

基于 PLC 和触摸屏的马口瓶装箱机控制系统设计

胡兵, 王小娟

(新疆工程学院, 乌鲁木齐 830011)

摘要: **目的** 为解决马口铁瓶番茄汁装箱过程的实时监控和可视化运行, 提出基于 PLC 和触摸屏的马口瓶装箱机控制方法。**方法** 在详细分析马口瓶番茄汁装箱机的工作流程的基础上, 以 S7-200PLC 为控制器, 实现对拾取箱板、装箱和胶装等 3 个工位的电气控制, 进行气动原理设计、PLC 编程设计和变频器参数设置; 以 TPC7062K 触摸屏为人机交互界面, 实现对运行过程的实时监控, 完成监控系统设计, 并系统调试。**结果** 系统运行稳定、可靠, 能够实时监控各个工位的参数变化, 自动统计装箱数量。在纸箱尺寸标准、无折叠、变形的情况下, 系统能够完成 5 箱/min 的装箱工作, 装箱合格率达到 100%。**结论** 系统的应用满足了控制要求, 提高了自动化程度和生产效率, 节省了人力成本, 具有良好经济效益。

关键词: 装箱机; 包装机; 马口瓶; 触摸屏; PLC

中图分类号: TB486 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)05-0157-05

Design of Control System for Tinplate-bottle Boxing Machine Based on PLC and Touch Screen

HU Bing, WANG Xiao-juan

(Xinjiang Institute of Engineering, Urumqi 830011, China)

ABSTRACT: The work aims to propose the control method for tinplate-bottle boxing machine based on PLC and touch screen in order to solve the problem of real-time monitoring and visual operation in the process of packaging tinplate-bottle tomato juice. On the basis of detailed analysis on the workflow for packaging machines of the tinplate-bottle tomato juice and with S7-200PLC as the controller, the electric control over three stations (picking-up boxboard, boxing and adhesive binding) was achieved, then the pneumatic principle and PLC program were designed and the parameters of the inverter were set. With TPC7062K touch screen as the human-machine interface, the real-time monitoring of operation process was achieved, the monitoring system was designed and the system was debugged. Results showed that the system ran stably and reliably and it could monitor the parameter variation of each station in real time and count up the quantity of boxing automatically. The system could package five cases per minute with a percent of pass of 100% under the condition that the carton was of standard size, no fold and deformation. The system applied meets the control requirements and it has improved the automaticity and production efficiency. Moreover, it also has saved manpower cost with good economic benefits.

KEY WORDS: boxing machine; packaging machine; tinplate bottle; touch screen; PLC

装箱机是将无包装或者小包装的产品按照一定的顺序自动或半自动地装入运输包装的一种设备, 广泛应用于食品加工、乳制品、药品、啤酒、饮料、烟草、日化及机械电子行业^[1]。随着人们生活水平的提

高和社会化生产的需要, 企业对装箱机的要求越来越高, 产品装箱逐步从手工装箱发展为半自动、自动装箱。在自动装箱机的电气控制中, 传统的控制方式为继电器控制和仪表控制方式, 这种控制方式存在体积

收稿日期: 2016-08-18

作者简介: 胡兵 (1985—), 男, 本科, 新疆工程学院讲师, 主要研究方向为现场总线与自动控制。

料机械手、压板、挡瓶板、胶装机、夹板、折侧盖均 采用气动控制方式，其气动原理见图 3。

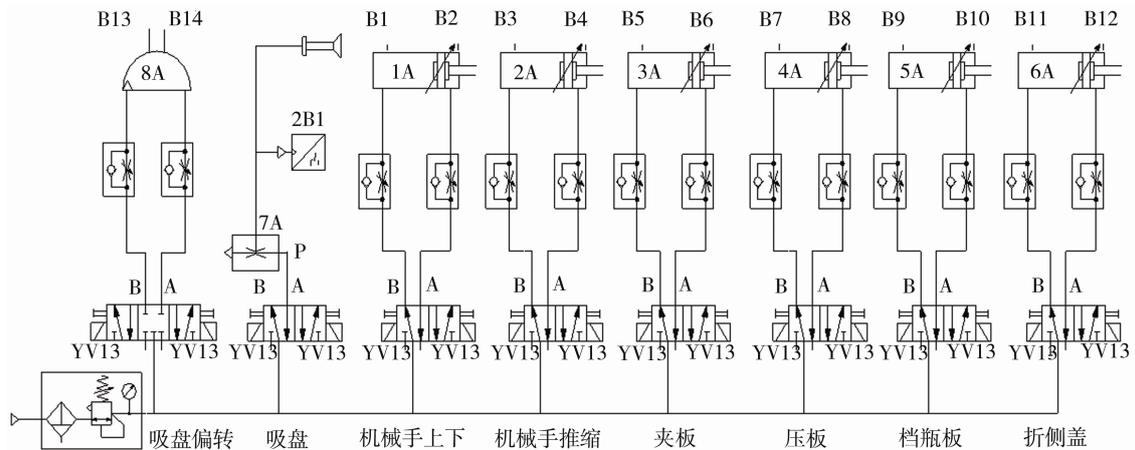


图 3 系统气动原理

Fig.3 System pneumatic schematic diagram

在装箱机的气动控制原理图中，1A—6A 为双作用气缸，7A 为真空发生器，8A 为旋转缸；B1—B14 为磁感应式接近开关；2B1 为真空压力检测传感器；YV1—YV16 为电磁阀。吸盘采用真空发生器 7A 产生负压来吸取纸箱，吸取原理为真空发生器与通气孔相连，当真空发生器启动后，吸盘内部的空气被吸出，形成负压，吸盘外部的压力大于吸盘内部的压力，纸箱与吸盘吸附紧密^[8]，纸箱被吸取；推料机械手需要进行下降、上升、推料、退回动作任务，由 2 个二位四通电磁阀控制，电磁阀 YV1, YV2 控制上升与下降，电磁阀 YV3, YV4 控制推料与退回；压板、挡瓶板、胶装机、夹板、折侧盖均采用 1 个二位四通阀控制。

2.3 变频器参数设置

装箱机控制系统中，板链电机和喷胶机均采用三相异步电动机控制，由于板链电机在装箱机运行过程中的 3 个工位均有启停控制要求，启停频繁，为了减小板链电机启停过程的电流，做到平滑启动和准确停车，系统选用西门子 MM420 变频器驱动板链电机，在完成硬件接线的基础上，对 MM420 变频器进行快速调试，实现变频器的参数设置见表 1。

表 1 MM440 变频器的参数设置
Tab.1 Parameters setting of MM440 inverter

参数号	出厂值	设置值	说明
P0003	1	3	设用户访问级为专家级
P0700	2	2	选择命令源（由端子排输入）
P1000	2	1	频率设定值选择为MOP设定
P1080	0	0	电动机运行的最低频率(Hz)
P1082	50	50	电动机运行的最高频率(Hz)
P1120	10	1	上升时间 (s)
P1121	10	0.4	下降时间 (s)

3 系统软件设计

3.1 PLC 程序设计

分析系统控制要求，统计系统的输入输出，最终确定系统的输入点数为 23 个，输出点数为 21 个，见表 2，系统 S7-200CPU226 自身有 24 个输入，16 个输出，系统需要扩展 8 路数字量输入和输出的模块 EM223。根据 I/O 分配，完成 PLC 的接线，即可进行编程调试。

表 2 系统 I/O 分配
Tab.2 System I/O distribution

	元件代号	点	功能
输入	SB1	I0.0	启动
	SB2	I0.1	停止
	SB3	I0.2	复位
	SB4	I0.3	急停
	SQ1	I0.4	填满光电
	SQ2	I0.5	有箱光电
	SQ3	I0.6	装箱光电
	SQ4	I0.7	胶装光电
	2B1	I1.0	真空检测
	B1—B14	I1.1—I2.6	磁感开关
输出	HL1	Q0.0	电源指示
	HL2	Q0.1	运行指示
	YV1—YV6	Q0.2—Q0.7	电磁阀
	YV7—YV14	Q1.0—Q1.7	电磁阀
	YV15—YV16	Q2.0—Q2.1	电磁阀
	KA1	Q2.2	板链继电器
	KA2	Q2.3	喷胶1
KA3	Q2.4	喷胶2	

系统控制方式分为手动控制和自动控制，手动控制是在硬件上实现对驱动设备的直接控制，不占用 PLC 的 I/O 端口，自动控制按照顺序逻辑控制的编程思路，分别对拾取箱板、装箱、胶装 3 个工位进行程序设计，程序流程见图 4a，其他工位的程序流程同图 4b。

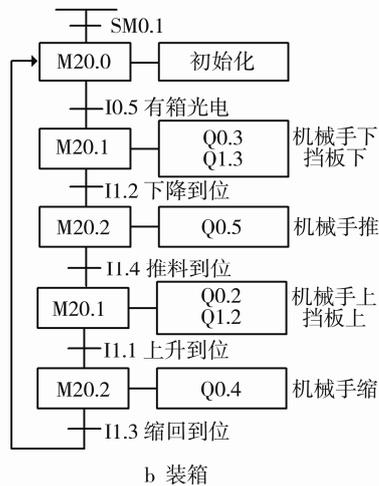
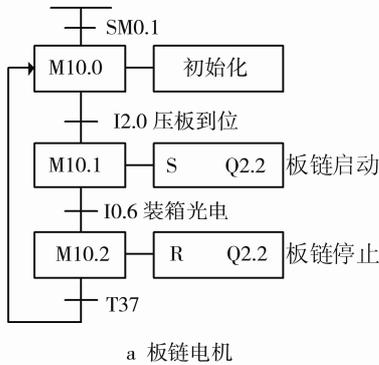


图 4 程序流程

Fig.4 Flow chart of program

3.2 触摸屏监控设计

系统采用昆仑通泰的 TPC7062K 作为人机界面，实时监控各个工位段的参数的变化。触摸屏监控界面的组态采用 MCGS6.2 嵌入版组态软件，该软件主要由主控窗口、设备窗口、用户窗口、实时数据库和运行策略 5 个部分组成。在系统监控界面组态过程中，主控窗口实现系统软件主框架的三构建，实时数据库进行监控变量的建立，用户窗口进行监控界面的制作及监控界面中各个控件与实时数据库变量的连接，设备窗口实现实时数据库监控变量与 S7-200PLC 的变量连接，系统输入变量中的启动、停止、复位、急停按钮连接 PLC 中 I0.0—I0.3，填满光电、有箱光电、装箱光电、胶装光电和真空检测连接 PLC 中 I0.4—I1.0，磁性开关 1—14 连接 PLC 中 I1.1—I2.6，系统输出变量中的电源指示、运行指示连接 PLC 中 Q0.0—Q0.1，电磁阀 1—16 连接 PLC 中 Q0.2—Q2.1，继电器 1—3 连接 PLC 中 Q2.2—Q2.4。为了便于现场调

试，系统在触摸屏中设置了软开关 M0.0—M2.3，实现对输出设备的触摸屏手动控制^[12]。

4 调试与运行结果分析

4.1 系统调试

在包装机机械部分安装完成的基础上，系统进入调试阶段，调试过程中，避免各个执行机构运动空间的交叉，区分开同一执行机构在不同阶段所做的动作，手动调整各个执行机构的准确位置^[14]。对电磁阀的调试充分利用电磁阀的锁定和开启 2 个位置，调节磁性开关的位置，从而调节气缸的运动行程。光电开关的调试时，注意光电开关的安装位置，防止光电开关发出的光线反射引起误动作^[15]。PLC 程序调试按工位进行，依照拾取箱板、装箱和胶装的顺序逐步进行，反复运行，保证 3 个工位稳定运行。在 3 个工位稳定运行的基础上，进行全线运行调试，重点检查 PLC、触摸屏通讯情况，检查各个工位的气缸和传感器是否处于初始位置，托盘上是否有纸箱等注意事项，根据运行状况，反复修改 PLC 程序。调试过程中，若遇到紧急情况，采用急停、切断气源、电源等措施，保证安全，反复联调，直至稳定运行。

4.2 运行结果分析

系统运行采用触摸屏控制，分为手动运行和自动运行，手动运行用于调试、手动复位或者检修操作，自动运行用于正常生产。系统自动运行界面见图 5，有箱光电、装箱光电和胶装光电均有信号，系统各个工位运行状态为：拾取箱板工位，系统已经拾取了纸箱，处于压板状态；装箱工位，系统处于正在推料状态；胶装工位，系统处于正在喷胶状态。运行过程中无报警信号，已经完成装箱 64 件。经生产测试，系统能够实时监控拾取箱板、装箱和胶装 3 个工位的控制参数的变化，准确统计装箱的数量，及时保存实时数据和历史数据，同时能够完成 5 箱/min 的装箱工作，在纸箱尺寸标准、无折叠、变形的情况下，系统装箱合格率达到 100%，运行稳定、可靠。

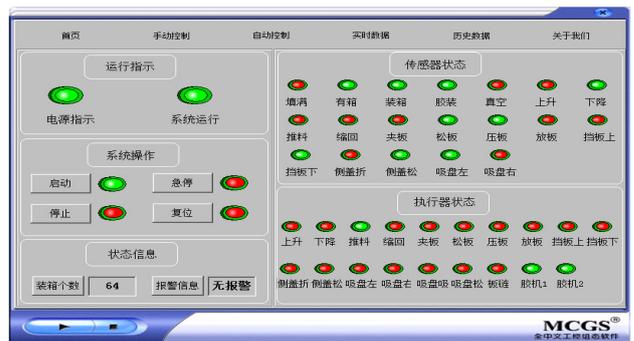


图 5 系统自动运行界面

Fig.5 System automatic running interface

5 结语

应用系统采用 S7-200PLC 和 TPC7062K 触摸屏相结合的控制方式, 实现对马口瓶番茄汁装箱机的自动控制。与传统继电器控制相比, 采用气缸、电磁阀气动执行设备, 具有控制结构简单, 便于维护, 防火、防爆的优点, 气动设备采用压缩空气为介质, 环保无污染; 采用 PLC 为控制器, 控制灵活, 运行可靠, 抗干扰能力强, 采用触摸屏实现人机交互, 使控制参数可视化, 便于实时控制和现场操作; 采用变频器对板链电机进行启停控制, 控制平稳, 延长板链电机的使用寿命; 系统应用具有装箱速度快、操作简单、成本低的优点。

参考文献:

- [1] 邱竟. 谈我国的装箱机技术[J]. 中国包装, 2010, 30(5): 33—36.
QIU Jing. About Packing Machine Technology in China[J]. China Packaging, 2010, 30(5): 33—36.
- [2] 袁庆辉. 基于单片机的装箱机系统硬件设计[J]. 煤炭技术, 2014, 33(3): 202—204.
YUAN Qing-hui. System Hardware Design of Packing Machine Based on SCM[J]. Coal Technology, 2014, 33(3): 202—204.
- [3] 邱世卉. 微控制器在软材料自动装箱机中的应用研究[J]. 包装工程, 2012, 33(9): 104—107.
QIU Shi-hui. Application Research of Microcontrollers in Automatic Packing Machine of Flexible Materials [J]. Packing Engineering, 2012, 33(9): 104—107.
- [4] 汤洋. 软包装自动装箱机控制器的设计与实现[D]. 南京: 南京理工大学, 2010.
TANG Yang. Design and Implementation of Flexible Packaging Automatic Packing Machine[D]. Nanjing: Nanjing University of Science and Technology, 2010.
- [5] 邵忠良. 基于 PLC 的 FFS 包装机移动平台设计及控制系统实现[J]. 食品与机械, 2013(3): 157—160.
SHAO Zhong-liang. Design and Realization of Control System for FFS Packaging Machine Mobile Platform Based on PLC[J]. Food & Machinery, 2013(3): 157—160.
- [6] 赵汉雨, 姬少龙, 刘存祥, 等. 新型纸箱包装机 PLC 控制系统设计[J]. 轻工机械, 2011, 29(3): 56—59.
ZHAO Han-yu, JI Shao-long, LIU Cun-xiang, et al. Design of PLC Control System of New Type Carton Packaging Machine[J]. Light Industry Machinery, 2011, 29(3): 56—59.
- [7] 张根宝, 唐记弘. S7-300PLC 在全自动包装机中的应用[J]. 包装工程, 2009, 30(1): 68—70.
ZHANG Gen-bao, TANG Ji-hong. Application of S7-300PLC on Automated Packaging Machine[J]. Packing Engineering, 2009, 30(1): 68—70.
- [8] 李文文. 玻璃瓶药品包装自动化系统设计[D]. 济南: 山东大学, 2014.
LI Wen-wen. Auto Glass Pharmaceutical Packaging System Design[D]. Jinan: Shandong University, 2014.
- [9] 牛雅宁, 程亮, 孙迪, 等. 软袋物料的全自动装箱机改进设计[J]. 轻工机械, 2013, 34(1): 83—85.
NIU Ya-ning, CHENG Liang, SUN Di, et al. Improvement Design of Automatic Packing Machine Used for Soft Package[J]. Light Industry Machinery, 2013, 34(1): 83—85.
- [10] 张有良. 枕型袋自动装箱机的特点和电气控制[J]. 包装与食品机械, 2004, 22(5): 16—18.
ZHANG You-liang. Feature and Electrical Control of Pillow-type Pouch Automatic Box Machine[J]. Packaging and Food Machine, 2004, 22(5): 16—18.
- [11] 李彩娟, 刘乘. 瓷砖装箱机的控制系统设计[J]. 包装与食品机械, 2010, 28(2): 36—39.
LI Cai-juan, LIU Cheng. Design of Boxing Machine for Ceramic Tile in Control Systems[J]. Packaging and Food Machine, 2010, 28(2): 36—39.
- [12] 王小娟, 胡兵. PLC 和触摸屏在多自由度气动机械手系统中的应用[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2016(3): 58—60.
WANG Xiao-juan, HU Bing. Application of PLC and Touch-screen in the Multi-dof Pneumatic Manipulator [J]. Modular Machine Tool & Automatic Manufacturing Technique, 2016(3): 58—60.
- [13] 赵汉雨, 刘建民, 刘存祥. 纸箱包装机气动系统的设计[J]. 液压与气动, 2006(10): 12—14.
ZHAO Han-yu, LIU Jian-min, LIU Cun-xiang. Design of Pneumatic System in Paper Box Packing Machine [J]. Chinese Hydraulics & Pneumatics, 2006(10): 12—14.
- [14] 何用辉. 自动化生产线安装与调试[M]. 北京: 机械工业出版社, 2015.
HE Yong-hui. Automatic Production Line Installation and Debugging[M]. Beijing: China Machine Press, 2015.
- [15] 张同苏, 徐月华. 自动化生产线安装与调试[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2010.
ZHANG Tong-su, XU Yue-hua. Automatic Production Line Installation and Debugging[M]. Beijing: China Railway Publishing House, 2007.