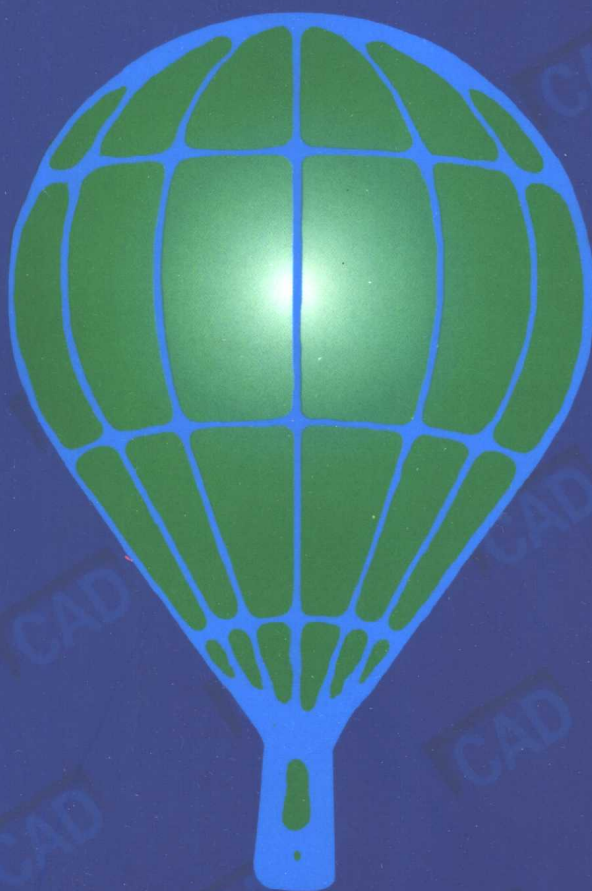


CAD
AutoCAD

CAD 原理与 AutoCAD 开发教程

郝安林 郭建农 等 编著



国防工业出版社

CAD原理与AutoCAD 开发教程

郝安林 郭建农 等编著

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

CAD原理与AutoCAD开发教程/郝安林等编著. —北京:国防工业出版社, 2000.3

ISBN 7-118-02269-1

I. C… II. 郝… III. 计算机辅助设计-应用程序, AutoCAD - 基本知识 IV. TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 13825 号

JS689/24

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京怀柔新华印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 33 $\frac{1}{4}$ 783 千字

2000 年 3 月第 1 版 2000 年 3 月北京第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:42.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

前 言

计算机技术的飞速发展带来了信息技术的革命,使社会发展步入了信息时代。信息技术的发展水平、运用水平和教育水平已经成为衡量社会进步程度的重要标志。面对挑战与机遇并存的发展形势,世界范围内多层次、多侧面的计算机教育热潮正在蓬勃掀起。计算机技术的千变万化和应用领域的不断拓宽,使高校计算机基础教育这一关系到培养跨世纪人才的大事日益受到全社会的广泛关注,原国家教委在“八五”期间已经把计算机基础教学纳入高校的重要基础课程中,并成立了工科计算机基础教学课程指导委员会。在探索培养目标、更新教学内容、改革课程体系、改进教学方法和手段等方面做了许多工作。1997年初,课程指导委员会对全国高等理工科院校计算机基础教学的情况进行了调查,并在此基础上,协助教育部高教司制订了《加强工科非计算机专业计算机基础教学工作的几点意见》和《工科非计算机专业计算机基础教学指南》,这是教育部首次制订关于加强非计算机专业计算机基础教学的文件。文件中分析了当前高校计算机基础教学的状况以及存在的问题,系统地提出了促进计算机基础教学再上新台阶的目标、内容、手段和措施。

本书是作者在多年为非计算机专业开设计算机辅助设计(CAD)课程的基础上,根据教育部高教司《加强工科非计算机专业计算机基础教学工作的几点意见》和《工科非计算机专业计算机基础教学指南》的要求,按照计算机文化基础、计算机技术基础和计算机应用基础三层次教学基本要求编写的。全书分为2部分,共15章。第1章讲述了计算机辅助设计的软件、硬件知识和自动绘图机的工作原理;第2~4章介绍了本书作为程序设计语言使用的Pascal语言的基础;第5章讲述了几何构型和图形变换的矩阵方法,主要介绍了图形的二维和三维变换;第6章主要讲述了图形开窗和裁剪的算法及视区与视向变换;第7章介绍了常用的数据结构和排序查找方法;第8章讲述了平面立体图形隐藏线消隐的计算方法和消隐方法;第9章讲述绘图程序的设计方法;第10章讲述设计系统的设计方法;第11章至第15章分别介绍了AutoCAD绘图软件包的功能及应用,实用命令和基本的绘图命令,图层及特性,文本及填充,目标捕捉,修改编辑命令,块、属性及尺寸标注命令,图形的输出及三维作图。

本书可作为高校教材使用,建议学时数在140(两学期)左右,其中上机操作应在40学时左右。如按70学时安排或学生已有一定的计算机基础,可略去第2~4章及第6、第8章。

本书主编为郝安林,副主编为郭建农、王曙光、张勇、王樑,第1章、第6~10章由安阳大学郝安林编写;第2章由安阳大学王樑编写;第3章由安阳大学刘峰编写;第4章由安阳大学李安林编写;第5章由安阳大学习苏顺编写;第11章、第12章由荆州

IV

市沙市大学郭建农编写；第 13 章由郑州粮食学院马晓录编写；第 14 章由安阳大学王曙光编写；第 15 章由安阳大学张勇编写。参加资料收集和录入工作的还有李春霞、刁苏顺、路留生、李保风、付峰、宋浩、王晓南、鲍规划、郝振华、任刚锋、霍晓辉、张海强、李阳、于江、刘素华、苗晓鹏等同志，在此一并表示感谢。由于作者经验有限，本书编写时间仓促，不足之处望广大读者批评指正。

作者

内 容 简 介

本书是作者在多年为非计算机专业开设计算机辅助设计（CAD）课程的基础上，根据教育部高教司《加强工科非计算机专业计算机基础教学工作的几点意见》和《工科非计算机专业计算机基础教学指南》的要求，按照三层次教学基本要求编写的。全书由两部分组成：第一部分为图形处理基本原理及程序设计，包括计算机辅助设计的基础知识、Pascal 语言基础、图形变换和裁剪、图形消隐技术、程序的设计方法；第二部分主要讲述 AutoCAD 的应用，包括 AutoCAD 的基本功能和环境、实体绘制、实体编辑、图层和图块的作用及其操作、图形的输入和输出、文本操作和尺寸标注、三维图形绘制技术等。本书在介绍计算机辅助设计基本理论的同时，强调应用和实践。

本书适合作高等学校教材使用，还可用于 CAD 方面的设计人员。

目 录

第 1 章 概述	1
1. 1 计算机辅助设计的基本概念	1
1. 2 计算机辅助设计系统的硬件	2
1. 3 计算机辅助设计系统的软件	7
1. 4 计算机辅助设计系统的形式	7
1. 5 坐标系	8
1. 6 计算机自动绘图	9
第 2 章 Turbo Pascal 语言基础知识	23
2. 1 程序框架与语法描述	23
2. 2 Turbo Pascal 程序设计初步	27
2. 3 常量和常量定义	34
2. 4 分程序和作用域	37
2. 5 类型和类型定义	39
2. 6 变量与变量说明	52
2. 7 类型常量	58
2. 8 表达式	62
2. 9 语句	70
第 3 章 Turbo Pascal 语言中过程与函数的使用及单元	80
3. 1 过程与函数	80
3. 2 程序与单元	92
3. 3 标准单元	104
第 4 章 Turbo Pascal 过程与函数简介	117
第 5 章 几何构型和图形变换的矩阵方法	169
5. 1 概述	169
5. 2 二维图形的变换	169
5. 3 三维图形的变换	185
第 6 章 图形的开窗和裁剪	206
6. 1 窗口和裁剪	206
6. 2 直线段的裁剪	207
6. 3 平面多边形的裁剪算法	212

6. 4	窗口-视图区变换	215
6. 5	视向变换	219
6. 6	透视变换	225
6. 7	三维窗口及三维裁剪的概念	229
第 7 章	数据结构	231
7. 1	数据结构的引入	231
7. 2	线性列表结构	232
7. 3	单向链表结构	236
7. 4	循环链表及多重链表	242
7. 5	树形结构简介	244
7. 6	排序及查找	252
第 8 章	平面立体图形的隐藏线消去	259
8. 1	消隐概述	259
8. 2	常用的几何计算方法	260
8. 3	常用的数据结构形式	267
8. 4	凸多面体的消隐方法	269
8. 5	任意平面体的消隐算法	273
8. 6	曲面体(片)的消隐处理	276
第 9 章	绘图程序的设计	278
9. 1	基本图形及其程序设计	278
9. 2	剖面线的绘制	288
9. 3	绘制零件图的程序设计	290
第 10 章	设计系统的设计方法	303
10. 1	设计系统的类型	303
10. 2	设计系统的软件	305
10. 3	程序设计的意义	308
10. 4	程序系统分析	309
10. 5	总体设计	309
10. 6	详细设计	311
10. 7	实例——齿轮减速箱设计系统的设计	315
第 11 章	AutoCAD 绘图软件包	337
11. 1	AutoCAD 绘图软件包	337
11. 2	AutoCAD 的实用命令	345
11. 3	AutoCAD 的绘图命令	350
11. 4	显示命令	367
第 12 章	AutoCAD 的设置、图层及特性、文本及填充、目标捕捉功能	376
12. 1	图形设置	376
12. 2	图层和特性	380
12. 3	文本命令	391

12. 4 阴影填充(剖面线)功能	399
12. 5 目标捕捉	405
第 13 章 AutoCAD 的修改编辑功能	410
13. 1 实体的选取	410
13. 2 建构命令	416
13. 3 修剪命令	425
第 14 章 AutoCAD 的图块和属性、尺寸标注功能	438
14. 1 块	438
14. 2 属性	444
14. 3 尺寸标注概述	454
14. 4 Dim 和 Diml 命令	455
14. 5 线性尺寸标注	457
14. 6 角度、直径和半径、引出线和坐标式标注	461
14. 7 尺寸标注的编辑、设置命令	466
第 15 章 图形输出及三维作图命令	478
15. 1 图形输出	478
15. 2 用户坐标系	483
15. 3 3D 曲面	489
15. 4 实体造型	502
参考文献	521

第1章 概述

1.1 计算机辅助设计的基本概念

计算机辅助设计(Computer Aided Design)简称CAD。20世纪50年代,计算机还处在真空管时代,它的运算速度和存储能力受到很大限制,程序语言也很原始,使用困难,只能做简单的设计计算。但人们已经用它来解决工程设计中的一些实际问题。60年代初提出了CAD的概念,随着人机对话系统的实现,促进了其发展,60年代中期出现了实用的人机交互型显示装置,但60年代基本是实验室研究阶段。70年代,采用集成电路的计算机问世。随着计算机硬件质量的提高和价格的下降,新型的图形显示器也陆续投入市场成为计算机辅助设计的推动力。60年代是计算机图形显示学的发展时期,70年代则是它的开花结果时期。

在80年代,电子器件的集成度迅速提高,微型计算机在市场上大量涌现,性能逐渐提高,价格逐年下降,使得计算机辅助设计技术迅速发展。在国外,有的企业把CAD与CAM(Computer Aided Manufacturing,计算机辅助制造)结合起来,形成CAD/CAM系统。近年来,还出现了CAT(Computer Aided Testing,计算机辅助检测)、CAA(Computer Aided Assembly,计算机辅助装配)、CAF(Computer Aided Factory,计算机辅助工厂)和CAE(Computer Aided Engineering,计算机辅助设计生产工程)。

在机械设计过程中,设计者的职责是寻求一个较好的设计方案,为此,首先构思设计模型,然后做一系列有关的数值计算,例如计算速度、行程、运动轨迹、力和扭矩,以及几何尺寸、强度和刚度等。在做结构设计时还要考虑与结构有关的许多其它问题。设计者对计算结果进行比较、判断,然后画图。为得到较优的设计结果,通常将设计分为四个阶段,即计算分析阶段、结构设计阶段、样机制造及试验分析阶段和产品使用考验阶段。每一阶段,尤其是前两阶段常常要经过几次循环反复,即本次设计计算结果不能满足要求时,要重新修改设计模型,直到满意为止。一般地讲,在人工设计中,设计者花费的精力和时间越多,设计质量也就越理想。可见手工设计是一件耗费时间的工作,其中不少工作是重复性的繁琐计算、检索资料数据等劳动。如能应用新的高工效的设计方法来缩短设计时间,显然可以大大提高产品的经济效益。随着新技术、新材料、新工艺的不断涌现,机械产品的更新换代周期将日益缩短,因此更为迫切地要求缩短新产品的的设计周期。

计算机辅助设计就是应用计算机来辅助设计人员完成设计过程中的部分工作,早期主要是进行数值计算。但随着计算机软、硬件的迅速发展,不仅可利用计算机的存储量大、速度快和计算精度高等特点来进行数据检索和计算,而且还可通过人机交互,最大限度地发挥人和计算机的长处,提高设计的效益。

CAD工作的主要内容有三个方面的：建立产品设计数据库；建立多功能交互图形程序库；建立应用程序库。

1.2 计算机辅助设计系统的硬件

1.2.1 CAD系统的硬件配置

硬件是指计算机系统的全部可感触到的物理装置。在结构上可分为主机、外存储器、输入设备和输出设备几个部分,如图1-1所示。

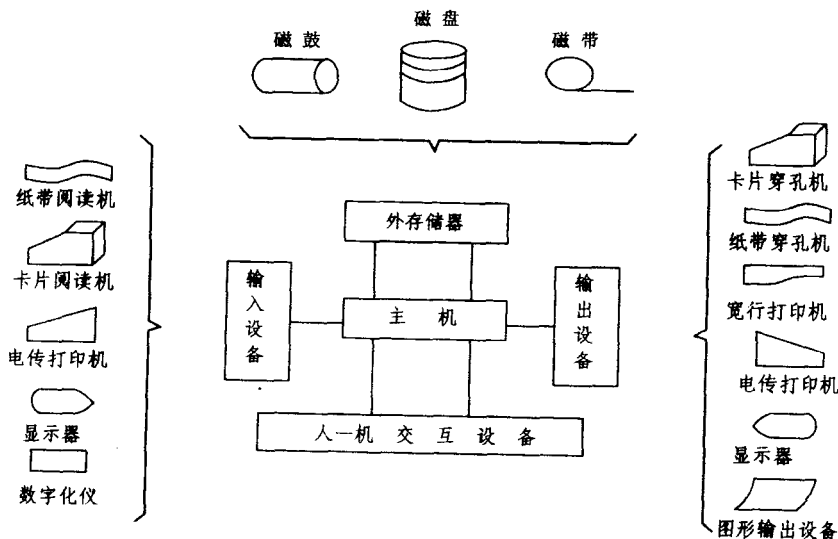


图1-1 计算机辅助设计系统的组成

计算机辅助设计系统的硬件配置与通用计算机略有差异，具有较强的人机交互设备及图形系统。其主要设备有：

一、主机

主机是控制及指挥整个系统并执行实际运算、逻辑分析的装置，是系统的中心。主机包括中央处理机CPU和主存储器。

中央处理机由控制器、运算器、寄存器和累加器组成。控制器是计算机的“大脑”，它指挥和协调整个计算机系统有条理地工作。其具体功能是提取存于存储器内的指令，分析指令的操作类型，然后接通各种有关电路，实现各种动作。现在CPU的发展速度很快，从80年代的286到386、486直到现在的奔腾、多能奔腾及奔腾II/III，其处理速度越来越快，功能越来越强大。过去许多需要在中小型机甚至大型机上运行的辅助设计软件现在可以在微型机上运行，而且计算机辅助设计所用的操作系统和应用软件对CPU的要求也越来越高。现在的CPU主要是Intel公司的Intel处理器系列，AMD公司的K系列和Cyrix公司的×x86系列。对于不同系列不同型号的处理器，其性能有较大的区别，而且不同的工作要求和应用软件对主机有不同的要求，因此，在实际工作中所选用的具体机型，应视工作要求和应用的软件要求来确定。

主存储器简称主存或内存，是用来存放指令、数据及运算结果（包括中间结果）的。

计算机内存不能永久地保存信息，它仅在打开计算机时有效，一旦关闭计算机，内存中保存的信息将会丢失。为了避免信息丢失，在关闭计算机之前应及时将它们写入到外存储设备（通常是磁盘）上。

内存大小以千字节或兆字节衡量，一个字节(用字母B表示)是保存一个英文字符或符号所需要的存储总量，1KB等于1024个字节，1MB等于1 048 576个字节。内存可分为四种，即基本内存、扩展内存、扩充内存和虚拟内存。

二、外存储器

外存储器或称辅助存储器，简称外存或辅存。外存储器有磁带、磁盘、磁鼓及光盘等。磁带、磁盘和磁鼓存储信息的方法都是用磁性记录原理，在微机上常用的是磁盘和光盘。

磁盘分为软磁盘（简称软盘）和硬磁盘（简称硬盘）两种。软盘是圆盘状薄塑料片，上面涂有磁性材料，可以在其表面记录信息。软盘封装在一个方形硬纸或塑料保护套中，插入驱动器后，软盘在保护套内旋转。驱动器内有一个可作径向移动的读/写磁头，可以在磁盘表面读出和记录信息。软盘有5.25英寸和3.5英寸两种。硬盘是用金属材料制成，表面涂上磁性材料来存储信息，硬盘常常按磁盘组的形式来安装，一个磁盘组由数片磁盘组成。

硬盘存储容量很大，可以代替许多软盘，硬盘的读写速度较快；软盘存储容量要比硬盘小得多，价格相对比较低，使用时可以随时更换。通常利用软盘长期保存数据，以及在计算机之间传递数据。

三、字符图形显示器

字符图形显示器是CAD系统的最重要的装置之一，作为设计者与计算机对话的媒介装置。当它作为输出设备时，能将计算机中的图形数据以字符或图形的形式在显示屏上显示出来。它的显示速度快，而且没有噪声。它又可以作为输入设备使用。利用键盘、光笔或数字化仪，配以相应的软件，设计者可以在显示屏幕上画图，图形的坐标数据立即输入计算机。设计者又可以对显示出的图形或数据进行修改，对图形作平移、旋转、改变比例等变换处理，以及由设计者指定计算机去执行某个子程序。由此可见，由计算机、图形显示器、通信装置、操作者以及相应的软件，共同构成一个系统，称为“人-机系统”，这个系统应用到计算机辅助设计中，可实现单独由人或计算机所不能做的工作。它即提高了计算机的作用，又能发挥人的经验和创造性，缩短设计周期，提高工作质量。

显示器按分辨能力的大小，分为高、中、低三类，并有黑白和彩色之分。

四、图形输入设备

随着计算机图形学的不断发展，用于图形输入的设备近年来发展很快，主要有光笔、坐标数字化仪、图形输入板、鼠标、操作杆、轨迹球、扫描仪等。

1. 光笔

光笔是一种检测光的装置，是实现人与计算机、图形显示器之间联系的一种有效工具。它能接受屏幕上显示的光信号，然后由光电元件转变为电信号输入到图形显示系统中。基本功能有指点操作和跟踪操作两个。所谓指点就是在屏幕上有图形时，选取图形上的某一点为参考点，对图形进行某种处理。所谓跟踪就是用光笔拖动光标在屏幕上任

意移动，从而在屏幕上直接输入图形。在交互系统中，常用光笔点菜单。

2. 坐标数字化仪

坐标数字化仪是一种图形数据采集装置，如图1-2所示。它由固定图纸的平板、检测器(游标)和电子处理器三部分组成。工作时，将十字游标对准图纸上的某一点，按下按钮，则可把该点的坐标输入。连续移动游标，可以将游标移动轨迹上一连串的坐标输入。

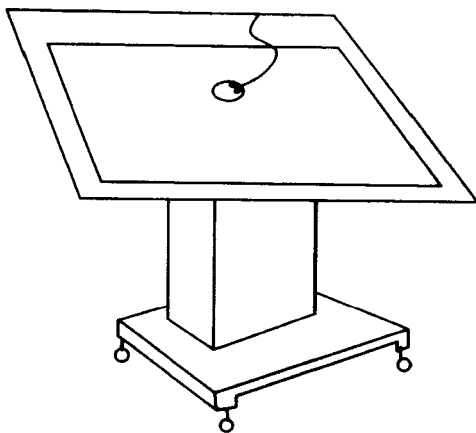


图1-2 坐标数字化仪

坐标数字化仪能够读取的范围最小为280mm×280mm，最大可达1070mm×1520mm，分辨率一般为0.1mm，好的可达0.025mm。坐标数字化仪使用起来是很方便的，但是它的坐标读取精度较低，特别是在放置游标时容易产生人为的误差。

3. 操纵杆

操纵杆可代替光笔控制光标的移动，是一种模拟式输入设备，如图1-3所示。操作者手握操纵杆的手柄，可在X、Y两个方向作左右、前后摇动。这两个方向的运动分别使两个模拟电位器产生模拟电压。该模拟量用模数转换器转换为二进制的数字信息，输入计算机，并传送到图形显示器以控制光标的移动。模拟电压与光标在屏幕上的坐标位置相对应。光标的显示指引操作者手的移动。

4. 轨迹球

轨迹球也是一种模拟式输入设备，如图1-4所示。用它控制屏幕上光标的位置。操作者用手掌转动圆球，圆球运动的方向和距离的数字信息由模数转换器输出，再传送给显示器以控制光标的移动。

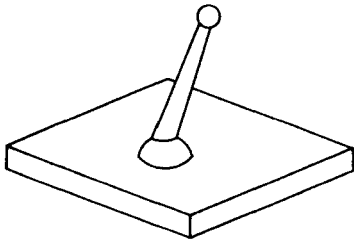


图1-3 操纵杆

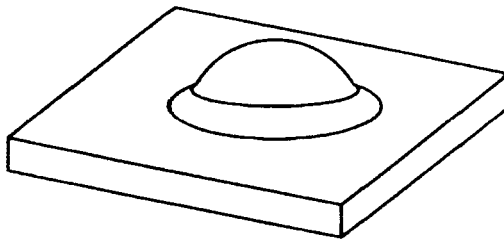


图1-4 轨迹球

五、图形输出设备

图形最终以图纸的方式输出。自动绘图机是把计算机输出的数据信息变成图形的装置，按其工作原理自动绘图机大致分为笔式绘图机和静电式绘图机。笔式绘图机有滚筒式绘图机和平台式绘图机两种。另外还有彩色喷墨绘图机和激光绘图机等。

1. 滚筒式绘图机

滚筒式绘图机的主要特征是绘图纸左右两边带有小孔，通过与滚筒两端链轮上的小齿啮合，随滚筒作正、反方向的旋转运动，即X方向的运动。而画笔则作往复的直线运动，即Y方向的运动。这两个方向运动的配合即可画出所需要的图形。图1-5是滚筒式绘图机的外貌及结构简图。

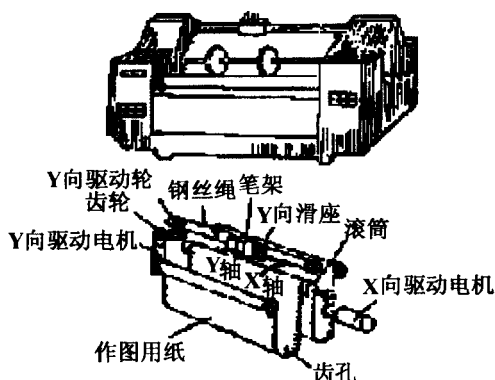


图1-5 滚筒式绘图机

滚筒式绘图机的特点是结构简单、紧凑，占地面积小，绘图速度快，但精度较低。故常用于一些对绘图精度要求不高的场合，如绘制机械图、土木建筑图。

2. 平台式绘图机

平台式绘图机是在数控机床的基础上发展起来的，图1-6是它的结构简图。它由X向导轨和滑座、Y向导轨和滑座、笔架等部分组成。图纸固定在平板上，笔架固定在Y向滑座上。由计算机发出的指令脉冲驱动X、Y向的驱动电机使画笔作X、Y方向的移动完成绘图动作。

和滚筒式绘图机比较，平台式绘图机的主要特征是：绘图纸不能作X方向的移动，而是由X向滑座在X向导轨上平行移动来完成X向的绘图动作。平台式绘图机的优点是精度高，有效绘图面积大，因此特别适用于高精度、大画面的图形，但是这种绘图机结构复杂，占地面积大，价格较贵。

3. 平面电机型绘图机

平面电机型绘图机主要由台板(天花板)、绘图头、绘图平台三部分组成，如图1-7所示。台板位于绘图平台的上方，与绘图平台平行且面积相同，由4根支柱支承，它实际上是平面电机的“定子”。绘图头悬浮在台板下面，在绘图头与台板接触的表面有许多小孔，从孔中吹出的高压空气使两表面间形成 $10\mu\text{m}$ 的间隙，称为“空气轴承”。因此，绘图头可在台板下面自由滑动，自由滑动的动力是装在绘图头内的平面电机的“转子”与台板的相互作用产生的。笔架装在绘图头上，跟随绘图头移动画出图形。

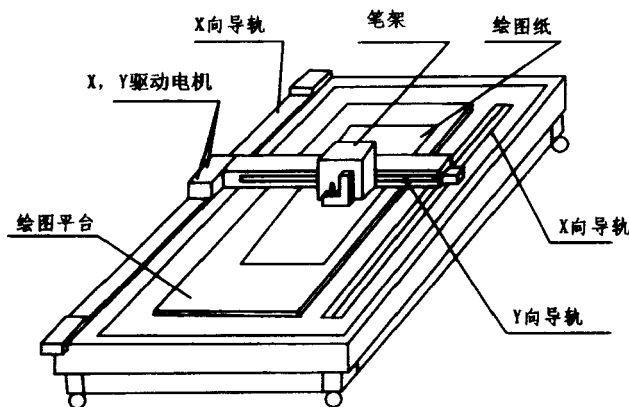


图1-6 平台式绘图机

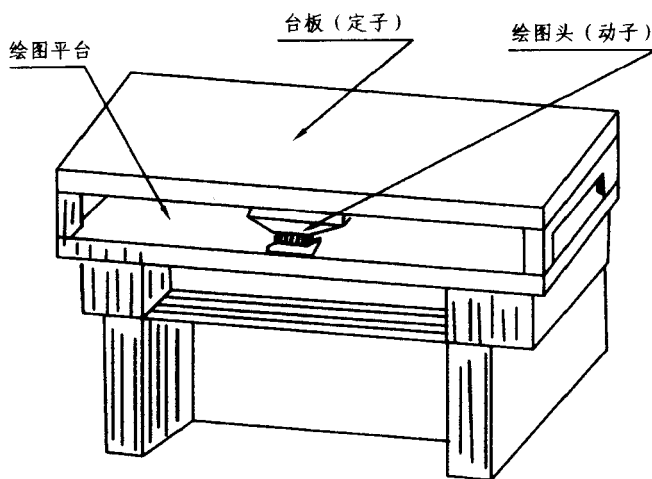


图1-7 平面电机型绘图机

4. 小型绘图仪

它由微型计算机和小型绘图仪组成，是为设计人员在设计过程中提供方便而研制的。设计人员只要操纵键盘就可画出需要的图形，这样就可一边绘图，一边考虑下一步的设计。

小型绘图仪在整机构造上和其它绘图机没有本质的区别，只是结构简单得多。绘图幅面一般为A3号图纸，步长较大。

六、通用输入输出设备

通用输入输出设备包括键盘、鼠标器、打印机和显示器等。

1.2.2 微型计算机CAD系统

在微型计算机上配置图形输入和输出设备，形成独立的CAD系统。其特点是价格低廉，安全可靠，且软件非常丰富。而且随着微型计算机技术的飞速发展，微型计算机的功能越来越强大，许多过去在大型机或中型机中运行的设计系统现在也可在微型机上运行。

1.3 计算机辅助设计系统的软件

计算机辅助设计系统的软件分为系统软件与应用软件两大类。系统软件与硬件直接关联，其特点是通用性和基础性，各应用软件都需要在系统软件的支持下运行。应用软件是在解决某些具体问题时所使用的软件。

1.3.1 系统软件

系统软件主要用于计算机的管理、维护、控制及运行，以及计算机程序的翻译、装入管理、控制和运行。系统软件包括操作系统软件(如Dos、Windows、Unix等)、语言及编译系统软件(如Turbo Pascal、Turbo C等)、数据库管理系统软件(如dBASE、FoxBase、FoxPro等)和通信软件等。

1.3.2 应用软件

应用软件是为某一领域应用而研制的软件。应用软件有设计计算软件，图形处理软件及专家系统。设计计算软件主要用来解决各种数值计算，图形处理软件主要包括图形软件包及交互式绘图系统软件(如AutoCAD、TurboCAD、CAXA等)等。专家系统是一种计算机程序，具有使计算机能够在专家水平上工作的知识和能力。这种系统，运用人类专家的专门知识和推理能力，来解决人们在通常情况下难以解决的问题，在特定的范围和领域内，为复杂问题进行“知识”服务。

1.4 计算机辅助设计系统的形式

1.4.1 检索型CAD系统

检索型CAD系统是先把某些定型产品的图样变成图形信息存入计算机的外存储器中，将一系列产品设计计算应用程序装入标准程序库，在数据库中存入有关加工用信息，需要某种产品时，只需输入初始数据，就可得到标准规格的图样。缺点是当不能完全满足初始参数要求时，系统将无法输出正确结果。

1.4.2 计算型CAD系统

主要是通过优化设计计算，即选择合适的数学模型和可靠的数学方法，通过大量计算求得最优解，得到技术和经济上均佳的最优方案。它是以优化设计为主的一种辅助设计系统。

1.4.3 人机交互型CAD系统

对于交互型辅助设计系统，除要配备必需的硬件装置外，还需一种便于用户学习和使用的人机对话语言，即要有一系列的命令语言。通常它是通过键盘键入命令或用点菜单的方式进行人机交互对话的。设计者输入新产品设计指标及原始参数以后，系统在计

算和检索的基础上, 输出一个初步设计结果, 然后由设计人员对结果进行审查, 对不满足要求或不满意之处, 通过人机交互的方式, 输入各条命令进行逐步的修改, 得到最终的结果。

1.4.4 CAD/CAM系统

CAD/CAM系统是在计算机辅助设计的基础上, 把设计结果通过联机或外存储介质(如磁盘、磁带等)直接送入自动生产线或数控机床, 不用绘制图纸而直接生产出产品的系统。

1.5 坐标系

归根到底图形是由点组成的, 相邻点的集合构成线段进而构成图形。通常在画图程序中都是先给出线段的两端点, 然后画线条。点的位置通常是在一个坐标系中定义。图形系统使用的坐标系是人们广为熟悉的笛卡尔坐标系。

1.5.1 用户坐标系

应用程序中所要描述的点、线段及字符均是在一个笛卡尔坐标系中定义它们的位置的, 如图1-8所示, 其中图(a)是定义二维几何形状的坐标系, 图(b)是定义三维几何形状的坐标系。这个为用户使用的坐标系称为用户坐标系, 简称用户坐标(User Coordinates)。因为用来定义用户在二维或三维世界中的物体, 所以又称这个坐标系为世界坐标(World Coordinates)。测量单位是米、厘米、毫米或英尺。一个点的坐标值可以用带小数的十进制数—实型数来表示。在用户坐标系中定义的图形上各点的坐标值随同应用程序输入计算机, 并在机内存储, 它构成了计算机模型。

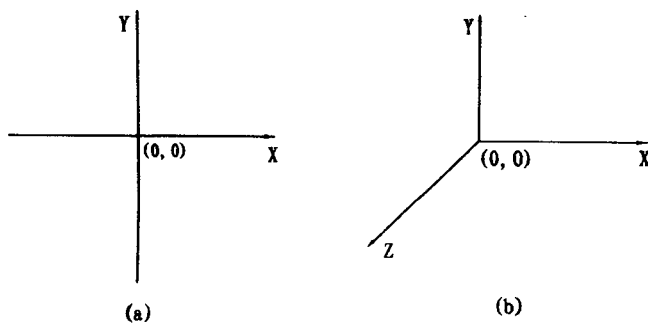


图1-8 坐标系

点的位置若以相对于坐标原点来取坐标值, 称为绝对坐标, 如图1-9所示。若取相对于绘图笔或电子束所在位置的位移量为坐标值, 称为相对坐标, 如图1-10所示。绘图笔或电子束从位置A移到 $B(x_b, y_b)$, 即点B对点A的相对坐标。从理论上讲用户坐标系是无穷大的。