

一种铅锭浇铸自动控制系统的设计与实现

章浙根

(浙江科技学院 信息与电气工程学系,浙江 杭州 310012)

摘要: 利用 STD 总线工控机构成铅锭定量浇铸自动控制系统,不但可以提高铅锭浇铸的计量精度,而且该系统的自动化程度高、操作使用方便、抗干扰能力强,从而提高了产品的质量和生产效率。

关键词: STD 工控机;微机控制;铅锭浇铸

中图分类号: TP272;TF812

文献标识码: A

文章编号: 1671-8798(2002)04-0005-05

高温液体定量浇铸是冶金行业中最常见的生产工艺之一,铁、铜、铝、锡、铅等金属浇铸制品的生产,都涉及定量浇铸问题,除定体积的模具浇铸外,凡需要控制高温金属液体浇铸重量的地方,都必须有一套计量机构。目前国内铅锭的定量浇铸一般采用定时法控制,即在流量恒定条件下,通过控制浇铸的时间来达到定量目的。采用的控制器一般是 PLC。但该方法的计量精度受铅液的流量、流速及浇铸口截面积的影响很大,而铅液流量很难保证精确恒定,从而使得该方法的计量误差较大。为此,我们借鉴了在铜阳极板浇铸生产中外引进设备所采用的失重法,将失重法计量控制原理应用到铅锭浇铸生产中。我们以 STD 总线工控机作为控制器,成功地改造了株洲冶炼厂铅锭定量浇铸控制生产线,解决了计量精度问题,提高了系统自动化程度,稳定了产品的质量。

1 技术改造要求及系统性能指标

技术改造要求:在不影响生产的前提下,用工业控制计算机系统替代原控制系统。

主要的系统性能指标:每 15 秒钟浇铸 2 锭(97kg),精度为 $\pm 2\text{kg}$,连续生产。在线动态模拟显示生产过程及有关生产数据,重要运行参数可在线修改。

2 系统硬件设计

系统构成框图如图 1 所示。

2.1 工业控制计算机选型

根据文献资料^[1,2]介绍,STD 工业控制机是一种适合工业现场的机型,我们选用北京康拓工业

收稿日期:2002-01-09

作者简介:章浙根(1955-),男,浙江诸暨人,浙江科技学院信息与电气工程学系教授,主要从事自动控制科学与技术的教学和科研工作。

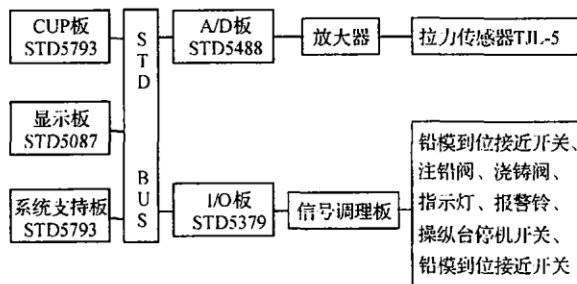


图 1 系统构成框图

电脑公司研制的增强型 V40 工业控制机,该机在软件和硬件两个方面都保持与 IBM/PC 标准完全兼容,对用户来说,可以节省用户系统开发时间.此外,该系统又保留了工业控制机组态灵活的特点,可根据不同的要求,组合出满足控制要求的系统.该机采用 C 语言编程,设计了生产过程的动态画面,整个铅锭浇铸的生产过程可通过图形直观地反映在屏幕上.

2.2 输入通道设计

模拟量输入通道是整个系统能否达到计量精度的关键通道,在这个通道中,有三个环节必须精心设计.

重量电测环节:现场的环境温度为 80°C 左右,铅液槽重达 1.5t.我们选用四个高精度、耐高温传感器 TJL-5(耐温 120°C 、量程 1t、精度 1‰)做成铅液槽的吊挂装置,采用不共地信号串联叠加技术,组成重量电测电路.传感器选用时注意灵敏度参数的一致性.

重量信号放大环节:传感器输出的信号是 mV 级信号,放大器必须将量程范围内的信号转换成 0~5V 信号.信号放大倍数约 1000 倍.我们选用高精度、低温漂运算放大器 ICL7605 组成两级放大器,前级放大倍数 100,后级放大倍数 10 倍左右且可调,同时增加偏移电路,以调整计量零点.信号近程放大后经屏蔽线再远距离传送给计算机.

A/D 转换环节:A/D 板的选用主要考虑在满足精度要求的前提下,综合性能价格比,择优选取.首先,分辨率取决于称量范围和精度要求.根据性能指标要求以及铅液槽保温、溢流需要,称量范围设计为 0~450kg.选用分辨率 12 位的 A/D 板,静态不可克服误差为 $450\text{kg}/4096$,即 0.11kg.

其次,根据浇铸时铅液流速快(16kg/s)且具有浇铸的不可逆性的特点,若限定采样环节不可克服误差在 0.12kg,则获取一个有效采样数据的时间必须小于 7.5ms(由 $0.12/0.016\text{ms}$ 计算得出),软件中采用连续 10 次采样值去极值取平均值技术,所以,A/D 板采样时间(包括采样、转换和程序运行时间)必须小于 0.75ms.选用通用高速光隔 32 路 12 位 A/D 板,该板 A/D 转换时间为 $10\mu\text{s}$,采样速率为 30kHz.根据分析满足性能要求.

开关量输入采用 I/O 板中的 8 个输入通道.输入信号调理电路将外界开关量输入信号转换为符合工控机输入标准的开关量信号.在电路的设计中,采用了抗干扰措施,有效地隔离了外界干扰对 I/O 板的影响.

2.3 输出通道设计

I/O 板选用光隔(8 入 + 8 出)I/O 板.该模板实现了 STD 总线与现场设备之间的完全隔离,消除了公共地线和电源的干扰,使微机能可靠地工作.此外,开关量输出具有锁存功能,信号经过功率放大,能直接驱动继电器、电磁阀等执行机构.

输出信号调理电路将工控机输出的开关量控制信号转化为由双向可控硅控制的 220V/1A 交流电源通断控制信号.采用了光电隔离技术,有效地保护了 I/O 板.

控制闸阀采用液压阀,以保证动作执行的准确可靠性,它具有冲力小、力量大、耐用等特点.

3 系统软件设计

本系统软件由 C 语言写成,采用结构化程序设计思想^[3],程序结构清晰、界面友善,充分考虑了工业现场情况;采取了抗干扰措施,软件运行十分可靠.

3.1 主程序设计

主程序主要完成系统软、硬件的初始化工作,动态显示生产过程画面,刷新生产数据,控制各功能模块程序的执行.主程序框图如图 2 所示.

3.2 失重法定量浇铸控制软件设计

3.2.1 失重法定量浇铸控制的原理

在控制软件中,失重法计量控制模块是确保计量精度的核心软件^[4-6].失重法计量控制的原理是:在每一个周期内,先不断加入铅液使之溢流(工艺要求)并等待铅模到位,铅模到位后停止注铅并关闭溢流阀,延时静态测量铅液槽初始重量,然后打开浇铸阀开始浇铸,浇铸过程中不断动态测重,若到了控制重量则关掉浇铸阀停止浇铸.经延时后再静态测量铅液槽重量,两次称重之差即为一个周期内的实际下料量,若设定重量与实际下料量有差值,则在后续周期中进行补偿,以后每个周期都按照加铅、测铅液槽初始重量—浇铸—测铅液槽末重量—求实际浇铸重量这样的顺序循环往复进行,就形成了连续定量浇铸的生产过程.每个浇铸周期的工作时序如图 3 所示.

按产量要求,图 3 中浇铸周期为 15s ($t_4 - t_1 = 15\text{s}$),浇铸期约 6s ($t_2 - t_1 - 2$),注铅期为 5s ($t_4 - t_2 - 2$).

3.2.2 失重法定量浇铸控制的软件框图

失重法定量浇铸控制的软件框如图 4 所示.

失重法定量浇铸整个控制过程分为四种控制状态:

- (1)等待铅模到位状态(同时也是注铅状态),此时状态标志 $fsz = 0, 4$.
- (2)延时测铅液槽初始重量状态, $fsz = 1$.
- (3)浇铸状态, $fsz = 2$.
- (4)延时测铅液槽浇铸后的重量状态, $fsz = 3$.

在程序的具体实现中,从第一种状态中截取了一个中断周期($fsz = 4$)用来处理数据的计算和保存,以及用来处理控制方式的切换.

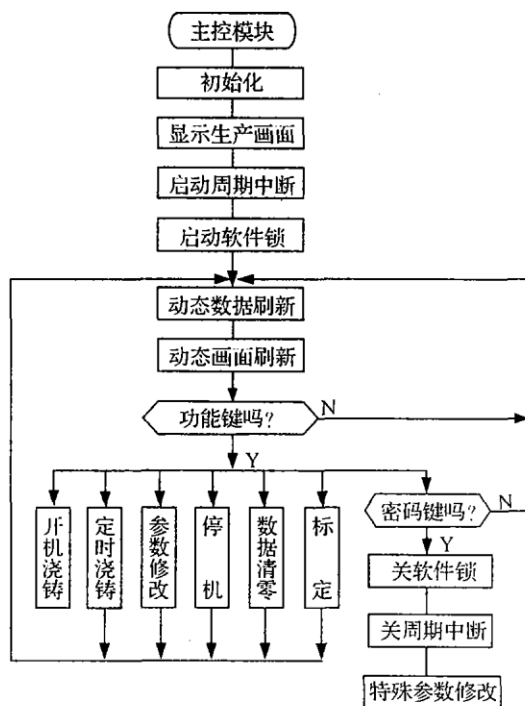


图2 主程序框图

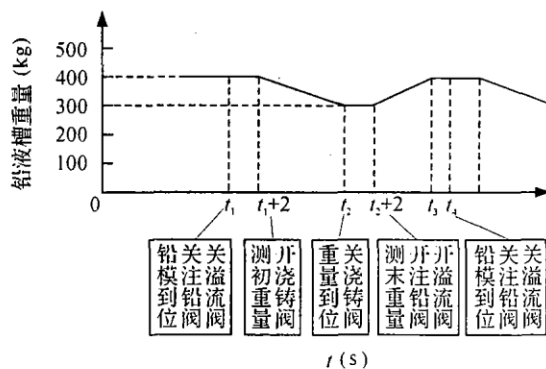
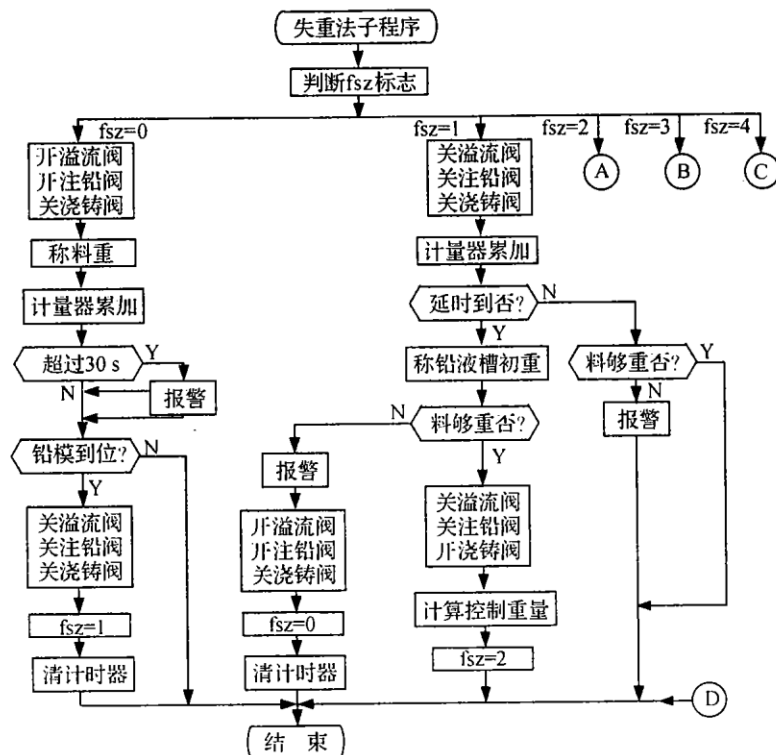
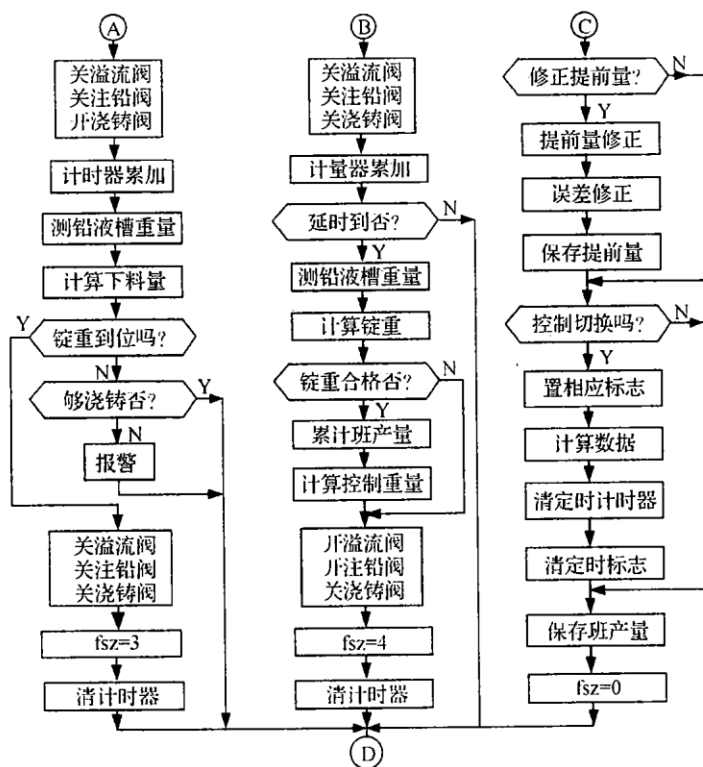


图3 浇铸周期时序图



(a)



(b)

图 4 失重法计量控制程序框图

4 结束语

该配料系统自 1999 年 8 月在厂家投入运行以来,运行一直稳定可靠,与原有定时法浇铸系统相比,具有以下显著特点:

(1)计量精度高 根据有关部门的检测结果,在整个量程范围内,浇铸误差为 $\pm 1.0\text{kg}$,提高了铅锭生产的成品率(成品率接近 99%),达到了精度要求。

(2)自动化程度高,功能齐全 正常操作使用时,操作人员通过系统的功能键,可完成开机浇铸、定量浇铸、停机、时间修改、标定、参数修改、数据清零功能。通过显示屏幕画面,可随时了解生产状态及过程参数。

(3)系统维护方便 系统发生故障时,会自动发出声光报警,通过故障测试程序,能很快找到故障点。由于系统硬件组成中都采用了模块化结构,替换维护十分方便。

参考文献:

- [1] STD5000 系列工业控制机使用说明书[Z].北京国家工业控制机及系统工程技术研究中心,1998.
- [2] 孟传良.STD 总线工业控制机应用[M].重庆:重庆大学出版社,1997.
- [3] 王士元.C 高级实用程序设计[M].北京:清华大学出版社,1996.
- [4] 章浙根.STD 总线工业控制机在配料系统中的应用[J].中国有色金属学报,1998,8(S2):652-654.
- [5] 章浙根.失重秤微机配料系统软件设计[J].南方冶金学院学报,1998,19(2):130-132.
- [6] 罗序平.铅锭定量浇铸微机控制系统[D].赣州:南方冶金学院自动化系,1999.

Design and practice of an auto-control system for lead ingot

ZHANG Zhe-gen

(Dept. of Information and Electrical Engineering, Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou 310012, China)

Abstract: Using auto-control system for lead ingot with STD bus industrial computer, can improve weight accuracy of lead ingot and the automation level, the operation convenient, strengthen the performance of anti-interference. In result, it can raise the quality of products and the production efficiency.

Key words: STD bus industrial control computer; microcomputer control; lead ingot