

中等专业学校教材

计算机绘图

熊翔鸪 编

高等教育出版社

中等专业学校教材

计算机绘图

熊翔鸰 编

高等教育出版社

(京)112号

内 容 简 介

本教材是由国家教委全国中等专业学校制图课程组于1988年6月组织召开的教材评选会评选,并经修改后于1989年12月召开的审稿会审订通过的。

本教材包括计算机绘图系统、绘图通用子程序、机械工程图样的程序设计及Auto CAD介绍等内容,并且每个部分均附有练习,在本教材的最后,还附有可供实际应用的查表子程序。

本教材可作中等专业学校工科各专业20学时选修课(上机时间在外)的教材,也可供有关工程技术人员参考。

中等专业学校教材

计算机绘图

熊翔鸽 编

*

高等教育出版社出版

新华书店上海发行所发行

浙江洛舍印刷厂印装

*

开本850×1168 1/32 印张5.75 字数137,000

1991年10月第一版 1992年3月第2次印刷

印数3,091—4,290

ISBN7-04-003464-6/TH·276

定价2.35元

前 言

本书是经国家教委全国中等专业学校制图课程组组织评选、审定的工科中等专业学校计算机绘图选修课教材,按 20 学时编写,上机时间在外。

本书供学过 BASIC 语言的学生使用。前面部分主要论述用 BASIC 语言编制绘图程序的方法。考虑到目前中等专业学校的设备状况,本书设定以 APPLEII 型计算机为主机,采用 APPLESOFT 工作方式。条件较好的学校若使用其他机型,只要是运用 BASIC 语言,书中所述的原理及方法仍是适用的。

本书第五章主要介绍了目前应用比较广泛的 Auto CAD 绘图软件包的使用方法。学生通过这一部分的学习可初步获得运用交互式绘图软件包绘图的能力。为以后进一步学习掌握计算机绘图打下良好的基础。

本书经国家教委全国中等专业学校制图课程组组织的审稿会审订,编者修改后,受课程组委托由重庆电力学校张有若老师复审。参加审稿会的有张有若、颜金樵、陶宝铠、卫德康、冯杰才、洪恩等同志。以上同志对本教材提出很多建设性的意见,对提高教材质量帮助很大,在此表示感谢。

由于编写水平有限,书中难免会存在一些缺点和错误,恳请广大读者提出宝贵意见。

编 者

1990 年 11 月

目 录

绪论	1
第一章 计算机绘图系统	3
§ 1-1 计算机绘图系统	3
§ 1-2 自动绘图机	4
第二章 绘图程序设计的基本知识	10
§ 2-1 绘图命令	10
§ 2-2 编制绘图程序的方法和步骤	15
§ 2-3 图形显示	20
练习	22
第三章 绘图通用子程序	25
§ 3-1 概述	25
§ 3-2 绘图通用子程序举例	25
练习	44
第四章 机械工程图样的程序设计	47
§ 4-1 机械工程图样的特点	47
§ 4-2 机械工程图样的程序设计	48
§ 4-3 机械工程图子程序应用举例	49
练习	69
第五章 Auto CAD 介绍	71
§ 5-1 Auto CAD 的功能与启动	71
§ 5-2 硬件配置	72
§ 5-3 怎样开始绘新图	79
§ 5-4 绘图命令	83

练习	93
§ 5-5 图形编辑命令	94
§ 5-6 显示控制	103
练习	107
§ 5-7 层	109
§ 5-8 图案填充	114
§ 5-9 文本	117
§ 5-10 汉字	120
练习	121
§ 5-11 块	122
§ 5-12 尺寸标注	126
练习	135
§ 5-13 三维功能	136
§ 5-14 数字化仪	143
§ 5-15 绘图机绘图	149
附录	158

绪 论

一、计算机绘图的产生及发展

将图形处理装置和计算机联结在一起,利用计算机对数值进行处理、计算,从而生成所需的图形信息,并控制图形设备自动输出图形,以实现图数之间的转换,这就是计算机绘图,又称数控绘图或自动绘图。

计算机绘图是五十年代开始的,美国首先研制出了第一台自动绘图机。接着,其他一些国家如日本、西德、法国等竞相引进或研制。但是,直到七十年代以后,计算机绘图的硬、软件才得以比较迅速的发展。我国六十年代起也开始了计算机绘图的研制工作,但到改革开放以后才获得较快的发展。目前,我们和计算机绘图技术较先进的国家相比,差距正在迅速缩短。我们已有了自己研制生产的大型平台式自动绘图机和比较先进的平面电机驱动的自动绘图机。在软件方面,1989年1月美国才正式推出的Auto CAD10.0版本的绘图软件包,同年在我国就已经汉化并迅速推广使用。

计算机绘图是一门正在发展的新兴学科。它具有许多优点。由于计算机绘图具有高速、准确、可以多次重复等特点。它不但可以代替手工绘图,而且可以绘出手工难以绘制的十分复杂的图形。

随着科学技术的发展,人们已将自动绘图系统与整个设计过程联系起来。在设计过程中计算机及时输出计算结果并显示图形供设计人员审视,设计人员可通过计算机不断进行修改,直至满意

为止。这种交互式设计系统通常称为计算机辅助设计系统——CAD 系统。CAD 系统与计算机辅助制造系统——CAM 系统结合在一起便构成一个设计、制图、生产一体化系统,简称 CAD/CAM 系统。利用这套系统设计人员可将构思以图样的形式显示在屏幕上以供审视和修改。当设计完成时,可指令绘图机绘出图样,或摄影、复制、存入计算机等,还可输出加工信息供生产使用。

计算机绘图广泛应用于科研、生产等各个领域。凡是用到图样、图表的部门都可使用计算机绘图。从科学研究用的原子结构图到生产用的机械工程图、建筑工程图以及精密的集成电路图,从常见的统计图表到生活用的服装裁剪图等都已运用了这一先进手段。

二、本课程的基本要求

学完本课程后应达到下述要求:

1. 了解自动绘图机和自动绘图系统,学会某种绘图机的操作;
2. 掌握运用 BASIC 语言编制绘图程序的方法;
3. 能调用现有的绘图子程序绘制简单的专业性图样;
4. 初步掌握 Auto CAD 软件包的使用方法,能运用该软件包画出一张完整的零件图。具备自建专业图形库的初步能力;
5. 为学习其它有关课程时能使用计算机进行图形输出打下基础。

第一章 计算机绘图系统

§ 1-1 计算机绘图系统

一个完整的计算机绘图系统一般由以下几个部分组成,即计算机硬件设备、系统软件、基本绘图软件、通用绘图软件和绘图应用软件。

计算机硬件设备指的是主机和它的外围设备,如键盘、显示器、打印机、绘图机等。但单有硬件设备,它还会工作,必须配备系统软件。

系统软件就是操作系统和进行科学计算用的支持软件,如 BASIC、FORTRAN、C 语言等。有了系统软件的支持,计算机才能进行科学计算。但还需要配备绘图软件才能绘图。绘图软件又有基本绘图软件、通用绘图软件和绘图应用软件三类。

基本绘图软件是使绘图系统具有基本绘图功能的软件,如抬笔空移、落笔画线、画字符、画坐标轴等一些最基本的子程序。这些软件一般是与绘图机配套供应的。较完备的绘图机其基本绘图功能也较多。当然仅有基本绘图功能是不够用的,还必须有一定数量的通用绘图软件。

通用绘图软件是为扩展绘图功能而研制的绘图软件,如画各种几何图形、求几何元素的交点等子程序。

绘图应用软件是针对特定的工程设计领域,为解决特定的设计和绘图问题而编制的软件。

各种类型的计算机都配有相应的系统软件。各种绘图机亦配有基本绘图软件。因此,将计算机与绘图机联结起来就构成一个

最简单的计算机绘图系统。

§ 1-2 自动绘图机

一、自动绘图机的种类

1. 按绘图幅面的大小分

大型机——有效绘图面积 $> 1600 \text{ mm} \times 1200 \text{ mm}$

中型机——有效绘图面积 $< 1600 \text{ mm} \times 1200 \text{ mm}$

小型机——有效绘图面积 $< 600 \text{ mm} \times 450 \text{ mm}$

2. 按结构形式分

(1) 平台式绘图机

平台式绘图机又称平板式绘图机。这种绘图机具有固定的绘图台板。绘图时图纸固定在平台台面上。笔架可沿 Y 方向在横梁导轨上移动,而横梁又可在台面上沿 X 方向移动。通过两个方向运动的组合绘出图形。图 1-1 所示是小型平板式绘图机。

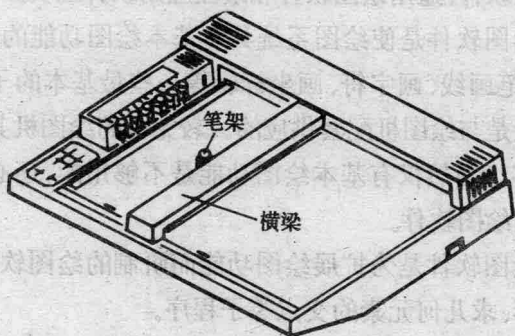


图 1-1

(2) 滚筒式绘图机

这种绘图机的图纸紧贴在滚筒表面上。绘图时图纸随滚筒的

滚动沿 X 方向往返移动,画笔则沿导轨作 Y 方向的移动。通过图纸的 X 方向移动和画笔的 Y 方向移动的组合绘制图形。图 1-2 所示是两种滚筒式绘图机的外形。

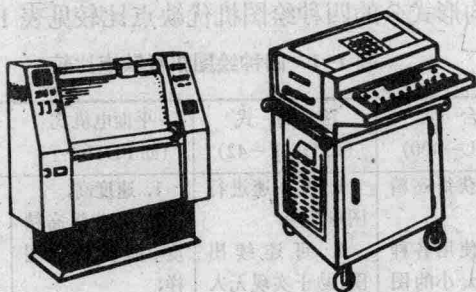


图 1-2

(3) 平面电机型绘图机

这是一种高速度、高精度的平台式绘图机。它的主要特点是采用了平面电机(亦称 X-Y 同步线性马达)。电机的定子是一块平板,动子可在定子平板下作直线运动。所以它不需要传动机构。由于笔架直接装在动子上,不需要横梁,因此这种绘图机的运动部件非常轻。又因在定子和动子之间有气垫,所以绘图速度特别高。图 1-3 所示是平面电机型绘图机。

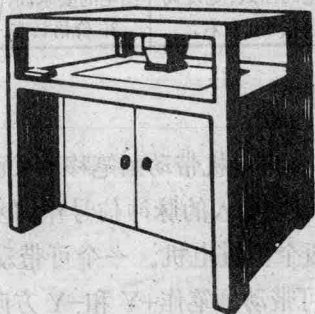


图 1-3

(4) 便携式微型绘图机

这是一种袖珍式的绘图机。它将计算机、绘图机以及外部存储设备合为一体,因此体积小,便于携带,操作方便。

按结构形式分的四种绘图机优缺点比较见表 1-1。

表 1-1 四种绘图机优缺点比较

型式	平台式 (如 SPL-400)	滚筒式 (如 DMP-42)	平面电机式 (如 PDH-I)	便携式 (如 PC-1500)
优点	1. 可获得高精度图样; 2. 能使用各种类型和大小的图纸; 3. 绘图过程中能直接监视全部图面; 4. 可装刻线笔、摄像头等,功能较全。	1. 可高速进行图形处理; 2. 可连续出图,易于实现无人操作; 3. 机身较小,结构比较简单,便于维修; 4. 价格较低。	1. 速度高; 2. 可获得高精度、高质量的图样; 3. 结构简单,便于维修; 4. 可靠性好。	1. 操作简单,使用方便; 2. 机身小,结构简单,维修方便; 3. 价格便宜。
缺点	1. 图纸有紧贴问题,有时会发皱; 2. 机身大时对机房的管理要求高; 3. 价格较高。	1. 绘图时只能看到局部图形,不易监视全图; 2. 精度不高; 3. 必须使用特定的图纸,宽度局限在 1m 左右。	1. 定子与台面之间空间小,不易监视全图,不能装摄像头; 2. 高速时对绘图笔的要求高; 3. 价格较高。	1. 功能较少; 2. 精度、速度都较低。

二、图线的生成

自动绘图机是靠步进电机带动画笔移动来画图的。步进电机又称脉冲电机,它能根据输入的脉冲信号作同步的正、反向旋转。一般绘图机上装有两个步进电机。一个可带动画笔作+X 和-X 方向的移动,另一个可带动画笔作+Y 和-Y 方向的移动。步进电机每接收一个脉冲信号画笔只能沿 X 或 Y 方向移动一步。所以

画笔的运动只有四个基本走向($+X$, $-X$, $+Y$, $-Y$)和四个合成方向($+X+Y$, $+X-Y$, $-X+Y$, $-X-Y$)如图 1-4 所示。

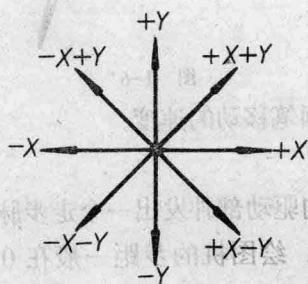


图 1-4

多数绘图机只提供四个基本走向。如果要画其他方向的线段都是用这四个方向的走步来逼近的。例如画图 1-5 中的线段 OM, 绘图机实际画出的是一条尽可能接近理想直线的折线。由于绘图机的步距很小, 用肉眼不易看出所画线段的阶梯形状, 因而看起来仍是一条光滑的直线。画曲线时则可用微小的直线段来逼近, 如图 1-6 所示。

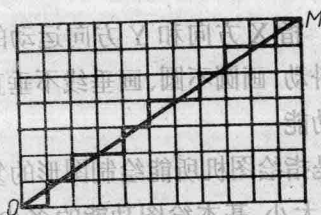


图 1-5

三、绘图机的主要技术指标

绘图速度, 是指单位时间内能画出的图形长度。

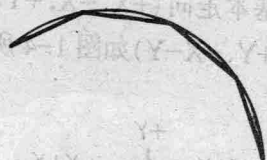


图 1-6

绘图速度是指画笔移动的速度。

2. 步距

步距是计算机向驱动部件发出一个走步脉冲时驱动部件带动画笔走一步的距离。绘图机的步距一般在 $0.1 \sim 0.01\text{mm}$ 之间。步距越小绘图精度越高。

3. 绘图精度

绘图精度是指实际绘出的图线与理论图线之间误差的百分率。

(1) 重复精度 指画笔从出发点开始移动一段距离后再回到出发点时,出发点与实际终点之间的误差与走过的线段长度之比。

(2) 定位精度 指画笔的实际终点与理论终点之差与所画线段长度之比。

(3) 动态精度 指 X 方向和 Y 方向运动的不同步程度。它反映在画直线时的抖动、画圆不圆、画垂线不垂直上。

(4) 绘图机的功能

绘图机的功能是指绘图机所能绘制图形的复杂程度。如画笔的数量、插补功能的大小、基本绘图功能的多少、能否进行曲线拟合等。

四、绘图机的使用方法

在使用绘图机之前首先要详细阅读说明书,从中了解该绘图

机的主要技术指标、结构特点 and 操作方法,切不可盲目地乱试。

1. 接电源 接电源之前先要弄清该绘图机所适用的电源电压。有的绘图机只能用 110V 电源(如 DXY—800),如果使用的电源电压为 220V,必须将电源电压变为 110V 后才能与绘图机连接。有的绘图机能同时适应 110V 和 220V 两种电压(如 SPL—400),这时应将绘图机的保险插座调整到与自己所用电源电压一致的位置。这是至关重要的一点,否则冒然接通电源,很可能烧毁保险甚至绘图机。

2. 与主机连接 绘图机是通过电缆与主机连接的。将电缆一端接在绘图机的输入输出插座上,另一端插在打印卡上,打印卡插入主机的某一号槽中。这一操作应在断开电源的情况下进行。完成操作后再接通电源,并输入一个简单的绘图命令(如移动画笔),检查一下是否真正连接妥当了。如果计算机发出命令时绘图机没有相应的动作,说明没有真正接通。应断开电源检查原因。

3. 手动及自检 有的绘图机有一块操作面板,通过在操作面板上操作可以在非执行程序的情况下移动画笔、换笔或使笔送回笔库。具体方法可从说明书中了解。

绘图机还有自检功能。可按说明书规定的操作步骤使绘图机进入自检。通过自检可观察绘图机的动作是否灵活、准确,所画图线是否光滑以及绘图速度等技术指标是否符合要求。

第二章 绘图程序设计的基本知识

§ 2-1 绘图命令

自动绘图机的绘图过程是由程序控制的。要使绘图机完成各种绘图动作必须在程序中编入相应的绘图命令。由于绘图机是通过打印卡与主机连接的,故所有的绘图命令都通过打印语句传送。本书设定 APPLE II 为主机,采用 APPLESOFT 工作方式,所以书中所编程序均使用 PRINT 语句传送绘图命令。

各种型号的绘图机均有自己规定的绘图命令。因此在编程序时要按所用机型的规定使用绘图命令。这里仅以 SPL-400 绘图机的几个基本绘图命令为例说明绘图命令在程序中的用法(小型绘图机的绘图命令多与此大同小异)。

SPL-400 绘图机的步距为 0.1mm,所以凡以 mm 为单位的绘图数据编入程序时均应乘以 10。

一、按绝对坐标抬笔空移

(绝对坐标原点在绘图机台板左下角指定的位置)。

命令格式 1: PRINT "Mx,y"

命令格式 2: PRINT "M"X", "Y

当命令中的参数为常数时使用格式 1。当命令中的参数为变量时使用格式 2。若命令中的参数既有常数又有变量,可将两种格式混合使用,原则是:命令符、逗号及常数放在引号内,变量放在引号外。以下介绍的各项命令如有两种格式,其含义与此相同,不再重述。

功能：笔从当前位置抬起移到(x,y)处。

[例]

```
10 PR# 5
20 PRINT "M1000,2000"
```

或

```
10 PR# 5:X = 1000:Y = 2000
20 PRINT "M"X", "Y"
```

或

```
10 PR# 5:X = 1000
20 PRINT "M"X",2000"
```

以上三种写法是等效的。程序中的 PR #5 是将计算机与绘图机接通^①。5 是打印卡插入主机的槽号。习惯上都插入 5 号槽，所以用 PR #5。若打印卡插入其他槽，则 PR #后面的数字应与所插入的槽号一致。

二、按绝对坐标落笔画线

命令格式 1: PRINT "Dx,y"

命令格式 2: PRINT "D"X", "Y"

功能：画笔从当前点落下画线至(x,y)处。

该命令亦可命笔连续画出若干首尾相接的直线段。其格式为：

命令格式 1: PRINT "Dx₁,y₁,x₂,y₂,...x_n,y_n"

① 有的绘图机规定，程序中在循环体内的绘图命令前要有 PR #n (如 FWX—4675, DXY—800 等)，有的则无此要求 (如 SPL—400)。有的绘图机要求绘图命令中的数据要取整 (如 FWX—4675, DXY—800 等)，有的则可以取不取整 (如 SPL—400)。为了使程序能适应较多的绘图机，本书所列程序在循环体内均设置 PR #5 语句，绘图命令中的数据均取整。