

基于物联网的生物质锅炉控制系统设计

周宇航, 马晓君*, 马佳宇, 梁秋艳, 王丽丽, 郭欣悦 (佳木斯大学机械工程学院, 黑龙江佳木斯 154007)

摘要 针对农作物秸秆浪费与环境污染问题, 设计了基于物联网的生物质锅炉控制系统, 实现秸秆充分利用, 降低环境污染。采用可编程逻辑控制器(PLC)对生物质燃烧过程进行有效控制, 实现燃料投入精准化、自动化。测试结果表明, 系统能够根据外界的环境自动对温度进行调控, 设定好标准值和报警值之后, 不再需要人工操作, 系统完成自动控制过程, 使温度始终控制在适宜的范围内, 提高了生物质燃料的利用率, 降低环境污染, 具有较高的实用价值和应用前景。

关键词 物联网; 生物质锅炉; 可编程逻辑控制器; 智能化; 自动化

中图分类号 S24 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)23-0196-03

The Biomass Boiler Control System Design Based on Internet of Things

ZHOU Yu-hang, MA Xiao-jun*, MA Jia-yu et al (College of Mechanical Engineering, Jiamusi University, Jiamusi, Heilongjiang 154007)

Abstract Aiming at the problems of crop straw waste and environmental pollution, the biomass boiler control system based on the internet of things designed to realize full utilization of straw and reduce environmental pollution. Using PLC to control the combustion process of biomass to achieve precision, automated fuel input. Test results show that the system can automatically according to outside environment on temperature control, set the standard values and alarm values, eliminating the need for manual operation, complete control of the system, keep the temperature control in the appropriate range, increased utilization of biomass fuels, reduce environmental pollution, is of high practical value and application.

Key words The Internet of things; Biomass boiler; PLC; Intelligent; Automation

我国是一个农业大国, 每年农作物秸秆产量达 7 亿 t, 糟渣 8 000 万 t, 大部分被废弃, 不仅造成巨大的资源浪费, 还严重污染了环境^[1-2]。随着农产品价格持续升高, 农业废弃物生物质资源开发利用将具有明显的成本优势和资源优势。同时, 随着社会对能源需求的日益增长, 作为主要能源来源的化石燃料在迅速地减少, 可再生能源需求也日益增加。生物质是一种理想的可再生能源, 它来源广泛, 每年都有大量的工业、农业及森林废弃物产出^[3-5]。

在我国, 无论是北方地区的玉米芯、秸秆, 还是南方的稻壳、蔗渣、椰子壳等再生资源都非常丰富, 用其代替或部分代替燃煤, 能为企业带来丰厚的经济回报。另一方面, 生物质能是一种清洁可再生能源, 二氧化碳排放接近于零, 因此利用生物质能对保护环境、改善生态、提高农民生活水平等都具有重要的作用。世界化石能源的储量已经接近红线, 各国都在开发新能源, 对新能源的运用必定是今后经济发展的大趋势。同时, 老式锅炉使用时需要有人实时监管, 极大地浪费了人力, 也使得大规模的锅炉使用成为了极困难的事。生物质锅炉物联网控制系统可以改变锅炉产业的国际发展趋势, 并将逐步向标准化、规模化、智能化、无人化等更为先进的方向发展, 引领锅炉产业走向一个新的发展阶段^[6-8]。

1 研发方案

在工艺构建方面, 拟采用实验分析法、定量分析法、文献研究法对锅炉控制工艺进行综合分析构建, 获得现代锅炉控制精确调控工艺。在传感器网络构建方面, 采用功能分析法确定各类传感器类型、通讯方式、数据接口等信息, 构建功

能强大的新型锅炉控制物联网系统。在控制系统构建方面将数学方法与信息研究法结合, 采用数学建模与编程构建控制系统及其相应数据库, 以期得到智慧型的锅炉集成控制系统。

控制系统由 PC 机互联网、温度传感器、可编程逻辑控制器(PLC, 台达 16ECO0T3)、监视与控制通用系统(MCGS)触摸屏、点火器、鼓风机等元器件构成, 控制系统结构如图 1 所示。整个设计由上位机与下位机 2 部分组成。上位机由 PC 机和触摸屏及手机组成, 采用组态软件实现数据传输和数据处理、远程云端互联网控制、手机远程控制。通过在系统上设定和修改配方及报警值来实现锅炉的自动控制执行方案所需要的不同环境, 通过查询历史记录来分析室内温度变化, 通过分析各时间段的温度数据需要, 检查各监测点的温度状况, 实现数据的自动记录; 利用计算机实现环境参数的监测、设定数据极限值, 如果采集到的数据超出预设的范围, 系统会自动执行满足装备的下位机部件。PLC 是下位机的主要核心控制器, 上位机将命令指令发送到下位机 PLC 中, PLC 控制各个元器件进行相应动作。根据用户需求设置了手动、自动、定时工作的多种控制功能, 使系统运行更加可靠。

2 工作原理及性能分析

2.1 硬件设计及选型 该系统硬件主要由 PC 机、温度传感器模块、PLC、触摸屏、点火器、鼓风机、引风机等构成。传感器模块实现待检测点的数据采集和转换; 引风机负责排出炉膛内产生的烟气, 并使炉膛内维持一定的负压, 克服尾部烟道内的压力损失(包括除尘器); PLC 负责对采集的数据进行处理、逻辑分析, 并根据设定值控制下位机的开关。以下对各部分展开进行介绍。上位机控制主机采用 PC 机, 作为中央控制核心单元, 使用户在办公室电脑上的远端中央控制软件对锅炉群远程调控, 适用于精准、集中化管理的场合, 主控系统如图 2 所示。

上位机单个锅炉装备, 采用的是 MCGS 触摸屏, 如图 3

基金项目 黑龙江省大学生创新创业训练计划项目(1022220168733); 佳木斯大学大学生创新创业训练计划项目。

作者简介 周宇航(1994—), 男, 黑龙江肇源人, 本科生, 专业: 农业电气化与自动化。* 通讯作者, 工程师, 博士, 从事现代制造系统设计及自动化研究。

收稿日期 2017-06-16

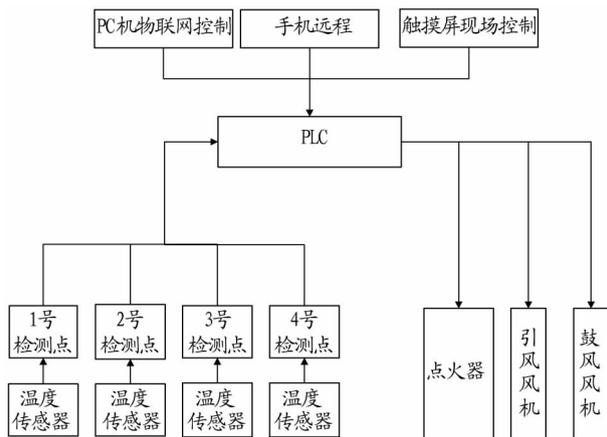


图1 控制系统结构

Fig.1 Control system structure



图2 控制系统

Fig.2 Control system

所示,可以实现对监测区域内的各种环境信息、工艺流程画面、工作日志以及开关状态等进行实时查看;对装备的温度标准值以及报警值参数进行设置;以及手动和定时控制风机的状态,使系统的自动化程度有了很大的提高。

核心控制单元之所以选用台达 PLC(16EC00T3),是因为 PLC 是一种结合了计算机技术、自动控制技术和通信技术的工业智能控制设备,能实现对工业开关量信号的逻辑控制和上位机等智能设备通信的功能,与传统的继电器控制相比,具有操作简单、运行可靠、工艺参数修改方便、自动化程度高等优点,可大幅度提高系统的可靠性和工作效率。



图3 触摸屏自动控制界面

Fig.3 Automatic control interface of the touch screen

采用 PLC 可较好地解决工业级复杂的问题,及各执行机构难以协同、通信困难等一系列技术难题,所以该项目的系统控制核心器件选用 PLC。选择台达 PLC,主要考虑 DVP 系列 PLC 有以下特点: CPU 处理速度快,程序容量大;编程及监控功能强大,维修简单;抗干扰能力强,价格低廉,性价比高;指令系统丰富。

2.2 电路设计 农业生物质锅炉物联网控制系统主要是由引风机和鼓风机控制锅炉内温度的变化。系统电路如图 4 所示,其中电路左边为主回路,主回路的电压是 220 V,断路器 QF1 控制系统的主电路供电和系统整体的供电。主回路

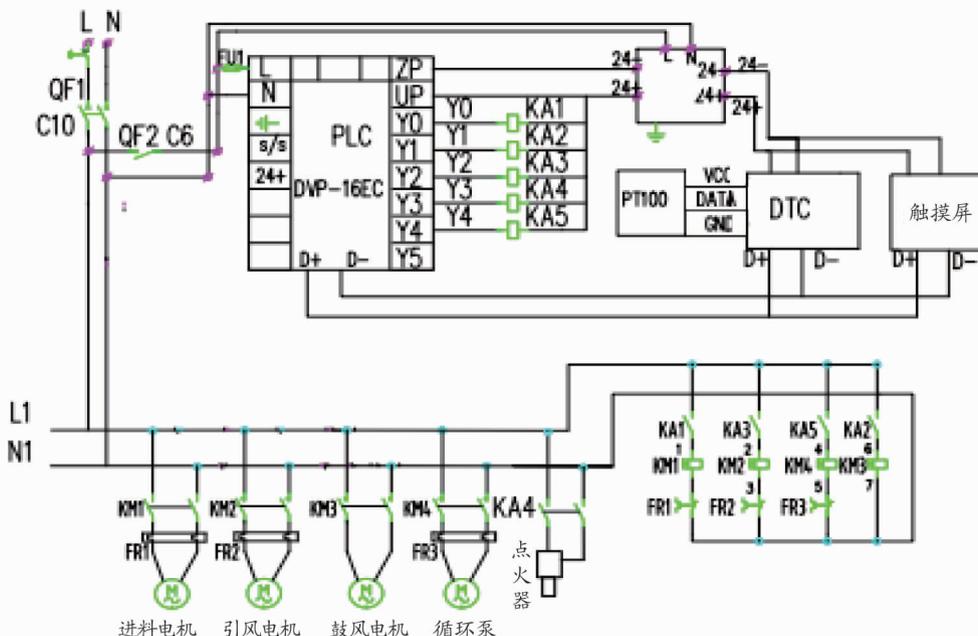


图4 系统电路

Fig.4 System circuit

需要供 220 V 的电压,电磁阀需要 220 V 的电压。在系统通电启动后,PLC 会相继启动中间继电器来控制泵和阀的动作,KA1、KA2、KA3、KA4、KA5 分别控制加料、进料、引风、鼓风、循环泵。

2.3 控制系统硬件构建 将优化选择的触摸屏、PLC、传感器等部件,通过整合各个元器件特性,进行合理性规划布局,运用电器布局原理,将各个部件整合到电器柜中,再将各个部件连接起来,制成成品样机,然后进行样机调试。最后,将整个控制系统连接到控制器上,首先进行点动测试,确定没有线反接、裸露线后,进行触摸屏程序调试、PLC 程序调试、远程程序调试、传感器反馈信号调试以及输出、输入控制点调试。目前,已经开发的锅炉物联网控制系统,每套系统可同时采集多个传感器等部件信息,根据设定的工艺参数调整点火器与引风机、鼓风机等执行器的启停。

3 结论与讨论

锅炉是我国北方冬天取暖最重要的装备,农业生物质作为锅炉最主要的燃料之一,可逐渐取代煤炭、燃油等燃料,由于生物质材料具有的节能环保作用,受到政府的大力推广,研发的生物质物联网锅炉控制系统在合作基地已稳定运行。

研究开发的生物质锅炉物联网控制系统,可以使物联网技术与生物质锅炉控制完美结合,构建出一系列节能环保型的生物质锅炉物联网远程控制体系。将所有锅炉组成网络,每个锅炉既能用单个控制箱控制,还能用安装在办公室电脑

上的远端中央控制软件对锅炉群远程调控,适用于精准管理大量的锅炉使用场合。

经过一段时间的投入市场使用后,系统的结构和稳定性都有了很大的提高,目前生物质锅炉智能控制系统的系统稳定、安全性高、抗干扰性强,已经经过实际使用检验,达到了设计要求。

控制系统在进料与风量的比例方面进行了严格的控制,实现最优化的配比,比同类产品在同一产热量的情况下,用料节省约 20%,降低了成本,提高了利用率。该设备在合作基地已稳定运行超过 4 个月,应用前景广阔。

参考文献

- [1] 徐白冰,王建立,曹景太. 基于物联网的温湿度与风速信息采集系统设计与实现[J]. 液晶与显示,2016,31(10):936-942.
- [2] 刘进军. 基于物联网的棉花秸秆锅炉+太阳能互补供热控制系统设计[J]. 中国棉花加工,2015(6):11-13.
- [3] 孙进,曹肖伟. 基于 PLC 的生物质上料控制系统设计及仿真[J]. 机械工程与自动化,2015(6):128-129.
- [4] 陈征宇,成德芳,刘小东. 浙江省工业锅炉产品定型能效测试浅析[J]. 能源工程,2015(4):22-25.
- [5] 胡南江,陈罡,连坤宙,等. 基于 PLC 的生物质锅炉燃烧控制系统设计[J]. 热力发电,2015(4):120-123.
- [6] 黄春,袁恒淑,姚莉娜,等. 基于嵌入式系统的生物质锅炉优化监控系统的应用[J]. 郑州大学学报(理学版),2014,46(1):103-106.
- [7] 任长清,郑立平,陈铁,等. 生物质发电试验装备控制系统设计[J]. 电站系统工程,2011,27(4):53-54.
- [8] 陈荣保,倪向红,邓绍文. 基于 FCS 的生物质燃料锅炉控制系统的研究[C]//中国农业大学. 中国高等学校电力系统及其自动化专业第二十四届学术年会论文集(上册). 北京:中国农业大学:2008.

(上接第 171 页)

由图 7 可知,从 28 日 14:00 开始,改则站的云顶亮温 TBB 开始下降,从 14:00 的 15 °C 下降至 18:00 的 -57 °C,随后缓慢回升,至 21:00 恢复至 -36 °C,随着改则强降水开始,TBB 又继续下降,至 29 日 01:00 降到最低,达 -63 °C,降水结束后,TBB 又有明显上升。改则的此次强降水从 28 日 22:00 开始,至 29 日 00:00 结束,仅持续了 2 h,但 22:00 改则站上空的 TBB 只有 -39 °C,并不是很低,而且在此次降水过程中也不算低,甚至还高于 18:00 的 TBB(-57 °C),更像是由于降水发生才造成了 TBB 的下降。

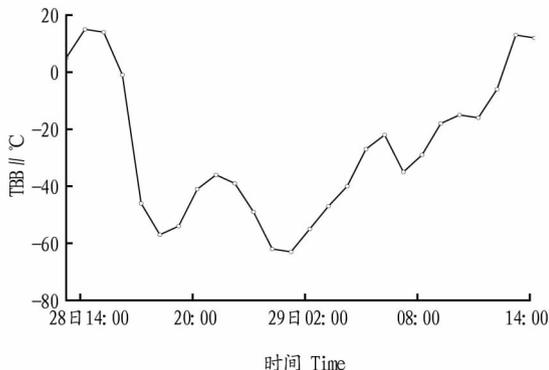


图 7 改则站云顶亮温 TBB 在降水前后的变化

Fig. 7 The time evolution of TBB during the precipitation at Gerze station

5 小结

(1) 巴湖附近的低压槽底部冷空气下渗到改则地区形成弱的高原槽是此次强降水产生的影响系统。

(2) 此次降水时间短、雨量大,28 日 23:00 和 29 日 00:00 1 h 降水量分别达 15.0 和 13.0 mm。

(3) 包括涡度、散度、垂直速度、水汽通量散度在内的物理量表现出在强降水发生后才出现有利条件。

(4) 对流云团 B 靠近测站时,降水已经开始,云团还在改则上空维持其强度时,强降水已经结束。改则站的降水发生时并不是云顶亮温最低时,更像是由于产生了降水而造成的 TBB 的下降。

参考文献

- [1] 肖天贵,假拉,肖光梁. 西藏高原强对流天气及短临预报研究进展[J]. 成都信息工程学院学报,2011,26(2):163-172.
- [2] 王艳兰,王军君,伍静,等. 广西 3 次不同类型强对流天气对比分析[J]. 干旱气象,2015,33(4):635-643.
- [3] 潘留杰,张宏芳,王楠,等. 陕西一次强对流天气过程的中尺度及雷达观测分析[J]. 高原气象,2013,32(1):273-289.
- [4] 王聪. 2015 年 8 月 30 日濮阳市强对流天气过程分析[J]. 现代农业科技,2016(21):231,237.
- [5] 代华光,罗布坚参,邹芳娥. 2014 年 5 月末西藏强降水天气分析[J]. 西藏科技,2015(3):70-71.
- [6] 杨本湘,潘志军. "FY-2C" 卫星云图导出产品在天气分析中的应用[J]. 四川气象,2005(4):34-37.
- [7] 德庆,代华光. 卫星资料在西藏暴雪中的应用[C]//国家气象中心. 天气预报技术文集. 北京:气象出版社,2015:207-214.
- [8] 张腾飞,鲁亚斌,张杰,等. 一次低纬高原地区大到暴雪天气过程的诊断分析[J]. 高原气象,2006,25(4):696-703.