

# 船舶防污染技术

殷佩海 主编  
刘德洪 主审  
白德富



大连海事大学出版社

# 船舶防污染技术

殷佩海 主编  
刘德洪 主审  
白德富

大连海事大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

船舶防污染技术/殷佩海主编. —大连:大连海事大学出版社,2000.9

ISBN 7-5632-1420-8

I. 船… II. 殷… III. ①船舶污损—污染防治—高等学校—教材 ②水域—污染防治—高等学校—教材 IV. U698.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 39428 号

大连海事大学出版社出版

(大连市凌水桥 邮政编码 116026 电话 4728394 传真 4727996)

<http://www.dmupress.com> E-mail: cbs@dmupress.com

大连海事大学印刷厂印装 大连海事大学出版社发行

2000年10月第1版 2000年10月第1次印刷

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:19.75

字数:493千 印数:0 001~4 000

责任编辑:金以铨 封面设计:王 艳

责任校对:黎 为 版式设计:纪 渝

定价:30.00元

## 内 容 提 要

本书介绍了全球生命支持系统基本组成部分之一的海洋环境,以及保护海洋环境和生态。特别是全面讲述了有关船舶防污染的科学知识和技术,重点突出了新理论、新技术和新法规。

全书分十章,讲解了船舶防污染管理、含油污水处理技术、生活污水处理装置、垃圾污染处理技术、船舶大气污染的防治、原油洗舱技术、惰性气体系统、海上溢油处理技术、港口环境质量评价等内容。

本书是海洋环境工程专业的专业课教材和轮机工程专业的选修课教材,也可用作从事海洋环境保护工作的科技工程人员和船舶防污染管理人员的参考书。

## 前 言

本书是根据大连海事大学海洋环境工程专业《船舶防污染技术》专业  
课教学大纲和轮机工程专业选修课要求编写的。

海洋环境是全球生命支持系统的一个基本组成部分,是人类文明  
和可持续发展的重要财富,21世纪将是全面开发利用海洋和依法管理  
海洋的新世纪。因此,保护海洋环境和生态,受到社会各方面极大关  
注,国际海事组织(IMO)不断修改有关船舶防污染公约,增加许多新条  
款,对防止船舶造成海洋环境污染的要求越来越严格,防治技术也有很  
大发展和进步。

本书作为环境工程专业本科专业课教材和轮机工程专业选修课参  
考书,较全面地介绍了有关船舶防污染的科学知识和技术,重点突出了  
新理论、新技术和新法规。本书也是从事海洋环境保护工作的科技工  
程人员和船舶防污染管理人员的理想参考书。

本书第一章、第二章(第一节至第四节)、第七章、第八章由殷佩海  
编写,第三章由赵宝刚编写,第四章、第五章、第六章由江欣编写,第九  
章由程东编写,第二章第五节、第十章由熊德琪编写。全书由殷佩海主  
编,刘德洪、白德富主审。

编者

2000年6月

# 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	(1)
第一节 海洋环境保护的意义 .....	(1)
第二节 航运对海洋环境的污染 .....	(2)
<b>第二章 船舶防污染管理</b> .....	(8)
第一节 国际防止船舶造成污染公约 .....	(8)
第二节 国际油污防备、反应合作公约 .....	(21)
第三节 美国《1990年油污法》 .....	(25)
第四节 中国船舶防污染管理法规 .....	(27)
第五节 船舶油污事故的损害与赔偿 .....	(35)
<b>第三章 船舶含油污水处理技术</b> .....	(45)
第一节 船舶含油污水来源 .....	(45)
第二节 船舶含油污水特性 .....	(52)
第三节 船舶含油污水处理方法 .....	(57)
第四节 船用油水分离器 .....	(67)
第五节 港口含油污水处理技术与设备 .....	(88)
第六节 船舶油污水排放监控系统 .....	(97)
<b>第四章 船舶生活污水处理装置</b> .....	(117)
第一节 船舶生活污水的特性 .....	(117)
第二节 船舶生活污水处理方法 .....	(120)
第三节 船舶生活污水处理装置 .....	(125)
<b>第五章 船舶垃圾污染处理技术</b> .....	(134)
第一节 船舶垃圾种类与防止垃圾污染的规定 .....	(134)
第二节 船舶垃圾的处理方法 .....	(134)
第三节 船用焚烧炉 .....	(136)
<b>第六章 船舶大气污染</b> .....	(145)
第一节 粉尘污染及其防治措施 .....	(145)
第二节 散装液体泄漏及其防止技术 .....	(148)
第三节 船舶 CFC <sub>s</sub> 对大气的危害与环保冷剂的开发 .....	(148)
第四节 船舶废气排放与污染控制技术 .....	(152)

<b>第七章 油船原油洗舱技术</b> .....	(157)
第一节 原油洗舱特性及意义 .....	(157)
第二节 原油洗舱系统设备和人员要求 .....	(158)
第三节 洗舱机工作原理及构造 .....	(161)
第四节 洗舱机布置原则和清洗方式 .....	(167)
第五节 原油洗舱操作规程和安全检查措施 .....	(169)
第六节 原油洗舱系统的效用检验 .....	(176)
第七节 原油洗舱作业实施程序 .....	(177)
<b>第八章 船舶惰性气体系统(IGS)</b> .....	(182)
第一节 概述 .....	(182)
第二节 船舶惰性气体装置组成及工作原理 .....	(184)
第三节 船舶惰性气体装置操作管理 .....	(198)
第四节 惰性气体系统试验 .....	(201)
<b>第九章 船舶海上溢油处理技术</b> .....	(203)
第一节 船舶溢油在海上的变化 .....	(203)
第二节 海上溢油处理设备及其材料 .....	(208)
第三节 影响海上溢油处理的因素 .....	(254)
第四节 溢油应急处理技术 .....	(258)
第五节 海面溢油监测技术 .....	(266)
第六节 溢油应急计划 .....	(274)
<b>第十章 港口环境质量评价</b> .....	(279)
第一节 概述 .....	(279)
第二节 环境质量现状评价 .....	(282)
第三节 环境影响评价 .....	(288)

# 第一章 绪 论

## 第一节 海洋环境保护的意义

世界海洋总面积为 36 000 万 km<sup>2</sup>, 占地球总面积的 71%。海洋平均深度为 3 800 m, 假如地球具有平坦的球面, 整个表面就要覆盖一层深达 2 400 m 的海水。我国濒临的海洋面积非常辽阔, 按照地理位置和自然条件分为: 渤海、黄海、东海和南海, 统称中国海, 面积共有 473 万 km<sup>2</sup>, 内有 6 000 余个岛屿, 是整个太平洋的一部分。大陆海岸线漫长, 北起鸭绿江口, 南到北仑河口, 大陆海岸线长达 18 000 km, 岛屿岸线长达 14 000 余 km。

海洋在人类社会发展中占有非常重要的地位, 海洋环境也是人类赖以生存和发展的物质基础, 海洋资源极为丰富。海洋不仅是天然宝库, 也为大量运输物资和人员提供最廉价的方法。海上运输是世界各国人民经济、文化交流的重要手段也是天然的交通大道, 随着工业技术极大的发展以及人口快速增长, 海上货运量逐年大幅度增长, 世界船舶总吨位和尺度也不断增加。

同其他人类活动一样, 船舶在通常的营运过程中, 也不可避免地直接或间接把一些物质或能量引入海洋环境, 以至于产生损害生物资源、危及人类健康、妨碍包括渔业活动在内的各种海洋活动、破坏海水的使用素质和舒适程度的有害影响, 即造成海洋污染。

为保证船舶动力装置正常运转, 需要用水作为工质进行冷却等, 这些水历经各系统时, 由于系统的不完善, 部分水就会渗漏到机舱并与那里的油混合, 形成“机舱舱底污水”, 这种含油的机舱舱底污水的排放是各类船舶都存在的污染源。

为保证货舱、机舱和机械设备达到技术使用条件或货物运输条件规定的清洁程度, 常需用水或洗涤剂清洗这些设施, 清洗后的洗涤水可能带有不同成分和浓度的石油、油烟、去污剂、化学剂、有毒化学物等各种污染物质, 因此也是船舶造成海洋污染的一个重要污染源。

船舶为保证所需航海性能, 常需用舷外水作为压载水, 特别是油船在空载航行时, 一定要装相当数量的压载水。如果这些压载水装入未经清洗的货油舱, 与舱内残留的货油或其他有害液体混合形成脏压载水, 这样的脏压载水直接排入海洋会造成严重海洋环境污染。另外近年来对带有有害生物和病原体的船舶压载水, 在异地港口水域排放对海洋环境造成的危害, 已受到广泛重视。

为满足船员、旅客日常生活和卫生需要, 每天都要用水, 这些用过的水称为“船舶生活污水”, 可能含有有机废物、各种致病微生物和寄生虫等。另外还会产生许多垃圾, 这些船舶生活污水和垃圾排入海洋, 对人和生活在海洋中的生物都是有害的。

船舶动力装置运转排出的废气, 不仅使大气环境质量下降, 还会使大气受到热污染及噪声污染。船舶在装卸货物时, 也会产生有害的挥发性物质、粉尘等污染物质。



上面所述是船舶在航运中,必然要产生的营运性污染物及对海洋环境的影响。除此之外,船舶发生事故时的应急排放,是对环境造成污染的重要因素。这种排放有两种情况,一种是为营救船舶、货物和人命安全而进行的排放;另一种是由于船体或设备系统遭到破坏而引起的漏泄。这种情况造成的污染有时会给海洋环境带来惨重后果,并使国家经济受到严重损失。

船舶航运过程对海洋造成污染的主要物质有:

石油、散装运输的非石油有毒液体物质(简称散装有毒液体物质),包括有害物质、生活污水、船舶垃圾、带有病原体及有害生物的压载水等。另外船舶柴油机和锅炉的排气、石油蒸气、某些灭火剂、动力机械设备噪声等也会造成大气污染。船舶航运过程对海洋环境污染的途径如图 1-1 所示。

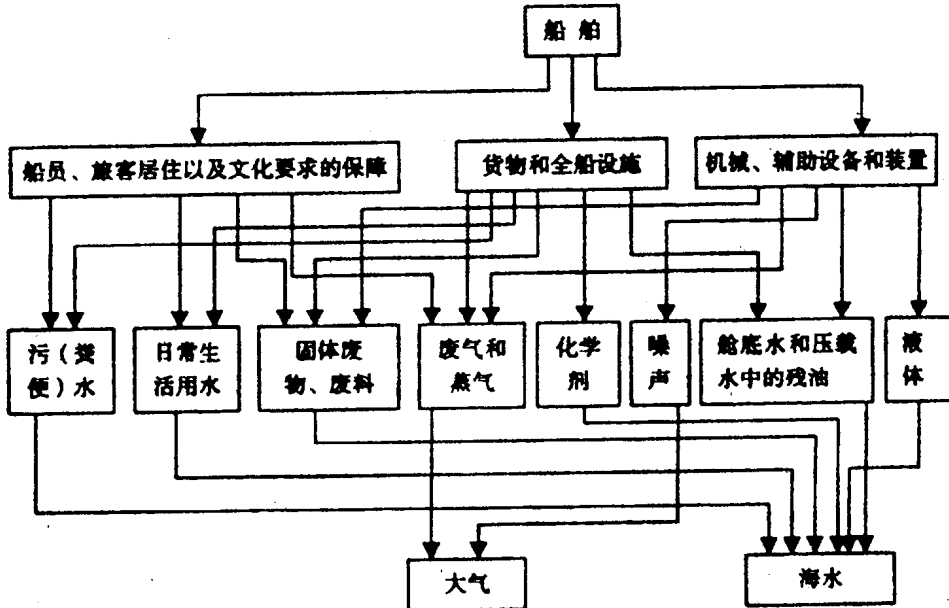


图 1-1 船舶航运过程对海洋环境污染的途径

## 第二节 航运对海洋环境的污染

### 一、石油污染

由船舶航运引起的油污染:第一类是正常营运操作性排油,主要有机舱舱底污水、油船脏压载水、洗舱水等。第二类是由于各种事故造成的溢油,例如海损事故(搁浅、碰撞、爆炸及火灾等等),从燃油舱或油船货舱溢出的石油,油船装卸作业过程中或加装燃油时,连接管路破损或误操作满舱造成的溢油。

机舱舱底污水有机舱中机器(主机和辅机)和设备(泵、冷凝器、加热器等)及管路在船舶营运中泄漏的燃料油、润滑油、淡水、海水等混合在一起的油污水。一条船舶每年排放的机舱舱底水量约是其总吨位的 10%,而污水中含油量可高达 50 000 mg/L。全世界每年随机舱舱底水排入海洋的油类,多达几十万吨。这些污水在港内排放,可造成大片港口水域长期石油污染。

船舶造成海洋环境油污染危害程度最大的污染源是油船,正常营运中的油船除要经常排出机舱舱底油污水外,还要排放含油压载水和洗舱水。油船空载航行在正常气候时,压载水量应为载重量的35%~40%,在恶劣的气候下,压载水可达到载重量的60%~70%。对一般油船只有少部分专用压载舱,每航次至少有载重量的20%~25%的压载水装入货油舱,对于按73/78国际防止船舶造成污染公约及议定书,新建造或改装的船,在恶劣天气也要有载重量的30%~40%的压载水装入货油舱。由于卸油时无论如何也不会将货舱的油全部抽吸干净,在舱壁和舱底必然要粘附和沉积一些残油,通常油船每次卸油后,留在舱内的残油量约为载货量的0.2%。货舱内压载水的含油量为1 000~3 000 mg/L,如一艘载重量10万吨级的油船,每航次随压载水一起排入海洋的油为100~150 t。

除油船压载作业的污染是最严重的以外,最大的污染是对油舱和燃料舱、柜进行多次清洗作业所造成的污染。由于各种原因,必须对油舱进行清洗和消毒,首先是换装油的品种时,为保证所运输货物质量符合要求,油舱就必须进行清洗,扫除前一种残留油。其次,为了定期检修或沉淀物积聚很多时,也必须对油舱进行清洗。有时船舶通过运河和狭航道,为安全起见,空的油舱要仔细清洗。此外油船和其他船舶在修理和进坞之前,对全部货油舱和燃料舱、柜要进行彻底地清洗。一艘油船全部货油舱清洗一次,有载重量0.2%的油随洗舱水排入海洋,也就是说一艘10万吨级油船,全部货油舱清洗一次,所用洗舱水不经任何处理排出舷外,将有200 t石油一起排入海洋。

油船装卸作业误操作和海损事故都是潜在的污染源,将给海洋带来巨大损害。1967年3月,利比亚油船“托雷·卡尼翁”号在英吉利海峡“七石礁”触礁的海难事故中,发生世界第一大规模溢油惨祸。该船装有11.9万t科威特原油,触礁后货油舱破损有5万t油溢出,其中有3万t左右漂入英吉利海峡航道,并污染了法国北部海岸,一周以后有2万t油扩散漂流污染了科尔尼希西海岸。此后该船折断又流出5万t油,向南漂往比斯开湾,最后英国政府不得不派飞机轰炸,使余下的2万t左右原油燃烧掉。这一事件造成附近海域和海岸大面积严重污染,仅为处理石油污染,就动用了大量人力、物力,出动42艘船舶和1 400多人次,使用了十几万吨油分散剂,使英、法两国遭受巨大经济损失。

1978年美国油船“阿莫科·卡迪斯”号发生的海难事故,是史无前例的惨祸。该船装运轻质原油22万t,由阿拉伯湾开往荷兰鹿特丹港,在法国大西洋沿岸离布勒斯特港不远的地方触礁,由于持续几天的狂风巨浪,船体遭受巨大破损而折断。因没有找到任何有效措施来保住正在下沉的未破损油舱内的原油,于是决定将油船其余部分炸毁。结果22万t原油全部流入海中,并很快扩散成面积达2 000平方海里以上的一片黑油层,致使无数鱼、鸟死亡,毁坏了贝类水产的繁殖海床,海滨浴场全部被污染,使该地区经济蒙受巨大损失。

除了触礁等灾害性事故外,船舶碰撞、燃烧爆炸造成的油污染也是相当严重的。例如1976年荷兰籍货轮“土打高雅”号与香港远洋公司“南洋”号油船,在广东汕头东北海面碰撞,“南洋”轮沉没,有8 000多t原油溢出,使附近海面和沿海海岸遭受严重油污染,造成水产资源直接经济损失800多万元人民币。1989年12月一艘20万吨级油船,在摩洛哥附近海面航行时,起火爆炸有7万多t原油溢出,造成海面严重污染。

油船装卸时造成的溢油量,有时也是相当严重的。1981年英籍油船“海峡”号在港内装油,一次跑油5 t多。1978年一艘万吨级油船,在上海港进行装卸作业,一次跑油600 t,使黄浦江受到严重污染。

## 二、散装运输的非石油有毒液体的污染

在液体化学制品运输船上,有毒液体对海洋污染源有:

从舱内排出的压载水和洗舱水(或溶液);

机舱污水阱内(在该舱内装有有毒液体的装卸机械和设备)积聚的舱底水;

用于清除船上泄漏液体的各种材料(锯末、擦布);

货物的应急排放,它的发生不以船员意志为转移,是事前无法估计的(碰撞、搁浅、火灾、天气影响、救人等等)。

对于化学品运输船由于营运性排放流入海洋的液体量,取决于卸货以后舱内残留的有毒液体量。实际残渣数量变化范围很大,它受许多因素影响,但最基本的因素是有毒液体的物理特性。

一般认为,在有双层底的化学品运输船(即这种船的舱底没有裸露的构架)上,在扫舱系统良好的工作条件下,卸货结束和扫舱以后,不能抽出的货物残留量:对于低粘度制品占总容量的0.05%;对于高粘度制品占总容量的0.1%。在没有双层底的化学品运输船(即舱底有裸露构架)上,在其他条件相同的情况下,其残留量相应为0.1%和0.15%。某些个别物质由于其物理特性使其排不出的残留量,减少到0.007%和0.014%的非常小的数量。

在船上散装运输的有毒液体物质,根据其对海洋环境和海上资源的影响程度,可将其分为4类:

A类——危害程度最严重,这类物质排放到海里,对海洋资源或人体健康会造成极大危害,或对海上的休憩环境或其他合法利用造成损害。因此,要严格地采取防止海洋污染的措施。这类物质对海洋水生物机体而言,是被生物富集的高毒性物质,其平均容忍极限( $TL_m$ )小于1 mg/L;以及当特别强调危害方面的附加因素或该物质的特殊性质时,某些对水生物有中等毒性的物质(平均容忍极限为1 mg/L或1 mg/L以上,但小于10 mg/L)。

B类——危害程度较严重,这类物质排放到海里,对海洋资源或人体健康造成危害,或对海上的休憩环境或其他合法利用造成损害。因此,有必要采取防止海洋污染的专门措施。这类物质为生物所富集,能在生物体内保持其特性一周或不到一周,或是易于造成海洋食物污染的物质。对水生物而言,是有中等毒性的物质(平均容忍极限为1 mg/L或1 mg/L以上,但小于10 mg/L)。但当特别强调危害方面的附加因素或该物质的特殊性质时,某些对水生物有轻微毒害的物质(平均容忍极限为10 mg/L或10 mg/L以上,但小于100 mg/L),也属于B类物质。

C类——危害程度中等,这类物质排放到海里,对海洋资源或人体健康造成的危害不大,对海上休憩环境或其他合法利用造成较小危害,因而要求有特殊的操作条件。这类物质对海洋水生物是低毒的(平均容忍极限等于或大于10 mg/L,但低于100 mg/L),但当特别强调危害方面的附加因素或该物质的特殊性质时,某些对水生物几乎无毒的物质(平均容忍极限为10 mg/L或10 mg/L以上,但小于100 mg/L)也属于C类物质。

D类——危害程度较轻,这类物质排放到海里,对海洋资源或人体健康会造成某些危害,略为恶化海上休憩环境或在某种程度上有碍于其他形式合理地利用海洋。因此,要求在船舶营运时加以注意。这类物质对海洋有机体实际上是无毒的(平均容忍极限等于或大于100 mg/L,但小于1 000 mg/L),或者能产生一种覆盖在海底的沉淀物。这种沉淀物提高了耗氧能力,从而在半数致死量( $LD_{50}$ )小于5 mg/L时,对人体的健康会造成危害。由于长时间的

影响、讨厌的气味、毒害或刺激作用的结果,使海滨休憩条件变差,妨碍海滨浴场的使用。当半数致死量等于或大于 5 mg/L,但小于 50 mg/L 时,这类物质对人体健康造成中等程度的危害,而对海滨休憩环境影响不大。

有毒液体物质随洗舱水或压载水一起排入海洋,由于其物理、化学性质的差别很大,所以对海洋环境的影响和表现形式也各不相同,有的漂浮在海面,有的沉入海底,有的积极地与溶解于水中的物质起化学反应,有的非常迅速地在水质中消散等等。因此,不可能对排放到海里的有毒物质性质做出任何单一意义的结论。然而,这些有毒液体在水质中的扩散还是有一定的规律性的,其主要影响因素是有毒液体从船上排放的方式。

船舶排放含有有毒液体物质的水,一种方式是通过与甲板总管相接的软管从主甲板排放。经软管排放入海的水,在离船舷 8~10 m 处流入海中,而不流入尾流。排出的污水将形成一条与船的航迹相平行的带状污染水流扩散。其最初的稀释系数主要取决于泵的排量、船的航速和带状水流的宽度三个因素。根据挪威一些研究所进行的关于水、海洋生物学和造船学方面的研究,认为在风平浪静的天气情况下,易溶性物质的最初稀释系数可在 1/275~1/900 范围内,而在某些地区甚至经过 2 小时还保持 1/625 的稀释系数。

另一种方式是通过位于水线以下的舷外排出阀排放,根据实测同样在风平浪静的天气情况下,洗舱水经过船尾部水线以下舷外排出阀(距尾柱 6 m 处),以每小时 100 t 的排量排出时,在 2 m 深度上最初的稀释系数(零瞬间)为 1/2 000。如洗舱水中含 2% 的有毒液体物质,上述稀释浓度将为 1.67 mg/L。在同样的天气条件下,在平均时间为 74 min 期间内,浓度比最初减少 1/2。在过一段时间的最后时刻,稀释系数为 1/24 000。零瞬间之后,经过 2 小时,与尾流垂直的每单位横向截面积上的稀释系数在 1/60 000~1/900 000 范围内。

比较以上两种排放方法,从减少最初污染的观点出发,采用通过船舶水线以下(深 4~7 m)的舷外排出阀方式是恰当的。然而,当向尾流实施排放时,必须注意从通海阀排出的洗舱水(它与沿船舷流动的水流成直角)达到一定量时,可能会远离船舷,也正是由于这个原因,在尾流中就不会受到充分的混合。因此,舷外排出阀的位置要合理选择,应尽量靠近尾部,最好在冷却水排出口之后或在另一舷。向尾流排放时,稀释程度与船的排水量及其航速近似成正比。

### 三、海运包装有害物质的污染

在船上用集装箱运输有害物质,会发生包装破损、泄漏、溢流以及洒落在露天甲板和舱底。因此,在船上用以清除这些洒落的有毒物质的洗涤水或水溶液,成为造成海洋污染的主要污染源,另外与这些有毒物质混合的垃圾、分离物或其他材料也是污染源,当然应急时货物排放也会造成海洋严重污染。

虽然“海上运输危险品规则”详细规定了有害物质的海上包装运输问题。但在该规则中,只着重注意到海上运输这些有害物质的安全保障问题,而几乎未提到关于保护海洋环境免受有害物质污染的问题。从保护海洋环境不受污染的观点来说,不仅应该把有害物质货物本身认为是对环境有害的物质,而那些用于运输有害物质、或在有害物质卸空后,未采取有效措施来保证其中不存在对海洋环境有危害的任何残渣的空容器、装货罐、活动液舱、汽车和火车油罐等也是对环境造成污染的污染源。

由于目前对包装海运有害物质的运输量、运输时的泄漏和溢流、对海洋环境污染程度的评价等,没有足够的统计资料,因此到目前为止尚未明确划分包装运输的有害物质对环境危害程

度的等级。

关于目前存在的包装运输有害物质对海洋环境的污染规模及对水生物的影响等问题,都需要进行更深入的研究。

#### 四、生活污水的污染

船舶生活污水包括:任何形式的厕所、小便池和厕所排水孔的排出物及其他废弃物;医务室(药房、病房等)的面盆、洗澡盆和这些处所排水孔的排出物;装有活的动物处所的排出物;混有上述排出物的其他废水。

未经处理的生活污水含有 5 种主要污染成分:

(1) 使水生物和人感染的大量细菌、寄生虫甚至病毒。这些细菌能引起伤寒、副伤寒、疟疾、痢疾、胃肠炎和霍乱等肠道传染病以及寄生虫病。

(2) 在水中对于氧气有很高生化需要的、溶解于水的有机成分和悬浮成分。

(3) 本身生化衰变时要消耗氧气的、沉淀于海底的固体颗粒(有机的和无机的)。

(4) 对于海滨休息环境有严重影响的、呈单个小碎块或悬胶体的、浮在水面的浮游微粒(有机的和无机的)。

(5) 使吸收这些物质的水饱和并可能富营养化的、高浓度的营养物质(主要是磷化合物和氮化合物)。

船舶生活污水排入海洋,将发生一连串复杂的生化变化。细菌和其他微生物利用部分溶解于水中的氧气,把死的有机物分解成简单的化合物和二氧化碳。藻类为了自身生长,也要通过光合作用利用上述这些产物,同时把氧气排入水中,水介质就是这样自动进行净化。自动净化的自然循环进行得很慢,而且只有在动、植物有机体之间存在正常平衡条件时才有可能。为了保持这种平衡,起决定作用的是溶解于水中的氧需有足够的浓度。因此,在过度的或经常性的污染情况下,会使水中被溶解的氧含量减少,从而破坏自然净化的自动过程,其结果就会改变水域的整个生态特性。降低被溶解氧的浓度而提高有机物的聚集度,严重时将导致水体的“富营养化”,使某些水生物(如藻类)大量繁殖,个体数增加而种类减少,通常以硅藻和绿藻为主而转化为以蓝藻为主。蓝藻有毒,不能做鱼食料,从而严重影响鱼类的生存,甚至使大量鱼类死亡。日本濑户内海就是因为富营养化,造成 1/3 的海域完全没有生物生存,被称为“死亡的区域”。水中溶解氧消失时,水中嫌气细菌繁殖起来,有机物分解出甲烷和硫化氢等有毒气体,水质变成恶臭,不仅不宜水生物生存,也会影响附近居民的身体健康。

污水及其中所含污染物质排放以后的情况取决于许多因素,被溶解成分的稀释取决于排放污水时船的航速、污水在尾流中流动快慢以及海浪。浮游成分的分布取决于风向和水流。在这些因素作用下,浓度大的浮游微粒会集中在静水区,聚集成椭圆形微粒带,或涌向岸边。固体微粒按照密度分布在不同深度的水中,或沉淀于海底。根据排放点排出的污水量,海水的颜色会起变化。

由污水排放所引起的污染持续时间取决于生化条件,这种生化条件是在所研究的水域内,由于经常性排放污水所形成的。在低温水域,生化分解进行缓慢,甚至可能完全不分解。在这种条件下,减少污染的基本因素是稀释。这种自动净化方案适用于北方海域,在南方海域正相反,稀释时将出现积极的生化过程。在低温海水中,致病细菌的生存要比在高温海水中长久得多,但是在任何情况下,病原细菌和病毒在海水中都能持续生存很长时间,以致足以直接传染给人,侵入海生动物的机体,并损害其生命,或者通过中间的带菌食物又传给人。

要详细说明从船上排放生活污水的实际数量及由此引起污染海洋的程度是非常困难的事。现在国际上还没有一个统一的被各国都承认的、用于评价从船上排放生活污水的污染程度的标准。虽然在不同国家,用确定生活污水污染程度的主要指标的不同数值,规定了污染的安全度,但这些数值的变化范围很大。

### 五、船舶垃圾污染

在船舶营运过程中,产生的各种食品、日常用品和工作用品的废弃物,将成为海洋污染的垃圾。这些废弃物可能在以下一些生产和生活过程中产生:

(1) 运输货物(稻草席、胶合板、纸、硬纸板、金属丝、钢条)产生的散落和捆扎用品的残物。

(2) 船舶维修和保养产生的油漆废料、铁锈、脏破布、用过的包装材料(木头、纸板、玻璃、金属等)、索具的废物、修理机械和设备的废料。

(3) 住舱和工作室的日常卫生保健工作带来的一些日常生活垃圾和各种废物。

(4) 船员和旅客的食品及其保存物品的废物(包装箱、包装材料、吃剩的食品等等)。

在船舶运输货物过程中可能积存的垃圾,其数量和性质变化范围很大,例如,在运输普通大宗杂货时,其废物主要是散落的包装材料,大约在 100~150 t 货物中平均有 1 t 垃圾;而在运输散装货物时,每运输 100 t 的货物,有 20 kg 垃圾废物;集装运输时,在船上装卸作业过程中就不会产生垃圾。

在船舶营运过程中所形成的垃圾可分为 3 种主要类型:

污染港口、海滨浴场、休养区、禁区等浮游垃圾;

污染海底的沉淀垃圾,其中包括捕鱼区及其再加工区的污染;

溶解于水的垃圾,这种垃圾完全不是海洋环境本身所特有的成分,它会改变水的颜色,并使海水充满需求氧气以供本身氧化的物质,从而使海水和所捕捞的鱼沾有既难闻又难吃的气味和味道。

浮游垃圾可能被风和流带到很远的地方,它可以是完全无害的,但有时也会在沿岸倾倒区域出现原先无人知道的危害源和病源。浮游垃圾往往会变成石油吸收剂,使油变成更为难以处理的污染物质。

沉淀垃圾在海底逐渐沉积,会改变动、植物的自然生存条件,并可能成为污染区内某种生态消失的原因。

从船上倾倒垃圾对海岸线污染的程度,取决于船只航行密度、海区的风和流的状况。所造成的危害大小,取决于地势、该海区用作渔场的程度,水生动、植物的聚集度及作为人们休养区的使用情况。

目前还不能完全确切地说明从船上倾倒垃圾对海洋污染的分布情况,但总的来说,公海受垃圾污染程度最轻,其次是那些作为沿海运输和客运的沿岸水域,污染最严重的是接近港口的水域和港区本身。当然汇集在港区内的垃圾,不仅是从船上倾倒的垃圾,相当大数量的垃圾是从码头沿岸掉下来的,或者是从港区外面被风和流带进来的,位于河口的港区更是如此。

## 第二章 船舶防污染管理

### 第一节 国际防止船舶造成污染公约

#### 一、公约产生的历史背景

海洋和沿岸不仅随时可能被航行在本国海域的各国船舶排放的污染物所污染,也可能被本国领海以外的船舶排放的污染物由于扩散和漂移等而造成污染。因此说,污染是不分国界的,它不仅是一个沿岸国家的问题,而且是一个复杂的国际问题。1967年“TORRY CANYON”号触礁,引发了世界第一例大规模海上溢油惨祸。这艘船的船主是百慕大群岛的“马拉库达”石油公司,船旗国是利比里亚,船员是希腊人,船舶触搁在英吉利海峡“七石礁”,装载的11.9万t科威特原油,有5万t原油泄入海中,其中约3万t漂入英吉利海峡,并污染了法国北部海岸,一周后约2万t原油扩散漂流污染了科尔尼希西海岸,此后该船折断又有约5万t原油流出,向南漂往比斯开湾,最后英国政府不得不派飞机轰炸,使船上余下的2万t原油燃烧掉。该事故造成附近海域和海岸大面积严重污染,仅为处理油污染,就出动42艘船舶和1400多人次,使用了13.5万t油分散剂,使英、法两国遭受巨大经济损失。虽然船舶不是英国的,遇难地也不在英国领海范围内,然而受害的却是英国和法国。而且在救助初期,船员并没有弃船,因此受害国是无辜的。当提出赔偿损失问题时,究竟向谁提出诉讼成了难题。这件事可以在美国审理,因为“马拉库达”分公司的总公司是美国洛杉矶的石油联合公司,也可以在百慕大群岛,因分公司在那里,当然也可以在利比里亚,因船是挂着利比里亚国旗航行,甚至也可以在英国调解。由于世界各国海洋法各不相同,所以赔偿损失的总额取决于在哪个国家进行审理,由此说来,处理船舶对海洋污染的问题及统一一切复杂和各方面观点的途经,只能是通过达成有效和严格控制的国际协议来解决。1954年在伦敦召开的各海洋国家国际会议上,制定了第一个有效的国际公约——“1954年国际防止海洋油污染公约”(以下简称“54公约”),该公约于1958年7月26日生效。尔后又于1962年和1969年两次召开国际会议对其有关条款进行修正。“54公约”主要强调在公约所规定的沿岸水域范围内禁止排放石油和油水混合物,同时认为油分浓度小于100ppm的油水混合物对海洋环境不会造成污染。虽然“54公约”比较简单,但曾一度对防止海洋污染起到了一定的积极作用。现代工业飞速发展,在海上航行的船舶数量也越来越多,特别是10万吨级以上大型油船及散装化学品船大量建造投入营运,不仅仅油类,其他一些有毒有害物质、船舶生活污水、船舶垃圾等对海洋的污染也日趋严重。而且各沿海国为保持经济持续发展,对海洋环境质量要求也越来越高,对船舶排放各种污染物质的规定更加严格,这样“54公约”就显得不完善了。因此1973年IMO在伦敦召开国际海洋污染会议,制定了第一个不限于油污染的具有普遍意义的《1973年国际防止船舶造成污染公约》(简称MARPOL 73公约)。

MARPOL 73 公约第 15 条规定的“公约”生效条件是,至少要有 15 个国家参加成为“公约”的缔约国,而且该 15 个国家拥有的商船队吨位之和,不少于世界商船总吨位的 50%。由于技术、经济方面的原因,许多国家参加 MARPOL 73 公约有很多困难,特别是发展中国家和拥有商船吨位较多的国家不急于参加,因此 MARPOL 73 公约迟迟不能生效。而 1973 年以后国际上又不断发生一系列严重的海洋油污染事故,促使各国要进一步采取行动防止船舶造成海洋污染。IMO 于 1978 年 2 月召开了油船安全与防止污染会议,通过了《1973 年国际防止船舶造成污染公约》的 1978 年议定书,对 1973 年防污公约附则 I 作了许多修正,而且允许各缔约国把附则 II 推迟到“78 议定书”生效 3 年后再生效。由于 1978 年议定书吸收了 1973 年公约的内容,而且将“公约”和“议定书”的各项规定,作为一个整体文件理解和解释,即凡加入 1978 年议定书的国家就自然地参加了 1973 年防污染公约,因此通常将经 1978 年议定书修正的 1973 年国际防止船舶造成污染公约称为《73/78 防污公约》(MARPOL 73/78)。

MARPOL 73/78 于 1983 年 10 月 2 日生效,我国于 1983 年 7 月 1 日加入 MARPOL 73/78,成为该公约的缔约国。到 1997 年 7 月 1 日已有 100 个国家加入《73/78 防污公约》,其船舶总吨位占世界商船总吨位的 93.47%。

1997 年 9 月 15 日至 26 日在 IMO 总部伦敦召开的 MARPOL 73/78 缔约国大会,又批准 MARPOL 73/78 新增一个附则,即附则 VI:《防止船舶造成大气污染规则》。《73/78 防污公约》包括了船舶造成海洋污染的所有方面,是一个综合防止海洋污染的国际公约。

现在 MARPOL 73/78 公约共有 20 条,另附有两个议定书和六个附则,议定书 I 是关于涉及有害物质事故报告的规定,议定书 II 是关于争端的仲裁。六个附则是:

附则 I:防止油污规则

附则 II:控制散装有毒液体物质污染规则

附则 III:防止海运包装有害物质污染规则

附则 IV:防止船舶生活污水污染规则

附则 V:防止船舶垃圾污染规则

附则 VI:防止船舶造成大气污染规则

其中附则 III、IV、V、VI 为可选附则,即一个国家参加公约可声明仅参加可选附则中哪几个附则。

## 二、议定书

### 议定书 I:关于涉及有害物质事故报告的规定

本议定书是按照 MARPOL 73 第 8 条的规定制定的。共五条,其主要内容有:

#### 1. 报告的责任

当船舶发生有害物质事故时,船舶的船长或负责管理该船的其他人员,有责任毫不迟延地按本议定书的规定,对事故做出详细报告。

#### 2. 报告的时间

当发生下述任何一种事故时,应立即做出报告:

- (1) 为保障船舶安全和救助海上人命,向海上排放或可能排放油类或有毒液体物质;
- (2) 向海上排放或可能排放海运包装的有害物质;
- (3) 船舶航运时,油类和有毒液体物质的排放超出“公约”允许的总量或瞬间排放率。



### 3. 报告的内容

在任何情况下,报告应包括如下内容:

- (1) 船舶的特征;
- (2) 事故发生的时间、种类和地理位置;
- (3) 有害物质的数量和类别;
- (4) 援助和救助的措施。

### 4. 补充报告

报告责任人在必要时,应对最初的报告提供关于进一步发展的情况,应尽可能地满足受影响国家索取资料的要求。

### 5. 报告的程序

报告应通过可利用的最快的电信通信渠道,最优先地发送给最近的沿岸国。

## 三、附则

### 附则 I:防止油污规则

附则 I 是必选附则,因此同 MARPOL 73/78 同时生效,即 1983 年 10 月 2 日生效。附则 I 共有四章 26 条,第一章总则,第二章控制操作污染的要求,第三章关于将油船因船侧和船底损坏而造成污染减至最低限度的要求,第四章防止油污事故造成污染。

#### (一)定义、适用范围

##### 1. 定义

- (1) 油类——包括原油、燃料油、油泥油渣和炼制品在内的任何形式的石油。
- (2) 含油混合物——含有任何油类的混合物。
- (3) 油船——建造为或改造为主要在其装货处所装运散装油类的船,并包括油类/散货两用船以及全部或部分装运散装货油的化学品液货船。
- (4) 最近陆地——最近的按照国际法划定的领海基线。
- (5) 特殊区域——由于其海洋学和生态学以及其运输的特殊性质等方面公认的技术原因,需要采取防止海洋污染的特殊强制办法的海域;本附则的特殊区域有:地中海区域,波罗地海区域,黑海区域,红海区域,“海湾”区域,亚丁湾区域(1987 年修正案,1989 年 4 月 1 日生效)和南极区域(1990 年修正案,1992 年 3 月 17 日生效)。
- (6) 油量瞬间排放率——任何一瞬间每小时排油量(L/h)除以同一瞬间的船速(n mile/h);其单位为(L/n mile)。
- (7) 清洁压载水——装入已清洗过的货油舱内的压载水,在船舶静止状态下排入平静而清洁的水中,不会在水面或邻近的岸线上产生明显痕迹,或形成油泥或乳化物沉积于水面以下或邻近的岸线上。
- (8) 专用压载水——装入与货油和燃油系统完全隔绝并固定用于装载压载水的舱内的水。
- (9) 原油——任何存在于地层中的液态烃混合物。
- (10) 原油油船——从事原油运输的油船。
- (11) 成品油船——从事除原油以外的油类运输的油船。

##### 2. 适用范围

附则 I 除有特殊规定外,适用于所有船舶。