

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2013.03.022

农副产品智能挑选控制系统设计*

徐 峰,王 蔚,王 聪,孙 卓,李子林
(吉林省农业机械研究院 农产品加工所,吉林 长春 130022)

摘要: 针对豆类农副产品挑选过程中存在劳动强度大、自动化程度低、人力需求多而导致生产成本过高的问题,运用计算机等智能控制技术建立了由物料输送机构、图像采集装置、图像处理系统、光电开关、PLC、电磁阀、高压气嘴、洁净压缩气源等组成的豆类农副产品智能挑选系统,着重研究了豆类农副产品智能挑选PLC控制系统的结构和原理,研制了原理试验装置,并在生产现场进行了实际测试。当图像处理系统成功获得图像并处理完成,得到识别判断信息后,向PLC控制系统发出信息指令,控制系统在及时接收上位机所发信息指令后,准确控制电磁阀开启,使得气嘴喷出高压洁净气体并有效地把需要分离的物料移除。原理试验装置测试结果表明,该豆类农副产品智能挑选系统测试准确率达95.67%。

关键词: 控制系统; 智能挑选; PLC; 豆类农副产品

中图分类号: S22; TP273.5; TH39 **文献标志码:** A

文章编号: 1001-4551(2013)03-0339-04

Design of intelligent selection system for agricultural by-products

XV Feng, WANG Wei, WANG Cong, SUN Zhuo, LI Zi-lin

(Agricultural Products Processing, Jilin Province Academy of Agricultural Machinery, Changchun 130022, China)

Abstract: Aiming at the pod kind of agricultural by-product high cost problem which is led by low automation and the need for more people, intelligent selection system for pod kind of agricultural by-product was designed. This system was composed of material conveying mechanism, image acquisition device, an image processing system, photoelectric sensor, PLC, electromagnetic valve, high pressure nozzle and clean compressed air. The test device based on the system was designed and made. In the practical application process, the conveying mechanism, the image acquisition device and a series of valves were controlled automatically by the system. The required material was removed effectively by the high pressure gas erupted from the air cock. The results indicate that the precision of this automation technology for the selection of the kind of agricultural by-product can get 95.67%.

Key words: control system; intelligent selection; PLC; pod kind of agricultural by-product

0 引 言

食品安全关系到人民群众身体健康和生命安全,关系到经济发展和社会稳定^[1]。近年来,随着人们生活水平的提高,对食品的品质要求越来越高,因此食品生产过程的监管和检测手段需要不断加强。目前,我国已有不少学者已经设计研究出水果类农产品在生产过程中自动实时分级机构及其控制系统,应用水果位置信息的确定方法实现了线上水果的在线分级^[2-4]。而针对无公害生产的豆类农副产品没有相应的检测

手段和设备,一直停留在手工挑选水平。本研究主要研究豆类农产品的智能挑选系统及移除机构,这是豆类农产品品质实时检测与挑选设备的关键技术之一。

由于采用PC和PLC来开发这种方法具有成本低、适应性广、可移植和升级的优点,本研究采用PC和PLC开发了智能挑选移除系统。该系统通过图像采集装置采集输送机构上的物料图像,由计算机软件实时分析所采集的图像,通过RS232-485通讯接口与PLC进行实时串口通信,实现对电磁阀的控制,进

收稿日期: 2012-10-15

基金项目: 吉林省科技发展计划资助项目(20100348)

作者简介: 徐 峰(1977-),男,吉林长春人,高级工程师,主要从事农业机械及自动化方面的研究。E-mail: xufeng002@126.com

而将不合格的农产品移出生产线。

1 挑选系统组成及工作原理

西门子 S7200 系列 PLC 性价比高, 在各个环节的运用非常普遍^[5-6], 所以智能挑选系统选择了西门子 200 系列 PLC (CPU224)。系统总体构成如图 1 所示。该系统由 PLC、485 串口通讯模块、计算机、图像采集装置、图像处理软件、PLC 控制软件等组成。

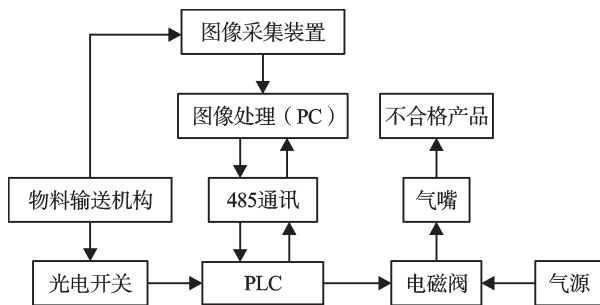


图1 智能挑选系统总体配置

移除是智能挑选系统关键的动作, 移除系统结构示意图如图 2 所示。

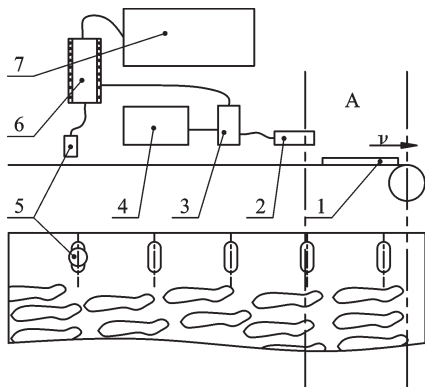


图2 移除系统结构示意图

1—物料; 2—气嘴; 3—电磁阀; 4—洁净气源; 5—光电开关; 6—PLC; 7—计算机

系统工作过程如下: PLC 接收光电开关传来的数字脉冲信号, 通过 485 通讯接口传给计算机 (上位机), 计算机以接收的数字脉冲信号为参考, 开始采集图像、分析图像, 然后根据分析图像的结果将指令发送给 PLC。PLC 按照计算机接收的指令及光电开关脉冲信号, 对移除子系统的电磁阀进行控制, 通过高压气流将需要处理的物料移出生产线, 实现对农产品的实时挑选。

在该系统中, 光电开关为位置传感器, 连接在下位机的输入端, 即 PLC 高速脉冲计数器输入端点 I0.4 上。为了在工作中可靠捕捉脉冲信号和简化结构, 本研究选择带反射板式的光电开关。光电开关与输送带上的等距长条孔配合, 以等距脉冲的方式实现对输送带的输送速度进行实时监控。当输送带上长条孔经过光电开关时, 光电开关接收到信号, 输出高电平

给下位机 PLC。下位机将接收到的高电平脉冲即时发送给上位机。上位机根据收到的脉冲触发图像采集装置采集图像信息, 并将图像信息输入到计算机。计算机通过编制的图像识别分析软件对输入的图像信息进行处理, 得到物料的品质信息, 然后判断不合格物料的位置信息, 决策出物料所在的区域对应的气嘴编号, 同时根据下位机传送过来的脉冲决策气嘴需要动作的延时脉冲数, 即时发送控制指令给下位机。下位机按照接收的指令和光电开关的脉冲控制电磁阀, 实现不合格农产品的移除。

2 系统连接与通信

S7-200 系列 PLC 支持多种通信协议, 这里采用 PLC 自由口通信模式^[7], 自由口通信模式下的通讯口 P0 为 RS-485 接口^[8], PC 可以采用 RS-232 通信接口, RS-232/PPI 多主站电缆可以连接 PC 与 S7-200 型 PLC, 实现 S7-200CPU 与 PC 的通信^[9]。PC 与 PLC 通信的基本单元为“帧”, PC 通过串口将指令数据帧发送到 PLC 端口, PLC 通过 RCV 指令或字符中断来控制接收指令数据帧, 并译码, 然后调用相关操作, 返回指令执行状态。为保证通信的安全性, 需对传送的数据进行校验, 在该系统中采用 CRC16 校验码校验。系统将所发送的字节进行校验码运算后连同要发送的有效数据一起发送。PC (PLC) 收到数据后, 也对所接收的有效数据进行校验码运算得到新校验码, 再与接收到的校验码进行比较, 如两者不等, 则认为传输数据出错, 放弃接收到的指令, 继续接收后续的数据。

在该系统中的通信协议为: ①频率为 960 0 波特率; ②无奇偶校验位; ③设置 1 位停止位; ④指令格式约定为每“帧”7 个字节, 每字节 8 个数据位, 本研究采用 16 进制, 每帧数据格式如表 1 所示。

表1 每帧数据格式

数据位	7	6	5	4	3	2	1
数	设	指	气	移	移	校	校
据	备	令	嘴	除	除	验	验
	号		号	延	延	值	值
				时	时	高	低
				高	低	位	位

为了增加通信效率, 本研究通信中采用无应答方式。

3 控制系统功能

该控制系统包括两个子系统: 上位机控制系统和下位机控制系统。

3.1 计算机 (上位机) 功能流程

VC++ 是可视化、面向对象程序设计语言, 其优点很多行内人士都了解, 所以本研究利用 Microsoft Visual Studio 2010 程序设计软件中提供的串行通信控件

MSComm,设置和监视软件的属性和事件实现串行通信。上位机控制软件为计算机控制实现图像信息的采集,完成PC与PLC之间的实时通信。上位机部分的功能流程图如图3所示。

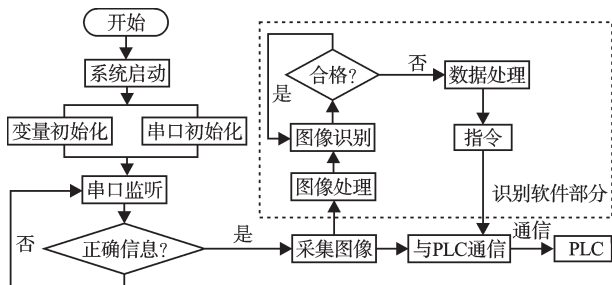


图3 上位机功能流程图

首先系统启动并初始化,软件变量初始化的同时,对串口及相关某地址编号的PLC发送指令,由程序生成指令数据帧,其计算数据转换成ASCII码,以String形式存于数组变量,发送报文(发送与接收数据)时需要进行校验,该系统采用CRC校验方式,基于PLC自由通信的CRC校验算法的实现主要分如下4个步骤进行:①计算CRC校验码值表;②计算多字节数据帧的CRC校验码;③信息码及CRC校验码的数据帧传输;④验证接收到的数据帧是否正确^[10]。PLC接收PC指令后自动发送一个响应帧,上位机检测到输入缓冲区的数据,当串行通信控件接收字符 ≥ 1 时,产生接收命令,触发OnComm事件^[11],软件中的接收程序认为返回信息中的起始字符为开始,终止字符为结束,还原ASCII码为数据,并对其计算处理。

命令帧的格式为:站号、读/写操作类型、发送数据、校验码、结束字符。响应帧的格式为:站号、接收数据、校验码、结束字符。

3.2 移除系统(PLC)功能流程

下位机的功能有两个:一个是实时监测输送带的运行速度,通过获取光电开关的脉冲信号实现;另一个功能是与上位机时刻保持通信,向上位机输送脉冲信号和接收上位机传来的控制指令信息,从而准确控制电磁阀的开启。

下位机的功能流程图如图4所示。

4 气嘴吹气移除机构

移除机构是智能挑选系统的关键,其工作原理是:当已经被图像识别软件定义为不合格需要处理的农产品达到如图2所示的A区域时,PLC根据接收的脉冲数量判断需要处理的农产品到达位置立即发出动作指令给相应的电磁阀,使磁阀得电开启,高压气体吹向农产品,将其移出生产线,进入不合格产品区。

该系统采用SLV-20A型无油空气压缩机和SMC公

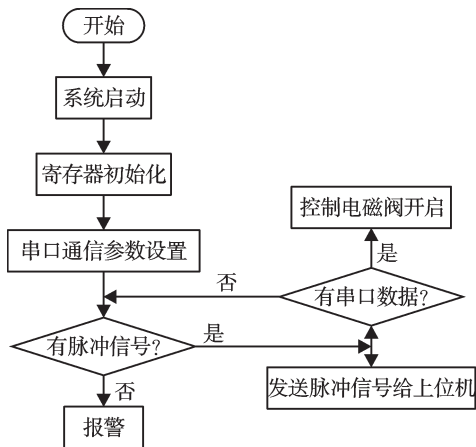


图4 下位机功能流程图

司的洁净等级常闭型电磁阀。考虑到输送带的速度为0.165 m/s和农产品豆类长度(毛豆长度大约40 mm),为保证产品能准确地被移除生产线,需要一定的吹气时间,根据试验得出电磁阀合理的开启时间为200 ms。气嘴从产品上方成30°角向产品吹气,使产品极易被吹离生产线而不会产生吹不动或不能吹离生产线的现象。

智能挑选系统设计完成后的移除机构如图5所示。

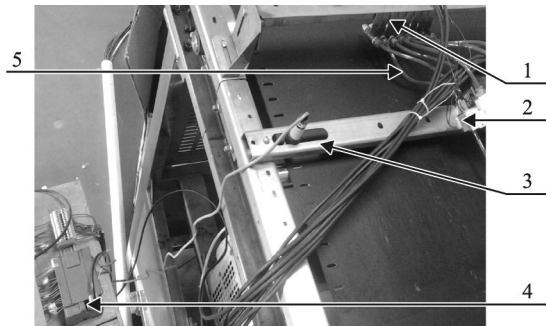


图5 移除系统试验机构

1—气嘴;2—电磁阀;3—光电开关;4—PLC;5—气管

5 实验结果

本研究选用典型豆类农产品—毛豆作为试验对象,试验时挑选500个合格的毛豆和120个不合格的毛豆混合起来,由人工把混合的毛豆放入生产线输送带上,通过取像装置取像并传送给计算机,PC系统软件处理图像,发出控制指令。

笔者使用本研究的控制程序和原理试验装置进行5次试验,其结果如表2所示。实验结果表明,该智能挑选系统准确率达到95.67%。

6 结束语

本研究介绍了应用PC和PLC技术构建的豆类农产品的智能挑选控制系统,详细论述了该系统上位

表2 试验结果分析

项目 序号	不合格 毛豆数/个	移除毛 豆数量/个	准确率 /(%)
1	120	115	95.83
2	120	113	94.17
3	120	116	96.67
4	120	118	98.33
5	120	112	93.33
均值			95.67

机和下位机的结构和功能流程,定义了上位机与下位机的实时通信方式,并进行了实际测试。

实验结果表明:该挑选系统准确率达到95.67%,可为各类农副产品挑选系统的设计作参考。

参考文献(References):

- [1] 姚水琼. 欧美国家食品安全检验检测与监管的特点与启示[J]. 食品与机械, 2011, 27(1): 67-70.
- [2] 应义斌, 饶秀勤, 黄永林, 等. 水果高速实时分级控制系统[J]. 农业机械学报, 2004, 35(5): 99-103.

- [3] 王映龙, 徐辉辉, 刘道金, 等. 球形水果实时分级PLC控制系统[J]. 农业机械学报, 2007, 38(12): 229-231.
- [4] 李庆中, 汪懋华. 基于计算机视觉的水果实时分级技术发展展望[J]. 农业机械学报, 1999, 30(6): 1-7.
- [5] 孙康岭, 杨兆伟, 张 晔. 基于PLC的自动门控制系统设计[J]. 机电工程, 2010, 27(11): 123-126.
- [6] 宋蕊辰, 庞之详, 李雁飞. 基于PLC和组态王的空压机监控系统设计[J]. 机电工程技术, 2012, 41(7): 13-15.
- [7] 李子彬, 赵志诚, 张井岗. 基于VC++ 6.0的PC机与PLC串口通信的实现及其应用[J]. 太原科技大学学报, 2008, 29(7): 193-195.
- [8] 彭庆海, 胡小强. Modbus协议及其在MCU与PLC通信中的应用[J]. 机电工程, 2010, 27(4): 52-55.
- [9] 高安邦, 田 敏, 俞 宁, 等. 西门子S7-200 PLC工程应用设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 2011.
- [10] 胡金华. 基于PLC自由通信的CRC校验算法实现[J]. 机电工程, 2007, 24(10): 20-21.
- [11] [美] LIPPMAN S B, MOO B, LAJOIE J. C++ Primer中文版[M]. 李师贤, 蒋爱军, 梅晓勇, 等, 译. 北京: 人民邮电出版社, 2005.

[编辑: 罗向阳]

(上接第338页)

滞环控制下的磁链轨迹并不规则,磁链幅值波动大,并且电流斩波控制下的转矩脉动约为 $5\text{ N}\cdot\text{m}$,而直接转矩控制下的转矩脉动不超过 $1\text{ N}\cdot\text{m}$,这说明直接转矩控制将四相开关磁阻电机的磁链幅值与转矩值有效地限制在了各自的滞环宽度内,从而达到了抑制转矩脉动和降低噪声的目的。

4 结束语

本研究在分析四相8/6极开关磁阻电动机数学模型的基础上,根据直接转矩控制的原理,提出了四相8/6极开关磁阻电动机电压矢量的选取原则、磁链矢量的计算方式和开关表的建立过程,提出了一种新的扇区判断方法,这种扇区判断方法适用于任意相开关磁阻电动机,为将直接转矩控制推广到任意相开关磁阻电动机奠定了基础。

在此基础上,本研究在Matlab/Simulink环境建立了四相8/6极开关磁阻电动机直接转矩控制的仿真模型,并在速度PID控制下进行了仿真研究。仿真结果表明,系统仿真波形符合理论分析,系统运行稳定且具备优良的转速跟踪与转矩响应能力,并在与传统控制方式的比较下证明了该方法对磁链的限制能力更好,对转矩脉动的抑制效果也更为突出。

参考文献(References):

- [1] 孙建忠, 白凤仙. 特种电机及其控制[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2005: 86-89.
- [2] 牛龙涛. 基于滑模变结构的开关磁阻电机转矩脉动抑制[D]. 天津: 天津大学电气与自动化工程学院, 2009.
- [3] 宋桂英, 孙鹤旭, 郑 易. 开关磁阻电动机微步位置伺服控制[J]. 微特电机, 2006, 34(5): 36-39.
- [4] 徐生林, 郑 敏, 卢航远, 等. 永磁同步电机直接转矩控制的改进与仿真[J]. 机电工程, 2009, 26(2): 38-41.
- [5] 吴红星. 开关磁阻电机系统理论与控制技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2010: 21-23.
- [6] 张国澎. 开关磁阻电机直接转矩控制系统研究[D]. 西安: 西安科技大学电气与控制工程学院, 2009.
- [7] 邓木生, 李华柏, 谭 平. 直接转矩控制在开关磁阻电机中的应用[J]. 电机技术, 2011, 3(6): 1-5.
- [8] CHEOK A D, FUKUDA Y. A new torque and flux control method for switched reluctance motor drives [J]. **IEEE Transactions on Power Electronics**, 2002, 17 (4) : 543-557.
- [9] 何 杰, 王家军. 基于SVPWM的永磁同步电动机系统建模与仿真[J]. 机电工程, 2009, 26(7): 77-82.
- [10] 李周清. 基于Ansoft的永磁同步电机建模与仿真[J]. 机电工程技术, 2012, 41(4): 35-39.
- [11] 王勉华. 四相开关磁阻电机直接转矩控制方法研究[J]. 电气传动, 2011, 41(4): 8-11.

[编辑: 李 辉]