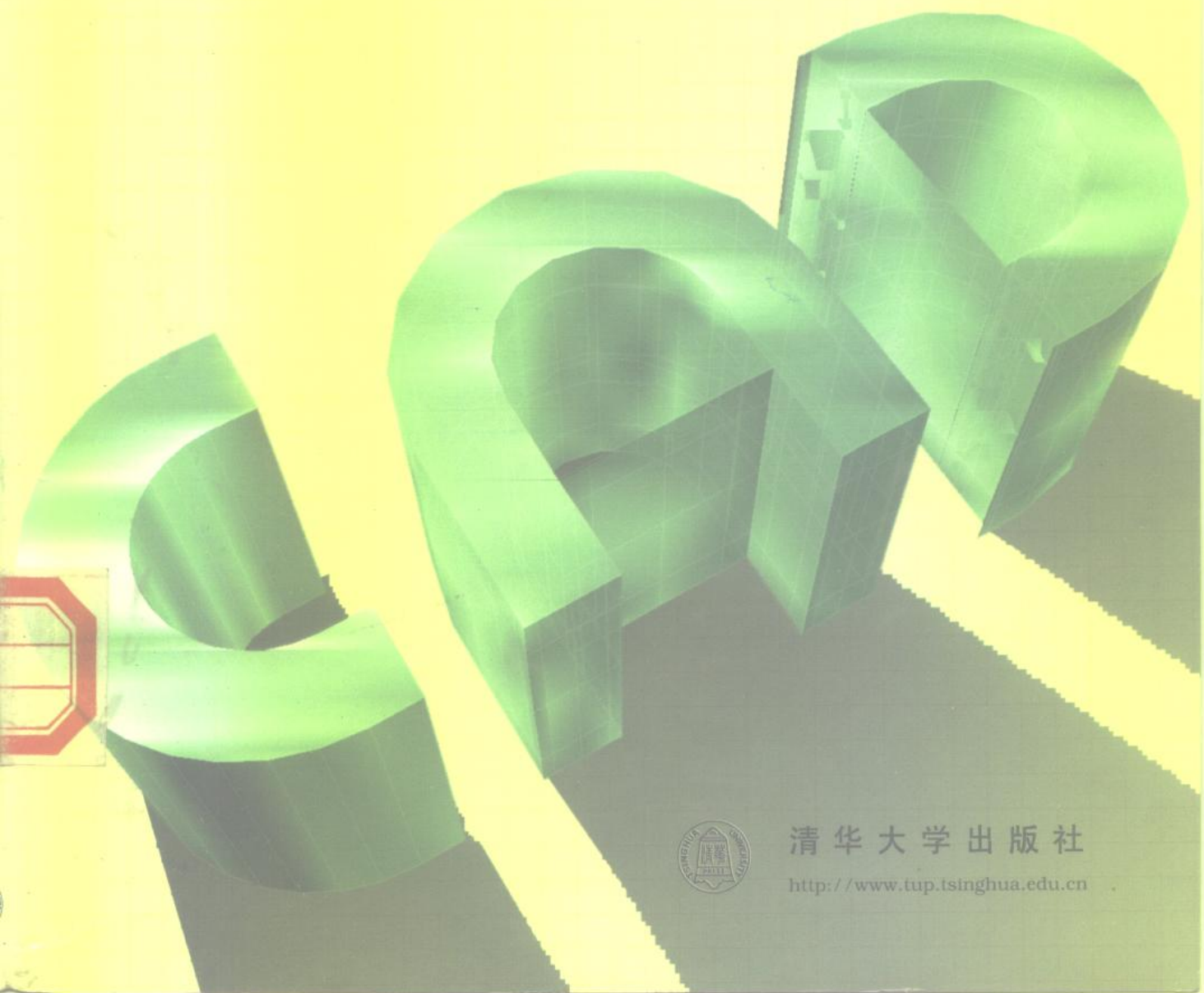


CAD

肖刚 李学志 主编

机械CAD原理与实践



清华大学出版社

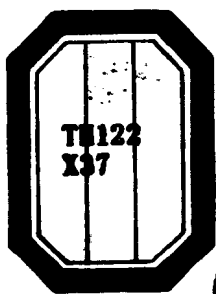
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

TB122

X37

机械 CAD 原理与实践

肖 刚 李学志 主编



清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书由计算机辅助设计(CAD)原理、实践两部分组成。1至7章为原理部分,系统地阐述了CAD的基本内容、原理和方法,包括CAD技术发展概况、常用数据结构、交互式工程绘图原理、参数化设计技术、设计资料的程序处理、工程数据的数据库管理技术、交互技术与用户界面。8至12章为实践部分,详细介绍了AutoCAD软件的基本开发环境、各种开发技术以及应用实例,包括AutoCAD系统开发基础、AutoLISP程序设计语言、ADS高级开发系统、AutoCAD对话框设计技术、CAD应用系统开发实例。

本书既可作为高等院校工科各专业计算机辅助设计课程的教学用书,也可作为从事CAD应用系统软件开发和使用人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

机械CAD原理与实践/肖刚,李学志主编. —北京:清华大学出版社,1999
ISBN 7-302-02903-2

I. 机… I. ①肖… ②李… III. 计算机辅助设计-软件包,AutoCAD
IV. TP391.72

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第07168号

出版者:清华大学出版社(北京清华大学校内,邮编100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

印刷者:北京市通州区大中印刷厂

发行者:新华书店总店北京发行所

开本:787×1092 1/16 印张:19 字数:450千字

版次:1999年7月第1版 1999年7月第1次印刷

书号:ISBN 7-302-02903-2/TH·85

印数:0001~6000

定价:20.00元

前 言

经过三十来年的发展,CAD 技术得到了迅速普及,已经成为电子信息技术的重要组成部分。CAD 技术使产品设计工作的内容和方式发生了根本性变革,这一技术已成为工业发达国家保持竞争优势,开拓市场的主要技术手段。1989 年,美国国家工程科学院将 CAD 技术评为人类 25 年间(1965—1989)当代十项最杰出工程技术成就之一。

CAD 技术之所以在短短的 30 年发展如此迅速,是因为它几乎推动了一切领域的设计革命,彻底改变了传统的手工设计绘图的方式,极大地提高了产品开发的速度,提高了设计精度。这一新技术的应用将使人类的聪明才智和创造能力与计算机高速而精确的计算能力、大容量的存储和数据处理功能结合起来,使两者相得益彰。CAD 技术的发展与应用水平已成为衡量一个国家的科学技术现代化和工业现代化的重要标志之一。

近几年来,随着计算机技术的飞速发展,CAD 技术已经由发达国家向发展中国家扩展,而且发展的势头非常迅猛。我国政府部门十分重视这一新技术,已经和科技界、工业界一起把 CAD 技术的应用推广当作一件大事来抓,如国家科委实施了 CIMS 工程和 CAD 应用工程,组建了全国性的 CAD 培训网络;机械工业部把 1997 年定为“CAD 推广年”,将 CAD 推广工作作为重中之重项目,目前正在组织实施“CAD 应用 1550 工程”。很多大中型甚至小型企业都在努力引进这一新技术,以此提高企业自身的技术素质,增强产品在国内外市场的竞争能力。另外,CAD 教学也得到了各高等院校的普遍重视。要想全面推广普及 CAD 技术,提高我国的整体设计水平,必须培养大批具有 CAD 理论基础和一定应用开发能力的工程技术人才。因此,在目前的形势下,为配合国家 CAD 技术的开发和应用工作的深入开展,我们将这本书呈献给广大读者,谨以此为我们国家 CAD 技术的推广和发展贡献一份微薄的力量。

本书编写特点是:第一,内容组织比较紧凑。由于 CAD 是一门新兴学科,尚在不断发展的过程中,没有统一的教学规范,因此,我们在内容组织上,既考虑到读者对象主要是以掌握 CAD 技术的原理、方法和实用开发技术为目的,又考虑到 CAD 与计算机绘图、计算机图形学、CAM、CAPP 等相关学科在内容上的联系以及它们之间的独立性,精选章节,避免内容面面俱到或交叉重复。第二,注重原理方法的系统性和实用性。CAD 发展的重要贡献在于其实用化,本书在力求理论严密和方法先进的前提下,十分注重理论和方法的实用性。第三,强调实践。因为 CAD 是工程性很强的技术,要能用 CAD 技术去解决实际问题,真正掌握 CAD 技术,只学理论,懂原理,收效不会太大,必须经过大量的实践。考虑到 AutoCAD 系统的广泛性和实用性,我们以它作为掌握 CAD 系统开发技术的实践平台,有

比较大的通用性。

本书共分 12 章,第 1 章介绍 CAD 技术发展概况、CAD 系统的硬件软件组成及 CAD 技术最新发展趋势;第 2 章对 CAD 系统中经常用到的数据结构形式作了详细介绍;第 3 章阐述交互式工程绘图系统的组成、基本原理、数据结构及若干技术问题;第 4 章介绍各种参数化设计方法和原理;第 5 章详细讲述各类设计资料的程序处理方法;第 6 章介绍工程数据的数据库管理方法;第 7 章简要介绍一些常见的交互技术,并对用户界面的设计过程和原则作了描述;第 8 章讲述开发 AutoCAD 系统的基本方法,包括菜单的自定义和数据交换技术;第 9 章介绍 AutoLISP 程序设计语言的数据类型、程序结构、各类函数,等等;第 10 章详细介绍 ADS 开发系统的特点、运行方式及 ADS 的数据类型、程序结构、各类函数等等;第 11 章对 AutoCAD 对话框的组成、对话框控制语言的结构和语法、各类函数及设计技巧等作了详细描述,并给出了一个综合性应用实例;第 12 章是几个 CAD 应用系统实例的简单介绍。

本书内容取材新颖,原理与实践并重,既可作为高等院校工科各专业高年级学生和研究生的教学用书,也可作为从事 CAD 应用系统软件开发和工程技术人员 CAD 知识培训与继续教学参考用书。

本书第 1、4、5 章由肖刚、李学志编写,第 2 章由李学志编写,第 3 章由肖刚编写,第 6 章由姜献峰编写,第 7 章由赵国军编写,第 8 章由肖刚、赵燕伟编写,第 9 章由赵燕伟编写,第 10 章由潘柏松编写,第 11 章由孙毅编写,其中第 11.8 节由肖刚编写,第 12 章由肖刚、潘柏松、赵燕伟编写。全书由肖刚、李学志负责整理和定稿。清华大学博士生导师童秉枢教授、浙江大学博士生导师谭建荣教授审阅了全书,并提出了宝贵建议,在此表示衷心感谢。书中内容虽为作者多年从事 CAD 教学与科研工作的总结和体会,但由于我们在 CAD 理论与实践方面水平有限,难免存在错误和不足之处,敬请读者批评指正。

作 者

1998 年 10 月

目 录

前言	1
第 1 章 绪论	1
1.1 CAD 技术发展概况	1
1.2 CAD 系统的硬件组成	2
1.2.1 系统的基本构成	3
1.2.2 系统总体结构分类	3
1.2.3 图形输入设备	4
1.2.4 图形显示设备	7
1.2.5 绘图输出设备	10
1.3 CAD 系统的软件组成	16
1.4 CAD 系统的类型	17
1.5 CAD 技术的发展趋势	20
第 2 章 CAD 中常用的数据结构	25
2.1 基本概念	26
2.2 线性表	26
2.2.1 线性表的逻辑结构	26
2.2.2 线性表的顺序存储结构	27
2.2.3 线性表的链式存储结构	28
2.3 栈和队列	34
2.4 树和二叉树	35
2.4.1 树	35
2.4.2 二叉树	36
第 3 章 交互式工程绘图系统原理	40
3.1 系统基本组成	40
3.2 系统数据结构	40
3.3 系统主要功能实现	51

3.4	若干技术问题	55
3.4.1	坐标系变换	55
3.4.2	图形变换	56
3.4.3	拾取技术	58
3.4.4	拖动技术	59
第4章	参数化设计技术	61
4.1	参数化编程原理	61
4.2	参数化图素拼装原理	66
4.3	参数化设计方法	70
4.3.1	尺寸驱动法原理	72
4.3.2	变量几何法	73
4.4	参数化图形建库方法	75
第5章	设计资料的程序处理	78
5.1	数据表格的程序处理	78
5.1.1	一维数表	78
5.1.2	二维数表	80
5.1.3	多维数表	82
5.2	线图的程序处理	83
5.3	函数插值	87
5.3.1	一元函数插值	87
5.3.2	二元函数插值	91
5.4	求经验公式	97
5.4.1	最小二乘法拟合的基本思想	98
5.4.2	用最小二乘法求线性方程	98
5.4.3	用最小二乘法求多项式	99
5.4.4	列主元素高斯消去法求解线性方程组	106
5.5	有关数据的处理	111
5.5.1	恒等比较	111
5.5.2	圆整	112
5.5.3	取标准值	112
第6章	工程数据的数据库管理技术	114
6.1	工程数据与数据库系统管理	114
6.1.1	工程数据特点及其管理	114
6.1.2	数据库系统原理	114
6.1.3	数据库的数据模型	115

6.2	FoxPro 关系型数据库系统	116
6.2.1	FoxPro 基本特征	116
6.2.2	FoxPro 系统简介	117
6.2.3	基本操作命令简介	119
6.3	数据库系统应用举例	122
6.4	高级语言与 FoxPro 的接口	125
6.4.1	FoxPro 的数据文件	126
6.4.2	FoxPro 与 C 语言的接口	127
6.5	Auto CAD 与数据库的接口——ASE 简介	130
6.5.1	ASE 特点	130
6.5.2	ASE 的启动与关闭	131
6.5.3	ASE 应用示例	133
第 7 章	交互技术及用户界面	137
7.1	基本交互技术	137
7.1.1	定位技术	137
7.1.2	选择集构造	138
7.1.3	文字输入	140
7.1.4	数值输入	141
7.2	交互技术的组合	141
7.3	用户界面的设计	143
7.3.1	用户界面的设计目标	143
7.3.2	用户界面的设计步骤	143
7.3.3	用户界面的风格	145
7.3.4	用户界面的设计原则	148
7.3.5	用户界面的视觉效果	152
第 8 章	AutoCAD 系统开发基础	154
8.1	概述	154
8.2	菜单开发	156
8.2.1	AutoCAD 菜单类型	156
8.2.2	菜单文件概述	158
8.2.3	菜单文件结构	159
8.2.4	下拉菜单设计	161
8.2.5	屏幕菜单设计	165
8.2.6	图标菜单设计	168
8.2.7	菜单编译	171
8.3	CAD 数据交换	173

8.3.1	数据交换的作用	173
8.3.2	DXF 文件结构	175
8.3.3	DXF 文件应用实例	182
第 9 章	AutoLISP 程序设计语言	188
9.1	概述	188
9.2	AutoLISP 数据类型	188
9.3	AutoLISP 程序结构	192
9.4	AutoLISP 的求值程序	194
9.5	函数定义及自动装载	196
9.6	AutoLISP 数据存储结构	198
9.7	AutoLISP 编程实例	199
第 10 章	ADS 高级开发系统	205
10.1	ADS 概述	205
10.1.1	ADS 特点	205
10.1.2	ADS 运行方式	205
10.2	ADS 程序基本结构	206
10.3	ADS 数据类型	211
10.4	ADS 函数	215
10.5	ADS 应用程序实例	220
第 11 章	AutoCAD 对话框设计技术	225
11.1	概述	225
11.2	对话框的组成	225
11.2.1	预定义的有效动作构件	226
11.2.2	构件组群	229
11.2.3	装饰性和信息性构件	229
11.3	构件的属性	229
11.3.1	预定义标准属性	230
11.3.2	关键字和值属性	232
11.3.3	布局属性和尺寸属性	232
11.3.4	功能属性	232
11.3.5	预定义构件属性	233
11.4	对话框设计原则与规范	236
11.4.1	通用原则	236
11.4.2	通用规范	237
11.4.3	预定义构件的使用规范	238

11.5	对话框控制语言	239
11.5.1	DCL 文件结构	239
11.5.2	DCL 语法	240
11.6	对话框驱动程序	243
11.6.1	驱动程序的结构	244
11.6.2	对话框回调	245
11.6.3	对话框特殊处理	246
11.6.4	对话框驱动函数	247
11.7	ADS 与 AutoLISP 相关函数对照	251
11.8	对话框应用实例	252
第 12 章	CAD 应用系统开发实例	276
12.1	中小型电力变压器 CAD 系统研究	276
12.1.1	系统总体结构	276
12.1.2	系统运行结构的设计步骤	277
12.1.3	系统功能实现	278
12.2	链板级进模 CAD 优化排样模块开发	281
12.2.1	优化排样基本原理	281
12.2.2	建立数学模型	282
12.2.3	优化排样模块结构	285
12.3	加工中心总体设计智能 CAD 系统研制	286
12.3.1	系统总体结构	286
12.3.2	系统界面设计	287
12.3.3	总体布局模块设计	287
12.3.4	功能模块的分类	289
12.3.5	系统数据模型	289
12.3.6	加工中心设计实例	291
参考文献		292

第1章 绪 论

1.1 CAD 技术发展概况

计算机辅助设计(computer aided design,简称 CAD)技术是电子信息技术的一个重要组成部分;是促进科研成果开发和转化、实现设计自动化、加快国民经济发展和国防现代化的一项关键新技术;是提高产品和工程设计水平、降低消耗、缩短科研和新产品开发周期、大幅度提高劳动生产率的重要手段;是科研单位提高自主研究与开发能力,企业提高创新能力和管理水平,参与国际竞争的重要条件;也是进一步向计算机辅助制造(computer aided manufacturing,简称 CAM)、计算机集成制造系统(computer integrated manufacturing system,简称 CIMS)发展的重要基础。

CAD 这一新兴学科能充分运用计算机高速运算和快速绘图的强大功能为工程设计及产品设计服务,因而发展迅速,目前已获得了广泛应用。CAD 技术之所以在短短的 30 年内发展如此迅速,是因为它是人类在 20 世纪取得的重大科技成就之一,它几乎推动了一切领域的设计革命,彻底改变了传统的手工设计绘图方式,极大的提高了产品开发的速度和精度,使得科技人员的智慧和能力得到了延伸。据 1989 年美国国家工程科学院对人类 25 年间(1965—1989)当代十项最杰出工程技术成就进行评比的结果显示,CAD 技术的开发应用排在第 4 位。另一方面,CAD 自身作为信息产业的一部分也得到了迅猛的发展,据统计,1990 年全世界 CAD 的销售总额已超过 100 亿美元,年增长率高达 15%~20%,明显高于其它产业的增长率。

应用 CAD 技术来进行产品设计,能使设计、生产、维修工作快速而高效率地进行,所带来的经济效益是十分明显的。例如:过去生产一个大规模集成电路芯片,要花两年时间,用 CAD 只要两周即可完成;美国道格拉斯公司生产 F15 战斗机,用 CAD 技术试制第一架飞机便解决了发动机气道和机舱密封等关键问题;哥伦比亚航天飞机表面防热系统的成功组装,也是采用 CAD 技术的成功典范;英国的三叉戟飞机比美国的波音 747 飞机早开工,却晚一年完成,其原因就是美国的 747 采用了 CAD 技术;美国 GM 公司汽车设计中应用 CAD 技术,使新型汽车的设计周期由 5 年缩短为 3 年,新产品的可信度由 20%提高到 60%;法国一家公司在飞机设计中应用了 CAD 技术能在很短的时间内设计出几十个方案,供用户进行选择,使新产品的性能提高了 9%;以前波音公司的飞机维修手册叠在一起有 3 米多厚,而现在一张光盘上可储存 1000 多张图样信息。如此等等,都是采用 CAD 技术的结果。

CAD 技术的发展与应用水平已成为和衡量一个国家的科学技术现代化和工业现代化的重要标志之一。在国际贸易市场竞争激烈的今天,时间就是金钱,而加快产品的更新换代,提高设计速度和设计质量是很关键的环节,这一环节在很大程度上取决于一个国家的产品设计和工程设计这两大领域中心技术应用的能力。世界各国对 CAD 新技术的研究和应用十分重视,已经推出了各种可供应用的 CAD 设计绘图系统,充分显示了这一新技术在设计生产领域中的优势和广阔的应用前景。近几年来,随着计算机技术的飞速发展,CAD 技术已经由发达国家向发展中国家扩展,而且发展的势头非常迅猛。因为当今世界工业产品的市场竞争,归根结底是设计手段和设计水平的竞争,发展中国家的工业产品要在世界市场上占有一席之地,不采用 CAD 技术是不可行的。

我国 CAD 技术的研究和开发工作起步相对比较晚,自 80 年代开始,CAD 技术应用工作才逐步得到了开展。令人高兴的是我国上至领导阶层,下到设计院和厂矿企业都有这样的共识:没有现代化的设计,就不可能有现代化建设。近几年来,各个部门和单位都把推广和普及 CAD 技术提到议事日程之上。

1991 年春到 1992 年夏,国家科委遵照国务院领导的指示,组织主要工业部门和部分专家研讨了在全国开展 CAD 应用工程的必要性和可靠性,认识到 CAD 应用工程涉及到 CAD 技术的研究开发与推广应用、软件与硬件、人才与资金、市场与产业、政策与法规、机制与管理等各个方面,是一项综合性系统工程,要比一个单纯的科研开发项目立项或推广应用复杂得多,需要全国有关部门、行业共同努力促进和推广。由此,形成了由国家科委牵头,联合原国务院电子办、国家技术监督局等八大部委联合上报国务院的《关于大力协同开展我国“计算机辅助设计(CAD)应用”的报告》。1992 年 4 月 24 日,国务院办公厅以[1992] 13 号文批复了该报告,并同意由国家科委牵头,原国务院电子办、国家技术监督局协助,会同原国家计委、国家教委、国防科工委、国务院经贸委、建设部、机电部、航天航空部和中科院等部门联合组成 CAD 应用工程协调小组,协同开展 CAD 应用工程,并于 1992 年 7 月召开第一次协调指导小组会议。随后,国家 CAD 应用工程正式启动。

“九五”期间,国家科委颁布了《1995—2000 年我国 CAD 应用工程发展纲要》,机械工业部发布了“三大战役”的战略部署,其中“开发能力提高战役”是重要战役之一,而推广应用 CAD 技术是其重要手段。为此,机械部颁发了《机械工业 1995—2000 年推广应用 CAD/CAM 技术发展规划》,并组织实施了机械工业“CAD 应用 1215 工程”,目前正在组织落实“CAD 应用 1550 工程”的工作,并把 1997 年定为“CAD 推广年”,把 CAD 推广工作作为重中之重的项目。

可以预言,今后几年 CAD 技术将在我国得到广泛的应用。到 2000 年,我国 CAD 科技开发及应用推广水平将达到国外中等发达国家 90 年代中后期水平。

1.2 CAD 系统的硬件组成

CAD 系统包括硬件系统和软件系统两大部分。硬件系统是计算机辅助设计技术的物质基础;软件系统是计算机辅助设计技术的核心,它决定了系统所具有的功能。硬件和软件的组合形成了 CAD 系统。因此,了解和掌握 CAD 技术、研究和开发 CAD 系统,必须具

备一定的硬件和软件知识。

1.2.1 系统的基本构成

CAD 系统的硬件一般由计算机主机、常用外围设备、图形输入设备和图形输出设备组成。图形输入和输出设备种类很多,可根据需要进行选配。现代 CAD 系统均为交互系统,交互是靠用户操作图形输入设备来实现的。图 1-1 表示了一个 CAD 系统的基本构成。

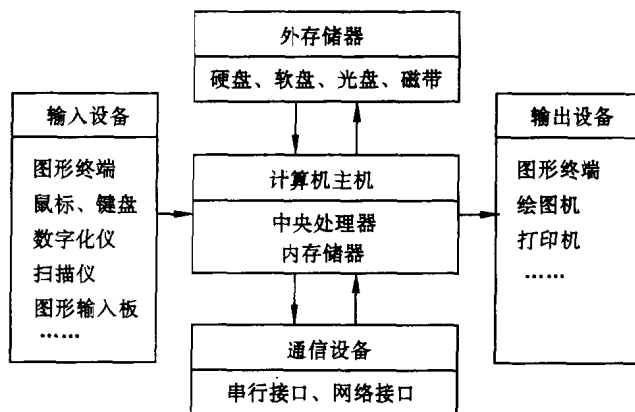


图 1-1 CAD 硬件系统基本组成

1.2.2 系统总体结构分类

CAD 系统作为计算机应用系统的一个重要分支,也经历了三个阶段的发展,即多个用户共享一台计算机;一个用户使用一台计算机;一个用户共享多台计算机。因此,从系统结构看,CAD 系统总体结构配置大致可以分为三大类,即单机式系统、集中式系统、工作站网络系统。

单机式系统的模式,见图 1-2,这种系统为单用户单任务环境,主机常采用 PC 机,通常只配一个图形终端,以保证对操作命令的快速响应。近年来 32 位字长的微机在速度上、精度上、内外存容量等方面已能满足 CAD 应用的要求,且价格越来越低;其次微机上的各种软件满足了用户的大部分要求,因此微机系统在中小型企业中得到了广泛的应用。

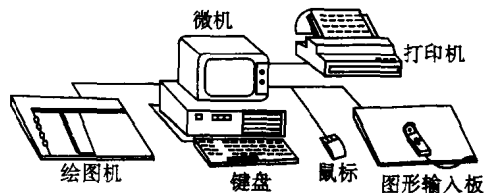


图 1-2 单机式系统

集中式系统的模式如图 1-3 所示,这种系统采用功能较强的计算机,可多个用户使用同一台计算机,资源共享,但使用起来不方便。

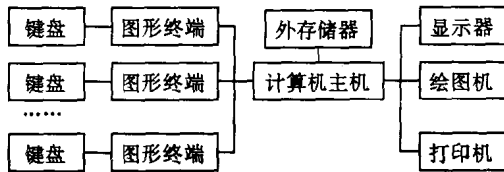


图 1-3 集中式系统

自从 CAD 工作站问世以后,大多数用户趋向采用工作站网络系统来代替集中式 CAD 系统。工作站网络系统以开放式标准化的功能向用户提供有效的网络接口,操作系统也包含了完整的网络功能,并以标准的通信协议为基础。同时它还提供了一系列的数据通信功能,使工作站可与各类计算机连接工作。图 1-4 所示为工作站网络系统示意图。

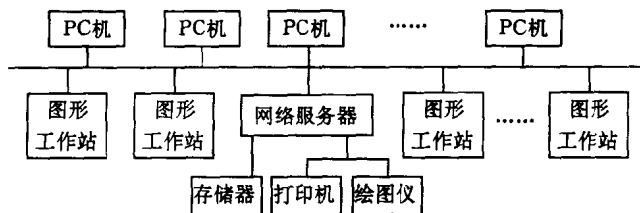


图 1-4 工作站网络系统

计算机连网以后,摆脱了机器实际位置的束缚,无论用户在什么地方,都可以使用网中的程序、数据和设备,实现了资源共享,可以节省投资。

1.2.3 图形输入设备

在计算机辅助设计中,图形输入装置是人与计算机进行通讯的重要设备。早期使用的图形和数据输入设备是键盘、光笔、操纵杆和跟踪球等,后来出现了鼠标器、数字化仪、扫描仪等。这些设备已广泛应用于计算机辅助设计中,成为主要的交互操作工具。

下面对目前常用的图形输入设备分别进行简单介绍。

1. 鼠标器(mouse)

鼠标器是计算机辅助设计系统中最常见的图形输入设备,移动鼠标器可以驱动光标在图形显示器的屏幕上运动,用于拾取坐标点或选择菜单命令等。

鼠标器是一种手持式的可移动装置,正面有 2~3 个功能键,它常分为机械式鼠标器和光电式鼠标器两种。图 1-5 所示为鼠标器的结构示意图。机械鼠标器底部装有可磨擦移动的滚动球,见图 1-5(a),当鼠标在平面上移动时,滚动球也依靠磨擦力而随之移动,与滚动球相啮合的机械装置就探测出移动的 X、Y 方向和距离。将该信息输入计算机后,就可以控制屏幕上光标的位置。光电鼠标器底部装有可发送和接受光信息的光电装置,见图 1-5(c),当光电鼠标在一块特定的栅格形铅版上滑动时,光电装置接受的亮度变化,决定了它相对网格线条移动量和方向,从而探

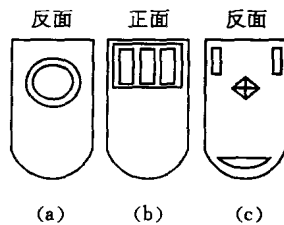


图 1-5 鼠标器的结构示意图

测到移动的距离和方向,经转换后送入计算机,就可以控制光标在图形显示器上移动,并显示光标所在的位置。

这种设备结构简单,价格便宜,可以很方便地进行定位,目前已成为计算机操作中使用频率较高的外部设备。

2. 数字化仪(digitizer)

将用户图形的坐标数据输入到计算机中是件令人头痛的事。尤其在图形比较多又比较复杂的情况下,靠人工读坐标点的方法往往容易出错。借助于坐标数字化仪,用游标来拾取图形坐标和命令,就可以使这项工作大大简化。

数字化仪由一块平面输入平板和可以在平板上移动的游标定位器组成,图 1-6 所示。游标也可以由感应触笔代替,游标定位器上的十字准线相当于电笔的笔尖。数字化仪按其工作原理可分成电磁感应式、静电耦合式、超生式等类型。目前常用的是电磁感应式数字化仪。

电磁感应式数字化仪台板下覆盖了一层用印刷线路方法制成很细密的网状金属线基体,构成感应阵列。游标上有一检测线圈,它将交流信号施加于网状金属线上,当游标触及数字化仪台板时,在游标的线圈内产生磁通,于是在台板下的纵横两根金属线上产生感应电压。由于不同的金属线代表了各自 X,Y 坐标位置,当金属线上的感应电压信号输入到计算机系统,就获得了相应游标所在的精确位置,同时显示在屏幕上。将游标在数字化仪台板上移动,对准图纸的某一个位置,按动游标的按钮,则可将该点的坐标送入计算机或选择该位置的功能菜单。

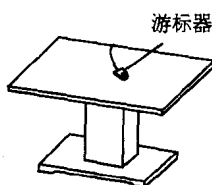


图 1-6 数字化仪示意图



图 1-7 图形输入板

3. 图形输入板(tablet)

图形输入板是一种在结构和原理上都类似于数字化仪的输入设备,只是面积比较小,常见的面积为 280mm×280mm。这种设备配有特制的感应触笔,操作时,靠笔上的压力敏感开关接通电路,输入所在位置。有的输入板所配的游标定位器上有几个按钮,可用来输入命令和接受坐标。图 1-7 为图形输入板。

图形输入板主要用于进行交互设计,使用时一般划出一个台板图形区,其余部分放置菜单,称为菜单区。台板图形区与显示屏幕之间存在一种映射关系。这种关系需要用专门软件来建立。

4. 光笔(light pen)

光笔是一种直接用于输入坐标点的设备,并可用它来改变显示点的位置和选择在屏幕上显示的图形或菜单项。光笔的形状和大小像一支圆珠笔,笔尖处有一个圆孔,让荧光屏上的光通过这个孔进入光笔。光笔的头部有一组透镜,它把收集到的光聚焦至光导纤维

的一个端面上,光导纤维在把光引至光笔另一端的光电倍增管上,从而将光信号转换为电信号,经过整形后输出一个有一定信噪比的逻辑电平,作为中断信号送给计算机或显示屏。其结构如图 1-8 所示。

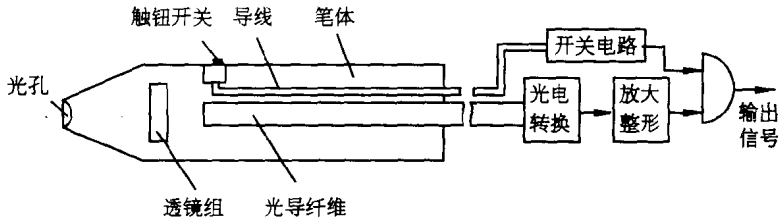


图 1-8 光笔结构示意图

5. 扫描仪(scanner)

在多媒体技术发展的今天,扫描仪成了受人欢迎的新一代输入设备,在很多领域中得到了应用。扫描仪是直接把图形(如工程图纸)或图象(如照片、广告画)扫描输入到计算机中,以象素信息进行存储表示的设备。按其所支持的颜色分类,可分为单色扫描仪和彩色扫描仪;按所采用的固态器件又可分为电荷耦合器件(CCD)扫描仪、MOS 电路扫描仪、紧贴型扫描仪等;按扫描宽度和操作方式可分为大型扫描仪、台式扫描仪和手动扫描仪。图 1-9 所示为台式扫描仪。

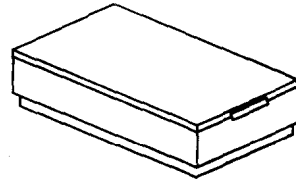


图 1-9 台式扫描仪

扫描仪的主要技术指标有:(1)扫描仪的幅面,通常有 A0,A1,A4 等。(2)扫描仪的分辨率,指在原稿上的单位长度(英寸)上取样的点数,单位是点/英寸,常用的分辨率在 300 点/英寸到 1000 点/英寸之间。扫描的分辨率越高,所需的存储空间就越大。(3)扫描图形灰度等级,指扫描仪支持的颜色、灰度,层次越多,图象的数字化表示就越准确,但同时意味着存储空间的增加。(4)扫描速度,指最大幅面最大分辨率时每分钟扫描的页数。

扫描仪综合了光学机械电子技术,并通过与向量转换软件结合,提供了一系列光栅格式与向量格式的转换功能,以便存储和修改。目前有各种各样的扫描输入系统,根据对扫描图形性质的不同要求,可以分为两类,一类输出的是光栅图象;另一类输出的是矢量化图形。对于后一类扫描系统必须经过矢量软件转换。图 1-10 所示为这类系统的工作流程图。

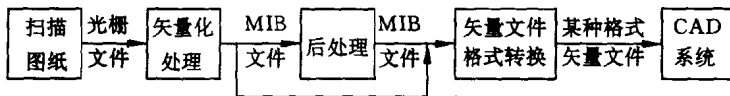


图 1-10 矢量化扫描系统的工作流程图

系统工作时,首先用扫描仪扫描图纸,得到一个光栅文件,接着进行矢量化处理,变成一种格式紧凑的二进制矢量文件,即 MIB 格式文件,然后再针对某种 CAD 系统,进行矢量文件的格式转换,变成该 CAD 系统可接受的文件格式,最后输出矢量图。显然采用这

种系统可以快速地将大量图纸输入计算机,比其它输入方法节省了大量人力与时间。

1.2.4 图形显示设备

显示器是CAD系统中必备的图形输入输出设备,大多采用阴极射线管。阴极射线管显示器根据工作原理可分为三类:随机扫描刷新式显示器、存储管式显示器及光栅扫描式显示器。目前PC机及其它计算机上使用最普遍的显示器是光栅扫描式显示器。此外还有液晶显示器和等离子显示器,它们体积小,功耗少,主要用于笔记本式的计算机。

1. 光栅扫描显示器

光栅扫描显示器的系统组成如图 1-11 所示。其中内存显示文件代表图形的矢量信息,经矢量光栅转换器转换成数字化的光栅点阵信息,存入帧缓冲存储器,再经显示控制器,图形就在阴极射线管(CRT)的屏幕上显示出来。矢量到光栅的转换要用软件(或固化后的硬件)实现。

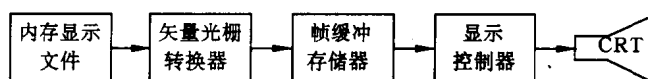


图 1-11 光栅扫描显示器的系统组成

(1) 阴极射线管

阴极射线管一般是利用电磁场产生高速的、经过聚焦的电子束,偏转到屏幕的不同位置轰击屏幕表面的荧光材料而产生可见图形的。主要由装在一个玻璃壳内的电子枪、偏转系统及荧光屏组成,壳内空气被抽成真空。其结构如图 1-12 所示。

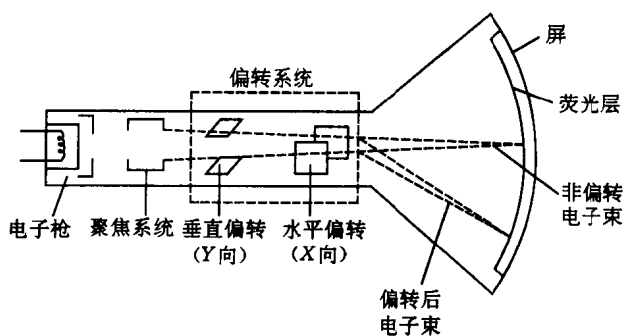


图 1-12 阴极射线管结构示意图

阴极射线管的工作原理是电子枪产生沿着管轴线方向的电子束,它是利用热电子发射原理产生电子的,且能通过改变电子枪中的栅极电位控制电子束强度。聚焦系统将电子枪发射出的分散在各个方向的电子集中聚焦在荧光屏上,形成一个细小的圆点。偏转系统中有两对偏转线圈或电极,通过线圈中的控制电流或电极上的控制电压使电子束产生 X 及 Y 方向偏转。位于管壁内侧的荧光层受高速度电子束的轰击而发生光点,在电子束停止轰击后,人们观察到的是持续发出的磷光,称为“余辉”,余辉时间非常短暂,一般为 0.5~1ms。