

机械CAD基础与应用

张锡安 郝永平 吴连生 编著

兵器工业出版社

机械CAD基础与应用

张 锡 安
郝 永 平 编 著
吴 连 生

兵器工业出版社

内 容 简 介

本书较系统地阐述了计算机辅助设计的基本理论及应用方法。取材新颖、内容丰富。并配有相当多的BASIC程序, 这些程序均在IBM PC/XT机上调试通过, 具有一定的实用价值。

全书共分八章, 主要内容包括: 计算机辅助设计概论, “CAD”系统的硬件和软件, 工程数据的数学处理方法, 数据结构及数据库在“CAD”中的应用, 计算机绘图原理及方法, 机械零件绘图程序设计方法, 图形处理技术, 交互设计等。

本书可作为高等工科院校机械类及近机类专业的研究生及高年级本科生学习“CAD”的教材, 亦可供教师及有关工程技术人员自学或参考之用。

JS454/04

机械CAD基础与应用

张锡安 郝永平 吴连生 编著

*

兵器工业出版社 出版行发

(北京市海淀区车道沟10号)

各地新华书店经销

交通部第一公路工程总公司印刷所印刷

*

开本787×1092 1/16 印张: 12.375 字数: 301千字

1990年6月第一版 1990年6月第1次印刷

印数: 1~4000 定价: 7.50元

ISBN 7-80038-208-7/TP·11

前 言

计算机辅助设计(CAD)是一门新兴的边缘学科。它是图形技术、数值分析、计算机软件、机械工程、设计方法学、优化等多学科的综合应用技术。虽然仅有30多年的历史,但它一出现,就以其高效率、高质量的设计,为工程界所瞩目。设计中大量而繁重的设计计算都可交给计算机去完成,并利用其具有“记忆”、“存贮”、“判断”、“显示”等功能为设计工作创造良好的设计环境,使工程技术人员在创造性的劳动中大显身手。

在我国,“CAD”的优越性越来越多地被广大工程技术人员所认识,并日益广泛地用到工程实践中。

本书是编者根据当前“CAD”技术应用的需要,在近年来从事计算机辅助设计的实际工作和教学工作的基础上,参阅国内外有关“CAD”方面资料编写的。考虑到,我国目前高等工科院校机械类专业课程的设置,在内容、深度和广度上均作了较好的协调。力求达到取材的新颖性和应用的实用性。

作为“CAD”的基础教程,系统地介绍了有关基础知识。全书共分八章。第一、二章,概述“CAD”的产生和发展,“CAD”系统及其硬、软件的设计环境。第三、四章,介绍数据处理的基本理论和方法,数据结构和数据库的基础知识。第五、六、七章,介绍计算机绘图、图形变换、图形的剪取与消隐、典型零件的图形程序设计方法。第八章,简要地阐述了交互设计的概念和方法。

书中许多章节均配有可供使用的BASIC程序及算例。所有程序均在IBM PC/XT上调试通过。

此书经过何莹台教授审阅,谨在此表示感谢。

由于编者水平有限,恳请读者不吝批评指正。

编 者

1988年3月于沈阳

目 录

前 言

第一章 计算机辅助设计 (CAD) 概论

§ 1.1 概 述	(1)
1.1.1 CAD 概念的产生与发展	(1)
1.1.2 CAD 的应用	(2)
1.1.3 CAD 的未来	(4)
§ 1.2 CAD 的过程	(7)
1.2.1 传统的设计过程	(7)
1.2.2 CAI 的过程	(8)
§ 1.3 CAD 系统	(8)
1.3.1 CAD 系统的构成及特点	(8)
1.3.2 CAD 系统的类型	(10)

第二章 CAD 系统的硬件和软件

§ 2.1 CAD 系统的硬件	(12)
2.1.1 图形显示器	(12)
2.1.2 输入设备	(17)
2.1.3 输出设备	(18)
§ 2.2 CAD 系统的软件	(20)
2.2.1 操作系统软件	(21)
2.2.2 应用软件	(21)
2.2.3 图形软件	(21)

第三章 数据表格与线图的处理

§ 3.1 概 述	(24)
§ 3.2 表格程序化	(24)
3.2.1 一元数表的程序化	(24)
3.2.2 二元数表的程序化	(26)
§ 3.3 函数插值与样条函数	(29)
3.3.1 线性插值	(29)
3.3.2 拉格朗日插值	(31)
3.3.3 牛顿插值	(33)
3.3.4 一元三点插值	(37)
3.3.5 二元插值	(39)
3.3.6 三次自然样条函数插值	(43)
§ 3.4 数据公式化	(52)
3.4.1 多项式拟合及最小二乘法	(52)
3.4.2 回归方程	(54)

§ 3.5 数据文件化	(59)
第四章 数据结构及数据库在CAD 中的应用	(65)
§ 4.1 概 述	(65)
§ 4.2 数据结构	(65)
4.2.1 基本概念及术语	(65)
4.2.2 数据的逻辑结构	(67)
4.2.3 数据的物理结构	(69)
§ 4.3 数据库及其管理系统	(73)
4.3.1 数据库的意义及其特点	(73)
4.3.2 数据库系统的构成	(74)
4.3.3 数据存取过程	(76)
第五章 计算机绘图	(77)
§ 5.1 概 述	(77)
§ 5.2 计算机绘图系统及工作过程	(77)
5.2.1 计算机绘图系统	(77)
5.2.2 自动绘图系统工作过程	(78)
§ 5.3 自动绘图的插补原理	(79)
5.3.1 绘图机的基本动作原理	(79)
5.3.2 逐点比较法	(81)
5.3.3 正负法	(90)
§ 5.4 编程方法	(92)
5.4.1 手工编程	(92)
5.4.2 自动编程	(93)
§ 5.5 图形程序设计	(93)
5.5.1 图形程序设计的基本方法	(93)
5.5.2 基本图形设计及几何处理方法	(94)
5.5.3 剖面图形设计	(106)
5.5.4 图形程序应用实例	(110)
第六章 图形变换原理	(127)
§ 6.1 概 述	(127)
§ 6.2 点的变换	(127)
§ 6.3 齐次坐标	(133)
§ 6.4 二维图形变换	(136)
§ 6.5 三维图形变换	(143)
第七章 图形剪取与消隐	(156)
§ 7.1 图形剪取	(156)
7.1.1 点的剪取	(156)
7.1.2 线段的剪取	(157)
7.1.3 多边形的剪取	(164)

§ 7.2 消隐藏线方法.....	(174)
7.2.1 边的评价.....	(176)
7.2.2 点的评价.....	(177)
7.2.3 面的可见性的评价.....	(177)
7.2.4 深度评价.....	(177)
第八章 交互设计	(179)
§ 8.1 概述.....	(179)
§ 8.2 交互设计的基本方法.....	(180)
附 录 DXY-880绘图指令.....	(182)
参考文献	(189)

第一章 计算机辅助设计 (CAD) 概论

§ 1.1 概 述

1.1.1 CAD 概念的产生与发展

早在1952年,由美国麻省理工学院(Massachusetts Institute of Technology)的伺服机构实验室完成了数控铣床的研究。但是,由于当时制作数控纸带需要大量的人工,所以,以该室的D·T·Ross为核心的研究小组开始研究用计算机制作数控纸带,并取得了成功。这可以说是CAM(Computer Aided Manufacturing, 计算机辅助制造)的开始。在此基础上,Ross又于1955~1959年发展了APT(Automatically Programmed Tools)程序系统。它是通过描述走刀轨迹方法实现了计算机辅助的NC(Numerical Control, 数控)机床编程。在这一过程中,人们曾想过,为了制造工件,若不描述走刀的轨迹而直接描述工件本身是否可行呢?由此产生了计算机辅助设计的最初概念(Computer Aides to Design),它说明计算机辅助过程是通过自动运行的各个程序来实现的。当时对此提法有所争议,在此期间,Ross提出了Computer Aided Design,并在MIT的电子、机械专家讨论APT数控编程系统时得以承认,把它理解为:是解决不同复杂程度的生产计划问题的诸过程,从分析设计直到运算都是在人与计算机之间以交互方式,即对话方式进行的。

1962年计算机分时实验获得成功,D·T·Ross与S·A·Coons合作,开始研究设计过程中的人机协同工作问题。1963年,MIT的林肯(Lincoln)研究所里的I·E·Sutherland,在他的博士论文中论述了CRT(Cathod Ray Tube, 阴极射线管)显示和光笔(Light Pen)技术在计算机图形中的应用。同年,在美国计算机联合大会上,MIT的Coons发表了题为《计算机辅助设计要求大纲(An Outline of the Requiriement for Computer Aided Design)》的报告,并在其中对CAD作了如下的设想:设计者在CRT的控制台前用光笔操作,从概念设计进而到生产设计,以致到制造为止,都可以做成与计算机对话。CAD系统不仅仅限于设计,也适用任何一种创造性活动,可以称为具有人人智能的奇迹般的变化。这当然是一种想象中的描述。

其实,在1963年期间,美国通用汽车公司(General Motors Company, 简写GMC)研制了CAD系统DAC-1(Design Augmented by Computer-1),它是一个用于三维曲面分析的多终端分时系统。洛克希德(Lockheed)公司与IBM公司联合开发了一个以大型机为基础的CAD/CAM系统——CADAM(Computer Graphics Augmented Design and Manufacturing),它具有绘图、数控编程和强度分析等功能。1965年,Ross和Miller研制成了ICES(Integrated Civil Engineering System),其中包含有有限元分析系统。

在欧洲,1966年,英国剑桥(Cambridge)大学研制了第一个与仪器无关的图像输出用GINO程序系统。他们设置一台Atlas-2计算机与设在曼彻斯特及科芬特里的ICL1904A计

算机连成一个CAD中心。1969年,柏林工业大学斯普尔(G. Spur)教授和他的同事们开始研制和发展三维CAD系统。

进入70年代,由于小型计算机的性能价格比有了大幅度的改进,个别大公司在CAD技术的应用方面取得了一定的经济效益,从而促进了CAD技术从实验室走向应用,并为中、小企业所关注。后来,美国Calma公司开发了以小型机为基础的转钥匙系统(Turnkey System),它是由小型机和有关外围设备等硬件和相应的软件组成的。联邦德国波鸿尔大学教授H·赛费尔特(H·Seifert)和他的同事从70年代初以来,先后设计了二维绘图程序系统PROREN1和三维程序系统PROREN2。

到了80年代世界科学技术爆炸性地发展,超大规模集成电路(VLSI)的出现,使得计算机成本大幅度下降,从而促进了CAD技术的迅速完善。据1982年一年的统计,全世界范围内就有一百多家新成立的CAD公司,特别是自个人计算机上CAD技术实现以来,使得CAD技术尤为显著地发展,并开辟了广泛的CAD技术市场。1983年由美国Tand公司、BG图形公司和个人CAD公司分别推出了Versa CAD、Drawing Processor和CAD Plan三个通用的CAD微机程序。Autodesk公司自1982年推出微型计算机辅助设计与绘图软件AutoCAD以来,更换了多次版本;1983年8月推出了1.3版;1983年10月推出了1.4版;1984年10月推出了2.0版;1985年6月推出了2.176版;1985年11月推出了2.18版;1986年7月推出了2.5版;直到1987年3月推出的最新版本2.6可以让用户建立三维的线条和曲面。美国康州微控制系统公司(Micro Control Systems Inc)开发了计算机辅助设计软件包“CADKEY”2.1版本,它以工程设计为主要目标,用微机来完成设计、分析和绘图工程设计图,并号称具有“真三维”的功能。

同时,各种形式的工作站相应的出现,计算机网络技术开始应用于CAD系统,形成CAD技术应用的网络系统。

我国CAD技术的引进大约是在60年代开始的,最近几年发展得很快。在机械、电子、建筑和服装等行业逐步进入了实用阶段。许多其它领域也进入了试探时期。一方面,直接引进CAD系统进行开发,并应用到实际中去。另一方面在国产机上开发CAD系统,如北京航空学院工艺研究所在TQ-16计算机上开发了针对飞机的计算几何设计与制造(CAGD/CAM)系统。我国自行研制出交互式人-机会话的图形终端,在CAD理论研究及软件方面也取得了较大的进展。由于小型计算机、微型计算机CAD系统投资少、开发周期短、功能比较强、普及快,我国目前的CAD技术的发展是以小型计算机和微型计算机CAD系统为主的。

随着CAD的发展,它的概念也不断丰富和完善。确切的说,到目前为止还没有一种能为人们广泛接受的定义。但CAD确是人机结合的设计过程,在这个过程中人和计算机各施所长,从而使这个系统能够发挥出较为理想的效能,取得了令人满意的效果。

CAD不仅只是一种新的设计方法,而且对整个设计方法学有极为密切的关系。1984年在东京召开的国际设计及综合讨论会上有22个议题,其中有5个是与CAD有关的;知识工程与CAD、CAD方法学, CAD模型及计算;齿轮传动的CAD、一体化CAD及应用,可见CAD在设计方法学占有的地位。

CAD作为一门综合应用技术已成为现代工业之必须,为现代设计不可缺少的工具。

1.1.2 CAD的应用

CAD技术在一些国家的飞机、汽车、船舶、模具、印刷电路、集成电路、建筑、机械设计等各个领域得到了广泛的应用。

在汽车制造业中,美国通用汽车公司车身制造厂设计车身时,工程技术人员用非接触扫描器对泥塑模型进行线测量,将测得的数据输入数据库,通过绘图修改制作三维形状的车身图,然后以该图数据为基础,对车身的座椅、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。世界上一些主要汽车公司如美国福特汽车公司、美国 Leyland 汽车公司、日本丰田汽车公司和三菱公司、意大利菲亚特汽车公司等都已研究应用。

在大规模集成电路设计中,美国IBM公司从1962年开始使用IBM704计算机作电路瞬态分析,发展了ECAP和NET-1两种通用分析程序,用于单元线路设计。瑞士ASEA-HAFO公司采用了PDP15/76小型计算机自动设计1.5千字的只读存储器 and 2000个晶体管的随机逻辑电路。

机电产品设计方面,汽轮机和燃气轮机转子应力分析、锅炉在不均匀加热情况下管道应力分析、系统模拟试验等已应用了计算机。日本长崎造船厂已采用大型电子计算机、会话型CRT显示器和自动制图机的自动设计系统(BLADES)设计汽轮机叶片。直流电机、热交换器、透平压缩机、透平增压器等都可以通过计算机辅助设计。

模具设计方面,意大利Olivetti公司从1968年开始研究模具的自动设计和制造。现已编制了OPTAL程序,生产标准零部件的模具用OPTAL程序设计。美国通用汽车公司已采用会话式系统设计和制造冲模,把冲模形状、尺寸、中心位置、切断负荷、冲程等参数存入计算机内,按照标准图进行设计并控制数控机床进行加工,生产周期大为缩短。1977年,捷克金属加工工业研究院研制了AKT系统用于冲裁模,复合模和级进模的设计。1978年,日本机械工程实验室研制了MEL系统进行级进模设计。1979年,日本旭光学工业公司研制出PENTAX系统进行冲孔和弯曲冲模的设计。

机械零部件,如凸轮、齿轮、轴、轴承等的计算机辅助设计较为成熟,并已和CAM结合起来。日本东京大学用有限元法进行结构振动分析和床身结构的优化设计、设计直齿齿轮组、斜齿轮组的齿轮直径、中心距,变速箱轴,并计算轴承在载荷作用下的变形。法国雷诺公司根据本公司高级研究员Bezier提出的曲面理论开发了曲面设计和曲面数控加工系统,对一些复杂零件应用CAD/CAM系统进行设计和加工。

经过十几年的应用实践证明,CAD技术的应用在某些领域内已经获得了很好的成效。这主要表现在:

1. 大大地减少了设计计算、制图和制表所需的时间,缩短了产品的研制周期;
2. 应用CAD技术可以从诸多方案中进行比较,从中选出最佳方案;
3. 提高产品设计的质量和生产率;
4. 把人从繁重的、重复性的劳动中解放出来,以便更多的用于创造性的劳动;
5. 加速产品的研制和投产过程,使产品更快地投入市场,同时,加速了产品的更新换代,提高了市场竞争能力。

在我国计算机辅助设计的应用正在各个行业中展开,并取得了许多成果,特别是近几年在机械、电子、建筑和服装等行业已进入实用阶段。例如:由北京大学计算机系研制成的RL-1测绘软件能根据不同数据绘出各种等值线和直观立体图形;华中工学院等单位研制的最优化通用程序库OPB-1是CAD的重要组成部分。上海模具技术研究所 IBM-PC/XT 微机上研制了交互式微机CAD系统;造船工业的数字放样;飞机外形的数学模型、铁路设计的图型处理、三维图型处理软件都已开发出来,还有南京工学院研制成功国产化服装CAD系统

等。1984年经国务院大规模集成电路和电子计算机领导小组办公室同意,委托中国电子学会电子计算机学会微型计算机分会和陕西省科委主办了《全国微型计算机应用成果展览交流会》,其中就辅助设计方面就有118项成果。

目前,CAD技术在我国更加为人们所重视,各行各业都在不断地开发、研制和应用CAD技术,使之逐步完善。但是,现在仍处于单个系统和单个局部问题的范围,尚未形成适应于某领域内比较完善的CAD系统,这有待于在现有的已开发出来的诸项成果中,综合各家所长,在此基础上升级,搞一个比较完整的、适应范围比较广的CAD系统。“七五”期间,国家重点科研与开发项目之一就是微型计算机CAD系统的研制,主要的是在现有的微机成果和应用软件基础上,尽快地开发出一个系列化、实用化、商品化的微机CAD/CAM系统,以IBM PC/XT和长城0520CH微机CAD工作站为硬软环境的二维和二维半的CAD系统,其中包括专用软件和应用软件;应用软件包括常用的机械产品物性计算软件包;常用机械零件有限元边界分析软件包;常用机械设计计算、图标、图型软件、汉化文档报表生成软件包;标准零件库尺寸仿真程序;数控加工处理软件包;CAD/CAM基础软件包。专用软件包括冷冲模CAD/CAM应用软件包和齿轮传动系统设计一体化应用软件包。

1.1.3 CAD的未来

在过去的20多年里,计算机辅助设计已发展成为一个比较稳定的工具,并且建立起广泛的应用市场。随着半导体工业的发展。CAD的设备日趋发展。一些新的、更高级的概念正在形成并应用于新的设备中。个人计算机(PC)和32位工作站及网络技术的应用正为CAD技术开辟一个新的环境。

最近在美国的企业界,正在引入一个新的概念——CIM(Computer Integrated Manufacture),可译为“计算机集成的一体化制造业”。“Integrated”有两个含义:一是“集成的”,即计算机技术的集成;另一是“一体化”,即利用这些技术对企业进行一体化的运行、管理。应用CAD、CAM、AMH(自动化材料管理)、GT(分组组合技术)、RT(机器人技术)、MPGS(企业规划及控制软件)等技术集成设计-生产-管理三个职能于一体;即输入的是要求和产品概念,而输出的则是全部装配好的、已检验合格的成品。因此在集成生产系统内、人参与生产活动的机会更少,在某种意义上,它就是高度自动化的无人化工厂前景。预计到2000年前作为设计和制造之间的联系手段——图纸将失去作用而全盘自动化的集成生产系统完成。

图1-1是一种集成一体化结构示意图。

从CAD技术发展过程来看,可以化分为五代:

第一代是50到60年代中期以MIT、洛克菲勒 IBM为代表在大型机上CAD专用系统。

第二代是60年代中期到70年代中期,其特点是大型机配有存储管显示器,作为整机系统出售,但功能价格比较低。图型输

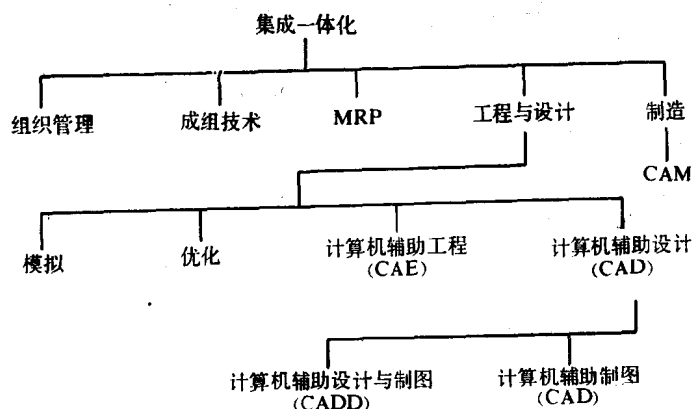


图1-1 集成一体化结构图

入输出设备的出产使更多的工程技术人员接触CAD。CAD开始进入应用阶段。

第三代70年代中期到80年代初期,大规模集成电路(IC)问世使整机的价格下降,通用计算机制造厂出售,以数据库为中心的全系统。只有解析与仿真综合功能,它是有二维结构的设计系统;三维功能较弱,并配有光栅式彩色图形显示器和缓冲存储器,具有代表性的是APPLE公司的AGS系统,和CV公司的CADDs系统。

第四代是80年代初至今以工程工作站(EWS)和局部网络(LAN)与主机构成的分散处理系统,在超大规模集成电路的支持下工程工作站,具有强有力的CPU和良好的显示处理功能。其特点,32位超微型机并有32位并行处理方式的软件和三维图形处理功能。工程数据库结构技术发展,建立工程数据库。其有代表性的是阿波罗公司和太阳微机系统公司。

第五代即智能化CAD系统,是在智能化计算机上建立具有知识数据库支持下的使用推理机。

由于第五代电子计算机的兴起,导致了今天计算机在结构方面的三个重要趋势:减少指令集计算机、并行处理和容错系统。

一 减少指令集计算机(RISC)

在减少指令集的计算机技术中,CPU计算能力的加强是通过把指令中最常使用的、最简单的指令,由硬件来实现的。复杂的和不经常使用的指令被编成系统子程序,它们可以在一个机器周期中被执行,而不必对主存进行存取。

减少指令集的机器最适用于大量使用CPU的应用领域。惠普(HP)的新HP930和950系列使用了该公司的减少指令集基本精度结构(RISC-based precision architecture)。另一个厂家,Pyreunid Technology也建立了自己的以减少指令技术为基础的系统投入市场,它的90X系统近几年来一直在和DEC公司竞争。IBM公司的RT-PC(日本IBM的6100系列)、SUN微机系统公司的SUN-4工作站,ATQT公司正在开发的工作站都是RTSC机。

二 并行处理

并行处理是另一个趋势和热门,特别适用于CPU使用集中的应用。单一程序的不同部份在不同的处理器上处理,减少了执行复杂任务的运行时间。它要求软件应按照并行处理的要求来写。如果用户想把已经存在的应用问题改造成适用于并行处理,而厂家又没有提供这种转换工具,那么,这样的变换过程将是相当费时的。

并行处理与传统的多处理器(例如DEC公司的机群——CIUSTER系统)是不一样的。在多处理器中,几个进程是被分配给多个处理器的。超小型机厂家从事超小型机并行处理的数量正在增加,其中包括Cencurrent Computer Corporation, Flexible Computer等。巨型并行机Crayx-Mp4, Cray-2等已经投入使用;多微机系统Ipsc, Butterfly(TM)等各种系统亦相继出现。伴随国际上出现“并行计算热”(Parallel Computing Craze),五花八门的并行计算机系统不断涌现,雨后春笋般的并行计算论文陆续发表,并行计算的研制队伍也在连锁反应似的扩大。

三 容错系统

容错系统是指在该系统中,不存在单一的,能造成对用户来说出现功能上变化的损坏。它备有足够的备件,当机器部份损坏时,它将能继续工作。已经有几种不同的方法用以完成这些任务,提供容错系统:启动的备用系统(hot standly),三模块冗余系统(Triple modular redundancy)和多处理器结构等。

§ 1.2 CAD的过程

1.2.1 传统的设计过程

在工程设计中，一般的设计方法可分为三种：

一 重复设计方法 (Iterative design method)

这是设计中常用的方法，尤其是在设计的早期阶段。此过程是根据人们的直觉和经验，按照一定的规则获得初始解。再对此结果进行分析判断是否满足设计要求。如果不满足要求，则根据分析所得到的信息作进一步的修改。再分析，再修改，直到满足设计要求为止，或确认在给定的要求范围内此设计是不可能的为止。此法就是一般说的经验设计。重复设计过程可用图1-3示意：

二 直接设计方法 (Directive design method)

重复设计方法是以设计分析的结果为基础进行重复设计判断。而直接设计方法是以设计分析作为方法进行设计的，就是通常说的理论设计。换句话说，通过分析直接得出设计。在这个过程中，可用参数表示法定义设计，并可知道参数之间的相互作用。

三 选择设计方法 (Selective design method)

一项设计过程中，在满足给定要求条件下，可能会有许多解。这是因为设计要求本身包含有一个或更多的变量。这种情况下，就要根据设计要求的影响因素，对每一个设计的功能特点进行综合评判，选出最终设计。

而就设计的一般过程可分为下列五个阶段：

第一阶段，说明设计的功能及其制造和应用环境要求。

第二阶段，根据经验大致地分析设计的可能性及其途径，研究出实现最后设计的“战略规划”。

第三阶段，应用前面讲的三种基本方法之一进行设计求解。

第四阶段，测试最终设计的正确性，以保证在各个阶段所采用的假设在最终实现中的有效性。

第五阶段，应用设计结果制造产品。

由此可以看出，传统的设计过程可用流程图

技术说明→设计规划→设计求解→设计检查→应用
来表示。

倘若用图1-4所示来表示传统的人工设计过程就更为直观。

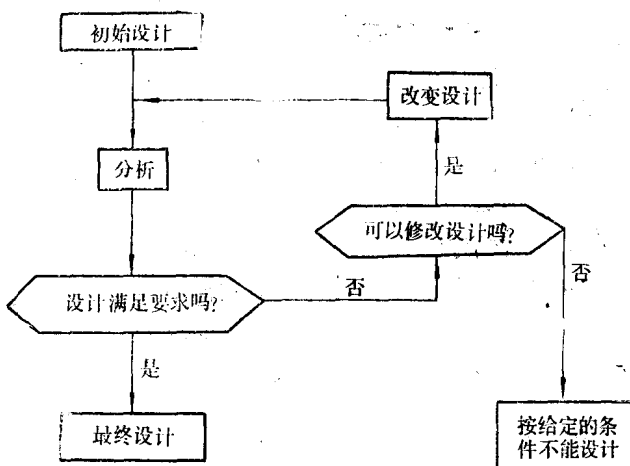


图1-3 重复设计过程示意图

此图表明了设计者首先根据给定的技术说明，了解有关信息、消化有关资料。然后反复进行计算及绘制草图。当这一过程结束后，形成加工制造的信息。

1.2.2 CAD的过程

CAD的过程同传统的设计过程的区别很关键的一点就在于它改变了以往单独由人进行的全部设计过程的状态。计算机介入了设计过程，并在其中起着很大的作用。CAD的过程是将人与计算机结合于设计过程之中。如图1-5所示，表示的是CAD的过程。与图1-4比较，在设计求解阶段增加了人与计算机之间的“信息流”。开始的技术说明还是经由人把它变成一定的信息输送给计算机，计算机对此信息作出判断，如果有错，提示设计者以便改正。其中的全部运算均由计算机执行，并可根据计算结果自动地在显示屏幕上显示出图形（草图），请求设计者对此作出判断。若不满足要求，再作修改，直到满足要求为止。最后形成加工制造信息。

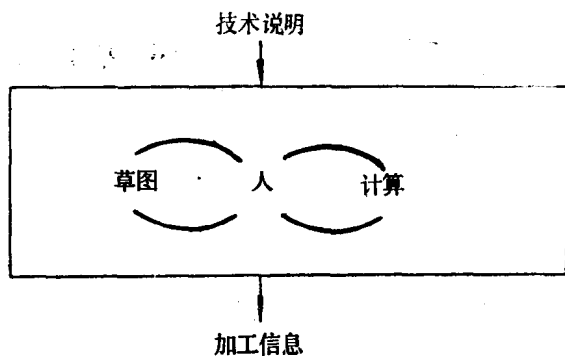


图 1-4 传统的设计过程

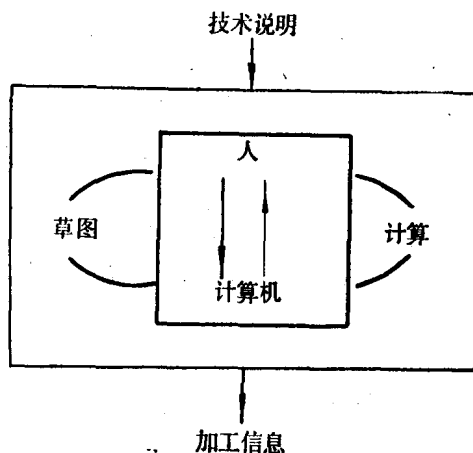


图 1-5 CAD设计过程

§ 1.3 CAD系统

1.3.1 CAD系统的构成及特点

一般来说，CAD系统的基本构成都是由硬件、软件和操作人员组成的，如图1-6所示。

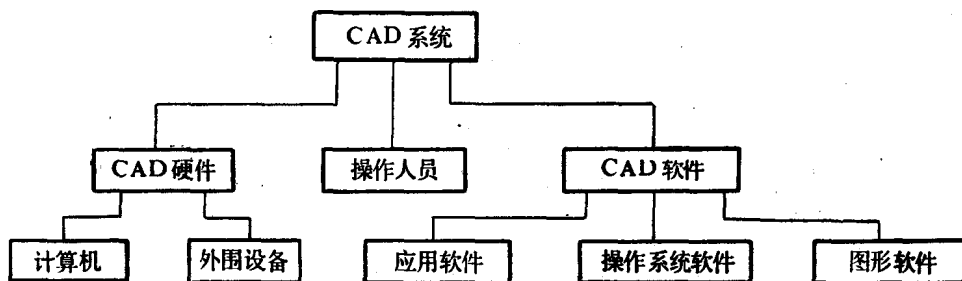


图 1-6 CAD系统构成

其中硬件部分最主要的是主机，同时还需要有大容量的随机存储器（RAM）以解决中央处理器的高速和信息流低速之间的矛盾；要有大容量的后援存储器（如高密度软盘和硬盘）

以存放大量的数据；要有彩色图形显示器以便人-机会话（man-machine dialogue）；要有绘图仪和数字化仪以便绘出精度高、质量好、各种规格的图形和输入图形。

软件方面包含有CAD系统程序设计语言，分析编译系统，交互式操作系统，CAD系统的管理系统，数据库系统，图形处理及汉字处理软件，工程分析及运动分析软件等。

作为操作人员，应当具有一定的专业知识和计算机应用方面的知识。

CAD系统的具体结构往往取决于应用的领域和使用者的环境条件，一般的可以分为四种形态。

一 大型直接连接型

该系统是以大型机为主机，直接与CAD终端相连，或用通讯回路连接的分析方法TSS（Time Sharing System）与远程工作站联接的方法RJE（Remote Job Entry）。

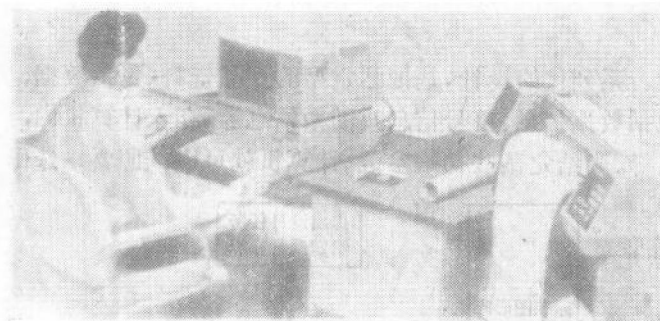


图1-7 一种Turnkey System

这种系统亦是以大型计算机为主机，但可以带有小型机或微型机作为终端。它具有产生基本图形及图形编辑和控制等某些功能，应答性比较强。

三 独立使用型

这种系统一般又称为“转钥匙”系统（Turnkey System）。它以小型或高档微型机作为主机，把图形输入装置、图形显示装置以及绘图仪全部连接起来，具有会话性交互图形，应答性很好，其软件是专门准备的。

这种系统方便应用，引进费用低，不同的行业可准备相应的软件包。减少了用户的软件负担。如图1-7。

四 微机网络型

随着微机性能不断的提高，32位超级微机的出现，以及网络技术的发展，使得用超级微机工作站网络代替小型计算机为主机的CAD系统成为可能。同时，将集中控制改为分导式网络系统。这类系统是目前世界上有较强生命力的一类CAD系统。一般是由一台或多台32位高性能计算机和一些终端组成。

再加上其它外部设备组成的CAD工作站，如图1-8。

由于有大型计算机，CAD软件以及工程数据库可以灵活应用。然而，由于通讯回路速度和图形显示的速度慢，给中央处理装置带来了较重的负担。

二 智能终端型

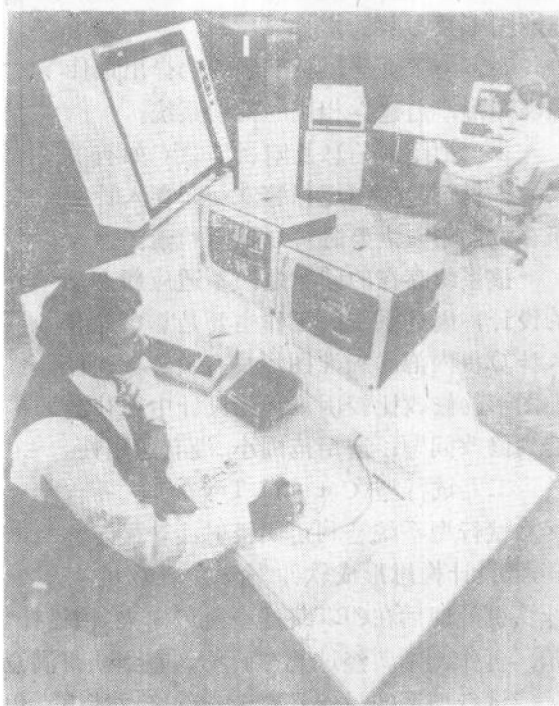


图1-8 一种工作站

1.3.2 CAD系统的类型

根据CAD系统是否具有人-机对话功能分为会话型与非会话型两大类。

会话型CAD系统是指在人的参与下,以人-机对话的交互作业方式进行。这种系统是以人为中心,多用于难以用目标函数表示的设计问题。

非会话型CAD系统一般来说是不需要人或很少需要人的参与而自动地进行运行。设计人员根据具体设计问题的要求及步骤事先编好程序,由机器自动地运行该程序,直到获得最终解为止。这种系统是以计算机等设备为中心,多用于设计目标可以用目标函数来描述的问题,通常又称它为“自动设计”系统,简称AD(Automated Design)。

对非会话型系统按其功能的不同又可分为信息检索型,试行型和计算型系统。下面分别介绍这三种类型系统。

一 信息检索型

信息检索型系统主要适用于标准化、系列化的设计,是把已定型的产品资料(包括数据、技术要求及图纸等)变成一定的信息(包括数据信息、符号信息及图型信息等)存入计算机内,例如电机、汽轮机、变压器、泵及减速器等。当给定某些初始参数,计算机就可以按照要求选出对应的产品,给出图形及其它有关信息,若满足要求便可绘制成图。图1-9是检索型CAD系统工作示意图。

系统的建立步骤为:

1. 整理以往某种定型产品的图纸及有关数据,考虑可能的发展,汇集成几种标准图形及参数。

2. 为了更快、更准确的选择出最佳标准图形,需建立相应的检索系统。

3. 把图形信息及附属信息(如有关尺寸、材料、作图规程等)一起存入计算机存储器中,需要时可以随时检索。

该系统存在的问题是:不适应新产品的的设计,因为系统的工作主要是靠事先存入计算机内部的标准图形及有关参数;标准图形的修改比较困难,而设计中往往会遇到修改问题;适用范围小,没有通用性。

二 试行型(Cut and Try)

试行型系统是利用阴极射线管显示终端,把设计构思形成软件,输入给计算机,经计算机处理后在CRT终端上显示出来,由设计者判断。若不成功,再次修改软件,经运行、显示,再作判断,经过几个循环,直到获得满意结果为止。其系统工作示意图如图1-10所示:

试行型系统虽然具有一定的修改能力,但由于图形处理语言亦很薄弱,还不能直接进行新产品设计。

三 计算型

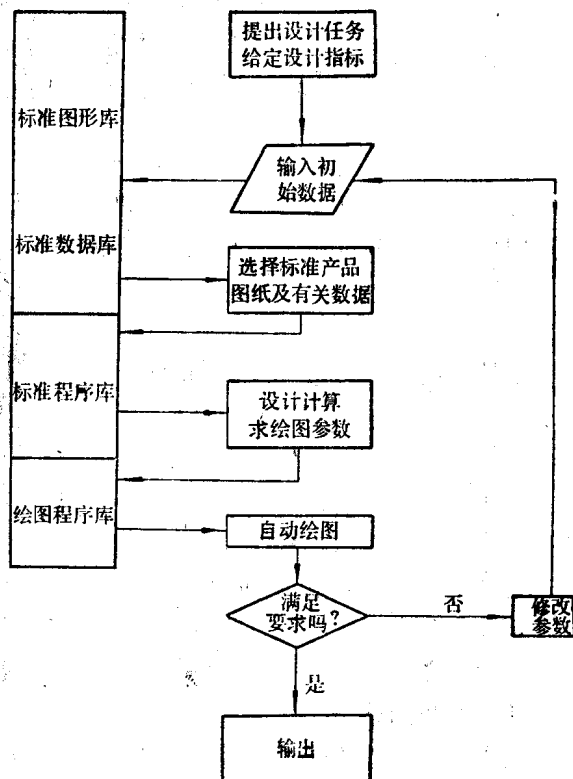


图1-9 检索型CAD系统工作示意图