

# 提高打印机速度及图形打印质量的关键问题研究

王晓琳, 张宇华

(上海交通大学生命科学技术学院, 上海 200030)

**摘要:** 研究提高针式打印机打印速度及图形打印质量的关键技术。通过对打印机工作机理的分析, 确定了打印机出针频率与打印头运行速度之间的关系。按照这一关系, 同时提高打印头的运动速度和出针频率, 并恰当控制打印头每行的初始出针时间, 能有效提高打印速度及图形打印质量。

**关键词:** 针式打印机; 出针频率; 打印头速度; 图形打印质量

中图分类号: TP334.8 文献标识码: B

## 1 引言

在金融、交通、公安等许多行业和系统中, 需要打印大量表格、卡片、簿本和多联票据。针式打印机因其打印力度大、幅面大等独具的优点而得到广泛的应用。但它仍存在两方面的不足, 一是打印速度较慢, 二是高速打印时行与行之间的对准程度(打印术语中称之为“垂直度”)差, 难以满足实际应用中用户提出的越来越高的工作效率及图形打印质量的要求。在影响针式打印机打印速度及图形打印质量的诸因素中, 正确地确定打印机出针频率与打印头运行速度之间的关系, 并恰当控制打印过程具有决定性的意义。从这个意义上说, 这是针式打印机制造厂商的核心技术, 国内尚未见到有关报道。因此, 本文重点研究针式打印机出针频率与打印头运行速度之间的关系以及提高图形打印质量的关键技术问题。

## 2 决定打印速度及图形打印质量的关键因素的分析

### 2.1 针式打印机打印过程简析

#### 2.1.1 字的形成

目前常用的24针打印机, 其打印头上有两列共24根直径为0.2mm的针。打印时, 针击打色带在纸上留下一个黑点, 打出的每个字都是由点阵

组成的。点阵来源有两条途径, 一是根据计算机发来的代码取自打印机的点阵字库(字符打印方式), 二是计算机直接发给打印机点阵数据(图形打印方式)。这些打印数据输给打印头, 对应每根针是0或是1。在打印头移动过程中, 打印针根据点阵数据击打与否就形成了字。

#### 2.1.2 打印过程

计算机发来的打印数据经打印机的CPU处理后放入RAM中, 启动步进马达1, 驱动打印头作匀速移动, 同时CPU根据打印数据驱动打印针, 打印出一行数据, 步进马达3, 使打印纸移动一个行距, 进行下一行的打印。步进马达2使打印头上下移动, 调整打印头与纸之间的间隙, 以保证打印质量。见图1。

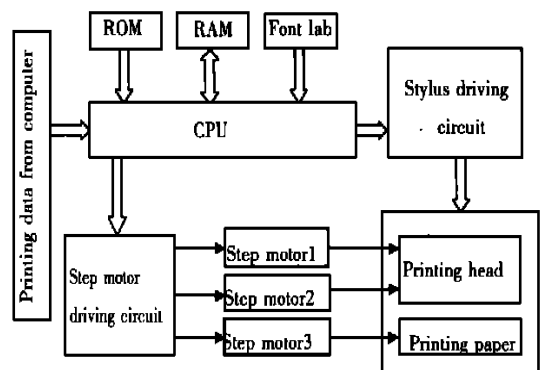


Fig. 1 Basic framework of stylus printer

## 2.2 决定打印速度及图形打印质量的关键因素

打印机工作时, 打印头由步进马达 1 驱动匀速移动, 打印针按一定频率击打纸面。打印不同字体时, 打印头的移动速度不同。例如, 设定某一出针频率后, 中、西文信函体是 360dpi (dpi: 横向每英寸的击打点数), 中文草体是 180dpi, 西文草体是 120dpi。打印头的速度依次增加, 它们对应的步进马达 1 的驱动速度分别是: 1802pps、1802pps、2703pps (pps: 脉冲数/秒)。其中 360dpi 马达是 1-2 励磁, 180dpi 和 120dpi 是 2-2 励磁。所以信函体较中文草体慢一半。

在 120dpi 时, 将步进马达 1 的驱动速度由 2703pps 改变为 2400pps, 打印的结果是字型横向变窄; 将步进马达 1 的驱动速度改变为 3000pps 时, 打印的结果是字型横向变宽。马达 1 的工作速度与打印针的驱动频率必须满足一定的函数关系, 否则字体将变形。因此, 出针频率与打印头运动速度之间的关系是决定打印速度与图形打印质量的关键因素。

## 3 出针频率与打印头运动速度之间的关系

### 3.1 关系的确定

基于上述分析, 以某 24 针打印机为例, 其步进马达 1 输出一针, 打印头移动  $(1/90)$  inch, 设所用时间为  $t_r$ 。又设打印针的驱动周期为  $t_p$ , 击打点的间距为  $d$ ,  $d = 1/\text{dpi}$ 。多次试验表明, 出针频率

与打印头运动速度满足下述关系:

$$\frac{d}{t_p} = \frac{1/90}{t_r}$$

则

$$t_r = \frac{t_p}{90d}$$

$t_r$  时间马达输出一针, 设一秒针输出步数为  $n$ , 则马达速度为:

$$n = \frac{1}{t_r} = \frac{90d}{t_p} \quad (1)$$

由此可见, 在保证字型不变的前提下, 对应一个驱动频率, 可以改变 dpi 值和马达速度; 对应一个 dpi 值, 也可以改变针驱动频率和马达速度。一般情况下, 打印机的出针频率是固定的, 而打印速度可以选择。

实际应用中, 当选定某一出针频率后, 考虑到马达驱动力矩在传递过程中机械结构存在误差, 马达驱动速度的取值在式(1)的计算结果上进行微调。

### 3.2 出针频率与打印头运动速度关系的验证

为验证式(1)的正确性, 以某 24 针打印机为例, 根据其出厂时打印头出针频率的设置, 按式(1)计算在打印西文草体(dpi 值为 120)、中文草体(dpi 值为 180)和西文及中文的信函体(dpi 值为 360)时马达 1 的驱动速度, 并与其原始驱动程序中的取值相比, 见表 1。出厂时, 其打印头出针周期  $t_p$  取  $278\mu\text{s}$ 。

Table 1 The contrast between the practical and the calculated speed of printing head

Font / dpi	The calculated speed $n / \text{pps}$		The practical speed $n / \text{pps}$	The excitation mode
	$t_p = 278\mu\text{s}$	$t_p = 277\mu\text{s}$		
120	2698	2707	2703	PH2-2
180	1798	1805	1802	PH2-2
360	1798	1805	1802	PH1-2
160	2023	2031	2028	PH2-2
240	1349	1354	1351	PH2-2

从表 1 可看出, 对应各种 dpi 值(亦即  $d$  值), 打印头驱动马达 1 的实际工作速度与按(1)计算结果略有差别, 它取  $t_p = 278\mu\text{s}$  和  $t_p = 277\mu\text{s}$  计算值的中间值。

## 4 提速后确保图形打印质量问题

上述研究表明, 在满足式(1)的条件下, 同时提高步进马达 1 的运动速度和打印头出针的驱动频率, 可以提高打印机打印速度。然而, 在实际应

用中, 还必须根据打印头系统的响应过程来确定系统的控制策略, 从而保证提速后也能够获得较高的图形打印质量。

垂直度是指打印头由左向右打印和由右向左打印两行的对齐程度, 是衡量打印图形打印质量的基本指标。打印机在图形打印的情况下, 双向打印时行之间必须对齐, 否则行错开图形变形。一般情况下, 垂直度调整的方法是: 以从左向右打印为准, 适当延迟从右向左打印第一针的出针时间。从理论上讲, 由于出针频率恒定, 只要第一针对齐,

则一行应全部对齐。但是垂直度调整后打印结果往往如图 2 所示,两行中间是对齐的,但是两头

错开。这在双向高速打印(120dpi 或 180dpi)时尤为明显。现有针式打印机都存在这种问题。



Fig. 2 The result of bidirectional printing with high speed

产生上述问题的原因可以从打印头运动及运行过程中系统的响应过程得到解释。已从左向右打印为例,打印开始时,为避免失步,马达以其能够响应而不失步的最高步进频率启动,然后加速,加速度递减,直至达到工作速度。在此过程中,步进马达每次加速,打印头系统都相当于得到一个阶越激励,系统必然经历一个如图 3 所示的响应过程。当打印头达到工作速度时,如果系统对上一次的激励的响应还未达到平衡,即打印头达到工作速度后系统的响应过程还未结束,此时出针,则打印点是随机的,打印间隔就不均匀。而在行的中间和末尾,马达已恒速运行,打印间隔则是均匀的。同理,当从右向左打印时,依然存在这种情况。这就造成一行两端的垂直度较差。由图中可以看出两端不对齐的程度也不一样,这是因为向右和向左打印的机械状况不同。

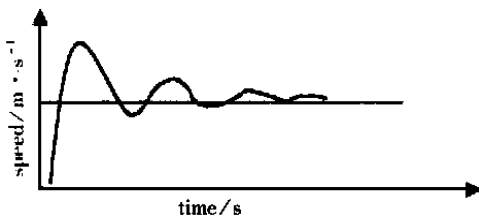


Fig. 3 The response of step-motor

上述问题可以通过下述两个步骤克服。

①开环工作的步进马达加速度曲线近似为倒

参考文献:

- [1] 杨俊,赵继文.点阵打印机原理与故障检修大全[M].西安:陕西电子编辑部,1989.  
[2] 刘宣廷.步进电机及其驱动控制系统[M].哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,1997.

指数曲线。因此,在软件中应力争步进马达的加速度曲线上升部分尽量接近倒指数曲线,并尽可能以最少的步数达到工作速度。达到工作速度后,在保证正确的打印位置的前提下,适当延迟出针时间,等待系统趋于平衡,再出针打印。

②恰当确定奇偶针的出针时间。24 针打印机的打印头上的 24 根针分成奇偶两列,两列针之间的距离为  $0.05\text{inch}$ 。当从左向右打印一行时,奇针先出针,打印头移动  $0.05\text{inch}$  后偶针出针,偶针较奇针延时的时间为  $\Delta t$  则  $d: t_p = 0.05: \Delta t$ 。若  $t_p = 270\mu\text{s}$ ,  $d = (1/120)\text{inch}$ , 则  $\Delta t = 1620\mu\text{s}$ , 这一时间由定时器控制。

为稳定打印头工作速度,并微调一行的左右打印位置,打印头达到工作速度时,并未立即出针,要延时一段时间。设奇针延时  $T_{\text{odd}}$ , 那么,偶针延时应为  $T_{\text{even}} = T_{\text{odd}} + \Delta t_0$ 。

## 5 结 论

本文研究内容已应用于新型打印机的研制与开发之中,应用结果表明:根据本文确定出的打印机出针频率与打印头运行速度之间的关系,恰当地控制打印机出针过程,有效地提高了针式打印机的打印速度及图形打印质量。

## Key problems of raising the printing speed and improving the graphic printing quality of stylus printer

WANG Xiao-lin, ZHANG Yu-hua

*(Life Science and Technology College of Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200030, China)*

**Abstract:** The key techniques of raising the printing speed and improving the graphic printing quality of stylus printer are studied. The relation equation between the stylus beating frequency and the motion speed of printer head is derived from the analysis of the mechanism of stylus printer and validated by experience. According to the derived equation, raising the stylus beating frequency and the motion speed of printer head simultaneously and properly controlling the first beating time of the stylus in each row printing, one can effectively raise the printing speed and improve the graphic printing quality of stylus printer.

**Key words:** stylus printer; stylus beating frequency; motion speed of printing head; graphic printing quality

作者简介: 王晓琳(1964-), 女, 广西浦北人。1986年7月毕业于天津大学精密仪器系, 获工学学士学位, 1993年3月毕业于中国科学院长春光学精密机械研究所研究生部, 获工学硕士学位。1986年8月至1995年2月在长春光学精密机械研究所第十八研究室工作, 现在上海交通大学生命科学院生物医学仪器研究所从事教学与科研工作。在国内外学术期刊上发表论文近30篇。研究领域: 计算机控制技术、测试计量技术及仪器、打印机技术、生物医学仪器工程。