

# 玉米淀粉浆浓度实时检测系统的设计\*

蒋志强 郭 俐 施进发 冯锡兰

(郑州航空工业学院)

**提 要** 玉米淀粉浆的浓度直接影响着淀粉的质量和出粉率,而生产中其浓度的测量仍采用波美比重计。因此在该文介绍了一种用于玉米淀粉浆浓度的微机实时检测与处理系统及其相应软件的设计与实现方法。系统结构简单、成本低、精度高且可靠性强,不仅能实现玉米淀粉浆浓度的动态连续稳定地自动测量,而且可用于其它酸、碱、盐等强腐蚀混合溶液的浓度测量,适宜于在生产中推广和应用。

**关键词** 玉米淀粉浆 浓度传感器 实时数据采样 微机检测与处理

在中、小型玉米淀粉生产企业中,淀粉与蛋白质的分离大多仍采用流槽分离法<sup>[1]</sup>。流槽分离的原理是利用玉米淀粉的比重大于蛋白质又大于水的特性,使玉米淀粉与蛋白质在流槽内逐段析出,最后将水排除。因此,分离的关键是控制直接影响淀粉质量和出粉率的玉米淀粉浆的浓度。浓度过高,蛋白质不能完全排除,影响淀粉的质量和品级;浓度过低,蛋白质虽能完全排除,但由于受流槽长度的限制,致使一些淀粉微粒夹带流失,造成浪费。目前,淀粉浆浓度测量仍采用常规的波美比重计<sup>[1]</sup>,由于混浆桶里的玉米淀粉浆在进口水流的冲击下,是处于波动状态的,因而使用波美比重计不能实现连续、准确的动态测量。本文介绍一种以 8031 单片机为核心的玉米淀粉浆浓度的微机检测与实时处理系统,不仅能实现玉米淀粉浆浓度的动态连续稳定地自动测量,而且可用于其它酸、碱、盐等强腐蚀混合溶液的浓度测量,并能直接对生产状况实施监控。

## 1 系统硬件设计

系统的硬件结构如图 1 所示。

### 1.1 浓度传感器的设计

玉米淀粉浆浓度的合理比重在 0.9989 ~ 1.0742(即: 0~ 10 波美度)之间,且要求测量的分辨率为 0.005(即: 0.1 波美度),因此要求检测系统的测量灵敏度非常高。为此,自行设计和研制应变式浓度测量传感器,其结构如图 2 所示。

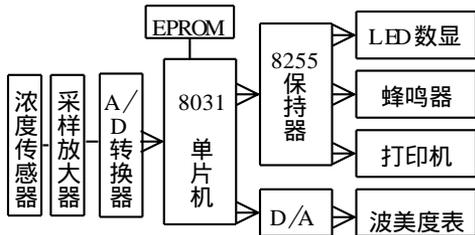


图1 系统硬件结构示意图

Fig 1 System structure on hardware

收稿日期: 1997- 08- 04

\* 河南省科技攻关项目(获河南省科技成果三等奖)

蒋志强, 副教授, 郑州市金海大道 2 号 郑州航空工业学院 CAD 研究所, 450052

该浓度检测传感器由高精度力传感器和浓度检测器两部分组成。传感器中采用的力传感器为一悬臂梁式拉压传感器，悬臂梁的上下两面各贴有两片应变片，接成全桥后送给直流应变仪。其贴片及接桥如图 3 所示。

工作时，始终将浓度检测器（称为“沉子”）浸没于待测的混浆溶液中，浓度检测沉子在液体中受到的浮力大小随液体浓度变化而变化，并通过细绳把拉力传到悬臂梁的一端。等强度梁上的应变片发生拉伸或压缩变化，然后通过桥式电路输出应变信号。当液体的浓度大时，沉子所受的浮力变大，则细绳的拉力相应减小；当液体的浓度小时，沉子所受的浮力变小，则细绳上的拉力变大。这样，混浆浓度的变化通过该传感器就会输出相应的电信号，从而实现了混浆浓度的电子检测。

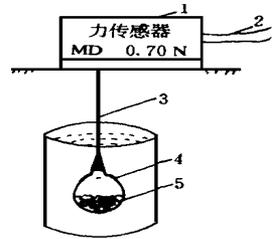
在接桥中，由于采用了温度补偿技术 ( $R_3, R_4$  为温度补偿电阻)，因而自动消除了温度变化对测量结果的影响，同时采用全桥接桥，降低了测试装置的非线性误差，扩大了信号输出，提高了灵敏度。另外，封闭性力传感器有自动屏蔽作用，使测试的传感应变片等不受外界其它因素的影响。同时还考虑了所用力传感器的最大量程，使其所受的最大拉压力接近力传感器的满量程值，以此提高测量精度。

**1.2 微机处理系统** 微机处理系统主要由 8031 单片机、采样放大器、A/D 转换、D/A 转换、显示装置和打印机等组成。

8031 单片机是整个系统的核心，EPROM 2732 为程序存储器，8255 作为 8031 的扩展并行接口。由于传感器的输出信号比较微弱，须通过采样放大器将信号电压放大。放大后的模拟信号经采样保持器输入到 A/D 转换电路中。本系统使用的模数转换器为 ADC 0809，该片是 8 位逐次逼近式 A/D 转换器，转换结果通过数据总线送入 8031 单片机，经数据处理后将实际浓度值送数码显示器显示，同时将得到的数字量通过 D/A 转换器转换为模拟量后送波美度显示表显示。D/A 转换器选用 DAC 0832，其结构带有双锁存器，可直接与 8031 相连接。

## 2 系统软件设计

系统的应用程序用 8031 汇编语言编写，常驻 EPROM 2732 中。程序采用模块化设计，它由主程序、采样滤波、标度变换、打印等子程序组成。数据采集与处理程序流程图如图 4 所示。



1. 传感器 2. 信号输出线  
3. 细绳 4. 沉子 5. 配重铅丸  
图 2 传感器结构示意图  
Fig. 2 Structure of sensor

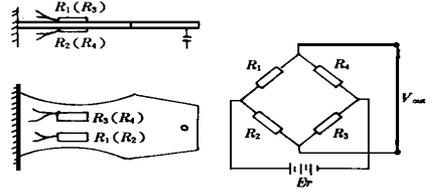


图 3 传感器贴片及接桥示意图  
Fig. 3 Bridge and slice of sensor

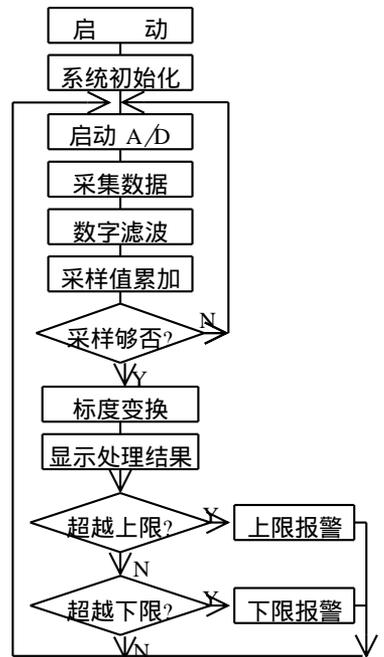


图 4 主程序框图  
Fig. 4 Flow diagram of main programme

### 2.1 采样程序设计

在程序运行后, 首先键入采样频率  $f_s$ , 计算机按下式计算延时时间常数  $B$ 。

$$B = B_0 + K_0 \frac{1}{f_s}$$

$B_0, K_0$  为常数, 用回归法求得。

当求出时间常数  $B$  值后, 即可按所需的频率进行采样。

### 2.2 数字滤波程序设计

由于在水冲击下检测到浓度信号为一随机的动态信号, 为使测得的浓度值准确可靠, 除了抗干扰措施, 同时还在软件中对采集到的数据进行数字滤波处理, 以此消除和减少干扰, 提高有用信号。本系统数字滤波采用了中值和算术平均值两种滤波方法的结合。

其一般形式为:

$$\bar{X} = \frac{1}{(n - 2k)} \sum_{i=k+1}^{n-k} X_i$$

式中  $X_i$  —— 经过有序化处理的所测数据;

$n$  —— 采样数据的个数;  $k$  —— 每端剔除点的个数;  $\bar{X}$  —— 数字滤波值。在程序中, 取  $n = 6, k = 1$ 。

### 2.3 数据处理程序设计

在处理程序中, 由于 8031 只有 128 字节的 RAM, 不能将采集的全部信息存储在内存中, 所以采取了边采集边处理的方法。每得到一个滤波值后累加一次, 最后求出均值。

数据处理公式为:

$$Y = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

式中  $X_i$  —— 经过有序化处理的采样数据值;  $n$  —— 采样数据的个(点)数。

### 2.4 标度变换程序设计

标度变换程序模块的作用是把采样处理得到的数字量转换为实际的工程量。

标度变换公式为:  $P = K \cdot D + C$

式中  $P$  —— 实际测量工程值(即: 波美度);  $D$  —— 实际测量数字量;  $K, C$  —— 传感器进行标定时已确定的标定系数和标定常数。

### 2.5 报警程序设计

为增强越限报警的实时性, 每检测 1024 点, 就进行一次是否越限的判断。如越限, 则根据超越上限, 还是超越下限给以不同声音的报警信号。上下限报警程序流程图如图 5 所示。

## 3 结束语

玉米淀粉浆浓度实时检测与处理系统通过河南省科委鉴定后, 在河南省洛阳淀粉厂等投入使用, 结果证实它的精度高, 抗干扰力强, 检测结果准确, 可靠性好。该系统不仅实现玉米淀粉浆浓度的动态连续稳定地自动测量, 并直接对生产状况实施监控, 使玉米淀粉质量保

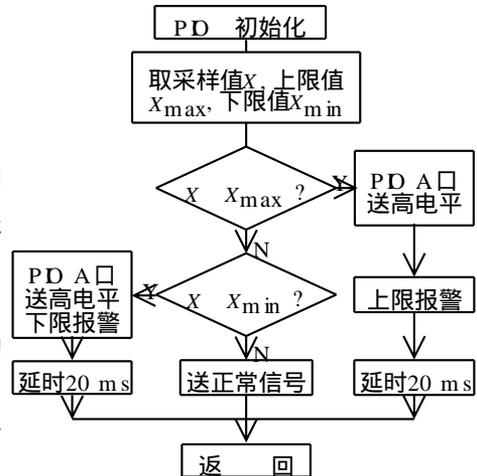


图5 上下限报警程序流程图  
Fig 5 Sound the alarm bell programme on the upper and lower

持稳定;而且可用于其它酸、碱、盐等强腐蚀混合溶液的浓度测量,适宜于在生产中推广和应用。

### 参 考 文 献

- 1 袁孝穆 淀粉生产现状 农机情报资料, 1983(6): 1~ 4
- 2 徐国富 非电量电测工程手册 北京: 机械工业出版社, 1987. 1499
- 3 潘新民 微型计算机控制技术(新). 北京: 人民邮电出版社, 1991. 352
- 4 周明德 微机硬件软件及其应用 北京: 清华大学出版社, 1985. 470
- 5 吕能元 MCS- 51 单片机 原理·接口技术·应用实例 北京: 科学出版社, 1993. 326
- 6 蒋志强 微型计算机在玉米淀粉浆浓度检测中的应用 郑州 [硕士学位论文], 洛阳工学院: 1989

## Design of Real-Time Testing System for Corn Starch Liquid Density

Jiang Zhiqiang Guo Li Shi Jinfang Feng Xilan  
(Zhengzhou Aeronautical Institute of Industry, Zhengzhou)

**Abstract** The corn starch liquid density impairs the quality and ratio of corn starch directly, and the density measurement still uses the proportion instrument. This paper proposes the design and implementation methods of hardware and software of real-time testing and processing system for the corn starch liquid density is proposed. The system is of such advantages as simple structure, low cost, high accuracy, and high reliability. This system is suitable for applications not only in the automatic density measurement dynamically, continually and steady of corn starch liquid, but also in the concentration measurement of acids, alkalis, salts, and other corrosive liquids, So that it is with a great potential of applications in production practices.

**Key words** corn starch liquid, density sensor real-time data collection, microcomputer testing and processing