

海洋 防污与 防腐蚀

邓舜扬 编著

海洋出版社

88442315

海洋防污与防腐蚀

邓舜扬 编著

海洋出版社

1987年·北京

内 容 简 介

本书分两部分。第一篇分类介绍了各种海洋用防污涂料的制备方法、性能、适用范围及用法，其中重点介绍了自抛光防污涂料，无毒防污涂料及各种新型的防污措施。第二篇则介绍了金属腐蚀原理，腐蚀的种类，各种耐蚀合金，金属和混凝土等各种材料防腐蚀方法，并着重介绍了海洋防腐蚀技术在海船、海上建筑物及海上采油设备等领域中的应用。

本书取材新颖，实用性强，对新型材料如放射性元素锶、无定形合金等均有介绍，一些防污涂料的制备方法，工艺简单易行，还适合中小企业的生产。

本书对从事海洋开发企业、造船、航运、建材、石油、涂料、冶金工业、建筑工程和电镀行业的科技人员均有较大参考价值。也可作为大专院校有关专业的师生教学参考书使用。

责任编辑 吴宜倜

责任校对 刘兴昌

海洋防污与防腐蚀

邓舜扬 编著

海 洋 出 版 社 出 版 (北京市复兴门外大街1号)

新华书店北京发行所发行 建华印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 21.625 字数: 450千字

1987年8月第一版 1987年8月第一次印刷

印数: 1000

统一书号: 13193·0915

定价: 5.90元

前 言

浩瀚的海洋是人类的取之不尽的宝库。我国海岸线长达一万八千多公里，海洋资源丰富。然而，开发海洋必须先扫除两大障碍物，即海洋污损生物的附着及金属的海水腐蚀。

本书分两部分。第一部分分类介绍了各种防污涂料的制备方法、性能、适用范围及用法，其中重点介绍了自抛光防污涂料，无毒防污涂料及各种新型的防污措施。第二部分则介绍了金属防腐蚀原理，腐蚀的种类，各种耐蚀合金，金属和混凝土等各种材料的防腐蚀方法，并着重介绍了海洋防腐蚀和防污技术在海船、海上建筑及海上采油设备等各个领域中的应用。

本书以应用技术为中心，贯彻实用性和新颖性相结合的原则，对于最新技术和新型材料都作了较详细的介绍，如放射性元素在防污和防蚀上的应用，新型耐蚀材料——无定形合金等，以适应新技术革命的需要。

本书对于从事海洋开发事业，造船工业，海上运输业，建材工业和建筑业，石油工业，涂料工业，冶金工业，电镀业及其他有关领域内的技术人员均有较大的参考价值。本书中的有关配方具有良好的经济效益，适于沿海的中小企业进行生产。本书对于大专院校，电视大学，职工大学等单位有关专业的师生，也有一定的参考价值。

本书由上海交通大学顾振军教授全文审校。在编写和审校过程中，还得到陆军、沈金明等同志的大力支持，特在此表示感谢。由于水平有限，如有不当之处，欢迎读者批评指正。

编 者

1984年6月

目 录

引 言	(1)
-----	-------

第一篇 海 洋 防 污

第一章 防污概述	(3)
一、防污的目的意义	(3)
二、污损生物	(4)
三、国产沥青防污漆简介	(5)
四、日本所使用的防污剂	(5)
五、防污涂料的动向	(7)
第二章 氧化亚铜和铜类防污剂	(9)
一、氧化亚铜的防污作用	(9)
二、氧化亚铜的性能和制法	(9)
1. 性能	(9)
2. 国内制法	(9)
3. 利用废液制造氧化亚铜	(10)
三、铜类防污涂料配方实例	(11)
1. 氧化亚铜松香鱼油涂料	(11)
2. 氧化亚铜、松香和蜡	(11)
3. 热溶性氧化亚铜酚醛涂料	(12)
4. 不饱和聚酯树脂型氧化亚铜防污涂料	(13)
5. 氧化亚铜弹性防污涂料	(13)
6. 二氯苯基二氯乙烷-氧化亚铜防污涂料	(14)
7. 低碳烷基硫醇的铜盐防污剂	(14)
8. 氢氧化铜防污涂料	(14)
9. 乙烯类防污涂料	(14)
10. 氧化亚铜氯化橡胶防污涂料	(14)
11. 防污涂料中填料的选择	(15)
12. 含磷和铜的防污涂料	(15)
13. 低摩擦防污涂料	(15)
14. 包有铜化物的二氧化硅防污颜料	(15)
15. 磷酸盐玻璃态防污颜料	(16)
16. 铜和咪唑啉的络合物	(16)
17. 杀菌剂的作用	(17)
四、氧化亚铜防污涂料测试方法举例	(17)
五、国产氧化亚铜防污漆的防沉淀问题	(18)
第三章 有机金属化合物防污剂	(19)
一、有机锡防污剂	(19)
1. 概述	(19)

2. 有机锡防污剂的制备和性能.....	(20)
3. 有机锡防污涂料举例.....	(27)
二、有机铅防污剂	(33)
1. 有机铅防污剂的制备.....	(33)
2. 有机铅弹性防污涂料的性能和特点.....	(34)
3. 防污涂料的毒性释放试验及分析结果.....	(34)
三、其他有机金属防污剂	(35)
1. 有机锡防污剂.....	(35)
2. 有机铋化合物.....	(36)
3. 对苯二甲酸的重金属盐.....	(37)
4. 锰盐.....	(37)
5. 有机汞化合物.....	(37)
第四章 高分子防污剂	(39)
一、引言——防污剂的控制释放理论	(39)
二、丙烯酸型有机锡共聚物	(41)
1. 有机锡聚合物和二元共聚物.....	(41)
2. 有机锡丙烯酸三元共聚物.....	(42)
3. 憎水性有机延缓剂.....	(43)
4. 有机锡聚合物防污涂料的配方原理和实例.....	(44)
5. 丙烯酸有机锡共聚物的防污作用和自抛光作用.....	(45)
6. 丙烯酸型有机锡共聚物配方举例.....	(46)
7. 提高有机锡共聚物防污涂料的稳定性.....	(47)
8. 其他新型长效防污涂料	(47)
三、有机锡醇酸树脂	(47)
四、有机锡顺丁烯二酸酐缩聚物或共聚物	(49)
五、含锡有机硅防污涂料	(49)
第五章 其他防污剂和防污材料	(51)
一、汞的化合物	(51)
二、砷的化合物	(52)
三、有机硫, 有机氮, 有机氯及各种杂环化合物	(52)
1. 2-噻唑基苯并咪唑络合物	(53)
2. 三苯硼和吡啶类的络合物.....	(53)
3. 异过硫杂环胺盐类.....	(54)
4. 二硫代氨基甲酸噻唑类.....	(54)
5. 五环酰胺类.....	(55)
6. 三氯二硝基苯.....	(56)
7. 尸碱.....	(57)
8. 二氯苯氨基甲酸酯.....	(57)
9. 氯代甲撑苯等农药.....	(58)
10. 三嗪类化合物和氧化锌.....	(58)
11. 蜡状防污涂料用防污剂.....	(59)
12. 丙烯酸-8-噻啉酯防污涂料	(60)
13. 二硫代氨基甲酸酯和其他防污剂.....	(60)
四、沥青防污涂料及有关技术	(61)
五、酚醛树脂防污涂料及有关技术	(62)

六、氟乙酸酯类防污剂	(63)
七、防污漆的亲水膜	(63)
第六章 无毒和低毒的防污涂料	(66)
一、半渗透膜法	(66)
二、降低表面张力法	(67)
1. 有机氟防污涂料	(68)
2. 有机硅防污涂料	(68)
3. 其他方法	(69)
三、生化法	(69)
四、合成除虫菊素	(70)
五、压电法	(70)
六、水溶性自抛光防污涂料	(71)
七、其他	(71)
第七章 其他重要海洋防污技术	(73)
一、防污防蚀兼用涂料	(73)
1. 含锌防污涂料	(73)
2. 可剥的防污胶带	(75)
3. 其他	(75)
二、金属型防蚀剂——铜和铜镍合金	(75)
1. 铜粉防污剂	(76)
2. 用铜皮包覆船壳	(77)
3. 铜镍合金包覆	(78)
4. 铜镍合金粉末	(78)
5. 特种防污合金	(78)
三、电化防污法	(79)
1. 概述	(79)
2. 电化防污试验	(79)
3. 钛制阀门的电化防污	(80)
4. 产生次氯酸钠的电解装置	(80)
5. 用外加电流阴极保护法	(82)
四、防污和防蚀用的放射性元素	(82)
1. 铊Tl-99	(82)
2. 钴Co-60	(84)
五、海洋中木材的防蛀，防污和防蚀	(84)
1. 甲基氨基甲酸氯苯酯等	(84)
2. 环氧沥青涂料	(85)
3. 含硫的或含氮的有机锡化合物	(85)
4. 油溶性有机铜	(86)
5. 环烷酸铜	(86)
6. 保护海上木材的胶状制剂	(86)
六、渔网用防污剂	(86)
1. 概述	(86)
2. 日本的“祝渔”防污涂料	(87)
3. 聚乙烯渔网的防污剂	(88)

4. 醇胺型防污剂.....	(89)
5. 低毒性有机锡化合物.....	(90)
6. 磷脂类.....	(91)

第二篇 海洋防蚀技术

第八章 海洋防蚀概论.....	(93)
一、海水中的腐蚀因素.....	(93)
二、海盐腐蚀.....	(95)
三、海上腐蚀环境的分区.....	(96)
四、金属腐蚀原理.....	(97)
五、防蚀方法及其选择.....	(97)
六、各种金属的耐蚀性比较.....	(98)
第九章 在海洋中金属的局部腐蚀及其防护	(100)
一、点蚀和缝隙腐蚀.....	(100)
1. 点蚀的概念.....	(100)
2. 不锈钢的点蚀.....	(101)
3. 点蚀试验法.....	(102)
4. 钼的抗点蚀作用.....	(102)
5. 点蚀的临界温度.....	(102)
6. 硫和其他杂质促进点蚀的作用.....	(103)
7. 点蚀电位.....	(104)
8. 点蚀孔内的溶液.....	(104)
9. 点蚀孔内外的质量迁移.....	(105)
10. 合金元素的影响和临界点蚀尺寸.....	(107)
11. 缝隙腐蚀.....	(108)
12. 缝隙腐蚀和点蚀的相互关系.....	(108)
13. 含氮的抗点蚀不锈钢.....	(110)
14. 其他.....	(111)
15. 国产耐海水点蚀不锈钢——NHB-1	(111)
二、流动腐蚀, 冲刷腐蚀和空蚀.....	(112)
三、电偶腐蚀.....	(113)
1. 概说.....	(113)
2. 海洋上常见的电偶腐蚀及其防止.....	(117)
四、电解腐蚀(电蚀).....	(120)
1. 电蚀和电偶腐蚀的区别.....	(120)
2. 电蚀事故事例.....	(120)
3. 电蚀的特点.....	(121)
4. 防止电蚀的措施.....	(121)
5. 接地及其保护.....	(122)
五、合金选择腐蚀	(124)
1. 黄铜脱锌.....	(124)
2. 铸铁的石墨化.....	(124)
3. 其他.....	(125)
六、应力腐蚀开裂	(125)
1. 概述.....	(125)

2. 海洋上常见的应力腐蚀开裂现象.....	(126)
3. 海上避免应力腐蚀开裂的措施.....	(126)
4. 不锈钢开裂环境研究.....	(127)
5. 氯化物引起的开裂速度研究.....	(127)
6. 应力的影响.....	(128)
7. 环境变化的影响.....	(129)
8. 应力腐蚀的电化学.....	(130)
9. 金相学的影响.....	(130)
七、氢脆.....	(132)
八、晶间腐蚀.....	(133)
九、振磨腐蚀.....	(133)
第十章 在海洋中金属的腐蚀疲劳	(135)
一、概述.....	(135)
二、钢材在海水中的 腐蚀 疲劳	(140)
1. 低强度和中强度钢材.....	(140)
2. 高强度合金钢材.....	(142)
3. 在海水中低碳钢疲劳开裂的扩展.....	(143)
4. 在海水中改善钢铁焊接部的腐蚀疲劳方法之一.....	(144)
5. 在海洋中能抵抗应力腐蚀和疲劳的新型可焊低合金钢.....	(144)
三、不锈钢的腐蚀疲劳	(145)
四、铜基合金的腐蚀疲劳	(150)
五、镍基合金和铜镍合金的腐蚀疲劳	(152)
1. 镍基合金.....	(152)
2. 铜镍合金或镍铜合金.....	(153)
六、铝合金的腐蚀疲劳	(154)
1. 铝铜合金.....	(155)
2. 海洋级铝镁合金.....	(156)
3. 铝镁锌合金.....	(157)
七、钛合金 及其 腐蚀疲劳.....	(158)
1. 钛合金品种.....	(158)
2. 腐蚀疲劳性能.....	(158)
第十一章 海洋用金属材料的抗腐蚀性能.....	(160)
一、钢铁的锈蚀及防腐蚀	(160)
1. 概述.....	(160)
2. 在海洋中的铁锈.....	(160)
3. 钢材的局部腐蚀.....	(161)
4. 耐海水的低合金钢.....	(162)
5. 国外的某些研究成果.....	(164)
6. 铸铁.....	(165)
二、不锈钢的抗腐蚀性能	(166)
1. 概述.....	(166)
2. 奥氏体不锈钢的焊缝腐蚀.....	(167)
3. 其他方面的腐蚀特性.....	(168)
4. 电偶腐蚀特性.....	(169)
5. 应力腐蚀开裂.....	(169)

6. 空蚀(气泡腐蚀).....	(170)
7. 海水和淡水的比较.....	(170)
8. 海洋中使用不锈钢应注意的问题.....	(170)
9. 焊剂和氯化物沉积的影响.....	(170)
10. 其他的新进展.....	(171)
11. 双相不锈钢.....	(171)
12. 铁素体不锈钢.....	(173)
13. 近代新配方举例.....	(173)
三、铜基合金.....	(174)
1. 铜和黄铜.....	(174)
2. 青铜.....	(176)
四、镍基合金.....	(178)
五、铜和镍的合金防腐蚀研究.....	(179)
1. 热交换器耐蚀性研究.....	(179)
2. 铜镍合金成分及显微组织对于它在海水中耐蚀性的影响.....	(180)
3. 温度对于70/30铜镍合金的抗海水腐蚀性能的影响.....	(181)
4. 能抵抗含有固体颗粒悬浮物的海水冲击腐蚀的铜镍合金.....	(181)
5. CuNi10Fe合金和钢的焊接复合物在合成海水中发生的拾铁现象对其耐蚀性的影响.....	(182)
六、铝和海洋级铝.....	(182)
1. 概述.....	(182)
2. 合金元素的影响.....	(183)
3. 海洋级铝.....	(183)
4. 点蚀.....	(184)
5. 电偶腐蚀.....	(184)
6. 泥卷(Poultice)腐蚀和其他.....	(185)
七、钛.....	(185)
八、其他晶态金属.....	(186)
1. 铅.....	(186)
2. 焊接合金.....	(186)
九、无定形合金.....	(187)
1. 引言.....	(187)
2. 铬和镍对耐蚀性的影响.....	(187)
3. 无定形合金制法.....	(190)
4. 无定形合金的组成和成分.....	(192)
5. 无定形合金的性质和用途.....	(193)
6. 无定形合金的耐蚀性.....	(193)
第十二章 海洋中的钢筋混凝土及非金属材料的防腐蚀.....	(197)
一、概述.....	(197)
二、海水对于混凝土的腐蚀作用.....	(197)
1. 海水的化学腐蚀.....	(197)
2. 海水对钢筋的腐蚀作用.....	(198)
3. 水泥-砂-水的配比对于裸钢筋和镀锌钢筋的腐蚀的影响.....	(198)
三、对于混凝土防海水腐蚀的其他研究.....	(200)
1. 防硫化氢腐蚀的水泥浆料.....	(200)
2. 表面涂料及钢筋镀锌(或镀铝).....	(200)
3. 矿渣水泥, 缓蚀剂及其他配方.....	(201)

四、钢筋混凝土的阴极保护	(201)
五、混凝土内部用钢筋及管道合金元素成分的改良	(203)
六、其他非金属材料	(204)
第十三章 电化防蚀法	(206)
一、概述	(206)
二、牺牲阳极法	(207)
1. 概述	(207)
2. 牺牲阳极在海船上的应用	(208)
3. 牺牲阳极合金材料研究	(214)
4. 国产铝基合金牺牲阳极	(214)
5. 其他	(215)
三、外加电流法	(215)
1. 外加电流	(215)
2. 阴极保护的副作用	(216)
3. 阴极保护过程中形成的表面石灰质沉积层的研究	(219)
4. 阴极保护对于高强度钢材的应力腐蚀开裂的影响	(221)
5. 铝合金在海水中和铜合金接触时的阴极保护	(222)
6. 外加电流法的辅助阳极材料	(222)
7. 其他	(224)
第十四章 金属镀层, 金属包覆法和表面处理	(226)
一、概述	(226)
二、镀锌、镀镉和镀铝	(226)
三、现代化的热熔浸镀锌技术	(228)
1. 现代化的热熔浸镀锌工艺	(228)
2. 镀锌钢材的耐蚀性能	(229)
3. 镀锌钢板的后处理及油漆涂布	(230)
四、热喷锌和热喷铝的应用	(231)
1. 热喷锌和热喷铝的防蚀原理	(231)
2. 应用举例	(231)
3. 喷镀层的耐海水性能研究	(231)
五、镀锡、镀铅、镀镍和镀铬	(232)
六、无定形合金的电镀	(233)
七、无定形合金的其他镀层	(235)
1. 激光法	(235)
2. 火焰喷镀法	(236)
3. 真空沉积法	(236)
4. 耐浓酸的铬硼无定形合金	(236)
八、不锈钢的表面处理	(236)
1. 锈斑的松弛	(236)
2. 去除锈斑	(237)
3. 光亮化浸渍(化学抛光)	(237)
4. 钝化	(238)
5. 表面抛光	(238)
九、铝的阳极氧化	(239)
1. 硫酸法	(239)

2. 铬酸法	(239)
3. 草酸法	(239)
4. 磷酸法	(240)
5. 硬膜型阳极氧化法	(240)
十、其他应用的进展	(240)
第十五章 防蚀涂料和缓蚀剂	(242)
一、防蚀涂料概述	(242)
二、涂料的防蚀原理	(244)
1. 牺牲防蚀作用	(244)
2. 涂料的活性防蚀作用	(245)
三、富锌涂料	(245)
四、氯化橡胶涂料	(248)
五、片状填料及其他重防蚀涂料	(250)
六、防蚀颜料	(253)
1. 防蚀颜料的类型	(253)
2. 防蚀颜料的动向	(253)
七、其他防蚀涂料制法举例	(257)
1. 油性涂料	(257)
2. 废橡胶改性的沥青	(257)
3. 石油树脂	(257)
4. 不饱和聚酯树脂	(258)
5. 聚苯硫醚涂料	(258)
6. 丙烯酸型防蚀涂料	(258)
7. 环氧涂料	(259)
8. 聚乙烯醇缩丁醛涂料	(259)
9. 聚砜涂料	(259)
10. 聚氨酯涂料	(259)
11. 水性涂料	(260)
12. 国产厚浆防蚀涂料	(260)
八、其他有关海上涂料防蚀技术	(260)
1. 带锈涂料	(260)
2. 沥青渗透法	(261)
3. 尼龙包覆法	(261)
4. 海洋防蚀涂料的其他进展	(261)
九、防蚀涂料施工的现状和动向	(262)
1. 涂料材料	(262)
2. 施工方法	(263)
十、防蚀涂层的寿命预测	(264)
1. 渗透性试验	(264)
2. 电化学方法	(265)
十一、海船上防蚀涂料的选用	(271)
十二、在海港或码头设备上使用的防蚀涂料	(272)
十三、阿根廷、印度及澳大利亚的防蚀试验结果	(273)
十四、内衬和包覆	(274)
十五、缓蚀剂	(276)

第十六章 海船防腐蚀	(283)
一、水下设备的防腐蚀	(283)
1. 船龙骨及龙骨螺栓	(283)
2. 船内压舱物	(284)
3. 船尾设备	(285)
4. 舵和舵栓	(287)
5. 活动防浪板	(287)
6. 紧固零件	(288)
7. 铝制舷外动力设备	(289)
二、甲板上和船舱内的设备	(289)
1. 甲板上的金属设备	(289)
2. 驾驶台、支柱和救生索	(290)
3. 地滑车、仪表板和铰链等	(290)
4. 起重桅杆	(291)
5. 绳索和索具	(291)
三、船壳防腐蚀	(292)
1. 钢制船壳	(292)
2. 铝制船壳	(294)
四、发动机的防腐蚀	(295)
1. 防止冷却水的腐蚀作用	(295)
2. 气缸防腐蚀	(296)
3. 管道和旋塞	(296)
4. 排水管和排气管	(297)
5. 燃料油箱和油管	(297)
6. 水箱	(298)
7. 电气设备	(298)
8. 舷外发动机	(299)
第十七章 海上采油设备防腐蚀	(300)
一、概说	(300)
二、平台结构简介	(300)
三、平台腐蚀概况	(301)
四、平台所使用的材料	(303)
五、阴极保护法	(304)
1. 概说	(304)
2. 牺牲阳极法	(305)
3. 外加电流法	(306)
4. 采油(气)管道的阴极保护	(307)
六、平台用防蚀涂料	(309)
七、海上石油贮器	(311)
八、海上石油、天然气管道	(313)
九、海上都市	(315)
第十八章 海水淡化工厂的防腐蚀	(317)
一、结构和材料	(317)
二、阻垢问题	(317)

三、其他	(319)
附录 1 热带海洋环境中16年金属腐蚀试验的结果	(321)
附录 2 单位换算	(330)
附录 3 国内有关参考图书	(330)
附录 4 本书的主要蓝本	(331)
附录 5 国外主要有关期刊	(331)

引 言

人类所生活的地球上，海洋约占地球表面积的70.9%。浩瀚的海洋是一个极为丰富的自然资源宝库，有待人类开发和利用。国外已把“海洋工程”列为“第四次产业革命”的主要内容之一，开发海洋的主要意义至少有下列几个方面：

① 海洋储存着大量资源。例如：据估计，近海大陆架的石油储量约占地球上石油总储量的2/3，近年来，近海的石油、天然气、硫磺、锡和金刚石等已开始开采，为人类提供了不小的财富。在深海海底还储存着下列矿物：铝430亿吨（为陆地储量的200倍）、锰3580亿吨（为陆地储量的4000倍）、铜9亿吨以上（为陆地储量的50倍）、锆10亿吨（为陆地储量的1000倍）、镍147亿吨（为陆地储量的1500倍），钴52亿吨（为陆地储量的2000倍）和钼7.5亿吨（为陆地储量的300倍）等等。

② 海水中含有近80种元素，海水可以用来提取食盐、镁、溴、重氢（氘）和淡水。铀在每升海水中的含量虽然只有 3.34×10^{-6} 克，但在海水中的总量却达45亿吨左右，约为陆地储量的2000倍以上（日本等国正在海水中萃取铀），金等贵重金属及许多稀有元素在海水中的含量也十分丰富，有待开发利用。氘是热核反应的主要原材料，海水中含有的氘将是一种取之不尽的能源。

③ 海洋是人类取之不尽的巨大食品基地。海洋中生活着多种多样的动物（如鱼类）、植物（如生长最迅速的藻类）和各种水产品，它们能为人类提供大量的蛋白质、糖类、脂肪质和药材。

④ 海洋提供的大量新能源有待我们开发利用（如波浪发电、潮汐发电、温差发电、太阳能、风力等等）。

⑤ 海洋提供了方便和廉价的交通运输通道。

⑥ 开发海洋对于我国的国防现代化，特别是建设一支现代化的海军，有极其重要的意义。

在造船方面，近来在海上的新型运输船只、海军舰艇和海上渔船三个方面都得到了高速度的发展。

开发利用海洋除了船舶以外，海洋建筑的式样也是多种多样的，有固定式、自升式和浮动式。其中浮动式又可分为海上型、全浸型和半潜水型三类。这些海洋建筑物的规模也愈来愈大。

然而，在海洋环境中，海洋生物的附着污染和海水的腐蚀作用却特别严重。为了安全、节能、经济和延长使用寿命，海洋建筑物的防腐蚀和防污是两个重要的课题。通常，在大陆上，防蚀费用只占施工费用的1%左右，但在海洋中，仅施工初期的防蚀费用就占施工总费用的10—35%，此后所需要的维修费用更加昂贵。因此，研究海洋防蚀和防污有非常重要的经济价值和实用价值。

海洋防污和防蚀有着密切的关系。污损生物的吸附，会引起防蚀涂层的脱落，从而引起严重的腐蚀，某些微生物本身就对金属有腐蚀作用。通常，船底和海洋建筑物先涂防蚀

涂料作为底层，再用防污涂料作为面层。近年来，已经研制成功同时具有防污和防蚀作用的涂料。锍是最有效的放射性防蚀和防污材料。铜镍合金也兼有防蚀和防污作用。所以，本书把这两种技术放在一起讨论。

我国是世界上海洋大国之一，在我国，海洋防蚀和防污有特别重要的经济价值，是四化建设的一个重要组成部分。然而，我国的海洋防蚀和防污事业非但比较复杂，而且还有其特色，不能照抄某一国的经验。而且，南方不能照抄北方的防污和防蚀措施，否则，因南方腐蚀环境强，污损生物繁殖快，而使这种措施失效；相反，北方海域也不能照抄南方的防污防蚀经验，否则就会增加成本，造成浪费，甚至有增加毒物的污染，妨碍海洋水产业的发展。因此，根据我国和本地具体气候条件和腐蚀环境，因地制宜地选用各种防污和防蚀措施是十分重要的。

第一篇 海洋防污

第一章 防污概述

一、防污的目的意义

许多海洋生物和微生物能吸附于船底并生长和繁殖（如藤壶之类），特别是在比较温暖的地区和春夏两季，这些有害的附着生物（称为污损生物）迅速生长繁殖。污损生物的吸附生长增加了船的前进阻力，降低船速，限制船艇的灵活性，增加船的振动和燃料消耗，降低船的货运量。污损生物死亡后脱落，还可能被吸入设备的管道内，造成管道的堵塞。此外，污损生物的繁殖也会引起船舶或海上建筑的防腐蚀保护层的损坏，加速了它们的金属结构的腐蚀，降低了船只和海上建筑的使用寿命。在美国，对一艘航速为15节¹⁾的海船进行了计算，如果船底有中等程度的生物吸附污染，所需用的燃料就会增加30%。

人类与海洋附着生物的战斗已有四千年的历史。最早，人们把沥青和桐油涂于木船底部，在船底包铜皮，减少或防止污损生物的吸附。从中世纪末期到十九世纪，人们又采用氧化氯或氧化汞等毒剂制成涂料涂布于船底，或用铜粉制成防污涂料。到二十世纪，由于发现了镀铜或铜粉涂料有加速钢材的电化腐蚀的副作用，从而氧化亚铜型防污涂料被推广使用。此后，又开发了有机锡型防污剂，它通常和氧化亚铜并用。近年来，研制和推广了有机锡聚合物和自抛光涂料。此外，各种无毒和低毒的防污涂料也相继出现。

除了使用涂料法防污外，许多其他防污方法也相继问世，例如：用遥控设备来自动控制能旋转的机械刷具或喷水法，可驱除船底的污损生物。此外，还有合金包覆法、电化法和放射性元素法等。

氧化亚铜和有机锡化合物（三丁锡类和三苯锡类）是最常用的防污剂。在氧化亚铜和金属之间应涂有富锌底漆，或者涂一层绝缘的有机涂料，以防止引起钢材的电化腐蚀。铝比钢铁更活泼，故含有氧化亚铜的防污涂料不能用在铝制船只上（红丹底漆也不能用在铝的表面），故铝的表面通常使用有机锡防污涂料。

过去的氧化亚铜型防污涂料多半以鱼油和松香的混合物为基料。近年来，大多数防污涂料都使用乙烯类粘结剂，即以氯醋树脂（氯乙烯-醋酸乙烯共聚物）和松香为基料，其防污性能有了很大的提高。而且，环氧树脂，炔类树脂（如古马龙树脂）、氯化橡胶、聚氨酯、环氧沥青，丙烯酸树脂，干性油和沥青等都可以用作粘结剂。最近，以丙烯酸型有机锡共聚物为粘结剂的自抛光防污涂料正在推广应用。

厚度2毫米的黑色氯丁橡胶板材用三丁锡型防污剂浸渍，再用粘结剂粘结在钢材上，放在海水中，由于它的厚度大于普通防污涂料，故其防污作用的有效期很长^[2]。

1) 1节=1海里/小时。