

基于红外感应识别的多工位纸箱包装机设计

刘晏宇, 史颖涵, 黄豪中, 陈雅娟, 庞秋杏, 孙颖, 龙华林
(广西大学, 南宁 530004)

摘要: **目的** 为了满足实际生产对多功能集成化的纸箱包装机械的需要, 基于红外感应装置设计一种去流水线化的纸箱包装机。**方法** 从一体机式纸箱包装机基本机构的特征信息入手, 将机械系统分为红外感应装置、箱坯成型装置、推送装置与合箱成箱装置等部分。红外感应识别技术以单片机为核心, 利用红外光波作为载波来传送测量信号或者控制信号, 以红外感应装置为核心设计。**结果** 基于红外感应识别技术设计的纸箱包装机集成箱、装箱、封箱为一体, 通过红外感应技术测定被包装物尺寸, 向单片机传输数据, 从而自动选择最适箱型, 且在成箱的同时完成包装。**结论** 红外感应技术可用于纸箱包装机, 智能化选择箱型, 在单机上实现多功能, 从而在包装过程中实现去流水线化。

关键词: 红外感应识别; 单片机; 智能化; 多工位; 单机多功能; 去流水线; 纸箱包装机

中图分类号: TB482 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2016)17-0182-05

Design of Multistation Carton-making and Packing Machine Based on Infrared Induction and Identification Device

LIU Yan-yu, SHI Ying-han, HUANG Hao-zhong, CHEN Ya-juan, PANG Qiu-xing,
SUN Ying, LONG Hua-lin
(Guangxi University, Nanning 530004, China)

ABSTRACT: To meet the demand of integral packing machine in actual production, this work aims to design a multi-function integration carton-making and packing machine which can reduce the usage of the assembly line based on infrared induction device. Based on the feature information of the carton making and packing machine, the mechanical system was divided into four parts: infrared induction device, molding device, pushing device and potting device. Technology of infrared induction took singlechip as core and infrared wave as carrier to transmit measurement or control signals. The infrared induction device was the core design. The integral carton making and packing machine based on infrared induction and identification device integrated the operation of carton making, packing and potting. It was able to choose the most suitable size of carton according to the size of the object and finish the work of packing at the time of carton making, realizing multi-function in one single machine. In conclusion, the infrared induction can be used in making cartons and packing to choose the size of them, realize multifunctions on one machine and finally remove line production in packaging process.

KEY WORDS: infrared induction and identification; singlechip; intelligentialized; multistation; single machine and multifunctions; remove line production; carton making and packing machine

收稿日期: 2016-02-13

基金项目: 广西高等教育本科教学改革工程项目 (2015JGA125); 广西大学“大学生创新创业训练计划”(201510593215)

作者简介: 刘晏宇 (1995—), 男, 山东淄博人, 广西大学本科生, 主攻车辆工程专业。

通讯作者: 黄豪中 (1976—), 男, 博士, 广西大学教授, 主要研究方向为动力机械及工程。

作为包装容器之一的纸箱因材质轻、强度高,印刷及后续加工适应性好且绿色环保,在商品包装中被广泛使用^[1]。纸箱包装需求的增长带动了纸箱包装机械的发展,纸箱包装机械已被列为 5 大包装机械的榜首^[2]。我国与发达国家在纸箱包装机械设备的研发与制造方面有很大差距。目前我国多是引进国外先进生产线或仿制生产线,水平建设低且设备分散^[3],形成纸板供送、待装箱产品输送、纸箱装箱成形、喷胶封箱整形的流水线化的生产。为了提高完成包装工序的效率,纸箱包装机械在未来的发展方向应是一体化,更具柔性和灵活性^[4-5],在单机上实现多功能并扩大使用范围。

红外感应技术非接触地探测物体并向单片机控制系统返回数值,具有很高的灵活性,被广泛应用于各领域^[6]。目前在包装领域,红外感应技术多应用于打包机、计数器和热收缩包装机,在箱型的选择和纸箱成型过程中应用较少。文中基于红外感应识别原理设计出一种可根据被包装物形状大小智能化选择箱型,集成箱、装箱、封箱一体,可在成箱的同时完成包装的纸箱包装机。

1 纸箱包装机械的现状与分析

纸箱包装机械是在用纸箱包装商品过程中能完成纸板的生产,纸箱的成型开箱,商品的装箱、封箱的机器设备的总称。人们在实际生产中多偏重于加工纸板的生产设备,而对后加工设备的技术、工艺、档次等尚未完全重视,后加工设备相对分散,具有集成设备的也不多,包装机配套难^[7-8]。包装机随被包装物形状、大小、阻隔性等变化而变化,多属于“非标设备”^[9]。被包装产品的外形必须相同,自动包装机才可进行高速、重复的包装^[10],而在实际的包装中,需对不同形状的物品进行包装。目前的纸箱包装后加工也还处于相对分散的流水线化生产状态,因此亟需一体包装机的出现,从而实现模块化设计,在单机上实现多功能化、智能化^[11]。

在纸箱成型包装过程中形成了大批量纸箱自动成型、开箱、封箱、装箱的流水线。例如,纸箱冲裁和压痕分开在不同机器上完成,浪费空间与资源。流水线化还存在不少弊端:不能充分有效地利用作业时间;由于各个工序的作业工时不均等出现工作等待现象;生产线较长。为了提高生产效率和节约资源,应该在成型包装过程中去流水线化。

2 红外识别定位原理

红外光具有反射、折射、散射、干涉、吸收等光学性质。在自然界,高于绝对温度时,任何物体都会产生红外光谱^[12-13],因此,可以利用红外光的性质完成识别定位工作。在某一种工作模式下,通过红外接收模块把接收的数据传给单片机,利用单片机的 P3 口中的全双工异步串行 I/O 口进行串行数据的发送和接收^[14],单片机通过解制后可进行后续工作。当红外线发射装置发出的红外光遇到被测物时,红外光被反射,对应位置的接收管会接收红外光信号。光信号的改变引发光电探测电路输出变化的电信号,通过对电信号的处理可对被测物进行定位^[15]。红外热成像技术可把红外辐射转化为可见光,利用目标与背景、目标本身各部分辐射的差异获得图像的细节^[16]。获得图像细节后可通过一些算法进行目标识别,从潜在目标区域图像中提取目标的有效特征等,使其与同类目标有最大的相似性,从而对目标进行类属的辨别并识别被测物。

3 纸箱包装机方案设计

分析综合机械系统的功能与特征要从分析基本机构的特征信息入手,通过基本机构的特征进行匹配,因此,将研究对象划分为 4 部分进行设计:红外感应装置、箱坯成型装置、推送装置与合箱成箱装置。因不同尺寸的物品需要与之匹配的纸箱进行包装,兼顾国标纸箱在运输、储藏与二次利用方面的优势,所以需要设计出能够感应物品尺寸并生产不同尺寸国标箱坯的装置。同时考虑到在箱坯制作完成后的物品入箱与合箱封箱动作,需要设计物品推送装置与合箱封箱装置。由于物品尺寸感应过程、箱坯制作过程、物品推送过程、合箱封箱过程存在先后顺序,因此,需要控制系统控制以上 4 个过程的顺序,将 4 种装置综合到一起,按照物品大小对其进行包装,将成箱与包装 2 个过程合二为一,在同一台机器上实现,达到节约资源的目的。

纸箱包装机的整机结构见图 1,其总体的设计思想为:红外感应装置由水平面内的 2 组红外感应仪与竖直方向上的一组红外感应仪(感应物品宽度的红外感应仪置于推送装置上)组成,可精确测得物品的尺寸,并将尺寸信息传递至控制系统的单片机;箱坯成型装置由冲压装置(冲压板、液压柱)

与模切装置构成,可受控制系统的控制,通过对模切装置中切刀相对位置的调整与冲压板、液压柱的运动实现不同尺寸箱坯的成型;推送装置通过伸缩机构的伸展实现对物品的推送;合箱成箱装置由合箱装置、转箱装置压实装置与喷胶装置组成,在完成物品推送后,合箱装置、转箱装置与喷胶装置相互配合完成纸箱的成型过程,压实装置通过在轨道上的移动与自身的滚动对纸箱粘合部分进行压实,以提高纸箱粘合的可靠性。

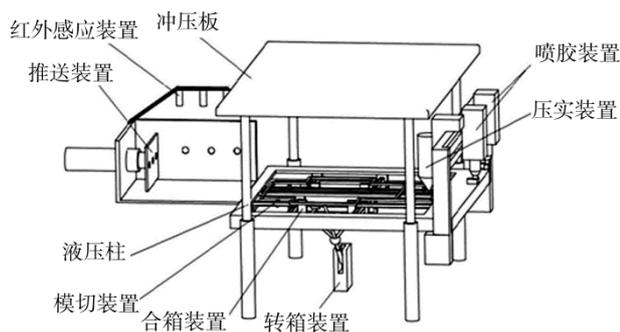


图1 纸箱包装机结构

Fig.1 Diagram of the carton-making and packing machine

3.1 尺寸测定与箱坯制作

如图2所示,物品需要包装时,将其置于红外感应装置1,完成步骤1。红外感应装置1中的感应灯被遮住 m 个时,进行步骤2,判断数字 m , 然后进行步骤3。将 m 与 0 比较,若 $m > 0$,说明物品位置正确,可以进行步骤4;若 $m = 0$,说明物品放偏,不能正确地得到尺寸数据,则需调整物品位置并重新开始步骤2。步骤4将 m 与红外感应装置上

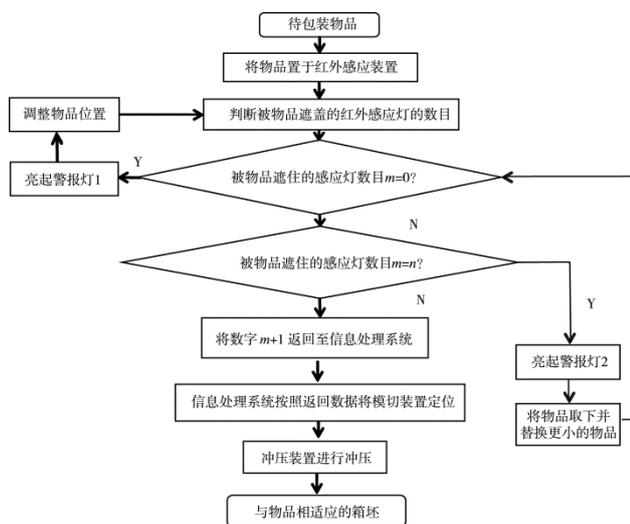


图2 工作方案的流程

Fig.2 Flow chart of the work plan

感应灯数目的最大值 n 比较,若 $m < n$,可进行步骤5;若 $m = n$,则说明所放置物品的尺寸超出装置能够制作纸箱的最大尺寸,需将物品替换,并且重新开始步骤2。步骤5将 $m+1$ 返回至信息处理系统,步骤6调整刀具至合适位置后进行步骤7,由冲压装置进行冲压,完纸箱胚的制作。

3.2 物品推送

推送装置的结构见图3,当箱坯制作完成后,推送装置会得到信号,并通过推杆的伸缩实现长度的改变,同时给物品推力,将物品推至铺开的箱坯中的合适位置,为完成物品的封箱与合箱做准备。

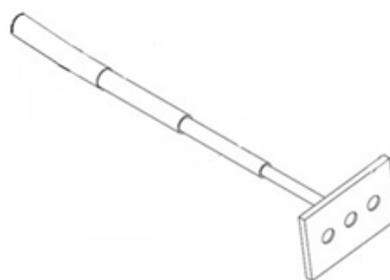


图3 推送装置

Fig.3 Diagram of the pusher

3.3 合箱封箱

合箱封箱装置的机构示意图4—5,合箱装置通过转轴的转动带动其上的折舌转动,使水平面内的部分箱坯运动至垂直平面,形成纸箱的箱壁与箱盖,箱盖由于受重力以及压痕的作用而下垂。在合箱装置工作的同时,粘合压实装置中的粘合装置对纸箱的衔接部分进行喷胶与压实。对一面完成喷胶与压实后,装箱装置将箱体转过 90° ,使粘合压实装置对另一面进行喷胶与压实,在整个成箱包装过程中,粘合压实动作重复4次,转箱动作重复3次。

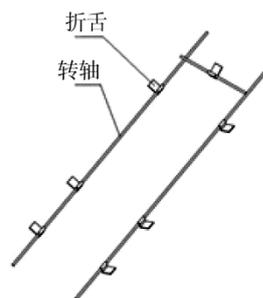


图4 合箱装置结构

Fig.4 Diagram of the mould closer

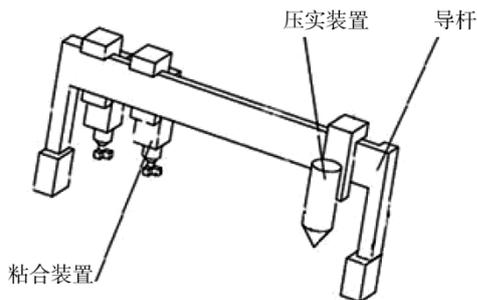


图 5 粘合压实装置结构

Fig.5 Diagram of the bonding & compaction device

4 纸箱包装机的生产能力

4.1 生产节拍计算

冲压装置的快速移动速度 v_1 为 150 m/min, 冲压板与纸板平面距离 d_1 为 1.2 m, 压制速度 v_2 为 20 mm/s, 纸板平均厚度 δ 为 2 mm, 则完成一次冲压所需时间 t_1 为:

$$t_1 = d_1 \div v_1 \times 60 + 0.1$$

用于驱动合箱装置的减速电机转速 n_1 为 150 r/min, 则完成纸箱 4 个侧面合箱所需时间 t_2 为:

$$t_2 = \frac{1}{4} \times \frac{60}{n_1}$$

每一次纸箱, 喷胶装置对箱体侧面喷胶的时间 t_a 为 0.05 s, 对箱盖喷胶时间 t_b 为 0.05 s, 则喷胶的总时间 t_3 为:

$$t_3 = t_a + t_b$$

转箱动作每次需要的时间 t_c 为 0.1 s, 则完成 1 次纸箱过程需要转箱的总时间 t_4 为:

$$t_4 = 3t_c$$

压实动作每次需要的时间 t_d 为 0.05s, 则完成 1 次纸箱过程需要压实的总时间 t_5 为:

$$t_5 = 4t_d$$

该设计完成 1 次纸箱包装工作所需总时间:

$$t = \sum_{i=1}^5 t_i = 1.43 \text{ s}$$

4.2 与现有同功能产品的比较

经过计算, 设计从纸箱到完成一件待包装物品包装的时间为 1.43 s (t 为从纸板放至包装机上到待包装物品被包装完毕所消耗的全部时间), 依此时间计算, 每台机器每分钟可完成约 42 次纸箱包装动作。目前普通流水线生产的纸箱速度约为每条流水线 45 个/min, 与设计的纸箱速度相当。由于

设计集纸箱、包装于一体, 节省了完成包装动作的时间, 综合多方面因素, 因此, 设计在生产速度方面优于普通纸箱生产流水线。

4.3 实际生产分析

02XX 型纸箱是用 1 页纸板加工而成, 经钉、粘或胶带结合成可折叠的开槽型纸箱, 使用最为广泛。此纸箱包装机是通过红外感应装置选择适于被包装物品的最佳尺寸, 控制系统控制模切装置和冲压装置形纸箱坯, 粘合压实装置封箱, 因此, 适宜于使用广泛的 02XX 箱型。对用于超市销售的蔬菜、水果等包装的少部分 07XX 箱型也适用。对于需要 2 个以上独立部分的罩盖式 03XX 型、通过组建的抽匣式 05XX 型, 以及端板和箱体分开的 06XX 箱型则不适用。通过改进, 加上打包捆扎装置, 此包装机还可适用于 04XX 型纸箱。

设计可适用于小、中批量生产的装箱生产线, 也可与效率匹配的其他机器组成生产线, 提高包装效率, 可满足不同产品包装要求。设计可大范围应用于包装加工一体化的包装领域中, 有较好的推广前景。

5 结语

通过红外感应技术设计出一种可智能化选择箱型、在单机上实现多功能, 且可在成箱的同时完成包装的纸箱包装机。该设计与其他常见纸箱非组成包装生产线相比较, 可以提高生产效率、降低工艺流程成本、最大限度地满足生产要求。综合分析该设计有如下优点。

1) 装置占用空间小, 可根据物品的大小优化选择制定相应尺寸的纸箱。

2) 可根据需求通过改变刀具位置制作出不同尺寸的箱胚并完成冲裁和压痕制作。

3) 可完成一系列成箱、装箱、封箱工作, 避免了冗长的流水线, 节省了人力、物力, 可高效地包装物品。

参考文献:

- [1] 尤松, 王续跃, 王连吉. 自动纸箱胶带封口装置[J]. 轻工机械, 2014, 32(1): 82—86.
YOU Song, WANG Xu-yue, WANG Lian-ji. Automatic Sealing Device of Carton by Using Adhesive Tape[J].

- Light Machine, 2014, 32(1): 82—86.
- [2] 王志星. 五类包装机械、纸箱包装机械列为榜首[J]. 上海包装, 2005(2): 43.
WANG Zhi-xing. Five Packaging Machinery Carton Packaging Machinery is Located in the Top of the List [J]. Shanghai Packaging, 2005(2): 43.
- [3] 佚名. 我国纸箱包装机械高端核心技术须掌握[J]. 福建纸业信息, 2014(8): 13—14.
Anonymity. To Master Packaging Machinery High-end Core Technology in Our Country[J]. Fujian Paper Information, 2014(8): 13—14.
- [4] 钟胜方. 试析自动包装机的设计要点[J]. 科技创新导报, 2014(29): 80—82.
ZHONG Sheng-fan. Try to Analyze the Automatic Packaging Machine Design Points[J]. Science and Technology Innovation Herald, 2014(29): 80—82.
- [5] 周东, 刘凤臣, 陈书琼, 等. 塑封果奶装箱一体机设计[J]. 轻工机械, 2012, 30(5): 5—8.
ZHOU Dong, LIU Feng-chen, CHEN Shu-qiong, et al. Design and Research on the Plastic Packaging Fruit Milk Integrated Case Packer[J]. Light Industry Machinery, 2012, 30(5): 5—8.
- [6] 毛献辉, 郭宏, 朱昊, 等. 智能化红外感应控制系统[J]. 电子测量技术, 2005(2): 45—49.
MAO Xian-hui, GUO Hong, ZHU Hao, et al. An Intelligentized Infrared Sensing and Controlling System[J]. Electronic Measurement Technology, 2005(2): 45—49.
- [7] 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(1): 61—65.
DAI Hong-min, DAI Pei-yan, ZHOU Jun. Achievements and Problems in China's Packaging Machinery Developments[J]. Packaging Journal, 2012(1): 61—65.
- [8] 赵霞. 包装机械行业发展的未来[J]. 机械工业标准化与质量, 2012(10): 7—9.
ZHAO Xia. The Future of Packaging Machinery development[J]. Machinery Industry Standardization & Quality, 2012(10): 7—9.
- [9] 戴宏民, 戴佩燕, 周均. 世界包装机械的发展趋势及中国包装机械的发展对策[J]. 包装学报, 2012(2): 46—51.
DAI Hong-min, DAI Pei-yan, ZHOU Jun. Trend of World Packaging Machinery Development and the Countermeasure of China Packaging Machinery Development[J]. Packaging Journal, 2012(2): 46—51.
- [10] 佚名. 瓦楞纸箱包装技术[J]. 中国食品工业, 2000(4): 28—30.
Anonymity. Corrugated Carton Packaging Technology [J]. China Food Industry, 2000(4): 28—30.
- [11] 安然. 智能化是未来我国食品和包装机械行业的发展趋势——访中国食品和包装机械工业协会秘书长楚玉峰[J]. 中国包装工业, 2011(10): 16—17.
AN Ran. Intelligence is the Future Trend of the Development of China's Food and Packaging Machinery Industry——Interview to China's Food and Packing Machinery Industry Association Secretary General Chu Yu-feng[J]. China Packaging Industry, 2011(10): 16—17.
- [12] 陈文星, 付继宗, 魏建英. 基于 BISS0001 信号放大电路的人体红外感应开关设计[J]. 电脑开发与应用, 2013(2): 66—68.
CHEN Wen-xing, FU Ji-zong, WEI Jian-ying. The Design of Infrared Switch Based on BISS0001 Signal Amplifying Circuit[J]. Computer Development & Applications, 2013(2): 66—68.
- [13] 何少林, 张茂, 李永, 等. 红外感应的原理及在生产生活中的应用[J]. 农家科技(下旬刊), 2014(9): 195—195.
HE Shao-lin, ZHANG Mao, LI Yong, et al. The Principle of Infrared Sensor and its Application in Life[J]. Nongjia Keji, 2014(9): 195.
- [14] 刘宏玉, 傅成华, 周来超. 基于红外感应的单片机应用设计[J]. 科技信息, 2010(14): 784—785.
LIU Hong-yu, FU Cheng-hua, ZHOU Lai-chao. SCM Application Design Based on Infrared Sensor[J]. Scientific and Technological Information, 2010(4): 784—785.
- [15] 曲国林. 基于红外定位的电子白板软硬件系统实现[D]. 成都: 电子科技大学, 2010.
QU Guo-lin. Achievement of Whiteboard Hardware and Software Based in Infrared Positioning System[D]. Chengdu: University of Electronic Science and Technology of China, 2010.
- [16] 韩军利. 红外图像目标识别技术研究[D]. 南京: 南京理工大学, 2004.
HAN Jun-li. The Study of Infrared Image Target Recognition Technology[D]. Nanjing: Nanjing University of Science and Technology, 2004.