



船舶涂料 与涂装技术

第 二 版

汪国平 编著



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心



船舶涂料 与涂装技术



化学工业出版社

材料科学与工程出版中心

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

船舶涂料与涂装技术/汪国平编著. —2 版. —北京:
化学工业出版社, 2006. 4
ISBN 7-5025-8489-7

I. 船… II. 汪… III. 船体涂漆 IV. U671.91

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 031200 号

船舶涂料与涂装技术

第二版

汪国平 编著

责任编辑: 顾南君

责任校对: 吴 静

封面设计: 九九设计工作室

*

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)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

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

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷有限责任公司印装

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 13¼ 字数 352 千字

2006 年 5 月第 2 版 2006 年 5 月北京第 5 次印刷

ISBN 7-5025-8489-7

定 价: 35.00 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

再 版 前 言

《船舶涂料与涂装技术》从1998年1月第一版第1次印刷到2004年7月第4次印刷,深受读者的欢迎。有的院校的防腐专业把本书作为补充教材;有的公司、企业把本书作为专业工作人员的培训教材,这是广大读者对我的鼓励,在此表示衷心的感谢。

八年来,我国的造船工业有了很大的发展,相应地在船舶涂料、涂装设备、涂装技术、涂装标准等各方面都有很大提高和发展。为此,将八年来在船舶涂料与涂装技术领域中新的发展情况加以补充、改写为第二版再次发行。

本版对第一版除了个别语句修饰和文字修改以达到结构更为严谨外,主要作了如下重大修改和补充:

1. 第二章“船舶涂料”作了较多的修改和补充。这是因为从1998年1月本书第一次出版到现在八年多来船舶涂料有较大的发展,本版根据当前防污漆发展的趋势,补充了无锡自抛光防污漆的内容,根据海军舰船和现代船舶发展的特定要求,补充了特种涂料的内容。另外,“第九节 船舶涂料的发展方向”(现为第十节),也根据最新的信息重新改写,这将更符合当前的实际。

2. 第三章“船舶涂装概述”的第三节将原来的标题“船舶涂装工程的现代化”改为“船舶涂装工程的现代化和区域涂装技术”。用较多的篇幅补充介绍了现代化的壳舾涂一体化造船模式、区域造船和区域涂装技术的概念,分析了目前我国区域涂装设计和建造技术现状,对实现我国船舶涂装工程的现代化在区域涂装设计和建造技术方面的努力方向作了详细的论述。

3. 第五章“钢材的表面预处理”的第二节“喷丸处理”改为“喷丸(砂)处理”,在内容上作了较大的调整,补充了许多当今的最新技术。第四节“磷化”也有新的补充。

4. 第七章“船舶涂装作业”中第二节的压降计算公式,则根

据美国著名的高压无气喷涂设备厂商 GRACO 公司的介绍作了改正，并补充了例题。在第五节中补充介绍了长江机械厂近年开发的许多新的高压无气喷涂设备和新的喷嘴系列，也对设备故障与排除方法作了一些补充。

5. 第八章“船舶涂装设计”对舾装件涂装生产设计的做法根据目前舾装件涂装标准化的现状作了些归纳。根据当前计算机辅助涂装生产设计技术的发展现状和方向增加了第五节“计算机辅助涂装生产设计”。

6. 第九章“船舶涂装管理”根据当前计算机辅助涂装管理的发展现状和方向增加了第七节“计算机辅助涂装管理”。

7. 第十章“成品油船与特殊涂装”对我国特殊涂装技术的发展作了补充，在第三节为更好理解和执行特殊涂装标准补充增加了附件 A 和附件 B。

8. 第十二章“船舶涂装与防蚀的规范和标准”保留了第一节，第二节中增加了中国船级社“船舶结构防腐检验指南”节选。原第二节“涂装与防蚀的有关标准”改为第三节“船舶涂料与涂装的有关标准”，删除了原先归纳的一些一般涂料检测和阴极保护等一些标准内容，补充了有关的 ISO 标准和相关的国家标准内容，使之与船舶涂料与涂装主题更为贴切，也更为实用。

在本书的修改和补充中，不少专家、学者给予了极大的关心和帮助。其中青岛海洋化工研究院黄微波总工、姜修林主任无私提供了该院近年来所开发的各种舰船用的特种涂料的全部资料，帮助补充了第二章第九节“特种涂料”（本人仅对所提供的资料作摘要）。佐敦油漆（香港）有限公司孟惠民先生帮助补充撰写了无锡自抛光涂料的内容。上海广成涂装技术工程公司周良总经理帮助修改了第五章第二节“喷丸（砂）处理”。上海船舶工艺研究所方肖露高工帮助修改了第五章第三、第四节“酸洗”、“磷化”，上海船舶工艺研究所刘冰扬高工、中国船舶工业综合技术经济研究院宋艳高工为第十二章第三节“船舶涂料与涂装的有关标准”的撰写提供了许多宝贵资料，中国船级社上海分社沈传钊高工帮助提供了船舶结构防

腐检验指南的有关资料。所有这些关心和帮助不仅是对我本人的巨大支持，也体现了众多专家、学者对本书的期望和厚爱，在此，特表示由衷的感谢。

希望本书的再版对新老读者会带来新的帮助。

汪国平

2006 年 2 月

第一版前言

涂装防蚀技术直接关系到船舶的使用寿命和装饰效果，已成为造船、修船的重点工艺技术之一。船舶涂装工作量和成本在船舶建造的总工时、总成本中均占有较大的比重，船舶涂装的技术进步是缩短造船周期，提高经济效益的一项重要措施。

从 20 世纪 80 年代初开始，我国的造船工业出现了历史性的转折。以承接建造各种类型的出口船舶为契机，国外先进的造船技术和造船生产管理模式不断得到引进、消化、吸收，中国的造船工业开始了腾飞。这对我国的船舶涂料和船舶涂装带来了巨大的推动作用。在船舶涂料方面，国外各种新型的高性能涂料不断得到应用，国内相应的涂料品种相继诞生，国产船舶涂料在档次、质量、产量以及销售服务等方面都有巨大的长进。在船舶涂装方面，各种新技术、新装备、新工艺、新的生产管理模式不断地改造和取代陈旧、落后的旧事物、旧习惯，使国产船舶在涂装技术和涂装质量方面达到或接近国外先进水平。但由于在科学管理和人员素质方面的原因，我国船舶涂装的生产效率和成本同世界先进造船国家相比还有一定的差距。为了推动船舶涂装的技术进步，中国船舶工业总公司于 1989 年成立了船舶涂装技术指导组。指导组曾举办了多次各种类型的涂装技术培训班，旨在提高涂装人员的素质。我与洪栋煌高级工程师曾合编《船舶与钢结构的涂装及防蚀技术》一书。

目前，应化学工业出版社意在出版《工业涂料与涂装技术》丛书所约，本人承担了《船舶涂料与涂装技术》分册（即本书）的编写。由于有了前一册书的基础，本书的编写就简捷得多了。补充了近两三年内在船舶涂装技术管理和标准方面的一些新内容，旨在进一步提高先进性，增强实用性。

本书有关船舶腐蚀和涂装前钢材表面处理质量及其评定方面的内容，在前一册书中由洪栋煌高级工程师所编，在本书编写前征得

他的同意，绝大部分内容被引编过来，在此特向洪栋煌先生表示衷心感谢。

本书第二章船舶涂料在编写过程中，得到上海涂料研究所顾根福先生的极大支持，提供了许多宝贵资料，并对全章进行了审校，在此特表示衷心感谢。

在本书编写过程中，上海涂料研究所退休老专家姜英涛高级工程师给予了很大的关注和帮助，在此特表示衷心感谢。

希望本书能对从事船舶涂料与船舶涂装工作的同志有所帮助。

汪国平

1998 年

内 容 提 要

本书从金属腐蚀原理、防护方法以及船舶的腐蚀原理和防护方法方面,详细、系统地介绍了当今国内外广泛应用的船舶涂料的种类、特点、应用范围及部分涂料的配方。特别是在船舶涂装的设计、施工、管理方面,集国内 20 世纪 80 年代以来涂装技术进步之大成,系统、完整地介绍了涂装前的表面处理方法及质量评定标准;涂装作业方法及工器具;船舶涂装的设计;船舶涂装全方位的科学管理;修缮涂装和成品油船特殊涂装等。

与第一版相比,本版在船舶涂料、船舶涂装工程的现代化和区域涂装、钢材表面处理、船舶涂装设计、管理、施工等方面补充了大量的新内容,使本书的先进性和实用性得到了较大的增强。

为适应高标准、高质量建造船舶产品的需要,本书还详细介绍了到 2004 年年底为止,在船舶涂料、涂装方面所制定的一系列国际、国家和船舶行业的标准,以及各国船级社对于船舶涂装与防蚀的有关要求。

本书可供船舶涂装工作者,涂料生产、科研、管理工程技术人员使用,也可供从事钢结构涂装及大专院校涂装专业师生参考。

化学工业出版社涂料与涂装类图书目录

序号	书名	ISBN 号	出版时间	版次	定价
1	丙烯酸酯涂料	750256631	2005 年 4 月	1 1	30.00
2	防火涂料	750254846	2005 年 2 月	1 2	36.00
3	粉末涂料与涂装实用技术问答	750255436	2005 年 7 月	1 2	45.00
4	工业涂料与涂装技术丛书——船舶涂料与涂装技术	750252056	2004 年 7 月	1 4	25.00
5	工业涂料与涂装技术丛书——粉末涂料与涂装技术	750252784	2003 年 6 月	1 3	26.00
6	工业涂料与涂装技术丛书——机床涂料与涂装技术	750253093	2003 年 5 月	1 2	20.00
7	工业涂料与涂装技术丛书——家具涂料与涂装技术	750252884	2001 年 4 月	1 2	20.00
8	工业涂料与涂装技术丛书——建筑涂料与涂装技术	750252103	2004 年 1 月	1 6	35.00
9	工业涂料与涂装技术丛书——无机涂料与涂装技术	750253687	2003 年 4 月	1 2	22.00
10	工业涂料与涂装技术丛书——防腐蚀涂料与涂装技术	750253530	2003 年 5 月	1 2	25.00
11	功能性建筑涂料	750256766	2005 年 5 月	1 1	50.00
12	国内外涂料助剂品种手册	750252541	2003 年 5 月	1 3	58.00
13	国内外涂料助剂品种手册(第二版)	750256490	2005 年 4 月	2 4	80.00
14	合成聚合物乳液的应用(第 2 卷)——涂料中的乳液:乳胶漆	750255110	2004 年 4 月	1 1	42.00
15	环保涂料丛书——粉末涂料	750255879	2004 年 9 月	1 1	30.00
16	环保涂料丛书——高固体分涂料	750256145	2005 年 1 月	1 1	50.00
17	环保涂料丛书——光固化涂料	750256680	2005 年 4 月	1 1	25.00
18	环保涂料丛书——水性涂料	750258091	2006 年	1 1	
19	环保涂料丛书——环保型无机涂料	750255267	2004 年 3 月	1 1	32.00
20	环氧树脂与环氧涂料	750254316	2004 年 1 月	1 2	46.00
21	家庭涂装问答	750252962	2001 年 4 月	1 2	12.00
22	聚氨酯涂料	750254690	2004 年 10 月	1 2	24.00
23	实用建筑涂料技术	750254754	2003 年 10 月	1 1	58.00
24	特种功能性涂料	750253779	2003 年 5 月	1 2	48.00
25	涂料工业手册	750253094	2003 年 5 月	1 2	170.00
26	涂料工业用原材料技术标准手册(二版)	750254773	2004 年 1 月	2 6	220.00

续表

序号	书名	ISBN 号	出版时间	版次	定价
27	涂料工艺(1)(增订本)(二版)	750251389	2003 年 5 月	2 6	37.00
28	涂料工艺(3)	750251635	2002 年 10 月	2 4	36.00
29	涂料工艺(6)	750251642	2003 年 5 月	2 4	28.00
30	涂料工艺(上、下)(三版)	750251894	2004 年 2 月	3 5	198.00
31	涂料基础(二版)	750254842	2004 年 10 月	2 6	18.00
32	涂料技术导论(刘安华)	750256715	2005 年 4 月	1 1	24.00
33	涂料生产实用技术问答丛书——环氧 涂料生产实用技术问答	750255276	2004 年 3 月	1 1	20.00
34	涂料生产实用技术问答丛书——聚氨 酯涂料生产实用技术问答	750254966	2004 年 1 月	1 1	20.00
35	涂料生产实用技术问答丛书——聚酯 涂料生产实用技术问答	750255889	2004 年 9 月	1 1	20.00
36	涂料生产实用技术问答丛书——乳胶 漆生产实用技术问答	750255583	2004 年 6 月	1 1	30.00
37	涂料生产实用技术问答丛书——涂料 生产安全管理问答	750255565	2004 年 6 月	1 1	25.00
38	涂料生产实用技术问答丛书——化工 仓储管理问答	750254597	2003 年 8 月	1 1	25.00
39	涂料制造技术	750254143	2004 年 8 月	1 2	98.00
40	涂料助剂——品种和性能手册	750250816	2003 年 9 月	1 11	36.00
41	现代水性涂料配方与工艺	750255471	2004 年 5 月	1 1	68.00
42	现代涂料配方设计	750252770	2004 年 3 月	1 5	36.00
43	英汉·汉英涂料技术词汇	750252094	2004 年 3 月	1 3	58.00
44	有机涂料科学和技术	750253463	2003 年 3 月	1 2	66.00
45	预涂金属卷材及涂料	750254504	2004 年 3 月	1 2	24.00
46	新编涂料配方 600 例	750257733	2006 年 1 月	1 1	90.00
47	涂料行业职业培训教材——涂料分析 检验工	750257582	2006 年 1 月	1 1	25.00
48	涂料行业职业培训教材——地坪涂料 与涂装工		2006 年 2 月	1 1	25.00
49	涂料行业职业培训教材——防腐蚀涂料 与涂装工		2006 年 2 月	1 1	25.00
50	珠光颜料的加工与应用	750256602	2005 年 4 月	1 1	35.00
51	染料和颜料实用着色技术——纺织品 的染色与印花	750257726	2006 年 1 月	1 1	58.00
52	国内外涂料树脂品种手册	750257866	2006 年 1 月	1 1	80.00

目 录

第一章 船舶的腐蚀与防护	1
第一节 金属腐蚀概述	1
一、金属腐蚀的分类	2
二、金属腐蚀的破坏形式	3
三、评定金属腐蚀速率的方法	5
第二节 金属的化学腐蚀	6
一、金属的氧化	7
二、钢铁的化学腐蚀	8
第三节 电化学腐蚀基本理论	9
一、电极电位	10
二、腐蚀电池	14
三、极化作用	17
四、去极化作用	19
第四节 钢铁在海洋环境中的腐蚀	21
一、大气中的腐蚀	21
二、飞溅区的腐蚀	23
三、海水中的腐蚀	24
四、土壤中的腐蚀	27
第五节 船舶腐蚀	29
一、船体水下部分及水线区的腐蚀	29
二、船体水上结构的腐蚀	31
三、船体内部结构的腐蚀	32
四、船舶的异常腐蚀——电腐蚀	34
第六节 船舶的防护	36
一、涂层保护	36
二、阴极保护	37
第二章 船舶涂料	41

第一节 涂料概述	41
一、涂料的功用	41
二、涂料的组成	42
三、涂料的分类	43
四、涂料的命名与型号	44
五、涂料的干燥机理	47
第二节 船舶涂料概述	49
一、船舶的部位划分	49
二、船舶漆的分类	50
三、船舶各主要部位对涂料的要求	52
第三节 船舶涂料用主要成膜物质	54
一、天然树脂	54
二、油类	55
三、醇酸树脂	56
四、酚醛树脂	58
五、沥青	59
六、氯化橡胶	60
七、乙烯基类树脂	61
八、环氧树脂	62
九、聚氨酯树脂	64
十、无机硅酸锌涂料	65
十一、环氧沥青和漂白环氧沥青涂料	67
十二、丙烯酸树脂	69
第四节 车间底漆	70
一、车间底漆的性能	71
二、车间底漆的品种及特点	72
三、产品品种	75
四、车间底漆的应用	79
第五节 防锈涂料	85
一、防锈颜料	85
二、船底防锈漆	87

三、船用防锈漆	97
第六节 防污涂料	105
一、防污漆的特性与组成	106
二、防污机理	109
三、防污漆的类型	110
第七节 水线以上面层涂料	116
一、水线漆	117
二、船壳漆	119
三、甲板漆	122
四、货舱漆	124
五、机舱漆	125
六、舱室内部用面漆	125
第八节 液舱涂料	126
一、压载水舱涂料	126
二、饮淡水舱涂料	128
三、油舱漆	130
第九节 特种涂料	132
一、舰船用吸收雷达波涂料	132
二、太阳热反射涂料	136
三、阻尼涂料	139
四、直升飞机甲板防滑漆	143
五、喷涂聚脲超重防腐涂层	146
第十节 船舶涂料的发展方向	151
一、适应国际造船涂装的新要求	152
二、适应绿色造船	153
三、适应快速造船	154
四、缩短涂装周期	157
第三章 船舶涂装概述	158
第一节 船舶涂装的特点	158
第二节 船舶涂装工程	160
一、工程设计	161

二、工程施工	161
三、工程管理	161
第三节 船舶涂装工程的现代化和区域涂装技术	162
一、区域涂装技术	164
二、现代船舶区域涂装先进模式	165
第四章 涂装前钢材表面处理的质量评定	170
第一节 表面处理质量与涂层保护性能	170
一、表面处理质量对涂层保护性能的影响	170
二、表面处理质量对涂层保护性能影响的因素分析	171
第二节 钢材表面处理质量的评定	175
一、表面清洁度的评定	175
二、表面粗糙度的评定	183
第五章 钢材的表面预处理	187
第一节 钢材抛丸预处理流水线	187
一、钢板校平	188
二、钢板输送	188
三、预热	189
四、抛丸	190
五、喷漆	191
六、烘干	192
第二节 喷丸(砂)处理	192
一、喷丸(砂)技术的基本要素	193
二、船厂分段喷丸(砂)房的基本系统组成	195
三、喷丸(砂)设备	197
四、喷丸处理工艺要求	200
第三节 酸洗	202
一、酸洗方法	202
二、缓蚀剂	203
三、润湿剂	205
四、酸洗工艺过程	206
五、废酸处理	207

第四节 磷化	208
一、磷化膜	208
二、磷化工艺	209
第六章 二次除锈与表面清理	211
第一节 二次除锈的方式	211
一、喷射磨料处理	212
二、动力工具打磨处理	212
三、其他方式	214
第二节 二次除锈的工艺要求	217
第三节 二次除锈的质量要求	218
第四节 涂装前表面清理	220
第七章 船舶涂装作业	221
第一节 涂装前准备	221
一、开罐	221
二、搅拌	221
三、混合与熟化	222
四、稀释	222
五、过滤	222
六、调色	223
第二节 涂装方式	223
一、刷涂	225
二、辊涂	225
三、压缩空气喷涂	226
四、高压无气喷涂	226
第三节 涂装的工艺	234
一、分段涂装	235
二、船台涂装	236
三、码头涂装	237
四、坞内涂装	238
五、舾装件涂装	239
第四节 涂装环境管理	240

一、湿度	241
二、温度	242
三、其他	243
第五节 涂装工器具	243
一、手工涂刷工具	243
二、空气喷涂工具	244
三、高压无气喷涂设备	245
第八章 船舶涂装设计	251
第一节 概述	251
一、表面处理及二次除锈的等级要求	251
二、涂层配套方案	253
三、涂装的工艺路线与方法	257
第二节 涂装初步设计	257
一、报价设计	257
二、合同设计	258
三、涂料代号	259
第三节 涂装详细设计	261
一、涂装说明书	261
二、全船涂装面积表	265
三、除锈涂装质量要求	265
四、除锈涂装原则工艺	266
五、涂料订货预估单	267
第四节 涂装生产设计	270
一、船体分段除锈涂装图册	271
二、船体区域除锈涂装清册	271
三、钢质舾装件除锈涂装清册	276
第五节 计算机辅助涂装生产设计	282
一、技术性能指标	283
二、技术方案	283
第六节 关于船舶管系的颜色标记	285
一、管系基本识别颜色	285