

高等学校教材

计算机辅助设计 及绘图

周广仁 谭建荣等 编著



高等教育出版社

TP391.72

Z810

443608

高等学校教材

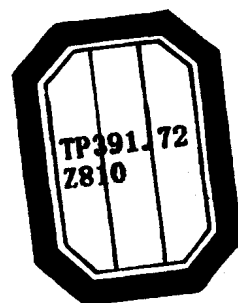
计算机辅助设计及绘图

周广仁 谭建荣等 编著



00443608

高等教育出版社



(京)112 号

内容简介

本书主要论述计算机辅助设计及计算机绘图的原理、软硬件环境、建立系统的过程和有关知识。本书共分十章。第一、二章介绍计算机绘图、计算机辅助设计技术的发展和软硬件环境;第三、四、五、六章论述计算机绘图的各种技术,它是计算机辅助设计系统最重要的组成部分之一;第七、八章介绍和论述产品的辅助设计系统的各种技术;第九章介绍相关的计算机辅助技术和成组技术;第十章介绍计算机辅助设计的一些支撑软件和展望。书中对一些技术问题,例如图形参数化方法、尺寸和各种符号的标注问题、装配图的画法、概念设计方法等作了较详细的介绍。本书内容涉及面较广,许多内容来自研究实际。本书可用作高等工科院校高年级本科生的教材,也可作为研究生和工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机辅助设计及绘图/周广仁等编著. —北京:高等教育出版社,1999.7
高等学校教材
ISBN 7-04-007290-4

I. 计… II. 周… III. ①计算机辅助设计—高等学校—教材②自动绘图—高等学校—教材 IV. TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 07870 号

JS/34/13

计算机辅助设计及绘图
周广仁 谭建荣等 编著

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

邮政编码 100009

电 话 010-64054588

传 真 010-64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

经 销 新华书店北京发行所

排 版 高等教育出版社照排中心

印 刷 北京印刷三厂

开 本 787×1092 1/16

版 次 1999 年 7 月第 1 版

印 张 18.5

印 次 1999 年 7 月第 1 次印刷

字 数 440 000

定 价 15.00 元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

前 言

计算机图形学(CG)和计算机辅助设计(CAD)的技术已广泛应用于各种领域,特别在工程领域显示出十分重要的作用和难以估计的潜力,成为推动技术革命的重要方法和手段。当前,CG和CAD以及其他计算机辅助技术已成为一个国家工业技术水平和现代化的重要标志之一。

近十年来,我国的计算机辅助技术有了很大的发展,国务院有关部委已提出了研究、推广、教育的规划。在高等工科院校本科生中以及现有的工程技术人员中进行CG和CAD教育已是非常迫切的事。在高等学校工科画法几何及工程制图课程教学指导委员会的关心下,在国家工科基础课程浙江大学工程制图教学基地的支持下,我们编著了此书,以供广大读者需要。

本书内容分为四大部分。第一部分介绍计算机辅助设计和绘图的发展和运用、硬件和软件环境。第二部分论述计算机绘图,主要内容有基本图形软件的设计、工程图的计算机处理技术、图形数据结构和三维造型技术,并对一些较困难的问题,如图形参数化、公差等符号的标注、装配图的画法进行了讨论。第三部分论述产品CAD系统的有关技术,主要内容有新产品和系列产品的设计、设计专家系统、有限元分析、工程优化设计方法等。第四部分介绍与CAD有关的技术,如成组技术、CAD/CAPP/CAM一体化、计算机集成制造系统(CIMS)。

本书的主要特点是:(1)取材较新,综合反映了一些国内外研究的动向和成果;尽量避免完全重复现有的CAD和计算机绘图书籍的内容格式。(2)内容较广,不是孤立地讨论计算机辅助设计和绘图技术,把它的后继内容和发展也作了一定的介绍。当然,这一部分内容在教学时可作为选修内容。(3)有实践基础,书中介绍的算法、程序、图例大部分来自应用的支撑软件和产品设计系统。(4)本书的程序语言采用伪语言,这由于目前各院校的程序语言教育是多种的,所以不采用某一种语言编写,但有个别章节的语言近似于C。

由于计算机辅助设计和绘图技术尚在不断发 展之中,加上市场经济因素,有关成果的核心论文越来越不公开发表,再加上我们的水平和接触面有限,书中错误和不足之处在所难免,恳请广大读者和同行指正、赐教。

本书由浙江大学工程及计算机图学研究所和生产工程研究所的部分教师编著,并得到CAD&CG国家重点实验室的支持。具体参与编著的人员有:周广仁编写第一章、第七章,张树有编写第三章、第四章大部分,谭建荣编写第四章小部分、第五章、第六章,陆国栋编写第二章、第九章小部分、第十章,齐津编写第八章,顾新建编写第九章大部分,周广仁、谭建荣统稿主编。本书由西北工业大学刘荣光教授和西安交通大学卢振荣教授审稿,提出了宝贵的意见。在此,特向对本书提供帮助和指导的教授和教师等表示衷心感谢。

本书可作为高年级本科生和研究生的教材,也可作为工程技术人员和成人教育的参考书。

编著者

1998年2月

目 录

第一章 概 述	1	3.8 平面图形构形的运算规则	45
1.1 CAD 技术的发展和应	1	3.9 交互式绘图	49
1.2 CAD 技术的作用	1	第四章 工程图的计算机处理技术	57
1.3 CAD 软件的系统构成	2	4.1 图形的输入方法和图形的参	
1.4 CAD 技术的发展趋势	3	数化	57
第二章 CAD 的硬件配置与软件环境	5	4.1.1 图形的输入方法	57
2.1 硬件配置和介绍	5	4.1.2 图形的参数化	58
2.1.1 硬件发展及分类概述	5	4.2 尺寸和公差标注及描述方法	64
2.1.2 微机 CAD 系统硬件组成	5	4.3 形位公差及表面粗糙度的标注	71
2.1.3 微型计算机及其外围设备	6	4.4 焊缝尺寸符号的标注	73
2.1.4 图形输入设备	9	4.5 技术要求标注	77
2.1.5 图形输出设备	10	4.6 机械零件图的生成	80
2.2 软件环境和载体	11	4.7 装配图的生成	83
2.3 CAD 支撑软件及其标准化	14	4.7.1 由子图形拼组装配图的方法	85
2.4 图形核心系统 GKS	14	4.7.2 基于零件图图形信息生成装配图	85
2.5 交互式程序员级层结构图形		4.7.3 一个装配图生成实例	90
系统 PHIGS	17	4.8 建筑工程图的绘制	93
2.6 初始图形交换规范 IGES	17	4.8.1 建筑图基本知识	93
第三章 基本图形软件的设计	19	4.8.2 建筑图计算机绘制基本知识	95
3.1 图形的显示与生成	19	第五章 常用的图形数据结构	97
3.1.1 直线的生成	19	5.1 数据结构的基本概念	97
3.1.2 圆弧的生成	21	5.1.1 数据和数据结构	97
3.2 基本图形设计	22	5.1.2 数据的逻辑结构和物理结构	98
3.3 二维图形变换	25	5.1.3 数据项、记录和数据文件	98
3.4 交点计算	29	5.2 线性表结构	99
3.4.1 相交	29	5.2.1 线性表的定义	99
3.4.2 相切	32	5.2.2 链表	99
3.5 窗口裁剪	34	5.2.3 栈	103
3.6 剖面线和填色	38	5.2.4 队列和循环队列	104
3.7 视图内外轮廓的识别	40	5.3 树结构	105
3.7.1 判别一个点在区域内外	40	5.3.1 树的概念	105
3.7.2 视图外轮廓识别	42	5.3.2 二叉树	107
3.7.3 视图内轮廓识别	44	5.3.3 树的二叉树表示	107

5.3.4 二叉树的遍历	107
5.4 翼边结构	109
5.5 图	110
5.5.1 图的定义和相关术语	110
5.5.2 图的存储结构	112
5.5.3 图的遍历	113
第六章 三维造型技术	117
6.1 形体的机内表示	117
6.1.1 数学方程	117
6.1.2 点集表示	118
6.1.3 四叉树与八叉树表示	118
6.1.4 CSG 树表示	118
6.1.5 边界表示(B-Reps)	118
6.2 三维变换与轴测图	119
6.2.1 齐次坐标	119
6.2.2 三维变换	119
6.2.3 轴测投影	122
6.3 消隐方法	125
6.3.1 凸多面体隐藏线的消除	126
6.3.2 消隐的基本处理方法	126
6.3.3 多个平面体的可见性	130
6.3.4 凹多面体的消隐	130
6.4 边界表示与实体模型	132
6.4.1 边界表示	132
6.4.2 CSG 树	132
6.4.3 欧拉操作	133
6.4.4 八叉树表示法	135
6.5 曲面模型	137
6.5.1 Bezier 曲线与曲面	138
6.5.2 B-spline 曲线与曲面	142
6.5.3 常用的曲面构造方法	144
6.5.4 曲面处理	146
6.6 特征造型	148
6.6.1 特征造型的特点	148
6.6.2 特征造型系统	148
6.6.3 特征造型常用的数据结构	149
6.7 真实感图形绘制	150
6.7.1 引言	150
6.7.2 Phong 模型	150
6.7.3 Whitted 模型	152
6.7.4 光线跟踪技术(Ray-Tracing)	153

第七章 产品设计与设计专家系统	155
7.1 引言	155
7.1.1 设计的基本步骤	155
7.1.2 设计进程结构	155
7.1.3 产品规划和设计任务的选定	158
7.1.4 CAD 系统的选择和建立	159
7.2 新产品设计	162
7.2.1 概念设计和初步设计	162
7.2.2 概念设计的方法	163
7.2.3 设计中的数据流	164
7.3 系列产品设计	168
7.3.1 系列产品的相似性	168
7.3.2 系列产品设计过程和模型	170
7.4 常用机械零件的设计计算	175
7.4.1 传动系统受力分析	175
7.4.2 设计数据资料的程序处理	179
7.5 工程数据库	185
7.5.1 数据库的系统结构	186
7.5.2 数据库的数据模型	186
7.5.3 一些已商品化的数据库软件简介	188
7.6 设计专家系统与智能化	189
7.6.1 专家系统与智能化概述	189
7.6.2 知识表示	190
7.6.3 推理机制	195
7.7 报价系统	196
第八章 有限元方法与优化设计	198
8.1 有限元分析系统	198
8.1.1 概述	198
8.1.2 弹性力学的基本量和基本方程	199
8.1.3 有限元方法解题的简要过程	204
8.1.4 常用单元	207
8.1.5 单元分析	208
8.1.6 组集和整体分析	217
8.1.7 边界约束条件的引入	218
8.1.8 刚度矩阵的存储和求解的主要方法	219
8.2 有限元分析的前置处理	220
8.2.1 模型的力学简化	221
8.2.2 网格(单元)划分的要求	222
8.2.3 网格自动划分和生成的主要算法	224
8.3 有限元分析的后置处理	229

8.4 工程优化设计方法	229	9.2.5 基于成组技术的模式分类器	261
8.4.1 工程优化设计的主要问题	229	9.2.6 成组技术的应用	263
8.4.2 工程优化设计的基本要素	230	9.3 CAD/CAPP/CAM 一体化	264
8.4.3 优化设计问题的提法和数学模型	232	9.3.1 CAD/CAPP/CAM 一体化问题的提出	264
8.4.4 工程优化设计问题的主要求解方法 评述	233	9.3.2 零件特征分析	265
8.5 机械零件的优化设计	238	9.3.3 CAD/CAM 一体化中的零件特征信息描述 方法	268
8.5.1 机构运动参数的优化设计问题	238	9.4 计算机集成制造系统	270
8.5.2 机械零部件结构参数的优化设计问题	239	9.4.1 CIMS 的基本概念	271
第九章 CAD/CAM 一体化与计算机集 成制造系统	242	9.4.2 在 CIMS 的环境中 CAD 系统设计的 新思想	272
9.1 数控加工技术介绍	242	9.4.3 并行工程	274
9.1.1 数控加工系统	242	第十章 CAD 图形软件分析介绍及 展望	278
9.1.2 数控中的计算机控制	244	10.1 CAD 图形支撑软件现状分析	278
9.1.3 数控加工编程	245	10.2 典型 CAD 图形软件简介	280
9.2 成组技术	247	10.3 CAD 图形软件的发展趋势及 特点	282
9.2.1 成组技术基本原理	247	参考文献	284
9.2.2 零件分类编码系统	249		
9.2.3 特征选择	254		
9.2.4 零件聚类分析方法	255		

第一章 概 述

本章简要介绍计算机辅助设计(Computer Aided Design, 简称 CAD)技术的发展、作用和构成。

1.1 CAD 技术的发展和应用

CAD 技术主要是计算机硬件(hardware)、软件(software)及有关的应用学科的高度综合。CAD 技术的发展与科学技术的进步,特别是计算机技术的发展有密切关系。

在 20 世纪 60 年代初,美国 MIT 的 Sutherland 发表了题为“SKETCHPAD——人机对话系统”博士论文,首次提出了计算机图形学、交互技术等新思想,这是一篇世界公认的计算机图形设计系统的最早论文,为 CAD 技术提供了理论基础。1964 年美国 IBM 公司推出商品化的计算机绘图设备;1966 年出现了第一台实用图形显示装置;1970 年 Applicon 公司第一个推出完整的 CAD 系统;20 世纪 70 年代初期,LOCKHEAD 飞机公司推出了 CADAM 系统,通用汽车公司研制成功 DAC-1 自动设计系统。当时,因计算机价格昂贵,只能在大企业得到应用。

进入 20 世纪 80 年代后,由于计算机硬件和软件产品的功能达到了新的水平,性能价格比大大提高,特别是 32 位小型机和超级微型计算机的出现,使 CAD 系统的硬件配置和软件开发适应了中小企业的承受能力。这时,各种 CAD 支撑软件相继在市场上推出,使 CAD 技术从大企业向中小企业扩展,从发达国家向发展中国家扩展。

我国研究 CAD 技术始于航空工业,1965 年就研制出机翼外形计算程序,并陆续在曲线曲面处理系统和数控绘图系统取得显著的成果。我国的造船工业也是发展 CAD 技术卓有成效的部门,在船体的数学放样、线型光顺、计算机绘图、数据库等方面都有很多创造。科学院的有关研究所和高等院校有关专业的师生则是又一支基础扎实、研究能力强的队伍。有些高等学校在 1980 年前后就建立起 CAD 或 CAD & CAM(Computer Aided Manufacture)中心,研究出许多类型的 CAD 系统。从 20 世纪 80 年代开始,CAD 技术在我国机械、电子、建筑、宇航、轻纺等行业中得到迅速发展。1989 年左右我国在一些高等学校建立了 CAD&CG(Computer Graphics)或 CAD & CAM 国家重点实验室。这些年来,我国有许多研究成果已接近世界先进水平。

1.2 CAD 技术的作用

CAD 技术可以进行产品和工程设计中的方案拟定、计算分析、优化、工程图绘制、技术文件编写、模拟装配与试验等,具有以下特点:

1. 可组织平行作业。一旦在计算机中建立产品设计模型或工程总体模型后,许多设计工作可以并行。例如机械产品可分成几个部件组和系统组同时设计。如果是工程系统则可分成几个

子系统平行设计。在总体设计的协调下,可以大大地加快设计速度。

2. 可以进行运动、装配、布置模拟,以便及早发现碰撞和干涉,避免不必要的损失和浪费。也可以进行产品性能仿真。

3. 可以进行外形美术造型设计。这对轻工业产品尤为重要,在生产前就可让客户评审产品的造型、色彩、装璜和包装。

4. 修改图样方便。参数化图形在系列化产品设计中,利用有关数据库,可十分方便地生成各种规格产品的图纸。

5. 效益高。据美国科学研究院工程技术委员会 1986 年分析、预测能得到的效益如下:降低工程设计成本 13%~30%,减少产品设计到投产的时间 30%~60%,提高产品的质量 5~15 倍,增加分析问题的广度和深度能力 3~35 倍。

CAD 技术不仅改变了设计方式,提高设计质量和效率,已是 CIMS(Computer Integrated Manufacture System)现代生产技术的基础和信息源。CAD 技术不仅在工程中获得广泛应用,而且在科学研究、体育、美术、广告等领域中也有广阔的应用前景,已成为一个很大的产业。

1989 年美国评出近 25 年间当代十项最杰出的工程技术成就,CAD/CAM 是其中之一。1991 年海湾战争结束后,美国政府立即发表了跨世纪的国家关键技术发展战略,列举了六大技术领域中的 22 项关键项目,认为这些项目对于美国的长期国家安全和经济繁荣至关重要。而 CAD/CAM 技术与其中的两大领域 11 项项目相关。CAD 技术的发展和水平已成为衡量一个国家科技现代化和工业现代化水平的重要标志之一。

1.3 CAD 软件的系统构成

设计是工业生产的一个环节。它与社会市场对产品的需求、企业的制造能力和经营管理方法有密切的关系。市场、设计、制造是通过经营管理将它们联系起来的,见图 1-1。

CAD 软件系统至今还没有统一确定的模式,不同的构思有不同的模型。一般由二大部分构成:系统软件和应用软件。有些文献把数据库从应用软件中分出来。图 1-2 介绍了一个机械 CAD 系统的构成。

系统软件就是指计算机的操作系统、各种语言编译系统等。这些系统有机地结合成一个相对完整的整体,称为系统软件平台,其它软件都建立在系统软件平台之上。操作系统常用的有:DOS、UNIX、Windows 95 以及网络管理

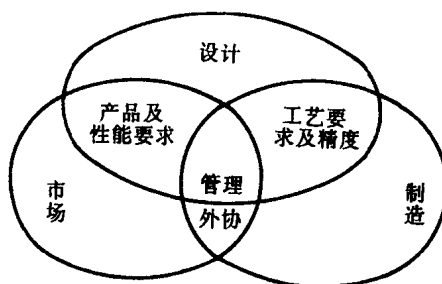


图 1-1 设计与市场、制造的关系

系统等。语言处理系统如:FORTRAN、Visual BASIC、COBOL、C 和 Visual C++ 等。应用软件是指 CAD 的支撑软件和专用软件。支撑软件为绘制二维和三维图形的软件、尺寸公差等标注软件以及通用的计算程序等。这类软件常见的有:Auto CAD、PICAD、CADAM、Pro-Engineer、UG-2、I-DEAS、CADDS5 等。专用软件一般是指在上述软件基础上开发出来的产品设计软件,例如产品的概念设计、运动分析、结构设计的程序。数据库也是一种应用系统软件,它是存储和可访问的工程数据、产品数据、图形数据的仓库。系统软件和支撑软件形成开发平台或开发环境。开发平台和相应的专用软件形成产品开发平台。

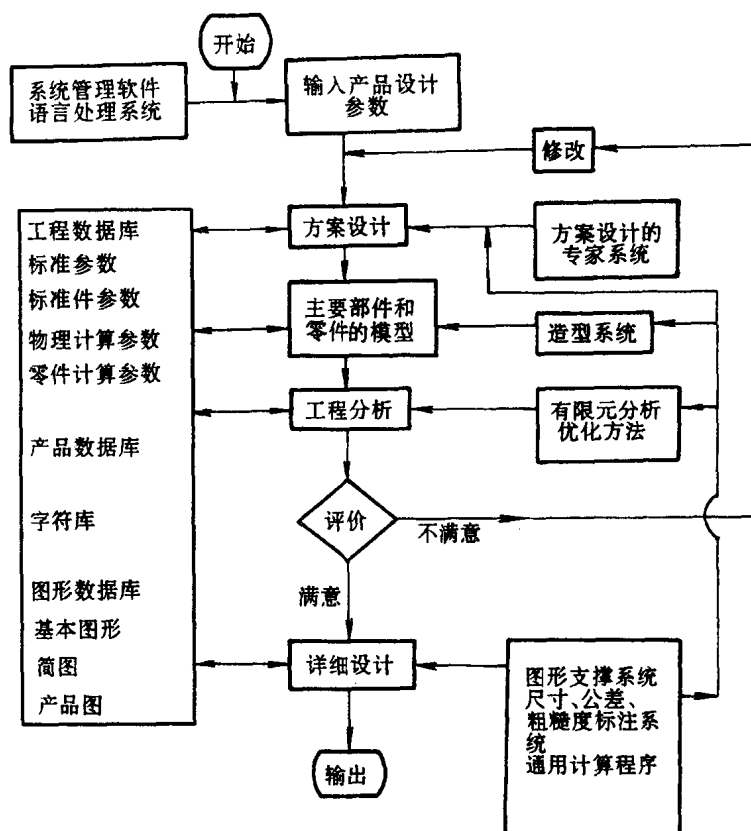


图 1-2 一个机械 CAD 系统

1.4 CAD 技术的发展趋势

随着市场竞争日趋激烈,产品的设计、制造周期要求越来越短,产品的性能价格比要求越来越高,并且还需要满足客户的多种要求。所以 CAD 技术的发展,既要依靠高技术的发展,又要顺从这个趋势。

1. 集成化

集成化有下列含义:系统构造由单一功能变为多功能集成。例如 CAD/CAM 的一体化,又如 CAD/CAM/CAE(Computer Aided Engineering)集成 CIMS,使一个局部的系统集成到一个设计、制造和经营管理的大系统之中。对 CAD 技术中成熟的算法和处理程序实行固化,用功能集成块实现有关程序功能,以提高计算速度和可靠性。用网络技术、多处理机并行技术,共享远近信息资源,实现生产过程的精益化。

2. 智能化

应用人工智能(Artificial Intelligence 简称 AI)或专家系统技术,来丰富和强化 CAD 系统,使系统运行时,在参数选择、结构选型、方案决策等方面具有一定的智能化和自动化程度,即把有关专家的设计经验和知识存放在系统中,以供咨询和帮助。近年来,国内外一些研究人员不断探索

人工智能的理论和方法,尤其是知识处理技术与其它常规信息处理技术如何有机地结合起来,从而开发出具有高智能性的、功能强大的 CAD 系统。

3. 标准化

CAD 技术是一个综合性的硬、软件系统。它的硬件和软件是由多家公司开发生产出来的,怎样才能装配起来使用;软件系统中各子系统可能由不同的语言写成,它们的信息如何交换;在集成的大系统中,如 CAD 的图形信息怎样转换成 CAM 的加工信息等等。这些都需要标准化的规定和约束。标准化对设备的兼容性、软件的可移植性和通用性、信息资源的共享性起着重大的作用。但是,CAD 技术还在迅速发展之中,许多标准尚在研究。目前国际上承认的有许多标准,例如图形核心系统 GKS、基本图形系统 CORE、初始图形交换规范 IGES、产品数据表达和交换国际标准 STEP,等等。

4. 宜人化

CAD 系统是供人使用的,人是创造的主体,所以系统必须尽可能地满足人的需要,即设计人员在使用时,感觉方便、直观、可靠以及功能强大。例如:概念设计时的图形工具和原理性运动轨迹模拟;设计过程中的分析数据可视化,力场、热场、磁场或某一物理化学过程的可视化;产品模型动态仿真等功能。总之,CAD 系统既要充分发挥人的创造性,又要充分发挥计算机的特长。人机更加协调的环境和系统有待研究。

在 CAD 技术中,还有许多问题需要进一步研究、完善,例如工程图形的识别,概念设计的模型工具,特征造型体系,装配图零件图一体化设计参数模型等。

第二章 CAD 的硬件配置与软件环境

本章主要介绍硬件配置、软件环境以及为了更加有效地进行软件开发的图形标准化技术。

2.1 硬件配置和介绍

2.1.1 硬件发展及分类概述

20 世纪 70 年代前期和中期,流行的计算机机种是大型机和小型机,价格昂贵。自从 1971 年美国 Intel 公司研制出第一个微处理器以来,到了 70 年代后期出现超级小型机和个人计算机两个新机种,微处理器已经历了 4 位、8 位、16 位和 32 位几代产品,目前的 Pentium 是 64 位的产品,个人计算机(也称微型计算机)已成为当前最流行的机种之一。

进入 80 年代,又出现了工作站这个新机种,并很快成为流行机种之一。工作站的构思萌芽于 70 年代,1973 年美国 Xerox 研究中心生产出第一台工作站样机。工作站是具有高速的科学计算、丰富的图形处理、灵活的窗口及网络管理功能的交互式计算机系统。目前常见的工作站有 HP、SUN、SGI 等,工作站大多采用 UNIX 或类似 UNIX 的操作系统,这是与微机的重要区别之一。

计算机的使用已经历了三个发展阶段,即早期的多人使用一台计算机的批处理阶段,当前流行的一人使用一台计算机的单机阶段,以及目前正在发展的一人使用多台计算机资源的网络阶段。

习惯上人们把计算机分为大型、中型、小型、工作站和微型机,随着集成电路技术和计算机系统结构技术的改进,目前高档微机已经达到了传统大型计算机的指标:字长 32 位或 64 位,速度 1.0 MIPS(每秒执行一百万条指令)以上,内存 2MB 以上,高档微机的硬件性能也在不断地向传统工作站靠近。可以相信,计算机硬件将会有更大更快的发展。

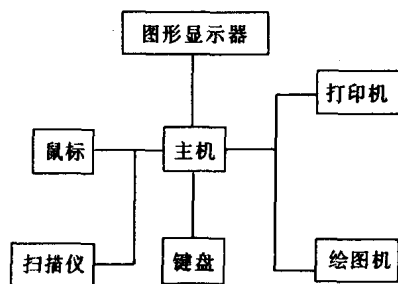


图 2-1 CAD 硬件基本组成

2.1.2 微机 CAD 系统硬件组成

CAD 硬件是由计算机、常用外围设备、图形输入输出设备等组成的,它们是 CAD 软件发挥

作用、施展其技能的舞台。

当前 CAD 硬件系统的基本组成如图 2-1 所示,硬件间的连接基本遵循“可插即可用”的原则。

2.1.3 微型计算机及其外围设备

普通购置的微型计算机通常至少包括三大件:主机、图形显示器和键盘。总的趋势是计算机的性能大幅度提高,而计算机的价格在不断下降。我们可以回顾近十年来微计算机发展的走势,如表 2-1 所示。

表 2-1 十多年来微机发展历程

	机型	内存	硬盘	软盘	光盘	时钟频率	显示器
十多年前	APPLE-II PC/XT	64KB 256KB	无 10MB	180KB/5 英寸	无	5MHz	640×200 单色
近 年 来	PC/AT	512KB	20MB	360KB/5 英寸	无	25MHz	640×480
	386	2MB	270MB	1.2MB/5 英寸		50MHz	800×600
	486	4MB	420MB			66MHz	彩色
当 前	586 或 686	16MB,32MB 或更多	1.2GB或更大 4.2GB	1.2MB/5 英寸 1.44MB/3 英寸	600M	66MHz 或 更高	1024×768 或更高

1. 主机

计算机所有的运算处理、存储和输入输出接口电路等都集中在主机箱内的一块大底板(通称“主板”)和各种选件板上。选件板由用户根据应用的需要插入到主板的槽口内,它们与主板形成一个整体进行工作。

主板按功能可以划分为五个部分:中央处理器 CPU,读/写存储器,只读存储器,输入输出控制,输入输出通道,图 2-2 是其示意图。

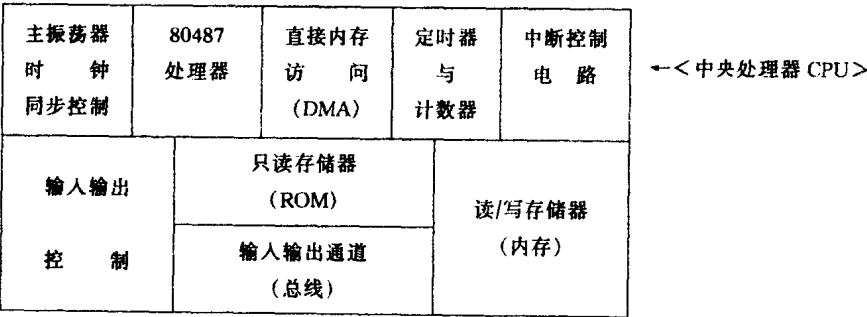


图 2-2 主板功能划分

目前品牌机的主板集成电路已包含了最基本选件板的功能,而兼容机至少要插两块选件板,通称“图形卡”和“多功能卡”。

(1) 图形卡

图形卡从 EGA、CGA、VGA 发展到目前常用的 TVGA 和 SVGA,国内兼容机较多使用 TVGA,因其价格便宜,而品牌机上与主板连成一体的图形卡常为 SVGA,一般配置 512KB 或 1MB

显示帧存,它的 15 芯 D 型插座与光栅扫描显示器连接。

(2) 多功能卡

多功能卡为系统提供多个标准的串行接口和一个并行接口。其中标准的 RS-232-C 串行接口,既可用于近程或远程的数据通讯,又可用于连接附加的一些外部设备,如具有串行接口的绘图机、扫描仪、鼠标器、汉字或西文终端等,其外型为 25 针 D 型插座,或 9 针 D 型插座。标准并行接口为 25 芯 D 型插座,一般用于连接打印机。

(3) 其他选件板

随着多媒体技术的发展,计算机进入千家万户已经是一个大趋势,这当中主要有“声霸卡”、“视霸卡”和“电影卡”。

除了主机板上的内存以外,外存也是计算机上的重要组成部分。外存可以分为三类,即硬盘、软盘和光盘,尤以硬盘使用最为频繁。目前硬盘存取速度不断加快,存储容量不断加大,硬盘尺寸不断缩小,为 CAD 系统的应用提供了重要的保证。

2. 显示器

显示器是与主机分开的一个独立装置,它带有一根 15 针电缆,以 D 型接口与主机图形卡相连接,15 针分 3 排,每排 5 针。显示器还需外接电源,有两种方式:从主机连接电源(兼容机一般采用这种形式)或直接外接电源(品牌机一般采用这种形式)。单色显示器已很少见,目前通常使用高分辨率彩色显示器。

显示器是最终产生图形显示效果的部件,是最常用的廉价输出设备,是从被动式图形学到非被动式图形学的重要标志,并进而发展到交互式图形学。直到目前及估计今后相当长的时间内占统治地位的仍是阴极射线管(CRT)显示器,液晶显示器使用在便携式计算机中,其它还有如等离子体显示器、场致发光显示器等。

CRT 显示器可分为刷新式和存储式两大类,刷新式 CRT 又可分为随机扫描和光栅扫描两大类,常见的即为刷新式光栅扫描显示器。

(1) 表现图形的两种基本形式

无论是图形的输入、存储或输出,都是以随机扫描或光栅扫描两种形式来表示图形的。从输出手段来看,光栅扫描已经占据绝对主导地位,如光栅扫描显示器、喷墨绘图机、打印机等;从输入手段上看,光栅扫描成为非常重要的和有潜力的方法,如扫描仪输入;从存储角度看,由于计算机的存储量和运算速度已经不是主要矛盾,同时又提出了图像压缩编码技术,以光栅形式存储图形也成为有效手段。

在随机扫描的 CRT 中,电子束像一支快速移动的画笔,实际勾画出要显示的图形。电子束根据需要可在荧光屏面任意方向上连续扫描,没有固定扫描线和规定扫描顺序的限制,它描绘的图形只能是单线条图形,故称随机扫描,也称矢量扫描或规迹扫描。随机扫描显示器又称画线显示器。

在光栅扫描的 CRT 中,电子束依照固定的扫描线和规定的扫描顺序,自上而下,从左到右扫描。从左上角开始扫描第一行,到最下一行的右下角,这一过程所产生的图像称为一帧,然后电子束迅速回扫到左上角,开始下一帧的扫描。电子束在回扫时不发光,一般每秒钟要完成 50 帧或 60 帧扫描。

(2) 光栅扫描技术

对光栅扫描来说,电子束扫描到应该显示图形的位置点时,采用与背景不同的亮度,这样就可衬托出要显示的图形。如果组成光栅的行越多,每行能容纳的独立点(称像素)越多,图像的质量就越高。因为光栅显示器的图形是由像素组成的,每一个像素可呈现不同的灰度或色彩,故光栅扫描可以表现具有多级明暗度(灰度)的自然画面或具有不同色彩的真实感图像。为了使显示的图形不断刷新,每个像素的灰度或色彩值必须寄存起来,这个存储器称为帧缓冲器或称帧存。缓冲器的单元个数和显示器像素的总数相同,而每一个单元的位数决定了一幅图上能显示的不同灰度的数目或颜色种类。

光栅扫描大多采用电视系统的隔行扫描方式。隔行扫描把一帧完整的画面分为两场显示,第一场含偶数扫描线,第二场含奇数扫描线。在扫第一场时,电子束描完一条线后即跳到隔一行的下一条线去扫描,没有扫描的线留待第二场来扫。隔行扫描的好处在于:它使计算机在每一场回扫期间都可以利用中断修改帧缓冲器的内容;因为两场合为一帧显示,画面的信息量并没有减少,从而保证了图像的质量;由于画面的更新仍为 60Hz,因此降低了闪烁效应;在每一场的 1/60 秒内,从帧缓冲器中读出的信息量比逐行扫描降低一半,因而可降低设备线路的通频带要求和帧缓冲器存取速度的要求,并使设备的复杂程度及成本都大大降低。

对彩色显示器要分别控制红、绿、蓝三个原色。为了使三原色按不同的比例合成各种色彩的效果,每种原色也要有不同的灰度,比如每像素的各原色要有 256 种灰度,每色就要在帧缓冲器单元中占 8 位,因此帧缓冲器的每个单元要有 24 位,于是帧缓冲器就很大,相应价格就比较高。为了降低价格,帧缓冲器的每个单元可取 3 位、4 位、8 位等,每幅画面上只能出现 8、16 或 256 种不同的颜色。可以采用彩色表技术,使得帧缓冲器的每个单元的位数不增加,能在很大范围内挑选颜色。在这种结构的帧缓冲器中读出来的值并不是相应像素的彩色值,而是彩色表中的一个编号,按这个编号在彩色表中取出的数才是该像素的彩色值。

所谓彩色表,可以看作是一维数组,它的每个元素的内容代表着一种颜色。彩色表的长度由帧缓冲器每个单元的位数决定,但彩色表中元素的位数可以取得很大,这样颜色的变化非常细致,但每一幅图上同时能出现不同颜色的种类仍由帧缓冲器每一单元的位数决定。可以方便地修改彩色表,使广泛的色彩出现在各帧不同的画面中。因此,总的来说扩大了色彩的范围。

(3) 触摸屏将使显示器也成为一种输入设备

多媒体技术是 90 年代微机技术的一场革命,它的最大贡献在于改善了人与计算机信息交流的方式,扩大了人与计算机信息交流的种类。触摸屏是最基本的多媒体界面之一,是随着多媒体发展而兴起的一种新型的输入设备。它可加在任何类型的显示器上实现“一触即发”、“伸手即得”的快速方便功能,并且结果可靠,使计算机应用变得透明和直观。如果加上汉字、字符识别软件,即可替代键盘和鼠标的功能,创造友好的人机界面。其最大优点是,使用者可以不懂计算机,也不必理会操作系统、输入输出设备或软件,就可以随心所欲地进行操作。

根据显示器是否必须打开才能建立触摸屏系统,触摸屏可分为外挂式和内置式两种。其中外挂式触摸屏使用较灵活,可方便地将一台显示器上的触摸屏移到另一台显示器上;内置式触摸屏可以和显示器紧密结合,成为一体。最近又发明了一种压力传感垫,将任何显示器放在上面都可成为触摸屏系统。

触摸屏系统有三个主要部分:传感器、控制卡和驱动软件。其工作原理是:当传感部分感应到触摸屏的小变化后,把它送到硬件控制卡上,通过 A/D 转换形成触控数据,通过 I/O 总线传给

主机,由应用程序的驱动软件进行处理完成指定的工作。目前触摸屏技术主要有 5 种:电阻膜技术、红外传感技术、表面声波技术、电容传感技术和压力矢量传感技术等。

3. 键盘

键盘是与主机分开的又一个独立装置,它具有一根五芯电缆,以圆形接口与主机相连接。

按键分电容式和机械式。键盘中内藏的单片机用来执行键盘扫描功能,目前通常使用的键盘具有 101 键,从键盘送入主机的不是通常的 ASCII 码,而是键盘扫描码,即每个按键的位置码,然后再通过主机 ROM 中的键盘驱动程序(是 BIOS 程序的一部分)来定义其逻辑意义。

2.1.4 图形输入设备

1. 鼠标

实际上键盘是最基本的输入设备,鼠标是目前最常用的交互设备,可将它看作是计算机的第四大件,没有鼠标很难想像如何使用当今的软件。鼠标既是定位设备又是选图设备。鼠标可连接于串行口 1 或串行口 2 上,一般名牌机还提供专用的鼠标接口,通过鼠标驱动程序可激活鼠标。

鼠标分光电式和机械式两类,光电式鼠标要在专用栅格板上才能使用,机械式鼠标无此要求。对机械式鼠标来讲,装配在底面的转球的运动被转换成数字信号,然后用来识别移动方向和移动偏移量。对光电式鼠标来讲,鼠标底端的发光二极管直接向栅格板发射光束,光被反射回来,被鼠标底部的检取器感应接收。当鼠标移动时,一旦遇到栅格板的暗线,光被吸收,反射的光束被打断。光脉冲的次数等于遇到的暗线数目,从而测出相对移动的偏移量。

鼠标又可分两键和三键两类,均以左键最为常用。鼠标使用方式有单击、双击、按住拖动、同时按两键等几种。

2. 数字化仪

数字化仪是一种典型的矢量式输入设备,其特点是图形输入工作量大,速度慢,但设备成本低、矢量存储信息量小,对图形作进一步加工较灵活方便。这类设备除目前常用的鼠标器外,还有其它许多种类,如定位指轮、定向键、操纵杆、跟踪球、指示笔、游标等,早期还有光笔,因这些设备使用很少,在此不再详述。

数字化仪图面大,供数字化的图面可达 914×1219 ,能满足 A0 图纸的输入要求。精度较高,最高可达 ± 0.025 mm,但由于外界干扰及其它原因,真正的读数分辨率低于精度,其实际读数分辨率称为分辨率,目前分辨率较好的能达到 ± 0.05 mm。数字化仪由三部分组成:数字化台面、数字化处理机和传感元件(可以是指示笔或游标),其作用是把图形转换成数字(即 x, y 坐标)。

一般,数字化仪的工作方式可分为:

(1) 点型:传感器上开关每按一次,输出一个所在位置点的坐标及特征值。

(2) 流型:以一定的速率输出(如 1 次/秒,4 次/秒,16 次/秒,64 次/秒,……)取样传感器所在位置点的坐标及特征值。

(3) 开关流型:当传感器开关按下时,可以一定速率输出传感器所在位置的坐标及特征值,不按下时不产生。

总的来说,目前数字化仪使用不多,在服装 CAD 有较好的应用。

3. 扫描仪

扫描仪是一种光栅式的输入设备。其特点是输入工作量小,速度快,成像准确,但输入的信

息量大,对图形的进一步加工处理复杂,矢量化困难较大。

扫描仪输入确实是一种很有潜力的手段,是目前图形输入处理研究的热点,并已进入实用化阶段。

2.1.5 图形输出设备

实际上任何图形输出设备都是以随机扫描和光栅扫描这两种基本形式来表现图形的,而显示器是最常用的图形输出设备,表 2-2 表示了以这两种基本形式对图形输出设备进行分类的情况。

表 2-2 图形输出设备的分类

随机类型	显示器	刷新式	显示器有一套显示命令系统,根据主机送来的命令,显示器内的控制器控制电子束在显像管上扫描出各种图形。电子束不按固定格式扫描,显示的图形是线框式的,它便于处理交互图形,反应速度快。
		存储式	显像管内有专用的存储部件,不需刷新,不适于动态修改,改进的存储管式显示器可兼有刷新式的特点,可不用管内存储,而成为刷新式显示器。
	绘图机	平板式	速度高,精度高,小幅面低档的很便宜,大幅面高档的价格很高,对纸张无特殊要求,纸的尺寸比较随意。
		滚筒式	结构简单,体积小,占地面积小,价格便宜,只有大幅面的,精度差,对纸张的质量和尺寸有一定要求。
光栅类型	显示器	刷新式	扫描方式固定,有帧缓冲器,可显示真实感图像,普遍使用的 14 英寸显示器价格非常便宜,但大屏幕价格也很高。
		喷墨式	分辨率高,有灰度和色彩,幅面可较大,正在成为主导产品。
	绘图机	静电式	分辨率高,需用特种纸,大多为黑白,有的可有套色效果。
	打印机	针式激光式 喷墨式	也称屏幕图形硬拷贝,字符绘图两用,也可有灰度和色彩,分辨率低。

1. 绘图机

笔式绘图机是一种随机类型的绘图设备。平板式绘图机的笔有两个坐标方向,即 X 方向和 Y 方向,它既可以横向也可以纵向运动,而纸是不动的,对纸的要求不高;滚筒式绘图机的笔只有一个坐标方向,即 X 方向,它只能左右横向运动,而纸代表另一个坐标方向,即 Y 方向,它随滚筒的旋转,可以前后纵向运动,因此对纸的质量有一定要求。

喷墨式绘图机是一种光栅类型的绘图设备。喷墨式绘图机一般以脱机方式工作。绘图机的喷水泵,可将黄、品红、青三种颜色分别注入三支细微的喷笔。绘图时,从磁带机读出每一个像素的颜色值后,绘图机控制器根据颜色值分别控制三支喷墨笔喷出的墨点到达该像素的数量,使该像素涂上所需颜色。颜色各异的像素阵列形成一幅色彩鲜艳的图像。

静电式绘图机也属于光栅类型的绘图设备,一般也以脱机方式工作。它的输出处理主要是电子式的,只有供纸系统和调色盒是机械传动的。在写头上密集地排列着一排写针,由程序控制的电压信号作用在写头的写针针尖上,在针尖和纸接触的地方产生极小的静电点。当纸进入有液态颜色的调色盒后,纸上的静电点可在颜料的作用下着色,不带静电的点不能上色,从而产生图像和字符。它需要使用对静电有敏感反应的特种纸,一般只有一种颜色。