

● 电脑 **就业** 短期培训教程



电脑辅助设计 就业培训教程

本书编写组

短期培训的首选
轻松就业的指南



电脑就业短期培训教程

电脑辅助设计就业培训教程

本书编写组

北京工业大学出版社

内 容 提 要

本书是一本学习电脑的普及性读物,它系统地介绍了 AutoCAD 2000 的各种操作。本书的编写过程以用户的实际操作为主线,循序渐进,并介绍了计算机辅助设计的有关概念,以及电子线路辅助设计的相关知识,在此过程中介绍了实际操作的一些小技巧,较好地把握了入门与提高的关系,特别适合初中级用户使用。

本书文字流畅,编排新颖、有特色,可作电脑用户入门的教科书。

图书在版编目(CIP)数据

电脑辅助设计就业培训教程/《电脑辅助设计就业
培训教程》编写组编. —北京:北京工业大学出版社,
2000.7

电脑就业短期培训教程

ISBN 7-5639-0907-9

I. 电… II. 电… III. 计算机辅助设计—技术培
训—教材 IV. TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 34564 号

书 名	电脑辅助设计就业培训教程			
编 著 者	本书编写组			
责 任 编 辑	晨 辰			
出 版 者	北京工业大学出版社(北京市朝阳区平乐园 100 号 100022)			
发 行 者	北京工业大学出版社发行部			
印 刷	徐水宏远印刷厂			
开 本	787 mm×1092 mm	1/16	20 印张	450 千字
书 号	ISBN 7-5639-0907-9/T·162			
版 次	2000 年 8 月第 1 版	2000 年 8 月第 1 次印刷		
印 数	0001~5000			
定 价	28.00 元			

第1课 计算机辅助设计基础

一提到“设计”这个词，读者脑中可能马上浮现出这样一幅图像：一位带着老花镜的技术员拿着长长的丁字尺，趴在巨大的图板上，辛勤地画啊画……设计与图是密不可分的。当然设计远不只画图这么简单。

广义上，一个完整的工程设计过程，应该包括目标的确定、功能模块和层次划分、各模块实现方案选型、各模块具体功能结构规划等等内容，最后才是设计的表达，也就是用图或者其他手段把设计结果显示出来。而在整个设计过程中是时时刻刻要用到以图为主的表达形式的。可以这么说，图是设计最主要的实现手段和结果体现。

实际上，今天的一切工程设计、艺术设计以及其他各种行业的设计都是以图为基础的。举个例子来说，假定您是一个裁缝，现在要为顾客做一件衣服，您量完了顾客的各个尺寸，了解了顾客的款式要求以后，脑子里实际上已经有了设计目标了，这个目标其实就是您积累的一堆数据，如肩有多宽，袖有多长，领子开多高，口袋做几个等等。接下来，您就应该拿起一支笔，在纸上把这件衣服大致画出来以获得整体印象，有经验的老师傅可能不用，因为图在他们的脑子里。但是下一步仍然需要画图，在开始动剪子之前，每个裁缝都必须用粉笔在布上划线，勾画出每个衣片的模样来，这个划线过程就是您那些零散的设计数据和笼统的设计要求的具体细化，是整个设计和制作的核心。

图是比文字更优越的一种表达方式。

当您来到一个风景区游览，景区门前有一幅景区彩图和一块景点介绍文字，不用说您一定先看图，因为图上各个景点的名称、方位和主要特征，还有旅游路线清清楚楚，一目了然。当然，如果时间允许，您也要看看有关介绍的文字，以获得更多的信息。由此可以体会到图形信息具有以下优点：

- (1) 图形信息量大。俗话说，一图省千言。图形中包含空间的、不同层次的、变化的结构形状、色彩和尺寸，信息完全。
- (2) 图形表达直观，可以使人一目了然，准确把握整体，而对于文字信息，则需要逐字、逐句、逐段地阅读，并前后联系起来才能理解。
- (3) 图形能实时地反映过程变化规律，也就是说，可以用动画来描述事物的运动变化情况。

人类利用图形表达思想，传递信息，比文字具有更长的历史。在古代，建筑师使用图形来设计和指挥建筑工程施工。在现代工业生产中，工程图作为工程界的语言，起着极其

重要的作用。绘图一直是当代工业设计中的重要环节。

由于图和绘图在设计中的重要地位,设计方法的进步最直接的依靠和体现就是图的表达方法的改进。在传统设计中,手工绘图与描图劳动量大,效率低,而且一经发现某处画错或某处要作修改,就要重画一遍,十分繁琐。计算机的应用完全改变了这种落后局面。计算机绘图(CG)技术的发展,为人们提供了一种愈来愈有效、愈来愈完善、自动化程度愈来愈高的绘图工具,也使得计算机辅助设计成为可能。因此,讨论计算机辅助设计,我们需要先从计算机绘图说起。

提示:本章简要介绍计算机绘图的基本知识和计算机辅助设计的初步概念,这是全书的基础。读者对最基本的概念、知识和最主要的几个术语有一个大致的了解即可,有些概念技术性较强,不太明白的不必着急,在后面的章节中会作详细解释。

1.1 计算机绘图

计算机绘图,顾名思义,是用计算机来画图,当然还要显示图、存放图,听着挺简单的,实际上也就如此。

一切先进技术的核心思想其实都是很简单的,并不需要多少专门知识。实际上只要脑子里有这种需要解决问题的意识,谁都能想出来,谁都能想明白;先进的体现仅仅是它的具体技术实现,这时才牵涉到很专业的技术知识。因此,首先不要有畏难心理,只要动动脑筋,理解与掌握先进技术的应用方法是很简单的,因为一切技术都是讲理的。但是在这里,为了有助于更好地理解,我们还是要讲一些看似比较枯燥的名词,读者阅读的原则前面已经提到,浏览即可,主要是有个印象。

绘图是需要工具的。没有笔,我们无法表达;没有纸,我们无法观看。要用计算机来进行绘图这项工作,必须解决用什么东西来代替笔和纸的问题,用计算机术语来说,就是解决输入输出设备问题。从技术发展的角度来说,计算机绘图技术是受图形输入输出设备制约的,它的出现和发展是与计算机的图形输入输出设备不可分离的。读者在阅读下面的内容时,牢记这一点,可以有更明确的思路。

1.1.1 计算机绘图的产生和发展

随着计算机技术的发展,计算机辅助绘图也正在蓬勃的发展。在本节中,我们将向读者讲述计算机绘图的兴起,以及计算机绘图的发展。

1. 计算机绘图的兴起

计算机绘图仪器是20世纪50年代首先在美国出现的,它是由数控机床演变而来的。1952年美国麻省理工学院研制成功了第一台用APT语言加工的数控铣床,当时在美国学习的奥地利人H. Josph Gerber在美国创办了Gerber科学仪器公司,他根据数控加工原理,

为美国波音公司生产了世界上第一台平台式绘图机。1959 年, 美国 Calcomp 公司根据打印机的原理研制了世界上第一台滚筒式绘图机, 这样, 解决了输出问题后, 过去的人工绘图就可以用计算机来辅助了。

20 世纪 60 年代, 国际上发明了阴极射线管 (CRT), 这是一种以图形显示的形式将数据输入和输出的设备, 它的出现使得计算机自动绘图进入新的发展阶段。无论是自动绘图还是图形显示, 都不能将图形资料直接输入给计算机, 必须将图形转换为数字, 才能被计算机所接受和识别。

因此, 作为一个绘图系统, 为了实现自动绘图和自动显示, 必须具备由“数”变“图”和由“图”变“数”的两种功能。由于计算机、自动绘图机、光笔、图形显示器、图数转换器等设备的生产和发展, 以及图形数据处理方法的深入研究, 促进了图形学的发展。在经历了设备研制、理论探讨、系统建立、应用研究等阶段以后, 就逐渐形成了一门新兴的学科——计算机绘图。

计算机绘图 (Computer Graphics, 缩写为 CG) 是应用计算机及其图形输入、输出设备, 实现图形显示、辅助绘图及设计的一门新兴边缘学科, 建立在图形学、应用数学及计算机科学的基础上。说得简单一些, 对一般个人, 就是用键盘鼠标代替画笔尺规, 用显示器代替绘图纸来作图。

提示: 这是计算机绘图的定义, 一般来说读者只要明白后半句就足够了。若读者有深入学习计算机图形学的计划, 不妨记一记前半句定义, 记住术语也是一种积累, 当然能仔细想想, 试着去理解一下也是大有好处的。

2. 计算机绘图的发展

在 20 世纪 50 年代, 计算机大多由电子管组成, 用机器语言编程, 主要应用于科学计算。为这些计算机配置的图形设备仅仅具有输出功能, 在绘图过程中人们无法进行干预, 因此, 这一时期输出设备主要以绘图机为标志, 称之为被动式的或者说是静态的计算机绘图。

静态计算机绘图的出现, 为进一步开展计算机图形学的研究作了准备。

1962 年, 美国麻省理工学院 Ivan E. Sutherland 发表了一篇题为“Sketchpad: 一个人机通讯的图形系统”的博士论文, 首先开创了交互式计算机绘图的领域。他在论文中首次使用了“Computer Graphics”这个术语, 证明了交互式计算机绘图是一个可行的、有用的研究领域, 从而确立了计算机绘图作为一个崭新的科学分支的独立地位。60 年代中期, 美国麻省理工学院、通用汽车公司、贝尔电话实验室和洛克希德飞机公司开展了计算机绘图大规模的研究, 同时, 英国剑桥大学等也开始了这方面的工作, 从而使计算机绘图进入了迅速发展并逐步得到广泛应用的新时期。

提示: 注意“交互式计算机绘图”这个概念, 这是本节内容涉及的技术核心。先记住这个名词, 我们以后会详细讲解。

从 70 年代开始,由于人机对话式的交互图形系统在许多国家得到了广泛的应用,又推动了图形输入与输出设备的更新与发展。除了传统的在军事上和工业上的应用之外,计算机绘图还深入到教育、科研、艺术和事务管理等领域。通过这些应用也推动了图形设备的进一步发展,各国开始研制各种图形显示设备,从 60 年代中期的随机扫描显示器发展到 70 年代后期的存储管式显示器。

到 70 年代中期,廉价的固定电路随机存储器的出现,可以提供比十年前大得多的刷新缓冲存储器,因而就能采用基于电视技术的光栅扫描的图形显示器。在这种显示器中,被显示的线段、字符、图形及其背景等都按像素一一存储在刷新缓冲存储器中,按光栅扫描方式以 30 次/秒的频率对存储器进行读写以实现图形的刷新而避免闪烁。光栅扫描图形显示器的出现使得计算机图形生成技术和现有的电视技术相衔接,使得图形更加形象,是计算机图形学受到普遍重视和迅速发展的原因之一。

在图形输出设备不断发展的同时,出现了许多不同类型的图形输入设备。早期的定位、拾取输入装置——光笔,由于易损坏和使用笨拙,而被各种类型的图形输入板所代替。与此同时,还发展了操纵杆、跟踪球、定位“老鼠”等定位、拾取装置。此外,键盘是交互式图形生成系统必不可少的输入设备,与一般键盘不同的是,它附有一些命令控制键和特殊的功能键。坐标数字化仪与图形输入板相类似,用它可以把图形坐标和有关命令送入计算机中,其中全电子式坐标数字化仪近年来获得了广泛应用。

计算机绘图的发展早期,计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助绘图(CAG)与计算机辅助制造(CAM)都是分离的、独立的系统。近期的发展在软件上已将这三者有机地组合在一起,形成所谓一体化软件包。它们包含二维和三维图形软件包模块、三维几何造型模块、有限元前后置处理模块、数控编程模块以及三维数控刀具轨迹模块等等。这样的 CAD/CAM 软件包可以完成产品的几何造型、设计、画图、分析直至最后生成数控加工带,目前已有不少这样的软件包投放市场。因此,CAD、CAM、CAG 三者一体化配合使用已成为未来工业设计、管理自动化必然的发展趋势。

1.1.2 计算机绘图的应用

随着计算机图形系统的硬件功能的不断增强和系统软件的不完善,计算机绘图的应用范围正不断扩大,得到了广泛的应用。

1. 计算机辅助设计和辅助制造(CAD/CAM)

这是一个最广泛、最活跃的应用领域。计算机绘图被用来进行建筑工程、机械结构和部件等设计,它包括设计发电厂、化工厂、汽车外形和机体、飞机和船舶的外形以及电子线路或器件、复杂的镜头组组成的光学系统或计算机网络系统等。然而更常用的是对所设计的系统和部件的图形实现人—机交互设计。经过反复优化设计,检验部件的机械、电器和热力学的性能,最终利用结果数据输出零部件表、材料清单以及数控加工用的纸带或磁带等。例如,在电子工业中,一个复杂的大规模或超大规模的集成电路板根本不可能用手

工设计和绘图。

用计算机图形系统不仅能设计和画图，而且可以在较短的时间内完成设计。然后利用计算机来检查设计，只需几分钟就可以对设计修改完毕。又例如飞机工业，由于飞机方案的选择和外形设计最后要落实到飞机几何外形和结构图纸上，这些工作都可以通过计算机图形系统来完成。它包括飞机外形光顺、曲线曲面拟合和建立外形数字模型等全过程。造船工业和飞机工业相似，除了进行船型产生、表面光顺、管道布置等，还要像建筑业那样进行平面布置和结构设计。其他诸如应力分析、动力学和静力学的技术分析等等，计算机绘图都可以成为最有力的工具。

提示：读者先浏览一遍此小节的内容，我们在下一节将要详细介绍计算机辅助设计。

2. 科学技术及事务管理

计算机绘图系统可以用来绘制数学的、物理的以及经济信息的各类二维和三维图形，如统计用的各种直方图、扇形图、工作进程图、产品库存和产量变化的各类统计管理图表等。所有这些图表都用简明的方式提供形象化的数据和变化趋势，以增加对复杂现象的了解并提出解决这一复杂现象的处理方案。

3. 绘制勘探、测量图形

计算机绘图被广泛地用来绘制地理的、地质的以及其他自然现象的高精度勘探、测量图形，例如地理图、地形图、矿藏分布图、海洋地理图、气象图、人口分布图，以及其他各类等高线图。

4. 系统模拟与动画

利用计算机制作动画电影，用来表现真实物体或模拟物体随时间变化的规律。看过《泰坦尼克号》和《狮子王》的读者肯定能深深地体会这一点，我们不但可以通过图形显示研究数学函数，而且也能把科学现象数学模型化，再把此数学模型以图形形象地表示出来，如水流、核反应、化学反应、生理学系统以及物体结构在负荷下变形等。

利用计算机产生的动画片，不仅具有很高的艺术价值，而且具有极高的实用效果。例如，计算机图形显示可以用来进行飞机模拟，不仅可以产生飞行器运动的现实环境，同时还可以显示出云、雾、烟、灯光，以及不同大小和形状的其他飞机等景物，从而可以用来进行飞行员的地面训练和模拟飞机格斗等。在外层空间飞行技术的模拟，以及诸如汽车碰撞、地震破坏等等安全系数的测定方面，计算机绘图不仅可以提供逼真的景物画面和可靠的数据，还为这些试验提供了真正安全、迅速，而又极为低廉的试验条件和比较、存贮资料的手段。

5. 艺术和商业

计算机绘图已用于设计艺术品，例如各种图案、花纹，甚至传统的油画和中国画等。

当然,这一技术也被用来设计各种商业广告以吸引顾客、推销商品。用于电影摄制,可以大大节省布景和道具的费用。

还有许多其他的应用领域。如农业上可借助于计算机图形生成技术,来保存和再现不同种类和不同生产时期的植株的形态,模拟植物的生长过程,从而合理地进行选种、播种、田间管理以及收获等等。在轻工业方面,除了印染纺织行业可用来设计花色外,服装行业还可用它来进行配料、排料和裁剪。在医学方面,已被用来产生人体内脏的横切面,从而为准确的诊断和治疗提供了更为形象和直观的手段。总之,计算机绘图的应用非常广泛。

提示:建议读者好好地阅读一下本小节,对计算机绘图的应用情况有个比较全面的了解是非常有意义的,也能增强您对计算机绘图的学习信心和提高对它的兴趣。

1.1.3 计算机绘图系统

现在,读者对什么是计算机绘图系统应该有个初步印象了。接下来的这几小节的内容是比较重要的,是我们以后学习 CAD 软件的基础。对这些内容我们要花较大的力气来介绍,读者也要努力理解这部分内容。

在这部分里,我们要介绍什么是计算机绘图系统,系统软硬件的基本组成情况以及交互式计算机绘图的概念。其中交互式计算机绘图是本部分的重点。

1. 计算机绘图系统的基本概念

在前面,我们已经了解了一些图形在计算机里输入输出的零散概念,可是用计算机来绘图究竟是怎样做到的呢?

我们用大家比较熟悉的计算机文字处理来作个类比。用计算机处理文字的时候,大家用到的是计算机文字处理系统,包括输入键盘、装有文字处理软件(如 Microsoft Word、WPS 等)的主机、进行输出的打印机,其中文字处理软件是核心。它的最大优点是能把编辑好的文字作为计算机上的文件存储起来,可以方便地对文本作多次整体的或局部的修改和编辑,也可以多次打印输出。这种性能给用户带来了极大的方便。

同样,计算机绘图也提供了类似的动态性能,它可将屏幕上输出的图形作为计算机文件存储起来,使用户能多次对同一图形文件进行编辑修改和绘制,并可以利用打印机或绘图仪打印输出。这一切一般是在计算机图形系统环境里进行的,这种环境我们称之为计算机绘图系统。

计算机绘图系统以计算机为主机,配上图形输入、输出设备如显示器、鼠标、打印机和数字化仪、绘图机等,再加上绘图软件。对普通用户来说,一般的 PC 机已经包括了显示器、鼠标、键盘等最基本的输入输出设备,已经满足普通微机绘图系统硬件环境的要求了,其上再安装了如 AutoCAD、Protel 之类的 CG/CAID 软件之后就组成一个完整的计算机绘图系统了,如果配有一台打印机或者绘图仪的话那就更为理想了。最普遍的计算机绘图系统如图 1-1 所示。

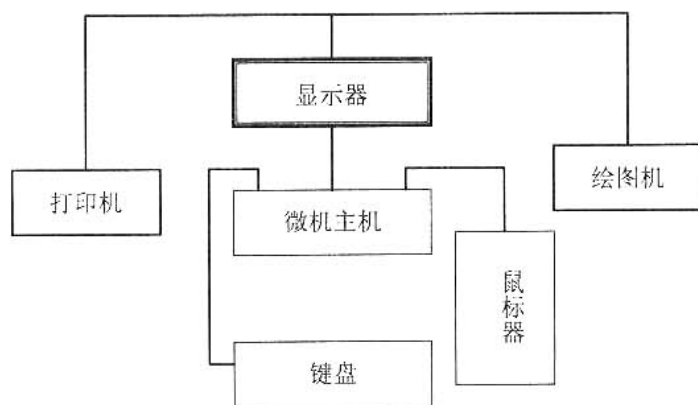


图 1-1 微机绘图系统

2. 计算机绘图系统中的硬件环境

这里把系统的图形输入输出设备简要地介绍一遍，一般用户浏览一遍就可以了。

(1) 输入设备 输入设备是向计算机输入图形数据和各种绘图命令的设备。利用这些设备可以实现对图形的选择、修改和变换等编辑工作。

输入设备的种类很多，最常用的有以下几种：

1) 键盘 键盘是在微机上人工操作的主要输入设备，其作用是将字母、数字以及各种控制信号传送给主机，实现程序、数据和各种操作命令的输入。

键盘除有通常的 ASCII 编码键外，还附有一些功能控制键，可以实现图形操作时的一些特定功能，如在 AutoCAD 的编辑状态下，按快捷键可以实现图形状态和文本状态的转换，按光标键可以实现屏幕光标的移动等。

2) 鼠标 鼠标是一种屏幕定标设备，它有机械式和光电式两种。机械式鼠标用其底面附带的小球在桌面上滚动来进行光标跟踪；光电式鼠标则使用光点在特制的反光板上移动来进行光标跟踪。一般用鼠标左键在屏幕或数字化仪上拾取指定点的坐标或菜单项，因而鼠标是交互式绘图的重要工具。

3) 数字化仪 数字化仪是一种电子图数转换设备，是图形输入的重要工具。数字化仪上都配有数字化按钮，既可作为屏幕的定标设备（用法与鼠标相同），也可用作已画好图形的输入装置。它用游标或角笔做定标器，定标器在数字化仪上移动，屏幕上的光标也随之移动。在定标器上有一个“拾取”（pick）按钮，按下它即指示一个点，或是选择所指定的菜单项。某些游标上不只一个按钮，其他按钮的功能可由用户定义。

数字化仪的性能以分辨率来衡量，一般分辨率在 0.637 mm 到 0.127 mm 之间。

(2) 图形输出设备 图形输出设备是将计算机处理好的图形数据转换成图形的设备。常用的输出设备有以下三大类：

1) 图形显示器 图形显示器是交互式绘图系统中不可缺少的图形输出设备,它不仅显示图形,输出运算结果,而且为人与机器之间的通讯提供对话媒介,以达到对计算机运行过程的监视。

显示器可与图形输入设备结合使用,在其上可以对交互系统生成的图形进行快速的显示和修改等操作。

2) 图形打印机 打印机按功能可分为两类,一类是字符打印机,只能打印字符;另一类是图形打印机,主要用于输出图形,也可以输出字母数字。若按打印方式来分,打印机可分成击打式与非击打式两类,其中非击打式打印机又分为喷墨式、热敏式、静电式和激光式等。目前一些高档图形打印机,不仅出图速度比传统的平台式和滚筒式绘图机快,而且出图质量也高。

3) 绘图机 绘图机是绘图系统中最主要的图形输出设备。它在微机控制下工作,可以画各种复杂图形,不仅工作效率高,而且画出的图形精致准确,其画面质量是人工无法比拟的。绘图机分为笔式、静电式等多种。

常见的笔式绘图机有平台式和滚筒式两种。

除上述设备之外,还有一个重要的硬件即磁盘,它既具有输入功能,又具有输出功能,可以用来存储各种图形数据乃至图形数据库,以便将这些图形保存下来或重新输入到计算机中进行编辑。磁盘分为硬盘和软盘,一般用户的PC机上都应该具备。

(3) 微机绘图软件系统 从计算机的发展来看,硬件和软件始终是密切关联相互促进的。微机绘图系统也是如此,如果离开了各种绘图软件,各种图形设备就无法发挥作用,因此,软件的研制和应用有着十分重要的意义。

计算机绘图软件系统包括两大类。一类是系统软件,它是用于管理计算机本身的软件,如计算机操作系统;另一类是图形应用软件,它是针对特定的图形在计算机系统软件的基础上开发的程序系统,一般分为基础和专业应用图形软件两大类。其中,专业应用图形软件对于不同的行业有不同的特点,需要单独开发;而基础应用图形软件一般包括如下功能:

1) 基本绘图编辑功能 即绘图和显示图形必需的程序指令,其主要功能是提供绘制直线、圆弧、点等基本图素和对图素进行平移、旋转等基本变换的指令。

2) 附加功能 它是在基本功能的基础上扩充而成的,主要是为了增强基本绘图功能而用,如工程图纸中的尺寸标注以及求交点和切点等几何计算功能等。

目前包含这两者功能的通用绘图软件有许多种。AutoCAD 交互式绘图软件是由美国Autodesk公司开发、目前应用最广泛的绘图软件。据统计,到目前为止,世界范围内微机CAD系统中有将近一半采用了AutoCAD软件,它具有相当强的二维绘图与编辑功能,有曲线拟合功能和三维立体造型功能,这种软件还提供了AutoLISP语言,可供用户进行二次开发,另外,它还可以同高级语言及数据库交换信息,具有良好的系统开放性。

提示:这两节详细的对计算机绘图系统的硬件、软件环境进行了介绍,用户应当对此有一个比较全面的了解。在实际情况中,一般用户只要具有一台安装了AutoCAD软件的

普通 PC 机就能满足硬件要求了,若没有安装,拥有一张 AutoCAD 安装盘也是必要的。本书后面的章节将介绍如何安装。

3. 交互式计算机绘图技术

我们在计算机绘图的发展中已经提到了,早期的计算机绘图主要是静态的,人们根据提供的绘图软件用高级编程语言编制成画图程序,然后将程序输入计算机经过编译、连接和执行来得到图形输出,图形的产生在程序执行的过程中,人们无法进行干预,不能适时修改,如需要修改,则要从源程序改起,然后重复上述过程,因此效率很低,是一种被动式的绘图方式,不能满足 CAD 技术的需要。

交互式绘图则是将图形显示在屏幕上,设计人员可通过键盘或图形输入板等输入设备,以人机对话方式修改设计。在这种交互式的绘图方法中,不仅可以在屏幕上对图形进行修改、删除、编辑等,还可进行动态分析。

更通俗地说,所谓的交互,实际上就是用户和计算机的相互沟通。计算机就像是一个画家,准备好画笔图纸,问您,画什么?您说,画圆;又问,画哪里呀,您说,画中间;再问,画多大?您说,直径为 30 mm;它就给您画出一个圆来。另一种情况,您问计算机,给我看看上回画的方块好吗?计算机就给您把图显示出来;您又问,这个方块的面积是多少啊?它就计算一番,告诉您答案。这两种过程就是交互式操作。

这种方法灵活、方便,目前已在 CAD/CAM 中得到普遍应用,并且在不断发展。其中 AutoCAD 软件是这种交互式计算机绘图系统的典型代表。本书后面对计算机辅助设计的深入讲解主要是以 AutoCAD 软件为基础的。

提示:这一节对计算机绘图系统进行了介绍,其目的是为读者解释计算机绘图是怎样实现的,也让读者对 AutoCAD 软件在计算机绘图和辅助设计中的作用有个清楚的认识,为后面的学习打下基础。如果您对这两个问题还是比较模糊,建议您再仔细读一遍。

1.2 计算机辅助设计

随着计算机科学的发展,尤其是计算机绘图技术的发展,计算机技术已逐渐和许多科学技术部门结合起来,建立了不同的计算机辅助系统:计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)、计算机辅助教学(CAI)、计算机辅助检测(CAT)、计算机辅助计划(CAP)等,这些系统分别适用于不同的部门,其内容有较大的区别。

1.2.1 计算机辅助设计概念

计算机辅助设计(Computer Aided Design, 简称 CAD)技术是一门新兴的综合计算机应用系统技术,它是利用计算机强有力的计算功能和高效率的图形处理能力,辅助进行产品或工程设计与分析的理论和方法,是综合了计算机科学与工程方法设计的最新发展而

形成的一门新兴学科。

CAD 技术的含义随着计算机软件、硬件技术的不断发展也发生了多次变化。早在计算机问世的初期(20 世纪 50 年代),人们在工程设计中借助计算机进行多项计算,便可以说是进行了辅助设计。由于工程设计中的主要成果是绘制工程图,于是又有人把 CAD 理解为“计算机自动绘图”。而实际工作中的产品设计和工程设计内容非常广泛。以工程设计为例,其中包括方案选择、可行性方案论证、初步设计、技术设计、施工详图等阶段。若以设计专业为例,则包括有结构型选择、结构强度及稳定计算、工程量计算、施工进度控制、工程概预算以及绘制图形等环节。

由此可见,图形绘制仅是 CAD 技术的一部分,实际上一个完整的计算机辅助设计系统至少应包括设计、计算、绘图三个部分。有的 CAD 系统还包括优化设计、工程数据库等部分。从业务结构上来分析,应具备三种知识才能开发一个符合生产部门实际需要的 CAD 系统,其中包括:

(1) 计算机图形学,这是计算机辅助设计的基础。不同领域的计算机辅助设计技术都有各自的特点,差别相当大,但在图形处理技术上也有共同的基础,如图形坐标的处理、交互技术、几何造型技术以及工程数据库技术等。

(2) 计算机绘图系统,实际上是实现 CAD 的技术手段。主要是根据结构的坐标点及几何尺寸在图形设备上绘制所需的图形,编辑修改原有的图形以及其他有关的图形处理。计算机绘图系统随着计算机机型不同有较大的差异,并且随着计算机技术的发展,各计算机厂家及软件公司不断推出新的图形系统。本书所介绍的是 PC 机使用的、目前国内外最新版本的绘图与设计软件包 AutoCAD 2000。

(3) 专业知识。其中主要包括各业务部门在工程设计中所涉及的基础数学、设计原理、方法以及工程技术人员的实际经验等,这方面随着专业的不同而有较大的差别。

上述三方面的专业内容,是开发不同专业实用的计算机辅助技术系统必不可少的基础知识。也就是利用计算机提供的软件、硬件资源,把图形处理技术、工程数据库技术与工程设计实践结合起来进行。因此,可以说计算机辅助设计是一门跨学科综合性很强的技术,目前已经广泛应用于机械、土木、水利、航空、铁路、机电等部门。在缩短设计周期、提高设计质量、降低成本及发挥设计人员的创造性等方面,CAD 都起了很大的作用。

1.2.2 计算机辅助设计系统的发展

在本小节中,我们将向读者介绍计算机辅助设计系统的发展和应用。

1. 发展过程

CAD 主要研究用计算机及其外围设备帮助人们进行工程和产品设计的技術,它是随着计算机及其外围设备和软件的发展而发展的。CAD 的准备和酝酿时期、发展和应用时期与计算机绘图有些相似。

(1) 准备和酝酿时期(50 年代) 1950 年美国麻省理工学院(MIT)研制出类似于示

波器的图形设备“旋风1号”。用它可以显示简单的图形，1958年美国研制出绘图仪。

整个50年代，计算机大多采用电子管，用机器语言编程，主要用于科学计算。配置的图形设备仅有输出功能，CAD技术处于酝酿时期。

(2) 发展和应用时期(60年代) 1962年美国麻省理工学院林肯实验室提出了计算机图形学、交互技术等新思想，为CAD技术的发展和應用打下理论基础。60年代中期出现了商品化的CAD设备，1964年美国IBM公司推出了商品化的计算机绘图设备，美国通用汽车公司推出了多路分时图形控制台，它实现了各阶段的汽车设计。60年代末，美国安装的CAD工作站达200多台，可供几百人使用。

(3) 广泛使用时期(70年代) 1970年美国Applicon公司第一个推出完整的CAD系统。此时出现了多种形式的图形输入设备，如光栅扫描显示器、光笔、图形输入板等。还出现了面向中小企业的CAD/CAM商品化系统。70年代末，美国CAD工作站安装数量超过12000台，使用人数超过2.5万。

(4) 突飞猛进时期(80年代) 图形系统和CAD/CAM工作站的销售量与日俱增，1981年美国安装CAD系统5000套，1983年超过12000套，1988年发展到63000套。

CAD/CAM技术从大中企业向小企业扩展，从发达国家向发展中国家扩展，从用于产品设计到用于工程设计扩展。

(5) 智能化发展时期(80年代中期以后) 人工智能和专家系统技术在CAD中的应用大大提高了自动化设计的程度，出现了AICAD(人工智能CAD)新学科，它把工程数据库及其管理系统、知识库及其专家系统、用户接口管理系统、集中于一体形成智能CAD。

2. 发展趋势

CAD今后的主要发展趋势为：

(1) 向计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助工程(CAE)和计算机辅助制造(CAM)一体化发展。把产品设计、分析绘图、工艺流程、数据、仿真、检测、成本核算、进度计划、机器人技术等有机结合在一起，形成计算机集成系统CIMS。这种系统已在国外一些飞机制造公司、汽车制造公司开始使用。

(2) 在计算机图形和几何造型技术上由二维向三维发展。三维图形技术目前广泛用于机械、建筑等外形的设计，使设计师在设计阶段就能看到设计对象的“真实”外形，从而省略了费时费力的模型制造过程。三维图形动画技术也得到相应的发展，能够在屏幕上做理想设计对象的真实运动。

(3) 以个人计算机为基础的CAD系统逐渐普及，并向网络化分布式CAD系统发展。个人计算机的出现使CAD技术的普及成为可能。过去CAD技术建立在大、中型机和超级小型机基础上，价格昂贵，使得一些中、小型企业无力问津。随着微机的普及，尤其安装有Intel 486、586或更高型号CPU的微机的出现，使微机CAD系统或CAD工作站能适合于中、小型企业使用。利用网络技术、分布式操作系统、分布式数据库等技术，将分布在各处的CAD工作站联成网络，使各工作站能够自动协调地进行CAD/CAM工作，并

且共享网络中的新硬件资源。

(4) 向专家系统和智能化 CAD 系统方向发展。如何在 CAD 技术中应用人工智能技术和专家系统技术,以提高 CAD 系统的智能水平,并加强人机之间的密切协作,共同完成全部设计活动,是今后 CAD 发展的必然趋势。

1.2.3 计算机辅助设计系统的基本功能

CAD 系统主要可以实现以下四个方面的功能:

1. 构造几何模型

从用户的需要和产品性能指标入手,构思产品的形状,确定设计方案,在计算机上通过交互式图形系统输入产生基本图形元素(如点、线、面)的命令,建立产品的几何模型。

2. 工程分析与计算

在工程设计中需要进行某些分析与计算。常用的分析软件有:质量特性分析软件和有限元分析软件。质量分析软件可提供实体的一系列质量特征,对平面或物体的截面,可计算它的周长、面积等。有限元分析方法是將物体分成有限个基本单元,这些单元边界的接点上相互连接,通过计算每一点的位移来完成系统的要求。

3. 设计审查与评价

使用绘图设备进行自动绘图,把设计结果显示出来以便检查正确性、合理性。利用动态分析软件对设计结果进行相容性检查,还可以利用计算机的高速计算能力和系统的高效率,在合理的时间内进行多个方案的构思、分析、评价,从中选择最优方案。

4. 自动绘图

利用计算机及绘图设备进行自动绘图,不仅提高了绘图效率,也提高了绘图质量,便于实现图纸的规范化。

1.2.4 计算机辅助设计系统的组成

完整的辅助设计系统是由硬件系统和软件系统组成。硬件系统由计算机及外围设备构成,它是 CAD 系统的物质基础。软件系统是根据不同的硬件系统而配置的操作、支撑和应用系统,它是 CAD 系统的核心,决定 CAD 系统的功能。两者应该统一考虑,作出合理的配置。

1. 计算机辅助设计系统的硬件

目前以工作站网络为基础的中高档工作站和以微机为基础的低档工作站已成为当今 CAD 系统硬件的两个发展方向。

(1) 用工作站构成 CAD 系统 工作站又称图形工作站。它把图形显示设备、图形核心软件和通用计算机集成于一体，是一种可以独立使用的人机交互设备。它还可以和其他工作站一起，组成支持局域网络的分布式 CAD 系统。

工作站的出现始于 80 年代，发展迅猛。现在的中档水平的工作站在计算、图形、网络、通讯等方面的处理能力已达到或超过十多年前被称为大型机的能力。工作站具有高速运算、强有力的图形处理和联网三大特点，是专门为与图形有密切联系的复杂设计课题服务的 CAD 设备。具体地说，一个 CAD 工作站硬件应由主机、图形显示器、文件显示器（有时与图形器并为单屏系统）、输入设备（如键盘、鼠标、扫描仪、数字化仪等）、输出设备（绘图机、打印机等）、外存储设备组成，如图 1-2 所示。

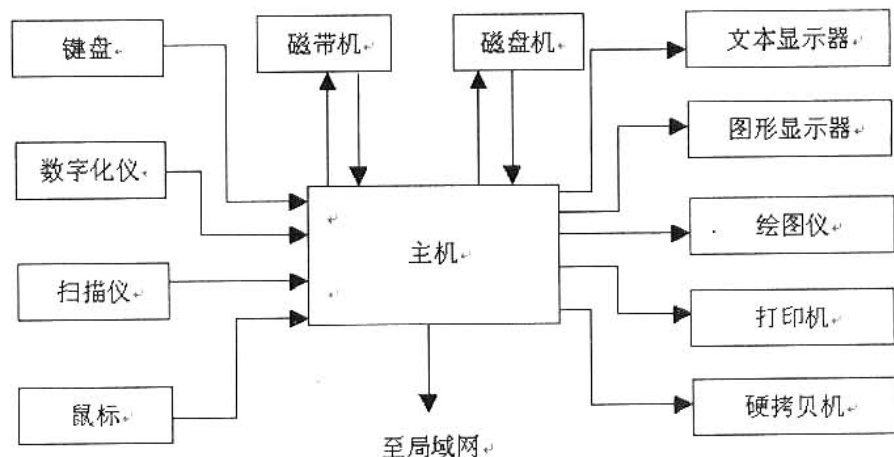


图 1-2 CAD 工作站的组成

根据不同部门的需要，工作站的主机可选择大型机、中型机、超小型机，组成不同档次的工作站。与微型机相比，工作站有以下特点：CPU 运算速度快、内存容量大、硬盘容量大、图形显示器分辨率高、能连接局域网络。

(2) 用微机构成 CAD 系统 近年来，微型机以不断提高的速度、强化的功能、低廉的价格得以迅速发展。以微机构成的 CAD 系统在很短的时间内占领了一部分工作站市场。高档微机配以相应的软件包构成的高性能工作站，越来越受到用户的欢迎。目前国内许多部门在微机 CAD 系统上开发出许多应用软件，取得了较好的经济效益。

2. 计算机辅助设计系统的软件

CAD 系统的开发与使用有赖于各种软件的支持。这些软件按功能分为三个层次，即系统软件、支撑软件和应用软件。

(1) 系统软件 系统软件是对计算机资源进行自动管理和控制的软件系统。主要包括：操作系统、网络系统等。操作系统是 CAD 软件中最重要的组成部分，它管理和组织计算机执行各种操作。对于较大的 CAD 系统，常用的操作系统是 UNIX。在微型机和部

分工作站中，常用的操作系统是 MS-DOS、OS/2。1990 年 Microsoft 公司推出窗口系统软件 MS Windows 3.0 以后，为用户提供了一个基于图形的多任务多窗口环境，它能保持与原有 DOS 系统软件的兼容，受到用户欢迎。1995 年和 1998 年该公司又分别推出了 Windows 95 和 Windows 98 窗口系统，它们是当前最受欢迎的微机软件开发环境。

(2) 支撑软件 支撑软件是帮助用户高效率地开发、运行应用程序的软件系统，亦称为软件开发工具。主要包括交互式图形支撑软件、工程数据库及其管理系统和各种高级语言编译程序等。三者功能交织：有的内嵌、有的提供接口方式。用户往往根据自己对应用程序的特殊需要，利用支撑软件进行二次开发。

在微机 CAD 领域中，主要的交互图形软件有 AutoCAD、CADKEY、PD 等软件包。AutoCAD 软件包是本书中重点介绍的内容。

(3) 应用软件 CAD 系统的应用软件是在操作系统支持下，利用支撑软件经过二次开发后形成的。一般的 CAD 公司只提供某些通用的应用软件，大量的专业性软件，需要用户根据自己的特定环境和使用要求，对已有的 CAD 系统进行修改、扩充和技术开发。现代 CAD 系统应用软件的开发需要涉及工程设计、数值计算、数据管理、图形处理等方面，软件设计日趋复杂，规模越来越大，综合性也越来越强。传统手工方式的程序设计方法已很难适应新的要求，必须采用软件工程的方法进行。