

基于 LabVIEW 的快速热分析仪数据采集系统的研究

夏志全,吴和保^{*},龙玉阳,阳文才

(武汉工程大学机电工程学院,湖北 武汉 430074)

摘 要:通过热分析仪以热分析法的基本原理测定铁液凝固冷却过程中的温度变化曲线,依据铁液凝固温度、过冷度等特征参数来分析铁液的碳、硅和碳硅当量的含量,以达到分析液态金属凝固性能的目的.建立液态金属凝固温度曲线变化的数学物理模型,分析快速热分析原理,并在此基础上,设计了温度数据采集电路和基于 LabVIEW 的虚拟系统,从而构筑液态金属快速分析系统.

关键词:热分析法;热分析仪;数据采集;虚拟仪器;LabVIEW

中图分类号:TP274⁺.2 **文献标识码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1674-2869.2011.05.024

0 引 言

获得优质的铁液是铸造生产过程中重要前提条件之一,特别是在一些高强度铸铁材料(如球墨铸铁、蠕墨铸铁)生产过程中,加强铁液质量的检测就显得尤为重要.近年来,随着机械零件对强度性能要求的不断提高,一些新型铸铁材料的研制与应用受到了广泛的重视,其中以高强度球墨铸铁和蠕墨铸铁发展速度尤为迅速.高强度球墨铸铁和蠕墨铸铁生产的关键技术是炉前的球化处理和蠕化处理工艺,而对这些炉前处理影响最大的因素是铁液的质量.因此,如何实现对炉前铁液的快速检测成为高强度铸铁材料生产的关键技术.

为了加强铁液质量控制,国内外在铁液炉前快速检测方面做了大量的研究,特别是西方工业发达国家将计算机技术应用于铁液质量热分析法检测,通过设计新型智能化测试仪实现了对铁液性能的快速、准确的测定,很好地保证了铸件的产品质量^[1-3].在国内,炉前快速分析仪的研发相对较少,技术相对落后,同时,由于国内炉料质量参差不齐,微量元素含量控制不严,热分析法测试的适应性和准确性也较差,难以满足生产实际的需要.

热分析法快速检测是通过测定铁液凝固冷却过程中的温度曲线,利用计算机分析温度变化特征参数来检测铁液的碳含量、硅含量和碳硅当量,并以此为基础检测球化率、蠕化率和材料的力学性能,其技术关键在于温度数据的采集和温度特征参数的数学物理模型的建立和分析.本文在分析铁液凝固特

征的基础上,重点研究并设计基于 LabVIEW 的温度数据采集系统的基本构架和数据采集电路,为铁液炉前快速分析仪的研究开发奠定基础.

1 快速热分析仪数学物理模型的研究

炉前快速热分析系统通过测定铁液凝固过程中的初晶温度 T_L 和共晶温度 T_E ,在生产企业现场进行实验,获得大量数据基础上建立数学物理模型,并通过计算机的数值计算检测铁液的化学成分和相关质量技术参数,常用的化学成分的经验数学关系式如下^[2]:

$$W(C\%) = 2.428 - 0.006\,55T_L + 0.007\,88T_E$$

$$W(Si\%) = 68.649\,67 - 0.060\,07T_E$$

同时,根据共晶过冷度 ΔT 作为另一特征参数来求铸铁的力学性能.利用 T_L 和 ΔT 实现铸铁力学性能测定的模型为^[3]:

$$S_c = 1.573\,0T_L - 21.952\,0\Delta T - 1\,054.46$$

$$\sigma_b = 1.180\,0T_L + 2.394\,0\Delta T - 1\,167.937\,0$$

$$HB = 4.524\,0T_L - 10.683\,0\Delta T - 3\,328.827$$

本系统测试过程中,能根据各生产企业的原始数据进行采集,并在此基础上通过修改数学关系式中的系数来建立适合于本企业生产条件的数学物理模型,从而提高测试的精度和准确性.

2 数据采集系统的分析与设计

虚拟仪器是在以通用计算机为核心的硬件平台,具有虚拟面板,测试功能由测试软件实现的一种计算机仪器系统,其基础是计算机系统,核心是

收稿日期:2010-11-23

作者简介:夏志全(1985-),男,湖北武汉人,硕士研究生.研究方向:机电一体化.

指导老师:吴和保,教授,博士,硕士研究生导师.研究方向:材料的精确成型.* 通信联系人

软件技术^[4].

LabVIEW 是美国国家仪器公司推出的创新软件产品,也是目前应用最广、发展最快、功能最强的图形化软件开发集成环境,被视为一个标准的数据采集和仪器控制软件.经过多年的发展,LabVIEW 已经成为国际上首推并应用最广的数据采集和控制开发环境之一,主要应用于仪器控制、数据采集、数据分析、数据显示等领域,并适用于不同的操作系统平台^[5-6].

铁液炉前快速分析仪利用 LabVIEW 软件强大的图形化语言(G 语言)编程,面向测试工程师,内置了信号采集、测量分析与数据显示的功能,具有人机交互界面直观友好、强大的数据可视化分析和仪器控制能力等特点,摒弃传统开发工具的复杂性,使用户就可以方便地将各种物理量采集到计算机进行进一步的处理,提高炉前快速分析仪的适应性和准确性.

2.1 温度数据采集系统的硬件构成与工作流程设计

温度数据采集系统主要由传感器、信号调理设备、数据采集卡(DAQ 卡)和计算机四部分组成,如图 1 所示.

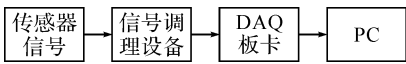


图 1 炉前快速分析仪基于 PC 的数据采集(DAQ)系统

Fig. 1 DAQ system based on PC of the fast thermal analyzer before casting

本系统采集对象为金属液温度,浇注温度在 1 320~1 400 ℃,传感器采用 K 型镍铬镍硅热电偶.热电偶将采集到的信号传递到信号调理设备中进行信号的放大、滤波、隔离、线性化后,使得信号易于被数据采集设备读取,该数据采集卡以 89C51 单片机和模数转换芯片 CS1180 为核心,以 CP2102 芯片作为 USB 到 UART 的桥接电路,完成 USB 数据和 UART 数据的转换,电路连线简单,数据传输可靠,把下位机串行数据转换成 USB 数据格式,方便实现数据通信,在上位机通过运行芯片的驱动程序可以按照简单的串口进行读写操作,编程简单,操作灵活.

本系统中由计算机对 DAQ 卡发送采集信号,DAQ 卡核心单片机根据通信协议判断上位机信号是否合理,以确定是否建立通信,最后由单片机对模数转换芯片 CS1180 发送数据采集指令,完成数据采集任务.

CS1180 是一款国产高精度、低功耗的模数转

换芯片.其分辨率为 20 bit,有效分辨率可达 19 bit.下图为 CS1180 的设置和读写流程图.

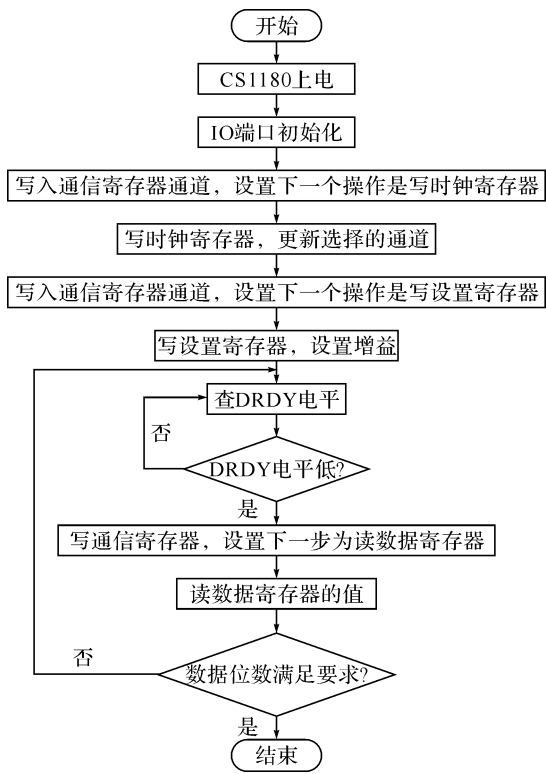


图 2 CS1180 设置和读写流程图

Fig. 2 Flowchart for setting up and reading from CS1180

2.2 温度数据采集系统的软件设计

以单片机为核心的 DAQ 卡,通过安装 CP2102 芯片驱动后,可以直接与计算机之间实现串口通信.LabVIEW 中提供了强大的 NI-VISA 函数库来实现对外接串口设备的通信与控制,与串口设备的通信过程分为 4 个步骤:(a)由 VISA open VI 来打开 VISA resource name 端口所指定的串口设备;(b)通过 VISA write VI 向串口设备发送控制命令启动设备工作,串口设备接收到控制命令后开始采集数据并将采集到的数据按要求发送到数据缓冲区;(c)通过 VISA read VI 将数据

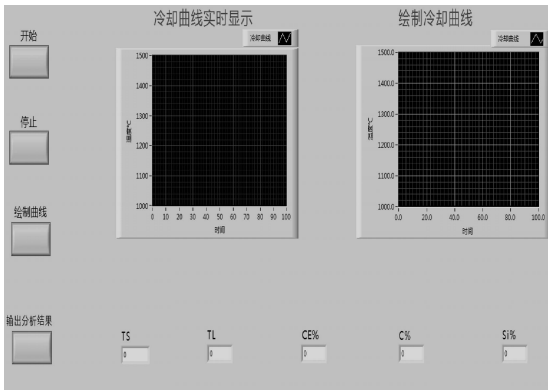


图 3 热分析仪操作面板

Fig. 3 The front panel of the fast thermal analyzer

读出;(d)通过 VISA close VI 将设备关闭.

LabVIEW 为程序的调试提供了强大而灵活的调试工具,有助于用户快速找出程序的错误和不足,及时纠正.我们通过在数据线上安放探针工具,可以实时观察变量值,从而控制程序的运行.图 3 为数据采集程序的前面板.

3 结 语

本设计以 LabVIEW 作为上位机,与以单片机为核心的第三方数据采集卡实现串口通信,实现了温度数据的实时采集与显示,在大大降低系统成本的同时,保证了数据采集的可靠性和稳定性,为后续的数据分析奠定了良好的基础.另外,本系统还具有好的扩展性,只需更换处于最前端的传感器,略微改动程序代码中的参数设置就可以实现对其他物理信号的采集.

参考文献:

[1] 王利华,石德全,李大勇.热分析技术在铸造生产质量检测上的应用[J].金属铸锻焊技术,2009,38(21):72-75.

[2] 金长久.铁液质量热分析仪的功能特点及发展[J].铸造技术,2004,25(10):806-807.

[3] 李 峰,石德全,李大勇.球铁石墨形态炉前快速识别技术研究与应用状况评述[J].现代铸铁,2003(6):36-39.

[4] 刘向明,周 晶,江 新.基于 LabVIEW 的 DVD 光学头调整系统[J].武汉工程大学学报,2007,29(2):70-73.

[5] 龙华伟,顾永刚. LabVIEW8. 2. 1 与 DAQ 数据采集[M].北京:清华大学出版社,2008.

[6] 张 桐,陈国顺,王正林.精通 LabVIEW 程序设计[M].北京:电子工业出版社,2008.

Research of fast thermal analyzer data acquisition system based on LabVIEW

XIA Zhi - quan , WU He - bao , LONG Yu - yang , YANG Wen - cai

(School of Mechanical Eletrical Engineering, Wuhan Institute of Technology College, Wuhan 430074, China)

Abstract: Thermal analyzer is based on thermal analysis that can analyze the solidification performance of liquid metal by measuring the curve of temperature changes through the solidification process of iron liquid and then get the content of carbon, silicon and carbon & silicon equivalent. This paper builds a fast analysis system of liquid metal by establishing the mathematical and physical model of the curve of temperature changes through the solidification process of metal liquid, and analyzes the theory of fast thermal analysis, and then designs the temperature data acquisition circuit and a virtual system based on LabVIEW.

Key words: thermal analysis; thermal analyzer; data acquisition(DAQ); virtual instrument LabVIEW

本文编辑:张瑞