

普通高等院校机电工程类规划教材

机械CAD原理与实践 (第3版)

肖刚 李俊源 李学志 编著

清华大学出版社

九江学院图书馆



1827404

1516169

普通高等院校机电工程类规划教材

机械CAD原理与实践

(第3版)

肖刚 李俊源 李学志 编著

不外借

TP391.72
1816-v3

九江学院图书馆
藏书章

清华大学出版社
北京

9818121

内 容 简 介

本书在第1、2版体系结构的基础上,对原书内容作了较大更新。改版后全书共分14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中常用的数据结构、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、交互技术与辅助工具。第8~14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、Visual LISP开发技术、AutoCAD对话框开发技术、AutoCAD VBA开发技术、SolidWorks基本建模技术、CAD应用系统实例。

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。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

机械CAD原理与实践/肖刚,李俊源,李学志编著.--3版.--北京:清华大学出版社,2011.12
(普通高等院校机电工程类规划教材)

ISBN 978-7-302-27179-6

I. ①机… II. ①肖… ②李… ③李… III. ①机械设计:计算机辅助设计—AutoCAD
软件—高等学校—教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第219549号

责任编辑:庄红权

责任校对:刘玉霞

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦A座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:19.75 字 数:478千字

版 次:2011年12月第3版 印 次:2011年12月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:34.00元

产品编号:045035-01

第 3 版前言

CAD 技术使产品设计的内容发生了根本性变革,彻底改变了产品设计的方式,推动了几乎一切领域的设计革命。目前,CAD 技术已经普遍应用在各个领域各个企业的产品设计中,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,增强了企业的市场响应能力和竞争能力。

我国 CAD 技术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与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才,以提升我国产品设计的整体水平。原书自 1999 年出版以来,已多次重印,2006 年发行第 2 版,但由于 CAD 技术仍在不断发展,原书中有些内容已经陈旧,需要及时调整和修订,因此,在分析原书存在问题的基础上,同时考虑读者对原书的建议,决定保持原书的结构体系和特点,对原书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。

新版修订内容包括:第 6 章工程数据的数据库管理技术、第 8 章 AutoCAD 系统开发基础等内容作了重新改写;引入三维建模技术,增加了第 13 章 SolidWorks 基本建模技术;因为采用 AutoCAD 2008 版本,所以对第 7 章交互技术与辅助工具、第 10 章 Visual LISP 开发技术、第 11 章 AutoCAD 对话框开发技术、第 12 章 AutoCAD VBA 开发技术等相关内容作了修改;其余章节基本保持不变,仅对其中部分内容作了一些修正。

本书改版后共分 14 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 技术的最新发展趋势;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 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;第 12 章详细介绍 AutoCAD VBA 开发技术的特点和开发方法等;第 13 章简要介绍 SolidWorks 基本建模技术;第 14 章给出了几个 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。

第 3 版第 1、3、4、7、14 章由肖刚编写,第 2、5 章由李学志编写,第 6、9、10、12 章由李俊源编写,第 8、11、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,但难免存在不足之处,敬请读者批评指正(E-mail: xg@zjut.edu.cn)。

作 者

2011 年 9 月

目 录

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	2
1.2.2 系统总体结构分类	2
1.2.3 图形输入设备	3
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	15
第 2 章 CAD 中常用的数据结构	20
2.1 基本概念	20
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	28
2.4 树	29
2.4.1 基本概念	29
2.4.2 二叉树	30
第 3 章 交互绘图系统原理	34
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	46
3.4.1 坐标系变换	46
3.4.2 图形变换	47
第 4 章 参数化设计技术	50
4.1 参数化编程原理	50
4.2 参数化图素拼装原理	56

4.3	参数化设计方法	61
4.3.1	尺寸驱动法	62
4.3.2	变量几何法	63
4.4	参数化图形库技术	65
第 5 章	设计资料的程序处理	67
5.1	数据表格的程序处理	67
5.1.1	一维数表	67
5.1.2	二维数表	69
5.1.3	多维数表	71
5.2	线图的程序处理	72
5.3	函数插值	75
5.3.1	一元函数插值	75
5.3.2	二元函数插值	78
5.4	求经验公式	84
5.4.1	最小二乘法拟合的基本思想	84
5.4.2	用最小二乘法求线性方程	85
5.4.3	用最小二乘法求多项式	86
5.4.4	列主元素高斯消去法求解线性联立方程组	92
5.5	有关数据的处理	97
5.5.1	恒等比较	97
5.5.2	圆整	97
5.5.3	取标准值	97
第 6 章	工程数据的数据库管理技术	99
6.1	工程数据与数据库系统管理	99
6.1.1	工程数据的特点及其管理	99
6.1.2	数据库系统原理	99
6.1.3	数据库的数据模型	100
6.2	SQL Server 关系型数据库	101
6.2.1	SQL Server 基础	101
6.2.2	SQL Server 基本操作	103
6.2.3	SQL Server 应用举例	106
6.3	数据库管理系统开发	107
6.4	AutoCAD 数据库接口	109
6.4.1	数据库连接 dbconnect 的特点	109
6.4.2	数据库连接的启动和关闭	110
6.4.3	数据库连接管理器	110
6.4.4	配置外部数据库	111

6.4.5 dbconnect 基本操作	112
6.5 Visual LISP 访问外部数据库	116
第 7 章 交互技术与辅助工具	120
7.1 定位技术	120
7.2 约束技术	120
7.3 拾取技术	121
7.4 拖动技术	123
7.5 反馈技术	123
7.6 常用辅助工具	124
7.6.1 栅格工具	124
7.6.2 捕捉工具	125
7.6.3 正交工具	126
7.6.4 自动追踪捕捉方式	127
7.6.5 参考追踪捕捉方式	129
第 8 章 AutoCAD 系统开发基础	130
8.1 自定义用户界面	130
8.1.1 自定义命令	130
8.1.2 创建宏	133
8.1.3 创建下拉菜单	134
8.1.4 自定义工具栏	135
8.1.5 自定义面板	136
8.2 线型和填充图案定制	138
8.2.1 线型的开发	138
8.2.2 填充图案定制	141
第 9 章 图形数据交换技术	144
9.1 数据交换方式	144
9.2 AutoCAD 数据交换	145
9.2.1 AutoCAD 数据交换文件	146
9.2.2 AutoCAD 数据交换命令	146
9.3 DXF 文件结构	147
9.4 DXF 文件实例	156
9.5 初始图形交换标准 IGES	162
9.6 STEP 标准简介	163
第 10 章 Visual LISP 开发技术	166
10.1 概述	166

10.2	AutoLISP 的数据类型	167
10.3	AutoLISP 程序设计	169
10.3.1	AutoLISP 内部函数	169
10.3.2	AutoLISP 函数定义	174
10.3.3	AutoLISP 递归定义	174
10.3.4	函数加载和运行	176
10.4	Visual LISP 集成开发环境	177
10.4.1	Visual LISP 工作界面	178
10.4.2	集成开发环境的应用	182
10.5	Visual LISP 编辑和调试	184
10.5.1	编辑 Visual LISP 程序	184
10.5.2	调试 Visual LISP 程序	185
10.6	工程管理器与应用程序生成	189
10.6.1	Visual LISP 工程管理器	189
10.6.2	Visual LISP 应用程序生成	196
10.7	Visual LISP 编程实例	199
第 11 章 AutoCAD 对话框开发技术		203
11.1	对话框组成	203
11.2	对话框属性	206
11.2.1	预定义标准属性	206
11.2.2	预定义控件属性	208
11.3	对话框控制语言	211
11.3.1	DCL 文件结构	211
11.3.2	DCL 语法	211
11.4	对话框驱动程序设计	213
11.4.1	驱动程序的结构	213
11.4.2	对话框回调	214
11.4.3	对话框驱动函数	215
11.5	对话框应用实例	219
第 12 章 AutoCAD VBA 开发技术		222
12.1	AutoCAD VBA 基本概念	222
12.1.1	VBA 工程	222
12.1.2	VBA 管理器	223
12.1.3	宏	225
12.1.4	VBA IDE 开发环境	226
12.1.5	VBA 开发过程	229
12.2	AutoCAD ActiveX 基础	230

12.2.1	AutoCAD 对象模型	230
12.2.2	对象层次结构	232
12.2.3	集合对象	233
12.3	AutoCAD VBA 环境设置	234
12.3.1	图形文件操作	234
12.3.2	应用程序窗口控制	236
12.3.3	图形窗口控制	236
12.4	AutoCAD 图元创建和编辑	237
12.4.1	对象创建	238
12.4.2	对象编辑	240
12.4.3	图层、线型和颜色设置	246
12.5	VBA 应用程序开发示例	248
12.5.1	圆中心线自动绘制	248
12.5.2	粗糙度自动标注	250
12.5.3	整体式齿轮绘制	253
第 13 章	SolidWorks 基本建模技术	260
13.1	SolidWorks 用户界面	260
13.2	草图的创建与约束	261
13.2.1	草图的基本概念	261
13.2.2	草图设计实例	262
13.3	基于特征的零件建模技术	271
13.4	装配体建模技术	284
第 14 章	CAD 应用系统实例	292
14.1	齿轮减速器 CAD 系统设计	292
14.1.1	系统总体结构	292
14.1.2	系统工作流程	293
14.1.3	系统功能实现	293
14.2	工业温度计 CAD 系统研制	296
14.2.1	系统总体结构设计	296
14.2.2	参数查询模块实现	297
14.2.3	零部件参数化图库建设	298
14.2.4	总装图设计模块实现	298
14.2.5	报价子系统实现	298
14.3	标准件图库系统	302
14.3.1	图库总体结构规划	302
14.3.2	图库系统实现	302
	参考文献	305

第 1 章 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 多高,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取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、常用外部设备和专用外部设备组成。专用外部设备是从事 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 硬件系统的基本构成。

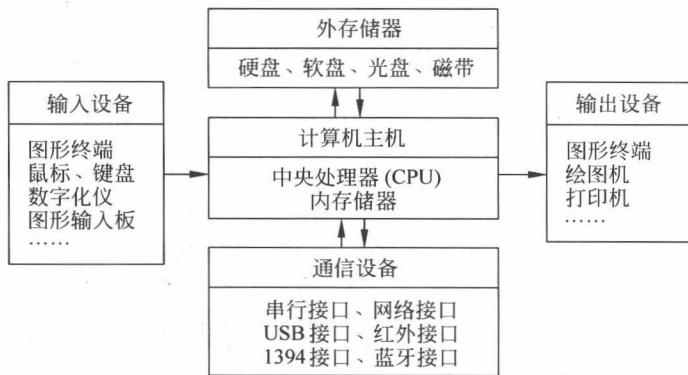


图 1-1 CAD 硬件系统的基本构成

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，

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。近来随着计算机性能的不断f提高,尤其是高性能 CPU 的问世,使计算机的速度、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,丰富的基于计算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,计算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。

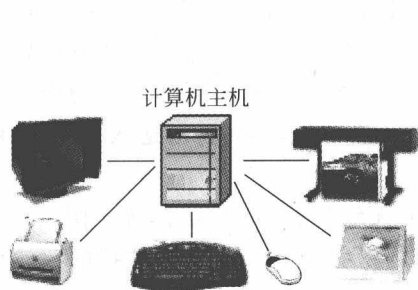


图 1-2 单机式系统的结构模式示意图

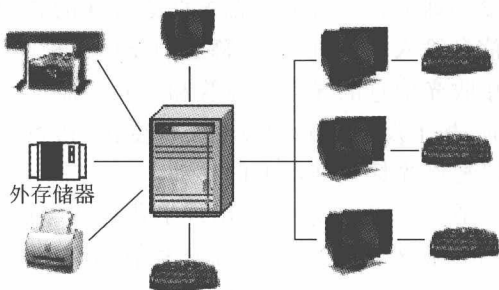


图 1-3 集中式系统的结构模式示意图

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。

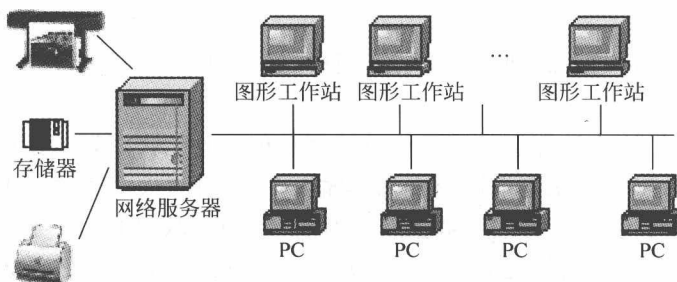


图 1-4 工作站网络系统的结构模式示意图

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收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。

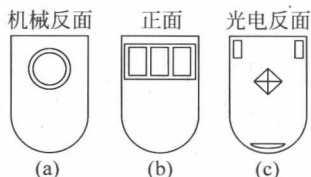


图 1-5 鼠标结构示意图



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,平板下的金属网线在游标线圈产生的磁场的作用下,将产生感应电压,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计算机系统时,就获得了相应游标所在的精确位置,同时对应地将光标显示在屏幕上。将游标在数字化仪平板上移动,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。

数字化仪在一般的 CAD 系统中都不配置,因为鼠标就可实现它的大部分功能。只有需要对光标实行精确定位时,才用它来代替鼠标。如图 1-7 所示为胜马 SummaSketch III 数字

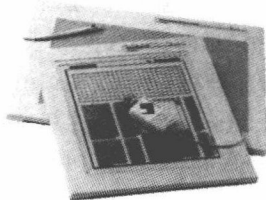


图 1-7 胜马 SummaSketch III 数字化仪

化仪。

3. 扫描仪

扫描仪(scanner)是新一代输入设备,它将图形(如工程图样)或图像(如照片、画片)经扫描进行光电转换后,输入计算机中得到光栅图像。

扫描仪的主要技术指标如下。

(1) 扫描幅面。

(2) 分辨率。指在原稿上每英寸上取样点数(dots per inch,用 dpi 表示),目前市面上销售的扫描仪的光学分辨率一般在 600~1200dpi,对于专业级图像扫描仪的光学分辨率可达 2400dpi。

(3) 图像的颜色数量与灰度等级。一般以描述一个像素点所需的位数或字节数来定义,如 32bit 或 4Byte。

(4) 扫描速度。指最大幅面、最大分辨率时扫描一页所需的时间。

扫描仪分单色扫描仪和彩色扫描仪,一般彩色扫描仪都可进行单色扫描。按扫描仪的结构和操作方式可分为滚筒式、平板式和手持式 3 种。滚筒式扫描仪的扫描幅面可达 A0 加长,平板式扫描仪的幅面一般为 A3、A4。如图 1-8 所示为 A4 平板式扫描仪。

由于扫描仪得到的是光栅图像,因此扫描工程图样时,还必须将光栅图像矢量化,得到矢量图形,以便 CAD 软件对它进行编辑和修改。矢量化工作由专门的软件来完成。

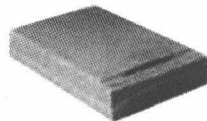


图 1-8 A4 平板式扫描仪

1.2.4 图形显示设备

图形显示设备是 CAD 系统中必备的图形输入/输出设备,通常由显示器和图形适配器(简称显示卡)这两个设备单元构成。显示系统的组成如图 1-9 所示。它的基本工作原理是将显示屏按预先规定的分辨率在水平和垂直方向上划分成点阵,每个单元称为像素,每个像素都有自己的 x, y 屏幕地址。假如显示屏的像素阵列为 $n \times m$, 即有 m 行及 n 列的像素,每一行代表一条扫描线。矢量光栅转换器将要显示的图形(在内存显示文件中获取)也按此方式离散成像素,每个像素除了它的 x, y 地址外,还有表示明暗或颜色的属性值。光栅化后的像素与屏幕像素阵列是一一对应的,将光栅化后的像素信息存入帧缓冲存储器,供显示控制器读取。

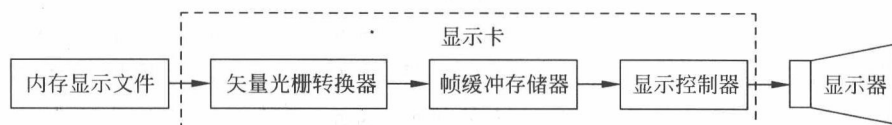


图 1-9 显示系统的组成

目前最常见的显示器是阴极射线管(CRT)显示器,除此之外,还有种类繁多的平面显示器,其中包括受光型的液晶显示器(LCD)、发光型的等离子显示器(PDP)、场致发射显示器(FED)、投影机等。下面对 CRT 显示器以及几种目前发展已经比较成熟的显示器进行详细介绍。

1. 阴极射线管显示器

图 1-10 是阴极射线管显示器的结构示意图。其基本工作原理是电子枪沿显像管轴线方向发射电子束,经聚焦系统将电子束聚集成非常细小的圆点,再经过偏转线圈的作用向正确目标偏离,穿越阴罩的小孔或栅栏后,轰击显示屏。显示屏内侧涂有荧光材料,在电子束的轰击下便发出光点(称为屏幕像素点)。显示控制器控制偏转系统,使电子束按恒定的速度从上到下、从左向右扫描显示屏。与此同时,显示器控制器控制电子枪发射电子束的强度,于是被电子束轰击的荧光材料便发出不同亮度的光点。例如,在屏幕上显示一条直线,当电子束要扫描位于直线上的点时,便打开电子枪发射电子,直线上的点就被点亮;而扫描其余点时,则关闭电子枪,使这些点不发光,于是屏幕上的发光点就构成了一条直线。

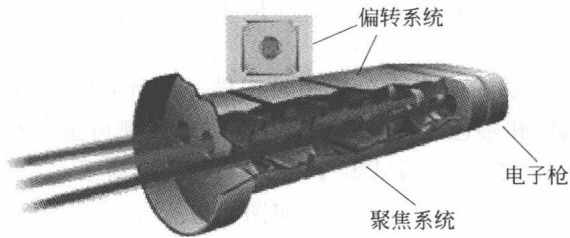


图 1-10 阴极射线管显示器的结构示意图

要显示一幅稳定的图形或图像,电子束就要不停地扫描整幅屏幕,每秒钟扫描整幅屏幕的次数称为帧频。要想获得不闪烁的图像,帧频不得小于 50Hz。

彩色光栅扫描显示器是在屏幕内侧的每一个像素点处都涂上 3 种不同的荧光材料,它们被电子束激励后分别发出红、绿、蓝 3 种颜色的光。每种荧光材料被激励所需的电子束强度范围差别必须很大,因而采用 3 支电子枪分别发射强度在一定范围内的电子束,在一定范围内改变 3 束电子束的强度,3 种荧光材料便发出不同强度的红、绿、蓝光,混合后就产生了不同颜色的光。

显示器的主要技术指标有分辨率、帧频、点距和有效显示范围。分辨率、帧频只有与显示卡匹配时,才能发挥其最大性能。点距指 CRT 上两个颜色相同的磷光点之间的距离,如图 1-11 所示显示器的点距是 0.28mm。事实上点距也就是像素点的大小,点距越小显示的图像越精细、越逼真。

CRT 显示器按屏幕表面曲度,可以分为球面、平面直角、柱面和完全平面 4 种。目前球面管的显示器已淘汰;平面直角显示器是现在最普遍的显示器;而以采用索尼的特丽珑显像管和三菱的钻石珑显像管为代表的柱面显示器,由于更清晰、失真更小,成为高档机型。但上述这些显像管,依旧没有达到完完全全的平面,因此,所显示的画面或多或少都会有一点变形和扭曲,依然不够令人满意。完全平面显示器通过采用特殊的栅条网(如图 1-12 所示),使传统的 CRT 显示器终于走上了完全平面的道路,将成为未来市场的热点。

2. 液晶显示器

液晶显示器(LCD)是一种非发光性的显示器件,它不像 CRT 靠器件本身发光来实现显示,而是依赖对环境光的反射或是对外加光源加以控制来实现显示。液晶显示器由 6 层薄板组成,如图 1-13 所示。

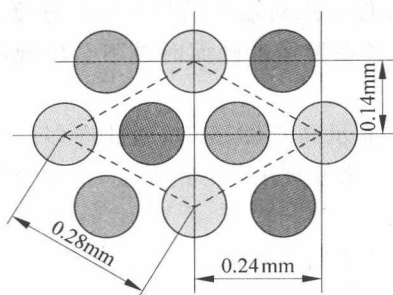


图 1-11 点距

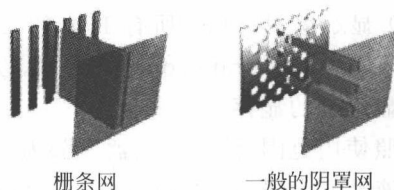


图 1-12 纯平面的栅条网与一般的阴罩网

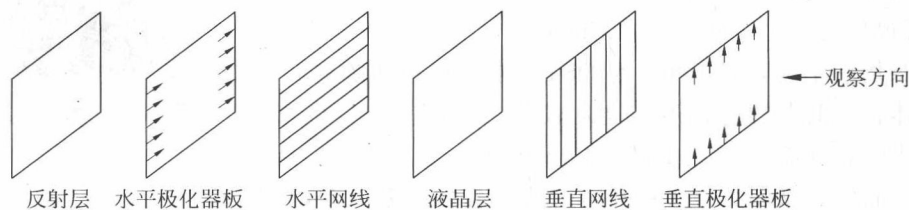


图 1-13 液晶显示器的结构示意图

液晶材料是由长晶线分子构成的，所有晶粒以螺旋形式排列。如果液晶层厚度适当(约 0.177mm)，便可将穿过它的光线的极化方向旋转 90°。这样，被垂直极化器板极化为垂直方向的光线穿过液晶层后，其极化方向就改变成水平方向，这种光线可以通过水平极化器板到达反射层，并以相同的过程返回，屏幕上的这些有光线返回的点就是亮点。

在电场的作用下，液晶层的晶体将排列成行，且方向相同。此时，液晶层的晶体不再改变穿透光的极化方向。具有垂直极化方向的光线穿过液晶层后，由于其极化方向不变，也就不能通过水平极化器板，于是屏幕上的这些点就呈暗点。

若将垂直网线层的第 x 根导线加正电压(+V)，将水平网线层的第 y 根导线加负电压(-V)。点 (x, y) 处的电压差已经达到了液晶的触发电压，而使该点的液晶排列成行，于是屏幕上点 (x, y) 就呈暗点。但是位于第 x 根和第 y 根导线上的其余液晶所加电压还没有达到液晶的触发电压，因此这些点呈亮点。通过给垂直网线和水平网线上的某些导线加电压，屏幕上将得到预期的一些暗点——像素点，从而实现字符、图形和图像的显示。

液晶显示器的主要技术参数有：

(1) 可视角度。一般而言，LCD 的可视角度都是左右对称的。但上下不一定对称，常常是上下角度小于左右角度，如图 1-14 所示。当可视角度是 80° 时，表示站在屏幕法线 80° 的位置时仍可清晰看见屏幕图像。

(2) 亮度、对比度。TFT 液晶显示器的可接收亮度为 150cd/m² 以上(cd/m² 是一种衡量亮度的单位)。目前国内使用的 TFT 液晶显示器亮度都在 200cd/m² 左右。

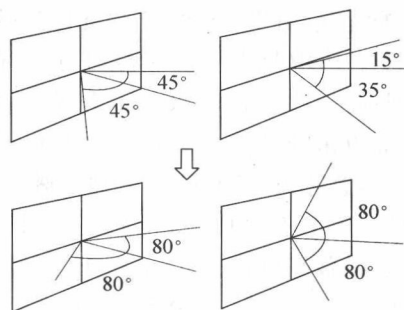


图 1-14 可视角度