

微型计算机绘图及其 程序设计

杨钟藩 编著

电子工业出版社

内 容 提 要

本书是在教学实践的基础上,并参考了国内外有关计算机图形学的文献、资料编写而成。全书共分十三章,系统地阐述了计算机绘图原理、程序设计方法;图形的矩阵变换、基本几何图形的处理、三视图、轴测图、透视图、曲线与曲面、立体的截断与相贯、展开图、剖视图、消隐处理等内容。

书中列举了大量用 BASIC 语言编写的各种绘图程序,书末附有练习题程序集,有利于读者理解基本内容,便于上机实践。

本书可作为高等院校〈计算机绘图〉课程教材。也可作为业余、函授高等工业学校的教材和自学教材,并可作为有关科研和工程技术人员的参考书。

微型计算机绘图及其程序设计

杨钟燕 编著

责任编辑 王惠民

*

电子工业出版社出版(北京海淀区万寿路)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

通县宏飞印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 18 字数: 460 千字

1987年11月第一版

1987年11月第一次印刷

印数: 1~12,500 册

定价: 3.80 元

统一书号: 15290·564

ISBN7-5053-0177-2/TP21

前 言

本书是作者近年来在南京工学院开设《计算机绘图》课程的实践基础上编写而成。在编写过程中参照了中国工程学会 1984 年长沙会议拟定的高等院校《计算机绘图》课程的教学大纲、参考了国内外有关文献、资料。

全书共分十三章,提供了大量程序实例,章末附有练习题,书末附有练习题程序集,有利于读者进一步理解基本内容,便于自学和上机实践。书中程序都用 BASIC 语言和智能绘图机命令编写,且在 APPLE II 及其改进型微型计算机上通过。

本书可作为高等院校《计算机绘图》课程教材,各章具有独立性,可根据不同学时和不同对象(包括研究生)加以选用。也可供有关科研及工程技术人员参考。

本书承蒙南京工学院院长、电子学博士韦钰教授提了宝贵意见,得到了机械工程系、计算机系实验室、制图教研室的支持和帮助、得到了学生的帮助。全书的程序设计与调试由杨战协助完成,全书的插图由杨恒绘制。在此一并表示感谢。

由于水平有限,时间仓促。书中难免有错误和不妥之处,敬请读者批评、指正。

编者 1986.8

目 录

第一章 绪论.....	1
第一节 学习计算机绘图的意义.....	1
第二节 计算机绘图在工程上的应用.....	2
第三节 计算机绘图的发展概况.....	4
第二章 自动绘图系统.....	6
第一节 数控绘图系统.....	6
第二节 微型计算机绘图系统及绘图过程.....	8
第三节 微型计算机操作指令.....	10
第四节 绘图机.....	12
第五节 插补原理.....	15
第三章 FWX4675 型智能绘图机与程序设计	22
第一节 绘图命令与绘图软件.....	22
第二节 基本图形程序设计.....	26
第四章 SR—6602 型智能绘图机与程序设计	42
第一节 绘图命令与绘图软件.....	42
第二节 基本图形程序设计.....	53
第五章 图形显示软件与程序设计.....	64
第一节 图形显示命令与软件.....	64
第二节 图形显示子程序设计.....	67
第三节 调用子程序绘制零件三视图.....	70
第四节 常用曲线程序设计.....	74
第五节 动态模拟程序设计.....	78
第六节 显示字符.....	81
第七节 绘图与显示综合程序设计.....	82
第六章 二维图形坐标变换.....	87
第一节 二维图形坐标变换的解析法.....	87
第二节 二维图形坐标变换的矩阵法.....	89
第三节 用矩阵变换设计二维图形程序.....	100
第七章 三维图形坐标变换.....	110
第一节 三维图形的矩阵变换.....	110
第二节 三维正投影变换矩阵.....	117
第三节 三维轴测投影变换矩阵.....	119
第四节 三维正投影图与轴测图的程序设计.....	124
第八章 透视图的绘图程序设计.....	130

第一节	绘制透视图的基本原理	130
第二节	透视图的坐标变换	131
第三节	透视图的程序设计(一)	136
第四节	透视图的程序设计(二)	137
第九章	曲线程序设计	143
第一节	曲线图形的艺术程序设计	143
第二节	曲线图形求周长的程序设计	146
第三节	曲线图形求面积的程序设计	150
第四节	线性插值与拉格朗日多项式插值	154
第五节	最小二乘法多项式拟合	158
第六节	Bezier 曲线	161
第七节	B 样条曲线	166
第八节	C_1 级二次曲线拟合	171
第十章	曲面立体的程序设计	177
第一节	常见的曲面体的图形处理方法	177
第二节	曲面立体三视图的程序设计	180
第三节	圆板、圆孔的图形处理	191
第四节	斜投影法求两椭圆的交点	196
第五节	曲线回转面的程序设计	200
第六节	Coons 曲面	203
第十一章	立体的截断、相贯、展开图的程序设计	215
第一节	曲面立体相贯线的程序设计	215
第二节	平面立体的截交线及其表面展开	221
第三节	可展曲面展开图的程序设计	222
第四节	不可展曲面展开图的程序设计	231
第十二章	立体图的隐藏线处理	237
第一节	平面立体的消隐处理	237
第二节	曲面立体的消隐处理	243
第十三章	机械图样的绘图程序设计	250
第一节	图框及标题栏的程序设计	250
第二节	尺寸标注的程序设计	251
第三节	剖面线及剖视图	256
附录 1:	向量	262
附录 2:	矩阵	262
附录 3:	练习题程序集	263
附录 4:	与本书配套软盘的使用说明	279

第一章 绪 论

第一节 学习计算机绘图的意义

图样是多年来用于表达和交流技术思想的工具。由于科学技术的日益发展,对绘图的精度和速度都提出了更高的要求,在科学技术各个领域内,图的应用范围也更加广泛,更加深入了。

长期以来,人们一直借助于绘图工具绘图,为了改善绘图工作条件,提高绘图效率和图面质量,虽然在改进绘图工具方面做了不少工作,但都摆脱不了手工作业方式绘图。

这种手工绘图方式无论在绘图速度和绘图质量方面已不能满足现代科学技术日益发展的需要,由于电子计算机的出现,近年来已发展到利用电子计算机自动绘图。

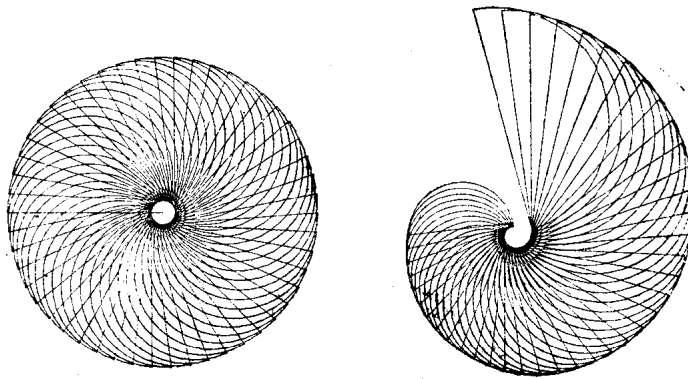


图 1-1

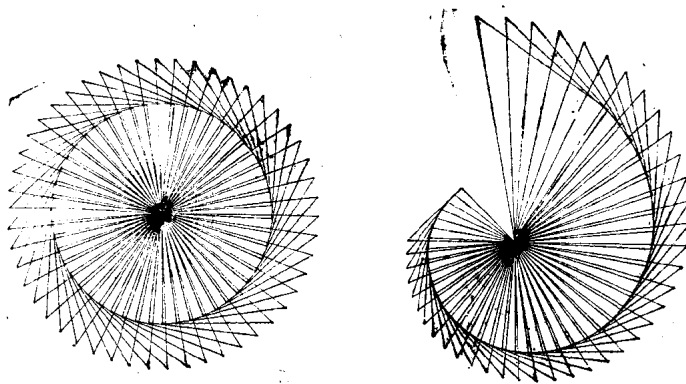


图 1-2

图 1-1, 图 1-2 两个图形差异虽很大,但都用同一程序,改变控制量,由计算机绘出的图形。可见,若编写通用性的绘图程序,利用计算机来绘图,则十分方便。对于象这一类图线密

集的图形,若用手工绘制相当困难,用计算机绘图则更显出优越性。

在现代化生产中,为了不断更新产品,提高生产率、降低产品成本就必须缩短设计、绘图与制造的周期。其有效途径是利用计算机绘图 CG (Computer Graphics); 计算机辅助设计 CAD (Computer Aided Design); 计算机辅助制造 CAM (Computer Aided Manufacturing); 计算机辅助工程 CAE (Computer Aided Engineering), 以实现设计、绘图和制造管理的全自动化。在全自动化生产中,计算机制图又是整个计算机辅助工程的核心。

综上所述,计算机绘图在工业生产和科学技术中有着重要作用。因此,本书将系统地介绍计算机绘图基本原理、方法外,还着重研究绘图程序的设计等内容。当前在计算机技术领域中,图形显示是一个重要的,迅速发展的课题。由于计算机图形显示产生的图象,有直观感。还可产生动态图象,能将一大堆枯燥的数字信息变成直观的形象化的图形,并能及时地加以判断、修改。因此,计算机图形显示已成为人与计算机交换信息的一种有效手段。为此,本书还介绍了图形显示基本原理和方法。

特别是近几年来微型计算机与智能绘图机迅速发展,并具有低价格、高性能的特点,可以通过微型计算机与智能绘图机联接直接绘图,也可用人机对话型式在计算机荧光屏上显示图形。因此微型计算机绘图目前正在国内外被广泛地应用。基于此,通过本书系统地学习,读者可以掌握微型计算机绘图与图形显示基本原理和方法,并具有设计一般工程图样的绘图软件能力,以适应我国科学技术迅速发展的需要。

第二节 计算机绘图在工程上的应用

计算机绘图的优点是:速度快、精度高、能绘制形状复杂的曲线、曲面图形。因此计算机绘图已在航空、造船、汽车、机械、电子、建筑、气象、地质等部门得到广泛的应用。

一、建筑行业

在建筑工程中,往往需要绘制从不同角度观察得到的透视图用于建筑设计方案的比较,但绘图工作量十分繁重。近几年来国内外均研制成不少建筑 CAD 软件包。从建筑物的设计计算到自动绘制出建筑物设计图、施工图、透视图等全部由计算机完成,并可在计算机上作动态立体显示。图形有直观感,为方案的选择、修改提供了方便,从而提高了设计质量且加快了设计周期。

图 1-3 是根据正投影图由计算机绘制的建筑物外形透视图。

二、汽车、飞机与船舶工业

在造船工业中一般设计一艘数万吨级大船、要绘制数万张图纸,若改用自动绘图后,其效率提高数十倍,既保证质量又加快了设计速度。在汽车、飞机制造业中,有的图样十分复杂。手工绘图相当困难,且绘图精度也难以满足需要。近几年来都逐步由计算机自动绘图所取代。

图 1-4 是由计算机绘制的汽车车身型线透视图(型线是平面与车身曲面的截交线)。若用人工绘制这张由这么多型线构成的车身透视图。大约要花六个月时间,而用计算机绘图,包括编制程序时间在内,其绘图效率可提高近 20 倍。

三、电子工业

由于大规模集成电路的发展,其集成度越来越高,所谓大规模集成电路是指将几千个甚至

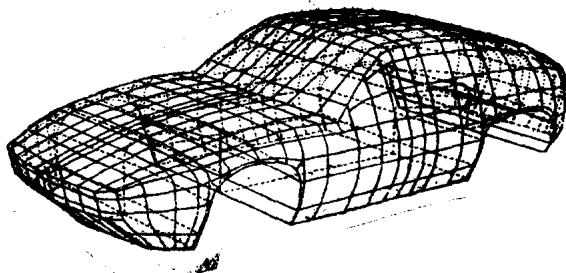
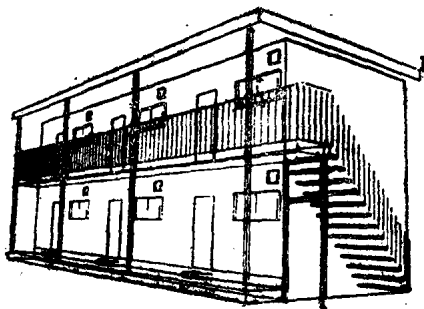


图 1-3

图 1-4

上万个晶体管做在一个小的矩形硅片上,这种小的矩形硅片约 10~30 平方毫米称为芯片。如象在一片 6800 CPU 中,要集成数万个元件,从草图到正式制版图,已全部由计算机来完成。

图 1-5 是由计算机绘制的集成电路图。这种图特点是线细而密集,精确度要求高,若用手绘图相当困难,且难于保证质量,现用计算机绘图既保证了图面质量,又加快了绘图速度。

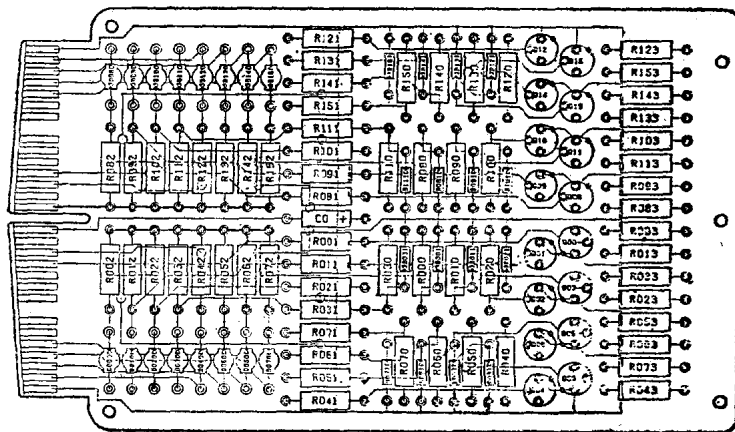


图 1-5

四、机械工业

在机械工业中可用计算机绘制产品结构原理图、传动系统图、电气、液压系统图、机械零件图、装配图及轴测图。图 1-6 是一张由计算机自动绘制(通用程序)的三视图及轴测图。图 1-7 是一张由计算机自动绘制的机械设计装配图。图中还注写了文字、尺寸及公差等项目。

五、其他

此外,在地质、气象等部门还可以绘制地质断面图、地图、气象图等;在经济统计部门可以绘制计划图及各种统计图表;在医学部门可以绘制心电图。也可用计算机进行工艺美术设计。图 1-8 是计算机绘制的美术图案,往往人工绘制十分困难的图案,用计算机绘制则是轻而易举的事了。并可反复绘制。图 1-9 是生产部门根据统计数据用通用程序由计算机绘制的统计图表,临时输入新的统计数字又可立即绘制出新的统计图表。

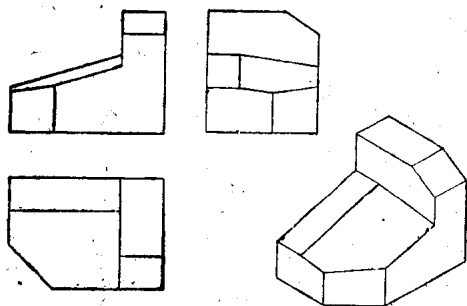


图 1-6

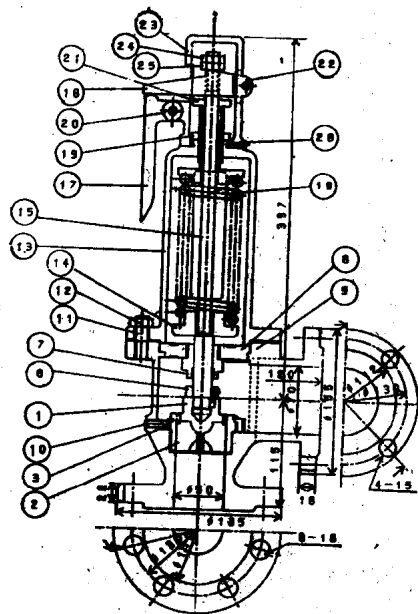


图 1-7

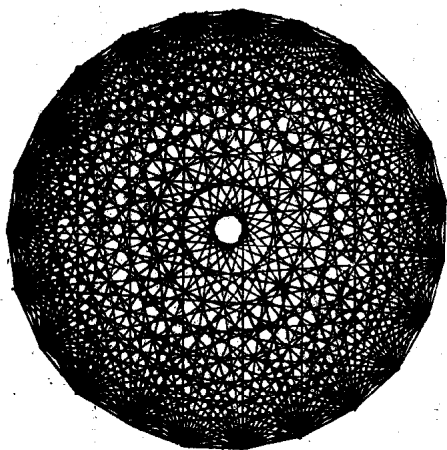


图 1-8

第三节 计算机绘图的发展概况

计算机绘图是近 20 多年来发展起来的一门新科学。

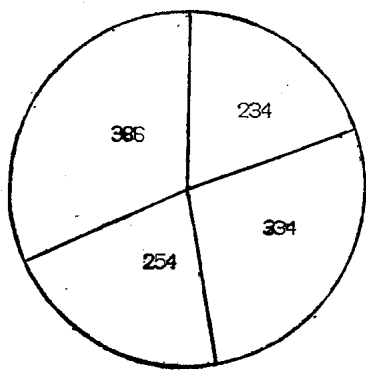
五十年代, 美国 Gerber 公司研制出机械加工用称为 APT 计算机语言, 用来对工作机械进行控制, 出现了数控机床。根据数控机床原理用绘图笔代替刀具, 通过输入的数据, 在纸上绘出了图形。从而发明了世界上第一台用计算机进行控制的平板式绘图机, 长 4.6 米, 宽 1.8 米, 重 1.2 吨。约在 1958 年美国 Calcomp 公司又研制成滚筒式绘图机。数控绘图机发明, 不但使

古老的绘图科学得到了突破性发展, 而且用计算机绘图代替手工绘图成为可能。

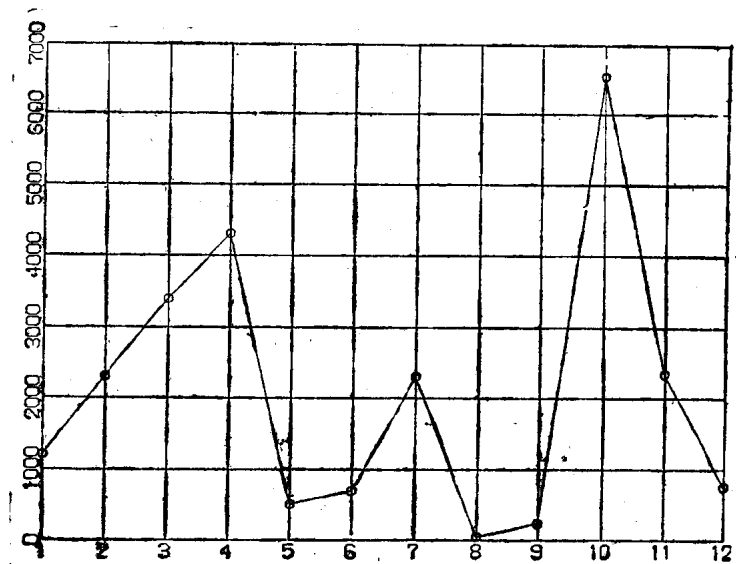
六十年代, 国际上发明了阴极射线管 CRT (Cathode Ray Tub)。这是一种用图形显示的形式, 对数据进行输入和输出的装置。与此同时研制了光笔图形显示器, 工程设计人员利用光笔、键盘和计算机有关功能, 开辟了人机对话式交互式制图。可用光笔在显示器上对设计进行修改, 论证方案, 直到满足设计要求, 最后由绘图机绘出设计图纸。

在输入原始资料时, 若为数字资料可直接输入到计算机; 若为图形资料、图象(照片)资料, 则必须先转为数的形式, 才可被计算机所接受。为此出现了图数转换仪, 或称数字化仪, 也称图形输入板。它是将图形信息变成相应的数字信息, 再送到计算机中去。在整个六十年代, 由于计算机硬件价格昂贵, 软件的研制尚在初期, 在很大程度上处于实验室研究阶段。因而限制了计算机绘图普及和推广应用。

七十年代, 随着硬件质量提高, 成本下降, 各类小型计算机及新型显示装置陆续问世, 促使数控绘图发展到设计制图自动化的高度。



(a)



(b)

图 1-9

最近几年微型计算机具有低价格、高效能的特点，因而微型计算机绘图系统，在国内外得到广泛地应用。

我国于 1968 年研制成功了数控绘图机 (LZ-5 型)，1979 年又研制成功了用小型计算机直接控制的 PB-1200 平面电机型绘图机。1981 年又出现了 PDH-120 自动绘图系统。其绘图幅面为 $1400 \times 1200\text{mm}$ 。目前我国已批量生产各种类型的绘图机。

近十年来计算机技术有了进一步发展，向 CAD、CG、CAM 三者相结合方向发展。如印刷板自动布线过程为建立数学模型，找出解决设计的算法后，编制程序、绘图、再由图形加工成感光胶片进行印刷板的生产。同时又向动态图形发展，在人机对话交互式制图中，不仅能直接在荧光屏上对图形进行修改，还可对设计的图形进行动态分析。

从上可知计算机图学已深入到工业、农业、国防、科学研究各个领域。它是一门新兴的正在不断发展的一门边缘学科。随着科学技术发展的需要，计算机图学将被更加广泛地应用到科学技术、生产实践中去。计算机图学将会进一步发展和提高。

第二章 自动绘图系统

第一节 数控绘图系统

随着科学技术的发展,数控绘图机得到不断改进和完善,虽然机种和型号很多,但其主要组成部分却大同小异,现以国产 HA72GJ 型绘图系统为例,简要介绍数控绘图系统的组成。

HA72GJ 型是大型、高精度数控绘图机,功能齐全,系统完善,是我国目前使用于造船、航空、汽车等工业部门用以绘制大型、复杂的工程图形。配备有坐标读取装置后,可将已绘制的图形由电视摄象机进行人工跟踪读取图形特征点坐标,并加以贮存,被读取的信息经电子计算机输出,可作数控加工机床的加工数据,为数控机床提供控制带。国产 HA72GJ 型数控绘图机的绘图面积有效尺寸是 1800×5400 平方毫米,最大绘图速度为 10 米/分,绘图时有 8 档调速,手动时可连续调速。绘图精度为每米 ± 0.05 毫米,累积误差为 ± 0.15 毫米。归零精度为 ± 0.025 毫米,重复精度为 ± 0.025 毫米。

其绘图系统由小型通用电子计算机、专用计算机、伺服系统、绘图台和坐标读取装置所组成。其绘图系统见图 2-1。

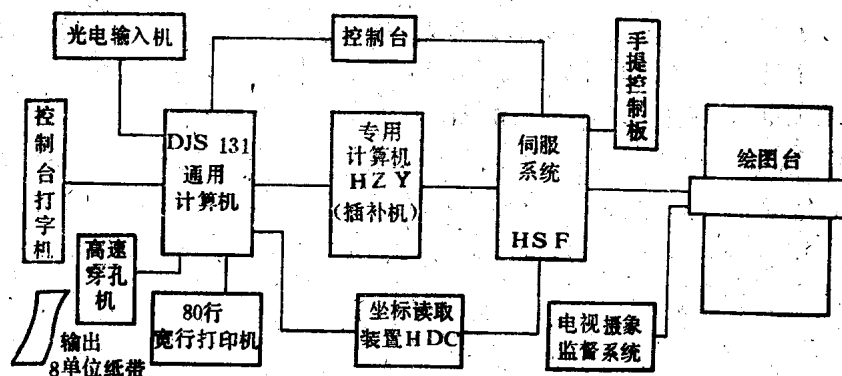


图 2-1

纸带穿孔机

纸带穿孔机提供数控纸带,是将源程序中字符,经过纸带穿孔机在特制的纸带上用一系列的孔洞表示,用来作为绘图程序的信息。计算机再通过光电机来识别这些字符。因此,穿孔机是用来把程序清单上字符转换成被计算机能识别的孔洞代码的一种穿孔设备。用穿孔机提供的纸带也可作为直接进行机械加工数控纸带,以实现加工工序的程序控制。

二、光电机

将穿孔纸带上信息,通过光电转换,有孔地方光能通过,无孔的地方光不能通过,这样把穿

孔纸带上孔洞代码变成电信号输送给通用计算机。

三、通用计算机

是用来执行程序,对输入的初始信息进行加工,对需要的绘图参数进行处理,把输入的源程序编译解释成绘图系统工作的电信号。并发出各种运算命令,用以控制整个绘图系统工作的进行。因此,它是整个系统的中心。运算的结果通过下列方式输出:

1. 联机操作

通过接口和自动绘图机直接相连接又称联机系统。

联机的优点是计算机与绘图机同时工作,可以立即出图,但由于绘图机是机械速度,而计算机是电子速度,这就造成计算机经常等待,占机时间长,影响主机工作。难于发挥计算机效率,造成浪费。

2. 脱机操作

先把计算机输出信息通过快速穿孔机,自动穿成数控绘图纸带,再将绘图纸带通过光电机输给绘图系统,或记录在磁带载体上,再将此纸带或磁带载体通过输入设备,控制绘图机绘图。这种方式又称脱机操作。为了提高计算机使用效率,采用这种工作方式较多。

若用计算机输出的电信号去控制电传打印机(或宽行打印机)直接打印出计算机运算结果。

四、插补器

又称专用计算机。是专门进行插补运算的计算机。所谓插补运算是将通用计算机输出出来的基本数据,如直线的起点和终点坐标,再插入一系列中间点的坐标,发出相应的X, Y方向运动指令脉冲,输送给伺服系统。

五、伺服系统

是将插补机送来的指令脉冲信息,加以转换或放大,以控制和驱动X, Y方向的交流伺服电机,从而使横梁沿X方向移动,使小车沿Y方向移动,小车上画笔则画出所需图形。

伺服系统主要由驱动元件和相应的伺服电路所组成。根据系统中有无检测元件和反馈回路分为开环控制和闭环控制。

1. 开环控制

以步进电机为驱动元件,没有反馈机构,结构简单,操作方便,可靠性高,但绘图精度较低,一般用于中小型绘图机。其结构示意图见图2-2。

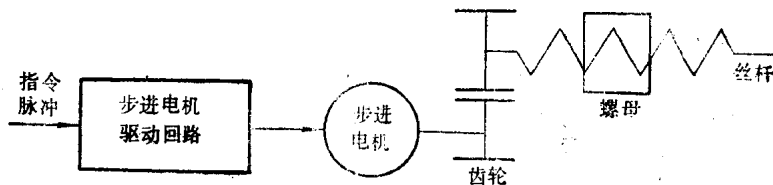


图 2-2

2. 闭环控制

以伺服电机为驱动元件,它具有反馈机构可以测出画笔的实际位置,进行位置调整,从而提高绘图精度,其结构示意图见图2-3。

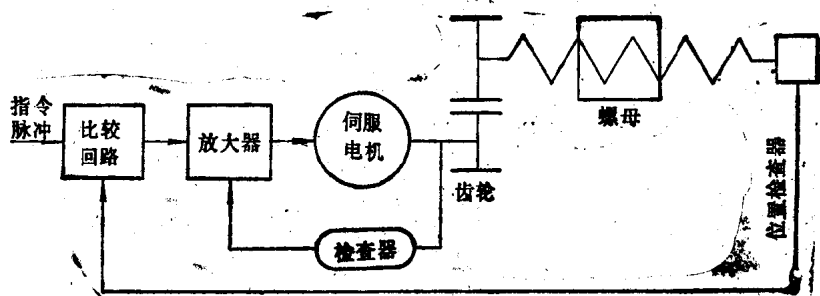


图 2-3

位置检查器和速度检查器的相应反馈回路使位置和速度的控制量和目标值进行比较。从而不断校正画笔的动作。画笔实际位置的反馈信息与程序中规定的位置信息进行比较，将其误差值变换放大再输入到相应的伺服电机。测速反馈信息经伺服放大后再输入到伺服电机，闭环控制，工作平稳，但结构复杂，故多用于大型精密绘图机，如国产 HA 型绘图机采用了闭环控制。

六、机械传动装置

其作用是将电机旋转运动变成笔架的直线往复运动。目前常用的传动机构有：

1. 齿轮、齿条传动机构。用于平台式绘图机，使横梁沿 X 方向导轨移动。
2. 滚珠丝杆、螺母传动机构。这种传动方式精度高。传动平稳，从而提高了传动精度，多用于平台式绘图机 Y 向导轨。
3. 滑轮和钢丝绳传动。多用于滚筒式绘图机。
4. 链轮和链条传动。多用于 X-Y 绘图仪。

七、坐标读取装置

它是一种把各种图形数字化的装置。即可从绘出的图形上读出其坐标值，并由高速穿孔机穿出纸带或由电传机打出读取数据。

第二节 微型计算机绘图系统及绘图过程

微型计算机绘图系统

由于微型计算机绘图系统出现，使自动绘图系统的设备费、使用费、维修费大幅度下降。同时由于不断有价廉高性能的微型计算机涌现，在教学、科学技术、生产实践中应用极为广泛。

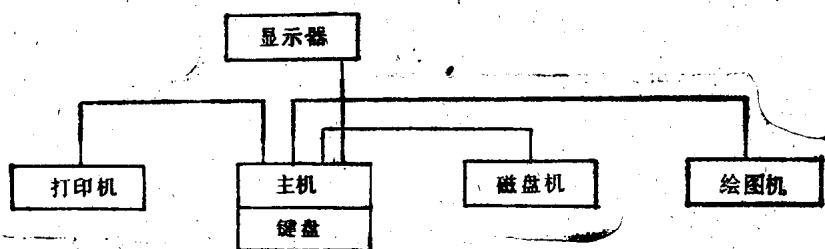


图 2-4

现以 Apple II 型或其改进性绘图系统加以简述 (IBM PC 和 IMB PC/XT 微型计算机系统也与此类似) 其绘图系统见图 2-4。

1. 主机

是由运算器、存贮器和控制器组成。而运算器和控制器又常合成一起称为中央处理单元 CPU (Center Processing Unit), Apple II 的 CPU 为 6502 微处理器。有 56 条基本指令, 13 种寻址方式, 每秒可完成 50 万次加减运算, 内存容量 64K 字节。有 8 个 I/O 接口 (Input/Output) 分别用 0#~7# 作标志; 可接入 8 个外部设备

#1 接打印机

#6 接磁盘驱动器

2. 显示器

为 CRT 视频显示终端, 是主机的输出显示设备, 可显示由字符组成的程序, 即文本格式, 也可显示图形, 有低分辨率图形或高分辨率图形格式。文本显示为 24 行, 40 字符/行, 5 × 7 点阵/字符。

3. 磁盘驱动器

是计算机的外存设备, 有两个磁盘驱动器, 其编号是上面的磁盘驱动器为 D1, 下面的为 D2, 每一台驱动器可放一片直径为 5.25 英寸软磁盘。每一片单面双密度容量为 140K 字节。主机与磁盘驱动器之间, 传送数据是双向的, 当读磁盘时, 则数据、信息从磁盘驱动器通过接口送入主机, 当写磁盘时, 则数据、信息从主机通过接口送到磁盘。

4. 打印机

是主机的输出设备, 打印机可打印字符, 也可打印图形。在打印机中数据传送是单向的, 也即接收来自主机的数据、信息再打印。

5. 键盘

是将源程序和数据通过键盘输入到主机中, 是主机的输入设备。共有 53 个按键, 见图 2-5

数字键: 10 个 (0~9)

英文字母键: 26 个 (A~Z)

运算符键: 6 个

控制键: 10 个 (RESET, REPT, RETURN, ESC,

空格键: 1 个

CTRL, SHIFT (2 个), ←, →, 灯键)

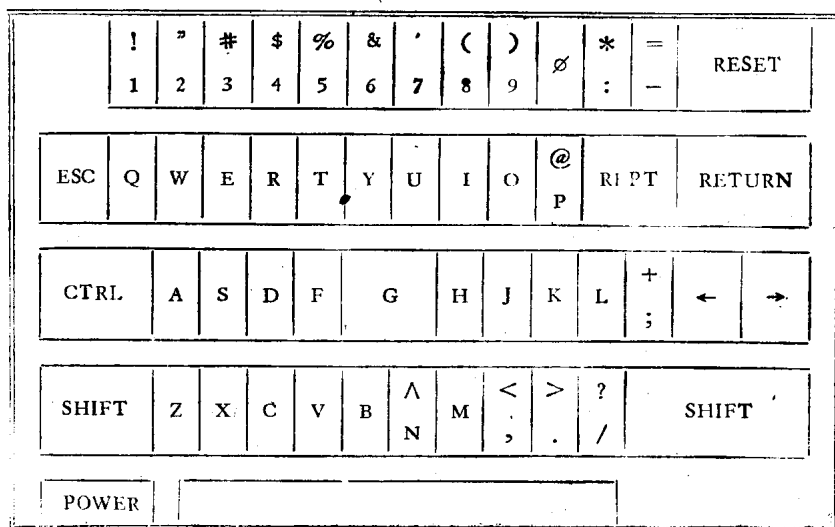


图 2-5

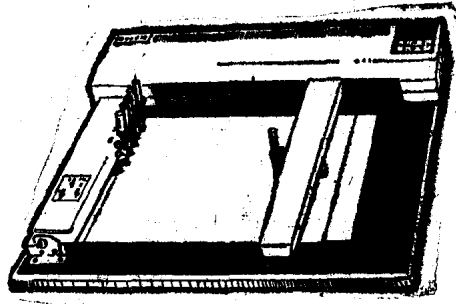


图 2-6

6. 绘图机

是主机的输出设备,工作时,接受主机传递的绘图信息,用来自动绘制图形。FWX4675 型 X-Y 绘图仪外形图见图 2-6。

二、绘图过程

在微计算机绘图系统中,其绘图过程是将源程序、数据、控制命令等通过键盘输入到计算机中去,由计算机对绘图数据进行计算处理,译成绘图信息,直接驱动绘图机自动绘图;也可通过显示器在荧光屏上显示图形。若要把计算机内存中暂时不用的程序、数据信息存到磁盘(外存储器)上,当需要绘图或显示图形时再通过磁盘驱动器把磁盘中所需信息输入到计算机内存中进行处理。也可通过打印机在纸上打印出程序清单和图形。其绘图过程见图 2-7。

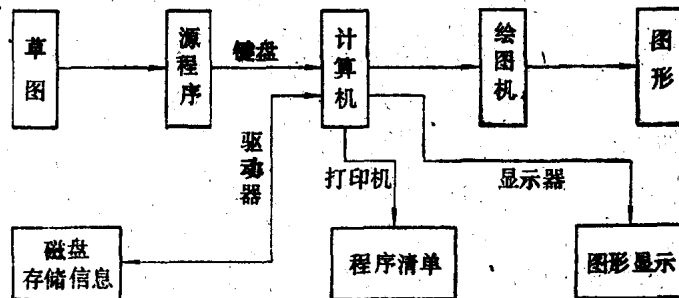


图 2-7

第三节 微型计算机操作指令

微型计算机以三种状态进行操作:

指令状态

指令状态的基本任务是识别预先定义的字符如 RUN, LIST 等,控制计算机操作,执行相应的计算机指令序列。这些指令已包括在系统软件中。典型的指令为

指令	解 释
RUN	命令计算机执行一个程序
NEW	输入新的程序前,清除内存中旧的程序
LIST	在屏幕上显示一个程序清单

使用者输入指令时,计算机立即执行相应的功能,如输入 RUN 再按 RESTURN 键,计算机将执行目前正存在计算机中的程序。如输入 LIST,然后再按 RESTURN 键,计算机便一行挨一行显示出内存中的程序。

当需要立即执行程序时,用立即执行语句。立即执行语句是用计算机语言写的一个或多个指令序列。如

```
PRINT 26 + 55
```

则显示出结果为 81

又如 $A = 482$ 表示将 482 值赋给 A

如果输入 PRINT A 计算机便显示: 482。象指令一样,使用者将立即执行语句作为一个输入行输入时,计算机总是以计算结果立即响应。

二、程序状态

在程序状态下,语句作为程序一部分被存贮,以便用 RUN 指令执行。程序状态下计算机程序例子为:

```
10 INPUT A, B
20 C = A + B
30 PRINT C
```

上述程序由三个语句组成,每个语句都加有语句标号,计算机检测出语句标号的存在,便把该语句作为程序的一部分存贮起来。语句标号除了表示程序状态外,还用来把语句按顺序存贮在内存中。有无语句标号也是区别程序状态和立即执行状态之间区别。如果语句前有语句标号,则作为程序中一个语句存贮在内存中,如果无语句标号,则立即执行。

三、执行状态

当从键盘打入 RUN 指令后,计算机进入执行状态,现以下列输入行为例

```
10 INPUT A, B (1)
20 C = A + B (2)
30 PRINT C (3)

RUN (4)
?3, 2 (5)
输出: 5
```

输入行 (1)~(3) 是程序,标号为 10 的语句“10 INPUT A, B”告诉计算机应由使用者输入两个值,并进一步把值分配给变量 A 和 B;标号 20 的语句告诉计算机把 A 和 B 相加并用 C 表示其结果。标号 30 的语句告诉计算机打印值。

第 (4) 行是 RUN 命令,令计算机处于执行状态并执行程序。执行的第一个语句是 INPUT 语句,立即显示出一个 (?) 号。等待使用者输入数值,当输入 3 和 2,并用 (,) 隔开,计算机便执行下一语句,计算 C,最后打印结果 5。

总之,被存贮的程序语句直到打入 RUN 语句后,才开始执行。

四、常用指令

1. 将磁盘中文文件调入内存

- LOAD 文件名, D1 (或 D2)
2. 将内存中文件存入磁盘
SAVE 文件名, D1 (或 D2)
3. 在显示屏上列出磁盘中文件目录
CATALOG, D1 (或 D2)
4. 打印磁盘中目录
PR#1 (接通打印机)
CATALOG, D1 (或 D2)
- 5 打印文本文件(程序清单)
PR#1
LOAD 文件名, D1 (或 D2)
LIST
- 6 打印图形
PR#1
PRINT CHR\$(17)
或
CTRL Q (同时按下二键)
- 注: 一定要等程序运行后在显示屏上显示出图形, 用此指令才有效。
7. 删除程序
删除程序中第 n 行:
 n
删除程序中从第 n 行到第 m 行
DEL n, m
8. 将磁盘中原来文件名为 X , 改为新文件名 Y
RENAME X, Y
9. 从磁盘中删除文件名为 X 的文件
DELETE $X, D1$ (或 $D2$)
10. 锁住文件名为 X 的文件不给任何人更改或删除
LOCK $X, D1$ (或 $D2$)
11. 解除被锁住的文件名为 X 的文件
UNLOCK $X, D1$ 或 ($D2$)

第四节 绘 图 机

一、绘图机的主要类型

绘图机的种类很多, 常见的有平台式绘图机和滚筒式绘图机两种主要类型。

1. 平台式绘图机

图 2-8 为平台式绘图机的传动示意图, 绘图纸固定在平台上, 绘图时, 笔的移动是由计算机控制驱动部件(步进电机)来实现。当计算机通过控制电路向驱动部件发出一个走步脉冲信息后, 驱动部件就带动笔移动一个步距, 即步进电机 I 驱使笔架沿导轨作 X 方向运动; 步进电