



· 生态学研究 ·

环渤海河流冲淡水对近岸海域 生态环境的影响及管理对策

宋 伦 毕相东 等 编著



科学出版社

生态学研究

环渤海河流冲淡水对近岸海域 生态环境的影响及管理对策

宋 伦 毕相东 等 编著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书在概述环渤海河流冲淡水对近岸海域生态环境影响的基础上,系统阐述了环渤海河流冲淡水的扩展特征,以及冲淡水中无机营养盐、无机毒物、有机质、有机毒物、抗生素、有害藻华、新型有机污染物等在河口和近岸海域的迁移、转化、归趋特征,并阐明上述转变过程中有害物质对海洋生态环境的影响,最后提出控制渤海陆源污染物排海总量的建议,建立环渤海陆海统筹、河海统筹管理机制及对策。全书共分为十章,第一至第三章介绍了环渤海河流冲淡水对近岸海域生态环境的影响,主要入海河流的水文特征及冲淡水的扩展特征,以及河流冲淡水对渤海近岸海域水体理化因子的影响;第四至第七章介绍了环渤海河流冲淡水中营养物质、有机污染物、重金属、抗生素的迁移、转化、归趋及其对海洋生态环境的影响;第八章和第九章介绍了环渤海河流冲淡水中有害藻华及新型有机污染物的迁移、转化、归趋及其对海洋生态环境的影响;第十章介绍了建立环渤海陆海统筹、河海统筹管理机制及政策。附录列出了近岸海域水体中常见污染物的化学结构、理化特征、危害及检测方法等,供查阅、参考。

本书可供海洋环境化学、海洋生物学、海洋物理学、海洋地质学、河口生态学、地球化学、环境科学、环境保护等方面的科研人员、技术人员和大专院校师生阅读及参考。

图书在版编目(CIP)数据

环渤海河流冲淡水对近岸海域生态环境的影响及管理对策/宋伦,毕相东等编著. —北京:科学出版社, 2017.4

ISBN 978-7-03-052180-4

I. ①环… II. ①宋… ②毕… III. ①环渤海经济圈—海洋环境—生态环境—研究 IV. ①X145

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 054625 号

责任编辑:王 静 朱 瑾 郝晨扬 / 责任校对:彭 涛

责任印制:张 伟 / 封面设计:刘新新

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>

北京京华虎彩印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017 年 4 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2017 年 4 月第一次印刷 印张: 18 1/4

字数: 368 000

定价: 158.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)



《环渤海河流冲淡水对近岸海域生态环境的 影响及管理对策》编委会

主 任 宋 伦 (辽宁省海洋水产科学研究院)

毕相东 (天津农学院)

副主任 王 昆 (辽宁省海洋水产科学研究院)

杜 静 (辽宁省海洋水产科学研究院)

安立会 (中国环境科学研究院)

张鑫鑫 (中国海洋大学)

董少杰 (天津农学院)

编 委 (按姓氏笔画排序)

王志松 (辽宁省海洋水产科学研究院)

尤宏争 (天津市水产研究所)

刘桂英 (辽宁省海洋水产科学研究院)

安鑫龙 (河北农业大学)

孙 明 (辽宁省海洋水产科学研究院)

李 楠 (辽宁省海洋水产科学研究院)

李凤祥 (南开大学)

吴金浩 (辽宁省海洋水产科学研究院)

张达娟 (天津农学院)

徐春霞 (河北农业大学)

谭海丽 (哈尔滨工业大学威海分校)

作者简介



宋伦，男，1980年4月生，副研究员，硕士生导师。辽宁省水产学会理事，辽宁省应急管理专家，辽宁省海水健康养殖模式与病害防控技术创新团队岗位专家，辽宁省海洋与渔业应急救援专家，大连市海洋生态文明建设咨询专家，辽宁省海洋水产科学研究院学术委员会委员，辽宁省第八批“百千万人才工程”万人层次人才，大连市高层次人才

创新支持计划“2015年大连市青年科技之星”。主要从事海洋生物生态与环境风险评价、海洋生态灾害防治等研究。主持及参与国家“十五”“十一五”科技攻关计划项目、国家自然科学基金项目、海洋公益性行业科研专项、辽宁省自然科学基金项目等科研项目20余项。获辽宁海洋与渔业科技贡献奖一等奖1项，全国渔业生态监测优秀成果奖二等奖2项，辽宁省科技进步奖三等奖1项，辽宁省自然科学学术成果奖二等奖3项。以第一作者（或通讯作者）发表学术论文35篇（SCI/EI收录5篇），主持编写标准5项，主编专著3部，获得国家发明、实用新型专利及计算机软件著作权10余项。



毕相东，男，1980年11月生，副教授，博士后，硕士生导师，九三学社社员。天津市“131”创新型人才培养工程第二层次人选，天津市现代水产健康养殖创新团队骨干，天津市优秀科技特派员，中国藻类学会微藻分会委员，中国生态学会会员，中国植物化感学会会员。主持包括国家自然科学基金应急管理项目、国家自然科学基金青年项目、

中国博士后科学基金特别资助项目、天津市科技支撑计划重点项目、中国海洋发展研究会重大项目等科研项目10余项，获天津市科学技术进步奖三等奖1项，以第一作者（或通讯作者）发表论文20余篇（SCI/EI收录10篇），获得及申报国家发明专利10余项，主编科学著作2部。

前 言

环渤海地区涵盖中国辽东半岛、山东半岛、京津冀沿海经济带，行政区包括辽宁、河北、山东、天津 4 个省（直辖市）。环渤海地区海域辽阔，确权海域面积达 11.26 万 hm^2 ，占全国确权海域面积的 60.55%，拥有丰富的海洋生物资源、矿产资源、旅游资源及可再生能源。近年来，陆域资源逐年萎缩，海洋经济发展迅速。2015 年环渤海地区海洋生产总值为 23 437 亿元，占全国海洋生产总值的 36.2%，海洋经济的贡献颇为明显。渤海是环渤海区域经济发展的重要支持系统，维持良好的海洋生态环境对环渤海经济健康发展至关重要。然而，近些年陆源污染导致的渤海生态环境不断恶化，严重危害环渤海海洋经济的可持续发展。目前，渤海每年承受来自陆源的污染物为 70 余万 t。

河流是陆域生态系统向海洋生态系统输送能量的重要途径，是联系地球四大圈层（大气圈、水圈、生物圈和岩石圈）的纽带。渤海沿岸江河纵横，有大小河流 50 条，其中莱州湾沿岸 19 条、渤海湾沿岸 16 条、辽东湾沿岸 15 条，形成渤海沿岸三大水系和三大海湾生态系统。环渤海沿岸河流的年平均入海径流量接近 800 亿 m^3 ，河水径流入海以后，与海水混合，形成了浮于高盐海水之上的混合水体，称为冲淡水，大量陆源污染物正是随冲淡水进入渤海。因此，明确渤海冲淡水中污染物在近岸海域的扩展特征、环境归趋及其对海洋生态环境的危害，对渤海陆源污染减排、生态灾害防控、渔业健康发展意义重大；同时可为构筑渤海生态安全屏障，建立陆海统筹、河海统筹协调机制提供科学的理论依据。

本书是在中国海洋发展研究会重大科研项目“中国近岸海洋生态环境问题研究——渤海典型生物灾害生态风险研究”（CAMAZDA201605）、国家自然科学基金项目“重金属离子在微囊藻群体形成中的作用机制”（31300393）、国家自然科学基金项目“丝氨酸/苏氨酸激酶系统在微囊藻超补偿生长中的作用及其机制研究”（31640009）、辽宁省自然科学基金项目“辽东湾典型海域褐潮生物种群生态对策”（2014020182）、天津市科技支撑计划重点项目“海河水华蓝藻资源化利用关键技术的研发与转化”（15ZCZDNC00230）、辽宁省海洋与渔业科研项目“基于生态稳定性的溢油生态修复效果评估及溢油次生灾害的生态防治”（201415）、中国博士后科学基金特别资助项目“产毒微囊藻在自然水体中

微囊藻群体形成中的作用机制”(2015T80212)、辽宁省博士启动基金项目“辽东湾海域多因素耦合影响水质预测预报模型研究”(20111071)等的研究基础上归纳总结相关研究成果,并借鉴和引用前人的部分研究成果系统集成。

本书在概述环渤海河流冲淡水对近岸海域生态环境影响的基础上,系统阐述了环渤海河流冲淡水的扩展特征、冲淡水中无机营养盐、无机毒物(主要指重金属)、有机质、有机毒物(主要指多溴联苯醚、多氯联苯、多环芳烃及有机氯农药)、抗生素、有害藻华及若干新型有机污染物等在河口及近岸海域的迁移、转化及归趋规律,并提出控制渤海陆源污染物排海总量的建议,建立环渤海陆海统筹、河海统筹管理机制及政策,最后本书将近岸海域水体中常见污染物质的化学结构、理化特征、危害及检测方法等归纳整理,供大家查阅、参考。

全书共分为十章。第一章,环渤海入海河流冲淡水对近岸海域生态环境的影响概况,由毕相东、宋伦撰写;第二章,环渤海主要入海河流的水文特征及冲淡水的扩展特征,由王昆、宋伦撰写;第三章,环渤海河流冲淡水对渤海近岸海域水体理化因子的影响,由谭海丽撰写;第四章,环渤海河流冲淡水中营养物质的迁移、转化、归趋及其对海洋生态环境的影响,由董少杰、宋伦、尤宏争撰写;第五章,环渤海河流冲淡水中持久性有机污染物的迁移、转化、归趋及其对海洋生态环境的影响,其中多溴联苯醚部分由张鑫鑫撰写,多氯联苯部分由杜静撰写,多环芳烃部分由张达娟、毕相东撰写,有机氯农药部分由安鑫龙、徐春霞撰写;第六章,环渤海河口冲淡水中重金属的迁移、转化、归趋及其对海洋生态环境的影响,由安立会撰写;第七章,近岸海域抗生素的迁移、转化、归趋及其对海洋生态环境的影响,由刘桂英、宋伦、孙明撰写;第八章,环渤海河流冲淡水中有毒藻华的迁移、转化、归趋及其对海洋生态环境的影响,由毕相东、尤宏争撰写;第九章,环渤海河流冲淡水中新型有机污染物的来源与分布特征及其对渤海近岸海域海洋生物的影响,由杜静、宋伦撰写;第十章,建立环渤海陆海统筹、河海统筹管理机制及政策,由宋伦、杜静、毕相东、李凤祥、王志松撰写。附录由李楠、毕相东整理编撰而成。

本书从构思、撰写至成稿,历经整整3年,成稿后又经反复推敲,倾注了编委的大量心血。在本书撰写过程中得到了南开大学周启星教授、中国海洋大学唐学玺教授及辽宁省海洋水产科学研究院王年斌研究员等专家学者的悉心指导和热情支持,作者表示衷心的感谢。

本书在撰写过程中得到了中国海洋发展研究会、辽宁省海洋渔业厅、辽宁省海洋水产科学研究院、辽宁省海洋环境监测总站、天津农学院、天津市水产生态及养殖重点实验室、天津市现代水产生态健康养殖团队等单位的大力支持,科学

出版社为本书提出了建设性意见，在此一并表示感谢。

尽管作者在本书的科学性、创新性、系统性、前瞻性和实用性方面做出了较大的努力，但受自身水平和学识所限，书中不足之处在所难免；敬请各专家、学者给予谅解和指导，更加欢迎大家参与到冲淡水对海洋生态环境影响的研究工作中，不断完善这一研究。

编著者

2016年12月

目 录

前言

第一章 环渤海入海河流冲淡水对近岸海域生态环境的影响概况	1
第一节 环渤海入海河流冲淡水及污染概况	1
一、环渤海入海河流（冲淡水）中营养物质的污染特征	4
二、环渤海入海河流（冲淡水）中重金属的污染特征	6
三、环渤海入海河流（冲淡水）中有机毒物的污染特征	8
四、环渤海入海河流（冲淡水）中抗生素的污染特征	11
五、环渤海入海河流（冲淡水）中有害藻华的污染特征	12
六、环渤海入海河流（冲淡水）中新型有机污染物的污染特征	13
第二节 环渤海入海河流冲淡水的扩展概况	13
第三节 环渤海入海河流冲淡水中污染物在近岸海域的迁移、转化及归趋	14
一、污染物迁移、转化与归趋的基本内涵	14
二、污染物随冲淡水在渤海近岸海域的迁移转化过程	14
第四节 环渤海入海河流冲淡水对近岸海域生态环境影响	16
参考文献	18
第二章 环渤海主要入海河流的水文特征及冲淡水的扩展特征	21
第一节 河流冲淡水扩展特征研究的意义及国内外研究现状	21
一、河流冲淡水扩展特征研究的意义	21
二、河流冲淡水扩展特征的国内外研究现状	22
第二节 环渤海主要入海河流的径流量变化及冲淡水的扩展特征	22
一、大辽河	23
二、辽河（原双台子河）	26
三、大凌河	43
四、小凌河	44
五、六股河	44
六、滦河	45
七、海河	45
八、黄河	46
九、小清河	47
第三节 总结与展望	47

参考文献	48
第三章 环渤海河流冲淡水对渤海近岸海域水体理化因子的影响	49
第一节 渤海海水理化指标的整体评价	49
第二节 环渤海冲淡水对渤海近岸海域水体物理指标的影响	54
一、温度	55
二、盐度	55
三、悬浮物	57
第三节 环渤海冲淡水对渤海近岸海域水体化学指标的影响	58
一、酸碱度	58
二、溶解氧	60
三、无机氮	61
四、活性磷酸盐	64
五、化学需氧量	66
六、总有机碳	67
参考文献	68
第四章 环渤海河流冲淡水中营养物质的迁移、转化、归趋及其对海洋生态环境的影响	70
第一节 环渤海河流冲淡水中营养物质的影响因素	70
一、河口淡盐水混合对冲淡水中营养物质的影响	72
二、生物因素对河口冲淡水中营养物质的影响	74
第二节 河口冲淡水中有有机碳和无机碳在渤海近岸海域的迁移、转化及归趋	75
第三节 河口冲淡水中有有机氮、磷和无机氮、磷在渤海近岸海域的迁移、转化和归趋	78
一、营养盐滞留	79
二、沉积物-水界面间营养盐交换	82
第四节 环渤海河流冲淡水中营养物质对海洋生态环境的影响	84
一、富营养化	84
二、对生物多样性的影响	85
三、对浮游生物群落的影响	86
参考文献	87
第五章 环渤海河流冲淡水中持久性有机污染物的迁移、转化、归趋及其对海洋生态环境的影响	90
第一节 环渤海河流冲淡水中多溴联苯醚在渤海近岸海域的迁移、转化和归趋及其对海洋生态环境的影响	90
一、多溴联苯醚概况	90

二、环渤海河流冲淡水及近岸海域多溴联苯醚污染现状与来源	93
三、多溴联苯醚在环境中的迁移、转化和归趋	95
四、多溴联苯醚对渤海海洋生物的影响	97
第二节 环渤海河流冲淡水中多氯联苯在渤海近岸海域的迁移、转化 和归趋及其对海洋生态环境的影响	100
一、多氯联苯概述	100
二、环渤海河流冲淡水及近岸海域多氯联苯污染现状	102
三、多氯联苯在环境中的迁移、转化和归趋	104
四、多氯联苯对环渤海近岸海域生物的影响	107
第三节 环渤海河流冲淡水中多环芳烃在渤海近岸海域的迁移、转化 和归趋及其对海洋生态环境的影响	110
一、多环芳烃概述	111
二、环渤海河流冲淡水及近岸海域多环芳烃污染现状与来源	117
三、多环芳烃对海洋生物的影响	124
第四节 环渤海河流冲淡水中有有机氯农药在渤海近岸海域的迁移、转化 和归趋及其对海洋生态环境的影响	129
一、有机氯农药概述	130
二、有机氯农药在渤海近岸海域的迁移、转化和归趋	130
三、环渤海冲淡水中有有机氯农药对海洋生态环境的影响	130
参考文献	132
第六章 环渤海河流冲淡水中重金属的迁移、转化、归趋及其对海洋生态 环境的影响	146
第一节 环渤海重金属污染现状	146
一、渤海重金属污染总体现状	147
二、渤海湾重金属污染现状	148
三、辽东湾重金属污染现状	149
四、锦州湾重金属污染现状	150
五、莱州湾重金属污染现状	151
第二节 重金属在海洋环境中的迁移转化	152
一、海洋重金属的迁移及其影响因素	152
二、渤海沉积重金属的吸附解析特征	154
第三节 渤海重金属对海洋生态的潜在危害	154
一、重金属对软体生物发育的影响	155
二、重金属对鱼类生理和发育的影响	156
三、重金属对浮游生物的影响	157
第四节 展望	158

参考文献	158
第七章 环渤海海域抗生素的迁移、转化、归趋及其对海洋生态环境的影响	160
第一节 抗生素概述	160
一、抗生素分类	160
二、抗生素的分析方法	162
三、滥用抗生素的危害	165
四、环渤海河口冲淡水中抗生素的污染来源	168
第二节 抗生素在环境中的迁移、转化和归趋	170
一、抗生素在环境中的行为	170
二、抗生素的持久性	171
三、抗生素在渤海近岸海域的分布特征	172
第三节 抗生素对海洋生态环境的影响	175
一、对海洋微生物的影响	175
二、对浮游生物的影响	176
三、对游泳生物的影响	176
四、对底栖生物的影响	177
参考文献	178
第八章 环渤海河流冲淡水中有毒藻华的迁移、转化、归趋及其对海洋生态环境的影响	183
第一节 环渤海入海河流的有毒藻华发生概况及入海总量	183
第二节 有毒藻华在河口及渤海近岸海域的转化归趋	184
一、有毒藻类有机质的转化归趋	184
二、蓝藻毒素的转化归趋	185
三、富集于蓝藻细胞中重金属的环境归趋	188
第三节 有毒藻华对河口及渤海近岸海域生态环境的影响	188
一、形成低氧区,危害海洋动物的生存	188
二、显著提高营养水平,诱发赤潮、褐潮的发生	189
三、释放大量蓝藻毒素,危害海洋动物的生长及繁殖	190
第四节 总结与展望	191
参考文献	191
第九章 环渤海河流冲淡水新型有机污染物的来源与分布特征及其对渤海近岸海域海洋生物的影响	193
第一节 新型有机污染物概述	193
一、新型有机污染物分类	193
二、新型有机污染物的毒理学效应	197
三、新型有机污染物的分析检测方法	199

第二节 环渤海河流冲淡水中新型有机污染物的污染来源与分布特征	203
一、环渤海河流冲淡水中新型有机污染物的污染来源	203
二、新型有机污染物在环渤海近岸海域的分布特征	205
第三节 新型有机污染物对海洋生物的影响	210
一、新型有机污染物对海洋生物的危害	210
二、新型有机污染物对渤海近岸海域海洋生物的影响	213
第四节 环渤海冲淡水中新型有机污染物研究展望	215
参考文献	215
第十章 建立环渤海陆海统筹、河海统筹管理机制及政策	221
第一节 渤海主要环境保护与治理政策	222
一、环境保护与治理政策现状	222
二、相关保护与治理政策比较	225
三、渤海污染治理对策的社会学研究	228
第二节 渤海环境污染原因的综合分析	228
一、渤海环境污染的影响因素	229
二、渤海环境污染的理论原因	231
第三节 加强渤海陆源污染管理措施	234
一、环渤海环境管理现状	234
二、优化环渤海陆海统筹管理机制	238
三、完善环渤海陆海统筹政策措施	242
参考文献	243
附录	245
附录 1 无机污染物基本信息简介	245
附录 2 有机污染物基本信息简介	257
附录 3 新型污染物基本信息简介	264

第一章 环渤海入海河流冲淡水对近岸海域生态环境的影响概况

渤海是环渤海区域经济发展的重要支持系统,维持良好的海洋生态环境对渤海经济健康发展至关重要。然而,近几十年以陆源污染为主导致渤海生态环境不断恶化,进而导致赤潮、褐潮、绿潮等生态灾害频发,海洋渔业资源枯竭,海岸系统日趋脆弱,严重影响环渤海地区海洋经济的健康发展。

第一节 环渤海入海河流冲淡水及污染概况

环渤海地区涵盖中国辽东半岛、山东半岛、京津冀沿海经济带,行政区包括辽宁、河北、山东、天津4个省(直辖市)。环渤海地区海域辽阔,确权海域面积达11.26万 hm^2 ,占全国确权海域面积的60.55%,拥有丰富的海洋生物资源、矿产资源、旅游资源及可再生能源。近年来,陆域资源逐年萎缩,海洋经济发展迅速(王萌和狄乾斌,2016)。2015年环渤海地区海洋生产总值为23437亿元,占全国海洋生产总值的36.2%,海洋经济的贡献颇为明显。

目前,渤海每年承受来自陆源的污染物为70余万t,约占入海污染物总量的87%(王玉梅等,2016)。河流是陆地生态系统向海洋生态系统输送物质的重要途径,是联系地球四大圈层(大气圈、水圈、生物圈和岩石圈)的纽带。渤海沿岸河流的年平均入海径流量接近800亿 m^3 (崔正国,2008),河口输出入海陆源污染物的95%左右,其余的陆源污染由入海直排口输出。

河口径流与海水混合,形成了浮于高盐海水之上的混合水体,称为冲淡水。由于河流淡水的汇入,盐度小于外海背景盐度,普遍意义上规定,盐度5(内缘)~31(外缘)作为冲淡水的特征指标(毛汉礼等,1963)。冲淡水流入外海的同时,由于自身携带了大量的径流物质,如泥沙、营养盐、温盐、污染物等,对外海海域的泥沙沉积、环流结构、水团组成及海洋生产力等产生巨大的影响(严棋,2015)。

入径渤海的河流主要是指辽河水系、海河水系及黄河水系中的主干河流(图1-1),包括辽河、海河、滦河及黄河等共50条,其中莱州湾沿岸19条、渤海湾沿岸16条、辽东湾沿岸15条,上述主要河流在地缘上主要辐射我国“三北”地区(即华北、东北、西北)。近些年来,随着“三北”地区经济规模的迅速扩大和城市化进程的快速发展,大量的工业生产排放物、农业施用的过量肥料、城市排放的生活污水、违规倾废等排入河流中,最终随冲淡水进入渤海。2012年出台的

《重点流域水污染防治规划（2011—2015 年）》里的数据亦显示，海河主要河流水质总体为重度污染，劣 V 类水质断面主要集中在海河干流、子牙新河、马颊河等河流；辽河干流水质总体为轻度污染，支流总体为重度污染，劣 V 类水质断面主要集中在浑河、太子河、条子河、招苏台河等支流；黄河中上游水质总体为中度至重度污染（环境保护部，2012）。表 1-1 为环渤海地区主要入海河流的水质类别、流域面积、流域特点及污染状况。这 33 条河流是环渤海河流中径流量较大者，年径流量占有入海河流径流量的 65%以上。

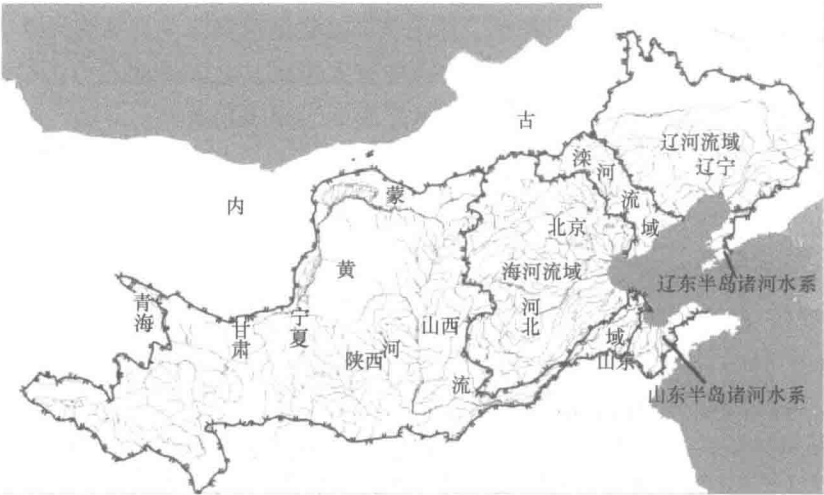


图 1-1 环渤海入海河流流域分布图（引自孙雪娟，2013）

表 1-1 环渤海地区主要河流水质类别、流域面积、流域特点及污染状况（引自王润梅等，2016）

序号	河流	水质类别	流域面积/km ²	流域特点及污染状况
1	复州河	Ⅳ	1 638	入海口水质较好
2	大辽河	V	11 500	流域处于工业集中区，工业废水排放量大，人口密度高，地表水资源严重不足。平均污径比达 0.05
3	辽河（原双台子河）	劣 V	n.a.	流域处于工业集中区，工业废水排放量大，人口密度高，地表水资源严重不足。平均污径比达 0.05
4	大凌河	n.a.	23 837	流域处于内蒙古黄土高原与沿海松辽平原结合处，流域地貌类型属于易被侵蚀的低山丘陵
5	小凌河	劣 V	5 473	流域地貌类型属于易被侵蚀的低山丘陵。接纳锦州市内全部工业污水和生活废水
6	汤河	n.a.	184	流经秦皇岛市区的主要河流，沿途主要接纳秦皇岛市海港区的生活污水。轻度污染，其首要污染物为无机氮和化学耗氧量（COD）
7	滦河	劣 V	318 000（海河水系：序号 9～24）	流域面积小、流程短，耕地占整个流域面积的 30%～40%，地处人口稠密及工业集中地，废污水排放量大，平均污径比为 0.10～0.15
8	小青龙河	Ⅳ	n.a.	
9	陡河	n.a.	795 000	n.a.

续表

序号	河流	水质类别	流域面积/km ²	流域特点及污染状况
10	蓟运河	劣V		重要的工农业水源，全河段处于农业区，下游有生产有机氯农药的天津化工厂
11	潮白河	劣V		n.a.
12	永定新河	劣V		人工泄洪河道，天津重要的排污河
13	海河	劣V		天津的母亲河
14	大沽排污河	n.a.		天津重要的排污河
15	独流减河	IV		人工泄洪河道
16	子牙新河	劣V		人工泄洪河道
17	北排水河	劣V		人工泄洪、排污河道
18	宣惠河	劣V		n.a.
19	漳卫新河	劣V		人工泄洪河道
20	马颊河	劣V		跨越河南、河北、山东三省的一条大型骨干行洪排涝河
21	徒骇河	n.a.		由于上游区域工业、生活污水排入，年平均水质以IV类为主
22	潮河	劣V		n.a.
23	黄河	IV		中国第二大河，流经青海、四川、甘肃等九省，近年来黄河口石油污染较严重
24	广利河	n.a.		东营市中心城区主要季节性防洪河道
25	淄脉河	n.a.	3 382	又称支脉河，小清河支流，具有防洪、排涝、改盐碱和油田防护等功能
26	小清河	劣V	16 992	原是具有排水、航运、灌溉、养殖的多功能河道，现被济南、淄博大量污水严重污染
27	弥河	n.a.	1 473	流域位于山东省中北部，流域内有全国著名的蔬菜生产基地
28	白浪河	劣V	1 237	潍坊市城区的一条最为重要的河流，横穿昌潍大平原，两岸工业废水和生活污水长期排入河道，使得白浪河水体受到严重污染
29	虞河	n.a.	890	潍坊城区主要的污水排放干道之一，下游污染较为严重
30	潍河	n.a.	6 506	潍坊市的母亲河
31	王河	n.a.	326.8	莱州市的最大河流，王河下游海水入侵严重
32	界河	劣V	590	招远的母亲河，经全市6个镇（街道、区）
33	夹河	劣V	230	烟台的母亲河

注：水质类别为2013年8月采样时河水的水质类别；n.a.表示未获得相关信息

明确渤海入海河流冲淡水中污染物在近岸海域的扩展、环境归趋特征及其在迁移转化过程中对海洋生态系统的危害，将对今后高效地防控冲淡水中污染物对渤海生态环境的危害具有重要意义；同时可为构筑渤海生态安全屏障，有效控制渤海陆源污染物排海总量，建立陆海统筹、河海统筹协调机制提供科学的理论依据。

一、环渤海入海河流（冲淡水）中营养物质的污染特征

（一）无机营养盐的污染特征

随着“三北”地区工农业集约化及城市化进程的快速发展，大量的无机氮、磷等营养盐进入环渤海入海河流中。海河流域主要河流中总氮（TN）、氨氮（ $\text{NH}_3\text{-N}$ ）和硝氮（ $\text{NO}_3\text{-N}$ ）浓度分布（2009年）如图1-2所示。河流TN平均含量为8.13mg/L，超过《地表水环境质量标准》（GB 3838—2002）V类标准限值（2mg/L）的4倍。氨氮和硝氮平均含量均超过4mg/L，其中氨氮（平均含量为4.34mg/L）超过V类标准（2mg/L）的2倍以上。总磷（TP）平均含量为0.87mg/L，超过V类标准（0.4mg/L）的2倍以上；可溶性活性磷（SRP）平均含量为0.58mg/L。从分布区域来看，除滦河TP含量相对较低外，其余河流均超过V类标准（张洪等，2015）。

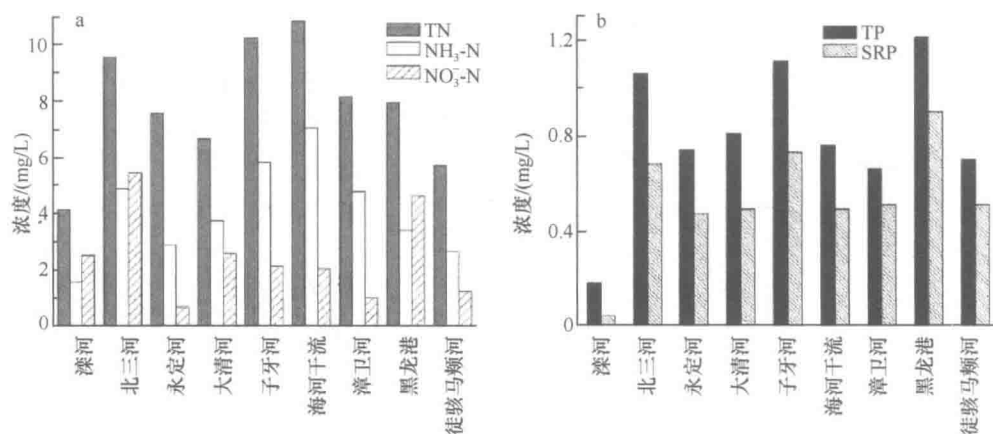


图 1-2 海河水系部分主要河流的无机氮、磷等营养盐含量（均值）（引自张洪等，2015）

黄河水系是入径渤海三大水系中径流量最大的水系，入海径流量约为入径渤海总流量的50%以上。表1-2为黄河口滨海湿地入径渤海莱州湾4条河流无机污染物含量及富营养化等级状况。2001~2011年黄河口溶解性无机氮（无机氮）和硝态氮（ $\text{NO}_3\text{-N}$ ）10年间入海通量呈缓慢上升的趋势，铵态氮（ $\text{NH}_3\text{-N}$ ）和亚硝态氮（ $\text{NO}_2\text{-N}$ ）入海通量亦呈不断升高趋势，10年内各形态无机氮的浓度不断上升（刘峰等，2012）。表1-3为2001~2011年黄河口无机营养盐的入海通量。

环渤海入海河流中大量无机营养盐随河水径流入海，造成渤海入海河流河口及近岸海域富营养化程度加剧，已成为困扰渤海的主要环境问题之一。2011年，在监测的46个入渤海河流监测断面中，劣V类水质断面24个，占52.2%，排入渤海的氨氮量为1.2万t、总磷量为0.13万t。