

[新设备·新材料·新方法]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2016.06.017

自动全方位纸箱折页封箱机的设计

闵杰¹, 王琪¹, 顾佳奇², 潘阳阳¹, 陈四杰³

- (1. 江苏科技大学 机械与动力工程学院, 江苏 张家港 215600;
2. 张家港德顺机械责任有限公司, 江苏 张家港 215600;
3. 江苏科技大学 张家港江苏科技大学产业技术研究院, 江苏 张家港 215600)

摘要:针对市场上纸箱包装需求量大,且对纸箱包装效果要求高的情况,为了减轻纸箱包装工的劳动强度,在现有包装生产线的基础上,设计了一种自动全方位纸箱折页封箱机。该设备由机架、折页机构、夹箱机构和毛刷机构等组成。利用光电感应技术,基于三菱PLC设计了该机的控制系统。该设备能自动适应各种尺寸规格的瓦楞纸箱,完成不同规格纸箱的封箱要求;同时,在光电感应的基础上,设计了自动夹箱机构,实现了有序封箱。该设备能扩大纸箱包装范围、提高包装质量、降低劳动强度。

关键词:封箱机;全方位;PLC控制;自适应性;光电感应技术

中图分类号:TP278 文献标志码:A 文章编号:1005-2895(2016)06-0077-04

Design of Automatic Full Positions Sealing Carton Machine

MIN Jie¹, WANG Qi¹, GU Jiaqi², PAN Yangyang¹, CHEN Sijie³

- (1. School of Mechanical and Power Engineering, Jiangsu University of Science and Technology, Zhangjiagang, Jiangsu 215600, China;
2. Deshun Machinery Co., Ltd., Zhangjiagang, Jiangsu 215600, China; 3. Zhangjiagang Industrial Technology Research Institute, Jiangsu University of Science and Technology, Zhangjiagang, Jiangsu 215600, China)

Abstract: Due to the large demands of carton packages and high standard, a full positions automatic sealing carton machine was designed to reduce the labor intensity of the carton packaging industry. It designed the overall structure of sealing machine including the rack, folding mechanism, clamping mechanism, brushing mechanism and so on. It was controlled by Mitsubishi PLC based on the optical sensor technology. It could adjust automatically to complete sealing requirements due to different sizes of cartons. On the base of optical sensor technology, the clamping mechanism made the cartons to be sealed orderly. The machine could expand the range of packing size, and improve packing quality, and also reduce the labor intensity.

Key words: sealing machine; full positions; programmable logic controller (PLC) control; adjustable; optical sensor technology

折页封箱机是一种自动将纸箱上箱页折下,并用胶带封住开口的包装设备。目前,市场上的封箱机普遍存在2个问题:一是只进行中封没有角边封或是中封和角边封由2套设备独立完成^[1];二是当纸箱输送速度快于折页封箱速度时,纸箱会过于密集地积聚在封箱机上,造成机器误操作,出现质量问题^[2]。西安工业大学的李美川在对连续式胶带封箱纸箱成型机的

设计与研究中提出了一种侧式成型工艺流程^[3];广东工业大学刘武等人在胶带自动封箱机的结构设计中设计了一种自动贴胶带的刀架装置^[4];控制方面,王立红提出的基于PLC对步进电机行程的控制^[5],再加上其他学者的研究^[6-10],PLC能够有效实现封箱机的自动化控制。因此,本文根据纸箱封箱要求,设计了一种基于PLC控制的自动全方位纸箱折页封箱机。

收稿日期:2016-06-03;修回日期:2016-07-15

基金项目:江苏省产业前瞻项目(BE2015196);张家港市科技支撑项目(ZKG1531)。

作者简介:闵杰(1992),男,江苏南通人,硕士研究生,主要研究方向为数控加工。通信作者:王琪(1962),男,江苏盐城人,工学博士,教授,研究生导师。E-mail:861346545@qq.com

1 总体方案设计

1.1 技术要求

技术要求:纸箱折页封箱的速度应达到 10 ~ 15 箱/min,最大封箱尺寸(宽×高):1 000 mm×500 mm。夹箱机构只有当纸箱输入速度大于封箱机折页封箱速度时才工作。

1.2 工艺流程分析

纸箱前后左右 4 个箱页的折合是有一定先后顺序的,以纸箱输送方向为前后方向,且靠近封箱机一侧为前,必须先折合前后小页,再折合左右大页,其工艺流程如图 1 所示。

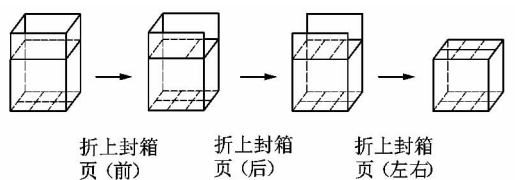


图 1 纸箱成型工艺流程

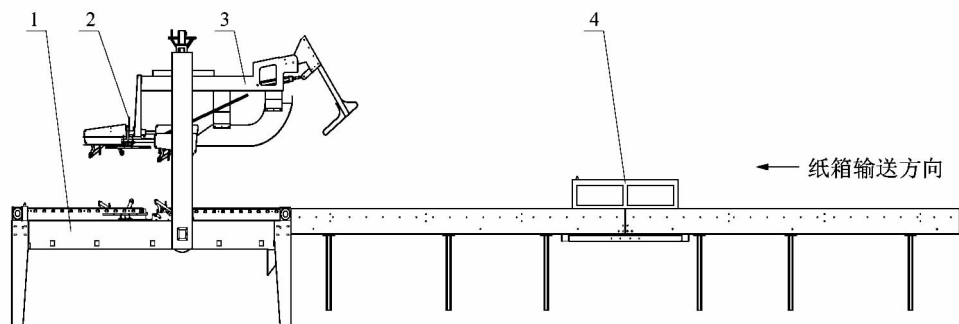
Figure 1 Carton forming process

1.3 基本结构

自动全方位纸箱折页封箱机的基本结构如图 2 所示。

1.4 系统方案设计

该设备由机架、折页机构、夹箱机构和毛刷机构等组成。通过 3 台三相异步电机驱动,分别带动 2 根齿状皮带和链条连接的动力托辊组;6 台气缸分别驱动夹箱机构、折页机构和毛刷机构。当纸箱上料速度小于折页封箱机的折页封箱速度时,夹箱机构不工作,纸箱由动力托辊直接输送至封箱机。进入封箱机,折页机构自动将纸箱各页折合。然后纸箱继续往前走,分布在各个方位的机芯将对折合的纸箱进行箱顶、箱底的中封以及四角边的角边封。角边封完成后,光电感应器检测到纸箱,毛刷机构动作,将角边的胶布贴实。纸箱离开封箱机,完成一个纸箱的折页封箱任务。但是,当纸箱上料速度大于折页封箱机的折页封箱速度时,夹箱机构工作,即光电感应器检测到纸箱经过夹箱机构时,夹箱架将纸箱夹住;当前一个纸箱完成折页封



1—机架;2—毛刷机构;3—折页机构;4—夹箱机构。

图 2 自动全方位纸箱折页封箱机结构图

Figure 2 Structure chart of automatic full positions sealing carton machine

箱离开封箱机时,装在封箱机出口的感应器检测到并将信号传递给控制中心,控制中心向夹箱机构发出松箱信号松开纸箱,纸箱进入封箱机,如此循环。这样有效避免了纸箱过于密集地通过封箱机。

2 各部分结构与功能

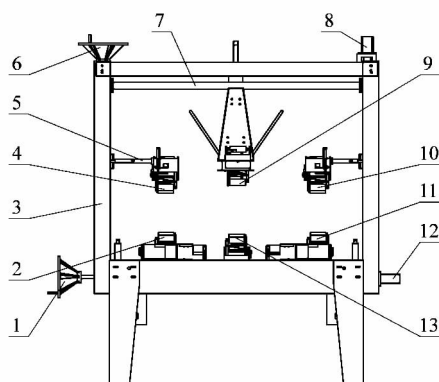
2.1 机架

机架是整个封箱机的基础,机架上安装有皮带输送装置,还有 4 个角边封机芯和一个箱底中封机芯。机架会根据尺寸扫描装置扫描得到的纸箱的宽和高,及时调整封箱机的封箱尺寸。

为了适应不同尺寸的纸箱,封箱机各个机构的距离需要及时调整。如图 3 所示,箱顶中封机芯 9 是装在折盖臂上的,而折盖臂通过横梁 7 安装在立柱 3 内

的滚珠丝杆上。同时,四角边封机芯上方的 2 个机芯(左上角边封机芯 4、右上角边封机芯 10),也都是对称安装在立柱 3 内的滚珠丝杆上。综上,调节封箱高度时,只需手动调节高度调节手柄 6 或由控制系统自动控制高度调节步进电机 8 正转或反转来使折盖机构和上方的 3 个机芯(4,9,10)同步整体上移或下移。

左下角边封机芯 2、右下角边封机芯 11 均对称安装在宽度方向的滚珠丝杠上,调节封箱宽度时,需手动调节宽度调节手柄 1 或由控制系统自动控制宽度调节步进电机 12 正转或反转来使这 2 个机芯靠近或远离。箱底中封机芯 13 固定安装在机架中心线上。上方的 2 个角边封机芯(4 和 10),它们宽度方向的距离通过在空心套 5 内滑动来调节。



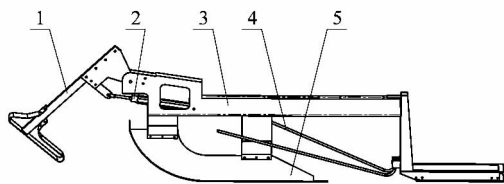
1—宽度调节手柄;2—左下角边封机芯;3—立柱;4—左上角边封机芯;5—空心套;6—高度调节手柄;7—横梁;8—高度调节步进电机;9—箱顶中封机芯;10—右上角边封机芯;11—右下角边封机芯;12—宽度调节步进电机;13—箱底中封机芯。

图3 折页封箱机图

Figure 3 Chart of folding sealing carton machine

2.2 自动折页机构

折页机构的主要组成如图4所示。在纸箱前页碰到后页打杆1前,打杆光电检测到有纸箱,打杆气缸2动作,将后页打杆1抬起,纸箱继续前进时前页碰到前页压板5,前页压板5将纸箱前页自然压下,当纸箱整体通过光电感应器时,折页机构的后页打杆1放下,同时将纸箱后页折下。纸箱继续前进,左右页将碰到一对斜向上安装的左右页压杆4,在压力的作用下,纸箱越前进,左右箱页越被压下,直到压平。至此,纸箱的折页动作完成。



1—后页打杆;2—打杆气缸;3—折盖臂;4—左右页压杆;5—前页压板。

图4 折页机构图

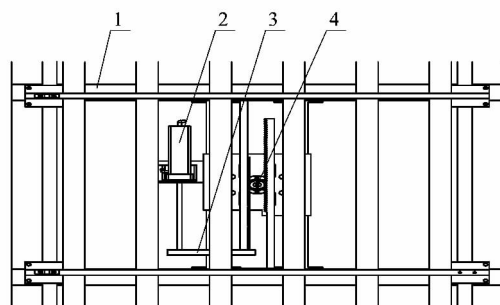
Figure 4 Structure chart of folding mechanism

2.3 夹箱机构

夹箱机构的组成如图5所示。从图中可看出,夹箱机构的动力源为夹箱气缸2,气缸的推杆通过连接块3与齿轮齿条机构4刚性连接,而2个齿条又分别连接在2个夹箱架1上,所以,气缸一旦动作就会带动2个夹箱架1靠近或远离,从而实现夹紧与放松。

2.4 毛刷机构

一共有4个毛刷机构,分别装在角边封的4个机

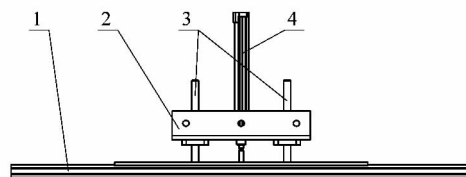


1—夹箱架;2—夹箱气缸;3—连接块;4—齿轮齿条机构。

图5 夹箱机构放大图

Figure 5 Enlarged drawing of clamping mechanism

芯一侧。毛刷机构的组成如图6所示。当纸箱通过角边封机芯后,4个棱边封贴了胶布,但胶布只粘了一半,还有一半悬空,纸箱输送至毛刷机构时,毛刷光电检测到动作信号,控制系统控制毛刷气缸4动作,左右两侧上下对称的毛刷分别相向运动,将悬空的胶布粘到纸箱上,动作完成后,气缸回程,毛刷回到初始位置,等待下一次动作信号。



1—毛刷;2—毛刷安装架;3—导柱;4—毛刷气缸。

图6 毛刷机构图

Figure 6 Structure chart of brushing mechanism

3 控制系统设计

3.1 控制系统硬件选择

选用三菱FX2N系列型号为FX2N-24MR-001的PLC,它有12点输入,8点继电器输出,使用交流电源。检测元件选择光电开关。

3.2 PLC输入输出表

根据设计需要,现将端口地址分配如表1所示。

表1 I/O地址分配表

Table 1 Assignment chart of I/O address

输入			输出		
符号	地址	名称	符号	地址	名称
SB ₁	X000	急停按钮	KM ₁	Y000	托辊电机
SB ₂	X001	启动按钮	KM ₂	Y001	皮带电机
SP ₁	X002	夹箱光电	1Y	Y002	夹紧电磁阀
SP ₂	X003	毛刷光电	2Y	Y003	打页电磁阀
SP ₃	X004	打杆光电	3Y	Y004	毛刷电磁阀

3.3 I/O 接线图

PLC 外部接线图如图 7 所示。

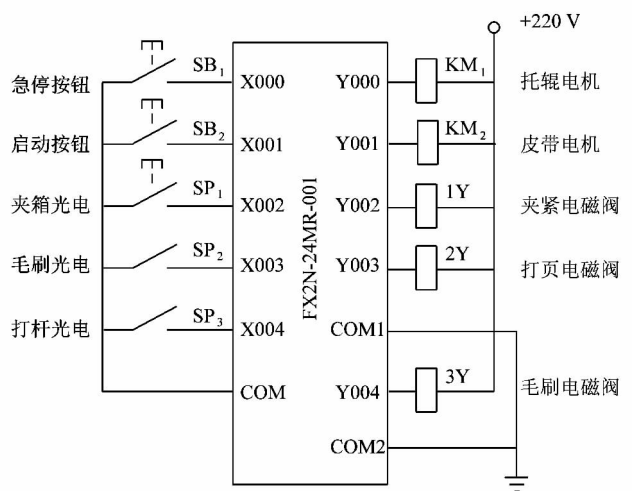


图 7 PLC 外部接线图

Figure 7 External wiring chart of PLC

3.4 控制系统梯形图

系统梯形图如图 8 所示。

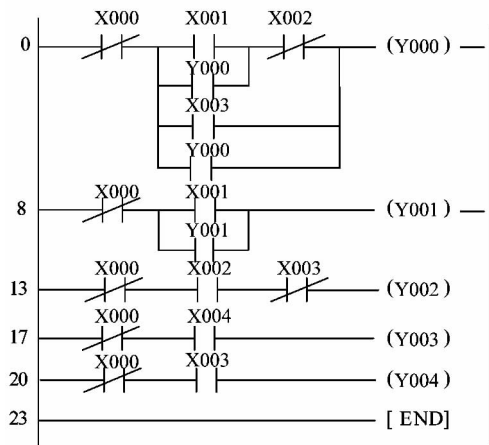


图 8 系统梯形图

Figure 8 System ladder chart

按下启动按钮, X001 闭合, Y000 得电自锁, 输送托辊运作, 纸箱开始输送;

同时 Y001 得电并自锁, 皮带输送运作; 纸箱输送至夹箱装置, X002 长闭触点断开, Y000 失电, 输送托辊停止运作, 同时, X002 长开触点闭合, Y002 得电, 夹

箱气缸动作, 夹紧纸箱;

前一个纸箱折页完成后, 到达毛刷机构处, 毛刷光电 X003 得电, 则 Y000 得电, 输送托辊回复运作, 同时, Y002 失电, 夹箱气缸回程, 放开纸箱;

纸箱继续前进至封箱机前的打杆光电, X004 得电, Y003 得电, 打页气缸抬起, 当纸箱完全通过光电感应器时, X004 失电, 打页气缸回程, 将纸箱后页打下。

纸箱折页完成后, 进入毛刷机构, 毛刷光电 X003 得电, Y004 得电, 毛刷气缸动作, 将悬空的胶布贴实。同时, Y000 得电, 夹紧的纸箱被松开, 如此循环。

4 结语

本系统既能作为单机独立使用, 也能和其他包装设备配套使用, 形成自动化包装流水线。通过 PLC 自动控制各工位的动作, 实现了自动化, 大大降低了劳动强度。巧妙的结构设计, 不仅达到了预期的封箱效果, 同时也解决了纸箱过于密集地通过封箱机的问题, 实现了有序封箱。无论是机械结构, 还是控制程序, 都可根据实际生产情况, 进行及时地调整, 有很强的适应性。

参考文献:

- [1] 天津惠坤诺信包装设备有限公司. 双立柱高速自动折页封箱机: CN205113764U[P]. 2016-03-30.
- [2] 苏州雪诺机械制造有限公司. 一种胶带封箱机: CN203268337U[P]. 2013-11-06.
- [3] 李美川. 连续式胶带封箱纸箱成型机的设计与研究[D]. 西安: 西安工业大学, 2014: 6-14.
- [4] 刘武, 李克天. 胶带自动封箱机的结构设计[J]. 轻工机械, 2001, 19(1): 18-20.
- [5] 王立红. 基于 PLC 的步进电机行程控制[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2008(11): 44-46.
- [6] Anonymous. Mitsubishi adapts its FX3 range of PLCs[J]. Professional engineering, 2009, 229: 43-45.
- [7] 张有良, 彭英民, 苟向民. 全自动高速纸箱包装机的设计及电气控制[J]. 包装与食品机械, 2007, 25(6): 44-47.
- [8] ALPHONSUS E R, ABDULLAH M O. A review on the applications of programmable logic controllers (PLCs) [J]. Renewable and sustainable energy reviews, 2016, 60: 1185-1205.
- [9] 吴爱萍. PLC 控制的设计技巧[J]. 工业控制计算机, 2003, 16(2): 61-62.
- [10] 李坤, 田树林, 胡森, 等. 基于 HAZOP 的条烟装封箱机控制系统的研究与改进[J]. 包装与食品机械, 2015, 33(1): 36-39.