

研究与开发

基于单片机的人造板连续平压热压机 分布式温度控制系统的开发

张星梅¹, 周玉成¹, 闫承琳², 侯晓鹏¹, 徐佳鹤¹, 安源¹

(1. 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;

2. 国家林业局北京林业机械研究所, 北京 100029)

摘要: 针对连续平压热压机信号分布广、实时性强等特点, 利用单片机, 开发一种分布式温度控制系统。描述系统的网络架构、硬件组成、软件设计及抗干扰设计方法。系统采用分层分布式模式, 结合模块化设计方法, 实现连续平压热压机运行过程温度信号的分散采集、实时监测与级联控制。

关键词: 人造板连续平压热压机; 温度控制; 分布式; 单片机; 抗干扰

中图分类号: TP273; TS64

文献标识码: A

文章编号: 1001-8654(2012)05-0014-05

Development of a Distributed Temperature Control System for a Continuous Press Based on a Microprocessor Control Unit

ZHANG Xing-mei¹, ZHOU Yu-cheng¹, YAN Cheng-lin², HOU Xiao-peng¹, XU Jia-he¹, AN Yuan¹

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

Key Lab of Wood Science and Technology of State Forestry Administration, Beijing 100091, China;

2. Beijing Forestry Machinery Research Institute of Forestry Administration, Beijing 100029, China)

Abstract: A distributed temperature control system used in a continuous press for wood-based panel production was developed based on a microprocessor control unit (MCU). This article describes the system network architecture, hardware construction, software processing, and anti-interference design methods. Using a multi-level distributed mode, combined with the modular design method, the system could realize temperature signal decentralized acquisition, real-time monitoring, and cascade control in a continuous press operation.

Key words: panel continuous press; temperature control; distributed system; microprocessor control unit (MCU); anti-interference

随着我国机械加工行业水平的不断提升, 人造板生产用连续平压热压机目前已实现了国产化, 但仍处于起步发展、不断完善的阶段^[1]。连续平压热压机在

长度方向上分布有多个加热区, 各区域的温度需根据工艺要求单独设定, 以满足热压工艺要求^[2]。连续平压热压机的工作原理, 决定了其系统庞大、控制点多、分布广、控制过程复杂和控制精度要求高等特点。在国产连续压机的现有控制技术中, 多采用可编程逻辑控制器 (Programmable logic controller, PLC) 自动控制方式, 利用 PLC 的脉宽调制, 配合气缸动作进行阀门定位, 实现各区域温度的控制, 控制成本较高。

收稿日期: 2012-03-12; 修改日期: 2012-07-12

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金 (CAFINT2009K07)。

作者简介: 张星梅 (1979—), 女, 中国林科院木材工业研究所助理研究员。

通讯作者: 周玉成, 男, 中国林科院木材工业研究所研究员。

随着电子设备智能化和网络化程度不断提高, ATMEEL 公司的 AVR 系列单片机, 以低功耗和高性价比的优势, 被广泛应用于军事、工业、家用电器、智能玩具、便携式智能仪表和机器人制作等领域, 使产品功能、精度和质量大幅提升。其高端微处理器 Atmega 2560, 具有资源丰富、可靠性高、抗干扰能力强等特点, 主要针对需要较大代码空间和广泛接口连接功能的高端应用。随着人造板行业对生产运行过程控制、同步控制、信号检测等方面的要求日益提高, AVR 高端单片机产品在人造板行业中的应用亦逐渐增多。

鉴于成本和可靠性等方面的考虑, 并针对连续平压热压机特点, 笔者设计开发了基于 Atmega 2560 单片机的分布式温度控制系统, 旨在探索并完善人造板连续平压热压机的温度控制方法及技术, 促进人造板连续平压热压机控制水平的提升。

1 连续平压热压机分布式温度控制系统的方案设计

1.1 系统需求分析

温度是人造板生产过程中的重要工艺参数, 压机

各加热区温度的合理控制, 是人造板产品质量的保障之一。连续平压热压机采用油加热, 其一次循环系统的主要作用是提供热源, 而热油二次循环系统主要用于控制温度。因此, 控制热油二次循环系统, 是实现温度精确控制的重要手段^[2]。

根据工艺需要, 将连续平压热压机的热油二次循环系统分为多个区域, 通过设置每个区域二次循环出口的油温和三通阀的开启比例, 即可控制该区二次循环出口的温度和热压板的过油量, 进而实现该区域热压板的温度控制。因此, 必须实时采集热油二次循环进、出口的温度和热压板的温度, 并快速反馈, 根据一定的控制算法, 控制输出模拟量, 以调控三通电动阀的开启比例; 同时, 还需要一个统一的集成监控平台, 对生产过程的数据进行实时的监测与显示, 实现全局优化控制。

1.2 系统网络架构设计

根据上述分析, 笔者构建了基于 RS485 现场总线的分布式温度控制系统网络架构(图 1), 共分为三层: 现场信息采集控制层、过程控制层和系统终端监控层。

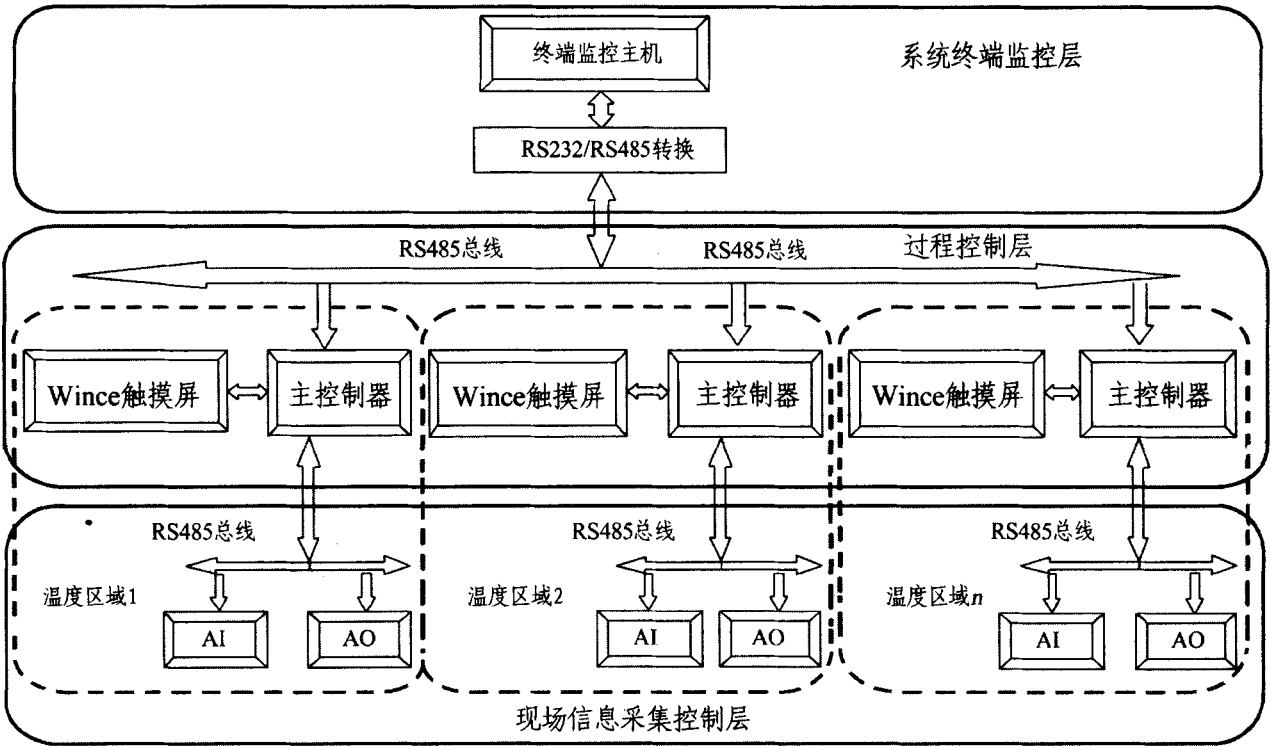


图 1 分布式温度控制系统网络架构

Fig. 1 Network architecture of temperature control system

1.2.1 现场信息采集控制层

现场信息采集控制层采集热压板的温度及热压板进出口的油温,并输出一定的模拟量,控制三通电动阀的开启比例。主要硬件包括:分布在现场的温度传感器、信号隔离变送模块、模拟信号采集模块(AI)及模拟量输出模块(AO)。

1) 信号隔离变送模块对温度传感器采集的温度信号进行隔离,并转换成模拟信号采集模块可以接收的电信号。

2) 模拟信号采集模块由单片机 Atmega16、低通滤波电路、信号调理电路、多通道选择器、A/D 转换电路及 RS485 通信接口构成。

A/D 转换模块采用 16 位并行模数转换器 MAX191,多路选择电路采用八通道双向带锁存的选择器 DG529。为更好地滤除干扰,采用四路差分信号输入兼滤波的方法,信号调理电路采用仪用放大器 AD627,并采用改进的 RFI 抑制方法。模拟信号采集模块对变送后的温度信号进行滤波、通道选择、调理之后,进行 A/D 转换,输送给单片机 Atmega16。单片机采用巡检的方式,循环检测四个输入通道的信号,并将采集的数据进行存储。

3) 模拟量输出模块由 D/A 转换电路、信号调理电路及 RS485 通信接口构成。单片机通过 RS485 通信接口和主控制器进行数据传输,根据实时读取的系统各模拟量的数值,与系统的参数设定值进行比较、计算,从而控制输出一定的模拟量,以控制三通电动阀的开启比例。

各模块通过 RS485 总线同主控制器相连接,接收主控制器指令,根据主控制器发出的指令执行相应动作,将现场的实时数据通过网络传送给主控制器,各模块之间相互独立。每个温度区域的扩展模块,可以根据实际需求数量进行挂接。依据 RS485 的驱动能力,最多可以挂接 128 个模块。

1.2.2 过程控制层

过程控制层包括主控制器和人机交互设备,现场的每个温度控制区域可设置一个主控制器和一个人机交互模块。

主控制器选取 Atmega 2560 单片机微处理器,结合外围数字量输入输出电路、人机交互设备、外扩存储模块、RS232 通信接口模块、RS485 通信接口模块、电源模块等共同构成。其硬件结构如图 2 所示。

过程控制层通过人机交互设备,设置该区热油二次循环出口油温和三通阀开启比例,并实时显示该区域上下压板的温度、进油口的油温、出油口的油温以及三通电动阀的开启比例。

主控制器通过 RS485 通信,将现场采集到的数据进行存储、计算,并通过数字量输入输出电路监控系统启停、油泵启动、系统复位、报警指示等,保证热压过程参数控制的实时性、可靠性。

1.2.3 终端监控层

系统终端监控层选择 PC 机作为终端监控主机,通过不断轮询的方式,与过程控制层的各主控制器进行数据传输,实现整个压机温度控制系统的参数及数据的实时可视化。

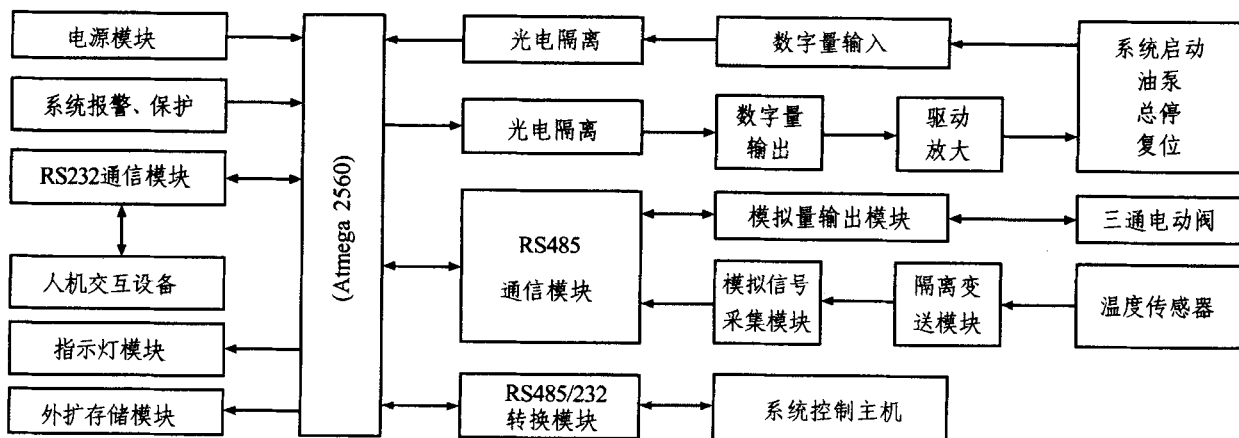


图 2 系统硬件结构

Fig. 2 Hardware structure of the control system

2 系统软件设计

系统软件按功能划分为 5 部分:上位机监控程序、主控制器监控程序、人机交互设备程序、模拟信号采集程序、模拟量输出程序(扩展模块部分)。

1) 上位机监控程序 采用 Visual Basic 语言进行程序设计,通过巡检的方式,采集各区域温度,读或写热压板实时温度、进油口实时油温、出油口实时油温、三通电动阀开启程度,并进行集中实时显示。

2) 主控制器监控程序 主要功能是进行系统初始化,数据的存储、上传、采集、计算及控制指令的下达,实现对现场的监测与控制。

3) 系统人机交互设备 基于 Wince5.0 的触摸屏及 Visual Studio 2005 VB. Net 平台开发,实现系统控制参数的设定、下传、显示等功能。

4) 模拟信号采集程序 主要功能是循环检测四个输入通道的数据,把采集到的模拟量转换为数字量,并通过 RS485 总线上传到主控制器。

5) 模拟量输出程序 主要功能是通过 RS485 总线获得主控制器发出的指令数据包,并根据数据包中的控制量控制输出对应的电压信号。

基于单片机的主控制器监控程序、模拟信号采集程序及模拟量输出程序(扩展模块部分),可以使用 C 语言进行编写,ICCAVR 编译器进行编译。主控制器与人机交互设备、上位机及扩展模块的接口协议,均采用自主研发的通讯协议,并兼容 Siemens modbus RTU 协议,通信波特率为 9 600~115 200 bps,用户可根据需要自主设定。整个系统控制流程如图 3 所示。

3 系统抗干扰设计

工业生产现场存在的各种各样干扰,易影响检测参数的精度,甚至影响系统的正常工作。因此,单片机控制系统需从硬件和软件两方面,对信号采取抗干扰措施^[3]。

3.1 硬件抗干扰设计

在 PCB 设计上,主控制器及扩展模块的电路板均采用四层结构。在电路设计上,主控制器、扩展模块的电源,从系统电源通过逐级 LC 滤波得到;各个集成电路的电源相对独立,并采取了电容滤波、LC 滤波等滤除器件间及电源引脚之间的耦合噪声;在运

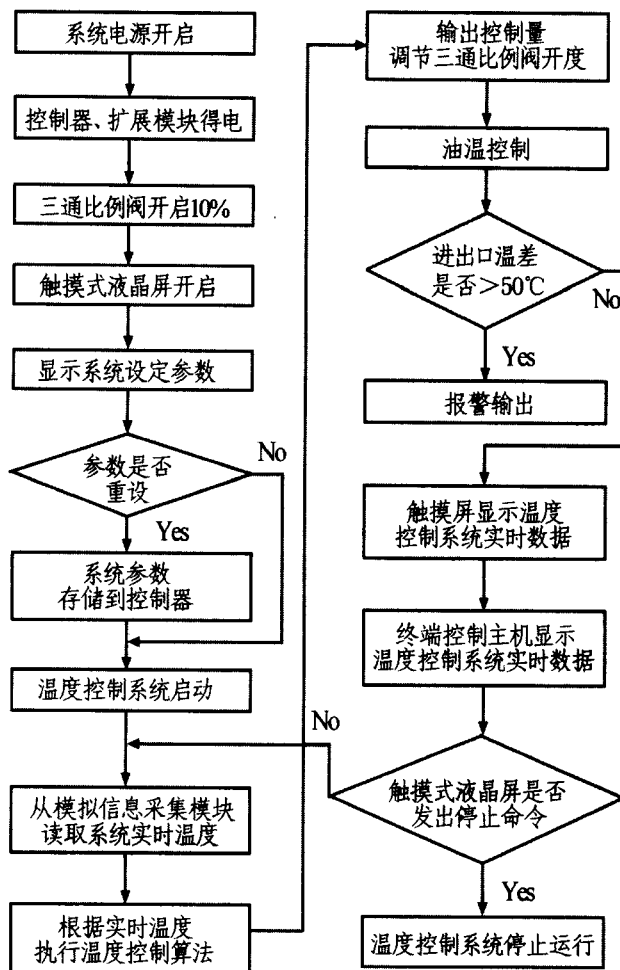


图 3 系统控制流程图

Fig. 3 System control flowchart

算放大器的同相输入端和反相输入端,加入高频滤波网络,有效滤除电网中的高频噪声和运放本身的噪声;采用光电隔离技术,使数字信号地和模拟信号地隔离开进行抑制^[4]。同时,系统的信号传输线采用芯线直径 ≥ 1 mm 的铜芯双绞线,以减小信号的衰减。

3.2 软件抗干扰设计

在单片机系统中有多重数字滤波技术,每种方法各有其优缺点和应用范围。在实际使用时,针对干扰噪声的特点,常结合多种方法应用^[5]。在本设计中,针对毛刺,采用改进的滑动平均值的方法进行数字滤波。选择采样速率为系统频率的 1/64,连续取 128 次,对采集的数据进行排序,剔除队列中前 32 个最大值和后 32 个最小值后,取剩下的 64 组采样值的平均值,作为本次采样的有效值。这种方法既抑制工频干扰,又抑制瞬态干扰。

4 结语

系统采用分层分布式模式,构建基于单片机的连续压机温度控制系统;基于模块化思想,将复杂的过程任务,分散到各个相互独立的测控单元,降低系统复杂性,实现信号的分散采集、实时监测与级联控制。由各个主控制器完成热压过程中信号的传输、存储、计算与控制,由现场扩展模块完成基本信号的采集及输出控制,上位机负责集中监控。

这种集成一体化架构及系统模块化设计,简化程序设计,且便于实现系统的扩展、升级及维护等;相对于 PLC 控制,其成本更低。可通过对扩展模块进行冗余配置,减少大面积故障的隐患;保障系统具有可修复和快速修复功能,增强系统可靠性。

此外,对系统进一步的完善和扩展,融合人造板连续平压热压机的液压控制及拖动控制等,可实现人造板连续热压生产线的总体控制与高可靠性运行,将

对人造板行业的技术升级起到一定的促进作用。

分布式系统亦存在一些不足,如系统依赖于网络,存在网络信息损失及可能饱和引起的其他问题;方便存取系统数据的同时,也易造成保密数据的访问安全问题等。随着分布式控制技术的不断发展和完善,分布式控制系统的应用将日趋普及。

参考文献:

- [1] 张荣其,罗丽萍.我国现有人造板连续压机的调查与分析[J].中国人造板,2010(9):7-10.
- [2] 兰从荣.连续平压法热压机热油二次循环系统温度控制技术的研究实践[J].福建林业科技,2007,34(3):173-175.
- [3] 彭先洪,姚云茂,何共建,等.数字滤波技术在精密测量仪表中的应用研究[J].国外电子测量技术,2009(11):60-62.
- [4] 关燕君.基于单片机的高精度信号采集系统的设计[J].吉林化工学院学报,2006,23(4):45-48.
- [5] 高培先.提高实时系统数据采集质量的研究[J].电子技术应用,2002,28(3):22-24.

(责任编辑 向琴)

行业简讯

中国林业机械行业首批信用评价结果

为建立和完善林业机械行业信用体系,提高会员单位的诚信意识和风险防范能力,增强行业自律水平,规范行业内部竞争秩序,树立“诚信守法为荣,失信违法为耻”的良好风尚,促进行业持续健康发展,中国林业机械协会于2012年2—8月,开展了中国林业机械行业首批信用评价工作,确定了18家参评企业的信用等级。

行业信用评价不同于银行信贷信用风险评价或者其他市场化的评级,由全国性的行业协会组织进行,是国内高级别的行业信用体系。其等级划分为:AAA、AA、A、B、C三等五级,评价的信用要素包括:综合素质、财务实力、管理能力、企业竞争力、信用记录和不良行为记录等六个方面。

首批18家参评企业信用等级均为AA级以上,其中AAA级企业数量占参评企业总数的72.22%。

绿友机械集团股份有限公司、山东工友集团股份有限公司、江苏林海动力机械集团公司、山东百圣源集团有限公司、江苏江佳机械有限公司、佛山市威德力机械实业有限公司、苏州苏福马机械有限公司、佛

山市新马木工机械设备有限公司、青岛永强木工机械有限公司、邵武市振达机械制造有限公司、镇江中福马机械有限公司、石家庄开发区纪元电气有限公司、山西秋林机械有限公司等13家AAA级;青岛建诚伟业机械制造有限公司、佛山市新基宏业机械设备有限公司、佛山市先达威机械有限公司、青岛豪中豪木工机械有限责任公司、苏州市华翔木业机械有限公司等5家企业为AA级。

中国林业机械协会首批行业信用评价的特点:1)覆盖面较宽,林业机械比较集中的地区均有企业参加,涉及地域、企业产品门类分布比较广;2)参评企业平均规模较大,代表性较强;3)大多数参评企业的申报材料完整;4)序时进度严格按计划进行;5)参评企业整体素质较高。

行业信用评价不仅考察企业的信用记录状况,而且综合考量企业的信用承担能力、在行业中所处地位、规模等指标,并且对信用企业实行动态跟踪管理,以保证信用好的企业能及时进入,信用状况不佳的企业及时退出。

中国林业机械协会