

# 基于 PLC 的液体袋装包装机控制系统的设计

周亮<sup>1</sup>, 李珍<sup>2</sup>

(1. 湖北轻工职业技术学院, 武汉 430070; 2. 河南平原光电有限公司, 焦作 454001)

**摘要:**介绍了一套以 PLC 为核心, 以变频电机为执行元件, 以触摸屏为人机界面的液体袋装包装机控制系统的设计方案。该系统通过 RS-485 通信实现驱动单元的远程控制, 提高了系统的集成度与可靠性; 确保了包装定位以及灌装物料的精确, 实现了袋长和袋速的实时检测, 现场使用中稳定可靠。

**关键词:**袋包装机; Modbus; 变频器; 人机界面

**中图分类号:** TB486<sup>+</sup>.3; TP273 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2013)01-0088-04

## Design of the Control System of Liquid Bag Packaging Machine Based on PLC

ZHOU Liang<sup>1</sup>, LI Zhen<sup>2</sup>

(1. Hubei Light Industry Technology Institute, Wuhan 430070, China; 2. Henan Pingyuan Optics Electronics Co., Ltd., Jiaozuo 454001, China)

**Abstract:** A set of liquid bag packaging control system design scheme was introduced, in which PLC was applied as the control core, frequency conversion motor for the implementation of components, and programmable operation display as HMI. RS-485 communication was used to achieve remote control to drive unit, which improved the system integration and reliability. The system guarantees the bag transporting location and liquid filling accurately. It realizes real time detection of length and speed. It can be stably and reliably used in field.

**Key words:** bag packaging machine; modbus; variable-frequency drive; HMI

液体的袋装包装机作为典型的机电一体化产品, 已经在食品、化工、医药、农产品等包装行业得到广泛应用。随着现代社会对包装速度和包装质量越来越高的要求, 生产厂家也要求该型设备朝着操控简化、包装薄膜定位高精度、物料灌装高精度方向发展。为此, 研发了一套新型的多模块式的液体袋装包装机, 利用变频器驱动电机以及进料泵, 通过 PLC 的 RS-485 总线通讯精确控制各电机运行, 从而控制走膜的速度、定位的精度和计量的精度。系统采用西门子 S7-200 系列 PLC 和触摸屏, PLC<sup>[1]</sup> 作为控制的核心具备了功能强、智能化<sup>[2]</sup> 等特点, 触摸屏用来监控生产的状态、输入参数, 操作简单方便, 使得整台设备的自动化控制功能得到大大的加强<sup>[3]</sup>。

### 1 液体袋装包装机结构及工作原理

液体袋装包装机的结构见图 1, 设备由进料管道

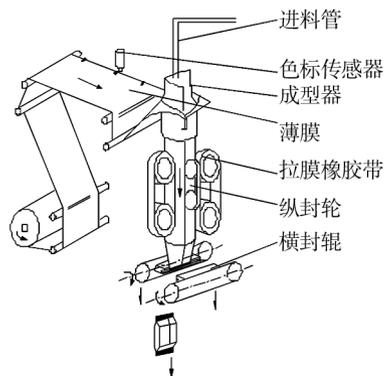


图 1 液体袋装包装机的结构

Fig. 1 Structure of the liquid bag packaging machine

收稿日期: 2012-11-11

作者简介: 周亮 (1976-), 男, 湖北人, 硕士, 湖北轻工职业技术学院讲师, 主要研究方向为现场总线。

输入液体物料。在管路设计方面,进料管道带有旁路回流,用以消除进料阀关闭时对流量造成的冲击。设备同时预留第二条进料管道以及相关设备,通过人机界面可设置扩展系统功能,可让设备同时对两种不同液体分别进行包装,也可用于灌装时充填保护气体。同时也要求这台设备的控制系统在硬件设计时预留足够的元件扩展其功能。

当设备选择自动运行时,拉膜电机启动,通过传动机构带动高弹力的拉膜橡胶带恒速运行<sup>[4]</sup>,其速度为人机界面上设置的生产速度。包装薄膜卷中拉出的薄膜,经各导辊以及纠偏机构,由成型器折成筒状后向下运动。此时,薄膜筒的侧边由加热的纵封轮压紧加热密封。加热的横封辊则根据薄膜光标信号连续旋转,筒状薄膜由横封辊加热密封。之后,进料阀打开,液料充填入袋,随后横封辊旋转至下个光标位置,完成封口。横封辊封口过程的定位信号由一扇形金属板及其传感器标定。当条状包装袋向下运行到切断处,由横封电机驱动的切断装置切断。控制系统根据人机界面设定的温度加热纵封、横封装置。若在人机界面上选择手动模式,横封电机根据设定的袋长连续旋转封袋。人机界面上具备操控机器的启停等按钮以及各种生产状态显示界面,同时具备显示各种报警信息功能。

## 2 系统硬件设计

### 2.1 PLC 选型

根据包装机功能模块化的特点,系统功能会随着包装机功能的改变而有所增减。同时,将横封辊和纵封轮的温度设置、调控集成在触摸屏以及 PLC 中。根据系统的控制需求,确定输入设备(检测开关、定位传感器、编码器等)、输出设备(电磁阀、电机继电器等),确定数字量 I/O 点数以及模拟量。根据图 2 的总体控制方案,选择了西门子公司的 S7-224XP<sup>[5]</sup>。它带有 16 K 的程序存储器,10 K 的数据存储器,数字量 I/O 口为 14 入/10 出,模拟量 I/O 口为 2 入/1 出,扩展模块数量可达到 7 个模块,2 个 RS485 自由口 (Port0 负责 PLC 与电机控制器通信,Port1 负责 PLC 与人机界面通信)。选用 EM232 模拟输出量模块(2 路)和 EM231 热电偶 PID 模块(4 路)。人机界面选用西门子 TP177A 单色触摸屏。变频器采用内置有 Modbus 通讯模块的 ABB 公司的 ACS510。

### 2.2 I/O 分配表

按包装机控制系统设计要求,对液体袋装包装机输入输出点进行分配,见表 1。

表 1 可编程输入点/输出点分配

Tab. 1 PLC I/O List

I/O 地址	说明
I0.0	薄膜光标信号(中断事件 0)
I0.1	横封电机主轴编码器脉冲(HSC3)
I0.2	横封电机主轴编码器 Z
I0.3	拉膜电机主轴编码器脉冲(HSC4)
I0.4	产品流量计脉冲信号(待选备用)
I0.5	启动/停止按钮 常开
I0.6	急停按钮 常闭
I0.7	点动按钮 常开
I1.0	有/无光标模式选择 开关
I1.1	薄膜耗尽检测开关 常开
I1.2	横封主轴上标定扇面(角度与横封辊扇面相同)常开
I1.3	变频器 1#故障 常开 横封电机
I1.4	变频器 2#故障 常开 纵封电机
I1.5	变频器 3#故障 常开 供料电机
AIW0	产品输送流量计(待选备用)
AIW2	备用
AIW4	纵封热电偶 1#
AIW6	纵封热电偶 2#
AIW8	横封热电偶 1#
AIW10	横封热电偶 2#
Q0.0	进料灌装阀/翻板
Q0.1	纵封电机:拉膜/驱动纵向热封
Q0.2	横封电机:同时驱动切刀
Q0.3	进料泵电机
Q0.4	灌装阀 2/充气阀 可备用
Q0.5	系统工作灯
Q0.6	系统报警灯
Q0.7	备用
AQW0	纵封加热模拟量输出
AQW2	横封加热模拟量输出

其中数字输入信号包括薄膜光标信号、启动停止按钮、点动按钮、各电机编码器反馈信号等,选址应充分考虑到 S7-200 的输入地址特点,如中断信号输入点 I0.0 对应中断事件 0<sup>[6]</sup>。在 I/O 分配表中预留一定的输入输出点可供设备增加对应功能,如在产品输送管道上选择增加流量计,则可通过脉冲信号或模拟信号进行恒流量控制。

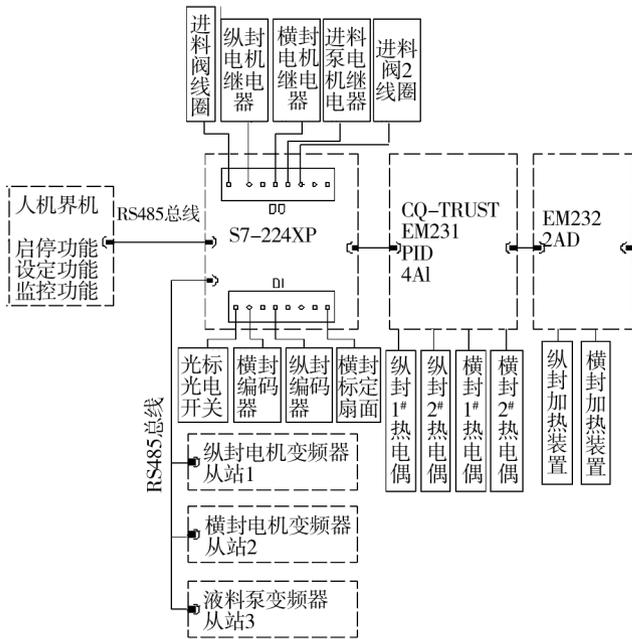


图2 总体控制方案

Fig. 2 Overall control scheme

### 3 系统软件设计

系统软件设计任务中包括了 PLC 主控程序设计和人机界面组态<sup>[7]</sup>。

#### 3.1 系统主控软件

系统软件由一个主程序和若干子程序组成<sup>[8]</sup>，包括系统初始化程序：系统中袋长、速度、封辊温度等若干参数的初值设定；逻辑控制程序：机器的启停、模式选择；液料恒流量控制程序（管路中若安装流量计则使用该程序，否则采用变频器内部调节）：通过流量计反馈精确控制液料输送流量（脉冲或模拟量方式选一）；袋长控制程序：利用光标信号触发中断程序来计算袋长，计算袋长偏差用于程序纠正袋长偏差，保证了定位的精确；阀门控制程序：控制一个或多个阀门在适当时间，开阀填充，属于开环的时长控制；纵封即走膜电机的控制程序：根据袋长设置设定走膜即纵封电机运行速度；故障监控程序：监控薄膜用量、变频器信息、编码器信息，及时显示到触摸屏上；通讯程序：利用 Step7 的 Modbus 协议库文件对 PLC 自由口 Port1 进行编程，以 PLC 为主站，精确控制纵封电机、横封电机、液料输送电机的各变频器分站。主程序流程见图 3。

#### 3.2 温度控制

薄膜的横封辊和纵封轮温度控制使用与 S7-200 兼容的 EM231 热电偶 PID 模块（CO-TRUST 公司）。

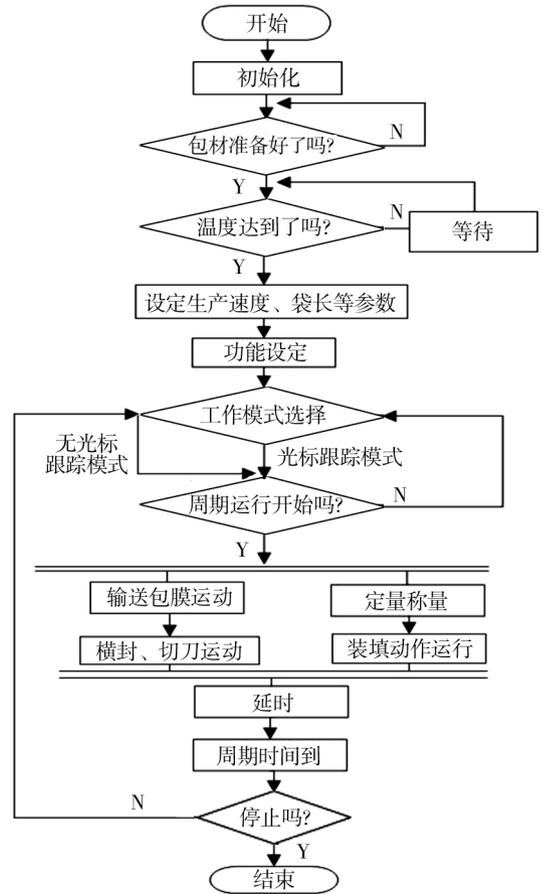


图3 主程序控制流程

Fig. 3 Control flow chart of main program

系统通过模块直接采用多路温度 PID 控制<sup>[9]</sup>封膜装置的加热装置，即通过直接赋值给该模块对应地址完成温度设定，结合热电偶反馈值输出调节值，再将调节值直接赋值给模拟量输出到对应的加热装置。设定温度的工作则可通过触摸屏完成，同时也可将热电偶反馈值送至触摸屏显示。选用的该模块可与西门子 PLC 完全兼容，同时在 CPU 中能够应用模块自带的 PID 专用库，算法集成在模块内部。原理见图 4。

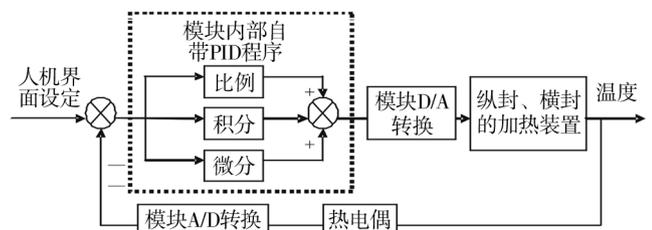


图4 温度控制原理

Fig. 4 Principle of temperature control

控制系统因使用这种多功能模块节省了 CPU 资源，简化了控制系统，同时提高了设备的性价比。

### 3.3 人机界面设计

人机界面(HMI)设备是用户和机器之间的桥梁,可以灵活应用图形和相关文字信息来取代传统设备上大量的触控按钮、指示灯、选择开关等<sup>[10]</sup>。本方案使用 Wincc flexible 编程软件对各界面进行组态。系统的多个控制界面见图 5:主界面 A 负责各个主控界

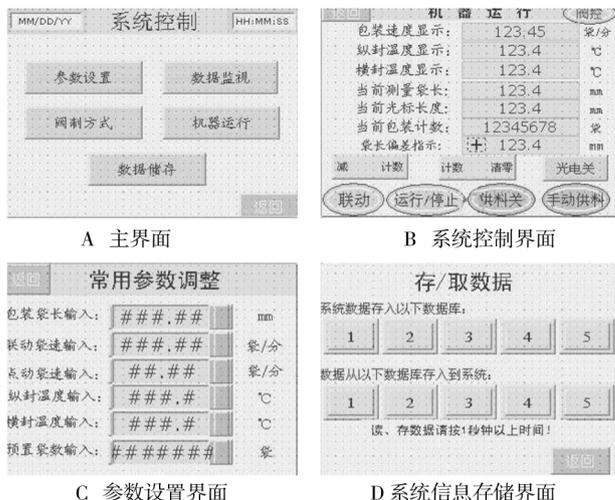


图 5 系统人机界面设计

Fig. 5 Design of human machine interface

面切换;系统控制界面 B:用于袋长、封袋温度、产品计数等参数显示;参数设置界面 C:用于袋长、纵向封袋温度、横向封袋温度、生产速度等参数输入设定;填充阀门控制(图略);数据存储 D:用于存储读取相关袋型信息,以便切换袋型后快速设置;报警界面(图略):显示光标信号丢失、薄膜消耗光、变频器故障等报警信息显示。

### 4 结论

包装机的控制系统采用 PLC 为控制核心,通过 Modbus 通讯协议控制包装膜的定位、灌装原料的输送,确保了其精确度。薄膜密封辊轮的温度控制都采用与 S7-200 兼容的热电偶 PID 模块,节省了 CPU 资源,同时利用了人机界面整合了系统各控制功能,强化了机器性能,预留了大量的升级空间,以便同型机器扩展功能使用,性价比较高。实际运行过程中快速稳定可靠。

#### 参考文献:

[1] 杜柳青,罗辑,余永维,等. PLC 在泡罩药品包装机控制系统改造中的应用[J]. 包装工程,2006,27(1):106-

108.

DU Liu-qing, LUO Ji, YU Yong-wei, et al. Application of PLC in Retrofit of the Control System for Bubble-cap Packaging Machine of Medicine[J]. Packaging Engineering,2006,27(1):106-108.

[2] 王世刚,朱奉春. 卷标包装自动机的研究与开发[J]. 包装工程,2007,28(2):1-3.

WANG Shi-gang, ZHU Feng-chun. Development of Labeling Packaging Automatic[J]. Packaging Engineering,2007,28(2):1-3.

[3] 蒋焕新. GWZ 型食用油灌装机的 PLC 控制[J]. 包装工程,2006,27(6):194-195.

JIANG Huan-xin. PLC Control of Type GWZ Cooking Oil Filling Machine[J]. Packaging Engineering,2006,27(6):194-195.

[4] 戴远敬. 立式袋成型包装机中常用拉膜机构分析[J]. 包装与食品机械,1999,17(1):7-9.

DAI Yuan-jing. Analysis on the Conventional Film-drawing Mechanisms in Vertical Bag-forming Packaging Machine[J]. Packaging and Food Machinery,1999,17(1):7-9.

[5] 廖常初. S7-200 PLC 编程及应用[M]. 北京:机械工业出版社,2007.

LIAO Chang-chu. S7-200 PLC Programming and Application[M]. Beijing:Machine Press,2007.

[6] SIMATIC S7-200,可编程序控制器系统手册[K]. 西门子公司,2002.

SIMATIC S7-200, PLC System Manual [K]. German: Siemens AG,2002.

[7] 周国平,申冬琴. 基于 PLC 的壁纸包装控制系统设计[J]. 包装工程,2012,33(5):108-110.

ZHOU Guo-ping, SHEN Dong-qin. Design of Wallpaper Packaging Control System Based on PLC [J]. Packaging Engineering,2012,33(5):108-110.

[8] 孙虎儿. 小杂粮自动定量包装自动控制系统的设计[J]. 包装工程,2008,29(12):81-82.

SUN Hu-er. Design of Automatic Control System of Quantitative Packaging for Miscellaneous Crops [J]. Packaging Engineering,2008,29(12):81-82.

[9] 方沛显,李兴根. 制袋机中的多路温度控制系统[J]. 包装工程,2003,24(4):26-28.

FANG Pei-yu, LI Xing-gen. A New Temperature Control Multiplexer in Package Machine [J]. Packaging Engineering,2003,24(4):26-28.

[10] SIMATIC HMI WinCC flexible2007 用户手册[Z]. 德国:西门子公司,2007.

SIMATIC HMI Wincc flexible2007 User Manual [Z]. German:Siemens AG,2007.