



滨海河口污染水体 生态修复技术研究

Study on Ecological Remediation Technology
of Polluted Water in Coastal Estuary

陈友媛 吴 丹 迟守慧 孙 萍 著



中国海洋大学出版社
CHINA OCEAN UNIVERSITY PRESS

滨海河口污染水体生态 修复技术研究

陈友媛 吴 丹 迟守慧 孙 萍 著



中国海洋大学出版社
• 青岛 •

图书在版编目(CIP)数据

滨海河口污染水体生态修复技术研究 / 陈友媛等著.

—青岛:中国海洋大学出版社,2017.7

ISBN 978-7-5670-1530-2

I. ①滨… II. ①陈… III. ①河口—污水处理—生物
处理—研究—青岛 IV. ①X703

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 196400 号

出版发行 中国海洋大学出版社

社 址 青岛市香港东路 23 号

邮政编码 266071

出版人 杨立敏

网 址 <http://www.ouc-press.com>

电子信箱 1193406329@qq.com

订购电话 0532—82032573(传真)

策划编辑 韩玉堂

责任编辑 孙宇菲

电 话 0532—85902342

印 制 日照日报印务中心

版 次 2018 年 4 月第 1 版

印 次 2018 年 4 月第 1 次印刷

成品尺寸 170 mm×230 mm

印 张 12.5

字 数 288 千

印 数 1~1000

定 价 46.00 元

前 言

党的十九大报告指出“建设生态文明是中华民族永续发展的千年大计”。东部沿海城市发展速度快,带来严重的污染问题。城市生态文明建设首先要根据区域特点解决日益严重的污染问题。滨海城市河口区的水体、土壤等污染具有典型的滨海海洋特色,水体盐碱含量高,土壤盐渍化严重。生态修复技术作为一种综合性环境污染治理技术,能够利用植物与微生物对污染物的代谢等过程,并借助物理修复与化学修复以及工程技术的某些措施,联合推动滨海河口区生态稳定性的恢复。而且,目前正在全国范围内试点的海绵城市建设,同样将生态修复技术放在重要位置。因此,鉴于滨海河口区生态环境脆弱的现状,该区域的生态修复技术理论与实践的研究,对滨海河口区的生态文明建设具有重要的指导意义。

生态修复技术中的植物修复技术在构建生态环境,恢复生态系统稳定性等方面具有不可替代的作用。在河口区水体及土壤均面临盐碱侵害的背景下,本书以典型滨海河口区——青岛市李村河河口区为例,进行滨海河口区常见植物耐盐碱机理及提高植物耐盐碱能力途径的理论研究;同时,进行了室内静态水体中植物对含盐碱污染水体的净化效果研究,以及动态水体中人工浮岛对微盐碱水体的净化效果研究;最后将理论研究运用到实践中,从污染源控制措施到雨水、污水调蓄设施,再到生态补水措施,并进行生态岸线、人工湿地等设计规划,整合集成各种技术,全面构建滨海河口区的生态环境。

本书汇集了青岛市李村河河口区生态环境现状调查、污染源状况调查分析、耐盐碱植物修复技术、污染源控制措施、雨水污水调控措施及生态补水、生态修复措施等理论与技术方法的研究,是对课题组各位科研人员历时5年的研究成果的总结。参与课题研究和本书编写的主要人员包括中国海洋大学陈友媛、孙萍等;青岛市规划局吴丹;青岛市市政建设发展有限公司迟守慧。陈友媛负责全书的统稿、审校工作。

本书是作者们齐心协力的结晶。在编写过程中得到了中国海洋大学海洋环境与生态教育部重点实验室、山东省海洋环境地质工程重点实验室等相关实验室及青岛市规划局、青岛市市政建设发展有限公司的领导与工作人员的大力

支持;许多专家学者和同仁也为本书提出了宝贵意见。在此谨向曾给予关心、支持和帮助的各位领导、专家学者和亲友致以诚挚的谢意!

本书的出版得到山东省重点研发计划“滨海盐碱地生物炭与植物协同内生菌的共生高效生态修复关键技术研究”(G2017GSF17119)的大力资助。在此一并表示感谢!

希望本书的出版能够让读者了解滨海河口区生态环境现状及相关修复技术,并为相关领域的科学研究提供有益参考。由于作者水平有限,书中不足之处在所难免,恳请专家和读者批评指正。

编者

2017年11月

目 录

第 1 章 滨海河口类型和分布概况	(1)
1.1 滨海河口界定和类型	(1)
1.1.1 滨海河口定义及界定	(1)
1.1.2 滨海河口类型	(2)
1.2 中国滨海河口分布及污染概况	(4)
1.2.1 中国滨海河口分布	(4)
1.2.2 中国滨海河口污染现状	(5)
参考文献	(5)
第 2 章 滨海河口区污染水体生态修复研究进展	(7)
2.1 滨海河口区水体污染成因分析	(7)
2.1.1 滨海河口区常规污染源分析	(7)
2.1.2 滨海河口区特殊的地理位置	(10)
2.2 水污染控制措施研究进展	(11)
2.2.1 控制措施简介	(11)
2.2.2 研究进展	(12)
2.3 水生态修复及研究进展	(13)
2.3.1 水生植物修复	(13)
2.3.2 微生物修复	(15)
参考文献	(16)
第 3 章 典型滨海河口环境现状	(20)
3.1 李村河河口区环境背景	(20)
3.1.1 地理位置	(20)
3.1.2 气候气象	(21)
3.1.3 地形地貌	(22)
3.1.4 水文水资源	(22)

- 3.1.5 土壤与植被 (23)
- 3.2 李村河河口区污染现状调查 (24)
 - 3.2.1 水质监测 (25)
 - 3.2.2 土壤监测 (31)
 - 3.2.3 底泥监测 (36)
 - 3.2.4 植被调查 (38)
- 3.3 李村河河口区存在的环境问题 (42)
 - 3.3.1 盐碱水体 (42)
 - 3.3.2 生态退化 (42)
 - 3.3.3 景观萧条 (42)
- 3.4 本章小结 (43)
- 参考文献 (43)

第4章 河口区的耐盐碱植物筛选研究 (44)

- 4.1 植物种子的耐盐碱机理研究 (44)
 - 4.1.1 芦苇 (45)
 - 4.1.2 碱蓬 (47)
 - 4.1.3 讨论及小结 (48)
- 4.2 植物幼苗的耐盐碱机理研究 (50)
 - 4.2.1 盐生植物芦苇与碱蓬 (50)
 - 4.2.2 景观植物黄花鸢尾 (61)
 - 4.2.3 草本植物黑麦草 (69)
 - 4.2.4 藻类植物川蔓藻 (76)
- 4.3 外源无机离子对植物耐盐碱能力的提升作用研究 (86)
 - 4.3.1 材料与方法 (87)
 - 4.3.2 结果与分析 (87)
 - 4.3.3 讨论 (94)
 - 4.3.4 小结 (96)
- 4.4 本章小结 (97)
- 参考文献 (97)

第5章 河口区植物水质净化效果研究 (107)

- 5.1 盐生植物芦苇与碱蓬的水质净化效果研究 (108)

5.1.1	材料与方法	(108)
5.1.2	结果分析	(109)
5.1.3	讨论	(112)
5.1.4	小结	(113)
5.2	景观植物黄花鸢尾的水质净化效果研究	(113)
5.2.1	材料与方法	(113)
5.2.2	结果分析与讨论	(114)
5.2.3	小结	(115)
5.3	藻类植物川蔓藻对再生水的净化效果研究	(115)
5.3.1	材料与方法	(115)
5.3.2	结果分析与讨论	(116)
5.3.3	小结	(120)
5.4	本章小结	(120)
	参考文献	(121)

第 6 章 人工浮岛水质净化试验示范研究

6.1	生态浮岛水质净化试验	(123)
6.1.1	实验装置与设计	(123)
6.1.2	高通量测序分析与其他数据分析	(125)
6.1.3	组合型浮床对氮的净化效果	(126)
6.1.4	组合型浮床对磷的净化效果	(129)
6.1.5	组合型浮床对高锰酸盐指数的净化效果	(130)
6.1.6	浮床植物的生长状况	(131)
6.1.7	浮床微生物特征	(132)
6.1.8	小结	(134)
6.2	河口区生态修复示范工程设计	(135)
6.2.1	整体设计形式	(135)
6.2.2	设计任务及原则	(135)
6.2.3	设计依据	(135)
6.2.4	处理工艺及构筑物参数	(136)
6.2.5	生态浮岛设计	(137)
6.2.6	人工湿地设计	(138)
6.3	本章小结	(145)

参考文献	(145)
第7章 李村河河口区水污染控制工程措施	(147)
7.1 污染源控制措施	(147)
7.1.1 污染负荷控制措施	(147)
7.1.2 控源截污	(158)
7.2 水质保障技术	(166)
7.2.1 雨水渠与雨水调蓄池建设	(167)
7.2.2 雨水渠与雨水调蓄池布置规划	(167)
7.2.3 雨水渠与雨水调蓄池相关断面计算	(171)
7.3 生态补水	(175)
7.3.1 再生水	(175)
7.3.2 尾水湿地	(178)
7.4 生态修复实现技术	(182)
7.4.1 生态岸线设计	(182)
7.4.2 植被搭配与重建技术	(184)
7.5 本章小结	(185)
参考文献	(186)
第8章 结论与展望	(187)
8.1 结论	(187)
8.2 展望	(189)

第1章 滨海河口类型和分布概况

早在公元前5世纪古希腊就已有关于河口的记载。18世纪末出现了关于三角洲的系统论述。20世纪30年代,R.J.拉塞尔在其著作《密西西比三角洲》提出河口三角洲概念。20世纪50年代初期,萨莫伊洛夫出版了世界上第一本综合性的有系统理论的河口专著《河口》。与此同时,H.M.施托梅尔和D.W.普里查德等在河口的盐水和淡水的混合、河口潮汐动力学等方面的研究,也取得了显著的进展。1966年,A.T.伊彭主编的《河口海岸动力学》和G.H.劳夫主编的《河口学》,反映了60年代的河口研究水平。K.R.戴尔在1973年出版的《河口学物理导论》和C.B.奥菲瑟在1976年出版的《河口及毗邻海域的物理海洋学》,都反映了20世纪70年代河口研究的水平。

本书基于河口研究,主要探讨滨海河口地区的生态修复技术。

1.1 滨海河口界定和类型

1.1.1 滨海河口定义及界定

河口一词起源于拉丁语“Aestus”即“潮汐的”,位于海洋和陆地的交界处,受潮汐影响。系统定义河口时,应当包含地貌、水文、地质、生物、物理等表征河口特征的标准。从本书将要研究的内容出发,一方面在物理及地理方面定义河口,引用Dalrymple^[1]的观点,即“河口是半封闭的向陆延伸至潮流影响的上界,有不止一种的方式与开阔的海洋或含盐的海岸水体自由连通,并能有效地被陆地上的淡水冲淡的海岸水体”。由此可知,河口就是河流淡水与海洋盐水相互作用和混合的区域,30~35的海洋盐度与<0.1盐度的河流水分混合形成河口区盐度在0.1~30的水体。另一方面,从生物及化学方面定义河口采用Perillo^[2]的观点,“河口是半封闭的向陆延伸至潮汐影响的上界,有不止一种的方式与开阔的海洋或含盐的海岸水体自由连通,并能有效地被陆地上的淡水冲淡,而且能够维持生命周期循环的海岸水体”。

在对河口定义确定的基础上,考虑影响河口的两大动力因素,即潮汐和河流的影响^[3],以确定滨海河口界限。河口上界理论上为洪季时的潮区界位置,

下界是在河口径流及其携带的泥沙向海扩散和沉积的消散之处^[4]。初步将河口界定为近口段、河口段及口外海滨段,见图 1-1^[5]。

(1)近口段

上界为洪水季节潮区界,下界为枯水季节的咸水界,受河水径流控制明显,洪季受潮汐影响。

(2)河口段

河口区的核心位置,上界为枯水季节的咸水界,下界为洪水季节底层盐度为 30 的盐水界,此处为咸淡水交界处,两者混合,受潮汐影响显著。

(3)口外海滨段

受海洋盐水影响显著,表层为冲淡水覆盖的近口海域。

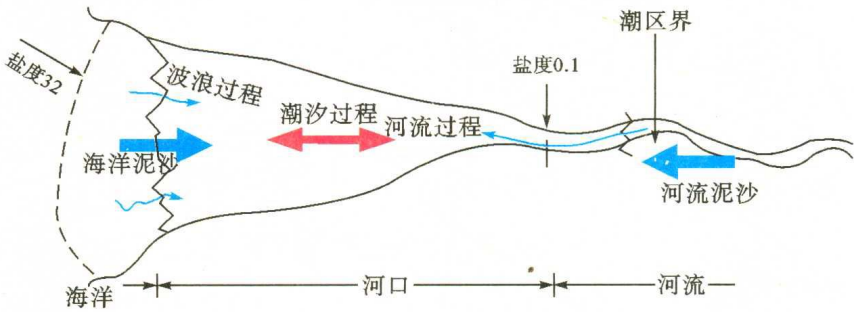


图 1-1 滨海河口地理位置

Fig. 1-1 Geographic location of coastal estuary

1.1.2 滨海河口类型

中国的入海河口众多,类型复杂。古代有河口记载的文献,尤其是地方志^[6],极其丰富。最著名的河口分类为单纯的从地貌特征出发的 Pritchard^[7]的地貌分类法,其将河口分为溺谷、峡湾、砂坝河口。但此分类不能包括所有的河口,也没有考虑潮汐和河流的作用^[8]。如果考虑河流、波浪、潮汐三大因素的影响,则可采用李春初^[4]动力地貌分类法,将河口分为三类:河流作用优势型、潮汐作用优势型和波浪作用优势型。其中河流作用优势型河口处,河流作用强,代表河口有珠江的磨刀门河口;潮汐作用优势型河口,河口过程受潮汐动力控制,河流作用弱,代表河口有钱塘江河口;波浪作用优势型河口,波浪作用下的泥沙作用突出,河流作用弱,代表河口为南渡江河口。

黄胜教授^[9]指出采用盐淡水混合类型作为我国河口的分类方法,比较符合我国河口的实际情况,并根据我国 20 个河口资料,从径流与潮流,流域来沙与

海域来沙方面进行综合分析,确定了分类指标 α , 进行分类。

①混合指数 $M < 0.1$ 时为强混合型,而泥沙主要来自海域, $\alpha < 0.01$ 时称为强混合海相河口;

② $0.1 < M < 0.2$ 时为缓混合型,而泥沙仍然以海域来沙为主, $0.01 < \alpha < 0.5$ 时称缓混合海相河口;

③ $0.2 < M < 1.0$ 时仍属缓混合型,但陆相来沙增加与海相来沙共同参与造床, $0.05 < \alpha < 0.5$ 时称为缓混合陆海双相河口;

④当 $M > 1.0$ 时已属弱混合型,而泥沙主要来自流域, $\alpha > 0.5$ 时称为弱混合陆相河口。

中国河口分类名称及类型见表 1-1。

表 1-1 中国河口分类名称及类型
Table 1-1 The classification name and type of Chinese estuary

类型	河口名称	M	α
1	敖江	0.065	0.000 38
	钱塘江	0.018	0.001 00
	曹娥江	0.087	0.003 80
	椒江	0.098	0.005 60
	瓯江	0.095	0.004 00
2	新洋港	0.020	0.011 00
	射阳河	0.017	0.016 00
	灌河	0.101	0.017 80
	黄浦江	0.101	0.023 00
	甬江	0.168	0.035 00
3	鸭绿江	0.137	0.064 00
	闽江	0.255	0.171 00
	辽河	0.970	0.103 00
	长江	0.292	0.134 00
	珠江	0.182	0.213 00
	小清河	0.430	0.26 000
	韩江	0.165	0.270 00
	海河	0.420	0.338 00
4	西江(磨刀门)	2.280	4.630 00
	黄河	7.156	12.220 00

1.2 中国滨海河口分布及污染概况

1.2.1 中国滨海河口分布

我国幅员辽阔,既是一个大陆国家,也是一个海洋国家。我国海岸线北起辽宁省鸭绿江口,南至广西省北仑河口,长为 18 000 余千米。如果包括 6 400 多个岛屿的岸线在内,则海岸线总长达 32 000 余千米。入海河口数百条,其中有通航价值、建有河口港和进口段港口的共有 57 个(包括台湾省淡水港 3 个)。我国各大港口多数为河口港,上海、天津、广州、宁波、温州、福州(马尾)、汕头等港口都是典型的潮汐河口港。另外如南京、镇江、南通、张家港等港口都是入江的河口港。流域面积约占全国陆地总面积的 45%,入海河口注入海洋的径流总量占全国径流总量的 70%^[10]。

入海河口大部分分布在渤海、黄海、东海和南海等海岸,东海及南海沿岸河口最多,其河口数量分别占河口总量的 37.8%、37.5%。东海河口流域面积较大,占全国河流流域面积的 47.2%,渤海海岸河口流域面积占 31.0%,黄海和南海海岸河口流域面积较小。对于平均入海径流量,同样是东海以占入海总水量的 64.0%处于领先地位,其次是南海,占 26.6%。而对于年平均输沙量,渤海则以占入海总沙量的 60.0%居于首位,东海平均输沙量占总入海沙量的 31.3%。盐水与淡水混合类型主要有高度分层,部分混合,断面均匀混合,侧向非均匀混合等几个类型^[7]。中国入海河口均为潮汐河口,输沙量较大,受季风、台风影响较大,咸淡水混合方式为部分混合。

黄河口是中国海岸中非常重要的河口,也是山东省境内代表型河口。黄河三角洲位于渤海湾南岸和莱州湾西岸,地处 117°31'E~119°18'E 和 36°55'N~38°16'N 之间,主要分布于山东省东营市和滨州市境内,是由古代、近代和现代三个三角洲组成的联合体。古代三角洲以蒲城为顶点,西起套尔河口,南达小清河口,陆上面积约为 7 200 km²。近代三角洲是黄河 1855 年从铜瓦厢决口夺大清河入海形成的以宁海为顶点的扇面,西起套尔河口,南抵支脉沟口,面积约为 5 400 km²。而现代黄河三角洲是 1934 年以来至今仍在继续形成的以渔洼为顶点的扇面,西起挑河,南到宋春荣沟,陆上面积约为 3 000 km²。

黄河三角洲北靠京津唐经济区,南连山东半岛开放城市,属于国家制定的沿海开放地带。同时,黄河三角洲又是将来沿海经济带带动内地发展的桥头堡。

随着德(州)龙(口)铁路、东营港和滨州港的建成,将使胜利油田与秦、晋、蒙大煤田连接起来,为东西部经济的发展提供经济结构合理的可控能源;东营港距大连港 110 海里,且与朝鲜半岛、日本列岛隔海相望,具有良好的出海条件。总之,黄河三角洲不仅是环渤海经济区和黄河流域经济带的交汇点,而且是亚洲环渤海经济圈的重要待开发地区。黄河三角洲湿地,是世界上暖温带保存最广阔、最完善、最年轻的湿地生态系统。这里水源充足,水文条件独特,咸淡水交汇,形成了宽阔的湿地,浮游生物繁盛,具有耐盐碱能力的植物种类丰富,对该区域的景观美化及湿地净化功能起到重要作用。

1.2.2 中国滨海河口污染现状

中国众多河口表现出受人类活动影响较大的特点,由于人类素质的提高速度与经济的发展速度不相匹配,导致入海河口地区水体污染严重,生态平衡遭到破坏。河流入海物质流除了淡水径流及其挟带的固体径流——泥沙外,还包括化学径流(污染物和营养盐)。入海化学径流因为人类活动而呈现恶化现状,其主要原因是由于农田大量施肥和工业化、城市化发展排出的大量污水。据海岸监测站点的监测数据表明,我国近岸海域水质以劣Ⅳ类为主,主要污染因子是无机氮和活性磷酸盐,总体上东海污染最重,其次是渤海、南海、黄海^[1]。

湿地作为一种重要的环境资源,具有净化环境污染,改善生态系统功能的作用,而且对维持生物系统多样性,维持生态系统平衡有重要意义。近年来滨海地区的高速发展,人为污染与破坏增加,湿地面积剧减,尤其是河口地区湿地破坏严重^[12],导致盐水入侵,海平面上升,海岸侵蚀日益加剧。因此,对河口地区生态修复的研究应予以重视。

参考文献

- [1] Dalrymple R W, Zaitlin B A, Boyd R. A conceptual model of estuarine sedimentation [J]. *Sediment Petrol.*, 1992, 62: 1 130-1 146.
- [2] Perillo G M E. New geodynamic definition of estuaries[J]. *Joint ECSA/ ERF Estuar. Conf.*, Plymouth (abstract), 1989: 235.
- [3] Dalrymple RW, Zaitlin BA, Boyd R. Estuarine Facies Models: Conceptual Basis and Stratigraphic Implications[J]. *Jour. of Sedimentary Petrology*, 1992, 62 (6): 1 130-1 146.
- [4] 李春初. 论河口体系及其自动调整作用——以华南河流为例[J]. *地理学报*, 1997, 52(4): 353-359.
- [5] 萨莫依洛夫. 河口演变过程的理论及其研究方法[M]. 北京: 科学出版社, 1958: 343.

- [6] 金元欢,沈焕庭,陈吉余. 中国入海河口分类刍议[J]. 海洋与湖沼,1990,21(2):132-143.
- [7] Pritchard D W. Lectures on estuarine oceanography[J]. Kinsman B (Editor). J . Hopkins Univ. , 1960: 154.
- [8] 戴志军,任杰,周作付. 河口定义及分类研究的进展[J]. 台湾海峡,2000,19(2):254-260.
- [9] 黄胜. 河口动力学[M]. 北京:水利电力出版社,1995.
- [10] 金元欢. 我国入海河口的基本特点[J]. 东海海洋,1988,6(3):1-10.
- [11] 姜文来. 21 世纪中国水资源安全战略研究[J]. 中国水利,2000,(8):41-42.
- [12] 陈吉余,陈沈良. 中国河口海岸面临的挑战[J]. 海洋地质动态,2002,18(1):1-5.

第2章 滨海河口区污染水体 生态修复研究进展

水体污染是指一定量的污水、废水、各种废弃物等污染物质进入水域,超出了水体的自净和纳污能力,导致水体及其底泥的物理、化学性质和生物群落组成发生不良变化,破坏水中固有的生态系统,也破坏水体的功能,降低水体使用价值的现象。随着滨海城市化和工业化进程的加快,城市污水产生量不断增大,河口地区污染日益严重,不但影响当地生态系统的稳定性,而且对海洋生态系统造成了一定威胁。

生态修复技术是近年来国际上在生态学和环境科学基础上发展起来的一种高效、低耗、绿色且管理要求低的治理技术,在治理污染环境、改善人文居住环境条件、提高生态环境质量等方面取得了较大的成绩,具有重要的理论价值和现实意义。

2.1 滨海河口区水体污染成因分析

造成水体污染的因素是多方面的:向水体排放未经过妥善处理的城市生活污水和工业废水;使用的化肥、农药及城市地面的污染物,被雨水冲刷,随地面径流进入水体;随大气扩散的有毒物质通过重力沉降或降水过程进入水体等。

在综合制定滨海河口区水体污染控制对策、管理对策和生态修复对策过程中,控制外源污染是十分关键的内容,只有减少或者切断外部营养物质的输入,降低水体中的营养盐浓度,水体污染才能真正得到控制。而内源污染的控制主要是防止营养盐类的恢复。因此,分析河口区水体污染成因,对制定相应的控制策略有重要指示作用。

2.1.1 滨海河口区常规污染源分析

水污染源可以按污染原因、污染源空间分布、污染源位置等原则进行分类。多种分类方法可能导致同一种污染源有多种名称。本书将河道污染源主要概括为外源污染和内源污染两大部分。其中外源污染分为点源污染与面源污染,例如城市降雨径流、沿岸排污口的排放和大气沉降等所带来的污染;内源污染

有底泥的二次污染、水生生物或微生物的新陈代谢等。滨海河口污染生态修复常需要根据具体分析的水体污染成因,制定不同的修复策略。

2.1.1.1 点源污染

点源污染是指大中型企业和住宅区等在某一固定排放点,以点状形式集中排放而使河道水体造成污染的发生源。城区河道点源污染主要是指工业废水和生活污水等未经处理或只经过简单处理但污染仍严重超标,却由排污口、雨水管道及暗渠等方式排入水体的污染源。

点源污染是河道水质污染的重要原因,包括未改造村庄生活污水污染、部分工厂及小企业的工业废水污染等。生活污水以有机污染为主,氮磷含量较高,若排入城区河道,会大量消耗河道中的溶解氧,引起水体恶臭、生态系统恶化,影响周边居民的居住环境。工业废水的特点是量大、种类多、成分复杂、毒性较强、处理困难、污染物种类繁多。

对滨海河口区水体点源污染来源进行分析,主要有以下几方面。

(1) 主干管污水外溢

滨海河口地区多为城镇发达地区,在城市发展过程中,城镇污水处理厂处理污水能力与经济高速发展不相一致,随着城镇人口的快速增加,污水处理厂的规模很难满足对流域总污水量的处理需求,而由于污水处理厂处理规模短期内无法扩建至规划规模,流域污水量逐年增多,高峰情况污水输送能力超出污水厂承载负荷,导致污水主干管超量,污水外溢等状况发生。

(2) 流域周边排放的生活污水

滨海河口地区流域由于部分旧城旧村尚未改造,基础设施比较薄弱,部分分散的居民生活污水不能得到有效的收集,未经处理,便通过暗涵散排,经由入海河流进入河口区。另外,沿河道距离护岸设置的厕所等设施,也存在污水直接外排的情况。生活污水成分复杂,以有机污染物为主,氮、磷、硫、致病菌较多,未经处理直接排入河口区会大量消耗水中的溶解氧,在厌氧细菌的作用下易产生恶臭物质,造成严重的河口区水质恶臭现象。

(3) 沿线明河暗渠及工厂排放的废水

入海河口周边现状如果用地为工业用地,部分工业废水未达标排放,则会对河口区的水质造成影响。此外,入海河流沿河河道有一些明沟暗渠也会排放各种来源的污水,造成河道水质污染。

(4) 服务业排放的污水

随着滨海河口区人口的增加,相应的服务行业也逐渐增加,来自旅馆、餐