

孟 伟 杨作升
富 国 杨宗严 等著

海岸带污水排放工程 环境设计导则



海洋出版社

海岸带污水排放工程环境设计导则

孟伟 杨作升 等著
富国 杨宗严

2004 年·北京

内 容 简 介

本文是国家科技攻关研究成果的理论和技术的总结。文中结合工程实际需要,从污水海洋处置工程的环境分析、海岸带污水排放工程的环境设计参数、环境要素对海岸带污水排放工程设计的影响研究、工程实例四个方面进行了详细系统地介绍。本书的特点是实用性、系统性强,可以为工程设计、环境分析和管理人员提供有益的借鉴。

图书在版编目(CIP)数据

海岸带污水排放工程环境设计导则 / 孟伟等著. — 北京:海洋出版社,2004.7

ISBN 7-5027-6084-9

I. 海… II. 孟… III. 海岸带—污水处理—排水工程—环境设计 IV. X703

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 043704 号

责任编辑:方 菁

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路8号)

北京玥实印刷有限公司印刷 新华书店发行所经销

2004年7月第1版 2004年7月北京第1次印刷

开本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:16

字数:410千字 印数:1~1 000册

定价:48.00元

海洋版图书印、装错误可随时退换

《海岸带污水排放工程环境设计导则》 编委会名单

孟 伟	富 国	杨作升	杨宗严
郑丙辉	刘佑华	台伟涛	张淑珍
苏一兵	雷 坤	刘 宁	

前 言

我们的地球是人类赖以生存的环境,地球的三分之二被海洋所覆盖,海洋在人类的发展过程中起到了无可比喻的重要作用。在 20 世纪的工业化、城市化进程中,人类从海洋中索取的资源超过了历史上的总和,在开发利用海洋的过程中,人类对海洋有了更多的了解和认识。海洋在为人类的发展提供丰富资源的同时,人类活动也给海洋带来了各种影响,其中,海洋成了地球人类活动产生废弃物的最终归宿。地球上约有二分之一的人生活在临海的城市和农村,人们在享受海洋带来的快乐时,往往忽视了海洋的承载能力,忘记了海洋是不可征服的,或者不能怀着征服海洋的意识来开发利用海洋。要时刻想到,在开发利用海洋的同时必须注意保护海洋。城市生活和工业生产排放的污水排入近岸海域,造成海滩和海岸带的污染,导致生物栖息地的破坏和生物多样性的丧失,海水的颜色也由蔚蓝色变得混浊,透明度降低。海水中不但有一般的有机污染物、重金属,还有病菌和难以降解的有毒有机物,如 POPs 类污染物。

虽然我们注意到了人类活动对海洋尤其是海岸带的环境影响和景观破坏,并准备采取工程措施对生产、生活污水进行一定程度的必要处理并引导排入近岸海域指定的位置,经稀释、扩散、混合入海水中,以减缓沿海岸带污水无序排放对海洋环境破坏的压力。由于这一领域相对匮乏科学技术方法的支持,政府的环境管理在效果上受到很大的影响。中国在 20 世纪末期加速了工业化和城市化的进程,通过对近岸海域和海岸带的环境考察,结果表明,发展对环境的压力最终体现在海洋的环境变化上。我们已经清楚地意识到,预防环境污染比治理受污染的环境更重要。

沿海城市建设发展带来的污水排放是一个不容置疑的事实,近些年来污水排放的数量和各类污染物都呈增长的趋势,客观上要求必须为污水排放及其对海岸带环境和景观生态的影响进行科学的规范和引导,将其对环境的影响降低至最低和环境可承受的程度,这是作者完成《海岸带污水排放工程环境设计导则》的基本出发点和驱动力。本书体现了实用和循序渐进的原则,第一部分重点指出了在海岸带建设污水排放工程完成环境分析时的必要条件。第二部分则给出了进行污水排放工程设计时必须得到的环境设计参数。这是本书的核心内容,也是环境设

计必需完成的基本内容。其中给出的工程设计水位与工程设计波高都是以前研究中很少系统论述的重要内容,放流管的管线选择和施工方案 GIS 分析也是工程设计不可缺少的组成部分和分析方法。放流管长度分析在研究方法上不追求复杂而注重实用和分析的对比以及直观量化的表达方式,初始稀释度估算及扩散器设计保证率尽可能借鉴国际上较新的成熟方法。第三部分论述了会对海岸带污水排放工程的运行效果带来负面影响的设计和环境要素。第四部分给出了三个案例参考。

《海岸带污水排放工程环境设计导则》是在我们这个跨系统的研究 Team 的国家科技攻关研究成果、工程示范、工作实践和大量的调查、调研、资料分析基础上完成的,体现了集体的智慧。其中从我们的研究报告中引用了大量研究和工作报告中的图、表,为避免图表中数据可能引起的误会,书中的地名均以符号代替,对符号的任何人为的解释都是没有实际意义的,因为作者的目的是为了用数据来介绍和验证方法,遗憾的是有些资料在参考文献中也难以一一注明,谨在此致以诚挚的感谢。感谢在完成国家科技攻关成果和其他工程实践中给予帮助的各位同仁、专家和领导。

期望《海岸带污水排放工程环境设计导则》能给读者起到借鉴的作用,如果在规划、完成项目建议书、可行性研究、环境影响评价和工程设计、运行管理过程中由于本导则而避免了海岸带污水排放工程建设工作中不必要的失误或起到一些启发的作用,则令作者不胜欣慰。

作 者

2003 年 12 月

目 次

第一篇 海岸带污水海洋处置工程的环境分析	(1)
第一章 自然地理和环境地质条件	(1)
第一节 自然地理	(1)
第二节 区域地质	(3)
第三节 海岸地貌	(4)
第四节 海底地形	(6)
第五节 海底底质	(7)
第二章 海岸带岸滩稳定性分析	(9)
第一节 自然环境背景条件	(9)
第二节 区域海岸岸滩泥沙动态	(11)
第三节 区域海岸岸滩动态分析	(14)
第三章 浅海潮流的观测与模拟	(17)
第一节 潮流的观测与分析	(17)
第二节 海洋流体动力学数值模型	(19)
第三节 模型验证	(21)
第四节 流场特征分析	(22)
第五节 海水质点的运移轨迹	(24)
第四章 环境质量现状分析	(28)
第一节 水质现状	(28)
第二节 底质现状	(33)
第三节 海洋生物生态环境现状	(35)
第五章 污水排放工程设计的环境要素	(41)
第一节 射流排放与稀释度	(41)
第二节 排放管设计参数	(44)
第三节 排海污染物的类型	(44)
第四节 近区设计的基本要素	(46)
第五节 工程海域的环境分区	(48)
第二篇 海岸带污水排放工程环境设计参数	(51)
第六章 工程海区的潮汐特征与工程水位	(51)
第一节 工程海区潮波系统	(51)
第二节 工程海区潮汐调和常数与特征值	(52)

第三节	潮汐类型与工程水位推算	(54)
第七章	工程海域的海浪特征与设计波高	(59)
第一节	现场观测与资料收集	(59)
第二节	海浪的统计特征	(59)
第三节	海浪要素的统计计算方法	(64)
第四节	重现期波要素推算	(65)
第五节	排海工程海域的波高分布和设计波高	(68)
第八章	工程海域浅地层结构与管线优选	(77)
第一节	浅地层剖面测量	(77)
第二节	污水排放管线廊道优选	(79)
第三节	工程地质钻探	(80)
第九章	工程的水质影响分析与工程放流管长度	(82)
第一节	条件设计	(82)
第二节	物质输运数值模型	(83)
第三节	COD 浓度增量	(86)
第四节	$\text{NH}_3 - \text{N}$ 浓度增量	(91)
第五节	大肠菌群增量	(96)
第六节	放流管长度优选	(101)
第七节	污水海洋处置工程环境影响预测	(102)
第十章	污水排放初始稀释度估算	(110)
第一节	污水排放的流动类型	(110)
第二节	水体的稳定与控制指标	(115)
第三节	初始稀释度预测基本方法	(118)
第四节	初始稀释度预测的基本公式图表	(123)
第五节	初始稀释度预测的可靠性	(127)
第十一章	扩散器设计的环境要素	(131)
第一节	设计保证率与累积频率曲线	(131)
第二节	影响扩散器设计的主要环境要素识别	(132)
第三节	扩散器设计的平面布置	(135)
第十二章	污水排放工程施工方案分析	(138)
第一节	地理信息系统	(138)
第二节	GIS 图件	(140)
第三节	排海工程施工方案分析	(140)
第三篇	环境要素对海岸带污水排放工程设计的影响研究	(145)
第十三章	海域稀释扩散能力的现场实验	(145)
第一节	海域稀释扩散的现场实验方法	(145)
第二节	稀释因子与扩散系数	(145)

第三节	海域的稀释与扩散能力分析	(148)
第十四章	波浪产生的流及其对近岸环境条件的影响	(153)
第一节	数学模型	(153)
第二节	差分方程及计算方法	(157)
第三节	数值计算与结果分析	(165)
第十五章	环境对排放工程设计参数的影响分析	(170)
第一节	排放与受纳水体的相互作用	(170)
第二节	排放工程表面污水场形成的特征	(174)
第三节	大尺度潮波对平均稀释度的影响	(180)
第四节	单孔排放与多孔扩散器选择	(183)
第十六章	海床的工程稳定性	(186)
第一节	海底动力条件影响	(186)
第二节	波浪诱发的地层液化	(189)
第三节	地震引起的砂土液化	(192)
第四篇	实例参考	(193)
第十七章	扩散器的环境工程设计	(193)
第一节	工程环境概况	(193)
第二节	工程设计依据的主要参数	(194)
第三节	污水排海限制性条件及数值计算方法	(197)
第四节	扩散器排放近区设计	(200)
第十八章	流域的海岸带污水排放工程	(213)
第一节	海岸带地形地质的现场研究	(213)
第二节	海水密度与初始稀释	(215)
第三节	水文气象条件	(216)
第四节	概念设计	(219)
第五节	放流管、扩散器设计参数	(220)
第六节	环境与施工设计	(222)
第十九章	海湾型海岸带污水排放工程的环境影响与放流管设计分析	(228)
第一节	海域的环境	(228)
第二节	污水排放的水环境影响分析	(233)
第三节	生态系统和水质响应分析	(239)
第四节	放流管方案设计的环境分析	(243)
参考文献		(246)

第一篇 海岸带污水海洋处置工程的环境分析

第一章 自然地理和环境地质条件

第一节 自然地理

一、自然地理

(一) 区位

污水海洋处置工程所在地位于黄海西南部海岸带,陆地总面积 1 万多平方千米,海岸线总长 700 多千米,地理位置优越,地处海陆交汇地带,是中国东部沿海地区重要的经济中心城市和外贸港口城市,地处华东和华北两大经济区的结合部,北联环渤海经济圈,南接以上海为中心的长江中下游经济带,东濒东亚经济增长三角地区,与日、韩两国遥相呼应,西临广大的内陆腹地 and 国内、国际市场。

(二) 气候

该地区属暖温带沿海季风气候区,受海洋影响明显而变异为海洋性季风气候特征。春季气温回升缓慢,比内陆约滞后一个月;夏季凉爽,多雨多雾,空气湿润;秋季凉爽但很短,空气干燥;冬季长且寒潮频繁,风大、气温低,但少严寒。

累年平均气温为 12.3°C ,最高出现在 8 月,为 25.1°C ,最低出现在 1 月,为 -1.0°C ,春、夏、秋、冬四季平均气温分别为 10.2°C 、 23.0°C 、 15.4°C 、 0.4°C 。极端最高气温 36.2°C ,极端最低气温为 -16.4°C 。年平均风速为 5.4 m/s ,11 月至次年 2 月风速最大,达 6.2 m/s ,7、8 两月风速最小,为 4.7 m/s 。春夏季以 S—SE 风为主,秋冬季以 NW—N 风为主,全年以 SE 风出现频率最大,约 16%,次多风向为 N、S、NNW 三向。年平均湿度为 72%,全年 7 月湿度最大,为 89%,12 月和 1 月最小,均为 64%。年日照时数为 2 521.6 h,以 3—6 月与 8—10 月较多。尤以 5 月最多,达 246.8 h,2 月最少仅 181.0 h。

年均降水为 775.6 mm(1951—1980 年),夏季 445.3 mm,占 57%,秋季为 182.9 mm,占 24%,春季为 112.6 mm,占 15%,冬季为 34.8 mm,占 4%。

(三)海洋水文

本区海域水温的分布和变化,具有明显的季节特征。冬季,水温最低,海湾表层水温介于 2.3~3.0℃之间;春季水温迅速升高,表层水温在 14℃以上;夏季,表层水温在 25~27.3℃之间;秋季,海湾的水温迅速降低。11 月,表层水温已降至 9.6~14.1℃。

全年波浪以风生浪为主,常波向为 SE、NE 向,强波向为 NNE、NE、NNW、NW 向,波高小于 0.5 m 的波浪的年频率在 80%左右,大于 1.5 m 的波浪年频率为 0.3%,全年平均波高不超过 0.4 m,最大波高 1.9 m。

近海的潮汐类型属于正规半日潮,最高高潮 5.30 m,平均高潮 3.8 m;最低低潮 -0.7 m,平均低潮 1.02 m;最大潮差 4.75 m,平均潮差 2.78 m;平均涨潮时间 5 h 39 min,平均落潮时间 6 h 46 min。潮流属半日流型,基本属往复流,最大流速的流向基本与海岸线平行,湾口和岬角处有明显增大现象。

(四)生物

区域内植被类型多样,植物资源丰富,主要是暖温带成分。落叶阔叶林是本区气候极顶群落,主要有麻栎林、栓皮栎林、刺槐林等;针叶林分布最广,面积最大,有赤松林、黑松林、水杉林等;林地中尚有少量亚热带成分,如竹林分布。原始森林植被破坏后的次生植被主要是以大叶胡颓子灌丛、绣线菊灌丛、杜鹃灌丛、山茶灌丛、紫穗灌丛为主的灌丛;盐碱土以盐生草甸如罗布麻群落等为主;沼生和水生植被以芦苇、大米草、香蒲、扁秆蔗草等为主。

海洋生物种类繁多。已发现的海洋生物分隶于海洋微生物、海洋植物、海洋无脊椎动物、海洋脊椎动物的 30 个门、约 300 个科、1 000 个属,共约 2 000 种。近海适合不同鱼、虾、贝、藻生长,鱼类资源多样性程度较高;中国对虾、梭子蟹等无脊椎动物,菲律宾蛤、盘鲍、刺参等贝类和海珍品资源也很丰富。

二、社会环境

(一)依托城市的发展

作为我国东部沿海重要的经济中心城市和港口城市,也是国家历史文化名城和风景旅游胜地,是中国重要的外贸口岸、港口之一。所依托的轻纺、食品、饮料、化学工业有传统优势,新兴的电子和家电工业、海洋产业在全国占有重要位置。作为沿黄河流域和环渤海经济圈最大的出海口和信息、金融、货物集散中心之一,以其所具有的港口贸易、科研、现代工业、发达农业、金融服务、旅游度假等优势与开发潜力,已成为中国最具有经济活力的城市之一。

近年来在加快构建可持续发展的经济体系、努力构筑有特色的国际大城市框架和全面提升城市核心竞争力等方面不断取得成效。加快发展海洋、港口、旅游“三大特色经济”和建设电子家电、汽车机车船舶制造、石油化工、新材料等“四大工业基地”的步伐,提出了区域经济社会大发展的大框架布局,构筑国际大城市的思路已进入规划实施阶段。

(二)经济发展

2002 年,工程所在地的总人口已超过 500 万人,其中市区人口近 1/3。改革开放以来,现代化建设取得巨大成就,国民经济焕发出无限生机和活力,自 1992 年以来,国民经济生产总值

(GNP)连续 10 年实现两位数增长。2002 年完成国民生产总值(GNP)1 500 多亿元,比 2001 年增长 14.6%。2002 年港口吞吐量达到 12 251.6 万 t,其中,外贸吞吐量达到 8 236 万 t。由于现代化工业起步早,特别是 1978 年以来,传统工业优势得到进一步发展,已经成为全国重要的经济中心城市,轻工、纺织、食品、饮料、工业有传统优势。

自建制以来,对外贸易经济一直比较发达,国家赋予许多优惠政策,先后批准建立了经济技术开发区、保税区、国家旅游度假区等经济增长区域,形成全方位多层次的对外开放格局。近年来,对外贸易稳定增长。2002 年对外贸易进出口总额 312.8 亿美元,增长 11.8%,其中出口额 188.96 亿美元,进口额 123.84 亿美元,分别增长 15.4%和 6.7%。利用外资成绩显著,2002 年共批准利用外资项目 1 832 项,合资外资金额 55.24 亿美元,增长 53.9%,实际利用外资 23.8 亿美元,增长 48.8%。

(三)市政建设规划

城市的建设方针以老市区为依托,以西部新区(工程所在地)和东部新区为两翼,加快城市布局由带状型向品字型的转变。

从 1992 年重新调整城市总体布局,实施城市政治、经济、文化中心东移的战略,开放建设了东部新区。2008 年前,将进一步加大基础设施投资力度,加快城区改造、机场扩建、道路建设等,不断向现代化国际大都市的目标迈进。2002 年,结合城市新的发展趋势,又提出了经济重心西移的战略指导思想。

三、工程所在地概况

工程位于海湾西南平直海岸,南濒黄海,陆地总面积 152 km²,海岸线呈西南—东北方向,海岸线长 102.6 km。工程所在地区山清水秀,地形呈西高东低之势。西部有珠山山脉,海拔高度 724.9 m,山基多为花岗岩和石灰岩。东部为沿海,海岸线长 102.58 km,蜿蜒曲折,港湾众多,水道纵横,岛礁棋布。H 岛前湾水深浪平,千淤千砾,海滩滩面宽缓,砂质纯细,已列为省级旅游度假区。

该区域是新兴的重工业、化学工业基地,跨世纪的经济增长点 and 重点开发区域。总体布局上 H 岛划分为 6 个主要功能区:石油加工区、保税区、临港工业区、农副产品加工区、中心行政商务区和旅游区。工程依托陆域将成为城市跨世纪的主要经济增长点和国际经济连接点,初步建设成为以现代化港口、重化工业、国际贸易、旅游度假为主要特色的功能完善、高度文明的社会主义现代化国际新城区。经济上重点发展第二产业,加快发展第三产业,优化发展第一产业,逐步建立起技术先进、基础稳固、主导鲜明、协调有序的现代化产业结构体系。工业以大项目为主线,加速培育六大主导产业:石油加工、化工、化纤、建材、机械、电子。国内生产总值至 2010 年规划达 500 亿元。城市自 2002 年实施建设中心战略西移以来,建设速度加快,若干重大项目在陆续实施中,各项建设突飞猛进,正在成为城市发展最快的西翼。

第二节 区域地质

本区大地构造位置属中朝准地台东部隆起区东部边缘,东北部出露的地层为中生界白垩系青山组的安山岩和英安质熔结角砾凝灰岩(k_{1q}),在其边缘地区各部有中生代燕山晚期的中粗粒、粗粒(含黑云母)花岗岩(γ_3^{3-2a})、中粒石英正长岩(ξO_3^{3-2b})和艾山阶段的二长闪长岩

($n\delta_3^{-1a}$)、中生代闪长岩($\delta\mu_5$)穿插。工程所在区海滩至岩岸之间出露的全是岩浆岩,主要为艾山阶段的石英二长岩(nO_3^{-1a})、花岗闪长岩($\gamma\delta_3^{-1b}$)和二长闪长岩($n\delta_3^{-1a}$),有崂山阶段的中粗粒花岗岩($\gamma\delta_3^{-2a}$)和一些花岗斑岩岩脉($\gamma\pi$)穿插于其中,在象脖子还见有元古代胶南期的闪长岩(δ_2^2)。本区南部 LJ 岛到 Y 嘴之间出露的地层主要是元古界胶南群(PTjn)的黑云片岩和混合质片麻岩,及 Y 嘴、LS 岛的均质混合岩(T_m);有二长斑岩($n\pi$)的岩脉穿插于其中,此外还有一些小型基性岩脉。

区域断裂构造比较发育,北东向的断层控制了岸线的走向以及 T 岛湾和 S 岛湾的发育,属岩脉(二长斑岩脉、花岗斑岩脉和花岗细晶岩脉)的延伸方向。另外是北西向的断层控制了本区域地层的分布,对本区海岸地貌的发育也产生了一定的影响。在大多数岸段岸线曲折率较小,一般小于 1.4,岸线和岩石的片理、节理方向一致,为 NE 向,沿岸海蚀岩滩上突起的 2~3 列岩墙也沿此方向展布,局部岸段转折受 NNW 向节理的走向与常浪向交角最小,波浪沿节理冲击和破坏的有效作用较大,因此这段岸线也沿此节理方向展布,并形成高大陆崖。

第四纪地层不甚发育,主要为残坡积层,厚度不大,局部有风成或洪坡积的黄土和砂层分布,沿岸地区见到的主要是黄色亚黏土和海相的砂砾层。第四纪地层分布较广的地区主要在 T 岛湾和 S 岛湾的顶部及大小 G 滩的海湾顶部,沉积物主要为全新世的洪坡积的亚黏土粉砂质黏土(Q_4^{pl+dl})和粉砂(Q_4^{al+m})冲积、海积的粉土、黏土(黏质砂土、砂质黏土)、中粗砂和粉砂(Q_4^{al+m})。

第三节 海岸地貌

本区新构造运动表现较为活跃,处于缓慢抬升状态,自陆向海形成梯级地貌层序:高程 50 m 以上为丘陵山地,高度一般为 70~80 m(南部)和 140~150 m(北部),最高峰砚台山顶海拔高度 174.8 m,皆为侵蚀剥蚀区;丘陵山地外围为剥蚀面,高程 10~15 m 左右,系夷平不同岩性区的向海倾斜统一地貌面,其上界与丘陵山地区有明显的地貌转折,其下界在海岸陆一侧形成 5~10 m 左右高的海蚀崖,崖下即为现代岸滩。

工程所在海岸线自西南端 Y 嘴至东北端窟窿山嘴全长约 18 km,其中部以 1 km 多宽的陆桥(剥蚀面)与陆地相联。岛外海岸为强海蚀型基岩砂砾质岸,岸线总曲折率 1.5 以上,南北两翼丘陵山地一剥蚀面直濒外海,形成数十米高的海蚀陡崖,崖前为宽数十至百米不等的海蚀平台,水下岸坡陡峭,10 m 等深线距岸 400~500 m,岬角附近只有百余米;S 岛中部外海岸自石岭子至南屯附近较低矮平坦的剥蚀面濒接外海,形成约 5~10 m 高的海蚀崖。崖前为宽 300~400 m 之砂砾质海滩和岩滩,水下岸坡 10 m 等深线距岸 500~700 m 左右,仍属深陡型海岸。这一带岸线微向陆凹入,由三个不同性质的弓型海湾组成(图 1-1),自南向北依次为: S 沙滩、SB 湾和 G 沙滩。

一、S 沙滩

S 沙滩位于海岸线的西南方向,为连岛沙坝之间形成的砂质海岸,沙坝呈弓型向内弯入,后滨滩面以中细砂为主,有少量砾石分布,前滨滩面以细砂为主,有少量中砂分布。前滨滩面以细砂为主,有少量中砂分布,湾顶有埋藏的连岛沙坝把董家河至 Y 嘴之间山地与 LJ 岛至 S 岛之间的丘陵连接起来。

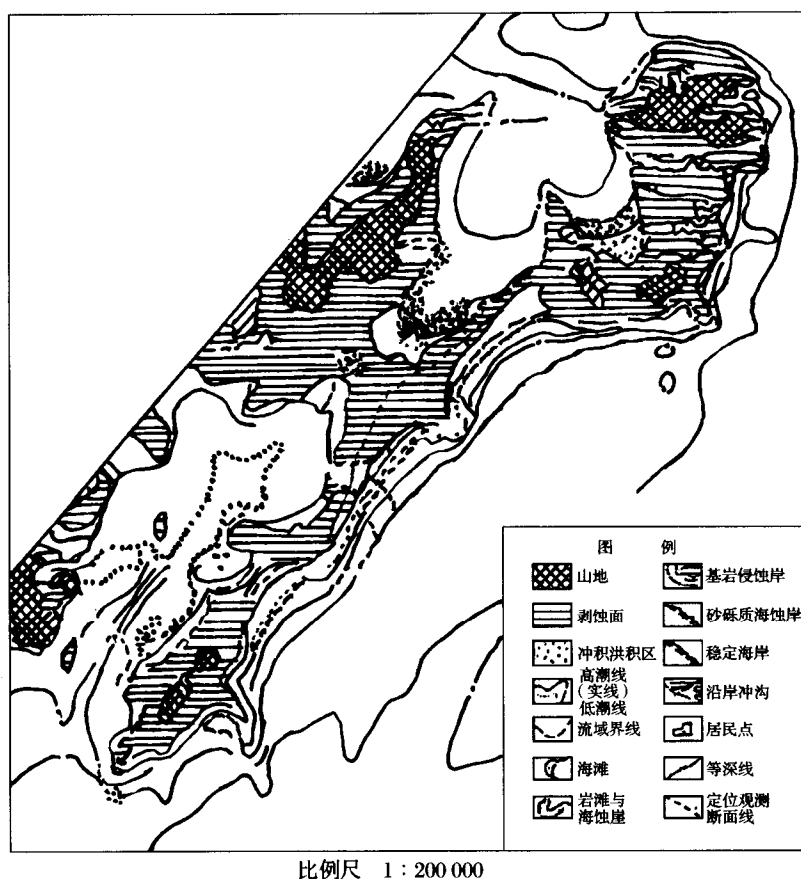


图 1-1 污水排海工程海域水深地貌图

二、SB 湾

SB 湾位于工程所在地海岸中部的弧形海岸,海平面下 5~15 m 等深线基本上与岸线平行,海湾的北部和南部前滨为砂砾-岩礁混合滩,后滨为岩礁区,湾的中部 M 湾海岸前滨为沙滩,后滨为砂砾混合滩。湾内岩礁出露较多,由高潮线到低潮线以下水深 2 m 处在平行岸线方向上断断续续有三排岩礁分布,把整个海滩分割成好几个条块,水下岸坡上平均海平面下 3~4 m 处基岩面凹凸不平,基岩面上很少有砂层覆盖,对管道的铺设有一定难度。此段海岸面向外海,波浪较大,水下岸坡上有 150 m 左右宽度的海蚀平台,说明泥沙来源不足,岸线侵蚀后退速度较快,显示出高能海岸的特点。但据海蚀平台宽度计算 6 000 年以来 S 岛沿岸海蚀崖的蚀退率在 $8.3 \times 10^{-3} \sim 1.3 \times 10^{-2}$ m/a,平均 2.1×10^{-2} m/a,与世界上各种岩性的海岸蚀退资料对比,属于中等、缓慢蚀退水平,根据实测资料 and 地形图计算从海蚀崖基处到平台外的平均坡降,海蚀平台平均坡降 $\text{tg}\beta = \text{dz}/\text{dx}$,计算海蚀平台的蚀低速率为 $3 \times 10^{-4} \sim 8 \times 10^{-4}$ m/a,平均 6×10^{-4} m/a,属缓慢蚀低相对稳定海岸,对铺设管线相对影响较小。

三、G 沙滩

G 沙滩位于海岸线的东北部,呈弧形海岸,岸线长约 5 km,海滩宽度在 500 m 左右,是著名的海水浴场的所在地。海滩坡度较小,上部 $1/10 \sim 1/5$,下部 $1/30 \sim 1/10$ 。沿岸沙堤主要分布在渔码头和象脖子的两个岬角与沙滩的结合部,从渔码头至 Z 嘴之间基岩砂砾质岬湾海岸,岸线曲折,由基岩岬角和一些小海湾组成,海蚀地貌比较发育,除小海湾内有狭窄的砂砾石滩外,基本上是基岩岸。从渔码头至象脖子之间海湾比较开阔,岸线较为平直,为砂砾质海岸,滩面宽度较大有 200~250 m,主要由中细砂组成,10 m 以内等深线平行岸线分布,沿岸水深较浅,10 m 等深线距岸有 1.2 km。

本区沿岸无河流入海,只有一些短小的冲沟,陆源物质很少,岸滩和水下岸坡上有限碎屑物质,主要来自海岸和海底侵蚀,属弱侵蚀和较强侵蚀岸段。

第四节 海底地形

根据海军航保部测量资料,本区 0 m、5 m、10 m 等深线基本上与岸线平行,15 m 等深线稍有变化,20 m 等深线变化较大很不规则。在 M 湾岸段 20 m 等深线离岸较远,在南营以北和 M 湾以南海域离岸较近,海底各有一个 20 多米的深槽。工程所在区北部海域海底地形无异寻常现象,根据本次工程阶段的调查海底地形由岸向海缓慢倾斜,较为平坦,坡度一般在 1° 左右,无沟谷和隆起,对工程施工有利。按照工程设计要求此次调查海底地形图上用黄海平均海平面为零点,以便与陆图相接,控制点和水准点的高程引用所在地的地理高程。二等导线点的坐标如表 1-1 所示,采用的是城建坐标系,该坐标系与北京坐标系的差值为 X 坐标 + 3 890 km, Y 坐标 + 500 km。水准原点为黄海平均海平面上 21.574 m,象脖子码头水准点 BM₇₇ 高程为黄海平面海平面上 2.974 m,水尺零点高程为黄海平均海平面下 -1.704 m。按 1 m 间隔绘制的工程所在区海底地形图,可以看出,工程海域有以下特点:15 m 以内等深线均与岸线平行,0~10 m 等深线较密,海底地形坡度较大,10 m 以外等深线间距较大,地形明显变缓。10 m 等深线离高潮线平均为 600 m。12 m 等深线离高潮线为 710 m;15 m 等深线离高潮线平均为 990 m。由低潮线至 12 m 等深线距离为 540 m。海底地形较复杂地段出现在 1~4 m 水深之间的狭窄地段,该地段为基岩裸露和半裸露区,由于基岩区岩脉较多,岩性变化大,因此基岩面的起伏变化也大,造成海底不平。4 m 等深线以外基岩面上有砂层覆盖,所以海底较为平坦。

表 1-1 水准高程控制点坐标

控制点号	市城建坐标系(3 度带)		54 北京坐标系(3 度带)	
	X 坐标	Y 坐标	X 坐标	Y 坐标
II 导 ₀ 石 5065	88 517.172	19 435.574	3 978 517.172	40 519 435.574
II 导 ₁ 石 5512	88 680.892	19 697.837	3 978 680.892	40 519 697.837
II 导 ₂ 凿石点	88 766.143	19 896.113	3 978 766.143	40 519 896.113
II 导 ₃ 凿石点	88 987.207	20 020.552	3 978 987.207	40 520 020.552
II 导 ₄ 石 875	89 158.618	20 120.580	3 979 158.618	40 520 120.580
II 导 ₅ 石 6647	89 410.900	20 292.648	3 979 410.900	40 520 292.648
II 导 ₆ 凿石点	89 972.622	21 526.589	3 979 972.622	40 521 526.589

第五节 海底底质

海底底质的现状分析主要依据 3 次调查,第一次调查是 1982 年的海岸带调查,调查范围包括 J 湾口到鱼鸣嘴水深 28 m 以内的整个海域;第二次调查为 1990 年 8—9 月份,调查范围北起烟台前附近的象脖子岬角,南至顾家岛前的 LS 岛,在水深 20 m 内采取 95 个底质样品,进行粒度分析并编制了 S 岛、SB 湾及其附近海域海底底质类型图(1:1 万);第三次底质调查是在污水排放工程项目前期准备阶段进行,先后两次共取表层底质样品 43 个,全部进行了粒度分析,调查的目的是为工程阶段选择排污口和管线铺设,调查的区域仅限于 M 湾附近海岸。三次调查的结果如下。

调查资料显示:本区外海的沉积物主要为黏土质粉砂和砂-粉砂-黏土,这些物质来自 J 湾以北海域,是 HS 半岛沿岸流所携带南下的物质,沉积厚度较大。本区近海的沉积物为粗砂、细砂、砂质粉砂和砂-粉砂-黏土及少量的黏土质粉砂,主要为陆源沉积物,厚度较小。

本区海底表层沉积物有以下几种类型。

一、砾砂和砂砾

砾砂和砂砾主要分布在近岸岬角、浪蚀平台和水下岩礁区附近。砾石含量可达 40%~60%,砾石成分均同于沿岸和海底基岩。北部主要是花岗岩类及其脉岩中的辉绿岩、煌斑岩等,南部至 LS 岛一带主要是变质岩类。磨圆度变化很大,从差到好都有,而较多的是次棱角状。砾砂沉积物中贝屑含量较多,样品分选极差。

二、粗砂和中砂

粗砂和中砂主要分布在高潮线附近及水下岸坡上。本区东部海域与 ZC 岛水道之南延部分,为粗砂、中砂分布区,其中含贝壳碎屑较多,有的成为贝壳砂,此类沉积物中粘粒含量极少,一般只有 5%~10%,有的不足 1%。海底粗砂中,粗砂和极粗砂粒级含量最高可达 60%,沿岸中粗砂中,中砂粒级含量较高,一般均可达到 30%~60%,分选中常至差。

三、细砂和极细砂

细砂和极细砂主要分布在潮间带及水深 5 m 以内之水下岸坡上,其中细砂和极细砂粒级一般占 70%~80%以上, ϕ 值四分位离差 QD_{ϕ} 值大部分在 0.5%~1.5%之间,分选好。

四、砂-粉砂-黏土

砂-粉砂-黏土为本区海底沉积物主要类型,从水深 5~20 m 范围内广泛分布,常夹有贝壳和砾石,分选很差, ϕ 值四分位离差 QD_{ϕ} 在 2.4~4.2 之间。主要为砂-黏土质粉砂类型,黏粒含量一般有 20%~30%,粉砂含量占 50%~60%,砂砾含量可达 20%~30%。

五、黏土质粉砂和粉砂质黏土

其中黏土质粉砂分布较广,粉砂质黏土只见于少数几个站位。粉砂含量 40%~60%,黏土含量一般在 20%~40%,最高不超过 51%,砂砾含量 5%~10%,最高不超过 20%,分选比

较差, ϕ 值四分位离差 QD_{ϕ} 值一般在 1.8~2.8 之间。此类沉积物含水量较高, 质地较软, 具淤泥质沉积特征。

此外, 在个别站位上偶见粉砂质砂, 砂含量占 66%, 粉砂占 21%, 黏土占 13%, 分选好, 为过渡类型。沿岸岬角附近和低潮线以下 3~5 m 水深区域的岩礁区分布有石块。

第三次工程阶段的调查中采集的 18 个样品中有砾砂 3 个, 粗砂 7 个, 细砂 8 个。分析结果表明水深(海平面下)15 m 以内, 近岸部分为细砂, 水深较大处为粗砂和砾砂。粗砂和砾砂的分布呈一条带, 由东北向西南方向延伸。

另外 25 个样品是沿着污水管线入海路线取的, 取样断面垂直岸线方向分布, 共设 5 条断面, 由水深(海平面下)4~15 m, 每条断面 5 个。分析结果表明, 在工程所在区垂直岸线方向上沉积物可以划分为三个带: 平均海平面下 15 m(海图基准面下 12.6 m)以外为粉砂质砂, 12 m 以内(海图基准面下 9.6 m)排污口管线所经过的主要地段为细砂, 粗砂出现在 12~15 m 之间, 除 9 号站位外细砂一般不含黏粒, 砂粒级含量都在 90% 以上, 砂粒组分中细砂粒级含量占绝对优势(在 50% 以上, 最高达 78%), 说明其分选性很好。粗砂中黏粒含量也不高, 在 0%~9% 之间, 大部分不含黏土, 只有少数最靠近粉砂质砂带的站位上有少量黏土, 砂粒中粗砂粒级的含量在 38%~72% 之间, 大部分在 40%~50% 之间, 说明粗砂的分选性也是很好的, 此种情况说明本区水动力条件较好, 对污水的排放有利。

本区不同类型底质分布有以下特点:

(1) 近岸浅海区域底质分布有明显的分带性, 由高潮线至平均海平面下水深 15 m 处的底质分布依次为中细砂—粗砂—粉砂质砂, 它们均呈平行岸线方向展开的条带状分布; 15 m 等深线以外为砂—粉砂—黏土和黏土质粉砂, 还有一些粗砂和中砂, 分带性较差, 反映这一海区海底地形较为复杂, 水动力情况有较大变化。

(2) 近岸水域砂质沉积物的分布较广, 低潮线以下有大片基岩裸露, 反映该区沿岸水动力较强, 近岸带风浪大, 为高能海岸。平均海平面以下 12~15 m 有粗砂带的出现, 该粗砂带北起象脖子, 南至 LJ 岛南边的 S 滩, 由东北向西南贯穿本区, 说明这里有一强流带, 它为污水排放提供了有利条件。

(3) 在 SB 湾外平均海平面下 15 m 以外有一黏土质粉砂区的出现, 可能是由于不小于该范围长期存在的近岸环流作用所形成的底质现象, 对污水的排放不太理想。排污口的位置设在 12 m 水深附近较好, 不要进入黏土质粉砂区。

(4) 根据本区的水动力情况, 岸线走向和底质分布状况推测, 本区海底泥沙运动的主要方向为 NNE—SSW, 与岸线方向一致, 悬浮物质少, 泥沙流的强度较弱, 对铺设管道有利。

六、小结

工程海域的海岸地质地貌基础条件对于选择污水海岸带近区排放是很重要的技术基础, 在前期方案准备、可行性研究、工程设计中必须高度重视, 国际上有上百例污水海洋处置工程由于地质地貌条件的变化导致工程受损。针对经济技术开发需要配套建设的污水排放和处置工程, 在确定污水处理总体技术方案并确定建设污水海岸带排放处置工程后, 从工程的实际需要, 要切实做好海岸带开发利用的综合评价, 从海岸功能、自然资源、环境保护等多方面进行调查和研究, 而作为这些工作的基础, 都应完成工程所在地基础的地质地理图件, 如编制 1:10 万的区域地质图, 1:5 万的海岸动力地貌图, 1:5 万的海底底质图。