

基于嵌入式系统的生物质锅炉优化监控系统的应用

黄春, 袁恒淑, 姚莉娜, 孙君曼, 崔光照

(1. 郑州轻工业学院电气信息工程学院 河南郑州450002; 2. 河南中烟工业公司许昌卷烟厂 河南许昌461000)

摘要: 针对生物质锅炉的控制难题, 为实现生物质锅炉高效稳定洁净燃烧的目标, 提出生物质燃料锅炉液位和燃烧的优化策略。利用MCGS组态软件和Matlab simulink的优势, 采用可靠DDE技术, 实现了MCGS组态软件与Matlab的数据通信。构建基于现场总线嵌入式操作系统的硬件平台, 使生物质锅炉的给料系统、燃烧系统、吹灰系统、送风系统、引风除尘系统等达到完全自动控制。基于物联网技术, 利用CDMA数据终端实现生物质锅炉的远程监控。实测及运行经验表明, 新型生物质锅炉具有结构新颖、洁净燃烧、高效节能、低排放、操作方便等优点, 为生物质燃料锅炉的推广应用提供探索和借鉴。

引言

生物质能颗粒燃料是利用植物秸秆、树皮等农林废弃物, 通过粉碎、混合、挤压、烘干等工艺, 制成颗粒状燃料。它的原材料分布广泛, 加工工艺先进, 若作为锅炉的燃料, 与常规型煤相比, 它的燃烧时间长, 强化燃烧炉膛温度高, 而且经济实惠, 同时对环境无任何污染, 属再生能源, 可循环利用。我国大面积的农业产生的原料给生物质锅炉的推广提供了坚强的物质保障, 若能研制推广, 不仅能够解决农民焚烧秸秆的问题, 同时将燃烧过的灰渣还田, 又是很好的肥料, 实是一举多得。

生物质燃料本身的湿度、密度及锅炉负荷变化等干扰因素的不确定性, 增加了控制系统的难度, 具体包括: 温度回路的大滞后、压力回路的非线性、汽包液位的大负荷变化和假液位问题。特别是低等级燃料的BTU值不一致, 使得空燃比控制变得更加困难, 进而影响锅炉的效率。针对生物质锅炉的控制难题, 为实现生物质锅炉持续稳定、高效洁净燃烧的目标, 提出生物质燃料锅炉液位和燃烧的优化策略; 构建基于嵌入式操作系统的硬件平台, 使生物质锅炉的给料系统、燃烧系统、吹灰系统、送风系统、引风除尘系统等达到完全自动控制; 利用MCGS组态软件和Matlab simulink的优势, 搭建中央监控中心, 实时监控锅炉的运行状态; 基于物联网技术, 利用CDMA数据终端实现生物质锅炉的远程监控。本文所研制的新型系统, 为生物质燃料锅炉的推广应用提供探索和借鉴。

1 新型生物质锅炉结构设计及特点

为提高生物质锅炉的热效率, 结构设计采用气化燃烧复合原理, 将锅炉内部设计成独特的3室结构, 包括: 固相燃烧室、气相燃烧室和燃烬除尘室, 其工艺流程如图1所示。在固相燃烧室内, 生物质成型燃料被加热、分解, 产生生物质燃气; 底部设计为负压抽吸式结构, 将固相燃烧室内的燃气自动吸引进来, 经炉栅过滤、净化, 流入气相燃烧室, 完成均相动力燃烧; 在气相燃烧室内, 为了使燃气火焰完全充分燃烧, 将其尾部设计成独特的旋流结构, 以使气室内部气体得到充分的扰流; 燃烬除尘室采用高速燃烬、清洁降尘、凝渣管束和辐射传热的联合结构, 此效果显著, 实为aT洁净燃烧和辐射换热引。与传统锅炉相比, 新型生物质锅炉结构新颖, 更适用于生物质燃料的绿色环保, 并具有燃烧、气化、换热一体化的特点, 大大提高了锅炉的热效率。另外, 此结构简单易造, 体积和质量远远小于传统锅炉, 为生物质燃料锅炉在农村的推广应用奠定了基础。

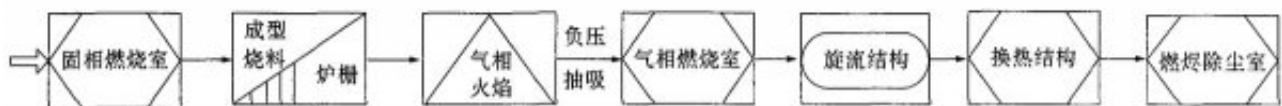


图1 生物质锅炉气化燃烧工艺流程图

Fig.1 Process flow chart of gasified burning

2 监控系统设计总方案

生物质燃料锅炉是一个多输入多输出的复杂被控对象, 主要包括汽包水位子系统和燃烧子系统, 图2是监控系统结构框图。控制系统采用大量传感器实时检测生物质锅炉的各项信息, 输送给嵌入式操作系统硬件平台, 进行基本处理, 显示、存储; 然后, 利用Modbus协议, 通过RS485总线将这些实时数据传输给上位机监控软件。上位机监控软件由嵌入式MCGS组态软件编制而成, 主要用于实时动态显示锅炉状态参数, 操作人员通过触摸屏操作, 可方便快捷完成对整个锅炉系统的监视、控制、调度和管理功能。另外, 依据生物质燃料本身的特性, 提出生物质燃料锅炉液位和燃烧子系统的控制优化策略。Matlab工程计算能力强大, 丰富的工具箱可以方便快捷地实现复杂先进控制算法, 而嵌入

版MCGS组态软件具有强大的可视化界面功能，本项目通过DDE(dynamic data exchange, 动态数据交换)技术，将2者编程结合，达到实时数据快速通信的效果，从而实现了生物质燃料锅炉汽包水位和燃烧子系统的优化控制。最后，利用物联网技术，实现管理员的远程监控功能。

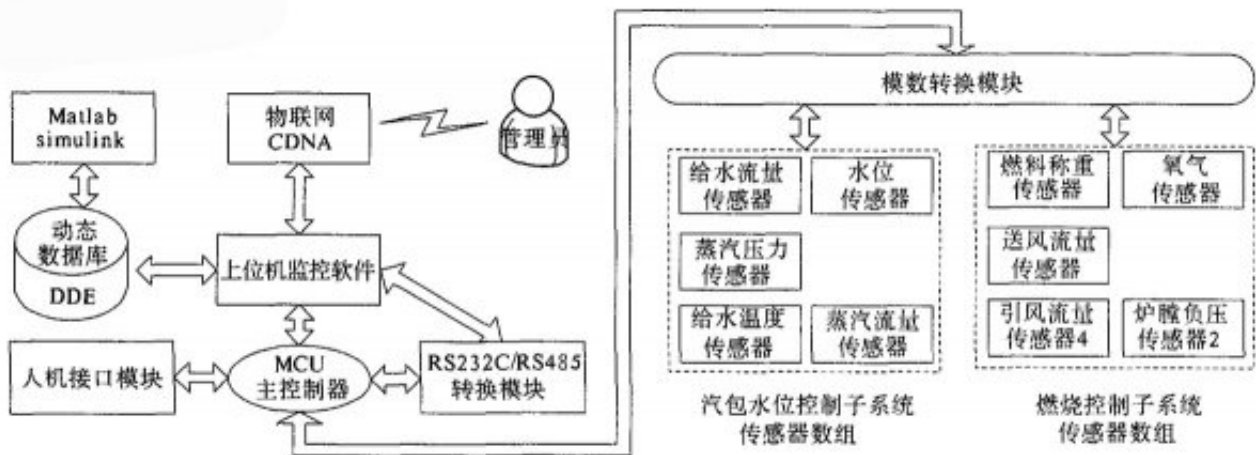


图2 系统结构框图

Fig.2 Architecture figure of system

3基于 μ COS II硬件平台的设计

系统硬件设计采用模块化思想，并兼顾其扩展性和兼容性。主控制器采用AVR高端系列单片机MEGA128，它内嵌高质量的lash程序存储器，工作速度快，寿命长，资源丰富，内嵌4K E2PROM，方便系统关键参数的存储，基于此，可以将嵌入式操作系统 μ COS II移植入主控制器内，提高系统的工作性能。

嵌入式硬件系统主要包括主控模块、数据采集模块、通信模块、显示模块、报警模块5部分。其中主控模块有主控微处理器、外扩存储单元构成，完成原始检测数据的运算、存储等功能；数据采集模块，主要用来收集汽包水位控制子系统和燃烧控制子系统的传感器输送过来的信号，通过放大、滤波、A-D转换，传输给MCU；通信模块包括2部分：上位机和下位机通信，以及基于CDMA的物联网通信。前者通过Modbus协议，RS485总线将数据可靠地传输给监控中心MCGS组态软件；物联网在生物质锅炉系统中的核心应用主要是，

监控中心作为物联网终端，通过TCP/IP协议，将传感器、报警、设备状态等监测数据推送到CDMA终端设备，即用户手机，实现远程监控锅炉的运行状态；显示模块采用武汉中显640 x480电阻式液晶显示智能触摸屏，操作人员通过触摸按键操作可以方便快捷地完成监测数据的观看、存储、查询、打印、传感器参数校准、系统时间设置、管理系统密码设置等功能。同时，报警模块负责生物质锅炉的安全运行，若锅炉尾气排放的CO₂、SO₂超标，或者锅炉内部气压过大，都会鸣笛报警提示，并将信息通过物联网推送到管理员手机。

4系统软件设计

4.1嵌入式监控组态软件的设计

基于WinCE嵌入式操作系统开发：平台，利用嵌入式组态软件通过模块化组态和再开发，构造适合生物质锅炉燃烧供能的工艺流程监管系统。软件设计结构框图如图3所示。

图4为其监控界面。系统将传感器所采集的分散在不同工位的给水量、燃烧量、送风量、引风量、汽包水位、蒸汽压力、蒸汽流量、炉膛负压等实时数据集中显示在屏幕上，供工作人员监视整个生物质锅炉的运行状态。

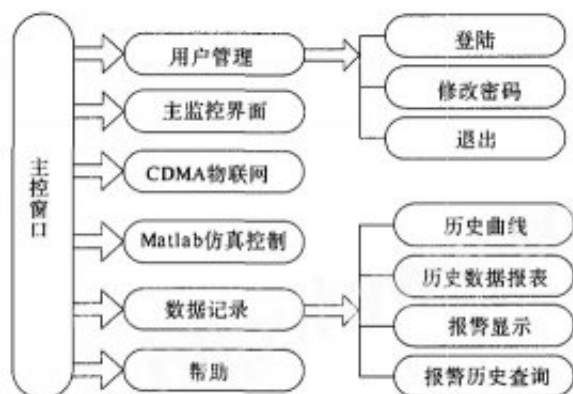


图3 软件设计结构框图

Fig.3 Architecture figure of soft design

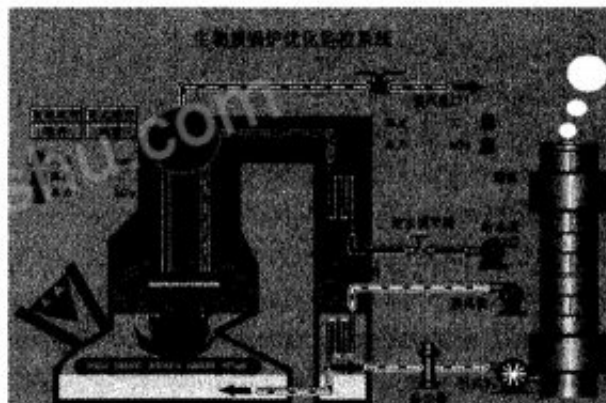


图4 生物质锅炉优化监控主界面

Fig.4 The main interface of biomass boiler optimization monitor

4.2 MCGS组态软件与Matlab的数据通信

MCGS组态软件具有功能完备的可视化界面和实时快捷的通讯功能,支持DDE技术,可与其他应用程序实时交换数据,但其工程计算能力相对较弱,对于先进复杂的控制算法很难实现;而Matlab专业用于算法开发、数据分析和数值计算,工程计算能力强大,并集成丰富的多学科工具箱,便于算法的快捷开发。在生物质锅炉监控系统软件的设计中,本文结合二者优势,联合编程,使得软件高效灵活,功能也更加强大,设计思想如下: MCGS组态软件完成人机交互,实现系统工艺流程的动态显示,控制算法的参数设置,现场数据的实时采集等操作;而Matlab作为后台程序,用于完成控制算法运行、系统性能分析、算法参数反馈和曲线设计绘制等功能。

为使生物质锅炉始终运行在最佳燃烧状态,本项目根据生物质燃料本身特性,通过在过程控制实验装置上反复多次实验,最终确定将Fuzzy.Smith算法应用于锅炉燃烧系统的优化控制中;针对锅炉运行状态中汽包假液位问题,突破传统,采用Fuzzy PID控制算法,通过在Matlab中多次仿真实验,达到优化控制。这些先进的控制算法,首先在Matlab中建立自己的传递函数数学模型,并封装成模块,比如本项目中的给水量、鼓风机、调节阀等设备;然后,在simulink中,将这些封装好的模块组建成完整的控制系统,同时处理成子系统;每个子系统中控制算法的参数(比如Fuzy PID的比例系数、积分常数、微分常数),在Matlab中要通过变量的形式表示,而嵌入式MCGS中实时数据库中也有同样的变量,它们通过动态数据交换DDE来实现数据的一致与统一。一方面MCGS的设备窗口实时接收底层传感器智能节点的数据采样,另一方面,通过DDE赋值给sirrmklink,这样Matlab中仿真与控制的就是生物质锅炉的实际情况。其通讯结构如图5所示。

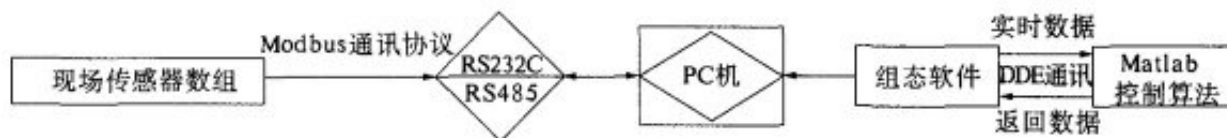


图5 组态与 Matlab 通讯结构图

Fig.5 Communication architecture figure of configuration and Matlab

5 系统性能检测与经济效益分析

为了验证生物质锅炉的工作稳定性能及大气排放物指标,本系统由河南省产品质量监督检验所对生物质颗粒(玉米秸秆型)燃料燃烧运行参数进行试验,运行24h,其平均热效率达到82.35%,高于传统型煤锅炉20%左右,烟气林格曼黑度接近0级,原始出口烟尘浓度为53.3mg/Nm³,SO₂浓度接近0mg/Nm³,氮氧化物331mg/Nm³,与GB 13271-2001锅炉大气污染物排放标准相比,本项目所研制的生物质锅炉的环境指标远优于国标中规定的工业锅炉大气中污染物的排放标准。

河南省是农业大省,每年仅玉米秸秆产量就可达到2000万吨,玉米秸秆收购价约为50元/吨,若加工为成型燃料,价格大约在300元/吨,与型煤相比,每吨便宜100元。仅以郑州市为例,市内每年用煤量大约为60万吨,以后随着工业的发展用煤量还要持续增加,若用玉米秸秆成型燃料代替型煤,每年财政可节省燃料费用约7000万元。河南省地广物博,生物质能源丰富充足,本项目所研制的生物质锅炉制造成本低、质量轻、易安装,且节能20%以上,并且燃烧的灰渣是很好的肥料,可取代传统锅炉的煤渣污染,还可灰渣还田、循环利用,保持生态平衡。

参考文献：

- [1]李海英.生物质锅炉的性能论述[J].节能, 2008(3): 86—88。
- [2]中国电力科学研究院生物质能研究室. 生物质能及其发电技术[M].北京：中国电力出版社, 2008。
- [3]苏俊林, 王震坤, 矫振伟. 高效洁净生物质锅炉的开发及应用[J].农机化研究, 2009(8): 202—204。
- [4]马孝琴, 骆仲浚, 余春江, 等. 秸秆成型燃料双胆反烧炉的设计[J].动力工程, 2005, 25(6): 800—84。
- [5]王世香.精通Matlab接口与编程[M].北京：电子工业出版社, 2007。
- [6]刘满华, 任正云, 邵惠鹤. 监控平台软件与Matlab的DDE通信[J].研究与应用, 2002, 18(1): 27—29。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/117704.html>