

doi:10.3969/j.issn.1673-9833.2016.04.001

彩珠筒包装机控制系统设计

吴吉平, 胡威林, 孙 晓

(湖南工业大学 机械工程学院, 湖南 株洲 412007)

摘 要: 针对目前市场上彩珠筒外包装机还未实现全自动化生产的问题, 设计了彩珠筒包装机控制系统。先介绍了彩珠筒烟花外包装机控制系统的工作流程和气动系统的工作原理, 采用气动系统驱动外包装机工作, 选用三菱FX系列可编程控制器实现对外包装机工作过程的控制。本系统可提高烟花爆竹生产的安全性和工作效率, 也为同类烟花包装机的设计提供理论基础。

关键词: 彩珠筒; 包装机; 控制系统; 气动回路; PLC

中图分类号: TJ530.5; TH138

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2016)04-0001-04

A Design of Control System for Fireworks Tube Packing Machines

WU Jiping, HU Weilin, SUN Xiao

(School of Mechanical Engineering, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412007, China)

Abstract: In view of the absence of fully automated production lines for current fireworks tube packaging machines on the market, a new design for the control system of fireworks tube packaging machines has been proposed. Firstly, a detailed introduction has been made of the work-flow procedures of its control system and the working principles of its pneumatic system, followed by the employment of the outer packing machine driven by the pneumatic system, and the monitoring of the working process of the packaging machines by Mitsubishi FX series programmable controllers. This control system helps to improve the safety performance and the work efficiency of fireworks production, thus laying a theoretical basis for the design of similar fireworks packing machines.

Keywords: color bead tube; packing machine; control system; pneumatic circuit; PLC

0 引言

中国作为世界烟花爆竹的生产大国, 其烟花生产企业大部分散落在乡镇, 存在生产设备落后、劳动人员密集、劳动生产率低、安全隐患严重等问题。彩珠筒为一种手持燃放烟花产品, 品种规格多种多样, 其生产工艺过程主要有卷筒、装药、外装潢纸的裹包及打捆等^[1]。目前, 彩珠筒的生产机械自动化水平较低。彩珠筒的包装主要是人工方式, 其工作效率较

低, 劳动强度较大, 且工作人员在恶劣的环境下作业, 存在较大的安全隐患。因此, 如何实现彩珠筒生产机械化和自动化成为研究热点。

气动技术即气压传动与控制技术, 是当前机械设备中发展速度最快的技术之一。它具有结构简单、成本低、维护简便等优点, 被广泛应用于汽车、机床、包装机械、食品机械、印刷机械中^[2]。

针对目前市场上彩珠筒的包装工艺不能实现全自动流水线生产, 且其生产过程中安全性低等问

收稿日期: 2016-05-06

基金项目: 湖南省自然科学基金资助项目(14JJ5023)

作者简介: 吴吉平(1968-), 男, 湖南安化人, 湖南工业大学副教授, 主要研究方向为机电控制, 包装机械设计,

E-mail: wjp0918@163.com

题, 本文设计了一种全自动的彩珠筒包装机控制系统, 采用气动系统与 PLC (programmable logic controller) 相结合的控制技术对包装机的工作过程进行控制^[3]。该控制系统通过彩珠筒的全自动送料、压紧、供纸、输纸、包装、卸料等一体化动作, 准确定位彩珠筒, 实现了彩珠筒包装的自动化, 并保证了包装过程的安全性, 大大减少了人工服务, 提高了生产效率, 降低了生产成本。

1 控制系统设计

1.1 包装机工艺流程

该包装机是从传统工艺转为机械化、自动化的生产, 其工艺流程^[3]为: 送料→压紧→供纸→输纸→包装→卸料, 如图 1 所示。输纸包括输送包装纸和刷胶, 由输纸电机带动传送带与刷胶辊来完成。为实现上述工艺流程, 本文设计了包装机控制系统, 控制包装机完成送料、压紧、供纸、输纸、包装、卸料工作。控制系统配置了 4 个装有磁感式传感器的有杆气缸, 并且每个气缸的出气口、入气口均装有单向节流阀, 用来调节气体流量控制速度。

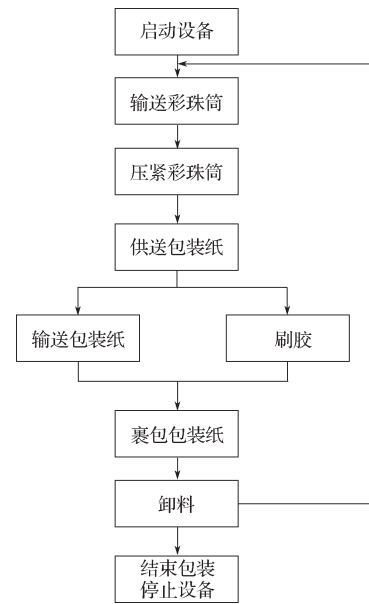


图 1 包装机工艺流程图

Fig. 1 Flowchart of packing machines

1.2 气动系统工作原理

自动包装机气动系统由 4 个部分组成, 即送料、压紧、供纸、卸料。气动系统原理图如图 2 所示。

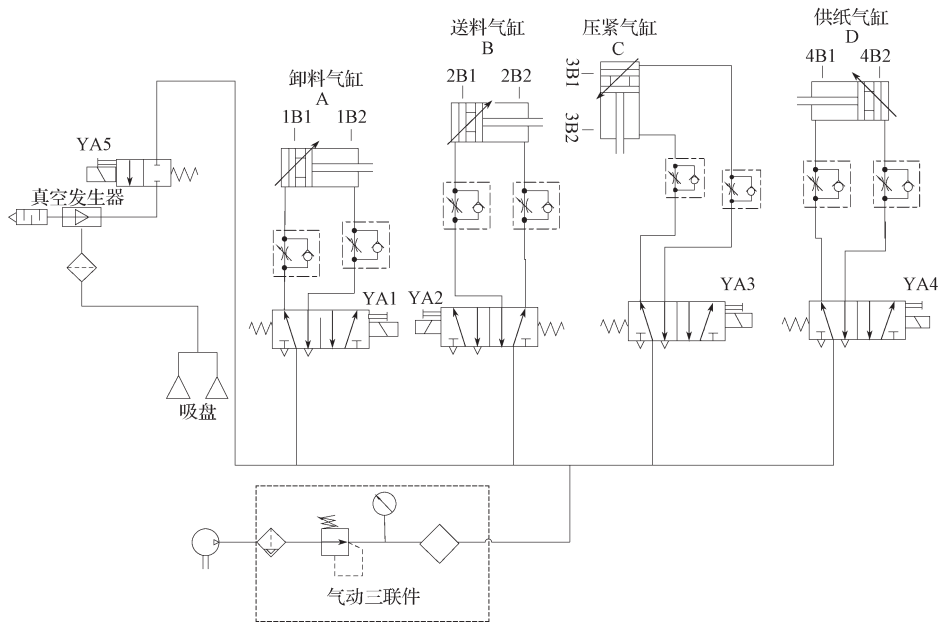


图 2 气动系统原理图

Fig. 2 Schematic diagram of the pneumatic system

图 2 中, 卸料、送料、压紧分别由有杆气缸 A, B, C, 以及 2 个单向节流阀和一个二位五通电磁阀进行控制; 供纸由有杆气缸 D 和 2 个单向节流阀, 以及一个二位五通电磁阀与一个二位二通电磁阀进行控制。气动系统各部分的工作流程如下。

1) 送料即将工件送至包装部位。送料气缸 B 活塞上的永久磁环检测气缸活塞位置, 控制电磁阀通

电, 从而来改变气缸的运动方向。二位五通电磁阀换向改变送料气缸 B 的移动方向。节流阀控制送料气缸 B 的移动速度。二位五通电磁阀 YA2 接电, 送料气缸 B 向右移动, 节流阀控制气缸速度, 使其运动至磁感应式传感器 2B2 位置, 传感器 2B2 发出信号。电磁阀 YA2 失电, 送料气缸向左运动, 运动至磁感应式传感器 2B1 位置, 传感器 2B1 发出供纸信号。

2) 供纸即将包装纸供送到输送部位。二位二通电磁阀 YA5 接电, 真空吸盘运作吸纸, 二位五通电磁阀 YA4 接电, 供纸气缸 D 向左运动, 节流阀控制气缸的移动速度, 当供纸气缸 D 运动至磁感应式传感器 4B1 位置, 传感器 4B1 发出信号。二位二通电磁阀 YA5 和二位五通电磁阀 YA4 失电, 吸盘停止运作, 供纸气缸 D 向右运动, 运动至磁感应式传感器 4B2 位置, 传感器 4B2 发出压紧信号。

3) 压紧即将包装纸盒工件压紧。二位五通电磁阀 YA3 得电, 压紧气缸 C 向下运动, 运动至磁感应式传感器 3B2 位置, 传感器 3B2 发出信号。控制包装电机开始运动并对工件进行包装, 同时, 控制器控制一定时间, 以保证包装完成后, 二位五通电磁阀 YA3 失电, 压紧气缸 C 向上运动, 运动至磁感应式传感器 3B1 位置, 发出卸料信号。

4) 卸料即将包装好的工件脱离包装部位。二位五通电磁阀 YA1 得电, 卸料气缸 A 向左运动, 运动至磁感应式传感器 1B1 位置, 传感器 1B1 发出信号。二位五通电磁阀 YA1 失电, 卸料气缸 A 迅速回到磁感应式传感器 1B2 位置, 发出送料信号。

5) 更换工件, 进入下一个循环。

6) 当按下停止按钮时, 系统需等到每个工序都完成后, 才能复位, 并停止工作。当按下急停按钮时, 系统会立刻停止工作。

2 包装机 PLC 控制系统设计

2.1 硬件配置和 I/O 表分配

根据包装机的实际输入 / 输出, 考虑包装机的性能要求和实际需要, 结合三菱 FX2N 系列 PLC 的特点^[4], 本文选用 FX2N 系列 FX3U-32MR 的 PLC, 其可以为工厂自动化生产提供很大的灵活性和较强控制能力。按照工艺流程和气动系统控制要求, 对 PLC 的 I/O 地址进行分配, 如表 1 所示。

表 1 I/O 地址分配表
Table 1 I/O address assignment

输入		输出	
动作	地址	动作	地址
启动按钮 S1	X0	卸料气缸 A YA1	Y0
停止按钮 S2	X1	送料气缸 B YA2	Y1
气缸 B 左工作位 2B1	X2	压紧气缸 C YA3	Y2
气缸 B 右工作位 2B2	X3	供纸气缸 D YA4	Y3
气缸 D 左工作位 4B1	X4	吸气 YA5	Y4
气缸 D 右工作位 4B2	X5	包装电机	Y5
气缸 C 上工作位 3B1	X6		
气缸 C 下工作位 3B2	X7		
气缸 A 左工作位 1B1	X10		
气缸 A 右工作位 1B2	X11		

由表 1 可以看出, 本文将启动、停止、气动回路的各磁性开关作为输入信号, 将气动系统的各电磁阀、包装电机作为输出信号。PLC 控制系统按照包装机的工序流程进行相关动作。

2.2 控制系统顺序功能图

顺序功能图又叫做状态转移图, 它是描述控制系统的控制过程、功能和特性的一种图形, 其思想是将控制设备的一个周期划分为若干个工作步, 并且明确表示每一步要执行的输出以及步与步之间的转换。根据自动包装机的工作动作要求^[5], 该自动包装机的顺序功能图如图 3 所示。

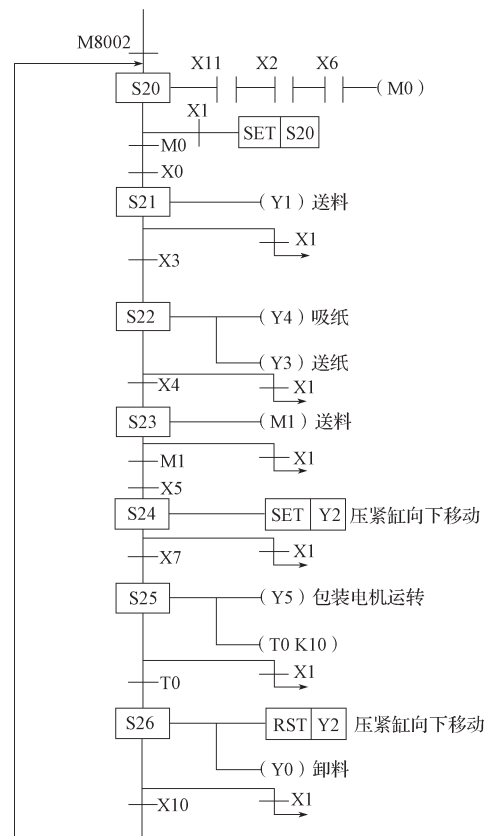


图 3 顺序功能图

Fig. 3 Sequential function chart

2.3 系统控制流程图

PLC 具有丰富的编程指令、良好的软件设计环境, 可采用梯形图 (ladder diagram, LD)、顺序功能图 (sequeneal function chart, SFC) 和指令表 (intermediate language, IL) 等基本的编程语言^[6-7]。本文采用顺序功能图编程, 编程软件为 FXGP。先利用计算机进行编程和调试, 调试成功后, 通过接口电缆将控制程序下载到 PLC 中。

根据控制系统的顺序功能图, 设计了包装机的控制流程图, 如图 4 所示。由图 4 可以看出, 该工作过程和包装工序表达清楚, 转移条件明确。

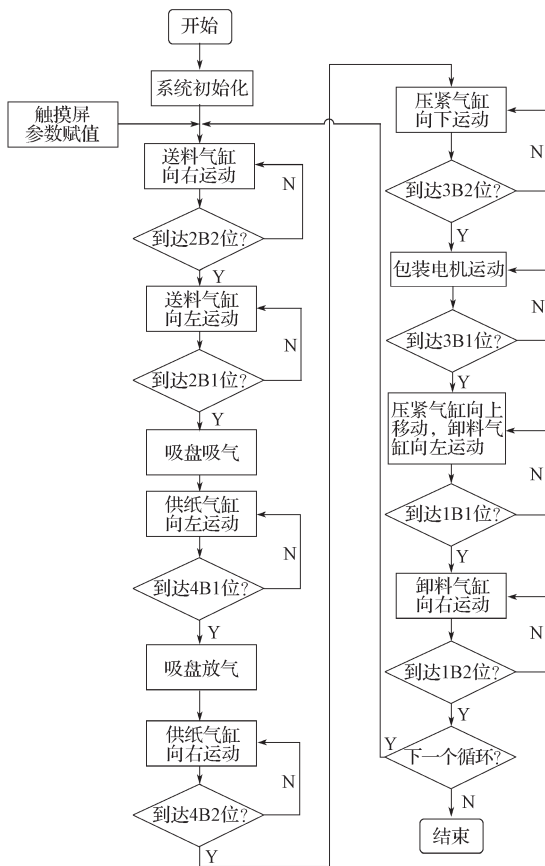


图4 PLC程序控制流程图

Fig. 4 PLC procedure control flow chart

3 结语

本文根据彩珠筒烟花外包装机各个工艺先后动作的顺序,设计与研制了“PLC-传感器-气动元件”组成的典型气-电一体化控制系统^[6],即彩珠筒包装机控制系统。自动装配机的控制器为FX3U-32MR的PLC。该系统从根本上解决了人与烟花包装的分离,并且为实现烟花爆竹产品流水作业生产提供了依据和保障,把劳动力从密集型产业中释放出来,提高了安全性,为今后烟花爆竹生产过程中其他工艺流程的机械化提供了一定的基础。

参考文献:

- [1] 胡威林, 吴吉平, 孙晓, 等. 全自动彩珠筒外装潢纸裹包机的设计[J]. 包装学报, 2015, 7(3): 36-39.
HU Weilin, WU Jiping, SUN Xiao, et al. The Design of Color Bead Tube External Decoration Paper Wrapping Machine[J]. Packaging Journal, 2015, 7(3): 36-39.
- [2] 赵彤. 气动技术在高端装备业中的展望[J]. 液压与气动, 2014(6): 75-82.
ZHAO Tong. Prospect of Pneumatic Technology in Top Equipment Fields[J]. Chinese Hydraulics & Pneumatics, 2014(6): 75-82.
- [3] 邱丽萍. 在包装自动机中应用气动技术的优势[J]. 轻工机械, 2003(3): 30-32.
QIU Liping. Superiority of Pneumatic Technology Applications in Packaging Auto-Machines[J]. Light Industry Machinery, 2003(3): 30-32.
- [4] 刘艳梅, 陈震, 李一波, 等. 三菱PLC基础与系统设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 2009: 50-76.
LIU Yanmei, CHEN Zhen, LI Yibo, et al. Mitsubishi PLC Base and Its System Design[M]. Beijing: China Machine Press, 2009: 50-76.
- [5] 宋黎明. PLC控制程序的设计技巧[J]. 重庆科技学院学报(自然科学版), 2008, 10(5): 96-97.
SONG Liming. The Design Technique of PLC Controlling Program[J]. Journal of Chongqing University of Science and Technology(Natural Sciences Edition), 2008, 10(5): 96-97.
- [6] 范金玲. 基于PLC的气动机械手控制系统设计[J]. 液压与气动, 2010(7): 36-38.
FAN Jinling. Control System Design of the Pneumatic Manipulator Based on PLC[J]. Chinese Hydraulics & Pneumatics, 2010(7): 36-38.
- [7] 聂辉. PLC梯形图输出元件网络设计法探讨[J]. 湖南工业大学学报, 2014, 28(3): 47-51.
NIE Hui. The Output Element Network Design Method for PLC Ladder Diagram[J]. Journal of Hunan University of Technology, 2014, 28(3): 47-51.

(责任编辑: 邓彬)