

[制造·使用·改进]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2022.06.013

基于 PLC 的自动整形封箱机设计

张锐,汪志锋*,徐洁

(上海第二工业大学 智能制造与控制工程学院,上海 201209)

摘要:针对钢瓶生产企业使用传统封箱机对钢瓶进行封箱包装过程中包装所用的瓦楞纸箱出现变形的情况,课题组设计了一种带有纸箱整形功能的封箱机。该设备主要由前推机构、上方合盖机构、上方喷胶机构、上方封盖机构和纸箱整形机构等组成。课题组基于基恩士 PLC 和光电传感器设计了该设备的控制系统。该封箱机可以对封箱过程中发生形变的纸箱进行外形辅正,提高包装的质量;同时封箱机的前推机构利用光电传感器和横移、纵移气缸配合推送纸箱,避免箱体在输送过程中积聚于某一工位,保证了封盖过程的有序进行。

关键词:封箱机;纸箱整形;纸箱外形辅正;PLC

中图分类号:TB486;TH162

文献标志码:A

文章编号:1005-2895(2022)06-0076-06

Design of Automatic Shaping Sealing Machine Based on PLC

ZHANG Rui, WANG Zhifeng*, XU Jie

(School of Intelligent Manufacturing and Control Engineering, Shanghai Polytechnic University, Shanghai 201209, China)

Abstract: In view of the deformation of corrugated cartons used in the packaging of steel bottles by traditional packers, a packer with carton shaping function was designed. The equipment was mainly composed of push mechanism, upper cover mechanism, upper spray mechanism, upper capping mechanism and carton shaping mechanism. The control system of the equipment was designed based on Keyence PLC and photoelectric sensor. The sealing machine could correct the shape of the paper box deformed in the process of sealing and improve the quality of packaging. At the same time, the forward pushing mechanism of the box packer used photoelectric sensors and transverse and longitudinal cylinders to push the carton, so as to avoid the accumulation of the box in a certain station in the transportation process and ensure the orderliness of the sealing process.

Keywords: carton sealing machine; carton shaping; carton shape auxiliary correction; PLC (Programmable Logic Controller)

近年来,市场对非重复充装焊接钢瓶的需求逐年增加。自动化包装码垛生产线凭借其高效的包装码垛方式,在生产企业中应用也越来越普遍。自动封箱机作为自动化包装码垛生产线的重要组成部分,其在整线协作过程中运行的稳定性和可靠性成为保证整条生产线正常生产的关键因素^[1]。但在实际生产中发现传统设备容易出现2类问题:①由于纸箱规格难以做到均一,并且装有钢瓶的箱体在生产线上流转过程中箱体容易受到挤压,这些因素可能会造成封箱后的箱

体变形较大,甚至纸箱上盖边缘出现突出错位,无法达到包装质量标准,造成大量返工,浪费人力物力^[2];②由于传统的封盖机普遍采用传送带或传送链板的方式输送纸箱,纸箱的输送速度与封箱机内执行机构的执行节拍难以适配,一旦输送速度高于执行速度就容易形成纸箱聚集,造成设备故障^[3]。上述问题的出现主要是由于缺少封箱后的箱体整形,致使最后的包装效果随纸箱规格不同而差异性显著。赵汉雨等^[4]针对封箱设备控制系统提出了基于 PLC 对包装机进行控

收稿日期:2022-05-19;修回日期:2022-08-25

第一作者简介:张锐(1995),男,安徽安庆人,硕士研究生,主要研究方向为工业自动化。通信作者:汪志锋(1970),男,安徽安庆人,工学博士,教授,硕士研究生导师,主要研究方向为工业过程控制、过程监控与故障诊断。E-mail:zfwang@sspu.edu.cn

制;闵杰等^[5]针对箱体转送提出了一种自动夹箱方法。针对上述问题并结合其他学者的研究^[6-12],课题组提出一种用于钢瓶自动化包装码垛生产线的自动整形封箱装置。

1 总体方案设计

1.1 自动整形封盖机基本结构

自动整形封盖机主要由机架、前推机构、上方合盖机构、上方喷胶机构、上方封盖机构和纸箱整形机构组成,基本结构如图 1 所示。

1.2 工艺流程

纸箱上盖未封盖前位于封箱机的入口处,其前、

后、左、右 4 个折页均处于竖直打开状态。当纸箱进入封盖机后,在前推机构的推送下,依次在合盖工位上实现前、后折页的闭合,在喷胶工位上实现内箱盖表面的涂胶作业,在封盖工位上实现左、右折页的闭合,最后进入纸箱整形工位进行箱体外形规整。封箱及整形工艺流程如图 2 所示。

1.3 系统设计

整形封箱设备主要由机械系统、气动系统和控制系统 3 个系统组成。其中,控制系统主要是基于光电传感器实现对有无纸箱状态信号的采集输入。PLC 接收到输入信号后通过控制程序进行逻辑判断并输出相

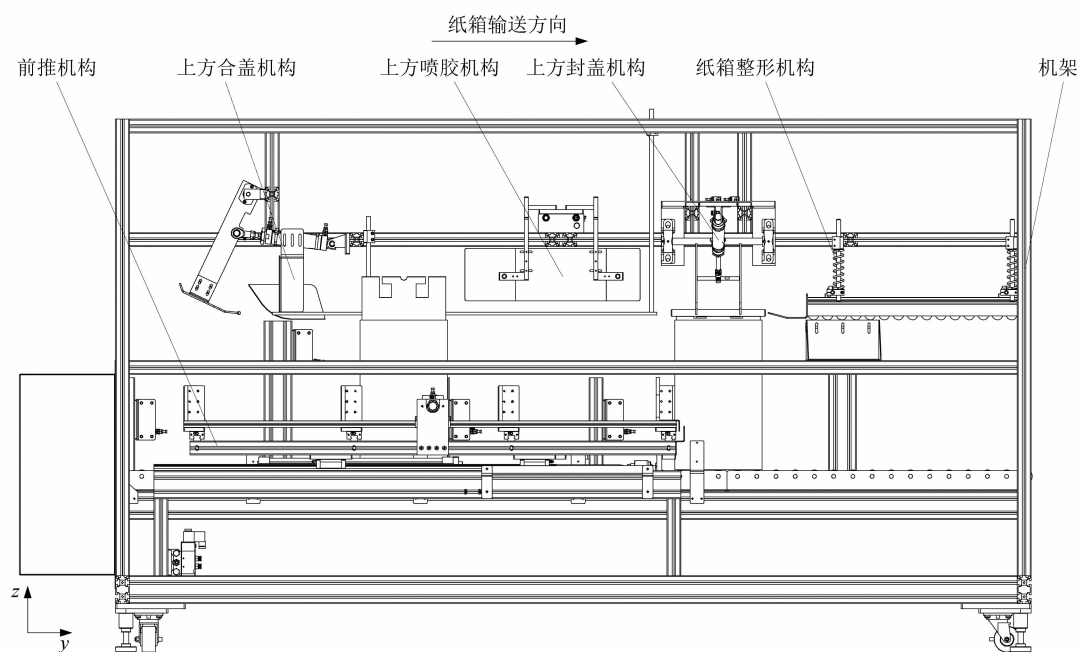


图 1 自动整形封箱机的结构

Figure 1 Structure of automatic shaping and sealing machine

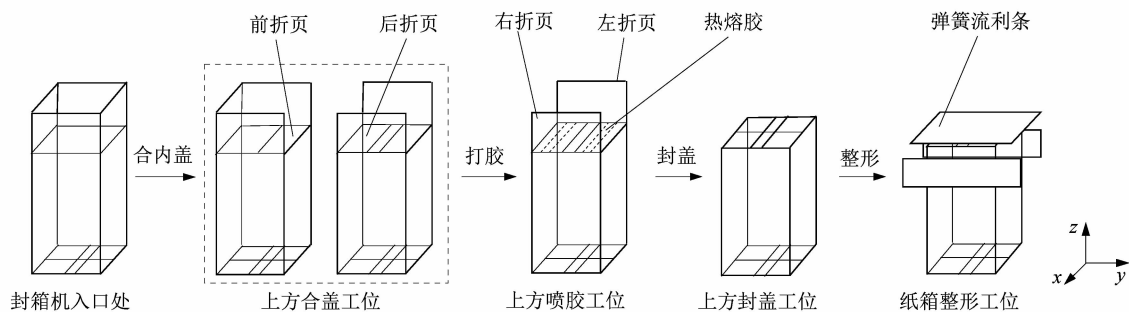


图 2 封箱及整形工艺流程

Figure 2 Process flow chart of sealing and shaping

应的控制信号给各功能单元。该设备的功能单元主要是由气动系统和机械系统复合构成的,这些功能单元分别对应着封盖机前推机构、上方合盖机构、上方喷胶机构和上方封盖机构,上述机构通过气缸进行驱动。而纸箱整形机构属于单一机械机构,主要由流利条和弹簧组成,纸箱进入整形工位,流利条在弹簧的压力下顶住纸箱侧壁和上表面达到以外力修正纸箱外形的目的。

机械系统、气动系统和控制系统协同作业实现封盖及整形的功能。具体的配合实现过程如下:当纸箱进入合盖工位,该工位上的光电传感器检测到纸箱并将信号输入 PLC,PLC 根据控制程序向上方合盖机构发出合盖指令实现内箱盖前、后折页闭合;上方合盖机构完成动作后发送信号给 PLC,PLC 收到信号后向前推机构发送动作指令,纸箱在前推机构的推送下进入

喷胶工位,该工位上传感器检测到纸箱流入反馈给 PLC,PLC 发送指令给喷胶机构实现箱盖表面的打胶作业;随后在前推机构推送下进入封盖工位,封盖工位上的光电开关感应到纸箱后向 PLC 发送信号,PLC 处理后给封盖机构发送指令,封盖机构将纸箱外箱盖闭合,最后前推机构推送纸箱进入整形工位,进一步对纸箱进行外形规整,确保封箱质量一致。

2 功能单元设计

2.1 前推机构设计

纸箱前推机构主要负责完成纸箱在封箱机内部的推送转移任务,实现纸箱在不同工位之间的流转。前推机构主要由推板、横移气缸、纵移气缸、滚筒线、止挡气缸和直线导轨等构成。其中,横移、纵移气缸和推板构成了一个运动机构,可以在 x 方向和 y 方向的导轨上实现滑移。前推机构的主要结构如图 3 所示。

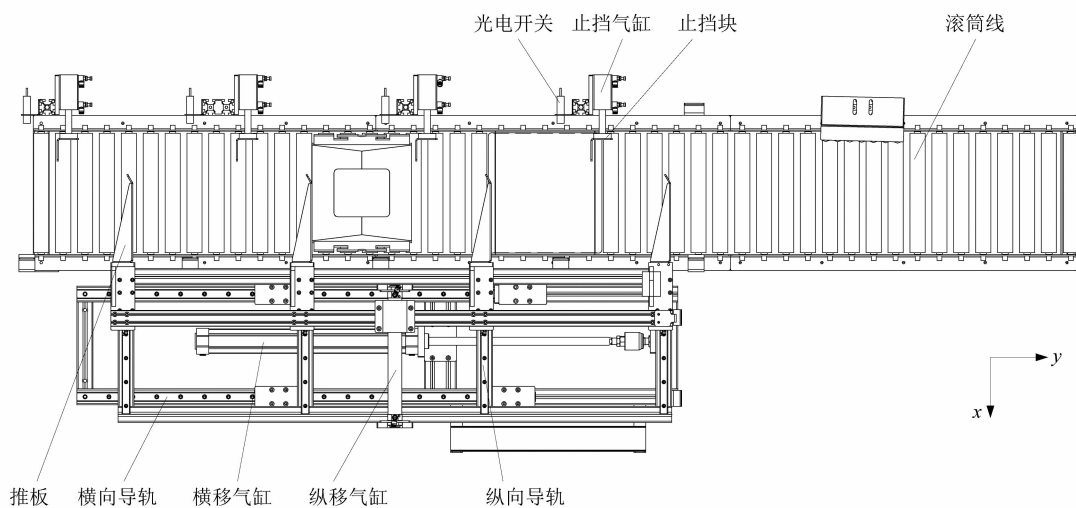


图 3 前推机构结构

Figure 3 Structure of push mechanism

当纸箱被物料输送带输送到封箱机入口处时,滚筒线侧边固定的光电传感器会感应到箱体,随即纸箱前推机构执行推箱动作。其中,横移气缸首先驱动运动机构整体沿导轨向 $-y$ 方向滑移,运动机构整体到达限位开关处停止;同时,纵移气缸沿导轨向 $-x$ 方向动作,到限位后停止,随即横移气缸往 y 方向动作,此时纵向气缸上固定的推板将推动纸箱进入下一工位。由于每一个工位上都装有一个光电传感器,当触发光电传感器被触发,滚筒线侧边止挡气缸就会伸出将纸

箱截停限位。纸箱前推机构随即退回原位继续执行前述规定流程动作,如此循环。通过纸箱前推机构对单个纸箱的推送可以有效避免纸箱无秩序密集的进入封箱机。

2.2 上方合盖机构设计

上方合盖机构主要实现对纸箱上盖的前、后折页进行闭合的功能,同时确保左、右折页处于打开状态。上方合盖机构主要包含后箱盖打块、前箱盖曲面挡板、保持杆和伸缩气缸等。上方合盖机构的主要结构如图

4 所示。当箱体通过前推机构的推送到达合盖工位后,滚筒线侧边的光电开关检测到箱体已到位,而在纸箱被推送的运动过程中,上方合盖机构中的前箱盖曲面挡块已经将前折页闭合,伸缩气缸在接收到 PLC 的运动指令后执行收缩气缸动作,带动后箱盖打块将箱盖后折页也闭合,然后两根保持杆压住刚刚闭合的前后折页确保前后折页始终处于闭合状态。

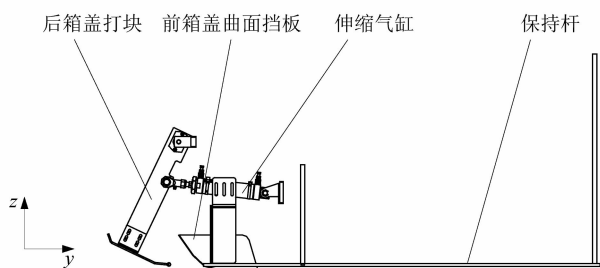


图 4 上方合盖机构结构

Figure 4 Structure of upper cover mechanism

2.3 上方喷胶机构设计

上方喷胶机构主要用来对纸箱上盖中已闭合的前后折页表面进行打胶。喷胶机构主要由胶枪保护罩、胶枪固定杆、限位传感器、圆柱导轨和往复气缸等组成。其中热熔胶枪是安装固定在胶枪固定杆上,随往复气缸一起在圆柱导轨上做往复运动,每次到达限位传感器处则停止。上方喷胶机构的结构如图 5 所示。纸箱在上方合盖机构工位完成纸箱前后折页闭合工序后被前推机构推送至喷胶工位。在喷胶工位上,往复气缸带动胶枪在纸箱上方进行往复运动,往复运动过程中胶枪在纸箱内折页上表面喷涂 4 条并行胶线。往复气缸的动作频次与滚筒线侧的传感器感应到纸箱的频次一致,即每进一个纸箱,往复气缸单方向动作一次。

2.4 上方封盖机构设计

上方封盖机构主要负责对已经喷涂过热熔胶液的纸箱进行左、右折页闭合的任务,通过控制两对称伸缩气缸动作带动外箱盖打杆放下合拢将箱盖左右折页闭合,实现纸箱上盖的完全闭合。上方封盖机构主要包含外箱盖打杆、伸缩气缸和固定支承座等,基本结构如图 6 所示。当纸箱在打胶工位完成打胶作业后,趁着内箱盖前后折页上的胶体尚未凝固,立即对其进行最终的封盖处理。箱体在被推送到封盖工位后触发滚筒

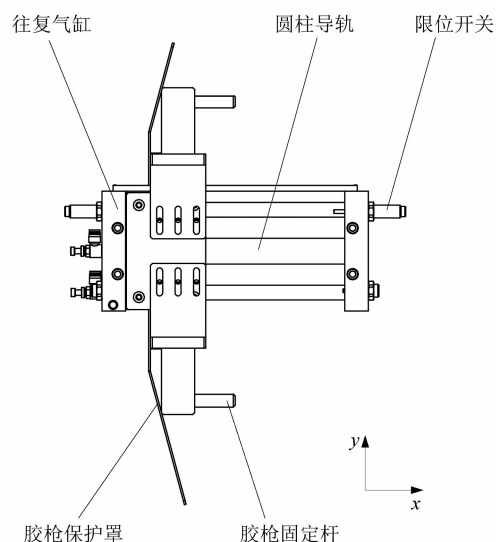


图 5 上方喷胶机构结构

Figure 5 Structure of upper glue spraying mechanism

线侧边的光电传感器,PLC 在接收到输入信号后随即发出封盖信号给上方封盖机构,对称的伸缩气缸伸出,推动外箱盖打杆压下,使纸箱的左右折页闭合,完成纸箱的最终封箱工序。但此时纸箱普遍会出现折页未对齐,甚至折页冒边等不符合包装标准的情况,所以在后续还有纸箱整形工序。

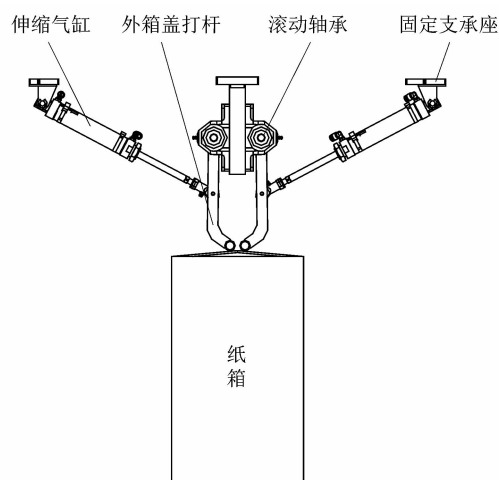


图 6 上方封盖机构结构

Figure 6 Structure of upper capping mechanism

2.5 纸箱整形机构设计

纸箱整形机构主要起到对已经完成打胶并封箱后的箱体的上箱盖表面压紧固定的作用,同时结合侧边的弹簧流利条对箱体外观进行一定的辅正。纸箱整形

机构与前述的几个功能单元不同,它属于单一的机械结构,在复杂的工况下具有较高的可靠性和实用性,主要由流利条、弹簧和固定连接杆等组成。纸箱整形机构的结构如图7所示。当箱体完成最终封箱作业后,内箱盖和外箱盖之间的热熔胶液体尚未冷却凝固,并且在封盖工位上内外箱盖之间并非紧密接触,之间的胶体也未充分匀开,如果不采取一定措施,可能会出现因为粘连不牢而折页打开的情况,因此这里需要借助一定的外力压实纸箱顶部箱盖。同时考虑到纸箱在推送过程中存在被推板挤压变形的情况,所以通过侧边弹簧加压流利条对纸箱整体进行整形辅正。至此该封盖机的所有工序才执行完毕。

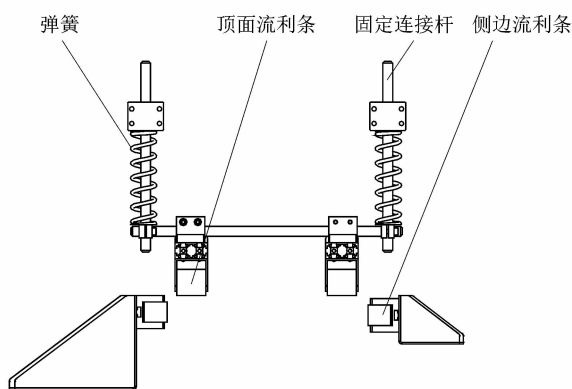


图7 纸箱整形机构结构

Figure 7 Structure of carton shaping mechanism

3 控制系统设计

3.1 控制系统硬件选择

自动整形封箱设备的控制系统的主控元件 PLC 为基恩士 KV-Nano 系列 KV-N24AR,有 14 点输入,10 点继电器输出。检测元件选用的是欧姆龙的 E3JK-RR11-C 光电传感器。

3.2 PLC 控制系统

PLC 接收来自传感器或者按钮的输入信号,然后在 PLC 中综合分析输出控制指令驱动电磁阀进而控制气动系统,或判断设备故障时触发声光报警器。PLC 系统控制框图如图8所示。

3.3 系统控制流程

自动整形封箱机的自动控制系统是基于设备上的光电传感器、气缸上的磁性开关等信号输入元件和各

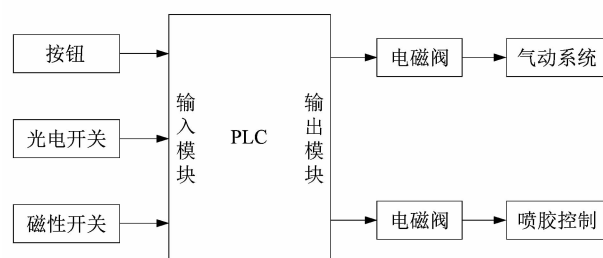


图8 PLC 控制系统框图

Figure 8 Block diagram of PLC control system

种电磁阀等动作元件所设计的,设计时考虑到实际生产环境下设备还需要进行调试和维修,所以引入了手动模式和自动模式进行设备控制,控制流程如图9所示。

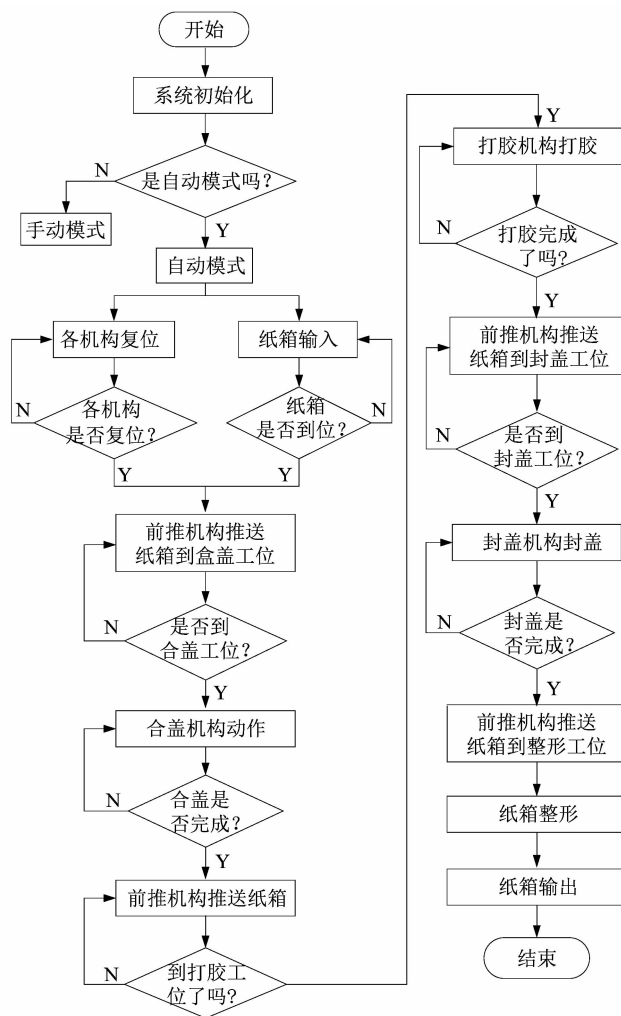


图9 控制流程图

Figure 9 Control flow chart

(下转第87页)