

[ 自控 · 检测 ]

# 液压无卡轴旋切机的自动控制系统

鲁 霞<sup>1,2</sup>, 熊光明<sup>1</sup>, 胡国清<sup>1</sup>, 陈仅星<sup>3</sup>

(1. 厦门大学 机电工程系, 福建 厦门 361005

2 广州市城市职业学院 汽车与信息工程学院, 广东 广州 510405

3 集美大学 机电工程系, 福建 厦门 361005)

**摘 要:** 设计的液压无卡轴旋切机自动控制系统采用 C8051F020 为控制器控制旋切机液压系统的进给, 用位移传感器检测并反馈圆木直径, 建立了旋切过程中刀刃进给速度与圆木直径的数学模型, 同时推导出了液压系统流量的计算公式。以单片机 C8051F020 为核心, 设计了系统的模/数转换和数/模转换的关键外部硬件电路和控制系统软件。采用这种流量控制技术, 提高了旋切机进给的精度和工作效率。

**关 键 词:** 无卡轴旋切机; 控制系统; 单片机; 位移传感器; 流量控制

中图分类号: TS642 TP271 文献标志码: A 文章编号: 1005-2895(2009)02-0075-03

## Auto-controlled System of Hydraulic Log-core Veneer Lathe

LU Xia<sup>1,2</sup>, XIONG Guang-ming<sup>1</sup>, HU Guo-qing<sup>1</sup>, CHEN Jin-xing<sup>3</sup>

(1. Department of Mechanical and Electrical Engineering, Xiamen University, Xiamen 361005, China

2. Department of Automobile and Information Engineering, Guangzhou City Polytechnic, Guangzhou 510405, China

3. Department of Mechanical and Electrical Engineering, Jimei University, Xiamen 361005, China)

**Abstract** An automatic control system of hydraulic log-core veneer lathe based on C8051F020 is studied in this paper. C8051F020 is used to control the hydraulic system feeding. The displacement sensor is used to measure the diameter of the round log. The mathematical model between the knife-carriage feeding speed and the diameter of the log is established; the flow mathematical model of the hydraulic system is also derived. Taking single chip computer C8051F020 as core the A/D and D/A switching of key external hardware circuits and control system software are designed. The electro-hydraulic control technology has been used in the Log-core veneer Lathe, the precision of the working veneer, the working efficiency and the lifetime of the Log-core veneer Lathe can be highly improved.

**Key words** log-core veneer lathe; control system; single chip computer; displacement sensor; flow control

### 0 引言

旋切机是将圆木旋切成单板或薄木的木工机械, 用于胶合板生产和人造板的表面装饰。目前, 驱动刀具进给主要有 2 种方法: 一种是采用调速电机通过丝杆驱动; 另一种是采用液压驱动。无卡轴旋切机采用调速电机通过丝杆驱动, 工作精度较差, 寿命低, 噪音大。用液压缸驱动代替丝杆驱动, 能提高无卡轴旋切机的寿命, 降低系统的能耗, 噪音小, 改善工人的工作环境。所以, 需要推出一种高性能、易操作的液压无卡轴旋切机的控制系统, 以满足用户的迫切需要<sup>[1]</sup>。

### 1 旋切机数学模型建立<sup>[2]</sup>

驱动辊 1、2 和 3 的直径均为  $d$ ,  $r$  为半径  $d/2$ ,  $n_0$  为转速  $/(r \cdot \text{min}^{-1})$ ;  $m$  为旋切单板的厚度  $h$ ;  $a$  为驱动辊 1 和 2 间的中心距  $h$ ;  $V$  为刀刃进给速度  $/(m \cdot \text{s}^{-1})$ 。如图 1 所示。

假设驱动辊与圆木间无相对滑动, 而驱动辊 1 和 2 固定不动, 则在旋切过程中, 圆木一方面绕其中心旋转、另一方面在驱动辊 3 的作用下又向驱动辊 1 和 2 作中心平面移动。圆木与驱动辊表面线速度相同, 即

$$Dn = dn_0$$

收稿日期: 2008-10-31; 修回日期: 2008-12-12

作者简介: 鲁霞 (1980-), 女, 山东诸城人, 助教, 硕士研究生, 主要研究方向为机电一体化。

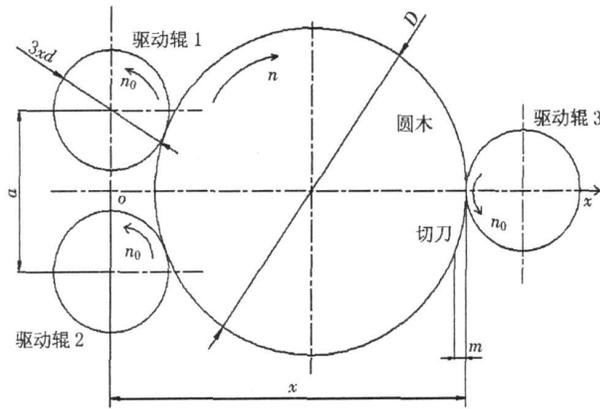


图 1 旋切机旋切系统简图

在旋切过程中,当驱动辊转速  $n_0$  不变的情况下,圆木的转速  $n$  随圆木直径的不断减小而增大。旋切圆木时,旋切刀刃在驱动辊 1 和 2 的对称中心面上,圆木旋切刀刃的水平坐标为

$$x = \frac{D}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{(D+d)^2 - a^2}$$

2 边对时间  $t$  求导数,可以求得旋切点的水平运动速度

$$V = \frac{dx}{dt} = \frac{1}{2} \left[ 1 + \frac{D+d}{\sqrt{(D+d)^2 - a^2}} \right] \frac{dD}{dt}$$

由于  $Dn = dn_0$ , 有  $\frac{dD}{dt} = -2mn$

所以有

$$V = \frac{dx}{dt} = - \left[ 1 + \frac{D+d}{\sqrt{(D+d)^2 - a^2}} \right] mn \quad (1)$$

式 (1) 中负号表示  $V$  的方向与坐标轴的方向相反。

## 2 液压系统流量分析<sup>[3]</sup>

液压缸的速度为木材前进的速度,所以液压缸流量为

$$Q = 2sV = 2 \frac{\pi d_0}{4} V = \frac{\pi d_0 V}{2} \quad (2)$$

式 (2) 中:  $V$  为圆木前进的速度  $(m \cdot s^{-1})$ , 即油缸的速度;  $d_0$  为油缸的缸径  $(m)$ ;  $s$  为无杆缸活塞面积  $(m^2)$ 。

在液压控制系统中,为了使油缸工作适应圆木不同大小、硬度和旋切速度等变化要求,采用电磁比例流量阀控制系统的流量,使进入油缸的流量与输入电流成正比,实现了系统的随动控制。实践证明,采用电磁比例流量阀可以很好地实现系统跟随。电磁比例流量阀的输出流量为

$$Q = K_1 K_2 I \quad (3)$$

式 (3) 中  $K_1$  和  $K_2$  分别为电压比例系数和比例阀放大增益;  $I$  为电流  $(A)$ 。

液压系统的流量控制是本控制系统开发的关键。

根据无卡轴旋切机与圆木之间的运动学和动力学分析可知,要使旋切出的单板厚度均匀,要求旋切机的液压缸按照给定的规律运行,液压缸的流量控制由式 (3) 确定。控制系统的功能就是控制电磁比例流量阀的流量。

## 3 电路总体设计与分析

### 3.1 系统总体结构

为了解决进给速度控制的精度,同时考虑到方便操作以及成本等因素,系统采用单片机 C8051F020 作为控制核心,用位移传感器测量并反馈圆木直径,采用数码管显示及按键输入。其系统结构框图如图 2 所示。

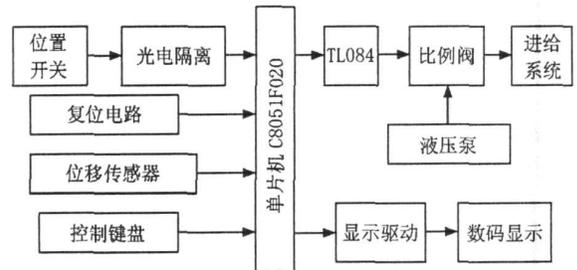


图 2 无卡轴旋切机控制系统框图

系统为获得当前圆木尺寸及各部分装置之间的相对位置,使用 DXC-A 型位移传感器,DXC-A 型位移传感器采用滑杆式全密封装置,可以在移动范围内任意位置提供位置或位移信息,直接输出电流信号。DXC-A 型位移传感器的主要技术参数为,输出电流:  $4 \sim 20$  mA; 定位精度:  $1\%$ ; 分辨率:  $0.1\%$ 。

工作过程中,进给系统的位移信号,经过位移传感器输出  $4 \sim 20$  mA 的电流,在传感器的回路上接上一个分压电阻,将电流信号转换成电压信号,单片机根据信号的高低判断运动方向,单片机接收到的信号由低到高表示系统前进,信号由高到低表示系统退回,单片机随时记录系统的运动位移量。

### 3.2 系统关键硬件设计

#### 3.2.1 单片机<sup>[4]</sup>

系统采用 C8051F020 单片机, C8051F020 是完全集成的混合信号系统级 MCU 芯片,具有 64 k 字节可在线编程的 FLASH 存储器,具有 64 个数字 I/O 引脚,具有片内 VDD 监视器、看门狗定时器和时钟振荡器, C8051F020 是真正能独立工作的片上系统。所有模拟和数字外设均可由用户固件使能/禁止和配置。FLASH 存储器还具有在系统重新编程能力,可用于非易失性数据存储,并允许现场更新 8051 固件。

片内 JTAG 调试电路允许使用安装在最终应用系

统上的产品 MCU 进行非侵入式(不占用片内资源)、全速、在系统调试。该调试系统支持观察和修改存储器及寄存器,支持断点、观察点、单步及运行和停机命令。在使用 JTAG 调试时,所有的模拟和数字外设都可全功能运行。

C8051F020 具有 64 k 字节可在系统编程的 FLASH 存储器,片内模/数、数/模转换,简化了系统的外围电路。

### 3.2.2 系统 A/D 转换电路

C8051F020 有一个片内 12 位 SAR ADC (ADC0), 一个 9 通道输入多路选择开关和可编程增益放大器。该 ADC 工作在 100 kS/s 的最大采样速率时可提供真正的 12 位精度, NL 为  $\pm 1\text{LSB}$ 。ADC0 的电压基准可以在 DAC0 输出和一个外部 VREF 引脚之间选择。其外围工作电路原理图如图 3 所示。

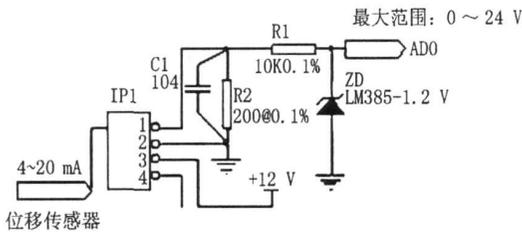


图 3 模/数转换原理图

### 3.2.3 系统 D/A 转换电路及放大电路

C8051F020 MCU 内部有 2 个 12 位 DAC 和 2 个比较器。MCU 与每个比较器和 DAC 之间的数据和控制接口通过特殊功能寄存器实现。MCU 可以将任何一个 DAC 或比较器置于低功耗关断方式。其外围工作电路原理图如图 4 所示。

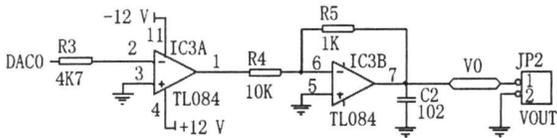


图 4 数/模转换原理图

## 3.3 系统软件设计<sup>[5-8]</sup>

为了优化系统的软件程序设计, 整个软件结构选用模块化结构, 采用自上而下的方法, 主要包括键盘扫描程序、数据选择模块、译码驱动显示模块、ADC 转换模块、DAC 转换模块等子程序。其主要程序流程图如图 5 所示。

系统通电后首先进行初始化工作, 设置各种工作标志的初始状态, 设置单板加工的厚度表格, 设置定时器的控制字工作方式等, 然后通过按键进行相应的工作。

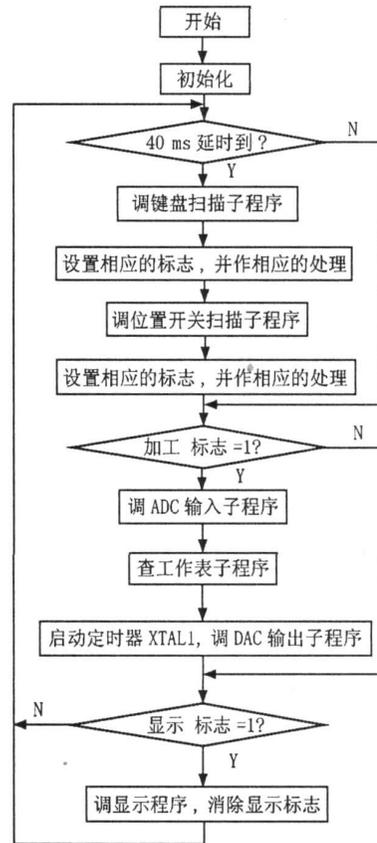


图 5 主程序流程图

## 4 结束语

通过前期的调研与研究, 成功地开发了一种适合不同型号无卡轴旋切机使用的控制系统。液压系统的流量控制是本控制系统开发的关键, 数学模型的计算分析使控制系统输出非常准确, 操作者旋切不同厚度的单板只需修改公式中的参数即可。

## 参考文献:

- [1] 潘天红, 陈山, 陈学永, 等. 无卡轴旋切机变速进给型与控制系统的的设计[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2003(2): 13-64.
- [2] 魏伟, 席平原. 木材圆木旋切机及其进给机构设计研究[J]. 机械设计与研究, 2004 20(3): 19-20
- [3] 洪辉南. 液压无卡轴木材旋切机的研究与设计[J]. 鹭江职业大学学报, 2005 13(2): 62-65
- [4] 新华龙电子有限公司. C8051F020/1/2/3 混合信号 8P FLASH 微控制器数据手册[M]. 潘琢金, 译. 深圳: 新华龙电子有限公司, 2005
- [5] 郭传祥, 张志学. 无卡轴旋切机的计算机控制系统[J]. 木材工业, 2005 19(6): 37-41
- [6] 王国余, 潘天红. 无卡轴旋切机自动控制系统的研制[J]. 计算机测量与控制, 2002 10(9): 32-34
- [7] 赖麒文. 8051C 语言彻底应用[M]. 北京: 科学出版社, 2002
- [8] 张迎新, 杜小平, 樊桂花, 等. 单片机初级教程[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1999.