

李文江,赵 东. 秸秆模压托盘压机送料设备控制系统设计[J]. 江苏农业科学,2013,41(7):374-377.

# 秸秆模压托盘压机送料设备控制系统设计

李文江,赵 东

(北京林业大学工学院,北京 100083)

**摘要:**通过对压机送料设备工作流程和控制要求的分析,运用 PLC 和触摸屏技术,构建了以西门子 S7-300 PLC 和 TP270 触摸屏为控制核心的压机送料设备控制系统,实现了压机送料环节称重段、传输段以及送料段的自动化控制,大大提高了压机送料环节的自动化水平和生产效率。该控制系统设有自动模式和手动模式,安装维护方便、工作稳定、运行可靠、监控功能完善、人机界面友好。

**关键词:**模压托盘;压机送料设备;PLC;触摸屏

**中图分类号:** TP271 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)07-0374-03

托盘是堆放货物的载体,是机械化装卸、搬运的工具。秸秆模压托盘以农作物秸秆为原料,经过对原材料进行破碎、干燥并施加一定量的胶黏剂后,将这些碎料铺装在特定的模具中,利用压机一次模压成型。这种新型的环保托盘对环境无污染,其使用的原材料秸秆是可循环资源,既可节约大量木材,还能增加农民收入<sup>[1-2]</sup>。压机送料设备用于给压机运送用于模压成型的物料,是秸秆模压托盘生产线的重要组成部分之一。如果输送物料称重不准确,将导致压机热压成型的托盘质量不稳定;如果送料不及时,会降低整个生产线的效率。目前国产模压托盘生产线的压机送料设备存在自动化程度低、输送物料不能精确称量、控制系统不稳定等问题。因此,研究开发自动化程度高、送料称重准确,而且控制稳定可靠的压机送料设备,对提高模压托盘生产线自动化水平具有重要的意义。

## 1 压机送料设备的工作流程及控制要求

压机送料环节主要由称重段、传输段、送料段组成,结构如图 1 所示。称重段包括料斗、传感器、气缸;传输段包括送料小车、三相异步电机、导轨;送料段包括料斗、机架、气缸。压机送料设备的工作流程:物料通过储料仓进入称重料斗,达到设定的重量后,称重料斗料门打开,物料下落到送料小车上,送料小车将物料运送至各个压机前面的送料机构料斗中。当压机需要物料时,送料段动作,将物料送给压机。本控制系统中有 8 台压机,送料小车往返运动示意图如图 2 所示。在称重段中,利用 3 个称重传感器实现物料的精确称量。送料小车通过三相异步电机的变频器调速可实现高速档和低速档运行。根据其工艺流程,压机送料设备必须满足以下控制要求:(1)压机送料设备应具备自动和手动 2 种控制模式,以满足自动化生产和设备调试检修要求;(2)称重传感器能够精

确称量物料,并通过触摸屏实现重量检测;(3)送料小车能够识别压机的呼叫,判断行进方向,将物料准确快速地运送到呼叫处;(4)控制系统初始化时,各段设备停止在初始位置,各段异常时将有报警指示灯报警。

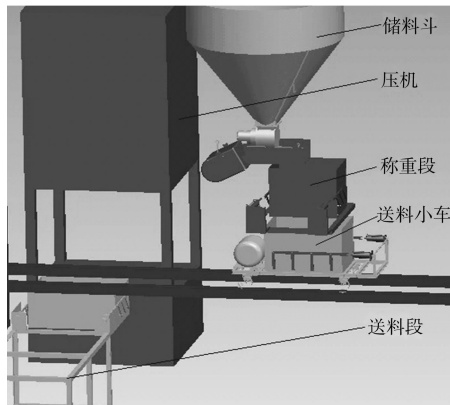


图1 压机送料设备结构

## 2 压机送料设备控制系统的硬件设计

### 2.1 设计方案及硬件的选择

压机送料设备控制系统选用西门子 S7-300 PLC 为下位机,TP270 触摸屏为上位机。采用 PLC 和触摸屏相结合的方案,主要基于以下几点考虑:(1)PLC 技术成熟、规范,可靠性高,抗干扰能力强;(2)PLC 及触摸屏体积小、重量轻、易于标准化安装,可使整体结构简洁、紧凑;(3)PLC 的梯形图编程易于掌握,触摸屏组态软件提供众多的按钮、指示灯、列表等控件,使界面友好灵活。当控制功能需要改变时,只须修改程序及少量的接线<sup>[3]</sup>。因此,采用触摸屏与 PLC 相配合,通过对触摸屏编程来实现对压机送料设备的大量操作控制、运行信息。触摸屏作为上位机,用于进行工作方式选择、参数设置、设备运行状况监控以及报警信息反馈等。S7-300 是模块化小型 PLC 系统,大范围的各种功能模块可以非常好地满足和适应自动控制任务,具有软件丰富、可靠性高、网络通讯能力强、CPU 处理速度快等优点,能满足中等性能要求的应用<sup>[4-5]</sup>。

本系统选用的 SIMATIC S7-300 PLC,其配置主要包括

收稿日期:2013-01-12

基金项目:北京市自然科学基金(编号:2072013)。

作者简介:李文江(1990—),男,重庆人,硕士研究生,研究方向为机械设计及自动化。E-mail:lwjxjq1314@163.com。

通信作者:赵 东,教授,博士生导师,主要从事机械设计及自动化方面的研究。E-mail:zhaodong68@bjfu.edu.cn。

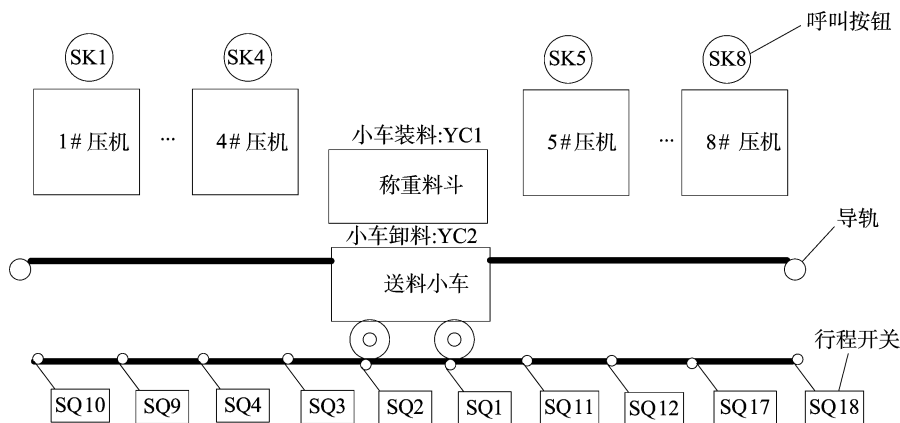


图2 送料小车往返运动示意

CPU 模块、数字量输入模块 (DI)、数字量输出模块 (DO)、模拟量输入模块 (AI) 以及电源模块。综合考虑控制要求和通讯方式需要, PLC 选用 S7 - 300 中的 CPU314, 该 PLC 内置 MPI 和 DP 通讯口, 可方便与变频器及上位触摸屏通信。压机送料控制系统中限位开关及电磁阀控制等共需 59 点 DI 和 40 点 DO, 中间变量选用软件编程中的位存储器, 因此选用 2 块 SM321 DI 32xDC24V 模块及 2 块 SM322 DO 32xDC24V 模块。模拟输入模块选用 SM331 AI 8x12BIT, 用来控制称重传感器的信号输入。送料小车上的三相异步电机采用三菱 E700 变频器进行控制, 利用 PLC 完成对变频器的上电使能和对电机启停、高低速的平稳控制。

## 2.2 控制系统硬件结构及外部接线图

根据压机送料设备控制系统的功能要求, 所设计的控制系统主要硬件结构及外部接线如图 3 所示。

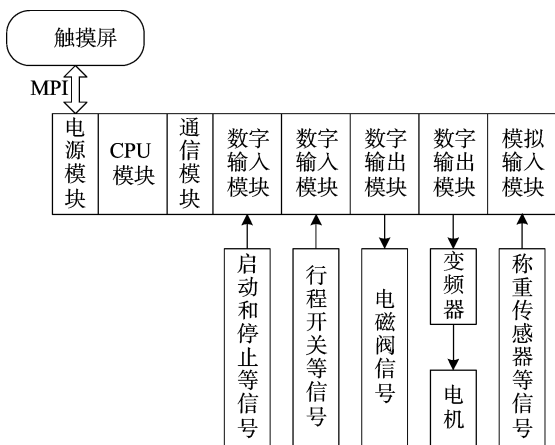


图3 系统硬件结构及外部接线

## 3 压机送料设备控制系统的软件设计

### 3.1 下位机 PLC 的设计

根据 S7 - 300 PLC 程序编制的特点, 以及压机送料设备的控制逻辑和控制功能要求, 选用 GRAPH (顺序控制) 编制, 采用结构化编程风格, 将整个控制系统按功能分成 9 个相对独立的部分, 分别通过 9 个功能块 (function block) 来编程控制。在 9 个功能块之上, 通过一个系统组织块 (organization block) OB1 将全部控制功能块及 9 个存储系统数据的数据块

(data block) 结合成一个整体, 以实现控制系统的可靠、高效的监控。结构化的编程方式最大的优点在于其有利于整套控制系统的调试和维护, 可以根据生产的需要很方便地将某一部分从系统中分离出去, 也可以方便地向系统中增加新的控制部分, 从而大大增加了系统的可维护性和扩展性。

压机送料设备控制系统的程序包括手动控制程序、自动控制程序、报警及复位程序。手动程序用于设备的现场调试和维护; 自动程序实现送料过程的自动化控制, 包括称重段自动程序、传输段自动程序以及送料段自动程序, 是整个软件中最重要的部分; 报警程序定义了变频器报警、电机过载、称重误差超限等报警信息以及变频器断电重新使能时报警自动复位程序。PLC 程序采用西门子 STEP7 - V5.3 软件编写, 称重段、传输段、送料段的自动控制程序流程如图 4 所示。

### 3.2 触摸屏人机界面设计

压机送料设备控制系统使用了一台 SIMATIC HMI TP270 触摸屏, 6 英寸液晶显示。它结构小巧, 可灵活地设定控制参数、实时监控运行状态以及对系统进行有效的管理。TP270 触摸屏使用西门子 WinCC flexible 2007 组态软件<sup>[6]</sup>进行程序设计, 通过 WinCC flexible 2007 提供的多种控制器件库、图形控件、功能控件, 可以组态出各种动态功能和控制功能, 以及实现故障的可视化。触摸屏程序的设计包括界面设计和信息连接, 设计步骤可以分为以下几部分: (1) 人机界面的可视化设计。本系统组态界面包括初始界面、运行模式选择、自动模式、手动模式、称重传感器检测、报警管理等界面。建好界面后, 在各画面上添加功能按钮、控制按钮、指示灯和文本显示等各种格式。其中, 初始界面中设有快捷按钮, 点击可跳转到相应功能界面, 各功能界面也可以方便返回初始界面。自动界面利于指示灯监控设备运行情况, 手动界面用于手动控制及监控。当在运行过程中出现故障报警时, 报警窗口将显示报警信息, 待故障解除后报警自动结束, 触摸屏初始界面、手动模式界面如图 5、图 6 所示。(2) 设定变量。变量在触摸屏的组态功能与 PLC 的相应 I/O 点及存储单元之间建立联系, 实现触摸屏对 PLC 的控制及参数的输入、PLC 当前值向触摸屏输出等功能。(3) 下载程序到触摸屏。触摸屏和 PLC 的通信是通过 PC/MPI 适配器和 RS232 电缆来实现的。(4) 设置通讯参数实现触摸屏同 PLC 之间的通信<sup>[7]</sup>。

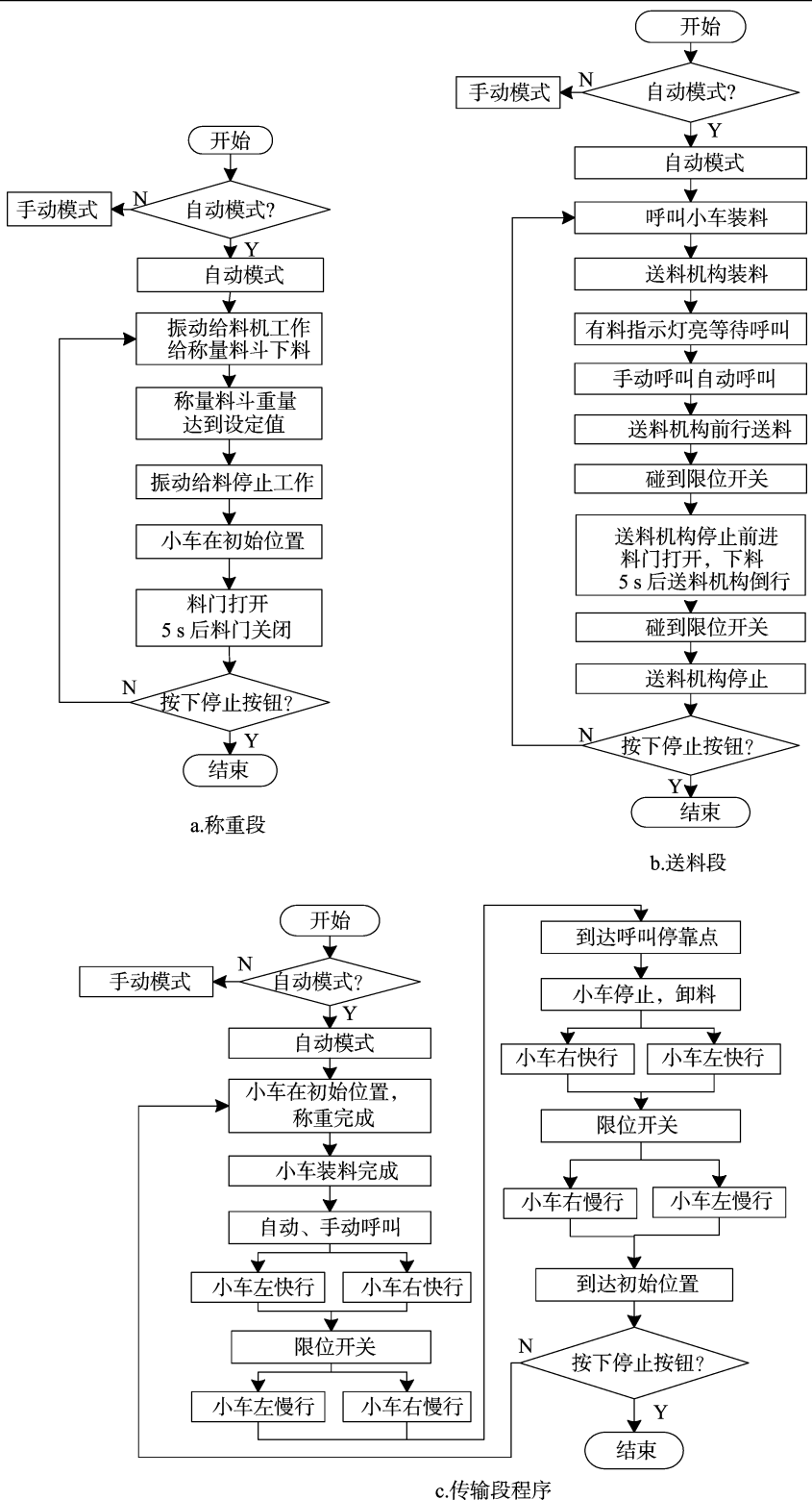


图4 称重段、送料段及传输段自动控制程序流程

#### 4 结论

该系统程序在实验室调试运行成功后,转入车间现场安装试验,各部分组件都运行正常,实现了预期的控制要求。在压机送料设备控制系统的设计中,采用 PLC - 触摸屏结合的

控制方案,使系统结构简洁、紧凑,提高了控制程序和人机界面的灵活性。由触摸屏作为显示终端,可随时将设备的当前状态及故障信息直观地显示出来,便于操作人员监控设备状态,快速处理故障。同时,由于省去了大量的现场按钮,操作简化,自动化程序及系统的可靠性都大为提高,提高了生产效

张飞云. 基于 S7-200 PLC 的苹果采摘机器人控制系统研究[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(7): 377-379.

# 基于 S7-200 PLC 的苹果采摘机器人控制系统研究

张飞云

(许昌学院电气信息工程学院, 河南许昌 461000)

**摘要:**通过对采摘机器人控制系统要求的分析,以 PLC 控制器为核心,对末端执行器、物料收集装置、采摘机械大臂和小臂、移动平台和横向滑移机构等设备的控制,实现苹果采摘的全自动化控制。

**关键词:**采摘机器人; PLC; 步进电机; 物料收集装置; 末端执行器

**中图分类号:** S126; S225.93 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)07-0377-03

苹果是一种常见水果,具有丰富的营养成分,有食疗、辅助治疗等功能。苹果原产于欧洲、中亚、西亚和土耳其一带,于 19 世纪才在山东烟台引入中国。我国是世界最大的苹果生产国,在东北、华北、西北、华东和四川、云南等地均有苹果栽培。近几年来,中国苹果产业有了长足发展,已经取得了很大成就。2005 年栽培面积 189 万  $\text{hm}^2$ ,产量达到 2 400 万 t,分别占世界苹果总产量的 2/5 和 1/3。苹果后期产品加工方面的提高,给生产出的苹果解决了后期问题,也使苹果市场前景看好。现今,我国苹果产量持续增长,但每到收获季节,由于苹果树大多高度在 3~5 m,有的甚至更高,苹果采摘就成

了广大果农面临的难题。目前全国苹果采摘方式还是比较落后的传统采摘方式,存在效率低、劳动强度大、劳动力成本高、安全性差等缺点,这种现状极大地制约了苹果产业化、商品化的发展。因此,许多专家对果蔬采摘机器人进行了一系列研究,但目前的研究主要集中在采摘机器人视觉系统和避障路径规划方面<sup>[1-4]</sup>,而对采摘机器人控制系统和机械本体的研究比较少<sup>[5]</sup>。基于此,本研究构建了基于 PLC 的苹果采摘机控制系统,为实现苹果采摘的全自动化控制提供了参考。

## 1 采摘机的总体结构与工作原理

### 1.1 总体结构

苹果采摘机器人由机械执行系统和控制系统 2 个部分组成。机械执行系统总体结构如图 1 所示,主要包括末端执行器、采摘机械大臂和小臂、移动平台和横向滑移机构等。采摘机电源为采摘移动提供动力,并且为控制部分供电,步进电机调节各杆臂的高度,同时步进电机 2 还能够实现方向调节。

收稿日期: 2013-01-30

基金项目: 河南省教育厅科学技术研究重点项目(编号: 12A510021); 河南省许昌市科技局计划(编号: 1101060)。

作者简介: 张飞云(1976—),女,河南周口人,硕士,讲师,主要从事信号处理、模式识别研究。E-mail: ytyx\_123@163.com。



图5 触摸屏初始界面



图6 触摸屏手动模式界面

率,运行成本也大大降低。该控制系统能够很好地解决国产模压托盘生产线的压机送料环节广泛存在的问题,具有广阔的应用前景。

## 参考文献:

- [1] 彭珍凤,陈杏华,查跃华. 农村秸秆处理和资源化利用技术现状与发展趋势[J]. 农业装备技术, 2009, 35(2): 11-13.
- [2] 杨兆金,李学新,李刚,等. 木质刨花模压托盘生产工艺探讨[J]. 林产工业, 2006, 33(1): 29-31.

- [3] 杨宜平,魏泽鼎,岳彦芳,等. PLC-触摸屏控制在晶体成型设备中的应用[J]. 新技术与新工艺, 2003(10): 10-12.
- [4] 廖常初. S7-300/400 PLC 应用技术[M]. 北京:机械工业出版社, 2005: 44-102.
- [5] SIMATIC HMI touch panel TP270 设备手册[M]. Germany: Siemens, 2001: 26-50.
- [6] 廖常初,陈晓东. 西门子人机界面(触摸屏)组态与应用技术[M]. 北京:机械工业出版社, 2007.
- [7] 薛迎成. PLC 与触摸屏控制技术[M]. 北京:中国电力出版社, 2008: 46-63.