

河口科学

——研究与实践的综合方法

| [美] John E. Hobbie 主编 |
| 孟伟 雷坤 郑丙辉 译 |



海洋出版社

河口科学

——研究与实践的综合方法

[美] John E. Hobbie 主编

孟 伟 雷 坤 郑丙辉 译

海洋出版社

2005 年 · 北京

图书在版编目 (CIP) 数据

河口科学: 研究与实践的综合方法 / (美) 霍比主编; 孟伟, 雷坤, 郑丙辉译.
—北京: 海洋出版社, 2005. 8
ISBN 7-5027-6415-1

I. 河... II. ①霍... ②孟... ③雷... ④郑... III. 河口学
IV. P343.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 095140 号

图字 01-2003-7518 号

Copyright © 2002 by Island Press

Published by arrangement with Island Press

Translation copyright © 2003 by China Ocean Press

责任编辑: 杨海萍

责任印制: 严国晋

海洋出版社 出版发行

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

(100081 北京市海淀区大慧寺 8 号)

北京海洋印刷厂印刷 新华书店经销

2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm × 1092mm 印张: 25

字数: 634 千字 印数: 1~1000 册

定价: 50.00 元

海洋版图书印、装错误可随时退换

贡 献 者

- Barry, Karen L., Fisheries and Oceans Canada, West Vancouver Laboratory, 4160 Marine Drive, West Vancouver, British Columbia, V7V 1N6 Canada
- Billen, Gilles, Systems, Hydriques Continentaux, Laboratoire de Geologie Appliquee, Tour 26, Seme erage, 4Place Jussieu, 75005 Paris, France
- Boesch, Donald F., University of Maryland, Center for Environmental Sciences, P. O. Box 775, Cambridge, MD 21613
- Boynton, Walter R., University of Maryland, Chesapeake Biological Laboratory, P. O. Box 38, Solomons, MD 20688 - 0038
- Brandt, Stephen B., Great Lakes Environmental Research Laboratory, 2205, Commonwealth Avenue, Ann Arbor, MI 48105
- Burger, Joanna, Biological Science, Rutgers University, Piscataway, NJ 08855
- Cerco, Carl F., U. S. Army Engineer Research and Development Center, 3909 Halls Ferry Road, Vicksburg, MS 39180
- Chalmers, Alice, University of Georgia, 220 Marine Sciences Building, University of Georgia, Athens, GA 30602 - 3636
- Correll, David, Smithsonian, Environmental Research Center, Box 28 Edgewater, MD 21037
- Costanza, Robert, University of Maryland, Center, for Environmental Science, Institute for Ecological Economics, P. O. Box Solomons, MD 20688 - 0038
- DElia, Christopher F., Vice President for Research, Administration 227, University at Albany, State University of New York, Albany, NY 12222.
- Dame Richard, Department of Marine Science, Coastal Carolina University, Conway, SC 29526
- Deegan, Linda A., The Ecosystems Center, Marine Biological Laboratory, Woods Hole, MA 02543
- Demers, Eric, Conor Pacific Environmental Technologies Inc., 300 - 1727 West Broadway, Vancouver, Brithish, Columbia, Canada, V6J 4W6
- Dortch, Quay, Louisiana, Universities Marine Consortium, 8124, Highway 56, Chauvin, LA 70344
- Fisher, Thomas R., University of Maryland, Center for Environmental Sciences, Horn Point Laboratory, P. O. Box 775, Cambridge MD 21613
- Geyer, W. Rockwell, Woods Hole Oceanographic, Institution Department of Applied Ocean Physics and Engineering, MS 12 Woods Hole, MA 02543

- Giblin, Anne E. , The Ecosystems Center, Marine Biological Laboratory, Woods, Hole, MA 02543
- Hobbie, John E. , The Ecosystems Center, Marine Biological Laboratory, Woods, Hole, MA 02543
- Hodson, Robert, Department of Marine Science, University of Georgia, Athens, GA 30602 - 2206
- Hofmann, Eileen E. , Center for Coastal Physical Oceanography, Old Dominion, University, Norfolk, VA 23529
- Hollibaugh, James T. , Department of Marine Science, University of Georgia, Athens, GA 30602 - 3636
- Hopkinson, Charles S., Jr. , The Ecosystems Center, Marine Biological Laboratory, Woods, Hole, MA 02543
- Houde, Edward D. , University of Maryland, Chesapeake Biological Laboratory, P. O. Box 38, Solomons, MD 20688 - 0038
- Howarth, Robert W. , 311 Corson Hall, Cornell University, Ithaca, NY 14853
- Jaworski, Norbert, NOAA/NMFS, 28 Tarzwell Drive , Narragansett, RI 02882 - 1199
- Jay, David A. , Center for Coastal and Land - Margin Research, P. O. Box 91000, Portland, OR 97291 - 1000
- Jech, J. Michael, Northeast Fisheries Science Center, 166 Water Street, Woods Hole, MA 02543
- Justic, Dubravko, Coastal Ecology Institute and Department of Oceanography and Coastal Sciences , Louisiana State University, Baton, Rouge LA 70803
- Kemp, W. Michael, University of Maryland, Center for Environmental Science, Horn Point Laboratory, P. O. Box 775, Cambridge MD 21613
- Kremer, James N. , Department of Marine Sciences, University of Connecticut, Avery Point Groton , CT 06340 - 6097
- Montgomery, David, R. , Quaternary Research Center University of Washington, Seattle, WA 98195
- Morris, James T. , Department of Biological Sciences and Belle W. Baruch Institute, University of South, Carolina, Columbia, SC 29208
- Peterson, Bruce J. , The Ecosystems Center, Marine Biological Laboratory, Woods, Hole, MA 02543
- Prahl, Frederick G. , Oregon State University, College of Oceanic and Atmospheric Sciences Corvallis, OR 97331
- Rabalais, Nancy, N. , Louisiana Universities Marine Consortium , 8124 Highway 56, Chauvin

- LA 70344
- Reed, Denise J., Department of Geology and Geophysics University of New Orleans New Orleans LA 70148
- Richey, Jeffrey, E., School of Oceanography WB - 10, University of Washington, Seattle, WA 98195
- Scavia, Donald, NOAA Coastal Oceans Program, 1315 East - West Highway, Silver Spring, MD 20910
- Seitzinger, Sybil P., Rutgers University, Institute of Marine and Coastal Studies, Rutgers NOAA CMER Program, 71 Dudley Road, New Brunswick, NJ 08903 - 0231
- Sen Gupta, Barun k., Department of Geology, Louisiana State University, Baton Rouge, LA 70803
- Simenstad, Charles A., School of Fisheries, 324 Fisheries Sciences, 1122 Boat Street, Box 355020, University of Washington Seattle, WA 98195 - 5020
- Swaney, Dennis, Department of Systems Ecology, University of Stockholm, s - 10691 Stockholm, Sweden
- Townsend, Alan, University of Colorado, INSTAAR, Campus Box 450, University of Colorado, Boulder, CO 80309
- Turner, R. Eugene, Coastal Ecology Institute and Department of Oceanography and Coastal Sciences, Louisiana State University, Baton, Rouge LA 70803
- Valiela, Ivan, Boston University Marine Program, Marine Biological Laboratory, Woods, Hole, MA 02543
- Voinov, Alexey, University of Maryland, Center for Environmental Science, Institute for Ecological Economics, P. O. Box 38, Solomons, MD 20688
- Vorosmarty Charles J., Institute for The Study of Earth, Ocean and Space, University of New Hampshire, Durham, NH 03824.
- Wiegert, Richard, Institute of Ecology, 711 Biological Science Building University of Georgia, Athens, GA 30602 - 2602.
- Wiseman, William, J. Jr., Coastal Studies Institute and Department of Oceanography and Coastal Science, Louisiana State University, Baton, Rouge LA 70803

译者的话

中国自 20 世纪 70 年代末的改革开放以来,尤其是近十年的社会经济快速发展,经济总量以年均 7%~9% 的速度增长。由于我们的生产发展仍然以传统的方式为主,现代化技术水平还不高,所以快速增长伴随着大量自然资源的损耗和污染物质的排放,环境和生态系统均遭受到空前的压力。人类活动的加剧所产生的环境影响不仅限于陆域,从河流、大气以及滨海地区的径流将大量污染物输送进入近岸海域,引起我国大陆 1.8 万千米海岸带的相当一部分生境退化或遭受根本性的破坏。本届政府提出了建设小康社会的宏伟目标,中国要实现全面、协调、可持续发展,坚持生产发展、生态良好、生活富裕的原则,必须实行统筹发展的指导思想,在保持海岸带和近海海域环境与生态系统健康的发展战略中也要实行河海兼顾、陆海统筹的原则,积极借鉴国际上海岸带、河口保护的成功经验。

中国有世界级的大江大河,长江、黄河是中华民族发源的载体,现代文明伴随着流域的自然演替和进化。河口是流域汇入海洋的通道,由河口进入海洋的过程影响到海洋乃至全球的物质循环与平衡,海洋通过河口也影响到流域的发育过程。因此,现代科学高度关注河口,河口是陆海交互和相互作用的重要场所。河口系统的演变可以直接反映出陆海相互作用的效应。

正如大家已经关注到的,中国内陆主要流域的河流、湖泊已受到了严重的环境影响,水质恶化,生态系统严重退化,影响的范围已不仅限于主要河流的干流,已经上延至河源区,下伸至近岸海域。河口及海岸带的响应十分明显,在水质及生态系统上表现尤甚。但在河口与流域水质和生态系统管理方面,我们的科学研究基础十分薄弱。

我们发现美国 John E. Hobbie 先生主编的《河口科学》(Estuarine Sciences)一书,令我们眼睛一亮。正如本书第一章所言,这本书是开启海岸带生态研究进展大门的钥匙。在这本书中,重点介绍了流域和人类活动导致营养物质大量由河口进入海洋的估算方法和模型;尤其令读者感兴趣的是对河口港湾的分类、物理过程与生态系统结构之间的相互作用、营养物质的反硝化作用估算及营养物质负荷与生物地球化学过程对生态系统的影响及响应。此外,还介绍了生境及生境与生物之间的相互作用,并用模型量化了河口区生态经济的发展,明确提出了综合管理的理念和科学上要关注的自然与人类活动。

我们相信,《河口科学》一书译本的出版将十分有助于我们对河口环境的理解,从方法上得到启示和借鉴,推动我国河口环境科学领域的进步。这对于全面推进国家的可持续发展,加快长江三角洲、珠江三角洲、黄河三角洲及辽河三角洲等沿海地区的社会经济发展十分有意义。

孟伟教授主持了全书的翻译,第一、八、九章由孟伟教授翻译,第二、三章由郑丙

辉研究员翻译,第四、五、六、七、十、十一、十二章由雷坤博士翻译,第十三至十六章由陈亮博士翻译,第十七、十八章由秦延文博士翻译。

本书的翻译也是我们河流与海岸带环境研究室承担国家“973”重大基础研究项目“河口—近海陆海相互作用及环境效应研究—河口近海环境污染调控对策及生态系统变异的趋势预测”和国家“863”重点课题“渤海典型海岸带生境修复技术”的重要技术基础和组成部分,我们期望通过本书的深入理解,有助于提高我们的研究起点。

特别感谢在美国康涅狄格州工作的刘士励博士提出了很好的建议,海洋出版社的盖广生社长非常关心本书的出版,在法兰克福国际图书展上亲自与美国的版权所有人交谈并取得了翻译许可。还应特别感谢雷坤博士承担了7章的翻译工作,还负责全书的翻译统稿,保证了全书格式和内容表达的统一,有效地提高了译本的可读性,便于读者理解。全书最后由孟伟教授负责审定。

由于译者水平所限,译文中的错误和不足之处在所难免,望读者批评指正。

译者

2004年12月20日

目 录

贡献者	(I)
译者的话	(V)
第一章 河口科学:打开海岸带生态	(1)
一、前言	(3)
二、河口综合研究的类型	(6)
三、科学的综合研究与管理	(7)
四、本书的结构	(7)

第一部分 流域的综合研究

第二章 估算人类活动对进入河口的氮和有机碳通量的影响的方法	(10)
一、前言	(10)
二、模拟进入哈得孙河的有机物的来源	(11)
三、关于由陆地进入北大西洋的氮通量的比较方法	(17)
第三章 进入海岸带的水和营养物质通量的宏观模型	(28)
一、前言	(28)
二、流域的意义——在陆地至全球尺度下	(30)
三、模拟方法	(31)
四、近期的建模策略	(41)
五、近期的进展和对研究的支持	(45)
六、结论	(47)
第四章 综合输入海岸带系统的流域的资料	(57)
一、为什么进行综合研究	(57)
二、核心问题	(60)
三、一般性原理	(60)
四、为了阐明核心问题,应采用哪些方法,应优先考虑哪些方法?	(60)
五、对已有数据进行综合分析的模型	(61)
六、克服综合研究的障碍	(64)
七、设想的项目	(65)

第二部分 物理过程与生物过程的耦合

第五章 海平面异常对河口过程的影响	(74)
一、前言	(74)
二、材料和方法	(75)
三、物理背景	(76)
四、结果	(77)
五、讨论	(85)
六、结论	(87)
第六章 河口综合模拟	(90)
一、前言	(90)
二、对生物/生态模型的评论	(91)
三、对环流模型的评论	(92)
四、模型的种类	(92)
五、河口模型的例子	(93)
六、讨论与总结	(101)
第七章 河口分类的生态学前景	(105)
一、前言	(105)
二、水动力学分类方法	(107)
三、与生态系统过程的联系:滞留时间和颗粒物捕集	(111)
四、地貌和物理分类法的结合	(116)
五、结论和建议	(122)
第八章 物理过程与生态系统结构间的相互作用	(125)
——比较方法的应用	
一、前言	(125)
二、物理过程、生物地球化学过程和生态过程间的耦合	(126)
三、河口分类:比较法的构架	(132)
四、数学模型:综合研究的工具	(132)
五、滞留时间的确定	(134)
六、非拉格朗日量:颗粒物和游离体	(135)
七、变化的时间尺度	(136)
八、空间变化	(136)
九、多个河口的相互作用:区域的观点	(137)
十、建议	(137)

第三部分 生物地球化学过程与食物网之间的关系

第九章 小尺度研究结果在大尺度研究中的应用	(148)
——特定地点的观测结果与全球尺度上的反硝化作用估算	
一、前言	(148)
二、河口特定位置的过程研究	(149)
三、生态系统尺度的反硝化作用	(151)
四、反硝化作用对生态系统中 N:P 比例的影响:不同河口之间的比较	(157)
五、生态系统之间的比较:淡水和河口	(158)
六、区域尺度的研究方法	(159)
七、全球尺度的淡水和近海生态系统反硝化模型	(164)
八、结论/总结	(166)
第十章 墨西哥海湾生物系统对密西西比河营养物质变化的响应	(171)
一、前言	(171)
二、方法	(174)
三、综合分析的结果	(175)
四、展望	(188)
第十一章 河流流量和营养物质负荷对生态系统过程的影响	(193)
——对切萨皮克湾数据的综合分析	
一、前言	(193)
二、方法	(194)
三、结果和讨论	(200)
四、结论	(211)
第十二章 生物地球化学过程与高营养级生物之间的关系	(215)
一、前言	(215)
二、长期、连续的数据收集	(216)
三、生态系统间的比较	(221)
四、数学模型	(228)
五、营养物质和能量的收支平衡计算以及质量平衡方法	(232)
六、实验	(236)
七、结论	(239)

第四部分 河口生境的控制因素

第十三章 海岸生物地貌	(250)
——研究温带海岸湿地的演化、形态和可持续性的综合方法	
一、前言	(250)
二、海岸湿地的演化	(251)
三、潮沟的发育	(253)
四、湿地表面高程	(255)
五、结论	(257)
第十四章 切萨皮克湾富营养化模型	(261)
一、前言	(261)
二、切萨皮克湾	(261)
三、切萨皮克湾模型包	(267)
四、模拟结果	(277)
六、管理上的应用	(290)
七、目前的综合研究	(292)
八、未来研究展望	(293)
第十五章 潜在生长率的空间显式模型	(298)
——河口鱼类产量与生物和物理条件的关系	
一、前言	(298)
二、一般性方法	(300)
三、应用举例	(303)
四、总结和应用前景	(310)
第十六章 生境与生物间的相互作用	(315)
一、前言	(315)
二、生境和生境结构的概念	(317)
三、生境变化——自然和人为原因造成的改变	(323)
四、行动计划与建议	(327)

第五部分 河口管理的综合研究

第十七章 综合的生态经济区域模型	(338)
一、综合生态经济系统模拟	(338)
二、计算和模拟	(339)

三、模型的目的	(341)
四、高通用性的概念模型	(341)
五、高精度的解析模型	(342)
六、高真实效果的解析模型	(342)
七、中度通用性和中度精确性的指标模型	(342)
八、尺度和等级	(343)
九、不规则性和混沌	(344)
十、分辨率和可预测性	(345)
十一、演化研究方法	(346)
十二、将模拟作为完善管理和建立共识的工具	(349)
十三、综合模型研究实例：帕图信特河流域	(350)
十四、结论	(365)
第十八章 河口管理中的综合研究	(372)
一、成就和挑战	(373)
二、导致成功的因素	(376)
三、妨碍成功的因素	(377)
四、发展综合科学知识	(378)
五、综合科学知识在特定地点管理中的应用	(379)
六、联邦和州机构的作用	(381)
七、学术界的作用	(383)

第一章 河口科学：打开海岸带生态研究进展的钥匙

John E. Hobbie

摘 要

河口是位于陆地与海洋交界处的半封闭水体，河口区海水受到入海河流带来的淡水的稀释作用。河口具有高生物多样性和高初级生产力的特征，既可以收获大量的鱼类、贝类动物，也可以作为运输通道，并且可以为人类提供休闲娱乐的场所。海岸带地区人口的增长以及土地利用方式的改变不可避免地影响着海水的运动、沉积物以及进入河口的有机物和无机营养物质。为了使河口及其流域在未来能够达到可持续利用，在管理方面则要求我们开发出切实可行的模型来对各种措施和策略的结果进行预测。

尽管河口研究的内容十分广泛，我们进行综合和预报河口变化的能力还是十分有限的。一是因为河口区固有的复杂性和多样性，其物理和化学特征的时空变化十分剧烈；二是因为自然因素的限制，大多数河口研究集中在解释和解决当地或本国管理方面的问题。虽然这些研究确实能够解决一些实际问题，但我们仍然没有办法把这些研究应用到其他地方，从而避免信息的重复收集；第三是因为缺少基础研究的资金和河口综合研究所需的数据。长期以来海洋研究一直注重对开阔的外海的研究，却很少有机会对海岸带开展长期深入的研究。

要对河口进行综合研究，开展那些能综合现有的信息从而能得出一些模型、内在机理或相互作用并能引出新概念和模型的研究十分有必要。同时综合研究的思路和方法对于探索那些普遍关系和开发能应用于所有河口的模型是十分必要的。然而直至今日，河口的综合研究这一课题依然未得到足够的重视。

在美国环境问题科学委员会（SCODE）、国家自然科学基金（NSF）、国家海洋与大气局（NOAA）的支持下，40余位致力于河口研究的科学家在1995年召开了一次会议，探讨了有关河口综合研究的数据资料和综合研究方法的问题。

在这次会议上，与会者举行了12次讨论，提出了一系列进行河口综合研究的成功方法。与会者还参加了另外五个研讨会，这五个研讨会确定了未来十年中开展综合研究的重点领域，并指出一些需要开展的过程研究和模型研究。

本书的第二至十八章的内容主要就是由这次会议讨论的内容和研讨会报告构成的。这些讨论和报告被分成五个部分，在每一部分的开始都有简短的摘要。

第一部分阐述了对由流域进入河口的水、沉积物和营养物质质量的观测及变化预测。

对于不同的河口这些物质的量差异非常大。资源管理人员于是开展了对景观类型、营养物质和沉积物入海量各因素之间的相关性研究,以解释这些变化的原因。例如,土地利用类型由森林变为农场或者城市等。

然而,相关性研究不足以预测当气候和植被情况发生剧烈改变时,营养物质和沉积物入海量的变化。科学家仍然需要进一步探索机理模型,这些模型包含的因果关系应考虑植被和土壤过程与基于气候和景观地貌学的水动力模型之间的积分关系。

第二部分介绍如何综合利用河口物理环境资料、生物地球化学以及生态学资料。河口区域的流场、盐度和海平面的变化直接影响着动植物的生产力、生存及分布。借助于物理模型模拟虾穿过河口区时温度与盐度场的变化,可以帮助我们预测幼虾在河口的存活情况。

虽然科学家可以针对不同河口开发非常精细的物理模型,但是可以适用于各种河口的通用物理模型更有用一些。根据地形、河流入海径流量、气候等方面的信息,这些通用模型可以预测那些影响河口生态的物理条件的变化。研讨会的报告给出的结论是:在下一个十年中,河口研究应该将重点放在各种河口间的定量比较上,并将先进的模型与观测结果相结合,致力于研究河口系统内部复杂多变的过程和各河口系统之间的相互作用。

第三部分讨论了河口生物地球化学过程及其与食物网之间的关系。很多过程如脱氮过程,在某些河口区域进行过多次研究,或者在不同的河口间进行过比较分析。这些分析结果可以帮助我们建立全球尺度的物理模型。关于进入河口和海岸带的营养物质对水质的影响,已经通过对各种过程的观测而加以研究了。在文中所列举的例子包括墨西哥湾生态系统对营养物质的响应,以及切萨皮克(Chesapeake)湾生态系统对营养物质以及入海流量的长期变化的响应。

虽然生物化学因素可以与低层次的食物网建立起联系,但与位于食物网高层次的生物,如鱼类,建立联系在目前还非常困难。建议将来的研究和综合分析能够收集更多的长期数据,同时应考虑更大范围内的营养物质的平衡,利用控制实验揭示那些偶然会发生的关系,并且通过多种渠道收集各类信息,从而建立起能反映目前认识和理解的一些物理模型。这些模拟各种过程的模型或许能解决很多管理上所面临的问题。

第四部分讨论了控制河口生物分布和丰富度的因素。在研讨会上生物学家得出的结论是:出色的管理必须对通常意义上的生境概念进行扩展,应当包括一种生物体生命周期内的所有环境。因为河口区域的易变性和动态性,生物体在其生命周期中会遇到剧烈的环境变化。

虽然目前还没有一个模型可以模拟所有的环境变化,但我们仍然可以模拟这些变化中一些关键的方面。例如,沉积物的沉积动力学过程可以解释根植水生植物的分布情况;可以利用切萨皮克湾营养物质输移的物理—生物耦合模型来模拟整个海湾藻类和海草的生产力和存活状况;可以通过对河口区的遥感来监测小型鱼类的分布和丰富度。这

一信息使我们可以利用生物能模型来确定肉食性鱼类存活和生活的生境。

第五部分讨论了要提高河口科学管理水平，有必要进行河口综合研究。例如：对于美国马里兰州(Maryland)的帕图信特河(Patuxent)流域，综合模型包含了生态因子和经济因子，该模型将经济因素作为生态环境变化的一个重要驱动力。最后，研讨会的专家们总结出对河口生态系统进行科学的管理应在以下几方面予以加强：

- 在每个河口管理项目中应建立一个核心领导机构，协调与其他机构组织之间的活动。
- 在政府、公众和学术团体之间开展广泛的交流与合作。
- 运用科学的咨询方法，促进不同系统间的数据的综合分析与比较分析。
- 国家应支持有关河口过程的基础研究。
- 鼓励对国内有关河口的所有项目和计划进行对比和综合分析，为管理者建立通用性模型。



图 1.1 Childs 河 Waquoit 湾（右上）是马萨诸塞州科特角的重要娱乐资源

一、前 言

1. 为何河口区域如此重要？

入海河流的河口位于海洋和陆地的交界处，为鱼类、贝类和水鸟等生物提供了赖以生存的栖息地，也为人类的海运、娱乐提供了重要场所。河口被定义为被淡水稀释的半封闭海洋水体，入海的淡水带来了陆地的沉积物、有机物、无机营养物质。因此，河口

区具有高营养、水体层化、环流的特点,这使得河口的生物多样性和生产力极高,是鱼类、贝类的生长和富集区。

近些年来,沿海地区的人口急剧增加。全世界有 61% 的人生活在沿海地区 (Alongi 1998)。在美国,半数以上的人生活在沿海区域,包括大湖周边地区,并且这些区域的人口增长速率高于全美的整体水平 (陆-海生态系统研究协调委员会 1992)。1994 年美国国家研究委员会 (NRC) 题目为《海岸带生态系统科学的优先问题》的报告列出了人口增长对海岸带生态系统的主要影响:

- 营养物质,尤其是河流中氮的急剧增加导致有害藻类的滋生,使水体中,尤其是底层水体氧含量大幅下降甚至枯竭。

- 潮间带生境,如湿地或沼泽地带对一些经济鱼类的幼体非常重要,但目前一些潮间带生境已经被开发或者被占用。

- 景观的变化、水量的调节、河流闸坝的建设改变了河口的淡水输入量及其季节变化规律,也改变了沉积物的入海量。

- 对自然资源的过度开采使得一些贝类生物和濒危鱼类不断减少。

- 工业污染给河口带来很多有毒物质,如 PAHs 和 PCBs。

- 外来动植物物种的引入使得河口区生物多样性丧失、栖息地遭到破坏、水产业减产。

NRC 的报告还指出,河口和海岸带生态系统对气候变化十分敏感。目前关于海平面上升所造成的影响已经有大量报道,但降水量、河口海岸带的盐度、环流模式及河流携带的营养物质的变化也同样应该引起重视。气候变化也可以使波浪的方向和强弱发生变化,从而导致岸线侵蚀现象。

这份报告的结论是,这些问题不是一些具体的管理办法所能解决的,更需要一些战略性的决策,例如点源污染物的排放、海岸带土地的使用、有毒化学物质的排放等。它指出,“目前所关心的问题已经从单因子风险评价转移到多因子风险评价,需要从生态系统的角度制定出一系列间接的、与尺度相关的、与生态系统的演化息息相关的战略性决策 (如富营养化、水文学、水力学、资源的可持续利用、生物多样性的减少等等)” (NRC 1994)。

2. 为何提高对河口的科学认识需要进行综合研究?

可以这样理解,综合研究就是把现有的信息集中起来,发现其中的规律和机制,并引出新的概念和模型。在河口研究中强调综合研究是源于以下几个原因:

(1) 河口科学研究缺乏适用于所有河口的统一认识。河口科学研究的困难就在于其动态性和复杂性。这是由于科学家只集中精力研究单个河口,而很少致力于把已有的研究同现在的资料结合起来,形成完整的综合性的认识,更好地利用历史资料。我们研究过很多种河口,但是每项研究都是针对单个河口进行的。