

第38篇 工业控制计算机外部设备

主编单位:

武汉工业控制计算机外部设备研究所

编写单位:

上海仪器仪表研究所 武汉工业控制计算机
外部设备研究所

合稿人:

刘开运 单大年

编写人:

李元洪 江道基 汪明芝 徐汉臣 张莉莉
张建平 喻汉超 周令彦 朱念慈 李志德
刘开运 单大年

特约编辑:

唐 德

CHY/2XU

常用符号表

A ——磁道距离	FM——调频制
AD/DA——模拟数字/数字模拟转换器	GCR——成组编码
BOT——磁带始端标记	H_c ——矫顽力
B_r ——铁氧体薄膜介质的剩余磁感应强度	ISO——国际标准化组织
CCD——电荷耦合器件	MFM——改进的调相制
CIM——计算机输入缩微胶卷	MICR——磁墨水字符识别
COIM——计算机输出输入缩微胶卷	MOS——金属-氧化物-半导体
COM——计算机输出缩微胶卷	NRZ——不归零制
CRT——阴极射线管	NRZI——IBM式(或改进的)不归零制
DE——延时调频制	OCR——光学字符识别
EDT——磁带末端标志	OMR——光学符号识别
e ——读出电压	PE——调相制
FD——双频制	W ——磁道宽度

第1章 概 论

工业控制计算机外部设备是指计算机系统中除主机以外的其它设备,是计算机系统的重要组成部分。它包括输入输出设备、外存设备、终端设备、脱机设备、数据传输设备等五大类。其中终端设备系输入输出设备、外存设备和传输设备的综合体。过程输入输出通道也是工业控制机的外部设备(常称外围设备),它将在第35篇讲述,本篇不再介绍。外部设备分类如下:

1) 输入/输出设备

- (1) 纸带机:纸带输入机,纸带穿孔输出机
- (2) 卡片机:卡片输入机,卡片穿孔输出机
- (3) 打印机:击打式打印机(包括针式、菊花瓣式、球式、鼓式、带式以及链式等)和非击打式打印机(包括静电式、热敏式、电灼式、喷墨式以及激光式等)

(4) 显示装置:阴极射线管显示器(CRT)和其它显示器(萤光屏、等离子、液晶等)

(5) 绘图机

(6) 识别装置:磁墨水字符阅读机(MICR),光学字符阅读机(OCR),光学符号阅读机(OMR)和声音识别装置

(7) 图形、图象输入设备

(8) 其它输入/输出设备:键到磁面(磁盘、磁带)输入装置,计算机输入输出缩微胶卷和排字机等

2) 外存储器

- (1) 磁鼓
- (2) 磁带机 / 磁带机,匣式磁带机和盒式磁带机

(3) 硬磁盘

(4) 软磁盘

(5) 其它 磁泡,电荷耦合器件等

3) 终端设备

(1) 通用终端:打印终端,阴极射线管显示终端,终端系统(作终端用的小型、微型计算机系统)

(2) 专用终端:销售点终端,飞机票定票终

端等

4) 脱机设备

(1) 数据制作设备:卡片穿孔机,纸带穿孔机,键到(磁盘、磁带)装置

(2) 信息载体变换设备:磁带一打印机,光学字符阅读机一磁带机,盒式磁带一磁带机,磁盘一磁带机等

5) 数据传输设备

(1) 传输控制器

(2) 调制解调器

(3) 声音耦合器

计算机主机的应用和发展使它配用外部设备的方式发生了变化,由初期的单台外部设备输入/输出方式发展到由通道(或外围机)连接的多种外部设备的并行多路操作方式。图 38.1-1 示出计算机主机一外设结构。

在外设的种类上,也由简单的输入/输出装置发展到多种装置,如随机存取大容量外存储器,以及各类终端等,在性能上,不仅工作速度已大大提高,而且人机联系方式也变得多种多样,除数字形式外,还有直观的图形,图象及声音等非数字形式的人机联系方式。外部设备的不断完善与发展,又大大加强了主机的处理能力并促进了主机的推广应用。两者互为依存,竞相发展。

由于主机可并行多路输入输出,故在外设的数量上已从一台主机只配2~3台外部设备,发展到配20台以上,使主机和外部设备的价格比值由1951年的50:1降到现在的1:4。这说明外部设备在计算机系统中已占有很重要的地位。

目前,计算机主机发展迅速,其运算周期已跃至数十毫微秒级;同时,分时系统、数据库、微型计算机、以及软件也都有很大的进展。这些进展必然对外部设备提出了更高的要求。一方面为适应大型计算机系统的需要,外部设备将着重向高速度、大容量、高性能的方向发展。另一方面要适应微型计算机的需要,外部设备将着重向高可靠性,小体积、低价格的方向发展。当然,以上这些方向都是

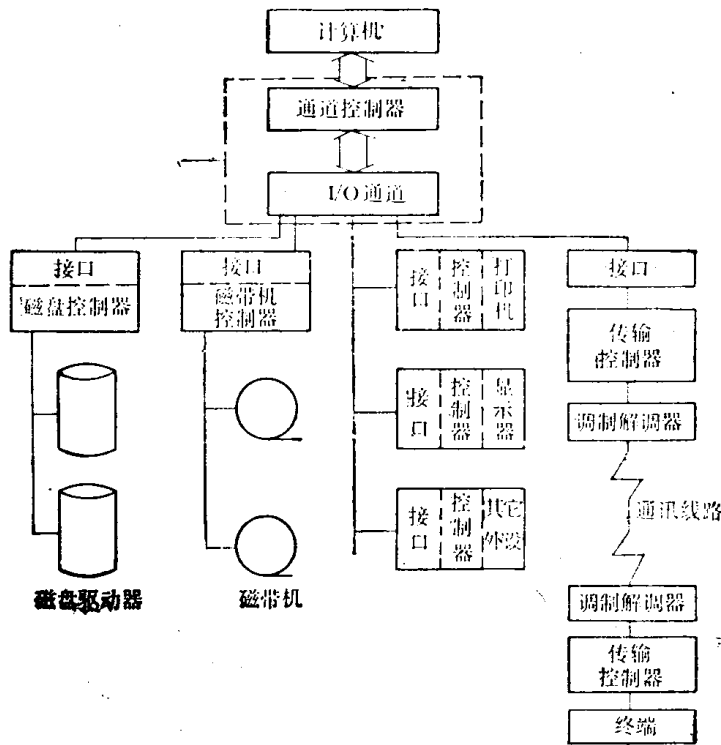


图38.1-1 计算机主机-外设结构示意图
 [注] 小型、微型计算机以总线代替 I/O 通道

总的发展方向，不过因需要不同而着重点不同而已。除此以外，尚有以下这些发展趋势：采用模块化设计，以便于增加功能，有利于品种的多样化和增加适应市场需要的灵活性；采用微处理器作控制器，使外部设备的性能改善，可靠性增加，成本降低，体积缩小；采用微型计算机，使外部设备智能化。特别是最后这一点，计算机成了外设的一个电子部件。此外，某些外部设备争取由机电式向电子式发展，以减少机械运动零部件，增加可靠性，改进性能。

外部设备与计算机都要通过接口才能进行信息交换。

任何一种计算机与各种外部设备交换信息时，其交换速度、传输方式和通讯规程，都有严格的要求。当工作性质、工作方式和速度完全不同的外部设备与之相联时，必然发生交换速度如何匹配、各种传输方式和具体通讯规程如何实现等问题。这些问题都得由接口解决，更确切地说应该由计算机

的接口和外部设备的接口共同解决。许多功能较强的计算机均有自己的标准接口或接口技术约定，并相应发展了与其密切相关的总线技术。尽管由于种类繁多的计算机各自的接口标准互不相同，使得外部设备的接口设计复杂化，而且有很大的局限性，但是，计算机的基本原理及其对外部设备接口的基本要求仍有许多共同之处：

- 1) 接口中必须有台号（设备号）或地址译码逻辑，以便主机能准确选中某台外设或接口中的某一个设备寄存器。
- 2) 接口中必须有数据输入输出缓冲器，以便接收主机代码或向主机发送代码。
- 3) 接口中必须有状态寄存器，以便主机查询和监视外部设备的工作状况。

4) 接口中必须有控制器，以便接受主机命令，使外部设备按主机的要求工作。

具备上述逻辑功能的接口，就能使其局限性和复杂性减少到很低限度，也为接口标准化提供了条件。

近年来，微处理机技术在外部设备中得到广泛的应用。许多微处理机的 I/O（输入输出）芯片，可以直接作为外部设备的接口用，使得整个外部设备的接口设计大为简化。从发展方向而言，外部设备的接口技术应该向系列化、标准化发展，并且结合总线技术加以研究。

接口可分为两大类：一是串行接口，一是并行接口。EIA-RS 232C 串行通讯接口是值得推荐的电压接口。它是美国电子工业协会（EIA）的标准接口，目前应用得较广泛。作为人机通讯的终端设备最好还要有电流型接口。很多计算机和微处理机都有字节处理能力，所以 8 位输入输出的并行接口应该标准化。为了使交换信息可靠，并且易于不同速度的匹配，这类接口多设计成“应答”式。

第2章 输入/输出设备

1 概述

输入/输出设备是计算机系统中实现人一机联系的设备的总称。输入设备的功能是将数据、指令等转换成计算机所能识别的信息送入计算机内。输出设备的功能是把计算机运算与处理的结果以某种人所能识别的形式(如数字、字母、符号、图形、图象、语音等)输出。

输入设备主要有纸带输入机、卡片输入机、光学符号阅读机、光笔—感应板的图形输入设备、声音感应板的声音输入装置、键到磁面(磁盘、磁带)输入装置以及缩微胶卷系统。传统的纸带输入机、卡片输入机具有设备成本低、输入直观等优点,虽其速度很低,但仍在大量使用。键到磁面

(磁盘、磁带)装置是近年来发展起来的一种输入设备,由于有较高的性能价格比,因而已在输入设备中占一定的比例。光学符号阅读机、光笔—感应板等输入设备因性能不够完善以及价格比较昂贵,

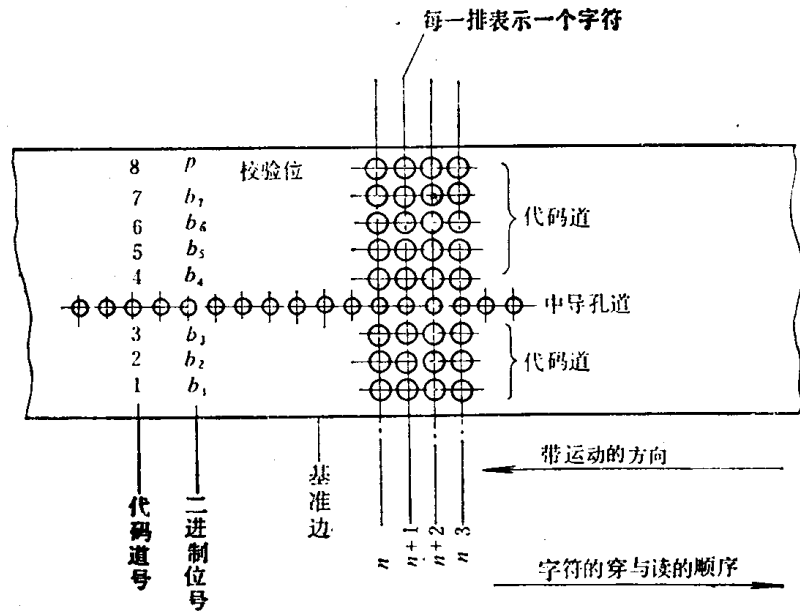


图38.2-1 二进制位、字符和道之间的关系

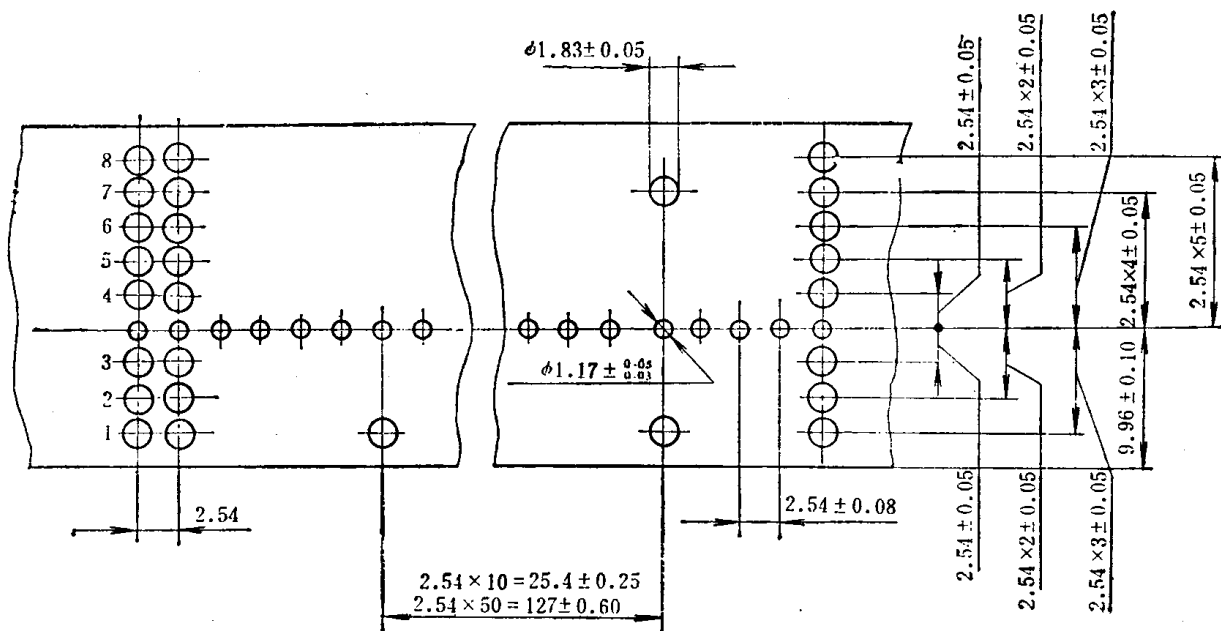


图38.2-2 穿孔纸带孔的尺寸与位置

使用范围仍然有限。尚在开发中的文字、图形、图象以及声音识别等新技术，将是输入设备的一个长远方向，各国都给予一定的重视。

输出设备有纸带穿孔机、卡片穿孔机、打印机、显示器、绘图机、声音回答装置、缩微胶卷系统等。目前前五类是主要的输出设备。打印机、卡片穿孔机是最早应用于计算机的输出设备。CRT显示器可靠性高、寿命长、操作方便、运行成本低，若附上廉价的硬拷贝机，还可将屏幕上面的信息记录下来，保存待用，因此应用非常广泛。在输出形式上，CRT可有数字、各种文字和图形等多种输出功能。

有些设备既可作为输入设备、也可作为输出设备，如电传打字机、控制台打字机、配有键盘的CRT显示器、以及配有光笔的图形显示器等。由

于用户对输入、输出设备在速度、精确度、功能及价格等方面提出了各有偏重的各种各样的要求，必然使得采用各种技术手段的多种类型和规格的外设得以并存，以满足不同的需要。

2 纸带机

纸带机有纸带输入机和纸带穿孔机两类。纸带输入机是把穿孔纸带上的穿孔信息输送给计算机的一种输入设备。纸带穿孔机是一种在纸带上穿孔的联机或脱机设备，前者（联机）用于计算机输出，后者用于制备穿孔纸带。

纸带机和计算机之间的信息传送媒体是穿孔纸带。纸带的宽度，常用的有17.5mm（通称五单位，指每排五个信息孔）及25.4mm（通称八单位）两种。通常计算机使用八单位纸带。图38.2-1给出八

表38.2-1 信息处理交换用七位编码字符国内通用代码表国家标准GB1988-80

				列								
				行	0	1	2	3	4	5	6	7
b ₇	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
b ₆	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
b ₅	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
b ₄	b ₃	b ₂	b ₁	行	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	NUL	TC ₇ (DLE)	SP	0	Ⓐ	P	,	P
0	0	0	1	1	TC ₁ (SOH)	DC ₁	1	1	A	Q	a	g
0	0	1	0	2	TC ₂ (STX)	DC ₂	"	2	B	R	b	r
0	0	1	1	3	TC ₃ (ETX)	DC ₃	¥	3	C	S	c	s
0	1	0	0	4	TC ₄ (EOT)	DC ₄	¥	4	D	T	d	t
0	1	0	1	5	TC ₅ (ENQ)	TC ₅ (NAK)	%	5	E	U	e	u
0	1	1	0	6	TC ₆ (ACK)	TC ₆ (SYN)	‰	6	F	V	f	v
0	1	1	1	7	BEL	TC ₀ (ETB)	(	7	G	W	g	w
1	0	0	0	8	FE ₀ (BS)	CAN	(	8	H	X	h	x
1	0	0	1	9	FE ₁ (HT)	EM	)	9	I	Y	i	y
1	0	1	0	10	FE ₂ (LF)	SUB	*	,	J	Z	j	z
1	0	1	1	11	FE ₃ (VT)	ESC	~	,	K	[	k	{
1	1	0	0	12	FE ₄ (FF)	IS ₁ (FS)	'	<	L	\	l	|
1	1	0	1	13	FE ₅ (CR)	IS ₃ (GS)	-	=	M	]	m	}
1	1	1	0	14	SO	IS ₂ (RS)	.	>	N	^	n	-
1	1	1	1	15	SI	IS ₀ (US)	/	?	O	-	o	DEL

单位标准穿孔纸带的有关规定。表38.2-1为七单位字符编码表。

纸带上有孔为“1”，无孔为“0”。八单位纸带上每横排有九个孔，其中一个中导孔，七个代码孔和一个奇偶校验孔。中导孔也称同步孔，在输入时，它产生读数的同步脉冲；在输入机采用应答方式传送信息时，它作为请求中断信号；在复制校对纸带时，用来引导纸带前进。奇偶校验孔用于判断输入的信息（数据）是否有错。其原理是事先人为地编排好每排孔，使除中导孔以外的穿孔数为偶数（或奇数），若在输入时出现违反上述编排的情况，则输入机立即执行“奇偶出错”停机。

纸带的缺点是信息存储密度太小，因而纸带机的输入输出速度很低，与高速电子计算机不相适应，且大量纸带保存起来也是很困难的，但由于它的结构简单，工作可靠，价格低廉，在某些不需要高速与大容量性能的设备中仍有其一定的地位。

2.1 纸带输入机

纸带输入机按其读出方式可分为机械探针式、光电式和电容式三种；按其传动方式主要可分为步进电机—星轮传动和电磁铁离合—摩擦传动两种。纸带输入机的输入速度在15~2000cps（字符/秒）之间。

2.1.1 机械探针式纸带输入机

它是由机械探针按纸带上有无信息孔来控制一组电触点，发出不同的（有、无）电信号而完成信息输入的一种装置。探针机械动作缓慢，故输入速度较低，一般约为15~100cps之间。这类设备只用于少数打印终端。

2.1.2 光电式纸带输入机

光电输入机的工作原理是把穿孔纸带由机械传动机构送到光电转换装置中，光源通过纸带上的孔照到光敏半导体上，把纸带上的孔信号转换成电信号送给计算机。

按适用的纸带长度，它可分为三种形式：

1) 有带盘的 此类输入机具有

带盘（收、放纸带用）和纸带缓冲装置（如摆杆、光电装置等），主要用于输入数据多、程序较长的计算机。

2) 有带盒的 它可使用长达60m的折叠纸带。

3) 散条式（无带盘、带盒）主要用于输入数据较少、程序较短的计算机。

采用不同的输纸方式，可获得不同的输入速度。当采用星轮输纸时，其输入速度受机械动作限制，一般不超过200cps。当采用摩擦输纸时，输入速度一般为150~500cps，最高可达2000cps。

光电输入机还可按纸带运动的起停速度，分为快启停和慢起停两种。纸带运动时，凡遇到出错、

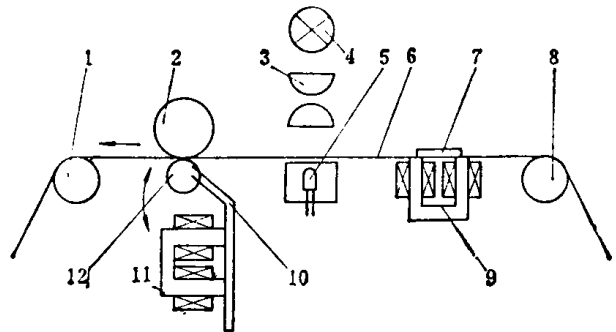


图38.2-3 光电输入机结构示意图（电磁铁离合-摩擦传动）

1—导向柱 2—传动轮 3—透镜 4—灯泡 5—光电三极管 6—穿孔纸带 7—衔铁 8—导向柱 9—制动电磁铁 10—摇臂衔铁 11—起动电磁铁 12—起动压轮

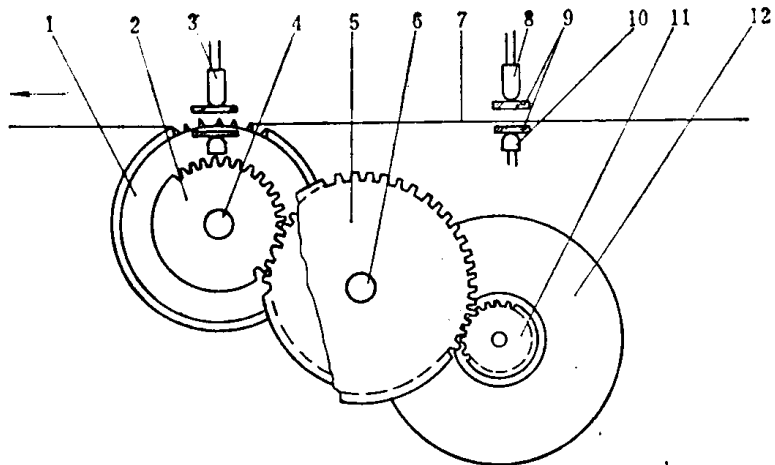


图38.2-4 光电输入机结构示意图（步进电机-星轮传动）

1—星轮 2—被动轮 3—信号孔发光二极管 4—齿轴Ⅱ 5—中间双联齿轮 6—齿轴Ⅰ 7—穿孔纸带 8—中导孔发光二极管 9—光学玻璃 10—光敏三极管 11—小齿轮 12—步进电机

结束符、缓冲区满等情况，能由同步脉冲发出停机信号，使纸带在下一个同步脉冲信号产生之前停下来的，叫快启停。目前快启停纸带输入机的停止距离一般不大于1.5mm。

慢起停输入机停机后纸带要滑行一段距离。而开机时，从启动到额定带速需1~3秒，故在纸带第一排有效信息孔出现之前，必须留一段空白，纸带经过这段空白后，带速达到正常值，方能开始读数。

使用快启停输入机，可以大大减少对内存输入缓冲区容量的要求，还满足了软件的特殊要求（随时启停），同时，也便于检查纸带错误，判断纸带停的位置是否正确。图38.2-3和38.2-4分别示出两种结构的光电输入机结构示意图。

2.1.3 电容式纸带输入机

电容式输入机和光电式输入机的结构大致相仿。工作时，穿孔纸带从电容两个极板之间通过，纸带上有孔与无孔反映为电容量的变化，此变化转换成计算机所能接受的电信号而送给计算机。

2.2 纸带穿孔机

纸带穿孔机按用途分为：

1) 手动穿孔机 这是一种带键盘的手动穿孔设备，用来脱机制备穿孔纸带，一般用于穿制原程序和初始数据，其速度在10cps左右。

2) 穿复校机 这也是一种带键盘的手动穿孔设备。它除具有穿孔功能外，尚能校对穿了孔的纸带是否有错，还能按原穿有孔的纸带复制出新的同样的纸带。

3) 穿孔输出机 这是一种没有键盘的联机设备。它接受从计算机送来的信息，通过本机的控制电路，现在在空白纸带上穿孔输出。这类输出设备的速度较高，一般在30~150cps之间。

按所用纸带分，穿孔机有17.5mm和25.4mm两种规格。某些穿孔机具有调整纸带宽度的机构，能适用于多种纸带。

2.2.1 工作原理

纸带穿孔机动作包括穿孔、抽针、输纸三个过程。穿孔信号送来后，经译码器送入穿孔驱动机构而带动各个穿孔冲针，在已定位于冲模板中的纸带

上冲出一排孔。然后，由冲针复位机构（电磁铁或弹簧）将针抽回原位。最后，输纸驱动器推动定位轮旋转一定角度，将纸带推进一个步距(2.54mm)，并准确地停留在需要的位置上，等待下次穿孔。至此，穿孔机构完成一个穿孔工作周期。

2.2.2 穿孔机结构

穿孔机主要由穿孔机头、控制驱动电路与键盘三部分组成。穿复校机尚需增加复校机头（一般采用光电机头）。输出穿孔机系联机自动穿孔，不需键盘。

常见的有三种穿孔驱动机构：

1) 拍合电磁铁式 穿孔机由拍合电磁铁驱动完成穿孔输纸过程。其缺点是噪声大，工作稳定性较差。其结构原理见图38.2-5，当冲孔磁铁7接受信号通电后，吸合冲孔杠杆6的衔铁，冲孔杠杆就将冲针4撞击上行，通过冲模板3将纸带5冲穿。动作完成后由复位弹簧8将冲孔杠杆拉回原始位置，冲针由拨针装置抽出冲模板。此时输纸星轮2进格一次把纸带向前推进一步（步距2.54mm）。

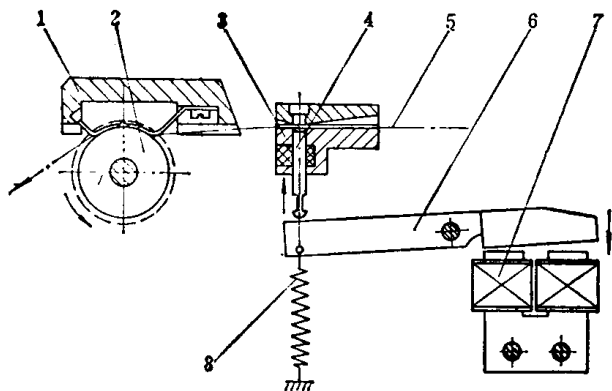


图38.2-5 拍合电磁铁式穿孔机结构原理图

1—压纸机构 2—输纸星轮 3—冲模板 4—冲针
5—纸带 6—冲孔杠杆 7—冲孔磁铁 8—杠杆复位弹簧

2) 旋转电磁铁式 此种方式，穿孔、输纸是由旋转电磁铁推动杠杆传动机构完成的，特点是噪声小。其结构原理见图38.2-6。穿孔旋转电磁铁体11接受信号通电，电枢10离开其初始位置旋转，电枢旋转的同时带动穿孔器接头连杆8，连杆把冲击力传递到穿孔针6，通过冲模板5将纸带冲穿。当旋转电磁铁撤出激磁时，复位弹簧把电枢拉回到原来的位置上，同时把冲针从纸带中抽出。输纸旋转电磁铁体此时通电，电枢离开其初始位置，电枢旋

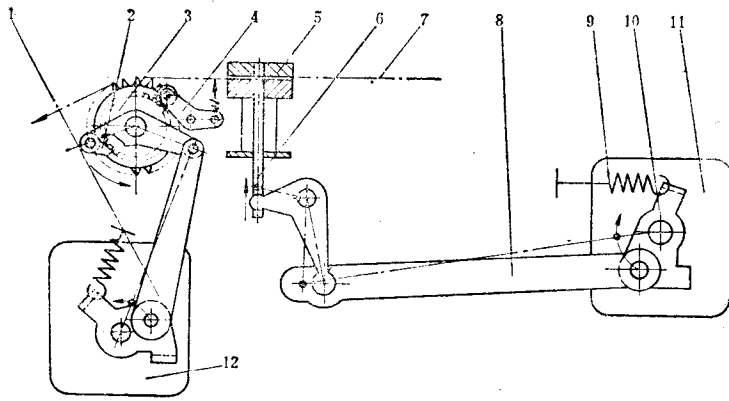


图38.2-6 旋转电磁铁式穿孔机结构原理图

- 1—输纸器接头连杆 2—输纸棘爪 3—定位输纸轮 4—定位部件
5—冲模板 6—冲针 7—纸带 8—穿孔器接头连杆 9—复位弹簧
10—电枢 11—穿孔旋转电磁铁体 12—输纸旋转电磁铁体

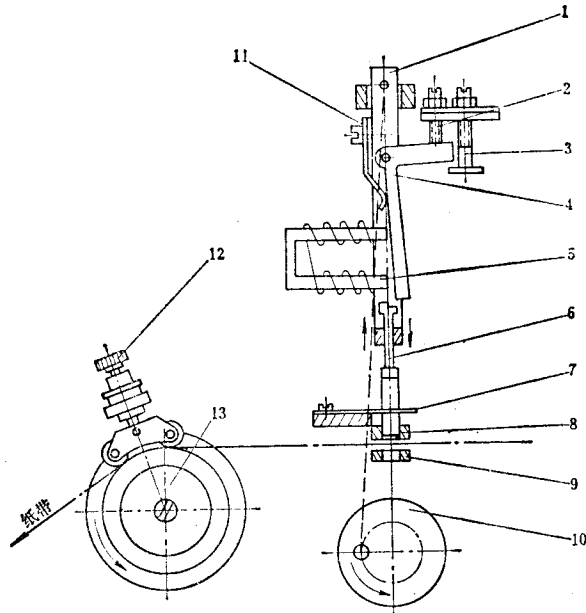


图38.2-7 电机式穿孔机结构原理图

- 1—滑板 2—上限位螺钉 3—下限位螺钉 4—摆杆 5—选择电磁铁
6—冲针 7—限止片 8—导向模板 9—冲模板 10—偏心轮 11—压簧
12—压纸机构 13—输纸轮

转带动输纸器接头连杆1，使输纸棘爪2推动定位输纸轮3前进一格，定位部件4定好位，从而完成输送一步纸带的动作。

3) 电机式 由电机带动凸轮轴，驱动冲针上下移动，在译码电磁铁的作用下进行穿孔。其特点是速度高，常为输出穿孔机所采用。其结构原理见

图38.2-7。电机带动偏心轮10转动，通过连杆(虚线所示)使滑板1上下动作。当选择电磁铁5通电时，将摆杆4吸合，使摆杆冲击冲针6，通过冲模板9将纸带冲穿。输纸步进电机带动输纸轮13，通过压纸机构12的作用，使纸带一步步前进。

3 卡片机

卡片机包括卡片输入机、卡片穿孔机。使用的卡片有两种标准规格，一种是80行穿孔卡片，另一种是96行的新型的小卡片。

图38.2-8所示为国际常用的标准卡片，长为18.7cm，宽为82.5cm。每张卡片垂直方向有80行，水平方向有12列，每行表示一个十进制的数码或字符。卡片上每个孔所代表的数字称为卡片码。由于卡片码是十进制的，故需进行译码，使之转换成二进制码才能被计算机接受。此外，为了便于排列，不易搞错，每排卡片右上角皆被切去一角。

由于卡片的记录内容直观，每张卡片是一个完整的记录，信息的插入、删除、修改都很方便，能永久保存，以及历史上的原因(卡片机先于计算机而诞生)，因而卡片机久已得到广泛的应用，目前仍为计算机的主要输入方式之一。卡片机读出速度一般为100~2000spm(张/分)，穿孔速度为12~500spm。

3.1 卡片输入机

卡片输入机的作用是把穿孔卡片上的孔信号转换成电信号输送给计算机。它的工作过程是，当接收到计算机发来的读取命令时，刮卡片将预先放在送卡箱中将欲输入的卡片一张张地刮出，由滚轮传

阵打印两种。前者是打印出完整的字符，后者以打印矩阵点来组成各种字符和图符，它们的大小和形状可以变化，这是唯一的能组成汉字的打印机。

表38.2-2列出各类打印机的分类及特性。

表38.2-2 打印机分类及特性表

打印方式	速度范围		特点		
	串行 (cps, 字/秒)	并行 (lpm, 行/分)	字形①	用纸②	
击打式	鼓式		300~1800	全	普
	链式	10~60	300~2000	全	普
	球式	10~30		全	普
	菊花瓣式	15~75		全	普
	圆柱式	10~30		全	普
	带式	30~120	100~1500	全	普
非击打式	针式	30~1000	75~600	点	普
	热敏式	20~200	100~500	点	专
	墨水喷射式	30~50	4500	点	普
	电灼式	20~240		点	专
	静电式		300~18000	点	普或专
	激光式		4000~20040	点	普或专
电子照相式		500~21000	点	普或专	

① “全”为全字符，“点”为点矩阵。

② “普”为普通纸，“专”为专用纸。

目前广为采用的主要是击打式打印机。串行输出的主要有针式、球式、菊花瓣式。这类打印机速度较低，主要适合于小型计算机及工业控制机，作控制台打印机及打印终端用。一些价格低廉、速度较高的品种，也大量用于微型计算机系统中作输出设备，例如具有回程打印功能的200cps的针式打印机等。并行输出的打印机主要有鼓式及链式，其最高速度可达2000cpm，适用于大、中、小型计算机。

非击打式印刷机一般具有噪声小、速度高以及可靠性高等特点，因而日益受到重视。但它们一般需要特殊的纸，给使用带来一定限制。其印字方式分点阵式和全字符式二类。非击打式印刷机中，静电式技术较成熟，应用较广，常作为并行高速输出设备用；热敏式因其价格较低而得到应用；电灼式价格最低，有的每台仅两百美元左右，体积只有小型半导体收音机那样大，适用于输出信息量少的微型机；墨水喷射式、激光式是近年来发展的新品种，比较引人注目。其中激光机的印刷速度可高达

21000lpm，缺点是造价太高，机构庞大，维修较复杂，影响推广。喷墨式已开始有产品，但技术仍不够成熟，有待发展。

4.1 击打式打印机

4.1.1 针式打印机

它用若干根纵向排列的针实现打印。每根针都受各自的打印电磁铁的驱动。针头横向移动时，这些针（设 m 根针）连续被击打几次（设 n 次），组成 $n \times m$ 的点矩阵，形成一个字符，通过色带打印在纸上。打印原理如图38.2-9所示。

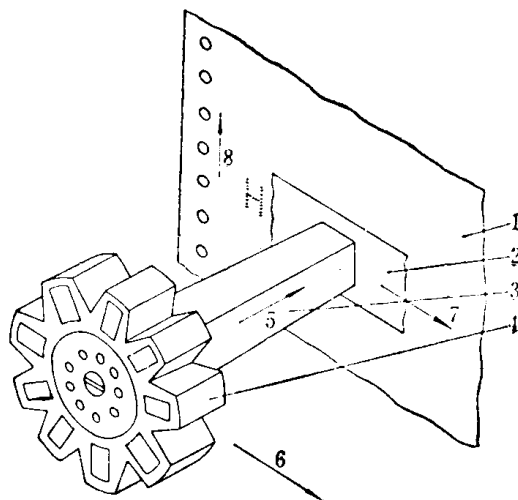


图38.2-9 针式打印机示意图

1—打字纸 2—色带 3—打字针支架 4—针驱动构件 5—打印针运动方向 6—打印头运动方向 7—色带运动方向 8—纸运动方向

打印针数一般为7或9根，单排排列，形成 5×7 、 7×7 、 7×9 点阵，也有用12根针双排排列的。汉字打印则用16、20、24根针，双排排列，形成汉字常用的 16×16 、 20×20 、 24×24 点阵。

针式打印机具有组字灵活，结构简单，功能多样（可打字符、汉字、图形图象，且字形可以变化），用途广泛（可作控制台打印机、CRT显示器的硬拷贝机、汉字打印机、小型计算机和微计算机的输出装置等）等优点，更由于价格低廉，使它成为打印机中发展最快的一类产品。

此外它是能打印汉字的唯一的一种击打式打印机，故对我国极为重要。

针式打印机一般由以下主要部分组成：打印头、打印头传动机构、色带机构、驱动与控制电路

以及机架，对于控制台打印机尚需增加键盘。

打印头是关键部件。它包括打印针、导针板、电磁铁、复位弹簧、衔铁五种很小的关键零件，如图38.2-10所示。

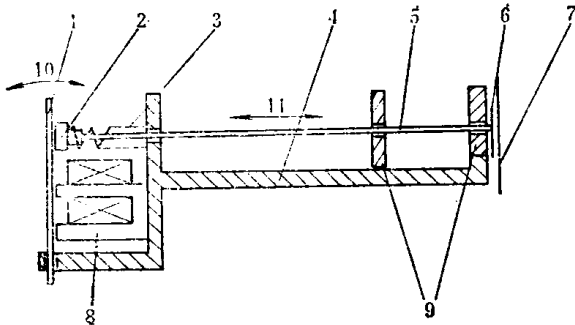


图38.2-10 拍合电磁铁式针式打印机结构示意图

- 1—衔铁片 2—针座 3—复位弹簧 4—机座 5—针
- 6—色带 7—纸 8—电磁铁 9—导针板 10—衔铁
- 运动方向 11—针运动方向

一根针的打印工作循环如下：由驱动电路向电磁铁送来一个脉冲，吸引衔铁击打打印针，针获得一定速度冲向打印色带，在纸上打一点。脉冲过后，电磁铁释放，复位弹簧使针反向退回原位，等待下次打印。

由于打印速度的提高，打印针的工作循环时间日渐缩短。以200cps的打印头为例，如果每个字占10个打印位置（一般7×7点阵），则打印针的工作循环时间只有0.5ms。因此，以上打印头的五个关键零件的设计、材料、工艺以及机头结构和驱动脉冲的电参数是决定打印质量及工作稳定性的主要因素。

打印针直径一般为0.35mm。用于汉字打印的24×24密矩阵，其直径要求在0.25mm以下。针必须有一定的弹性、韧性、易加工性与耐磨性，一般用钨铼合金丝等材料制成，导针板要求耐磨性好，一般用人造红宝石等材料制成。导针板和打印针这一对摩擦副的寿命是针式打印机的重要性能参数，一般都在1亿字以上。

电磁铁采用拍合式或螺旋管式。

打印头传动可用齿形皮带、钢丝、多头大螺矩丝杆等。走纸机构分为两种，一种是用星轮带动有边孔的打印纸；另一种是用压轮带动无边孔的普通纸。多数针式打印机两者都有。

针型控打机的电气部分由键盘、中央控制器、缓冲存储器、字符发生器、针驱动器、字车和走纸驱动器以及电源部分组成，其框图见图38.2-11。

计算机向打印机输出时，字符代码通过接口送到打印机的缓冲存储器。此后，缓存地址加1，又送下一个字符代码，一直可到将缓存存满。此后，计算机不再输出，而打字机开始打印。在中央控制器的控制下，字车（载打印头的托架）走到第一个打印字符位置，并从缓存中取出第一个字符的代码送到字符发生器。字符发生器将该字符的代码依次变换成该字符每列的打印信号，这些信号经针驱动器放大到足够的功率，驱动打印头电磁铁动作，打印出相应的字符。此后，再从缓存中取出下一个字符的代码进行打印。打印完一行后，字车自动回车到起始点，走纸驱动器驱动走纸电机，使纸上升一行的位置，便可打印下一行。

当用键盘向计算机输入指令和数据时，操作人员通过按键产生的各种字符和功能的代码被送入计算机，同时，字符代码还送入字符发生器，打印出该字符。

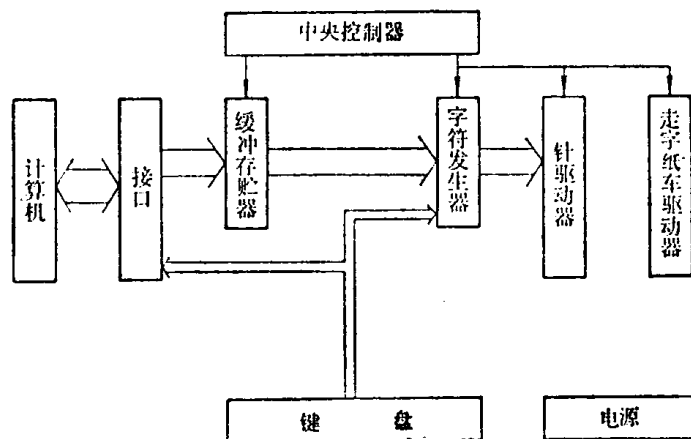


图38.2-11 针型控打机电原理方框图

新的针式打印机在电路方面多采用了微处理机与大规模集成电路，不但体积缩小，成本降低，而且使打印功能更为完善，如字形可以变化（有缩小体、放宽体、放大体与斜体），能打印曲线、图形，能打印黑白深浅程度不一的图象（图象打印机），能回程打印而使速度提高近一倍，打印头能自动选择最短路线到达需要打印的位置等。

色带机构有装在打印头上与装在机架上两种结构，色带在打印时是不停地移动的。它采用高寿命的尼龙丝织带或天然丝绸带，带宽常用为13mm，

有黑色及红、黑双色带两种。

针式打印机除上述只有一个打印头的打印机外，尚有多个打印头的打印机，以及将针沿整个行宽排列成梳状的梳式打印机，均作高速输出打印之用。

4.1.2 球式打印机

球式打印机的全部打印字符集中分布在一个球形尼龙薄壳（球头）上，球头能绕其轴心转动，并可作俯仰动作，使所选择字符对准纸面，然后球头撞击色带，在纸上印出字来。其打印原理如图38.2-12所示。

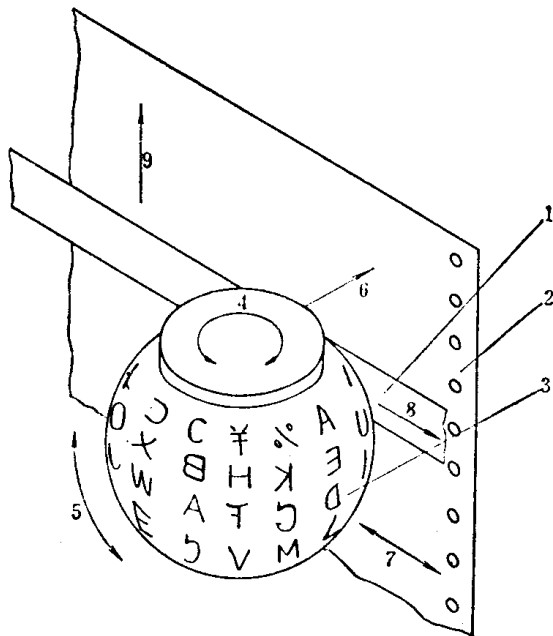


图38.2-12 球式打印机示意图

- 1—色带 2—纸 3—打印头 4—球旋转方向
- 5—球俯仰方向 6—球撞击方向 7—打印头的运动方向
- 8—色带运动方向 9—纸带运动方向

球式打印机的总体及部件组成，除打印头完全不同外，其他结构与针式打印机甚为类似。

该打印机是串行、全字符的打印装置，其速度很低，主要作终端打印机用，在银行与会计业务上使用较广。

4.1.3 鼓式打印机

鼓式打印机因其打印字符刻制在字鼓上而得名，其打印原理如图38.2-13所示。

其字符机构是一个水平放置的字鼓，在其圆柱

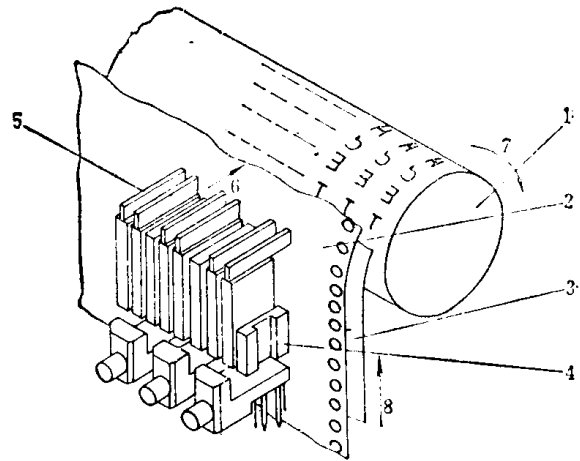


图38.2-13 鼓式打印机示意图

- 1—字鼓 2—打字纸 3—色带 4—电磁铁
- 5—击锤 6—打印锤的运动方向 7—字鼓的运动方向
- 8—纸与色带运动方向

表面上刻有一行行的字符。水平方向同一行的字符都是相同的；圆周方向的每一圈字符都是一组标准字符。字轮面对一排打印锤，打印纸和色带在字轮和打字锤中间传送。打印时，字轮旋转，当所需要的打印字符旋转到打印位置时，电子控制线路使相应的打印锤击打，将字符打印在纸上。字轮旋转一周，就能打印出所需要的一行字符。然后输纸机构走动一行，以待下一行打印。由此可知，鼓式打印机是并行输出打印。它是击打式打印机中速度最高的一种，用途广泛，但噪音较大，成本较高。

4.1.4 带式打印机

带式打印机的结构，是在一根环形金属带上刻上字模（称金属带式，Band）或在胶带上插上成套的金属活字（称胶带式，Be/t），而在它的前面或后面装上一排打印锤，每个打印锤对应一个打印位置，见图38.2-14。

打印时，整个字带作水平方向旋转。由于精确的同步控制和对打印锤前的字模进行连续的比较，故当需打印的字符经过要打的位置时，该位置的打印锤即被驱动，打在字模（打印片）上，使字模撞击色带和纸，打印出一个字符。

4.1.5 菊花瓣式打印机

菊花瓣式打印机的工作原理是：将打印字符集中压制在放射形的金属片或塑料片上。字轮片旋转到打印位置时，打印锤撞击字片、通过色带打出一

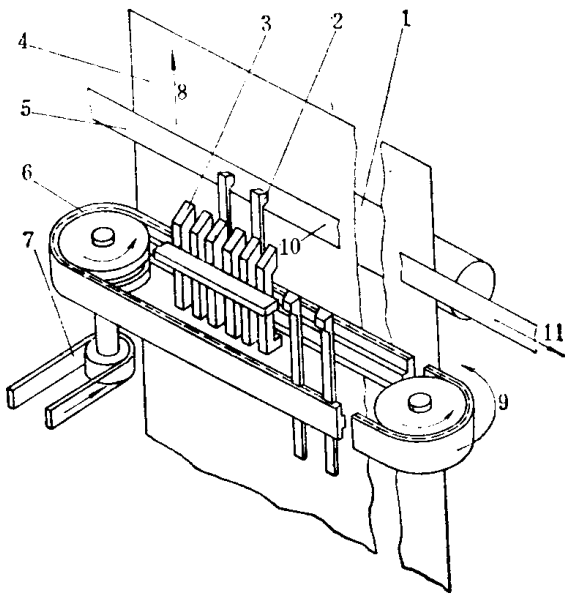


图38.2-14 带式打印机示意图

- 1—胶滚 2—打字片 3—击锤 4—打字纸 5—色带
- 6—字带 7—传动带 8—纸运动方向 9—字带运动方向
- 10—字片击打方向 11—色带运动方向

个字符，如图38.2-15所示。

菊花瓣式打印机也是一种低速、串行、全字符形打印机，主要作控制台打印机用。

4.1.6 其他击打式打印机

1) 圆柱式打印机

圆柱式打印机的打印原理是：将整套字符浮雕

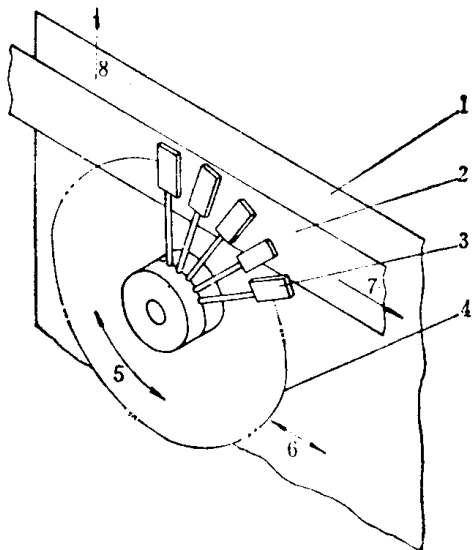


图38.2-15 菊花瓣式打印机示意图

- 1—纸 2—色带 3—臂杆端部字模 4—总共有一组字符的菊花瓣状打印字轮
- 5—打印字轮运动 6—打印头运动 7—色带运动 8—纸运动

在字符圆柱上，该圆柱可以绕其轴心转动，又能上下移动，以便将所选择的字符对准打印位置，然后向前撞击，将字符打印在纸上，如图38.2-16所示。

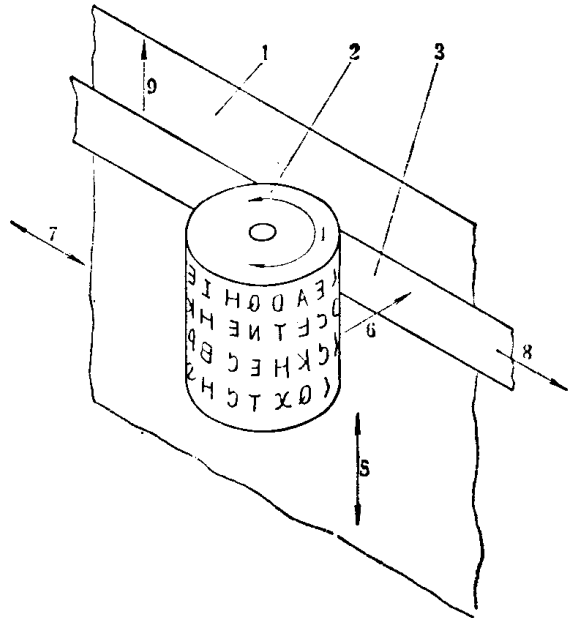


图38.2-16 圆柱式打印机示意图

- 1—纸 2—打印头 3—色带 4—打印头绕本身轴心转动方向
- 5—打印头上下移动方向 6—打印头击打方向
- 7—打印头左右运动方向 8—色带运动方向 9—纸运动方向

2) 链式打印机

其打印原理是：成套的单个字模作链式连结，成为一个字符链。此字符链由链轮传动，在一个水平面上移动。在字符链与击锤间是色带和打印纸，这与带式打印机不同。当所选择的字符通过所选择的位置时，该位置的击锤从背面撞击打印纸，使其隔着色带撞击在字符片上而打印出字符。图38.2-17示出链式打印机原理，图中未画出打字纸。

此外，尚有列阵式（与链式相近），梳式（针式的一种变形，属并行打印）等类型击打式打印机。

4.2 非击打式印刷机

4.2.1 静电印刷机

静电印刷是利用静电吸附的原理形成字符或图形。其过程可分为三步：

1) 潜象

如图38.2-18所示，将具有记录层的静电记录纸置于背板电极与记录针电极之间，并紧贴在背板

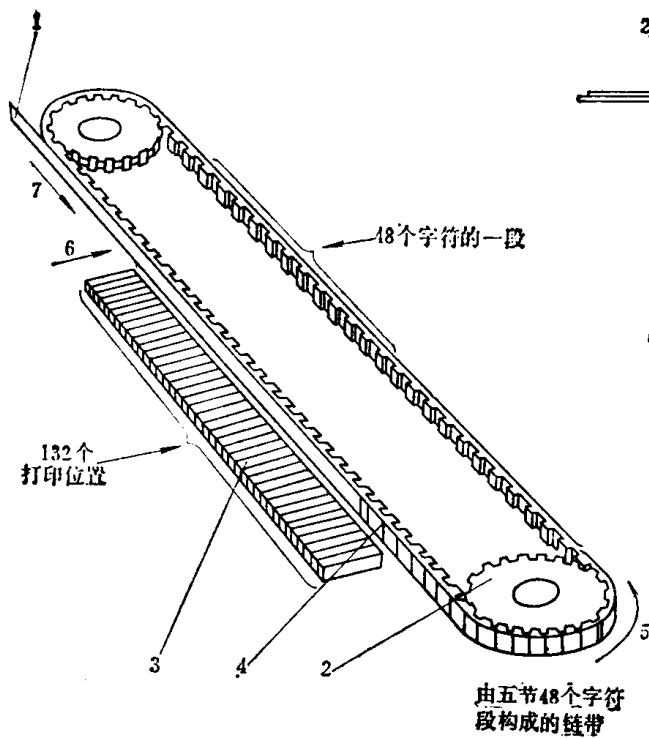


图38.2-17 链式打印机示意图

1—色带 2—传动轮 3—击锤 4—链带 5—链带运动方向
6—击锤运动方向 7—色带运动方向

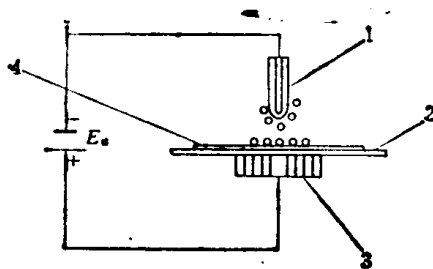


图38.2-18 静电记录原理图

1—记录针电极 2—记录纸 3—背板电极
4—记录层

电极上,在外加电压 E_0 的作用下,两电极间将引起电晕放电,即背电极与记录电极间的间隙内的气体被电场所电离,并在电场力的作用下产生离子的定向移动,负离子沉积到记录层的表面而形成静电潜象。

一定的电极间隙具有一定的电离放电电压,根据试验,在间隙为 8μ 时具有最低的电离放电电压,此值大约在 $350V$ 左右(与大气压有关)。由于纸的表面粗糙,间隙值实际上是有变化的,故一般使用的静电记录电压多在 $400V$ 以上。

静电纸通常为二层、三层、或四层组成,如图38.2-19所示。

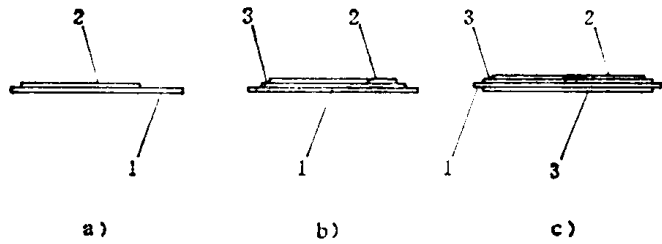


图38.2-19 静电记录纸的构成

a) 二层记录纸 b) 三层记录纸 c) 四层记录纸
1—基纸 2—记录层 3—导电层

基纸是记录纸的支持体,其厚度约为 $50\sim 70\mu$,需要具有一定的导电性,而且不因环境湿度的变化而降低。因此,二层记录纸的基纸要经过低阻处理,即在基纸中侵入或掺入导电性材料。三层、四层的静电纸则用普通纸作基纸,因为它增加了导电层,导电层也叫低阻层,其厚度约为 $1\sim 3\mu$,一般由半导体材料或无机盐类构成。

使静电记录纸带电的方式一般有三种,即正面控制、背面控制和两面控制,其原理如图38.2-20所示。

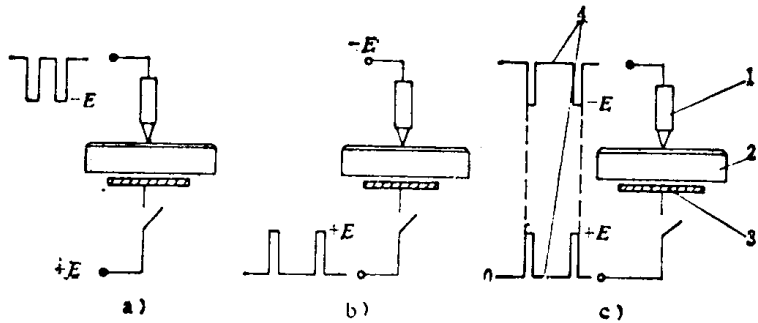


图38.2-20 静电印刷的加电压方式

a) 正面控制 b) 背面控制 c) 两面控制
1—针电极 2—纸 3—背板电极 4—记录电压脉冲

除上述把针和背板分别排列在静电纸的两边外,近年来的产品大多把针与背板改为一体,装设在记录纸带有记录层的一面,它适用于三层结构的记录纸,如图38.2-21所示。

2) 显影

在已形成潜象的记录纸表面吸附具有相反极性的有色微粒而显出可见图象叫显影。其方法有两种:

(1) 干法显影 带有静电潜象的记录纸,从装有显影粉的粉盒中通过,其记录面与显影粉直接接触,吸附有色微粒而实现显影。

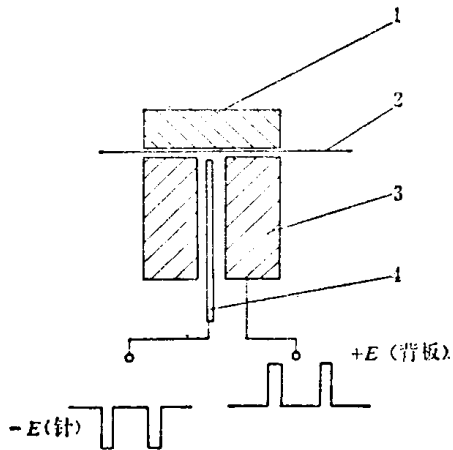


图38.2-21 针与背板在同一侧的方式
1—压条 2—纸 3—背板电极 4—针电极

(2) 湿法显影 带有静电潜象的记录纸通过显影液，显影液里带电荷的有色微粒被吸附在纸的表面，实现显影。

3) 定影

定影是将已显示图象的静电纸经加热或干燥而将图象固定在纸上。定影方法亦有两种：

- (1) 用红外线或碘钨灯直接烘烤。
- (2) 采用热辊定影。

静电印刷机是基于上述原理而设计的，其结构如图38.2-22所示。

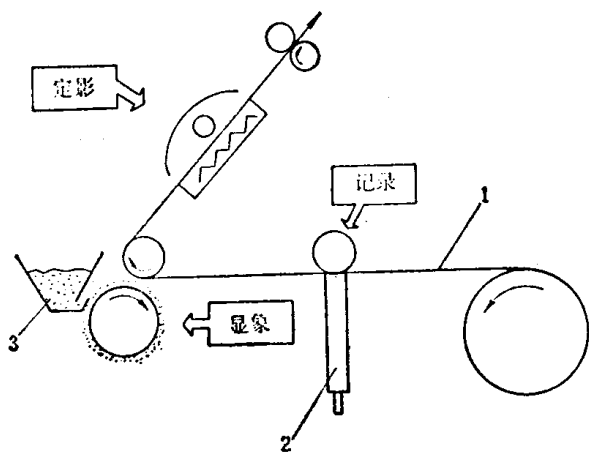


图38.2-22 静电印刷机结构示意图
1—记录纸 2—多针头记录头 3—显影剂

静电印刷机技术成熟、性能稳定、速度高、噪音小，因而使用甚广，尤其适作汉字和图形输出。缺点是静电记录纸价格较贵，影响其使用范围。近年来，已研制出采用转印技术的静电印刷机，它不需要专用的静电纸。

4.2.2 热敏式印刷机

热敏印刷原理如图38.2-23所示。热敏印字头由按矩阵形式排列的象素（点式和矢量式）型加热元件所构成。工作时，印字头接触感热记录纸，根据印字信息控制加热元件的瞬时发热，使感热记录纸受热显色，在纸上印出点阵组成的字符。

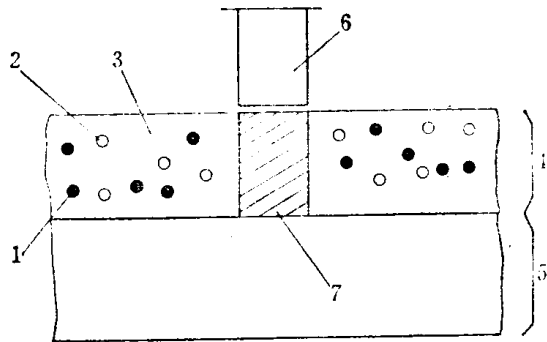


图38.2-23 热敏印刷原理图
1—显色色素 2—显色剂 3—结合剂 4—显色层
5—基纸层 6—加热元件 7—显色部分

如上图所示，感热记录纸的构造，是把含有两种热敏显色物质（显色色素和显色剂）的显色层均匀地涂布在基纸上，在显色层上加热时，显色色素和显色剂溶解而产生显色反应。热敏印字拷贝保存性较差，对紫外线和某些药品特别敏感，故保存时应十分注意。热敏纸有金属发色型和染料发色型两种，其中后者的对比度较好。目前，正在研制有一次复印二份与二色记录的热敏纸。

热敏印字头有三种类型：

1) 薄膜型 一般是采用热附着技术，在特殊的陶瓷基板上形成 SnO_2 , NiCr , Ta_2N , TaSi 等发热电阻层，见图38.2-24。

2) 厚膜型 按照投影印刷技术，在基板上形

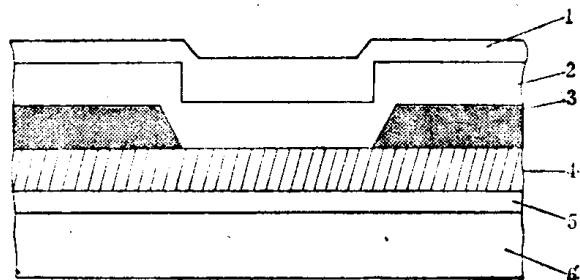


图38.2-24 薄膜头的基本结构图
1—耐磨耗层 2—耐酸化层 3—导体层
4—电阻层 5—抛光玻璃层 6—基板

成厚膜电阻层。

3) 半导体型 使用单片式集成电路制造技术, 在硅片中形成扩散层作为发热体。

热敏式印刷机的主要特点是:

1) 印字头小, 整个印字系统结构简单, 重量轻。

2) 噪音很低, 印字分辨率高。

3) 记录纸要用特殊纸, 其价格比普通纸略高。

4) 印字拷贝有一定的保存期限, 过期将褪色。

5) 因热敏特性与时间有关, 故热敏印字速度受到限制。

4.2.3 电灼式(电敏式)印刷机

电灼式印刷机原理是利用记录针放电而融化金属薄层, 形成字符。电灼记录纸的基纸上面为碳黑着色层, 着色层上面涂有极薄(1μ左右)的银白色铝薄膜导电层。当电路处于导通状态时, 记录针在记录纸上的接触面积比电路电极下的接触面小很多, 因此, 记录针和铝膜层间的电流密度比电路电极下的要大很多, 由于放电和发热产生瞬间燃烧的结果, 记录针下的铝膜层被灼掉, 露出黑色的着色层。各记录针的放电是受字符发生器的控制, 因而形成由黑色点阵组成的字符。

电灼式印刷机的设备成本很低, 体积很小, 结构简单, 其缺点是要使用价格比普通纸高数倍的铝膜纸, 故使用成本比较高。

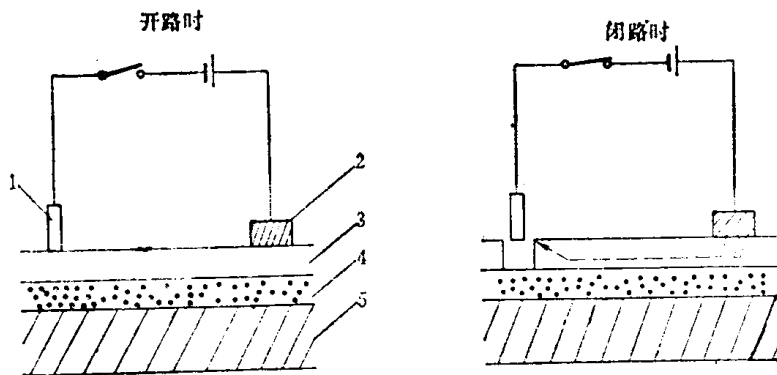


图38.2-25 电灼式印刷原理图

1—记录针 2—电路电极 3—导电层 4—着色层 5—基纸层

4.2.4 喷墨印刷机

喷墨技术是六十年代才应用于计算机领域的一种新兴的印刷技术。与击打式印刷机相比, 其显著特点是噪音很小, 印刷速度很高。按其工作方式的

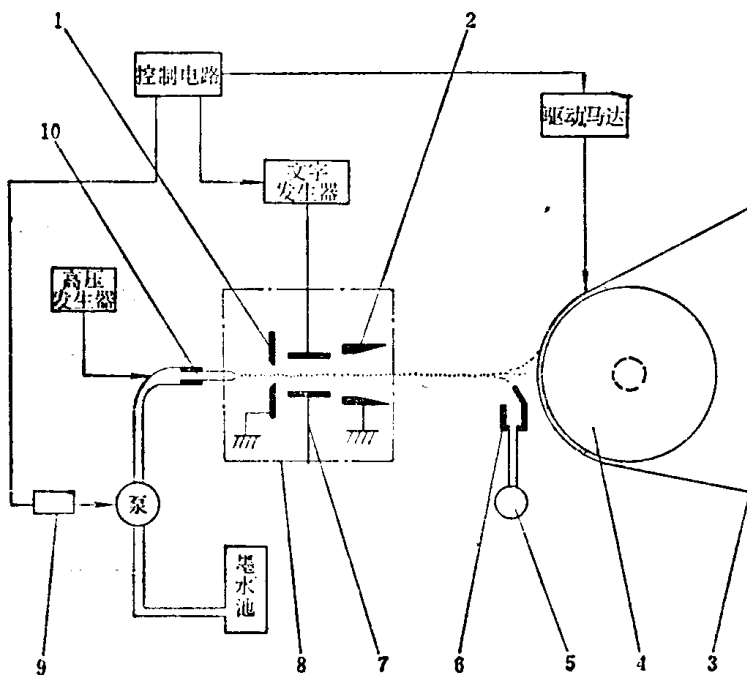


图38.2-26 电场控制式喷墨印刷机结构图

1—加速电极 2—屏蔽电极 3—记录纸 4—压纸卷筒 5—墨水收集容器 6—靶 7—偏转电极 8—发射体(记录头部分) 9—泵驱动电路 10—喷嘴

不同, 可大致分为电场控制式、电荷控制式、随机喷墨式和墨水雾控制式等四种。前三种已有产品, 现简述如下。

1) 电场控制式(或称低压方式)

电场控制式是利用高速运动的带电墨滴穿过变化的电场时, 运动轨迹会随之变化的原理而制成的印刷机。其工作方法是给喷嘴内的墨水施加微小的压力(20~100gf/cm²), 使喷嘴口的墨水呈凸出的球面, 然后在设置于喷嘴前面的加速电极与喷嘴之间施以强电场, 使墨水形成一定大小的微粒, 并带有一定的电荷离开喷嘴, 穿过x偏转板和y偏转板向前喷出。若x、y偏转板按字符的需要分别改变其间的电压, 则通过x、y偏转板的墨水微粒就会按字符的需要改变其运动轨迹, 在记录纸上