



国防特色教材·职业教育

# 船舶建造工艺

CHUANBO JIANZAO GONGYI

魏莉洁 何志标 主编

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

北京航空航天大学出版社 北京理工大学出版社

哈尔滨工业大学出版社 西北工业大学出版社



国防特色教材·职业教育

# 船舶建造工艺

魏莉洁 何志标 主编

哈尔滨工程大学出版社

北京航空航天大学出版社 北京理工大学出版社  
哈尔滨工业大学出版社 西北工业大学出版社

## 内容简介

本书是根据高职船舶工程技术专业教学大纲的要求编写的一门专业教材。全书共分 11 章,系统地介绍了船舶建造工艺流程和现代造船技术、船体放样与号料、船体钢料加工、船体预装焊工艺装备、船体部件装焊、船体分(总)段装焊、船舶总装、船舶舾装和涂装、船舶下水、船舶试验与交船、船舶修理工艺等内容。内容的选取和工艺方法的引用以先进性、通用性和实用性为主,大、中、小型船舶兼顾。本书论述清楚,内容全面,剪系统性强,重点突出,便于理解和自学。

本书除了供船舶工程技术专业教学之用以外,还可供造船相关专业人员学习参考之用。

## 图书在版编目(CIP)数据

船舶建造工艺/魏莉洁,何志标主编. —哈尔滨:  
哈尔滨工程大学出版社,2010.1

ISBN 978-7-81133-613-9

I. ①船… II. ①魏… ②何… III. ①造船法-高等  
学校;技术学校-教材 IV. ①U671

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 238162 号

## 船舶建造工艺

魏莉洁 何志标 主编

责任编辑 薛力

\*

哈尔滨工程大学出版社出版发行

哈尔滨市南岗区东大直街 124 号 发行部电话:0451-82519328 传真:0451-82519699

<http://press.hrbeu.edu.cn> E-mail: [heupress@hrbeu.edu.cn](mailto:heupress@hrbeu.edu.cn)

黑龙江省教育厅印刷厂 各地书店经销

\*

开本:787×960 1/16 印张:19.75 字数:416千字

2010年2月第1版 2010年2月第1次印刷 印数:2000册

ISBN 978-7-81133-613-9 定价:50.00元

# 前 言

船舶建造是复杂的系统工程,船舶的建造工艺过程涉及到很多专业技术知识,要求造船工程技术人员不仅在专业水平上不断提高,并且要不断拓宽相邻专业知识,以便成为具有综合能力的造船人才。

为了适应当前高等职业学院教学改革的需要,根据船舶职业学院的教学特点和培养目标,以及船舶企业贯彻现代造船模式、缩短造船周期的需要,考虑到近年来船舶企业对人才知识结构的要求而编写此教材。

船舶建造工艺是一门综合性极强的交叉学科,它的内涵十分丰富,包括船体结构、船体制图、船舶原理、工程数学,以及造船材料、加工和相关设备与设施;需要了解或掌握船体建造技术、船舶舾装技术、船舶涂装技术、船舶焊接技术、控制变形和精度控制技术、CAD/CAM、人机工程、船舶修理、安全生产等诸多应用技术。考虑到实现壳、舾、涂一体化造船和区域造船法等新技术对相关专业知识的需求,本书增加了船舶舾装和涂装、船舶修理等内容。同时,为了进一步加强学生对工艺内容的掌握,提高实践能力,每章后还增加了习题。

本书由魏莉洁担任主编,并编写了第3章、第6章。渤海船舶职业学院杨文林编写了第1章、第4章,刘旭编写第7章及各章习题,王金鑫编写第8章,王雪梅编写第9章、第10章,刘雪梅编写第11章。武汉船舶职业技术学院何志标编写了第2章;渤船重工牛亚超编写了第5章。

在本书的编写过程中,得到了渤海船舶职业学院彭辉教授的支持,同时还得到了渤海船舶重工有限责任公司船研所张文华、大连船舶重工有限责任公司李虎清等专家的大力帮助,并提出了宝贵的意见,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,教材中难免有疏漏和错误之处,望同行专家和读者给予批评指正,在此表示谢意,以望再版时改正。

编 者  
2009年3月

# 目 录

<b>第 1 章 船舶建造概论</b> .....	1
1.1 船舶建造工艺的任务及内容 .....	1
1.2 船舶建造模式及其演变 .....	6
1.3 船舶建造的规模与机械化 .....	10
1.4 船舶建造的准备工作的 .....	12
习题 .....	14
<b>第 2 章 船体放样与号料</b> .....	16
2.1 船体放样概述 .....	16
2.2 船体型线放样 .....	17
2.3 船体结构线放样 .....	28
2.4 船体构件展开 .....	31
2.5 样板与号料 .....	42
2.6 计算机船体放样 .....	54
习题 .....	56
<b>第 3 章 船体钢料加工</b> .....	62
3.1 船体钢材预处理 .....	62
3.2 船体构件的边缘加工 .....	68
3.3 船体型材构件的成形加工 .....	75
3.4 船体板材构件的成形加工 .....	78
习题 .....	85
<b>第 4 章 船体预装配的工艺装备</b> .....	87
4.1 平台的种类和用途 .....	87
4.2 胎架的种类和用途 .....	90
4.3 胎架的选取和制造 .....	94
4.4 船体装配工具 .....	103
习题 .....	107

<b>第 5 章 船体部件的装焊</b> .....	108
5.1 船体板列的拼焊 .....	108
5.2 T 型梁的装焊 .....	110
5.3 肋骨框架的装焊 .....	114
5.4 艏、艉柱的装焊 .....	117
5.5 其他构件的装焊 .....	120
习题 .....	126
<b>第 6 章 船体分(总)段的装焊</b> .....	128
6.1 概述 .....	128
6.2 底部立体分段的装焊 .....	134
6.3 舷侧分段的装焊 .....	141
6.4 甲板分段的装焊 .....	147
6.5 舱壁分段的装焊 .....	149
6.6 艏艉立体分段的装焊 .....	152
6.7 中部总段的装焊 .....	163
6.8 上层建筑(甲板室)装焊 .....	165
6.9 船体分段制造生产线 .....	169
6.10 分段和总段的焊接变形及处理和预防 .....	172
6.11 分段(总段)加强及吊运翻身 .....	178
习题 .....	184
<b>第 7 章 船舶总装</b> .....	186
7.1 船台和船坞类型及其工艺装备 .....	186
7.2 船台总装方式 .....	190
7.3 船台装焊准备工作 .....	194
7.4 船台(船坞)装焊工艺 .....	197
7.5 船体建造焊接变形及预防 .....	208
7.6 船舶建造方案及船体分段划分 .....	211
7.7 船体建造精度管理 .....	217
7.8 密性试验 .....	220
习题 .....	224
<b>第 8 章 船舶舾装和涂装</b> .....	226
8.1 船舶舾装 .....	226

---

---

8.2 船舶防腐与涂装 .....	232
8.3 壳舾涂一体化造船技术 .....	242
习题 .....	243
<b>第 9 章 船舶下水</b> .....	<b>245</b>
9.1 船舶下水的主要方法和设施 .....	245
9.2 纵向涂油滑道下水 .....	253
9.3 纵向钢珠滑道下水 .....	260
习题 .....	263
<b>第 10 章 船舶试验与交船</b> .....	<b>264</b>
10.1 船舶试验与交船的组织与要求 .....	264
10.2 系泊试验 .....	267
10.3 航行试验 .....	271
10.4 交船验收 .....	277
习题 .....	279
<b>第 11 章 船舶修理工艺</b> .....	<b>280</b>
11.1 船舶修理目的及基本任务 .....	280
11.2 船舶损坏形式及修理原则 .....	284
11.3 船舶修理工艺 .....	286
11.4 船体在修理过程中的变形及防止措施 .....	301
习题 .....	303
<b>参考文献</b> .....	<b>305</b>

# 第1章 船舶建造概论

## 1.1 船舶建造工艺的任务及内容

### 1.1.1 船舶建造与修理工艺的任务

船舶建造工艺是研究钢质船舶焊接船体的制造方法与工艺过程的一门应用学科。船舶建造是在综合采用各种先进技术和现代科学管理的前提下指导的施工过程,即如何把设计阶段经过试验和计算并按照规范而设计绘制的船舶图样转变成实船,同时在正常技术指标的控制下能够确保船舶的使用性能。

随着海洋开发的深入,船舶建造已不局限于一般船舶,而是扩展到海洋工程各部分,如各种工程船舶、海洋石油平台、浮式生产储油船等。海上石油钻井平台是海上钢质建筑物,尤其是移动式钻井平台,无论从设计原理、建造工艺、技术特点,以及在建造中所使用的标准、规范、生产设备、地理位置条件、生产场地,甚至在组织生产、工艺流程诸方面均与船舶建造有很多的相似之处。目前,许多造船厂都相继展开了海上石油钻井平台的施工建造。因此,在学习船舶建造工艺时,可适当了解海洋工程的建造工艺。

船舶修理则是保持和恢复船舶的正常技术状况和使用性能的过程。船舶修理也是船舶工程的一部分,许多船舶企业是修造船兼并的,造船工程技术人员也应熟悉并掌握船舶修理工艺相关知识。

要想将一个出色的船舶设计变为一个实实在在的产品,除了要吃透设计者的设计思想外,工艺设计显得尤为重要,因此充分了解和掌握现有的生产能力及手段,充分发挥其潜能并加以认真执行,才会得到应有的效果。如今,在吸取了国际上先进生产技术“成组技术”的情况下,提出了“转换建造模式,缩短船舶的建造周期”的中国造船策略指导实践,并在生产实践中取得了很大的成功,从而带动了我国造船业的腾飞。

综上所述,本教材的主要任务有以下三方面:

(1)根据我国现有的技术条件,为造船生产设计出优良的生产工艺流程和先进的工艺方法,缩短造船周期,降低生产成本,提高生产质量,改善生产和环境条件。

(2)大力研究开发新工艺、新技术,积极引进国外先进造船技术、先进设备和先进管理办法,并消化吸收为我所用,不断提高我国造船的工艺水平和管理水平,以满足我国造船事业的不断发展。



(3)提高学生的综合能力,以船舶放样、构件加工、船体装焊几个部分为重点,进而展开与此有关联的其他综合性知识的讲授,以满足学生将来的就业需求。

### 1.1.2 船舶建造的内容和工艺流程

在很长一段时间内,造船工艺分为船体建造和舾装工艺两大部分。但是由于近些年来,船舶建造的大型化以及环保的要求和宜人性的要求,导致船舶涂装工程量大大增加,质量要求也不断提高,涂装技术得到迅速发展,从而促使涂装作业从舾装作业中分离出来,形成独特的涂装生产作业系统。因此造船工艺分为船体建造、舾装和涂装三种不同类型又相互关联、相互影响的制造技术。

船体建造就是将材料加工制作成船体构件,再将它们组装焊接成中间产品(部件、分段、总段),然后吊运至船台上(或船坞内)总装成船体的工艺过程。船体用材料多为钢材,其作业内容一般包括船体号料、船体构件加工、中间产品制造和船台总装等。

船舶舾装作业是将主船体和上层建筑以外的机电装置、营运设备、生活设施、各种属具和舱室装饰等安装到船上的工艺过程。它不仅使用钢材,还使用铝、铜等有色金属及其合金,使用木材、工程塑料、水泥、陶瓷、橡胶和玻璃等多种非金属材料。舾装作业涉及装配工、焊工、木工、铜工、钳工、电工等多达十多个工种。船舶舾装按专业内容可分为机械舾装、电气舾装、管系舾装、船体铁舾装、木舾装等;按舾装作业阶段可分为舾装件制作(采买)、舾装托盘、分段舾装、总段舾装、船内舾装等;若按区域舾装法可分为机舱舾装、甲板舾装、住舱舾装和电气舾装等。

船舶涂装作业是在船体内外表面和舾装件上,按照技术要求进行除锈和涂敷各种涂料的工艺过程。涂装可使金属表面与腐蚀介质隔开,达到防腐蚀处理的目的。按作业顺序一般包括钢材预处理、分段涂装、总段涂装、船台涂装和码头涂装等几个阶段。

“转换建造模式,缩短造船周期”是推进我国造船事业发展的必经之路,以区域造船法为基础的现代化造船模式,就是将船体建造、舾装和涂装三种不同类型的作业系统相互协调和有机结合,形成壳、舾、涂一体化,按区域/类型/阶段一体化组织生产,以此建立的造船生产工艺流程,如图 1.1 的示意图所示。

就钢质船舶焊接船体来说,其常规建造工艺有以下几种。

#### 1. 船体放样和样板制作

船体放样是把设计好的船体型线图按照 1:1 的比例绘在地板上,或运用数学方法编程在计算机中进行数学放样。在放样中,需要光顺船体型线、修正理论型值,同时绘制肋骨型线图并进行结构放样,展开结构件和各种舾装件,并为后续工序提供各种放样资料。根据放样资料提供的数据来制造样板和样箱,同时对胎架型值、各种构件的加工信息和后续工序的连续数据

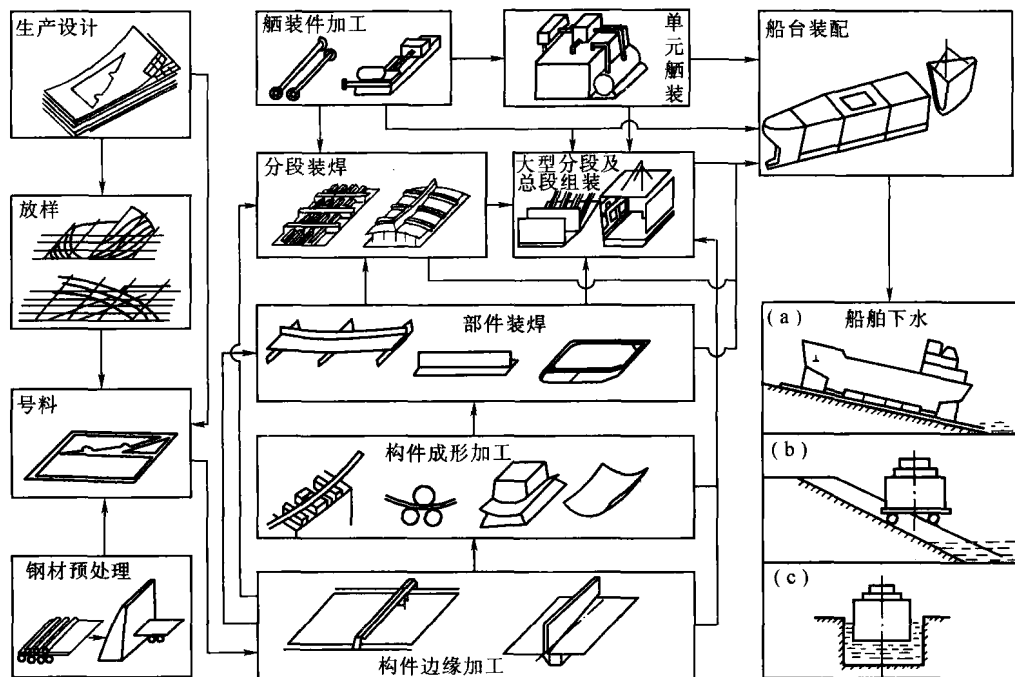


图 1.1 造船工艺流程示意图

提供全部施工信息。

## 2. 钢材预处理和号料

对船体钢材进行机械矫正、喷沙、除锈和涂漆防护等作业,即钢材预处理。然后再把按草图、样板、样箱等放样资料进行放样展开后的各零件图的图样及其加工、装配符号,画到平直的钢板或型钢上,这个过程称之为号料。有时号料工序还与切割工作结合进行,如数控切割就是在号料的同时将零件外形切割完毕,实际上取消了号料工序。

## 3. 船舶构件加工

号料后的钢材上有各种船体零件需要进行下料分隔,称之为船体构件边缘加工。边缘加工是指边缘的切割和焊接坡口的加工。边缘的形状有直线和曲线两种,它是通过机械剪切(剪、冲、刨、铣)或火焰切割、激光切割、等离子切割等加工工艺方法来完成的。坡口的加工是根据焊接和装焊技术的要求进行的。有些边缘如自由边和人孔是用砂轮进行打磨加工,以满足船体构件的不同技术要求。

有些构件经过边缘加工后需要弯曲、折角、折边成形,这种弯制成所需形状的过程称为船体构件的成形加工。成形加工是通过各种机械设备(如压力机、弯板机、折边机等)在常温状态下进行冷弯成形加工。当然,比较复杂的少数构件则需在高温下进行热弯成形加工,或采用水火弯制成形加工。通过上述种种工艺完成各种构件的最终加工。

舾装自制件的加工还有许多方式方法,它们所使用的材料涉及钢材、有色金属和某些非金属材料,其种类繁多,涉及的加工部门也不同。

#### 4. 船体的装配

船体装配是把船体构件组合成整个船体的过程。为缩短造船周期、降低成本、提高产品质量和改善生产条件,根据产品制造原理将船舶产品分解为若干不同制造级的中间产品,如部件、分段、大型分段、总段、舾装单元。再按相似性原理和制造级对它们分类成组,然后将它们按组分别在相应的装焊成组生产线上进行制造,即分道建造。中间产品的制造顺序具体如下:

(1) 部件装焊 由船体零件组合焊接成船体部件,如 T 型梁、板列、肋骨框架、主辅机基座、艏柱、艉柱、舵、烟囱等。

(2) 分段装焊 由船体零件和部件组合焊接成船体分段,如底部分段、舷侧分段、甲板分段、舱壁分段、上层建筑分段、艏艉立体分段等。

(3) 总段装焊 采用总段建造法时,将已装配好的分段和零部件组合焊接成总段,它是包括底部、舷侧和甲板的环形段。

分段及总段装焊结束后要进行船体的密性试验,中间产品制造过程中还要进行相应的涂装和预舾装作业,以满足区域造船法的壳、舾、涂一体化要求。

然后,再将中间产品分别吊运到船台上(或船坞内),按照预定先后顺序进行装焊成整船,同时完成船内舾装和船台涂装作业。

#### 5. 船舶焊接

船舶焊接是运用焊接技术手段并采用全新的焊接工艺程序,根据船体各构件的相互位置进行定位装焊,检查无误后,再按照设计要求进行焊接,从而使各种构件结合成一个整船。船舶焊接渗透在船体装配的整个过程当中。

船体焊接都会产生局部和整体的焊接变形,这应该在焊接后通过检验进行适当矫正(机械矫正或火工矫正)。火工矫正是利用焰具对构件进行局部加热,使之变形,产生热胀应力,以消除内应力进行矫正。分段、总段及船整体无法进行机械矫正。

#### 6. 船舶舾装与涂装

船舶舾装包括船舶住舱舾装、甲板舾装、机舱舾装,电气舾装、船舶管系舾装等,涉及设备、管系、电气、木业、绝缘、舱室房间修饰等安装。这一过程工作量庞大,内容繁杂,需要各专业工

种彼此协作与配合,还要在生产安排上合理利用空间与时间,其目的是缩短造船周期,降低生产成本。

为了防止钢材腐蚀,从而延长船舶的使用时间,必须对钢材和船体内、外表面进行清污除锈处理,这一作业系统称为船舶涂装。涂装还起到表面装饰、标志的作用。

舾装、涂装与船体这三大作业是按照空间分道,交叉作业方式,壳、舾、涂一体化全盘考虑来进行生产的。

## 7. 船舶下水

当船舶建造完工之后,将其从船台或船坞移至水中,这个过程称为船舶下水。船舶下水方式很多,但一般可以分为三种方式:重力式下水、漂浮式下水和机械化下水。

## 8. 船舶试验

船舶试验可以分为系泊试验、倾斜试验和航行试验三种,分为两个阶段进行试验。

第一阶段是系泊试验和倾斜试验。系泊试验是泊于码头的船舶基本竣工,船厂取得用船单位和验船部门同意后,根据设计图纸和试验规程的要求,对船舶的主机、辅机、各种设备系统进行试验,以检查船舶的完整性和可靠性,这是航行试验前的一个准备阶段。倾斜试验是将船舶置于静水区域进行试验,以测得完工船舶的重心位置。

第二阶段是海上航行试验阶段。它是将建造船舶通过试航作一次综合性的全面考核,有轻载和满载试航两种。该阶段由船厂、船东和验船机构一起进行。试航应按照船舶类型、试航规定在海上或江河中进行。试航前,应备足燃料、滑油、水、生活给养以及救生器具,各种试验仪器、仪表和专用测试工具。试航中应测定主机、辅机、各种设备系统、通信导航仪器的各项技术指标,并进行各种航行性能的极限状况的试验,以检查是否满足设计要求。

## 9. 交船与验收

船舶试验结束后,船厂应立即组织实施排除试验中发现的各种缺陷的返修的拆验工作,同时对船舶及船上一切装备,按照图纸、说明书和技术文件逐项向船东交验。

当上述工作结束后,即可签署交船验收文件,并由验船机构发给合格证书,船东便可安排该船参加营运。

## 1.2 船舶建造模式及其演变

### 1.2.1 现代造船模式

转换造船模式,缩短造船周期是我国造船界正在共同奋斗的目标。所谓现代造船模式,可理解为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(船体与上层的建筑)、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。

成组技术是研究事物间的相似性,并将其合理应用的一种技术,它是促使现代造船模式形成的主要技术基础之一,运用中间产品导向型的作业分解原理和相似性原理。

#### 1. 中间产品导向型的作业分解原理

简称产品制造原理。该原理是把最终产品按其形成的制造级,以中间产品的形式对其进行作业任务的分解和组合。所谓中间产品是指生产的作业单元,是对最终产品进行作业任务分解的一个组成部分,也是逐级形成最终产品的组成部分。它具有明显的“产品”特征:

- (1)有特定的“产品”作业任务,而且其作业任务并非由单一工种完成;
- (2)有明显的“产品”质量(尺寸精度)指标;
- (3)有完成“产品”作业任务所需的全部生产资源(含人、财、物),或称生产任务包。

上述原理应用到造船,是把船舶作为最终产品,船舶建造从采购材料(设备)、加工零件开始,然后以中间产品的生产任务包形式组装成配件,进而再组装成更大的装配件,这样逐级组装,最终总装成船舶产品,如图 1.2 所示。现代造船模式所确立的产品作业任务的分配原则,实质上就是应用了成组技术产品制造原理,为现代造船模式的形成提供了理论基础。

#### 2. 相似性原理

相似性原理是对产品作业任务分解成门类繁多的中间产品,按作业的相似特性,遵循一定准则进行分类成组,以使用相同的施工处理方法扩大中间产品的成组批量,以建立批量性的流水定位,或流水定员的生产作业体系。

根据船舶生产的特点,相似性分类成组有如下四方面准则。

(1)按生产作业的性质分类成组,即把船舶建造分为船体(壳)、舾装(舾)、涂装(涂)三种不同作业性质的类型,再各自分类成组作业。

(2)按生产作业对象所处的产品空间部位分类成组,按产品划分的区域进行分类成组作业。对船舶产品而言,一般可划分为机舱区、货舱区、上层建筑居住区等三个大区域。根据船

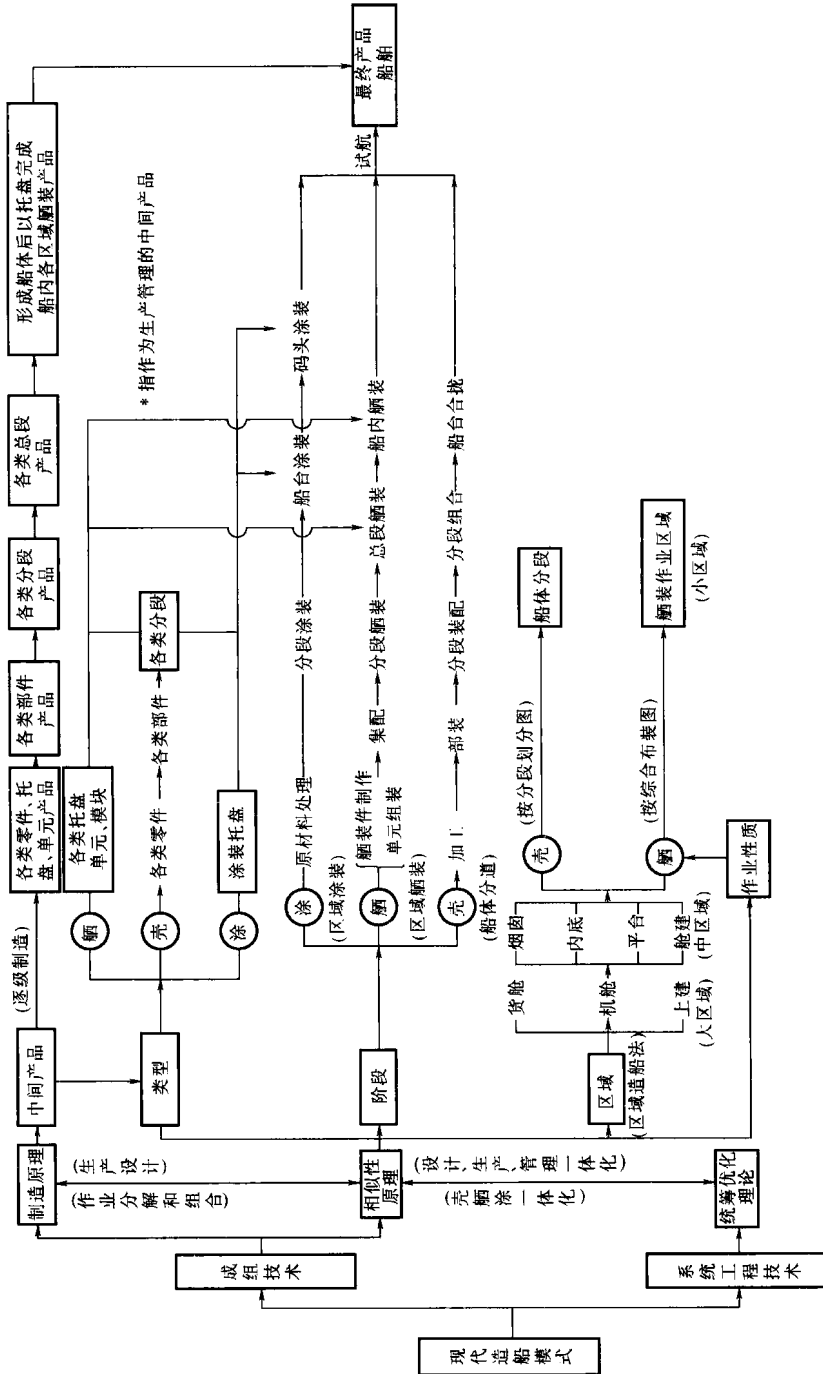


图1.2 现代造船模式形成的理论基础及其作业体系示意图

船类型的不同,还可按其不同的空间部位划分其他区域。同时在划分的各大区域内可以再划分中、小区域以进行分类成组作业。

(3)按生产作业生产过程中的相似内容分类成组,即按区域内划分的中间产品按其类型进行分类成组作业。以船体分段作为中间产品为例,可分平面、曲面和上层建筑三种不同类型的分段。再以舾装的中间产品为例,则可分为各类舾装托盘(或单元)。

(4)按生产作业在生产过程中的作业时序分类成组,即按区域划分的中间产品按其所处的作业阶段,或制造级进行分类成组作业。对船体建造而言,可划分为零件加工,部件(含组合件)装配(小组),分段装配(中组及大组),分段组合(总组),船台合拢等五个作业阶段;舾装作业可分单元、模块、管件等制作,托盘集配,分段舾装,总段(总组)舾装,船内舾装等五个阶段;涂装则可分为原材料处理、分段涂装、船台涂装以及码头涂装等四个作业阶段。

相似性分类成组需要考虑的因素包括:满足作业场地、设施要求;充分考虑到分段组立过程中的工艺,如搬运、堆放等;为工人施工提供良好的作业环境;为实行高效焊接方法和提高焊接质量提供便利;有利于实行先行舾装,特别是提前完成结构化舾装件,尽量做到通用化;最大限度的扩大中、小组立,大组立时间、胎位时间最短;分段组立过程的精度控制点,在各组立阶段需要得到控制;分段吊马利用本身船体结构来处理,最大限度减少在外板上设置吊马;各阶段所用的脚手架马板全部在中、小组立阶段完成。

现代造船模式所确立的壳、舾、涂按区域/阶段/类型的生产作业方式,就是应用成组技术的相似性原理为其模式的形成提供了另一个理论基础。从而使该模式形成的生产作业体系,其中间产品具有明显的区域性、阶段性,又有一定批量性的特征。

## 1.2.2 造船模式的演变

模式指事物的标准形式,或可照着做的标准样式。

造船总有其特定的模式。各厂有相同的模式,也会有不同的模式。但不管相同与否,总存在一种较之另一种更有利于提高造船生产效率、确保建造质量和缩短造船周期的模式。为此,研讨造船模式的内涵就必须立足于对船舶产品如何确立其产品的作业任务分解原则和组合方式,在分析各种类别及其差异的基础上,用科学、先进的模式规范各厂“怎样造船”和“怎样合理组织造船生产”。

造船模式的内涵就是指组织造船生产的上述基本原则和方式。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。造船模式与造船方法是两个完全不同的概念,造船模式并不反映具体的造船方法。

随着科学技术的进步和船舶需求量的急剧增长,造船模式是不断发展、变化的。但相对在一段时间内又是稳定不变的。回顾其演变过程,可追溯从造铆接船年代到现在所经历的四个

阶段,形成四种有代表性的模式。

第一阶段:按功能/系统组织生产的造船模式。

这就是造铆接船年代的造船模式,其特点如下:

- (1)船体建造按结构功能/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与分解后的组合按船舶设计的功能/系统,通过放样先船体、后舾装,由各工种按功能/系统分别在船台和舾装码头进行单件作业,直至形成船体、舾装各完整的功能/系统。

第二阶段:按区域/系统组织生产的造船模式

这是20世纪40年代中后期建造全焊接船初期形成的造船模式。焊接技术在造船中的应用使船体分段建造成为可能。

分段建造技术的应用,提供了船体建造可按其结构特性划分成分段、部件,形成以区域进行流水作业的可能,同时还提供在分段区域上进行预舾装的可能。这种造船模式具有如下特点:

- (1)产品作业任务的分解和组合对船体建造可按其结构区域划分,而对舾装则以扩大预舾装仍按其使用功能/系统组织造船生产;
- (2)船舶设计虽仍按功能/系统,但船体建造作业任务的分解和组合可通过放样,采用船体生产设计加以规划和体现。

第三阶段:按区域/阶段/类型组织生产的造船模式。

这是20世纪50年代末、60年代初形成的造船模式。促使这一模式形成的主要因素是成组技术在造船中应用,以及当时建造超大型船舶日益急增的需求。该模式的特点如下:

- (1)产品作业任务的分解和组合是采取按船舶产品的空间部位划分区域,分阶段、按类型的分解原则和组合方式;
- (2)产品作业任务的分解和组合方式通过船体、舾装的生产设计加以规划和体现;
- (3)生产作业方式按区域进行船体分道和区域舾装,并将完工的各个作业区域相互组合以形成完整的船舶产品。

第四阶段:按区域/阶段/类型一体化组织生产的造船模式。

这是20世纪70年代初期形成的造船模式。形成这一模式的主要因素如下:

- (1)超大型油船的舱内外涂装工程的日益增多及其要求的不断提高,促使涂装从舾装作业中分离,而形成独特的涂装生产作业系统;
- (2)系统工程技术与电子计算机技术在造船中应用的扩大;
- (3)20世纪70年代初期建造超大型船舶仍处于需求的增长期。

这一模式的特点如下:

- (1)产品作业任务的分解和组合,除按区域/阶段/类型的分解原则和组合方式外,更体现船体建造、舾装、涂装三大作业系统的相互结合;
- (2)产品作业任务的分解与组合,通过船体、舾装、涂装的生产设计加以规划和体现;



(3)船舶设计、造船生产与生产管理相互结合,并通过生产设计融为一体。

按区域/阶段/类型一体化组织生产的造船模式,被认为是体现了现代造船技术发展水平的现代造船模式。

## 1.3 船舶建造的规模与机械化

### 1.3.1 船舶建造的规模

船舶建造的规模受诸多因素的影响。建造船舶、近海石油钻井平台和其他水上浮动装置是造船工业的中心内容,它有着一些独特的、固有的特点,同时又和与其关联的其他工业部门关系密切,互相依存与发展。此外,还与周围的环境、国家的政策、世界政治经济的形势都有着密不可分的联系。

独特的、固有的特点是指造船业属于技术类型,对于配套工业依赖性很强;产品的品种与批量极其不确定,属于多品种小批量或单件生产。对于基础设施如吊车、船台(或船坞)、码头、大型平台等都有很高要求;工人素质的提高、工程技术人员能力的发挥都是至关重要的因素。另外,国际造船市场又是多变的,世界政治格局、军事形势、国际贸易、科技进步、金融市场、海运事业、配套工业等都能直接或间接地影响到造船工业的发展。

国家干预或者说成国家政策上的扶持仍是我们国家造船工业发展的关键所在。改革开放以来国家和政府给予造船工业极大的支持。现在我国造船工业发展迅速,大型造船基地不断涌现,并且在不断发展配套产业,船舶动力、电气、自动控制系统、船用钢材、船用专用设备以及船厂的配套设备和仪器绝大部分已国产化。当然还要注意到我们的不足,我们要在特殊钢材的研制、冶炼和轧制上,设备与技术指标的提高和完全国产化上,特殊性能和高技术含量的船舶设计与建造上,计算机的控制和智能上,高级、宜人型旅游船舶的设计开发与建造上,等等许多方面都将有很长的路要走。

### 1.3.2 造船生产的机械化

要想实现造船机械化(或自动化),首先必须要研究了解造船的特点和规模,同时还要不断将世界上先进的新技术、新工艺、新材料、新设备,甚至是新理念、新的管理方法经过消化吸收,为造船所用,并加以创新和发展,以实现造船机械化(或自动化)。

模块式设计是造船机械化(或自动化)一种很好的思路。在造船工程中,研究标准化、系列化、规范化,进行模块式组装,可以以最大的可能降低劳动成本(包括人工成本、材料成本、一般管理费用)。在造船中引进可靠性设计和可维修性设计,能够减少中间性环节,减少失误,以提