

Design of Automatic Palletizing Controlling System Based on PLC

Ting Chen, Hongbiao Guo, Zhenjun Xiao

Beijing Aerospace Propulsion Institute, Beijing
Email: chent@calt11.cn

Received: Jan. 30th, 2013; revised: Feb. 20th, 2013; accepted: Feb. 28th, 2013

Abstract: In the palletizing field, with the continuously increasing of production and labor cost, and the increasing contradiction between inefficient artificial palletizing and efficient production, the need of automatic palletizing equipment increases rapidly in domestic. The trend of market was grasped. Automatic palletizing control system was studied and designed independently. Through analyzing the system configuration and control requirements, control system's hardware, software programming and design of man-machine interface are mainly described in detail. The actual application result shows that the system operation is stable and reliable.

Keywords: Palletizing; Automatic Control; PLC; Touch Screen Control

基于 PLC 的全自动码垛控制系统设计

陈 挺, 郭洪彪, 肖振军

北京航空动力研究所, 北京
Email: chent@calt11.cn

收稿日期: 2013 年 1 月 30 日; 修回日期: 2013 年 2 月 20 日; 录用日期: 2013 年 2 月 28 日

摘 要: 在包装码垛领域, 随着生产量的不断增加和人工成本的持续上升, 低效的人工码垛与高效生产量之间矛盾的日益突出, 国内自动码垛设备需求快速增加。本室把握市场动态, 自主研发设计了全自动码垛控制系统。本文通过分析系统配置和控制要求, 对控制部分的硬件组成、软件编程及人机界面的设计给予了阐述。经实际使用结果证明该系统运行稳定、可靠。

关键词: 码垛; 自动控制; PLC; 触屏控制

1. 引言

在科学技术不断进步, 生产力水平迅速发展的今天, 人们对降低劳动强度、提高生产效率、改善工作环境日益重视, 要求生产线自动化程度高、速度快、适应性强。而传统的人工包装码垛, 由于其生产效率低下, 人工投入过多, 码垛成品不规范, 已不能满足现代化大生产的需要。全自动包装码垛已成为企业升级和获得经济效益的关键因素, 因此尽快提高产品的包装码垛质量, 是这些行业的迫切任务之一, 也是用户对这些行业的要求。国际上日、英、意、美等国公

司已掌握了先进的包装码垛技术, 我国人工包装的低效率与产量的日益提高之间的矛盾日益突出, 因此对自动包装码垛生产线的研究具有重大的经济意义和现实意义^[1]。

2. 全自动码垛系统总体设计方案

本系统设计主要由机械、控制两大部分组成。其机械部分主要是各传动装置通过各种机构驱动执行装置实现设定的运动轨迹、完成预期的功能。控制部分主要由可编程控制器、交流接触器、低压断路器、

检测传感器、电磁控制阀等组成^[2]。

该全自动码垛机由九个单元部件组成如图 1 所示，它们是爬坡输送机、整包压平输送机、转包单元、编组单元、推包单元、载台升降单元、托盘库、空托盘输送单元、满托盘移出单元组成。

控制系统由中央处理单元、I/O 扩展单元、检测元件、人机操作界面、控制元件以及执行元件组成，如图 2 所示。

3. PLC 控制系统设计

3.1. PLC 控制系统硬件设计

该控制系统为顺序控制系统，硬件系统采用西门子 300 可编程控制器作为主控制器，配以西门子 MP277-8 触摸屏，协调控制各种输入、输出信号，控制系统硬件结构如图 3 所示。

PLC 由一个电源模块、一个 CPU、三块输入模块

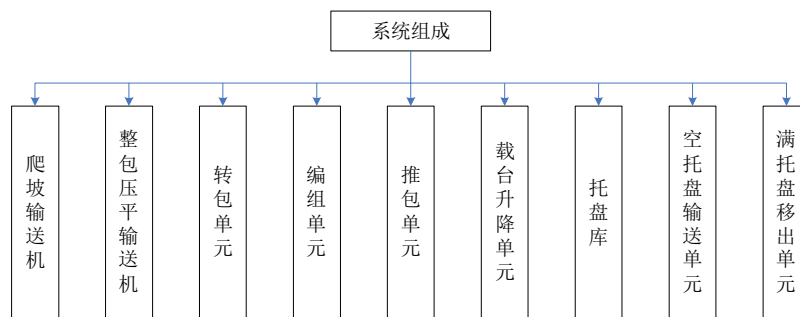


Figure 1. The diagram of system composition
图 1. 系统组成图

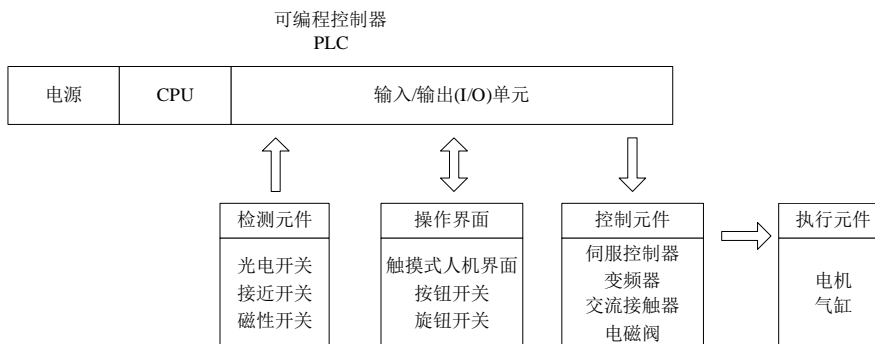


Figure 2. The diagram of configuration of controlling system
图 2. 控制系统配置图

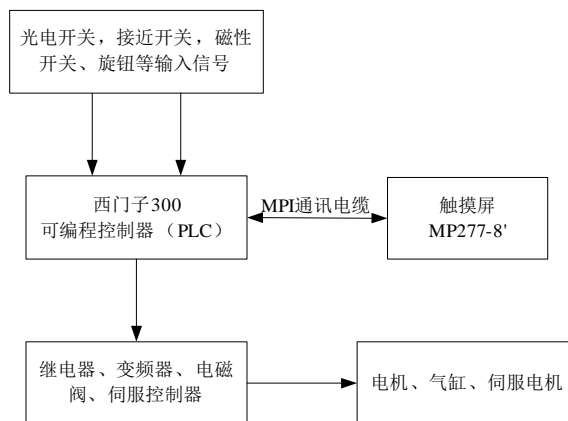


Figure 3. The diagram of hardware construction of controlling system
图 3. 控制系统硬件结构图

和三块输出模块配置，如图 4 所示。系统共有 47 个输入点，39 个输出点。输入模块用来接收从按钮、旋钮、光电开关、接近开关、磁性开关采集来的开关量输入信号，输出模块主要用来控制接触器、电磁阀，报警装置^[3]。

整个控制工艺流程为，包装好的成品料袋经爬坡输送机送入码垛机，首先送入高架平台上的整包压平输送机，由压平装置对料袋进行压包整形，整形后的料袋经提速输送带进入转包区，由转位机根据码垛工艺要求将料袋进行放过或±90°的转位，依次按“2 袋竖-3 袋横”和“3 袋横-2 袋竖”循环做转位处理。这样包装袋便以 2 袋竖或 3 袋横的形式进入编组区，重复上述动作，直到码完 8 层，即为 1 垛，码好一垛后，垛盘升降台下降到最低位，即垛盘到达载台下辊道区域，由垛盘输送机将垛盘排出到下线位，由叉车走入库。叉车将成垛的空托盘放入托盘仓中，托盘仓能

自动的将 1 个托盘放到托盘输送机上，再由托盘输送机送到载台升降台上，供码垛机使用。码垛系统各部件的动作，均由电气系统控制和协调，使码垛机按照设定的工艺流程来完成整个生产过程。

其中，气动控制部分主要由 6 个二位五通电磁换向阀、8 个单作用气缸、1 个空气过滤减压阀压力开关、1 个手动球阀和空气压缩机组成，如图 5 所示。转包、侧整形、托盘仓开仓单元分别由一个电磁阀控制两个气缸，推包、整包、托盘仓升降单元分别由一个电磁阀控制一个气缸。

通过对气缸的控制完成相应动作，气动系统主要控制元件、执行元件功能与对应关系如表 1 所示。

3.2. PLC 控制系统软件设计

控制系统软件设计主流程图，如图 6 所示，主程序由初始化子程序、爬坡\整包\提速电机子程序、袋

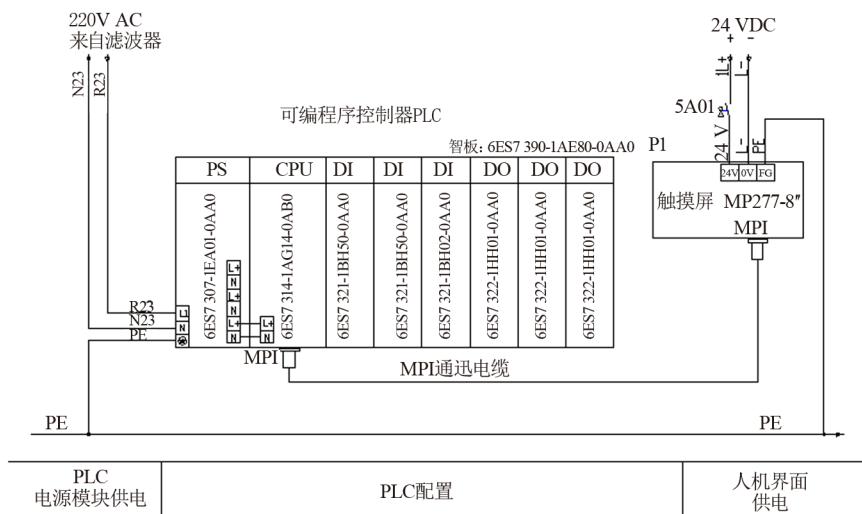


Figure 4. The diagram of PLC configuration
图 4. PLC 配置图

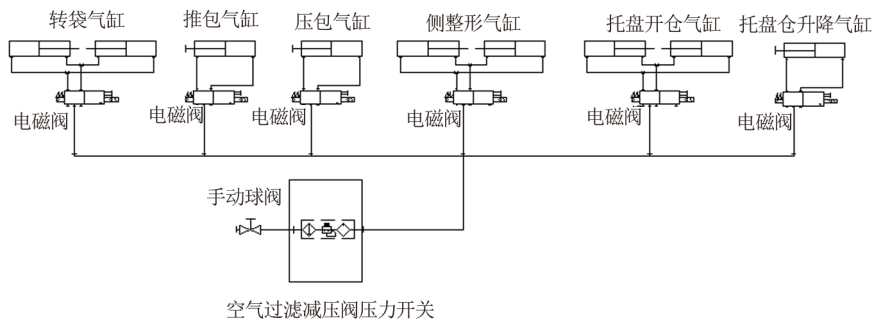


Figure 5. The principle diagram of pneumatic controlling
图 5. 气动控制原理图

Table 1. The relationship between main controlling and actuator function components
表 1. 主要控制元件和执行元件功能及对应关系

控制元件 (电磁阀)	执行元件 (气缸)	工作任务	所属装置
转位夹袋阀(YV1)	转包夹	袋转位	转包单元
推包阀(YV2)	推包板	推包到位	推包单元
压包阀(YV4)	压包器	压包到位	压包单元
侧整形阀(YV3)	侧整形板	袋整形	载台升降单元
托盘仓开仓阀(YV7)	托盘叉	叉取托盘	托盘仓单元
托盘仓升降阀(YV6)	托盘仓托板	升降托盘仓	托盘仓单元

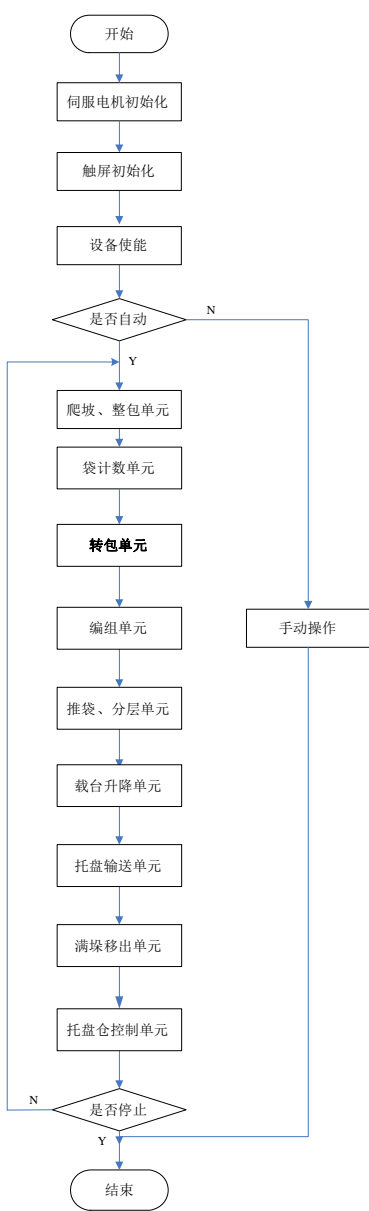


Figure 6. The flow chart of main program
图 6. 主程序流程图

计数子程序、转位机子程序、等待\编组机子程序、推包机子程序、侧整形\压包\滑板子程序、层计数子程序、载台子程序、托盘仓\托盘输送子程序 10 个子程序组成^[4]。

3.3. 人机界面

在之前的系统中，现场控制部分主要由按钮和旋钮等完成，对实时监控状态极为不便，本系统中人机界面的应用大大的善了这些，人机界面能够更方便、快捷的查询到整个系统的工作状态，便于对数据录入、修改。本系统采用的是西门子 MP277-8 触摸屏。触屏界面主要分为 9 个界面：欢迎界面、工作主界面、自动操作界面、手动操作界面、手动变频界面、伺服电机操作界面、I/O 点查询界面、参数设定界面、故障查询界面。现对自动操作界面进行说明。

如图 7 所示，为系统自动操作界面，当按下启动按键时，系统将自动运行，可以在界面左侧层数、转包袋数、推包袋数显示上看见各个区域的物料袋数，如果在调试过程发现袋数、层数与实际情况不符，可以点击停止按键，然后通过增加、减少对袋数、层数进行修改。界面右侧的设备状态中，也对伺服电机零点到达和普通电机过流报警进行实时监控。

4. 运行分析

在实验过程中，系统调试稳定后，低速运行累计码垛 20 垛，在第 5 垛第三层时，3 + 2 的编组中，第 2 袋由于尾部线头在出转位时扫到进转位光电，转位机空转，计数错误。后调整光电角度，避免因线头过

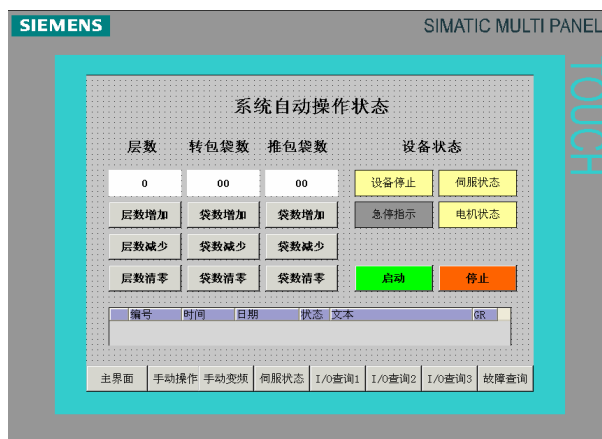


Figure 7. The interface of system automatic operation
图 7. 系统自动操作界面

长导致的计数错误。后经过多次低速 20 垛的实验，得出结论在 200 垛，总计约 8000 袋，出错概率在 0.3‰ 左右。出错单元主要在转位、计数。

5. 结论

该全自动码垛控制系统，以 PLC 为核心控制器件，集合了步进电机驱动、伺服电机驱动、气动控制等先进技术，运用触摸屏作为现场参数检测、设置设备。调试运行结果显示，该系统运行稳定可靠，码垛速度快，垛型整齐、美观，生产能力不低于 1200 袋/h，每袋 25 kg。各项指标达到了技术要求，在减少人工

成本投入的同时大大减少了成品的占地面积，极大提高了生产效率。

参考文献 (References)

- [1] 岳满林. 包装码垛自动生产线及控制系统研究[D]. 哈尔滨理工大学, 2007.
- [2] 廖常初. S7-300/400 PLC 应用技术(第二版)[M]. 北京: 机械工业出版社出版社, 2011: 26-28.
- [3] 岳庆来, 周峰, 吴启红等. 变频器、可编程序控制器及触摸屏综合应用技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2008: 50-58.
- [4] 陈婵娟, 陈参, 曾东暖. 自动包装生产线控制系统设计[J]. 液压与气动, 2007, 2: 6-8.