

叶属峰 杨颖 田华 等编著

河口水域 环境质量检测与评价方法研究及应用

Hekou Shuiyu

Huanjing Zhiliang Jiance yu Pingjia Fangfa Yanjiu ji Yingyong



科学出版社

河口水域环境质量检测与 评价方法研究及应用

叶属峰 杨 颖 田 华 等编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是近十年来有关河口水环境质量检测与评价方法研究成果的系统总结,主要包括国内外海水环境质量监测与评价研究进展,河口水域环境问题与成因分析,河口水域 COD、硝酸盐和氨氮检测方法研究,长江口水域环境质量评价方法及其应用(环境质量评价指标体系研究、近岸海域生态系统健康评价、基于 ASSETS 模型的富营养化评价)以及河口水域生态化管理技术研究等内容。

本书可供海洋科学、环境科学和生态学等领域的研究人员和科技人员参考,亦可供相应领域的管理人员和相关专业的大专院校师生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

河口水域环境质量检测与评价方法研究及应用/叶
属峰等编著. —北京:科学出版社,2016.1
ISBN 978-7-03-046283-1

I. ①河… II. ①叶… III. ①长江口—水环境质量评
价—研究 IV. ①X824

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 267975 号

责任编辑:许 健 谭宏宇
责任印制:韩 芳 / 封面设计:殷 靓

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>

南京展望文化发展有限公司排版

上海欧阳印刷厂有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016 年 1 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2016 年 1 月第一次印刷 印张:16 3/4 插页:2

字数:376 000

定价:158.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《河口水域环境质量检测与评价方法研究及应用》
编著委员会

主 编：叶属峰 杨 颖 田 华

副主编：纪焕红 杨幸幸 季铁梅 刘志国 张 勇

编 委：（按姓氏笔画排序）

卜建平 石 冰 伦凤霞 刘水芹 刘 星

刘鹏霞 寿昊蕴 杨 华 李宏祥 肖 群

吴军新 范海梅 国 峰 姜 民 徐惠民

梁国康 程 溶 谭赛章

前 言

我国海岸线总长度约 3.2 万 km,其中大陆海岸线约 1.8 万 km,分布有大大小小的 1 800 多个河口。入海河口位于淡水和沿岸海域之间,是淡水向海洋的过渡带,受淡水输入、潮汐、潮流等因素的综合影响,导致海洋过程与河口过程在这里复杂交汇,不同水团发生横向、纵向混合并具盐度梯度(Pritchard,1967;Sun et al.,2009)。河口段上游起始点一般定位于海洋动力影响的终结点,该处河水盐度接近上游来水;河口段下游终端则通常是河流动力影响的终结点,该处盐度接近海水(Viguri et al.,2002;杨建丽,2009)。入海河口因其独特的地理位置、水动力条件和物质基础,为众多生物的生存和繁衍提供了特定的生存条件,使得河口生物群落能够适应各种化学、物理等生态环境要素在不同时间尺度上的剧烈变化,与河流、海洋水域的生物群落存在明显差异(Cloern,2001;Qi et al.,2003;Zhang et al.,2007;Tas et al.,2009)。河口是一个复杂而又特殊的自然综合体,它是海岸的组成部分,但又不形成海岸;河口是河流的尾闾,但又不同于陆地约束的范围,它对流域的自然变化和人为作用响应最敏感,且与近岸海域环境变化密切相连的地区;河口地区是人类活动最为频繁、环境变化影响最为深远的地区,对于河口环境变化及其自适应的认识,是水资源可持续利用、人工控制和合理开发的科学依据(陈吉余等,1988)。

自 20 世纪 80 年代初期以来,对河口水域环境监测和评价工作已持续了 30 多年,海洋行业河口监测方法多参照《海洋监测规范》(GB 17378-2007)、《河口生态系统监测技术规程》(HY/T 085-2005)等海洋监测类规范性文件执行,评价方法一般依据《海水水质标准》(GB 3097-1997)、《海洋沉积物质量》(GB 18668-2002)和《海洋生物质量标准》(GB 18421-2001)等以单因子标准指数法为主。由于河口区功能众多,其他行业也开展河口区环境监测,如环保部门、水务部门等,依据的标准主要为《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)等。经过多年的实践,结果表明不同行业的监测方法、评价指标和评价标准难以有机衔接。根据《中华人民共和国海洋环境保护法》,海洋部门对陆源污染具有监督的职责,但由于存在上述监测方法和评价标准不统一的问题,目前难以说清陆源污染物来源、总量以及入海后的环境影响情况等一系列的过程,对陆源污染的监督更难以落到实处。

对于河口区水环境监测与评价方法的研究众多,但大多基于某一角度的方法研究,缺乏一定的系统性。本书从 30 多年业务化监测与评价工作中存在的问题出发,以长江口水域为例,对近 10 年来的科技成果进行了系统性归纳整理,试图建立一套适用于河口区咸淡水水域的环境检测与评价方法,为解决各行业在河口区域内的管理交叉矛盾,满足咸淡水交汇区域对环境质量检测方法与评价技术的要求,为“海陆统筹、以海定陆”提供依据。在检测指标上选择了陆源输入量较大,环境质量评价中关注度较高,在河口水域环境监测中影响较大的环境指标——COD 和无机氮(氨氮、硝酸盐氮)进行河口咸淡水检测方法的研究,筛选最适宜长江口水域的检测分析方法;以河口水域环境质量评价与保护管

理为目标,建立适合于河口、海域不同区域特点的环境质量评价体系,研究建立河口水环境质量评价指标体系,引入生态系统健康评价与 ASSETS 模型的富营养化评价方法;研究河口水域生态化管理技术,为建立基于生态系统的海洋管理新模式,进而为我国可持续开发、利用、保护与经略管控海洋提供借鉴。

本书在充分学习总结目前国际上海洋河口监测评价案例和业务化工作中的经验,对河口区水环境现状及变化趋势进行评价,进行水环境变化的致因分析,提炼出导致河口区环境变化的关键水质指标,研究建立河口区关键水环境指标的检测方法,探讨建立影响河口区水环境的主要评价指标体系,引进生态健康评价理论、富营养化评价模型等并在长江口区进行应用试验,以期从多角度、全方位进行河口区环境评价。全书共分为 8 章,分别是第 1 章绪论,第 2 章河口海域环境监测评价经验借鉴,第 3 章河口水域环境问题与致因分析,第 4 章河口水域 COD 检测方法综述,第 5 章河口水域硝酸盐氮检测方法研究,第 6 章河口水域氨氮检测方法研究,第 7 章河口水域环境质量评价方法及其应用,第 8 章河口水域生态化管理技术研究。

本书的出版得到 2012 年度海洋公益性行业科研经费专项项目“石油平台含油废水监测与评价技术研究”(编号:201205016)、2006 年度国家高技术研究发展计划(863 计划)项目“典型河口、海湾生态系统健康评价模型技术研究及应用示范”(编号:2006AA09Z169)、2012 年度上海市科学技术委员会“创新行动计划”项目“长江口水域水体 COD 和无机氮检测方法研究”(编号:12231203300)、上海市海洋局 2013 年度科研项目“长江河口水环境质量综合评价指标体系研究——趋势诊断与指标筛选”(编号:沪海科 2013-01)、2005 年国家海洋局东海分局海洋科技发展基金科研项目“基于 ASSETS 的长江口富营养化评价模型的建立和应用”、国家海洋局近岸海域生态环境重点实验室基金资助项目“海洋生态重要性区域(EIAs)的区划方法研究”(编号:200711)和“海洋生态化管理的监控区设定原理与方法研究”(编号:200811)等联合资助。本书是以上各项目研究成果的提炼与总结,力图形成一个有机整体贡献给各位读者。在此,编者向所有参与研究的单位和个人表示衷心的感谢!书中部分内容还参照了有关单位和个人的研究成果,均已在参考文献中一一列出,在此一并表示感谢!感谢科学出版社为本书的出版所做的辛勤努力。

本书由叶属峰、杨颖、田华主编,第 1、2 章由杨颖、叶属峰、张勇编写;第 3 章由范海梅、刘鹏霞、杨颖、国峰编写;第 4 章由杨幸幸、杨颖、卜建平、谭赛章、叶属峰编写;第 5、6 章由田华、季铁梅、石冰、程溶、伦凤霞、杨华、姜民、吴军新、梁国康、刘水芹、肖群、李宏祥编写;第 7 章由刘志国、纪焕红、杨颖、张勇、刘星编写;第 8 章由纪焕红、叶属峰、徐惠民、杨颖编写。全书由叶属峰、杨颖、田华统稿。

由于时间仓促,编者水平所限,书中难免存在缺点和错误,敬请广大读者不吝赐教。

编者

2015 年 8 月

目 录

前言

1 绪论	1
1.1 河口水域环境质量检测方法存在问题	3
1.2 河口水域环境质量评价方法及存在问题	4
1.3 本书编著思路与框架	6
2 河口海域环境监测评价经验借鉴	8
2.1 概况	8
2.2 我国海洋环境监测与评价现状	8
2.2.1 海洋环境监测指标体系	8
2.2.2 海洋环境评价指标体系	9
2.3 国际河口与近岸海域监测评价案例简介	9
2.3.1 基于流域水环境管理的《欧盟水框架指令》	10
2.3.2 基于防治人类活动污染的 OSPAR 海域监测与管理	10
2.3.3 基于生态状况评价的美国近岸海域监测与评价	12
2.3.4 基于河口生态健康的澳大利亚 EHMP 监测计划	13
2.3.5 基于环境污染趋势性评价的加拿大缅因湾监测与评价	13
2.4 监测评价方法借鉴与启示	14
2.4.1 准确了解和科学把握区域生态环境特征与压力	14
2.4.2 制定河口区域环境评价目标	15
2.4.3 确定评价指标体系	15
2.4.4 确定评价指标标准	16
2.4.5 研究制定区域评价方法	16
2.4.6 编制区域的中长期监测与评价计划	17
2.5 小结	18
3 河口水域环境问题与成因分析	19
3.1 概况	19
3.2 数据源和评价	19

3.3	长江口水域环境质量现状	21
3.3.1	水环境质量总体评价	21
3.3.2	污染面积	21
3.3.3	功能区评价	23
3.3.4	典型海洋功能区水环境质量评价	24
3.4	长江口水域环境变化趋势分析	31
3.4.1	水环境变化趋势	31
3.4.2	水环境变化趋势分析	32
3.5	水环境综合评价	44
3.5.1	数据处理	44
3.5.2	指标标准化及其权重的确定	45
3.5.3	水质要素分布特征	46
3.5.4	综合指数分析	48
3.6	江河入海污染物通量估算	50
3.6.1	长江入海污染物通量	50
3.6.2	黄浦江入海污染物通量	54
3.6.3	入海江河对上海海域污染贡献分析	59
3.7	长江口水环境变化致因分析	60
3.7.1	营养盐类是导致河口水域环境质量下降的主要原因	60
3.7.2	长江通量是营养盐类物质主要来源	60
3.7.3	经济发展使得长江口水域污染压力持续存在	60
3.8	小结	61
4	河口水域 COD 检测方法研究	63
4.1	概况	63
4.2	COD 检测方法综述	63
4.3	数据处理方法	69
4.3.1	方法准确性评价	70
4.3.2	回归分析与相关性分析	70
4.3.3	F 检验法	70
4.3.4	显著性差异检验(t 检验)	71
4.4	盐度影响实验	72
4.4.1	实验试剂及仪器设备	72
4.4.2	试剂配制	72
4.4.3	实验及计算方法	73
4.4.4	结果分析	75
4.5	方法关联性分析	87
4.5.1	酸性高锰酸盐指数法和碱性高锰酸钾法	87

4.5.2 TOC法和碱性高锰酸钾法	90
4.6 现场应用验证	95
4.6.1 酸性法和碱性法	95
4.6.2 TOC法和COD _{Mn} 法	97
4.7 小结	99
5 河口水域硝酸盐氮检测方法研究	100
5.1 概况	100
5.2 硝酸盐检测方法综述	100
5.3 盐度影响研究	102
5.3.1 盐度对紫外分光光度法的影响	102
5.3.2 盐度对镉柱还原法的影响	105
5.4 河口区的适用性研究	109
5.4.1 紫外分光光度法	109
5.4.2 流动分析法	113
5.5 现场应用验证	116
5.5.1 样品采集与前处理	116
5.5.2 检测结果	117
5.6 方法的关联性分析	120
5.6.1 研究区域	120
5.6.2 实验试剂及仪器设备	120
5.6.3 试剂配制	121
5.6.4 结果与分析	121
5.7 小结	123
6 河口水域氨氮检测方法研究	125
6.1 概况	125
6.2 氨氮检测方法综述	125
6.3 盐度影响研究	127
6.3.1 盐度对纳氏试剂分光光度法的影响	128
6.3.2 盐度对水杨酸分光光度法的影响	131
6.3.3 盐度对次溴酸盐氧化法的影响	134
6.3.4 盐度对靛酚蓝分光光度法的影响	138
6.3.5 四种方法的对比	141
6.4 河口区的适用性研究	144
6.4.1 次溴酸盐氧化法	145
6.4.2 流动分析法	149
6.4.3 方法适用性分析	158

6.5	方法的关联性分析	158
6.5.1	检测方法关联性	159
6.5.2	前处理方法的关联性	161
6.6	现场应用验证	163
6.6.1	样品采集与前处理	163
6.6.2	检测结果分析	163
6.7	小结	167
7	河口水域环境质量评价方法及其应用	168
7.1	概况	168
7.2	河口水环境质量评价指标体系研究	168
7.2.1	指标体系构建原则	168
7.2.2	评估指标的筛选	170
7.2.3	指标体系的建立	176
7.2.4	评价模型与分级标准	179
7.2.5	评价结果与分析	180
7.3	长江口近岸海域生态系统健康评价	181
7.3.1	典型河口海湾生态系统健康评价指标体系与模型	182
7.3.2	数据来源及处理	188
7.3.3	长江河口近岸海域生态系统健康评价	191
7.4	基于 ASSETS 模型的长江口富营养化评价	195
7.4.1	ASSETS 模型	196
7.4.2	基于 ASSETS 的长江口富营养化评价指标体系的应用	202
7.5	小结	211
8	河口水域生态化管理技术研究	213
8.1	概况	213
8.2	MEIAs 区划方法研究	214
8.2.1	基于生物多样性的 MEIAs 概念的建立	214
8.2.2	MEIAs 区划指标体系构建	215
8.2.3	长江口 MEIAs 区划方法	217
8.3	海洋生态监控区 (MEMAs) 系统设定原理与方法研究	225
8.3.1	海洋生态化管理的概念模式	225
8.3.2	海洋生态化管理的监控区的系统设定原理与方法	229
8.3.3	长江口 MEMA 的设定	234
8.4	小结	238
	参考文献	240

1

绪 论

海洋环境监测与评价是指在设定的时间和空间内,使用统一的、可比的采样和检测手段,重复获取海洋环境要素资料,并在此基础上阐明各环境要素的时空分布、变化规律以及人类活动关系的全过程(王菊英等,2010),是海洋环境管理的基础。河口区域环境监测与评价是海洋环境监测管理中的重要内容。

河口海岸带是人类活动最频繁的地带,集中了地球上 60% 的人口和 70% 的大城市,人口密集,经济发达,在各国的国民经济中都具有举足轻重的地位(周晓蔚,2008)。近 20 年来,我国海岸带经济实现了飞速发展,沿海省、市(区)以 13% 的土地养活了 40% 的人口,在国内生产总值中所占的比例由原来的 40% 增至 60% (周晓蔚,2008)。但强调单一经济目标的资源开发利用模式导致资源与环境问题日趋严重,河口普遍出现了资源退化、环境恶化与灾害加剧的趋势。河口是许多鱼类、贝类等渔业资源的产卵场、育幼场和索饵场,以及溯河性鱼类的洄游通道,也为人类的海运娱乐提供了重要场所,甚至具有饮用水源地的功能,具有不可替代的战略意义。

河口段上游起始点一般定位于海洋动力影响的终结点,该处河水盐度接近上游来水;河口段下游终端则通常是河流动力影响的终结点,该处盐度接近海水(Viguri et al., 2002)。入海河口因其独特的地理位置、水动力条件和物质基础,为众多生物的生存和繁衍提供了特定的生存条件,使得河口生物群落能够适应各种化学、物理等生态环境要素在不同时间尺度上的剧烈变化,与河流、海洋水域的生物群落存在明显差异(Cloern, 2001; Qi et al., 2003; Zhang et al., 2007; Tas et al., 2009)。

河口区域因其多功能性以及海陆共同影响的特点而备受关注,并因不同行业(部门)的管理需求和使用功能划分出不同的功能区划(海洋功能区划及水资源区划等)。在我国最大的河口——长江口区域,因其自然环境特点,口内基本以淡水为主,但局部区域受涨潮及北支海水倒灌的影响,盐度最高可达到 17。口外随涨落潮变化盐度分布极不均匀,变化范围在 0~30 之间。因此,河口区水体以其盐度多变的性质成为介于地表水与海水过渡地带的“第三种水”。不同部门(任务)根据各自的功能区划要求规定水质环境保护目标,选择相应的海洋环境监测评价方法或地表监测评价方法水监测评价方法。但是这些方法体系应用于河口水体,由于盐度变化的影响,均有其不适应性,不同部门的评价结论也不尽相同。例如,《2013 年上海市环境状况公报》根据上海市水环境功能区划和相应的水质控制标准,长江口水域水质控制标准为Ⅱ类水,其长江口水域的评价结果为符合地面水水质Ⅱ类标准(上海市环境保护局,2014);而《2013 年中国海洋环境状况公报》表明,根据《海水水质标准》(GB 3097-1997)评价,2013 年长江口区域水质评价结果为劣于第四

类海水水质标准(国家海洋局,2014)。

在河口水环境管理中,我国目前主要依据《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)与《海水水质标准》(GB 3097-1997)。经过多年的实践,两个标准在使用中存在河海划界不清、评价指标和评价标准难以有机衔接等问题。因此,针对入海河口独特的自然环境及生物群落特征,制定能够满足水体使用功能并有效维护水体生态系统健康的河口水环境质量标准,科学确定评价方法,实现地表水和海水水质标准的有效衔接显得尤为重要。近年来,不少科研机构、政府部门也逐渐开始探索,寻求更为科学合理的河口区监测评价技术方法。2011年,国家海洋局组织开展了北海、南海海洋环境质量综合评价研究,开展黄河口、珠江口环境质量综合评价方法研究,迈出了国内河口监测与评价工作探索性的一步。

本书以长江口水域为例,开展了针对河口区水体的检测与评价方法研究,并进行了示范应用。

长江口是我国特大型河口,世界第三大河口,它在我国的国民经济和社会发展中具有举足轻重的地位。它面临着长江流域系统、大气—水循环系统、海岸带复合系统、外海海洋生态系统以及人类活动与经济建设的深刻影响(沈焕庭等,2001)。

长江口地处长江和钱塘江入海口的交汇区域,属于典型的亚热带季风气候区,气候温和湿润,四季分明,是河流及海洋相互影响、相互作用最活跃、最激烈的区域。河口径流量丰沛,多年平均流量 $29\,500\text{ m}^3/\text{s}$ (大通水文站),主要由降水补给,5月至10月为洪季,11月至次年4月为枯季。长江每年携带的巨量泥沙中有一半会沉积在长江河口区,塑造了长江滨岸广阔的湿地——长江口0 m以上的潮间带面积约 800 km^2 左右。此外,长江丰富的营养盐输入河口及邻近海域,对长江口水域的自然环境也产生了深刻的影响。

长江口河口平面外形呈“三级分汊、四口分流”格局,口门南北宽约 90 km ,常年接纳来自东海、黄海的巨大潮量。东海和黄海潮波传入长江口及杭州湾,再加上河口地形的束狭,长江口成为一个中等强度的潮汐河口,口外为正规半日潮,口内为非正规半日浅海潮。在江海交互作用的制约下,长江河口及沿岸地区形成了陆地地貌、岸滩地貌以及海底地貌等多种地貌类型,潮滩为长江携带泥沙的主要堆积场所,潮滩沉积物垂直沉降速率约为 5 cm/a ,入海悬砂以向东、向南外输为主,整个长江口外海滨的广阔水域是入海悬砂输移的主要场所。受长江冲淡水、江浙沿岸流、台湾暖流、黄海冷水团等多种水体影响,在长江口海域形成一个复杂多变的水团交汇区,海域海洋生物资源种类多样性复杂,数量丰富,是我国沿海主要渔场之一。

长江口生态系统属于典型的河口生态系统,生物多样性丰富,生态系统复杂且类型多样,具有巨大的生态服务功能。长江口生态系统类型包括滩涂湿地、岛屿、自然保护区、海洋工程、渔业资源、河口区、口内区、最大浑浊带、外海区等类型。长江口鱼类共有 14 目 112 种,其中软骨鱼类 7 科 9 种,占水域鱼类总数的 8%;硬骨鱼类 103 种,占 92%,是该海域鱼类的主要组成部分。长江口湿地总面积近 $273\,915.57\text{ hm}^2$,包括长江口北支湿地、南岸湿地、岛屿湿地三大块,重要湿地主要包括崇明东滩湿地、横沙东滩、九段沙湿地、南汇边滩及中央沙和青草沙湿地。长江口海洋保护区包括 2 个国家级自然保护区,即崇明东

滩鸟类国家级自然保护区和九段沙湿地国家级自然保护区,2个市级自然保护区,即上海市长江口中华鲟幼鱼自然保护区和青草沙水源地保护区,此外,还包括崇明岛海洋地质公园,杭州湾北岸的上海市金山三岛海洋自然保护区。

随着沿海经济的发展,长江口海域的海洋工程日益增多,包括长江口深水航道治理工程、南隧北桥、沿江大通道、洋山深山港工程、东海大桥、杭州湾大桥、苏通大桥和崇启大桥等。由于长江径流量以及各物质输送通量巨大,再加上海洋养殖、海上疏浚倾废、海洋运输及大型海洋工程等的影响,致使长江口及邻近海域成为我国近岸海域污染最为严重的地区之一。为了保护长江口自然环境,建设生态长江口,需要对该海域水环境进行全面、科学的调查与评估,以查清污染现状和主要污染源,为海域环境监测提供科学依据,为海洋资源开发利用与海洋环境保护协调发展提供科学参考。

1.1 河口水域环境质量检测方法存在问题

目前,我国河口水域监测多参照《海洋监测规范》(GB 17378-2007)等常规的海洋监测方法。从生物地球化学的角度讲,河口是位于河流—海洋交互区的水体,来自陆地径流(河水)与海水相互混合,水的盐度从河水的接近于0连续增加到正常海水的数值。尽管河口是河流的入海口,但它们并非是简单稀释海水的场所,河口水体在咸淡水交汇时也会发生一系列的化学反应,包括颗粒物质的溶解、絮凝、化学沉淀以及黏土、有机物和污泥颗粒对化学物质的吸附和吸收。在如此复杂的水动力环境、化学、生物等自然生态环境下,河口区生态环境监测与常规海洋生态环境监测必然有一定的差异。

根据《江河入海污染物总量监测技术规程》(HY/T 077-2005),在河流入海污染物监测断面,COD要求采用《水质化学需氧量的测定 重铬酸盐法》(GB 11914-89),硝酸盐采用《水质硝酸盐的测定 酚二磺酸分光光度法》(GB 7480-87),氨氮采用《水质氨氮的测定水杨酸分光光度法》(HJ 536-2009)。《海洋监测规范》(GB 17378.4-2007)对上述监测项目的方法分别是“碱性高锰酸钾法”、“镉-铜还原法”和“次溴酸钠氧化法”。两种方法在检测范围、检测目标物等方面不尽相同,检测结果差异很大。因此,通过河流、排污口等污染物总量监测的污染物,入海后难以监测出在海洋中的直接响应。

《河口生态系统监测技术规程》(HY/T 085-2005)规定以盐度2为界,分别选择地表水和海水检测方法。同一项目采用不同的检测方法时,检测结果会存在不同程度的差异,给河口水域环境质量的评价带来很大影响。因此,河口区参照海洋方法进行监测评价时,往往会产生河口上游的地表水(淡水)环境质量不超标,河口外(外海)海域环境质量不超标,而处于中间地段的河口水超标的“怪现象”。这是由于海水与地表水检测方法不统一,尚未建立起比较权威的专门针对河口区生态环境监测评价技术方法,对河口区监管带来很大困难。

海洋环境污染主要来源于陆地已经成为社会的共识,如渤海的N、P、COD和石油4种主要污染物有82%来源于陆地,由于农田大量化肥和工业化、城市化发展排出的大量污水(周晓蔚,2008),入海径流因为人类活动而呈现恶化状况,近岸海域近70%超过三类海水水质标准,并导致赤潮频繁发生。“十二五”期间,国家和沿海各省市都制定了污染物

减排计划,如2011年12月15日,中华人民共和国国务院以国发[2011]42号印发《国家环境保护“十二五”规划》,要求“推进主要污染物减排,切实解决突出环境问题”;浙江省制定了《浙江省海洋环境保护“十二五”规划》,“坚持海陆联动与区域协作原则以海陆统筹、区域联动为协作机制,加大沿岸污染源整治力度,严格控制陆源污染物向海洋排放”,以及最近出台的《水污染防治行动》计划,都对陆源污染物的排放进行了明确限制。目前沿岸河口区大多处于较严重的富营养化状态,河口区最受关注的陆源污染物为化学需氧量(COD)和营养盐类,江河入海水体中浓度最高的化学物质为COD类,其次是营养盐。因此COD和营养盐是长江口水生态环境评价的重要指标之一,也是政府职能部门监管河口区水域水体,实现海陆统筹目标的重点监测指标之一。但是,同为COD和营养盐指标,不同行业部门之间监测与评价的标准却大不相同,发布的各类“公报”结论也大相径庭。如长江口区域,每年的《中国海洋环境质量公报》中的评价结果均为“劣四类水体”或“严重污染”,其结论是根据《海水水质标准》(GB 3097-1997)中的无机氮(硝酸盐氮、亚硝酸盐氮和氨氮之和)和无机磷的单因子评价结果得出的;对于地表水中监测出的入海总量排名第一位的COD,由于监测方法不同,海水评价结果始终符合Ⅰ类海水水质标准。而根据历年《上海市水资源公报》,青草沙水库所在的长江口南支水域一直保持在地表水Ⅱ~Ⅲ类标准,属于优质水源地,其结论主要依据《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)中的氨氮、总磷等指标的评价结果,造成了不同部门的公报结论之间存在“歧义”。

1.2 河口水域环境质量评价方法及存在问题

随着人们对沿岸生态环境科学认识的进步,目前国际上的海洋环境管理已经从以往单纯的海洋环境污染管理转变为海洋生态环境综合管理,并建立了海洋生态环境质量综合评价指标体系和相应的管理、监测体系(王菊英等,2010)。我国的海洋环境质量评价尚停留在基于不同介质(海水、沉积物、生物体)的污染评价,如国家海洋局发布的《中国海洋环境质量公报》中一直是各种介质的污染状况评价和分级内容。评价标准中未包含浮游和底栖生态系统结构和功能变化、富营养化和赤潮、滨海湿地等生态指标,也未包含稀释和冲刷能力(海湾、河口等)等水动力指标。而这些指标是海洋生态环境质量评价中必不可少的、最重要的评价指标。对于具有重要生态功能的河口水域环境质量评价方法主要存在以下问题:

(1) 评价方法主要为单因子评价方法,缺乏咸淡水区域的统一评价方法

目前海洋河口环境质量评价主要采用单因子评价法,缺乏整体性和系统性的综合评价方法,使得评价结果缺少一定全面性,且由于海水水质标准与地面水环境质量评价标准存在明显的衔接问题,河口水域环境质量评价结果缺乏一定的客观性和科学性。

在海洋生态系统退化问题日趋严重的情况下,海洋环境监测评价的重心应从污染监测向生态监测转移。国际上,澳大利亚昆士兰政府实行了生态健康监测计划,美国的近岸海域监测实行了一套生态质量状况综合评价方法。国内目前在海洋环境质量综合评价方法上也开展了一些研究工作(潘怡等,2009;叶属峰等,2007),但尚无成熟的可应用于业务化工作的综合评价方法。

(2) 河口和沿岸海域富营养化严重,未界定营养盐在环境质量评价中的贡献

东海区河口及近岸大部分海域常年存在无机氮和活性磷酸盐的严重超标现象,根据单因子评价结果,营养盐的超标掩盖了海域其他污染物的分布状况。为了解河口海域水体的富营养化程度,自20世纪60年代起,国内外学者就对海水富营养化评价方法进行了广泛而深入的研究,并提出了多种评价模型(王保栋,2005;纪焕红等,2008;江涛,2009;俞志明等,2011)。

国内对河口和沿岸富营养化的评价仍然采取全国统一的标准,未考虑区域环境差异,评价模型和方法尚停留在以营养盐为基础的第Ⅰ代评价体系,即根据无机氮、无机磷和COD浓度计算富营养化指数的各种数学公式。根据目前业务化海洋环境业务化监测评价结果,河口及近岸海域的营养盐一直作为主要超标污染物,根据《2013年中国海洋环境状况公报》,近岸海域主要污染要素为无机氮、活性磷酸盐和石油类(国家海洋局,2014)。但同时,营养盐作为重要生态指标,与其他环境污染物如重金属、石油类及其他有机污染物相比,其污染的环境影响具有本质不同。应根据营养盐在生态系统中的作用及影响情况,研究界定营养盐在环境评价中的贡献。

(3) 对河口水域管理的理论和方法不足

根据历年《中国海洋环境状况公报》,多年的监测结果表明,我国海湾、河口及滨海湿地生态系统存在的主要生态问题是富营养化及氮磷比失衡、环境污染、生境丧失或改变、生物群落结构异常和河口产卵场退化等,主要影响因素是陆源污染物排海、围填海活动侵占海洋生境、生物资源过度开发。可见,河口的生态环境问题已不只是单纯的自然环境问题、工程建设问题或社会发展问题,而是由各种复杂的物理、事理、情理关系综合在一起的复合生态系统调控问题,牵涉到人的行为、体制和观念等问题,而这些问题的背后,凸显河口管理理论和方法的不足。

河口健康评价方法以河口生态系统状况为主线,着眼于建立河口状况变化与生物过程的关系,建立一种兼顾合理开发利用和生态保护的综合评估体系。河口健康研究突破了以往单纯利用理化指标表征水环境状况的局限性,强调从生态系统的角度客观地评估河口的健康状况,分析河口环境问题形成原因,是河口生态管理的基础和依据。我国关于河口健康评价理论与方法的研究尚刚刚起步,特别是由于对河口生态系统的基本特征缺乏深入了解,没有建立起河口生物群落与水质、栖息地、流量等因素之间的相互影响关系,目前尚未提出适用于我国的河口健康评价指标体系和评价方法,河口健康评价和管理方法的应用更是困难。

(4) 海洋环境监测与评价产品尚不能直接与海洋环境管理挂钩

目前开展的海洋环境监测和评价项目较多,但其结果能直接为海洋环境管理提供依据的产品并不多,监测的项目越多,评价结果显示的污染状况就越严重,却不能综合考虑各类指标对区域海洋环境造成的总体影响。海洋保护区、海洋工程等的监测,并不能为管理提供依据,或者制定相应的环境保护措施。评价结果与管理需求之间存在差距,管理有需求的方面难以开展监测,开展监测的内容却出现不满足管理需求的状况。

为全面系统进行海洋生态监测与评价,加强陆海统筹与海洋生态监管,在总结过去20多年海洋监测、分析、研究基础上,选择具有典型物种、海湾、河口等海洋生态代表性的

区域,建立了海洋生态监控区(Marine Ecological Monitoring and Controlling Areas, MEMAs)。国家海洋局自2003年开始考虑并于2004年起实行MEMAs制度。MEMAs制度的设立,为开展海洋生态区划的研究起了先导作用,通过海洋生态区划提出不同区域海洋生态主导功能,以及生态保护重点和对策,同时与海洋功能区划和主体功能区划相衔接。

1.3 本书编著思路与框架

在多年的河口海域监测工作中,发现地表水环境与海洋水环境的监测与评价均自成体系,唯独对过渡地带的河口区域缺乏针对性的监测与评价方法,基本是引用现有的地表水和海水监测评价方法。但在水体性质上,河口海域与地表水和海水都不相同,导致了方法的适用性不强,监测数据与评价结果不能为环境管理提供相应的支撑,反之,还可能导致不同管理部门产生矛盾,引起公众歧义。

本书的编著,旨在建立一套适用于河口水域的检测和评价方法体系,且能与目前实行的地面水环境质量监测评价体系、海洋环境质量监测评价体系相互兼容,结果可比,有效衔接陆、海环境监测与评价结果。本书中所有检测与评价方法的示范应用均选择了长江口水域,长江口水域为我国最大的河口水域,是2004年起划定的河口类MEMAs,具备较强的代表性。本节的研究成果可为国内其他河口区域的监测与评价提供有益的借鉴。

本书的编写思路如下:在充分总结目前国际上海洋河口监测评价案例和业务化工作经验,对河口区水环境现状及变化趋势进行评价,进行水环境变化的致因分析,提炼出导致河口区环境变化的关键水质指标,研究建立河口区关键水环境指标的检测方法,探讨建立影响河口区水环境的主要评价指标体系,引进生态健康评价理论、富营养化评价模型等并在长江口区进行应用试验,以期从多角度、全方位进行河口区水环境评价。以海洋可持续发展为目标,基于生态系统管理的理念,结合国家海洋局职能,系统地构建海洋生态化管理(Marine Ecological Management, MEM)的概念模式;以海洋生态化管理的内涵为出发点,以海洋生态系统的特征为重点,结合监控的实践,开展海洋生态监控区(MEMAs)设置原理和方法的指标体系及评价研究;并选择典型生态监控区位,开展应用验证。全书共分为8章,各章节安排如下:

第1章 绪论,是全书的铺垫,对海洋环境质量检测内容与评价方法、管理目标等进行概述,分析目前河口水域环境质量监测与评价中的主要问题,并概述本书的编写思路。

第2章 河口海域环境监测评价经验借鉴,选择了国际上的典型案例进行剖析,借鉴国际上先进的海洋与河口监测评价方法经验,分析总结了我国海洋环境监测与评价业务化工作中存在的问题,并参考借鉴其监测评价指标体系,提出了经验借鉴之处。

第3章 河口水域环境问题与致因分析,以长江口为例,对目前河口区环境变化趋势评价及致因分析,总结出导致河口区域水体中环境问题的主要监测指标是营养盐,主要为无机氮(硝酸盐氮、氨氮和亚硝酸盐)和无机磷等指标。

第4章 河口水域COD检测方法研究、第5章 河口水域硝酸盐氮检测方法研究、第6章 河口水域氨氮检测方法研究,对陆海衔接中存在检测方法的问题指标,包括硝酸

盐、氨氮和 COD 的检测方法研究,主要研究了盐度对各监测方法的影响,并最终推荐了适合河口区使用的监测方法,可为其他河口监测评价提供参考。

第 7 章 河口水域环境质量评价方法及其应用,对长江口水域环境质量综合评价方法开展探讨,根据长江口区与水体的特点和主要环境问题,建立了长江口水环境质量评价指标体系,为进一步开展河口区评价标准与方法研究奠定基础。开展海洋生态健康评价和富营养化评价模型在长江口区域进行试验性应用,作为目前单因子评价方法的补充和发展。

第 8 章 河口水域生态化管理技术研究,对海洋生态重要性区域(MEIAs)的区划方法研究,对长江口生态监控区的设定原则和方法进行了探讨,提出可操作性的管理建议和措施。