



舰 | 船 | 现 | 代 | 化

舰船腐蚀与防护技术

肖千云 吴晓光 主编



HEUP 哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press



舰船现代化

舰船腐蚀与防护技术

主编 肖千云 吴晓光

哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本书是我国首部系统地介绍舰船腐蚀及其防护的专业技术专著。该书将防腐基础理论与工程防腐应用相结合、综述性与专述性相结合,全面阐述了水面舰船与潜艇的腐蚀原理、腐蚀特征、防腐技术、防腐材料体系、防腐选材原则、涂料与涂装工艺、金属镀层与热喷涂、电化学防腐、牺牲阳极和外加电流阴极保护、防腐工艺要求、防腐设计等技术领域的专业知识和研究、设计实践经验。

本书可作为高等学校船舶类专业研究生的教材,对舰船研究设计院所从事腐蚀防护技术研究和设计人员在防腐设计中具有指导作用。同时,可供舰船建造厂、修理厂有关人员和海军驻厂、所军代表参考。

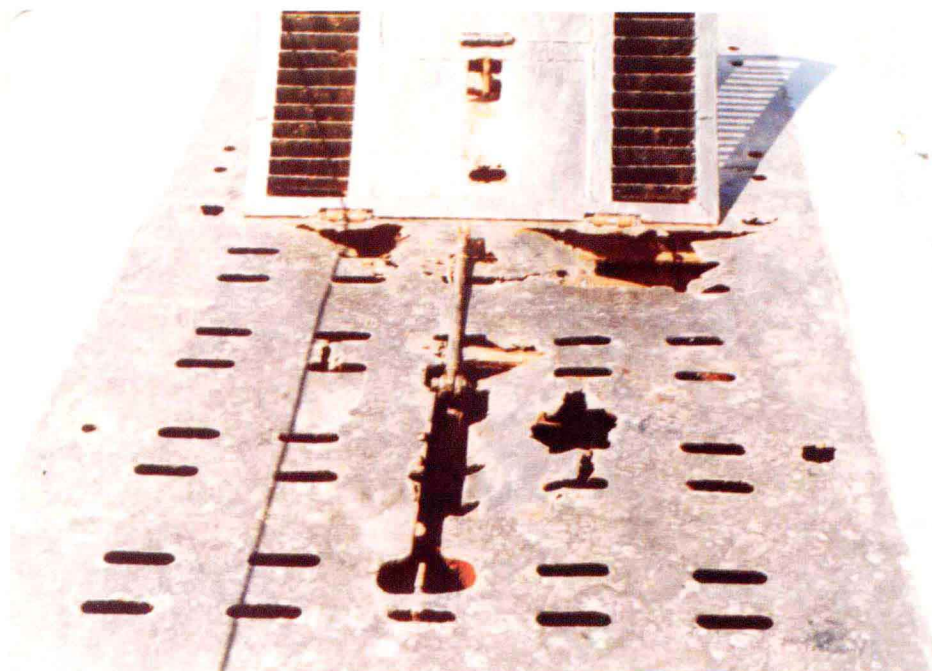
图书在版编目(CIP)数据

舰船腐蚀与防护技术/肖千云,吴晓光主编. —哈尔滨:
哈尔滨工程大学出版社, 2012. 12
ISBN 978 - 7 - 5661 - 0498 - 4

I. ①舰… II. ①肖… ②吴… III. ①军用船 - 防腐
IV. ①U674.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 298328 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451 - 82519328
传 真 0451 - 82519699
经 销 新华书店
印 刷 黑龙江省教育厅印刷厂
开 本 787mm × 1 092mm 1/16
印 张 19.25
插 页 4
字 数 500 千字
版 次 2012 年 12 月第 1 版
印 次 2012 年 12 月第 1 次印刷
定 价 100.00 元
<http://press.hrbeu.edu.cn>
E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn



照片 1

20 世纪 70 年代后期建成的 × × × 潜艇服役 8 年多中修时的上层建筑腐蚀状况



照片 2

20 世纪 70 年代后期建成的 × × × 潜艇服役 8 年多中修时的上层建筑结构腐蚀状况



照片 3

20 世纪 70 年代期建成的 × × × 潜艇服役 8 年多中修时上层建筑内的结构腐蚀状况



照片 4

20 世纪 70 年代后期建成的 × × × 潜艇服役 8 年多中修时空气瓶和艏部的结构腐蚀状况



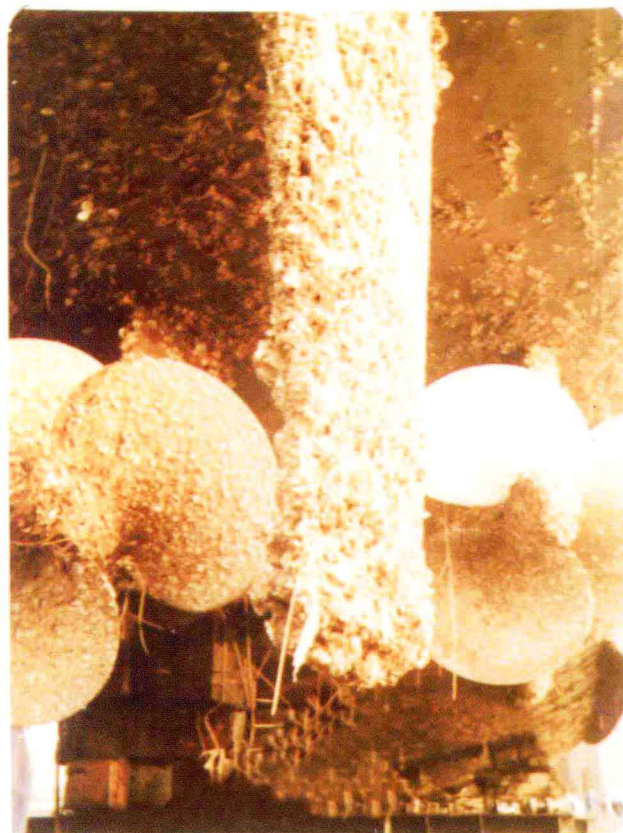
照片 5

20 世纪 70 年代后期建成的 × × × 潜艇服役 8 年多中修时排气管的腐蚀状况



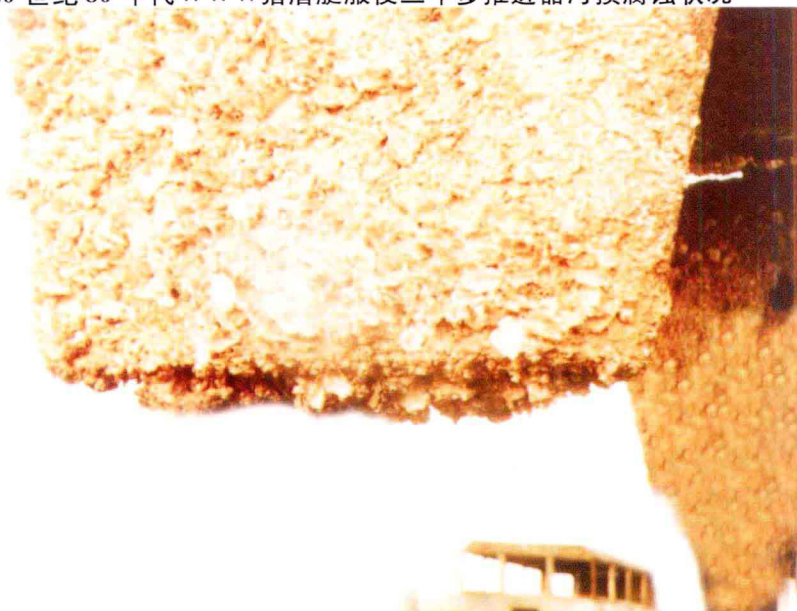
照片 6

20 世纪 70 年代后期建成的 × × × 潜艇服役 8 年多中修时管系的腐蚀状况



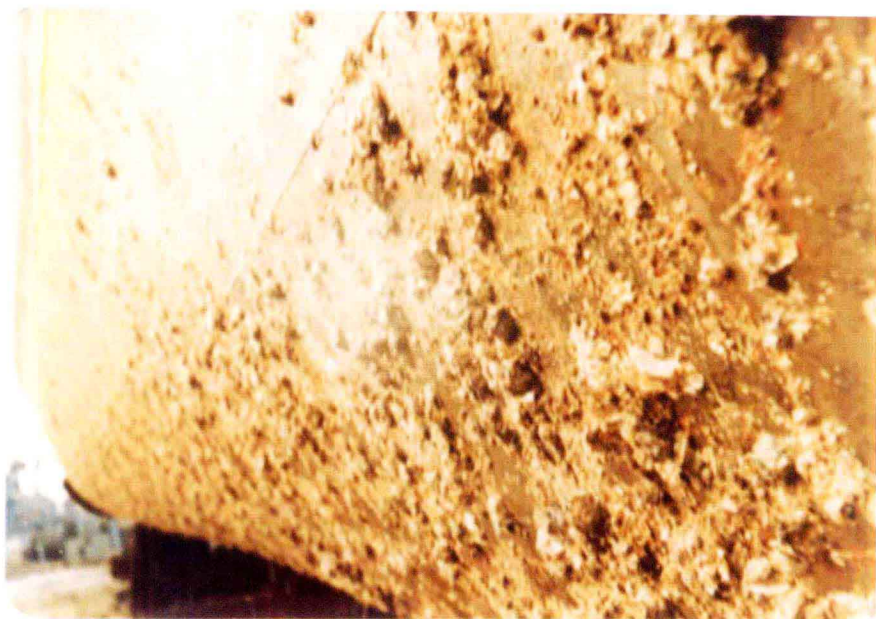
照片 7

20 世纪 80 年代 × × × 猎潜艇服役三年多推进器污损腐蚀状况



照片 8

20 世纪 80 年代 × × × 猎潜艇服役三年多舵叶海生物污损状况



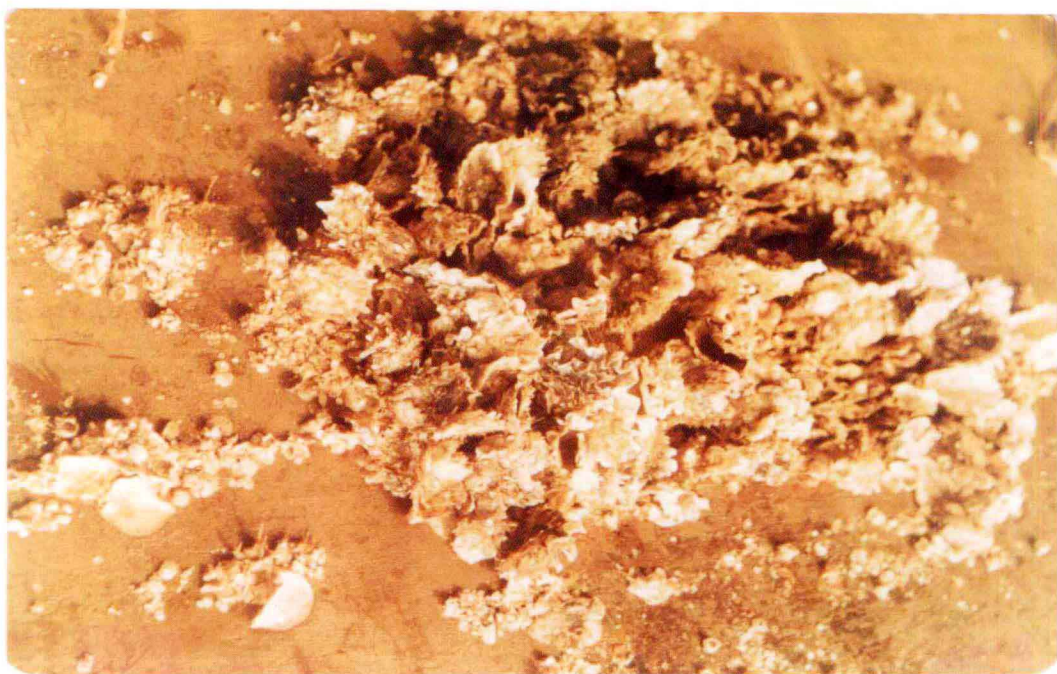
照片 9

20 世纪 80 年代 × × × 猎潜艇服役三年多舵叶腐蚀状况



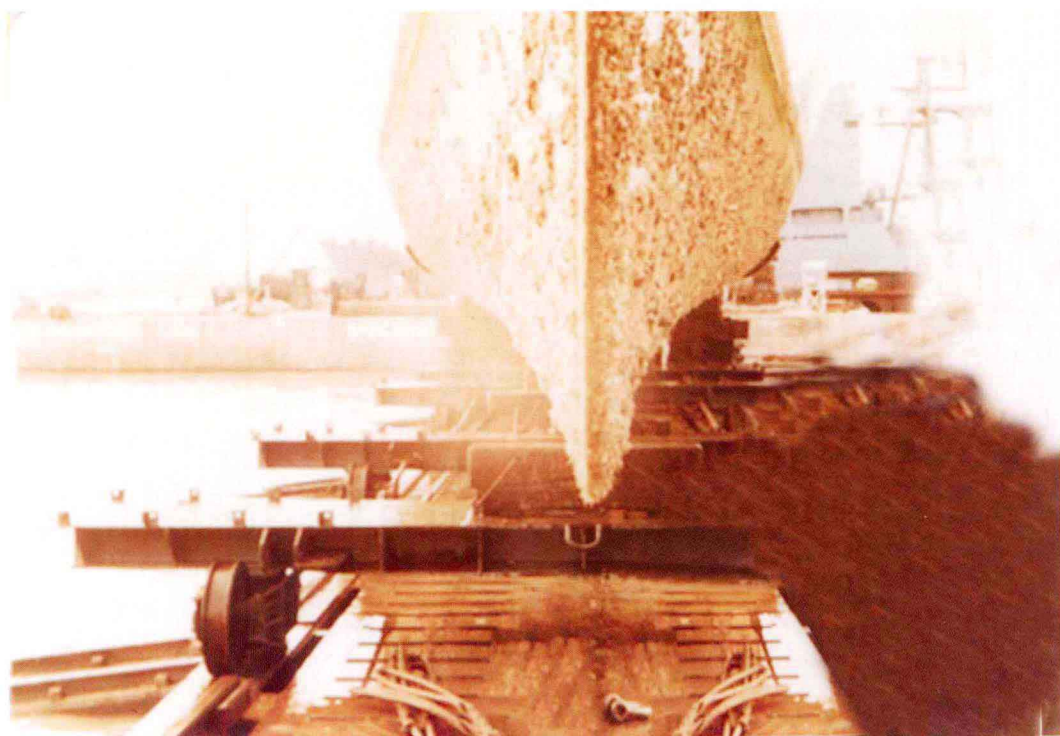
照片 10

20 世纪 80 年代 × × × 猎潜艇服役三年多推进器轴包托架海生物污损状况



照片 11

20 世纪 80 年代 × × × 猎潜艇服役三年多船底海生物污损及腐蚀状况



照片 12

20 世纪 80 年代 × × × 猎潜艇服役三年多船体腐蚀状况

前 言

舰船(包括水面舰艇和潜艇)是海军的作战装备。由于舰船处于海水中,其构件(含有关设备、阀件、管件等)易发生严重腐蚀,成为影响舰船总体性能、安全、战斗力和寿命周期的重要因素。据有关资料介绍,因舰船腐蚀而造成的腐蚀损失占海军整个修理费用的 $1/3 \sim 1/2$ 。可以说,金属腐蚀一直是舰船研究设计者和使用部门所面临的一个重要而必须解决的问题。因此,舰船设计部门和使用部门对舰船的腐蚀防护十分重视,也一直在为减轻或消除舰船腐蚀而作出不懈努力。

人们在舰船腐蚀防护的长期工作实践中,不断探索舰船产生腐蚀的机理和原因、腐蚀规律和特征、腐蚀危害及评价、防腐途径和技术等,并由此逐步导出由舰船腐蚀基础理论、腐蚀特征、评价方法、防腐技术、防腐设计、防腐涂装工艺等构成的“舰船腐蚀防护技术”,使其成为一门独立的舰船工程专业学科,成为“舰船工程学”的重要分支和舰船设计的重要组成部分。在我国舰船设计中,虽然随着人们对腐蚀问题严重性的认识不断深入,日益注重了防腐技术研究和防腐设计,但至今尚未形成系统的、完整的“舰船腐蚀防护技术”专业学科,没有一本系统阐述舰船腐蚀防护技术的专著。为了促进相互交流,推进我国舰船腐蚀防护技术持续发展,提高舰船的防腐能力,加速舰船防腐技术人才培养,尽快形成舰船腐蚀防护技术专业学科,我们根据舰船防腐技术的发展历程和趋势,参考有关文件和资料,汇集各方面从事舰船防腐技术研究和设计专家的丰富知识和实践经验,注入防腐技术的最新研究成果,编著出版了我国第一部全面阐述舰船腐蚀及其防护技术的专著——《舰船腐蚀与防护技术》。

本书以舰船为主,将防腐基础理论与工程防腐应用相结合、综述性与专述性相结合,全面阐述了舰船的腐蚀原理、腐蚀特征、防腐技术、防腐设计、防腐材料体系、防腐选材原则、防腐涂装工艺等技术领域的专业知识和研究、设计实践经验。以期读者通过阅读本书,建立起较完整的舰船腐蚀及其防护等方面的概念,更好地开展该技术研发和设计工作。

本书虽然对舰船防腐设计具有指导性作用,但不能代替设计规范、规定或设计手册使用。

本书共7章,各章名目请阅本书章节目录。本书由肖千云、吴晓光、高新华、王晓红编著,由肖千云、吴晓光主编。由于本书涉及内容广、防腐技术复杂,加之现代舰船防腐技术发展迅速,编著者水平有限,因而书中的观点和方法等难免存在一定的局限性和错误、疏漏之处,敬请读者和专家们指正。

编著者

2012年1月

目 录

第1章 绪言	1
1.1 舰船腐蚀与防护的重要性	1
1.2 舰船防腐蚀的任务和内容	2
1.3 舰船与民船防腐蚀的异同	5
第2章 金属的腐蚀与防腐蚀技术概述	7
2.1 金属的腐蚀	7
2.2 防腐蚀技术	17
第3章 舰船船体结构和潜艇的腐蚀特征	20
3.1 舰船外部船体结构的腐蚀	20
3.2 舰船内部船体结构的腐蚀	23
3.3 潜艇腐蚀的基本特征	24
第4章 涂料防腐蚀技术	27
4.1 涂料概述	27
4.2 各类涂料简介	30
4.3 舰船涂料	51
4.4 舰船各部位对舰船涂料的主要性能要求	56
4.5 舰船涂料的涂装工艺	91
4.6 色彩知识	136
第5章 电化学腐蚀保护	150
5.1 电化学腐蚀的概念	150
5.2 电化学保护	156
5.3 舰船阴极保护法	163
第6章 金属表面镀层防腐蚀	180
6.1 热镀	180
6.2 渗镀	181
6.3 电镀	185
6.4 化学转化涂层	188
6.5 化学镀	189
6.6 离子镀	190
6.7 热喷涂	191
第7章 舰船防腐蚀设计	205
7.1 概述	205
7.2 防腐蚀选材	206
7.3 舰船防腐蚀设计	214
7.4 与防腐蚀措施有关的总体设计要求和工艺要求	275

7.5 防腐蚀设施的维护与保养	280
7.6 结束语	281
附录	282
附录 A 船舶涂料英文字母代号	282
附录 B 部分涂料和涂装的国际、国家、行业标准(摘录)	283
附录 C 主要船级社及与涂装相关的船级规范(摘录)	291
附录 D 船舶保护涂层性能新标准(PSPC)	295
附录 E 颜色色名和孟塞尔符号的对照关系	296
参考文献	304

第 1 章 绪 言

20 世纪 50 年代以前,腐蚀的定义局限于金属的化学和电化学损坏。随着非金属,尤其是合成材料的迅速发展,使人们对非金属的损坏也重视起来。由此腐蚀的定义已扩大为“所有物质因环境引起的损坏”,即腐蚀除化学、电化学之外,还包括机械、生物、物理和它们的联合损坏,例如金属在应力作用下腐蚀,塑料、橡胶的老化,木材的腐烂,混凝土、砖石的浸蚀、风化等。均可统属于腐蚀的范畴。

金属腐蚀是人们面临的一个十分严重的问题。粗略估计,每年因腐蚀而造成的金属结构、设备材料的损失量,大约相当于当年金属产量的 20% ~ 40%,全世界每年因腐蚀而报废的金属达 1 亿吨以上,经济损失占国民经济总产值的 1.5% ~ 3.5%,我国占 2% ~ 4%。例如,美国在 1995 年统计的腐蚀损失为 8 000 亿美元,占国民生产总值的 4.2%,我国 1995 年的腐蚀损失估计为 2 000 亿元人民币,2005 年的腐蚀损失达 5 000 亿元人民币。这些腐蚀损失费用尚未包括由腐蚀导致的寿命损失而造成的经济影响以及因腐蚀引起灾难性后果的处理等间接损失费用。

舰船的腐蚀也不例外,钢质船体及钢质构件、舰船管路系统、舰船设备等在海洋大气环境中,其腐蚀程度比一般环境要严重得多,其腐蚀性损失也是相当大的。重视舰船的腐蚀防护,防止或减轻舰船的腐蚀,将会有明显的经济效益和重要的军事效益。

1.1 舰船腐蚀与防护的重要性

舰船是指军用战斗舰艇(水面舰艇及潜艇)和军用非战斗舰艇(军辅船),通常统称为舰船;其船体结构以及各种舰船设施,大部分由钢材建造,少数由有色金属和某些非金属材料建造,处在海水和海洋大气的恶劣环境中,腐蚀防护设计就成为舰船设计的一个重要组成部分。舰船的钢结构虽是腐蚀防护的重点,但各种舰船设备的腐蚀防护也是应充分重视的。海军装备无论是水面舰艇还是潜艇,无论是港口码头设施还是岸基仓库内的设备,它们的腐蚀远比其他军种装备的腐蚀要严重得多。如 20 世纪 80 年代某部装备仓库内发现大批开关、轴、外露元器件严重腐蚀,几乎不到一年时间就全部不能使用了;某舰上的 10 米液压天线,在海上通信联络调试时,因天线筒生锈,天线无法降下,后来只好锯掉;某鱼雷快艇发射鱼雷时出现故障,经检查发现是因锈蚀而导致自动发射装置失灵等等,这些例子都说明腐蚀问题对舰艇战斗力的破坏性。腐蚀除了会缩短舰船装备的使用寿命外,还会降低装备的技术性能和战术性能乃至贻误战机,严重影响到战斗任务的完成。这也充分说明了舰船腐蚀防护的重要性。但我国在舰船及其设备的防腐蚀与电子、武备、通信、机电设备等所处的地位的重要性相比较,以往由于受到经济的制约,在舰船设计中处于比较次要地位,和美、英、日等发达国家对防腐的重视程度相比有较大差距。据报导,美国海军舰船因腐蚀而导致的维修费用占其整个修理费用的三分之一,我国海军舰船因腐蚀而导致的维修费用占整个维修费用的二分之一。在舰船的全寿命设计中,钢结构及各设备的腐蚀寿命未被纳入舰船全寿命设计管理,以致一艘驱逐舰级的舰船在一个中修过程中,船体换板量甚至高达 1 000 ~ 2 000

平方米。根据现在腐蚀防护技术的水平,防腐蚀设计保护年限可达 10 年以上甚至 20 ~ 30 年。而在新舰设计时,为了减轻舰艇的重量,船体钢结构有些部位的钢板未考虑按腐蚀寿命留有足够的腐蚀余量;为了控制新舰的建造费用,腐蚀防护措施不足,不能与时俱进采用快速发展的表面防护技术、新的涂料和新材料,以致舰艇钢结构、管系、阀件等腐蚀防护处于相对落后的状态,使得船体及管系、阀件等在很短时期内严重锈蚀甚至穿孔。低性能的或者不符合要求的防污漆使水下船壳部分在新造舰船交舰不到半年就大量附着海洋生物,不仅加快船体的腐蚀,而且使船速严重下降。据“八五”期间调查资料,我国海军有的舰艇服役仅三年零三个月,航速由 28 海里/小时降至 10.5 海里/小时。经实验证明,在青岛中港一个海生物生长旺季 6 ~ 10 个月,海生物附着可达 20 kg/m^2 以上。由于防腐蚀寿命短,有的舰艇艇体钢板腐蚀达每年 0.7 mm。舰艇声呐罩上海生物不断附着,使其透声性能不断下降。这些可从本书扉页的一组照片看出舰艇腐蚀和污损的严重程度。该组照片是 1987 年国家舰船涂料科技攻关组调研我国在役舰船腐蚀、污损现状时在船厂修理现场拍摄的。由此可见,低水平、低性能的腐蚀防护技术所带来的不仅仅是高额的维修费用,还造成油料消耗量的增加。据统计,一艘大型舰艇因腐蚀造成的维修费用占总维修费用的一半以上。有资料介绍,美国海军因海生物污损造成每年增加 10% ~ 15% 的油料消耗量。更重要的是这些损害对战斗舰艇来说,是无法用经济价值来计算的。由于观念和经费方面的原因,以往我国军船的防腐蚀不仅落后于发达国家的舰船腐蚀防护,甚至落后于国内民用船舶的腐蚀防护。新造舰艇的腐蚀防护研究与设计,也落后于在役舰艇的腐蚀防护研究与综合治理。现在海军和设计部门、承制厂都已开始重视这一问题。作为舰船研究设计部门和海军主管部门,应把国内腐蚀防护研究的新材料、新涂料、新技术、新工艺等新的科研成果适时应用到新的舰船设计与建造和在役舰船维修、管理方面,把舰船的腐蚀防护寿命提高到一个新的水平。

1.2 舰船防腐蚀的任务和内容

1.2.1 国内外舰船腐蚀与防护概况

舰船腐蚀防护是构成舰船设计的重要组成部分之一,舰船的腐蚀防护采用的是多方面、综合性的防腐蚀措施,包含选用耐腐蚀性好的材料、非金属涂层、金属涂(镀)层、电化学保护、防蚀工艺、及时维修等等。因此,国内外海军部门、舰船科研设计部门、舰船材料和工艺研究部门都相当重视,都投入了大量时间、人力、物力研制新的涂料、新的材料、新的腐蚀防护工艺。在上世纪中后期,我国舰船腐蚀防护水平和世界先进国家(主要是美、英、日、丹麦、挪威等)及民用船舶相比有较大差距。民用船舶可进口高档涂料,但是舰船所用的防腐涂料则是低档次的。20 世纪 70 年代发达国家就有专门机构对舰船热喷涂及热喷涂材料进行了试验研究,并进行了长期跟踪,制定了相应规范。

20 世纪 60 年代以来,我国在舰船涂料和舰船热喷涂这两方面,特别是舰船涂料方面,无论是在产品品种方面还是在产品质量方面,都与发达国家有很大差距。为了缩小和发达国家的差距,从上世纪中期起,国家拨出了专项资金,组建了专门的攻关班子,在五个五年计划期间进行了长达 20 多年的舰船涂料攻关,研制出了一批国外有的而我们没有的既有防腐功

能又具有舰船特殊需求的特种性能涂料,如直升机起降甲板和航空母舰舰载机飞行甲板的防滑涂料、太阳热反射甲板和船壳涂料、抗沾污涂料、耐导弹发射烧蚀及高速气流冲刷涂料、带油涂装涂料、雷达波隐身涂料、声呐波隐身涂料、电磁波屏蔽涂料、无锡防污涂料、橡胶面防污涂料、环氧沥青云母鳞片重防腐涂料、环氧沥青玻璃鳞片重防腐涂料,并对长效防腐涂料和长效防污涂料的测试方法立项进行了研究和对国内主要涂料厂家(含合资企业)相同品种的高性能涂料的性能进行了对比。在防污涂料方面,由于国际海事机构规定,在2008年以后全面禁止含有机锡的防污涂料在新造船舶上使用,近些年来,国内外对环保型防污涂料都在从多方面、多种途径进行开发研制和探索性研究。国内一些涂料研制单位也跟踪国外先进国家的研究成果,从多种途径进行了探索性研究,取得了一定成果。如低表面能防污涂料、仿生防污涂料、生物防污涂料、病毒防污涂料、无机硅酸盐防污涂料、导电防污涂料、辣椒素防污涂料等等,但这些研究成果都还未进展到能实际应用的阶段。此外,还研制了一批高性能常规舰船涂料,如长效超黏附涂料、高性能滑油舱涂料、航空燃油舱浅色导静电涂料、防结露涂料、聚氨酯甲板涂料、聚氨酯船壳漆、丙烯酸聚氨酯船壳漆、无溶剂舱室地板漆、耐高电压击穿蓄电池舱涂料等等。有的单位还对水性舰船舱室涂料、高氯化聚乙烯不锈钢鳞片重防腐涂料、氟碳涂料、纳米涂料等进行了研制。到现在为止,除少数涂料品种(如双组分无溶剂环氧重防腐涂料、舰船用纳米涂料、激光诱导改善表面甲板防滑涂料、以及用氧化铝、无定形玻璃、霞石响岩、硫酸钡、滑石、硅灰石之类的耐磨填料或铝、碳黑之类防火花的导电颗粒作填料的具有高摩擦系数、高耐磨性能、高抗冲击性能、无火花、易成型的航空母舰飞行甲板防滑涂料等)外,我国已基本形成了较为完整的舰船涂料配套体系。不过好多涂料在性能方面与发达国家相比还有一定的差距。如鳞片涂料用的玻璃鳞片,由于在鳞片的厚度、片径、表面处理技术等方面还有差距,成为影响重防腐涂料长效防腐性能的关键因素。在舰船涂料攻关项目中,曾对国产的环氧沥青玻璃鳞片涂料与相同质量的环氧沥青涂料,按照完全相同的涂装要素、相同的试验标准和试验方法、相同的考核时间进行防腐性能质量对比考核评分,玻璃鳞片涂料在长效防腐性能上并无优势,而其价格却贵好多。又如双组分水性聚氨酯涂料,其涂膜的光泽度、耐化学性以及机械性能等可与双组分溶剂型聚氨酯涂料相当,但目前国内的水性涂料产品,还存在着适用期短、干燥速度慢、在舰船舱室内甚至很长时间不能固化、施工不便、耐水性不佳、龟裂等问题,严重影响了其在舰船上推广应用。国外航空母舰飞行甲板已有100%固体含量的无溶剂型聚氨酯防滑涂料、水性防滑涂料、粉末防滑涂料等,国内的航空母舰飞行甲板防滑涂料的研制还在起步阶段。

舰船外加电流阴极保护技术在不断发展进步,国外已在大型舰船上已普遍应用现代数值分析计算方法和以计算机作为工具进行阴极保护系统设计的现代设计方法。国内在这方面的技术研究起步较晚,存在较大的差距。

我国海军在舰船热喷涂方面,从20世纪80年代以来,进行了多次试用试验。采用喷涂铝长效防护涂层在数艘舰船上进行实用考核。提出了喷铝涂层+WRL9028复合型封闭剂+高阻抗无机微片掺入的中间层和面层涂料+低电位或仿生涂料防污面层配套体系,以达到增加涂层体系的绝缘性和增强其抗海水渗透性、耐磨性及海水冲刷能力。

在舰船热喷涂材料方面也进行了多种新的材料研制,如舰船热喷涂多种丝材、粉材合金材料等。新开发研制的电弧喷涂Al+10%(质量)Al₂O₃复合线材已用于舰船甲板耐磨耐蚀防滑涂层。

在舰船船体和舰船设备方面也不断研制出新的高耐蚀性材料并得到实际应用。近年来

新造舰船的海水系统采用了涂塑管材、B10 管、B30 管、钛管、双相不锈钢管、蒙乃尔 (Monel) 合金海水阀的阀盘、阀杆等。在国外, Monel 合金在各行业的应用已有很久的历史, 在舰船上应用也较广。英国有些舰艇的螺旋桨、关键的轴及泵的部分零部件均由 Monel 合金制造; 法国“戴高乐”航母的不少设备和系统都应用了 Monel 材料。由于 Monel 合金价格较贵, 我国在舰船上大范围使用有一定的困难, 但在某些关键的零部件上使用 Monel 材料可起到良好的效果。我们采用了 B10 合金管, 使用寿命可达到紫铜管的三倍以上, 但腐蚀和漏泄问题仍还存在一些问题; 采用双相不锈钢管可明显提高防腐效果, 但由于焊缝处不能保证双相, 其实际使用效果还不够理想, 这些都还需要进一步研究和改进。我国某新型舰在建造过程中, 海水阀的阀盘、阀杆均采用 Monel 合金制造, 该舰服役后的实际使用证明, 海水系统的阀门腐蚀泄漏现象得到了满意的解决。

舰船防腐除船体以外, 舰船动力、电站和各种辅助系统的管系是防腐的另一个重点。我国海军自 20 世纪 80 年代以来对舰船防腐和防漏以及防蚀工艺进行了大量研究工作, 制定了一系列有关防腐、防漏的文件, 对舰船的防腐防漏特别是防腐方面在设计、建造、设备制造、维修、维护保养等起到了重要作用。

1.2.2 舰船防腐蚀的任务和内容

舰船金属结构的腐蚀除导致巨额腐蚀维修费用外, 更重要的是影响到舰船的在航率和作战任务的执行, 严重的情况甚至会带来灾难性的事故。防污效果差的舰船, 除影响到舰船的腐蚀防护效果外, 还会浪费宝贵的能源, 造成经济上的损失。污损造成航速下降, 将使战斗任务的完成受到影响。如果采取适当的防腐蚀和防污措施, 舰船的防腐蚀寿命和防污损是可以达到一个新的台阶的, 也是可以提高经济和军事效益的。因此, 研究舰船的腐蚀防护技术和有效的防污措施, 推广应用舰船腐蚀防护新产品、新技术、新工艺、新成果, 是设计人员、研究和部门的一项十分重要的任务。

但是, 在推广应用时, 有一个难题, 就是没有一个专门对舰船腐蚀防护进行综合应用研究的部门和经费支持, 来对这些新产品、新技术、新工艺、新成果, 综合进行实船试验、试用、扩大应用、结果跟踪、发布权威性的应用结论、制定相应的规范、标准。舰船研究设计部门从可靠性要求出发, 没有可在实船推广应用的结论, 是不会贸然自行在新设计的舰船上应用的。这就是为什么会出现“旧船用新漆, 新船用老漆”的问题。也是很多新研制的具有优异性能的新涂料、耐腐蚀好的新材料尚未得到大量推广应用的原因。因此要使舰船腐蚀防护再上一个新台阶, 一方面海军和舰船研究设计部门不断跟踪国外舰船防护方面新的动态, 另一方面海军装备部门对舰船腐蚀防护研制出的新产品、新技术、新工艺、新成果投入一定经费和人力进行综合性应用研究, 总结出可推广应用的成果。舰船研究设计部门大力推广其研究成果, 是舰船研究设计部门、建造和修理部门、海军使用部门义不容辞的责任和任务。

舰船的腐蚀防护或者说控制金属的腐蚀所包含的内容是多方面的, 如选材、结构设计、涂料保护、金属涂(镀)层保护、热喷涂保护、电化学保护、合适的防蚀工艺等等, 应根据舰船不同部位、所处的不同环境、所选用不同材料、不同的工况, 提出不同的防腐蚀要求, 采用相应的防腐蚀技术措施和良好的工艺, 达到合理的最佳的腐蚀防护状态。本书将对相关的防腐蚀技术措施予以系统介绍。

1.3 舰船与民船防腐蚀的异同

舰船与民船一样,船体是腐蚀防护的一个重要部分,而船体所采用的主要是钢质、铝质、玻璃钢材料,这些材料的常规防腐蚀原理和方法、施工工艺大致相同,但有的问题值得重视。比如,在对船体钢板的表面处理方面,由于民船的主船体和上层建筑钢板大都等于和大于6 mm,而舰船的主船体和上层建筑钢板厚度相当一部分为3~5 mm,船厂对前者按厚钢板在流水线上喷砂、喷丸进行表面处理,对后者有的船厂往往怕钢板变形,只采用手工除锈而不在流水线上进行喷砂表面预处理,其表面处理的质量就难以达到涂装要求而影响到涂装质量,最终也就影响到防腐蚀效果。海军经实践证明,3 mm厚的钢板用喷砂除锈是也完全可行的,既未变形又能达到涂装表面预处理要求。

舰船和民船的防腐方法都主要是采用船舶涂料、外加电流阴极保护和牺牲阳极保护、热喷涂、其他电化学保护方法等。其中大量采用的是船舶涂料防腐,但舰船采用了很多既具有防腐功能又具有舰船特殊功能要求的特种涂料,如各类隐身涂料、航空母舰舰载机甲板防滑涂料、红外热反射涂料、耐烧蚀耐高速气流冲刷涂料、阻尼涂料、特种防污涂料、抗沾污涂料、耐核辐射涂料等等。因此舰船的涂料配套体系要比民船复杂得多了,所选用的涂料品种也多得多。水面舰船的油水舱、底舱、隔离舱等部位低矮、狭小、结构复杂,施工难度比排水量相当的民船大。舰船的使用要求和环境条件与民船相比大不相同。比如,在舰艇舱室狭小、通风不良的环境中,水性涂料难以固化,特别是在5℃以下就不能施工,这在我国北方的船厂,冬季将有几个月不能施工,这就会严重影响施工进度;舰船比民船的航速高,航停比也大大低于民船,因此,对所选用的防污涂料性能要求与民船也有所不同;排烟管涂料除要求耐高温外,有的还要具有耐干湿交替、耐冷热骤变的性能;防火涂料除要求有更高的防火性能外,还要求耐水、耐油、低烟、低毒的性能,这样的特殊要求是一般的防火涂料无法达到的;航空母舰舰载飞机起降甲板的防滑涂料要求具有高磨擦系数、高耐磨性、高耐冲击性、无火花、耐化学性、耐油、耐水、耐火、耐喷气爆炸冲击波性能强、易成型、易修补、形变量小、使用寿命长等高性能,是普通的或直升机甲板防滑涂料不可替代的。除特种涂料外,有的部位还采用热喷涂层。军船还要求采用某些高耐腐蚀性的合金材料和非金属材料,如铝合金、铜合金、双相不锈钢、钛合金、蒙乃尔合金和高强玻璃钢等等。

由于铝合金材料密度小、强度高,船用铝合金在军用舰艇上的应用也占有一定的地位。铝合金舰船的板材通常采用Al-Mg系合金,型材则多用Al-Mg-Si系合金。Al-Mg系合金管材也可用于铝合金舰船的淡水、燃油和滑油系统,但不能用于海水冷却系统。如果考虑到成本因素,油污水系统、生活用海水系统、喷淋装置也可采用铝合金管材,但在设计中要注重防蚀设计和采取特别的腐蚀防护措施。铝合金活性强、耐海水能力较差,在海水或盐雾环境中,氯离子对铝材起主要腐蚀破坏作用。铝合金除不耐海水外,抗海水冲刷性能也比较差,特别是在有湍流的部位会很快产生腐蚀穿孔。很显然,与民船和钢质舰船相比,铝合金舰船的腐蚀防护就具有不同的技术特点和要求。

由于舰船的作战使命不同,其设备的复杂性、管系和电缆的复杂与密集性、舱内设备的特殊性,特种涂料的多样性,潜艇与水面舰艇所处的环境因素不同性等,是民用船舶无可比拟的,因而防腐技术要求也就不一样。如潜艇在压力动态变化状态下的防腐要求与水面舰船和民船的要求不一样,登陆舰内快艇的船坞登陆舱的腐蚀防护就与其他内舱防腐要求不