

船舶坞修工程

程 东 严志军 朱新河 编著



大连海事大学出版社

船舶坞修工程

程 东 严志军 朱新河 编著

大连海事大学出版社

© 程 东 严志军 朱新河 2010

图书在版编目(CIP)数据

船舶坞修工程 / 程 东, 严志军, 朱新河编著. —大连:
大连海事大学出版社, 2010. 11

ISBN 978-7-5632-2489-0

I. ①船… II. ①程…②严…③朱… III. ①修船坞—
高等学校—教材 IV. ①U673.33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 211353 号

大连海事大学出版社出版

地址:大连市凌海路 1 号 邮编:116026 电话:0411-84728394 传真:0411-84727996

<http://www.dmupress.com>

E-mail: cbs@dmupress.com

大连印刷三厂印装 大连海事大学出版社发行

2010 年 11 月第 1 版 2010 年 11 月第 1 次印刷

幅面尺寸:140 mm × 203 mm 印张:6.25

字数:154 千 印数:1 ~ 3000 册

责任编辑:沈荣欣 版式设计:江 阳

封面设计:王 艳 责任校对:史云霞

ISBN 978-7-5632-2489-0 定价:18.00 元

内容提要

本书系统介绍了船舶坞修的现状、相关设施及坞修企业的组织管理机构,船体及轮机坞修工程中相关设备的结构、主要损坏形式和维修、检验(试验)方法,及坞修活动的组织管理。本书适合于轮机工程专业船机修造方向的本科生,还可以作为轮机工程专业其他方向学生,以及各航运企业、修造船企业技术人员的参考书或培训教材。

前 言

目前中国造船产量出现了惊人的增长,成为具有重要影响力的世界造船大国。2008年,中国造船业完工量为3 041万吨,占全球市场份额为30.7%;手持订单量20 146万吨,全球市场占比35.5%,中国造船业全面超过了日本,并将在短期内超越韩国而成为世界第一造船大国。中国建造的各种船舶航行于全球的洋面上。“中国制造”的船舶产品得到了世界市场的广泛认可,世界船舶工业中心向中国转移的趋势已经确立。

造船和航运事业的繁荣发展同时,修船业也蓬勃发展。表现为修船业集团公司进一步壮大,船舶改装份量不断上升,船坞建设方兴未艾,修船技术水平不断提高。2006年我国修船产值达到200亿元以上,基本与当时世界第一修船大国新加坡持平。2008年,中国位居前十位的修船企业实现的销售收入达254.7亿元(36.4亿美元)。

在面临机遇的同时,修船业也面临挑战。尽管已经取得喜人的发展成果,我们还应认识到我国修船在管理水平、修船技术、修船工艺和人员素质等方面和日本、新加坡等国家相比还有一定差距。但是我们相信只要我们正确面对现实,依靠科技进步,通过不断创新,这些问题一定会得到逐一解决,我国修船业必将迎来美好的未来。

人才培养是大力提升我国修船业水平的重要方面。随着修船业迅速发展,各类修船人才已成为制约修船发展的瓶颈。为了推动船舶维修领域应用型人才培养,我们在广泛收集各修船企业、相关教材和文献的基础上编写完成这本《船舶坞修工程》教材。本

教材是为轮机工程专业船机修造方向本科生编写,内容涉及坞修工程的概况、坞修企业设施和程序、坞修中的船体工程、坞修中的轮机工程、坞修工程中的管理等内容,其内容基本涵盖坞修工程涉及的主要工作。通过学习使学生能够初步和系统了解修船企业的相关知识,为日后从事相关工作打下坚实基础。本教材还可以作为轮机工程专业其他方向学生,以及各航运企业、修造船企业技术人员的参考书或培训教材。

全书共5章,第1、2章由程东编写,第3、4章由严志军编写,第5章由朱新河编写。

由于编者水平有限,书中不妥之处在所难免,欢迎读者批评指正。

编著者

2010年10月

目 录

第 1 章 船舶坞修工程概况	(1)
1.1 坞修工程概述	(1)
1.2 坞修工程的发展现状和前景	(2)
1.2.1 坞修工程的发展和现状	(2)
1.2.2 坞修工程的发展前景	(12)
参考文献	(13)
第 2 章 坞修企业设施和程序	(15)
2.1 坞修企业设施	(15)
2.1.1 修船厂和设施的规划	(15)
2.1.2 干船坞	(19)
2.1.3 浮船坞	(28)
2.1.4 入坞船舶的选择	(36)
2.1.5 生产车间	(38)
2.2 坞修管理机构程序	(40)
2.2.1 坞修管理机构和职责	(40)
2.2.2 坞修管理的内容和程序	(45)
参考文献	(50)
第 3 章 坞修中的船体工程	(51)
3.1 船体工程概述	(51)
3.2 船体勘验及主要损坏形式	(52)
3.2.1 船体工程的勘验	(52)
3.2.2 船体主要损坏形式	(53)
3.3 清污与除锈工程	(58)

3.4	涂装工程	(61)
3.5	船体损伤的修理工艺	(65)
3.5.1	船体损伤的一般工艺	(65)
3.5.2	船体舷侧换板工艺	(67)
3.5.3	船板凹陷与骨架弯曲矫正工艺	(73)
3.5.4	船体裂缝与渗漏焊补工艺	(76)
3.6	船体工程中的坞内检验	(77)
3.6.1	船体密封试验	(77)
3.6.2	船体工程出坞前验收	(79)
3.7	船舶改装简介	(81)
3.7.1	船舶改装类型	(81)
3.7.2	船舶改装技术要点	(83)
	参考文献	(86)
第4章	坞修中的轮机工程	(87)
4.1	舵装置的维修	(87)
4.1.1	舵设备的作用及其组成	(87)
4.1.2	舵装置的拆卸和安装	(90)
4.1.3	舵装置的损伤和检修	(92)
4.1.4	舵设备的试验	(100)
4.2	桨装置的维修	(101)
4.2.1	螺旋桨结构与分类	(101)
4.2.2	螺旋桨拆卸安装工艺	(102)
4.2.3	螺旋桨修复工艺	(110)
4.2.4	螺旋桨桨叶螺距测量	(113)
4.2.5	螺旋桨静平衡试验	(116)
4.3	轴系装置的维修	(118)
4.3.1	船舶轴系结构简介	(118)
4.3.2	尾轴承、中间轴承及推力轴承安装间隙	(138)

4.3.3	船舶艉轴艉管维修工艺	(142)
4.3.4	可拆法兰式联轴器的修理	(145)
4.3.5	中间轴、尾轴法兰孔及连接螺栓修理	(148)
4.3.6	轴线偏差要求及修理	(150)
4.4	管阀装置的维修	(159)
4.4.1	通海阀种类结构和检修要求	(159)
4.4.2	截止阀、截止止回阀和止回阀的检修	(160)
4.4.3	蝶阀的检修	(163)
4.4.4	防浪阀的检修	(164)
4.4.5	闸阀的检修	(165)
	参考文献	(166)
第5章	坞修工程中的管理	(167)
5.1	船舶水上工程	(167)
5.1.1	进坞前各项准备工作	(167)
5.1.2	船舶入干坞的操作工艺	(169)
5.1.3	船舶进坞后的施工准备	(171)
5.1.4	坞内施工注意事项	(172)
5.1.5	船舶出干坞的操作工艺	(173)
5.2	修船中的检验与验收	(175)
5.2.1	施工中和完工后的检验和试验	(175)
5.2.2	系泊试验和倾斜试验	(177)
5.2.3	航行试验	(183)
5.3	船舶修理单	(185)
	参考文献	(188)

第 1 章 船舶坞修工程概况

1.1 坞修工程概述

船舶坞修是指为了实现船舶水下结构和装置的保养、检验、维修和改造工作,或泛指与船舶在船坞内进行维修相关的各项工作(检验、修理、改装、清洁、涂装、进出坞、修船管理等)的总称。船舶坞修是目前实现船体清洁、除锈和涂装等唯一有效的方式。

坞修工程一般是指船舶水线以下部分的船体工程和机电工程的修理和检验。其主要任务有:清除船体水下部分的海洋附着生物和完成除锈防腐作业;检验水下部分的船体和装置,并消除其腐蚀损坏的缺陷;进行检修和完成改装工程。坞修工程涉及船舶设计、装配工、电工、钳工、焊接、泵工、涂装、起重运输、无损检验、舾装等多工种的综合性工程。

随着航运业发展,船舶种类、数量和规模不断加大,海上航行安全与环境相关法规越来越严格,船舶坞修成为保证船舶可靠安全运行的重要手段和途径。修船厂在满足越来越多的修船任务的同时,相关部门对坞修的要求也随之提高。例如目前,是否具备维修大型、高技术和高修船附加值船舶(“两高一大”)的维修能力是衡量企业维修水平的重要标志。

1.2 坞修工程的发展现状和前景

1.2.1 坞修工程的发展和现状

1. 国际修船业的发展和现状

船舶坞修工程的发展也就是修船业的发展,而修船业的发展又和船舶制造业息息相关。从世界范围来看,修船产业大致经历了以下3个发展阶段:

(1)第1阶段:20世纪70年代前,世界修船中心在欧美的荷兰、德国、英国、法国、葡萄牙、希腊、美国等。

(2)第2阶段:20世纪80~90年代,世界修船中心在日本、韩国、新加坡、中国香港及海湾地区。

(3)第3阶段:21世纪初,世界修船中心正向以中国为代表的东南亚和东亚地区转移。

目前欧洲的修船实力依然较强,其技术装备及生产效率也非常高,2006年修船产值为90亿美元,约占全球总产值(2006年世界船舶修理和改装市场的总量约为250亿美元)的36%。欧洲的修船企业主要从事化学品船、液化气船、游船等高技术含量、高附加值的复杂船型修理及改装业务。但欧洲修船业占世界修船市场的份额稳中有降,东南亚国家已逐步成为世界修船中心。

新加坡也是世界的重要修船国家,是当今世界修船中心之一,船舶修理改装也是该国主要的创汇业务。新加坡修船业的优势是:位于欧亚航线必经之地——马六甲海峡,港口水深可容大型船舶;有大约40家船厂提供总量约290万载重吨的坞容量,技术装备完善并且生产效率较高,能提供高技术优质服务。新加坡2006年修船产值为50亿美元,占世界修船总产值的20%,主要从事大型油船、海上石油钻井平台、海上浮式生产储油装置等修理业

务及改装业务。其中,FPSO(Floating Production Storage Offloading,海上浮式生产储油装置)和FSO(Floating Storage and Offloading,海上浮式储油装置)改装产值占世界总产值的67%,海上平台修理/改装产值占世界总产值的60%。

中东修船业在激烈竞争中凭借地理优势和优质服务赢得良好声誉,其所修船舶种类繁多,客户群也日益壮大。日本和韩国也有较强的实力,虽然目前他们发展重点在造船上,修船业务一般仅限于国内,但在高技术、高附加值特种船舶的大型船舶维修订单上仍有竞争力。

2. 我国修船业的发展和现状

我国近代修船产业起始于鸦片战争后,当时清政府设立福建马尾船政局、上海江南船坞和天津大沽船坞等,至今已经有100多年的历史。但直到1949年新中国成立前,中国的修船产业发展很慢,至1949年只有船坞8座。1949年新中国成立后,我国的修船业经历了恢复发展阶段(1950~1958年)、曲折壮大阶段(1959~1977年)和高速发展阶段(1978年~今)。

目前我国修船产业数量庞大、效益看好、发展速度惊人。根据统计,2000年时我国修船产值是65亿元,占世界修船产值的3.1%;2002年修船产值80亿元,约占世界修船产值的4%;2004年修船企业总产值达149亿元,约占世界修船产值的6%;而2006年修船产值突破240亿元大关,占世界修船产值的10%。2006年全国共完成修船约1亿载重吨,其中外轮占70%,为7000万载重吨。共完成修船3500~4000艘次,其中外轮占65%~70%,约2300~2800艘次。而2008年,中国位居前十位的修船企业共完成工业产值265.4亿元,实现销售收入254.7亿元,全国规模以上修船企业修船产值超过500亿元,占世界修船产值的24%左右。

目前,我国修船业已经初步显现专业化、社会化和先进管理模式,各大型修船企业均十分重视技术进步,修船技术含量逐渐提

高。当前我国修船业呈现以下特点：

(1) 船舶修理规模不断壮大

我国修船企业数量众多,据 2006 年全国第三次工业企业普查结果,全国拥有乡级及乡级以上规模的修船厂 700 余家。随着经济的发展,在国内已逐渐形成了一批具有一定规模优势和发展潜力的大型修船联合企业,如中船集团公司、中船重工集团公司、中远船务工程集团公司以及中海工业有限公司等四大修船集团,年修船产值约占全国修船总量的 72%,产业的集中度较高。特别是中远船务,在南通、大连、舟山、上海、广州等地拥有修船厂和配套服务企业,被誉为修船业的“航母”。

(2) 修船能力大幅提高

近年船坞建设方兴未艾,10 万 ~ 30 万吨级浮船坞、干船坞相继投产,大大增加了修理大吨位船舶的能力。中国修船已在世界修船舞台占据重要地位,修船硬件设施已居世界首位。截至 2007 年底,全国规模以上船舶企业用于船舶修理和改装的船坞有 81 座,其中浮船坞有 34 座,全部坞容量为 750.6 万载重吨。按坞容大小,5 万 ~ 8 万吨 23 座,10 万吨 8 座,15 万吨 7 座,20 万吨的 5 座,30 万吨 7 座。2009 年中国修船坞的坞容量已超过 800 万吨,大型船坞拥有量已经远远超过新加坡。

据统计,2008 年主要修船企业共修理船舶约 5310 艘,约计 1 亿载重吨;外轮修理比例大幅上升,修理外轮超过 1784 艘,约计 8184 万载重吨,出口创汇超过 34 亿美元。2008 年中国修船业市场规模接近 100 亿美元。

大型修船企业由过去的以常规修理为主转向以修理大型、高附加值船为主,大型船厂已能够修理 VLOC (Very Large Ore Carrier, 超大型矿砂船)、VLCC (Very Large Crude Carrier, 大型油船) 和 30 万吨散货船,船舶改装总量逐年上升。修船换板水平、VLCC 坞修期都已达到世界先进水平。

(3) 船舶管理和技术水平显著提高

各大型修船企业十分重视提高修船管理水平,完善各种规章制度。各大公司均取得了质量管理体系(ISO9001:2000)、环境管理体系(ISO14001:2004)和职业健康安全管理体系(OHSAS18001:1999)认证证书,建立了满足 SOLAS、IACS(International Association of Classification Societies,国际船级社协会)和船级社规范规则要求的技术标准体系,大大提高了企业竞争实力。2006 年,《中远船务船舶修理技术标准体系》通过评审正式发布实施,对我国修船业发展具有重要影响。当前一些大中型骨干修船厂平均坞修期为 3~5 天,基本达到先进修船国家同等水平;除锈和日修船换板量达到世界先进水平。

修船生产从劳动密集型向技术密集型转变,高技术、高附加值特种船舶及大型船舶维修和改装业务不断增加。围绕全国各修船地纷纷成立了 BBC 增压器、船舶自动化设备、通信导航设备、螺旋桨、集装箱、全回转拖船、柴油机、旧件修复等专业技术维修服务站或企业。有实力的修船企业还成立了修船技术中心。

大中修船企业普遍推行船体高压水清洗、高压水除锈、喷砂除锈、无气喷漆等工艺;零部件化学清洗、高效方便的高空作业车和脚手架、液压拆装工具、气动工具、电子计算机报价和辅助管理等已在各厂修船作业和修船业务中普遍应用。

3. 我国主要的修船企业

随着修船业的发展,目前我国 80% 的船舶企业和大型修造船企业及船舶配套企业主要集中分布在环渤海区域、长江三角洲和珠江三角洲,逐渐形成三大修船业中心:①北方中心(包括环渤海和山东半岛的修船企业,如山海关船舶重工有限责任公司、大连中远船务工程有限公司、青岛北海船舶重工有限公司等);②中部中心(包括上海和其周边省市的修船企业,如南通中远船务工程有限公司、中船澄西船舶修造有限公司、上海华润大东船务工程有限公司、上海

中远船务工程有限公司、中海工业有限公司、舟山中远船务工程有限公司);③南方中心(包括广东和周边省市修船企业,如中船远航文冲船舶工程有限公司、友联船厂蛇口有限公司)。

随着船舶维修集团化发展,形成大型修船集团公司:中远船务、中船工业公司、中船重工集团和中海工业。2007 年各重要修船集团公司和修船企业产值和收入情况如表 1.2.1 所示。2008 年,我国位居前十位的修船企业实现销售收入 254.7 亿元(36.4 亿美元)。中远船务工程公司以 90.97 亿元(13 亿美元)的产值位居榜首,其所属的大连船务、舟山船务产值均在 20 亿元以上;上海华润大东、中海工业公司、中船澄西、友联船厂(蛇口)修船产值也都超过 20 亿元;福建省船舶工业行业协会所属企业实现修船产值 19.68 亿元。两大船舶集团(中远船务及中海工业公司)共完成修船产值 200 亿元,约占全国修船总产值的 40%。

表 1.2.1 2007 年各重要修船企业(单厂)产值和收入情况

企业名称	修船总产值 (万元)	修船出口创汇 (万美元)	修船销售收入 (万元)	修船数量 (艘)
1 中远船务工程集团有限公司, 其中:	787 652	93 845	757 761	438
大连中远船务工程有限公司	230 215	29 570	231 324	98
南通中远船务工程有限公司	197 333	25 725	192 891	65
舟山中远船务工程有限公司	165 549	21 120	169 933	115
广东中远船务工程有限公司	103 295	12 391	103 150	99
上海中远船务工程有限公司	42 563	5 039	44 016	61
2 上海华润大东船务工程有限公司	217 605	21 024	194 409	220
3 中船澄西船舶修造有限公司	201 215	28 187	193 907	145
4 中海工业有限公司	191 123	11 197	191 123	521
5 友联船厂(蛇口)有限公司	112 700	13 068	103 172	124
6 山海关船舶重工有限责任公司	102 000	12 313	92 009	126
7 中船远航文冲船舶工程有限公司	92 122	12 018	96 488	121
8 青岛北海船舶重工有限公司	76 168	9 463	81 008	133
9 舟山市鑫亚船舶修造有限公司	73 600	7 757	63 656	198
10 青岛前进船厂	52 151	—	—	—

(1) 中远船务工程集团有限公司

中远船务工程(COSCO-Shipyard)集团有限公司是中远(集团)总公司下属,成立于2001年,以船舶修理、改装、海洋工程和船舶建造为主要业务。中远船务拥有7家修造船企业、8家船舶配套企业。目前,中远船务总坞容量252万吨,泊位34个,厂区总面积逾600万 m^2 。在南通、大连、舟山、广州、上海等地拥有多家大型船舶企业及多家专业化船舶配套服务企业。自2006年以来,公司大力拓展海洋工程和船舶建造领域,承接包括世界首艘浮式钻井生产储油船(FDPSO, Floating Drilling Production Storage and Offloading)、浮式储油船(FSO, Floating Storage and Offloading Vessel)、半潜式海洋石油平台GM4000、全球首艘Seven650圆筒形钻井平台等重点工程。以下介绍其下属修船公司情况。

①大连中远船务工程有限公司。公司位于环渤海湾港口群的要冲——大连,占地120万 m^2 ,拥有30万吨级浮船坞、18万吨级浮船坞和8万吨级干船坞各1座,有9座专用修船码头,修船码头长1890m,年修船能力达到200余艘。除常规修理外,目前大连船务还具备OBO、PCTC、油船和化学品船、VLCC、VLBC、FPSO等多种特殊船型的修理和改装能力,并积极拓展海洋工程和船舶新制领域。

②南通中远船务工程有限公司。公司位于中国经济发展的龙头长江三角洲之长江北岸,毗邻上海,占地40万 m^2 ,现有15万吨级和8万吨级浮船坞各1座,4座10万~15万吨级深水码头,年修理和改装大型远洋船舶150余艘。公司主要从事大型船舶修理、船舶改装及海洋工程制造等业务。

③舟山中远船务工程有限公司。公司位于浙江省舟山群岛南部海域的六横岛西北端,是南北海运与长江水道“T”形交汇口的咽喉要冲。公司总体规划厂区面积200万 m^2 ,50万吨级、30万吨级、15万吨级、10万吨级、8万吨级干船坞各1座,计划到2010年

完成全部“六坞十泊位”的建设,形成集船舶修理、改装、船舶制造、海洋工程修造于一体的大型修造船基地。公司能承修各类集装箱船、散货船、油船、化学品船。

④广东中远船务工程有限公司。公司坐落在经济活跃城市广州,与香港一水之隔,占地面积 20 万 m^2 ,拥有码头 6 座,15 万吨级“远洋二号”浮船坞和 8 万吨级“翠华山”浮船坞各 1 座,年修船 100 余艘。公司在散货船、集装箱船以及 VLCC、化学品船、液化气船和改装船等高科技含量工程方面积累了丰富的经验,目前还能承接制造项目。

⑤上海中远船务工程公司。公司位于国际航运中心——上海,占地 4 万 m^2 左右,拥有浮船坞 2 座。该公司具有 30 多年丰富的各类远洋船舶的坞修、航修和抢修工程经验,是上海地区远洋船舶修理的重要基地。

(2) 中海工业有限公司

中海工业有限公司(CIC)是中国海运(集团)总公司的一级子公司,成立于 1998 年。其下属船厂和专业公司位于中国上海、广州和江苏。中海工业有限公司主要从事船舶修理、建造、改装和油船特涂,该公司的修船厂不仅在常规船舶修理上经验丰富,在液化气船、沥青船、化学品船、滚装船、挖泥船和多种船舶设备的专业修理及海洋工程、特种船舶的修理和改造方面也成绩卓越。其下属的专业公司能为船东和客户提供柴油机部件翻新、锅炉修理、螺旋桨修理、化学品船的特涂和船舶消防工程等多种服务。以下介绍其下属修船公司情况。

①中海工业立新船厂。该厂是中海工业 2008 年重组上海地区修船资源的成果,它包括了原立丰船厂、立新船厂和外轮修理厂。重组后拥有四个厂区,分别位于浦东的三林、东沟、高桥和塘桥,配置有举力 13 000 吨级、22 000 吨级和 9000 吨级的钢质浮船坞,12 个泊位,可同时修理 18 艘灵便型、巴拿马型的船舶。除常