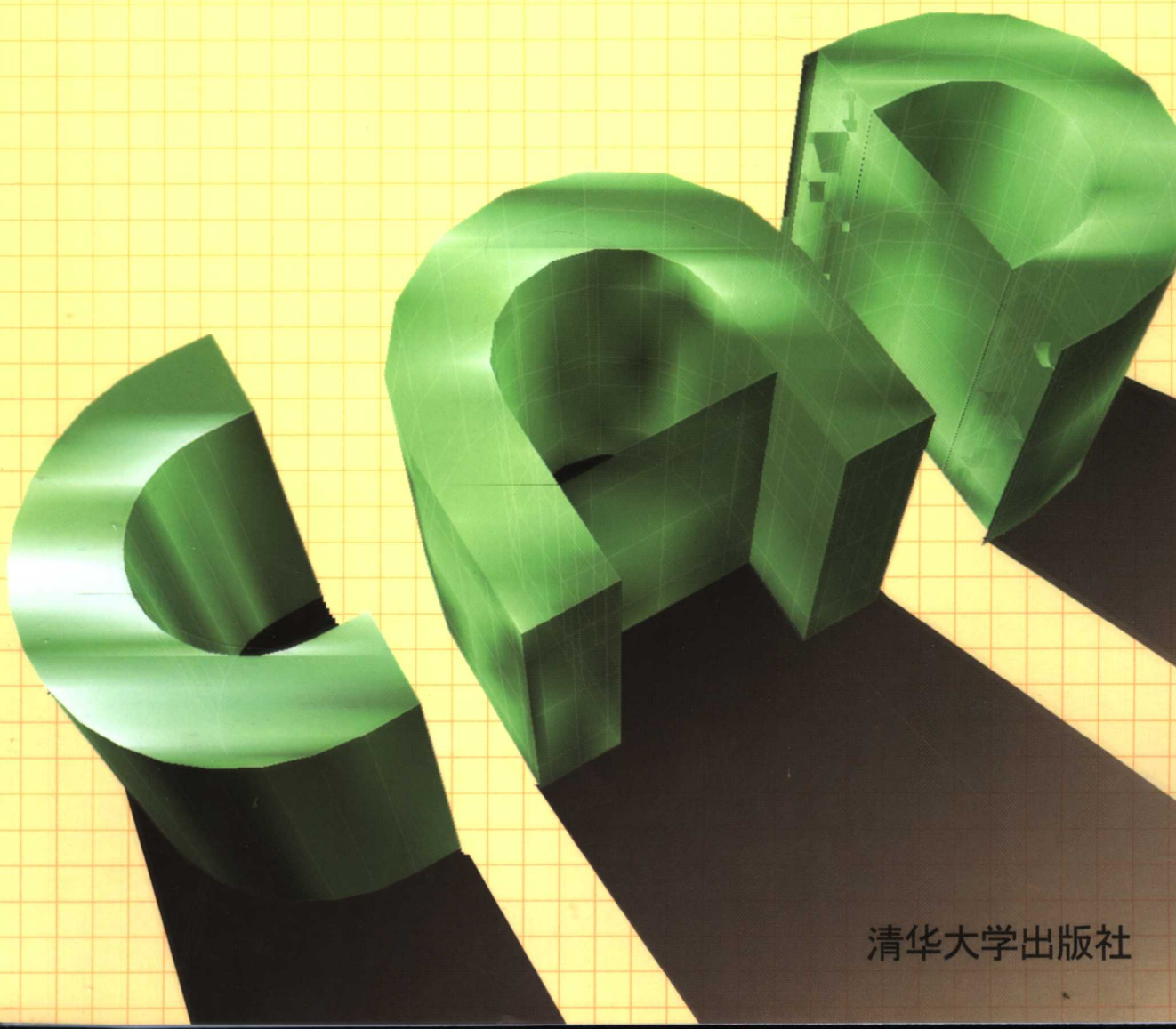


CAD

肖刚 李学志 李俊源 编著

# 机械CAD原理与实践

(第2版)



清华大学出版社

内容简介

肖刚 李学志 李俊源 编著

本书共分12章，第1章介绍机械CAD的发展概况、应用现状及前景；第2章介绍机械CAD的图形用户界面；第3章介绍机械CAD的二维图形功能；第4章介绍机械CAD的三维造型功能；第5章介绍机械CAD的装配功能；第6章介绍机械CAD的数控编程功能；第7章介绍机械CAD的逆向工程功能；第8章介绍机械CAD的模具设计功能；第9章介绍机械CAD的钣金设计功能；第10章介绍机械CAD的钣金展开功能；第11章介绍机械CAD的钣金折弯功能；第12章介绍机械CAD的钣金冲压功能。

# 机械CAD原理与实践

(第2版)

清华大学出版社

机械CAD原理与实践(第2版) 肖刚,李学志,李俊源编著. —2版. —北京:清华大学出版社,2008.3

ISBN 7-302-15198-6

1. 机械CAD原理与实践 ①肖刚 ②李学志 ③李俊源 Ⅱ. 机械CAD原理与实践 Ⅲ. TH132

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第142814号

清华大学出版社 地址:北京清华大学学研大厦

邮编:100084

发行部电话:010-62770175

清华大学出版社

http://www.tup.com.cn

社总编:010-62770175

责任编辑:王淑敏

印刷厂:北京清华同方印刷有限公司

发行:清华大学出版社北京发行部

开本:185mm×260mm 印张:18.5 字数:414千字

版次:2006年3月第2版 2008年3月第2次印刷

书号:ISBN 7-302-15198-6/TH·159

清华大学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书在继承第1版体系结构的基础上,对部分内容作了修订和更新。改版后全书共分13章,第1~7章为CAD基本原理部分,系统地阐述了CAD技术的基本内容、原理和方法,包括CAD技术发展概况、CAD中常用数据结构、交互绘图系统原理、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、CAD交互技术与辅助工具等。第8~13章为CAD开发实践部分,详细介绍了AutoCAD软件的基本开发环境、各种开发技术以及开发实例,包括AutoCAD系统开发基础、图形数据交换技术和标准、Visual LISP开发技术、AutoCAD VBA开发技术、AutoCAD对话框设计技术、CAD应用系统开发实例等。

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。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

### 图书在版编目(CIP)数据

机械CAD原理与实践/肖刚,李学志,李俊源编著. —2版. —北京:清华大学出版社,2006.3

ISBN 7-302-12196-6

I. 机… II. ①肖… ②李… ③李… III. 机械设计:计算机辅助设计 IV. TH122

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第142514号

出 版 者:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机:010-62770175

地 址:北京清华大学学研大厦

邮 编:100084

客 户 服 务:010-62776969

责任编辑:庄红权

印 刷 者:北京嘉实印刷有限公司

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印 张:19.25 字 数:454千字

版 次:2006年3月第2版 2006年3月第1次印刷

书 号:ISBN 7-302-12196-6/TH·189

印 数:1~4000

定 价:29.00元

## 第 2 版前言

CAD 技术的发展与应用水平已经成为衡量一个国家科学技术现代化和工业现代化的重要标志之一,它使产品设计工作的内容和方式发生了根本性变革,彻底改变了传统手工设计绘图的方式,推动了几乎一切领域的设计革命。

由于我国政府部门十分重视 CAD 这一新技术,特别是 20 世纪 90 年代以来,国家科技部大力进行 CAD 技术的推广应用,实施以“甩图板”为突破口的 CAD 应用工程,组建了全国性的 CAD 培训网络,一大批 CAD 技术开发和应用人才得到了培养,一批国产 CAD 软件得到了产业化,高等院校普遍开展 CAD 技术教学。目前,CAD 这一新技术已经在很多企业应用并发挥作用,CAD 技术不仅提高了产品的开发速度和设计精度,同时也提高了企业自身的技术素质,增强了企业在国内外市场的竞争能力。

尽管我国 CAD 技术的应用取得了巨大成就,但与发达国家相比仍有较大差距,同时,国内 CAD 技术的应用还很不平衡,仍需要从事 CAD 技术应用和推广的科技和教育工作者不断努力,继续培养大批具有 CAD 理论基础和掌握 CAD 技术新方法的工程技术人员,以提升我国的整体设计水平。本书第 1 版自 1999 年出版以来已多次重印,但由于 CAD 技术仍在不断发展,书中有些内容已经陈旧,需要及时调整和修订,因此,我们在仔细分析存在问题的基础上,同时考虑读者的建议,决定保持第 1 版书的结构体系和特点,只对部分内容进行修订和更新,以适应新时期 CAD 教学和 CAD 技术人才培养的需要。具体修订情况如下:

对第 1 章绪论、第 6 章工程数据的数据库管理技术、第 7 章交互技术及用户界面、第 8 章 AutoCAD 系统开发基础、第 9 章 AutoLISP 程序设计语言、第 12 章 CAD 应用系统开发实例等内容作了重新改写;删除第 10 章 ADS 高级开发系统,增加图形数据交换技术和 AutoCAD VBA 开发技术。第 2 章 CAD 中常用的数据结构、第 3 章交互式工程绘图系统原理、第 4 章参数化设计技术、第 5 章设计资料的程序处理等基本保持不变,仅对其部分内容作了一些调整。

本书改版后共分 13 章,第 1 章介绍 CAD 技术发展概况,CAD 系统的硬件和软件的组成以及 CAD 技术最新发展趋势;第 2 章对 CAD 系统中常用的数据结构形式进行详细介绍;第 3 章阐述交互绘图系统的组成、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技术;第 7 章简要介绍 CAD 系统中一些常见的交互技术和辅助工具;第 8 章讲述开发 AutoCAD 系统的基本方法,包括菜单、工具栏、线型和填充图案的自

定义;第 9 章介绍图形数据交换技术和初始图形交换标准 IGES 及 STEP 标准,重点对 DXF 文件进行详细描述;第 10 章介绍 Visual LISP 程序设计语言的数据类型、程序结构、各类函数及其开发方法;第 11 章详细介绍 AutoCAD VBA 开发技术的特点和开发方法等;第 12 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进行详细描述;第 13 章给出几个 CAD 应用系统实例。

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 知识培训与继续教育的参考用书。

本书第 1、3、4、7 章由肖刚编写,第 2、5 章由李学志编写,第 6、9、10、11 章由李俊源编写,第 8、12、13 章由肖刚、李俊源编写。全书由肖刚负责汇总和定稿。书中内容均为作者多年从事 CAD 教学与科研工作的总结和体会,难免存在不足之处,敬请读者批评指正。

作者联系方式: xg@zjut.edu.cn

作 者

2005 年 8 月

# 第 1 版前言

经过 30 多年的发展,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 10 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。

本书的编写特点是:第一,内容组织比较紧凑。由于 CAD 是一门新兴学科,尚在不断发展之中,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 系统的硬件和软件的组成以及 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;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 知识培训与继续教育参考用书。

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

---

第 2 版前言 .....	I
第 1 版前言 .....	III
<b>1 绪论 .....</b>	<b>1</b>
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 .....	2
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 .....	5
1.2.5 图形输出设备 .....	10
1.3 CAD 系统的软件组成 .....	12
1.4 CAD 系统的类型 .....	13
1.5 CAD 技术的发展趋势 .....	16
<b>2 CAD 中常用的数据结构 .....</b>	<b>20</b>
2.1 基本概念 .....	21
2.2 线性表 .....	21
2.2.1 线性表的逻辑结构 .....	21
2.2.2 线性表的顺序存储结构 .....	22
2.2.3 线性表的链式存储结构 .....	23
2.3 栈和队列 .....	29
2.4 树 .....	30
2.4.1 基本概念 .....	30
2.4.2 二叉树 .....	31
<b>3 交互绘图系统原理 .....</b>	<b>34</b>
3.1 系统基本组成 .....	34



3.2	系统数据结构	34
3.3	系统主要功能实现	43
3.4	若干技术问题	47
3.4.1	坐标系变换	47
3.4.2	图形变换	48
<b>4</b>	<b>参数化设计技术</b>	<b>51</b>
4.1	参数化编程原理	51
4.2	参数化图素拼装原理	58
4.3	参数化设计方法	62
4.3.1	尺寸驱动法	63
4.3.2	变量几何法	65
4.4	参数化图形库技术	67
<b>5</b>	<b>设计资料的程序处理</b>	<b>69</b>
5.1	数据表格的程序处理	69
5.1.1	一维数表	69
5.1.2	二维数表	71
5.1.3	多维数表	73
5.2	线图的程序处理	74
5.3	函数插值	77
5.3.1	一元函数插值	78
5.3.2	二元函数插值	81
5.4	求经验公式	87
5.4.1	最小二乘法拟合的基本思想	88
5.4.2	用最小二乘法求线性方程	88
5.4.3	用最小二乘法求多项式	89
5.4.4	列主元素高斯消去法求解线性联立方程组	95
5.5	有关数据的处理	101
5.5.1	恒等比较	101
5.5.2	圆整	101
5.5.3	取标准值	101
<b>6</b>	<b>工程数据的数据库管理技术</b>	<b>103</b>
6.1	工程数据与数据库系统管理	103
6.1.1	工程数据的特点及其管理	103
6.1.2	数据库系统原理	104
6.1.3	数据库的数据模型	105

---

6.2	Visual FoxPro 关系型数据库	106
6.2.1	Visual FoxPro 基础	106
6.2.2	Visual FoxPro 基本操作	107
6.2.3	Visual FoxPro 应用举例	109
6.3	数据库管理系统开发	112
6.4	AutoCAD 数据库连接	113
6.4.1	数据库连接 dbconnect 的特点	113
6.4.2	数据库连接的启动和关闭	114
6.4.3	数据库连接管理器	115
6.4.4	配置外部数据库	115
6.4.5	dbconnect 基本操作	117
6.5	Visual LISP 访问外部数据库	121
<b>7</b>	<b>交互技术与辅助工具</b>	<b>126</b>
7.1	定位技术	126
7.2	约束技术	127
7.3	拾取技术	127
7.4	拖动技术	129
7.5	反馈技术	130
7.6	常用辅助工具	130
7.6.1	栅格工具	131
7.6.2	捕捉工具	131
7.6.3	正交工具	133
7.6.4	自动追踪捕捉方式	133
7.6.5	参考追踪捕捉方式	135
<b>8</b>	<b>AutoCAD 系统开发基础</b>	<b>137</b>
8.1	概述	137
8.2	菜单开发	138
8.2.1	菜单文件的类型	138
8.2.2	菜单文件的结构	139
8.2.3	下拉菜单设计	142
8.2.4	屏幕菜单设计	144
8.2.5	图标菜单设计	146
8.3	工具栏定制	148
8.3.1	对话框定制工具栏	148
8.3.2	菜单文件定制工具栏	149
8.3.3	工具栏按钮定制	151

8.4	线型和填充图案定制 .....	153
8.4.1	线型定制 .....	153
8.4.2	填充图案定制 .....	156
<b>9</b>	<b>图形数据交换技术 .....</b>	<b>158</b>
9.1	数据交换方式 .....	158
9.2	AutoCAD 数据交换 .....	160
9.2.1	AutoCAD 数据交换文件 .....	160
9.2.2	AutoCAD 数据交换命令 .....	160
9.3	DXF 文件结构 .....	161
9.4	DXF 文件实例 .....	170
9.5	初始图形交换标准 IGES .....	177
9.6	STEP 标准简介 .....	178
<b>10</b>	<b>Visual LISP 开发技术 .....</b>	<b>181</b>
10.1	概述 .....	181
10.2	AutoLISP 的数据类型 .....	182
10.3	AutoLISP 程序设计 .....	184
10.3.1	AutoLISP 内部函数 .....	185
10.3.2	AutoLISP 函数定义 .....	190
10.3.3	AutoLISP 递归定义 .....	191
10.3.4	函数加载和运行 .....	192
10.4	Visual LISP 集成开发环境 .....	194
10.4.1	Visual LISP 工作界面 .....	194
10.4.2	集成开发环境的应用 .....	199
10.5	Visual LISP 编辑和调试 .....	200
10.5.1	编辑 Visual LISP 程序 .....	200
10.5.2	调试 Visual LISP 程序 .....	201
10.6	工程管理器与应用程序生成 .....	205
10.6.1	Visual LISP 工程管理器 .....	206
10.6.2	Visual LISP 应用程序生成 .....	212
10.7	Visual LISP 编程实例 .....	215
<b>11</b>	<b>AutoCAD 对话框开发技术 .....</b>	<b>221</b>
11.1	对话框组成 .....	221
11.2	对话框属性 .....	224
11.2.1	预定义标准属性 .....	224
11.2.2	预定义控件属性 .....	227

11.3	对话框控制语言	229
11.3.1	DCL 文件结构	229
11.3.2	DCL 语法	230
11.4	对话框驱动程序设计	232
11.4.1	驱动程序的结构	232
11.4.2	对话框回调	233
11.4.3	对话框驱动函数	234
11.5	对话框应用实例	237
<b>12</b>	<b>AutoCAD VBA 开发技术</b>	<b>241</b>
12.1	AutoCAD VBA 基本概念	242
12.1.1	VBA 工程	242
12.1.2	VBA 管理器	242
12.1.3	宏	244
12.1.4	VBA IDE 开发环境	245
12.1.5	VBA 开发过程	247
12.2	AutoCAD ActiveX 基础	249
12.2.1	AutoCAD 对象模型	249
12.2.2	对象层次结构	251
12.2.3	集合对象	252
12.3	AutoCAD VBA 环境设置	253
12.3.1	图形文件操作	253
12.3.2	应用程序窗口控制	255
12.3.3	图形窗口控制	256
12.4	AutoCAD 图元创建和编辑	257
12.4.1	对象创建	257
12.4.2	对象编辑	259
12.4.3	图层、线型和颜色设置	266
12.5	VBA 应用程序开发示例	269
12.5.1	圆中心线自动绘制	269
12.5.2	粗糙度自动标注	271
12.5.3	整体式齿轮绘制	274
<b>13</b>	<b>CAD 应用系统实例</b>	<b>281</b>
13.1	齿轮减速器 CAD 系统设计	281
13.1.1	系统总体结构	281
13.1.2	系统工作流程	282
13.1.3	系统功能实现	282

---

13.2	工业温度计 CAD 系统研制 .....	285
13.2.1	系统总体结构设计 .....	286
13.2.2	参数查询模块实现 .....	286
13.2.3	零部件参数化图库建设 .....	287
13.2.4	总装图设计模块实现 .....	287
13.2.5	报价子系统实现 .....	288
13.3	标准件图库系统 .....	291
13.3.1	图库总体结构规划 .....	291
13.3.2	图库系统实现 .....	292
<b>参考文献</b> .....		<b>294</b>

# 1 绪 论

## 1.1 CAD 技术发展概况

计算机辅助设计(computer aided design, 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, CAM)、计算机集成制造系统(computer integrated manufacturing system, CIMS)发展的重要基础。

早期的 CAD 也就是计算机绘图(computer graphics, CG),以完成图形的设计与绘制工作为主。经过 40 多年的研究与应用, CAD 的概念已发生了本质的飞跃,它不仅包括图形处理,还包括概念设计、造型设计和原理样机设计等内容。它吸收和运用了更多的与设计技术相关联的科学技术和理论(如数学、物理、力学等),以及优化设计、可靠性设计、有限元分析、价值分析和系统工程等知识。与传统设计方法比较, CAD 彻底改变了设计的方式,提出了新的设计理念,把设计人员从繁琐、机械的设计工作中解脱出来,将精力和聪明才智转移到创造性的设计过程中,大大提高了产品设计的精度和可靠性,缩短了产品设计周期,降低了产品的成本。

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,所带来的经济效益十分明显。例如,美国的波音 747 飞机比英国的三叉戟飞机晚开工,但由于波音公司采用了 CAD 技术,结果比英国早 1 年完成;美国的 GM 公司在汽车设计中应用了 CAD 技术,使新型汽车的设计周期由 5 年缩短到 3 年,新产品的可信度由 20% 提高到 60%;日本东洋运搬机株式会社生产叉车设备,用户有新要求,需要更改设计,因为采用了 CAD 技术,在 15 天内即交货,工作效率比一般企业高出近 100 倍;美国一家医疗仪器公司,采用 CAD 技术,把一个本来需要两个月以上的复杂电子心脏定调器的设计周期缩短到两周;美国、法国、日本等国家利用 CAD 技术进行车辆运输中冲撞分析研究,帮助设计人员选择车辆的材料及结构,以确保乘客的安全,获得很好的效果。以前波音公司仅飞机维修手册叠在一起就有 3m 多厚,1990 年在设计和制造 777 型飞机时,全面采用了 CAD/CAM 技术,机上全部零件(13 万多种,300 多万件)使用数字化设计,实现了人们多年来追求的理想——无图化设计。如此种种事例,都是应用 CAD 技术的结果。

我国 CAD 技术的研究、开发和应用工作起步相对较晚,20 世纪 80 年代初才引入了 CAD 这一概念,并在高校和科研院所进行理论研究。经过 20 多年的发展,国内 CAD 技术的研究也取得了一定的成绩,大量自主知识产权的 CAD 应用软件相继问世。国家对 CAD 技术的开发与应用推广也十分重视,“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》,原机械部颁发了《机械工业 1995—2000 年推广应用 CAD/CAM 技术发展规划》,并把 1997 年定为“CAD 推广年”,把 CAD 推广工作作为重中之重的项目。由于各方面的努力,CAD 技术已经在机械制造、建筑工程、轻工化纺、船舶汽车、航空航天、影视广告等各个领域广泛应用。

在竞争日趋激烈的今天,加快产品的更新换代,提高产品设计速度和设计质量是求生存和发展的先决条件。大量 CAD 技术应用的事例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。

## 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 CAD 系统的物质基础和技术保证;软件系统是 CAD 系统的核心和灵魂,它决定了系统所具有的功能。CAD 技术是随着计算机硬件的发展而发展的,事实上一切计算机应用技术都是随着硬件的发展而发展的。因此,了解和掌握 CAD 技术,研究和开发 CAD 系统,就必须具备一定的硬件知识。

### 1.2.1 系统的基本构成

CAD 系统的硬件一般由计算机主机、常用外围设备和专用外围设备组成。专用外围设备是从事 CAD 工作必须配置的图形输入和输出设备,它种类繁多,可根据需要选配。现代 CAD 系统都是交互系统,通常使用图形输入输出设备实现用户与系统的交互操作。图 1-1 表示了一个 CAD 系统的基本构成。

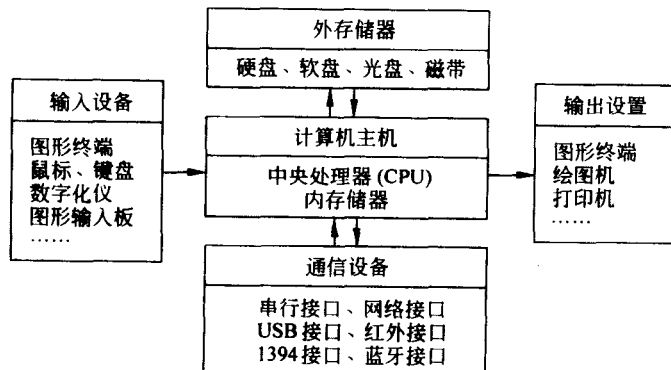


图 1-1 CAD 硬件系统的基本构成

### 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。

单机式系统的结构模式如图 1-2 所示,这种系统为单用户单任务环境,主机常采用 PC 机,并配置一个图形终端——高分辨率图形显示器,以保证对操作命令的快速响应。近来随着微机性能的不不断提高,尤其是高性能 CPU 的问世,使微机的速度、精度等各方面指标得到了极大提升,已完全能满足 CAD 应用的要求,且价格越来越低。其次,丰富的基于微机的软件资源为用户从事 CAD 工作提供了强有力的技术支持。因此,微机系统在中小型企业中得到了广泛的应用。

集中式系统的结构模式如图 1-3 所示,这种系统采用功能较强的一台计算机,配置多个图形终端,供多用户使用,用户之间可实现资源共享。但这种系统使用极不方便,因此现在已不常采用。



图 1-2 单机式系统的结构模式示意图

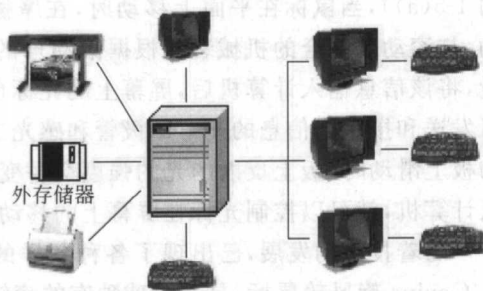


图 1-3 集中式系统的结构模式示意图

自工作站问世以后,绝大多数用户都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,因此,工作站能与各类计算机连接工作。图 1-4 是工作站网络系统的结构模式示意图。

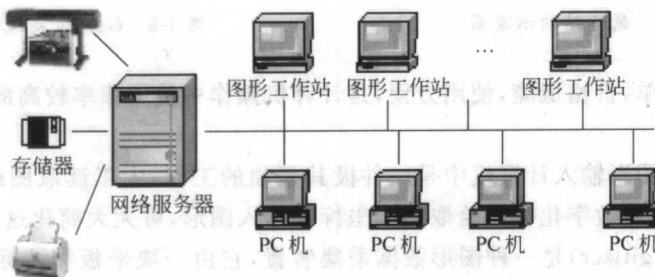


图 1-4 工作站网络系统的结构模式示意图



建立企业网络系统,可以摆脱机器实际位置的束缚,无论用户在什么地方,都可以使用网络中的程序、数据和设备,实现网络资源共享,既方便使用又节省投资。

随着国际互联网(Internet)的蓬勃发展,CAD 系统的硬件结构也跨入了一个新的阶段。通过 Internet 使计算机之间的通信更加简便快捷,从而实现了在更广阔时空范围内的计算机资源的共享。可以预见,Internet 将给 CAD 系统带来一场新的变革。

### 1.2.3 图形输入设备

图形输入设备是 CAD 中实现人机交互的重要工具。光笔、操纵杆和跟踪球是早期使用的图形、数据输入设备,目前主要使用的输入设备有鼠标、数字化仪、扫描仪等。

下面简要介绍目前常用的几种图形输入设备的工作原理。

#### 1. 鼠标

鼠标(mouse)是计算机系统上的定位设备,显示器屏幕上的光标跟随鼠标一起运动,用于拾取坐标点和选择菜单命令等。它是 CAD 系统中最常用的图形输入设备。

鼠标是一种手持式的可移动装置,普通鼠标正面有 2~3 个按键,按其结构形式分为机械鼠标和光电鼠标。图 1-5 所示为鼠标的结构示意图。机械鼠标背面装有滚动球(见图 1-5(a)),当鼠标在平面上移动时,在摩擦力作用下,滚动球与鼠标体之间发生相对滚动,与滚动球啮合的机械装置根据滚动球的相对滚动量,测出鼠标在  $x, y$  方向上的移动量,将该信息输入计算机后,屏幕上的光标也相应地移动一定的距离。光电鼠标背面装有可发送和接受光信息的光电二极管和感光二极管(见图 1-5(c)),当光电鼠标在能够反光的板上滑动时,板上反射的光的强度交替变化,感光二极管测得这一变化量,经转换后送入计算机,就可以控制光标在屏幕上的移动。

随着技术的发展,已出现了各种各样的新型鼠标,如无线鼠标、滚轮鼠标等。图 1-6 是 Genius 旋风轮鼠标,具有全球独有的滚轮设计专利技术,特别适合上网操作,独特的滚轮可上下、左右卷动各视窗应用软件页面,而不需要移动鼠标。

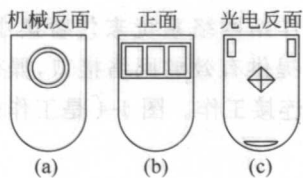


图 1-5 鼠标结构示意图



图 1-6 Genius 旋风轮鼠标

鼠标结构简单,价格低廉,使用方便,是计算机操作中使用频率较高的外部设备。

#### 2. 数字化仪

将图纸上的图形输入计算机中是一件极其繁琐的工作,人工读取图纸上的坐标点时又极易出错,因此用数字化仪来拾取图形坐标和输入图形,可大大简化这项工作。

数字化仪(digitizer)是一种图形数据采集装置,它由一块平板和游标定位器组成,游标也可用感应触笔代替。目前使用的数字化仪都是电磁感应式的,平板下覆盖了一层网状金属线,构成感应阵列。游标上有一检测线圈,当游标在平板上移动时,平板下的金属