

工业涂料与涂装技术丛书

# 海洋涂料 与涂装技术

刘登良 主编



化学工业出版社

材料科学与工程出版中心



工业涂料与涂装技术丛书

# 海洋涂料与涂装技术

刘登良 主编

化学工业出版社

材料科学与工程出版中心

·北京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

海洋涂料与涂装技术/刘登良主编. —北京: 化学工业出版社, 2002.3

(工业涂料与涂装技术丛书)

ISBN 7-5025-3529-2

I. 海… II. 刘… III. 造船-涂料 IV. U668.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 004914 号

---

工业涂料与涂装技术丛书

海洋涂料与涂装技术

刘登良 主编

责任编辑: 顾南君

责任校对: 马燕珠

封面设计: 郑小红

\*

化学工业出版社 出版发行  
材料科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

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

\*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印刷

三河市前程装订厂装订

开本 787×1092 毫米 1/32 印张 16 $\frac{3}{4}$  字数 371 千字

2002 年 3 月第 1 版 2002 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-3529-2/TQ·1455

定 价: 38.00 元

---

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换  
京工商广临字 2002—05 号

## 出版者的话

随着材料技术和合成树脂的迅速发展，作为材料重要领域之一的涂料工业取得了长足的进步，正朝着高装饰性、高性能、功能化和低污染方向发展，以满足各行业日益迫切的需求。化学工业出版社组织相关行业长期从事涂料开发、研制、生产、应用和施工的数十位专家编写了《工业涂料与涂装技术丛书》。丛书共 17 分册。

船舶涂料与涂装技术	建筑涂料与涂装技术
粉末涂料与涂装技术	航空涂料与涂装技术
铁道涂料与涂装技术	汽车摩托车涂料与涂装技术
无机涂料与涂装技术	家电涂料与涂装技术
皮革涂饰剂与整饰技术	海洋涂料与涂装技术
集装箱涂料与涂装技术	家具涂料与涂装技术
防腐蚀涂料与涂装技术	机床涂料与涂装技术
塑料橡胶涂料与涂装技术	道路涂料与涂装技术
石油工业涂料与涂装技术	

基于涂料行业本质上是一个服务性行业的特点，涂料必须经过涂装才能成为最终产品的认识，本丛书打破了以往以化学组成将涂料分为 18 大类分别叙述的格局，为适应广大用户的需求，采用以不同应用领域所需的涂料和它的施工技术为主线，从涂料与涂装一体化的观点出发，详细和系统地介绍了不同用途和不同底材对涂料的要求，适合不同底材的涂料种类、特点、配方设计的基本原理和典型的基础配方。强调了涂装工

艺、涂装技术和涂层质量管理体系等现代涂料和涂装观念，并辟专章讨论了涂装缺陷及其对策。

本丛书结合国情，取材新颖，内容技术先进，反映了我国涂料和涂装研究、开发、生产和应用水平。全书实用性强。希望本丛书的出版能对涂料、涂装及相关行业的工程技术人员和施工人员有所帮助。

**化学工业出版社**

## 前 言

我国从 20 世纪 70 年代改革开放以来，国民经济迅速发展，各种建设项目和工程纷纷上马。同时，在管理上逐步与国际接轨，因此各种底材的防腐，尤其是在严酷腐蚀环境下使用的各类材料的防腐蚀日益引起人们的重视。重防腐和重防腐涂料开始被认识。欧美和日本等先进国家在此领域至少比我国领先二三十年，改革开放以来随着跨国公司在我国独资或合资办厂，以及高性能防腐涂料在大型防腐工程中的应用，迅速缩短了我国与先进国家的差距，同时带来了全新的重防腐涂料及其涂装的概念，防腐蚀设计及防腐工程管理体系。

为了普及海洋涂料与重防腐涂料及涂装技术，使之成为蓬勃发展的经济建设服务，提高海洋和重防腐涂料的开发水平，改进涂装队伍的素质和管理水平，中国化工新材料总公司海洋化工研究院和海军装备部舰务处，海军舰船维修所共同组织多年从事海洋涂料和重防腐涂料的技术开发人员、涂装技术服务人员以及防腐工程管理人员编写“海洋和重防腐涂料及其涂装技术”。本书作为化学工业出版社的《工业涂料与涂装技术》系列丛书之一，选材上尽可能反映该领域 20 世纪末的发展水平，尤其是先进国家和跨国公司的技术开发动向，以适应未来国际化市场竞争的要求，同时结合我国发展现状和整体涂装水平不高的现实，适当地增加了实用的涂料和涂装技术知识，也可用作防腐公司的培训教材。

本书由海洋化工研究院总工刘登良主编并写作第一章、第

二章以及第三章的第3~第6节。海军舰船维修所付大海总工负责第四章的编写，参与编写人员的分工如下：

第三章 于杰、黄微波、王华进、李长诚、桂太江、张善贵、张世珍、郭年华、钱叶苗；

第四章 付大海、刘提敬、张洪志、郭铭、周陈亮、曹京谊、张锋。

第五章 钱叶苗。

参加本书编写、打印工作的还有张捷、崔利娟、边蕴静。

海洋化工研究院 祝 伟

2001.12

## 内 容 提 要

本书从海洋的典型重防腐环境着手,详细阐述了海洋和重防腐涂料的原理和基础,重防腐涂料的主要品种和分类,重防腐涂料的发展趋势。重点介绍船底防锈漆、舰船防污涂料、水线防污漆、船壳及上层建筑用漆、甲板漆和甲板防滑漆、内舱漆以及特种船舶涂料 集装箱涂料、海洋工程用重防腐涂料、海水养殖专用涂料、100%固含量喷涂聚脲弹性体涂层、地坪涂料、大型容器内壁无溶剂防腐涂料的品种和组成,涂料配套和施工技术,辟专章论述底材的表面处理、涂装技术以及规范和标准、涂装设备。并针对涂装缺陷产生原因,提出了防治措施,最后叙述了海洋和重防腐涂料的性能评价方法和标准。

本书注重基础理论与实践的结合,反映了该领域 20 世纪末的发展水平,尤其是先进国家和跨国公司的技术开发动向,以推动我国海洋和重防腐涂料与国际水平接轨。

本书可供从事海洋和防腐涂料研究、开发、生产、管理和施工应用的工程技术人员阅读,也可作为大专院校相关专业的教学参考书。



# 目 录

<b>第一章 综述</b> .....	1
<b>第一节 海洋和重防腐涂料的范畴</b> .....	1
一、海洋和重防腐涂料的定义 .....	1
二、海洋和重防腐涂料的特点 .....	2
<b>第二节 海洋涂料与重防腐涂料的历史联系</b> .....	4
<b>第三节 典型的重腐蚀环境</b> .....	6
一、海洋腐蚀环境 .....	6
二、工业和生活污水环境 .....	8
三、石油化工大气环境 .....	8
四、高温高湿以及相对封闭环境 .....	9
五、油田地下水及原油腐蚀环境 .....	10
<b>第四节 海洋和重防腐涂料的施工环境</b> .....	11
一、暴露的大气环境 .....	11
二、工厂或车间可通风的大气环境 .....	12
三、密闭和高温及高湿等特殊环境 .....	13
<b>第五节 重防腐涂料与结构设计</b> .....	14
<b>第六节 海洋和重防腐涂料及其涂装的质量监督和保证</b> .....	17
一、防腐工程管理的考虑 .....	17
二、职业卫生及安全和环保问题 .....	18
三、涂装设计的基本要求 .....	18
四、对涂料和涂装专业人员的素质要求及认证和注册 .....	19
<b>第七节 产品说明书和材料安全数据编写指南</b> .....	20
<b>第二章 海洋和重防腐涂料原理和基础</b> .....	23
<b>第一节 底材腐蚀和保护原理</b> .....	23

一、钢材的腐蚀与防护 .....	23
二、铝及铝合金的腐蚀和保护 .....	37
三、镀锌钢板的腐蚀和保护 .....	38
四、木材的腐蚀和防腐 .....	39
五、混凝土的腐蚀和防护 .....	39
第二节 海洋和重防腐涂料的主要品种和分类 .....	48
一、海洋和重防腐涂料的性能要求和技术组成 .....	48
二、海洋和重防腐涂料的基本组成和主要原材料 .....	49
三、海洋和重防腐涂料的品种和分类 .....	88
四、海洋和重防腐涂料的配套 .....	89
第三节 海洋和重防腐涂料的发展趋势 .....	93
<b>第三章 海洋和重防腐涂料 .....</b>	<b>96</b>
第一节 船底防锈漆 .....	96
一、技术要求和原理 .....	96
二、船底防锈漆的品种和配方原理 .....	96
第二节 舰船防污涂料 .....	103
一、海洋附着生物的种类和危害 .....	103
二、防污涂料的特点和技术要求 .....	106
三、防污涂料的类型和配方原理 .....	108
四、防污涂料开发程序和性能表征 .....	120
五、木船防污漆 .....	125
六、玻璃钢船防污漆 .....	126
第三节 水线和水线防污漆 .....	128
一、使用环境和性能要求 .....	128
二、主要品种和配套 .....	128
第四节 船壳及上层建筑用漆 .....	131
一、使用范围及性能要求 .....	131
二、主要品种和组成 .....	131
第五节 甲板漆和甲板防滑漆 .....	135
一、使用范围和性能要求 .....	135

二、主要品种及组成 .....	137
第六节 内舱漆 .....	139
一、生活舱漆 .....	140
二、油舱漆 .....	142
三、压载舱漆 .....	145
四、化学品舱漆 .....	146
五、饮水舱涂料 .....	147
六、蓄电池舱漆 .....	154
第七节 特种船舶涂料 .....	154
一、防结冰涂料 .....	154
二、太阳热反射涂料 .....	155
三、船用阻燃涂料 .....	165
四、船用防火涂料 .....	168
五、船用阻尼涂料 .....	171
六、技术指标及检测方法 .....	178
七、隔声及阻燃腻子 .....	179
八、舰船用隐身涂料 .....	182
第八节 集装箱涂料 .....	195
一、集装箱涂料概述 .....	196
二、主要集装箱涂料品种的性能特点 .....	196
三、集装箱涂料的配套 .....	199
四、集装箱涂料的涂装 .....	200
五、集装箱涂料的发展方向 .....	205
第九节 海洋工程用重防腐涂料 .....	206
一、海洋工程用重防腐涂料的品种特性和分类 .....	206
二、海洋工程用重防腐涂料的配套体系 .....	208
三、海洋重防腐涂料的施工及涂装质量控制要点 .....	214
四、海洋重防腐涂料的发展趋势 .....	215
五、新型海洋重防腐涂料使用中应注意的问题 .....	215
第十节 海水养殖专用涂料 .....	216

一、渔网防污涂料 .....	216
二、营养涂料 .....	218
第十一节 100%固含量喷涂聚脲弹性体涂层 .....	219
一、国内外发展简史 .....	221
二、关键设备 .....	223
三、材料性能 .....	227
第十二节 地坪涂料 .....	229
一、产品种类 .....	230
二、产品组成及配方原理 .....	231
三、地坪涂料的施工和配套 .....	233
第十三节 大型容器内壁无溶剂防腐涂料 .....	234
第十四节 海洋涂料产品的生产 .....	239
一、生产工艺流程 .....	239
二、主要设备 .....	239
三、海洋涂料的质量控制 .....	244
四、海洋涂料生产中的安全卫生与环保 .....	245
参考文献 .....	250
<b>第四章 海洋和重防腐涂料的涂装 .....</b>	<b>251</b>
第一节 涂装的基本范畴和地位 .....	251
一、现代涂料与涂装 .....	251
二、涂装设计的概念和应用 .....	254
第二节 海洋和重防腐蚀涂料的配套方案 .....	267
一、新建钢船的涂料配套 .....	267
二、维修钢船的涂料配套 .....	269
三、玻璃钢船涂料配套 .....	273
四、铝壳船的涂料配套体系 .....	274
五、木船用涂料配套体系 .....	277
第三节 底材的表面处理 .....	279
一、底材表面污物的形态 .....	279
二、表面处理对涂料与涂装质量的影响 .....	280

三、表面处理的目的 .....	281
四、底材表面处理质量的评价标准和方法 .....	285
五、常用钢铁表面处理方法及工艺 .....	301
六、除油 .....	318
七、铝及其合金的表面处理 .....	326
八、塑料、橡胶、玻璃钢等低表面能材料的表面处理 .....	327
九、木材的表面处理方法 .....	331
十、修船作业中特殊部位的处理 .....	333
第四节 海洋和重防腐涂料的涂装 .....	335
一、涂装的方法和工具 .....	335
二、涂装的质量管理 .....	372
第五节 常见的涂装缺陷和产生原因及防治措施 .....	404
一、涂料在生产和贮存中发生的病态及防治 .....	405
二、涂装过程中发生的病态及防治 .....	417
三、涂装后发生的病态及防治 .....	450
第六节 典型的涂装实例 .....	463
一、散货轮的涂装 .....	464
二、成品油和原油轮的涂装 .....	464
三、综合补给船的涂装 .....	465
四、玻璃钢渔轮的涂装 .....	466
五、海上钻井平台的涂装 .....	466
六、海港码头设施的涂装 .....	467
七、油气管线及贮油罐的涂装 .....	467
八、海水冷却管线的涂装 .....	468
九、大型桥梁工程的涂装 .....	468
十、水利工程和船闸及管道的涂装 .....	491
十一、污水处理设备的防腐涂装 .....	469
第七节 防腐涂装的常用规范及相关标准 .....	470
一、船级社的有关规范 .....	470
二、导静电标准 .....	470

三、防火涂料的标准 .....	470
四、涂料常用检测标准 .....	471
五、舰船涂料通用标准 .....	471
<b>第五章 海洋和重防腐涂料的性能评价方法和标准 .....</b>	<b>473</b>
第一节 相关的常规性能测试方法 .....	473
第二节 船底防污漆的筛选和性能评价 .....	479
第三节 长效防腐涂料的加速测试方法及局限性 .....	485
第四节 涂料耐大气老化性能的评价方法 .....	499
第五节 功能型涂料技术标准 .....	506
一、防火涂料 .....	506
二、成品油罐和油舱涂料导静电性测试方法和标准 .....	509
三、舰船舱内涂料的卫生标准 .....	510
四、涂层太阳热反射测试方法 .....	516
五、阻尼涂料复合损耗因数 $\eta$ 的测定 .....	516
六、吸波涂料雷达波反射率的测定 .....	516
参考文献 .....	517

# 第一章 综 述

## 第一节 海洋和重防腐涂料的范畴

### 一、海洋和重防腐涂料的定义

海洋涂料是指用于保护海里及沿岸的工业和民用设施、管线、码头、工厂和建筑物避免海水和海洋大气环境腐蚀的一类涂料。重防腐涂料一般定义为在较为严酷的腐蚀环境中使用的，可保护底材免遭各类腐蚀降解（电化学和电流腐蚀，化学介质腐蚀，生物污损，大气老化，机械磨损等）以获得相对长期使用寿命的涂料。显然，重防腐涂料是指在严酷使用环境下的保护涂料，而海洋是人类面临的最大的腐蚀环境——海洋占地球表面的 4/5，孕育了人类最先进的“蓝色文明”，也是重防腐涂料的发祥地。海洋涂料按应用范围可分为以下几种。

(1) 船舶涂料 船底防腐防污涂料、水线防腐和防污涂料、两舷及上层建筑用防锈底漆和面漆、甲板及甲板防滑漆，生活舱、压载舱、饮水舱、油舱、机舱、货舱电瓶舱等内舱涂料以及舰船用的各种功能性涂层材料。

(2) 沿岸港口码头设施用防护涂料 包括栈桥、输油管线、贮油罐、发电厂和石油化工厂的海水冷却管道等。

(3) 海上采油设施用防护涂料 采油平台及油、气管道用涂料。

(4) 集装箱专用涂料 包括船用集装箱和铁路集装箱用涂料。

(5) 海水养殖专用涂料 定置网和网箱养鱼用渔网防污涂料, 海带及鲍鱼养殖用营养涂料等。

事实上, 随着经济的发展和人类生存环境的恶化, 腐蚀环境呈多样化和复杂化, 比较典型的重防腐领域还包括如下方面。

① 采油、气陆上油田设施用防护涂料, 尤其是硫化氢  $H_2S$ 、盐含量高的粗油贮运设备的保护。

② 石油化工厂及大型化工企业的耐高温、耐化学介质腐蚀涂料。

③ 核电站及火力和水力发电厂混凝土地坪、管线、钢结构(包括输电线塔)等重防腐涂料。

④ 铁路和公路桥梁用长效防护涂料。

⑤ 食品加工和制药等行业高温高湿环境和化学腐蚀介质下钢结构厂房和地坪的防腐。

⑥ 地下坑道、采矿及矿石加工过程中设备的防腐。

⑦ 冶金行业的设备耐高温防腐等。

重防腐的另一层含义是要求相对长效的保护要求。例如电视塔、跨海大桥一般要求 15~20 年的保护期。而接触强酸、强碱或电解质的涂层保护期也就在几年之内。期效是由腐蚀环境、选用涂料性能及施工质量所决定的。

海洋和重防腐涂料保护的底材通常指钢铁。它们是应用最广, 用量最大的结构材料和建筑材料。从 20 世纪 70 年代以来重防腐涂层材料开始大量应用于混凝土结构表面保护, 从一般的地板涂料到工业厂房, 停车场, 机场通道用的高性能地坪。此外, 还有铝合金、木材、不锈钢和镀锌、镀铝板材等其他底材在特殊情况下也使用重防腐涂料进行保护。

## 二、海洋和重防腐涂料的特点

海洋和重防腐涂料有如下特点。



(1) 与所有涂料一样，海洋和重防腐涂料本身严格地讲只是半成品，只有施工成膜后才能发挥其保护功能。而这些涂料所面临的都是相当恶劣的施工环境，例如船舶涂料大多是在高湿度的船坞中施工，大多数重防腐涂料都是在暴露的大气环境中涂装，不仅受到早晚温差的影响，还受四季气候变化的影响。一方面海洋和重防腐涂料对涂装技术和管理提出很高的要求；另一方面对涂料的施工适应性要求很高。其要求如下述。

① 海洋和重防腐涂料一般是常温固化型涂料。冬季施工有时要求  $-5\sim 0\text{ }^{\circ}\text{C}$  固化，甚至要求在  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  以下施工的特殊情况也有。

② 涂料的流变特性与施工方法和器具相匹配。刷涂、辊涂、空气喷涂、高压无气喷涂、双组分涂料喷涂、特殊的无溶剂聚脲聚氨酯喷涂等对涂料的流变特性要求不同。

③ 由于环境和表面处理方法的限制，在设施维修重涂时经常出现表面处理达不到标准的情况，这就要求海洋和重防腐涂料具备一定的低处理表面施工的适应性。这相应于国外文献中出现的 Surface-tolerant-coatings，以后将详细讨论这个问题。

换句话说讲，海洋和重防腐涂料与其涂装技术的关系尤其密切，俗话讲“三分涂料，七分涂装”，从某种意义上讲不算过分。

(2) 重防腐本身是一个系统工程，涂料是其重要组成部分，船舶和大型钢结构的防腐往往采用与电化学防腐（牺牲阳极，电流保护）相结合。因此，防腐底漆的耐电位性能必须与所采用的电化学保护方法相匹配。近 20 年来等离子或热喷铝、喷锌牺牲阳极保护钢结构方法发展很快，它们一般都与涂层保护配套使用。

(3) 海洋和重防腐涂料往往是底漆、中间层和面漆配套使