

服装

李兰友 张洪志 韩其睿 编著

CAD

中国纺织出版社

原理与应用

41.2

服装 CAD 原理与应用

李兰友 张洪志 韩其睿 编著

中国纺织出版社

内 容 提 要

本书根据天津纺织工学院服装 CAD 课程的讲义改写而成。其主要特点是既注重系统性,又注重实用性;既有原理性论述,又有丰富的实例与之配合。书中主要介绍微计算机绘图原理和程序设计,服装 CAD 中常用曲线的基本理论和程序设计,服装纸样设计的数学模型和程序,交互式服装纸样设计 CAD 的基本原理和程序,服装放码和排料 CAD 的原理和程序,实用服装 CAD 系统的功能和操作方法,以及三维服装 CAD 的基础知识。

本书可供服装院校师生和服装设计人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

服装 CAD 原理与应用/李兰友等编著. —北京:中国纺织出版社,1997. 4

ISBN 7-5064-1262-4/TP·0012

I. 服… I. 李… III. 服装—计算机辅助设计 IV. TS941.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 18327 号

责任编辑:姜娜琳 鲍靖

中国纺织出版社出版发行

北京东直门南大街 4 号

邮政编码:100027 电话:010-64168226

中国纺织出版社印刷厂印刷 各地新华书店经销

1997 年 4 月第一版 1997 年 4 月第一次印刷

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:13.5

字数:325 千字 印数:1—3000

定价:24.00 元

前 言

随着计算机技术的迅速发展,计算机辅助设计(CAD)作为计算机应用技术的重要领域逐渐普及。从20世纪80年代起,计算机辅助设计技术在服装工业中开始应用,国内外许多公司先后开发、研制了多种服装计算机辅助设计系统,给服装行业带来一场技术革命。目前国外发达国家70%~80%的服装企业都配备有服装CAD系统,并向着CAD/CAM/MIS一体化的计算机集成系统的方向发展。

本书是一本教授服装计算机辅助设计技术的入门书。书中介绍开发、研制和使用服装计算机辅助设计系统所必需的微计算机硬软件系统、计算机绘图及计算机辅助设计的基本知识和实用系统。全书共分八章,第一章介绍计算机绘图和计算机辅助设计的硬软件系统以及服装CAD系统的基本知识;第二章介绍Turbo C语言的图形函数及屏幕图形的处理技术;第三章介绍服装CAD中常用曲线的基本理论和程序设计;第四章介绍服装纸样设计的数学模型和程序设计;第五章介绍交互式服装纸样设计CAD的基本原理和程序设计;第六章介绍服装放码和排料CAD的原理和程序;第七章介绍

24069/10

一种实用服装 CAD 系统的功能和操作方法,该系统是我国自行研制并在国内广泛使用的系统;第八章介绍三维服装 CAD 的基础知识。本书既注重系统性,又注重实用性;既有原理性论述,又有丰富的程序实例与之配合,可供开发、研制和使用服装 CAD 系统的人员参考。

参加本书编写工作的有韩其睿(第二、三、四、五、六章)、张洪志(第一章第4节、第七章)、李兰友(第八章)、李核心(第一章第1、2、3节),全书由李兰友定稿。由于作者水平所限,不当之处请读者赐教。

编 者

1996年5月

目 录

第一章 微计算机绘图及服装 CAD 系统概述	(1)
1.1 微计算机绘图及 CAD 系统的组成	(1)
1.2 图形输入设备和输出设备	(4)
1.3 微计算机绘图的基本知识	(13)
1.4 服装 CAD 概述	(17)
第二章 C 语言图形函数及图形程序设计	(23)
2.1 屏幕操作函数	(23)
2.2 绘图函数	(27)
2.3 用填充函数绘图	(32)
2.4 屏幕图形管理函数	(37)
2.5 图形模式下的文本输出	(38)
2.6 屏幕图形的磁盘存取	(39)
2.7 屏幕图形的打印	(42)
第三章 服装 CAD 中常用曲线和程序设计	(46)
3.1 直线	(46)
3.2 圆弧曲线	(48)
3.3 三次参数样条插值曲线	(53)
3.4 贝济埃曲线	(55)
3.5 B 样条曲线	(58)
第四章 服装图样曲线的模型建立	(62)
4.1 领口曲线的造型与程序	(62)
4.2 袖窿曲线的造型与程序	(64)
4.3 袖山曲线的造型与程序	(67)
4.4 省缝	(70)
第五章 服装纸样设计的交互式绘图	(71)
5.1 交互式绘图技术	(71)
5.2 使用键盘的交互式绘图	(73)
5.3 使用鼠标器的交互式绘图	(74)
5.4 服装纸样设计交互式绘图	(79)
第六章 计算机辅助放码和排料	(82)
6.1 计算机辅助放码	(82)
6.2 计算机辅助排料	(85)
第七章 服装 CAD 实用系统	(101)

7.1	系统概述	(101)
7.2	放码系统	(103)
7.3	排料系统	(129)
7.4	对花对格的操作	(142)
第八章	三维绘图及 CAD 基础	(145)
8.1	三维图形屏幕显示入门	(145)
8.2	物体模型及数据构造	(147)
8.3	三维图形变换	(150)
8.4	隐线处理程序设计	(155)
8.5	空间曲面的数学模型及程序	(160)
8.6	光照及浓淡处理程序	(165)
附录		(167)
附录 A	几种典型的图形程序	(167)
附录 B	一种典型的打印程序	(173)
附录 C	三次参数样条曲线的 C 语言函数	(175)
附录 D	服装裁剪纸样设计程序	(177)
附录 E	服装纸样设计交互式绘图程序	(184)
附录 F	计算机辅助排料程序	(191)
附录 G	三维变换和明暗彩条程序	(197)

第一章 微计算机绘图及服装CAD 系统概述

1.1 微计算机绘图及 CAD 系统的组成

微计算机绘图及 CAD 系统由硬件和软件两部分组成。硬件系统包括微型计算机（简称微机）主机及其图形输入、输出设备；软件系统包括系统软件及绘图应用软件。

1.1.1 微计算机绘图及 CAD 系统的硬件组成

一个完整的交互式绘图及 CAD 系统的硬件组成如图 1-1 所示。

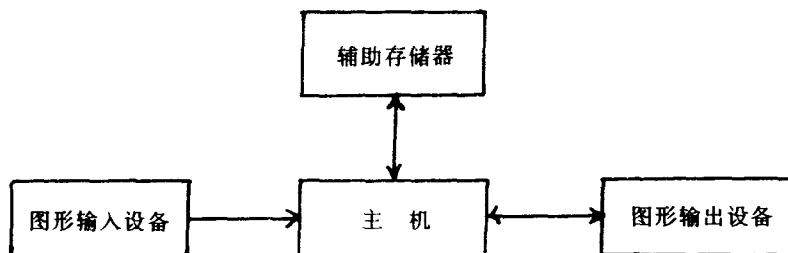


图 1-1 图形及 CAD 系统的硬件组成

1.1.1.1 主机

主机是计算机图形及 CAD 系统的核心设备。目前大多数系统使用微型计算机，高级系统使用 CAD 工作站。

1. 微型计算机

随着微计算机功能的增强，微计算机已成为小型图形及 CAD 系统主机的主流。微计算机的主机主要由系统主板、硬盘、软盘等组成。系统主板位于主机箱内。系统主板上通常配置有 CPU 及其支持电路、内存储器、高速缓存及其控制电路、I/O 控制电路、I/O 扩充插槽、键盘接口和扬声器接口等。I/O 扩充插槽上可插入相应的适配卡：如显示器适配卡、软硬盘控制器卡、汉字卡、网络卡等。主机通过接口插件与外设相连。

(1) 486 系列微计算机：486 性能价格比高，速度比 386 快，适用于 AutoCAD 等图形工作环境，一般配置是：

- CPU Intel 80486，时钟 66MHz
- 高速缓存 128KB
- 主板内存容量 4MB

- 软盘驱动器 5.25 英寸^①/1.22MB, 3.5 英寸/1.44MB
- 硬盘驱动器 540MB/630MB
- 显示器 1024×768 SVGA
- 串并口 2 串 1 并
- 操作系统 MSDOS V6.2

(2) Pentium 系列微计算机: Pentium 微机的基本配置为:

- CPU Pentium 75 (Pentium 100/133)
- 软盘驱动器 3.5 英寸/1.44MB, 5.25 英寸/1.22MB
- 硬盘驱动器 840MB (1GB)
- 主板内存容量 8MB (16MB)
- 高速缓存 256KB (512KB)
- 显示器 14 英寸, PCI—SVGA 卡
- 键盘 101 键盘
- 总线 64 位 (PCI 总线)
- 采用先进的 PCI Fast Wild SCSI—2 接口
- 可使用 SCO、Netware、NT、Solaris、OS/2 等操作系统

I. 图形工作站

工作站是把图形显示设备、图形支撑软件和通用计算机结合在一起的一种高性能的适合人机交互的单用户计算机。工作站可以通过局域网和一台主机连接, 形成一个分布式的计算机系统。目前, 国内使用的工作站有 SUN 工作站、APOLLO 工作站、HP 工作站、DEC 工作站、华胜 4507 系列工作站 (SUN 的兼容机) 等。

1.1.1.2 辅助存储器

辅助存储器又称为外存储器。常用的辅助存储器有软盘驱动器、硬盘驱动器、光盘及磁带机等, 用于存储图形软件和图形信息。

软盘驱动器是常用的外存储器。目前, 在微机上配置的软盘驱动器大多有两种, 一种是 5.25 英寸的软盘驱动器, 一种是 3.5 英寸的软盘驱动器。常见磁盘规格如表 1-1。

表 1-1 常见磁盘规格

直径 (英寸)	规 格	磁道数	扇区数	每道扇区字节数	容 量
5.25	双面低密度	40	9	512	360KB
5.25	双面高密度	80	15	512	1.2MB
3.5	双面低密度	40	18	512	720KB
3.5	双面高密度	80	18	512	1.44MB

单面软盘和 8 英寸软盘, 目前已很少使用。

硬盘驱动器是图形系统的大容量外部存储器, 一般微机的硬盘容量为 540MB~1GB。486

^①目前驱动器、磁盘及显示器尺寸往往用英寸表示, 1 英寸=2.54cm。3.5 英寸约合 8.9cm, 5.25 英寸约合 13.3cm, 8 英寸约合 20.3cm, 14 英寸约合 35.6cm。

以上微机，硬盘配置容量多在 540MB 以上，硬盘存取速度约 20ms 左右，大容量的硬盘存储器给建立图形库提供了很大的方便。

近年来，光盘技术发展很快。光盘存储器记录密度高，存储容量大，信息保存时间长，工作稳定可靠，是一种很有前途的外部存储器。目前，很多微机中已装配光盘驱动器。

1.1.1.3 图形输入设备和输出设备

图形输入设备分为两类，一类是硬输入装置，如图形数字化仪、鼠标器、扫描仪等，将图形信息直接输入到主机；一种是图形软输入设备，如键盘，将图形程序送入主机。图形输出设备通过适配器与主机相连，输出图形信息。图形输出设备也有两种，一种是硬拷贝输出，如绘图机、打印机等；另一种是屏幕图形输出装置，如显示器。

1.1.2 计算机图形及 CAD 系统软件

在计算机图形系统中，软件和硬件相辅相成，构成一个不可分割的整体。目前，计算机图形及 CAD 软件极为丰富，一般可分为系统软件和应用软件两大类。

1.1.2.1 系统软件

系统软件一般是由计算机厂家提供的，是为了最大限度地发挥计算机作用、充分开发计算机资源，便于用户使用、管理和维护计算机而编制的程序的总称。系统软件一般包括：

(1) 操作系统及一般管理系统：这类软件包括常用的各种 DOS 操作系统、数据库管理系统、驱动程序和通讯处理程序等。

(2) 语言处理程序：主要包括解释程序和编译程序。用汇编语言或高级语言编写的程序叫源程序，源程序需经过编译程序或解释程序翻译成目标程序，即机器码，计算机才能执行。语言处理程序完成这种解释或翻译任务。

(3) 服务程序或支撑软件：这类软件协助用户进行软件开发或硬件维护。它包括各种开发工具类软件、编辑程序、诊断排错程序、库管理程序以及一些可供调用的通用性应用程序，如：

- lotos1—2—3 电子表格处理软件
- Auto CAD11.0 国内流行，高版本具有三维图形功能
- MICROSTATION 适用于工程设计
- GKS 图形核心系统
- CAD5 PRIME 公司，适用于机械、电子产品 CAD

另外还有 Micro CADAM 等软件。

1.1.2.2 应用软件

应用软件是用户为了解决实际问题而编制的程序，包括用户用汇编或高级语言编写的绘图程序、各种计算机辅助设计程序、各类计算机辅助教学演示程序、动画程序等等。目前，国内引进的软件有：

- PDMS 美国 CAD 中心，支持三维多专业综合设计
- CALMA PRIME 公司，适用于建筑、测量、机电、管道等专业

应该指出，随着计算机技术的发展，系统软件和应用软件的界限也越来越模糊。一些有价值的应用软件，已经纳入系统软件之中，作为一种资源提供给用户。

1.2 图形输入设备和输出设备

在计算机图形系统中,图形的输入和输出是最主要的操作。本节扼要介绍常用的图形输入设备和输出设备。

1.2.1 图形输入设备

图形输入设备是计算机图形系统不可缺少的硬件设备,用于向主机输入图形信息及各种控制命令等。

1.2.1.1 图形数字化仪

图形数字化仪是一种图形/数字转换设备,它将图形转换为计算机可以处理的数字信息。图形数字化仪分为机械式数字化仪和游标式数字化仪两种。数字化仪的规格很多,尺寸和精度各不相同,使用时可根据需要进行选择。

机械式数字化仪是由相互垂直的两个机械导轨传动来确定图形的位置,机械位移作为移动量,采用旋转编码器或直线标度器将位移量转换为电信号。机械式数字化仪位置精度和稳定性均好,一般精度为 $\pm 0.1\text{mm}$,分辨率为 $0.01\sim 0.02\text{mm}$,读取范围为 $900\sim 1200\text{mm}$ 。

游标式数字化仪因制作原理不同而有多种不同的结构形式,如有电磁感应式、磁致伸缩式、静电感应式及超声延时式等。它的主要组成由基板、控制器传感器(触笔或游标)和辅助电路组成。其外形如图1-2所示。

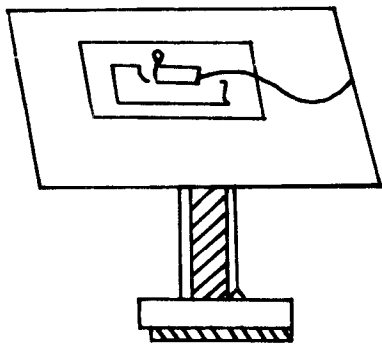


图 1-2 图形数字化仪

游标式数字化仪采用时间间隔/数字转换的方法实现图形/数字转换。时间间隔是发送信号和接收信号之间的时差,一般发送信号的装置是基板,接收信号的装置是游标或触笔,控制电路根据时间间隔进行计算,从而求得游标等所在位置的坐标 (x, y) 。使用时将待输入图形放在基板上,基板是一个基准坐标平面,当触笔沿输入图形的线条移动时,则不断将图形上点的坐标值 (x, y) 送入主机。

数字化仪一般通过RS-232-C接口与主机相接。数字化仪除用触笔输入外,还可用游标作为坐标定位装置。数字化仪的主要特性指标有尺寸(实用面积)、分辨率、精度、采点速率和波特率。几种国产数字化仪的主要指标如表1-2所示。

表 1-2 国产数字化仪

型号	CD-9120	CD-9910	CD-8610	GW9460-A	CD-9610BL	K-8282BL
	A0	A1	A2	A3	A2	A4
尺寸 (mm)	914×1219	610×914	457×610	305×457	457×610	279×279
精度 (mm)	±0.15	±0.15	±0.25	±0.25	±0.25	±0.25
采样速率 (对/s)	100	100	200	200	200	200
波特率	1200~19200	1200~19200	1200~19200	1200~19200	1200~19200	1200~19200

1.2.1.2 鼠标器

鼠标器是一个形状如老鼠的常用的外部输入设备，一般有 2~3 个按键。鼠标用来控制屏幕光标位置。移动鼠标器可以驱动光标在屏幕上选择命令、检取坐标，在软件的控制下鼠标器和动态菜单及多窗口技术相配合，可实现良好的人—机交互绘图。

鼠标器有两种：即机电式鼠标和光电式鼠标。光电式鼠标器有一个光源，外配一台有明暗相间的小方格的金属薄板。当通电的鼠标器在该小方格薄板上移动时，从金属板反射回鼠标的光线也将明暗交替变化，鼠标器通过内部的光电转换器将光信号转换成电信号送往计算机，通过计算机处理成屏幕光标移动信号。

在 IBM—PC 系列微机中，鼠标器通过接口与主机相连，安装在 COM1 或 COM2 口均可。要在 MS—DOS 中安装鼠标驱动程序，安装的方法有两种，一种是在 CONFIG.SYS 文件中加入命令：DEVICE=MOUSE.SYS

系统重新启动后，鼠标器就安装完毕。另一种方法是在使用鼠标器之前打入命令：MOUSE 这样，鼠标器驱动程序就驻留在内存中。当然，也可以将这个命令放入 AUTOEXEC.BAT 文件中，启动系统时自动执行这条命令。

鼠标器的主要特性指标有分辨率及跟踪速度。

1.2.1.3 扫描仪

扫描仪是一种新颖的图形—图象输入设备。扫描仪一般通过接口与主机相接，按其不同的特性进行分类，如按颜色分类有单色扫描仪和彩色扫描仪；按扫描和操作方式分类，又分为台式扫描仪、手动式扫描仪和大型扫描仪三种；按其固体元件分类，又分为电荷耦合器件 (CCD) 扫描仪和金属氧化物半导体 (MOS) 扫描仪等，目前用得最多的是 CCD 型/台式扫描仪。

台式 CCD 型扫描仪主要依靠 CCD 感光。CCD 一般是由 2000~4000 个光电元件排成的线性阵列，它可以产生与原稿反射光成正比的模拟电压信号。当长条形光源将光均匀地投射在原稿上时，原稿的反射光射到 CCD 上，CCD 的感光元件一次读到原稿的一行象素，产生的模拟电信号经 A/D 转换器处理及图象数据暂存，送入计算机进行处理。

扫描仪最主要的两个参数是分辨率和灰度。分辨率是指原稿上每英寸的采样点数，单位是 dpi，常见的扫描仪分辨率有 200、300、400、600dpi。扫描方式分透射和反射两种，可一

次完成彩色扫描。高分辨率使得图象层次丰富清晰，色彩鲜艳准确。扫描仪的灰度有 4 位、6 位和 8 位，所达到的灰度级分别为 16 级、64 级和 256 级。显然，灰度层次越多，就越准确。

扫描仪在系统中做为图形、图象的输入设备。例如，在 CAD 系统中可用于工程图纸输入，还可以修改图纸，提高 CAD 的效率。

扫描仪与计算机之间目前尚无统一的标准接口，常使用的接口有 RS—232—C、GPIB 和 SCSI 等三种。PC 机和扫描仪的接口可使用 GPIB。

1.2.1.4 键盘

键盘是一种广泛应用的输入设备。微机用键盘多是 101 (102) 键盘，键盘上的键分为字符键与控制键（功能键）两大类。字符键包括字母键、数字键及一些特殊符号键，按下字符键则产生相应的字符代码，用于组成程序、数据或其它约定含义的信息。控制键则产生某种控制命令，往往直接影响系统的运行，应该注意，在不同的操作系统中控制键的功能是不同的，因而在使用前必须弄清它的用法，不可盲目操作。

按键由键帽和键体组成，键体在键帽按下时产生开关信号，故称键开关。键开关有接触式和无触点式两种，接触式开关分一般触点式和干簧式；无触点式有电容式、霍尔式和触摸式。目前常用的按键多采用电容式。

电容式按键示意图如图 1-3 所示。它有两个固定片和一个由键杆带动的活动片，当键按下时，活动片和固定片之间保留有一个约 0.3mm 的间隙，形成两个串联的平板电容器，约为 30pF，允许脉冲信号通过，如同接通一样。这样，在另一固定片上可检测到脉冲信号。

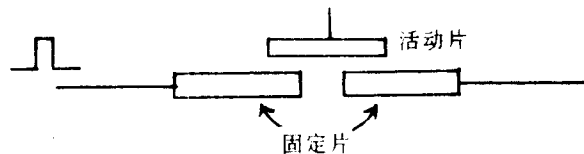


图 1-3 电容式按键示意图

按键信息必须转化为相应的计算机所能接受的二进制编码。键盘编码器按编码方式可分全编码键盘和非编码键盘两种，编码键盘通过硬件电路直接产生对应于按键的 ASCII 码；非编码键盘通过电子扫描方式产生对应于按键的位置码，判明是哪一行、哪一列按键被接通，再将位置码送给主机，由按键驱动程序将位置码转换为字符对应的 ASCII 编码。目前微机使用的键盘多采用非编码键盘。

1.2.2 图形输出设备

1.2.2.1 图形显示器

1. 图形显示器

图形显示器大多都采用阴极射线管（CRT）作为显示器件，与相应的电子线路组成图形显示器。

CRT 是一种电真空电子器件，它主要由电子枪、偏转系统和荧光屏三部分组成，电子枪产生的电子束在加速电极和偏转系统的控制下射向荧光屏。在实际应用中，广泛使用彩色 CRT。彩色 CRT 有两类：一种是阴罩式 CRT，一种是穿透式 CRT。

阴罩式彩色 CRT 有三个电子枪，可发出红、绿、蓝三个电子束，在荧光屏内侧有一个正

面开有许多小孔的金属板,即阴罩板。三个电子束在一个共同的偏转系统的控制下,相互略微倾斜的汇聚在阴罩板的某一小孔,然后穿过小孔分别轰击到荧光屏的三个荧光点上。这三个荧光点分别由红、绿、蓝三种颜色的荧光粉构成,且相距很近,人眼分不出这三种原色,只能识别由这三种原色合成的彩色光。这三个电子束的聚焦和亮度是分别控制的,从而改变荧光屏上某点所发的合成色光。

穿透式 CRT 只有一个电子枪,但在其荧光屏上涂有三种不同颜色的荧光层,如红、绿、蓝三种荧光层,当加速电压较低时,只有靠近阴极一边的荧光粉层被激励发光;当加速电压较高时,电子束可穿透第一、二层荧光粉层,再激励靠近玻璃屏的一层荧光粉发光。加速电压不同时,可改变红、绿、蓝三色光的经比例,从而在该点合成不同颜色的色光。

描述 CRT 显示器的主要技术指标一般有屏幕尺寸、分辨率、亮度、对比度、余辉时间和帧频等。屏幕尺寸反映显示区域的大小,常见的规格有 28.3cm 和 34cm。分辨率决定显示字符和图形的清晰度,为使较小的字符和图形能清晰显示,一般要求 CRT 的分辨率要高,分辨率与 CRT 本身的结构有关,也受系统电路的影响。显示器的亮度一般分四级,即暗、淡、亮、最亮,由 CRT 显示器亮度旋钮控制。对比度是指图形与背景部分的浓度差,一般要求在 5~25 之间。余辉时间是指显示器荧光屏在电子束停止轰击后到屏幕亮点消失为止的亮点持续时间,一般分长余辉、中余辉、短余辉,长余辉大于十分之一秒,而短余辉仅数毫秒。帧频为图形或文字每秒钟在屏幕上出现的次数,帧频的确定应保证字符、图形不闪烁,一般取 30~60Hz。

图形显示器分为随机扫描图形显示器和光栅扫描图形显示器。随机扫描图形显示器采用矢量法产生图形,所以也称为矢量显示器。矢量法的基本原理是任何形状的曲线都可用许多首尾相接的短矢量逼近,只要矢量足够短,就可以得到非常平滑的曲线。它通常由一个显示处理器、一个显示缓冲存储器及带有附属电子线路的 CRT 组成。这种显示器的优点是所需内存容量小,分辨率高。

光栅扫描显示器采用像素法,在这种显示器中字符由像素矩阵构成,曲线则由相邻像素串接而成,屏幕上的像素阵列组成光栅,采用电视光栅扫描方式产生图形。电子束在水平偏转和垂直偏转同步信号的控制下,从左到右、从上到下有规律地扫描。在屏幕扫描期间,强度受视频信号的影响而变化,在水平回扫和垂直回扫期间,由消隐电路抑制电子束使回扫线不在屏幕上显示出来。视频信号、水平同步扫描信号和垂直同步扫描信号由 CRT 适配器产生,在 CRT 显示适配器的控制下显示字符或图形。

彩色显示器主要指标如下:

(1) 14 英寸 super VGA 彩色显示器:

- 型号 9052s
- 分辨率 800×600
- 屏幕点距 0.28mm
- 显示卡 super VGA
- 扫描频率 H: 31.5~35.5kHz, V: 50~90Hz

(2) 16 英寸自动跟踪彩色显示器:

- 型号 FLEXSCA—90709

- 分辨率 1024×768
- 屏幕点距 0.28mm
- 显示卡 super VGA, EGAT Mac 系列
- 扫描频率 H: 20~50kHz, V: 55~90Hz
- 全自动跟踪

II. 图形适配器

图形适配器又称为显示控制卡。图形适配器在主机箱内,通过接插件与 CRT 显示器相连。

IBM 系列微机配置的显示适配器如下:

(1) CGA: CGA 是 Color Graphics Adapter (彩色图形适配器) 的缩写, 主要适用于早期微机, 它以 MC6845 芯片为 CRT 控制器。这种适配器既支持单色字符显示, 又支持彩色图形显示, 显示缓冲内存为 16KB, 主要图形工作方式有: 320×200×4 色、320×200×2 色、640×200×2 色。CGA 配用数字式显示器。

(2) EGA: EGA 又称增强型适配器, 显示缓冲内存一般为 256KB, 主要适用于早期的微机, 采用阵列控制逻辑控制 CRT。图形方式除支持 CGA 的三种方式外, 还有: 320×200×16 色、640×200×16 色、640×350×2 色、640×350×16 色。EGA 配用 ECD 数字式显示器。

(3) VGA: VGA 又称视频图形阵列, 是 EGA 的近亲和增强, 能适用于目前大多数微机, 显示缓冲内存一般为 256KB~512KB。VGA 兼容 EGA, 并增加了工作方式: 640×480×2 色、640×480×16 色、320×200×256 色。

(4) TVGA: TVGA 是一种全功能超级视频图形阵列。它完全兼容 CGA、EGA、VGA 的所有工作方式, 显示缓冲内存一般为 256KB~1MB, 分辨率有多种选择:

TVGA8900C: 640×480×16 色、640×350×256 色、640×480×256 色、800×600×16 色和 1024×768×16 色。

TVGA9400C: 800×600×256 色、800×600×64K 色、1024×768×256 色和 640×480×16.8M 色。

(5) XGA: XGA 是 IBM 公司推出的一种新的智能型图形适配器。它与 VGA 兼容, 但速度比 VGA 快一倍, 支持图形方式有: 640×480×16 色、640×480×65536 色、1024×768×256 色。

1.2.2.2 图形打印机

图形打印机是重要的图形输出设备。图形打印机的种类很多, 在微机中应用最多的是击打式打印机。但是非击打式打印机如激光打印机、喷墨打印机也越来越拥有更多的用户。

I. 击打式针型打印机

击打式针型打印机主要由打印头、打印头驱动定位机构、走纸机构和色带系统、打印控制线路及接口逻辑电路等组成, 是一个比较复杂的机电设备。打印机通过打印机适配器与 CPU 交换信息, 接口电路中使用一个 8 位并行接口, 一次将一个 8 位二进制数据 (一个字节) 送打印机打印。

打印头是由许多特制的、排成一行或两列钢针及同样数目的驱动电磁铁组成。钢针数目可以是 9 或 24 根, 因此有 9 针、24 针打印机之称。打印头由托架带动, 可以水平运动。在驱动电路的控制下, 每一根针都可以单独动作, 击打色带, 在纸上形成打印点。打印机有两种

工作方式，一种是文本方式，另一种是图形方式。文本方式打印字符或汉字，字符点阵一般由 5×7 或 7×7 、 9×9 点等组成，汉字点阵由 16×16 、 24×24 、 32×32 点组成。如果是 5×7 字符点阵，则 7 根针按送来的一个字节的字符点阵的一列信息进行打印，当为“1”时针有击打动作，为“0”时针不动。每打完一列后，打印头右移一个很小的距离，进行第二列的打印，这样移动 5 次后便形成了一个字符。由此可见，每一个字符都对应着打印机的一个状态，该状态由 5 个 7 位二进制码组成。

在图形方式下打印图形时，每一颗针对应屏幕上的一个象素，当象素为“1”时，针有击打动作，为“0”时则不打印。对于 9 针打印机，则只使用其中的 8 根，对应屏幕一列上的 8 个象素，恰为一个字节（8 位）。0 位对应第 1 颗针，即打印头上最低的针，7 位对应第 8 颗针。对于 24 针打印机，则 24 颗针对应屏幕上的一列 24 个象素，当打印机收到 3 个字节的数据后，打印出一列图形。

目前，微机上常用的针式打印机有 LQ—1600K。LQ—1600K 是 EPSON 公司生产的 24 针击打式打印机。它具有高性能、宽行打印及可靠性好等优点。其主要规格如下：

- 打印方式 并行击打点阵方式
- 针数 24 针，双列交错排列
- 打印方向 双向逻辑查找
- 打印速度
 - 10 字/英寸 草稿质量 200 字/s，仿信函质量 73 字/s
 - 12 字/英寸 草稿质量 264 字/s，仿信函质量 88 字/s
 - 6.7 字/英寸 草稿质量汉字 98 字/s，仿信函质量汉字 49 字/s
- 行距
 - 1/6 英寸
 - $n/360$ 英寸（由代码控制）
- 缓冲器 2KB
- 字符集
 - GB5007--85 中国国家标准汉字字符
 - 96 个标准 ASCII 字符
 - 13 个国际字符集
 - EPSON 扩展字符集
- 走纸速度 行距为 1/6 英寸时约为 60ms/行
- 打印头寿命 每针 2 亿次击打

I. 激光打印机

激光打印机采用电子成象原理，如图 1-4 所示。主要由激光器光学透镜滚筒、感光鼓、供纸箱等组成，激光器输出的激光束经光学透镜聚焦系统被聚焦成一个很细的光点，光点沿着做圆周运动的滚筒进行横向扫描，滚筒表面镀有一层具有光敏特性的感光材料硒，因此又称硒鼓或感光鼓。硒鼓在被激光扫描之前，用充电器充电，使硒鼓表面均匀地沉积一层电荷。根据控制电路和字符发生器输出的字符或图形，转换成数字信号来驱动激光器的打开或关闭。控制光调制器形成激光图象；激光图象经扫描多面转镜反射到硒鼓面而形成“静电潜象”，对硒鼓有选择的曝光，被曝光的部分产生放电现象，未被曝光部分仍充有电荷。随着硒鼓的转动，“静电潜象”通过有炭粉盒的显影器将静电潜象变成可见的色粉图象，最后将色粉图象转印到

记录纸上，并经定影器加热使色粉熔化固定在纸面上，形成拷贝输出。激光印字机是页式输出设备，每次印刷一页，以每分钟输出的页数（ppm）或每秒输出的字符数（cps）定义它的速度。中速的打印机每分钟输出 30~60 页，每秒字符数 400~600，分辨率达 300dpi，可产生优异的图象及复杂的图形。目前，激光打印机广泛用于桌上印刷系统的输出设备。

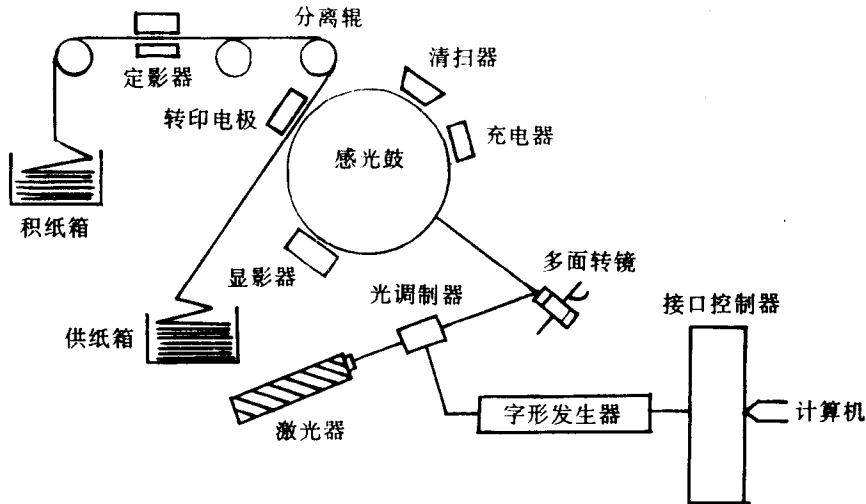


图 1-4 激光打印机原理图

几种激光打印机的主要特性参数如下：

(1) HS—L8B 汉字激光打印机：

- 打印速度 每分钟 8 页
- 分辨率 $300 \times 300\text{dpi}$
- 系统内存 2MB(可扩充至 4MB)
- 主机接口 标准 RS232C 和 Centronics 接口
- 硬卡接口 两个硬卡接口，可为 HS 汉字库卡及仿其程序卡相连

(2) IBM4029 激光打印机：

- 分辨率 600dpi
- 内存 5MB
- 速度 每分钟 10 页
- 容量 可打印 15000 张
- 打印语言 IBMPDS, PCL4/PCL5, PostScript, GL
- 工作能量 25000 页/月

■. 喷墨打印机

喷墨打印机是一种非击打式打印机。它能产生色彩清晰、美丽动人的图形或图象。喷墨打印机是利用连续流电荷来引导油墨或采用电振法按需滴墨，它可以产生七种基色，通过混色形成各种色调。