

【应用技术】

叠图机控制和驱动系统的研制

武津城

(天津师范大学物理与电子信息学院, 天津 300074)

摘要: 分析了叠图机原理, 设计了叠图机控制和驱动系统. 通过 AT89C52 单片机去控制步进电机转动, 从而带动送纸胶辊和压纸胶辊按照规定尺寸进行叠图; 设计了步进电机工作方式和相应的智能控制电路, 其驱动电路使用 IRF640 等器件组成的大功率 H 桥式电路. 系统实现了折叠多层图纸工作的自动化, 不仅减轻了人工劳动, 还提高了效率与叠图精度.

关键词: 步进电机; AT89C52 单片机; 叠图机; 文印设备

中图分类号: TP249 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-6510 (2007) 04-0082-04

The Development for the Control and Drive System of Folding Machine

WU Jin-cheng

(College of Physics and Electronic Information Science, Tianjin Normal University, Tianjin 300074, China)

Abstract: Based on the analysis of the folding machine principle, the control and driving system of a folding machine were designed. The stepper motor rotation was controlled by means of AT89C52, the sending paper rubber roll and the pressing paper rubber roll were driven in accordance with the required size folding. Both the stepper motor work methods and the corresponding intelligent control circuits were designed. A high-power H-bridge circuit of IRF640 was used to drive the circuit. The system realizes the automation of multi-folded drawings. It not only reduces the manufacturing labor, but also improves the efficiency and accuracy of folding machine.

Keywords: stepper motor; AT89C52 MCU; folding machine; duplicating equipment

随着科学技术的不断发展, 工程复印机、大型绘图机等文印设备也得到了高速的发展, CAD 绘图、晒图的速度以几倍甚至几十倍的速度提高. 但目前国内叠图还是靠人工操作, 不仅效率低, 而且手工叠出的图纸参差不齐, 研制一种高效的叠图设备成为迫切需要. 本文结合市场需求, 研制了自动叠图机, 其叠图速度快, 精度高, 可取代耗时费力的人工叠图, 必将成为 CAD 绘图的配套产品.

1 叠图原理

系统采用单片机控制, 单片机接受传感器的输入信号, 根据输入值来判断图纸行进的位置, 并给出不同的控制信号来控制步进电机. 步进电机驱动装置接收单片机发送过来的电机控制信息及脉冲信号,

经信号分配、功率放大后驱动步进电机^[1]. 叠图机是通过步进电机转动来带动送纸胶辊和压纸胶辊进行叠图, 其工作原理和时序如图 1 所示.

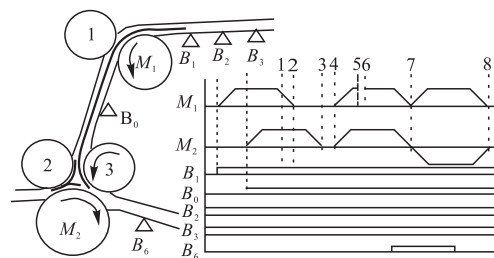


图 1 叠图原理及时序图

Fig. 1 Principle of folding and timing diagram

当把图纸放到进图检测基准导向板上, 导向电机将图纸送入叠图机中. 在图纸前沿到达并覆盖 B_1 传感器信号后, 搓纸步进电机 M_1 开始逆时针旋转带动

收稿日期: 2007-06-26; 修回日期: 2007-09-14
基金项目: 天津市高等学校科技发展基金资助项目 (20041326)
作者简介: 武津城 (1959—), 男, 天津人, 副教授.

搓纸胶辊 1 工作。

当图纸到达传感器 B_0 后, 叠纸步进电机 M_2 开始顺时针旋转带动拖纸胶辊 3 工作, 这时搓纸步进电机在 M_1 下降沿按照一定的算法在时序 1—2 之间开始降低旋转速度并停止。这时在 M_2 下降沿叠纸步进电机开始降低旋转速度并停止。按照上面的时序和算法, 搓纸步进电机相对于叠纸步进电机旋转速度慢一些, 这样可以避免所叠的图纸起皱纹。在时序 3—4 之间两个电机停顿瞬间后, 将重新开始叠图工作。在时序 5—6 之间, 为了排除由于滑移造成的折叠不精确, 搓纸步进电机将停顿瞬间, 直到叠纸电机拉齐图纸后两个电机同时开始工作。当图纸的前沿到达传感器 B_6 后, 说明图纸达到所折叠尺寸, 这时在时序 7—8 之间叠纸电机 M_2 反方向即逆时针旋转并带动压纸胶辊 2 和拖纸胶辊 3 同时工作。

经过以上反复折叠过程后, 当 B_3 — B_4 传感器信号消失后, 其余的长度能够通过 CPU 被检测到, 这时叠纸电机在完成最后一次折叠后, 将折叠好的图纸送上出图导向板上, 导向电机将图纸送出。

2 硬件电路组成

该叠图机主要由键盘输入设置及显示、主控电路和由 IRF640 等器件设计的大功率 H 桥式驱动电路等三部分组成。

2.1 主控电路设计

主控电路是叠图机的关键部分。其单片机 AT89C52 及外围电路^[2]主要信号组成如图 2 所示。

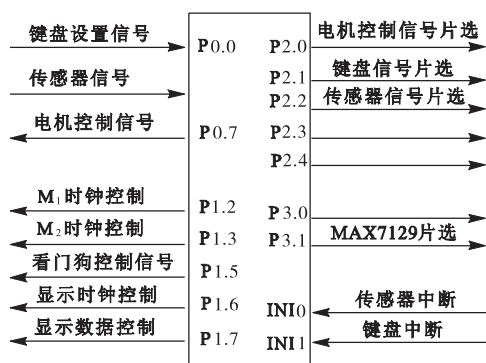


图 2 单片机及外围主要信号框图

Fig. 2 MCU and signal frame diagrams

外部信号分别通过按键和传感器传输到单片机的 P0 口, 当单片机读取到 P0 口的数据, 根据存储在片内存储器中的程序, 通过 P1 口输出控制信号去控制 M_1 和 M_2 步进电机, 以完成整个叠图的过程。

P0 口作为输入口时, 分别接收来自传感器及键

盘的输入信号。当接收按键信号时, 从 P0.0 ~ P0.5 分别对应六个按键; 当接收传感器信号时, P0.0 ~ P0.7 分别对应 8 路传感器信号。当作为输出口时, 用来输出单片机对步进电机的控制信号。P0.0 ~ P0.2 发送对 M_2 电机工作方式的控制信号; P0.3 ~ P0.5 发送对 M_1 电机工作方式的控制信号。此外 P0 口还在程序初始化时用来向 M8253 芯片发送控制数据及计数值。

P1 口输出 LED 显示的控制信号、数据以及控制步进电机时钟控制信号。P1.2 和 P1.3 用来控制 M8253 芯片的输出信号, 决定其是否有脉冲输出, 此输出脉冲即为步进电机工作所需的时钟信号, P1.5 利用单片机内部一个定时/计数器来实现定时翻转, 为看门狗芯片 MAX813 发送信号, P1.6 用来发送 LED 显示驱动芯片 MAX7219 的时钟脉冲信号, P1.7 串行发送 MAX7219 的控制数据及显示数据。

P2 口通过控制电路中各 74HC244 芯片, 从而控制输入 P0 口的信号内容, 以及控制输出电路中部分芯片的使能端来控制主控电路对外的信号输出, 同时还控制 M8253 可编程定时/计数器芯片的地址线。

P3 口是利用了其端口引脚的第二功能来响应中断并控制电路芯片; P3.1 (TXD) 用来发送显示驱动芯片 MAX7219 的片选控制信号, P3.2 (INT0) 用来接收传感器输入信号引起的中断, P3.3 (INT1) 用来接收按键引发的中断信号。

将所要叠图的规格存储到 AT89C52 单片机自带的 8K 存储器中^[3], 通过控制电路发出电脉冲信号, 从而控制步进电机转动, 步进电机通过传动装置带动送纸胶辊和压纸胶辊转动, 达到叠图的目的。

2.2 输入电路设计

输入信号包括键盘输入和传感器输入信号。

按键信号通过外接 8 路传感器, 采用并行通信的方式传送到单片机的 P0 口。键盘由具有自检功能的 6 个按键组成, 可用来选择不同尺寸的叠纸程序。按键信号发生后直接经信号线传送到主控电路的信号输入端。利用“或门”CD4075 芯片来处理按键的输入信号, 当有任意按键按下时, 经过此芯片处理产生一个需要的电平信号送至单片机的外部中断端口 INT1, 引起 CPU 响应中断, 单片机通过中断程序完成对按键信号的判断、LED 显示信息的发送等。

传感器信号也传送到单片机的 P0 口, 而 P2.6, P2.7 分别发送片选信号控制输入电路中的 74HC244 芯片, 以此来选择在某一特定时刻传送到单片机 P0 口的信号是按键信号还是传感器信号, 这样单片机可以作出相应的处理。

在键盘板上的显示驱动芯片 MAX7219 通过串行通讯方式接收来自于单片机的控制信号,片选信号来自于单片机的 P3.1,时钟信号来自单片机的 P1.6,当需要向显示驱动芯片传送数据时,由软件来控制 P1.6 翻转传送时钟信号.数据信号来自于单片机的 P1.7,通过编程以串行通讯方式实现 16 位数据依次从此口传送到显示驱动芯片的数据口,从而控制 LED 显示内容.

2.3 步进电机驱动电路设计

要求叠图机按照规定的尺寸所叠的图纸必须整齐,适应不同的图纸和厚度,在叠图过程中主要是通过控制两个步进电机的转动来实现.因此,步进电机的驱动是控制电路中最重要的一部分.

步进电机是将电脉冲信号变换成相应的角位移或直线位移的机电执行元件.在非超载的情况下,电机的转速、停止的位置只取决于脉冲信号的频率和脉冲数,而不受负载变化的影响,即给电机加一个脉冲信号,电机则转过一个步距角.这一线性关系的存在,加上步进电机只有周期性的误差而无积累误差等特点^[4],使得在速度、位置等控制领域用步进电机来控制变得非常简单.

使用 L297 的突出的特点是外部只需时钟、方向

和工作方式三个输入信号,同时 L297 自动产生电机励磁相序,减轻了微处理器控制和编程负担^[5-7].L297 步进电机控制集成电路产生四相八拍驱动信号,用以控制双极性两相步进电机或四相单极性步进电机,有三种工作方式,即半步工作方式、双向励磁工作方式和单项励磁工作方式.

叠图机使用的步进电机采用四相八拍半步工作方式,输出时序如图 3 所示,步距角为 0.9°,这样运行起来平滑、噪音小.其驱动电路原理见图 4.

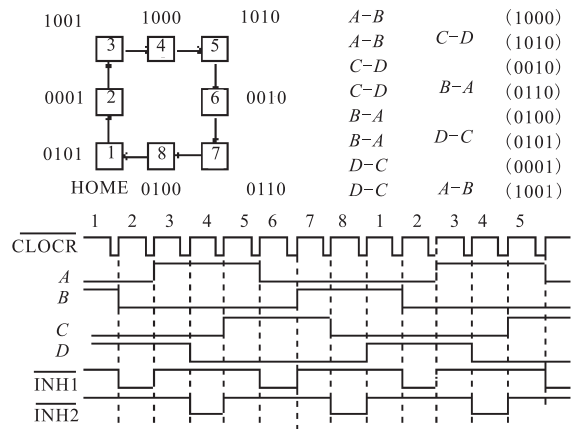


图 3 四相八拍半步工作方式输出时序框图

Fig. 3 Four phase eight clap half step frame diagrams

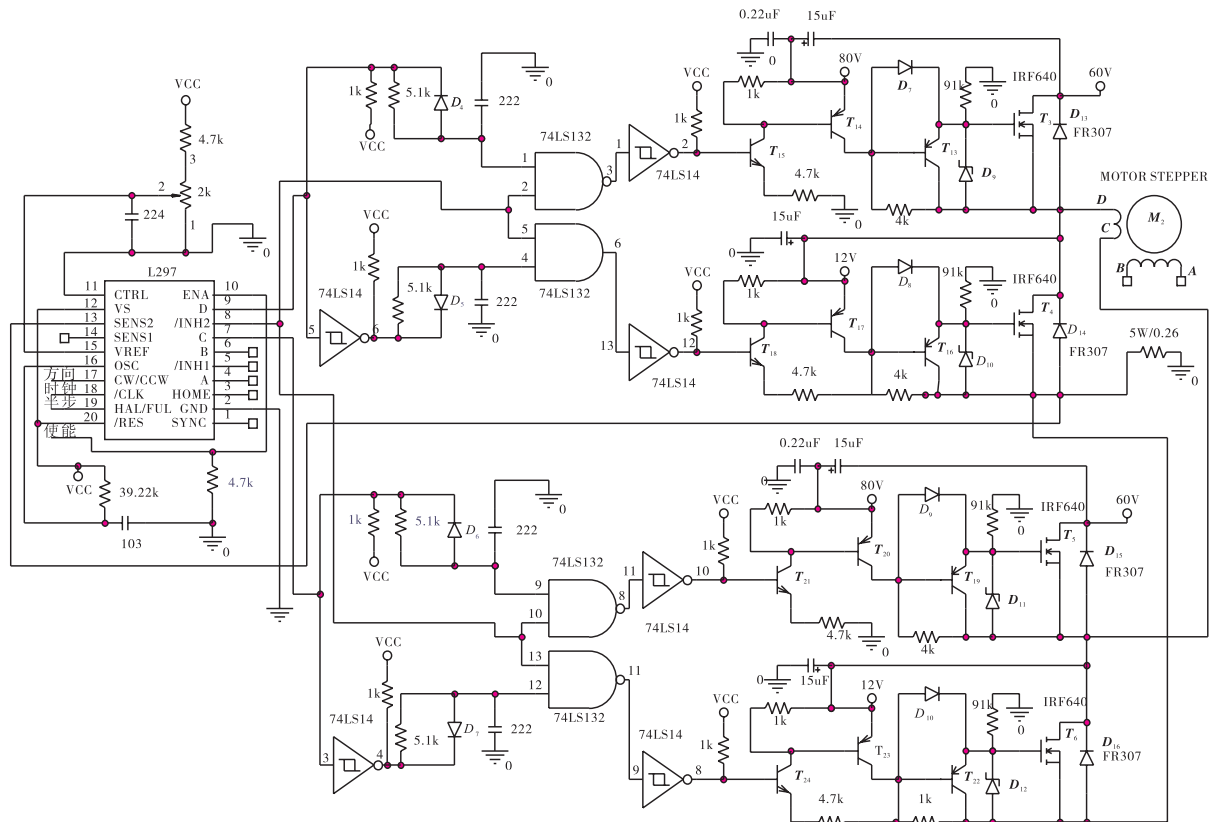


图 4 驱动电路原理图

Fig. 4 Driving circuit schematic

由于叠图过程需要反复折叠,厚度增加,需要力矩较大,在驱动时需要提供较大电流.叠图机送纸电机 M_1 采用 57BYG,其驱动电路使用 L6203 可以满足要求.而叠纸电机 M_2 采用 86BYG 步进电机,每相的瞬时工作电流为 4 A 左右,驱动电路使用场效应管 IRF640 (18 A, 200 V) 等元器件组成 H 桥式驱动电路和专用芯片 L297 组合而成.

该电路采用微固定斩波频率的恒流斩波驱动方式,适用于两相双极性步进电机或四相单极性步进电机,最高电压 85 V,每相电流可达 5 A,并具有短路保护功能.驱动电路工作原理为,当 L297 的 9 脚输出为“1”,7 脚输出为“0”时, T_3 、 T_6 导通, T_4 、 T_5 截止.外加 60 V 步进电机 M_2 工作电压经过 T_3 漏源极、步进电机线圈 D 到 C 、 T_6 漏源极、SEN1 无感电阻到地. SEN1 无感电阻上的电压反馈到 L297 的 13 脚,与 V_{REF} 的 0.86 V 的参考电压进行比较,来调制 L297 的输出信号,相绕组电流峰值由 V_{REF} 值来决定.同理,当 L297 的 9 脚输出为“0”,7 脚输出为“1”时, T_3 、 T_6 截止, T_4 、 T_5 导通,外加 60 V 步进电机工作电压经过上述过程,通过步进电机线圈 C 到 D .另外, M_2 步进电机线圈 B 到 A ,和 A 到 B 的原理图与图 4 相同.采用上述控制和驱动电路的叠图机如图 5 所示.



图 5 叠图机外形

Fig. 5 Folding machine

3 结 语

应用单片机设计了自动叠纸机的控制和驱动系统,实现了自动叠图功能.其折叠误差小于 0.5 mm;可折叠横向宽度达 1 500 mm,纵向长度达 380 ~ 2 500 mm 的图纸;叠图速度 15 m/min.折叠后规格为横向宽度 297 mm 和 305 mm,纵向长度:(1)无装订边 198 mm、210 mm;(2)有装订边 180-30(装订边 30 mm)、175-35、185-35(装订边 35 mm).经过实际测试,该电路工作可靠,可以对其他应用起到借鉴作用.

参 考 文 献:

- [1] Leenouts A C. The Art and Practice of Step Motor Control[M]. Ventura CA: Intertec Communications Inc, 1987.
- [2] 集成电路应用替换手册编写组. 集成电路应用替换手册[M]. 北京: 国防科技大学出版社, 2003: 166—169.
- [3] 姚惠林, 段 波. 应用于单片机控制系统的步进电动机驱动电路[J]. 洛阳工业高等专科学校学报, 2004, 14 (3): 13—14.
- [4] 陈学军. 步进电机细分驱动控制系统的研究与实现[J]. 电机与控制应用, 2006, 33 (06): 48—50.
- [5] 王鹏飞, 尤 波. 基于 L297/298 芯片混合式步进电机驱动器的研制[J]. 哈尔滨理工大学学报, 2003, 8 (4): 40—43.
- [6] 唐国栋, 高云国. 基于 L297/L298 芯片步进电机的单片机控制[J]. 微计算机信息, 2006, 22 (12): 134—136.
- [7] 宋受俊, 刘景林, 韩英桃, 等. 二相混合式步进电机驱动器的优化设计[J]. 电气传动, 2006 (2): 59—64.