

定型机排气余热回收计量监测系统的研制

王成刚, 王 剑*, 黄国辉, 姜周曙
(杭州电子科技大学 自动化研究所, 浙江 杭州 310018)

摘要: 针对定型机排气浪费大量热量问题,采用余热回收技术将废气排放的热量给新鲜空气预热,实现节能的目的。首先开展了定型机余热回收工作原理的研究与分析,结合嵌入式应用技术和.Net开发平台,制定了高精度能量测量方案,成功研制了定型机排气余热回收计量监测系统;然后以32位ARM嵌入式微处理器作为硬件平台核心元件,采用C#软件平台和SQL Server数据库完成了监测软件设计;最后采用RS485通讯协议,完成了数据采集显示单元和监测软件的数据通信。研究表明,该监测系统能够实时监测、准确计量定型机余热回收节煤量,计量数据与企业实际节煤值基本相符;且该系统操作简便、抗干扰能力强、性能稳定,能够满足工业应用的要求。

关键词: 定型机;余热回收;计量监测系统;ARM;C#软件

中图分类号: TS1;TH69;TP23;TH39 **文献标志码:** A

文章编号: 1001-4551(2012)08-0916-04

Measuring and monitoring system of recovery calorie of setting machine exhaust

WANG Cheng-gang, WANG Jian, HUANG Guo-hui, JIANG Zhou-shu
(School of Automation, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: Aiming at the problem that the exhaust of setting machine wastes a lot of heat and realizing the energy conservation, the waste heat recovery technology was used to recycle the heat of emissions to pre-heat the fresh air. The principle of the recovery of waste was researched and analyzed. Combining the embedded application technology and .Net development platform, the high precision measurement program for energy was established, and the recovery of waste setting machine exhaust measuring monitoring system was developed successfully. Using the 32-bit ARM embedded microcontroller as the core component of hardware platform, the monitoring software was designed by the C# software platform and SQL Server database. The RS485 communication protocol was adopted to realize the communication between the data acquisition and the monitoring software. The results indicate that the system can realize real-time monitoring and accurate measurement of the energy saving of setting machine, and the data measurement and enterprise actual energy saving value is consistent. The monitoring system is operated easily and has a strong capability of anti-interference and stable performance, and it can also meet the demands of industrial applications.

Key words: setting machine; waste heat recovery; measure and monitor system; ARM; C# software

0 引 言

定型机是染整工序的主要设备,也是单机耗能最大的设备^[1]。定型机生产中所需要的热量由导热油炉提供,导热油炉通过加热导热油提供热量,可以提供

很高的温度,并且不会产生过高的压力,工作环境安全。织物加工定型时其耗用的有效热能仅为总加热量的28.25%,散热损失近71.75%,其中废气排放损失热量约占60%,设备及壁面散热量约占10%,其他约占2%,故热效率低。为了保持定型机内合适的湿度,

收稿日期:2012-02-15

作者简介:王成刚(1987-),男,山东东平人,主要从事智能仪表与控制装置方面的研究。E-mail: xiaogangny@126.com

通信联系人:王 剑,男,副教授,硕士。E-mail: jianw6@sohu.com

必须加入大量的新鲜空气。随着节能减排工作的提出与能源价格的不断上涨,定型机排气余热回收也越来越受到相关企业的关注。目前,国内定型机余热回收器大部分采用气-气换热方式,吸收排出的高温气体温度。如组合式定型机余热回收器就是将排放的废气热量通过换热装置给新鲜空气预热,进行余热回收,节省大量能源,该余热回收器的广泛应用对印染行业的节能降耗具有重要意义。定型机排气余热回收计量监测系统通过计量获得可靠的余热回收数据,为能源管理合同(EMC)和能源审计、结算提供实时、准确的计量数据支持。

本研究研制定型机排气余热回收计量监测系统。该系统硬件采用ARM嵌入式微处理器作为控制单元;采用K型热电偶温度传感器测量定型机余热回收器换热装置进出口空气的温度;利用S型防堵毕托管测量空气体积流量;最终计算得到余热回收的节煤量。该系统通过LED实时显示累计节煤量和余热回收器运行时间等数据;并将数据作为历史记录存储在微处理器片内Flash中。该系统软件采用C#语言编写,并结合.Net平台和SQL Server数据库技术,可实现数据的监测和存储,并提供多种方式的数据显示;提供数据记录、统计、查询、导出、报表打印功能;兼有故障报警功能;通过RS485总线实现远距离监测。

1 定型机余热回收原理及现状

定型机余热回收通过换热器实现,换热器包括壳体和壳体内一致排列的若干热管,热管可拆卸地安置在壳体内,并在热管的中间部位设置同样可以从壳体内拆卸的密封体,由密封体形成密封隔离墙而将壳体分隔成两个独立的空间,一侧作为排气口,另一侧为吸气口,新鲜空气通过热管吸收排气的温度,在壳体上设置有对应热管和密封体的门,当热交换过程中热管表面黏附纤维、油雾而影响传热时,可以及时开启壳体上的门,方便地将热管取出进行清理和维护,其耗时短,清理和维护工作量小,从而保证使用单位的顺利生产。工作原理如图1所示。

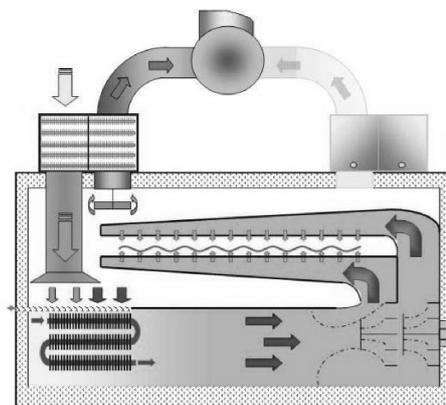


图1 定型机余热回收工作原理

当前国内在定型机余热回收技术方面的研究及应用还远落后于发达国家。定型机排放的废水、废气中含有的杂质多、酸碱性强,含油量大,对回收设备要求较高。普通回收设备容易被腐蚀,结垢现象严重,常规的解决方法是频繁清洗以及更换元件,然而许多制造商提供的售后服务不及时,严重影响了设备的推广。目前国内定型机余热总的回收率仍处于较低水平。因此,研制该系统的目的就是为了使印染企业清楚地了解余热回收给企业带来的效益,进而推动余热回收技术的发展。

2 系统总体结构设计

笔者通过定型机余热回收器工作原理的研究,分析计量监测系统的功能需求,完成系统总体结构设计。计量监测系统由数据采集显示单元和监测软件两部分组成。数据采集显示单元由模拟量采集模块、RS485通信模块和LED显示模块组成;实现对定型机余热回收器吸收空气温度和流量的实时采集和显示,并通过RS485通信模块将采集到的实时数据和存储的历史数据传输到监测软件,监测软件通过RS485总线实现多数据采集显示单元的连接,实时显示当前所有总线上的数据采集节点的数据;利用SQL Server数据库实现历史数据的上载、存储和excel报表导出,实现用户对多点进行远距离监测。系统总体结构图如图2所示。

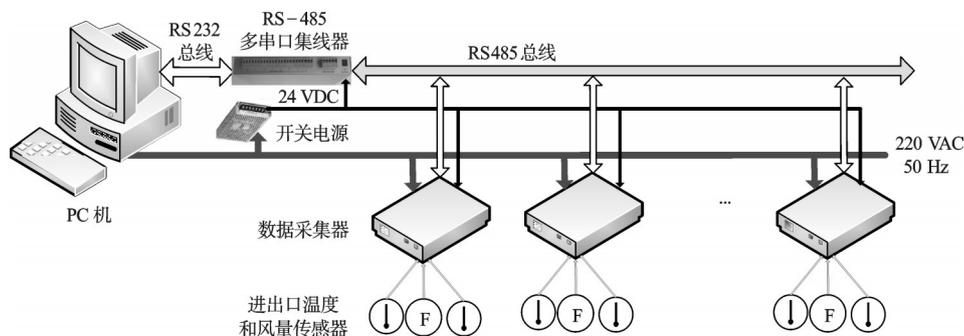


图2 系统总体结构图

3 数据采集显示单元设计

定型机余热回收器余热回收能力根据节约使用标煤量的大小评估,节约标煤通过测量定型机余热回收器一定时间内进出口空气温度变化来计算,数据采集显示单元的主要任务是计量节约标煤量,其主要由微处理器、数据采集模块、LED显示、通信模块、电源模块、JTAG接口电路等组成。微处理器选用集成度高、开发方便、系统性能及可靠性都比较高的ARM芯片。它是一款基于ARMv7-M架构的高性能、低功耗处理器^[2]。内置高速存储器(高达512 KB的闪存和64 KB的SRAM),提供程序存储器(片内Flash)在线应用编程(In-Application Programming, IAP)功能^[3],使得数据采集显示单元的工作参数及历史数据可直接存储于片内Flash,降低了外围电路的复杂性。其内部集成了2个12位模数转换器,转换时间达到1 μ s^[4]。该微处理器还具有3个USART接口,便于通信方式的扩展。

数据采集显示单元结构如图3所示。

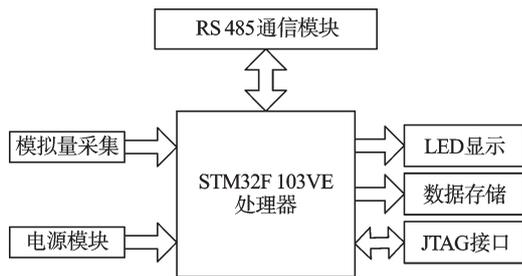


图3 数据采集显示单元结构

3.1 数据采集

数据采集是余热回收计量监测系统的主要部分,它给整个系统提供可信赖的数据支持。数据采集是3路模拟量采集:2路模拟量为定型机余热回收器换热装置进、出口空气温度,1路模拟量为空气流速。

余热回收器温度采集采用工业中广泛使用的K型快速响应热电偶,它的主要特点是对温度变化响应快、精度高、性能稳定^[5]。为解决热电偶冷端补偿问题,本研究采用精度为0.1%的热敏电阻测量冷端温度,以实现补偿;为了防止共模信号对测量产生干扰,本研究在模拟量输入电路中采用抗共模干扰设计,提高了测量的抗干扰性。空气流速采集采用S型防堵毕托管流量计^[6],测量精度高,符合现场测量要求。模/数转换采用微处理器内部的12位分辨率数/模转换器,数/模转换参考电压采用高精度、低功耗电压基准芯片REF3130,保证数/模转换结果达到系统要求。

3.2 通信模块

由于定型机工作环境恶劣,具有高温和热辐射大等特点,通信模块采用差分信号传输的RS485通信协议,

使得用户可以远距离监测多个节点,集中管理。通信波特率可以达到115 200 bps,通讯距离可达1 000 m,单根总线最大带负载能力为128个节点^[7]。总线采用手拉手结构,降低反射信号,增强通信的抗干扰能力^[8]。为了增大带负载能力,本研究采用485集线器,单集线器上可以扩展16个485总线节点。

3.3 数据采集显示单元软件设计

根据定型机余热回收器的工作特性,本研究利用微处理器RTC设定:3 s数据采集一次;1 min节煤量计算一次;为了合理地使用片内Flash,10 min进行一次数据存储,包括当前时间、节点编号、累计节煤量和运行状态等有效数据,可累计存储95天的运行数据,方便用户查询。

4 监测软件设计

监测软件主要完成监测系统的控制、管理和数据处理等任务,实现监测软件与数据采集显示单元的可靠通信,以及余热回收节能数据的接收、存储、显示和审计。其功能主要包括:

(1) 主从式通讯方式。由于RS485总线上数据采集显示单元数目很多,监测软件与数据采集显示单元之间制定了专用的通信协议,实现主、从机间安全快速的通信。每个数据采集显示单元都分配一个节点编号,作为身份标识,这样使得监测软件能有效控制、管理整个系统,能及时发现出故障的数据采集器并报告给系统管理员,自动读取各数据采集器的最新实时采集数据和累计节约标煤。

(2) 数据的实时接收和处理。定型机余热回收器和数据采集显示单元同步动作,数据实时地显示和存储在数据采集单元,监测软件通过RS485总线实时接收采集器数据,对接收到的数据进行处理,并将数据存入数据库中,且可进行多窗口的Flash动画、现场仪表、曲线和报表显示。软件可实现多台数据采集器的切换显示和全车间(或厂区)累计界面显示。界面显示内容和方式如表1所示。

表1 界面显示内容与方式

显示内容	显示方式
节点编号	仪表数码
日期、时间	表格
进口温度	仪表数码、表格、曲线、曲线
出口温度	仪表数码、表格、曲线、曲线
风量	表格、曲线、Flash
换热标煤	仪表数码、表格、曲线
采集周期	工具栏

此外,该系统针对曲线还具有显示选择、缩放、移

动等功能。

(3) 数据的查询和统计分析。该系统可按照用户的要求从数据库中按设备序号和时间段的监测数据进行查询,也可直接从各数据采集显示单元中分别单独上载保存在数据采集器内的1周历史数据。此外用户可实现数据的导出和报表打印功能。

(4) 保证系统的稳定工作、安全。对于数据采集显示单元出现的故障(传感器故障、温差异常、通讯异常),监测软件可以给用户发出警告,以便于用户对故障进行检修。对于系统的基本操作,软件会有人性化的提示功能。此外,软件具有数据备份、多线程、内存释放等功能。数据备份采用数据库备份服务器,如果主服务器需要中止工作一段时间,只需投入备份服务器代替主服务器即可^[9]。

(5) 系统设置和用户权限管理。监测软件具有密码保护、修改和分级权限管理,一般密码用户可以进行用户登录、采集周期设置、数据上载;高级密码用户可以进行密码设置、时间校准下载,数据采集器数据清空、设备序号配置;超高级密码用户可以进行系统配置、信号校正等功能。

设备序号配置:是指设备安装后需要对该设备编号的前8位(行业、地区、工厂编号)进行设置,此外还需对系统的机组和测点数量和编号进行配置。

系统配置:对系统中尚未输入的行业、地区、工厂编号进行编码设置,此外还需对系统其他高级配置进行设置。

(6) 具有良好的用户界面。用户通过多媒体图形界面对系统进行访问和控制。监测软件对用户设定了访问权限^[10]。用户开启系统之前,必须进行身份验证。其中,管理权限越高则可进行的操作越多。余热回收的节能原理采用动态Flash表示,提供了友好的人机交互界面。监测软件主界面如图4所示。

5 结束语

本研究针对定型机中广泛采用的排气余热回收设备进行远距离计量监测,采用嵌入式高性能微处理器和.Net Framework应用程序开发平台设计了排气余热回收计量监测系统,采用RS485通信协议,使得系统在现场安装应用灵活方便。定型机排气余热回收计量监测系统目前已经应用于印染行业,使用结果表

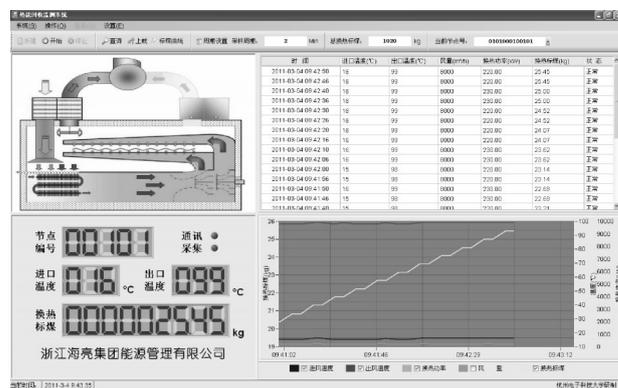


图4 监测软件主界面

明,该远距离监测系统界面良好、操作简单、功能完善、性能稳定,达到了远距离监测系统的要求。

参考文献(References):

- [1] 绍兴东方能源工程技术有限公司. 组合式定型机余热回收器技术报告[C]//2009东方能源杯印染行业节能减排技术交流论文集. 杭州:[出版者不详],2009:199-201.
- [2] ST Microelectronics. STM32F103ZE performance line [EB/OL]. [2010-10-01]. <http://www.st.com/internet/mcu/product/164495.jsp>.
- [3] ST Microelectronics. Programming manual PM0075 [EB/OL]. [2010-10-01]. http://www.stmicroelectronics.com.cn/stonline/stappl/resourceSelector/app?page=resourceSelector&doctype=PROGRAMMING_MANUAL&SubClassID=1169.
- [4] 王永虹,徐 炜,郝立平. ARM Cortex-M3 微控制器[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2008.
- [5] 高智慧,刘学平,占 涛,等. 基于K型热电偶的多路温控系统的研究[J]. 机械设计与制造,2011(4):7-9.
- [6] 胡达清,刘长东,赵金龙,等. SCR脱硝工艺中烟气流速测量仪表的选型分析[J]. 自动化仪表,2010,31(8):77-78.
- [7] 苏 波,王 莉. 基于RS485总线的分布式集中润滑系统[J]. 工矿自动化,2010,36(9):32-35.
- [8] 薛剑宇. 仪表远程数据采集开发与应用[J]. 科技创新导报,2009(2):40.
- [9] 王爱宁. SQL Server数据库应用探析[J]. 煤炭技术,2010,29(5):235-236.
- [10] PRABHAKAR R K, ASHOK B G. Microsoft C#. Net program and electromagnetic depth sounding for large loop source [J]. *Computers & Amp: Geosciences*, 2009, 35(7):1491-1496.

[编辑:张 翔]