

ZC-20B 型铁水质量炉前快速分析仪的研制

李大勇 张宇彤

(哈尔滨科技大学)

张沛红

(哈尔滨电工学院)

摘 要 应用热分析原理和单片机技术研制而成的 ZC-20B 型铁水质量炉前快速分析仪, 具有测试速度快、精度高、成本低和使用方便等特点。该仪器用于冲天炉或电炉前测定铁水质量, 2.5~3 分钟时间内给出全部测试结果, 包括热分析曲线上的特征温度值; 普通灰铸铁化学成分、机械性能、共晶团数; 球墨铸铁球化率及孕育效果等 20 种参数。该文介绍了仪器总体构成、取样器设计方法、数据采集系统设计方法及数学模型等。

关键词 多种参数 铁水质量 智能仪表

提高铸件质量、降低能源消耗, 一直是铸造工作者最为关心的课题。铸造生产中, 普通灰铸铁件和球墨铸铁件占有相当大的比重。因此, 研制一种快速准确、方便实用的铁水质量炉前快速分析仪具有重要的现实意义。

在 ZC-16 型铸铁质量综合参数快速测定仪^[1] 和 ZC-18A 型智能化铸造热分析仪^[2] 的基础上, 研制了 ZC-20B 型铁水质量炉前快速分析仪。该仪器可双路同时测定铸铁化学

表 1 国内外同类仪器主要性能参数对照表

仪器型号	产 地	测 试 项 目	备注
3E-SG	日本	C、Si、CEV、球化率	单通道
Detal-CII	德国	C、Si、CEV、SC 球化率、孕育效果	单通道
Quik-LabII	比利时	C、Si、CEL、SC、孕育效果、球化率、测温	单通道
Crystaldigraf	波兰	C、Si、CEV、E _m 、HB	单通道
WRZ-1	中国(承德)	C、Si、E _m 、HB	单通道
CWF	中国(新安江)	C、Si、CEL	单通道
ZHQ-403	中国(周口)	C、Si、CEL、球化率	单通道
ZC-18A	中国(哈尔滨)	C、Si、CEL、E _m 、N _{su} 、球化率(热分析)、孕育效果、测温	四通道
ZC-20B	中国(哈尔滨)	C、Si、CEL、E _m 、N _{su} 球化率(膨胀率)、孕育效果、过冷度商、测温	四通道

收稿日期: 1994-05-30 修改稿收稿日期: 1995-09-20

第一作者李大勇: 教授, 哈尔滨科技大学材料科学与工程系, 哈尔滨 150080

成分、机械性能、共晶团数、铁水过冷度商、球铁球化率、球铁孕育级别和单项测定铸铁化学成分、机械性能、共晶团数、铁水及其它液态合金出炉温度。与其它同类仪器相比,具有测试功能多、测试成本低、测试速度快和智能化程度高等特点。国内外典型铁水质量炉前快速分析仪主要性能参数对照表如表 1 所示。

1 仪器工作原理及总体构成

铁水由液态开始冷却、结晶直至凝固,要释放出自然冷却热和相变热,宏观上表现为铁水的温度变化。如果试样周围传热介质的特性保持不变,则试样的温度变化将直接反映试样释放热量的过程。理论和实验表明,普通灰铸铁的碳硅当量 $CE\%$ 、含碳量 $C\%$ 、含硅量 $Si\%$ 与液相线温度 T_L 及固相线温度 T_S 有关;抗拉强度 R_m 、硬度 HB 、共晶团数 N_u 与液相线温度 T_L 及共晶过冷度 ΔT 有关;球墨铸铁球化率与共晶膨胀率 ε 有关;孕育效果与共晶最低温度 T_{m0} 有关。因此,只要准确测得铁水冷却曲线及共晶膨胀曲线上的

的有关特征值,即可对铁水质量作出预测。

ZC-20B 型铁水质量炉前快速分析仪总体构成框图如图 1 所示。仪器设有 4 个模拟输入通道,1 为化学成分及孕育级别通道,2 为机械性能及球化率通道,3 为测温枪测温通道,4 为环境温度通道。

其中 1、2 通道可同时采样。铁水浇入样杯后,试样温度变化通过热电偶转变为热电势信号,膨胀率变化经应变电桥转变为电压信号。电信号经模拟放大和 A/D 变换后送计算机处理,约 2.5 分钟后试样凝固终了,计算机自动识别冷却曲线及膨胀曲线上的特征值、计算各类参数,测试结果由 LED 显示和微型打印机打印。

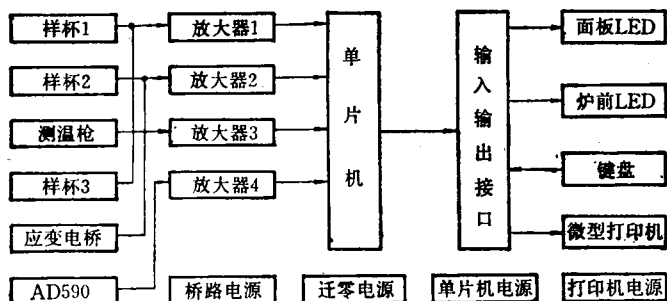


图 1 ZC-20B 型铁水质量炉前快速分析仪总体框图

2 取样器设计

取样器由样杯和杯座组成,其功能在于容纳一定量的合金液并输出测试所需的电信号。因此,要求样杯具有一定强度和足够的容量,以利于测试系统捕捉有用信息。

用于化学成分、机械性能分析的取样器的构造如图 2 所示。圆筒形杯壳由合脂砂烧制而成。K 型热电偶丝靠双孔陶瓷管保护。热电偶与杯座上的信号线以插接结构连接。成分样杯所需激冷剂以“激冷纸环”形式加入,从而使现场操作更加灵活。

用于球铁质量分析的取样器结构如图 3 所示。其杯壳尺寸与图 2 所示杯壳尺寸相同。杯壳上预埋两只位移传导棒,通过铰链在杯座上的杠杆及电阻应变电桥将试样径向变形转换为电压信号。

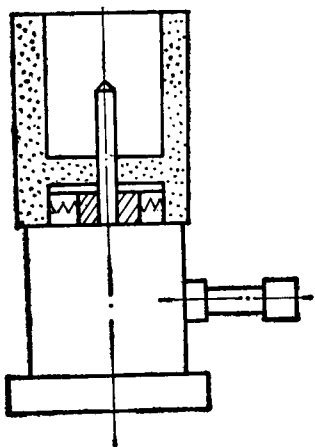


图2 化学成分、机械性能取样器

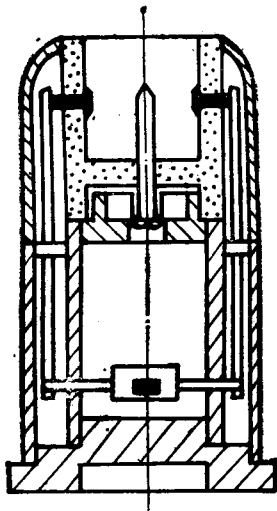


图3 球铁质量取样器

3 微机数据采集系统设计

3.1 硬件系统设计

数据采集系统硬件原理图如图4所示。主控单元为8098单片计算机。配备4路高精度数据放大器,分别完成对化学成分取样器、机械性能取样器、球铁质量取样器、测温枪及半导体温度传感器所输出电信号的放大。运放芯片为斩波自稳零集成运放 IOL7650。为提高测试精度,在第1、2、3、4热电偶输入回路中串接零点迁移电路,将测温起点迁至1050°C;同时在上述4回路中设置声光报警电路,以监测热电偶通断状态。

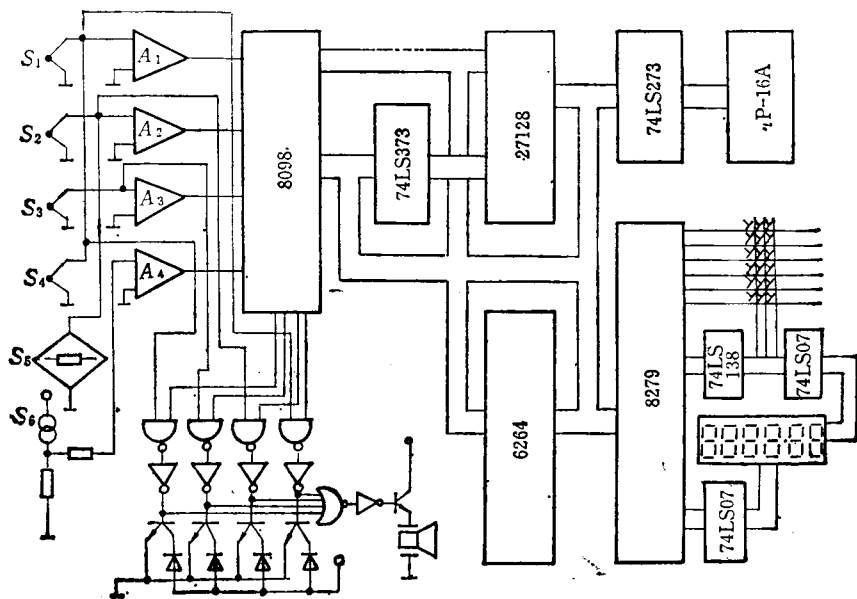


图4 数据采集系统硬件原理简图

为了提高仪器抗干扰能力,系统采用多路独立电源供电,并对各单元电路进行分区屏蔽和在信号输入通道设置多级滤波器。

模数转换由 8098 片内 10 位 A/D 完成, 27128 用于固化用户程序, 6264 存储采集数据, 8279 为键盘、显示器接口芯片。测试结果由 6 位 LED 和 16 字微型打印机输出。为便于操作者炉前观察, 设计了两块大型数字显示板分别显示灰铁及球铁质量参数。

3.2 模块化软件设计

支持系统运行的软件主要分监控程序、自动检测程序、子程序库和数表四大模块。全部程序(约 16 k 字节)固化在一片 27128 EPROM 芯片中。

监控程序完成对键盘及 LED 的管理。上电或复位后, 令 LED 显示监控提示符“ZO-20B”, 在此状态下, 系统可接受操作者键入的各类常数及命令代码。

自动检测程序完成对 1~4 通道调零、采样器采样控制及对所采数据的各种处理。程

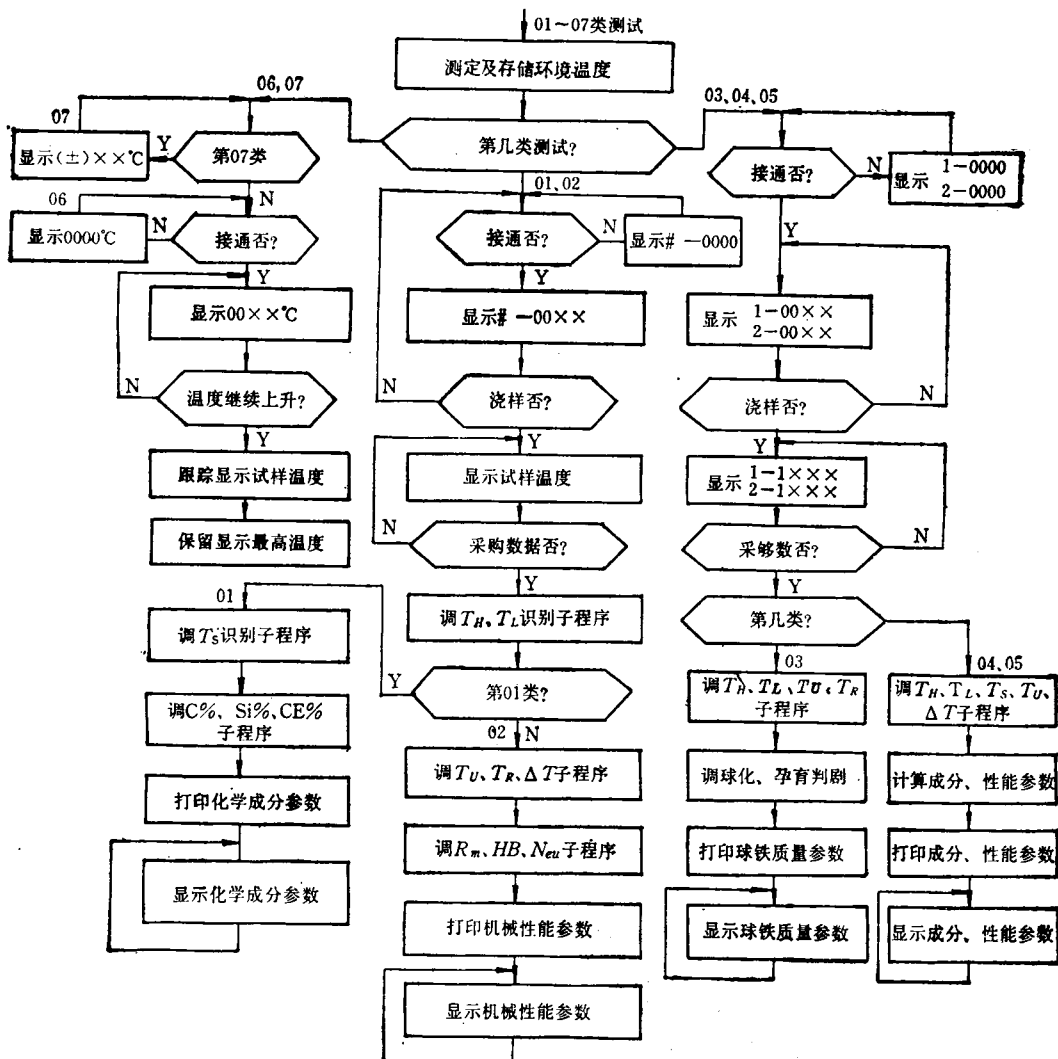


图5 自动检测程序流程简图

序流程简图如图 5 所示。选定测试类别后,程序首先选通第 4 通道,测定并存储环境温度,用于热电偶冷端温度补偿。铁水浇入样杯后,程序自动监测试样温度变化。在数据采集过程中应用中位平均值进行数字滤波。完成采样后,调用特征值识别子程序及参数计算子程序,控制 LED 及微型打印机输出测试结果。

子程序库内容包括 CTO 中断服务、通用显示、专用显示、高精度运算、数字滤波、特征值识别、曲线打印、参数打印等 50 余个子程序。

4 数学模型及测试精度

在实验室条件下,熔制不同成分及性能的普通灰铸铁和不同球化效果及孕育级别的球墨铸铁,浇注大量试样并作理化检验,以最小二乘法进行数据处理,获得基本数学模型,在实际生产条件下对基本数学模型进行修正,得到实用数学模型如下:

1. 预测普通灰铸铁化学成分数学模型

$$CE\% = 13.9767 - 0.0085 T_L \quad (\pm 0.05\%)$$

$$C\% = 0.0178 T_s - 0.0084 T_L - 5.9798 \quad (\pm 0.05\%)$$

$$Si\% = 88.7098 - 0.7750 T_s - 3.0950 P\% \quad (\pm 0.1\%)$$

2. 预测普通灰铸铁机械性能、共晶团数数学模型

$$R_m = 1.9302 T_L + 2.3930 \Delta T - 2076.1000 (N/mm^2) \quad (\pm 7\%)$$

$$HB = 0.8475 T_L + 1.3990 \Delta T - 837.0499 \quad (\pm 7\%)$$

$$N_{cu} = 1.5730 T_L - 21.9520 \Delta T - 1050.2700 (\text{个}/cm^2) \quad (\pm 10\%)$$

3. 预测球墨铸铁球化级别及孕育效果数学模型

$$0.5\% \leq \varepsilon \quad \text{I 级球化}$$

$$0.42\% \leq \varepsilon < 0.5\% \quad \text{II 级球化}$$

$$0.40\% \leq \varepsilon < 0.42\% \quad \text{III 级球化}$$

$$0.36\% \leq \varepsilon < 0.40\% \quad \text{IV、V 级球化}$$

$$\varepsilon < 0.36\% \quad \text{未球化}$$

$$1140^\circ\text{C} \leq T_{cu} \quad \text{孕育良好}$$

$$1120^\circ\text{C} < T_{cu} < 1140^\circ\text{C} \quad \text{孕育不良}$$

$$T_{cu} < 1120^\circ\text{C} \quad \text{未孕育}$$

5 结论

1. 以 8098 单片机为主单元构成的 ZC-20B 型铁水质量炉前快速分析仪具有体积小、功能强、操作方便、抗干扰能力强等特点。

2. 以陶瓷管保护热电偶的圆筒形样杯为取样器的消耗元件,测试成本低,用户容易自制。

3. 以实验室试验为基础,并通过实际生产修正的数学模型适应性强、测试精度高。

参 考 文 献

- [1] 李大勇等. 一种新型铁水质量炉前快速分析仪. 计量学报, 1990, 4: 311~314
[2] 李大勇等. ZC-18A 型智能化铸造热分析仪的研制. 仪器仪表学报, 1993, 4: 375~380

DEVELOPMENT OF MODEL ZC-20B FAST TESTER FOR EVALUATING CAST IRON LIQUID QUALITY

LI DAYONG ZHANG YUTONG

(Harbin University of Science & Technology)

ZHANG PEIHONG

(Harbin Institute of Electrical Engineering)

Abstract The Model ZC-20B tester developed with the principle of thermal analysis and the technology of microcomputer has the advantages of high testing speed, high precision, low cost and convenient use. The tester can be used in front of the cupola and electrical furnace to test cast iron liquid quality and the testing results include 20 parameters such as characteristic temperature points on the cooling curve, chemical composition, mechanical property, eutectic cells number, nodular graphite grade and so on. In the paper, the general structure of the tester, the design method of the sampling holder, the data acquisition system and the mathematic models are introduced.

Key words multiparameters, cast iron liquid quality, intelligent instrument