐突显。因此,随着解决我国近海海域海洋生态环境问题的迫切性日趋增强,人们愈来愈认识到,污染物排海总量控制不仅是改善近海海洋生态环境质量的根本途径,而且是实现我国社会经济可持续发展重大战略的必要组成部分。同时,随着研究的不断深入,人们也更加深刻地认识到,海洋环境容量是制定科学、合理、可操作性的污染物排海总量控制方案的重要理论基础和核心内容。然而,由于目前海洋环境容量研究尚未形成较为系统的理论体系和计算方法。时至今日,国内外对于污染物排海总量控制方案多是基于经验性的判断,甚至是主观性的估计。此外,尽管国内外关于污染物海洋环境容量研究已进行了近 30 年,但至今为止还没有这方面的专著出版。

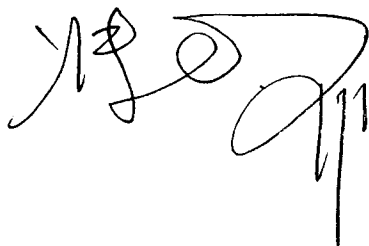
现今,《胶州湾主要化学污染物海洋环境容量》一书的出版,不仅填补了国内外关于环境容量理论和应用方面的空白,还标志着我国海洋环境科学研究方面已取得了具有国际水平的研究成果。该书在比较系统地总结国内外海洋环境容量研究成果的基础上,不但初步建立了海洋环境容量的理论体系,而且在污染物排海总量控制方面也具有明显的实用价值,对于近海海洋生态环境保护、治理、改善,乃至社会经济可持续发展等都将发挥重要作用。应当相信,海洋环境容量理论与方法作为海洋环境科学的一个重要分支,将在中国近海海域海洋生态环境质量改善等方面发挥不可替代的作用。

该书以中国北方典型半封闭海湾——胶州湾为代表性目标海域,针对当今普遍关注的污染物排海总量控制,从较为系统地总结和分析我国海洋科学工作者多年来关于胶州湾海洋生态环境质量的研究工作开始,从海洋科学诸多二级学科的多学科角度出发,在比较系统地阐述海洋环境容量的一系列基本概念和理论基础上,建立了海洋环境容量的一般计算方法,实例计算了胶州湾主要化学污染物的海洋环境容量,并对胶州湾海洋生态环境质量的变化趋势进行了预测。尤其值得提倡的是,该书以环境容量理论体系和计算方法的建立为特色,以学科交叉思想为指导,综合应用海上调查、现场实验、数值模型等方法研究和解决海洋生态环境质量实际问题方面也是一个成功的范例。

值得一提的是,该书大量篇幅不仅融入了中国海洋大学海洋污染生态化学实

验室在海洋生态环境质量研究领域的多年研究成果与教学结晶,而且也是我国海洋科学研究成果的综合体现。全书内容丰富、论述清晰,力求全面反映海洋环境容量研究的最新成果和进展,从多层次、多角度比较全面地反映了当今海洋环境容量研究的内涵,基本上体现了我国海洋环境科学的研究水平,标志着我国海洋环境科学又有了新的进步。对于从事海洋环境科学教学和科研的工作者来说,该书是一本具有启迪性的参考书。同时,对从事海洋环境保护等有关领域的广大管理工作来说,也有所裨益。

该书主要作者——中国海洋大学博士生导师王修林教授是第一位我国自己培养的海洋化学博士。他治学严谨、善于协作、富有创新,在海洋环境化学、海洋污染生态化学、海洋生态毒性学等海洋环境科学研究方面多有建树,得到了国内外专家学者的高度评价。应当相信,该书的出版会提高我国近海海域污染物排海总量控制方案的实际操作性、合理性和科学性,也必将会提高我国海洋环境质量管理水平。同时,对于提高海洋环境科学研究水平,促进我国社会经济可持续发展等方面也会发挥积极的推动作用。最后,借该书出版之际,我衷心希望,王修林教授能为我国海洋环境科学的发展,为我国海洋环境质量管理水平的进一步提高等继续发挥重要作用。



中国科学院院士 中国海洋大学教授

2005年8月

## 前 言

胶州湾位于黄海西部,山东半岛南岸,是典型的半封闭海湾,水域面积约 320 km<sup>2</sup>,平均水深只有 8.8 m,最大水深 64 m,湾口狭小,最窄处仅有 3.1 km 左右。坐落在胶州湾畔的青岛市,建置于 1891 年(清光绪十七年),现辖 7 区 5 市,面积 10 654 km<sup>2</sup>,人口 731 万,行政区域内有大沽河、白沙河、洋河、海泊河、李村河、板桥坊河、楼山河、湾头河、墨水河等十几条河流汇入胶州湾。1903 年,以青岛啤酒厂建立为标志,青岛市步入工业化发展阶段。进入 20 世纪 70 年代末以来,伴随中国现代化、信息化、城市化等进程,青岛市社会经济持续高速发展,国内生产总值(GDP)年均增长率达 13% 左右,人均国内生产总值(GDP<sub>p</sub>)增长率达 12%,均高于全国平均水平,特别是进入 21 世纪以来,GDP 和 GDP<sub>p</sub> 增长率分别高达 15% 和 14%。实际上,伴随着青岛市经济持续高速发展、人口不断增加,除大沽河尚存有自然径流外,海泊河、李村河、板桥坊河、楼山河、湾头河、墨水河等主要河流基本已无自身径流,其中,下游多已成为工业废水、城市生活污水等的主要排污通道。因此,随着化学污染物排海总量不断增加造成胶州湾海域水质不断恶化、海洋生态系失衡、赤潮灾害频发等一系列海洋生态环境问题已成为青岛市社会经济可持续发展的重大制约因素。

同样,随着化学污染物排海总量的不断增加,中国近海海域重大海洋生态环境问题对社会经济可持续发展的制约逐渐突显。为此,我国自 20 世纪 80 年代中期以来,相继开展了中国近海海域化学污染物排海总量控制应用研究,以及海洋环境容量基础研究。1999 年,《中华人民共和国海洋环境保护法》颁布,建立了重点海域污染物排海总量控制制度。同时,国家海洋局明确将污染物排海总量控制作为重点海域海洋环境管理工作目标。特别是进入 21 世纪,福建、山东、浙江、河北等省纷纷计划开始实施污染物排海总量控制。环境容量研究始于 20 世纪 70 年代末,1986 年联合国海洋污染专家小组(GESAMP)正式给出了国际上普遍接受的 GESAMP 海洋环境容量定义。海洋环境容量不仅是化学污染物排海总量控制的一个最基本、最重要的概念,而且更为重要的是海洋环境容量计算是制定化学污染物排海总量控制具体实施方案的理论基础。然而,由于海洋环境容量所涉及的排海化学污染物物理、化学、生物迁移-转化过程及控制机理的复杂性,以及相关物理海洋学、海洋化学、海洋生物学、海洋地质学等海洋科学研究现状的局限性,至今不仅缺乏有关海洋环境容量理论的系统论述,更无有关专著

出版。具体地讲,海洋环境容量的有关系列概念还比较模糊、相关理论并不系统和科学、具体计算方法也不完善等,尚不能满足当前污染物排海总量控制的实际要求。实际上,海洋环境容量基础研究的相对滞后不仅使污染物排海总量控制方案严重缺乏科学性,而且也在很大程度上制约了具体实施的可操作性。因此,为了满足当前我国污染物排海总量控制的具体实施等,迫切需要一部关于海洋环境容量的专著问世。

《胶州湾主要化学污染物海洋环境容量》一书是以中国北方典型半封闭海湾——胶州湾为目标海域,针对当前普遍关注的中国近海海域海水水质恶化、赤潮灾害频发等重大海洋生态环境问题,在比较系统地分析胶州湾化学污染物排海总量、海水水质、海洋生态环境质量等历史演变基础上,根据海洋科学、环境科学等基本原理,系统阐述了一系列有关海洋环境容量基本概念和一般计算方法等。同时,根据化学污染物在多介质海洋环境中迁移-转化模型原理,建立了基于化学污染物在多介质海洋环境中迁移-转化箱式模型为基础的海洋环境容量计算方法。在此基础上,计算了胶州湾氮、磷营养盐,石油烃,Pb(II)等主要化学污染物海洋环境容量、剩余环境容量等。然后,根据胶州湾排海污染物总量与青岛市社会经济发展之间关系的定量分析,预测了2020年前胶州湾海洋生态环境质量变化趋势。

全书共计十章,其中第一章比较系统地分析了自20世纪80年代至21世纪初,来自于陆源、海上污染源、大气沉降等各种途径的胶州湾氮、磷营养盐,COD,石油烃,Pb(II)等主要化学污染物排海总量变化规律。第二章比较系统地分析了自20世纪60年代至21世纪初,胶州湾海水中主要排海化学污染物浓度、分布特征等变化规律。第三章比较系统地分析了自20世纪60年代至21世纪初,胶州湾浮游植物生物量,特别是网采浮游植物细胞密度、群落结构、优势种组成等变化规律。第四章比较系统地介绍了胶州湾海水水质分析、环境生态效应分析等基本原则,以及近年来胶州湾海水水质及富营养化等环境效应的变化规律。第五章根据化学污染物排海总量控制的实际需求,比较系统地阐述了化学污染物自净容量、海洋环境容量、剩余环境容量等基本概念,海洋环境容量计算的一般流程,化学污染物在多介质海洋环境中迁移-转化模型的类型、构建、特征等,以及模型参数的性质、获取方法、地域性特征、率定等。在此基础上,建立了基于污染物在多介质海洋环境中迁移-转化箱式模型的海洋环境容量计算方法。第六章应用化学污染物三维对流-扩散输运模型,在模拟胶州湾氮、磷营养盐,石油烃,Pb(II)等化学污染物平面分布基础上,计算了污染物的水物理迁移自净速率常数、标准自净容量等。第七至第九章分别根据胶州湾主要化学污染物排海总量控制的实际要求,在建立污染物在多介质海洋环境中迁移-转化箱式模型基础上,结合水物理迁移速率常数,计算了胶

州湾氮、磷营养盐,石油烃,Pb(II)污染物海洋环境容量、剩余环境容量等。同时,结合模型灵敏度分析结果,分析了物理、化学、生物自净过程对海洋环境容量的贡献。第十章根据胶州湾海洋环境质量预测的实际需求,在定量分析胶州湾排海污染物总量与青岛市社会经济发展关系基础上,提出了保守、产业结构优化、循环经济和削减排放四种排海总量预测模式。同时,结合第七至第九章迁移-转化箱式模型,预测了2020年前胶州湾海洋环境质量变化趋势。

总之,本书不仅对制订科学、合理、具有可操作性的胶州湾排海化学污染物排海总量控制方案等有实际、直接的指导意义,而且对青岛市产业结构优化、升级等有重要的参考价值。同时,本书对中国近海海域主要化学污染物海洋环境容量研究,特别是环境容量计算同样具有重要的指导意义。因此,本书不仅适用于从事海洋环境保护、治理等的相关科研和管理工作者,而且也可作为高等院校相关专业博士、硕士研究生的教学参考书。

本书不仅是著者近10多年来有关海洋环境容量研究工作的初步总结,以及对当前迫切需要解决的中国近海海域化学污染物排海总量控制研究的应尽之责,而且也是中国海洋大学海洋污染生态化学实验室诸多同事、学生不懈追求、辛勤工作、团结协作的重要成果。在科学研究和本书编写过程中,李克强、葛明、安宇、张军、江玉、张蕾、张莹莹等近10名学生从事了有关博士、硕士论文研究工作,他们为海洋环境容量研究、计算方法等的建立和完善贡献出了聪明才智。其中,博士生李克强主持完成了第六、第八和第九章的编写,并参与了第一、第三、第五、第七和第十章的编写及部分图表绘制工作。石晓勇博士等同事承担了海上调查、海洋围隔生态实验等组织和具体实施工作,并参与了第二、第四、第五、第七、第八和第九章的编写,完成了数据整合分析、图表绘制和统校工作。更难能可贵的是,祝陈坚、韩秀荣同事为海上调查、各种实验前期准备、样品分析等做了大量默默无闻的工作。另外,在10多年的研究过程中,国家海洋局北海分局、青岛市环保局和国家海洋局第一海洋研究所等单位给予了真诚、友好、有效的合作,并提供了许多宝贵的调查、观测资料。需要指出,著者多年与中国国家海洋局第一海洋研究所朱明远、李瑞香研究员等在海洋生态环境质量研究,特别是在胶州湾海洋围隔生态实验等方面进行了卓有成效的合作。同时,在科学研究和本书编写过程中,钱树本教授、刘东艳博士对第三章的编写给予了具体帮助和指导,邹景忠教授对第四章编写给予了指导,鲍献文博士无私提供了胶州湾化学污染物三维对流-扩散运输模型软件,江文胜博士对第五章的编写提出了宝贵意见,王保栋研究员对第四章的编写给予了具体的指导并对第二章的编写提出了宝贵的意见和建议,等等。此外,与于志刚、马启敏、孙效功等教授的讨论也令著者受益颇多。总之,没有中国海洋大学海洋污染生态化学实验室同事的共同努力,没有诸多专家、朋友的真诚帮助,难以想像能够



完成如此复杂,涉及如此众多学科的研究工作。因此,借本书出版的机会,谨向诸位表示诚挚的谢意!

最后真诚敬告读者,书中缺点,甚至是错误在所难免,应由著者负责。这一方面是由于著者学术水平、时间仓促所限,另一方面,也是由于海洋环境容量的复杂性所致。然而,令人欣慰的是,在国家自然科学基金重点项目“渤海典型环境负荷物的迁移、转化过程及环境容量研究”资助下,著者还正在与有关专家对海洋环境容量进行更加深入的研究。因此,诚恳欢迎和希望各位读者、有关专家、管理者等对本书提出宝贵意见和建议,以便再版时修正。

王修林

2005年6月于青岛



胶州湾海水分析（上）

胶州湾海上调查（下）



胶州湾海底沉积物现场培养实验（上）

胶州湾海洋围隔生态实验（下）

# 目 录

## 序

## 前言

<b>第一章 胶州湾主要化学污染物排海总量</b> .....	(1)
1.1 污染源 .....	(3)
1.2 胶州湾营养盐排海总量 .....	(8)
1.3 胶州湾 COD 污染物排海总量 .....	(13)
1.4 胶州湾石油烃污染物排海总量.....	(14)
1.5 胶州湾重金属污染物排海总量.....	(16)
1.6 小结.....	(19)
<b>第二章 胶州湾主要化学污染物时空变化特征</b> .....	(23)
2.1 胶州湾溶解无机态营养盐时空分布.....	(24)
2.2 胶州湾 COD 污染物时空分布 .....	(34)
2.3 胶州湾石油烃污染物时空分布.....	(36)
2.4 胶州湾重金属污染物时空分布.....	(38)
2.5 小结.....	(45)
<b>第三章 胶州湾浮游植物生物量及群落结构分析</b> .....	(48)
3.1 胶州湾浮游植物群落结构和优势种组成特征.....	(49)
3.2 胶州湾浮游植物生物量变化特征.....	(52)
3.3 胶州湾主要海洋环境要素变化特征.....	(54)
3.4 胶州湾浮游植物群落结构和生物量变化的主要环境要素分析 .....	(57)
3.5 小结.....	(59)
<b>第四章 胶州湾海洋环境质量分析</b> .....	(63)
4.1 海洋环境污染分析.....	(66)
4.2 海洋环境生态效应分析.....	(70)
4.3 胶州湾石油烃污染和环境生态效应分析.....	(85)
4.4 胶州湾重金属污染和环境生态效应分析.....	(86)
4.5 胶州湾海水富营养化分析.....	(89)
4.6 小结.....	(93)
<b>第五章 化学污染物海洋环境容量理论基础</b> .....	(99)
5.1 基本概念 .....	(101)

5.2	海洋环境容量计算的一般流程	(106)
5.3	化学污染物在多介质海洋环境中迁移-转化模型	(107)
5.4	重要迁移-转化过程数学方程	(114)
5.5	模型参数	(119)
5.6	基于迁移-转化箱式模型的海洋环境容量计算方法	(138)
5.7	小结	(140)
<b>第六章</b>	<b>胶州湾化学污染物水物理迁移自净容量:三维对流-扩散运输模型与计算</b>	<b>(153)</b>
6.1	胶州湾化学污染物三维对流-扩散运输模型	(154)
6.2	胶州湾主要化学污染物平面分布模拟	(155)
6.3	胶州湾污染物水物理迁移速率常数	(160)
6.4	胶州湾主要化学污染物水物理迁移自净容量计算	(161)
6.5	小结	(163)
<b>第七章</b>	<b>胶州湾氮、磷营养盐海洋环境容量:迁移-转化箱式模型与计算</b>	<b>(165)</b>
7.1	胶州湾氮、磷营养盐在多介质海洋环境中迁移-转化箱式模型	(166)
7.2	模型参数	(170)
7.3	状态变量模拟及模型验证	(174)
7.4	模型灵敏度分析	(176)
7.5	胶州湾氮、磷营养盐海洋环境容量及剩余环境容量计算	(179)
7.6	胶州湾氮、磷营养盐自净过程分析	(183)
7.7	小结	(184)
<b>第八章</b>	<b>胶州湾石油烃污染物海洋环境容量:迁移-转化箱式模型与计算</b>	<b>(188)</b>
8.1	胶州湾石油烃污染物在多介质海洋环境中迁移-转化箱式模型	(188)
8.2	模型参数	(192)
8.3	状态变量模拟及模型验证	(193)
8.4	模型灵敏度分析	(194)
8.5	胶州湾石油烃污染物海洋环境容量及剩余环境容量计算	(195)
8.6	胶州湾石油烃污染物自净过程分析	(198)
8.7	小结	(199)
<b>第九章</b>	<b>胶州湾重金属污染物海洋环境容量:迁移-转化箱式模型与计算</b>	<b>(202)</b>
9.1	胶州湾重金属污染物在多介质海洋环境中迁移-转化箱式模型	(202)

---

9.2	模型参数 .....	(205)
9.3	状态变量模拟及模型验证 .....	(210)
9.4	模型灵敏度分析 .....	(211)
9.5	胶州湾Pb(II)重金属污染物海洋环境容量及剩余环境容量 计算 .....	(212)
9.6	胶州湾 Pb(II)自净过程分析 .....	(215)
9.7	小结 .....	(216)
<b>第十章</b>	<b>胶州湾海洋生态环境质量变化趋势预测 .....</b>	<b>(220)</b>
10.1	青岛市经济状况及发展趋势预测 .....	(221)
10.2	胶州湾海岸带污染物排海总量变化趋势预测 .....	(225)
10.3	胶州湾主要化学污染物剩余环境容量预测 .....	(234)
10.4	胶州湾海洋生态环境质量变化趋势预测 .....	(238)
10.5	小结 .....	(248)
<b>附录</b>	<b>.....</b>	<b>(252)</b>
附录 1	胶州湾浮游植物种名录 .....	(252)
附录 2	河口富营养化评价(NEEA-ASSETS)方法 .....	(263)
附录 3	胶州湾污染物三维对流-扩散输运模型 .....	(268)
附录 4	胶州湾氮、磷营养盐在多介质海洋环境中迁移-转化箱式模型动 力学方程 .....	(283)
附录 5	胶州湾石油烃在多介质海洋环境中迁移-转化箱式模型动力学 方程 .....	(286)
附录 6	胶州湾重金属 Pb(II)在多介质海洋环境中迁移-转化箱式模型 动力学方程 .....	(288)
附录 7	化学污染物在多介质海洋环境中迁移-转化过程的符号 说明 .....	(290)
<b>跋</b>	<b>.....</b>	<b>(291)</b>



## 第一章 胶州湾主要化学污染物排海总量\*

**提要:**综合分析表明,自 20 世纪 80 年代至 21 世纪初,胶州湾 TDP、 $\text{PO}_4\text{-P}$ ,特别是 DIN 营养盐逐年增加,到目前分别达到  $1200 \text{ t}\cdot\text{a}^{-1}$ 、 $400 \text{ t}\cdot\text{a}^{-1}$  和  $12\,000 \text{ t}\cdot\text{a}^{-1}$  左右,分别增加约 1 倍、1 倍和 6 倍。然而,胶州湾 COD、PHs、 $\text{Pb}(\text{II})$ 、 $\text{Cd}(\text{II})$  等污染物排海总量自 20 世纪 80 年代到 90 年代初逐年增加,之后却逐渐减少,到目前分别维持在  $80\,000 \text{ t}\cdot\text{a}^{-1}$ 、 $900 \text{ t}\cdot\text{a}^{-1}$ 、 $50 \text{ t}\cdot\text{a}^{-1}$  和  $1.3 \text{ t}\cdot\text{a}^{-1}$  左右。进一步分析说明,胶州湾 DIN、TDP、COD、 $\text{Pb}(\text{II})$ 、 $\text{Cd}(\text{II})$  等化学污染物主要来源于陆源排放,可高达 94%,而海水养殖和大气沉降一般只占 6%。然而,胶州湾石油烃污染物主要来源于海上船舶排放,目前约占总量的 2/3,而陆源排放只占 1/3。

胶州湾位于黄海之滨,山东半岛南岸,是中国北方海区典型的半封闭海湾(图 1-1),水域面积约  $320 \text{ km}^2$ ,体积约  $2.8 \times 10^9 \text{ m}^3$ ,湾口狭小,最窄处仅有 3.1 km,整个海湾水深较浅,平均 8.8 m,最大水深 64 m,大部分水域水深不超过 5 m(《中国海湾志》编纂委员会,1993;孙英兰,1994)。青岛市位于胶州湾畔,面积  $10\,654 \text{ km}^2$ ,辖市南、市北、四方、李沧市内四区,崂山、城阳、黄岛市郊三区,即墨、胶州、平度、胶南、莱西五市,构成了胶州湾海岸带主要陆域(《青岛市史志》办公室,2005)。由于除莱西市外,其他 11 区、市都有河流汇入胶州湾(图 1-1),胶州湾接纳了青岛市大部分排海污染物。随着青岛市经济高速发展、人口大量增加、海上活动日益增强等,胶州湾海岸带化学污染物排海总量逐年增加,由此导致胶州湾海域水质不断恶化、海洋生态系失衡、赤潮灾害频发等重大海洋生态环境问题。实际上,胶州湾海洋生态环境问题已成青岛市社会经济可持续发展的重大制约因素,因此有必要对胶州湾污染物排海总量进行系统分析。

\* 王修林 李克强

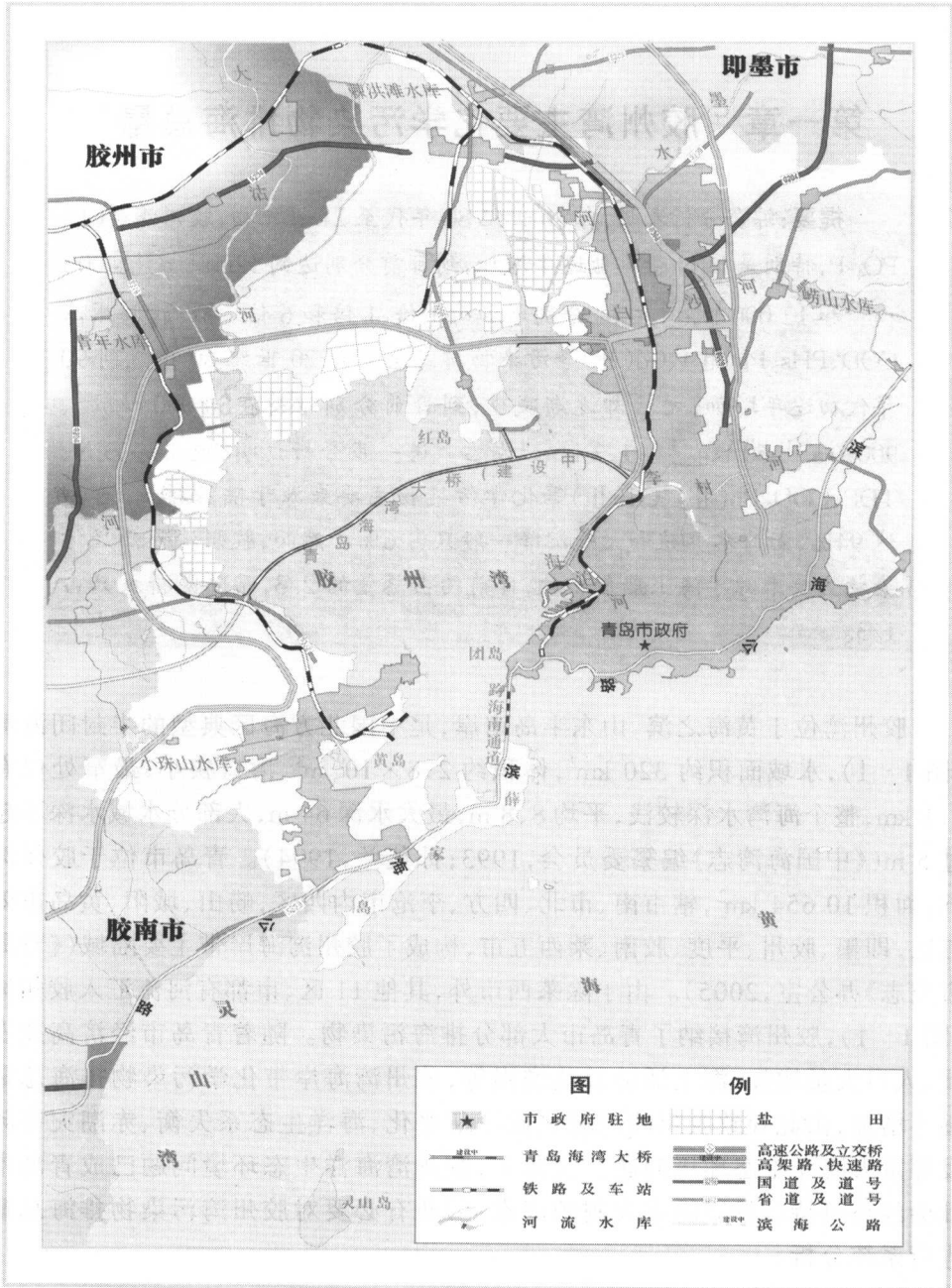


图 1-1 胶州湾地理位置和周边环境(青岛市勘察测绘研究院)



## 1.1 污 染 源

排入胶州湾海域化学污染物的途径可分为陆源、大气沉降和海上污染源三部分。陆源排海污染物主要包括通过河流、排污口(直排口、混排口)等排入近海海域的工业废水、城市生活污水、农业污水等,是各类化学污染物的主要来源。大气沉降主要包括通过降雨的“湿沉降”和通过气溶胶颗粒沉降的“干沉降”,是营养盐、重金属等化学污染物的一个重要来源(Seitzinger, 1998; Jaworski, 1997; Zhang, 1999, 2001; 高原, 1997; 高会旺, 2002)。海上污染源是指可产生污染物并直接排放到临近海水中的海上活动,如港口及船舶排污、沿海海水养殖业、海上油气钻探及生产等,是石油烃、营养盐等化学污染物的重要来源。

### 1.1.1 陆源排放

观测研究表明,胶州湾海岸带由工、农业生产,人们日常生活等所产生的绝大部分污染物通过河流径流、直排口和混排口等排入胶州湾沿岸水域,是胶州湾各类化学污染物的最主要来源(陈先芬, 1991)。更为严重的是,随着青岛市社会经济快速发展,特别是城市化进程加快、水库拦截、污水处理严重滞后等原因,胶州湾周边河流已成为各类排海污水的主要通道和陆源排海污染物的主要来源(陈先芬, 1991),从而对胶州湾海域海洋生态环境产生严重危害。统计表明,青岛市共有大小河流 224 条,均为季风区雨源型,主要受降雨控制,季节变化明显,夏秋季水量丰富,冬春季断流,其中汇入胶州湾的有十几条,较大的有大沽河、洋河、白沙河等(图 1-1)。然而,目前大多为水库拦截,成为青岛市供水来源(如洋河、白沙河等)(《中国海湾志》编纂委员会, 1993; 王淑英, 2004; 《青岛市史志》办公室, 2005)。另外,大沽河自 20 世纪 70 年代以来,除汛期外,中下游已断流,基本成为工业废水、城市生活污水,特别是农业污水的排污通道(《青岛市史志》办公室, 2005)。更为严重的是,海泊河、李村河、板桥坊河、楼山河、湾头河、墨水河等河流已基本无自身径流,特别是中下游已成为接纳数个企业工业废水、生活污水等混排口(《中国海湾志》编纂委员会, 1993; 陈先芬, 1992)。胶州湾周边尚有 20 个左右临海企业的工业废水直排口(中国海洋报, 2005)。自 20 世纪 90 年代,在胶州湾沿岸先后建立了海泊河、李村河、团岛等污水处理厂,其中大部分处理污水直接排入胶州湾(青岛市环保局, 2005)。此外,楼山河、城阳区西部等污水处理厂正在规划或建设之中。

胶州湾化学污染物排海通量监测始于 20 世纪 80 年代初,到 80 年代末逐步实现了制度化、规范化,主要包括胶州湾周边大沽河河口,墨水河、海泊河、李村河、板桥坊河、楼山河和湾头河等 6 个混排口,海泊河、李村河、团岛污水处理厂等约 20 个直排口。一般每年按枯、丰、平 3 个水期监测排海污水水量及污水中污染物浓