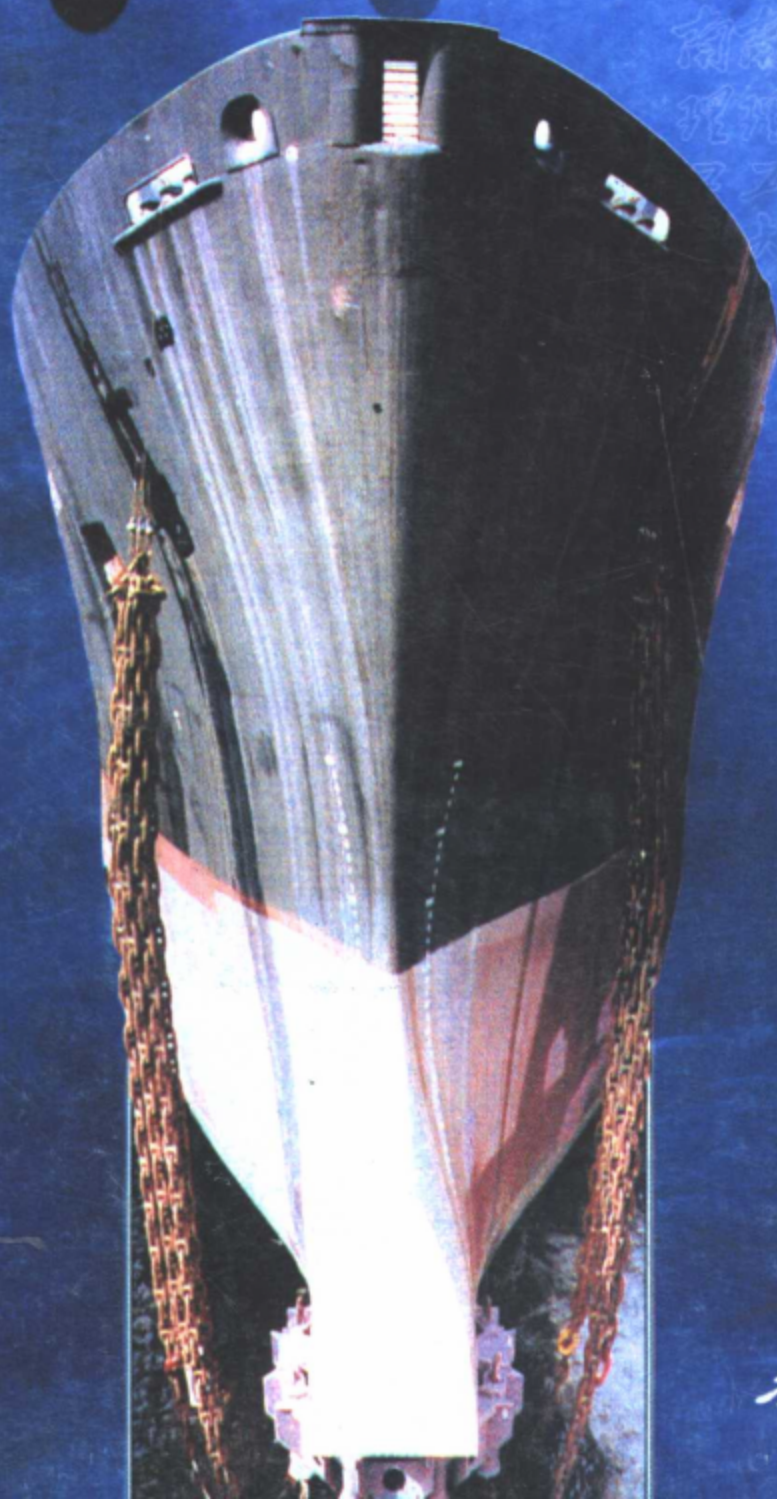


现代造船技术概论

叶家玮 编



华南理工大学出版社

责任编辑 王魁葵
封面设计 吴俊卿

ISBN 7-5623-1691-0



9 787562 316916 >

ISBN 7-5623-1691-0
U·11 定价:18.00 元

现代造船技术概论

叶家玮 编
应长春 主审

华南理工大学出版社

·广州·

图书在版编目(CIP)数据

现代造船技术概论/叶家玮编 —广州:华南理工大学出版社,2001.7
ISBN 7-5623-1691-0

I. 现… II. 叶… III. 造船-技术-概论 IV. U671

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 046766 号

总发行:华南理工大学出版社(广州五山华南理工大学 17 号楼,邮编 510640)

发行电话:020-87113487 87111048(传真)

E-mail: scut202@scut.edu.cn

<http://www2.scut.edu.cn/press>

责任编辑:王魁葵

印刷者:华南理工大学印刷厂印装

开本:787×1092 1/16 印张:11 字数:271 千

版次:2001 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1~1000 册

定价:18.00 元

版权所有 盗版必究

出版说明

根据国务院发(1978)二十三号文件批转试行的《关于高等学校教材编审出版若干问题的暂行规定》,我们开展了全国高等学校船舶类专业规划教材编审、出版的组织工作。

为了做好教材编审组织工作,中国船舶工业总公司相应地成立了“船舶与海洋工程”、“船舶动力”、“船电自动化”、“惯性导航及仪器”、“水声电子工程”、“流体传动与控制”、“水中兵器”7个教材委员会,聘请了有关院校的教授、专家50余人参加编审指导工作。船舶类专业教材委员会是由有关船舶类专业教材建设研究、指导、规划和评审方面的专家组织,主要任务是协助政府机关做好高等学校船舶类专业教材的编审工作,对提高教材质量起审查把关作用。

经过前4轮教材建设,共出版教材300余种,建立了较完善的规章制度,扩大了出版渠道,在教材的编审依据、计划体制、出版体制等方面实行了卓有成效的改革,这些改革措施为“九五”期间船舶类专业教材建设奠定了良好基础。根据原国家教委对“九五”期间高校教材建设的要求:“抓好重点教材,全面提高质量,继续增加品种,整体优化配套,深化管理体制和运行机制的改革,加强组织领导”,船舶总公司于1996年组织制定了“全国高等学校船舶类专业教材(九五)选题规划”。列入规划的选题共129种,其中部委级重点选题49种,一般选题80种。

“九五”教材规划是在我国发展社会主义市场经济条件下第一个教材规划,为适应社会主义市场经济外部环境,“九五”船舶类专业教材建设实行指导性计划体制。即在指导性教材计划指导下,教材编审出版由主编学校负责组织实施,教材委员会进行质量审查,船舶工业教材编审室组织协调。

“九五”期间要突出抓好重点教材,全面提高教材质量,为此教材建设引入竞争机制,通过教材委员会评审,择优确定主编,实行主编负责制。教材质量审查实行主审、复审制,聘请主编校以外的专家审稿,最后教材委员会复审,复审合格后由有关教材委员会发给编者出版推荐证书,作为出版依据。全国高校船舶类专业规划教材,就是通过严密的编审程序和高标准、严要求的审稿工作来保证教材质量。

为完成“九五”教材规划,主编学校应充分发挥主导作用。规划教材的立项是由学校申报,立项后由主编校组织实施,教材出版后由学校组织选用,学校是教材编写与教材选用的行为主体,教材计划的执行主要取决于主编校工作情况。希望有关高校切实负起责任,各有关方面积极配合,为完成“九五”船舶类专业教材规划,为编写出版更多的精品教材而努力。

由于水平和经验局限,教材的编审出版工作和教材本身还会有很多缺点和不足,希望各有关高校、同行专家和广大读者提出宝贵意见,以便改进提高。

船舶工业教材编审室

1999年3月

前 言

本书根据原中国船舶工业总公司船舶与海洋工程教材委员会意见,并参照兄弟院校和有关资深专家学者的意见和建议编写的。

以运用“成组技术”原理为主要特征的“现代造船模式”,已被国内外先进的造船企业证明其对发展生产力、缩短造船周期、提高经济效益具有关键性的作用。教材内容围绕国内外最先进的造船技术,以现代造船模式——壳舾涂一体化区域造船模式为主线,对使企业获得高效益、产品高质量的管理、工艺技术及装备展开讨论。主要内容为:造船技术发展历程及趋势,现代造船模式,船舶的中间产品,区域造船,壳舾涂一体化作业方式,精度管理,编码系统,计算机辅助船舶设计与建造,高效焊接技术等。考虑到现代造船模式的关键技术成分主要是软技术,且带有管理色彩,本教材的主要篇幅将对软技术展开讨论。

本教材主要服务于船舶与海洋工程学科。教材内容较多,教学时可根据需要节选或补充。

本教材有利于开拓学生知识面,希望学生通过对本教材的学习,熟悉现代造船企业的生产模式,了解关键的工艺技术及装备。

本教材对从事船舶与海洋工程及相关专业教学、科研人员具有一定参考价值,同时还可作为造船以及相关行业技术人员和管理人员再学习的参考书。

本书由华南理工大学叶家玮编写,承船舶工艺研究所应长春研究员审阅,船舶与海洋工程教材委员会李洁雅教授复审,在此谨致以深切谢意。

由于编者学术水平所限,书中错误和不妥之处,诚恳希望同行专家和读者批评指正。

编 者

2000年8月

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 概述	(1)
第二节 造船技术的发展	(3)
第三节 国外先进造船技术	(7)
第四节 现代造船模式的基本特征	(14)
第五节 未来的灵捷造船模式	(19)
第二章 船体建造技术	(21)
第一节 船体建造单项技术	(21)
第二节 船体分道建造技术	(31)
第三节 适应壳舾涂一体化的分段划分方案(例)	(42)
第三章 船舶舾装技术	(47)
第一节 舾装技术发展概述	(47)
第二节 预舾装与管子加工技术	(49)
第三节 区域舾装设计	(53)
第四节 模块化造船	(61)
第四章 船舶涂装技术	(67)
第一节 船舶涂装工程概述	(67)
第二节 涂装与船舶工程	(69)
第三节 船厂涂装管理集成系统(例)	(76)
第五章 船舶焊接技术	(83)
第一节 概述	(83)
第二节 船舶先进焊接技术	(84)
第三节 我国船舶焊接技术的进步	(91)
第四节 焊接技术的应用	(98)
第六章 船舶建造精度控制技术	(102)
第一节 概述	(102)
第二节 造船误差与测量技术	(104)
第三节 精度控制计划	(106)
第四节 补偿量与精度控制	(109)
第五节 船体建造精度控制实例	(122)
第七章 船舶建造编码技术	(127)
第一节 概述	(127)
第二节 船舶建造编码的原则	(130)
第三节 船舶建造编码的分类与结构	(131)
第四节 船舶建造编码系统的组成	(134)

第五节 船体结构代码	(140)
第八章 船舶建造计算机应用技术	(150)
第一节 造船计算机应用的现状	(150)
第二节 先进造船计算机应用的关键技术	(152)
第三节 造船 CIMS 技术	(160)
第四节 造船计算机应用的发展展望	(165)
参考文献	(167)

第一章 绪 论

第一节 概 述

船舶是一种集高新技术于一身的大型机电产品,事实上大型船舶就是一座水上城市。大型船舶建造是一个复杂的生产过程,现代造船工程是典型的依赖高科技的系统工程。造船体制(System)和技术(Technology)统称为造船“模式”,为了适应工业和科技的进步、适应市场竞争以及提高生产效率和改善作业环境,就必须优化和创新造船模式。英国、瑞典、挪威、美国和日本等世界主要造船国家进行了卓有成效的研究和实践。在我国,船舶工业的体制调整、船厂生产组织变动和技术改造、造船技术的持续进步等,也是为了寻求适合国情的造船模式。

自18世纪世界生产力从“以农业为中心”转变为“以工业为中心”的200多年来,由制造者主导市场,并与之相匹配的生产模式不断优化,其基本特征是“分工精细”、“规模效益”和“层次管理”。通过投入巨额资金,运用标准化和系列化的方法,采用专用设备形成大批量生产能力,占领市场,赢得竞争。第二次世界大战后半世纪的经济的发展,使社会物质财富日益丰富,人类生活水平普遍提高,形成了以用户为主导的市场,但市场的变化无常,有时某个因素的细微变动,就可能导致市场需求的突变。制造者要在市场中赢得竞争,惟有主动地改变原有的生产模式以适应变化万千的市场需求。

半个多世纪以来,科技的飞速进步,促进了制造业的生产方式由劳动力密集型转变为设备密集型和信息密集型,并进而向知识密集型方向发展。随着经济全球化进程的加快和科技的高速发展,一个国家要占有一定份额的市场,不但要对“制造技术”进行新的评估和研究,更重要的是切实有效地快速发展制造技术,使之保持或达到国际先进水平。因此,美国率先提出“先进制造技术”(AMT—Advanced Manufacturing Technology),得到了世界发达国家和发展中国家的积极响应。主要工业化国家正在运用极大的智力和财力,各自或联合研究与开发先进制造技术(AMT),改进和突破现有的生产模式,以期提高市场份额。

研究并付诸实践的AMT理论和方法主要有:成组技术(GT)、准时生产(JIT)、制造资源计划(MRP II)、柔性制造系统(FMS)、计算机辅助集成制造系统(CIMS)、全面质量管理(TQC)、智能制造系统(IMS)、精益生产(LP)、分形公司(FC)、单项计算机辅助(CAD、CAM、CAPP)、并行工程(CE)、再造工程(Reengineering)、企业重构(Restructure)、后大量生产(Post-Mass Production)、敏捷制造(AM)、生物制造系统(BMS)、大规模定制生产(Mass Costomization)和全球制造系统(GM)。

造船业是按订单生产的,长期以来处于供过于求的状态。船舶市场是以用户为主导的,竞争激烈,因而改进和突破现有生产模式已成为造船企业兴衰存亡的关键。世界上不少船

厂多因传统生产模式向现代模式转化的滞缓,生产效率低下,致使不能获得订单或获得订单却没有经济效益而倒闭。

20 世纪 80 年代世界船舶市场萧条后,美国、日本和欧洲诸国的那些能继续生存并发展的船厂,大多都已建立了以 GT 理论为指导的现代造船模式,并正在向现代造船模式的高级阶段——壳舾涂一体化(IHOP)的“艺术化造船状态”(State-of-the-Art)发展。其中,领先的船厂还以 AMT 理论为指导,联合研究和开发以敏捷(Agile)为特征的 21 世纪的造船模式。最近,美、日等国船厂分别新建了现代造船车间和一体化的造船系统,为实现动态的造船联盟,从根本上改变现有船舶生产模式,开展了有关虚拟造船的研究。

中国船舶工业于 20 世纪 70 年代初期就开始以对外“援助”和“贸易”形式建造出口船舶,逐年以较高的速度增长。至 1997 年,船厂的出口产值占总产值的 67%,达 132 亿元。中国船舶工业总公司(CSSC)的 8 个大型船厂,1997 年出口船产值占总产值 75%,如表 1-1 所示。1997 年度造船产量创历史最高纪录,达 229 万综合吨,占世界船舶市场份额的 5%,仅次于日本和韩国。

表 1-1 1997 年度 CSSC 8 家骨干船厂出口船产值所占份额

船厂	A	B	C	D	E	F	G	H	合计
出口产值(亿元)	18	18	6	14	16	15	9	5	101
总产值(亿元)	21	23	7	17	21	27	10	9	135
出口/总产值(%)	86	78	86	82	76	56	90	56	75

上述数据表明中国船舶工业已进入了国际船舶市场,并占有一定的份额,已成为我国机电产品出口的重要支柱。尽管如此,因我国船厂尚未摆脱劳动力密集状态,生产效率和管理技术水平方面与世界级船厂尚有较大的差距。

如今人类社会已进入知识经济时代,知识经济的支柱是高技术产业,它们主要由信息、生命、海洋、空间、新材料、新能源等科学技术所构成。钢铁工业、造船业和汽车制造业,曾经是工业经济的主要支柱产业。作为典型的传统工业——造船,进入知识经济时代后也必定会继续存在,问题是存在的形式和内容将发生巨大的变化。知识经济时代的船舶产品和造船业的生产模式将注入许多高新技术。当前,作为交通工具的国际汽车工业、航空工业和轨道交通工业对应的制造业,已经引进了许多柔性、智能和信息方面的科学成果,正在创建全新的生产模式。

船舶工业具有产业先导性和整体相关性等特点。英国、荷兰、日本、韩国、挪威、瑞典、西班牙、美国等曾把造船作为优先发展产业,以带动整个国民经济的发展。因为船舶工业的发展必然对钢铁、机械、化工、电子等工业部门提出比陆用产品更高的技术要求。船舶工业又为水运交通、农业、渔业、海洋开发、对外贸易和海军建设提供所需的船舶,即复杂先进的大型机电装备。同时,作为船舶工业本身也只有注入高科技的成分,使产品升级,使生产模式升华,才可能获得生存和发展。

随着科技发展速度加快和经济全球化进程加速,世界将形成以信息、技术和管理的计算机集成为特征,以社会生产要素与世界船舶市场需求相结合的虚拟造船系统。以人为核心,以计算机为中介的人—机—体的智能制造模式将替代现有造船模式,未来的造船模式将充分体现柔性、智能、敏捷、艺术化和全球化。

第二节 造船技术的发展

一、世界造船技术的发展

传统的造船业面孔是“脏、乱、差”，典型的劳动力密集型产业，一家大型船厂可拥有数万职工，年产数万吨船舶。目前先进的世界级现代化船厂，年产船舶能力达百万吨以上，而职工总数仅有千人左右。生产效率发生如此悬殊的变化，根本原因是适时地引进当时先进的制造技术。20 世纪 50 年代以前，主要应用“铆接技术”，使古老的木船建造发展为以钢船建造为主体的近代造船。到 60 年代，“焊接技术”普遍地替代铆接技术，使“系统”导向的古代造船方法转变为“区域”导向，使原来集中在船台和码头的装配、舾装、涂装作业能扩展到车间和平台更大的作业面上进行。70 年代起，随着船舶大型化，在新船厂的建设和老船厂的现代化改造中，引进并全面深入地研究了“成组技术”。通过不同类型的建造过程的相似性分析，实现了以船舶区域、作业类型和阶段分类，按“中间产品”的概念组织造船的流水和虚拟流水生产。由此，大量的机械化装备替代了繁重的体力劳动，使原来的劳动力密集的造船业发生了质的变化，成为现代的“设备密集型”产业，同时，职工人数大幅度减少。80 年代以来，电子计算机技术在造船 CAD 和 CAM 方面的应用不断扩大和深入，造船精度控制技术和船舶工程管理技术的日臻完善，从而使得造船的社会技术的“集成”机制充分发挥作用，正向着“空间分道、时间有序”的壳舾涂一体化(IHOP)和 CIMS 方向发展，进而成为“信息密集型”产业，即现代化造船模式的高级状态。

半个世纪以来，铆接技术、焊接技术、成组技术和信息技术逐一促进和主导了造船模式的发展，依次形成了船舶的“整体制造模式”、“分段制造模式”、“分道制造模式”和“集成制造模式”。此演变过程是技术与经济紧密结合的过程，每一种模式的形成都是由于引进了某项新的主导技术，建立了一种新的生产模式。其发展如同整个制造业一样，都是以“技术为中心”发展的。21 世纪的造船模式将是灵捷制造模式，该模式的核心是“以人中心”的智能化技术。

上述有序发展的 5 种造船模式，在主导技术、工程状态、管理特性、船厂类型、关键技术、船厂结构、厂际关系、生产组织、人员素质和典型装备等方面的演变如表 1-2 所示。

表 1-2 造船模式的演变过程

发展阶段	传统船舶工业		现代船舶工业		未来船舶工业
生产模式	整体制造模式	分段制造模式	分道制造模式	集成制造模式	灵捷制造模式
特征技术	铆接技术	焊接技术	成组技术	信息技术	智能技术
工程状态	船体散装 码头舾装 全船涂装	分段建造 先行舾装 预先涂装	分道建造 区域舾装 区域涂装	船体建造 舾装和涂 装一体化	动态(虚拟)组合 建造过程仿真 全面模块化

续表

发展阶段	传统船舶工业		现代船舶工业		未来船舶工业
管理特性	以“系统” 导向分解船 舶工程 按“库存 量”控制生 产过程	以“系统/ 区域”导向分 解船舶工程 按“系统” 和“区域”的 “库存量”控 制生产过程	“中间产 品”导向的分 散专业化生 产 按“区域/ 类型/阶段” 的“库存量” 控制生产过 程	“中间产 品”导向的分 散专业化生 产 按“区域/ 类型/阶段” 的“流通量” 控制生产过 程	模块导向的分形 生产组合的动态耦 合 造船和船舶运营 全过程的瞬态监控
船厂类型	劳动力密 集 大型厂员 工数万	劳动力密 集 大型厂员 工1万左右	设备密集 大型厂员 工1千左右	信息密集 大型厂员 工1千以下	知识密集 大型厂员工几百 或1百左右
关键技术	人工放样技术 切割、成形、装配技术 管子加工技术 铸、锻、热处理和机加工技 术 机电设备和系统的安装调 试技术		造船 CAD/CAM 和 CIMS 技术,NC 切割技术 型材、管件和分段的机械化 制造技术 物资含“中间产品”采办和 托盘集配技术 造船精度控制技术 编码和区域造船技术		船舶产品模型数 据交换标准 船舶产品和制造 过程一体化数据环 境技术 分布式集成的虚 拟制造技术 全方位的建模和 仿真技术 并行工程和快速 样件技术
船厂结构	全能型船厂,能制造船体、 船舶机械、各类舾装件 以学科专业组建技术和职 能部门 按工种专业化组建生产车 间和工段; 由监造师组织生产,负责造 船进度		总装型船厂具有船体制造、 管件制造、涂装功能 “以中间产品”专业化生产 为导向,组建科室和车间 计算机辅助实时控制,取消 监造师		灵捷型船厂具有 组装和调试能力 以军民船舶共用 模块为基础,组建科 室和车间 计算机辅助共用 数据库实时控制
厂际关系	由原材料、设备和器件生产 厂向船厂提供物资		由原材料、设备、器件、舾装 件、铸锻件、机械加工工厂向 船厂供货,甚至船舶涂装作业 也组建专业公司,为多家船厂 服务		由原材料、设备、 器件生产厂向模块 生产厂提供物资 由共用模块生产 厂向各家船厂供应 各类船舶的各型模 块

续表

发展阶段	传统船舶工业	现代船舶工业	未来船舶工业
生产组织和人员素质	单一工种生产班组和工段 单一专业的设计和工艺科室 单一工种的生产工人 单一专业的科技人员	定场地、设备、人员和指标,制造某“中间产品”的多工种的生产单元 按区域的多专业的科室 复合工种的生产工人 多学科的科技人员	快速组合的生产班组,擅长安装和调试各类模块 高素质的生产工人、科技人员,能持续改进工作,并适应灵活的动态组合
典型装备	由小型吊车为几座船台的装配作业服务 实尺放样台 通用的剪切和压力加工设备 通用的气割和小型焊接设备 通用的机加工和铸锻设备	由大型起重设备辅助大型船坞内的船体分段合拢和舾装作业 计算机辅助数学放样替代了放样台 钢材预处理流水线和按类别相异的专用 NC 切割设备 型材、管件和平面分段加工、装配、焊接流水线 涂装房和机器人 全厂的一体化的计算机集成系统 IHOP 的综合车间	全厂、全国甚至全球的计算机信息联网基础设施 无纸化的、全数字化的高度自动化的生产设备 具有预防功能的,生产过程智能化的实时监察和控制设备 温度和空气新鲜度可调的,防污染的船坞和厂房

从表 1-2 所述造船模式演变过程可以看到,造船业的发展与整个工业界的科技水平的提高密切相关,它实质上是软技术研究开发和硬技术设备投资相互有机结合所产生的综合效应。

二、我国造船工业的进步历程

在 20 世纪 50 年代,我国仅能生产 5000 吨级以下的客货船和拖轮。自 1955 年起,引进了前苏联的舰船的设计和建造技术,使我国原先以铆接技术为主导的“整体制造模式”稳步地发展为以焊接技术促导的“分段制造模式”。同时,按照前苏联船舶工业模式,建立了我国船舶工业的科研、设计、生产和教学体系,为我国船舶工业以后的发展奠定了基础。至 60 年代,我国自行设计和建造了小型舰船以及 15 000 吨级的货船。到 70 年代,随着船舶大型化,受国际造船业蓬勃发展的影响,我国致力于封闭型的单项技术的研究,并能设计制造大型舰船、25000 吨级货船到 50000 吨级油轮等。

进入 20 世纪 80 年代,我国以外贸形式建造出口船舶。为使所建造的船舶符合国际规范的要求,与日本和欧洲的同行进行联合设计,骨干船厂与日本同行签署了技术合作协议,我国派遣了大批科技和管理人员赴日本船厂考察学习。

广州广船国际股份有限公司率先在我国研究并实施现代造船模式。1984 年,广船与日本石川岛播磨重工业株式会社(IHI)签订了技术合作协议,日方派遣了 15 批共 40 位专家到

该厂进行技术指导,我方派出 15 批共 112 人赴 IHI 船厂研修。1985 年实施设计体制改革,1986 年完成生产管理体制改革,全面引进了日本的造船模式,包括组织体制、编码系统、区域舾装技术和托盘管理等。广船国际股份有限公司从事造船的职工由 6000 人减少到 2200 人,船舶产量由年建造万吨货船 1~2 艘提高到 8~9 艘,取得了显著的成效。

大连船舶工业公司通过对造船行业国际市场竞争力状况分析,提出把市场压力转化为企业不断优化造船方法的动力,采取深化企业改革、转换经营机制等措施,促进了造船模式的发展。

根据成组技术的基本原理,建立现代造船模式的关键是实施中间产品专业化生产,为此,船舶总公司的科研设计院所与企业相结合,分别对管子加工、船体加工、船体装配和舾装件制造车间的现代化生产模式进行了探讨和研究。广船国际股份有限公司的管子加工车间成为 CSSC 实施现代化造船模式的典范。它能按质、按量、适时地向舾装提供管件托盘,从根本上解决了管子加工是造船短线的问题。该公司的船舶管系设计、制造和管理技术达到了国际水平,管件加工实现了自动化。

三、我国造船技术水平的评析

为了全面认识我国造船业整体技术水平(包括设计、制造和管理等方面的技术),采用国际通用的方法进行评析。该方法自 20 世纪 70 年代由英国 Appledore 国际公司开发和成功使用后,20 多年来得到了不断完善和世界公认,曾用于英国、美国、日本、加拿大、法国、丹麦、瑞典、德国、埃及和我国的众多船厂。该方法把整个造船过程分解为 7 个大类含 68 个要素,对每个要素标定 5 个等级。这样,就能用 340 个标准状态来测定每家船厂的技术水平,使厂际和国际的造船技术水平既能从 68 个方面进行具体地对比,又能分类或整体进行综合对照。

7 大类包括从船体零件和舾装件制造,到试航交船的建造全过程的设计、编码、计划、控制、精度、效率及计算机应用等。5 个等级水平大致上反映了 20 世纪 50 年代到 90 年代的各个年代的先进造船水平。

在 1983 年,CSSC 科技人员采用上述方法,对我国 10 个大型船厂和国外 29 个船厂的造船技术水平进行了评估。我国的综合水平为 1.76 级,国外先进船厂的综合水平为 2.87 级,差距为 1.11 级,大致为 11 年。

近期,评估了我国 8 个船厂和 5 个日本船厂。我国的综合水平为 3.09 级,比 1983 年的水平提高了 1.33 级。日本的综合水平为 4.64 级,比我国水平高 1.55 级,差距为 15 年左右。与 1983 年测评相比,我国造船技术综合水平与国际先进水平的差距扩大了 4 年。

本次研究表明,我国在船舶生产组织和生产过程控制方面与国际先进水平的差距最大,为 1.78 级。其中,对各项工程完成状态和生产效率控制方面的差距是 2.1 级,即相差 20 年以上。具体地讲,我国在下列 4 个方面与国际先进水平差距甚大:

① 全面使用计算机辅助统计、控制和分析造船过程的工时消耗、生产成本和生产进度,能随时掌握实际状况,并提出分析结果,使生产处于实时可控状态;

② 按成组技术的“中间产品”专业化生产设置车间和班组,采用复合工种,按“中间产品”管理生产,明确班组生产人员的职责,并发挥其创新精神;

③ 根据“中间产品”的标准生产日程,由计算机编制详实的模拟进度计划,在船舶合同

签署的同时,就能协调各方面的工作,并编制出切合实际的节点计划;

④ 通过设置主流程和辅助流程,由计算机监控所有工位的输入、输出和生产过程,实现均衡的分道生产。

第三节 国外先进造船技术

一、先进造船技术

具有舰船军用及先导行业特色的船舶工业,工业发达国家在投资及技术水平上一直保持着领先地位。

1. 日本的领先成果

1997 年日本吴(Kure)船厂建成的分段制造车间由众多的高技术设备和控制系统组成,能全自动地制造包括超大型油轮(VLCC)的各型船舶分段。该厂在 1996 年建成了遍及全厂生产现场的计算机辅助精益生产日程计划系统(Kure Lean Scheduling System)。该系统符合 AMT 理论,能即时地按照造船现场的实际状态编制、控制和调整造船的全过程的大、中、小日程计划。三菱重工业公司的船舶事业本部、长崎造船研究所和香烧船厂通过 10 年努力,于 1997 年应用了公司本部、研究试验部门和船舶建造工厂三位一体的 CIMS 系统。该计算机辅助系统包括:造船合同谈判,初期计划,船型试验,基本设计,详细设计,生产设计,施工要领,加工、装配自动化造船设备操作,全船合拢、舾装、下水,系泊试验,试航,物资管理和生产管理等。

2. 美国的创新研究

美国阿冯达尔(Avondale)船厂为适应军民船舶生产的需要进行全面的现代化,建设了船舶模块工厂(Ship Module Factory),面积为 3.0 万 m^2 ,设置了多单元的加工、装配和舾装生产线。美国正在执行船舶设计、建造和运行支持共有基础的研究和开发计划,通过实行全面的统一的“模块化”、“标准化”和“过程简化”途径,从根本上改变现有船舶生产模式。通过建立一体化的模块工厂,向各家船厂提供模块,船舶设备厂不必直接向船厂供货而直接供应船体模块。该计划的最终目标是使这种以模块化为核心的共有基础,适应所有的船舶(Whole Ship)而成为 21 世纪占主导地位的生产模式。为实现虚拟造船,美国开发了造船过程的仿真计算机系统,它把船厂所有的设施和人力资源模块化,把船舶建造任务的需求也模块化,通过对建造过程模拟,即能确定建造成本、工时和日程,从而能迅捷地编制和调整计划,同时晓知其造成的影响。美国还在致力于新一代的双壳体船的设计和制造技术的并行开发:以标准化的零件建造 4~34 万吨级船舶除艏艉外的全部船体结构;采用单道焊,即焊机行驶一次完成三块厚板的对接;采用长效涂层,其寿命超过船龄。他们以全新的概念,在更高层次上进行研究开发,用简化的方式实现高度自动化的船舶生产。

3. 欧、亚、美均致力于灵捷造船模式的开发

(1) 美国为创建 21 世纪虚拟企业,研究先进的灵捷制造模式,正在开发研究:

① 一体化的产品和制造过程数据环境:使分散在全国各地的企业能即时地相互合作,形成虚拟企业,以有竞争力的报价快速回答用户;

② 全美造船信息基础设施:一个船厂范围的电子信息网络,通过细化操作达到降低船舶造价和缩短建造周期的目的;

③ 使用 ISO—STEP 标准:进行船舶产品模型数据的交换;

④ 数字化的产品模型技术:使供应商能向船厂提供电子形式产品数据,加快设计速度;

⑤ 一体化的船舶信息技术系统:使船厂和船东能连续监视船舶的运营性能。

(2)欧共体的“海事虚拟企业联络工程”也已启动,在开展类同美国的研究开发。

① 一体化的船舶产品、制造和管理数据:能迅捷地在通信基础设计上实现船用设备和装置的自动化订货、交货、票证开发和款项支付;

② 从投标、概念设计、计划评估、稳性与装载分析,直至施工设计、营运和维修的船舶全寿期的船体数据管理、监视和传输系统。

(3)日本造船协会正在建立虚拟造船企业,为全日本的船厂共用,向他们提供设计、生产和物资采办。在一个公共信息交换数据库的网络上,紧密地联系船厂和供应商。

二、工业发达国家造船技术的发展

1. 美国

由美国麻省理工学院 16 位教授组成的“工业生产率委员会”于 1989 年发表研究报告《美国制造业的衰退及对策——夺回生产优势》。该报告产生了巨大的影响:重振了美国的制造业,导致 1995 年美国取代日本再次成为世界上最具竞争力的国家。该报告称:“美国工业的衰退已经威胁到美国的未来,因为政治权力和军事实力最终都取决于经济活力,而经济活力的决定性指标则是生产率的增长速度。”

美国全国造船研究组织(ONS RP—Organization of the National Shipbuilding Research Program)由政府、海军和企业联合投资,分 10 个专业组对造船模式进行研究。从 20 世纪 70 年代起,至今已经完成研究报告 400 多份。目前该研究组织全部归属美国海军管辖,整项工作分为 3 个层次,即管理层、实施层和研究层,如图 1-1 所示。为使每项研究确能实施,所有研究项目都由美国海军与主导船厂(Lead yard)签订合同。10 个专业研究组是:舾装和生产、设计制造一体化、标准、表面处理和涂装、焊接、柔性自动化生产、设施和环境、人力资源创新、工业工程、教育和培训。

美国造船界开展了提高船舶生产率的研究,通过对日本船厂的考察,认为日本石川岛重工业公司(IHI)具有较高的船舶生产率,因而决定与 IHI 公司合作,以阿冯达尔(Avondal)船厂和国营钢铁公司船厂等为主导船厂与日方合作开展了“先进的造船体制和技术”(AS-SAT—Advanced Shipbuilding Systems And Technology)研究。该项研究以成组技术(GT—Group Technology)理论为指导,通过对造船的人力、信息和工作的合理组织,而实现生产的现代化。研究的主要内容:

① 总体计划建造策略、质量控制循环活动、造船标准纲要、建造合同技术谈判、船厂的组织和管理人员培训以及安全卫生等。

② 造船工程分解:“中间产品”导向的工程分解结构包括船体分道建造、区域舾装、区域涂装和管件族制造。

③ 设计、计划和技术:壳舾涂一体化生产过程的计划和管理、区域舾装设计和管理、中间产品导向的物资采办、区域涂装设计和计划、管件族制造的设计和计划、生产过程分析与精

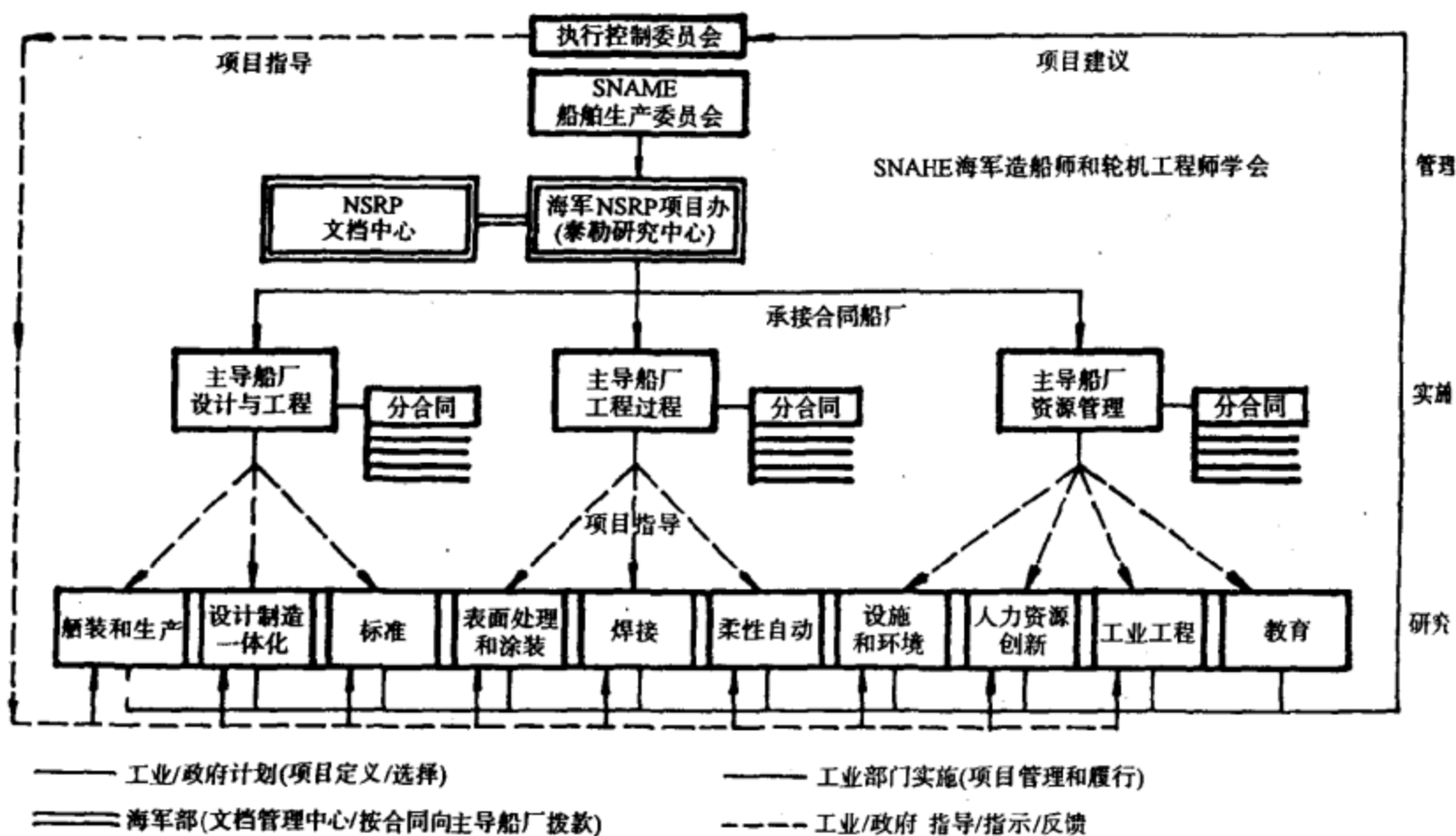


图 1-1 美国全国造船研究组织和运行图

度控制和加热技术等。

ASSAT 的研究,实质上就是现代造船理论和模式的研究,因为现代造船模式就是当代先进的造船体制(Systems)和造船技术(Technology)的总称。

(1)美国的造船工业

美国船舶工业以军船建造为主,全国有 400 多家船厂,而其中 6 大船厂承担了海军 80% 舰艇的建造任务,拥有全国造船职工总数的 90%。这 6 家大型船厂是纽波特纽斯、通用、利顿、巴什、阿冯达尔和国家钢铁等造船公司。

美国船厂为美国海军建造了世界上最先进的舰艇,有核动力潜艇 101 艘、核动力航空母舰 6 艘、核动力巡洋舰 7 艘,常规动力的航母、巡洋舰、驱逐舰共 64 艘。

纽波特纽斯(Newport News)造船厂是美国最大的船厂,有 110 年历史,该厂自称是“全球最先进的造船企业”。该厂制造世界最先进的船舶产品:核动力船舶 70 余艘(含航母和潜艇),核反应堆装置 150 多座,以及双壳体成品油船、远洋豪华客轮等。

该厂拥有 12 座船坞,最大的船坞长 662 m,备有横跨船坞和平台的 900 t 龙门吊。环形模块车间 8 天能制造一个大型的总段模块。船体结构装焊车间面积 44 540 m²,设有全天候的自动生产设施。船体加工车间有切割和成形设备 50 多台,可加工厚度 3~150 mm、长度达 18 m 的钢板。模块舾装车间 11 150 m²,备有自动输送和液压定位设施,可全天候作业。铸造车间面积 2091 m²,最大铸件重达 65 900 kg。机械加工车间面积 27 890 m²,有 150 台机床,用以制造大型螺旋桨等各种船用设备。此外,还有噪声、震动、电气、机械等实验室和技术学校等。

该厂有研究、开发、设计、建造、修理和改装等完备的设施和能力。该厂自行开发三维计算机模拟系统,能模拟造船的每个方面的工作,使实际作业达到完全正确。三维立体模型包