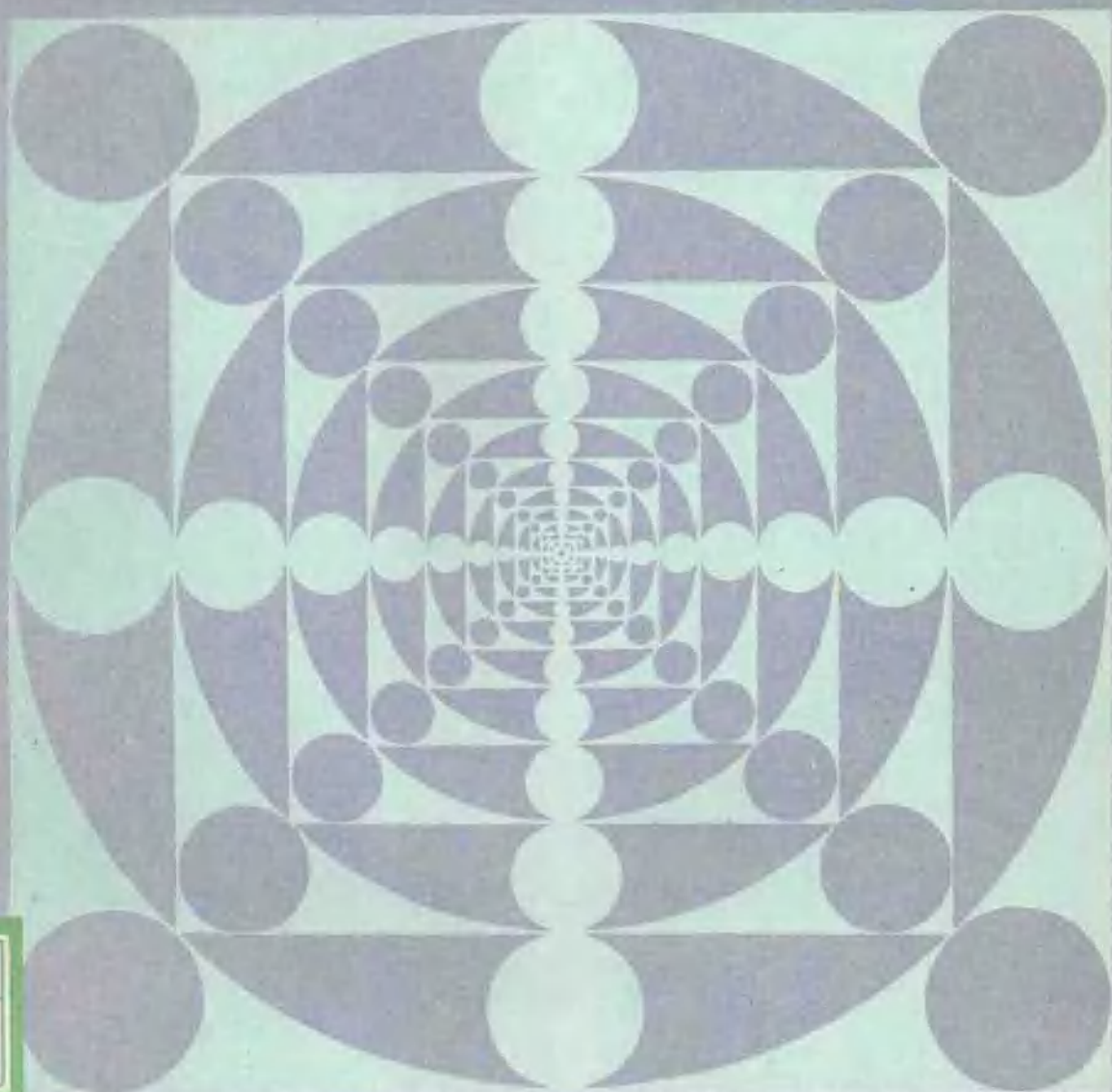


电子计算机应用系列教材

微计算机辅助设计

戴 同 周 济 编著



876
2

科学出版社

电子计算机应用系列教材

微计算机辅助设计

戴 同 周 济 编著

科 学 出 版 社

1 9 8 9

内 容 简 介

本书是电子计算机应用系列教材之一。书中系统地阐述了微型计算机辅助设计的基本理论与方法,特别注重于 CAD 技术的应用。全书共六章,包括 CAD 基础、计算机辅助制图、工程数据库、设计计算方法、CAD 系统的集成化与智能化等。本书还设计了一组 CAD 实验,以帮助读者更好地掌握 CAD 基本知识,有关章节还备有源程序。

本书可作为非计算机专业的工程技术人员及高等院校学生学习 CAD 技术的教材,也可供从事计算机软件和应用的科技人员参考。

电子计算机应用系列教材 微 计 算 机 辅 助 设 计

戴 同 周 济 编著

责任编辑 张英娥

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

湖北省黄石市软科学应用技术开发中心激光照排

湖北省黄冈报社印刷厂印刷

科学出版社计算机技术图书洪山发行部发行 各地发行分部经售

*

1989 年 5 月第一版 开本:787×1092 1/16

1989 年 5 月第一次印刷 印张:15.75

印数:00001—15,000 字数:364,000

ISBN7-03-000907-X/TP·62

定价: 6.00 元

主持编著单位:国务院电子信息系统推广应用办公室

组织编著单位:

广东、广西、上海、山东、山西、天津、云南、内蒙、
四川、辽宁、北京、江苏、甘肃、宁夏、江西、安徽、
河北、河南、贵州、浙江、湖北、湖南、黑龙江、福建、
新疆、广州、大连、宁波、西安、沈阳、武汉、青岛、
重庆、哈尔滨、南京等 35 省、市、自治区、计划单列市

电子振兴

计 算 机 领 导 小 组 办 公 室

科技工作

(按笔划顺序排列)

电子计算机应用系列教材联合编审委员会名单

(以姓氏笔划为序)

主 编 审 委 员:

王长胤* 苏世生 何守才 陈有祺 陈莘萌* 邹海明* 郑天健

殷志鹤 童 颖 赖翔飞 (注“*”者为常务主编)

常务编审委员:

于占涛 王一良 冯锡祺 刘大昕 朱维华 陈火旺 陈洪陶 余 俊
李 祥 苏锦祥 佟震亚 张广华 张少润 张吉生 张志浩 张建荣
钟伯刚 胡秉光 高树森 徐洁盘 曹大铸 谢玉光 谢育先 韩兆轩
韩培尧 董继润 程慧霞

编 审 委 员:

王升亮 王伦津 王树人 王振宇 王继青 王翰虎 毛培法 叶以丰
冯鉴生 刘开瑛 刘尚威 刘国靖 刘晓融 刘德镇 孙令举 孙其海
孙耕田 朱泳岭 许震宇 何文兴 陈凤枝 陈兴业 陈启泉 陈时锦
邱玉辉 吴宇尧 吴意生 李克洪 李迪义 李忠民 迟忠先 沈林兴
肖金声 苏松基 杨润生 吕福德 张志弘 张银明 张 勤 张福源
张翼鹏 郑玉林 郑 重 郑桂林 孟昭光 林俊伯 林钧海 周俊林
赵振玉 赵惠溥 姚卿达 段银田 钟维明 袁玉馨 唐肖光 唐楷全
徐国平 徐拾义 康继昌 高登芳 黄友谦 黄 侃 程锦松 楼朝城
潘正运 潘庆荣

秘 书 组:

秘 书 长:胡茂生

副秘书长:何兴能 林茂荃 易 勤 黄雄才

序

当代新技术革命的蓬勃发展,带来社会生产力新的飞跃,引起整个社会的巨大变革.电子计算机技术是新技术革命中最活跃的核心技术,在工农业生产、流通领域、国防建设和科学研究方面得到越来越广泛的应用.

党的十一届三中全会以来,特别是赵紫阳总书记发表迎接世界新技术革命挑战的著名讲话以来,我国计算机应用事业的发展是相当迅速的.到目前为止,全国装机量已突破三十万台,十六位以下微型计算机开始形成产业和市场规模,全国从事计算机科研、开发、生产、应用、经营、服务和教学的科技人员已达十多万人,与1980年相比,增长了近八倍.他们在工业、农业、商业、城建、金融、科技、文教、卫生、公安等广阔的领域中积极开发应用计算机技术,取得了优异的成绩,创造了显著的经济效益和社会效益,为开拓计算机应用的新局面作出了重要贡献.实践证明,人才是计算机开发应用的中心环节.我们必须把计算机应用人才的开发与培养放在计算机应用事业的首位,要坚持不懈地抓往人才培养这个关键.

从目前来看,我国计算机应用人才队伍虽然有了很大的发展,但是这支队伍的数量和质量还远不适应计算机应用事业发展的客观需要,复合型人才的培养与教育还没有走上规范化、制度化轨道,教材建设仍显薄弱,培训质量不高.因此,在国务院电子信息系统推广应用办公室领导、支持下,全国三十四个省、市、自治区、计划单列市计算机应用主管部门共同组织118所大学和科研单位的400多位专家、教授编写了全国第一部《计算机应用人才培训大纲》以及与之配套使用的电子计算机应用系列教材,在人才培训和开发方面做了一件很有意义的工作,对实现培训工作规范化、制度化将起到很好的推动作用.

《计算机应用人才培训大纲》和电子计算机应用系列教材贯穿了从应用出发、为应用服务,大力培养高质量、多层次、复合型应用人才这样一条主线.大纲总结了近几年各地计算机技术培训正反两方面的经验,提出了计算机应用人才的层次结构、不同层次人才的素质要求和培养途径,制定了一套必须遵循的层次化培训办学规范,编制了适应办学规范的“课程教学大纲”.这部大纲为各地方、各部门、各单位制定人才培养规划和工作计划提供了原则依据,为科技人员、管理人员以及其他人员学习计算机技术指出了努力方向和步骤,为社会提供了考核计算机应用人才的客观尺度.“电子计算机应用系列教材”是培训大纲在教学内容上的展开与体现,是我国目前规模最大的一套计算机应用教材.教材的体系为树型结构,模块化与系统性、连贯性、完整性相兼容,教学内容注重实用性、工程性、科学性,并具有简明清晰、通俗易懂、方便教学、易于自学等特点,是一套很好的系列教材.

这部大纲和系列教材的诞生是各方面团结合作、群策群力的结果,它的公开出版和发行,对计算机应用人才的培训工作将起到积极的推动作用.希望全国各地区、各部门、各单位广泛运用这套系列教材,发挥它应有的作用,并在实践中检验、修改、补充和完善它.

通过培训教材的建设,把培训工作和贯彻国家既定的成人教育、函授教育、电视教育

和科技人员继续工程教育等制度相结合,逐步把计算机应用人才的培训工作引向规范化、制度化轨道,为培养和造就大批高素质、多层次、复合型计算机应用人才而努力奋斗,更好地推动计算机应用事业向深度和广度发展。

李 祥 林

一九八八年十月十七日

前 言

计算机辅助设计(CAD)是在计算机硬件和软件环境的支撑下进行设计的一门技术,借助它可以提高设计的效率和质量,增强产品的竞争能力。CAD技术的应用,将引起设计领域的根本变革,推动设计方法和设计技术进入新的发展时期。研究与应用CAD的工作正在我国蓬勃开展,它在我国有着广泛的应用前景。为了配合CAD技术的普及和应用,本书将作为学习CAD的一本基本教材呈献给广大读者。

本课程的参考学时数为40学时。全书共六章,第一章介绍CAD的简况、内容、特点及应用;第二章讨论了计算机辅助制图,主要介绍计算机绘图程序设计,还介绍了几何设计及计算机图形系统;第三章介绍了工程数据库的特点、内容及使用方法;第四章讨论CAD中的现代设计方法,特别介绍了有限元分析与计算机仿真等方法的原理及应用;第五章结合小型机械系统的CAD讨论系统的集成化和智能化问题,主要介绍了软件工程学专家系统技术的应用;第六章是CAD实验指南,此实验是为了帮助读者更好地掌握CAD的概念与技能而设计的,所有实验均在APPLE-Ⅱ微型计算机上进行。

本书的内容反映了CAD方面的一些最新成果,同时书中还列有可以在微型计算机(IBM-PC和APPLE-Ⅱ)上运行的大量实用可靠的程序。实验部分还备有专门的磁盘,每个实验都设计得极为精巧,融知识性和趣味性于一体,有利于读者深入学习和掌握CAD的基本技术。

本书便于自学,亦可作为不同层次对象的教材。干部培训班以第一章内容为主,初级班酌情删除第二章的2.4和2.5节、第四章的4.2和4.3节以及第五章的5.1和5.3节,高级班则可采用全部内容。在使用本教材时应注意加强实践环节,只有多上机实践,才能掌握CAD的基本概念和理论。

余俊教授在百忙中审阅了此教材,给予我们极大的帮助。本教材的内容及实验设计等还得到华中理工大学许多师生的帮助,在此一并表示诚挚的感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在一些缺点和错误,殷切希望读者批评指正。

戴 同

周 济

一九八八年十二月

目 录

第一章 CAD 概述	1
1.1 CAD 发展概况及应用前景	1
1.2 CAD 系统的组成	5
1.3 CAD 系统的硬件和软件	7
1.4 设计资料的计算机处理	10
第二章 微型计算机辅助制图	23
2.1 计算机辅助制图概述	23
2.2 图形的表示与生成	24
2.3 常用的图形输入输出设备	27
2.4 三维图形简介	31
2.5 图形变换	34
2.6 图形支撑软件 AutoCAD 简介	53
2.7 人机交互的图形处理	55
2.8 参数化绘制图形的程序设计	57
2.9 机械零件工作图的绘制	66
第三章 工程数据库	87
3.1 数据库简介	87
3.2 微机数据库管理系统 dBASE III	90
3.3 数据库的建立与使用	91
3.4 dBASE III 程序设计	97
3.5 数据库技术在 CAD 中的应用	104
第四章 现代设计方法	117
4.1 现代设计方法综述	117
4.2 有限元分析方法	120
4.3 计算机仿真	145
第五章 工程产品 CAD 系统的集成化与智能化	166
5.1 工程产品 CAD 系统的软件工程学问题	166
5.2 工程产品 CAD 系统一体化	170
5.3 专家系统技术与智能型 CAD 系统	175
第六章 CAD 实验指南	190
6.1 实验一 Hermite 插值	190
6.2 实验二 Bezier 曲线	193
6.3 实验三 B-Spline 曲线	195
6.4 实验四 图形变换	198
6.5 实验五 三维物体的线模型——构架表示法	201
6.6 实验六 三维物体的面模型——表面表示法	204
6.7 实验七 三维物体的体模型——体素构型法	207

6.8 实验八 计算机仿真	212
6.9 实验九 带传动的 CAD	215
6.10 实验十 数据库管理系统 dBASE	234
参考文献	

第一章 CAD 概述

随着电子计算机技术的不断发展和应用领域的日益扩大深入,传统的机械设计方式正在进行着重大的改革。计算机不仅具有高速、准确的运算能力,而且还具有“记忆能力”和“思维能力”。同时,光笔图形显示器等先进的输入手段,为人们与计算机进行对话提供了良好的条件,设计人员能在荧光屏上对计算或设计的结果进行实时修改和具体结构设计,精密的自动绘图机又可把设计结果直接以图纸的形式输出等。这样,计算机已不只是一种单纯的高效率计算工具,而是越来越成为人们进行创造性设计活动的得力助手。因此进入 60 年代以来,逐渐形成了一门新兴学科——计算机辅助设计,简称 CAD(Computer Aided Design)。70 年代以后,硬件、软件技术的进一步发展,又使得这门新兴学科日趋完善。

1.1 CAD 发展概况及应用前景

1.1.1 CAD 的发展概况

计算机作为一种科学的计算工具在 CAD 方面的应用,始于 50 年代末期。在美国,麻省理工学院(MIT)为完成研究所开发的数控机床采用了数字控制(NC)纸带的自动图象传输(APT)装置,当时正处于计算机从第一代的真空管向晶体管发展的时期。

APT 是从设计产生的图纸到 NC 纸带自动完成时面向过程的语言。这种用计算机表现图形形状的处理技术在今天的 CAD/CAM(CAM 即计算机辅助制造)的发展中起着重要的作用。后来,APT 发展到 APT-IV,这一技术从 MIT 转移到西德亚琛大学,作为 EXAPT 的继续发展。

真正在设计工作中使用的 CAD 系统,是 1963 年 MIT 小组发表的计算机辅助设计项目的五篇论文。其中一篇系研究生 Ivan Sutherland 撰写的,题为“SKETCHPAD-A——一种人机对话系统”。该系统作了以下设想:设计者坐在阴极射线管显示装置(CPT)的控制台前,用光笔操作,从概念设计到生产设计以至于制造,都可以实现人机对话;设计者可以随心所欲地对计算机所显示的图形进行修改、追加和删除,能在 10—15 分钟内完成通常要花费几周时间的手工作业。这是一种带有人工智能奇迹的划时代的设想,被认为是图形库的最初尝试,是最早实现人机之间信息交换的系统。

还有一个有代表性的系统,也在同一年代由美国通用汽车公司(GM)开发,这就是用于汽车玻璃型线设计的 DAC-I 系统。SKETCHPAD 作为包括拓扑信息在内的图形处理技术(软件)的开发,DAC 则作为用于具体对象的最早的一例,其系统的工作都是开拓性的工作。

随后,美国洛克希德公司的 CADAM 和马库塔列鲁图形公司的 CADD/GNC 等,在飞

机工业领域里进入了实用阶段。

60年代初,随着计算机进入了以集成电路(IC)为基本元件的第三代电子计算机时期,以汽车、飞机工业为中心,CAD迅速地发展起来。从发展的观点来看,具有历史意义的是以微机为主机的高档台式CAD系统问世了,其具有代表性的是APPLE公司的AGS系统和Computervision公司的CADDs系统。另外,与以往的使用大型计算机的集中型不同,出现了可置于设计人员身边,能方便使用的分散型的“成套系统”(转钥匙系统)。这种系统揭开了第二代CAD的序幕,从此,CAD可以迅速地与设计人员接近起来。

近年来,除了CAD/CAM外,还出现了CAT(Computer Aided Testing)和CAE(Computer Aided Engineering)。CAD就是设计人员在设计过程中,运用计算机,敏捷地进行最优设计。CAM就是根据最优设计得到的设计信息,运用机床自动地加工工件。CAT就是在检验过程中,在计算机管理下,检验机械动作,以实现检验的自动化。

CAE的设想,可以说是包括了CAD/CAM/CAT系统的流水型技术信息数据库和生产管理数据库,以及利用计算机的综合设计生产系统。CAE的概念如图1.1所示。

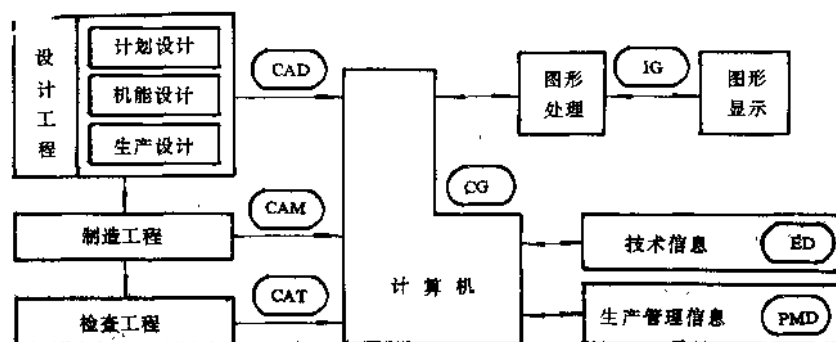


图 1.1 CAE 的概念

目前,还提出了一种CIM(Computer Integrated Manufacture),即计算机集成制造的概念。CIM是将CAD、CAM、硬件和软件全部集成化成一个系统来进行工作。其目的是将设计、制造和生产管理都连成一个统一体,不但设计和制造使用CAD、CAM,而且材料的库存管理、生产计划、财务管理均连结起来进行实时操作。

1.1.2 CAD 的应用

在一些技术先进的国家,CAD技术已经广泛地应用到飞机、汽车、船舶、模具、印制电路板、集成电路、管道布置、容器曲面、钣金、建筑、机械零件等领域中。

日本百分之八十以上的公司已不同程度地引用CAD,其中运输机械、普通机械、精密机械都有半数的工作由CAD完成。

美国通用汽车公司、通用电器公司、福特汽车公司等大型企业已有近20年的CAD/CAM的应用历史。美国通用汽车公司车身制造厂的车身设计,是由工程技术人员用非接触扫描器对泥塑模型进行点线测量,然后将测得的数据输入数据库。这样,可以通过计算机绘图修改,制作三维形状的车身图,尔后以该图的数据为基础,为车身的坐椅、凸缘等部位以及内部结构进行设计,最后制作数控纸带,控制机床加工。由于CAD/CAM系统具有较好的结构分析程序,从而使制造出来的车身具有最轻的重量和最高的强度。

由于图形显示技术、数据库以及自动编程技术的发展, CAD/CAM 系统已经从只是单一的绘图、制表、设计计算发展到以数据库为中心, 以二、三维交互图形显示为目标的成套系统。这是一种以小型机、微型机、图形显示器、数字转换器等硬件和相应的软件构成的小型 CAD/CAM 系统, 可以进行三维设计、绘图并制作 NC 纸带、控制加工。这种系统的特点是小巧灵活, 全部装置可以置于一个小小的座面上。

在 CAD/CAM 系统的基础上, 国外有些公司正在建立集成生产系统 IMS (Integrated Manufacturing System)。该系统使设计和制造过程成为一个完整的信息流通过程, 信息数据化已经打破了二者之间的界限。如美国国际商业机器公司 (IBM) 的一个集成生产系统, 从产品初步设想到设计、制造、装配和试验全过程都可以实现计算机控制, 其发展趋势是完全取消图纸和实现无人化加工。其系统的框图如图 1.2 所示。

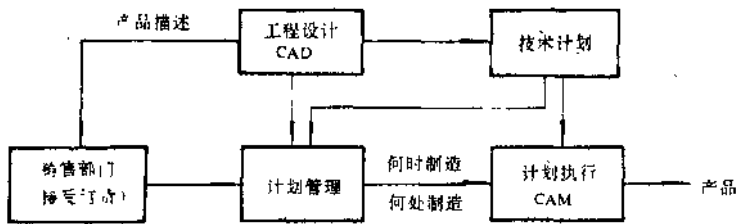


图 1.2 IMS 系统框图

我国在 CAD 技术应用方面也取得了一些可喜的成果, 简述如下:

(1) 与 CAD 有关的算法的研制取得了较大的进展。比如, “常用优化方法程序库”的研制; 曲线、曲面的拟合与逼近; 图形的“裁剪”和消隐; 三维形体的几何造型。

(2) 与解决某一类问题有关的计算机绘图软件的研制也取得了较大的进展。比如, 造船中的船体放样, 飞机或汽车外形的数学模型, 机构及机械零件的 CAD, 等等。从 70 年代初起, 国内的几家船厂和一些研究所、高等院校合作, 开展了船体放样工作的研究, 经过十余年的努力, 已经完成了我国的船体 CAD 系统, 包括数学放样、结构展开、外板展开, 钢板排列、数控切割、管系布置等功能模块, 在提高建造质量、缩短建船周期、减少工时、节省材料等方面取得了显著的经济效益。

1.1.3 机械 CAD/CAM 的应用前景

CAD 在国外企业中发展的历程有六个阶段:

- (1) 以自动绘图机为工具的自动绘图系统化;
- (2) 以数控机床为中心的 NC 系统化;
- (3) 以会话型自动绘图系统为工具的会话系统化;
- (4) 技术信息的数据库一体化;
- (5) 以大型计算机为中心的分散处理化;
- (6) 生产工作中的信息处理的网络化。

将来的 CAD/CAM 都以此基础发展的。目前, 国外较为一致的看法有如下几个方面:

1. 先进的工作站

计算机的磁盘装置有可能被存储密度为几百倍甚至几千倍的光盘所代替,这样,小型计算机的记忆能力将更接近于人类。同时,将会出现便携式的 CAD 组件,它具备设计、分析和系统模拟的能力。与无线电通讯相连的遥控计算机将给工程师们提供在家里,或者在任何场所工作的可能。《第三次浪潮》、《未来的冲击》的作者 Aivin Toffler 等都认为:越来越多地使用先进的与远程通讯相连接的远程计算机,可能使将来在家里工作比经常往返于集中的办公室更为普遍。

飞机座舱式或封闭罩式的专用设计工作站将被开发出来。这样的系统能屏蔽噪音和周围的光线,并能排除其它的外界干扰,提供复杂的触觉、听觉和视觉效应,逼真地展现拟用的设计动作。例如,一个汽车设计室可以包括立体声的声音系统、振动传感器和三维全息摄影,使设计者能感觉到所设计的汽车和乘座的特性,能听到在特定速度下车轮与道路相摩擦的噪声和刮风下雨的风雨声,能看到从驾驶员的座位上所能看到的景物。

2. 高级的显示屏幕

显示屏可以平放,作为桌子台面的一部分,能推进去或抽出来,亦有悬挂在天花板或墙壁上的,与像框一样。

从悬挂着的大的屏幕上可以观察到同原物大小一样的汽车,以及各种复杂的产品和全部的工程图。1985年,日本为“筑波万国科学博览会”就准备了 $25 \times 40\text{m}$ 的大型屏幕。此外,还有小到 5 至 6cm^2 而分辨率极高的便携式小型化屏幕。

CRT 作为基本的显示装置,成本低、分辨率高。矢量刷新式 CRTS 用于要求分辨率高和能够显示动画的场合。存储管用于需要线密度较高的地方。光栅终端设备由于具有较强的显示彩色和动画的能力,将发展得最快。光栅在提高了像素矩阵密度后,将可减少某些线条出现锯齿形状的折线的现象。光栅的分辨率预计在 1990 年可达到 4000×4000 。

静电和喷墨复制技术将得到充分的发展,其分辨率甚至比屏幕本身还要高。

显示专家们预报:本世纪末到下世纪初,映像技术要比 CRT 技术应用得更普遍。气体放电、等离子体、真空荧光、液晶等技术将以实现平板式显示器为目的。另外一项开发和试用的技术是利用每秒回转 20 多次的发光二极管。

3. 新型的接口方式

目前广泛地使用键盘、按钮、光笔、数字转换器、电子盘、感触板来输入指令。这种显示操作完全占据了人们的手和眼,约束了使用者的活动,并使得身体疲劳。用声音送入数据能提高速度和精度,因此声控数据送入器可望迅速增加。此外,还将有一种眼视追踪技术将得到发展,用户在看显示屏时,一条低能激光柱从视网膜上反射,用以指示他的眼睛的位置,该位置的信息可以在屏幕上编定资料地址及“菜单”目录,建立线条及其它的图形元素或运算符号。一些研究人员正在探索利用脑电波信号使人脑与计算机更加直接地连接的接口。包括模式识别和其它光学手段在内的检测技术亦在研究之中。

4. 实体模型

实体模型目前尚处于初期萌芽状态,它将获得令人鼓舞的发展。处理实体模型的 CAD 系统的商品化亦不需要太长的时间。实体模型具有建立“工程实体”的能力,是一个表示零件而又具有极大灵活性的三维数据库,藉助于它,可望自动检查所装配零件间的间隙,生产大量的优质零件,自动生成多坐标 NC 机床的迹线及生产程序规划。

5. 柔性生产系统 FMS 和集成生产系统 IMS

这两种系统将随着计算机辅助检测(CAT)、计算机辅助装配(CAA)、信息管理系统(MIS)的发展,逐步完善,使设计和制造过程成为一个完整的物质流和信息流两个流动的过程。这样,适应性强的计算机辅助工厂(CAF)就能真正建立起来。这就将成为包括技术信息数据库、生产管理数据库,利用计算机的综合设计生产工程 CAE。当然,要实现这种水平,即使是已有相当规模的 CAD/CAM 企业也需要 3 至 10 年。

6. 成组工艺 GT

GT(Group Technology)将通过多种途径促进产品生产缩短生产周期。这是因为成组工艺对于同样程序制造成功的一组零件可按标准化程序进行规划,并可作流程分析,对于复杂的程序及机械负荷的难题也可得到最佳解答。

7. 网络系统

为用户建立十分方便的网络系统,这样就可以在一个机构内部或者是在两个以上的机构之间,提高资料信息的流通。CAD/CAM 互联成网络以后,人们就可以分享公用的数据库,为工程师们存取各个领域的新材料、新技术发展的新信息提供保证。

8. 自动发明程序系统

迄今获得的知识可以无一遗漏地存储在计算机中,在决策论的自动设计程序上前进一步,就可能建立一套包括概率因素,能产生新发明的自动发明程序系统。这种系统与计算机专家系统的结合,将为明天的 CAD 开辟更加广阔的前景。到了那个时候,CAD 系统将具有与设计者同等的理解及分析图纸的能力。

1.2 CAD 系统的组成

一个完备的 CAD 系统,由科学计算、图形系统、数据库三方面组成,见图 1.3。

科学计算包括通用数学库、统计数学库以及在机械设计中占有很大比例的常规设计,特别是优化设计、有限元分析、可靠性分析、动态分析等先进的设计和分析方法。

图形系统包括几何构型(含体素构型和曲面造型);绘制机械零件图、部件图及装配图;绘制各种函数曲线;绘制各种数据表格;在图形显示装置上进行图形的变换(即对图形进行平移、旋转、对称、删除和修改);以及分析或模拟等。

数据库是一个通用性的、综合性的以及减少数据重复存储的数据集合。它按照信息的

自然联系来构造数据,即把数据本身和实体间的描述都存入数据库,用各种方法来对数据进行各种组合,以满足各种使用,使设计所需要的数据便于提取,新的数据易于补充,以及利用已知的数据和系统形成知识库,这就是人工智能范畴的问题了。

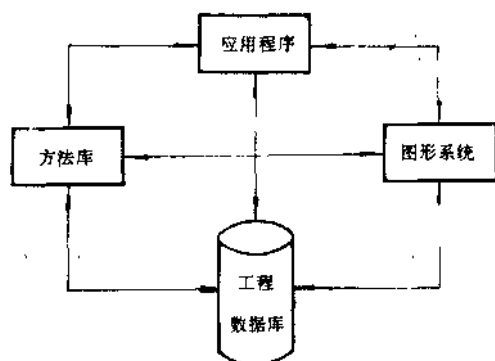


图 1.3

CAD 系统的构成,取决于应用的领域和使用者的环境条件,可分为以下三种形态:

(1)大型直接连接型

这种系统以大型计算机为主机,直接与 CAD 终端连接;或者用通讯回路的分时处理,与远程工作站连接。

由于使用大型计算机,可以灵活应用 CAD 软件以及工程数据库。然而,由于通讯回路的速度及图形显示的速度较慢,给计算机中央处理装置(CPU)带来较重的负担。

在进行复杂而且需要大量信息的设计,比如伴随着应用分析的科学计算和模拟时,就该运用这种型式的 CAD 系统。

(2)智能终端型

这种系统亦是以大型计算机为主机,不同的是终端用小型或微型计算机来实现轨迹方面的程序功能。它具有基本图形的图面控制(放大、缩小、画面划分等),以及图形的控制(回转、平移、显示、消隐、删除)等某种智能,不至于让通讯回路的速度过分减小,而且其应答性能强。近年来,还出现了将这些功能硬件化的高级终端。

以上两种形态虽属理想,然而需要引进大型机,费用较大。

(3)独立使用型

称作“转钥匙”的成套系统(Turnkey system),可理解为“即时使用系统”。它以小型或高档微型机作为主机,将图形输入装置、图形显示装置以及绘图机全部连接起来,人机会话性能十分好,其软件是专门配备的。这种系统通常并不设置在计算机房,而是放在设计室里,让设计人员能够十分方便地使用。它可以配置多台图形显示终端,多名设计人员可以同时进行不同的设计工作。

这种分散处理型的系统不需要大型计算机,设备费用低,同时,为不同的行业准备有相应的应用软件包,用户的软件负担亦小。

要指出的是,随着微型计算机的诞生和发展,其功能越来越强,速度越来越快,内存越来越大,特别是个人机的资源独享和交互性能好等优点,使得 CAD 的发展很快由大、中、小型计算机转向了微型机,从而降低了 CAD 系统的价格,使 CAD 技术得以普及和推广。

1.3 CAD 系统的硬件和软件

1.3.1 CAD 硬件的组成

要建立一个带 CRT 图形显示器的会话型设计系统,基本上需要有如图 1.4 所示的几部分来组成。图 1.5 是 CAD 硬件系统配置示意图。

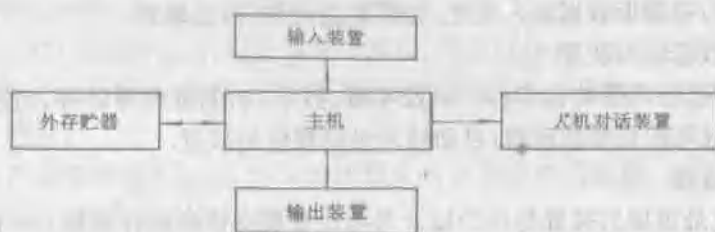


图 1.4 CAD 系统硬件的组成

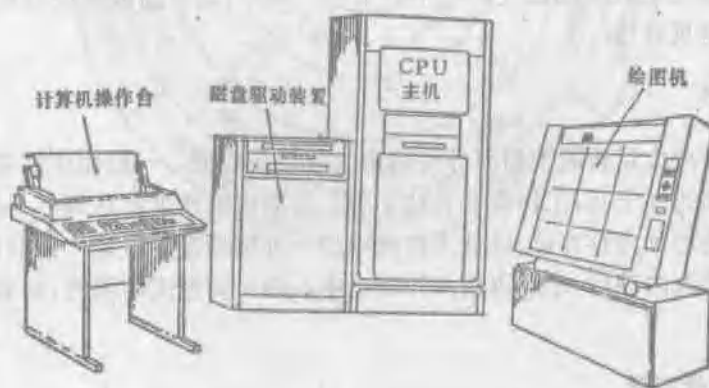


图 1.5 CAD 硬件系统配置示意图

1. 主机

主机是控制及指挥整个系统并执行实际运算、逻辑分析的装置,是系统的中心。主机包括中央处理机 CPU(Central Processing Unit)和主存储器(简称内存)。主机与其它部分的连接状态有独立型式的直接连接型、智能终端的遥控型和与大型机连接的分散处理型。

2. 输入装置及输出装置

大略地分,有图形数据输入装置、会话装置、图形输出装置。

(1) 图形数据输入装置

除了人们已经熟悉的读卡(带)机及字母、数字、功能键盘等以外,出现了坐标读取装置,即使用感触笔和频率指示器,自动输入坐标数值的装置。

(2) 会话装置

CAD 系统最重要的装置是作为设计者与计算机会话的媒介装置——图形显示器。

图形显示有存储管型、光栅扫描型、随机冲击型三种方式。

图形显示器是帮助主机显示数据和图形的。60年代的显示器是非智能型的;70年代以来,为了提高显示速度,将专用的显示程序置于主机和显示器之间,这种显示器是低智能型的;80年代以来,出现了与主机相互独立的,带有能显示外存用的记忆装置,具有坐标变换和限幅等功能,能够编辑复杂图形的高智能图形显示器。

与图形显示器和应的直接输入装置,使用感触笔、轨迹球、操纵杆、光笔等。光笔与随机冲击型和光栅扫描型的图形显示器组装在一起。光笔检测出 CRT 发出的光,用以指定坐标位置或者修改图形。

最近,还出现了声音输入装置,是有代表性的“会话系统”,用对话输入指令便可输出信息。

(3) 图形输出装置

图形最终以图纸的方式输出。自动绘图机大致地分为笔式绘图和静电式绘图。笔式绘图有鼓型和平板型两种。各种装置可以分别用联机方式或脱机方式来使用。

静电式绘图比笔式绘图速度快一个数量级。此外,还有用微缩胶卷机(COM)等方式保存图纸的硬拷贝装置。

3. 外存储器

它是用来存放大量暂时不用而等待调用的程序或数据。一般使用磁带和磁盘。新近出现了存储量高达 4 千兆,工作寿命长达 10 年,数据传输速度高达每秒 3 兆字节的光盘。

外存是作为增加内存容量、降低主机成本的一种辅助存储装置。任何作业资料、工作指令等必须先读入内存后,才能再转入外存之中。输出资料或结果时,则必须先经内存再达到输出装置。

1.3.2 CAD 软件概要

大体上说来,系统软件包括以下三大类:

(1) 面向用户,包括语言加工系统,即语言及其编译程序、解释程序或汇编程序;辅助