

基于 PLC 和触摸屏的果蔬自动包装机控制系统设计

苏红卫¹, 支强²

(1.江苏商贸职业学院, 南通 226011; 2.旭利无锡电气技术有限公司, 无锡 214000)

摘要: 目的 克服水果、蔬菜手工包装速度慢、包装外观不美观等问题, 提升包装机械的自动化水平, 降低包装机成本。**方法** 首先介绍果蔬包装机的基本结构和工艺流程, 并在此基础上提出一种以可编程控制器(PLC)和触摸屏为核心的果蔬全自动包装机控制系统, 并详细论述基于PLC和触摸屏的硬件结构。在硬件结构基础上, 针对该包装机工艺流程开发与之配套的软件系统。**结果** 该控制系统结构简单、操作简单、可编程性强, 能够完全满足自动包装机的运动控制要求。**结论** 该控制系统具有较高的可靠性和可维护性, 显著提高了果蔬包装效率, 提升了包装机的智能化和自动化水平。

关键词: 包装机; PLC; 触摸屏; 软件

中图分类号: TB486 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2018)05-0163-05

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.05.031

Design of Control System for Automatic Fruit and Vegetable Packaging Machine Based on PLC and Touch Screen

SU Hong-wei¹, ZHI Qiang²

(1.Jiangsu Vocational College of Business, Nantong 226011, China;

2.Shovel Motor Technology Co., Ltd., Wuxi 214000, China)

ABSTRACT: The work aims to overcome the slow manual packaging speed and inaesthetic packaging appearance of fruits and vegetables, so as to improve the automation level of the packaging machinery and reduce the packaging machine cost. Firstly, the basic structure and technological process of the fruit and vegetable packaging machine were introduced. Based on that, an automatic fruit and vegetable packaging machine control system focusing on programmable controller (PLC) and touch screen was put forward, and the hardware structure based on PLC and touch screen was discussed in detail. Meanwhile, based on the hardware structure, the software system supporting the packaging machine with respect to its technological process was developed. The control system was simple, easy-to-operate and programmable, and could fully meet the movement control requirements of the automatic packaging machine. With higher reliability and maintainability, the control system significantly improves the packaging efficiency of fruits and vegetables, and the intelligence and automation level of packaging machine.

KEY WORDS: packaging machine; PLC; touch screen; software

随着国民经济的发展, 国民生活水平显著提高, 人们对食品的需求量日益增多, 且对食品的质量、精美的外观以及安全要求越来越高^[1-3]。蔬菜和水果等食品又是日常生活中需求量非常大的农作物产品, 其质量、包装外观也同样受到消费者重视, 包装美观、保鲜品质好的果蔬备受消费者青睐^[4-6]。我国食品包装机随着自动化技术的快速发展, 也取得了很大进

步, 但我国食品包装机存在种类小, 智能化程度低, 控制系统成本较高, 自主创新能力不足等缺点, 从而大大限制了包装机的广泛推广^[7-10]。目前水果、蔬菜等食品的包装大多采用人工, 人工包装效率低, 很难保证包装产品的统一性和美观性, 因此为了克服传统人工包装缺陷, 开发一套拥有自主知识产权的食品智能包装机具有重要意义。

可编程控制器（PLC）是一款以微处理器为核心的工业自动化控制设备，该控制器相比于其他控制器具有结构简单、可靠性高、使用简单、功能强大等特点，特别适用于环境恶劣的场所，其在工业控制领域中具有不可替代的作用，为现在工业自动化以及智能化的发展做出了重要贡献^[11-15]。由于客户对果蔬自动包装机要求各不相同，其控制系统硬件和软件都需要根据客户要求随时进行修改，且果蔬自动包装机运行环境通常比较恶劣、干扰较多，而PLC编程器恰恰可以满足上述开发要求，且开发成本较低。文中基于果蔬包装机设计一款基于PLC和触摸屏的控制系统，利用PLC实现包装机多轴同步控制并完成自动包装，利用触摸屏实现包装机的实时监控，从而实现果蔬包装机的自动控制和有效监控。

1 果蔬自动包装机

1.1 包装机结构

果蔬自动包装机的执行机构主要由物料传送机构、送膜机构、抚平装置、制袋成型器、纵封器、横切器以及输出装置等组成，其机械结构见图1。

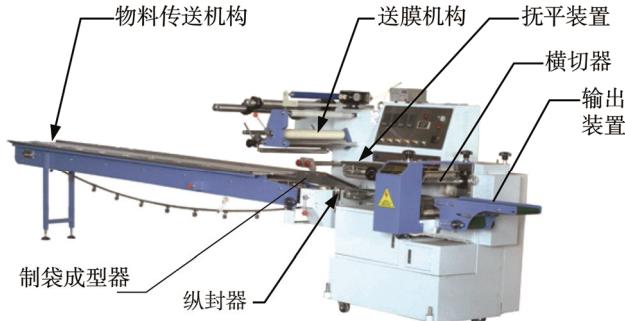


图1 果蔬自动包装机结构

Fig.1 Structure of automatic packing machine for fruits and vegetables

1) 物料传送机构。物料传送机构主要由链轮、张紧轮、传送链条、拨叉等部分组成。拨叉通过链条带动，各个拨叉之间距离一定，保证物料在传送包装过程中不会出现果蔬堆积、横封切割物料的现象，从而保证包装不间断的进行。在物料传输过程中，两侧导轨对物料进行定向，物料被拨叉进行推动，进入已成型的包装薄膜袋中，而拨叉随着链条进行回转运动。

2) 送膜机构。送膜机构主要由卷膜辊轴、导向辊轴以及牵引输送装置构成。薄膜卷盘安装到卷膜滚轴上，经过导向辊进行导向，张紧轮对薄膜进行张紧再由牵引送膜轴进行牵引，从而完成薄膜向前输送。根据包装工艺在导向滚轴附近安装色标传感器，传感器采集到信号传送到控制器中控制系统对包装薄膜进行自适应调整，从而保证封合切断位置的精确性。

3) 制袋成型器。制袋成型器是果蔬自动包装机

较为核心的部件，主要作用是将输送来的平面薄膜材料转换成相应的包装袋，并留有进口，从而便于果蔬进行包装，该部件决定了包装成品的形状以及包装袋尺寸大小。

4) 纵封器。纵封器是在包装机经由成型器完成制袋成型后，对已成型的薄膜纵向封边进行封合的装置，果蔬包装机纵封机构采用辊式纵封，主要由纵封辊、加热装置以及驱动机构组成。该装置不仅能够对包装薄膜进行纵向加热封合，而且还具有拉动薄膜的作用。

5) 横切器。横封横切器是将经过纵封器纵向加热封合成型的袋体，按照设定的包装袋体长度参数进行横向封合和切断。为了简化包装机机械结构，该包装机将横封和切断结合在一起。

1.2 果蔬自动包装流程

薄膜经过成型器自动制成筒状袋体，果蔬等物料被输送机构的拨叉推动，将果蔬推入已成型的筒状塑料薄膜内，拉膜牵引滚轴、毛刷将包装物料压紧并不断向前推送，果蔬被传送到纵封机构完成纵向热封封合，然后由横封横切器完成横向封合和切割，从而实现果蔬的枕型袋包装，最后由成品输出装置输出。

包装机的送膜轴和送料轴需要完成同步运动，由色标传感器、接近开关分别对送膜和送料位置进行检测，并将采集信号传送到控制器中，控制器根据多轴同步控制算法从而完成两轴的同步运动。包装机工艺流程见图2。

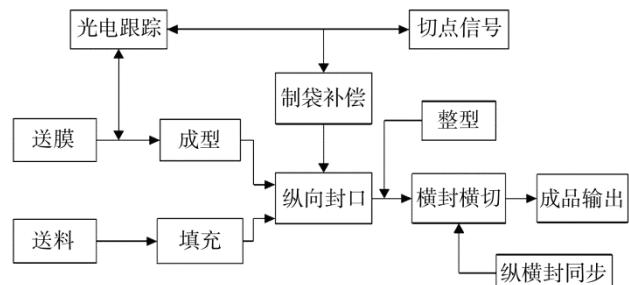


图2 包装工艺流程

Fig.2 Packaging process

2 控制系统硬件设计

根据果蔬自动包装工艺流程，文中采用PLC+触摸屏的控制模式，控制系统硬件结构见图3。PLC作为触摸屏和伺服系统之间的桥梁，完成控制信息处理和伺服电机的同步控制。果蔬自动包装机控制系统硬件主要包括PLC、触摸屏、伺服驱动器、温度控制器等。

2.1 PLC

PLC是一种专门在工业环境下应用而设计的数



图3 控制系统硬件结构

Fig.3 Hardware structure of control system

字运算操作的电子装置。它采用可以编制程序的存储器，用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序运算、计时、计数和算术运算等操作的指令，并能通过数字或模拟式输入/输出控制各种类型的机械或生产过程。根据果蔬自动包装机工艺流程和控制要求，选择欧姆龙CP1H-XA PLC，该款PLC经济性价比高，拥有20K的程序存储器，能够容纳大量程序，从而为包装机自动智能控制软件实现提供有利保证。拥有4路模拟量输入以及2路模拟量输出通道，20路数字量输入和14路数字量输出。标配4轴脉冲输出功能，能够为包装机提供高精度多轴同步定位控制，拥有相位差

4轴的高速计数器功能，由一台PLC便可实现多轴控制，可根据通信功能要求选择RS-232或者RS-485通信，可根据客户要求通过Ethernet通信与上位计算机实现通信。

2.2 触摸屏

触摸屏简称HMI，主要用来对包装机运行状态进行显示和监控。由于该包装机工作环境较为恶劣，为了保证果蔬包装机能够稳定可靠运行，并秉持降低生产成本原则，果蔬自动包装机上位机选择威纶TK6050ip系列触摸屏，通过触摸屏设定包装袋体长度、包装速度、横封和纵封温度等参数。并实现包装机各轴手动运转、色标初始跟踪以及三轴联动调试等功能。TK6050ip触摸屏拥RS232和RS485多个通信端口，能够快速地与下位机PLC实现数据交换通信，并拥有400MHz的32位RISC处理速度，供电电压为常用的直流电压24V。经过后期实际使用，该款触摸屏能够在较为恶劣的环境下稳定可靠运行，为包装机正常运行提供了有效监控。

3 控制系统软件设计

硬件是控制系统的载体，果蔬自动包装机功能的实现还需要强大的软件系统支持。软件系统设计的优劣，很大程度上决定了包装机的智能性与可靠性，决定了包装机的整体性能，因此软件部分的设计对于包装机的智能化和自动化也至关重要。包装机控制系统软件设计应当遵循软件设计流程，依据欧姆龙PLC的编程环境，系统软件设计流程见图4。

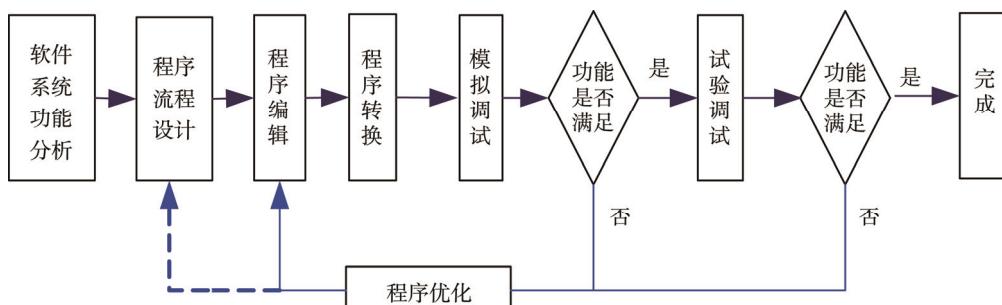


图4 系统软件设计流程
Fig.4 System software design process

果蔬包装机PLC控制系统软件采用CX-Programmer进行编程，该编程软件可以针对包装机不同功能要求进行模块编程，并对软件程序进行调试在线监控，极大方便了程序的灵活开发以及系统维护，果蔬自动包装机软件流程见图5。

果蔬自动包装机人机界面软件设计主要包括初

始画面、主控画面、手动操作画面以及报警画面等，其中部分人机画面见图6。初始画面可以进行中英文2种语言设置，主控画面中的参数设置画面可以对包装袋体长度、包装速度、横封温度以及纵封温度进行初始赋值，报警画面能够对包装机运行中出现的多种故障状态进行显示。

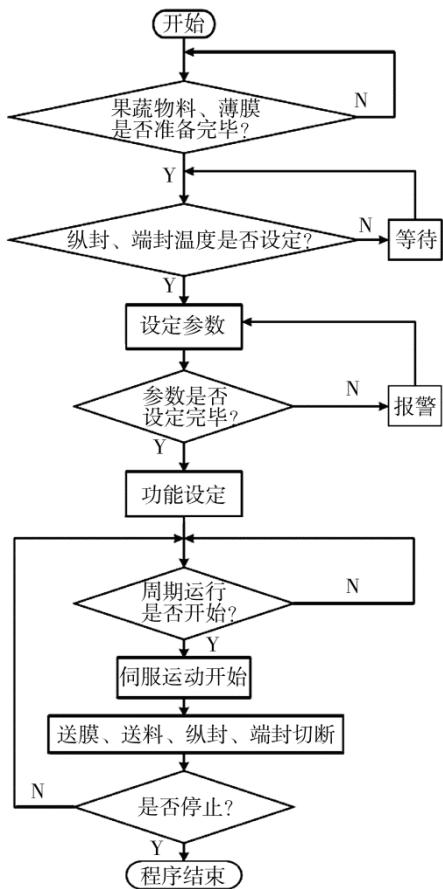


图5 软件流程
Fig.5 Software flow chart

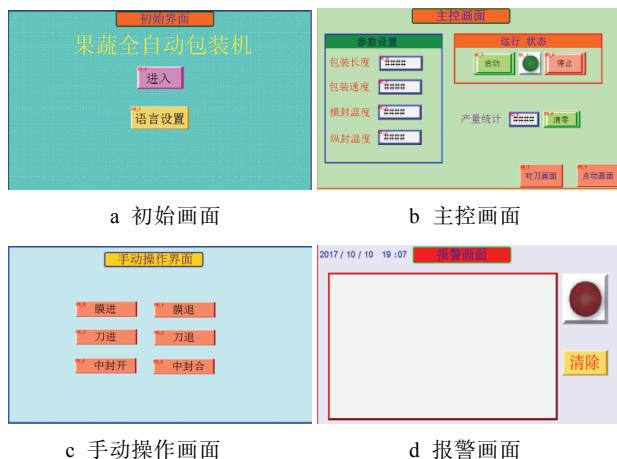


图6 人机界面
Fig.6 Man-machine interface

4 结语

为了实现果蔬包装的自动化和智能化,提出了一种基于PLC和触摸屏的包装机控制系统,以欧姆龙CP1H系列PLC为控制核心,以威纶TK6050ip为上位机,完成了整套控制系统的硬件设计。在硬件基础上,对PLC软件进行了设计,给出了果蔬自动包装机控制主程序流程,并根据包装机功能要求完成了人

机界面的功能设计。该控制系统实现了果蔬自动包装机的自动化和智能化,在实际应用过程中稳定、可靠,能够提高包装质量、精度和效率,降低次品率。该系统对不同数量的水果和蔬菜包装时,封合包装效果还不够理想,这一点需要通过一定算法进行补偿控制,此处需要进一步进行研究讨论。

参考文献:

- [1] 刘祎,李虹,李瑞琴,等.现代包装机械设计质量综合评价体系研究[J].包装工程,2015,36(21): 75—79.
LIU Yi, LI Hong, LI Rui-qin, et al. Comprehensive Evaluation System for the Design Quality of Modern Packaging Machinery[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(21): 75—79.
- [2] 杜巧连,陈旭辉,舒柏和.自动化包装机械控制系统的
设计方法研究[J].机械管理开发,2015,30(6): 27—32.
DU Qiao-lian, CHEN Xu-hui, SHU Bai-he. Study on the Design Method of Packaging Machinery Automation Control System[J]. Mechanical Management and Development, 2015, 30(6): 27—32.
- [3] 彭泽光,陈忠,许美强,等.制袋机连续送料嵌入式控
制系统开发[J].机电工程技术,2014,43(3): 45—46.
PENG Ze-guang, CHEN Zhong, XU Mei-qiang, et al. Development of Embedded Control System for Continuous Film Feeding of Bag-Making Machine[J]. Mechanical & Electrical Engineering Technology, 2014, 43(3): 45—46.
- [4] 许德群,肖衡.我国包装与食品机械发展现状及趋
势[J].包装与食品机械,2011,29(5): 47—50.
XU De-qun, XIAO Heng. Development Status and Trend of Packaging and Food Machinery in China[J]. Packaging and Food Machinery, 2011, 29(5): 47—50.
- [5] 彭泽光,陈忠,许美强,等.制袋机薄膜速度传感方
法与定长控制[J].测控技术,2014,33(8): 61—63.
PENG Ze-guang, CHEN Zhong, XU Mei-qiang, et al. Film Speed Sensing and Dead Length Control for Bag-making Machine[J]. Measurement & Control Technology, 2014, 33(8): 61—63.
- [6] 唐宗美,杨光友,马志艳,等.包装设备控制系统综
述[J].包装工程,2013,34(5): 107—110.
TANG Zhong-mei, YANG Guang-you, MA Zhi-yan, et al. Summarization of Pachaging Equipment Control System[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(5): 107—110.
- [7] 殷红,董海棠,汪静,等.纸纱复合制袋机控制系
统设计[J].自动化仪表,2012,33(3): 24—27.
YIN Hong, DONG Hai-tang, WANG Zheng, et al. Design of the Control System for Compound Paper-yarn

- Bag-making Machine[J]. Process Automation Instrumentation, 2012, 33(3): 24—27.
- [8] 卫光, 郭坤. 三伺服枕式包装机电子凸轮控制系统的研究与应用[J]. 包装与食品机械, 2012, 30(6): 57—59.
WEI Guang, GUO Kun. The Research and Implementation of Electronic Cam of Three-servo Pillow Packaging Machine[J]. Packaging and Food Machinery, 2012, 30(6): 57—59.
- [9] LIU R, SUN J Z, LUO Y Q, et al. Research on Multi-motor Synchronization Control Based on the Ring Coupling Strategy for Cutter-head Driving System of Shield Machines[J]. Applied Mechanics and Materials, 2011, 52/53/54: 65—72.
- [10] CHEN C S, CHEN L Y. Cross-coupling Position Command Shaping Control in a Multi-axis Motion System [J]. Mechatronics, 2011, 21(3): 625—632.
- [11] 王安敏, 鹿虎. 基于C8051单片机的电子凸轮的实现[J]. 机械传动, 2010, 34(10): 84—87.
WANG An-min, LU Hu. The Implementation of Electronic Cam Based on C8051 MCU[J]. Journal of Mechanical Transmission, 2010, 34(10): 84—87.
- [12] 卫军朝, 张国渊. 一种基于DSP+FPGA的电子凸轮控制方法[J]. 机电工程, 2013, 30(6): 721—724.
WEI Jun-chao, ZHANG Guo-yuan. Control Method of Electronic Cam Based on DSP and FPGA[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2013, 30(6): 721—724.
- [13] 韩东霖, 薛伟. 基于STM32的高速制袋机控制系统设计[J]. 信息技术, 2016(2): 43—46.
HAN Dong-lin, XUE Wei. Design of making machine control system based on the STM32[J]. Information Technology, 2016(2): 43—46.
- [14] 蔡旭明. 基于全自动包装机PLC的优化设计[J]. 机电工程技术, 2012, 41(7): 31—34.
CAI Xu-ming. Optimization Design of the Full Automatic Packaging Machine Based on PLC[J]. Mechanical & Electrical Engineering Technology, 2012, 41(7): 31—34.
- [15] 柏淑红. 采用伺服电机的电子凸轮控制系统设计[J]. 机电工程, 2012, 29(6): 689—692.
BAI Shu-hong. Design of Electronic Cam Control System Based on Sservo-motor[J]. Journal of Mechanical and Electrical Engineering, 2012, 29(6): 689—692.