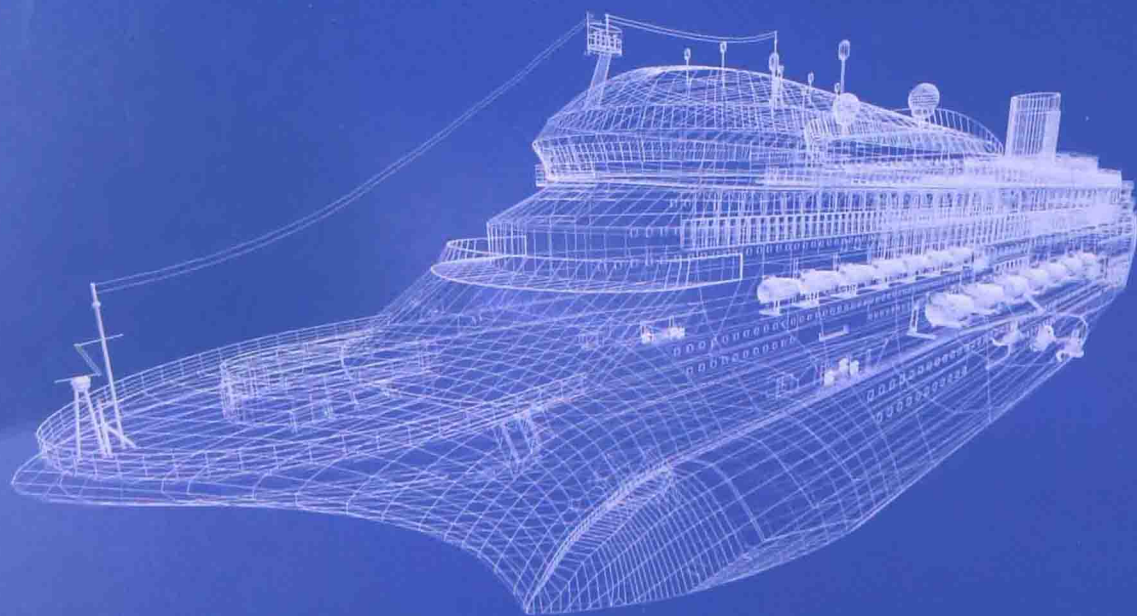


上海市“085工程”资助出版精品教材

船舶CAD/CAM

战翌婷 编

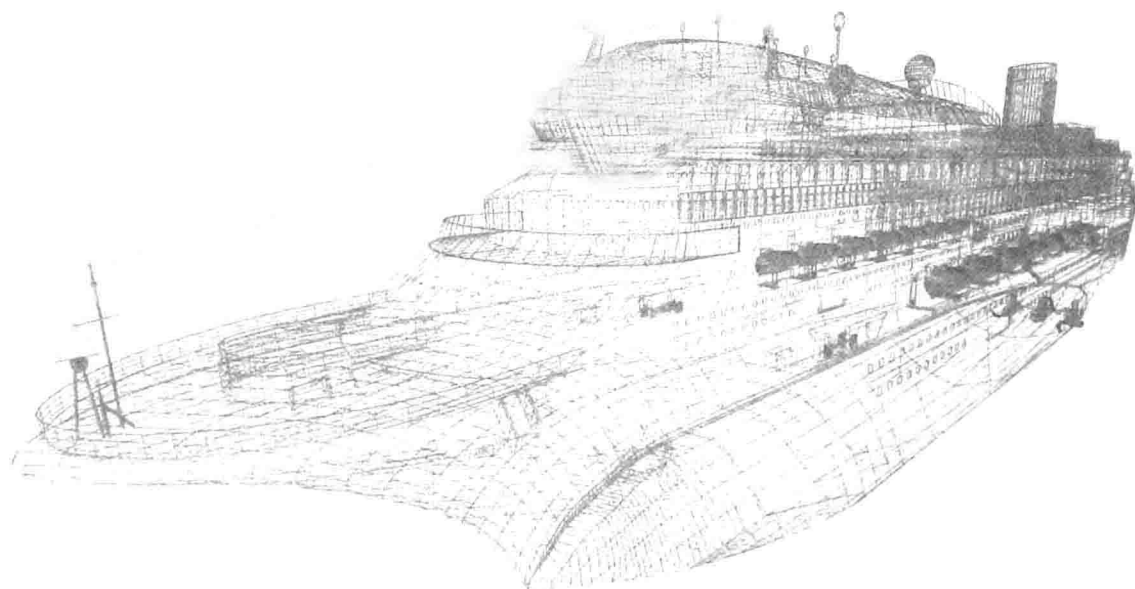


上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

上海市“085工程”资助出版精品教材

船舶CAD/CAM

战翌婷 编



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书是船舶与海洋工程专业的专业基础课程教材。围绕教学目标,本教材介绍了船舶 CAD/CAM 的有关概念和方法,着重从二维船舶绘图和三维船舶设计两个方面进行介绍并描述。以 CAD/CAM 实际知识为主线,从综合运用角度出发,将 CAD 的基本理论、CAM 的基本思路与方法与大量实例结合进行介绍和描述。力图使读者在学会使用软件的同时,加强由二维到三维思维模式的转换和空间想象能力,巩固设计理论、丰富实践经验。

图书在版编目(CIP)数据

船舶 CAD/CAM/ 战翌婷编. —上海:上海交通大学出版社,2014
ISBN 978-7-313-11004-6

I. 船... II. 战... III. 船舶设计—计算机辅助设计 IV. U662.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 055556 号

船舶 CAD/CAM

编 者:战翌婷	
出版发行:上海交通大学出版社	地 址:上海市番禺路 951 号
邮政编码:200030	电 话:021-64071208
出 版 人:韩建民	
印 制:上海交大印务有限公司	经 销:全国新华书店
开 本:787mm×1092mm 1/16	印 张:12.25
字 数:299 千字	
版 次:2014 年 7 月第 1 版	印 次:2014 年 7 月第 1 次印刷
书 号:ISBN 978-7-313-11004-6/U	
定 价:42.00 元	

版权所有 侵权必究
告读者:如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系
联系电话:021-54742979

前 言

计算机辅助设计与制造 (computer aided design/computer aided manufacturing, CAD/CAM) 是指利用计算机及其图形设备帮助设计人员进行设计与辅助制造工作,它是计算机科学的重要分支之一,广泛应用于机械、建筑、电子、航天、水利和船舶等工程领域及科学研究领域。近几年来,CAD 技术发展迅速、应用领域更加广泛,成为企业开发、设计不可缺少的工具。而随着计算机技术的进步,船舶 CAD/CAM 领域也不断出现新的进步,这必然对船舶专业人才提出更高的要求,本教材以此为出发点,主要介绍船舶工程问题从设计到计算机辅助实现这一过程的基本方法。

教材选用的软件主要为 AutoCAD 和 SolidWorks。AutoCAD 是当今世界上主要的计算机辅助设计软件工具,由美国 Autodesk 公司开发。自从 1982 年推出以来,AutoCAD 在功能和应用方面都有了很大的提高,由于该软件具有简单易学、精确等优点,因此受到广大工程设计人员的青睐。SolidWorks 软件是世界上第一个基于 Windows 开发的三维 CAD 系统,由于使用了 Windows OLE 技术、直观式设计技术、先进的 parasolid 内核以及良好的与第三方软件的集成技术,SolidWorks 成为全球装机量最大、最好用的软件之一,这也是本书选择它们作为教学软件的主要原因。

船舶 CAD/CAM 是船舶与海洋工程专业的专业基础课程。通过该课程的学习使学生掌握运用计算机系统辅助进行船舶设计与建造的基本方法。围绕教学目标,本教材介绍了船舶 CAD/CAM 的有关概念和方法,着重从二维船舶绘图和三维船舶设计两个方面进行介绍,并以 CAD/CAM 实际知识为主线,从综合运用角度出发,将 CAD 的基本理论、CAM 的基本思路与方法与大量实例结合进行介绍和描述。力图使读者在学会使用软件的同时,加强由二维到三维思维模式的转换和空间想象能力,巩固设计理论、丰富实践经验。教材不求面面俱到,而是在有限的篇幅内介绍常用功能,对一些不常用的功能则淡化处理,以突出重点,强调实用。

教材适用于船舶专业的学生,由战翌婷主编,本书由上海市 085 工程、上海市教委一流学科建设项目和上海市研究生教育创新计划实施项目(20131129)资助,教材在编写过程中参考并引用了一些文献的内容,在此一并表示衷心感谢。由于技术的不断发展和编者水平有限,加之编写时间仍显仓促,书中存在的错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者
2013 年 7 月

目 录

1 CAD/CAM 技术概述	1
1.1 CAD/CAM 基本概念	1
1.2 CAD/CAM 技术的发展历程	2
1.3 船舶 CAD 的发展历程	3
1.4 常用的船舶 CAD 软件	4
1.5 船舶 CAD/CAM 国内外发展现状	7
思考与练习题	8
2 船舶 CAD 基本绘图	9
2.1 AutoCAD 的工作空间	9
2.2 绘图环境的基本设置	15
2.3 绘制基本二维常用图形	17
思考与练习题	31
3 船舶 CAD 绘图编辑	33
3.1 编辑对象选择	33
3.2 编辑二维图形	35
思考与练习题	48
4 CAD 二次开发图形绘制	50
4.1 AutoCAD 二次开发简介	50
4.2 基本 VBA 语句	53
4.3 利用二次开发功能绘制基本图形	55
4.4 利用二次开发绘制复杂图形	61
4.5 利用宏命令绘制船舶型线	64
思考与练习题	69
5 船舶结构基本图形绘制	70
5.1 CAD 中图层及线型设置	70
5.2 船舶结构图绘制	77
思考与练习题	85

6 SolidWorks 基本 3D 绘图操作 88

6.1 SolidWorks 软件简介 88

6.2 SolidWorks 基本操作 90

6.3 SolidWorks 工具栏 103

6.4 SolidWorks 绘制图形 109

6.5 SolidWorks 建模实例 119

思考与练习题..... 127

7 船舶结构 3D 建模 128

7.1 型线及船体曲面绘制 128

7.2 分段结构绘制 130

7.3 分段模型及应用 136

思考与练习题..... 141

8 SolidWorks 宏命令绘图编辑 143

8.1 SolidWorks API 宏命令简介 143

8.2 SolidWorks 宏使用实例 145

思考与练习题..... 153

9 SolidWorks 装配体设计 154

9.1 SolidWorks 装配综述 154

9.2 装配体中零部件操作 156

9.3 装配体的应用 160

思考与练习题..... 165

10 船舶 CAD 软件设计 167

10.1 船舶虚拟设计软件(SSDesign)..... 167

10.2 船体结构快速建模系统(SSRD) 178

思考与练习题..... 187

参考文献..... 190

1 CAD/CAM 技术概述

知识目标

- (1) 了解 CAD/CAM 基本概念和发展历程。
- (2) 回顾和思考 CAD/CAM 产业的发展。
- (3) 了解船舶 CAD 的发展历程和常用软件。

能力目标

- (1) 熟悉船舶 CAD 软件。
- (2) 熟悉 CAD/CAM 相关技术。

CAD/CAM 技术是制造工程技术与计算机技术紧密结合、相互渗透而发展起来的一项综合性应用技术,具有知识密集、学科交叉、综合性强、应用范围广等特点。它的发展和应用使传统的产品设计、制造内容和工作方式发生了根本性的变化。本章主要介绍 CAD/CAM 的基本概念和主要 CAD 技术和软件的发展历程,以及常用的船舶 CAD/CAM 软件。

1.1 CAD/CAM 基本概念

1) CAD 技术

计算机辅助设计(computer aided design,CAD)是指工程技术人员以计算机为工具,运用自身的知识和经验,对产品或工程进行方案构思、总体设计、工程分析、图形编辑和技术文档整理等设计活动的总称,是一门多学科综合应用的新技术。CAD 是一种新的设计方法,它采用计算机系统辅助设计人员完成设计的全过程,将计算机的海量数据存储和高速数据处理能力与人的创造性思维和综合分析能力结合起来,充分发挥各自所长,使设计人员摆脱繁重的计算和绘图工作,从而达到最佳设计效果。

一般认为,CAD 系统应具有几何建模、工程分析、模拟仿真、工程绘图等主要功能。一个完整的 CAD 系统应由人机交互接口、科学计算、图形系统和工程数据库等组成。CAD 技术也是一项产品建模技术,它是将产品的物理模型转化为产品的数据模型,并把建立的数据模型存储在计算机内,供后续的计算机辅助技术所共享,驱动产品生命周期的全过程。

2) CAM 技术

计算机辅助制造(computer aided manufacturing,CAM)是指计算机在制造领域有关应用的统称,利用计算机辅助完成从生产准备工作到产品制造过程中的直接和间接的各种活动,包括工艺准备、生产作业计划、物流过程的运行控制、生产控制、质量控制等主要方面。CAM 直接面向生产实际,在实际应用中已经取得了明显的经济效益,并且在提高企业市场竞争能力方

2 船舶 CAD/CAM

面发挥着重要作用。

3) CAPP 技术

计算机辅助工艺设计(computer aided process planning,CAPP)是根据产品设计结果进行产品的加工方法设计和制造过程设计。CAPP 功能包括毛坯设计、加工方法选择、工序设计、工艺路线制定和工时定额计算等。

CAPP 使工艺设计人员摆脱大量、繁琐的重复劳动,将主要精力转向新产品、新工艺、新装备和新技术的研究与开发。可以使没有丰富经验的工艺师设计出高质量的工艺规程,以缓解当前机械制造业工艺设计任务繁重、缺少有经验工艺设计人员的矛盾。CAPP 有助于推动企业开展的工艺设计标准化和最优化工作。

CAPP 在 CAD,CAM 中起桥梁和纽带作用,CAPP 接受来自 CAD 的产品几何拓扑信息、材料信息及精度、粗糙度等工艺信息,并向 CAD 反馈产品的结构工艺性评价信息;CAPP 向 CAM 提供零件加工所需的设备、工装、切削参数、装夹参数以及刀具轨迹文件,接受 CAM 反馈的工艺修改意见。

4) CAE 技术

CAE(computer aided engineering)从字面上理解是计算机辅助工程分析,准确地讲,就是指工程设计中的分析计算、分析仿真和结构优化。CAE 是从 CAD 中分出来的,其理论和算法经历了从蓬勃发展到日趋成熟的过程。目前 CAE 技术已被广泛应用于国防、航空航天、机械制造、汽车制造等各个工业领域。CAE 技术作为设计人员提高工程创新和产品创新能力的得力助手和有效工具,能够对创新的设计方案快速实施性能与可靠性分析;进行虚拟运行模拟,及早发现设计缺陷,实现优化设计;在创新的同时,提高设计质量,降低研究开发成本,缩短研发周期。

5) CAX 集成技术

CAX 是 CAD,CAM,CAE,CAPP,CIM,CIMS,CAS,CAT,CAI 等各项技术之综合叫法,因为所有缩写都是以 CA 开头,X 表示所有。CAX 实际上是把多元化的计算机辅助技术集成起来复合和协调地进行工作。

1.2 CAD/CAM 技术的发展历程

CAD/CAM 技术的发展与计算机图形学的发展密切相关,并伴随着计算机及其外围设备的发展而发展。计算机图形学中有关图形处理的理论和方法构成了 CAD/CAM 技术的重要基础。

20 世纪 50—60 年代初 CAD 技术处于准备和酝酿时期,被动式的图形处理是这阶段 CAD 技术的特征。60 年代 CAD 技术得到蓬勃发展并进入应用时期,这阶段提出了计算机图形学、交互技术、分层存储等新思想,从而为 CAD 技术的进一步发展和应用打下了理论基础。70 年代 CAD 技术进入广泛使用时期,1970 年美国 Applicon 公司首先推出了面向企业的 CAD 商品化系统。80 年代 CAD 技术进入迅猛发展时期,这阶段的技术特征是 CAD 技术从大中企业向小企业扩展;从发达国家向发展中国家扩展;从用于产品设计发展到用于工程设计和工艺设计。90 年代以后 CAD 技术进入开放式、标准化、集成化和智能化的发展时期,这阶段的 CAD 技术都具有良好的开放性,图形接口、功能日趋标准化。微机加视窗操作系统与工

作站加 Unix 操作系统在互联网的环境下构成 CAD 系统的主流工作平台,同时网络技术的发展使得 CAD/CAE/CAM 集成化体系摆脱空间的约束,能够更好地适应现代企业的生产布局及生产管理的要求。在 CAD 系统中,图形、图像、语音等多媒体技术和人工智能、专家系统等高新技术得到综合应用,大大提高了 CAD 自动化设计的程度,智能 CAD 应运而生。智能 CAD 把工程数据库及管理系统、知识库及专家系统、拟人化用户介面管理系统集于一体。随着 CAD/CAM 技术的应用越来越广泛和深入,CAD/CAM 技术的未来发展主要体现在集成化、网络化、智能化和标准化的实现上。

1.3 船舶 CAD 的发展历程

船舶工业是应用计算机和信息技术起步较早的行业之一,始于 20 世纪 60 年代。自 20 世纪 90 年代开始,国际上各种先进的船舶 CAD,CAM 系统有了较大的发展。现今的船舶 CAD 技术不仅仅是一个单项技术、单个系统的构建、实施和维护问题,而已经涉及造船领域的各个方面,是在计算机数字化信息技术条件下造船方式的彻底变革。造船技术状况是衡量一个国家船舶工业发展水平的最重要指标之一,它对造船企业提高生产效率、降低成本、缩短造船周期以及改善作业环境等有着极其重要的作用。先进造船国家为了保持本国船舶工业的国际竞争优势更是不遗余力地致力于本国造船技术的研发之中。近年来,随着 CAD 技术的飞速发展,以计算机信息处理为应用内涵的信息化技术向数字化方向发展的趋势日益明显,以信息化为主要特征的现代造船业必将迎来“数字化造船”的时代。

纵观 CAD 和 CAM 技术在船舶设计建造中的应用来看,在技术发展上可分为如图 1.1 所示的 5 个阶段:第一阶段是以 2D 绘图、计算机单机工作和功能设计为主要技术手段;第二阶段是 2D 和 3D 混合建模和单机工作、功能设计为主要技术手段;第三阶段是以全三维模型、桌面可视化、点对点的信息集成、功能设计为主要技术手段;第四阶段以智能产品模型、工程数据管理、高级可视化、PDM(product data management)、ERP(enterprise resource planning)集成为主要技术手段;第五个阶段以 PLM(product lifecycle management)、共享数据环境、协同生产环境、电子商务—供应链集成、配置管理为主要技术特征。

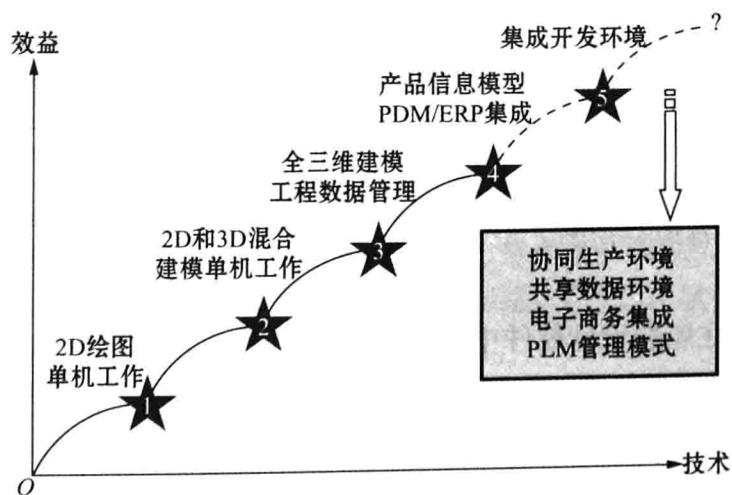


图 1.1 CAD 技术各发展阶段

每一阶段造船技术的发展都带来收益的阶段性的发展,可以说现今船舶设计已经全面向信息化方向转化,针对这些技术的研究和应用也就更加重要。我国在这些方面的开发与推广时间比先进造船国家要落后,也没有达到集成化的设计环境,即使是以三维设计为基础的船舶设计生产也不是完全拥有一个完整的、统一的产品模型,在设计、制造、检测等环节中用户需要重复一些建模信息或者识别一些结构数据信息,并建立一些新模型,导致设计和制造中信息处理的中断,人为干预量大。数据重复处理和数据冗余的后果,大大降低了计算机辅助技术带来的总体效益。同时由于设计思想和设计习惯的不同,国外的船舶专业设计软件在国内推广和利用方面也始终无法令人满意,而且若只依赖国外软件,将无法开发出符合我国船舶设计生产习惯的设计技术。目前国内各研究单位都加大了自主研发的速度,国内环境也急需有适应自己技术习惯的数字化设计产品。

以第五阶段为目标的业界内的软件系统都各有所长,也各有所短,尚无完全符合船舶行业要求的完整的解决方案。或者说这些软件都注重于某一方面功能的应用,没有把这些新技术集成起来,大多在设计行为的快速性、协同性、设计各阶段之间模型的继承和可回溯性等方面存在问题。

1.4 常用的船舶 CAD 软件

1) Tribon

Tribon 软件集计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)与信息集成(MIS)于一体,总体上 Tribon 系统可分为船体设计、舾装设计、系统管理及维护三大部分。该软件是一个出色的集成系统,也是一个庞大的系统,它具有许多其他系统所不具备的优点。Tribon 推出的新版本较过去添加了很多新的功能,如在设备选择、合同设计等方面的功能。Tribon 是模块化设计软件,每一个模块都是由造船专家与软件设计人员共同开发的。它包括的模块有生产设备、船体、管子、设备、基座、风道、电缆、铁舾装、内装等。

但是 Tribon 所有的菜单及功能都是围绕造船而设计的,其他功能几乎没有。因此,它的优势就是专业化强、针对性强、涉及造船设计的各专业,系统比较紧凑。它的劣势就是专业应用面窄,功能局限性很大,解决特殊问题能力很差,数据库开放性差。由于系统的设计大多是造船专家,因此整个系统三维图形拓扑的造型能力差,许多特殊拓扑图形的造型问题不能得到很好的解决。Tribon 系统在全世界有 240 多个用户,国内有 20 余家用户。我国引进 Tribon 系统每年仅维护费用就超过百万美元。我国使用该设计软件系统的公司有广船国际股份有限公司、江南造船(集团)有限公司等。

2) NAPA

NAPA 公司最先在船舶设计软件中采用 3D 技术,并在船舶初步设计和基本设计阶段提出了 3D NAPA 船舶模型的概念,这一概念已得到广泛认同。利用 NAPA Steel,可以在较短时间内迅速完成结构初步设计和重量、成本计算,生成可供送审的技术文件和图样,并根据需要生成结构有限元计算所需的网格模型。NAPA 提供了许多软件与 NAPA Steel 之间的接口,如 Tribon Hull 和 Napas-Cadmatic,以及其他一些典型的经常使用的船舶设计系统。其中与 Tribon 之间的接口可以实现曲线的转换、表面的转换、图的转换等。

3) CADD5i

CADD5i 是 PTC 公司针对船舶、航空、航天行业推出的产品,空中客车、劳斯莱斯、波音公司 BAE 系统、洛克希德马丁、美国联防公司、中国的中船集团(CSIC)等约 2000 个客户已经成功地应用了这套解决方案。该产品在世界造船市场的份额为 15%。软件主要包括船体、管系、舾装、电力、空调通风系统等几大模块。船体模块主要进行船体结构辅助设计,可输入输出全部船体制造所需的数据。管系施装模块则提供了管系设计和制造所需的所有工具,包括 3D 管系布置。空调通风模块所提供的工具可支持开发大型热力、通风与空调系统及其结构的能力,并为制造输出数据。电气系统模块提供的功能可支持船舶电气系统的开发,其中包括布线示意图、3D 电缆通道网络、3D 布线以及电缆通道支撑结构,从可用于船舶系统的设备和电缆库中进行选择,来创建示意图。

国内有部分船厂在使用 NAPA 软件进行详细设计,使用 Tribon 做生产设计,而 CADD5i 可以很好地与这些软件进行互通。目前,在我国该软件已在江南、大连、辽南、武昌、长江船舶设计院使用。

4) FORAN 专业造船系统

FORAN 专业造船系统是西班牙 SENER 工程系统公司研发的。作为进入中国造船领域的新贵,FORAN 是一款包含船舶设计所有专业覆盖船舶设计全过程的全面而完整的解决方案,为造船的全过程提供了集成化的整体解决方案,50 多年来,SENER 设计的船舶已超过 1000 艘。但进入中国市场时间不久,目前拥有中船重工七〇一所、爱克伦(中国)集团船舶及海洋工程技术中心、江苏科技大学、哈尔滨工程大学等用户。

FORAN 彻底避免了 Tribon 软件初始化数据不能共享、数据库维护及管理不便、拓扑关系不能动态更新的弊病,真正实现了三维可视化总体设计、2D-3D 之间无缝转换、仿真功能,真正实现高效、可靠。同时 FORAN 是唯一考虑研发中文版的通用造船软件。目前,部分模块已有中文版,软件操作上也尽量考虑中国船舶设计的行业习惯。

5) CATIA 软件系统

CATIA 是主流的 CAD/CAE/CAM 一体化软件,隶属于法国 Dassault System 公司。现在的 V5 版本应用于 UNIX 和 Windows 两种平台,功能强大,广泛应用于航空航天、汽车制造、造船、机械制造等行业,它的集成解决方案覆盖所有的产品设计与制造领域,全球用户超过 13000 个,目前国内船舶行业的主要的客户是广州文冲船厂和烟台莱佛士船厂,使用 CATIA 进行船舶三维设计,取代了传统的二维设计。其主要提供的功能如下所述。

(1) 为船厂提供系统级的解决方案。

国内造船业的特点是建造船舶种类繁多,批量小,这样就加大了设计、制造和管理的难度。同时,从产品全生命周期的角度来讲,一艘船交付以后的整个维护费用,应该是造船本身成本的 3~4 倍,在几十年的运营周期里随时面临着维护的问题。CATIA 软件系统提供了这种功能,帮助船厂提高在造船行业特别是民船市场的竞争力。

(2) DMU 电子样机功能推动生产力的提高。

与 CATIA 共同构成 PLM 系列的产品 DELIMIA,采用新一代的虚拟仿真技术,在计算机上完全实现设计、制造全部流程,直接可观测到制造结果,可对不合理的地方及时修改,达到全生产过程的最优。

(3) 支持不同应用层次的可扩充性。

CATIA V5 对于开发过程、功能和硬件平台可以进行灵活的搭配组合,可为产品开发链中的每个专业成员配置最合理的解决方案。允许任意配置的解决方案,可满足大中小型船舶企业的需要。

(4) 内核与操作平台的选择。

CATIA V5 是在 Windows NT 平台和 UNIX 平台上开发完成的,并在所支持的硬件平台上具有统一的数据、功能、版本发放日期、操作环境 and 应用支持。CATIA V5 在 Windows 平台

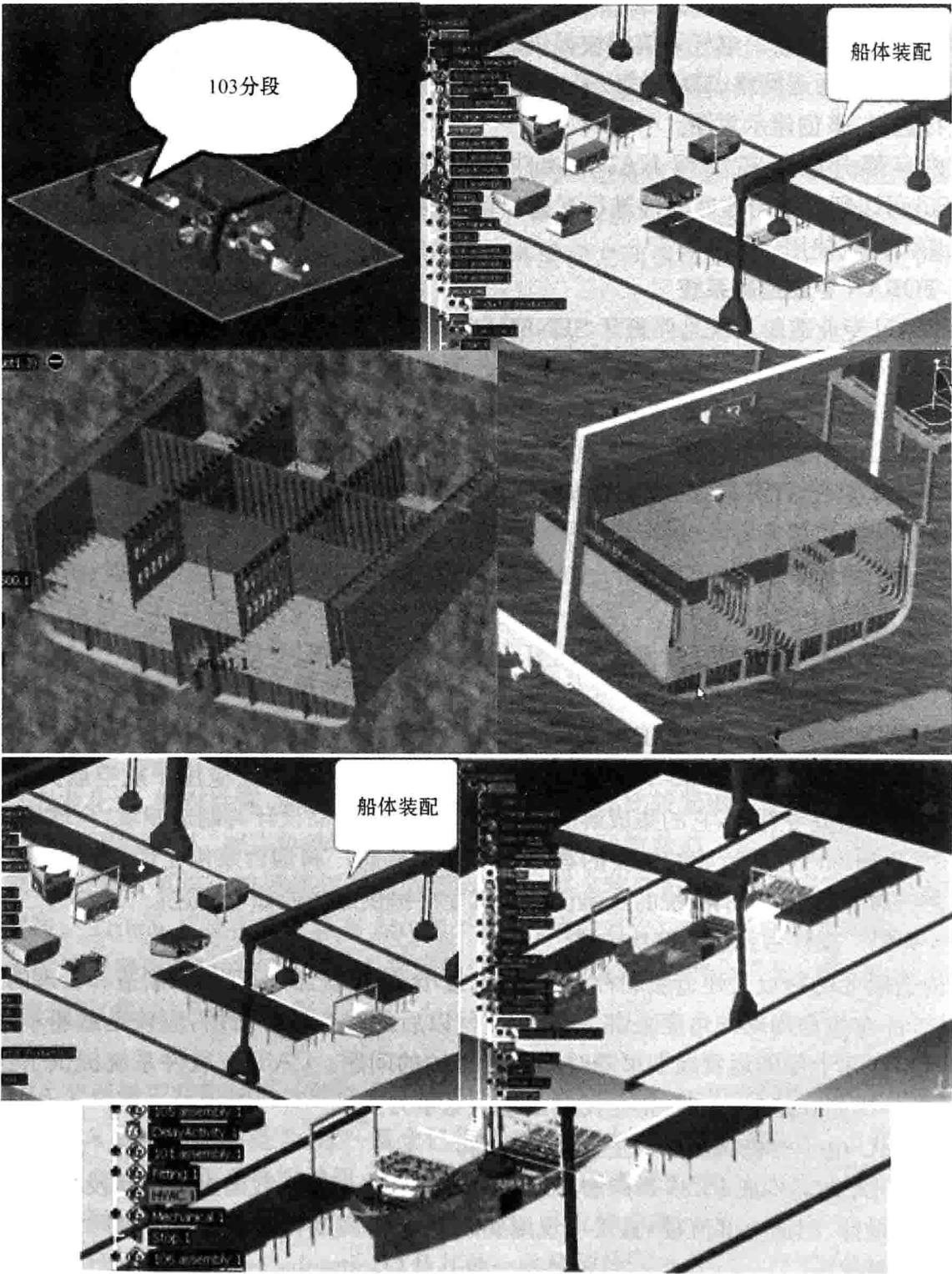


图 1.2 总段合拢过程模拟

的应用可使设计师更加简便地同办公应用系统共享数据;而 UNIX 平台上 NT 风格的用户界面,可使用户在 UNIX 平台上高效地处理复杂的工作。

(5) 可视化程度高,易学易用。

CATIA 软件的界面友好,三维模型立体逼真,操作符合人们习惯,易学易用。使用 CATIA 进行船台总段合拢过程模拟如图 1.2 所示。

上述提及的几款软件各有其优势和不足之处,可根据所要完成的设计任务来选择使用软件。

1.5 船舶 CAD/CAM 国内外发展现状

20 世纪 70 年代中期,计算机技术被应用到船舶数学放样和数控切割 2 个领域,船舶设计建造的 CAD 从此起步;80 年代计算机技术的应用逐渐向着辅助船舶设计/制造/分析(CAD/CAM/CAE)领域拓展;90 年代至今,先进的造船国家纷纷将计算机集成信息管理系统(CIIM)、计算机集成制造系统(CIMS)以及船舶虚拟设计和制造仿真作为重要的研究方向,开发造船数据的连续搜集与全生命周期支持系统(continuous acquisition and life-cycle support, CALS)。

近年来,日本各大造船企业在引进计算机先进技术、提高船舶三维自动化设计方面狠下工夫。三菱重工引进 TRIBON 公司船舶自动化设计系统的同时,又引进并开发了 MATES 系统;IHI 联合造船开发了名为“紫阳花”的设计信息自动化系统;三井造船开发了 MACISS 设计自动化系统;川崎造船在 TRIBON 系统的基础上,采用川崎造船独有的专利技术,开发了新的智能化的 K-KARDS 自动化设计系统。韩国引进了日本的造船技术和管理模式,建立了 CIMS,随后又引进 CALS 系统,大力开展了有关敏捷制造和电子商务等方面的研究,力争建立起“虚拟造船企业”。韩国三星重工正式启动“数字化造船”系统的发展计划,该系统汇集了目前的造船经验和数字化信息技术,可在虚拟环境下模拟和检查整个造船过程;现代重工正在新建因特网采购系统 HIPRO,利用互联网将现代重工、现代尾浦造船公司、三湖重工的采购集中于一个采购系统之中。

此外挪威船级社设立了世界上第一家虚拟船厂,其主要工作是在数字平台的基础上,输入数千条船的信息,使船东和船厂更方便地获得相关船信息。他们拟开发三维图形模型来建立产品数据模型,使之涵盖船舶全生命周期的所有信息。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,向其提供设计、生产和物资采办。在一个公共信息交换数据库和网络上,紧密地联系船厂和供应商。美国正在建立船舶设计、建造和全生命周期管理信息的产品数据模型,为实现虚拟造船,正在开发造船过程的仿真计算机系统,通过对建造过程模拟来确定建造成本和建造工时。

1990 年代初我国造船业引进了国外三维 CAD/CAM 系统,对提高我国船舶设计效率 and 设计质量起到了积极作用。90 年代中后期,我国大型船厂通过引进国外先进的设计、管理软件系统(如 TRIBON, CADDs 等),并结合自身情况进行深层次辅助(或自主)开发等方式,使造船数字化进程有了较大的发展。上海沪东中华提出了“数字沪东”的口号,企业在多年 CAD/CAM/MIS 开发应用的基础上,引进瑞典造船 TRIBON 系统,以自我研发为主,建立了企业信息化系统 HDS-CIMS,同时正在继续开发后续模块。上海外高桥船厂全面实施 CIMS

系统的一期项目,其中包括购买 1 套由 HANA-IT 公司开发的 CIMS 系统;广州广船已在使用 1 套由前国家经贸委支持下开发的 GSI-SCMIS 一期系统,目前正在实施以 SPDM 为核心的 GSI-SCMIS 二期系统;江南船厂正着手开发与实施名为“e 江南”的企业信息化系统。

我国船舶设计和制造企业目前主要应用 AutoCAD,TRIBON 和 CADDS5 等,以及自主研发的软件系统。AutoCAD 主要用于船舶设计的二维制图;TRIBON 系统相对封闭,还无法实现船舶设计全过程的集成;CADDS5 没有初步设计功能;同时,这些软件由于系统异构的原因,系统间无法实现数据的全过程转换,导致各设计阶段信息传递和复用性差,各软件之间孤岛现象严重,系统集成工作量大且较困难,使设计所和造船厂无法实现数据共享,影响了船舶建造周期。

目前的船舶 CAD/CAM 系统,不论是主流的 CADDS5,CATIA,还是专业的 TRIBON,FORAN 系统,没有一个能够全面满足造船设计/制造的技术发展的需要。所以不论美国海军的军品或韩国民船制造,均是多个系统同时应用,以弥补各系统不足。

因此国内外对此皆展开了广泛的研究,国内主要是对使用 AUTOCAD 开发船体主要结构三维实体建模进行研究,包括船体结构建模中的数学模型、零件标准库、几何算法等关键技术;对基于 CADDS5 建模进行研究,包括船体曲面设计,肋骨线型设计,外板展开设计,基本结构图设计,甲板板架设计等;开发从船舶设计阶段到建造阶段的通用软件系统,系统分为 Design Function,Cutting Function,Assembling Function 三个模块以及评估体系,用来得到费用等信息。基于 CIM 系统建立其子模块 VPS(virtual product system)和 H(hull)及 F(fittings)System,VPS 在早期设计阶段利用参数快速建立船体结构模型并被用于初级阶段的 CAE 系统。

结合现代造船模式和虚拟设计技术的特点,一些学者提出了一个船舶虚拟设计系统框架,并对其关键技术进行了研究和探讨。在此基础上,基于 3D 通用软件和设计方法,研究了船舶初始化设计阶段的结构构件模型建立方法,提出构件关联建立的思想,可进行简单操作建立结构构件。哈尔滨工程大学以大连船舶工程技术研究中心有限公司的船舶开发与设计为研究对象,开发了船舶协同设计原型系统,并以 B 样条曲线为例说明了基于 CORBA 的异地图形互操作的实现方法。

CAD/CAM 技术是当前科技领域的前沿课题,它的发展和应用使传统的产品设计方法与生产模式发生了深刻的变化,从而带动制造业技术的快速发展,已经并将继续产生巨大的社会效益。

思考与练习题

- (1) 简述 CAD 技术的发展过程。
- (2) 简述船舶 CAD 的发展历程。
- (3) 主流的 CAD 设计软件有哪些?
- (4) 主流的船舶 CAD 软件有哪些?
- (5) 举例说明一些最新的 CAD 技术。

2 船舶 CAD 基本绘图

知识目标

- (1) 熟悉和正确理解有关绘图工作界面、坐标系和绘图设置的内容。
- (2) 掌握绘制基本二维图形的方法和过程。
- (3) 掌握绘制基本二维图形命令交互操作过程。
- (4) 掌握文字标注命令交互操作过程。
- (5) 掌握船舶基本绘图实际应用的方法和技巧。

能力目标

- (1) 熟练掌握绘图设置和坐标系在绘图中的应用。
- (2) 掌握基本二维图形绘制命令的方法。
- (3) 熟练掌握绘制点、直线、圆弧、多段线、多边形、样条曲线等基本二维图形命令交互操作。
- (4) 熟练掌握文字命令交互操作。
- (5) 掌握船舶基本绘图的方法。

船舶 CAD 基本绘图是计算机船舶绘图操作的基础,主要目的是掌握船舶 CAD 基本图形的绘制,同时熟悉有关坐标系和绘图设置的内容。船舶 CAD 基本图形是指能够在 AutoCAD 中使用工具和命令直接生成的一些图形,如点、直线、圆弧、多段线、多边形等基本图形,它们是绘制复杂的船舶图形的基础,熟练地掌握基本图形绘制特点和创建方法是本章的重点。

本章同时还介绍 AutoCAD 的工作界面、坐标系和绘图设置等内容。

2.1 AutoCAD 的工作空间

2.1.1 基本绘图空间

AutoCAD 软件具有参数化绘图功能,通过对图形对象建立几何约束,以保证图形对象之间有准确的位置关系,如平行、垂直、相切、同心、对称等关系;可以建立尺寸约束,通过该约束,既可以锁定对象,使其大小保持固定,也可以通过修改尺寸值来改变所约束对象的大小。AutoCAD 具有多个工作空间,包括草图与注释工作空间、三维基础工作空间、三维建模工作空间和经典空间模式。教材采用经典空间模式,由标题栏、菜单栏、各种工具栏、绘图窗口、光标、命令窗口、状态栏、坐标系图标、模型/布局选项卡和菜单浏览器等组成,经典工作空间界面如图 2.1 所示。

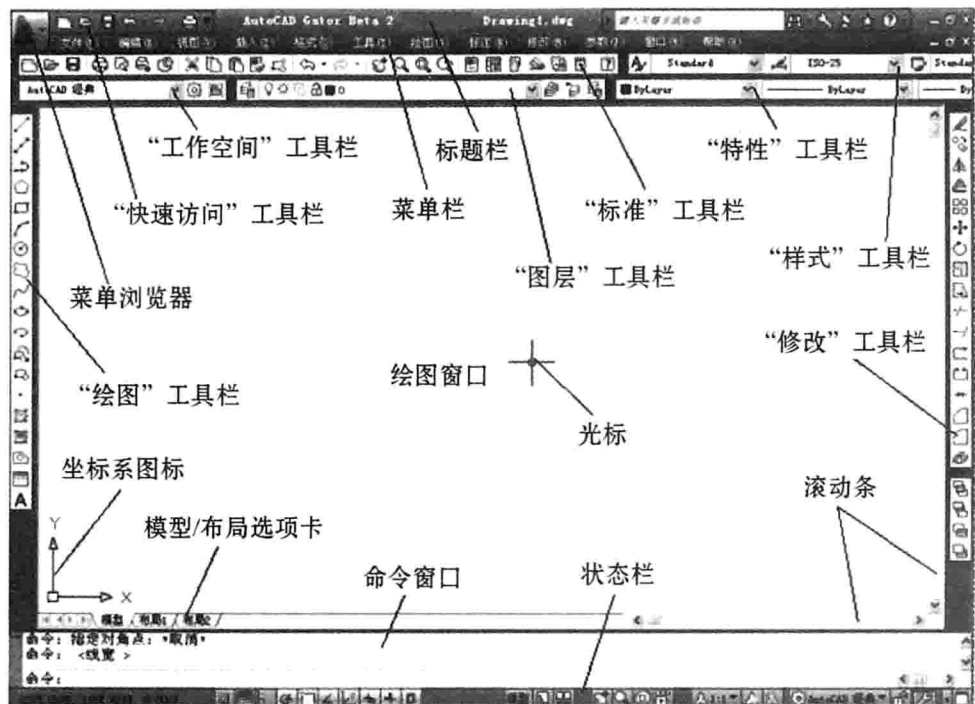


图 2.1 经典工作空间界面

1) 标题栏

标题栏与其他 Windows 应用程序类似,用于显示 AutoCAD 的程序图标以及当前所操作图形文件的名称。

2) 菜单栏

菜单栏是主菜单,可利用其执行 AutoCAD 的大部分命令。单击菜单栏中的某一项,会弹出相应的下拉菜单。下拉菜单中,右侧有小三角的菜单项,表示它还有子菜单。右侧没有内容的菜单项,单击它会执行对应的 AutoCAD 命令。

3) 工具栏

AutoCAD 提供了 40 多个工具栏,每一个工具栏上均有一些形象化的按钮。单击某一按钮,可以启动 AutoCAD 的对应命令。用户可以根据需要打开或关闭任一个工具栏。方法是在已有工具栏上右击,AutoCAD 弹出工具栏快捷菜单,通过其可实现工具栏的打开与关闭。

4) 绘图窗口

窗口类似于手工绘图时的图纸,是用户用 AutoCAD 绘图并显示所绘图形的区域。

5) 光标

当光标位于 AutoCAD 的绘图窗口时为十字形状,所以又称其为十字光标。十字线的交点为光标的当前位置。AutoCAD 的光标用于绘图、选择对象等操作。

6) 坐标系

坐标系图标通常位于绘图窗口的左下角,表示当前绘图所使用的坐标系的形式以及坐标方向等。AutoCAD 提供有世界坐标系(world coordinate system, WCS)和用户坐标系(user coordinate system, UCS)两种坐标系。世界坐标系为默认坐标系。

7) 命令窗口

命令窗口是 AutoCAD 显示用户从键盘键入的命令和显示 AutoCAD 提示信息的地方。

默认时,AutoCAD 在命令窗口保留最后三行所执行的命令或提示信息。用户可以通过拖动窗口边框的方式改变命令窗口的大小,使其显示多于 3 行或少于 3 行的信息。

8) 状态栏

状态栏用于显示或设置当前的绘图状态。状态栏上位于左侧的一组数字反映当前光标的坐标,其余按钮从左到右分别表示当前是否启用了捕捉模式、栅格显示、正交模式、极轴追踪、对象捕捉、对象捕捉追踪、动态 UCS(用鼠标左键双击,可打开或关闭)、动态输入等功能以及是否显示线宽、当前的绘图空间等信息。

9) 菜单浏览器

单击菜单浏览器,AutoCAD 会将浏览器展开,用户可通过菜单浏览器执行相应的命令。

10) 模型/布局选项卡

模型/布局选项卡用于实现模型空间与图纸空间的切换。

2.1.2 基本视图操作

1) 缩放操作

图形显示缩放只是将屏幕上的对象放大或缩小其视觉尺寸,从而可以放大图形的局部细节,或缩小图形观看全貌。执行显示缩放后,对象的实际尺寸仍保持不变。AutoCAD 提供了用于实现缩放操作的菜单命令和工具栏按钮,利用它们可以快速执行缩放操作。输入命令 ZOOM,点击“视图”→“缩放”,可出现如图 2.2 和图 2.3 分别表示的“缩放”子菜单和“缩放”工具栏,利用它们可实现对应的缩放。其中“全部”选项可以最适合的大小观看已绘制的所有图形,在图形无法放大缩小时可以使用。

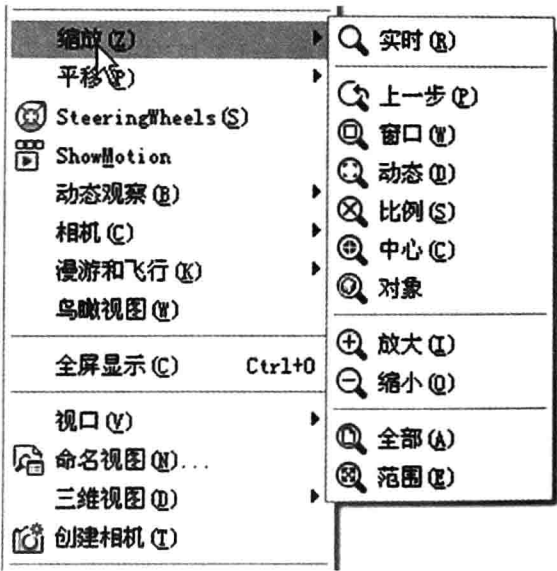


图 2.2 缩放子菜单

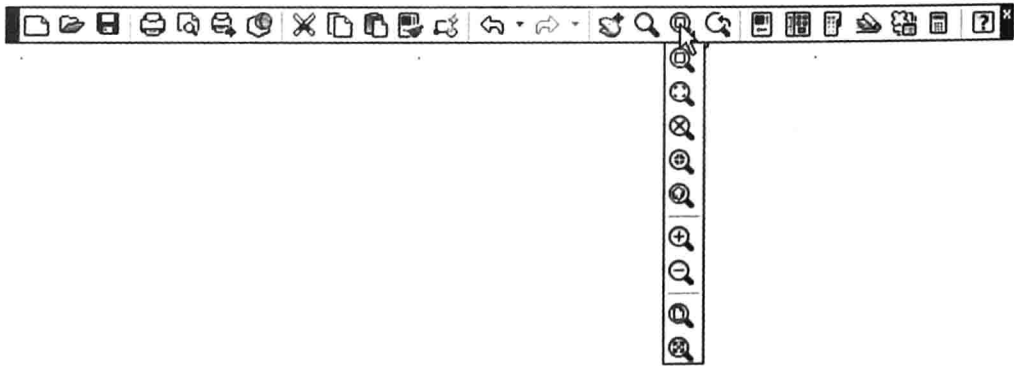


图 2.3 缩放工具栏

2) 平移操作

图形显示移动是指移动整个图形,以便使图形的特定部分显示在绘图窗口。执行显示移动后,图形相对于图纸的实际位置并不发生变化。PAN 命令或点击“视图”→“平移”用于实现图形的实时移动。执行该命令,AutoCAD 在屏幕上出现一个小手光标,并提示:“按 Esc 或