

JISUANJI FUZHU CHUANBO SHEJI

计算机 辅助 船舶设计

主编 邹劲 刘旸 史冬岩 主审 黄胜

哈尔滨工程大学出版社



计算机辅助船舶设计

主编 邹劲 刘旸 史冬岩
主审 黄胜

哈尔滨工程大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

计算机辅助船舶设计/邹劲, 刘旸, 史冬岩主编.
哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2002. 6
ISBN 7-81073-284-6

I. 计... II. ①邹...②刘...③史... III. 船舶-
计算机辅助设计 IV. U662.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 021313 号

内 容 简 介

本书系统地讲述了计算机辅助船舶设计的基础知识、设计方法、系统结构和信息管理、传统的和先进的造型方法, 以及计算机绘图基础和国内国际传统的、前沿的造船软件。

作者力图将该书内容组织得更充实, 内容更详尽, 其中有许多自行研究的理论和开发的软件。该书既可作为船舶高等学校研究生的教材或参考书, 亦可供从事 CAD/CAM 等工作的工程人员参考。

哈尔滨工程大学出版社出版发行
哈尔滨市南通大街145号 哈工程大学11号楼
发行部电话:(0451)2519328 邮编:150001
新华书店经销
地矿部黑龙江测绘印制中心印刷厂印刷

*

开本 787mm×1 092mm 1/16 印张 15.75 字数 380 千字

2002 年 7 月第 1 版 2002 年 7 月第 1 次印刷

印数:1~1 000 册

定价:20.00 元

前 言

本书是一本综合性较强的专业性书籍。主要从计算机辅助设计等方面阐述了船体外型设计的基础计算方法、建模方式、优化方法以及国内国外先进造船方法和软件的应用。

全书共分六章。第1章序言,讲述 CAD/CAM 的基础知识,系统环境、基本结构以及传统作业方式与计算机辅助设计的关系。第2章船舶 CAD 的数值计算方法,讲述普遍应用的插值法、拟合法、样条函数法、优化法,以及近些年研究应用较多的神经网络法。第3章船舶 CAD/CAM 系统结构与信息管理,介绍了网络在计算辅助设计中的重要地位以及先进的管理方式。第4章船舶几何造型讲述已普遍应用的造型方法。第5章船舶设计的有关理论方法,介绍了近年来的科研成果,为造船业提供了实用而又便捷的计算方法和程序。第6章计算机绘图基础,介绍了常用绘图设备及系统。第7章典型船舶 CAD/CAM 系统介绍,讲述国内国际先进的绘图软件如 TRIBON M1, CADDSS, Solid Edge 等,以及我校自行开发的 Ship 2000 造船系统和 PDM2001 产品数据管理系统。其中第1、3、7章由邹劲编写;第2、4、5章由刘旸编写;第6章由史冬岩编写。

本书在编写过程中得到许多老师的帮助,深表感谢。

书中如有错误和不足之处,希望各位读者和专业人士不吝赐教,我们将非常感激并及时更正。

编 者

2002年3月

目 录

1 序言	1
1.1 CAD 的基础知识	1
1.1.1 CAD 的基本概念	1
1.1.2 CAD 的历史	2
1.1.3 CAD 的应用及功能	3
1.2 CAD 系统环境	5
1.2.1 引言	5
1.2.2 CAD 硬件系统组成	6
1.2.3 CAD 软件及其数据文件占用的存储空间	9
1.3 CAD 软件系统的基本结构	9
1.3.1 支撑软件	10
1.3.2 应用软件	11
1.3.3 数据管理软件	12
1.4 手工设计与 CAD 的关系	12
1.4.1 计算机辅助设计与手工设计	12
1.4.2 现代 CAD 系统提供的功能	13
2 船舶 CAD 的数值计算方法	16
2.1 插值问题	16
2.2 拟合问题	17
2.3 样条函数	19
2.3.1 样条函数的力学背景和 Theiheimer 三次样条函数	20
2.3.2 分段三次多项式(分段三次样条函数)	24
2.3.3 基样条函数	26
2.3.4 大挠度样条函数	27
2.3.5 双圆弧样条函数	28
2.4 优化法	30
2.4.1 船体外形的优化设计模型	30
2.4.2 无约束优化设计	32
2.4.3 约束优化方法	38
2.5 神经网络法	46
2.5.1 人工神经网络的构成原理	46
2.5.2 前向网络学习算法	48

3 船舶 CAD/CAM 系统结构与信息管理	51
3.1 计算机网络基础	51
3.1.1 网络的类型及基本概念	51
3.1.2 网络的体系结构和协议	52
3.1.3 局域网简介	54
3.1.4 广域网简介	57
3.2 网络的互连及 CAD/CAM 集成环境下网络建立过程	58
3.2.1 网络的互连	58
3.2.2 CAD/CAM 集成环境下的网络建立	59
3.3 船舶 CAD/CAM 中的信息与管理系统	62
3.3.1 生产管理的基本原理	63
3.3.2 常用生产管理方式简介	66
3.3.3 MRP II 管理方式方法	73
3.3.4 车间生产管理	79
3.3.5 产品数据管理(PDM)	82
3.4 并行工程	85
3.4.1 高性能计算与并行计算	85
3.4.2 面向并行的 CAD/CAM	86
4 船舶几何造型	93
4.1 工程数据库系统简介	93
4.1.1 工程数据库系统的概念	93
4.1.2 工程数据库系统的特点	93
4.1.3 工程数据库系统的构成方法	94
4.1.4 工程数据库系统的分层结构	94
4.1.5 工程数据库系统的现状与未来	95
4.2 离散法造型	96
4.2.1 体素的离散化表示	96
4.2.2 数据结构	97
4.2.3 集合运算算法	98
4.2.4 离散法造型流程	101
4.2.5 离散法造型技术的特点	105
4.3 代数法造型	106
4.3.1 形体的代数表示	106
4.3.2 曲面相交	110
4.3.3 并、差集合运算	115
4.3.4 系统构造	118
4.4 自由曲面造型	121
4.4.1 有界面的求交	121
4.4.2 环的形成及分类	123

4.4.3 有界面的形成及分类	125
4.4.4 新形体边界的形成	127
4.5 从三视图重建三维形体	127
4.5.1 引言	127
4.5.2 算法介绍	129
4.5.3 算法正确性分析	133
4.5.4 重建算法的特点及效果	133
4.6 船体型线建模	134
4.6.1 船型描述的数据结构	135
4.6.2 空间曲面的数学描述	137
4.6.3 型线建模系统的建立及应用示例	138
4.6.4 结论	139
5 船舶设计的有关理论方法	140
5.1 高速船舶线型优化研究——船舶线型(阻力)优化 CAD 系统	140
5.1.1 概述	140
5.1.2 数学背景与基本方法	141
5.1.3 几点说明	144
5.1.4 例	145
5.1.5 结束语	153
5.2 高速方尾船理论阻力优化船型设计	153
5.2.1 概述	153
5.2.2 数学模型	154
5.2.3 计算实例	158
5.2.4 实验结果与分析	159
5.3 高速方尾船的兴波阻力数值计算	159
5.3.1 数学公式及计算方法	159
5.3.2 实例与分析	163
5.3.3 结论	166
5.4 船舶主尺度逼近优化法	166
5.4.1 引言	166
5.4.2 主尺度逼近优化法原理	167
5.4.3 程序框图	169
5.4.4 实例计算	169
5.5 用非线性升力线理论方法设计重载荷船舶螺旋桨	176
5.5.1 非线性升力线理论简介	176
5.5.2 用非线性升力线理论方法设计重载荷船舶螺旋桨程序的 功能及用途	182
5.5.3 程序框图	182
5.5.4 子程序简介	182

6 计算机绘图基础	187
6.1 计算机绘图概述	187
6.1.1 计算机绘图概述	187
6.1.2 计算机绘图的主要应用领域	187
6.1.3 计算机绘图与计算机辅助设计	188
6.2 计算机绘图系统	189
6.2.1 计算机绘图系统的构成	189
6.2.2 联机绘图系统与脱机绘图系统	189
6.2.3 被动式绘图系统与交互式绘图系统	189
6.2.4 几种典型的计算机绘图系统	191
6.3 常用的图形设备	193
6.3.1 常用绘图设备	193
6.3.2 图形显示器	199
6.3.3 图形打印机	205
6.3.4 常用的图形输入设备	206
6.4 计算机绘图系统的软件	208
6.4.1 图形软件系统	208
6.4.2 计算机图形软件的设计	210
7 典型船舶 CAD 系统介绍	214
7.1 AutoCAD 系列软件	214
7.1.1 Autodesk 公司及其产品 AutoCAD	214
7.1.2 AutoCAD 的基本功能	216
7.2 美国 PTC 公司及 CADDS 5 软件	219
7.2.1 CADDS 5i 模块介绍	220
7.3 KCS 公司的 TRIBON M1 软件系统	223
7.3.1 TRIBON 系统的应用	223
7.3.2 TRIBON M1 船舶建造系统(Shipbuilding System)	227
7.4 UGS 公司的 Solid Edge	230
7.4.1 设计技术	231
7.4.2 工程图设计	232
7.4.3 总结	236
7.5 国内开发的 CAD 软件系统	236
7.5.1 各主要 CAD 系统介绍	236
7.5.2 设计技术	241
参考文献	242

1 序 言

当前世界各国都把提高制造业的自动化程度作为发展制造技术的主要方向,在微电子技术飞速发展的今天,计算机辅助设计与制造、数控技术、工业机器人、柔性制造系统、计算机集成制造系统等已成为提高劳动生产率的强大手段,成为工业现代化的标志。

进入 20 世纪 90 年代后,计算机技术飞速发展,信息产业快速崛起,计算机的应用渗透到了社会的各个领域,改变着人们的传统生活及工作方式。而计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)就是工业自动化向智能化发展中的一项关键性技术。

随着信息技术和计算机应用技术的高速发展,我国的船舶设计制造业也逐步进入了计算机化的时代,并由此衍生出了一系列从事船舶计算机辅助设计的专业机构和应用研究中心。经过长期的发展,船舶行业的计算机辅助设计技术得到了巨大发展,相关计算机应用与开发人员也迅速得以充实。在整个船舶制造业,我国的船舶计算机辅助设计水平已经走到了世界前列。

1.1 CAD 的基础知识

1.1.1 CAD 的基本概念

CAD/CAM 是计算机辅助设计(CAD)与计算机辅助制造(CAM)相结合而组成的计算机应用系统。其中 CAD 技术就是由计算机来完成产品中的计算、分析模拟、制图、编制技术文件等工作,它是利用计算机帮助设计人员进行设计的一种专门技术。

计算机辅助设计系统主要由计算机、输入装置、显示装置、快速绘图机、工程数据库以及相应软件所组成。

利用计算机辅助设计系统进行设计的一般过程是:设计人员首先要用键盘、数字化板、光笔等输入装置,将设计的原始参数及方案输入到计算机中去,在显示器屏幕上可以看到由计算机按照设计师的意图设计的产品图样。显示的图样可以是立体的模型或是工程图纸。图样可以按照设计人员的需要进行放大、缩小、平移、旋转,以便从各个角度观察所设计出的产品,并且进行修改,直到满意为止。因为计算机内早已存储了各种设计程序和工程数据库,所以在用计算机进行设计、计算和分析时,能做出最佳的方案,得到最佳的产品设计。最后由计算机控制绘图机,自动地绘出产品的零件图、部件图或是装配图。这些图的图线、符号、文字、数字等都能达到很高标准和精度,与手工绘图相比,大大提高了效率和质量。最后,还可以利用计算机编制必要的说明文件,并打印出来供技术人员查询、审阅。

CAD 技术是一项综合性的、复杂的、正在迅速发展之中的高新技术。准确地讲,CAD 系统是指计算机辅助设计系统,其中涵盖产品设计的各个方面。把计算机辅助设计和计算机辅助制造集成在一起,称为 CAD/CAM 系统。因为机械设计、制造和分析的密切相关性,很多 CAD 系统逐渐添加 CAM 和 CAE 的功能,所以习惯上工程界把 CAD/CAM 系统或者

CAD/CAM/CAE 仍然叫做 CAD 系统,这样就扩大了 CAD 系统的内涵。企业资源计划 ERP 制定生产、销售和采购计划时,需要从 CAD 系统获得产品结构,从计算机辅助工艺规划 CAPP 系统获得制造每个零件的工时和材料定额等基础数据;同时,需要用产品数据管理 PDM 系统作为集成的桥梁。因此出现了 CAD/CAM/CAPP/ERP/PDM 的集成。这些技术不同程度地集成,可以满足从“甩图板”,构建中小规模 CAD/CAM 系统,到建立企业级 CIMS,实施并行工程等各个层次的需求。

CAD 软件技术涉及到系统框架设计、数据模式定义及其交换规范的设计、各种算法设计、工程数据库设计、动态仿真等很多领域。CAD 技术还涉及到许多科学领域,如计算机科学与工程、计算机图形学、机械设计、人机工程、电子技术及其他很多工程技术,体现了现代高新技术之间的相关性。

船舶计算机辅助设计技术属于 CAD 技术的一个主要分支,与广义的 CAD 系统结构和应用基本相同。船舶 CAD 技术在一定程度上代表了当今计算机辅助设计和制造的最流行技术,并有着自己的应用发展特色。

1.1.2 CAD 的历史

CAD 技术是近 40 年来迅速发展起来的一门新兴的计算机综合应用技术,经历了形成、发展、提高和集成化四个阶段。

早期计算机只是用来进行工程计算的数值分析,随着字符显示器的出现,1952 年在美国麻省理工学院(MIT)诞生了第一台计算机绘图系统。当时采用的是电子管计算机,用机器语言编程,配置的图形设备仅是自动绘图机,应用的 CAD 技术仅是一种被动的辅助设计技术。首先使用 CAD 技术的是航空航天工业,接着,电子工业、机械制造业也相继应用了 CAD 技术。

1963 年美国 MIT 的林肯实验室在计算机图形学理论的应用方面有了重大突破,首先提出了“计算机图形学”、人机通信、交互式计算机图形系统的思想,取得了联机交互图形技术的实用成果,包括计算机驱动显示器、光笔与 CRT 显示图形交互作用的技术和计算机分析技术。这使人们认识到,计算机能够“懂得”图形,它有“创建”和“操纵”图形的本领。20 世纪 60 年代,人们在汽车、航空等部门用计算机开发辅助几何造型技术,又使 CAD 技术进一步向纵深发展。

20 世纪 70 年代初,美国 Applincon 公司开发了第一个完整的 CAD 系统。20 世纪 70 年代后期出现了能产生逼真图形的光栅显示器,开发了手动游标、图形输入板等多种形式的图形输入设备,CAD 技术进入了实用阶段,管理信息系统、仿真过程控制、计算机辅助教学等方面开始应用图形显示技术;集成电路设计、印刷线路板设计、计算机设计等领域也采用了 CAD 技术。

20 世纪 80 年代开始,随着超大规模集成电路技术的发展,微处理器及存储器件的改进,工程工作站的问世,使 CAD 技术得到了迅猛的发展,并向中、小型企业普及。

20 世纪 80 年代中期以后,CAD 技术向标准化、集成化、智能化方向发展。产品数据技术标准化成为 CAD/CAM 技术的主要发展方向,以 STEP 标准和 PART-LIB 标准为代表的数据技术已被工业发达国家和先进企业所接受。

CAD 技术经历了 40 多年的发展,同时也带动了计算机辅助制造(Computer Aided Manufacturing)和计算机辅助工程(Computer Aided Engineering)的起步和发展。通常将计

计算机辅助设计、计算机辅助制造及计算机辅助工程简称 CAD/CAM/CAE。

当前 CAD 技术的发展过程,可用图 1-1 来说明。

图 1-1 中涉及的系统包括:

CIMS(Computer Integrated Manufacturing System)——计算机辅助集成制造系统

CIM(Computer Integrated Manufacturing)——计算机辅助集成制造

CAD(Computer Aided Design)——计算机辅助设计

CAM(Computer Aided Manufacturing)——计算机辅助制造

AC(Adaptive Control)——自适应控制

DNC(Direct Numerical Control)——直接数字控制

NC(Numerical Control)——数字控制

CAPP(Computer Aided Process Planning)——计算机辅助工艺过程设计

Coding——编码程度

GT(Group Technology)——成组技术

AutoCAD——自动计算机辅助设计

Analysis——解析计算

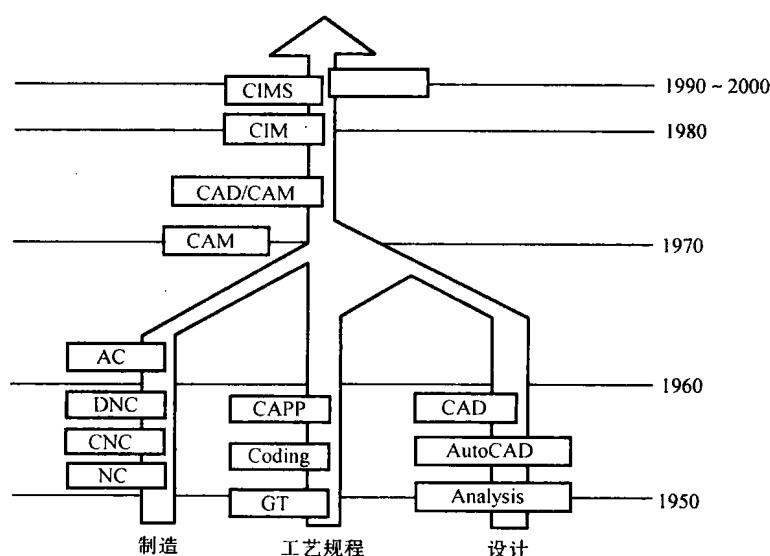


图 1-1 CAD 技术的发展过程

1.1.3 CAD 的应用及功能

CAD 技术的出现,引起人们极大的兴趣,许多国家或部门都对其进行了大量的研究和试验,开发并形成了一些成套的 CAD 硬件、软件系统,广泛应用于机械、电子、造船、航空、航天、汽车、建筑、化工等领域中。CAD 技术使产品和工程的设计与制造过程的内容和方式都发生了根本性的变革。

我国的船舶计算机辅助设计制造技术起步晚于西方国家,但是在国家大力支持下,船舶

行业的计算机辅助设计和制造技术发展迅猛,相继引进应用了国外最先进的 CAD 软件系统,并自主研发了一系列的自有版权的船舶 CAD 软件系统。这一技术已逐渐成为工业发达国家制造业、建筑业保持竞争优势,开拓市场环境的主要技术手段。我国在此方面,包括船舶行业,做出了很大努力以适应当今工业技术的发展,也已取得了巨大成就。随着我国船舶设计技术研究、企业新产品开发以及技术改造步伐的不断加快,CAD 系列软件在我国计算机辅助船舶设计与建造领域的应用前景一定会非常广阔。

CAD 技术在机械制造中的应用最为广泛。它主要承担产品设计中方案的拟定、机械的优化、几何的分析、强度的校核、图纸的绘制、技术文件的管理、产品的模拟与试验、工艺的准备、加工的控制、装配的控制和企业生产管理等各个环节中的关键工作。在此基础上建立起一种新的设计和生产管理体制,使传统的设计、制造工作的内容和方式发生了根本性的变革。它主要体现在以下几方面。

1. 样品设计

提前进行产品的“样品设计”(又称为“虚拟现实”),对轻工产品外形的构想和建筑物的造型设计尤为重要。它可以提前让订货单位从计算机的屏幕上看到新产品的外观和包装,让客户在屏幕上从多个方面观察和评审所设计的物体;它可在产品设计阶段进行电子元件的模拟装配,以便发现产品结构和系统安装在空间布局中的干涉,运动机构的碰撞,以及直观地观察到数控加工刀具运动的轨迹是否正确等。

2. 组织并行工程

一旦在计算机中建立模型后,产品的各个部件组、系统组、专业分析组、试验组、生产准备组都可以从屏幕上看到产品的总体布局,并可及时进行各种专业的协调,在产品设计阶段就可以进行数控加工的程序编制。

3. 科学管理

能方便地更改设计,组织迅速有效的图纸发放和生产管理等。CAD 系统不仅可以大幅度地提高设计效率、产品质量,改善劳动条件,更重要的是它已成为现代工业中必不可少的技术手段。可以设想,如果没有 CAD 技术的广泛应用,航空航天、舰船、汽车、计算机等高新技术领域就不会发展到今天这样高的水平。因此,世界各大公司都不惜重金发展 CAD 技术。

4. 产生的作用

利用 CAD 技术能产生很大的效益。美国科学研究院工程技术系统委员会于 1986 年对应用 CAD 技术所得到的效益预测如下:

- (1)降低工程设计成本;
- (2)减少产品设计到投产的时间;
- (3)提高产品质量;
- (4)增加分析问题的广度和深度;
- (5)提高产品作业生产率;
- (6)提高投入设备的生产率;
- (7)减少加工过程;
- (8)降低人工成本。

一个比较完善的 CAD 系统,是由产品设计制造的数值计算和数据处理程序包,能进行图形信息交换(输入输出)和处理的交互式图形显示程序包,存储管理、设计及制造信息的工

程数据库等三大部分构成的。

在发达国家中, CAD 技术已进入普及阶段, 相应的商品化软件已趋于成熟, 并得到普遍应用, 因而其产品的设计制造和组织生产的传统模式产生了深刻的变革。它改变了工程技术人员的工作方式, 缩短了产品研制周期, 显著改善了产品质量, 提高了开发新产品的成功率, 打破了传统上的职业界限; 它使劳动密集型的行业逐步被技术密集型的中心工厂所代替, 小批量产品也能以大批量生产的方式处理等。目前, 由于各种廉价的、功能越来越强的微型计算机的普及, 各种网站的问世和日益增加, 以及多种工程设计用的软件包的商品化, 使得 CAD 技术在美、英、日、西欧诸国, 已经形成一个推动各行各业技术进步的、能够创造大量财富的、具有相当规模的新兴产业部门——CAD 工业。

1.2 CAD 系统环境

1.2.1 引言

计算机辅助设计系统由硬件系统和软件系统构成。前者在 20 世纪 60 年代以大型机系统为主, 是以大型机为主机, 配之以图形终端、字符终端、绘图机等构成的主从式系统。20 世纪 70 年代发展为以小型机为主机, 配以机械、电子或建筑业通用软件构成的小型成套系统。20 世纪 80 年代以来, 则以工程工作站加网络构成的分布式系统为主流。目前, 随着中央处理器性能的飞速提高, 个人计算机有逐渐挤占工作站市场份额的趋势。软件系统则有以下四大类型: 只能从计算机内已存储的图形信息中检索出符合订货要求的最佳图样的检索型系统; 针对具体设计对象编制并调试、修改程序, 直到输出满意设计图样为止的试行型系统; 按照产品设计要求, 抽象出设计对象的目标函数、约束条件及设计变量, 通过优化程序计算出最优设计结果的自动设计型系统; 设计人员直接与计算机对话, 调用计算机内已有的产品信息、各种设计资料以及各种软件功能进行设计, 对于以图形显示的设计结果可以反复地进行修改, 直到取得满意结果为止的交互式系统。交互式系统由于能实时、灵活地将人与计算机结合起来, 易于为人们接受和掌握, 近年来发展比较迅速。

计算机辅助设计系统一般以工程数据库、形库为支持, 包括交互式图形设计、几何造型、工程分析与优化设计、人工智能与专家系统等功能。随着计算机辅助设计在企业的推广应用, 人们日益重视它与计算机辅助制造之间的信息集成。这种信息集成避免了产品信息的重复输入, 可以提高产品质量、缩短产品开发周期、大大提高企业效益。为此, 国内外近期着重发展产品整个生命期内的产品数据描述与交换技术, 如果再进一步实现计算机集成制造系统, 将极大地改变企业面貌。并行设计与并行工程技术力图在产品的设计阶段尽可能早地解决后续加工制造、维护等阶段所发生的问题, 将使新产品的开发发展到更高的水平。此外, 进一步引入人工智能与专家系统技术, 将增强计算机辅助设计智能化程度。

CAD 系统使用的硬件设备包括不同规模、不同结构和不同功能的计算机, 以及相应的存储设备和输入输出设备。根据 CAD 系统应用范围及相应软件的要求, 可以选用大型计算机、小型计算机、工程工作站和微型计算机等机型。

适用于 CAD 的计算机一般应具有 32 位以上字长的高速 CPU, 大容量的外存储设备和各种输入、输出设备。如键盘、字符终端、图形显示终端、触摸式显示器、光笔、图形输入板、

鼠标器、打印机、绘图机、扫描仪等。特别是高分辨率的(一般在 1024×768 以上)彩色大屏幕显示器和高精度的图形打印机是 CAD 系统必不可少的重要设备。

CAD 系统主要涉及三类软件:支撑软件、应用软件和数据库管理软件。评价一个 CAD 系统时,要综合硬件、软件两方面的情况,从整个系统最终表现出来的一系列性能指标加以评价。配置一个 CAD 系统,软件的资金和智力投入已经超过硬件。充分发挥现有硬件和软件的作用,优化配置新的硬件和软件系统,按照软件工程方法和图形标准、数据交换规范开发应用软件等都是值得重视和研究的问题。

1.2.2 CAD 硬件系统组成

企业的 CAD 系统一开始可能比较简单,随后会发展到较大规模,其组成也会变得很复杂。CAD 系统从内部分工的角度看,其结构如图 1-2 所示。

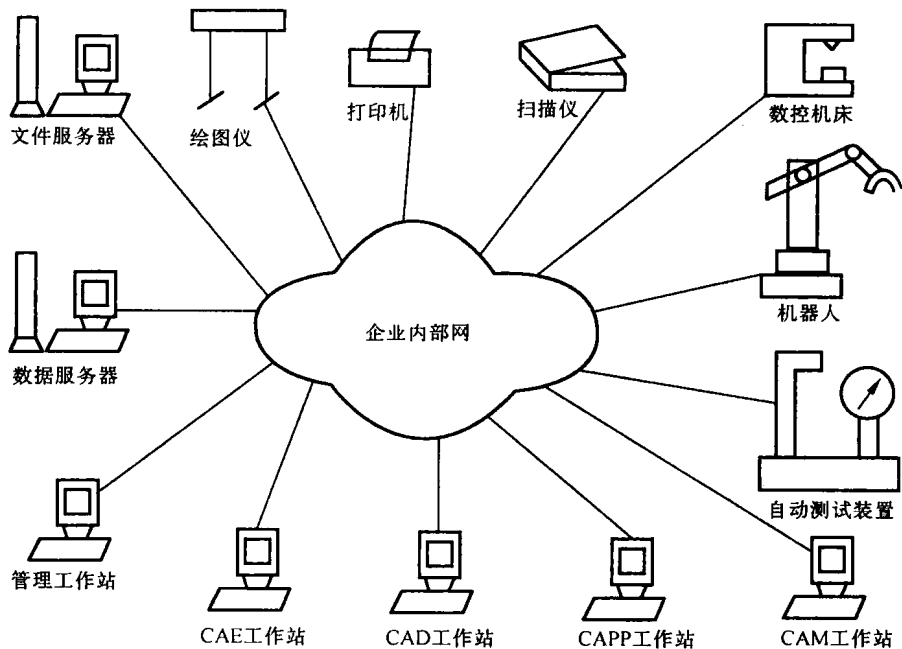


图 1-2 CAD 系统结构

CAD 工作站是一台安装了 CAD 软件的计算机,用于产品的设计。CAD 工作站是现代 CAD 系统的重要组成部分,在一个单位中往往有多台。同样,CAE 工作站是指一台安装了 CAE 软件的计算机,用于有限元分析、机构分析和优化设计。CAM 工作站是指一台安装了 CAM 软件的计算机,用于图形数控编程和仿真。有的软件集成了 CAD, CAM, CAE, CAPP 和工程管理,分别由不同的工程师使用,他们既有分工,又有合作,形成现代 CAD 系统的核心部分。

服务器专门为所有的工作站提供服务。其中数据库服务器提供数据的管理和维护,文件服务器提供文件的共享和维护,此外还有 Web 服务器、电子邮件服务器为工作人员的相互协作提供方便。

绘图仪、打印机、扫描仪统称为计算机外设。绘图仪和打印机提供图形的输出或硬拷贝,扫描仪则将图纸上的线图转换为光栅图供计算机系统处理。

数控机床和机器人是机械制造的主要工具,它们接受来自 CAM, CAPP 的指令和工作程序,同时受管理系统的管理,最终将产品生产出来。

作为 CAD 系统的一个工作站,其内部结构可划分为四个层次,如图 1-3 所示。

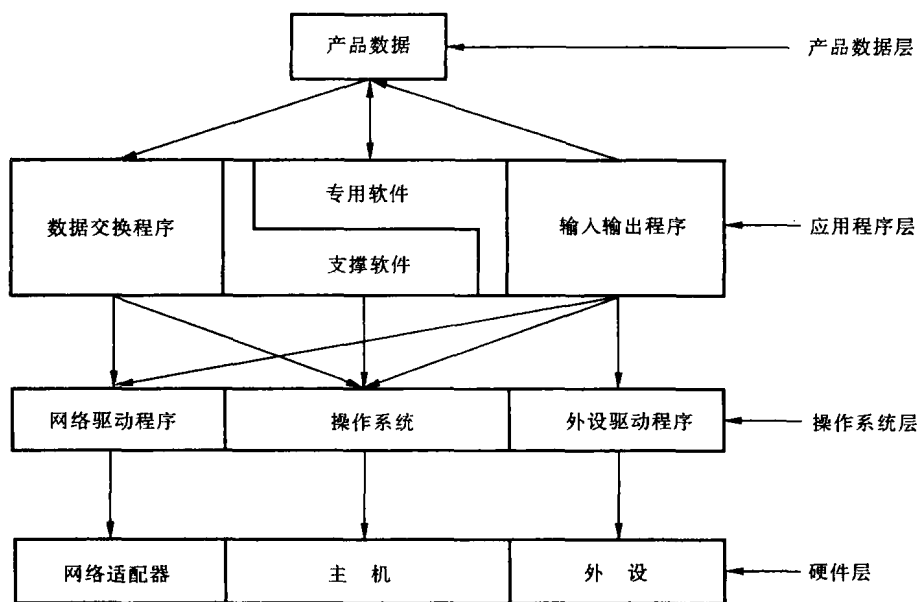


图 1-3 工作站内部结构

硬件层是工作站的基础,看得见,摸得着,其最核心的部分是主机,主机包括 CPU、内存、主板、软驱、光驱、硬盘、显示器、键盘、鼠标。网络适配器一般是指网卡或调制解调器,网络适配器是将工作站与网络连接的门户。外设主要是指打印机、绘图仪和扫描仪,用于输入输出图形。外设经常通过 RS232 串口或并行打印口与工作站相连,因此外设也可以看作是工作站硬件的一部分。

操作系统层主要是指安装在硬件上的操作系统。典型的操作系统有 Dos, Windows, Unix, Linux, OS/2, Apple Macintosh。操作系统直接与下层的硬件层打交道,同时向上层的应用程序提供支持。外设驱动程序用来驱动外设,网络驱动程序用来驱动网络适配器,没有它们,硬件就无法发挥作用。

应用程序就是指具体的应用软件,这些软件是由不同的开发商开发的。现代 CAD 的不同应用就是从这一层分离出来的。如果应用程序是 CAD 软件,则此工作站就叫做 CAD 工作站。应用程序层又分支撑软件、专用软件两类。

支撑软件是指那些提供了基本造型、分析、模拟功能的软件系统。支撑软件不是为了某个或某类产品开发的,但用户总可以用支撑软件对所有的机械产品进行设计、分析。与此相对,专用软件是针对某个特定的产品开发的,一般不能用于其他产品的设计、分析和制造,如发动机设计软件、减速器设计软件等。相当多的专用软件是在支撑软件的基础上开发的,从

支撑软件的角度看,叫做二次开发。全世界流行的支撑软件不是很多,而且技术基本雷同。专用软件则浩瀚繁杂,而且融合了相当专业的产品知识,其内容差别极大。

产品数据是由下一层的应用程序产生的,是设计和分析的结果。产品数据与具体的产品有关。

上述四个层次既有一定的依赖性,也有其独立性。例如同一个操作系统既可以在 PC 机上运行,也可以在工作站上运行。同一个应用程序,既可以发布 Windows 版本,也可以发布 Unix 版本。但习惯上工程工作站安装 Unix 操作系统,以 Intel 的 CPU 为核心的 PC 机安装 Windows 操作系统,因而有 Unix 工作站和 Wintel 平台的说法,表明不同产品习惯上的搭配。

一般组成 CAD 系统的设备有:

计算机(主机)

图形显示终端

键盘

坐标数字化板

鼠标

打印机

绘图机

扫描仪

先进的 CAD 系统通常是以具有图形功能的交互式计算机系统为基础的,这类系统对于用户输入的各种信息会迅速作出响应,用户和计算机之间可以直接对话。当前,可用于 CAD 系统的计算机有五类:个人计算机(微机)、工作站、小型机、中型机、大型机,其中个人计算机和工作站基本上是单用户的,后三类是多用户的。另外,计算机网络技术又为各类计算机提供了一个充分发挥作用的环境。

可以认为,近年来计算机硬件性能的提高速度已经超越了一般 CAD 系统软件对硬件的需求增长。以下为最新发布的典型 CAD 软件对硬件及操作系统的需求。

1. AutoCAD 2000

- Pentium 133MHz 以上的 PC 机;
- Windows 95/98/NT4.0/ME/2000/XP 操作系统;
- 典型安装至少 200MB 硬盘空间;
- 至少 32MB 内存,推荐 128MB 内存;
- 64MB 内存硬盘交换空间。

2. Pro/Engineer 20.0

- Pentium 100 MHz 以上的 PC 机,或 MIPS R8000, Alpha 工作站;
- Windows 95/98/2000/NT4.0, 或 Tru64 UNIX V4.0E 操作系统;
- 至少 450MB 硬盘空间(Pro/MECHANICA 为 870MB);
- 64~128MB 的内存;
- 128MB 内存硬盘交换空间;
- 1024×768(16 位真彩)显示器。

3. Solid Edge

- Intel 奔腾或 AMD Athlon 芯片, 166MHz 以上;
- Windows NT4.0 Service Pack 5 或更新的版本, Windows 2000 或 Windows 98 第 2 版;
- 128MB 内存;
- 420MB 的硬盘空间;
- 最小分辨率: 1024×768, 65k 彩色 OpenGL 加速卡;
- CD-ROM(本地或网络);
- 三键鼠。

计算机硬件平台是 CAD 技术的基础, 计算机硬件的每一次技术突破都带来 CAD 技术革命性的变化。把握硬件平台的发展趋势, 选准未来的主流产品, 是系统选型最基础的工作。

1.2.3 CAD 软件及其数据文件占用的存储空间

CAD 软件主程序需要占用一定的计算机内存和硬盘空间, 同时 CAD 所设计的产品模型的数据也将占用计算机的内存和外存。产品数据文件所占硬盘空间的大小与所描述的产品或工程的复杂程度有关, 同时与数据的文件存储格式又有很大的关系。表 1-1 为常见 CAD 系统软件对计算机资源的占用情况。

表 1-1 常见 CAD 系统软件对计算机内外存的占用情况

软件名称	Pro/E20.0	MDT2.0	AutoCAD
软件性质	大型 CAD 系统软件	计算机辅助设计软件	计算机辅助绘图软件
软件占用硬盘	345MB(包括 Pro/Help)	102MB	250 MB
软件常驻内存	30MB	26MB	24 MB
数据文件	25KB~4MB	5KB~1MB	22~800KB

由上表可以看出, 大型 CAD 应用软件对内存的需求一般为 40~64MB, 加上操作系统所占用的 40~70MB 内存, 软件对内存的总需求为 128MB。小型 CAD 软件对内存的总需求为 96MB。计算机辅助绘图软件对内存的总需求为 64MB, 为了应付个别复杂的设计计算对内存的过大需求, 可以通过操作系统在硬盘上设置 100MB 左右的内存交换区来解决问题。

1.3 CAD 软件系统的基本结构

计算机硬件常常是判断一个系统性能的基础, 而软件则是由这种基础所执行的一整套策略, 是评价一个系统所能完成的各种功能的依据。一般来说, 软件应该满足用户为解决某种工程问题所需要的环境, 而且系统越大, 软件在总价值中所占的份额越大。

CAD 技术是建立在计算机硬件、外部设备的配置及开发环境和工具的基础之上的, 如操作系统、窗口管理、图形显示、用户界面、网络技术、数据通讯、程序语言和测试工具等。其中 CAD/CAM 软件系统有着特殊的重要性。