

基于 PLC 的三伺服枕式包装机控制系统设计

李敏¹, 孙琪¹, 赵敏²

(1. 河南经贸职业学院, 郑州 450018; 2. 华东理工大学, 上海 200237)

摘要: **目的** 为了提高枕式包装机的自动化程度, 提升其控制系统的通用性和可移植性。**方法** 系统采用欧姆龙 PLC CPU-CJ2M 和运动控制模块 CJ1W-NC414 作为控制系统核心, 配合伺服系统以及光电传感器等先进技术, 实现包装机三轴的同步控制。温控部分采用 CJ1W-TC001 温度控制单元实现包装机横封和纵封的温度精确控制, 并通过威纶 TK6050IP 触摸屏对整个控制系统进行实时监控、参数设置以及在线显示。**结果** 该控制系统成功实现了枕式包装机的全自动控制, 以及运行状态监控、包装参数设置。**结论** 该系统成功应用于三伺服枕式包装机中, 提高了包装机的包装精度、速度以及自动化程度。

关键词: 自动包装机; PLC; 三轴同步控制; 触摸屏

中图分类号: TB486.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)07-0183-05

Design of Control System of Three Servo Pillow Type Packaging Machine Based on PLC

LI Min¹, SUN Qi¹, ZHAO Min²

(1. Henan Institute of Economics and Trade, Zhengzhou 450018, China; 2. East China University of Science and Technology, Shanghai 200237, China)

ABSTRACT: The work aims to improve the automation of the pillow type packaging machine and enhance the universality and portability of its control system. With Omron PLC CPU-CJ2M and motion control module CJ1W-NC414 as core of the control system, and in combination with such advanced techniques as servo system and photoelectric sensor, the synchronous control over the three axes of the packaging machine was achieved. As for the temperature control, CJ1W-TC001 temperature control unit was adopted to achieve the precise temperature control over the horizontal and vertical sealing of the packaging machine. Meanwhile, Weinview TK6050IP touch screen was used to monitor in real time, set the parameters of and online display the entire control system. The system successfully achieved the automatic control over the pillow type packaging machine as well as the monitoring of operating state and the setting of packaging parameters. The system has been successfully applied in the three servo pillow type packaging machine, with which the packaging precision, speed and automation of the packaging machine have been improved.

KEY WORDS: automatic packaging machine; PLC; three axis synchronous control; touch screen

枕式包装机因其拥有智能自动化、生产效率高、优点^[1-5], 在食品、医药、农业、电子等领域中被广泛使用, 对一些行业的发展起到了促进作用, 因此枕式包装机的发展被越来越被广泛关注。随着机电一体化技术的不断进步, 对包装机的生产效率、稳定性以及可靠性提出了更高的要求, 因此如何实现包装机的智能化、自动化以及功能多样化已成为国内外包装机研究重点^[6-10]。三伺服枕式包装机又称为卧式自动包

装机, 能够依次自动地完成物料填充、封口、切断等一系列的动作^[11-13]。枕式包装机控制系统主要经历了单变频器、单变频与单伺服、双伺服以及三伺服 4 个发展阶段^[14-16]。

文中是以第 3 阶段设计出的包装机本体为基础, 在设计控制系统时秉持使该包装机智能、自动化程度高的设计理念, 提出了一种基于 PLC 的三伺服枕式包装机控制系统。以 CJ1W-NC414 运动控制模块作为

收稿日期: 2016-05-29

基金项目: 河南省教育厅高校重点科研项目 (15A520067)

作者简介: 李敏 (1978—), 女, 硕士, 河南经贸职业学院讲师, 主要研究方向为软件工程、自动化控制。

控制器的核心,配合伺服系统以及色标传感器等先进的技术,实现了包装三轴同步控制。采用 CJ1W-TC001 温度控制单元实现包装机横封和纵封的温度精确控制。通过维纶 TK6050ip 触摸屏对整个控制系统进行实时监控、参数设置以及在线显示。该系统成功应用于在三伺服枕式包装机中,提高了包装机的包装精度、速度以及自动化程度。

1 枕式包装机的机械结构与工艺流程

三伺服枕式包装机的机械结构主要由送料机构、送膜机构、抚平机构、横封机构、成型器等机构组成,其机械结构见图 1。



图 1 枕式包装机机械结构

Fig.1 Mechanical structure of pillow type packaging machine

枕式包装机的各执行机构主要通过伺服电机进行驱动,主要包括送料轴、横封轴以及送膜轴。而送膜机构、抚平机构等机构主要通过齿轮链条进行驱动,确保与送膜轴的速度统一。各轴之间的协调运动可以通过可编程控制器进行控制实现。

枕式包装机工艺流程:包装薄膜经主动辊、压紧辊和导向辊,由制袋成型器卷成筒状,送料机构的拨叉将被包装物推入已成型的筒状包装膜内,同时纵封机构对纵封进行封合,经抚平装置整理后,由横封机构完成横封与切断工序,实现块状物料的枕型袋包装,最后由成品输出装置输出成品,包装工艺流程见图 2。

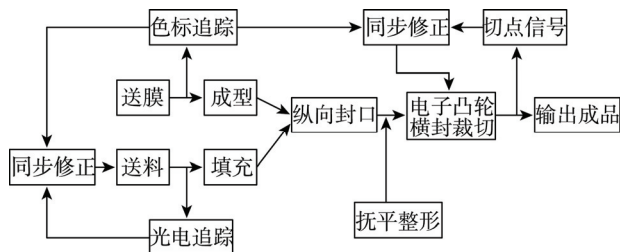


图 2 包装工艺流程

Fig.2 Packaging process

2 控制系统硬件设计

根据包装工艺流程,文中采用了“HMI+PLC”的

控制模式,控制系统整体框图见图 3。PLC 可编程控制器作为触摸屏与伺服系统之间的桥梁,将触摸屏与伺服系统紧密连接起来。触摸屏、PLC、I/O 输入输出模块、温度控制模块和伺服驱动系统等组合在一起便构成了三伺服枕式包装机一个完整的三轴同步的运动控制系统。

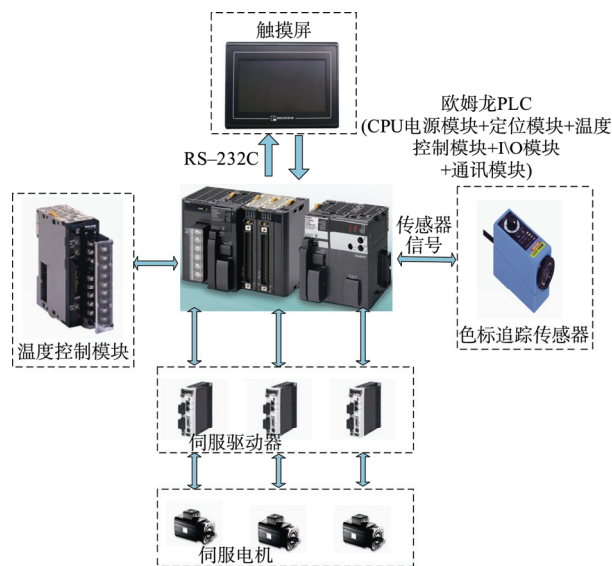


图 3 系统硬件

Fig.3 System hardware block diagram

2.1 触摸屏

触摸屏 (HMI) 是控制包装机的直接媒介。由于该包装机的工作环境复杂多变,为了保证设备能够在复杂的工作环境中稳定可靠运行,同时考虑到其实用性和成本等特点,该控制系统中上位机选用威纶 TK6050ip 系列触摸屏。通过该触摸屏可实现包装长度、包装速度、横封温度以及纵封温度等参数的输入,各轴点动控制、三轴联动控制、色标自动追踪控制等功能。TK6050ip 系列触摸屏具有多个串口 (RS-232/RS-485) 可同时与下位机实现通讯,拥有 400 MHz 的 32 位 RISC 处理速度、输入电源为直流电源 24 V,能够实现 1 min 的直流电源 500 V 超高耐压。

2.2 PLC

针对控制系统主要实现功能,选择模块式的 PLC,主要组成单元有 CPU 模块、电源模块、运动控制模块、温度控制模块以及基本 I/O 模块。对控制系统进行扩展时,只需要在原系统上增加相应的功能模块,就可以完成功能的添加,设计成本低、效率高。为了提高该包装机控制系统处理速度,经过对欧姆龙 PLC 各系列 CPU 模块的比较,选用的 CPU 模块为 CJ2M-CPU13。考虑到今后功能模块的扩展,选择输出容量较大的电源模块,型号为 CJ1W-PA205R。该模块电源电压为交流电 100 ~ 240 V,直流电 5 V 输出

容量 5 A，直流电 24 V 输出容量 0.8 A，总消耗功率为 25 W。

为了实现三轴同步控制以及电子凸轮功能的实现，选择高速型运动控制模块单元 CJ1W-NC414，该模块是脉冲串集电极输出型，最多完成四轴的运动同步控制。PLC 中的运动控制模块将脉冲串发送到伺服系统中，伺服驱动器根据接收到脉冲串的数量以及频率实现伺服电机转速以及转角的精确控制。同时 PLC 通过采集到的色标传感器信号判断封切点的位置是否正常，如果出现误差则对脉冲发送频率进行控制从而对电机转速进行修正，使切刀切到准确的位置，从而实现精确的位置控制。三轴同步运动控制的位置控制原理见图 4。

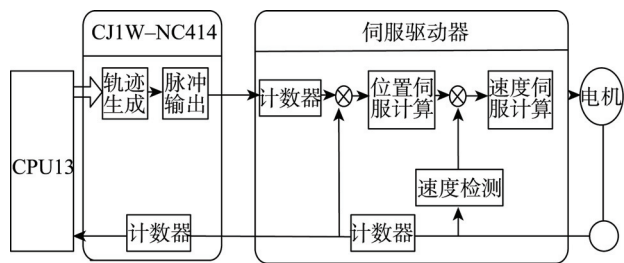


图 4 三轴同步的位置控制原理
Fig.4 Position control principle of three-axis synchronization

温度控制模块采用 CJ1W-TC001 温度控制模块完成温度模拟量的采样，并将其转化为数字量传递给 PLC 进行处理，从而实现温度的精确控制。该模块的输出回路见图 5，COM 为 Common，电路的公共端。

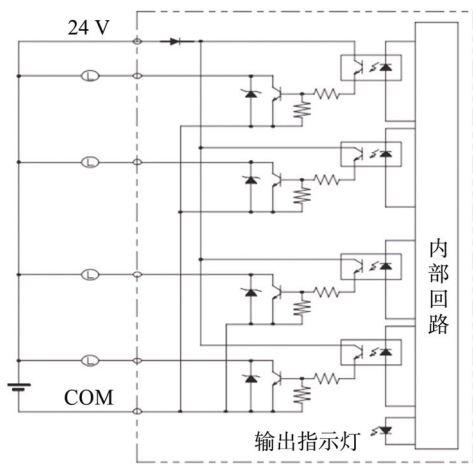


图 5 CJ1W-TC001 输出回路
Fig.5 Output circuit of CJ1W-TC001

3 控制系统软件设计

上位机触摸屏程序能够实现操作人员与 PLC 之间的交流，实现不同人机界面之间的切换，以及不同的操作、不同的按键控制 PLC 中不同的程序运行。

触摸屏能够对包装机的运行信息、报警信息以及控制信号以文字或者图像的形式，直观形象的展示给用户。触摸屏程序结构设计好坏不仅仅影响人机界面美观性，对整个系统的稳定可靠运行同样具有重要影响。

TK6050ip 系列触摸屏通过 EasyBuilder8000 编程软件进行离线模拟和在线模拟，极大地方便了程序的调试。该触摸屏软件程序中主要包括主界面、对刀界面、点动界面、参数设置界面等 4 个人机界面，在不同的界面中又有许多辅助功能按键。人机界面整体结构见图 6。

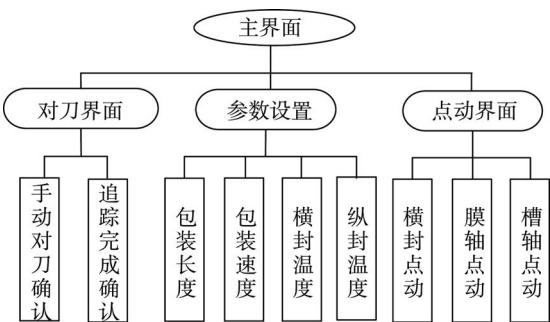


图 6 人机界面结构
Fig.6 HMI chart

根据人机界面结构要求，采用 EasyBuilder8000 编程软件进行了人机界面设计。主控界面显示包装机运行过程中 PLC 程序中的变量数据。主要数据包括：包装长度、包装速度以及横、纵封温度等。在主控界面中还可以进行对刀界面以及点动界面的切换。主控画面见图 7。

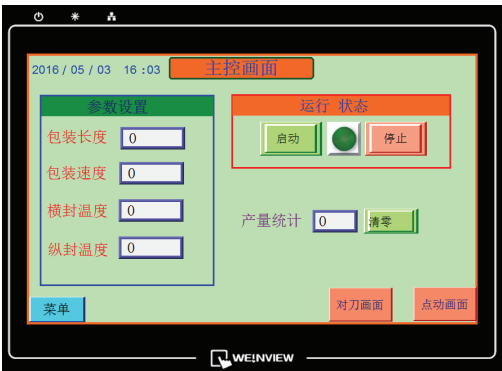


图 7 主控画面
Fig.7 Master screen

根据包装机控制特点，在进行包装过程中每包装完一个产品后通过传感器进行采集并计数，且在包装过程中，可以自动调节脉冲串数量和频率从而控制电机转角与转速，完成色标的自动定位。整个控制系统流程见图 8。

根据包装机控制特点，在对色标进行确认时，进行点动操作，使设备以较低速度运行到横封口即将闭合处。当横封刀处的传感器检测到信号时，程序进行

中断程序 1 中,当未检测到传感器信号且色标也未检测到时,则设备自动停止运行。

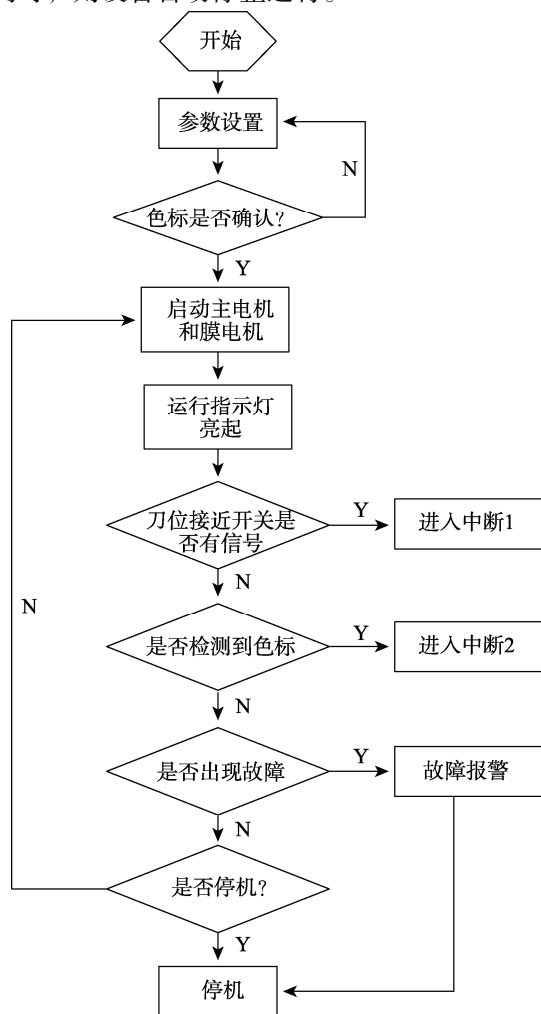


图 8 控制系统流程

Fig.8 Control system flow chart

4 结语

针对三伺服枕式包装机工业流程,提出了一款基于 PLC 的三伺服枕式包装机控制系统。系统采用欧姆龙 PLC CPU-CJ2M 和运动控制模块 CJ1W-NC414 作为控制系统核心,实现包装机三轴的同步控制。温控部分采用 CJ1W-TC001 温度控制单元实现包装机横封和纵封的温度精确控制。上位机采用维纶 TK6050ip 触摸屏对整个控制系统进行实时监控、参数设置以及在线显示。该控制系统简单可靠、成本低,成功应用于在三伺服枕式包装机中,提高了包装机的包装精度、速度以及自动化程度。

参考文献:

[1] 董超,王孟效,李虎. 西门子 S7-300 PLC 在包装机同步控制系统中的应用[J]. 包装工程, 2007, 28(2): 41—43.

DONG Chao, WANG Meng-xiao, LI Hu. Application of S7-300 PLC to Packaging Machine Synchronized Control System[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(2): 41—43

[2] 韩占华,郭飞. 自动化在包装机械中的应用与展望[J]. 包装与食品机械, 2011, 29(3): 49—52.

HAN Zhan-hua, GUO Fei. Application and Prospects of the Automation in the Packaging Machinery[J]. Packaging and Food Machinery, 2011, 29(3): 49—52.

[3] 于镭,常军,黄存柱. 基于 DSP 的自动包装机控制系统的软件设计[J]. 微型机与应用, 2010, 28(1): 3—5.

YU Lei, CHANG Jun, HUANG Cun-zhu. Software Design of Automatic Packer Control System Based on DSP[J]. Microcomputer & Its Applications, 2010, 28(1): 3—5.

[4] 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.

[5] 刘淑英. 基于 PLC 的集合包装机控制系统设计[J]. 包装工程, 2009, 30(5): 47—49.

LIU Shu-ying. Design of Control System of Collective Packaging Machine Based on PLC[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(5): 47—49.

[6] 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.

[7] 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 Zong-mei, YANG Guang-you, MA Zhi-yan, et al. Summarization of Packaging Equipment Control System[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(5): 107—110.

[8] 苗辉,戴庆辉,孙敬敬. 双秤定量包装机控制系统分析[J]. 包装与食品机械, 2012, 30(1): 34—36.

MIAO Hui, DAI Qing-hui, SUN Jing-jing. The Analysis of Two-scale Packing Machine Control System[J]. Packaging and Food Machine, 2012, 30(1): 34—36.

[9] 卫光,郭坤. 三伺服枕式包装机电子凸轮控制系统的应用[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.

[10] LIU Ran, SUN Jian-zhong, LUO Ya-qin, et al. Research on Multi-motor Synchronization Control Based on Tiring Coupling Strategy for Cutter-Head Driving System of Shield Machines[J]. Applied Mechanics and Materials, 2011, 52/53/54: 65—72.

[11] 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.
- [12] 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.
- [13] 卫军朝, 张国渊, 陈垚, 等. 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 Cuo-yuan, CHEN Yao, et al. Control Method of Electronic Cam Based on DSP and FPGA[J]. *Journal of Mechanical & Electrical Engineering*, 2013, 30(6): 721—724.
- [14] 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.
- [15] 赵国军, 李忠虎, 张祥. 粉状稀土原料定量称重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.
- [16] 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.