

上海交通大学出版社

计算机

JISUANJI GONGCHENG SHEJI ZHITU JICHU

工程设计制图基础

主编 周修宗



图书在版编目(CIP)数据

计算机工程设计制图基础/周修宗主编;卞樽等编. —上海:上海交通大学出版社,1999(2003 重印)

ISBN 7-313-02273-5

I. 计… II. ①周… ②卞… III. ①工程-计算机辅助设计②工程制图;计算机制图 IV. TP2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 34799 号

计算机工程设计制图基础

主编 周修宗

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 877 号 邮政编码 200030)

电话: 64071208 出版人: 张天蔚

立信会计出版社常熟市印刷联营厂印刷 全国新华书店经销

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 23 字数: 570 千字

1999 年 9 月第 1 版 2003 年 6 月第 2 次印刷

印数: 7 001~10 050

ISBN 7-313-02273-5/TP·401 定价: 30.00 元

版权所有 侵权必究

前 言

根据 1987 年高等工业学校《画法几何及工程制图》课程教学指导委员会制定的《工程制图基础课程教学基本要求》以及本校多年的教学经验,在卞樽教授主编的《工程制图基础》(第二版)及谢兆学副教授主编的《计算机绘图》的基础上,并针对工科非机械类专业的教学特点与要求,增添了常用机械零件的简易设计,重新进行有机的组合,把制图与计算机绘图方法紧密结合在一起,把常用零件的简易设计与选用的基本方法,工作图的绘制结合在一起,重新编写而成。它适用于少学时专业(80~100 学时)的制图与计算机绘图课程,并有习题集与其配套使用。

工科非机械类专业学习本课程主要是了解正投影的表达方法和绘图技术两个基本问题,本书把以上两个问题紧密地结合在一起,使课程显得更紧凑。至于其他的内容,如轴测图、机械图(指标准件、常用件及与机械制造有关的内容)和机械零件的设计与选用,是属于兼顾性的。

书的编写次序和教学顺序有时难免完全一致,编写的篇幅和讲课的时数也并不成比例,这些方面,教师可按自己的经验行事。

计算机工程设计制图基础是工科大学生的工程类启蒙课,它的学习方式偏重于训练。学习过程中有些基本规定和数据先要记住,通过多次实践,就会习惯成自然;有些基本方法,只有通过自己动手动脑,想象构思,不断总结提高,才能学会;有些原则,也只有通过自我训练才能得到充实,才能应用自如。学生在学习上是沒有捷径可走的,但是怎样提高学生的浓厚兴趣,教师还是有不少事情可做。

本书由周修宗任主编;卞樽、陈国忠编写 1、2、3、4、5、6、7、8 章;周修宗编写第 9 章;陆莲芬编写 10、11 章;唐惠琴编写 12、13 章。

由于我们水平有限,编写时间匆促,误漏欠妥之处在所难免,竭诚希望使用本书的老师和学生们能指出本书中的问题,以使本书在再版时更加完善,谢谢。

编 者

1999 年 1 月

目 录

第 1 章 计算机绘图基本知识	(1)
1.1 计算机绘图的发展与应用	(1)
1.2 计算机绘图系统	(2)
1.3 计算机绘图软件介绍	(6)
第 2 章 机械制图基本知识	(38)
2.1 机械制图国家标准介绍	(38)
2.2 传统的绘图技术	(46)
2.3 工程制图学习方法	(50)
2.4 计算机画直线图形	(52)
第 3 章 平面图形画法	(56)
3.1 作图原理	(56)
3.2 平面图形尺寸分析	(60)
3.3 计算机画圆弧连接图形	(62)
第 4 章 正投影方法	(66)
4.1 投影的基本概念	(66)
4.2 点	(67)
4.3 直线	(70)
4.4 平面	(79)
4.5 基本几何体	(85)
4.6 计算机画几何体的三视图	(92)
第 5 章 立体表面交线	(96)
5.1 截交线	(96)
5.2 相贯线	(108)
5.3 计算机画表面交线	(114)
第 6 章 组合体的视图与尺寸	(119)
6.1 画组合体视图	(119)
6.2 看组合体视图	(125)
6.3 组合体尺寸注法	(130)

6.4	计算机画组合体的三视图	(137)
6.5	计算机标注组合体的尺寸	(142)
第7章	轴测图	(147)
7.1	轴测图的基本概念	(147)
7.2	正等轴测图	(148)
7.3	斜二轴测图	(155)
7.4	计算机画轴测图	(157)
第8章	机件的表达方法	(161)
8.1	视图	(161)
8.2	剖视图	(165)
8.3	剖面图	(175)
8.4	局部放大图及简化画法	(177)
8.5	综合应用举例	(179)
8.6	计算机画剖视、剖面图	(182)
第9章	机械零件的强度计算	(188)
9.1	物体的受力分析	(188)
9.2	内力和变形的基本形式	(197)
9.3	拉伸与压缩,金属材料的机械性能	(198)
9.4	剪切和圆轴的扭转	(205)
9.5	梁的平面弯曲	(211)
9.6	交变应力	(222)
第10章	标准件和常用件	(225)
10.1	螺纹连接	(225)
10.2	螺纹连接的强度计算	(239)
10.3	键连接	(244)
10.4	销连接	(246)
10.5	弹簧	(247)
第11章	轴和轴承	(252)
11.1	概述	(252)
11.2	轴的结构设计	(252)
11.3	轴的强度计算	(255)
11.4	轴的工作图	(259)
11.5	滚动轴承的类型、代号及其选用	(260)
11.6	滚动轴承的画法	(266)

第 12 章 齿轮传动	(267)
12.1 齿轮传动的概念	(267)
12.2 渐开线和渐开线齿廓的啮合特性	(269)
12.3 渐开线标准直齿圆柱齿轮各部分名称和基本尺寸	(270)
12.4 渐开线直齿圆柱齿轮的啮合传动	(273)
12.5 公法线长度 W_K 和跨测齿数 k	(275)
12.6 根切现象和最少齿数	(276)
12.7 轮齿的失效形式	(276)
12.8 齿轮的材料	(277)
12.9 直齿圆柱齿轮的强度计算	(278)
12.10 齿轮传动的精度	(283)
12.11 圆柱齿轮的结构	(284)
12.12 直齿圆柱齿轮的画法与测绘	(286)
12.13 斜齿圆柱齿轮传动	(288)
第 13 章 零件图和装配图	(292)
13.1 零件图	(292)
13.2 装配图	(321)
附录	(335)
一、公差与配合	(335)
二、螺纹及螺纹连接件	(343)
三、键和销	(354)
四、滚动轴承	(359)

第 1 章 计算机绘图基本知识

1.1 计算机绘图的发展与应用

20 世纪 40 年代,美国宾州大学研制出了世界上第一台电子计算机,以后计算机科学就以惊人的速度发展起来。40 年代的时候,计算机只能计算,不能画图。计算机绘图技术是在 50 年代后期才产生的。

1959 年,美国麻省理工学院研制出了第一台类似于示波管的图形显示器,作为旋风 1 号(WHIRLWIND-1)计算机的输出设备,既可以显示出简单的图形,也可以用来摄制照片。后来他们又在旋风 1 号上开发了 SAGE 空中防御系统,第一次用光笔直接在显示屏幕上标识目标。虽然计算机绘图发展迅速,但它还是处于研究阶段。

60 年代是交互式图形技术诞生与应用的阶段。1963 年麻省理工学院的伊凡·萨泽立(IVAN SUTHERLAND)发表了一篇博士论文:“SKETCHPAD:人机对话图形系统”,为现代交互式图形学奠定了基础。人们借助这一技术,可以使用键盘和光笔与计算机交互作用,在显示屏幕上绘制图形。60 年代中期起,几个先进工业国家对计算机绘图都开展了大规模的研究,使计算机图形学开始进入应用阶段。

70 年代,交互式绘图系统在很多国家已经广泛应用。80 年代,随着高性能的计算机问世,绘图软件在不断地更换新的版本,并且功能也在不断地完善,从而对计算机绘图的发展起了很大的促进作用。

我国大约从 20 世纪 70 年代中期开始引进计算机图形技术。80 年代,随着计算机的开发与应用,计算机绘图这一先进的新技术已在越来越多的部门得到应用。随着经济和技术的发展,计算机绘图必将在我国国民经济中发挥更大的作用。

目前,计算机绘图主要的应用领域有:

1. 计算机辅助设计(CAD 为 COMPUTER AIDED DESIGN 的缩写)

使用计算机进行产品设计时,通常与计算机辅助绘图是分不开的。图形可以通过编制程序或交互式图形显示来绘制。现在已有很多绘图软件问世。利用它们可以快速而又高效地辅助作图。

2. 绘制图表

可以用计算机绘制高质量、高精度的图形和表格,如地图、海洋图、气象图、等高图、统计图等等。

3. 仿真与动画

利用计算机来制作电影、电视的动画片,不但质量很高,而且节省制作费用,加快生产动画片的周期。

对于一些科学现象的研究,可以通过把物理量转化成数字的技术,动态地显示图形,这就是人们常说的仿真技术。例如可以用计算机模拟训练的环境,对汽车驾驶员、飞行员、宇航员

进行训练。这种模拟训练能产生一种身临其境的真实感,使训练变得非常方便有效和廉价。此外,在娱乐、电子游戏机中也常见这种应用。

4. 计算机辅助教学(CAI为COMPUTER AIDED INSTRUCTION的缩写)

在教学中,使用计算机图形显示设备,借助动画或仿真方法进行学习、研究,可以把抽象的概念形象化,使学生易于理解和接受。

5. 过程控制

利用人机交互系统,实现人与被控制对象的互相作用。计算机通过相连的监视设备在显示屏上以图形显示出过程的变化,帮助人们检测故障,或实现最佳控制。

6. 其他

计算机绘图还可以用于艺术、商业广告、以及办公室自动化。它用图形形象地显示有关信息。

1.2 计算机绘图系统

实现计算机绘图,需要具备一套计算机绘图系统,它包括硬件和软件两大部分。

一、硬件

计算机绘图系统的硬件部分主要有:主计算机、输入设备(如鼠标器、数字化仪)和输出设备(图形显示器、绘图机、打印机)。

(一) 主计算机

它是绘图系统的核心部分。其作用是接受输入设备传来的信息,经过处理后,由显示器或绘图机输出图形。计算机的类型很多,大致可分为微型机、超小型机、小型机及大型机。微型计算机简称微机,由于相对来说价格比较便宜,工作环境要求不很高,所以目前被广泛地应用在各行各业,甚至家庭中。下面对微机作扼要的介绍。

微机对信息的接受、处理、输出,是通过一个叫做中央处理器(CPU为Center Processor Unit的缩写)的芯片来完成的。CPU的性能越高,意味着计算机处理信息的速度越快,功能也就越强。IBM公司1981年开发的IBM微机,CPU为Inter8086。这几年,随着科学技术的发展,CPU的级别也在提高,从以前所用8086、80286、80386、80486、80586,到目前较高一级的Pentium、MMX、PⅡ、PⅢ,就其运算速度来说,后者均比前者快。作为图形处理用的微型计算机,CPU的级别越高越好。

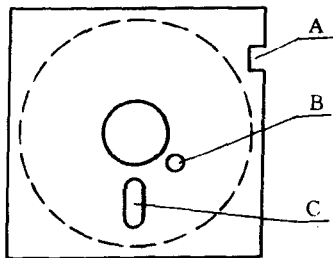


图 1-1 $5\frac{1}{4}$ "软盘

微机内存容量一般为640kB(1kB=1024字节),目前市售机的内存多为1MB以上,如80486机内存可配置到16MB。在用计算机来处理比较复杂的图形时,图形的数据量将很大,而且交互式绘图软件本身也占相当一部分内存,所以用于绘图的微机,内存必须大,一般在2MB以上。

微机上可以装有两个软磁盘驱动器,分别叫做A盘、B盘,用“A:”或“B:”表示。使用的软盘直径分 $5\frac{1}{4}$ "和 $3\frac{1}{2}$ "两种,其中 $5\frac{1}{4}$ "的软盘现在已不大使用。这种磁盘是一个用软性材料

制成的圆盘,两面均涂有磁性物质,外面用永久性保护套包装。 $5\frac{1}{4}$ "软盘的套子上有防写缺口 A,索引孔 B,磁头读写槽 C,如图 1-1 所示。图中虚线圆表示磁盘。

一张 $5\frac{1}{4}$ "的磁盘可存 1.2M 字节,一张 $3\frac{1}{2}$ "的可以存 1.44M 字节。三、四张画有 40~50 个零件的装配图(A1 图纸大小)的信息,用一张磁盘就可以存储下来。

微机配置上硬盘驱动器,用"C:"表示。硬盘是表面覆盖着一层氧化铁涂层的铝制圆盘,若干圆盘互相叠在同一根轴上,读写磁头悬浮在其表面,磁头与盘面间隙约为 $5\mu\text{m}$ 。在使用硬盘驱动器时,应注意防止振动或碰撞,因为磁头仅能承受大约 0.2N 的冲击,容易损坏。在搬动时,即使距离很短,也要先运行专门保护程序,使磁头移到盘的边缘,以免擦伤盘面。

微机的操作和管理是通过操作系统来进行的,常用的微机操作系统有:DOS(为 Disk Operating System 的缩写),Windows 等。

(二) 图形输入设备

除了键盘(Keyboard)可以作为输入设备外,常见的图形输入设备还有光笔(Light-Pen)、鼠标器(mouse)、数字化仪(digitizer)、图形输入板(Tablet)等。它们的作用是将用户的图形数据、各种命令转化成信号,传送给计算机。

1. 鼠标器

常见的鼠标器外形是一个小盒子(图 1-2),通过一导线 B 与计算机相接。盒内装有两个走轮或一个球形走轮,盒上设置有两只或三只按键开关 A。大多数鼠标器采用球形走轮。操作时,使球形走轮在任意平面上移动,从而控制光标在显示屏上作相应移动。以便对图形定位、或选择命令。

使用鼠标器前,先运行鼠标器驱动程序(如 Mouse.exe),并设置相应参数,也可以把驱动程序放在自动启动的批文件中运行。鼠标器出厂时,一般都附有驱动程序盘及使用说明。由于鼠标器价格便宜,使用方便,所以很多计算机绘图系统都配置鼠标器。

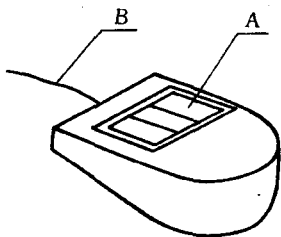


图 1-2 鼠标器

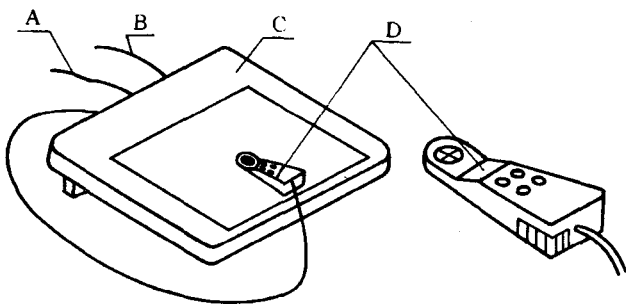


图 1-3 数字化仪

2. 数字化仪

坐标数字化仪又称数字化仪。它的作用是控制光标、选择命令或复制图形。常用的为全电子式数字化仪。从外形上看,它由两部分组成,一块平板 C 和一支选图笔(或者带有十字线的游标 D),见图 1-3。平板的底面在 X、Y 方向上装有许多平行的网格导体,每两条间距大约为 $200\mu\text{m}$ 。游标器 D 上有四个按键,盒内装有感应线圈,与计算机接通(通过 A)。在平板上

移动游标,按下按键开关,线圈中便有电流信号,使得游标的十字交叉处产生磁场,平板上即产生感应电流,从而检测出平板上十字线处的坐标位置,然后传送到计算机处理。

数字化仪主要用在交互式系统中。在第一次把它与计算机连接使用前,应先按数字化仪所附说明书要求,拨动数字化仪底板上的开关进行设置,然后运行交互式绘图软件。若配置正确,在平板上移动游标时,显示器上光标也随之作相应移动。

由于数字化仪通过平板输入图形或命令,所以人们又把数字化仪称为图形输入板(tablet)。

3. 光笔

光笔在计算机绘图系统中用作输入设备,是直接和显示器联系而使用的工具。它的作用是在显示器上对图形定位(指点),或选择图形、命令,还可以用光笔拖动光标在屏幕上移动,从而在屏幕上实现图形编辑。

(三) 图形输出设备

图形可以用图形显示器来显示,或通过绘图机、打印机输出。

1. 图形显示器

图形显示器是用阴极射线管(CRT)作为显示器,加上控制电路组成的。CRT的基本结构如图1-4所示。它包括电子枪(由灯丝1、阴极2、控制栅3、加速板4、聚焦系统5组成)、偏转线圈6、荧光屏7。

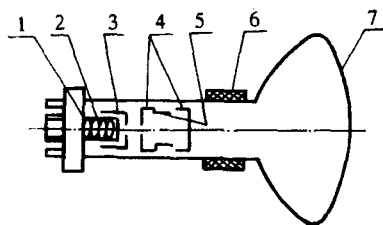


图 1-4 CRT 的基本结构

CRT的工作原理是:电子枪发出的高速电子束(其光点直径一般为 0.28mm),经过偏转线圈6打到荧光屏7上,使荧光屏发光。当偏转线圈上的控制电路收到计算机发来的X、Y方向的偏转信息(即水平偏转或垂直偏转)时,控制电子束在荧光屏指定位置上运动,使屏幕显示出发光的图形或字符。

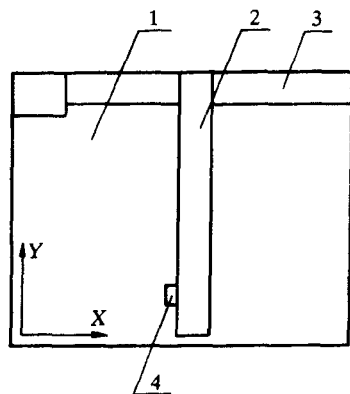


图 1-5 平台式绘图机的结构示意图

显示器上图形的清晰程度是由显示器的分辨率决定的。分辨率用屏幕横向和竖向的象素点表示,如 320×200 , 640×200 , 1024×768 。点数愈密,分辨率愈高,显示的图线也就愈细、图形愈清晰。

在实际应用中,广泛使用彩色图形显示器。一般微机所用的显示器,既可以显示字符,又可以显示图形。如果条件允许,用一台字符显示器显示字符,另配置一台彩色图形显示器专门显示图形,绘图的效果会更好。

2. 绘图仪

绘图仪,又叫绘图机,是计算机绘图系统常用的图形输出设备。常见的绘图机有两类:滚筒(或卷筒)式和平台(或平板)式。

(1) 平台式绘图机

平台式绘图机的结构示意图如图1-5所示。主要包括:图板1、横梁2、导轨3,横梁上装有笔架4。图板的有效面积最小为3号图纸大小(429×297)。大的长度可达十几米。绘图时,把图纸平铺在图板上,用磁性材料固定图纸。

平台绘图机内装有两个电动机。工作时,一个电动机带动横梁 2 在 X 方向左右移动,另一个电动机带动笔架 4,沿横梁在 Y 方向上移动,从而带动笔在绘图纸上绘出图形。

绘图机主要的技术指标包括:

① 速度:落笔时的绘图速度。绘图机一般都具有几档速度可供选择(通过软件设置)。

② 步长:又称步距。是指电动机接到计算机送出的一个电脉冲后,即转过一个角度,相应地,笔就沿轴方向移一步,这一步的长度称为步长。步长愈小,绘图就愈精确。绘图机的步长一般为 $0.01 \sim 0.1\text{mm}$ 。

③ 笔数:有单支和多支(如八支)两种。

④ 抬落笔速度:每秒钟抬笔、落笔的次数。一抬一落为一次。

⑤ 绝对精度:指定距离与实际移动距离差的绝对值,称为绝对精度。

⑥ 距离精度:当笔在 X 或 Y 方向移动一定距离后,返回初始位置时,与初始位置间的距离,称为距离精度。

⑦ 重复精度:重复绘制(或称跟踪)指定图形时,两者之间的偏差距离称为重复精度。

平台式绘图机的优点是精度高,有效绘图面积大;缺点是由于移动的部位(如横梁)有一定的重量,惯性较大,所以相对于滚筒式绘图机来说,速度较低,另外占地面积也比较大。

(2) 滚筒式绘图机

图 1-6 所示为滚筒式绘图机的示意图,它主要是由滚筒 1、笔架 2、导轨 3 组成,图纸 4 卷在滚筒上。工作时通过两个电动机来驱动:一个电动机带动滚筒 1 转动,通过压轮 5 使图纸 4 一起转动,图纸运动的方向为 X 方向;另一个电动机带动笔架沿着导轨 3 向左或右(Y 方向)移动。当落笔时,就可以在图纸上绘制图形。滚筒式绘图机的结构简单,绘图速度快,其有效绘图面积在宽度(Y)方向上最大可画 0 号图纸大小,而在长度(X)方向上可以按需要加长,因此可连续绘制很长的图形。

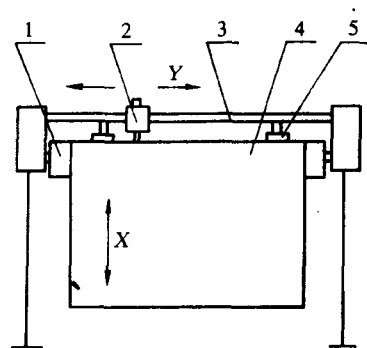


图 1-6 滚筒式绘图机示意图

二、计算机绘图系统的软件

绘图软件是用算法语言编写的、具有各种绘图功能的程序集合,通常又称绘图子程序系统或绘图软件包。一个绘图软件包只能与某些型号的绘图机连用。由于一般的绘图机在出厂时,都配有一套能绘制基本图形的命令(子程序),如画直线、圆弧、写字母、数字,并固化在绘图机中。只要用高级语言调用这些子程序,即可以绘图。因此不少绘图软件是基于绘图机建立的。

用绘图软件绘图的方法有两种:第一种方法为程式化绘图,它通过编程序,然后进行编译,连接,运行等几个步骤。如果图形有错误,则修改源程序,重复原来的几个步骤,直到图形正确为止。这种方法也称为被动式绘图。程式化绘图常用于绘制有一定数学模型,如曲线函数的图形,有规律的运动的轨迹等等。虽然程式化绘图比较麻烦,但它是开发和扩充软件的基础。第二种方法为交互式绘图,其应用交互式绘图软件的命令,直接在显示屏幕上编辑图形。用这种方法绘图灵活方便,在许多方面已得到广泛应用。这两种方法各有长处,因此研究 CAD 的工程技术人员都应该掌握。

编程式绘图必须利用算法语言。最常用的有 C、Pascal、Basic、Fortran 等高级语言。它们都有相关的图形语句或函数可供作图。交互式绘图软件包实际上是利用上述高级语言写成的,用户界面更为友好的软件,它们中最广泛流行的普及型软件就是 AutoCAD 绘图软件包。

1.3 计算机绘图软件介绍

一、AutoCAD 绘图软件概述

AutoCAD 是美国 Autodesk 公司于 1982 年推出的绘图软件,进入我国最早的是 2.17 版本,经过几年的修订与发展,到现在已推出 AutoCAD 2000 版本,内容更加丰富实用。因为它主要用于微型机,所以在我国的中、小型企事业单位获得相当广泛的应用。AutoCAD 可以在多种操作系统下工作。例如,PC-DOS、MS-DOS、OS/2、Windows 都可以用作 AutoCAD 的操作系统,但目前国内最常用的是 Windows。

AutoCAD 高版本用于 Intel Pentium、MMX、PⅡ、PⅢ微处理器的计算机。AutoCAD 在其用户手册中列有它所允许连接的外围设备清单,用户可以据此选择绘图机、打印机、数字化仪和鼠标器。AutoCAD 允许使用的显示器品种很多,作为工程绘图,要求有较高的分辨率,采用双屏幕配置则更好。

以下对 AutoCAD 的基本概念作简单的介绍。

1. 用户界面

AutoCAD 软件与用户的界面是:菜单和命令。如果用户记住大约 160 条的基本命令,就能从事普通的图形操作。

AutoCAD 的命令基本上都是交互式的。但是高版本的 AutoCAD,其交互方式做得更方便。例如说,当软件提出一个询问要求时,屏幕上同时出现小窗口,你只要在窗口选项中“点取”,就可以完成应答任务。

为了方便用户使用命令,AutoCAD 把大部分的命令做成“菜单”,用户利用数字化仪或屏幕即可“点菜”,从而减少键盘的操作。

AutoCAD 的菜单有以下五种方式:

① 屏幕菜单(Screen menu):启动软件进入待命状态以后,屏幕的右边就显示出一条字符菜单。它是以树结构组织的。点取其中某一项,进入此子菜单,整条菜单变成该项内容的下一级菜单,从中可以选取需要的命令。一般在子菜单上都有返回上一级或根菜单的选项。

② 图形输入板菜单。

③ 按钮菜单:在定标器上有若干个按钮(2~16 个),利用按钮菜单,可以给每个按钮定义一个功能或命令。例如,可以把三个按钮定义为:回车,定点,目标捕捉这三个最常用的功能,操作将非常方便。

④ 下拉式菜单(Pop menu):为克服屏幕菜单树状结构寻找命令的麻烦,把显示器上方状态行也用作菜单区。12.0 版本从左到右列出九个子菜单:File(文件服务)、Assist(辅助作图)、Draw(绘图)、Construct(构图)、Modify(修改)、View(图形显示)、Setting(设置作图参数)、Render(立体润饰)、Model(三维造型)。

每当点取某一子菜单时,便从上到下,拉下一条子菜单内容,再从中点取命令或选项。

下拉式菜单使得大多数的命令操作都在屏幕上进行。

⑤ 图标菜单(Icon menu):这是一种在屏幕上用图形表示的菜单。当你点取某一命令后,在显示器的全部或局部区域覆盖上由若干图形阵列(4~16个)组成的菜单。点取某一图框就可以获得一个图形或是执行其他一组命令。

2. 图形操作

(1) 坐标:AutoCAD把全部作图都放在坐标系统中进行。软件设计了两个坐标系:通用坐标系 WCS 和用户坐标系 UCS。WCS 是一个假想的、原点固定、轴向固定的右手坐标系。UCS 则是由用户指定原点、可以倾斜或转动的右手坐标系。

WCS 是虚拟的、大小无限的坐标系。它的 X 轴向右为正, Y 轴向上为正。屏幕的左下角一般放在 WCS 的原点,全屏 X 方向有 12 个绘图单位, Y 方向有 9 个。绘图单位是一个虚拟的没有长度的单位,可以把全屏设定为 12×9 ,也可以设定为 120×90 ,但都不确定其长度单位。通常在完成屏幕作图以后,调用绘图机画图时设定比例和长度量纲。

通常全屏左下及右上角点对应的坐标是在开始绘图时定义的。

UCS 则是在作图时根据需要由用户进行定义。

坐标输入方式有:

绝对坐标 X、Y;

$$\rho < \theta。$$

相对坐标 @dx, dy (即与当前点的坐标差);

@ $\rho' < \theta$ (即以当前点为极点的极坐标形式,表示为极半径<极角)。

当前点坐标@0,0或@(当前点通常是调用作图命令以后返回的点,例如画直线后的终点)。

AutoCAD10.0 以后的版本,已具有三维作图的功能,因此它的坐标系也是三维的。三维坐标的现状(因为用户坐标是可以多次定义的)由“坐标系图标”表示。

(2) 实体与选择集:AutoCAD 的作图操作以实体或选择集方式进行。实体(Entity)是指某一个预先定义的、由命令得到的独立要素,实体是图形操作的最小单位。现扼要解释如下:

① 点、直线、圆弧、圆、字符串。不难理解它们都是 AutoCAD 的图形实体。

② 尺寸(Dimension)它是由尺寸界线、尺寸线、箭头、数字及字符组成的实体。由于工程图上尺寸标注是一个复杂而又分散的问题,不是简单的几条命令所能解决的,AutoCAD 设计了一套命令专门用来处理尺寸标注。

还有剖面线、粗线(Trace)、填充块(Solid)、复合线(Pline)、块(Block)、型(Shape)、属性(Attribute)以及三维的几何要素也都是 AutoCAD 的实体。

生成或修改图形,就是把实体定位在坐标系内,被操作的实体越小,操作的次数就越多。AutoCAD 采用“选择集”的概念,把许多图形对象收集在一起构成“选择集”,统一进行操作。构成选择集有多种方法,最常用的有以下几种:

① 定点:移动选择靶方框,落入其中的实体即被选中。

② W:定义一个矩形的对角点,开一个矩形窗。全部落入其中的实体即构成一选择集。

③ C:与 W 相似,但不要求“全部落入”,部分落入者也入选。

(3) 层:采用“层”的概念画图,就是假定一张图是由若干张透明的图相叠加而形成的。用户可以很自由地根据自己的要求把全图实体予以分类,让它们分属于不同的图层。每个图层

有自己的名字、颜色和线型。有了层以后,就可以按层的方式来处理图形实体。层是可以开启或关闭的,如果某层关闭,那么该层图形就全部隐去,开启则显现。例如我们把图形、尺寸、文字分别属于三个层,若是只要突出地研究图形,则可把另外两层隐去;如果三者分别用三种颜色则全图更为清晰。

(4) 目标捕捉:由于屏幕的分辨率有限,用肉眼无法精确地选定某实体的有关位置。例如有一根直线要找它的中点,目测不行,如果写一段小程序去求其坐标值,显然很不方便。有目标捕捉功能后,只要调用“Osnap”命令,再选中“找中点”方式,就会有一个小靶区显现,你只要移动小靶区到该线,中点便被“捕捉”到了。与中点相似,还可以捕捉其他点(见 Osnap 命令),这些功能在实际作图时是非常有用的。

3. 显示控制

使用屏幕作图有两个常见的困难:一是大图纸与小屏幕的矛盾。例如,用 18 英寸的图形终端,其尺寸是 360mm×260mm,而 A0 图纸幅面为 1189mm×841mm,面积相差近 10 倍,不进行显示控制绝对无法在小屏幕上画大图;二是显示器分辨率有限。例如 640×480 分辨率,画线的粗细大约在 0.7~1.0mm,相邻很近的两根线在屏幕上就看不清楚。最常用的控制是 Zoom(原意为照相变焦)和 Pan(原意为照相摇镜头)。Zoom 就是对屏幕图形取其一个小窗口予以放大,使你有可能详细地作图。Pan 则是移动你的观察窗在整个绘图区域上观察特定位置的内容。

必须指出,实行显示控制只是改变观察效果,实际的图形并没有改变。

4. 图形环境

(1) 图形文件:AutoCAD 对图形采用文件管理方式。图形文件可在绘图之初取名,也可在绘图完成后取名存盘。所有图形文件均以 DWG 为后缀。文件目录及路径遵循操作系统规定。

图形文件是一种特殊的执行文件,可执行但不可读。

(2) 系统变量:启动 AutoCAD,软件就会对 100 多个被称为系统变量的全局变量置初值,然后才能进入图形编辑环境。系统变量中有些是只读的,有些则是可写的,它们都有缺省值,除只读系统变量之外,用户可以对它们重新赋值。系统变量的值多数将被记录在图形文件内,再次调用文件时,原先的系统变量会随之被载入。

(3) 标准文件:启动系统,自动地装入若干个标准文件,它们都以 ACAD 为名,但后缀不同。这里选述三个,它们是 ACAD.DWG,ACAD.MNX,ACAD.LSP。

ACAD.DWG 称为样板文件,用户实际上可对它进行编辑修改成自己的图。在多数情况下 ACAD.DWG 没有图形,只有系统变量。

ACAD.MNX 称为标准菜单执行文件,它是由编译源文件 ACAD.MNU 而成的。标准菜单包含标准的图形输入板菜单及屏幕上的条形及下拉式菜单。

ACAD.LSP 称为标准 LISP 文件,如果有则直接装入,没有则缺省。较新版本的 AutoCAD 都附有 AutoLisp 语言,其目的在于弥补单纯交互式软件缺少有力的编程功能的不足。

以上三个文件都可以由用户进行修改,加入用户自己需要的内容,构成用户自己的软件。

二、AutoCAD 命令入门

本节取 41 条命令予以介绍,起引导入门的作用。

AutoCAD 命令都是人机对话式的,用户输入命令后,必须回答一系列询问后才能执行。通常的询问有:选择项(回答字符串),数值(回答整数、实数或字符),位置(回答点坐标)。为方便行文,采用以下约定方式来解释命令:

例如要画圆,对答形式如下:

Command: Circle

3p/2p/TTR/<Center point>:5,5

Diameter/<Radius>:3

以上“:”号及其左面文字是软件显示在屏幕上的,右面则为用户输入的。在 Command 待命状态下,打入命令 Circle;出现四个选项 3P(三点定圆)/2P(直径两端点定圆)/TTR(两个切点及半径定圆)/<Center point>(圆心位置),其中带<>号为缺省选项,如果第一次直接回答一个坐标 5,5,第二次直接回答一个数值 3,也就是以(5,5)为圆心,半径等于 3,生成一个圆。如果你不是回答缺省值选项,而是其他项,则又会引出一串另外有关的询问。

对于以上的解释,简化成如图 1-7 的图解形式。

由竖线“|”连接的是并列选项(用大写),如“<CT>,3P,2P,TTR”即为 4 个并列选项,其中带<>号的为缺省选项。每一选项的用字是有关词的英文缩写,CT 即 Center,3P 即 3 Points,2P 即 2 Points,TTR 为 Tangent,Tangent,Radius。

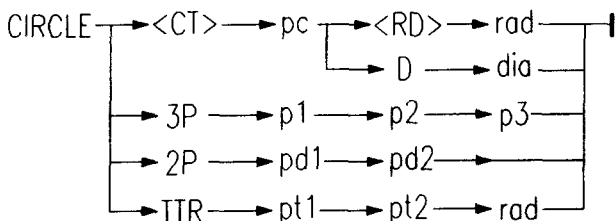


图 1-7

在其他命令中这些缩写的含义,读者可根据上下文及命令本身的要求予以揣测确定。

由横线组成的链是回答的过程(用小写字,表示对大写字的应答)。如当你选择 3P 方式画弧,接下来出现询问词“Start point?”你用一个点回答,即 p1;继而出现询问词“Second point?”再用一个点回答,即 p2;最后出现询问词“End point?”用 p3 回答。回答完毕,圆即告画成。当横向线上没有遇到竖线选择时,其后继小写字即为其应答词,如 3P→p1→p2→p3,但是当横向某个环节又出现竖线时,竖线后的第一项实际上都是选择项的询问词。例如选用<CT>方式画圆,当回答完圆心后,软件提问“Diameter/<Radius>”就是上述的 D 和<RD>。

询问点,应(从键盘上)回答点的坐标,或用定标器定点。询问数值,应从键盘上键入数值,有时也可用定标器定点确定。如圆的半径就可用圆周上的点确定。询问文字则必须从键盘输入字符串。

询问“Select Object”,用定点、W、C 等回答。

最基本的 AutoCAD 命令如下:

1. POINT

功能:画点,如图 1-8 所示。

用法:

POINT→P→1

说明:

P—点的位置或坐标。

命令问答:

+ P

图1-8

Command: POINT ↵ (命令:画点)

Point: P (点:坐标)

直接输入点的坐标,即可画点。

2. LINE

功能:画直线或折线,如图 1-9 所示。

用法:如图 1-10 所示。

说明:

p1:起始点;p2:多次调用的后续点;C:若最后

以 C 回答折线点,则首尾相连成封闭线。

命令问答:

Command: LINE ↵ (命令:画直线或折线)

From point: p1 (起始点:坐标)

To point: P (终点:坐标)

To point: P (终点:坐标)

不断重复 To point 的询问,直到键入空格或回车键终止 LINE 命令;或在至少给出三点以后回答 C 即画出封闭形。

3. CIRCLE

功能:画圆,如图 1-11 所示。

用法:如图 1-12 所示。

说明:见本节前述。

命令问答:

Command: CIRCLE (命令:画圆)

(1) 圆心及半(直)径画圆

3P/2P/TTR/<Center point>: pc(3 点/2 点

/2 切线及半径/<圆心>: 给定圆心 pc)

Diameter/<Radius>: r(直径/<半径>: 给定半径 r)可以给定半径值,也可以用定标器定一个圆周上的点,即可作圆。

若以直径画圆,则不输入半径,而输入 D 字符。接下来会出现:

Diameter: d (直径)

输入圆的直径即可画圆。

(2) 三点画圆

3P/2P/TTR/<Center point>: 3P

(同上:选用 3 点画圆项 3p)

First point: p1 (第一点:给定第一点)

Second point: p2 (第二点:给定第二点)

Third point: p3 (第三点:给定第三点)

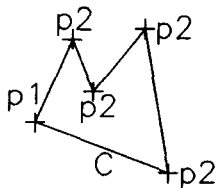


图 1-9

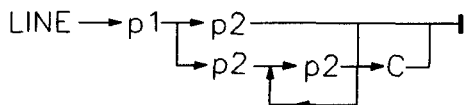


图 1-10

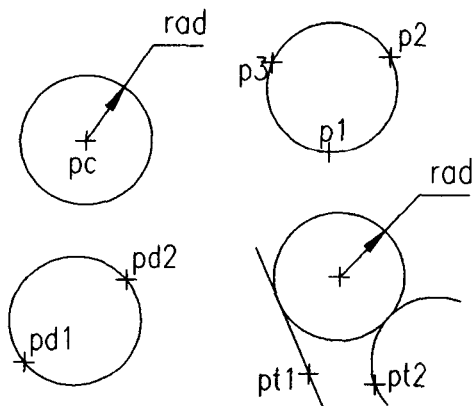


图 1-11

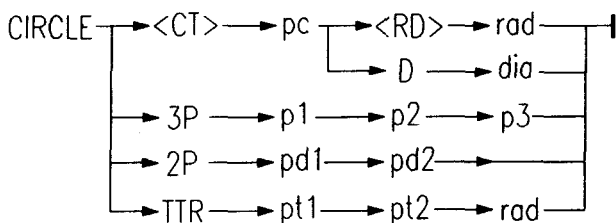


图 1-12

输入三点即可画圆。

(3) 二点画圆

3P/2P/TTR/<Center point>:2P(同上:选用2点画圆项 2P)

First point:pd1 (第一点:给定圆直径上第一端点)

Second point:pd2 (第二点:给定圆直径上第二端点)

输入二点即可确定所画之圆。

(4) 切点半径画圆

3P/2P/TTR/<Center point>:TTR(同上:选用切点半径画圆项 TTR)

Enter tangent spec:pt1 (选取第一边切线:)

Enter second tangent spec:pt2 (选取第二边切线:)

Radius:(半径:)

输入圆的半径即可画出圆。

4. ARC

功能:画圆弧,如图 1-13 所示。

用法:如图 1-14 所示。

说明:

<S>起点:ps

<2nd>第二点:p2

<E>终点:pe

c 圆心:pc

R 半径:rad(数值),若为正画小于 180° 的弧,为负则画大于 180° 的圆弧。

A 圆心角:ang(数值),若为正画逆时针的弧;为负则画顺时针圆弧。

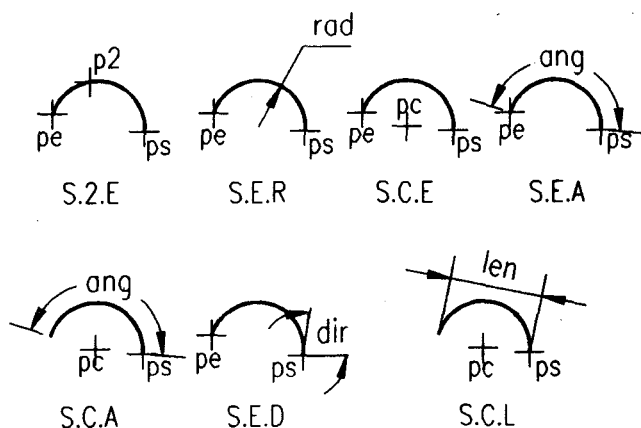


图 1-13

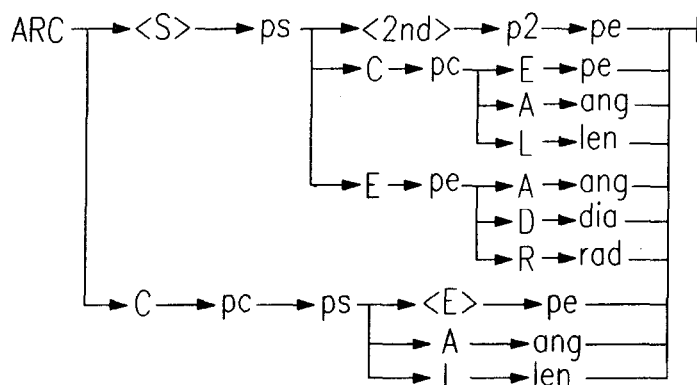


图 1-14

L 弦长:len(数值),若为正,画小于 180° 的弧;若为负;则画大于 180° 的圆弧。

D 方向:dir(数值),即始点切线与 X 轴夹角。