



0070

涂装与防腐工艺学

梁莲静 唐善海 编

哈尔滨船舶工程学院出版社



内 容 简 介

本书共有十二章，比较系统地介绍了船舶的腐蚀、涂装前表面处理、涂料的分类组成、船舶所用涂料、涂料的保存和处理、涂装作业所使用的工具、漆膜控制与保护、船舶的标记、搭架常用的工具和绳结、船舶涂装的安全等内容。此书通俗易懂，便于教学，是一本适合于职工岗位培训的教材。

本书也是从事涂料生产、涂装技术、涂装管理人员的参考资料。

涂装与防腐工艺学

丛莲静 唐善海 编

*

哈尔滨船舶工程学院出版社出版

新华书店首都发行所发行

哈尔滨市地质印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/32 印张 11.125 字数 245 千字

1989年12月第1版 1989年12月第1次印刷

印数：1—1500册

ISBN 7-81007-085-1/TQ·3

定价：4.50 元

前 言

为了落实中共中央、国务院《关于加强职工教育工作的决定》，搞好船舶工人技术理论教育工作，加强智力开发，提高职工素质，以适应社会主义现代化建设和振兴船舶工业的需要，中国船舶工业总公司人事部组织了上海船舶工业公司有关船厂，在调查研究和总结经验的基础上，根据总公司《船舶工业造船工人技术等级标准》的要求，编写了船厂二十一个工种的初、中级《造船工人技术理论教育教学计划与教学大纲》。

根据这些教学计划与教学大纲的要求，我们组织一些船厂有实践经验的工程技术人员及有丰富教学经验的教师，编写了五十种船舶工人技术培训教材，并聘请技术水平较高、经验丰富的同志担任主审。在编写过程中，广泛地听取了各船厂的意见，增强了教材的适应性。

编写的教材有：放样号料工、冷加工、火工、装配工、焊接工、批铆和密性试验工、气焊气割工、船舶钳工、船舶管铜工、螺旋桨工、船舶板金工、船舶电工、船舶木塑工、除锈涂装工、船舶泥工、起重吊运工的工艺学，及船体结构、船舶概论、船体制图、船体结构与识图、船体加工设备与工夹模具、企业管理常识、工程力学、电工常识、机械制图、船舶常识、船舶电工学、电工基础、船舶电气工程概论、电工仪表与测量、船舶电站与电力拖动、船舶导航概

论、木工制图、电动起重机原理及操作、金属材料及热处理、画法几何、船舶柴油机结构和修理等。

这些教材力图体现工人培训的特点，既考虑到当前造船工人的文化水平，做到通俗易懂，又要有一定的理论深度，适当考虑到长远的发展；既做到理论联系实际，又注意到知识的科学性、系统性和完整性；既体现船舶特色，又兼顾不同类型船厂的需要；既便于集体组织教学，也便于个人自学。

这套教材主要用于船舶工人相应工种的初、中级技术理论教育，也适用于对口专业职业高中和技工学校的教学，有的也可作为其它类型工厂的工人培训教材。相应专业的科技人员、专业教师及管理人员也可选作参考书。

这套教材的出版，得到了哈尔滨船舶工程学院、有关地区公司、船厂的大力支持，在此特致以衷心的感谢。

编写船舶工人培训的统一教材还是第一次。由于时间仓促，加上编写经验不足，教材难免存在不少缺点和错误。我们恳切希望广大读者在使用中提出批评和指正，以便进一步修改、完善，不断提高教材质量。

中国船舶工业总公司教材编审室

一九八五年七月

编者的话

《涂装与防腐工艺学》是根据中国船舶工业总公司教材编审室下达的任务而编写。此书共有十二章，第一、二、五、十一、十二章由梁莲静编写；第三、四、六、七、八、九、十章由唐善海编写，编写第七、十一章的过程中得到了孟惠民的大力协助。

梁莲静为本书主编；全书由汪国平主审。

姜英波、陆伯岑、刘麟荪、范丕祥、汪国平、耿鸿霁、许宏高、赵克琴、何辉纯、江熊、火时中、于岗、陈仁兴等同志为此书的编写提供了资料。本书编写中参阅了范树清、李荣俊、黄济群编写的《金属防锈及其试验方法》、原燃料化学工业部涂料技术训练班组织编写的《涂料工艺》第一～九分册，也参阅了日本《造船涂料涂装工作法》、荷兰《涂装手册》、劳氏船级社等国外涂装方面的资料。

由于时间仓促，水平有限，谬误之处在所难免，恳切希望广大读者给予批评指正。

目 录

第一章 绪 论	(1)
一、船舶涂装的重要性.....	(1)
二、船舶涂装技术的发展.....	(3)
第二章 船舶的腐蚀	(8)
一、钢铁的腐蚀.....	(8)
二、影响钢铁腐蚀的因素.....	(22)
三、船舶的腐蚀.....	(27)
四、船舶的防腐措施.....	(34)
第三章 涂装前的表面处理	(53)
一、涂装前表面处理的意义.....	(53)
二、表面处理方式.....	(54)
三、原材料表面预处理.....	(96)
四、二次除锈.....	(100)
五、锅炉化学清洗.....	(103)
六、表面处理标准.....	(110)
第四章 涂料概述	(118)
一、涂 料.....	(119)
二、涂料的组成.....	(122)
三、涂料的分类.....	(141)
第五章 船舶涂料	(147)
一、船舶涂料的概述.....	(147)

二、车间底漆	(163)
三、防锈涂料	(173)
四、防污涂料	(176)
五、船底涂料	(186)
六、水线涂料	(190)
七、船壳涂料	(193)
八、甲板涂料	(195)
九、船舱涂料	(198)
十、货舱涂料	(199)
十一、压载水舱涂料	(201)
十二、饮水舱涂料	(203)
十三、油舱涂料	(206)
十四、其它涂料	(209)
十五、船舶涂料常用稀释剂	(215)
第六章 涂料仓库管理	(223)
一、涂料的贮存	(223)
二、贮存中弊病处理	(226)
三、涂料的领用和发放	(231)
四、余料处理	(232)
第七章 涂装作业方式和工器具	(234)
一、涂装作业的准备	(234)
二、环境条件	(237)
三、手工涂刷	(237)
四、空气喷涂工具和操作	(239)
五、高压无气喷涂	(241)
第八章 膜厚控制和涂膜保护	(252)

一、膜厚控制	(252)
二、梳齿式湿膜厚度计的使用	(265)
三、磁力型杠杆式干膜测厚仪的使用	(267)
四、涂膜保护	(269)
第九章 船舶写字与标记	(272)
一、船舶写字	(272)
二、船舶的标记	(277)
三、字样颜色的配合	(280)
第十章 搭架常用工具和绳结	(282)
一、脚手架的基本形式	(282)
二、简易搭架的常用工具	(286)
三、搭架常用绳结	(287)
第十一章 船舶木质表面涂装工艺	(291)
一、腻子	(291)
二、涂料的调色	(295)
三、木质房间涂装	(299)
四、普遍木质家具涂装	(303)
第十二章 船舶涂装的安全常识	(318)
一、涂料的危险性	(318)
二、涂料的毒性	(326)
三、粉尘的危害	(330)
四、有毒物质的卫生指标	(331)
五、安全操作规程	(334)
六、涂装作业场所的安全管理	(341)

第一章 绪 论

一、船舶涂装的重要性

船舶是钢铁结构物，它与周围介质相接触而产生化学的和电化学的腐蚀，水线以上的上层建筑部位遭受环境大气的腐蚀；船舶水线以下部位，即船底部位遭受海水电介质的腐蚀；液舱将遭受化学介质的腐蚀等。为防止船舶各部位的腐蚀，目前国内外的船舶防腐蚀主要采用涂料为主的保护措施，可见船舶涂装的重要性。

1. 船舶涂装的价值

船舶涂装不仅反映了船舶外观的商品价值，更重要的是保护钢结构，能延长船舶的使用寿命。例如船舶钢材的一次除锈、二次除锈的涂装，修补涂装，以及整体涂装，均提供了涂料的保护性能，延缓了船舶钢结构的腐蚀速率。因此，船舶的涂装价值就是船舶涂装的保护价值。

2. 船舶涂装的装饰作用

人类所处的环境是一个五彩缤纷的世界，万物无不呈现它天性的或装饰的色彩外貌，人们就是生活在自然的、美化的色彩环境中。轻工业产品用各种色彩装饰自己，而船舶也和轻工业产品一样，用各种色彩来装饰。当一艘万吨巨轮缓

缓驶进港口时，将看见各种色漆给船舶披上保护的、和谐的色彩外衣，使人们观赏到多姿多彩的巨轮无处不呈现着色彩的美。这就是船舶涂装所起的装饰作用。

3. 船舶水下部位涂装的作用

船舶水下部位浸没于海水之中，一方面遭受海水的腐蚀，另一方面遭受海洋生物吸附污染，不仅腐蚀了钢板，由于大量海洋生物附着，增加了船底的粗糙度，影响了船舶航行速度，增加了燃料消耗。因此，船底除涂装防锈涂料外，还必须涂装配套的防污涂料，防止海洋生物的污染。所以船底涂装起到减少坞修工作量，降低能源消耗的作用。

4. 船舶涂装的特殊作用

船底防污漆也说明了船舶涂装的特殊作用，另外对船舶内舱，如海图室、机舱等有防火要求的舱室，需涂装防火涂料，防止和阻止火焰扩散，延缓火灾的发生。

饮水舱的涂装，除了保护作用之外，还应不影响水质，符合国家饮用水的卫生标准。油舱的涂装要起到耐油作用；蓄电池室涂装，要起到耐酸作用。船舶的各种电机电器需涂装绝缘漆，起到电绝缘作用。高温防火涂料以及各种耐碱耐酸涂料涂装之后均能发挥各自的特殊作用。

5. 色彩标志作用

各种物品可以利用涂料的颜色作出标志，使人们作出对各种物体的简易识别。船舶上的各种管道、机械设备、信号器等涂装了色彩涂料，以标志显示。例如：道路划线漆、铁道号志漆，以及涂装色彩醒目桔红色救生艇漆等，均能起到引人注目的作用，可以使操作者容易识别和提高操作的准确度。

归纳上述，船舶的涂装起到了保护、美化装饰和色彩标志的作用；涂装特异性能的涂料，也能起到各自特殊的作用，延长了钢结构物的使用寿命，缩短钢结构物维修期。随着科学技术的发展，各种船舶涂料将越来越广泛地应用，必将促进涂装技术发展到了更高的水平。

二、船舶涂装技术的发展

船舶涂装技术主要表现为：涂装前的表面处理质量，涂料的性能及合理的涂料配套，涂装的装备及涂装作业的方式等诸因素。船舶涂装技术的发展与上述诸因素有关。

1. 车间底漆涂装技术

以往船用钢的板材和型材的加工，从号料、切割、焊接装配成分段的加工，即船舶从钢材号料开始及整个建造过程是带锈操作的，涂装前的除锈是整船经风化后靠手工拷铲作业，除锈质量极差。以后发展到采用风动打磨等工具及分段喷丸除锈。自70年代初，国内开始采用钢材预处理，喷涂车间底漆，极有效地提高了涂装前表面处理的质量。由于喷涂车间底漆，钢材可达到一定的防锈期，使船舶在整个建造期间获得良好的保护。80年代初，由于出口船舶的建造，引进了先进的钢材预处理设备，大船厂均采用了钢材预处理自动流水线生产工艺，使钢材表面达到规定的粗糙度和规定的除锈等级。当选用的车间底漆达到其规定的干膜厚度时，将达到规定的防锈期。在进行二次除锈时，只需在焊缝及车间底漆漆膜损坏的部位进行，这不仅防止了船舶建造期间的锈蚀，而且生产效率也提高了。

上述说明，钢材带锈加工的落后方式或手工的除锈方式，是很难除去所有的氧化皮，所以除锈的质量是差的。而钢材预处理采用自动抛丸除锈后，立即进行自动高压无气喷涂，喷涂车间底漆，这种省力、省时、质量高，有利于降低成本，并提高经济效益。这种涂装前表面处理技术，是船舶涂装技术发展的关键。

2. 涂料的性能及合理的涂料配套

船舶使用油性涂料历史悠久，油性涂料属于常规涂料。常规涂料即以沥青、酚醛树脂、醇酸树脂为基料的涂料。所有的常规涂料含有可皂化的漆料，因此耐化学性差，但耐久性好。耐化学性能好的环氧树脂、聚氨酯树脂、氯化橡胶和乙烯共聚树脂等为基料的涂料，称为高性能涂料。这类高性能涂料亦愈来愈广泛应用于船舶上。高性能涂料对涂装前表面处理的质量、涂装的工艺、涂装技术要求更高，因此才能提高船舶的涂装质量，延长涂层寿命。这也促使船舶涂装技术的不断发展。总之，高性能涂料的应用及选用合理的高性能配套涂料，以及对钢材表面预处理质量要求等，使涂料的技术必须与此相适应。这样就彻底改变了过去一度被称为“漆糊涂”的面貌。由此也充分说明涂装也是大有作为的技术工种，有待人们掌握与研究。

3. 涂装作业的方式

(1) 涂装装备

涂装工具从手工涂刷工具，即漆刷、漆滚、油漆刀等，发展到目前广泛使用的喷涂工具，前者的涂装质量及涂装效率是远不及喷涂工具的。喷涂工具包括低压空气喷涂工具和高压无气喷涂工具。

使用手工工具与自动喷涂设备相比，后者的涂层较前者均匀，工作效率高，更保证了船舶涂装质量和涂装的效益。这也是船舶涂装技术发展的一个重要方面。

（2）船舶涂装的工艺顺序

目前，船舶涂装的工艺阶段，即涂装顺序，与船舶的类型、选用涂料的种类，表面处理和涂装设备能力等的技术状况有关，与船舶建造的周期以及船厂的管理状况等也有关。

国内过去的船舶涂装，是带锈的钢板组装成分段，然后作捞铲或整船合拢后捞铲除锈，再作涂装，所以生产效率低、质量差。自80年代初国内各大船厂开始建造出口船舶，引进先进的涂装设备及先进涂装工艺，使国内的船舶涂装工艺相应发生了变化，但与国外先进水平相比还存在一定差距。例如：日本一些船厂普遍采用的船舶涂装程序是：（见6页）

而国内由于设备能力、预舾装程度等都与国外先进水平有一定的差距，因此，国内目前是参照此船舶涂装的程序进行涂装作业的。

（3）船舶涂装设计

船舶涂装设计，主要解决船舶要求达到的防腐、防污和装饰美观的目的，以及达到这一目的的方法与措施。因此，涂装设计主要需编制以下的文件：

① 基本设计 建造说明书（涂装防腐部分）。

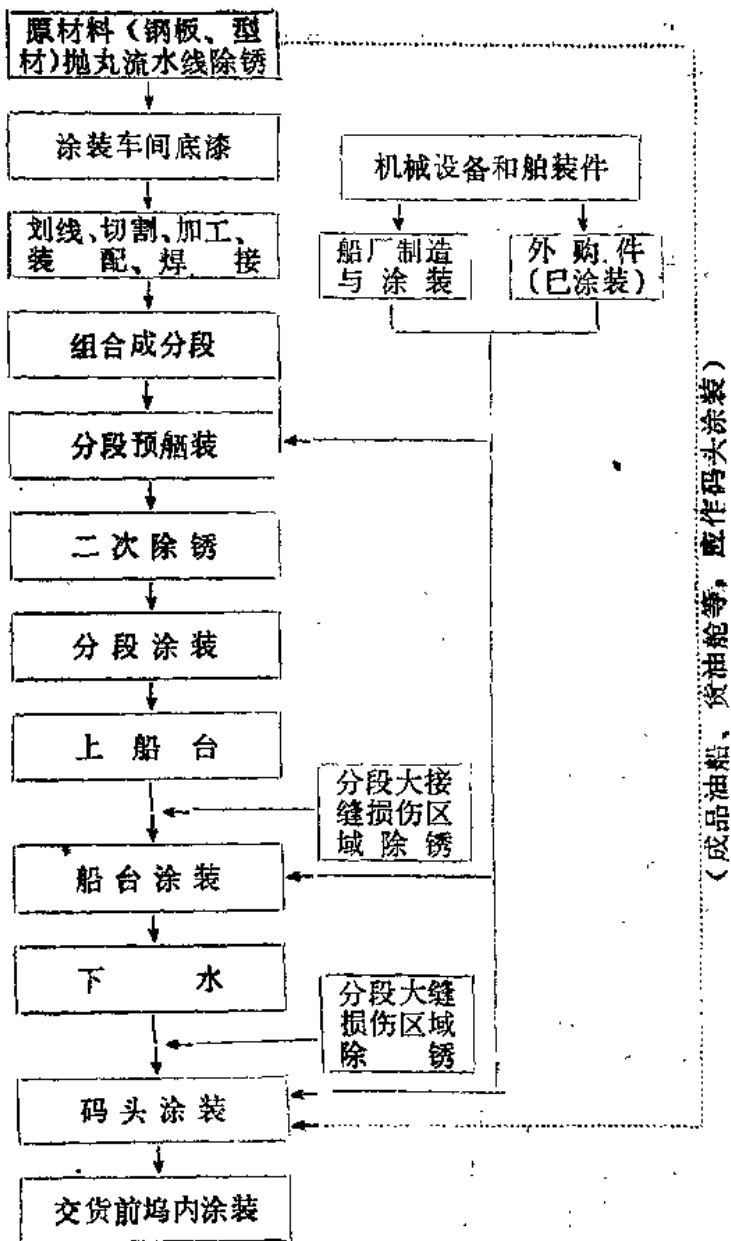
② 职能设计

a. 涂装说明书；

b. 整体涂装面积表；

c. 液舱内防腐的阴极保护布置；

d. 船壳外板防腐的阴极保护布置。



③ 详细设计

- a. 涂装订货明细表;
- b. 分段涂装面积表;
- c. 阴极保护订货说明书;
- d. 标记配置图(除船台、吃水标记外)。

④ 生产设计

- a. 涂装施工方法要领;
- b. 每日涂装工作任务书;
- c. 材料管理清册;
- d. 工作管理清册。

结合国内船舶涂装实践,已开展了船舶涂装的设计工作,并正在制定涂装设计标准。

在各涂装工艺阶段均有技术要求和有关涂装技术管理规定,并有技术性指导文件和验收质量要求,以保证涂装的质量。

随着船舶涂装技术诸方面的发展,近几年来新型涂料的研制,各类涂料产品标准的制定,以及涂装工艺的规定和涂装管理的改善,特别是开展新的船舶涂装设计工作,把过去一向不被人重视的船舶涂装作业向着科学化、合理化的方向发展。涂装设计的科学化、合理化表现为:对船体各部位确定合理的除锈等级,制定适合的涂层配套方案,规定科学的工艺路线。

复习思考题

1. 船舶涂装的重要意义。
2. 简述船舶涂装技术的发展。

第二章 船舶的腐蚀

一、钢铁的腐蚀

金属（或合金）与周围介质相接触，相互间发生了化学或电化学的作用而逐渐遭到破坏的过程叫做金属的腐蚀。钢铁也属金属（或合金）的一种。

金属腐蚀的现象是十分普遍的。例如：钢铁材料及其制成品在潮湿空气中很容易生锈，刚出炼钢炉里炼出的钢铁表面常生成一层氧化皮；铝制品使用后表面会出现一层白色粉末；铜器如长期不用，放在潮湿处表面渐渐长出一层铜绿等，这些都是金属腐蚀的结果。

钢铁腐蚀所造成的损失，一方面表现为金属的外型、色彩以及机械性能均受到影响，另一方面金属的构件如船舶设备、仪表的质量和寿命也受到影响，甚至于报废。

钢铁用于船舶，而船舶又航行于江河、大海之中，要与多种介质接触，因此，钢铁要遭受到大气的腐蚀、海水介质腐蚀、海洋生物的污损、船舶各种液舱介质的腐蚀等。

金属的腐蚀现象是国民经济中普遍存在的严重问题。到目前为止，国内外防止金属腐蚀的一般措施归纳如下：

- （1）合理地设计金属结构，正确地选用金属材料，

- (2) 采用缓蚀剂;
- (3) 采用电化学保护;
- (4) 采用各种覆盖层。

目前船舶的防腐蚀,即钢铁的防腐,是对钢铁表面进行涂层保护和电化学保护。

1. 钢 铁

钢铁是港口码头、石油平台、船舶、建筑等结构材料。钢铁的分类方法很多,最常用和常见的有五种分类方法:

- (1) 按冶炼方法分类;
- (2) 按化学成分分类;
- (3) 按品质分类;
- (4) 按金相组织分类;
- (5) 按用途分类。

钢铁腐蚀与钢铁的化学成分极相关,故需了解钢铁按化学成分的分类。按化学成分可以把钢分为碳素钢和合金钢两大类。

① 碳素钢:根据含碳量的不同,大致可分为:

低碳钢——含碳量小于0.25%的钢;

中碳钢——含碳量在0.25~0.60%的钢;

高碳钢——含碳量大于0.60%的钢。

此外,含碳量小于0.04%的钢又称工业纯铁。

② 合金钢:根据钢中合金元素总含量的不同,大致可分为:

低合金钢——合金元素的总含量小于5%的钢;

中合金钢——合金元素的总含量在5~10%的钢;

高合金钢——合金元素总含量大于10%的钢。

根据钢中所含主要合金元素的种类,又可分为二元合金钢、三元合金钢以及多元合金钢等,或分为如锰钢、铬钢、