

研究与开发

基于 ATmega128 的试验压机控制器设计

张星梅, 安源, 侯晓鹏, 匙璟青, 周玉成

(中国林科院木材工业研究所; 国家林业局木材科学与技术重点实验室, 北京 100091)

摘要: 设计了一种新型试验压机智能控制器, 并给出系统的软件程序设计及硬件的选取。系统采用嵌入式微控制器和触摸屏串行通信的方法, 实现了智能监测、自动过程控制和实时显示、手动与自动、升降速度可调等多项功能。试验证明: 系统能精确按照设定压力自动执行, 热压参数控制精度高, 稳定性好。该控制器尤其适用于噪声、电磁干扰大、环境污染严重的场合。

关键词: 微处理器 ATmega128; 控制器; 试验压机; 控制系统

中图分类号: TS65; TP274 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2008)01-0019-04

Development of a Press Control System Using Microcontroller ATmega128

ZHANG Xing-mei, AN Yuan, HOU Xiao-peng, CHI Jing-qing, ZHOU Yu-cheng

(Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry;

Key Laboratory of wood Science and Technology of State Forestry Administration, Beijing 100091, China)

Abstracts: Precise control and monitoring of press parameters play a very important role in wood-based composite manufacturing processes. A robust press control system was developed based on microcontroller ATmega128. By using serial communication methods between the microcontroller and a touch screen monitor, the control system allows press operators to set press parameters to control the press processes or to monitor the press process according to pre-existing settings. A field test showed the control system had excellent stability and high accuracy in controlling hot pressing parameters, such as, platen temperature, position, pressing speed, and pressure.

Key words: microcontroller ATmega128; controller; testing press; control system

随着对人造板质量要求的提高和提倡节能降耗, 对试验压机的性能和控制以及操作精度, 要求更直观易控。目前, 国内现有的试验压机, 或手动操作, 或采用时间继电器、行程开关等作为控制元件, 较难实现理想的操作过程, 影响到对人造板热压工艺的研究^[1-2]。而采用 PLC 控制器和上位 PC 机通信, 实现数据处理、在线控制等自动控制功能的试验压机, 整机成本高, 且易受噪声、电磁、粉尘等影响, 不适用于车间长期使用。

为此, 笔者开发一种智能控制试验压机控制器的设计方法, 既扩大了控制参数的调整范围, 实现了对

热压参数的精确控制, 又比基于 PLC 控制节省了成本, 有利于该系统的推广使用。

1 功能分析

1.1 试验压机的构成及功能

试验压机由做功系统、油路系统和循环系统构成。做功系统包括: 上、下压板和油缸; 油路系统包括: 单向阀、比例减压阀、压力继电器、电磁溢流阀和电磁换向阀(YV1、YV2、YV3、YV4、YV5、YV6、YV7); 循环系统包括: 双连电机, 高、低压泵, 流量控制阀和油箱。其热压过程及压板的上升速度均可自动或手动控制, 并由液晶显示触摸屏实时监测全过程, 整个过程完成后给出历史曲线及相关数据。

1.2 控制器原理及功能分析

试验压机总体设计框架和系统控制方案见图 1。

收稿日期: 2007-11-30; 修改日期: 2007-12-20

作者简介: 张星梅(1979—), 女, 中国林科院木材工业研究所硕士研究生。

通讯作者: 周玉成, 男, 中国林科院木材工业研究所研究员, 博士生导师。

系统由 4 路模拟量输入,分别显示压力、上下压板温度和下压板位移;根据用户设定的期望值,输出相应的模拟信号到比例减压阀和 2 个固态调压器,从而实现压力、上下压板温度的精确控制;系统读入总停、手动、自动、压力继电器和限位开关等 5 个开关量信号,并控制 7 路开关量输出,使相应的电磁阀及泵组工作。同时该控制系统还能保证程序的正确执行,通过串口通信的方式和液晶显示模块实时通信。

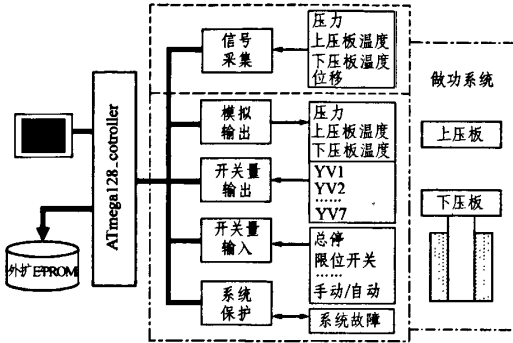


图 1 控制系统结构原理

Fig. 1 Schematic flowchart of control system

2 硬件系统构成及实现

2.1 硬件系统构成

微机控制系统基于 ATmega128 微处理器为核心,具有精减指令集(Risc)结构,独立的数据和程序总线,在 16 MHz 时可达 16 MIPS,具有数据采集、实时监控、对象控制等多项功能^[3]。

1) 微处理器主控制模块

主要负责系统的初始化,数据采集、处理及存储,同时控制外围电路。利用 T/C1(timer1)为数据采集计数器,T/C3(timer3)为脉宽调制(PWM)输出计数器。PE6 为限位开关的输入信号引脚,PD0 和 PD1 是串行总线 TWI(I2C)接口。通过该接口,外部扩展了一个 32 k 的 EEPROM。PB2 和 PB3 作为 SPI 通道的数据输入输出接口。控制器的软件系统对输入的模拟量、开关量进行实时采集,同时查询系统当前状态,以串行中断方式接收触摸屏的控制指令和发送采集的数据,并通过控制指令执行机构动作。

2) 信号采集及模拟量输入模块

信号采集模块由热电阻 PT100 传感器、温度数显变送器、压力传感器、压力数显变送器、位移传感器和位移数显变送器组成,负责模拟信号的采集、转换、显示,变送输出到模拟量输入模块进行滤波,然后送

到 ATmega128 的 PF 口,进行 A/D 转换、比较运算、程序判断分析等,最后得到准确的 PWM 输出。

3) 模拟量输出模块

模拟量输出模块通过把一定占空比的 PWM 波形进行二阶 RC 整流滤波,经 LM358 运算放大后,得到连续输出的直流电压,输出到固态调压器和比例减压阀,实现上、下压板温度和系统压力的精确控制。3 路模拟量输出从 ATmega128 的 PE3/4/5 口输出,是 T/C3 输出比较 A/B/C 模块的 PWM 输出。

4) 开关量输入/输出模块

由于系统的开关量均为 24 V 电平信号,故开关量输入采用 TLP521-4 进行光电隔离,并使 24 V 电平信号转换成 5 VTTL 电平,送至 ATmega128 的输入端口。主控制模块的开关量输出信号,经过光电隔离后,送至 ULN2803,进一步放大驱动电流。6 路开关量输入,接到 ATmega128 的 PA0/2/3/5 口和 PE6/7 口。7 路开关量输出信号分别从 PB0/1/2/3 和 PD5/6/7 口输出,使控制继电器闭合,实现对电磁溢流阀、电磁换向阀及电机等的控制。

5) 人机交互界面和通信模块

单片机与触摸屏之间通过串行方式实现通信。通信模块由 MAX3232 及周边电路组成,通过 ATmega128 的 PD2/3 口(TXDl 和 RXDl)连接到 MAX3232 的 9、10 脚,实现逻辑电平的转换,得到 RS232 电平,送至液晶显示器。操作者可在触摸屏设置工艺参数,通过监控界面和曲线显示界面,实时显示整个热压过程;历史曲线界面则完整显示每次试验的温度和压力曲线。

2.2 抗干扰措施

本系统在 PCB 板设计中,加入的抗干扰措施有:

1) 电源、地线的处理

① 在电源进线端加去耦电容,削弱各类高频干扰;② 采用大面积铜层地线,在 PCB 线路板上的空位均与地相接,作地线用,可有效减小干扰;③ 尽量选用加宽的电源线和地线。

2) 数字电路与模拟电路的共地处理

① 由于数字电路频率高和模拟电路敏感性强,因此,模拟通路尽量短,并使高频信号线尽量远离模拟电路器件;② 数字地与模拟地在 PCB 上具有独立的的地线,通过一个零 Ω 电阻连接;③ 模拟信号电压 AVCC 通过 LC 网络与数字电压源 VCC 连接,可有效地抑制设备内外部的数字电路产生的电磁干扰(EMI),因此,模拟量测量的精度高^[4]。

另外,在单片机与传感器、开关、执行机构之间,用光电耦合器件 TLP521-4 组成隔离电路,可有效抑制电磁干扰,提高系统的可靠性,防止电网负载突变产生的干扰信号通过线路串入单片机。对模拟量的采样和消除干扰处理,采用数字滤波技术,即对采集到的数据进行消除干扰处理,在软件中采用程序判断滤波和滑动平均滤波相结合的算法^[5]。

3 控制系统软件设计

3.1 控制系统

AVR 微控制器采用 ICCAVR6.31 集成开发环境对 ATmega128 芯片进行开发,ICCAVR 是一种使用符合 ANSI 标准的 C 语言来开发微控制器 MCU 程序的一个工具,可在 Windows9X/NT/XP 下运行。按模块化方法设计,系统主要分为显示模块,AD 采样输入输出模块,内存管理模块,参数输入及控制模块,PID 控制模块,通讯模块。系统流程见图 2。

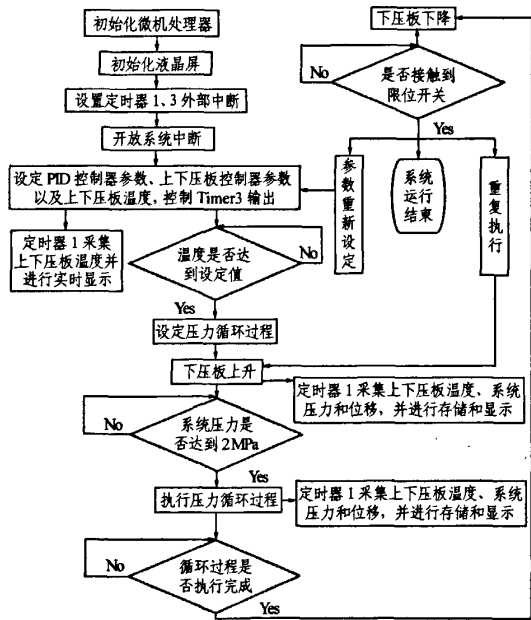


图 2 软件系统流程
Fig. 2 Schematic flowchart of software system

3.2 算法实现

由于受元件的精度和环境因素等影响,在实际生产中往往产生误差,需采用非线性方法进行修正。由于比例减压阀的输入输出并不完全呈线性关系,为了精确控制系统压力,采用了非线性回归的方法^[6-7]。首先将试验数据(系统压力和模拟量输出电压)绘制

成线,根据绘制的关系曲线建立多项式方程,然后利用 Matlab 的非线性拟合函数对试验数据进行曲线拟合,再根据拟合系数,建立起系统压力和电压的关系式,即可精确计算出要达到设定压力所需的对应电压,从而实现压力的精确控制。试验数据见表 1。

表 1 试验数据
Tab. 1 Correlation between pre-selected and actual press pressures

压力设定值/ MPa	输出电 压/V	实际输出 压力/MPa	拟合后 电压/V
4.5	2.08	1.8	2.1
4.8	2.22	2.0	2.2
5.2	2.39	2.3	2.3
5.7	2.63	2.9	2.6
6.3	2.92	3.5	2.8
7.0	3.23	4.2	3.1
7.8	3.60	5.0	3.5
8.8	4.07	6.1	3.9
9.9	4.57	7.4	4.5
11.0	5.14	8.7	5.0
12.4	5.74	10.2	5.6
13.8	6.39	11.8	6.3
15.4	7.13	13.6	7.1
17.2	7.97	15.6	7.9
19.2	8.91	17.9	8.9
21.5	9.98	20.3	9.9

从表 1 可看出,输出电压和输出压力之间并不是非常准确的比例关系,如按照比例关系计算得到的数值,并不能达得到所设定的压力值。因此,必须对电压和压力进行曲线拟合,拟合曲线如图 3 所示。

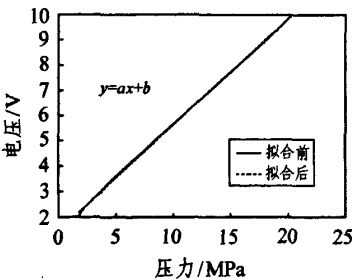


图 3 电压和压力关系曲线
Fig. 3 Correlation between output voltage and press pressure

在图 3 中,实线为实际值,虚线表示拟合目标,建立压力(x)和电压(y)的关系式,利用 matlab 中的曲线拟合函数 lsqcurvefit,计算得到系数 a、b 的值分别为 0.420 1、1.433 8,从而得出压力和电压的关系表达式。拟合后的曲线相对误差平均值为 1.72%,拟合系数为 0.999 8,在实际应用中误差仅为 0.2 MPa。

4 应用效果与结论

在整机调试过程中,通过设定不同条件的试验参数和热压工艺曲线,验证系统压力、上下压板温度和压板上升速度的控制过程及精度。共设定了8个热压工艺曲线,显示的压力理想曲线见图4所示;设定的自动程序执行完毕,其历史曲线如图5所示。



图4 压力过程设定和理想曲线界面

Fig. 4 Theoretic response to the pre-selected pressing process



图5 历史过程曲线

Fig. 5 Actual response to the pre-selected pressing process

这种基于单片机的热压机控制系统已在某科研单位试验压机上使用。使用结果表明:该控制系统具

有友好的人机交互图形化工作界面,能方便地任意设置工艺参数和压力过程,自动完成热压过程,而且在运行过程中,能动态实时地显示工作曲线与实时数据,可操作性和直观性高,减少了人为因素的干扰,热压质量提高;试验结束还能完整显示整个操作过程历史曲线,过程数据保存在EEPROM中,方便后续的试验分析用。如需再做同样条件的试验,不必重复设置参数和过程;温度、系统压力和压板速度的控制精度提高,为探讨热压工艺提供了良好的试验手段;通过和单片机通信,完成液晶显示及自动控制功能,与基于微机的PLC控制相比,可大大节省成本,应用前景广阔。

参考文献:

- [1] 周玉成,程放,李晓群. 非线性系统鲁棒渐进跟踪[J]. 木材工业, 2003, 17 (5): 11-13.
- [2] 谢经明. 新型热压机单片机控制系统的研制与开发[J]. 国外建材科技, 2004, 25 (1): 62-64.
- [3] 耿德根. AVR 高速嵌入式单片机原理与应用[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2001: 1-40.
- [4] 叶建波, 余志强. EDA 技术[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005: 2-85.
- [5] 张亚勇, 安源, 周玉成, 等. 一种新型甲醛快速检测仪的设计与开发[J]. 中国人造板, 2006, 13 (2): 29-32.
- [6] 赵宝贵. Matlab 在数据拟合中的应用[J]. 科技广场, 2007 (1): 145-146.
- [7] 周玉成, 程放, 肖天际, 等. 一类含不确定因素的非线性系统鲁棒跟踪[J]. 林业科学, 2003, 39 (2): 130-136.

(责任编辑 鲍加芬)

《木材工业》杂志征稿简章

- 1 来稿应论点明确,数据真实,文字精炼。研究报告、综述类文章以6000字为宜;其他栏目文章4000字为宜。
- 2 文章应有中、英文的摘要和关键词,阐明文章的内容梗概,对研究报告应阐明研究目的、方法、结果和结论。书写顺序:文章题目→作者姓名→单位全称、邮编→中文摘要(200字以内)、关键词→英文题目→作者姓名拼音、单位英文名称→英文摘要(1000字符以内)、关键词→正文→参考文献(15篇以内)。
- 3 投稿:参照本刊格式,采用Word文档,以Email发送,邮件主题处,标明作者姓名和文章标题。
- 4 层次标题书写:采用“1.1”、“1.1.1”的形式,左起顶格,序号后空一格写层次标题。
- 5 图题、表题应简练,并需附相应的英文题目。插图、表格设计合理、紧凑。
- 6 计量单位与符号以国标为准,按要求使用大小写、正斜体。

- 7 参考文献按其正文中出现的先后排序,在引用处用[]以上标的形式标注。文种仅限中、英文两种(其他语种需译成中文或英文)。
- 8 审稿:自收稿之日起3个月内完成审查,并通知作者刊用与否。
- 9 作者简介:投稿时提供作者的出生年、性别、单位名称及职称、学位;基金项目请注明项目名称和项目编号。
- 10 发表费:主要栏目的文章按250~300元/千字收取,其他栏目酌情处理。对图、表和文字超出本刊要求、或要求提前发表文章时,须支付一定的超版费及加急费。
- 11 为避免一稿两(多)投,请投稿时申明,本刊是该稿件唯一的投寄刊物。审稿期间未收到本刊不予录用的通知前,请勿再(改)投其他刊物。如一旦发现一稿两投,本刊不再刊用。

附:本刊所支付给作者的稿费已含本刊电子版稿酬,并已代扣个人所得税。

详情请参阅: www.cwjournal.com; 来稿请发送: cwimag@caf.ac.cn