



中国交通教育研究会职业教育分会推荐教材
高等职业院校船舶技术类专业教学用书

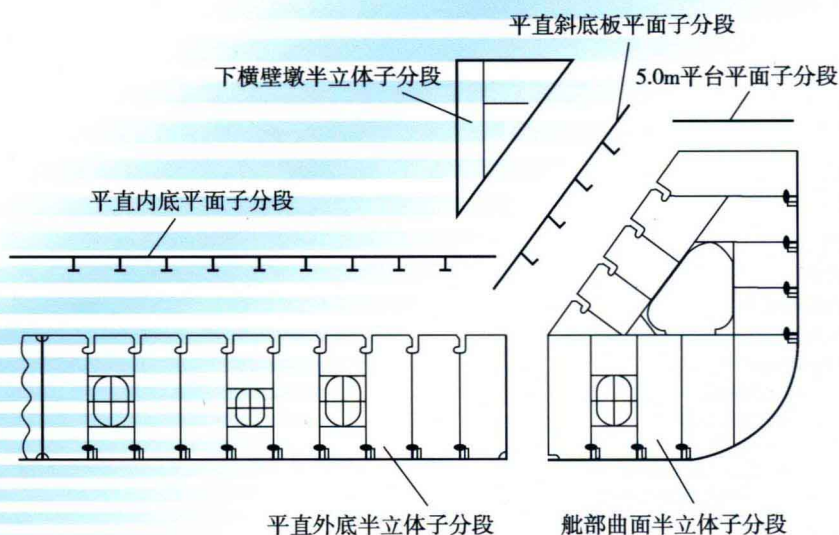
高等职业教育规划教材

船舶生产设计

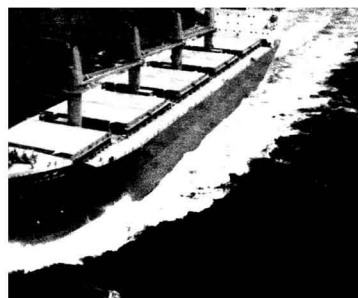
(第二版)

【船舶工程技术专业】

王沈霞 主 编
刁玉峰 主 审



人民交通出版社
China Communications Press



中国交通教育研究会职业教育分会推荐教材
高等职业院校船舶技术类专业教学用书

高等职业教育规划教材

船舶生产设计

(第二版)

【船舶工程技术专业】

王沈霞 主 编
刁玉峰 主 审

CHUANBO
SHENGCHAN
SHEJI

人民交通出版社

内 容 提 要

本书是高等职业教育船舶技术类船舶工程技术专业中国交通教育研究会职业教育分会船舶技术专业委员会规划教材之一,按照《船舶生产设计》课程标准的要求而编写。

本书共分为十二章,主要内容包括:船舶生产设计标准、船舶生产设计编码、船舶生产设计准备、船体生产设计、船体辅助性作业设计、机装生产设计、船装生产设计、电装生产设计、涂装生产设计、计算机辅助生产设计和托盘管理等知识。

本书是针对三年制高等职业教育船舶工程技术专业编写的,二年、五年学制也可参考使用。同时,本书还适用于船员的考证培训和船厂职工的自学以及其他形式的职业教育。

图书在版编目(CIP)数据

船舶生产设计 / 王沈霞等编. --2 版. --北京:
人民交通出版社, 2013. 8

ISBN 978-7-114-10731-3

I. ①船… II. ①王… III. ①船舶-设计-高等职业
教育-教材 IV. ①U662

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 138868 号

书 名: 船舶生产设计(第二版)

著 作 者: 王沈霞

责任编辑: 张 森

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.chinasybook.com>

销售电话: (010)64981400, 59757915

总 经 销: 北京交实文化发展有限公司

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 16.75

字 数: 399 千

版 次: 2007 年 1 月 第 1 版 2013 年 8 月 第 2 版

印 次: 2013 年 8 月 第 2 版 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-10731-3

印 数: 0001 - 2000 册

定 价: 46.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

高等职业院校“十二五”船舶规划教材 编审委员会名单

主任委员:盛建龙

副主任委员:陆春其 丛培亭

委 员:(按姓氏笔画排序)

马希才	方晓勤	曲鲁滨	向 阳	刘明伟
刘桂香	刘继辉	许宝森	阮秉瑞	吴邦文
张心宇	张依莉	陈 彬	陈永芳	苗永臣
周 涛	周启学	赵晓玲	胡强生	倪依纯
徐曼平	徐得志	高新春	唐永刚	黄兴娜
彭 辉	蒋 璐	鲁凤莲	谢 荣	蔡厚平



为规范高等职业教育船舶技术类专业的教学,积极推进课程改革与教材建设,提高教学质量,更好地满足我国船舶工业快速发展的需要,中国交通教育研究会职业教育分会船舶技术专业委员会组织全国开办有船舶技术类专业的职业院校及其骨干教师,编写了“十二五”高职船舶规划教材。

这些教材分别适用于船舶工程技术专业、轮机工程技术专业和船舶电气工程技术专业,以及船舶检验、船舶舾装、焊接技术及自动化、游艇设计与制造等船舶技术类专业。

“十二五”高职船舶规划教材大部分是在“十一五”高职船舶规划教材的基础上修订而成的。本规划教材注重以就业为导向,以职业能力为核心,面向行业企业,充分体现职业教育的特色,满足高素质实用型、技能型船舶技术类专业高等职业人才培养的需要。

本规划教材主要针对高等职业教育编写的,其他形式的职业教育、职工培训、专业考证训练以及相关技术人员也可参考使用。

《船舶生产设计》是高等职业教育船舶技术类船舶工程技术专业规划教材之一,按照《船舶生产设计》课程标准的要求而编写的,力求以我国先进造船企业开展船舶生产设计的实际情况和船舶生产设计的新标准、新技术为依据,以职业岗位技能的需求为出发点,突出教材的针对性,在编写中充分考虑到高技能人才培养的需要,注意深度、广度的适中性,并强化实用性。在内容安排上力求详略得当,特别注意结合生产实际,以主流造船企业开展生产设计为例来讲述,尽量采用图表形式。每章开始都写有明确的知识 and 能力目标,每章结尾都编写了与本章内容紧密结合的思考与练习题,方便读者学习和掌握。

参加本书编写工作的有:主编武汉交通职业学院王沈霞(编写第一、二、四至八、十一章);参编威海职业学院张起葆(编写第三章)、武汉交通职业学院周启学(编写第九、十章)、武昌船舶重工有限责任公司船舶设计工艺所张骏(编写第十二章)。

本书由渤海船舶职业学院刁玉峰教授担任主审,对全书内容进行了认真审阅并提出了修改意见。本书编写过程中,中国长江航运集团青山船厂许青高级工程师提出了许多宝贵意见,在此一并表示感谢!

限于编者经历和水平,书中难免有疏漏与不足之处,恳请读者批评指正,以便修订时完善。

中国交通教育研究会职业教育分会船舶技术专业委员会
2013年6月



第一章 船舶生产设计概论	1
第一节 现代造船模式.....	1
第二节 现代造船模式的设计方式.....	6
第三节 船舶生产设计概要.....	9
思考与练习	15
第二章 船舶生产设计标准	17
第一节 生产设计标准体系	17
第二节 船体建造工艺符号	24
第三节 焊接坡口符号	27
第四节 船体结构型材端部形状符号	31
第五节 船体结构典型工艺切口	32
思考与练习	36
第三章 船舶生产设计编码	39
第一节 船舶生产设计编码系统概述	39
第二节 船体生产设计编码系统	42
第三节 舾装生产设计编码系统	51
思考与练习	60
第四章 船舶生产设计准备	62
第一节 分段划分	62
第二节 船舶建造方针书的编制	68
第三节 船舶建造施工要领的编制	82
第四节 计划准备	87
思考与练习	92
第五章 船体生产设计	94
第一节 船体生产设计的内容	94
第二节 分段工作图的设绘	96
第三节 套料.....	107
第四节 分段胎架布置图的设计.....	112
第五节 管理图表.....	114
思考与练习.....	119

第六章 船体辅助性作业设计	121
第一节 吊环的设计	121
第二节 加强材的设计	126
第三节 脚手架的设计	127
第四节 工艺孔、通道及安全设施的设计	130
思考与练习	134
第七章 区域舾装与托盘管理	136
第一节 船舶舾装技术发展概况	136
第二节 舾装综合布置图及舾装区域的划分	140
第三节 托盘管理	149
思考与练习	159
第八章 机装生产设计	161
第一节 机装生产设计概述	161
第二节 管舾装生产设计	165
第三节 铁舾装生产设计	169
第四节 机装主要设备安装工艺文件的编制	173
思考与练习	174
第九章 船装生产设计	176
第一节 船装生产设计的内容	176
第二节 甲装生产设计	178
第三节 居装生产设计	182
第四节 冷空通生产设计	194
思考与练习	202
第十章 电装生产设计	204
第一节 电装生产设计概述	204
第二节 电装生产设计要领	208
思考与练习	214
第十一章 涂装生产设计	216
第一节 涂装生产设计概述	216
第二节 涂装生产设计的内容	218
第三节 适应 PSPC 的生产设计要求	227
思考与练习	230
第十二章 计算机辅助生产设计	232
第一节 船舶主流三维生产设计软件介绍	232
第二节 Ship Product Design (SPD) 系统	235
第三节 TRIBON 系统	252
思考与练习	257
参考文献	259



第一章 船舶生产设计概论

● 学习目标

知识目标

1. 了解现代造船模式的特点和生产流程;
2. 理解现代船舶设计的阶段及内容;
3. 掌握船舶生产设计的基本内容;
4. 理解生产设计的特点和作用。

能力目标

1. 会正确划分现代船舶设计的三个阶段;
2. 能对船舶生产设计的内容进行分类。

第一节 现代造船模式

船舶生产设计是现代造船模式的一个重要组成部分,是造船模式发展的重大变革。因此要学习船舶生产设计,首先必须要了解现代造船模式的基本概念和如何推进建立现代造船模式的相关知识。

一、造船模式的演变

造船模式就是指组织造船生产的基本原则和方式,它既反映组织造船生产对产品作业任务的分解原则,又反映作业任务分解后的组合方式。这种分解原则和组合方式体现了设计思想、建造策略和管理思想的结合。需要指出的是,造船模式并不反映具体的造船方法,造船模式与造船方法是两个完全不同的概念。

随着科学技术的进步和船舶需求量的增长,造船模式是不断发展和变革的,但在一段时期内又是相对稳定不变的。按造船技术的发展水平,造船模式经历了四个有代表性的发展阶段。

第一个阶段:按功能/系统组织生产的造船模式。

这是铆接造船及铆接向全焊接造船过渡的阶段,这种造船模式是组织造船生产的初级模式。其特点为:

(1) 船体按结构功能/系统,舾装按使用功能/系统进行船舶设计和组织生产;

(2) 产品的作业任务分解和分解后的组合,以船舶设计的功能/系统为准绳,由各专业工种以功能/系统为导向,先在船台上按单件作业方式装配船体,然后在舾装码头按单件作业方式组装完成全部船舶舾装。

这种造船模式是组织造船生产的初级模式。

第二个阶段:按区域/系统组织生产的造船模式。

20 世纪 40 年代中后期,由于焊接技术在造船中的应用,开创了船体分段建造技术,使船





体可按其结构特性划分成分段、部件,提供了以区域进行流水作业的可能性,以及在分段区域上进行预舾装的可能性。因而产生了按区域/系统组织生产的造船模式。其特点为:

(1)产品作业任务的分解和组合,船体建造是按结构区域进行的;舾装作业除少量分段预舾装以外,主要按使用功能/系统组织生产;

(2)船舶设计、制造工艺和生产管理是各自独立的;

(3)由于分段建造和分段预舾装,使大量高空作业变为地面作业,改善了作业环境和产品质量;还可实现平行作业以扩大作业面积,从而达到提高生产效率和缩短建造周期的目的。

这种组织造船生产的模式,属于第二级造船模式。

第三个阶段:按区域/类型/阶段组织生产的造船模式。

20世纪60年代初,由于成组技术在造船中的应用,使多品种、小批量的造船生产采用了柔性化的大批量生产方式,从而出现了以中间产品为导向的专业化生产,形成了按区域/类型/阶段组织生产的造船模式。其特点为:

(1)产品作业任务的分解和组合,船体和舾装均按船舶的空间部位划分区域,分阶段地把区域内的作业任务按类型以生产任务包的形式组织生产,构成以中间产品为导向的生产方式;

(2)由于产品作业任务的分解和组合是按“区域/类型/阶段”进行的,要求船舶设计、制造工艺和生产管理融为一体;

(3)生产作业方式是先按区域进行船体分道建造和区域舾装,然后将完工的各个作业区域相互组合,以形成完整的船舶产品。

这种组织造船生产的模式,乃是与前两级造船模式有根本性差异的第三级造船模式。

第四个阶段:按区域/类型/阶段一体化组织生产的造船模式。

自20世纪70年代初以来,随着制造技术和管理技术的不断进步,船体分道建造技术、区域舾装技术和区域涂装技术的不断完善,造船生产达到了船体建造、舾装和涂装三种不同类型的作业在空间和时间上相互协调和有机结合,形成了壳、舾、涂一体化的按“区域/类型/阶段”组织生产的造船模式。其特点为:

(1)产品作业任务的分解和组合,除按区域/类型/阶段的分解原则和组合方式外,更体现为船体建造、舾装和涂装三大作业系统的相互结合;

(2)设计、工艺与管理一体化,壳、舾、涂作业一体化;

(3)生产管理体制是按区域组织的复合专业、复合工种体制。

这种壳、舾、涂一体化的区域造船法的造船模式,体现了现代造船技术的发展水平,是属于第四级造船模式。

以上四种模式从本质上看又可分为两大类:

一类是系统导向型造船模式,统称传统造船模式。

这是指上述四种模式的前两种。尽管这两种模式有较大差异,后一种模式虽按船体结构划分区域进行分段建造,由此而提供了分段的预舾装,但从船舶工程组织生产的总体看,船体建造仍作为一个相对于轮机、电气等专业独立的生产作业系统和部门,按其各自专业系统,由专业工种组织生产。所以,这两种模式仍属同一类型,只不过后者是前一种模式的继承与发展。

另一类是产品导向型造船模式,统称现代造船模式。



这是指上述四种模式的后两种。这两种模式同样有着较大的差异,但均具有按产品划分作业区域,分阶段地把区域内的作业任务按其类型以生产任务包形式组织生产的共同特征。这两种模式的后一种仅是在前一种模式的基础上强化了船体建造、舾装、涂装三类作业的相互结合。为此,这两种模式也属于同一种类型。

表 1-1 是两类不同造船模式的情况对比。

两类不同造船模式的比较

表 1-1

对比项目	传统造船模式	现代造船模式
建模特征	系统导向型 (按功能/系统/专业)	产品导向型 (按区域/类型/阶段)
设计方式	按施工设计,分别由工艺、计划、生产等部门分专业、按系统进行工艺性设计。 特点:设计、工艺、管理三者分离	按详细设计由生产设计部门集中进行区域性设计。 特点:设计、工艺、管理融为一体
生产方式	按工艺路线以工艺项目分专业工种组织生产,先船体,后舾装	按设计编码,以区域划分的中间产品由混合工种、复合工种组织生产,壳舾涂一体化
管理方式	按专业分系统管理,管理方式属调度型	按区域综合管理、自主管理和托盘管理,管理方式属计划型
船厂性质	全能型	总装型

未来造船模式是以中间产品模块化组织生产为特征的模块化总组造船模式。作为中间产品的造船模块应该是具有标准尺寸和标准件,且主要部件具有可选择性的最终产品的预制单元。这种预制单元有船体结构单元和舾装功能单元。所有造船模块都必须具有独立的功能,具有通用性,具有特定的界面、连接尺寸及连接形式。

近年来,世界各国对模块化造船的研究和开发,主要是开发舾装功能模块,而且取得了可观的成效。然而要全面地实现模块化造船,还必须依靠产品设计部门和建造部门的共同努力,研究解决船体结构模块对船舶性能变化的适应性问题;研究和制定船体主尺度的参数系列和船体结构的构成系列,使这些参数与模块规格相符合;研究设计结构和功能模块系统,以及船体用这些模块进行最佳配套的方法;研究模块间的连接技术和接头形式;研究用子模块组装模块的有关技术等。

二、现代造船模式的特点

1. 现代造船模式的内涵

所谓现代造船模式,就是以统筹优化理论为指导,应用成组技术原理,以中间产品为导向,按区域组织生产,壳、舾、涂作业在空间上分道、时间上有序,实现设计、生产、管理一体化,均衡、连续地总装造船。现代造船模式以成组技术理论为指导,成组技术初期是用于工业过程管理的十分有效的分类与编码方法,它对造船领域的卓越贡献,不只是用创新的方法使材料、零件、部件和模块等保持各自正确的工艺流程,更重要的是它做到了理解造船过程和怎样提高船舶工业的生产率。成组技术为使多品种、小批量生产获取批量生产效益,对企业运营各方面的工作,做出了合理的安排。



现代造船模式是建立在“中间产品”专业化生产的基础上,建造任何类型船舶,首先按船体首、尾、中部和上层建筑等相对完整的“中间产品”划分大的区域。然后,按作业类型和建造阶段划分各级“中间产品”——总段、分段、组件、部件、零件等。将具有相同工艺过程的“中间产品”,组织专业化生产,从而使单件和小批量生产能采用大批量生产方法,建立既有柔性,又是流水生产的现代化生产方式,达到近乎大批量生产的高效率。因此,以“中间产品为导向”总装化组织生产的现代造船模式实质上是柔性化的流水生产线。

2. 现代造船模式的特征

(1) 区域造船的空间组织。区域造船法就是用成组技术和系统工程技术的原理,将整艘船按空间划分区域,按不同的工艺阶段和不同的施工区域去组织、优化,以达到高效的生产。在一个施工区域内完成的过渡性产品,亦即“中间产品”,经过不断组合,形成高一级的中间产品,最终形成船舶。以“中间产品”专业化生产为导向的生产单元,通过定场地、定设备、定人员、定任务、定指标、定规模,形成一个封闭的,能够实行自主管理的生产单元。这种生产单元可以是厂内的,也可以是厂外的。这就为造船铺开作业面后扩大场地问题提供了一个解决途径。同时,大量的物流和人员的密集生产得以分道、有序的进行,从而大大减少在制品的等待调度和运输时间。

(2) 全船建造过程统筹的生产设计。生产设计是为满足区域造船的需要,从生产角度出发,对造船全过程进行事先研究,统筹安排的设计。

生产设计通过建造方针书,对造船全过程进行统筹研究;用系統工程的观点对设计、工艺、成本、质量、施工进度、安全生产、工程管理等方进行综合平衡,同时对船厂现有设备、场地、劳动力、物资以及技术,管理力量等做出综合安排。

生产设计通过舾装综合布置图,按已划好的区域,把该区域内的舾装设备,全部绘在图纸上,进行统筹安排调度,使得这个区域内各专业、各设备之间的矛盾得到合理解决。

生产设计通过托盘管理表来组织生产,安排计划,进行物资配套。由于每个托盘均在同一安装区域、同一安装阶段,使得工人施工十分方便,管理人员也便于落实调整,同时通过托盘按区域、按阶段将高空立体作业划为平台平面作业,将密闭舱室作业划为开敞作业,将码头船台作业尽可能前移至分段作业、平台车间作业,从而提高工作效率,降低劳动强度。

生产设计通过标准化、编码化和电算化来解决,较之传统设计方法所增加的巨大工作量,它可以更加快捷传递、交流所涉及的大量纷繁杂乱的信息,以达到提高设计质量,缩短设计周期之目的。因此,生产设计是现代造船模式的主要基础之一。

(3) 工程管理型的全过程计划管理。区域造船的工程细化后,工程更复杂了,管理的内容也随之增加,若有一个环节管理不善、脱节,就会影响整个造船生产的进程,为使船舶建造能够有节奏地顺利进行,必然要采用计划管理型的科学管理,将现代企业的运作贯穿到企业的方方面面。

计划管理是分层次的,全厂有三年甚至更长时间的船舶产品主要节点滚动计划,以指导各部门的工作。各部门再根据主要节点的实际情况,编制部门的主要节点。如设计部门的出图计划,工程部门的大、中日程计划,各生产区域的小日程计划及双周滚动计划。

日程计划通过由上而下的层层分解和由下而上的层层落实,使得企业总体计划目标的实现得以保证。





(4) 基于供应链的托盘管理。大量的舾装工作量从码头、船台前移后,平台和车间的物流量也随之大大增加,物流管理的任务也更加繁重,管理不善就会使设备和材料不能在施工现场及时处理,施工环境难以获得改善。现代造船模式的物流管理在细致的生产设计和精确的计划编制前提下,找到了新的管理办法——托盘管理。

托盘与中间产品的划分原则一样,也是按区域、阶段来划分,并与船体分段划分相适应,在考虑确保生产的封闭性和自主性的同时,必须考虑托盘在舾装工程实施过程中不断组合的连续性。

托盘由生产设计部门提供它所需要的设备和材料信息,由物供部门组织集配,并严格按生产管理部门编制的纳期计划准时送到指定的施工现场。因此,托盘管理将造船设计、物资和生产三大主体有机地结合在一起。

托盘管理的优点是显而易见的。但受制约的因素很多,难度也大,它不仅依赖于生产设计部门和生产管理部门所提供信息的及时性和准确性。而且还必须要求设备材料、外购件、外协件一定要按期到货。否则,托盘的配齐率很低,它的运转就不能流畅,势必会影响整个造船生产的进度。

(5) 多工种集成作业组织模式。大多数中间产品都包含了壳、舾、涂三个方面的内容,生产设计也是包含多专业、多系统的工作,区域造船同样也包含了壳、舾、涂三种不同类型的作业。因此,在以区域划分的设计组织和生产组织中,单一的专业和单一的工种,是无法完成这些工作的,必须推行混合专业的设计组织和复合工种的生产组织,以达到按区域设计和按区域生产的目的。

三、现代造船模式的生产流程

按现代造船模式建立的生产作业体系,其生产作业流程如图 1-1 所示。从图中可以清楚地看到船体工程、舾装工程和涂装工程在施工时间(阶段)上的对应关系。

其特点是:

- (1) 壳舾作业既分道,又结合;
- (2) 涂装作业渗透在壳舾作业的各个阶段进行,体现壳舾涂一体化作业;
- (3) 各类中间产品固定在各自的施工区域进行封闭作业(指图中的各作业框);
- (4) 各作业框内的生产作业实施流水定位,或流水定员作业。

图 1-1 中的船舶被划分为三大区域,即机舱区域 M、住舱区域 A(船舶上层建筑部分)和这两个区域之外的甲板区域 D。图中 E 为全船电气舾装的代号。

先看图中的船体工程(含涂装),它的工艺流程是:板材、型材预处理→船体零件加工→部件、组合件装配→分段装配→总段装配→船台合拢。从图中可以看到,涂装工作先后分四次穿插在船体建造过程中。这就是钢材预处理阶段的涂防护底漆,分段装配阶段的第二次除锈和涂漆,船台合拢阶段的涂漆以及船舶下水以后的最后涂漆。各个阶段的涂装工作应和船体及舾装工程相互配合、合理安排,既不要在已经涂装的表面又进行较大面积的气割、焊接作业,也不应在涂装之前就过早安装上会妨碍除锈涂装工作进行的舾装件。

再看图中的舾装工程,它的工艺流程是:部分舾装零件和管件的制造→车间内进行的单元舾装和标准模块组装→由托盘集配送往各区域进行分段舾装→总段(或分段预合拢后的大分





段) 舾装→船台舾装→船舶下水后的码头舾装。

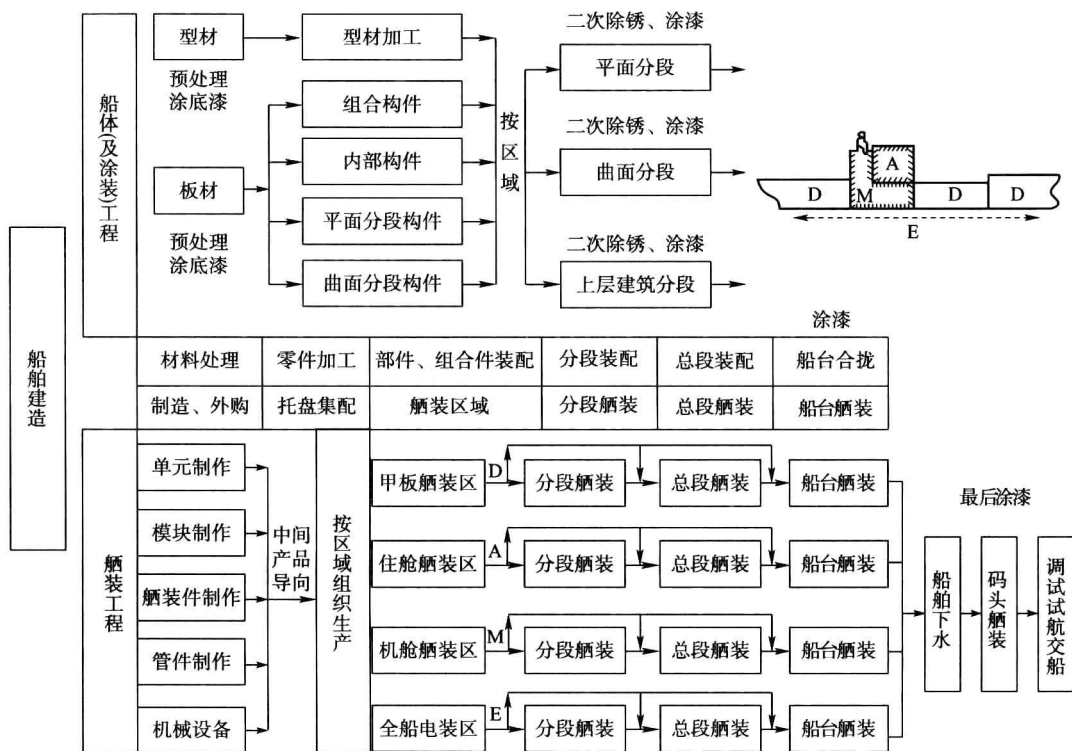


图 1-1 现代造船的生产作业流程示意图

第二节 现代造船模式的设计方式

船舶设计是一种技术实践活动,由于造船模式的演变,船舶设计方式也发生了相应的变化,根据船舶设计方式转变的过程,可以将船舶设计方式划分为传统设计方式和现代设计方式。

一、传统船舶设计方式

传统的船舶设计通常分为方案设计、技术设计和施工设计三个阶段。方案设计和设计基本上是对船舶产品的设计,它反映的是船舶完工后的最终状态。施工设计则为船厂提供制造、安装、调试用的施工图纸和工艺文件,是为现场生产服务的。但旧模式下的施工设计对解决“怎样造船”和“怎样组织造船生产”的问题是远远不够的,深度极其有限。例如:就船体而言,施工设计图主要也还是表示结构的最后完成状态、必需的工艺装备和工艺要求,而并没有详细表示出结构及零件的制造、安装顺序、施工方法、工艺要领和施工中必需的各种数据和指令。就舾装而言,也只表示设备与系统的原理、布置、要求及安装的最后完成状态,而并没有表示出设备与系统制造、安装的阶段、程序、方法与试验要求等。这些图纸中没有解决的问题,



就由船厂施工部门另行编制工艺、技术和管理方面的文件,以指导现场生产,弥补设计图纸的不足。

通俗地讲,传统的船舶设计基本上属于产品设计。它只设计“船舶产品”,而不设计“船舶生产”。

二、现代船舶设计方式

现代造船模式的设计方式与传统船舶设计方式不同,在解决“造什么样的船”的同时,还要解决“怎样造船”。应用成组技术的制造原理和相似性原理,以及系统工程的统筹优化理论,对“怎样造船”通过设计,进行合理规划,以适应现代造船模式的生产作业体系进行组织生产的要求。为此,船舶设计纳入了生产设计,并把它作为船舶设计的一个重要的设计阶段。生产设计的产生带来了船舶设计方式的根本变革,标志着船舶设计由传统走向了现代。

1. 现代船舶设计的阶段

为了转变传统的造船生产模式,从1983年起,我国确定把船舶设计划分为初步设计、详细设计、生产设计三个阶段,规定了各设计阶段的设计内容,明确了三个设计阶段的衔接关系及生产设计对初步设计和详细设计的要求。

(1)初步设计(又称合同设计)。初步设计是在深入分析船舶技术任务书和调查研究的基础上,对船舶总体性能和主要技术指标、动力装置、各种系统进行设计,即是对船舶总体方案的设计。并通过理论计算、资料对比和必要的模型试验来确定产品的基本技术形态、工作原理、主要参数、结构形式和主要设备选型等重大技术问题。

初步设计阶段的主要任务是根据客户提出的要求,以签订建造合同为目标,重点解决设计任务书提出的关键技术,如航速、载重量等,完成建造合同所需的总布置图、全船技术规格书、中横剖面图、型线图、主要设备清单及厂商表、机舱布置图等设计、计算工作,以及为配合签订建造合同而开展的技术问题答疑工作。

初步设计形成的技术文件既是签订合同的依据,又是后续设计阶段的设计依据,应提交船东审查,主要图纸和技术文件应取得船东认可。合同设计阶段从按照客户提出的要求设计开始,到与客户签订合同为止。

(2)详细设计(又称送审设计)。详细设计的依据是造船合同和经审查通过的初步设计技术文件。详细设计的任务是在初步设计的基础上,根据合同约定的技术文件,以完成技术文件送审和最终确定船舶全部技术性能为目的,对具体技术专业项目进行详细性能设计和相关图纸的绘制,解决设计中的基本和关键技术问题,最终确定新船全部的技术性能、结构强度、重要材料和设备选型与订货要求,以及各项技术要求和标准。并按照船级社规定的送审图纸目录和合同约定的船东送审图纸目录进行设计文件的送审以及退审意见的修改处理,编制船厂订货所需材料、设备清单。形成的技术文件作为生产设计的依据。详细设计阶段从合同签订开始,到最终确定船舶全部技术性能,完成并通过设计文件的送审为止。

初步设计和详细设计,基本上属于“产品设计”,它提供的是船舶制造的完工状态,解决“造什么样的船”的问题。

(3)生产设计。造船生产设计是在详细设计的基础上,根据船厂的条件和特点,对造船施





工的各种工程技术问题进行分析研究,对制造方法、生产管理和有关技术措施作出决策,并用图、表和技术文件等方式表达出来,作为编制生产计划和指导现场施工的依据。

生产设计的主要任务就是按照区域/类型/阶段进行作业任务的分解与组合,将设计、生产、管理融为一体,结合施工条件开展设计,为物资部门采购和生产管理部门制定生产计划提供信息,为生产现场提供施工图纸和工艺文件。生产设计是解决“怎样造船”的工程技术问题的,也就是对新造船舶建造工艺及其流程的设计。实际上生产设计中的纲领性工艺文件,如分段划分和施工要领的编制等,是与初步设计和详细设计平行进行的;而各工艺阶段、施工区域和单元的工作管理图表,则是在详细设计的基础上进行的。生产设计的详细、完整和深入的程度对提高造船质量、缩短建造周期和提高生产效率有很大的影响。

现代造船中,生产设计必须用专门的设计软件进行,在计算机上模拟完成船舶建造的全过程,否则难以适应制造、加工中应用计算机控制和管理的要求。生产设计阶段从设、绘分段结构图和舾装区域综合布置图开始,到完成全部施工技术文件设计为止。

生产设计不同于初步设计和详细设计。它是设计工作向现场施工的延伸,是船舶设计工作的扩展和深化。其设计对象不是“产品”而是“生产”。它提供的不是船舶制造的最后结果,而是制造的中间过程,是被称为“以中间产品为导向”的设计;解决的是“怎样造船”和“怎样合理组织造船生产”的问题。因此,生产设计的实施,结束了过去船舶设计与制造长期脱离的状态,而使设计真正起到组织生产和指导生产的作用,实现了设计与施工、管理的一体化。

初步设计、详细设计和生产设计是船舶设计的三个组成部分,既独立存在,又互相关联。初步设计是详细设计和生产设计的依据,详细设计是生产设计的依据,而初步设计和详细设计又必须反映生产设计的意图和要求。

2. 生产设计的特点

(1)按区域设计的特点。强调适应现代造船模式按区域组织生产,必须按区域进行设计,以使设计与生产一一对应。

(2)以中间产品为导向的设计特点。强调在设计过程中,必须把所设计的船舶产品作为最终产品,按其所划分的各个制造级进行逐级工程分解,以组合成各类零部件、分段、托盘、单元、模块等不同中间产品,连同其所需的全部生产资源,以生产任务包形式进行设计。

(3)设计、工艺、管理一体化的设计特点。强调在设计过程中必须做好设计、工艺、管理的有机结合,而这种结合是用先进的造船工艺技术,通过扩大预舾装,在统筹优化“怎样造船”的前提下,经各部门的相互协商,从工程管理的角度提出合理要求,最终以设计形式把“怎样造船”体现在工作图和管理图表上,作为指导现场施工的依据。

(4)壳、舾、涂一体化的设计特点。强调在设计过程中,必须做好壳、舾、涂三类作业的有机结合,而这种结合是在一体化建造计划的指导下,通过壳、舾、涂生产设计之间的协调,以最大限度满足各作业的均衡、连续地总装造船。

(5)各设计阶段相互结合的设计特点。强调设计必须事先通过做好工程管理方面的准备,含技术准备、计划准备和工程控制准备,把事先准备作为开展设计工作的前提,并在设计过程中处理好各设计阶段的相互渗透、互相交叉的密切联系,使设计的事先准备能与各个设计阶段相互结合并贯穿在船舶设计过程的始终。



第三节 船舶生产设计概要

一、船舶生产设计的产生

船舶生产设计起源于 20 世纪 50 年代,最初由日本造船界首创。20 世纪 50 年代初,日本造船界受美国汽车和航空工业生产体系中提供必要的生产信息和数据方法的启示,将生产设计的概念引入造船行业,首先从船体建造入手,而后逐步扩展到舾装。这样在施工设计中,将全面的工程管理和工艺内容传统的船舶产品设计紧密结合,进而发展成为“船舶生产设计”。

我国于 1978 年从日本引入“船舶生产设计”的概念,先后经历了研究、试行和推广、提高两个发展阶段。目前,我国船厂推行船舶生产设计已经相当普及,深化船舶生产设计已经成为改进造船企业管理的主要手段。由于推行了船舶生产设计,才促使我国实现了由传统造船模式向现代造船模式的转型。

二、船舶生产设计的理论基础

由于现代船舶和现代造船工程的复杂性,促进了船舶生产设计的出现。应用统筹协调理论和成组技术的基本原理组织造船生产,则是生产设计的理论基础。

1. 统筹协调是生产设计的基本指导思想

统筹协调是在船舶设计过程中,对船体工程和舾装工程,对设计、工艺和管理,对船、机、电各个专业及上述各个方面的相互关系和应有配合,进行科学地统筹和协调。实质上,它是造船生产技术发展过程中“一体化”思想的概括。只有采取统筹协调的方法,才能达到优化设计、优化建造和管理的目的。

2. 成组技术是使生产设计优化的基本原理

通过对设计、工艺、管理三大领域中相关特性要素的分析,对零件和中间产品(如船体部件、分段、舾装单元、模块)进行分类。强调按工艺阶段、工件类别、舾装区域或单元进行设计,并以编码形式指示施工流程,扩大批量,提高效率,并避免在生产过程中出现大量重复进行的相似作业。

三、船舶生产设计的作用

生产设计涉及整个生产体系,通过它将设计、工艺、管理三者有机地融为一体。它将“事前准备”的原则贯穿于整个船舶设计过程的始终。

生产设计的重要作用可简单地归纳为以下两个方面。

1. 使设计过程成为在图纸上“模拟造船”的过程

传统的设计,包括施工设计在内,大都是先设绘图纸,再考虑怎样建造。由于较少考虑现场施工中的具体问题,图纸与施工之间就难免存在较多的矛盾。而一旦发现图纸在设备布置或结构上存在工艺性问题时,改正已比较困难。这样会导致在实际施工中出现较多的修改和返工,会对质量和进度造成一定影响。

生产设计的过程是先确定分段划分、施工要领,然后再出工作图纸和管理表册。生产设计





的工作图表是生产设计人员在作业开始前,不仅对建造方法,还对各种工艺细节问题进行精心研究和细致分析后完成的,它把建造技术尽可能全面地融合到了图纸中。由此可见,进行生产设计的过程,就等于先于现场在图上进行“模拟造船”的过程。它不但在各种方案的比较中优化了施工方案,而且通过它可以提前发现可能存在的问题和矛盾,采取对策,将其妥善地解决在设计阶段。所以,在现场作业中产生的浪费、返工及误操作大部分都在事前防患于未然,从而取得最大的工作效率和经济效率。

2. 生产设计的工作图表成为现场生产的唯一施工依据

在传统设计时期,虽然也有施工设计图纸,但用它来指导现场生产是远远不够的。必须由船厂施工部门另行编制工艺、管理方面的文件,使其和施工图纸相融合,才能指导和组织现场生产。

生产设计图表在表达形式和内容上和过去的施工图纸有很大的差别。它的宗旨是从施工角度出发,一切服从于高效率、高质量、短工期以及确保安全等原则来安排船舶生产。为适应分段建造法和区域舾装法的工艺特点,生产设计工作图是按工艺阶段、施工区域和设备单元设绘的,这就便于按工序、按区域组织生产。这种生产设计图面与施工对象的一致性,是生产设计区别于其他设计的重要特点。它使生产设计提供的图表成为现场施工的唯一依据。

开展生产设计,使得设计人员在船舶建造之前,从提高质量、效率、安全、降低成本来考虑建造方法,并将新工艺、新技术融入到工作图和管理表中,从而使现场生产与组织管理科学化、合理化,通过设计人员的脑力劳动来减轻现场操作人员的体力劳动,把大量高空作业平地做,外场作业内场做,狭窄空间作业敞开做,水上作业陆地做,朝天作业俯身做。这对保证施工质量,提高生产效率,减轻劳动强度,确保安全生产,缩短建造周期,降低造船成本,无疑将起很大的作用,从而为提高船舶产品的市场竞争能力作出贡献。

四、船舶生产设计的内容

按工程类别划分,生产设计包括两部分内容,即船体生产设计和舾装生产设计。其中舾装生产设计又分为船装、机装和电装生产设计。

1. 船体生产设计

船体生产设计负责自船体放样开始,经零件加工、结构预装配到船体总装的一切生产技术准备工作。它包括船体型线放样、结构放样、绘制套料切割图以及各类工作图和管理图表。船体生产设计的内容如图 1-2 所示。

船体生产设计设绘的主要图表有:钢材套料切割图、部件图及零件表、分段工作图及零件表以及船台工作图。此外,还有分段重量重心计算、脚手架作业图、吊环布置等。

这些工作图表反映了船体制造的大量工艺和管理信息,如零件的编码代表了组合情况、组装顺序和零件加工的路线,零件的套料,施工对象制作时的放置状态,装配所需的胎具和样板,零件边缘的加工、焊接方法和焊接规格,通焊孔布置,余量、补偿量及精度要求,工时定额和材料定额等。

2. 舾装生产设计

舾装生产设计的内容是在设绘舾装综合布置图的基础上进行单元划分,将某一个区域的综合部件、管路分成若干单元以及需要现场安装的零件。设绘的图表包括安装图、零件图、舾