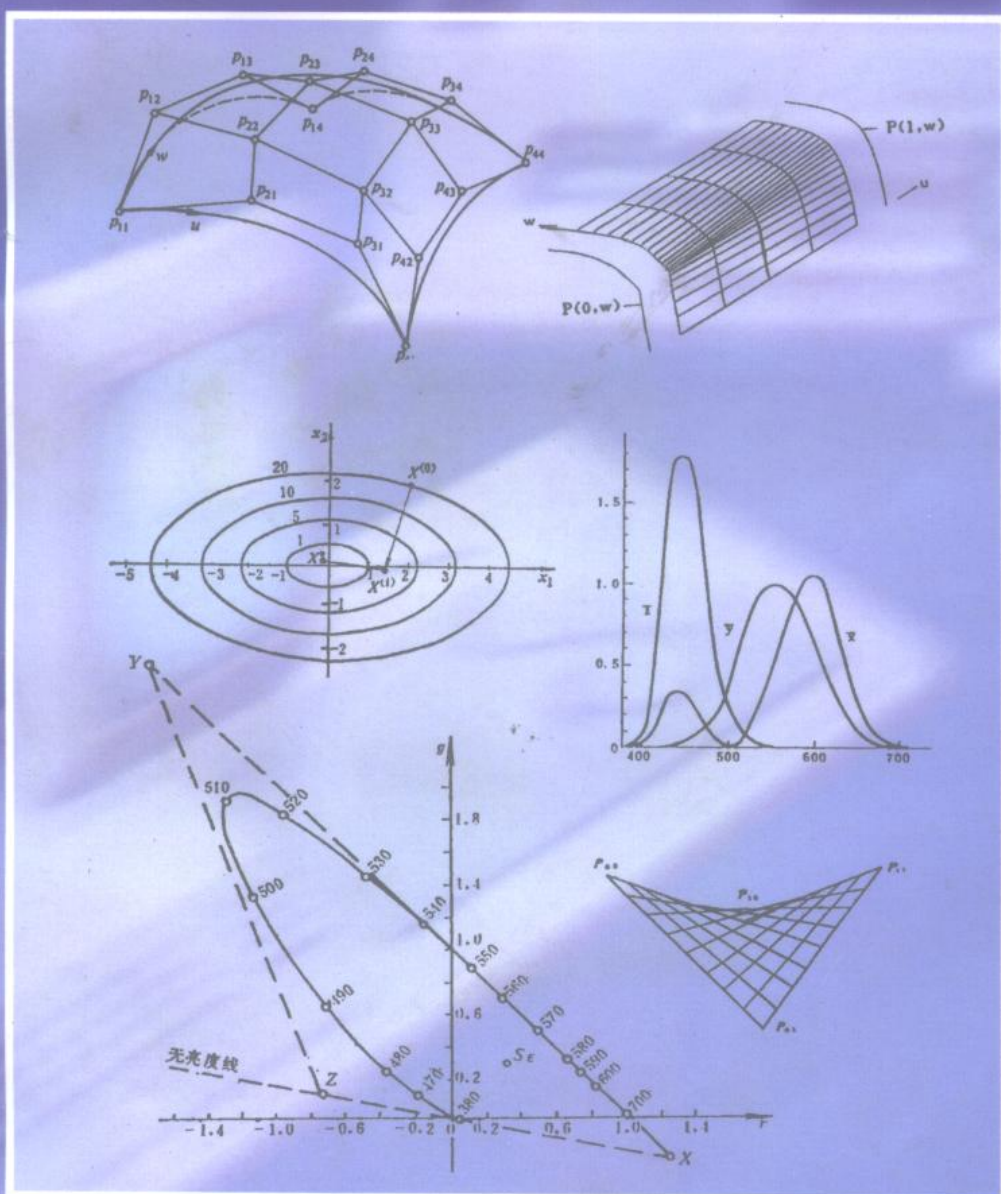


CAD

计算机辅助设计原理及应用

Principle and Application of Computer Aided Design

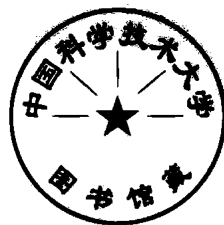
编著 葛玉琛 李建中



天津科技翻译出版公司

计算机辅助设计(CAD) 原理及应用

编著 葛玉琛 李建中



天津科技翻译出版公司

内 容 提 要

本书系统地论述了计算机辅助设计(CAD)的基本原理和重要的算法,并介绍各个部分的典型的软件。全书共分十章,内容依次是CAD概述、CAD的硬件和软件、二维图形生成、图形变换及裁剪、三维造型和逼真显示及CAD的交互技术。第九章介绍CAD应用软件的开发方法和几个应用实例。第十章介绍CAD的预备知识供读者选读。

本书可作为高等学校CAD课程的教材,也可供工程技术人员参考。

计算机辅助设计(CAD)原理及应用

葛玉琛 李建中 编著

责任编辑 李文玲

天津科技翻译出版公司出版

新华书店天津发行所发行

国营武清县印刷厂印刷

* * *

开本:787×1092 1/16 印张 18.25 字数 487(千字)

1997年8月第1版,1997年8月第1次印刷

印数 1--1000册

ISBN 7-5433-0723-5

TP·18 定价:32.00元

(如发现印装问题,可与出版社调换)

邮编:300192 地址:天津市南开区白堤路244号

前 言

计算机辅助设计(CAD:Computer Aided Design)是利用计算机技术进行产品设计或工程设计的一门新兴学科。CAD把计算机快速准确的数据处理能力和设计者的思维活动及分析综合能力结合起来,从而缩短了设计周期,提高了设计质量,增进了产品的竞争能力。

现在,CAD技术已广泛应用于机械、电子、航空、汽车、建筑、轻工等国民经济各个领域,成为衡量一个企业乃至一个国家的技术水平的重要标志之一。因此,自80年代起,发达国家都把CAD教育作为高等教育和继续教育的重要内容。CAD技术属高科技,它是60年代才开始成形的以多种学科为基础的一门交叉学科,涉及计算机科学、计算数学、计算机图形学、程序设计方法学、微电子技术等多种知识领域。不同领域的CAD内容有较大差异,但基本内容有许多共同之处,例如,计算机绘图技术、造型技术、交互技术、分析仿真、工程数据库技术等。

全书共分十章,内容包括CAD概述、CAD的硬件系统、CAD的软件系统、二维绘图及三维显示技术、图形变换及CAD交互技术等。第八章介绍工程中常用的AutoCAD软件包。第九章介绍如何利用本书介绍的知识开发CAD应用软件并简述了CAD在服装设计、包装结构及装潢设计等领域中的应用实例。第十章介绍CAD技术所必不可少的预备知识,供不同程度的读者选用。

全书主要阐明基本原理和典型算法,并介绍一些通用软件。

在阅读本书前应该具备线性代数、数值分析、程序设计等预备知识。对于有一定基础的读者,可以读完3.1节之后读第四、五、六、七、九章。否则,可先阅读第十章的部分内容。

本书由葛玉琛主编,第八章由李建中执笔,第二章和第五章由葛相韬执笔,第六章的第7节由李书泽执笔,第十章的第1节和第3节由鲁永艳执笔,第十章的第2节和第4节由王金变执笔,该章的第6节由丁微波执笔,其余各章节由葛玉琛执笔。

全书插图由钟蕾、葛相韬绘制,文稿录入鲁永艳、刘杰、蒲桂玲,排版葛相韬。

本书编写过程中曾参照过数十种国内外文献,书末列出了其中一部分。本书编写和制版过程中曾得到杨天健、王余良、王建清和赵秀萍等同志的关怀和帮助。编著者对于文献作者以及对本书关怀和帮助的同志表示感谢。

本书是以上作者学习、教学及开发科研项目中的心得。由于作者水平有限,时间仓促,错误之处在所难免,希望读者批评指正。

编著者

1996.4

目 录

前言

第一章 CAD 概述	1
1.1 CAD 的产生和发展	1
1.1.1 设计的过程	1
1.1.2 自动设计	2
1.1.3 CAD 的出现	2
1.2 CAD 的功能和应用	2
1.2.1 CAD 的应用	2
1.2.2 CAD 的功能	3
1.2.3 CAD 系统的组成	3
1.3 CAM	4
1.3.1 CAM 的产生	4
1.3.2 CAM 的功能	4
1.4 CAD 与 CAM 的集成	5
1.4.1 CAE	5
1.4.2 CIMS	5
第二章 CAD 的硬件系统	7
2.1 CAD 的主机系统	7
2.1.1 主机系统	7
2.1.2 小型机成套系统	7
2.1.3 工程工作站系统	7
2.1.4 PC 机系统	8
2.2 图形输出设备	8
2.2.1 图形输出设备的分类	9
2.2.2 阴极射线管(CRT)	9
2.2.3 彩色 CRT	10
2.2.4 刷新式随机扫描显示器	10
2.2.5 刷新式光栅扫描显示器	10
2.2.6 存储管式随机扫描显示器	12
2.2.7 笔式绘图仪及插补原理	12
2.2.8 喷墨打印机	13
2.2.9 激光打印机	13

2.3	图形输入设备·····	14
2.3.1	图形输入设备的逻辑分类·····	14
2.3.2	光笔·····	15
2.3.3	鼠标器·····	15
2.3.4	数字化仪·····	16
2.3.5	扫描仪·····	17
2.4	图形处理器·····	17
2.4.1	CPU 和 DPU ·····	17
2.4.2	个人计算机的视频卡·····	17
第三章	CAD 软件系统 ·····	19
3.1	图形软件设计基础·····	19
3.1.1	图形的表示·····	19
3.1.2	图形的属性·····	23
3.1.3	图形数据结构·····	24
3.2	图形软件标准 GKS ·····	25
3.2.1	图形软件标准化·····	25
3.2.2	GKS 的图素 ·····	27
3.2.3	图段·····	27
3.2.4	GKS 的输入功能 ·····	28
3.2.5	GKS 的工作站 ·····	29
3.2.6	图段的存储·····	29
3.3	有限元分析·····	30
3.3.1	有限元分析的基本原理·····	30
3.3.2	有限元分析的前置处理和后置处理·····	30
3.4	最优化设计方法·····	31
3.4.1	目标函数与约束条件·····	31
3.4.2	无约束问题的优化方法·····	32
3.4.3	约束问题的优化方法·····	33
3.5	CAD 的数据库 ·····	34
第四章	图形的生成算法 ·····	36
4.1	基本图素及其生成算法·····	36
4.1.1	基本图素的属性·····	36
4.1.2	基本图素生成算法·····	36
4.2	点生成算法·····	38
4.2.1	DDA 算法 ·····	39
4.2.2	Bresenham 算法 ·····	40
4.2.3	逐点比较法·····	41

4.3	线生成算法	42
4.3.1	圆弧的多边形逼近算法	42
4.3.2	n 次抛物线 多边形逼近算法	43
4.3.3	一般曲线的多边形逼近	44
4.4	曲线拟合	44
4.4.1	插值与逼近	44
4.4.2	圆弧插值	46
4.4.3	多项式(抛物线)插值	46
4.4.4	样条插值	48
4.4.5	Bezier 曲线	50
4.4.6	B 样条曲线	52
4.4.7	非均匀有理 B 样条曲线 (NURBS)	58
4.5	二维域的生成	58
4.5.1	多边形填充算法	58
4.5.2	种子填充算法	60
4.6	字符的生成	61
4.6.1	字符生成器	61
4.6.2	字符的属性	62

第五章 图形变换 63

5.1	坐标系	63
5.1.1	坐标系的分类	63
5.1.2	世界坐标系	63
5.1.3	造型坐标系	63
5.1.4	观察坐标系	63
5.1.5	设备坐标系	64
5.1.6	规格化设备坐标系	64
5.2	几何变换	64
5.2.1	基本二维几何变换	64
5.2.2	逆变换	66
5.2.3	复合变换	67
5.3	齐次坐标	68
5.3.1	给表示矩阵加边	68
5.3.2	齐次坐标的几何解释	68
5.4	齐次坐标系下的几何变换	69
5.4.1	基本二维变换及其逆变换	69
5.4.2	二维复合变换	70
5.4.3	三维几何变换	72
5.5	二维观察变换	74
5.5.1	世界坐标系(WC)与窗口(Window)	74

5.5.2	设备坐标系(DC)与视口(Viewport).....	74
5.5.3	窗口视口变换.....	74
5.6	图形的裁剪.....	75
5.6.1	点的裁剪.....	75
5.6.2	二维线段的裁剪.....	75
5.6.3	多边形的裁剪.....	76
5.6.4	字符的裁剪.....	77
5.7	投影变换.....	77
5.7.1	投影变换的分类.....	77
5.7.2	平行投影变换.....	77
5.7.3	透视变换与透视投影变换.....	79
5.8	三维裁剪.....	80
5.8.1	观察坐标系下的三维裁剪.....	80
5.8.2	裁剪坐标系下的三维裁剪.....	82
5.8.3	屏幕坐标系下考虑深度的裁剪.....	83

第六章	三维图形显示	86
6.1	几何造型.....	86
6.2	线框造型.....	86
6.3	曲面造型.....	86
6.3.1	曲面的表示.....	87
6.3.2	双三次曲面.....	88
6.3.3	Coons 曲面	89
6.3.4	Bezier 曲面	90
6.3.5	B 样条曲面	90
6.3.6	非均匀有理 B 样条(NURBS)曲面	91
6.4	实体造型.....	91
6.4.1	基本体素及其运算.....	91
6.4.2	三维形体的表示方法.....	92
6.5	消隐.....	96
6.5.1	消除隐藏线和隐藏面	96
6.5.2	Roberts 算法	96
6.5.3	Warnock 算法	99
6.5.4	深度缓冲器算法	100
6.5.5	曲面的等值线消隐算法	101
6.6	明暗处理	102
6.6.1	一个简单的光照模型	102
6.6.2	多面体的明暗处理方法	103
6.6.3	阴影	104
6.6.4	透明	105

6.6.5	纹理	105
6.6.6	整体光照模型和光线跟踪算法	106
6.7	颜色	107
6.7.1	颜色感觉形成的基本原理	107
6.7.2	颜色的心理属性	109
6.7.3	颜色的描述	110
6.7.4	颜色模型	113
6.7.5	颜色的协调	114
第七章	CAD 的交互技术	115
7.1	用户接口概述	115
7.1.1	用户模型	115
7.1.2	命令语言	115
7.1.3	输入反馈	115
7.1.4	信息显示	115
7.2	输入设备和三种输入工作方式	116
7.2.1	逻辑输入设备的模拟	116
7.2.2	输入控制方式	116
7.2.3	定位技术	118
7.3	菜单技术	118
7.3.1	菜单的形式	119
7.3.2	菜单的结构	119
7.3.3	菜单的选择	119
7.4	窗口与对话框	120
7.4.1	窗口技术	120
7.4.2	对话框	121
第八章	AutoCAD	123
8.1	AutoCAD 的软硬件环境	123
8.2	AutoCAD 的装入、启动和运行	124
8.2.1	AutoCAD 装入	124
8.2.2	AutoCAD 启动、运行	124
8.3	基本绘图命令的使用	128
8.3.1	AutoCAD 命令的输入形式	128
8.3.2	AutoCAD 的实用命令	129
8.3.3	AutoCAD 实体绘图命令	132
8.3.4	图形编辑程序的使用	134
8.4	层、颜色和线型	135
8.4.1	层	136

8.4.2	图层的颜色	136
8.4.3	图层的线型	136
8.4.4	图层命令 LAYER 的使用	136
8.5	块	138
8.5.1	块的定义命令—BLOCK	138
8.5.2	块的插入命令—INSERT	138
8.5.3	块的存盘命令—WBLOCK	139
8.5.4	基准点命令—BASE	139
8.6	属性—Attribute	139
8.6.1	定义属性	140
8.6.2	定义属性块	141
8.6.3	属性编辑	141
8.6.4	属性显示和提取	143
8.7	AutoCAD 与高级语言的连接	145
8.7.1	图形交换文件的格式	145
8.7.2	图形交换文件的操作命令	155
8.7.3	图形交换文件的生成	156
8.7.4	图形交换文件的读取	157
8.8	AutoLISP 语言及编程	158
8.8.1	AutoLISP 的安装和运行	159
8.8.2	AutoLISP 的数据类型	159
8.8.3	AutoLISP 的应用	160
8.8.4	AutoLISP 的标准函数	163
8.8.5	增加的 AutoLISP 函数	171
8.8.6	程序结构控制函数	180
8.8.7	文件管理与I/O 函数	181

第九章 CAD 应用软件的开发 184

9.1	CAD 应用软件的开发方法	184
9.1.1	自行开发 CAD 应用软件的必要性	184
9.1.2	CAD 应用软件的开发方法	184
9.1.3	系统软件的选择	184
9.1.4	用户接口系统中汉字菜单设计	185
9.1.5	硬件环境的配置	186
9.2	服装 CAD	186
9.2.1	款式设计系统	186
9.2.2	衣片生成系统	186
9.2.3	放码系统	187
9.2.4	排料系统	188
9.2.5	三维服装 CAD	188

9.2.6	服装CAD/CAM 系统的硬设备	189
9.2.7	服装CAD/CAM 趋势	189
9.3	缓冲包装 CAD	190
9.3.1	包装 CAD 应具备的功能	190
9.3.2	数学模型的建立	190
9.3.3	计算、分析与优化	190
9.3.4	图形处理	191
9.3.5	包装装潢设计	192
9.3.6	“TILI—SKH 纸包装结构设计”简介	192
第十章	CAD 的预备知识	193
10.1	BASIC 屏幕绘图	193
10.1.1	BASIC 绘图语句	193
10.1.2	简单程序设计的例子	197
10.2	Turbo C++ 屏幕绘图	200
10.2.1	图形适配器及视屏模式	200
10.2.2	文本模式下的程序设计	200
10.2.3	图形模式下的程序设计	207
10.3	在绘图仪上绘图	230
10.3.1	DXF-880A 绘图仪与 IBM PC 机的联机方式	230
10.3.2	绘图命令	230
10.3.3	程序设计举例	234
10.4	矢量和矩阵	236
10.4.1	矢量的运算	236
10.4.2	矢函数	236
10.4.3	矩阵的运算	237
10.4.4	线性变换的矩阵表示	240
10.5	线性方程组的数值方法	241
10.5.1	迭代法	241
10.5.2	高斯消去法	243
10.5.3	主元素法	244
10.5.4	追赶法解三对角线方程组	245
10.6	数据结构	247
10.6.1	数据结构概述	247
10.6.2	线性表	249
10.6.3	树	263
10.6.4	查找	268
10.6.5	分类	273
参考文献		280

第一章 CAD 概述

CAD 是 Computer Aided Design (计算机辅助设计) 的缩写, 与之密切相关的 CAM 是 Computer Aided Manufacturing (计算机辅助制造) 的缩写。顾名思义, CAD 和 CAM 是计算机帮助人进行设计和制造, 计算机的工作是辅助性的。名字的本身反映了 CAD 和 CAM 在其诞生之初所起的作用。

1.1 CAD 的产生和发展

计算机是作为计算工具诞生的, 后来广泛地应用于数据处理。至于设计, 人们认为它是一种复杂的人的思维形式。在这方面计算机帮不上什么忙, 至多在设计中遇到复杂的数值计算问题时, 计算机才派上用场。实际上, CAD 的开创性工作是在 60 年代中期, 到现在不过 30 年。计算机在设计中的分析计算功能不断完善, 而且在图形处理上也飞速发展。如今, CAD 已经渗入科学技术的几乎一切领域。CAD 系统已成为工程技术人员不可少的工作环境。

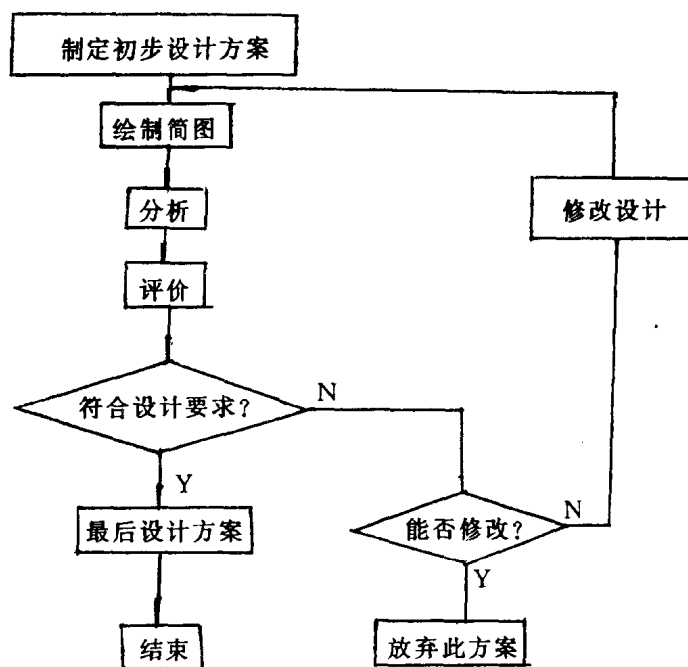


图 1-1 迭代式设计过程

1.1.1 设计的过程

设计是个十分复杂的过程。对于不同的设计对象, 方法可能不同。一般说来, 应先做市场调查, 建立数学模型, 绘制草图, 确定初步的设计方案。然后进行分析评价, 如果不够满意, 则对方案进行修改, 之后再分析, 直至合格为止。这是一个设计、分析、修改、再分析的循环过程。图 1-1 是迭代式设计的过程。

1.1.2 自动设计

60 年代初出现过自动设计(Automation Design)。这种方法虽然有能批量处理等优点,但程序执行过程中,人无法进行监视和干预。这就是所谓“黑箱”(Black box)问题。执行过程中出现错误时,要重新修改程序。当设计对象不断变化时,这种方法也不够灵活。

自动化在 50 年代很活跃。设计过程的自动化无疑是人类努力的目标,但当时的计算机科学和外部设备的水平是做不到完全自动化的。

1.1.3 CAD 的出现

设计中的两项大任务是分析和绘图。设计中要显示产品的几何造型图,设计完成之后,设计的结果是工程图纸。设计方案好坏要进行分析 and 测试,因此,计算机不但具有分析计算能力,而且又有图形处理能力,才能在设计中起积极作用。CAD 的产生和发展一直和图形设备及计算机图形处理能力相关联。

有限元分析法(FNA)是解决力学和物理中许多问题的重要方法。它把描述连续体问题的微分方程化为线性方程组,但方程的数目常常大得惊人,人工是无法计算的。计算机运算速度的不断提高,使解决问题成为可能,最初有限元分析几乎是 CAD 的同义语。

1958 年,美国 Calcomp 公司制成滚筒式绘图仪。同年,Gerber 公司由数控机床发展成平板式绘图仪。绘图仪由两个步进(或伺服)电机控制笔车的两个运动方向。笔可以画出短直线段或叫矢量。矢量串可以逼近曲线。这样,可以在绘图仪画出任何由线条组成的图形。对封闭的多边形进行填充(线条或图案),可以产生平面域。绘图仪的诞生开始了被动式绘图阶段。

1962 年,美国麻省理工学院(MIT)林肯实验室的 I. E. Sutherland 发表了“sketchpad: 一个人机通信的图形系统”的博士论文。这是公认的“交互式的计算机图形学”的开端,也为 CAD 的发展奠定了基础。60 年代中期,出现了许多商品化 CAD 设备。

70 年代,微电子工业飞速发展,大规模集成电路导致微型计算机诞生,计算机进入第四代。计算机的处理速度和存储能力以每年 40% 的比率上升,而体积和价格却以同样的比率下降。廉价的随机存储器、光栅扫描显示器、图形输入板等多种图形设备,使得商品化的 CAD/CAM 系统的价格为中小企业所接受。

80 年代,CAD/CAM 工作站销售量大增。CAD 软硬件向标准化、集成化和智能化发展。人工智能和专家系统在 CAD 系统中的应用,使 CAD 又一次向自动设计接近。

到了 90 年代,计算机技术出现许多新成果。RISC 微处理器广泛用于工作站,图形的并行处理,多媒体技术的崛起都赋予 CAD 技术以新内容。作为 CAD 和 CAM 集成的结果的 CIMS 正在走向成熟。

1.2 CAD 的功能和应用

1.2.1 CAD 的应用

CAD 技术起源于航空工业和汽车工业。早期的 CAD 设备价格昂贵,只有飞机、船舶、汽车工业这些豪门大户敢于问津。60 年代,计算机图形学(CG)有长足发展。70 年代,微电子工业飞速发展使计算机及外设性能价格比大大提高,商品化的 CAD/CAM 系统可为中小企业接受,

CAD/CAM 进入寻常百姓家。随着计算机的图形处理及分析功能的不断完善,如今,CAD 技术已渗入国民经济的各个领域。

CAD 的最大应用领域是电子工业和机械制造工业。此外,CAD 已广泛地应用于建筑、桥梁、模具、容器、家具以及家用电器等许多方面的结构设计以及石油煤气、上下水道的管道设计、地图设计、服装原型设计等线路设计。其他如 NC 带、美术装潢等许多方面也广泛利用 CAD 技术。

1.2.2 CAD 的功能

1) 几何造型功能

利用线框、曲面或实体造型技术显示三维形体的外形。并且利用消隐、明暗处理等技术增加显示的真实感。

2) 计算和分析功能

系统应具有根据产品的几何模型计算物体的体积、表面积、质量、密度、重心以及转动惯量等几何特性的能力,为系统对产品进行工程分析提供必要的基本参数和数据。

系统应有对于产品的特性、强度、应力等进行有限元分析的能力。

3) 动态仿真功能

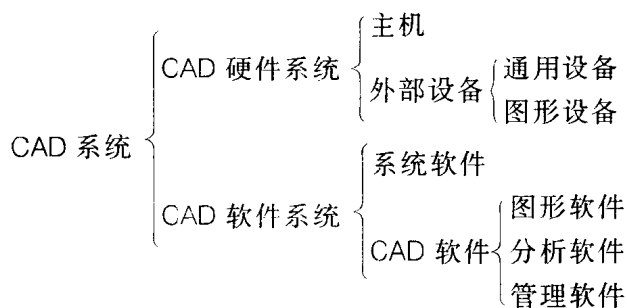
系统应具有研究运动学特征的能力,例如对凸轮连杆的运动参数、运动轨迹、干涉校核进行研究以及对运动系统仿真进行研究的能力。

4) 工程绘图功能

CAD 的结果应该是工程图纸或为 CAM 准备数控带。因此 CAD 系统应具备自动二维绘图能力。

此外 CAD 系统还具有数据管理和网络通信的能力。

1.2.3 CAD 系统的组成



CAD 系统由 CAD 硬件系统和 CAD 软件系统组成。硬件系统包括主机和外部设备,除通用的输出输入设备之外,还要有图形处理设备 及通信设备等。CAD 软件系统由系统软件和 CAD 应用软件组成。系统软件包括操作系统、编译系统、数据库管理系统和网络通信软件等。CAD 应用软件包括图形处理软件、有限元分析软件和管理软件等。

虽然 CAD 的产生到现在不过三十几年,现在它已是一门够格的学科,一个由硬件和软件组成的完整的体系。图 1-2 是个简单的 CAD 系统。

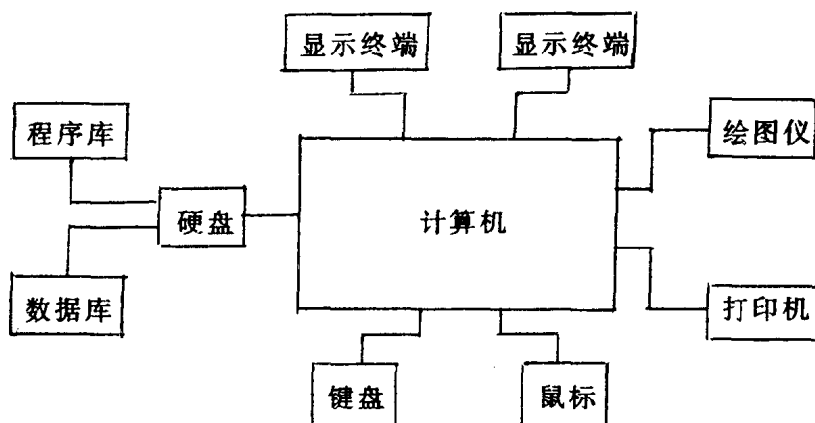


图 1—2 一个简单的 CAD 系统

1.3 CAM

1.3.1 CAM 的产生

1952 年,第一台数控机床在美国麻省理工学院研制成功,迈出了 CAM 的第一步。它的数控带由人工编制,既费力又容易出错。转年,D. T. Ross 等人开始研究自动编程,并于 1956 年完成,这就是 APT(Automatically Programmed Tools)系统。当时它还是实验性的系统,1959 年开始用于实际生产。后来出现的 COMPACT II(美国),IFAPT(法国),FAPT(日本),CA II—2(前苏联)等都是和 APT 类似的系统。

1.3.2 CAM 的功能

1. 数字控制(NC)

数字控制 NC(Numerical Control)是一种可编程的、由数字和字符来实现控制的自动过程。一个完善的 NC 系统由三部分组成:指令程序、数控装置和机床,它主要用于单个零件的加工。随着计算机向小型化、廉价化发展,用一台小型机甚至微型机控制一台机床很快就实现了。这就是计算机数控 CNC(Computer Numerical Control)。之后又出现了直接数控(DNC:Direct Numerical Control)和自适应控制(AC:Adaptive Control)。NC 是 CAM 最成熟的部分。

2. 制订加工计划(Process Planning)

加工工艺包括工艺设计(编制工件加工的工艺过程)、作业设计(决定各个生产工序进行工作的具体方法和顺序)两个部分。

计算机辅助加工工艺规程设计 CAPP(Computer Aided Process Planning)包括加工工艺和装配工艺两个阶段。

3. 机器人学(Robotics)

机械手或机器人为 NC 机床选择和放置工具和零件,代替人在危险、有毒和高温等环境下工作已经实现。最初机器人用示教方式编程,后来转向用高级语言编程。工业机器人智能化是当前最引人注目的课题之一。要使机器人有触觉和视觉等功能,不但要装有感觉和视觉用的传感器,还要有相当的专用软件。

4. 工厂管理(Factory Management)

工厂管理不但包括产品的制造还包括市场预测、生产计划、库存管理、订货选择、办公自动化等多个方面。它需要一个强大的数据库管理系统的支持。

1.4 CAD 与 CAM 的集成

1.4.1 CAE

在CAD/CAM之后出现了CAE(Computer Aided Engineering)。它是CAD/CAM向纵深发展的必然结果。CAE是有关产品设计、制造、工程分析、仿真、实验等信息处理,以及包括相应数据库和数据库管理系统(DBMS)在内的计算机辅助设计和生产的综合系统。要求CAD/CAM技术水平迅速提高是CAE发展的动力;计算力学的兴起是CAE发展的理论基础;高性能的计算机和图形显示设备不断推出是CAE发展的条件。CAE技术的主要功能包括两个方面,即产品的几何形状的模型化和工程分析与仿真。

由计算机定义和生成三维形状的产品称为造型技术,执行这一功能的程序称为造型软件。设计师可以通过这种模型对产品设计、制造、试验等的全过程进行工程设计和仿真。

CAE的发展可以追溯到50年代,当时飞机正从螺旋桨式发展到喷气式。为了精确分析高速飞行时飞机的振动特性,需要对机翼进行结构分析,于是诞生了有限元法。有限元法现在不仅用于结构力学分析,还可用于热传导分析、流体分析、电磁场分析、金属挤压变形分析等。但是,有限元法不大适合分析冲击和变负荷的动态结构。模态分析法(即Model分析法)可以较好地用于动态分析。所谓模态分析,是指把软件和硬件结合在一起,构成一个模态分析器。模态分析器可得出系统的固有频率和阵型,并可把振动的情况以动画的方式在图形终端上显示。

模态分析可以使设计师获得较好的机械结构的动特性。近年出现用计算机预测产品装置整体响应的软件,这种新的工程分析方法称为积木法或BBA法(Building Block Approach),它的基本原理是先用模态分析法或有限元法求解每个装配件的动特性,然后根据装配件的连接条件进行组合,求得整体配件的动特性,从而达到预测装配整体响应的目的。如果响应不能满足要求,则需改变装配件的动特性,再求得装配整体的动特性,直到响应改善,满足要求为止。

目前已开发的CAE系统多数都具有动特性分析功能,而且往往组合利用有限元法和模态分析法的结果。在求每一个零件动特性时,可根据实际情况选用合适的方法。

模态分析法现在已和有限元法等相提并论,成为CAE技术的主要支柱之一。

CAE系统也可对运动机构进行动态分析。设计师可用几何选型技术定义零件和由零件构成的运动机构,并且可以在显示屏上实现运动机构的仿真。机构运动的仿真可以检验运动轨迹、优选运动参数、校核运动干涉,以及计算运动速度、加速度和力的传递。

1.4.2 CIMS

大批量单一类型的零件制造适用于流水线生产。它的生产效率高,但柔性最小。

单个的或小批量的零件加工适用于单独数控机床。零件不断更换,程序需重新写。它的柔性大,但生产效率低。

在以上两种情况之间,选择一个适当规模的制造系统是计算机集成制造系统的一个内容。这种柔性适中的系统叫柔性制造系统(Flexible Manufacturing System),简称FMS。

CAD/CAM技术的发展,导致了 CIMS(Computer Integrated Manufacturing system)计算机集成系统的出现。CIMS 集 CAD、CAM、CAE、FMS 和 MIS(管理信息系统)为一体,把设计院和自动化工厂连在一起,形成一个高度集成化的制造系统。CIMS 会使无纸工厂成为现实。有人预见,它不仅影响工厂,而且也会影响人类社会。图 1-3 是一个CAD/CAM集成系统的模式。

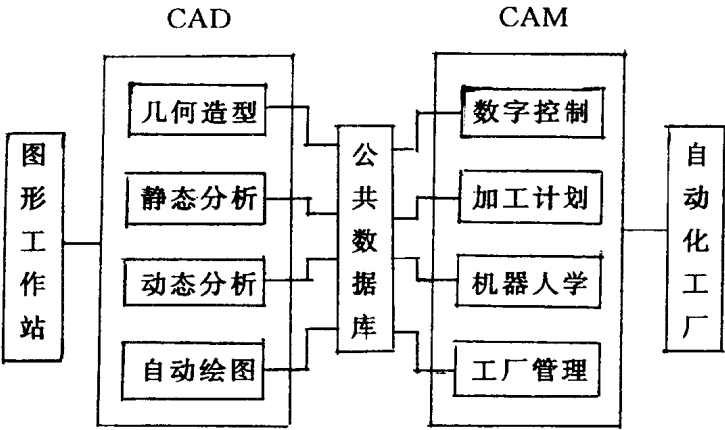


图 1-3 CAD 与 CAM 的集成