

结构设计制造

筒子纱包装自动整列系统的设计与实现

郭政良, 马思乐, 陈纪暘, 栾义忠
(山东大学, 济南 250061)

摘要: **目的** 筒子纱的自动化包装是提高纺织自动化程度的重要手段, 其中筒子纱的自动整列装袋是将筒子纱从离散到整包的关键, 为了实现筒子纱的自动整列装袋, 提出并设计一套筒子纱自动整列系统。**方法** 在控制方面, 以西门子 S7-1200 系列 PLC 为控制核心, 分析功能实现的顺序流程, 采用 TIA portal v14 软件进行程序编写; 在机械设计方面, 根据工艺要求, 设计一种带有吊臂的新型筒纱自动整列装置。**结果** 该系统能够在横、纵、竖等 3 个方向协同工作, 并对筒子纱进行自动化整列, 且具有一定的缓存功能。**结论** 该系统适用于大部分的筒纱自动包装生产线, 可大幅提高筒子纱包装效率。

关键词: 筒子纱; 整列装袋; PLC; 悬挂吊臂

中图分类号: TB486⁺.2 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2019)11-0137-05

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.11.020

Design and Implementation of an Automatic Array System for Cheese Packaging

GUO Zheng-liang, MA Si-le, CHEN Ji-yang, LUAN Yi-zhong

(Shandong University, Jinan 250061, China)

ABSTRACT: Automated packaging for cheese is important to improve the degree of textile automation. Automatic array of cheese is the key for making the cheese yarn from single to full package. The paper aims to propose and design an automatic array system for sleeve cheese to achieve automatic array and packaging of cheese. In terms of control, the Siemens S7-1200PLC was used as the controller core to analyze the sequence produces for realizing functions and the TIA portal v14 software was used for programming. In terms of mechanical structure, a new automatic cheese array device with a hanging pusher was designed according to process requirement. The system could work together horizontally, longitudinally and vertically. It could have automatic array of cheese and had certain cache. This system is suitable for most automatic cheese packaging production lines. It can greatly improve work efficiency.

KEY WORDS: cheese; array and bagging; PLC; hanging pusher

在纺纱企业内, 经过染色等工序处理后的纱线, 再由络筒机络成筒子纱进行包装。筒子纱形状以圆锥型为主, 其直径一般在 120~260 mm 之间, 大小两端直径一般差 10 mm 左右, 缠绕的管筒高度两端均略高于纱线^[1-2]。长久以来, 筒子纱的包装过程都是人工逐个对筒子纱进行打包装袋, 用工量大, 属于重

复性劳动, 成为急需解决的问题^[3-5]。目前, 国内纺纱企业劳动力短缺现象严重, 包装自动化水平低, 又正值国家新旧动能转换试验期, 在倡导产业结构升级的大形势下, 大力推行筒子纱自动化包装, 提高筒子纱包装效率, 大量节省企业在简单重复劳动方面的用工势在必行^[6]。

收稿日期: 2019-01-12

作者简介: 郭政良 (1994—), 男, 山东大学硕士生, 主攻检测技术与自动化装置。

通信作者: 马思乐 (1965—), 男, 山东大学教授、博导, 主要研究方向为生产过程自动化、空基无人机自动信息采集与处理。

现如今,广泛使用的筒子纱的包装方式主要有编织袋包装、纸箱包装和塑膜包装等3种^[7]。其中,编织袋包装因成本低、可反复使用、透气良好、方便长途运输等诸多优势,受到大多数纺纱企业的青睐^[8]。当前国内已经有部分企业正在进行筒子纱自动包装系统的设计与开发,从最开始的完全由人工对筒子纱进行包装,到现在已经发展为半自动化的包装,其中大部分包装生产线仍采取人工撑套袋以及半自动化的整列装袋形式^[9],对整体的筒子纱包装的效率以及自动化程度存在极大的影响。

文中设计并介绍一种应用于筒子纱编织袋全自动包装生产线的新型整列系统,实现编织袋的自动撑袋和固定,以及单个筒子纱按照不同数量的包装形式,由多个驱动装置在不同方向上协同工作,将整列成排的筒子纱依次装入编织袋的功能。以提高筒子纱装袋效率与动作稳定性,从根本上解决筒子纱装袋人工成本高、效率低下以及用工短缺的问题。

1 机械结构与工作原理

1.1 工艺要求

在整个筒子纱自动包装工艺流程当中,为保留纱线内预定的含水量,需要对单个筒子纱进行塑膜包装,且为便于提高包装空间利用率及紧密程度,包装时筒子纱按照相邻的大小头方向相反的方式放入编织袋,因此还需进行大小头检测并翻转调整^[10-11]。文中以圆锥型筒子纱为例,描述塑膜包装后的筒子纱按照自身尺寸与装袋要求,进行3×4或4×6等包装形式的整列装袋,见图1。

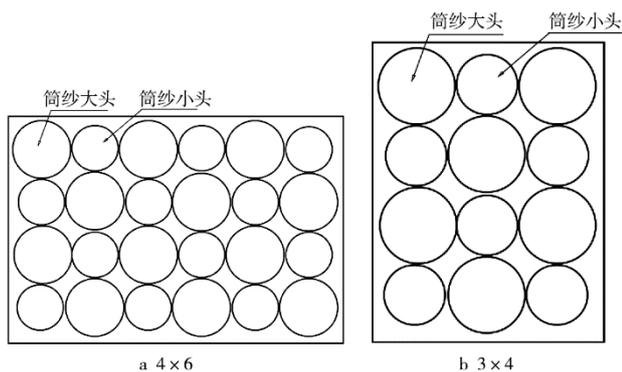


图1 包装形式示意
Fig.1 Packaging form

1.2 机械结构设计

设计的筒子纱包装新型整列系统机械结构见图2,主要分为两大部分:整列机构与编织袋撑袋机构。其中动力模块采用气动方式实现,包含检测装置(光电传感器、限位传感器)与执行装置(减压阀、电磁阀、气缸)两部分^[12-14],具体动作如下所述。

1) 编织袋撑袋机构处,由送袋机构将编织袋送至撑袋处,送袋机构限位传感器检测判断上袋成功后,撑袋气缸动作将编织袋袋口撑开,压袋板落下,起到固定编织袋口及便于推袋的作用。

2) 整列机构处,单个筒子纱通过输送带输送至待缓存区域,光电传感器检测到筒子纱到达指定位置,再由单纱推进气缸将其推至整列缓存区。缓存区内的筒子纱数量上限由编织袋尺寸及设定要求确定,可在控制系统人机界面上更改。当筒子纱数量到达预设值时,输送带动作停止,吊臂落下并拨动成排筒子纱至待装袋区,完成动作后上移并回位。同时,整排推袋气缸动作将整列后成排筒子纱推入编织袋,并根据袋内筒纱数量,由控制器及限位器确定气缸动作距离。

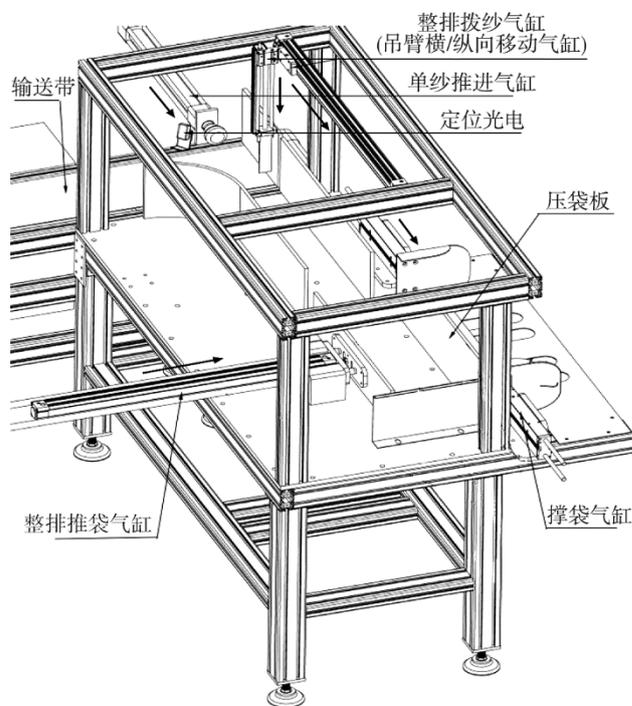


图2 新型整列系统机械结构
Fig.2 Mechanical structure of new array system

1.3 优势分析

设计的筒子纱自动包装整列系统与传统人工包装及其他整列装置相比,有以下优势。

1) 经实际测试,该系统每小时最多可将1200个筒子纱整列装袋,单时段效率可抵5~6名工人同时工作,且该系统发热低、耗能少,可24h不间断工作。

2) 该系统的机械结构设计不仅局限于水平方向动作,而且在竖直空间上设计了气缸与拨纱板结合的悬挂吊臂移动装置,可与水平气缸同时工作。该设计不仅提高了空间利用率,而且使水平竖直动作互不干扰,显著提高包装效率。

3) 该系统的适应性强,适用于市场上绝大多数

的筒子纱自动包装生产线,且与其他自动包装机器及机械装置能够进行良好的对接。

2 控制系统设计

2.1 系统程序流程

整列系统采用 PLC 控制,既可以完成对整体动作流程的控制,也便于根据各个厂家对编织袋包装形式的不同要求进行更改^[15]。系统动作由气缸以及限位传感器共同完成,共包含 7 个气缸 6 套动作体系,为保证各气缸在工作过程中的顺序正确且动作之间不产生干扰错误,设计使用行程限位传感器对动作流程以及气缸位置进行检测,并由 PLC 对得到的检测信息进行计数累加,以此判断输送带是否送纱、单纱推进气缸是否推纱、吊臂是否进行拨纱等一系列动作。

控制系统结构见图 3。以 4×6 共 24 个筒子纱的装袋形式进行流程顺序说明,具体顺序动作见图 4。

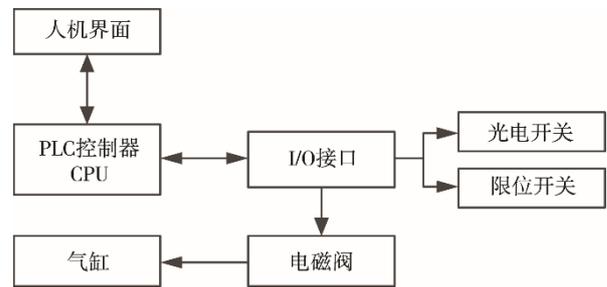


图 3 控制系统结构
Fig.3 Structure of control system

2.2 输入输出 (I/O) 配置

整列系统整体程序中涉及使用的输入输出点配置见表 1。

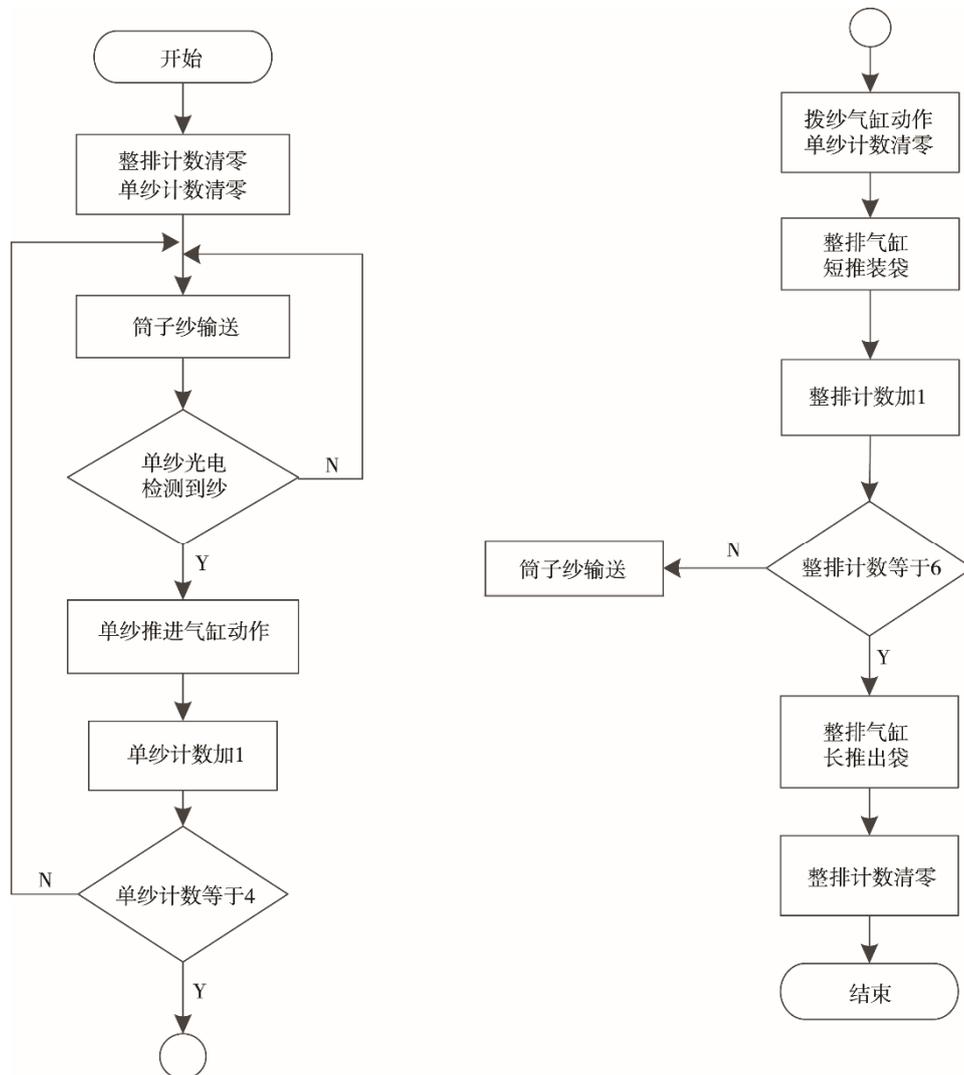


图 4 新型整列系统动作流程
Fig.4 Action flow of new array system

表1 输入输出配置
Tab.1 I/O allocation

序号	地址	定义	序号	地址	定义
1	I0.0	系统启动	14	I1.5	撑袋气缸收缩限位
2	I0.1	系统停止	15	I1.6	撑袋气缸撑开限位
3	I0.2	紧急制动	16	I1.7	压袋气缸下压限位
4	I0.3	单纱定位光电	17	I2.0	压袋气缸升起限位
5	I0.4	单纱推进气缸前行程限位	18	Q0.0	系统运行指示灯
6	I0.5	单纱推进气缸前行程限位	19	Q0.1	系统停止指示灯
7	I0.6	拨纱气缸纵向上行程限位	20	Q0.2	单纱推进气缸电磁阀
8	I0.7	拨纱气缸纵向下行程限位	21	Q0.3	拨纱气缸(纵向)电磁阀
9	I1.0	拨纱气缸横向前行程限位	22	Q0.4	拨纱气缸(横向)电磁阀
10	I1.1	拨纱气缸横向后行程限位	23	Q0.5	整排推袋气缸电磁阀
11	I1.2	整排推袋气缸前行程限位(短推)	24	Q0.6	撑袋气缸电磁阀
12	I1.3	整排推袋气缸前行程限位(长推)	25	Q0.7	压袋气缸电磁阀
13	I1.4	整排推袋气缸后行程限位			

3 结语

为了提升筒纱包装效率,根据筒纱包装线的工艺要求,创新设计了新型的筒子纱整列系统。该系统通过对机械结构的创新设计及控制流程的完善,实现了多方向多机构同时动作,能进行整列、自动调整纱距等功能。该系统控制软件使用的是西门子的 TIA Portal 编程,满足筒子纱整列的工艺要求。经过测试以及预使用,当前整个系统已在泰安康平纳机械有限公司正式投入使用。

该系统的部分气动装置(气缸、电磁阀、限位传感器等)也可用电动装置(电机、减速机、机械行程开关)等代替,因整列系统未实际涉及电机的使用,故在此提出理论性方案,不作详细描述。

参考文献:

- [1] 李瑞琴, 楚淑芳, 李清. 筒子纱自动装袋系统结构与仿真[J]. 包装工程, 2017, 38(9): 157—161.
LI Rui-qin, CHU Shu-fang, LI Qing. Structure Design and Simulation of Cheese Automatic Bagging System[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(9): 157—161.
- [2] 郑军, 马崇启, 吕汉明. 分布式筒子纱自动收集与输送系统开发[J]. 棉纺织技术, 2015, 43(3): 10—14.
ZHENG Jun, MA Chong-qi, LYU Han-ming. Development of Distributed Cheese Automatic Collection and Transportation System[J]. Cotton Textile Technology, 2015, 43(3): 10—14.
- [3] 杨江利. 纺纱厂生产线末端自动化包装解决方案的研究与设计[D]. 济南: 山东大学, 2016.
YANG Jiang-li. Research and Design of the End of Line Automatic Packaging Solutions for Spinning Mills[D]. Jinan: Shandong University, 2016.
- [4] 周鹏飞, 吕汉明, 谢楠, 等. 筒子纱编织袋包装与码垛控制系统的开发[J]. 棉纺织技术, 2018, 46(5): 27—32.
ZHOU Peng-fei, LYU Han-ming, XIE Nan, et al. Development of Control System for Cheese Packaging with Woven Bag and Palletizing[J]. Cotton Textile Technology, 2018, 46(5): 27—32.
- [5] 刘志华. 纺织企业织机控制管理系统的设计与实现[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2014.
LIU Zhi-hua. Design and Implementation of Loom Control Management System of Textile Enterprise[D]. Qingdao: Ocean University of China, 2014.
- [6] 戴宏民, 戴佩燕, 周均. 中国包装机械发展的成就及问题[J]. 包装学报, 2012, 4(1): 61—65.
DAI Hong-min, DAI Pei-yan, ZHOU Jun. Achievements and Problems in China's Packaging Machinery Developments[J]. Packaging Journal, 2012, 4(1): 61—65.
- [7] 张文丽. 基于自动配重的筒子纱包装系统的研究与设计[D]. 武汉: 武汉纺织大学, 2017.
ZHANG Wen-li. Research and Design of Cheese Packaging System Based on Automatic Counterweight[D]. Wuhan: Wuhan Textile University, 2017.
- [8] 管彦诏. 筒子纱智能生产物流及编织袋包装系统的研究与设计[D]. 济南: 山东大学, 2017.
GUAN Yan-zhao. Research and Design of Cheese Intelligent Production Logistics and Woven Bags Packaging System[D]. Jinan: Shandong University, 2017.
- [9] 李彦洲. 基于 PLC 全自动药品包装机系统设计[J]. 科技资讯, 2016, 14(20): 63—64.
LI Yan-zhou. Design of PLC-based Automatic Medicine Packaging Machine System[J]. Science & Technology Information, 2016, 14(20): 63—64.

- [10] 杨伟. 筒子纱自动包装系统设计方案分析[J]. 工业设计, 2015(11): 136.
YANG Wei. Analysis of Design Scheme for Automatic Packaging System for Cheese[J]. Industrial Design, 2015(11): 136.
- [11] 谢楠, 吕汉明, 马崇启, 等. 分布式筒子纱包装与码垛控制系统开发[J]. 棉纺织技术, 2016, 44(11): 65—68.
XIE Nan, LYU Han-ming, MA Chong-qi, et al. Control System Development of Packaging and Stacking for Distributed Cheese[J]. Cotton Textile Technology, 2016, 44(11): 65—68.
- [12] 李翔. 基于 DSP 的网络化直流无刷电机控制系统[D]. 天津: 天津工业大学, 2008.
LI Xiang. Networked DC Brushless Motor Control System Based on DSP[D]. Tianjin: Tianjin Polytechnic University, 2008.
- [13] ALGHAMDI Y A, PENG Z, SHAH K, et al. A correlation for Predicting Solids Holdup in the Dilute Pneumatic Conveying Flow Regime of Circulating and Interconnected Fluidised Beds[J]. Powder Technology, 2016, 297: 357—366.
- [14] 王金晨. 筒子纱自动包装系统的设计与研究[D]. 济南: 山东大学, 2013.
WANG Jin-chen. Design and Research of Cheese Automatic Packaging System[D]. Jinan: Shandong University, 2013.
- [15] 王军, 周东健. 圆锥形筒子纱自动包装生产线的设计[J]. 纺织器材, 2016, 43(3): 49—52.
WANG Jun, ZHOU Dong-jian. The Design of Automatic Packaging Production Line for Cone Cheese[J]. Textile Accessories, 2016, 43(3): 49—52.