

基于 C8051F021 的高精度自动装料称重系统研制

耿爽 黄劼

(四川大学制造科学与工程学院 成都 610065)

摘要: 目前改性塑料生产线上仍存在手动装袋称重的现象,为了满足其自动装料成袋并且在线称重的需求,设计了一套高精度在线称重系统。该系统以 C8051F021 单片机为系统的主要控制芯片,由两路压力传感器采集物料装填过程中的电压信号,通过主从结构将得到的数据通过串行通信接口传送到上位机。上位机软件经过对传感器标定之后得到重量信息,并能够通过上位机对装料机械装置进行控制,实现装料过程的精确控制,提高了生产效率。

关键词: 自动装料;在线称重;主从结构;C8051F021

中图分类号: TN98 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 520.60

Design of high accuracy automatic loading and weighing system based on C8051F021

Geng Shuang Huang Jie

(School of Manufacturing Science and Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065, China)

Abstract: At present, there is still a phenomenon of manual bag weighing on the modified plastic production line. In order to meet the needs of automatic loading into bags and online weighing, a set of high-precision online weighing system was designed. The system uses C8051F021 single-chip microcomputer as the main control chip of the system. The voltage signal in the material filling process is collected by two pressure sensors. Through the master-slave structure, the obtained data is transmitted to the upper computer through the serial communication interface. The PC software obtains the weight information after calibration of the sensors, and can control the charging mechanism through the host computer to achieve precise control of the charging process and improve production efficiency.

Keywords: automatic loading; online weighing; master-slave structure; C8051F021

0 引言

如今在工业上,涉及物料生产与加工的厂房车间在各个流程上都采用了自动化控制,原材料在经过一系列的工序加工成合格的物料之后,需要最后装料成袋进行包装。随着近年工业技术的发展,包含有自动称重控制设备的数字监测系统的技术开始成熟^[1-3]。如文献[4]提出了一种自动称重包装控制系统,结合模糊控制、神经网络和常规 PID 控制设计了一种控制器以实现系统参数的在线调整及优化;文献[5]采用 STC12C5A60S2 单片机,应用光电耦合器件减小干扰、电机的点动控制减小误差,设计了一个简单的称重包装电路。这些系统都取得了不错的效果,但没有提出完整的实现在线称重以及能够控制机械部分加放料包装成袋的流程。

在现有研究的基础上,本文提出了一套高精度自动装料称重系统流程。本系统包含上位机、机械装置、称重电路

3 部分,由上位机控制机械装置装放料,并通过称重系统采集数据。与其他称重系统不同之处在于,该系统称重电路中采用了自主设计的放大滤波电路,经实验验证,该系统具有高稳定性以及高精度的特点^[3],装料成袋后误差在±5 g 以内。

1 系统设计

高精度自动装料称重系统主要以 C8051F021 单片机为系统的主要控制芯片,由中国空气动力研究所生产的两路 S3 压力传感器采集物料装填过程中产生的压力,将压力的变化反映为电压值的变化。之后经放大电路进行放大,通过 A/D 芯片进行模数转换,将得到的数据通过串行通信接口传送到上位机^[4]。上位机程序对两路传感器的数据进行处理与标定得到重量信息,同时对采集重量过程进行控制,同时能够对装料机械装置发出命令,实现装料过程的精确控制。

自动装料成袋过程中,上位机、称重电路以及机械装置

3 部分的关系如图 1 所示。上位机程序对称重电路与机械装置发出控制命令,称重电路向上位机返回采集数据,机械装置向上位机给出一次称重过程开始的信号。本文主要针对称重电路及上位机程序的设计研究。

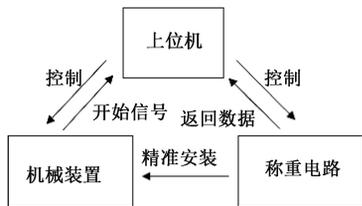


图 1 上位机、称重电路及机械装置三者关系

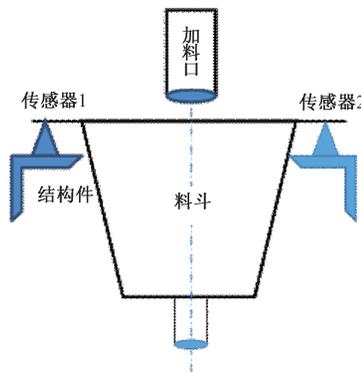


图 2 传感器安装示意图

与称重电路相连接的压力传感器精准地安装在机械装置上,如图 2 所示,物料由加料口加到料斗里面,在料斗下方两侧安装压力传感器,对物料电压信号进行获取。

2 底层硬件设计

系统的硬件部分采用了两路压力传感器进行物料电压信号的采集,两路传感器采集到的电压信号最后在上位机软件的处理下进行相加运算以及标定,反映出物料最终测得的重量。因此在电路设计上,两路压力传感器测量电路是一致的。

如图 3 硬件框图所示,每一路的电压信号的采集,均要经过各个器件进行以下处理:采用的压力传感器的灵敏度

为 2.3 mV/V,采用的激励电压为 10 V。先经过一次放大,将电压信号放大 100 倍,然后进行滤波,这样在达到滤波的阈值电压的同时又不会将噪声放大很多影响测量^[6]。滤波之后再放大 100 倍,这样最终的电压信号是 0~4.6 V 左右,将其送入 A/D 芯片。电压信号放大滤波部分的电路如图 4 所示。因为采用的 A/D 芯片 max1166 是 16 位的,所以转换之后的数字信号在 0~65 535 之间。反映物料电压信号的数字信号送到单片机,经过一定的处理之后通过串口送至上位机,上位机软件对其进行后续处理。

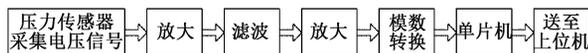


图 3 硬件框图

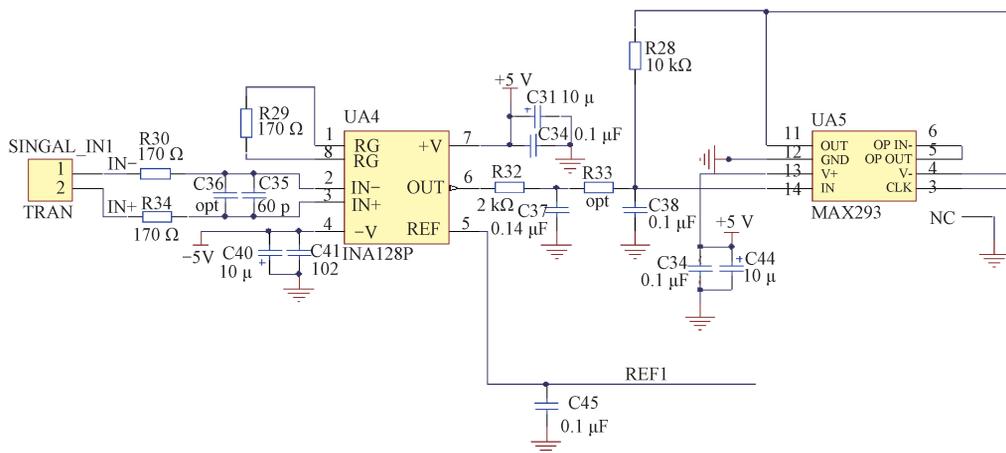


图 4 放大滤波电路

3 底层软件设计

底层软件方面,使用了 c8051f021 单片机专用 IDE: Silicon Laboratories,采用汇编语言进行编写,其主要实现的功能是通过 AD 采集两路电压信号^[5],即 A 路与 B 路,将其进行模数转换并平均滤波之后,通过串口送往上位机。

底层软件流程如图 5 所示,首先进行初始化,这其中包含:用到的常数及设定的上位机命令的定义,包含 AD 控制的位定义,工作单元地址设置,I/O 口工作方式设置,称重初始状态设置,启动波特率发生器以及 AD 的初始化^[7]。进行完初始化之后先测一下基重,将皮重去掉,保证测物料电压信号之前处于零点状态。然后分别采集 A、B 路电压信号,这里调用了 AD 子程序,对模拟值进行模数转换,

并且进行了平均滤波。之后将 A、B 路的电压信号按通信协议整理好一并送往串口缓冲区。经串口与上位机进行通讯,把电压信号发送往上位机,再进行下一次的测量。主程序只负责缓冲区数据发送,下次发送启动由中断程序控制。

4 上位机软件设计

底层硬件将采集到的 A、B 两路电压信号通过串口发送给上位机,上位机软件对数据进行处理与显示^[8]。上位机软件的编写采用了 VS2010/MFC,软件界面如图 6 所示,实现的功能主要有串口参数设置、传感器灵敏度系数设置、串口控制、数据接收及统计与分析^[9]。

通过串口设置部分为底层硬件与上位机建立起通信,使得采集的数据能够传送到上位机中。由于 A、B 两个传感器在制造过程中的关键材料等差异,以及制造工艺方面还不完善,每个压力传感器的绝对灵敏度就有所不同,造成相同的激励电压,而各传感器的信号输出不一样,因此需要分别对 A、B 两个传感器进行灵敏度系数设置^[10-11]。

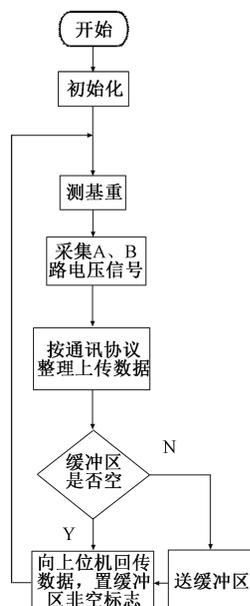


图 5 底层软件流程

SCUCK

- □ ×

自动装料称重系统

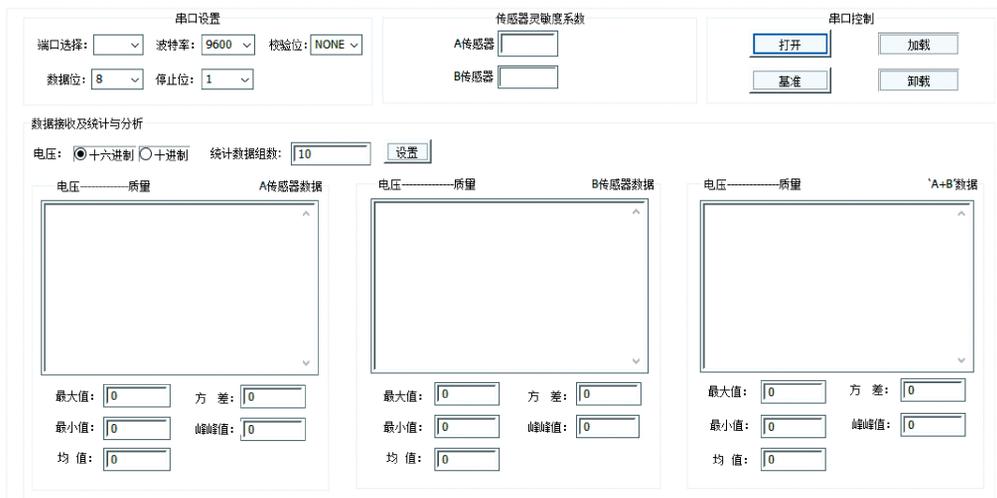


图 6 上位机软件界面

串口控制部分可以对串口以及机械部分进行控制,加载与卸载命令能够控制机械部分进行加放物料^[12]。由于目前的上位机软件主要是用于实验与调试,所以在接收到串口发来的数据之后,为了查看数据的稳定性,对数据进行了求取最大值、最小值、均值、方差以及峰峰值的一系列处理。

上位机软件作为自动装料称重系统的控制软件,决定了整个装料称重的流程,通过对称重电路与机械装置的控制,完成整个自动装料称重过程。上位机进行控制的流程如图 7 所示,设定好参数之后开始测基重,以去掉皮重^[13]。

给出开始信号之后,称重电路开始通过串口送来数据。之后通过上位机进行加料,当达到设定质量时停止加料,放料装袋并根据生产情况给出下次测量信号,从测基重开始。

5 理论分析与实验

在上位机软件中显示的称重数据,是采集到的电压信号经模数转换之后的数字量,还不是最终的重量。需要在上位机软件的处理下进行相加运算以及标定,才能反映出物料最终测得的重量。

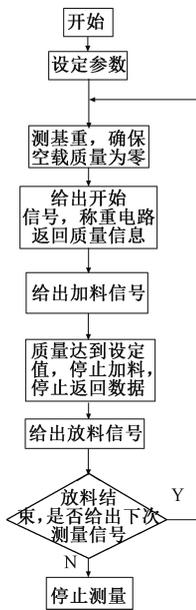


图 7 上位机控制流程

改性塑料生产厂家装料规格为 25 kg 每袋, 底层硬件采用的 A/D 芯片 max1166 为 16 位转换芯片, 转换之后数字量最大为 65 535, 因此一个字对应质量为 $25\ 000/65\ 535 \approx 0.38\text{ g}$, 厂家要求误差控制在 $\pm 5\text{ g}$ 以内, 因此允许有 13 个字以内的跳动^[14]。在对同一批改性塑料进行 20 次装料称重的实验之后, 得到实验数据如表 1 所示。

表 1 称重测试数据

实验次序	1	2	3	4	5
经 AD 转换后的电压信号	4 920	4 924	4 922	4 921	4 923
实验次序	6	7	8	9	10
经 AD 转换后的电压信号	4 924	4 926	4 925	4 926	4 925
实验次序	11	12	13	14	15
经 AD 转换后的电压信号	4 925	4 925	4 926	4 921	4 926
实验次序	16	17	18	19	20
经 AD 转换后的电压信号	4 925	4 922	4 924	4 925	4 924

实验得到的最大值与最小值之间有 6 个字的跳动, 在允许的 12 个字范围以内, 满足厂家的误差要求。

经理论分析与实验验证, 误差主要来源于物料的偏载误差以及压力传感器在料斗上的安装位置。由于本身两个压力传感器存在差异, 物料的偏载就会使得测量产生误差, 此部分的误差会在目前以及后续上位机标定部分得到修正。压力传感器在料斗上的安装将采用单点接触, 减小装料时振动引起的误差。

6 结 论

本文设计了一种基于单片机控制的高精度自动装料

称重系统, 该系统稳定性好, 测量精度高, 符合厂家 $\pm 5\text{ g}$ 以内的误差要求。通过上位机软件与称重电路、机械装置之间进行命令的发送与反馈, 可以对整个自动装料称重过程进行控制, 完成每一次的测量流程^[15], 满足厂家自动装料、在线称重的要求目前的上位机软件还主要处于实验阶段, 后续还将加入完整的灵敏度系数设置、工艺设置以及工作日志查看等功能, 以满足工业控制上的生产需求。

参 考 文 献

- [1] 钱婷婷, 李正明, 石鑫, 等. 基于单片机的自动称重系统[J]. 制造业自动化, 2014, 36(16): 116-117, 149.
- [2] 沈江. 自动称重系统开发与应用[J]. 仪表技术, 2010(1): 56-57.
- [3] 张敏三, 吴海波. 高精密度称重系统设计[J]. 传感器与微系统, 2014, 33(12): 114-116.
- [4] 董婷. 一种自动称重包装控制系统设计[J]. 控制工程, 2017, 24(2): 372-377.
- [5] 丛国进. 基于 STC12C5A60S2 单片机的自动称重控制设计[J]. 价值工程, 2016, 35(4): 119-120.
- [6] 尤啟明, 周俊, 詹康, 等. 高精度弱信号放大电路的设计[J]. 电子测试, 2017, (15): 5-6, 8.
- [7] 王瑞琦, 刘向阳, 邹星兴, 等. 基于 STC89C52RC 单片机的电子称设计[J]. 国外电子测量技术, 2017, 36(5): 94-97.
- [8] 赵健. 基于单片机的高精度称重系统的研制[J]. 电子技术, 2009, 36(7): 61-62, 66.
- [9] 姚燕. 基于单片机的饲料生产厂微机监测控制管理系统[D]. 成都: 电子科技大学, 2010.
- [10] 樊勇, 秦乐园. 基于单片机的智能型称重计数器[J]. 微计算机信息, 2011, 27(4): 92-93.
- [11] 刘玉梅. 高精度称重系统的设计与研制[J]. 机械工程师, 2009(1): 102-103.
- [12] 张萌, 柳旭. 称重传感器高精度自动检测系统设计[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 2005(2): 206-209.
- [13] 杨敏, 滕召胜, 陈良柱, 等. 基于 CS5532 的高精度电子天平设计[J]. 仪表技术与传感器, 2010(1): 14-17.
- [14] 丛佩仁. 浅谈电子秤的误差来源与解决方法[J]. 计量与测试技术, 2008(6): 45-46.
- [15] 葛亮, 李俊兰, 胡泽, 等. 基于虚拟技术的高精度称重系统设计[J]. 制造业自动化, 2011, 33(20): 154-156.

作 者 简 介

耿爽, 1993 年出生, 硕士研究生, 主要研究方向为精密测量技术与仪器。

E-mail: gengshuangscu@foxmail.com

黄劭, 1966 年出生, 教授、硕士生导师, 主要研究方向为集散控制系统、无线传感器网络和基于机器视觉的非接触测量技术等。

E-mail: tm_huang@163.com