

海洋污损生物及其防除

上册

黄宗国 编著
蔡如星

海洋出版社

Q178.53
H95
1

• 209915

海洋污损生物及其防除

上册

黄宗国 编著
蔡如星



海洋出版社

1984年·北京

内 容 简 介

本书系统论述海洋污损生物及其防污领域的知识,分上下两册出版。上册包括船舶及各种海中设施污损生物的特点及其危害,污损生物的研究历史和调查方法,中国沿岸海域及世界海洋污损生物的种类、附着季节和数量,污损生物群落及主要污损生物类群。书中附图说明世界78个港湾主要污损生物的附着季节及其与温盐的关系,以及294种生物的形态。下册包括污损生物实验生态及防污。

本书可供舰船工作者及海洋工程的防污、维护和设计人员阅读,也可供大专院校师生,海洋和水产研究机构从事生态学和生物学研究的工作人员参考。

海洋污损生物及其防除

上 册

黄宗国 蔡如星 编著

海洋出版社出版

(北京复兴门外大街一号)

北京建外印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1984年8月第一版 1984年8月第一次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 22¹/₂

字数: 536,800

印数: 1—2000

统一书号: 13193·0159 定价: 5.40元

前 言

生物污损是人类开始接触海洋就遇到的生物危害。认识并控制生物污损是航运部门、海军、海洋工程技术人员及生物学工作者共同关注的问题。污损生物对船舶和管道的危害早已引起人们的极大注意。近年来,水产界对防污的呼声也日益增高。

生物污损的研究起始于上一世纪末,两次世界大战刺激了这方面工作的开展。1942年至1947年美国伍兹霍尔海洋研究所对这个问题进行了较全面的研究,并对前人的工作做了总结。此后的四十年间,这项研究取得了很大的进展,研究范围扩大到世界各海域;所发表的研究报道包括从港湾到大洋,从水域表层到1,700米深处的污损生物。在防污方面,也已成功地采用有机锡等作为防污涂料的毒物,以及用电解海水制氯进行管道的防污。

著者自1960年开始这项研究工作时,便深感我国缺乏这方面的专门著作。因此,从1964年便着手汇总国内外有关资料,准备撰写小册子,后因情况变化,这一愿望没能实现。近年来,随着研究工作的深入,资料的大量积累,因而决定扩大篇幅,期望能写出一部更全面、更系统地介绍生物污损和防污方面的专著。1977年撰写开始。书中除了系统介绍污损生物及其防污领域的基本知识外,特别对1947年以来的研究成果进行了总结。全书分上、下两册,上册侧重于导论及自然生态,下册侧重于实验生态、防污以及与生物污损有关的其他问题。除著者的第一手资料和见解外,书中的大部分论述都注明资料的出处,并逐章列出参考文献,以便于读者进一步查考。限于著者的学识水平,书中错误在所难免,敬请读者批评斧正。

本书的编写大纲和手稿承郑重、金德祥两位教授审阅和修改,董聿茂教授、李少菁副教授和谢天禄工程师也为本书的撰写提供了许多宝贵意见。本书还得到美国海军海洋局、国际海洋腐蚀与生物污损会议科学委员J. R. 德帕尔马博士(John R. DePalma),日本东京大学海洋研究所、日本附着生物研究会秘书长梶原武副教授,香港大学动物系的麦慕舜博士和布赖恩·莫顿教授(Brian Morton)等提供的大量文献资料;提供资料的还有日本附着生物研究会主席平野礼次郎教授,日本的河野辰夫教授,美国斯克里普斯海洋研究所的郑兰娜博士和香港中文大学海洋研究所所长曾文阳博士。二十多年来,许多同志与著者共同进行了污损问题的研究,书中引用了这些研究中部分未发表或待发表的资料,其中李传燕、张良兴、李福荣和郑成兴同志还参加了部分段落的编写或文稿的审定。刘健明、黄爱丽、李德楷、周秋麟、林琼芳、李永福、陈月娟、郑义水、林娜、薛文玲和潘幼禾等同志在文献的翻译、文稿的清理等方面也做了大量的工作。对于上述诸位在本部著作撰写过程中提供的支援和帮助,著者在此深表谢意。

黄宗国 蔡如星

国家海洋局第三海洋研究所(厦门)

1981年7月1日

目 录

第一章 海洋污损生物及其影响	1
第一节 海洋污损生物	1
定义, 研究范围	
第二节 船舶及水中设施的污损生物	3
船舶的污损生物, 浮标和水雷的污损生物, 浮动码头的污损生物, 固定码头及桩柱的污损生物, 海底电缆的污损生物, 管道的污损生物, 网的污损生物	
第三节 污损生物的影响	20
增加船舶的阻力, 堵塞管道, 加速金属腐蚀, 使海中仪表及转动机构失灵, 对声学仪器的影响, 对浮标等的影响, 对水产业的影响	
参考文献	32
第二章 海洋污损生物的研究历史和调查方法	38
第一节 海洋污损生物的研究历史	38
概况, 中国, 美国, 苏联, 日本, 欧洲, 其他	
第二节 海洋污损生物的调查方法	43
挂板试验, 船只及海中设施的污损生物调查, 污损生物的计量, 附录	
参考文献	58
第三章 中国沿岸海域的污损生物	61
第一节 概述	61
第二节 渤海沿岸的污损生物	63
秦皇岛港, 塘沽新港, 渤海湾, 龙口港, 船只及海中设施受污损情况, 渤海沿岸污损生物的特点	
第三节 黄海沿岸的污损生物	70
丹东港, 大连港, 旅顺港, 青岛港, 连云港, 吕泗洋, 船只及海中设施受污损情况, 黄海沿岸污损生物的特点	
第四节 东海沿岸的污损生物	83
长江口, 嵎山, 长涂港, 定海港, 牛轭港, 舟山海区船只及海中设施受污损情况, 舟山海区污损生物的特点, 宁波港, 石浦港, 温州港, 洞头岛, 南几岛, 三都澳, 平潭岛, 泉州湾, 厦门港, 东山湾, 福建海区船只及海中设施受污损情况, 澎湖马公港, 东海沿岸污损生物的特点	
第五节 南海沿岸的污损生物	116
汕头港, 香港, 深圳湾, 大埔圩港, 香港及其邻近海中设施受污损情况, 湛江港, 琼州海峡及雷州半岛沿岸浮标的污损生物, 清澜港, 榆林内港, 瑯琊湾, 洋浦港, 西沙永兴, 西沙至海南岛海域船只及水中设施受污损情况, 南海沿岸污损生物的特点	

特点

第六节 中国沿岸海域污损生物的特点	138
种类组成, 附着季节, 数量	
附录 中国沿岸海域污损生物名录	141
参考文献	155
第四章 世界海洋污损生物	159
第一节 亚洲沿岸的污损生物	159
日本, 朝鲜, 菲律宾, 泰国, 印度	
第二节 欧洲沿岸的污损生物	175
冰岛, 挪威, 德国, 丹麦, 波兰, 英国, 地中海欧洲沿岸	
第三节 苏联沿岸的污损生物	189
苏联沿岸污损生物的特点, 苏联船只受污损情况, 苏联各海的污损生物	
第四节 非洲沿岸的污损生物	195
埃及, 突尼斯, 西非, 南非好望角	
第五节 美洲沿岸的污损生物	202
美国, 加拿大, 加勒比海及巴拿马运河区, 阿根廷, 智利, 美洲沿岸污损生物 的污损强度	
第六节 大洋洲沿岸的污损生物	232
澳大利亚, 新西兰	
第七节 大洋污损生物	239
大洋污损生物的一般特点, 大西洋近赤道水域的污损生物, 太平洋热带海域的 污损生物	
第八节 地理分布和季节分布	242
污损生物的生物地理学, 船只携带污损生物, 污损生物的季节分布	
参考文献	260
第五章 污损生物的种类	268
第一节 菌类	270
第二节 藻类	271
硅藻门, 绿藻门, 褐藻门, 红藻门, 蓝藻门	
第三节 原生动物门	274
第四节 海绵动物门	274
第五节 腔肠动物门	275
水螅纲, 珊瑚纲	
第六节 外肛动物门	279
直立型苔藓虫, 被覆型苔藓虫	
第七节 多毛纲	283
龙介虫科, 螺旋虫科及其他管栖多毛类, 游走多毛类	
第八节 其他蠕形动物	287

第九节 软体动物门	287
贻贝科, 牡蛎科, 其他双壳类	
第十节 节肢动物门	291
蔓足亚纲, 其他甲壳动物	
第十一节 棘皮动物门	299
第十二节 原索动物门	299
第十三节 鱼	301
图版及其说明	302
参考文献	336
第六章 污损生物群落	339
第一节 群落的结构	339
种类的大小, 生活方式, 种类的形态及群落的结构	
第二节 群落的形成与演替	343
初期阶段, 中期阶段, 稳定阶段	
第三节 群落与环境	345
参考文献	348
英文目录	350

第一章 海洋污损生物及其影响

第一节 海洋污损生物

定 义

海洋污损生物也称海洋附着生物 (marine fouling organism), 是生长在船底和海中一切设施表面的动物、植物和微生物 [13,14,43,54,106]。这些生物一般是有害的。船底长生物称为生物污损 (biofouling), 防除生物污损称为防污 (antifouling)。日、英、法、德和俄等几个文种污损生物的专用术语分别为: 污损生物, fouling, salissures, bewuchs, обпактаме。

Hutchins (1946) 汇总了近 2,000 种污损生物 (植物 614 种, 动物 1,344 种) [106]。这些生物仅包括生长在船底、浮标、输水管道、冷却管、沉船、海底电缆、木筏、浮子、浮桥和试验板上的污损生物, 而生长在码头木桩、系码头索缆、固定防波堤、桥墩上的生物尚未列入, 也不包括天然岩礁上的生物。如表 1.1 所示, 污损生物的种类很多, 几乎各个主要门类的海洋生物中都有, 但它们仅是已知海洋动植物中的一小部分 (表 1.2)。随着海事活动、海洋开发活动的展开和研究工作的深入, 污损生物的种类还将大大增加 [54,107]。

中国沿海已经记录了 614 种污损生物 (见 141 页), 其中最主要的类群是藻类 (浒苔、石莼、

表 1.1 各大门类中污损生物的种类数 (Redfield, 1952)

PLANTS	植 物	614
Bacteria	细 菌	37
Fungi	真 菌	14
Algae	藻 类	563
ANIMALS	动 物	1,344
Protozoa	原生动物	99
Porifera	海绵动物	33
Coelenterata	腔肠动物	286
Platyhelminthes	扁形动物	12
Nemertea	纽形动物	11
Trochelminthes	轮 虫	5
Bryozoa	苔藓虫	139
Brachiopoda	腕足类	1
Annelida	环 虫	108
Arthropoda	节足动物	292
Mollusca	软体动物	212
Echinodermata	棘皮动物	19
Chordata	脊索动物	127

表 1.2 海洋生物与污损生物种数的比较* (Redfield, 1952)

类	群	海 洋 生 物 种 数	污 损 生 物 种 数	百 分 比 (%)
海	洋	8,000	614	7.7
海	绵	3,000	33	1.1
水	螭	3,000	200	8.7
海	葵	1,000	12	1.2
多	毛	3,500	99	2.8
外	肛 动	3,000	139	4.6
腹	足	5,900	90	4.0
双	壳	9,000	115	1.3
茗	荷	200	50	25.0
藤	壶	300	60	20.0
端	足	3,000	60	2.0
海	鞘	700	116	16.6

* 根据 1946 年以前的资料整理。

多管藻和水云等)、水螭(中胚花筒螭、鲍枝螭和薺枝螭等)、外肛动物(草苔虫、膜孔苔虫、裂孔苔虫和琥珀苔虫等)、龙介虫(华美盘管虫、内刺盘管虫等)、双壳类(贻贝、牡蛎等)、藤壶和海鞘(柄瘤海鞘、菊海鞘等)。

如上所述,所谓污损生物,并不包括岩相潮间带和海底的固着生物,也不包括养殖上属于附着或固着类型的种类。例如,贻贝和牡蛎是水产上的主要养殖对象和捕捞对象,在水产领域,研究它们是为了增殖,当然不称其为污损生物;然而同样种类的生物一旦生长在船底或管道内壁,就成为污损生物,研究它们为的是防除。又如藤壶,从潮间带到深海底部都有分布,但只有生长在船底或人为设施上才称之为污损生物。

木材及其他一些工程材料,在海洋中往往遭到污损生物和钻孔生物的双重危害。污损生物生长在材料表面,而钻孔生物则钻到材料内部。钻孔动物的主要类群是软体动物中的船蛆和海笋以及甲壳动物中的蛀木水虱和团水虱等。

在海洋生物生态学中,按生物的生活方式,人们往往把海洋生物分为浮游生物、游泳生物和底栖生物三大生态类群。大多数污损生物在幼虫阶段都经历了浮游生活,但成体是营附着或固着生活,所以污损生物曾隶属于底栖生物。但是,由于污损生物生态环境的特殊,污损问题的日益严重,研究工作的不断深入等原因,污损生物现在已成为研究的专题。

污损生物的许多研究内容和海洋生物其他学科互相渗透,和养殖的固着贝藻类的研究也有密切关系,所以这些学科的研究成果可以互相引用或借鉴。

污损生物或附着生物的概念虽然还有一些不同的解释,但自从1952年《海洋污损生物及其防除》(Marine Fouling and Its Prevention)一书出版后^[106],这个概念已经相当明确了。自1964年以来召开的五次国际海洋生物污损和腐蚀会议(International Congress on Marine Corrosion and Fouling),这一概念则得到更进一步明确。

研 究 范 围

生物污损是人们开始海事活动以后才引起的一种生物学现象,污损研究的目的是为了防

污, 其中污损生物的生物学研究既是基础又是本质的问题。

1. **生态学** 可以把船底和海中设施看成是生物的一种特殊生态环境。船底表面状况和运动状态, 与海底固定不动的岩礁和经常处于动态中的鲸既有相似之处, 又有许多差别, 在这种环境中形成了独特的污损生物群落。研究群落的形成、演替及其结构, 并探讨其数学模式, 以期对污损率进行预报, 是群落生态研究的核心。在这个问题中, 污损生物的种类、附着季节、数量及其与环境因子的关系, 是海洋工程技术人员最关心的, 也是生物学家最重视的。污损生物生态学是海洋生态学的特定内容之一⁽⁸⁹⁾, 研究成果除了用于防污实践外, 还将大大丰富海洋生态学的内容。

2. **生物学** 包括对主要污损生物的繁殖、附着与生长, 幼虫培养、生活史等的研究。这些研究将更加深入地阐明污损生物的一些生物学规律, 更好地为防污提供生物学依据。

3. **微生物粘膜** 也称细菌粘膜、初期粘膜或粘膜, 这层膜是由微型污损生物所形成的。粘膜既对海中设施有影响, 也和大型生物的附着有关。从宏观(大型生物)到微观(微生物)的研究是污损生物研究的进展过程。目前, 许多学者热衷于这方面的研究。

4. **附着机理** 污损生物如何附着, 附着前后所分泌的物质(如藤壶胶等)的理化特性, 有关这些生理学和生物化学方面的问题, 也是目前污损生物研究中引人注目的课题。

5. **防污** 包括化学、生物和机械的防污方法。成效最大, 最花人力、物力的是防污涂料的研制, 其次为电解海水。

综上所述, 污损生物研究涉及生物和防污两个方面。因此既需要有生物分类、生态、微生物、生理学和生物化学的人员参加, 也需要化学、化工、机械、物理人员和船舶设计师进行协作。只有各学科在研究中充分发挥各自的特长, 互相联系, 取长补短, 污损问题的研究才能取得更加丰硕的成果。

第二节 船舶及水中设施的污损生物

船舶的污损生物

1. **船舶污损生物的一般特点** 船舶的污损生物是多种多样的, 但是, 特定港口的船舶, 其污损生物的种类和数量往往比该港口的固定设施或试验板上的要少(表 1.3)。船只泊港时间的长短、两次坞修的间隔时间、船型、航速和航线等的差别, 对污损生物的种类和数量都有很大的影响。Visscher (1927)^[104] 检查了250艘船只, 其中21%受到严重污损,

表 1.3 船舶与试板污损生物种数的比率

港 口	调查船只数	污 损 生 物 种 数		比 率 (%)
		船 舶	试 板	
塘 沽	7	27	56	48.2
旅 大	5	22	104	11.5
青 岛	3	22	115	11.3
丹 山	9	42	146	28.8
厦 门	10	34	91	37.4
榆 林	3	20	148	13.5

生物的最大厚度达13—23厘米，湿重300吨（图1.1）。

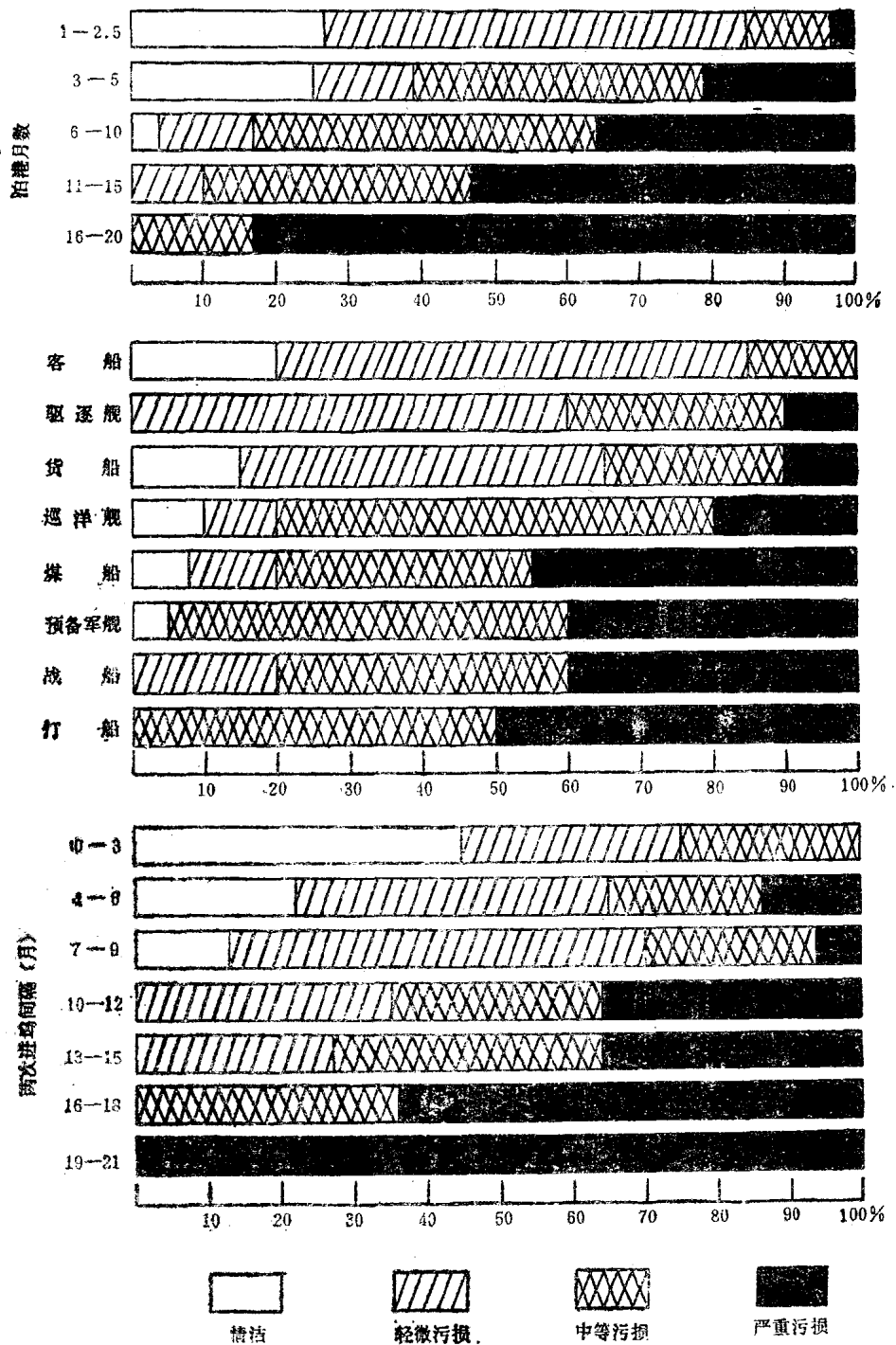


图 1.1 船只泊港时间、船型、坞修间隔与污损的关系 (Visscher, 1927)

2. 船舶不同部位污损生物的差异 [17, 21, 65] 从一般情况来看，一艘船的吃水线、底部和推进器三个部位的污损生物有显著的差别（图1.2，表1.4）。

水线带 大量附着浒苔等绿藻类。这层的垂直距离在中国沿海多数海区的中、小型船只

上仅 10—20 厘米；在海南岛和西沙海域，因透明度大，硅藻等植物可以分布到整个船底部，在透明度小的河口区海域，水线带往往不长藻类，而大量附着水媳等动物。有些远洋轮，在轻重载水位差一米多高的船体两侧都附着大量的浒苔等。总的看来，水线带污损生物以藻类为主，覆盖面积大，湿重小。

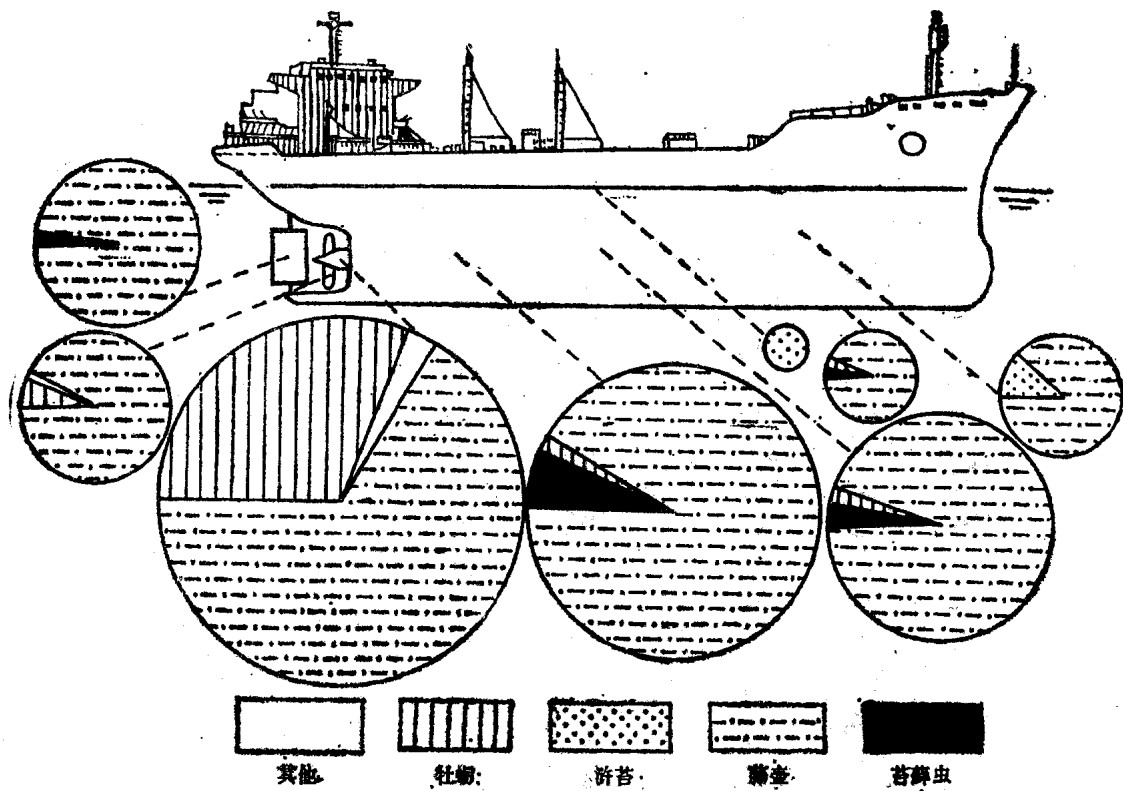


图 1.2 福建 20 号船污损生物的分布及相应湿重

船底 前侧、中侧、尾侧、底部和龙骨突等船底的不同部位，因为通过其表面的水流速度有差别，也由于光照不同，所以污损生物也有一定的差别。通常在靠近船尾底部的污损生物比较多；船头侧面的污损生物比较少，因为这里受水流的冲刷大，光线也比较充足。

表 1.4 福建沿海 20 号船的污损生物(1962.7—1963.3)

部 位	种 数	覆盖面积 (%)	湿 重 (kg/m ²)	湿 重 百 分 组 成(%)				
				藤 壶	苔 藓 虫	牡 蛎	浒 苔	其 他
头 侧	10	100	1.27	85.1	0.6	3.5	14.3	
体 侧	10	100	5.46	93.3	4.4	2.4		
尾 侧	11	100	8.39	91.3	6.5	1.9		0.3
龙 骨	4	30	0.70	93.5	2.6	3.8		0.1
水 线	1	85	0.21				100	
轴 套	9	70	14.32	66.2	0.2	30.7		2.9
舵	9	100	2.37	97.3	2.5		0.2	
螺旋桨	3	70	2.42	90.5		7.3		2.2

推进器 因通常不采取防污措施,所以绝大多数船只的推进器都长有污损生物,即使是高速快艇的螺旋桨,也还是有牡蛎、藤壶、苔藓虫和龙介虫等生物附着在上。螺旋桨中心部分的污损生物往往多于外缘部分,这是因为转速不同的缘故(图1.3)。

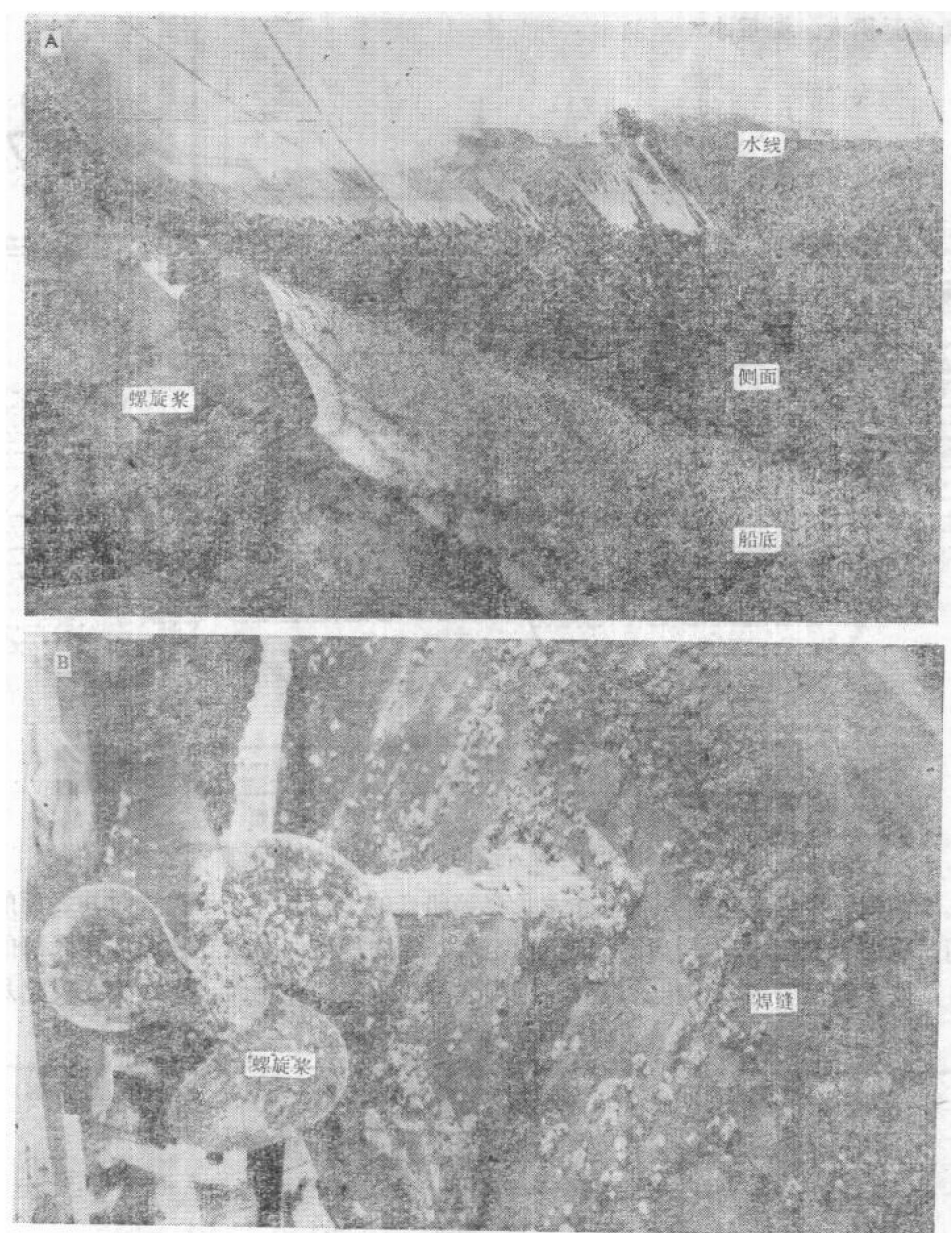


图 1.3 船底污损生物

A. 工农兵2号轮下水一年后,受纹藤壶等严重污损; B. 船底焊缝、螺旋桨受到严重污损
(上海船舶研究所供稿)

3. 船底污损生物的主要类群 对 1,000 多艘不同型号及不同航线的船舶所作的污损生物统计表明,主要污损生物类群是藤壶、藻类、水媳、苔藓虫、龙介虫(石灰虫)及双壳类。这些类群的出现频率因地而异(图1.4),但总的趋势是一致的〔70,90,104,108〕。

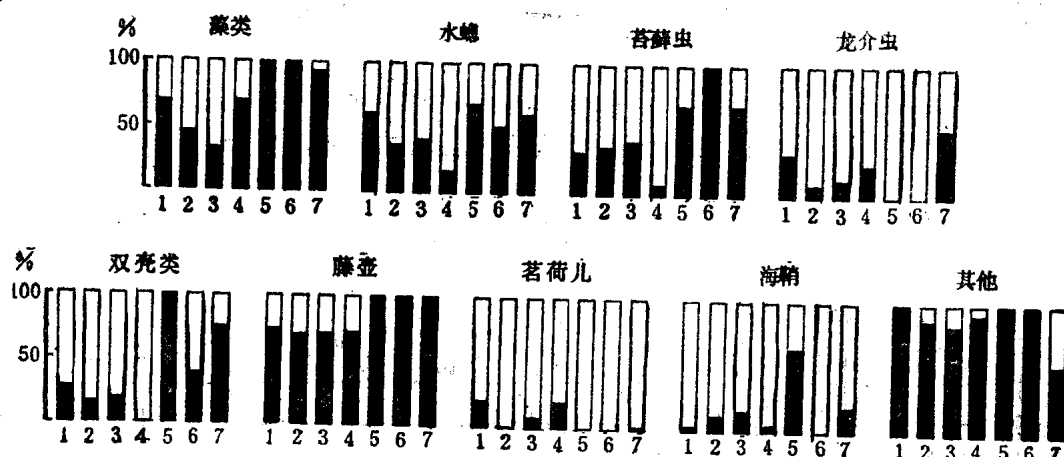


图 1.4 船底主要污损生物类群的出现频率

1. 汉堡船坞 48 艘船 (Hentsche, 1922); 2. 美国船坞 250 艘船 (Viesscher, 1928);
3. 美国水域 100 艘船 (Viesscher, 1928); 4. 汉堡船坞 481 艘船 (Kühl-ziesse-mann, 1936—1939); 5. 黑海等水域 46 艘船 (Paspalleff, 1933); 6. 易北河口等水域 115 艘船 (Kühl, 1934—1955); 7. 中国沿海 45 艘船 (著者等, 1960—1980)

藤壶是对船底危害最大、出现频率最高的污损动物；藻类仅生长在水线阳光充足处，海藻孢子在船舶航行（航速 10.7 节以上）时还可以继续附着^[56]，且生长迅速；茗荷儿是典型的大洋表层污损生物，帆船时代横渡大洋的船只深受其害，轮船出现后其威胁相对减小；双壳类生长周期长，在经常航行的船只底部数量不大；水螅和苔藓虫在船底的覆盖面积大，但湿重往往很小；龙介虫主要出现在水流不很急的高盐水域。此外，长期停靠的船只，还常有比较多的海鞘、海绵和贻贝附着。

4. 不同航线污损生物的差异 Kühl 1936—1939 年间^[70]在汉堡船坞调查了 481 艘船只的污损生物，这些船只航行在世界三大洋十二个海域。在这些海域，污损生物有较大的差别，兹略述如下。

北美东岸 航行到纽约、巴尔的摩、波士顿或加拿大港口的船只，污损生物很少，仅水线部位长有绿藻。

西印度群岛和墨西哥沿岸 在墨西哥暖流的影响下，生物得以充分发育和生长，污损程度比北大西洋沿岸大得多，主要种类是绿藻和藤壶。

南美东岸 阿根廷的布宜诺斯艾利斯地处河口区，航行到这里的船只，多数污损生物就会死亡，但藤壶的壳仍然保留。航行到乌拉圭蒙特维多港的船只，污损生物明显增多，且愈向北愈多，到赤道附近最为严重。南美北部亚马逊河、俄利诺科河河口，因盐度低，致使污损生物减少。

南美西岸 巴拿马及其以南的低纬度沿海，污损生物的种类多，主要特点是有大型藤壶。智利沿岸的污损生物也很多，并与印度东岸相类似，主要种类是藻类和藤壶。

北美西岸 西岸的南部及洛杉矶、旧金山港的生物污损特别严重。西岸北部的西雅图和温哥华，因位于湾内的低盐区，船只一进港污损生物就死亡了，仅留下空壳。

非洲西岸 航行在西非赤道附近的利比亚、尼日利亚、黄金海岸和象牙海岸的船只都受

到严重污损，仅几个月，污损生物的厚度即达22毫米。在安哥拉运木头的船只，航行九个月就被藻类覆盖54%。

喀麦隆航线 在中非几内亚湾沿岸的船只，受污损的程度因季节而异，雨季较轻，其他季节相当严重。这一带的阿克拉港、哈尔科特港等，被认为是世界上生物污损最严重的港口。

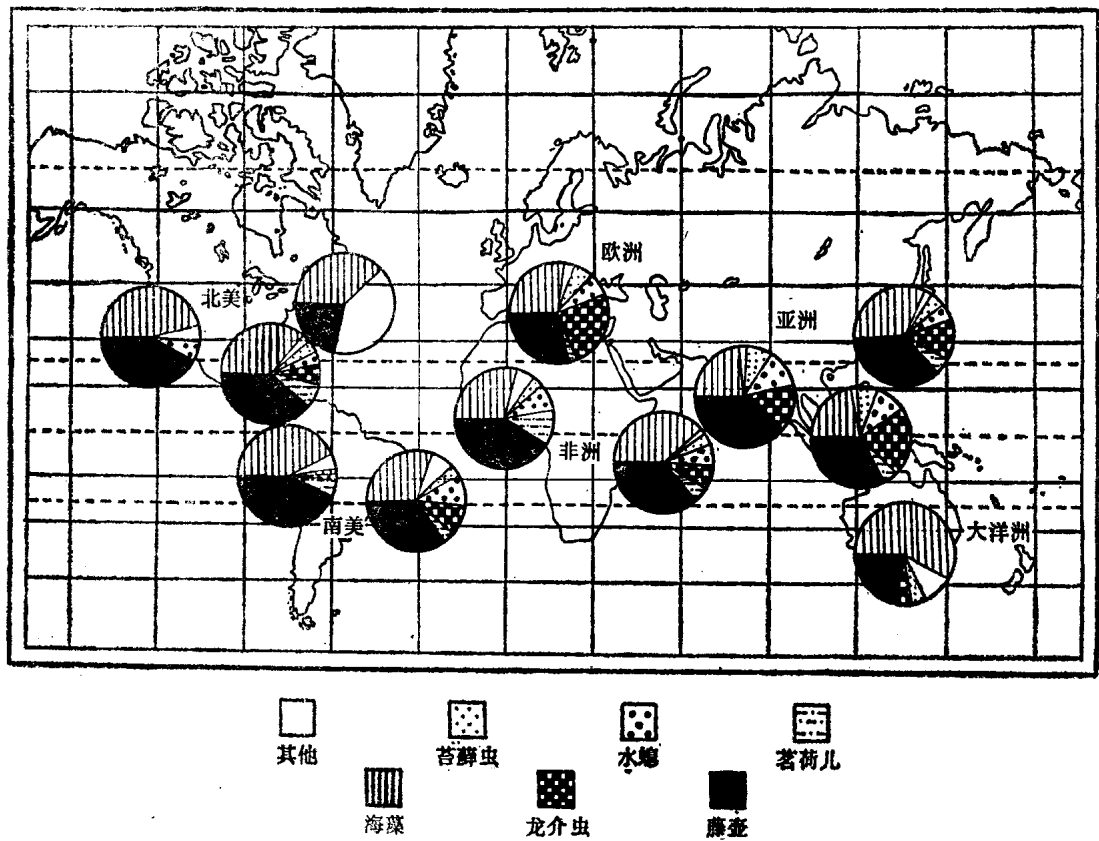


图 1.5 汉堡船坞各航线船只底部污损生物的组成 (Kühl, 1962)

非洲东南部 各港口污损率不一，如莫桑比克的贝拉港一般无生物污损；而有些港口则整年都有生物污损。

印度及南亚 藻类、龙介虫和藤壶是主要种类，生物的厚度达8—9毫米以上。印度南部沿岸及斯里兰卡的科伦坡港一带，生物污损有明显的季节性，东南和西北季风开始后的两个月，污损特别严重。这期间在巴基斯坦卡拉奇港的船只，也同样遭受藤壶的严重污损。在孟买港通常没有生物大量附着。波斯湾因为不象印度有明显的雨季，所以污损的季节性也就不明显。

印度尼西亚 在通常情况下，从汉堡到印尼的船只，无论取道苏伊士运河还是绕道好望角，均看不出污损生物的差别。这里雨季和旱季污损的特点不同。停在雅加达的船只仅几个星期即大量附着藤壶；而在德班有70%的船底，附着超过9毫米长的藻类。

东亚 雨季的生物污损比旱季严重。如香港，在旱季污损生物六个月的覆盖面积仅10—20%；而在雨季，同样长的时间竟达40%。藻类、龙介虫和藤壶是这个海区的代表种（有关中

国沿海其他港口的污损生物参见第三章)。

地中海 藤壶、水媳、草苔虫和海鞘是这里的主要污损生物。这个海区的非洲沿岸全年都有生物污损，在摩洛哥沿岸尤为甚。叙利亚港口有很多龙介虫，意大利和西班牙的港口则以藻类占优势。在亚历山大港，南部的船只受到生物污损；而东北部的船只因为受到尼罗河的影响经常不受生物污损。

澳大利亚 所有的船只都有藻类附着，55.6%的船底有藤壶；22.2%的船底有龙介虫(图1.5)。

在日本、新西兰检查不同航线的船底污损生物，也有类似以上所述的情况(35,97)。

浮标和水雷的污损生物

1. 一般特点 浮标一般抛设在航道、海港、渔场及海洋调查和海洋开发海区，这些海域都较开阔，水流也较畅通；同时浮标不象船只既要航行又得停靠码头，所以浮标有利于污损生物的附着与生长。因此，浮标污损生物的种类和数量一般都比船只多。表1.5列出了欧美一些船只和浮标污损生物种数。从表中可以看出，浮标污损生物的种类数远比船只多，这乃

表 1.5 浮标与船只污损生物种数的比较 (Redfield, 1952)

名 称	数 量	污 损 生 物 种 数	
		范 围	平 均
浮 标	4	31—37	34.0
浮 标	6	5—19	14.3
浮 标	10	5—37	22.4
船 只	83	1—13	4.2
船 只	48	1—12	4.4

表 1.6 各类群污损生物在浮标和船只上出现的百分数 (Redfield, 1952)

类 别	船 只			浮 标
	48艘	83艘	合 计	373个
藻 类	79	33	50	94
水 媳	63	49	54	99
海 葵	0	12	12	54
管 栖 多 毛 类	31	11	18	53
游 走 多 毛 类	0	2	2	93
苔 藓 虫	31	45	40	83
裸 鳃 类	0	2	2	58
双 壳 类	25	22	23	97
贻 贝	15	16	15	77
牡 蛎	10	8	9	17
其 他 双 壳 类	6	0	6	84
蔓 足 类	83	89	87	98
藤 壶	83	88	86	94
草 苔 虫	19	4	9	24
海 鞘	4	16	12	40

是浮标污损生物群落复杂、多样和更趋成熟的一个反映。表1.6列出了几个生物类群分别在船舶和浮标上的出现频率。数据表明，各类群在浮标上的出现频率也都大于船舶。其中，象海葵、裸鳃类和游走多毛类广泛分布于浮标，没有或者很少在船底发现。

浮标因抛放时间长短不一，因而污损生物也就有较大的差别，抛放一年至一年半的浮标，污损生物群落就趋于稳定。在特定港湾和海域的浮标污损生物，可以较好地代表该港湾污损生物群落的特点；浮标污损生物，是该海域污损生物区系的很好标志。

例如，紫贻贝(*Mytilus edulis*)是我国北方、西北欧和美国北部沿海浮标的主要污损生物，由于受到夏季高温的限制，在我国沿海的分布向南不到浙江；在北美分布的南界不超过

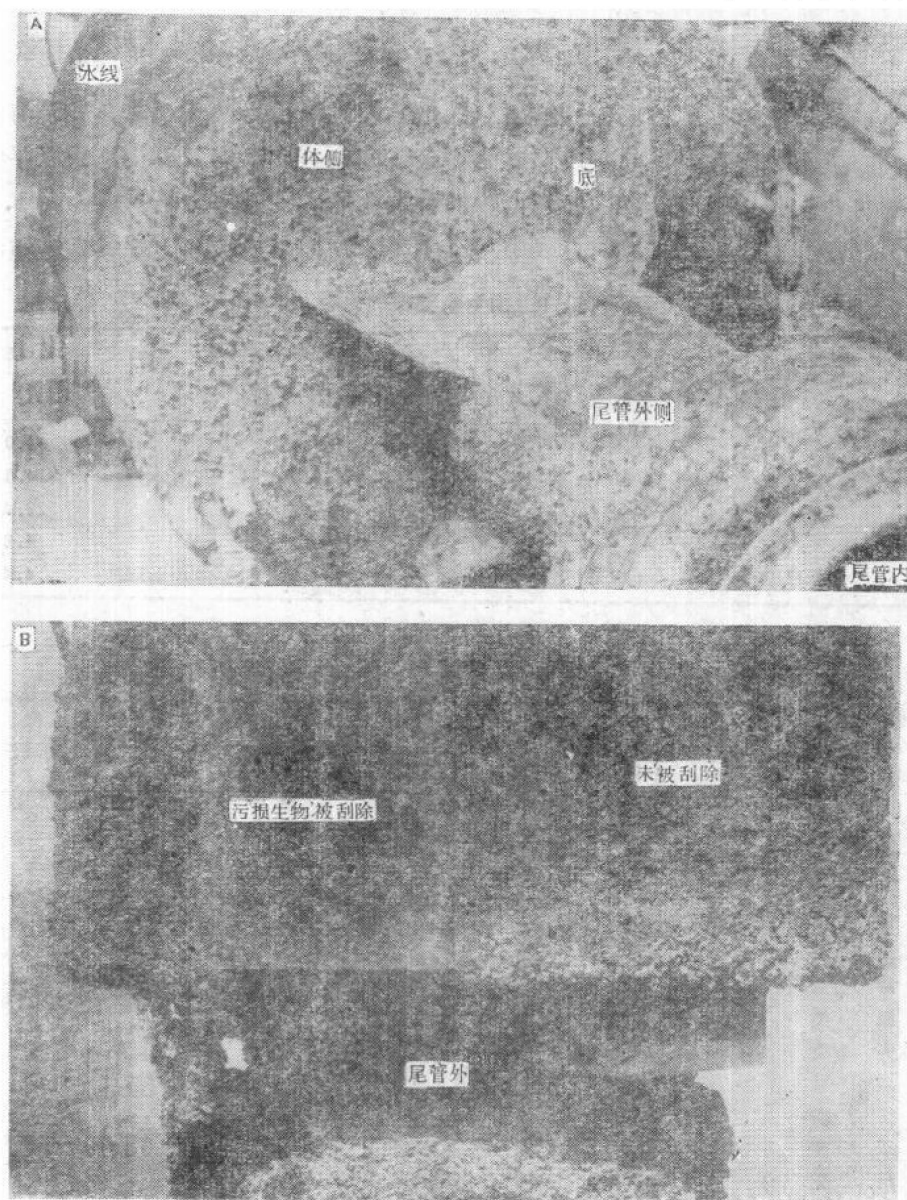


图1.6 浮标污损生物

A. 舟山沈家门浮标受到中等污损；B. 广东博贺港航标侧面密集附着网纹藤壶
(B图由湛江航运局曾子才供稿)