

微电脑在微分热分析中的应用*

陆丽华 杜民

(上海交通大学) (华侨大学)

摘 要

热分析是研究材料科学的一种重要方法. 过去的热分析仪都是用模拟电路构成的, 所以对直流微分非常困难, 难以得到精确的结果. 由于作者采用微电脑及软件技术, 研制成功微电脑热分析仪, 对直流微分可得到精确结果. 目前该仪器已在交通大学材料科学系运行.

一、前 言

随着铸造生产的不断发展, 机械化和自动化程度日益提高, 炉前快速测定铁水中主要化学成分的含量, 对保证铸件质量有着重大意义. 常规的化学分析法很费时, 约需15到20分钟才能得出分析结果, 快速光谱分析虽然迅速、准确, 但价格昂贵, 且设备复杂, 在炉前使用受到限制. 而把微电脑应用到微分热分析法中, 仅需几分钟即可得出结果, 费用低廉, 操作简便. 特别适于专业化铸造厂炉前使用.

根据铸铁的共晶反应理论, 铁水冷却曲线的某些特征能反映铁水中化学成分的含量, 经收集大量样本数据作回归分析, 即可得到各化学成分与这些特征的关系. 找到可靠的数学模型后, 要作出直读式的智能分析仪器就很方便了. 本文旨在提供研究人员有一台能较准确、方便地收集冷却曲线, 微分曲线的微电脑微分热分析仪. 其特点是采样点较密, 分辨力较高, 直接从打印的数据表中可看出拐点的温度. 便于收集数据.

二、研制本仪器的主要指导思想及仪器的主要指标

1. 根据一次降温过程测量时间约为2分钟, 而使用人员最关心的是过程中温度的变化情况, 以便观察各种化学成分含量的影响. 故决定使用微电脑管理测量过程, 数据处理及打印输出等项操作. 输出数据包括测量过程中各采样时间的温度值 $T(^{\circ}\text{C})$ 及温度的微分值

本文1986年6月2日收到.

• 本文在上海交通大学95周年校庆学术论文会上宣读.

$\Delta T/\Delta t(^{\circ}\text{C}/\text{秒})$ 。

2. 操作力求简单明确、方便。打印输出数据可作为资料保存, 免除过去常规记录仪需要定标尺及容易引起视读误差的缺点。
3. 充分发挥微电脑的功能, 尽可能利用软件代替硬件, 减少硬件配置。既可提高可靠性、又可降低成本。
4. 当前先针对 EU-2 和 LB-3 二种热电偶进行研制。其测温范围:
EU-2 650°—850℃
LB-3 1100°—1300℃
只需对软件稍加修改或补充, 即可适用于其他热电偶。
5. 通道数暂定为 2, 每个通道的采样速率为 1 点/秒, 都可打印输出温度及温度的微分值。

三、仪器的硬件配置

由于热电偶输出的直流电压信号为毫伏级, 故需经高稳定度低漂移的放大器放大后才能送模 / 数转换器, 经转换后的数据通过接口器件送微处理器进行处理, 最后以温度及温度微分值形式打印输出, 详细结构见仪器的原理框图(图 1)。

仪器的硬件配置有下列特点:

1. 除用多路模拟开关实现二个通道的转换外, 还利用模拟开关对放大器和 A/D 部分实行调零和正常测试的自动转换。利用微电脑的运算能力对放大器的失调及漂移进行自动补偿。
2. 采用抗干扰能力强的双斜率积分型 A/D 器件 5G14433, 但该器件没有启动引脚, 定时采集二通道模拟信号时不易实现同步。线路中采取了一些特殊措施解决这个问题。这就是在每次启动转换时先把 5G14433 的 V_R 引脚短时间接到负电源 $-V_{EE}$ 一次, 随即复原接到正常的基准电压 200 毫伏。这样迫使 A/D 按定时器的节拍来启动转换。
3. 仪器使用廉价的 TP801 单板机进行改装和补充, 以满足设计要求。总体结构上内存保留原来的 4k 字节 RAM, 作为二个通道采集数据时的输入缓冲区、中间数据缓冲区、以及输出数据缓冲区。程序存储区除保留原有的监控程序 EPROM 外的增加了二片 EPROM, 用来存储本仪器的应用软件。板上的 CTC 改装成仪器的定时器, 取消了原来的与录音机连接的功能。对单板机最上方的 4 个按键重新定义, 作为本仪器的专用键。其余按键保留原 TP801 单板机的功能, 备用户练习用, 以达到一

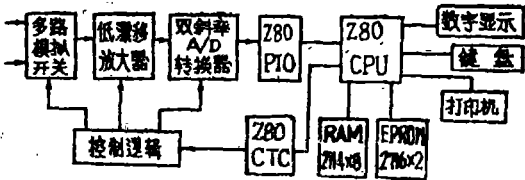


图 1 原理框图

调零及 显示机型	采 集	1 通道微 分、打印	2 通道微 分、打印
⋮			

图 2

机多能的目的。

4. 配置窄行微型打印机, 供输出数据用。键盘安排如图2(空白部分照原来 TP801 安排)。

四、应用软件的编制

为了在现行硬件配置的条件下尽可能提高仪器的精度, 在软件编制时采取了以下措施:

1. 开机时由程序控制使5G7650输入端接地, 通过ADC采集此时放大器的输出值, 留作以后采集输入信号时修正零点用, 以减少由于放大器5G7650产生的漂移和失调引入的误差, 这是一般模拟式仪器不易实现的。

2. 热电偶的温度与热电势对照表(T-V表), 以数学模型的形式放在EPROM中, 占用内存少, 便于存放多种热电偶的T-V表。工作范围根据用户要求定为: EU-2 热电偶 650°—850℃, LB-3 热电偶 1100°—1300℃。热电偶的热电势经放大, A/D 转换为数字量后, 需换算成温度 T 方可进行微分运算。换算过程即对数学模型的多项式求值。为保证运算精度, 采用浮点运算。

3. 采用打印输出, 免除视读及抄表等误差, 按下列格式编写打印输出程序

$t(s)$	$dT(^{\circ}C)$	$T(^{\circ}C)$
$\square \times \times \times$	$\square \pm \times . \times$	$\square \times \times \times . \times$

事先把一行需要输出的数据全部转换成 ASCII 码后, 才调用打印输出程序。受窄行打印机每行只打16个字符的限制, dT 和 T 都只取小数后一位有效数字, 这对微分热分析法来说, 这个分辨力已足够。应用软件中四个功能键分别对应的程序流程图见图3调零及显示机型; 图4采集; 图5微分及打印。

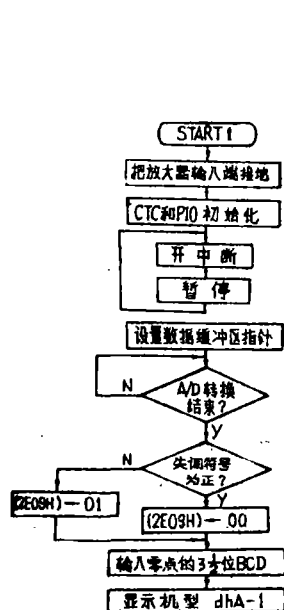


图3 调零及显示机型流程图

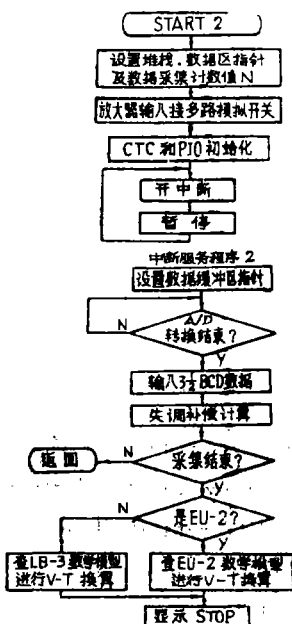


图4 采集程序流程图

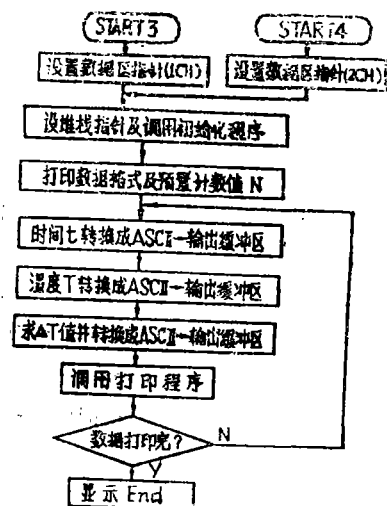


图5 微分及打印流程图

内存安排如下:

0000—07FFH

原 TP801 监控程序

3000—3FFFH

浮点运算子程序、应用软件、数学模型、打印格式、显示格式等。

以上为 EPROM 区。

2100—22FFH

输入数据暂存区(电压 V)

2A00—2DFFH

温度(T)数据区(浮点数)

2E00—2E2FH

输出数据暂存区

五、结 束 语

本仪器在研制过程中,原来根据测量过程要求,只需打印微分曲线的各点数据以及在微分变号时的温度值。但考虑各种化学成分含量下温度变化的情况难以估计,故把对应的所有温度测定值都打印出来,给科技和生产人员提供更多的信息。

本仪器采用的器件大多是国产易购的器件,选用中档的性能是为了便于推广应用,如对精度有更高要求,可在放大器及 A/D 转换中选用较高档次的器件。

本仪器主要用于收集数据,以寻求降温曲线特点与化学成分的关系,故仪器不直接显示化学成分含量。

参 考 文 献

- [1] 热工测量和自动调节,张成全,科学普及出版社,(1982).
- [2] 微计算机实用手册,计声,海洋出版社,(1982).
- [3] The Electronics Book 1984, General Spares Limited, (1984).

Application of Microcomputer to the Differential Thermal Analysis

Lu Lihud Du Ming

Abstract

Thermal analysis is an important method for the study of material science. In the past, the instrument constructed by analog electronic circuit was too difficult to obtain accurate result for the differential direct current. The instrument of ours is developed by means of microcomputer and software technique, and with which the accurate result can be obtained. It has been operating successfully in the Department of Material Science of Jiao Tong University.