

高精度激光照排机电控设计及实现

郭凤珠

(中国科学院长春光学精密机械研究所, 长春 130022)

摘要 本论文采用 MCS51 单片机设计和实现了照排机电控设计, 主副扫描控制采用了目前国内照排机没有实现的方案。在主扫描控制中, 由于去掉光栅, 使结构简化, 提高了仪器的可靠性; 在副扫描控制中, 为提高步进电机运行精度, 实现对步进电机细分控制。由于采用单片机, 照排机可以实现不同分辨率的扫描控制, 以满足用户的不同需要, 从而提高了照排机的智能化水平。本论文为今后进一步开发能够满足彩色印刷需要的高精度激光照排机奠定了技术基础。

关键词: 激光照排机; 扫描系统; 光学编码器; 步进电机

1 绪 论

激光照排机是集光、机、电于一体的精密设备, 是计算机激光照排系统的主要输出设备。激光照排机的问世及应用, 为印刷行业开拓了新的纪元。

计算机激光照排系统, 简言之, 就是利用计算机照相排版, 以取代传统的铅字印刷。激光照排机的主要功能是把计算机输出的文字或图像的点阵变成相应的激光信息, 再通过一定的扫描方式, 在感光的底片上曝光成像, 以得到精密的制版底片, 供制版印刷。

激光照排机自从 1976 年由英国 Montype 公司首先推出以来, 发展速度很快。目前激光照排机的发展趋势, 基本上向两个方向发展, 一是高精度、多分辨率, 主要用于高精度文字、图像印刷和彩色印刷; 二是向普及型发展, 满足一般印刷质量的要求, 这种机型向小型化、台式发展。目前国内激光照排机生产厂家生产照排机有两种, 一种是平板转镜式照排机, 连续扫描、连续收片; 另一种是滚筒式照排机, 单张上、下片, 这两种照排机各有优缺点。它们的技术指标还都只达到了一般印刷的要求。

随着印刷工业的发展, 为了适应高档印刷和彩色印刷的需要, 有必要研制高精度, 高分辨率的激光照排机。

所谓高精度是指具有较小的版面相对误差, 一般在高档彩色印刷中, 版面重复精度不能超过 ± 5 个 μm 。而目前的普通照排机的版面重复误差为几百 μm 。分辨率是指在单位长度上所包含的点(线)数, 高分辨率的指标为 40、60、80 线/毫米。这里所谈到的高精度照排机是在综合了国内外激光照排机优点的基础上研制的照排机模型。我们称它为转镜式连续输片平台式照排

机。这种照排机的工作过程为：当光学系统进行扫描时，真空泵把胶片吸附在真空板上，相对扫描系统静止不动，当扫描完一版后，真空泵停止工作，放下胶片，再由收片电机把刚刚扫完的一版胶片收进收片盒，并拉出新的一版，然后重复上一次工作循环。

主要性能指标：

扫描方式：转镜扫描

光源：He—Ne 激光器(6328 Å)

运动方式：扫描器运动

走片方式：连续走片(真空吸附)

分辨率：40 线、60 线/毫米

重复精度：小于 $\pm 5\mu\text{m}$

2 激光照排机电控原理

我们把激光照排机比作机械扫描式电视机更易于理解。激光照排机里的氦氖激光器、声光调制器及控制电路相当于电视机里的视频通道。同步电动机、扫描棱镜及其相应的控制电路相当于电视机里的行扫描，而步进电机驱动的光学平台相当于电视机里的场扫描，这样就把计算机里存储的文字及图像内容曝光的胶片上，相当于电视图像显示在显象管的屏幕上一样。

激光照排机的光源是由氦氖激光器产生的稳定光。激光器发出的光束，通过声光调制器，发生衍射，被分成 0 级光和 1 级光，当声光调制器的输入信号为高电平时，激光光强 60% 以上衍射为 1 级光；为低电平时不发生衍射，激光光强全部为 0 级光。由计算机来的文字信息，接到声光调制器的输入端，声光调制器相当于激光的高速开关，达到文字信息在胶片上曝光的目的。

扫描棱镜转过一周，在胶片上扫过一条线，拖动棱镜的是一个同步电动机，叫扫描电机。驱动光学平台的是步进电机，它能够正转和反转运行，收片电机在每一版扫描完成后工作，把胶片收进片盒。

本论文采用单片机设计和实现了激光照排机电控系统。为了提高照排精度，减小版面重复误差，着重在主付扫描控制上做了实验研究，为今后开发新一代的能够满足彩色印刷的高精度激光照排机奠定技术基础。因此，在查阅了大量国内外激光照排机技术资料后，与导师和课题组有关老师商讨，在以下三个方面，与现有照排机相比，进行了改进和提高。

2.1 主扫描控制

前几代照排机主扫描控制主要是在扫描电机轴上装带一个圆光栅，利用光栅信号控制打点的物理位置。但是，宽幅面、高分辨率的照排机，要求扫描电机转速较高，而光栅不能响应较高的转速。因而，我们采用了倾斜误差自动补偿的光学扫描系统，允许轴系晃动，但是，光栅是不允许轴系晃动的，因而不能再用光栅来进行物理定位，这就要求扫描电机及其驱动电路具有较高的精度和速度稳定性。我们采用具有高稳速精度的扫描电机，设计了 § 4—5 中所介绍的相应的驱动电路，利用单片机晶振时钟，产生扫描电机工作的时钟，具有很高的稳定性，从而代替了光栅。可见，扫描控制比以前的照排机更加可靠、简化了，而且精度能够满足高分辨率的要求。

2.2 副扫描控制

以前的照排机走片电机驱动完全由硬件电路实现，电路比较庞大，改动起来不方便。因而，

我们采用能够接收数字量的步进电机完成付扫描,用单片机 8031 控制步进电机的工作,可以由程序来改变步进机的速度,灵活方便。

用 D/A 细分驱动步进电机,充分利用步进电机的特性,降低了噪声,使步进机运行更加平稳、准确,进一步提高了线间距的均匀程度,减小了版面重复误差,最后的实验测试数据充分证明了这一点。

2.3 仪器的智能化

以前的照排机,一种型号只能完成一种分辨率的扫描,不能满足用户的不同要求,我们采用单片机,可以由软件来改变主付扫描速度,实现不同分辨率的扫描,满足不同档次印刷的需要。在机械传动中,由于机械加工和安装带来系统的固有误差,我们在电路中设置微调开关,由软件实现速度的微小改变,以弥补机械结构上的差异。可见,这种控制方式提高了照排机智能化水平。

3 电控系统设计及实现

3.1 电源

照排机所需交流电源为经过交流稳压器稳压的 220V, 50Hz 电源,最大功率不超过 250W。根据实际需要,设计产生了 7 路电源。同时,用八输入与非门 74LS30 来监测各种电源输出是否正常,把这部分电路称为报警电路。

3.2 微机及其接口

电路中 8031 单片机作为 CPU, 2764EPROM 作为外程序存储器, 74LS373 作为地址锁存器。2764 是具有 8K 字节存储单元的芯片,其数据线直接和 8031 的 BUS 总线相连,地址线的低 8 位通过锁存器接向 8031 的 BIS 总线,高五位连向 P_2 端口,所占地址空间为 0000H ~ 1FFFH, 8031 每次复位后就自动从 2764 的 0 号单元开始取出指令,执行程序。

电路中接有两个 I/O 口, 373 为输出口,控制二极管发光状态, 244 作为输入口,接收分辨率选择开关信号,速度微调开关信号和光电耦合开关信号。CPU 通过读写这些 I/O 信号,控制程序的跳转和二极管的状态。

3.3 副扫描控制

细分是驱动步进电机的一种方法,所谓细分就是通过把每一相线圈的电流分成相等的较小分量。进而实现把步进电机的一整步分成若干数目的较小步的方法。以 D/A 数模转换器做为驱动电路的前体是比较新型的细分方式,这种方式对充分利用步进电机的特性有很多优点,比如可以按步进电机的非线性(电机转角与激磁电流成非线性)由微机控制输入给 D/A 的数字量最后通过放大和驱动级实现步进电机转角线性化,同时细分级可以做得很多,从而使电机近于平滑运行。

这里把步进电机四相线圈分成两组,每一组分别由一个 DAC0832 做为驱动电路的前体,细分原理如图示。

由于两组线圈的每一组硬件均相同,在此仅讨论其中一组的硬件部分。

带 8 位数据锁存器的 DAC0832 给细分电路提供一参考电压, 8031 通过译码器产生的片选信号向 DAC 写入数字量,当 8031 把相控数字量送入锁存器时,电压从 DAC 转换器的输出端输出,这部分电压提供到电流控制电路。

电流控制电路的另一路输入信号来自敏感电阻(R_1 和 R_2),不论参考量何时增加,被选中

的步进电机线圈电流上升,当电流达到适当值时,电压通过敏感电阻下降,使之等于参考量,同时反馈回路达到稳定状态。同样,无论何时参考电压下降,被选中的步进机线圈电流下降,直到电流降到一适当值时,反馈环稳定为止。

用程序控制功放的工作,它们经锁存器来驱动步进电机的线圈。

可见这种细分电路用两个 D/A 转换元件,控制了四相线圈的电流,较通常的 D/A 细分电路,减少 D/A 转换器的个数,简化了结构。

用程序控制完成细分工作,程序产生两路电流波形,分别控制相关的时序,图 2 给出了细分电路的时序关系。

此时,步进机工作在四相双四拍,步距角为 1.8° ,平台前进 1mm ,步进机走 150 大步,即步进机走 1 大步,平台前进 $6.6\mu\text{m}$ 。20 细分后,步进机走 1 小步,平台前进 $0.3\mu\text{m}$ 。

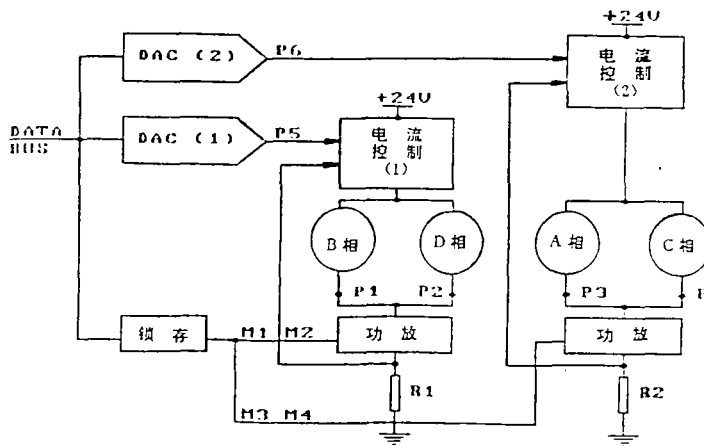


图 1 步进电机细分驱动原理框图

3.4 主扫描控制

本实验采用高稳速精度的扫描电机。我们用打点的方法测得稳速精度。经测定,用分辨率为 40 线/毫米,300 毫米长度上,共有 $40 \times 300 = 12000$ 个点,测得任意两行误差不超过 0.5 个点,这种精度满足要求。

这种扫描电机具有相位输出相差 90° 的 2 相线圈,以获得空间上相差 90° 电角度的两种脉振磁势,这样就会在电动机内形成一种旋转磁场,从而产生转矩。它需要输入四路方波信号。信号分为两路,两路信号相差 90° ,每路有两个信号,这两个信号相差 180° ,电机的速度主要取决于被驱动的频率。

电路中,由 74LS163 所产生的 133Hz 和 66Hz (电机转速为 4000 转/分)的两路信号,寻址 PROM82S23 产生 8 路信号,这些输出控制双极性驱动器,提供电机所要求的电流。

我们用 8254(16 位可编程计数器)产生可使电机工作的时钟。8254 的工作时钟用 8031 的晶振时钟 3 分频得到,因而电机的时钟是相当稳定的。

CPU 可通过软件对 8254 的工作方式进行初始化,把它设定为方式 3,门信号由 8031 的 $P_{3.4}$ 口控制,当 $P_{3.4}$ 为“1”时,8254 输出方波信号;当 $P_{3.4}$ 为“0”时 8254 输出为高电平。这样,CPU 能控制电动机的速度,使电路更加灵活,简化。

3.5 检测电路

由于整个系统,如:机械传动、扫描电机轴系、扫描器、光学系统、胶片变形等造成各一起始

位置的差异,为了使每行起始位置一致采用行起始信号控制各行起始位置。我们用光电二极管探测胶片左手边沿的光束,光电变换后变成一个电脉冲信号,这个脉冲信号的宽度通过调节放大器输入端的直流偏置电位器来改变。

在光学平台行程中,有光电耦合开关 A 和 B。工作时,由 A 处开始扫描,遇到 B 后扫描停止,收片电机卷完胶片后,平台返回到起始点,再扫下一版。

3.6 自检电路

为了检测照排机工作是否正常,每次开机前有必要发一段自检片子,即打印一段方格。分析了自检过程的时序关系后,设计了自检电路。

4 实验与分析

对于实验电路的测量,我们用自检方格胶片来测量,这是因为,自检方格行扫描方向的测量数据反映了行起始及扫描电机控制的精度;场扫描方向的测量数据反映了步进电机的运行精度。当然,用胶片来测量出的数据,同时也包含了机械传动和胶片变形量等的误差。其中胶片变形包括:受力变形,温度、湿度变形,化学变化引起的变形,结构变形。根据实验测试结果,胶片变形的相对误差在 10^{-4} 量级,是收缩变形,因此可以忽略不计。机械传动误差设计指标在 $\pm 5\mu\text{m}$ 以内。

实验数据是在精度为 $1\mu\text{m}$ 的万能工具显微镜下对自检胶片进行测量。在行扫描方向上,隔列打点,测量点与点之间的距离,反应行扫描方向的精度。我们把胶片分成左、中、右三部分,抽取某段胶片来测得的。在场扫描方向上,隔行扫描,测量扫描线之间的间距,反应场扫描方向的精度。我们把胶片分成上、中、下三部分,抽段来测得的。对版面重复精度是通过两张胶片上定长段的测量来反应的。对行起始精度的测量是测量每行起始处扫描线最凸处与最凹处的距离。

经测量,扫描线相对误差、版面重复误差及行起始误差均在 $\pm 5\mu\text{m}$ 以内。由此可见,本论文采用单片机设计的照排机电控系统,能够满足高精度印刷指标。

5 结 论

1 本论文由于采用 8031 单片机,使照排机电控系统体积缩小,操作灵活,使用方便,降低了仪器的性能价格比,可以由程序控制,实现不同分辨率的扫描,满足不同档次印刷的需要。这种采用单片机实现的照排机电控系统,是前几代照排机不具备的,具有一定的先进性。

2 由于采用单片机,使步进机控制实现了变速起停,解决了快速而不失步的矛盾。提高了步进机运行的可靠性。并对步是机实现了 D/A 细分驱动,由于驱动电路实现优化设计,进一步

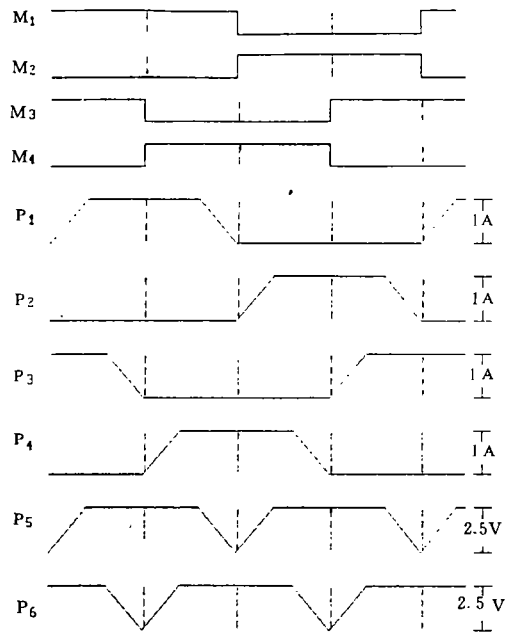


图 2 细分电路时序关系

提高了步进机的运行精度,从而使整个系统的照排精度得到了提高,为今后研制能够满足彩色印刷的照排机奠定了技术基础。

3 通过实验知,在这种照排机模型设计方案中,由于声光调制器响应频率为 4M 左右,所以,限制了扫描电机的转速。如果能够采用响应频率较高的半导体激光器,可以在扫描电机允许工作的情况下提高扫描速度。

参 考 文 献

- [1] 李秉操等编著,《单片机接口技术及在工业控制中的应用》,陕西电子编辑部
- [2] 顾德仁编,《脉冲与数字电路》,人民教育出版社
- [3] 童本敏等编,《标准集成电路数据手册 TTL 集成电路》,电子工业出版社
- [4] 胡万海等编,《新编多层自动布线印刷制版的设计与实现》,TANGOV1.13~3.12 版,北京希望电脑公司
- [5] 徐介平,《声光器件的原理、设计和应用》,科学出版社

Design and Realization of Electro—Control System for Laser Phototype-setter with High Accuracy

Guo Fengzhu

(Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130022)

Abstract

A electro-control system for laser phototype-setter using single-chip micro-computer MCS51 was designed and realized. A new concept of primary and secondary scanning control was formed. In primary scanning system the construction was simplified without using optical encoder and the reliability was raised. In secondary scanning system the fine control of step-motor was used for raising the accuracy of step-motor. The scanning control of laser phototype-setter with different resolution was established by the help of single-chip microcomputer.

Key words: Laser phototype—setter, Scanning system, Optical encoder, Step—motor