

港口环境**污染** 治理技术

路 静 唐谋生 李丕学 编著



海洋出版社

港口环境污染治理技术

路 静 唐谋生 李丕学 编著

海洋出版社

2008年·北京

内 容 提 要

《港口环境污染治理技术》一书全面地论述了港口(含民用港、军港、军民合用港)环境特点与港口环境污染主要来源于港内污染物和港口沿岸废弃物(含工业液体和固体废弃物)污染、油污染、城镇生活污水污染、空气污染和放射性污染,并阐述了上述污染源中污染物的种类及其组成、特性以及对港口造成的危害,同时简要地介绍了其监测项目和分析方法。该书重点针对港口沿岸环境污染问题,介绍了废弃物通用处理技术、水体油污染治理技术、工业废水处理技术和方法、城镇生活污水处理技术及处理工艺、废弃物的焚烧和填埋处理技术。其内容具有科学性、系统性、实用性和可操作性。该书对国内各类民用港口、军用港口的环境污染治理提供了理论基础及其实用治理技术和方法。因此,该书对民用港口的管理人员、港监人员、环保人员以及军港管理人员是一本管理和治理港口环境污染的重要参考资料,也可作为有关院校师生和工程技术人员研究和治理海洋、港口环境污染的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

港口环境污染治理技术/路静,唐谋生,李丕学编著. —北京:海洋出版社,2007. 11
ISBN 978 - 7 - 5027 - 6940 - 6

I. 港… II. ①路… ②唐… ③李… III. 港口水域 - 污染防治 IV. U698.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 183538 号

责任编辑:王 溪

责任印制:刘志恒

海洋出版社 出版发行

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

北京市海淀区大慧寺路 8 号 邮编:100081

北京海洋印刷厂印刷 新华书店发行所经销

2007 年 11 月第 1 版 2007 年 11 月北京第 1 次印刷

开本:889mm×1194mm 1/16 印张:22

字数:560 千字 定价:68.00 元

发行部:62147016 邮购部:68038093 总编室:62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

作者简介



路 静 女,广东湛江人,中国人民解放军湛江地区环境监测站站长、工程师、海军少校。1995年毕业于湖南大学环境科学与工程系,一直从事军港环境监测和治理研究工作,2002年在湖南大学攻读水污染工程专业,获工程硕士学位。先后在军内外学术刊物发表学术论文10余篇,获全军科技成果进步三等奖1项;曾多次参加地方和军队兴建项目的环境影响评价工作,如完成湛江发电厂温排水对港口水体影响的评价项目,受到了有关单位的高度评价。



唐谋生 男,湖南祁阳县人,海军南海舰队防化技术室高级工程师、专业技术大校。1966年毕业于中国人民解放军防化兵工程学院。现任中国人民解放军湛江地区环境监测站技术顾问和质量负责人,从事军港环境监测和治理研究工作。先后获全军科技成果进步奖16项,其中二等奖2项,三等奖8项;发表科技学术论文60余篇,其中在国外发表2篇;编著出版了《海军防化实用分析检验手册》、《化学和军事》、《核生化武器的危害与防护》、《化学灾害与救援》、《舰船核化生防御技术》、《核安全知识读本》。曾先后被评为南海舰队先进科技干部和海军先进科技干部,享受政府特殊津贴。



李丕学 男,山东海阳市人,广东省湛江市环境保护局局长,高级工程师。1977年从山东海洋学院(中国海洋大学)海洋物理系毕业后,从事海洋石油地球物理勘探18年。1986年调入湛江市环境保护局任副局长,工作期间在广东省委党校经济学专业研究生就读并毕业,2001年任环保局长。先后在有关刊物上发表论文十余篇,组织完成了《湛江市大气容量核算报告》、《湛江市水环境容量研究》、《雷州半岛典型区域土壤污染状况探查研究》等多个科研项目,两次获得湛江市科学技术二等奖。

前 言

随着全球人口剧增,工业、农业、交通运输业的迅速发展,向海洋排放的污染物也日益增加,海洋污染问题越来越受到国际社会的关注。海洋污染已构成对海洋生物的威胁,近海河口地区、民用港口、军港海域富营养化,赤潮频繁发生,海洋生物病害增加,珊瑚礁大量死亡,严重影响海洋生物的生长和繁殖,甚至威胁人类的身体健康,同时使工业发展、水产养殖、生态平衡、海洋运输和港口可持续性发展也受到严重制约。针对这些情况,我们编著了《港口环境污染治理技术》。本书全面论述了海洋和港口环境污染主要来源于油污染、废弃物污染(含工业液体和固体废弃物)、城镇生活污水污染、空气污染和放射性污染,并分析了这些污染物的组分、特性和毒害作用以及对人类的健康造成的危害和对生态环境造成极大的影响。重点介绍了港口油污染治理技术、废弃物通用处理技术、工业废水处理技术和方法、生活污水处理技术及处理工艺、废弃物焚烧和填埋处理技术,既有理论分析,又着重于解决实际问题,因此具有实用性和可操作性。该书是港口管理人员、港监人员、环保人员和军港管理人员一本重要的业务管理和环境治理参考书。

《港口环境污染治理技术》一书由路静同志负责组织编写提纲、查阅资料;由唐谋生同志整合、校审;最后由李丕学、路静两位同志审定。《港口环境污染治理技术》一书共分六章,由路静编著第一章的第二、第四节和第二、第三章;唐谋生编著第一章的第一、第五节和第四、第六章;李丕学编著第一章的第三节和第五章。该书的编著得到了海军某基地军港管理处领导、湛江市环境保护局领导和中国人民解放军湛江地区环境监测站全体同志的大力支持,在此表示衷心的感谢!

该书尽管搜集了国内外有关海洋和港口环境污染的历史和现实资料、废弃物和污染物的处理技术和方法以及编著者在实际工作中的经验材料,但由于编著者的水平有限,无论在资料选择、方法考证、文学水平、内容编排等方面难免有不妥甚至错误之处,望读者予以指正,以求该书的完善。

编著者

2007年1月1日

目 录

第一章 海洋与港口环境污染来源及其危害	(1)
第一节 港口环境特点、组成及其港口污染来源与危害	(1)
一、港口环境特点及其功能区	(2)
二、港内废弃物污染来源	(6)
三、港口沿岸废弃物产生源	(8)
四、主要废弃物组分的特性及其危害	(12)
五、港口废弃物的监测项目和分析方法	(24)
第二节 海洋与港口油污染来源及其危害	(30)
一、海洋和港口油污染来源	(30)
二、石油在水体中的存在形式和分布	(33)
三、水面溢油的风化	(35)
四、水体中石油污染的危害	(38)
第三节 港口沿岸废水污染来源及其危害	(41)
一、港口沿岸废水来源	(41)
二、废水中污染物种类及水质指标	(44)
三、水污染对人类的危害	(50)
四、港口生活污水和海水水质的监测项目和分析方法	(52)
第四节 港口空气污染来源及其危害	(55)
一、港口空气污染来源及其存在形式	(55)
二、空气污染的危害	(58)
三、污染源与空气的监测项目和分析方法	(60)
第五节 海洋与港口环境放射性来源及其危害	(68)
一、海洋与港口环境天然放射性的来源	(68)
二、海洋与港口环境人工放射性的来源	(72)
三、放射性废物排放对海洋和港口环境的危害	(85)
第二章 废弃物通用处理技术	(91)
第一节 废弃物的物理处理技术	(91)
一、废弃物处理技术方法的选择	(91)
二、废弃物的物理处理技术	(92)
三、港口码头生活垃圾和污泥的处理方法	(96)
四、港口舰船产生固体废弃物的物理处理技术	(97)
第二节 废弃物的化学处理技术	(100)
一、沉淀与絮凝技术	(100)

二、化学氧化技术	(101)
三、重金属沉淀技术	(102)
四、化学还原和中和技术	(102)
第三节 废弃物的固化和稳定化技术	(103)
一、固化和稳定化的基本概念和应用范围	(104)
二、固化和稳定化的物理和化学机理	(105)
三、固化和稳定化技术	(107)
第三章 海洋与港口水体油污染的治理技术	(113)
第一节 水体油污染治理技术和方法	(113)
一、油类在水体中的存在状态及其治理方法分类	(113)
二、水体乳化油的破乳技术与方法	(114)
三、水体油污染治理方法	(117)
第二节 港口舰船油污水的治理技术与方法	(130)
一、港口舰船油污水处理系统	(131)
二、舰船油污水接纳设备、方式及使用方法	(133)
三、港口舰船油污水治理方法与处理工艺	(135)
第三节 海洋或港口溢油的处理技术	(140)
一、溢油治理技术概述	(140)
二、溢油的物理机械回收法	(144)
三、溢油的化学处理法	(150)
第四章 港口沿岸工业废水处理技术	(163)
第一节 含氰废水的处理技术	(163)
一、含氰废水的来源	(163)
二、氰化物及其性能	(164)
三、含氰废水的处理技术与方法	(171)
第二节 含砷废水的处理技术与方法	(190)
一、砷的毒性及其主要砷化物	(190)
二、砷在工农业生产中的应用及其污染的主要来源	(192)
三、含砷废水的处理技术与方法	(193)
第三节 一般工业废水的处理方法	(197)
一、农药废水的处理方法	(197)
二、造纸工业废水的处理方法	(197)
三、重金属废水污染处理	(197)
四、印染工业废水的处理	(198)
五、染料生产废水的处理	(198)
六、化学工业废水的处理	(198)
七、冶金废水的治理	(199)
八、选矿废水的处理方法	(199)
九、酸碱废水的处理	(199)

第五章 港口沿岸生活污水处理技术	(200)
第一节 生活污水处理工艺的选择	(200)
一、污水处理工艺选择应考虑的因素	(200)
二、污水处理工艺选择的原则	(202)
三、污水处理程度和处理方法的分类	(204)
第二节 废水通用处理方法	(206)
一、物理处理法	(206)
二、化学处理法	(212)
三、生物处理法	(223)
第三节 港口沿岸城镇污水处理工艺	(229)
一、悬浮生化法处理工艺	(229)
二、固着生化法处理工艺	(241)
三、土壤/植被处理系统(土地处理系统)	(250)
四、污泥处理与处置的方法和工艺	(254)
第六章 废弃物的焚烧与填埋处理技术	(258)
第一节 废弃物焚烧处理概述及焚烧特性和方式	(258)
一、废弃物焚烧处理概述	(258)
二、废弃物的焚烧特性	(260)
三、废弃物的燃烧方式	(263)
第二节 废弃物的焚烧及其二次污染物的控制技术	(264)
一、焚烧炉的类型及其特点	(264)
二、废弃物焚烧前的处置	(275)
三、废弃物焚烧的二次污染物及其控制技术	(277)
第三节 废弃物填埋场的类型、构造和衬层材料	(287)
一、填埋类型、功能及处置技术	(287)
二、废弃物填埋场构造	(290)
三、填埋场衬层材料	(293)
第四节 填埋场的最终处置、渗滤液控制系统和气体处理设施	(300)
一、填埋场的最终处置	(300)
二、填埋场渗滤液控制系统	(303)
三、填埋场气体处理设施	(307)
参考文献	(312)
附录	
附录1 中华人民共和国海洋环境保护法	(316)
附录2 1969年国际干预公海油污事故公约	(326)
附录3 海水水质标准	(329)
附录4 中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例	(332)
附录5 中华人民共和国防止船舶污染海域管理条例	(336)

第一章 海洋与港口环境污染来源及其危害

浩瀚的海洋是人类的天然宝库,蕴藏着极其丰富的矿物资源和生物资源,开发利用海洋资源是解决人类当前面临的“人口、资源、环境”三大问题的主要途径。然而随着全球人口剧增,工业、农业、交通运输业的迅速发展,向海洋排放的污染物也日益增加,海洋污染问题越来越受到国际社会的关注。海洋污染除了海洋自身原因以外,主要是人类活动造成的。陆源污染物不仅通过河流输入海洋,也通过大气进入海洋。海洋污染已构成对海洋生物的威胁,近海河口地区、民用港口、军港海域富营养化,赤潮频繁发生,海洋中生物病害增加,珊瑚礁大量死亡;海上石油开发,溢油事故不断发生、舰船油污水的排放,海洋油类污染严重;核武器的试验,核动力舰船的增加和核电站不断扩建,这些活动都在海岛或沿海进行,都会造成海洋放射性的污染。港口(含军港和民用港口)都位于大陆沿海岸或海岛的周边,是海洋中的一部分,海洋的污染也就是对民用港口和军港的污染,而且民用港口和军港位于近海,所受污染比海洋所受污染要严重得多。海洋污染(含港口污染),主要包括油类排放、工业废水和生活污水排放、固体废弃物的倾倒入海以及海洋和海岸工程建设与开发所带来对海洋和港口的有机物污染、富营养化、放射性污染和重金属污染等。本章重点介绍港口环境特点、组成及其港内和港口沿岸废弃物、油类、废水、废气、放射性等污染来源与危害。

第一节 港口环境特点、组成及其港口污染来源与危害

港口从目前国家用途方面来分可分为民用港口、军用港口、军民合用港口,从专业用途又可分为商用港、渔港、军港。港口的地形、地貌、地质、气象、水文等自然条件都有一定的选择,而且要有城市依托,具有供电、供水、通信、交通等优越条件。而港口大都位于沿海大中城市靠海一面,有些港口还被城市的工矿企业或城镇居民区所包围,因此,港口除自身产生的污染物外,沿岸工业废水的排放、生活污水的排放,各种固体垃圾的倾倒入海和工程施工的影响都是港口废弃物污染的主要来源。据国家数据统计,除生活废水和生活垃圾及某些无害废弃物外,1995年全国危险废物排放量为 414.7×10^4 t,占危险废物总量的15.8%,排放率最高的废物为表面处理废物(95.93%),废乳化剂(42.23%)、废油漆、颜料、涂料(40.40%)、含锌废物和精(蒸)馏残渣(31.48%)。尽管排放这些危险废物的部分厂矿企业在内地,沿海城市厂矿企业只占到一部分,但是这些废弃物一是通过黄河、辽河、滦河和海河注入渤海;通过淮河、鸭绿江注入黄海;通过长江、钱塘江、甬江、闽江注入东海;通过珠江、红河、湄公河、湄南河注入南海,这些河流携带的污染物搬运入港池、污染到整个海洋。二是通过大气把内地厂矿企业产生的有毒有害气体或气溶胶转移到海洋和港口。三是沿岸厂矿企业、居民生活区的废水直接排入港池和固体垃圾倾倒入港池。四是沿岸工程建设破坏植被,引起山崩和泥石流等排入港口水域。因

此,我们面对污染范围广阔、污染物种类多的情况,采取治理技术和方法就应更全面更彻底。除此之外,港口舰船废弃物的排放也是港口一个重要污染源,这些废弃物的排放,给港口造成一定的危害,因此治理港口废弃物污染也是环境治理的重要任务之一。只有了解港口环境特点、功能区和港内、沿岸的污染源及其危害,才能选择和确定治理方法。

一、港口环境特点及其功能区

(一)港口环境特点

1. 港口地质条件及其类型

港口的港址一般地质条件较好,一是岩石海岸的岩层分布和岩面起伏状况应避开活动性断裂带、软弱夹层、炸礁工程量大和软土层较厚的地区;二是对抗震相对有利;三是深水区贴近海岸;四是具备天然掩护条件,天然海湾的湾口岬角是港口最好的地理位置。我国港口可分为河口港和海湾港两种类型:河口型港位于大江大河的入海处,周围地形相对平坦、人口稠密、经济富庶、水陆交通畅达,尤其有河道沟通内陆。河口港虽然地理位置好,但内陆的工业废弃物和其他环境污染物通过河道带入港池,污染源复杂,对港口造成一定的污染。同时这类港口往往自然水深较浅,容易淤积,疏浚量大,如上海、黄浦等港口属河口型。海湾型港口通常是水深港阔,不淤不冻,沿岸有山丘起伏,其地理位置、地质条件都较好,而且国民经济、海外贸易、临海工业和旅游事业都非常发达,如大连、旅顺、秦皇岛、威海、青岛、连云港、三都澳、湛江、榆林等都是著名的海湾型港口。

2. 港口大都位于河口、潟湖和海湾,港域开阔和陆地面积大

在我国绵长的海岸线上和众多的岛屿中,有许多优良的港、澳、湾、汊,它们大都腹地深广,港域开阔,水深浪静,不淤不冻,有足够的水域和陆地面积,据不完全统计,可以利用的大小港湾在1 000多个以上,像大连湾、胶州湾比较重要的港湾就有40多个。黄渤海港群港湾锚地众多,港湾内伸,岬角突出,有山丘作依托;东海港群的港湾大多港阔水深,水道锚地众多,沿岸地形起伏,海域开阔,进出港方便;南海港群较为分散,且多与通海江河相连,海岸曲折,水深港阔,港湾条件较好。因此,港口大都位于河口、潟湖和浅水海湾,其水域有天然掩护,浪、流作用小,泥沙运动较弱;水域宽广,有利于设置船舶制动水域、回旋水域、码头前沿停泊水域、港池、航道和锚地等;陆地面积大有利于建各类码头和作业功能区。

3. 有便利的交通运输

港口一般根据货物吞吐量、流向、运输组织、地形、进线条件等,选择技术先进、布置合理、便利疏运等方案,建设了道路、铁路线,而且与国家或地方的路网铁路、公路、城市道路接轨或联网,避免货物的迂回和折返运输,减少铁路、道路的相互干扰。因此,海上交通是陆上交通的重要补充,是我国对外开放、发展沿海经济的重要途径。我国近海海洋环境优越,拥有多种多样的海洋资源。而港口把我国渤海、黄海、东海、南海四大海区及世界各海洋国家互相连接,给海上交通运输提供了便利条件;我国浅海水面宽广,18 000多千米的漫长海岸线上发育了众多港湾和港口,发展了20多个海港城市,成为我国城市发展的重要基地和海陆运输的主要枢纽。

4. 毗邻城市、临海工业和旅游发达

由于港口毗邻城市,使城市的工业、旅游、水运相当发达。沿海地带是我国经济最发达、人口最稠密的地区。一般有港口的城市,其水产业、海洋化工、石油化工、冶金、机械、造纸、制药、纺织、建材、电力等工业相当发达,其旅游业兴旺。由于沿海港口的发达,使我国国际往来航线四通八达,东行航线可抵达北美和南美各港口;西行航线可至新加坡,穿过马六甲海峡进入印

度洋,可到南亚、西亚和非洲,出苏伊士运河可到欧洲各港口;南行航线可抵达东南亚、大洋洲等地;北行航线可至朝鲜、韩国和俄罗斯。在临海地区集中了我国工业企业的 60%,我国进出口物资总量 97% 是通过海上运输进行的,港口对国民经济和外贸事业发展起了相当大的促进作用,也为港口城市的各项建设、临海工业和旅游事业、科技文化交流起了一定的作用。

5. 港口环境复杂、污染源多

港口环境由于依托城市,需要能源、水资源、石油化工、冶金机械、交通运输、纺织服装、建筑材料、食品加工等工业的支撑,这就给港口环境带来不利因素,如工业废水、生活污水、工业废弃物、城市垃圾、进入大气的颗粒污染物、气态污染物、辐射与放射性污染等对港池水域和陆地环境造成极大的污染。

(二) 港内水域

港内水域包括船舶制动水域、回旋水域、码头前沿停泊水域、港池、航道、锚地和连接水域等。

1. 船舶制动水域

船舶制动水域一般在进港方向的直线上,也有设在半径不小于 3~4 倍设计船长的曲线上。船舶制动距离可取 3~4 倍设计船长,根据具体情况其制动距离可适当加大,但不宜超过 5 倍设计船长。

2. 船舶回旋水域

船舶回旋水域是在进出港口或方便船舶靠离码头的地点。船舶回旋水域的大小应考虑当地风、浪、水流等条件和港作拖船配备、定位标志等因素。

3. 码头前沿停泊水域

码头前沿停泊水域为码头前 2 倍船宽的水域范围。当考虑船舶转头要求时,其宽度不应小于 1.5 倍设计船长。对多泊位连续布置的顺岸码头,当水域狭窄或疏浚困难时,可在码头设置回旋水域。

4. 港池

港池是根据当地的自然条件、船舶安全进出、铁路进线、码头岸线的利用和连接水域挖泥数量等因素综合分析而确定的。港池的宽度是根据船舶安全进出港池、靠离码头作业要求、岸线合理利用和疏浚土方量等因素而确定的。港池的水深与航道的水深一致。港池与航道间的连接水域要满足船舶进出港池的操作要求,其宽度可根据港池与航道间的夹角和船舶转弯半径确定,当船舶不能在港池内转头时,连接水域的尺度应满足船舶转头的要求。

5. 锚地

港口锚地按位置可分为港外锚地和港内锚地。港外锚地供船舶候潮、待泊、联检及避风使用,有时也进行水上装卸作业,港外锚地宜采取锚泊。港内锚地供船舶待泊或水上装卸作业使用,宜采用锚泊或设置系船浮筒、系船簇桩等设施。锚地的规模按在港船舶保证率 90%~95% 相应推算锚位数。锚地位置应选在靠近港口、天然水深适宜、海底平坦、锚抓力好、水域开阔、风、浪、水流较小,便于船舶进出航道并远离礁石、浅滩,具有良好定位条件的水域。

锚地底质以泥质及泥沙质为好,沙泥质次之,锚地避免硬黏土、硬沙土、多礁石与抛石地;锚地的边缘距航道边线的安全距离:港外锚地不应小于 2~3 倍设计船长,水深不应小于设计船舶满载吃水的 1.2 倍;港内锚地采用单锚或单浮筒系泊时不应小于 1 倍设计船长,采用双浮筒系泊时不应小于 2 倍设计船长,港内锚地水深应与码头前沿的水深相同,避免在横流较大的地区设计双浮筒锚地。

6. 进港航道

进港航道宜用天然水深,避免大量开挖岩石、暗礁和底质不稳的浅滩,注意航道泥沙回淤;采用单向或双向航道,应根据船舶航行密度、进出港船型比例、乘潮条件、航道长度、助航设施和交通管理等因素,要减少强风、强浪和水流主流向与航道轴线的交角,航道轴线宜顺直,避免多次转向,受潮汐影响的河口航道,宜利用天然深槽;航道有效宽度由航迹带宽度、船舶间富裕宽度和船舶与航道底边间的富裕宽度组成,航道水深与港池水深一致。

7. 防波堤和口门

防波堤是根据港口的风、浪、水流、泥沙、地质、地形等自然条件和建设规模采用单堤、双堤或多堤组成的形态和防护系统。防波堤的轴线位置为地质条件好、水深较浅的地方,有条件时可利用礁石、浅滩及岛屿;防波堤的接岸点一般利用湾口岬角,并减小转折角度。防波堤轴线的线形,采用直线、向海方向的平顺凸曲线或折线。防波堤和口门的布置使港内有足够的水域、良好的掩护条件、适应远期船型发展、减少泥沙淤积及有利于减轻冰凌的影响,并可减少防波堤的长度;防波堤与河口、潟湖入海口导堤的布置,使堤内形成扩展的水域,有利于港内波浪的扩散。

口门设在天然水深较深的位置,其方向与进港航道相协调,航道中心线与强浪向之间的夹角宜为 $30^{\circ} \sim 50^{\circ}$;口门的数量是根据船舶通航密度、自然条件和总体布置要求等因素而定;口门根据港口的自然条件和航行特点采用正向口门或侧向口门。对底质为粉细砂的海域,口门的位置设在强浪破碎区以外的海域;对底质为泥的海域,口门的位置设在高浓度含沙区以外。

8. 防沙、导流堤

防沙、导流堤的布置是保护航道和港内水域不至因海岸带及河流来沙,在波浪、海流等动力作用下产生严重的淤积、冲刷或改变航槽走向。因此,防沙、导流堤的布置要与海岸、港口的总体布局相协调;与当地水文、地貌、地形、地质等自然条件相适应。同时要有利于泥沙导入深海或港外浅滩;有利于折射和绕射的波浪将泥沙推向航道外;避免在口门和航道外形成涡流。

防沙、导流堤平面布置了的主要形式有拦截主要方向来沙的单侧堤;有拦截沿岸泥沙运动和波浪、海流等动力条件在航道两侧有一定差异的长短堤;有增加港内纳潮量,增大口门处水流的挟沙能力,维持口门的水深的“八字”形堤。

防沙、导流堤的堤头是根据当地常浪和强浪的破碎水深、潮流特征、泥沙运动特性、底质情况和发生骤淤的条件等因素而确定,一般布置在泥沙活动带以外的水域;堤顶高程:堤根部至主破波带基本不越之浪;破波带段宜取与设计高水位相同或高于设计高水位的堤顶高程;破波带以外水域,当泥沙以推移质运动形态为主,又不影响港口防浪掩护,可采用半潜堤或潜堤;堤身结构采用堤身孔隙率小、透水性差的结构。

(三) 港区陆域

港区陆域包括各类码头、生产区、辅助区、生活区、铁路和道路等建筑以及给水排水、供电、通信和助航等设施。

1. 码头

码头是港口的主要设施,也是船舶停靠和装卸货物作业的主要场所。码头的大小或规模应根据泊位性质、船型、装卸工艺、船舶系缆、水文、气象、防汛要求和掩护程度等因素,确定码头前沿高程和泊位长度。码头前沿的水深是指在设计低水位以下的保证设计船型在满载吃水情况下安全停靠的水深;码头前沿高程应在当地大潮时码头面不被淹没,便于作业和码头前后方高度的衔接;码头泊位长度,要满足船舶安全靠离作业和系缆的要求。码头有开敞式码头、

掩护港口的码头和油品及其他危险品码头。

(1)有掩护港口的码头。确定码头泊稳和作业条件应考虑港口的自然条件,包括:风、浪、水流的大小及其分布特征;码头装卸工艺、货种和船舶安全装卸作业的要求;码头的掩护程度及其轴线方向与风、浪、水流的相互关系;码头的结构形式、防冲及系缆设施的条件。

(2)开敞式码头。开敞式码头的布置是根据港口的风、浪、水流、泥沙、地质、地形、水深、潮汐等自然条件而定;开敞式码头要求码头面不被波浪淹没,码头及连接桥上部结构直接承受波浪力的作用通常可不考虑;码头轴线方向要符合港口营运和船舶靠离、系泊和装卸作业的要求,并要与风、浪、水流的主导方向一致。

(3)油品及其他危险品码头。油品及其他危险品码头是专用码头,其码头前沿高程、泊位长度和码头前沿的水深与船型、装卸工艺、船舶系缆、水文、气象、防汛要求和掩护程度等因素有关。油品及其他危险品码头与相邻其他货种码头所停靠船舶首尾间的净距为 50 ~ 150 m;油品及其他危险品码头相邻两泊位所停靠船舶首尾间的净距为 25 ~ 55 m(不同设计船长有不同的净距)。油品及其他危险品码头,按国家有关规定配置相应的消防和安全设施。

2. 生产区

生产性建筑物及主要辅助生产性建筑物一般布置在港区陆域前方的生产区。港区陆域要布置结合装卸工艺流程和自然条件合理布置各种运输系统:件杂货码头装卸船机械、件杂货码头水平运输机械、库场装卸作业机械、煤炭和矿石码头的装卸机械、木材码头的装卸机械、散粮码头的装卸机械、集装箱码头的装卸机械等。要合理组织港区货流和人流,减少相互干扰。

码头的陆域纵深要根据泊位性质、货种、货运量、装卸工艺及集疏运条件等而定,杂货码头生产区纵深一般大于 250 m,大中型集装箱码头生产区纵深一般大于 500 m。在生产区仓库和堆场应与码头泊位相对应,对相互产生不利影响的货种,其仓库和堆场不应靠近布置。

3. 辅助生产区

港区辅助生产区主要有辅助生产建筑物、铁路、道路、给水排水、供电设施等有关直接辅助港区生产的建筑和设施。

(1)港区辅助生产建筑物。主要有综合办公室、候工室、装卸及成组工具库、前方办公室、小型流动机械库、维修保养间、材料供应站、修建队、码头水手间、加油站、地磅房、消防站、派出所、门卫和厕所等。

(2)铁路。港口铁路一般靠近港区,与路网铁路接轨,车站与公路相连,便于货物流通。港口铁路由以下部分组成:

- ① 港口铁路区间正线:自铁路接轨站至港口车站间的衔接线路;
- ② 港口车站:承接港口列车到发、交接、解编、集结等作业并向各分区车场或装卸线取送车辆的车站;
- ③ 分区车场:承担本分区内的车列到发、取送及调车作业的车场;
- ④ 装卸线:专供货物车辆装卸作业用的铁路线;
- ⑤ 联络线:港口站至分区车场的衔接线路;
- ⑥ 连接线:分区车场至码头、库场装卸线间的衔接线路及其他连接线路;
- ⑦ 其他设施:通信信号、机车、机务设备、给水排水、供电照明和房建等。

(3)道路。港口道路可分为进港道路和港内道路:

① 进港道路为港区口门与城市道路、公路连接的道路,可为两类:Ⅰ类进港道路为汽车双向年货运量 2.0×10^6 t 以及以上的道路;Ⅱ类进港道路为汽车双向年货运量 2.0×10^6 t 以下

的道路;

② 港内道路为港区的内部道路,可分为三种:一是主干道,为港内连接主要出入口的全港性道路;二是次干道,为港内码头、库场、流动机械库之间的道路;三是支道,为车辆过往均较少的道路。

(4) 给水排水。港口的给水排水设施主要是满足船舶、生产、生活、环境保护、消防等用水和雨水、生活污水、生产废水等排放的要求。港口水源选用城市自来水。港口的给水主要是:船舶用水、生产用水、生活用水、环境保护用水、消防用水和未见用水量等,其用量参见有关船舶、生产、生活、环境保护、消防等用水标准港口未预见用水量可按港口最高日用水量的10%~30%计算;港口的排水主要是生产废水、生产污水、生活污水、雨水的排放,前3种废水要进行处理或排入污水厂处理达标后进入港池,而雨水可直排港池。

4. 生活区

生活区主要建筑物有作业区食堂、浴室、锅炉房、医务室、哺乳室、综合服务部等。

二、港内废弃物污染来源

从港口环境特点和港区水域、陆域功能区来看,港内废弃物的污染来源主要有港口生产废水、生活污水、停泊舰船产生的油污水和生活污水、固体废弃物、废气和粉尘污染物等。

(一) 生产废水

一般大型综合港口产生废水的部门多,其废水排放量也大,对港池水域带来严重污染。

(1) 港口冲洗:在港区内冲洗流动机械、皮带机、苫布、集装箱、散装化肥和袋装水泥码头的码头面、堆场和各种装卸机械等产生的废水。

(2) 港口各类修理厂包括铸锻车间、酸洗车间、尼龙粘接车间、加工车间、电瓶充电车间等在生产和修理过程中产生的废水。

(3) 铁路系统洗炉和冲洗车箱以及在某些需要水的工作中产生的废水。

(4) 贮水池及船舶专用调节水池因需要定期清泥、消毒或检修,在净化清洁过程中产生的废水。

(5) 油船洗舱站对油船洗舱产生的废水、船舶洗舱水、泵舱舱底水、贮罐的洗罐水、泵房和管道的冲洗水;污水处理厂在处理生活污水后而需要排放的废水。

(6) 港口航修站在舰船航次修理中对检修部位、部件作清洗产生的废水;垃圾加工厂对船舶上的废弃物品,在加处理过程中清洗产生的废水。

(二) 生活污水

港口的生活污水有两个来源:一是港区内陆域产生的生活污水;二是舰船上产生的生活污水(来源与危害详见第一章第三节,污水处理技术详见第五章)。

1. 港区内陆域生活污水

港区内陆域产生的生活污水分两路排放:一是与城市污水处理站联网,通过管道直排城市污水处理站;二是港区自行处理。由于港区陆域生活污水量少,水体环境容量较大时,可采用化粪池或沼气净化处理;必须要达到排放标准时,应采用二级生化处理。当环境条件允许时,港口生活污水可采用一级处理后深海排放。

2. 舰船生活污水

舰艇大小不等,大型舰艇上生活200~300人,中型舰艇也有100人以上,小型舰艇也有

20~60人;运输船、工程船、辅助船和民用货轮也有30人以上。舰船上的人员长期生活在此,吃、喝、拉都在舰船上,每天需要生活用水,需消耗的水就成了厨房污水、洗漱用水和粪便排泄用水等,统称为舰船生活污水。据调查,仅湛江港舰船每年向港池排放生活污水达 547.5×10^4 t,这些污水中含有大量的无机氮、磷酸盐、有机物和少量的油类。由于长期排放,使港池海水富营养化,容易引发赤潮,严重影响水产养殖、旅游观光和港口可持续性发展。

(三) 舰船油污水

港口一般位于河口、港湾,因此,港口水体油污染除了经河流或直接向港口注入各种含油废水外,主要油污染来源于舰船的压舱水、机舱水和洗舱水。其中油船压舱水占载重量的20%~40%,含油量约为0.3%~0.4%,洗舱水约占载得重量10%~20%,含油量约为3%。万吨级舰船的机舱水约为10 t/d,含油量约为0.2%~5%,小型机动渔船和港内机动船的机舱水约为1~2 t/d,含油量为0.1%~0.2%。除此外,舰船在港内航行中也会发生碰船事故而造成港内水域溢油,特别是油轮溢油事故可造成特别严重的油污染。在港内,逸入大气中的石油烃的沉降及近海海底油矿自然溢油也是港内水体油污染的来源。目前,经各种途径进入海洋的石油烃每年约600万~1000万t,排入中国沿海的石油烃每年约10万t,无疑也增加了港口或军港水体油污染。

(四) 废气和粉尘

1. 港区废气来源

港区废气来源一是舰船动力产生的废气;二是港区产生的废气,这是主要来源,包括:港区油泵房、油污水处理厂和化验室等排出的废气;散装粮食和木材的薰蒸、筒仓散粮薰蒸产生有毒有害气体的排放;装卸散装有毒液体化学品的码头和堆场泄漏或蒸发挥发出来的有毒有害气体。

2. 港区粉尘来源

港区粉尘来源一是港口散货装卸和堆存作业产生的粉尘;二是煤炭、矿石码头采用翻车机、螺旋卸车机和链式卸船机等卸料时产生的粉尘;三是煤炭、矿石码头前方带式运输机、堆场之间的露天带式输送机传送到转接站产生的粉尘;四是散装粮食、化肥和水泥等专用码头的装卸产生的粉尘。

(五) 固体废弃物

对港口来说固体废弃物的污染来源一是港内陆域作业产生的固体垃圾和生活区产生的垃圾;二是港口沿岸厂矿企业产生的工业废弃物、危险废弃物、城市生活垃圾;三是驻港舰船产生的舰船垃圾。前两类工业废弃物、危险废弃物、港内陆域作业产生的固体垃圾及其危害在第一章第一节专门介绍,固体废弃物的焚烧与填埋技术将在第六章介绍,这里只介绍舰船垃圾。

1. 舰船垃圾来源

舰船无论在航行、锚泊或停靠码头都要产生垃圾。其来源:一是各种食品带来的垃圾。如蔬菜、肉食类、主食类及水果饮料产生的垃圾,热食调料、罐头类包装产生的垃圾等。二是生活用品产生的垃圾。如购买的日用品,用完的旧衣服、鞋袜、毛巾等都是舰船垃圾的重要来源。三是工业用品产生的垃圾。使用的废电池、废油漆桶、刷、碎玻璃、废棉纱以及废钢铁、铜、铝电线,废报纸书刊等。

2. 舰船产生垃圾量及其成分

调查中发现,舰船的用途不同,产生的垃圾量也不同,战斗舰艇人员多,装备齐全,大型舰艇日产垃圾量达250 kg之多,中型舰艇日产垃圾量也有150 kg;辅助船,如登陆舰(不载人)、

运输船、油船、工程船以及民用货轮等日产垃圾量一般为 40 ~ 70 kg。而民用客轮日产垃圾量达 500 kg 以上,但是一般客轮到码头后有回收垃圾的制度,这些是港口固体废弃物的产生源。

舰船垃圾的成分有机质含量高达 85% 以上,无机质含量只占 10% 左右,舰船垃圾中的有机质,是一种宝贵的资源,可以得到充分的利用。可采取向舰船供应净菜,把带泥土的菜根、烂菜叶、虫吃菜、瓜菜皮、糠籽等留在码头上处理;在舰船上设立垃圾桶,把舰船人员就餐后的残菜剩饭放入桶内存放,定时收集,避免倾倒港池;对舰船上的塑料、废纸、旧书刊报纸等进行回收利用的方法。对舰船上的无机垃圾,如金属、玻璃等分类装袋,便于码头管理部门收集,回收处理。对上述舰船垃圾如能做到充分利用和合理处理,不仅具有重要经济意义,而且可把污染港池的垃圾源头截住,减少对港口的污染。

3. 舰船垃圾对港池的污染损害

舰船垃圾是港口重要污染源之一,如不采取治理措施,任意排放港池,将对港口造成严重损害。

(1) 舰船垃圾淤积码头附近水域,堵塞航道。据调查,20 世纪 90 年代初期,湛江港每天倾倒在港口的舰船垃圾达 20 t 之多,一年就达 2 000 t 以上。倾倒在港口的舰船垃圾只能停留在港池内,有的漂浮在水面上,有的沉积于海底,长期下去,堵塞航道,影响舰船吃水深度,严重阻碍舰运事业的发展,对其开挖加重了港口管理的经济负担。

(2) 舰船垃圾的倾倒严重影响港容,损害环境质量。舰船垃圾倾倒港口,港池水域到处漂浮垃圾,个别死角水质发黑,引起海水发臭,水质变坏,影响海洋生物繁殖和生长,甚至危害人体健康。因此,舰船垃圾对港池的污染,不仅影响港容的美观和环境质量的改善,更重要的影响港口沿岸人们的文化生活、身心健康。特别是军港污染,影响在港官兵生活质量、军事训练和军事素质的提高。

(3) 舰船垃圾的倾倒损害港口生物资源,妨碍渔业发展。舰船垃圾含有机质多,在水中腐烂,使港池水生生物缺氧;倾倒在港池的垃圾含有大量的磷酸盐,使海水含磷丰富,导致海水富营养化,使藻类过分繁殖,从而产生赤潮现象。这些污染直接影响海洋生物及鱼类的生长,甚至引起鱼虾贝类大量死亡。

三、港口沿岸废弃物产生源

前面介绍港口环境污染不单单立足于本港口周围环境的污染源,还应考虑港口环境特点,如港口的地理位置、地质环境、流入水系、上游的工矿企业和大气转移带来的污染,所以,港口废弃物产生源不全在一个港口沿岸,而各港口沿岸污染源产生的企业不一定相同,有些港口沿岸可能有化学原料及化学制品制造业,有些港口沿岸可能有金属制造业、纺织业等,还有的港口沿岸可能有非金属矿物制造业、造纸业、纸品制造业等。总体来说,上述这些企业产生废弃物都是港口的污染源,涉及到沿海各个港口,其危害是一样的。

我国废弃物产生的种类多,据 1995 年统计,产生废弃物的企业共有 148 366 家,来自 99 个行业,几乎遍布所有的企业,其中产生废弃物的企业数最多的行业分别是非金属矿物制造业(占总数的 11.23%)、化学原料及化学制品制造业(占总数的 6.53%)、金属制造业(占总数 5.67%)、机械制造业(占总数的 5.10%)、卫生事业(占总数的 4.77%)、纺织制造业(占总数的 4.69%)、造纸和纸制品业(占总数的 3.37%),这 7 个企业的废弃物产生企业数目占全部废弃物产生单位总数的近一半,每年共产生废弃物就有 $2\,618.4 \times 10^4$ t,近 10 年所增加量更多。这些废弃物得到综合利用的只有 45.4%,得到安全处置的只有 9.8%,处于贮存状态的有

28.9%, 15.8% 被排放至环境中。而且这些污染源比较分散, 分布在全国大中城市, 甚至乡镇, 据调查, 废弃物产生企业中公有制经济类型(有经济和集体经济)占到 77.15%; 县级企业和乡镇企业(含街道企业)占了将近 1/3, 这给废弃物处理带来了相当大的困难。

(一) 港口沿岸废弃物来源

1. 非金属矿物制造业产生的废弃物

(1) 来自于石油开采和炼制产生的油泥和油脚。

矿物油类仓储过程中产生的沉积物, 机械、动力、运输等设备的更换油及清洗油(泥), 金属轧制、机械加工过程中产生的废油(渣), 含油废水处理过程中产生的废油及油泥, 油加工和油再生过程中产生的油渣及过滤介质。

(2) 从木材防腐化学品的生产、配制和使用中产生的废弃物。

木材生产单位生产中产生的废水处理污泥、工艺反应残余物、吸附过滤物及载体, 使用单位积压、报废或配制过剩的木材防腐化学品, 销售经营部门报废的木材防腐化学品。

(3) 从精炼、蒸馏和任何热解处理中产生的废焦油状残留物。

煤气生产过程中产生的焦油渣, 原油蒸馏过程中产生的焦油残余物, 原油精制过程中产生的蒸馏残渣和蒸馏残余物所污染的土壤, 盛装过焦油状残余物的包装和容器。

2. 化学原料及化学制品制造业产生的废弃物

(1) 在石油生产、有机溶剂生产、配制和使用过程中产生的废弃物。

有机溶剂的合成、裂解、分离、脱色、催化、沉淀、精馏等过程中产生的反应残余物, 吸附过滤物及载体, 配制和使用过程中产生的含有机溶剂的清洗杂物。砷及其化合物的生产、石油化工、农药生产、染料和制革业产生的含砷废弃物。化学工业含汞纳化剂制造与使用, 含汞电池制造业、汞冶炼及汞回收工业、有机汞和无机汞化合物生产、荧光屏及汞灯制造及使用、含汞玻璃计器制造及使用、汞法烧碱生产产生的含汞盐泥和含汞废弃物。

(2) 含有或沾染多氯联苯(PCBs)、多氯三联苯(PCTs)、多溴联苯(PBBs)的废弃物和废物品过剩的、废弃的、封存的、待替换的含有 PCBs、PBBs 和 PCTs 的电力设备(电容器、变压器), 从含有 PCBs、PBBs 和 PCTs 或被这些物质污染的电力设备的拆装过程中的清洗液, 被 PCBs、PBBs 和 PCTs 污染的土壤及包装物。

(3) 从精炼、蒸馏和任何热解处理中产生的废焦油状残留物煤气生产过程中产生的焦油渣, 原油蒸馏过程中产生的焦油残余物, 原油精制过程中产生的蒸馏残渣和蒸馏残余物所污染的土壤, 盛装过焦油状残余物的包装和容器。有色金属采选和冶炼、金属、塑料电镀、铜化合物生产产生的含铬废弃物。

(4) 从树脂、胶乳、胶水、胶合剂、增塑剂的生产配制和使用过程中产生的废物生产、配制、使用过程中产生不合格产品、废副产物, 在合成、酯化、缩合等废催化剂、高浓度废液, 精馏、分离、精制过程中产生的残液、过滤介质和残渣, 使用溶剂或酸、碱清洗容器设备剥离下的树脂状、黏稠杂物, 从研究和开发或教学活动中产生的尚未鉴定的和(或)新的并对人类和(或)环境的影响未明的化学废物。

(5) 在生产、销售、使用爆炸物品过程中产生的次品、废品及具有爆炸性质的废物不稳定, 在无爆震时容易发生剧烈变化的废物, 能和水形成爆炸性混合物、经过发热、吸湿、自发的化学变化具有着火倾向的废物、在有引发源或加热时能爆震或爆炸的废物。

(6) 从摄影化学品、感光材料的生产、配制、使用中产生的废物, 生产过程中产生的不合格产品和过期产品, 生产过程中产生的残渣及废水污泥, 出版社、报社、印刷厂、电影厂在使用和经营