

# 基于 DSP 的定量包装控制系统设计

闫茹, 安改娣, 焦建

(内蒙古化工职业学院, 呼和浩特 010010)

**摘要:** **目的** 为提高定量称量包装机的包装速度和包装精度, 设计一种高精度的称量包装控制系统。**方法** 介绍定量称量包装机的机械结构以及工作原理, 在此基础上设计一种以触摸屏和基于 DSP 为核心的定量称量包装控制系统, 并详细论述基于 DSP 和触摸屏的硬件结构。在硬件结构的基础上, 开发与之配套的定量称量包装的控制系统软件。**结果** 称量包装的最大相对误差不超过 $\pm 0.6\%$ 。**结论** 该控制系统提高了定量称量包装机的精度、可靠性和可操作性。

**关键词:** 定量称量; 触摸屏; DSP; 软件

**中图分类号:** TB486 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)05-0167-04

## Design of Control System for Quantitative Weighing and Packaging Based on DSP

YAN Ru, AN Gai-di, JIAO Jian

(Inner Mongolia Vocational College of Chemical Engineering, Hohhot 010010, China)

**ABSTRACT:** The work aims to design a high-precision control system for weighing and packaging, in order to improve the packaging speed and accuracy of quantitative weighing packaging machine. The mechanical structure and working principle of quantitative weighing packaging machine were introduced. According to this, a kind of DSP-based touch-screen quantitative weighing packaging control system was designed, and the hardware structure based on DSP and touch screen was described in detail. Finally, on the basis of hardware structure, the control system software for quantitative weighing and packaging was developed. The experimental results showed that the maximum relative error of weighing and packaging was no more than  $\pm 0.6\%$ . The control system improves the accuracy, reliability and operability of the quantitative weighing packaging machine.

**KEY WORDS:** quantitative weighing; touch screen; DSP; software

电子定量包装系统是在电子称量技术的基础之上发展而来的一种动态定量称量系统, 是集机械、电气、自动化、计算机等技术于一体的自动智能计量称量设备<sup>[1-3]</sup>。电子定量包装设备根据具体的控制程序, 自动将大份的物料分成预定的小份物料。该设备因其具有智能自动称量、生产效率高、解放劳动力等优点, 在粮食加工、食品包装、水泥包装、医药包装等领域被广泛应用<sup>[4-6]</sup>。电子定量包装系统是否稳定, 对企业经济效益具有直接影响, 该系统如果能够稳定的运行, 可以使企业获得最佳的经济效益。为了提高定量称量包装机的包装速度以及

包装精度, 文中提出了一种基于触摸屏和 DSP 的智能称量包装控制系统, 详细介绍了该系统硬件结构, 在硬件结构的基础上, 开发了与之配套的定量称量包装的控制系统软件。

## 1 定量称量包装机

### 1.1 结构介绍

定量称量包装机的基本结构见图 1。所述定量包装机主要包括自动控制系统、下料装置、送料装置、称量装置、夹袋装置、成品传送装置<sup>[7-10]</sup>。

收稿日期: 2016-12-07

基金项目: 内蒙古自治区高等学校科学研究项目 (NGJGH2012051)

作者简介: 闫茹 (1984—), 女, 硕士, 内蒙古化工职业学院讲师, 主要研究方向为生产过程自动化、自动控制与工程。

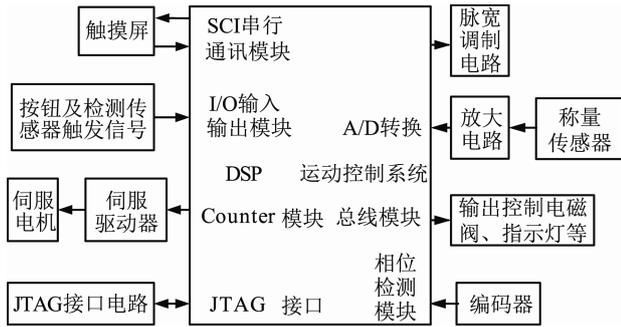


图1 下料称量包装系统结构

Fig.1 Structure of material weighing and packing system

储存料仓采用漏斗形结构，主要用来存储待称量包装的物料。在储料仓侧面装有2个物料检测传感器，主要作用是对料仓中的物料量进行检测，从而保证料仓中有足够的物料。当低位物料传感器检测到物料不足时，将信号传送到下位机中，下位机对执行机构发送命令进行加料，当高位物料传感器检测到物料时，则将信号传送到下位机，下位机对执行机构发送命令停止加料。输料槽主要用来对料仓下落的物料进行传输，输料槽通过电磁铁振动带动物料抖动从而均匀的落入称量斗中。在称量斗后端连接一个高精度压力传感器，当传感器检测到落入称量斗中的物料质量达到设定值时，便将信号迅速传送到控制器中，电磁铁停止振动，卸料电机开始动作将物料挡板打开物料送入包装袋中，从而完成称量包装。

### 1.2 定量包装控制原理

在现有定量包装机的基础上进行适当改进，总体来说，加料方式仍采用二级加料的方式。所谓二级加料是指初始阶段加料速度比较快，当加料量达到设定值的90%左右时，降低加料速度，以提高系统称量精度。初始阶段，定量称量误差比较大，此时应首先考虑加料速度，所以采用恒速控制以实现快速加料；当加料量达到某一特定值或称量误差小于设定值时，控制方式调整为神经网络控制，以确保定量称量的精度<sup>[11-15]</sup>。定量称量自动控制系统结构见图2。

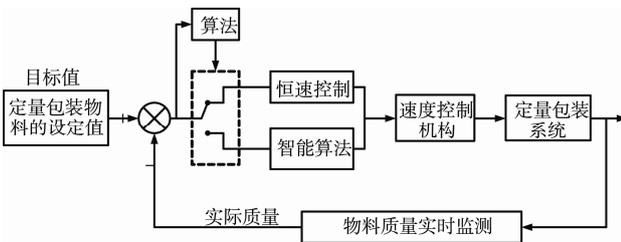


图2 自动控制系统结构

Fig.2 Structure of automatic control system

## 2 硬件系统设计

根据定量称量包装工艺流程，文中采用了“HMI+

DSP”的控制模式，控制系统硬件整体结构见图3。定量称量控制系统硬件主要由人机触摸屏、DSP 信号处理模块、模拟量输入模块、模拟量输出模块以及数字量输入输出模块等组成。

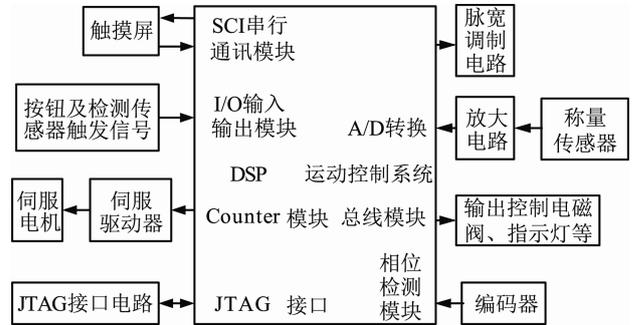


图3 系统硬件框图

Fig.3 Block diagram of system hardware

触摸屏是开发或操作人员与控制系统联系的主要平台。通过触摸屏可以设定或修改一些参数，如称量质量、下料速度、放料速度等。另外，称量包装过程中的实时参数也可以由人机界面显示出来，便于相关人员进行包装过程监控、参数整定等。该控制系统选用Eview MT4300C系列触摸屏，支持多串口同时通讯、64 K色显示方式以及C语言宏代码，RISC处理速度可以达到200 MHz，具有灵活、易用等特点。

考虑到该称量包装控制需求，设计了一种基于DSP的主控制器。DSP芯片选用Motorola DSP56F807，其内核为32位可编程数字信号处理器；外围功能模块主要包括：异步串行通信模块SCI，用于触摸屏通信；通用I/O模块GPIO，用于接收按钮及检测传感器触发信号；Counter模块，用于伺服电机控制；模数转换器ADC，采集称量传感器信号；CAN总线模块，用于控制电磁阀、信号灯等；相位检测器，用于检测编码器信号；JTAG接口等。该控制器利用PC机编写应用程序，通过JTAG接口下载与调试。

## 3 软件系统设计

该控制系统主要实现物料流量的精确控制，通过采集称量传感器的模拟量信号，反馈到控制器中实现执行机构的动作，进而控制物料流量。主程序流程见图4，其控制过程为启动定量称量系统使其进入运行状态，当满足称量启动条件时（称量斗内有无物料、卸料门是否关闭），开始称量。下限位传感器检测是否有物料，若无物料则储料仓开始加料，当储料仓中物料被上限位传感器检测到时，物料仓则停止加料。出料仓中的物料随着振动电磁铁的振动沿着输料槽被输送到称量斗中，压力传感器检测到物料质量达到目标值时，则振动电磁特停止振动，在延时1.5 s后放料电机运动将称量斗下方的放料挡板打开，使物料

沿着料斗进入到包装袋中, 此时完成 1 个周期的包装称量, 当传感器检测到下一个包装袋到位时, 再重复上述动作继续称量。

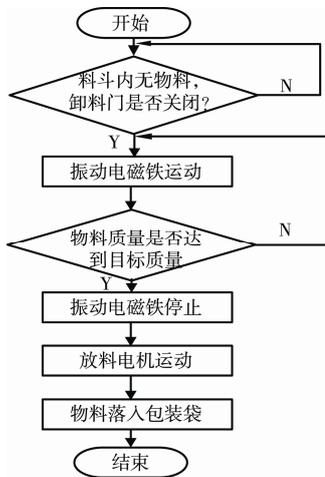


Fig.4 主程序流程

Fig.4 Main program flow

基于人机界面, 操作或开发人员可与主控制器进行数据、信息等的交流与处理。另外, 人机界面还可以实时监控、显示系统的运行状态。如果运行过程中出现故障, 那么引发故障的原因会显示在人机界面上, 对系统故障解决具有很大帮助。运行界面见图 5。进入主界面后, 会出现监控界面、报警界面、系统界面。其中监控界面可用于运行方式选择, 即系统报警复位、运行参数设置、启动自动控制、停止手动控制、启动手动控制等; 自动操作; 手动操作, 即包装急停、手动松袋、涨袋启动、手动快加、手动慢加; 实时数据显示, 即伺服电机的转速、I/O 点状态、包装物料质量、不合格包数、合格包数、包装完成包数等。报警界面可用于系统急停报警、卡料报警、电机故障、超差故障灯。

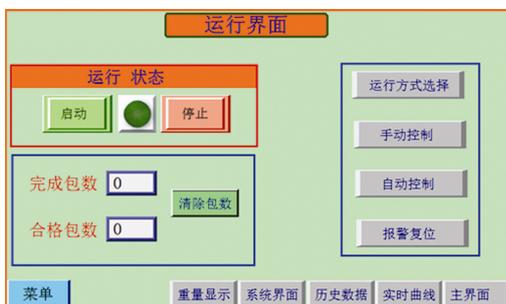


图 5 运行界面

Fig.5 Operation interface

## 4 实验数据分析

为了验证所述控制方法的可行性和有效性, 搭建控制系统并进行相关测试。包装质量设定值为每袋

25 kg, 由实验结果可知, 基于 DPS 定量称量控制下, 称量装置的称量值为  $(25 \pm 0.0063)$  kg, 标准差为 0.0063 kg, 最大相对误差为 0.6%。实验结果表明, 采用所述基于 DSP 的定量称量包装控制系统, 相对误差较小, 可以满足设计要求。

## 5 结语

设计了以 Motorola DSP56F807 为控制核心、以触摸屏 Eview MT4300C 为操作屏的定量称量包装控制系统。介绍了定量称量包装机的机械结构以及工作原理, 并详细论述了基于 DSP 和触摸屏的硬件结构。在硬件结构的基础上, 开发了与之配套的定量称量包装的控制系统软件。该控制系统提高了定量称量包装机的精度、可靠性和可操作性。

## 参考文献:

- [1] 喻先锋, 曹金林, 姚重阳. 动态定量称量技术控制策略和算[J]. 轻工机械, 2013, 31(1): 55—59.  
YU Xian-feng, CAO Jin-lin, YAO Chong-yang. Control Strategy and Algorithm on Dynamic Quantitative Weighing[J]. Light Industry Machinery, 2013, 31(1): 55—59.
- [2] 李晓刚. 基于 Matlab/Simulink 的缓冲包装系统动态响应及影响因素分析[J]. 包装工程, 2011, 32(1): 65—68.  
LI Xiao-gang. Analysis of Dynamic Response and Influencing Factors of Cushioning Package Based on Matlab/Simulink[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(1): 65—68.
- [3] 黄国栋, 陈杰. CONWIP 拉式机制在自动包装线中的应用设计[J]. 包装工程, 2012, 33(11): 58—68.  
HUANG Guo-dong, CHEN Jie. Design of CONWIP Pull Mechanism Implementation in Automatic Packaging Line[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(11): 58—68.
- [4] 盛碧琦, 胡云琴, 应忠于. 基于 AVR 单片机的定量称量系统设计[J]. 工业仪表与自动化装置, 2015(5): 59—61.  
SHENG Bi-qi, HU Yun-qin, YING Zhong-yu. The Weighing System Design Based on AVR Microcontroller[J]. Industrial Instrumentation & Automation, 2015(5): 59—61.
- [5] 刘占跃. 化肥自动定量包装的 PCL 控制[J]. 化学工程与装备, 2012(3): 48—50.  
LIU Zhan-yue. PCL Control of Fertilizers' Automatic Weighing and Quantitative Packing[J]. Chemical Engineering & Equipment, 2012(3): 48—50.

- [6] 张俊, 李明. 基于 PLC 的模糊控制器在定量包装秤中的应用[J]. 制造业自动化, 2014, 36(5): 110—112.  
ZHANG Jun, LI Ming. Based on PLC Fuzzy Controller in the Application of Quantitative Packing Machine[J]. Manufacturing Automation, 2014, 36(5): 110—112.
- [7] 李明, 李丽娟, 杨松, 等. 全自动液体定量灌装机控制系统设计[J]. 包装工程, 2013, 34(5): 78—81.  
LI Ming, LI Li-juan, YANG Song, et al. Design of Automatic Quantitative Liquid Filling Machine Control System[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(5): 78—81.
- [8] 冯奕红, 邢岗. 焦化厂自动配煤控制系统的设计及应用研究[J]. 制造业自动化, 2014, 2(3): 136—139.  
FENG Yi-hong, XING Gang. The Design and Application of Automatic Coal Blending Control System[J]. Manufacturing Automation, 2014, 2(3): 136—139.
- [9] 孙晓, 周浩. 基于 PLC 的样品煤定量包装控制系统设计[J]. 包装工程, 2011, 32(21): 76—78.  
SUN Xiao, ZHOU Hao. Design of Quantitative Packaging Control System Based on PLC for Sample Coal[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(21): 76—78.
- [10] 高鹏, 周一届. 螺杆式粉料计量包装机粉料流动分析与数值仿真[J]. 包装工程, 2010, 31(7): 79—82.  
GAO Peng, ZHOU Yi-jie. Analysis and Numerical Simulation of Powder Flow in the Packaging Machine of Screw Powder[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(7): 79—82.
- [11] 张俊, 李明. 基于 PLC 的模糊控制器在定量包装秤中的应用[J]. 制造业自动化, 2014, 36(5): 110—112.  
ZHANG Jun, LI Ming. Application of Quantitative Packaging Machine Based on PLC Fuzzy Controller[J]. Manufacturing Automation, 2014, 36(5): 110—112.
- [12] 吴宇平, 章家岩, 章磊, 等. 定量称量包装系统 RBF 神经网络 PID 控制研究[J]. 安徽工业大学学报(自然科学版), 2014, 31(3): 299—302.  
WU Yu-ping, ZHANG Jia-yan, ZHANG Lei, et al. A Study of Quantitative Weighing Packaging System Based on RBF Neural Network PID Control[J]. Journal of Anhui University of Technology(Natural Science), 2014, 31(3): 299—302.
- [13] 王家寅, 冯显英, 王晓彬. 基于 PLC 的试剂精密定量封装控制系统开发[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2013(10): 80—86.  
WANG Jia-yin, FENG Xian-ying, WANG Xiao-bin. Development of Precise Quantitative Packaging Control System for Reagent Based on PLC[J]. Modular Machine Tool & Automatic Manufacturing Technique, 2013(10): 80—86.
- [14] 李支茂, 谌永祥, 李双跃, 等. 柔性水泥包装线控制系统的设计研究[J]. 机械设计与制造, 2016(1): 169—171.  
LI Zhi-mao, CHEN Yong-xiang, LI Shuang-yue, et al. The Control System Design and Research of Flexible Cement Packaging Line[J]. Machinery Design & Manufacture, 2016(1): 169—171.
- [15] 赵国军, 李忠虎, 张祥. 粉状稀土原料定量称量包装控制系统的设计[J]. 仪表技术与传感器, 2016(4): 46—53.  
ZHAO Guo-jun, LI Zhong-hu, ZHANG Xiang. Design of Powdery Rare Earth Materials Quantitative Weighing and Automatic Packaging Control System[J]. Instrument Technique and Sensor, 2016(4): 46—53.