



21世纪高职船舶系列教材
SHIJI GAOZHI CHUANBO XILIE JIAOCAI

船舶工程专业

船舶建造工艺学

CHUANBO JIANZAO
GONGYIXUE

主编 李忠林 魏莉洁
张子睿



哈尔滨工程大学出版社

选题策划 / 肖锦清 张植朴
责任编辑 / 高 申
封面设计 / 校梓文化



21世纪高职船舶系列教材

SHIJI GAOZHI CHUANBO XILIE JIAOCAI

船舶工程专业

船舶概论
船舶原理
船舶设计基础
造船生产设计
造船成组技术
船舶建造工艺学
船体结构与制图
船舶材料与焊接
船舶舾装工程
船舶内装工程

造船 CAD/CAM
船舶防腐与涂装
船舶设备与系统
舱室设计
船舶检验
造船经济管理
造船专业英语
工程制图与阴影透视
室内效果图制作



ISBN 7-81073-858-5



9 787810 738583 >

ISBN 7-81073-858-5

定价: 30.00 元



21世纪高职船舶系列教材
SHIJI GAOZHI CHUANBO XILIE JIAOCAI

船舶工程专业

船舶建造工艺学

**CHUANBO JIANZAO
GONGYIXUE**

主 编 李忠林 魏莉洁 张子睿

副主编 龚建松

哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本书是根据高职船舶工程专业教学大纲的要求编写的一门专业课教材。全书共分十五章,其中包括船舶建造概论、船舶建造材料、船舶焊接、船体放样与号料、船体钢料加工、船体构件装焊工艺、船体分(总)段的装焊、上层建筑和烟囱的装焊、船舶舾装和涂装、船舶管系安装、船舶总装、船舶下水、船舶试验与交船、修船生产准备、船舶损坏形式及修理工艺等内容。

本书除可供船舶建造工程专业教学之用以外,还可作造船相关专业人员学习参考之用。

图书在版编目(CIP)数据

船舶建造工艺学/李忠林,魏莉洁,张子睿主编.
—哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2006
ISBN 7-81073-858-5

I.船… II.李… III.造船—工艺学 IV.U671

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 0642288 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 黑龙江省地质测绘印制中心印刷厂
开 本 787mm×1 092mm 1/16
印 张 19.75
字 数 420 千字
版 次 2006 年 9 月第 1 版
印 次 2006 年 9 月第 1 次印刷
印 数 1—2 000 册
定 价 30.00 元

高等职业教育系列教材编委会

(按姓氏笔画排序)

| | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| 主 任 | 孙元政 | | | | |
| 副主任 | 刘 义 | 刘 勇 | 罗东明 | 季永清 | |
| | 施祝斌 | 康 捷 | | | |
| 委 员 | 丛培亭 | 刘 义 | 刘 勇 | 孙元政 | |
| | 陈良政 | 肖锦清 | 罗东明 | 季永清 | |
| | 俞舟平 | 胡适军 | 施祝斌 | 徐立华 | |
| | 康 捷 | 蔡厚平 | | | |

前言

船舶建造工艺学

CHUANBO JIANZAO GONGYIXUE

船体建造在整个船舶建造中占有相当重要的地位,就工作量而言,约占30%~40%(对万吨级货船,船体、舾装、涂装三大块的工作量之比约为34:53:13)。在船体建造中,钢料的加工(构件、零件、分段总装、总段总装)是自始至终的重要角色。我们必须使用机器人、机械手、数控设备、计算机、柔性制造系统等高新技术来充实和改造现有的生产线,使得船体建造进一步实现柔性化和自动化。

船体建造是一复杂的系统工程,它的建造工艺过程涉及到很多专业技术,要求造船人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。

基于这种理念,船舶职业教育中在讲授船体建造工艺的基础上,必须拓宽一些与之相关、不可缺少的专业知识。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基础知识的需要,新增加了船舶建造材料、船舶焊接、船舶舾装和涂装、船舶管路、船舶修理等内容。这是我们编写《船舶建造工艺学》的根本宗旨。

《船舶建造工艺学》是一门综合性极强的交叉学科,它的内涵十分丰富,包括船舶结构、船舶制图、船舶原理、工程数学,造船材料和加工(放样、切割、成型)以及相关设备与设施;它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、控制变形及精度控制技术、CAD/CAM、人机工程、船舶修理等诸多应用技术。

为了适应当前的教改需要,根据船厂及相关企业单位贯彻现代造船模式、缩短造船周期的需要,以及船舶职业学院教学特点和培养目标而编写此教材。

现代造船模式,关键就是要在造船周期上缩短,整体建造上实现空间上分道,时间上有序,按区域组织生产,最终实现壳、舾、涂一体化作业;而在局部要求各专业彼此之间达到统一与和谐。

现代造船模式是把船舶建造工艺过程分解为船体分道制造、区域舾装、区域涂装三大工艺流程,由于它们之间彼此渗透和相互影响,在设计与制造整个过程中,必须同时要把船舶舾装和涂装考虑在内来统筹安排。

本书由渤海船舶职业学院李忠林教授、魏莉洁副教授、张子睿副教授任主编,龚建松讲师任副主编。其中第一章、第二章、第三章、第六章由李忠林编写;第四章、第五章由魏莉洁编写;第七章、第八章由张子睿编写;第九章、第十章由龚建松编写;第十四章、第十五章由刘雪梅编写;第十一章由刘旭编写;第十二章、第十三章由王雪梅编写。全书由李忠林教授统稿。

在本书编写中,得到了渤海造船厂船研所的大力支持,同时还得到了渤海

船舶职业学院彭辉教授、闫世杰副教授的大力帮助,卢馨做了许多有益的工作,在此一并表示衷心谢意。

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

编者

2006年4月

目 录

21世纪高职船舶系列教材
SHIJI GAOZHI CHUANBO XILIE JIAOCAI

船舶制造工程

| | |
|---------------------|-----|
| 第一章 船舶建造概论 | 1 |
| 第一节 船舶建造工艺的任务及内容 | 1 |
| 第二节 船舶建造模型及其演变 | 4 |
| 第三节 船舶建造的规模与机械化 | 8 |
| 第四节 船舶建造的准备工作的 | 9 |
| 第二章 船舶建造材料 | 12 |
| 第一节 船舶结构建造用钢的基本要求 | 12 |
| 第二节 船舶结构用钢的性能要求 | 14 |
| 第三节 船舶建造其他用材 | 26 |
| 第三章 船舶焊接 | 34 |
| 第一节 概述 | 34 |
| 第二节 船舶建造中的焊接设备 | 36 |
| 第三节 船舶用结构钢焊接材料的选用原则 | 44 |
| 第四节 船舶结构焊接技术与工艺 | 49 |
| 第五节 船舶结构用钢可焊性的评定 | 53 |
| 第六节 焊接裂缝 | 55 |
| 第七节 焊接应力与焊接变形 | 57 |
| 第四章 船体放样与号料 | 63 |
| 第一节 船体放样概述 | 63 |
| 第二节 船体型线放样 | 64 |
| 第三节 船体结构线放样 | 73 |
| 第四节 船体构件展开 | 75 |
| 第五节 样板与号料 | 83 |
| 第六节 计算机船体放样 | 91 |
| 第五章 船体钢料加工 | 93 |
| 第一节 船体钢材预处理 | 93 |
| 第二节 船体构件的边缘加工 | 97 |
| 第三节 船体型材构件的成型加工 | 100 |
| 第四节 船体板材构件的成型加工 | 101 |
| 第六章 船体构件装焊工艺 | 105 |
| 第一节 船体预装配的工艺装备 | 105 |
| 第二节 船体板的拼接 | 109 |
| 第三节 T形梁的装焊 | 110 |
| 第四节 肋骨框架的装焊 | 113 |
| 第五节 其他构件的装焊 | 115 |

目 录

21世纪
高职船舶系
列教材

船舶建造工艺学

| | |
|-----------------------|------------|
| 第七章 船体分(总)段的装焊 | 123 |
| 第一节 概述 | 123 |
| 第二节 胎架 | 128 |
| 第三节 底部立体分段的装焊 | 131 |
| 第四节 舷侧分段的装焊 | 138 |
| 第五节 甲板分段的装配 | 145 |
| 第六节 舱壁分段的装配 | 147 |
| 第七节 艏艉立体分段的装配 | 149 |
| 第八节 总段的建造方法 | 160 |
| 第九节 分段和总段的焊接变形及处理和预防 | 163 |
| 第十节 分段(总段)吊环布置及加强 | 167 |
| 第八章 上层建筑和烟囱的装焊 | 173 |
| 第一节 上层建筑的装焊 | 173 |
| 第二节 烟囱的装焊 | 176 |
| 第九章 船舶舾装和涂装 | 179 |
| 第一节 船舶舾装的内容和作业模式 | 179 |
| 第二节 船体舾装 | 184 |
| 第三节 机舱舾装 | 189 |
| 第四节 电气舾装 | 193 |
| 第五节 船舶涂装 | 197 |
| 第十章 船舶管系安装 | 205 |
| 第一节 船舶管系概述 | 205 |
| 第二节 船舶管系构件 | 209 |
| 第三节 船舶管系安装 | 215 |
| 第十一章 船舶总装 | 220 |
| 第一节 船台和船坞类型及其工艺装备 | 220 |
| 第二节 船台总装方式 | 223 |
| 第三节 船台装焊准备工作 | 226 |
| 第四节 船台(船坞)装焊工艺 | 228 |
| 第五节 船体建造焊接变形及预防 | 237 |
| 第六节 船体建造精度管理 | 239 |
| 第七节 密性试验 | 241 |
| 第十二章 船舶下水 | 246 |
| 第一节 船舶下水的主要方法和设施 | 246 |
| 第二节 重力式下水 | 251 |
| 第三节 漂浮式下水 | 259 |

目 录

| | |
|-------------------------|-----|
| 第十三章 船舶试验与交船 | 261 |
| 第一节 船舶试验与交船的组织与要求 | 261 |
| 第二节 系泊试验 | 263 |
| 第三节 航行试验 | 266 |
| 第四节 交船 | 271 |
| 第十四章 修船生产准备 | 273 |
| 第一节 船舶修理目的及基本任务 | 273 |
| 第二节 船舶修理的勘验 | 276 |
| 第三节 船舶进坞与上墩 | 280 |
| 第十五章 船舶损坏形式及修理工艺 | 281 |
| 第一节 船舶损坏形式及修理工艺 | 281 |
| 第二节 船舶修理方案 | 299 |
| 第三节 船体分区修理工艺 | 300 |
| 第四节 船体在修理过程中的变形 | 303 |
| 参考文献 | 305 |

21
SHIJI GAOZHI CHUANBO XILIE JIAOCAI

船舶修理工艺学



第一章 船舶建造概论

第一节 船舶建造工艺的任务及内容

一、船舶建造工艺的任务

船舶建造是研究钢质船舶焊接船体和上层建筑的制造方法与工艺过程的一门应用学科。它是在综合采用各种先进技术和现代科学管理为前提的指导下的施工过程,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,同时要满足船舶在正常技术指标的控制下确保其使用性能。另外,我们知道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极大的相似之处。因此在大学造船专业,都将船舶与海洋工程结合在一起相提并论。许多造船厂也相继展开了海上石油钻井平台的施工建造。今天我们在讲授船体与上层建筑的建造工艺时要扩大讲授范围适当兼顾海洋工程,为了更好地面对将来的毕业就业的需要。

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,工艺设计就显得尤为重要,因此要充分了解 and 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,提出了我们自己的“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,并在生产实践中已取得了很大的成功,从而推动了我国造船业的腾飞。

21世纪的学生培养应是综合能力和复合性人才的培养。它要求我们在面对学生讲授科学技术知识时,始终要贯穿这样一个主题思想。

综上所述,教材编写的主要任务有三条:

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,提高生产质量和改善生产和环境条件;
2. 大力研究开发新工艺、新技术,积极引荐国外先进造船技术、先进设备和先进管理办法的消化吸收为我所用,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,船体焊接几个部分为重点,进而展开与此有关的其他综合性知识的讲授,以满足学生将来的就业需求。

二、船舶建造的内容和工艺流程

在很长一段时间内,造船工艺分为船体和上层建筑建造与舾装工艺两大部分。但是由于近些年来,船舶建造的大型化以及环保要求和宜人性的需要,导致船舶涂装工程量的增加,质量要求也不断提高,促使涂装技术得以迅速发展壮大,因而促使涂装作业从舾装生产工艺中分离出来,形成自己独特的涂装生产工艺系统。这样,原来的两大部分就变成了三大



部分,即将造船工艺分为船体和上层建筑、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。

船体与上层建筑建造工艺是将船用钢材制成壳体和上层建筑的生产过程。具体讲,是将钢材制成船体构件,再将它们组装焊接成中间产品(部件、分段、总段),然后吊运到船台或船坞总装成船体和上层建筑的生产工艺总过程。

舾装作业系统在使用材料上包括钢材,铝、铜等许多有色金属及合金;非金属方面包括木材、工程塑料、水泥、陶瓷、橡胶和玻璃及装饰材料等繁多的种类,因此涉及作业范围有装配工、焊工、电工、木工、管工、钳工等数十个工种,因此人们通常按作业内容不同又细分为机械舾装、电气舾装、管系舾装、船体与上层建筑、木舾装以及船上救生系统等许多种舾装。用一句话来说,船舶舾装是将各种船用施备、仪器、装置、设施等安装到船上的全过程,确保船舶的正常航行,以满足人们在船上的工作、生活、休息等一切活动的需要。

涂装作业系统就是在船体及上层建筑钢板围壳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,使金属表面与腐蚀介质隔开,达到防腐的目的。它一般包括钢板处理、分段涂装、总段涂装、船台涂装和码头涂装等制造生产作业过程。

“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,就是将船体与上层建筑,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所示。

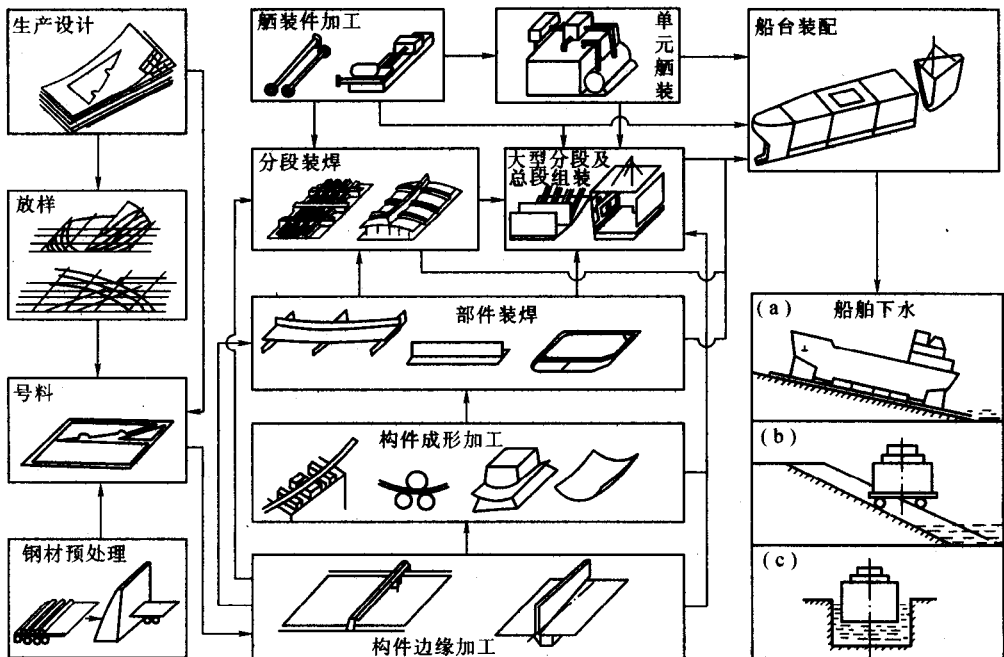


图1-1 造船工艺流程示意图

就以钢质船舶焊接船体来说,其常规建造工艺如下。

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,或应用数学方法编程在计算机中进行数学放样。在放样中,均需要光滑船体型线,修正理论型值,同时再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提供全部施工信息。

2. 钢材预处理和号料

对船体钢板进行机械矫平、喷沙除锈和涂漆防护等作业,即钢板预处理,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。

3. 船舶构件加工

号料后的钢材上有各种船体零件图样,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。有些边缘如自由孔和人工孔是用砂轮进行打磨加工的,以满足船体构件不同的技术要求。

有些构件经过边缘加工后需要弯曲、折角、折边、成型,这种弯制成所需形状的过程称为船体构件的成型加工。成型加工是通过各种机械设备(如压力机、弯板机、折边机等)在常温状态下进行的冷弯成型加工。当然,比较复杂的少数构件则需在高温下进行热弯成型加工,或采用水火弯制成型加工。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,涉及的有关加工部门也不同。

4. 船体的装配

它是把船体构件组合成整个船体的过程。根据“改变造船模式,缩短造船周期”的原则,为了降低成本、提高产品质量和改善生产条件,将船体构件分解成部件、分段、大型分段、总段几大部分来进行焊装,并称之为不同制造级的中间产品。然后按照相似性原理和制造级对它们逐一分类成组,再按组分别在相应的的装焊成组生产线上进行制造,即中间产品分道建造。当然,舾装件在此同步安装,涂装按需要作业即空间交叉作业,这就是我们提出的按区域法程序建造的壳、舾、涂一体化要求的中间产品。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

它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. 船体舾装与涂装

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。其工作量庞大,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,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寿命,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。涂装还起到一个表面装饰、标志的作用。

舾装、涂装与船体装配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,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、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力区域,进行倾斜试验,以测得完工船舶的重心位置。

第二阶段是海上航行阶段。它是将建造好的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。试航应该按照船舶类型、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,以判断其是否满足设计要求。

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。

第二节 船舶建造模型及其演变

一、现代造船的模型

转换造船模式,缩短造船周期是我国造船界正在共同为之奋斗的目标。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,运用如下两种原理。

(一)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。那就是:

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。

(二)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组成有如下四方面准则。

- 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组成,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。根据船舶类型的不同,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。在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),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。

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。

二、建造模式的演变

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必须立足于对船舶产品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”。

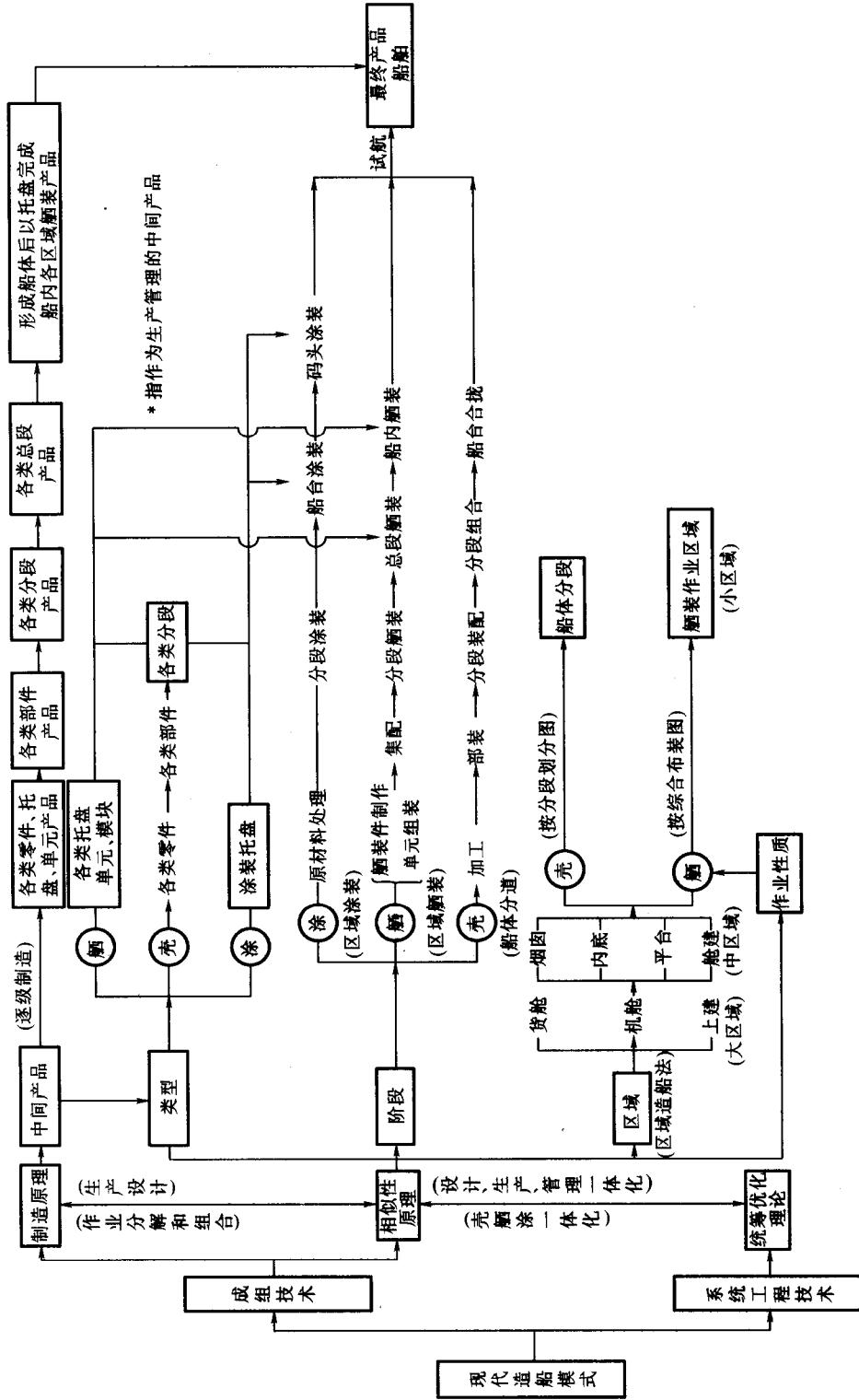


图1-2 现代造船模式形成的理论基础及其作业体系示意图



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形式。这种分解原则和组合形式体现了设计思想、建造策略和管理思想的结合。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造船需求量的急剧增长,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。回顾其发展演变过程,可追溯到从铆接造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。

这就是铆接造船年代的造船模式,其特点是:

- (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开创了船体分段建造。分段建造技术的应用,提供了船体建造可按其结构特性划成分段、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/系统组织生产;
- (2)船舶设计虽仍按功能/系统划分,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的应用,以及当时建造超大型船舶日益急增的需求。该模式的特点是:

- (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是通过船体、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。形成这一模式是由于:

- (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,超大型船舶的建造需求仍在不断增长。

这一模式的特点是:

- (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,是通过船体、舾装、涂装的生产设计加以规划和体现