

蜂窝纸托盘包边设备设计

曾台英, 齐建虹, 蔡锦达

(上海理工大学, 上海 200093)

摘要: 提出并设计了一种新型的蜂窝纸托盘包边设备。通过对蜂窝纸板手工包边工艺过程的分析, 合理划分了功能模块, 给出了整个机械结构示意图。对整个设备的工作原理和动作进行了详细讲解, 给出了具体的工艺步骤, 并对设备的关键功能实现进行了分析。研究表明: 该新型蜂窝纸托盘包边设备能实现一定尺寸范围蜂窝纸面的自动包边工艺, 其包边速度可达 15 m/min, 可实现可调控制, 包边质量稳定, 可为包边工艺自动化的实现提供设计参考依据。

关键词: 蜂窝纸托盘; 包边设备; 加工工艺; 飞刀切割; 伺服控制

中图分类号: TB484; TS764 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2013)05-0060-04

Design of Honeycomb Paper Pallet Binging Equipment

ZENG Tai-ying, QI Jian-hong, CAI Jin-da

(Shanghai University of Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: A new type of binging equipment for honeycomb paper pallet was put forward and designed. Through analysis of artificial honeycomb cardboard binging process and reasonable definition of functional module, schematic diagram of the whole mechanical structure was provided. The working principle and action of the whole equipment was explained in detail, processing steps was introduced, and the realization of key function was analyzed. Research result showed that the new type of honeycomb paper pallet binging equipment can realize automatic binging process a certain size range of honeycomb paperboard; the speed can reach 15m/min and can be adjusted; the edge quality is stabile. The purpose was to provide reference for realization of binging process automation.

Key words: honeycomb paper pallet; binging equipment; processing technology; fly cutting; servo control

蜂窝纸板作为新型的绿色缓冲包装材料, 自我国加入 W T O 之后, 其具有的独特性能、便宜的价格以及优越的环保性, 为我国替代木质包装及托盘的企业提供了优良的解决方案, 在国内外包装领域日益得到应用和推广^[1-2]。然而, 传统的蜂窝纸板行业, 蜂窝纸托盘的包边还是通过手工完成, 不仅劳动强度大, 生产效率低, 同时包边质量不稳定, 严重制约了蜂窝纸托盘的应用。

在国内外相关文献中, 仅文献[3]公开报道了一种蜂窝纸板包边机, 但设备工艺相对比较繁琐, 自动化程度有待提高。基于此, 文中提出一种全新的蜂窝纸托盘包边用设备。

1 蜂窝纸托盘生产工艺

蜂窝纸板托盘一般由托盘面板(托板、面板)、托盘底脚(脚墩、柱脚)和纸护角三部分组成, 载荷较小及不考虑美观性时可以不使用纸护角。根据其结构, 蜂窝纸托盘的生产工艺主要分为 3 个部分: 托盘面板生产、托盘底脚生产和面板与底脚的粘结, 见图 1^[4]。

在图 1 中, 纸护角涂胶及纸护角与托面板贴紧粘接环节基本为手工完成。所设计的包边生产线即为实现这一工艺环节的自动化生产设备。

收稿日期: 2013-01-02

基金项目: 2012 年度上海“联盟计划”资助项目(LM201276); 新闻出版总署数字印刷工程研究中心数字传播重点实验室基金项目(10-00-309-000)

作者简介: 曾台英(1978-), 女, 浙江人, 博士, 上海理工大学讲师, 主要从事包装印刷设备及其控制技术的研究。

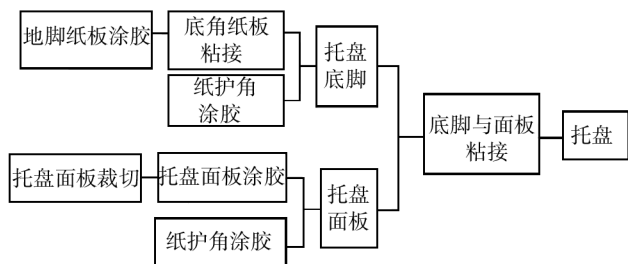


图1 蜂窝纸托盘生产工艺流程

Fig. 1 Production process flow of honeycomb pallet

2 新型蜂窝纸托盘包边设备总体设计

2.1 设计思路

蜂窝纸托盘包边用设备要求具有较高的速度、较好的稳定性及成套化的重要指标,拟解决当前生产问题的关键。其设备的稳定性直接决定包边质量,成套化要求前后工序衔接顺畅,人工操作少,物流输送简便,由若干机组按生产工艺顺序构成^[5]。

在设备设计过程中,采用模块化设计,缩小机器结构尺寸,简化运动机构。通过模块化设备的组合,实现柔性生产线,扩大单独工位设备的使用效率;同时对生产企业来说,根据设备投资金额的不同,配置不同数量的模块组件。

2.2 工艺分析

对于蜂窝纸托盘包边用设备的工艺设计,可以借鉴手工包边的过程。手工包边工艺过程大致可分为以下几个步骤:首先将与蜂窝纸托盘面板长度匹配的包边纸涂胶;然后手工将其放在托盘面板侧面;最后,分3次沿托盘面板边将包边纸抹平。这种手工包边效率低,劳动强度大,质量参差不齐。

依照手工动作分解后制定工艺路线,整个设备主要由5个功能模块组成,见图2。5个功能模块分别为:(1)包边纸放卷装置,实现包边纸的放卷、输送、传递;(2)涂胶装置,将包边纸内侧面涂敷热熔胶;(3)包边压合装置,通过U型定型槽将包边纸定型成与面板侧面尺寸相同的形状,并进一步跟面板侧面进行压合;(4)包边压平装置,通过上下压纸装置实现U型包边纸与面板上下面之间的压平;(5)跟踪切断装置,利用光电传感器对蜂窝纸板之间的缝隙进行判断,实现切断,完成包边。

在设计的设备中,采用2套包边纸放卷装置和涂胶装置,一次包边工艺流程可实现对托盘面板对称侧

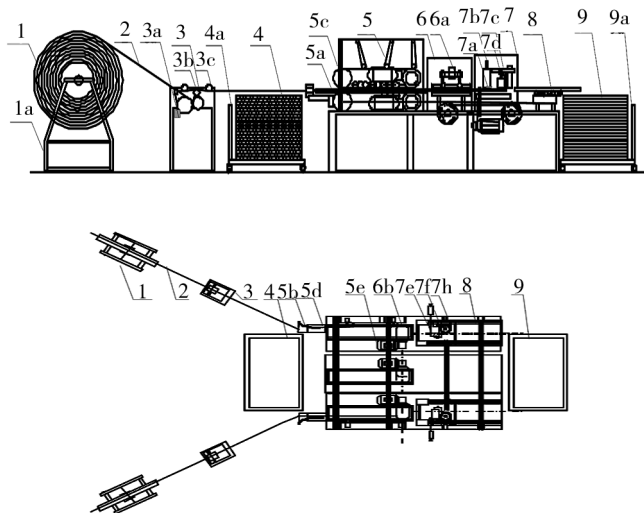


图2 蜂窝纸板包边机示意图

Fig. 2 General view of honeycomb pallet binging machine

面的包边。对于一块蜂窝纸托盘面板,在配置单个设备情况下,需要进行二次包边才能完成四侧面的包边工作。

2.3 设备工作原理和步骤

整个蜂窝纸托盘包边设备的工作原理和整个动作过程如下:先由加热装置(3a)加热热熔胶至溶解温度,涂布在包边纸(2)内侧面;由导纸辊(3c)牵引包边纸(2)至喇叭型开口端(5b),同时待包边蜂窝纸板(4)由夹持机构(5d)导入到U型槽(5a)中,实现包边纸(2)和待包边蜂窝纸板(4)同步导入到U型槽(5a)中。进一步再通过包边压合装置(5)中的压纸装置(5c),使包边纸(2)的内侧面与蜂窝纸板(4)两侧面贴合的部分进一步的压紧;通过包边压平装置(6)中的复合压辊组件(6a)进一步的把包边纸(2)与蜂窝纸板(4)上、下表面粘合的部分压平;由传输履带传输至跟踪切割装置(7),通过传感器(7a)检测到前后两蜂窝纸板之间的缝隙,切断控制系统(7h)驱动切割刀片(7b)实现切割;完成一次包边,然后把完成一次包边的蜂窝纸板水平旋转90°重新放置在待包边物料架(4a),重复上述动作,完成二次包边。

根据上述动作,具体可以分为如下工艺步骤。

第1步,上纸。将左右包边纸分别放置在包边纸放卷装置上,将待包边蜂窝纸板放置于蜂窝纸板储料架上。

第2步,放卷、涂胶。(1)通过包边纸放卷装置放卷把包边纸送入热熔胶辊;(2)通过热熔胶辊将热熔后的胶液均匀滚布于包边纸的内侧面。

第3步,导入、压合、压平。(1)包边纸导入到U型槽中;(2)同时,待包边蜂窝纸板由夹持机构夹起,与包边条同步导入到U型槽中;(3)包边条内侧面与待蜂窝纸板侧面在U型槽中压合;(4)通过复合压辊组件,包边条进一步压平在蜂窝纸板的上下表面。

第4步,检测、判断、切割。(1)通过光电传感器检测判断连续输送的两蜂窝纸板间的缝隙;(2)由切割控制系统控制,切割刀片施行隔断;(3)一次包边完成,实现蜂窝纸板左、右侧面的包边。

第5步,转运、二次包边,完成。(1)把完成一次包边的蜂窝纸板旋转 90° 再次堆放在待包边物料架上;(2)重复第(1)~(4)步骤,完成二次包边;(3)蜂窝纸板四侧面包边完成。

3 关键功能实现

3.1 包边尺寸

根据 BB/T 0016—2006 和 BB/T 0016—2006 相关规定^[6-7],并参照目前市场上常用蜂窝托盘尺寸,确定包边托盘的长度 $800\text{ mm} \leq l \leq 1200\text{ mm}$,包边托盘厚度 $20\text{ mm} \leq h \leq 50\text{ mm}$ 。

在结构设计上,机架上左右包边压合装置、包边压平装置和跟踪切断装置之间的距离可以通过滑槽调整,来满足不同的包边长度的要求。包边厚度主要通过更换包边压合装置中U型槽的高度来实现。根据 BB/T 0016—2006^[6],匹配 20, 30, 40, 50 mm 的高度系列U型槽,满足不同厚度蜂窝纸板的包边需要。

3.2 精确切割位置判断

设备切断需要在面板与面板的缝隙中间执行,误差需要控制在 $1 \sim 2\text{ mm}$ 之间。如果切割位置偏差过大,伤及面板基体,同时影响二次包边端面平整性。

为了实现上述缝隙位置的精确判断,在控制系统中采用光电传感器进行检测,同时配合设置包边长度,以避免中间位置因光线检测不良引起的误切割动作的执行。

3.3 切割执行结构

设备中,切割执行机构采用飞刀式切割结构^[8],由刀架和移动托架组成,裁切部分下刀架与滑块连接。移动托架可随着刀架的上下往复移动及在床身的导轨上左右往复运动,以实现切割动作的完成。根据包边条厚度或材质的不同,上、下刀架的刀口形状可根据产品的要求定制,以满足不同加工对象的要求。

切割执行控制系统通过 PLC 控制切割机构的刀片完成切割动作,其动力来自液压缸。切割机构的位置变化是由伺服电机通过 PLC 所发的脉冲实现的,当 PLC 内部的高速计数器对旋转式编码器的计数值达到预设值时(待包边蜂窝纸托盘长度),计数器将清零,重新开始计数;当切割机构和进料达到一样的速度时,发出切割信号,等它们以等速一起向前运动一段距离后,再让切割结构的动刀动作。动刀的切割动作完成以后,切割机构先减速到零,然后再全速返回原点,碰到原点信号后停止运动,从而完成切割的往复行程。等旋转式编码器的计数值预设值到达时,切割机构又开始新一轮的切割循环。

运动控制器选用的是台达 20PM,内置有电子凸轮功能,采用独立运动处理芯片,实时处理主从轴之间的运动关系,两轴同步控制时间小于 0.5 ms ,从而保证高速时主轴与从轴之间的位置和速度关系,使其达到 50 m/s 的生产速度,误差在 0.5 mm 之内^[9]。

3.4 伺服控制系统

为了保证设备有较高的包边速度,生产工艺要求传动系统响应快,控制精度较高。切割执行机构需要高精度位置控制。采用伺服电机控制系统,即可实现高精度的速度和位置控制^[9]。蜂窝纸托盘包边设备伺服系统选用开通 2 台 1.1 kW 伺服电机,以及全数字型伺服驱动器组成伺服驱动系统,见图 3。此伺服控制系统对传动机构响应速度快,控制精度高,包边过程稳定,包边质量高。

3.5 包边速度

包边速度主要通过包边纸放卷速度、涂胶速度及切割执行机构速度的综合匹配得到。在设计设备中,切断执行机构采用台达 20PM 运动控制器,能达到 50 m/s 的生产速度。由包边纸放卷、涂胶及输送履带组成的送料机构,由同一个电机驱动,此电机采用的是台达 VFD 变频电机。

整个裁切过程中上刀架下刀速度取决于蜂窝纸

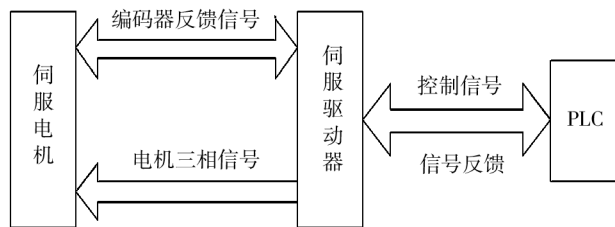


图3 包边机伺服控制系统示意图
Fig.3 Sketch map of servo control system
of the binging machine

托盘包边的长度,根据进料的速度来控制减速器的转速和频率。为了满足切口的平整,切割机构的最大速度就是送料机构正常送料时的速度,该速度是由台达VFD变频器决定的。当蜂窝纸托盘包边长度为800 mm时,送料速度在15 m/min时,得到良好的包边质量,满足要求。由此,可知蜂窝纸托盘包边设备,其最小包边速度能达到15 m/min。

4 设备及加工工艺特点

所设计的蜂窝纸托盘包边设备及加工工艺的特点可以总结如下:(1)设备采用功能模块化设计,便于单功能设备的柔性组合使用,提高设备的使用效率;(2)设备单次可实现对边两侧面的包边,包边效率高。在配置两机组的情况下,可组成包边生产线,在线一次性完成四侧面的包边;(3)采用光电传感器及长度限位检测缝隙的方法,精确地定位缝隙,保证切割位置的精确性;(4)飞刀式的切割结构及电子凸轮运动控制系统的设计,确保了主从轴之间的位置和速度的同步性;(5)全数字性驱动伺服控制系统使设备传动系统响应快,控制精度高,确保整个包边质量稳定。

5 结论

提出并设计了一种新型的蜂窝纸托盘包边用设备,对整个设备的工作原理和动作进行了介绍,并给出了具体的工艺步骤。研究表明:该新型蜂窝纸托盘包边设备能实现一定尺寸范围蜂窝纸面的自动包边工艺,其包边速度可达15 m/min,包边质量稳定,为包边工艺自动化的实现提供了设计参考依据。

参考文献:

- [1] 刘晓红,周鲁兵. 蜂窝板在代木托盘中的应用研究[J]. 中国包装,2005,25(3):65-70.
LIU Xiao-hong, ZHOU Lu-bing. Application Study on the Honeycomb Board in Taking the Place of the Wooden Pallet[J]. China Package,2005,25(3):65-70.
- [2] 温时宝,薛蕾,刘翠. 纸板托盘的发展及其结构概述[J]. 包装与食品机械,2011,29(2):56-59.
WEN Shi-bao, XUE Lei, LIU Cui. Overview of Development and Structure of Cardboard Pallet[J]. Packaging and Food Machinery, Packaging and Food Machinery, 2011, 29(2): 56-59.
- [3] 沈汉春,刘崇文. 蜂窝纸板包边机:中国,201110447280. 7[P]. 2011-12-28.
SHEN Han-chun, LIU Chong-wen. The Honeycomb Cardboard Wrapping Machine: China, 201110447280. 7[P]. 2011-12-28.
- [4] 张丽. 蜂窝纸托盘的堆码动态特性试验分析[J]. 中国现代教育装备,2010(13):68-71.
ZHANG Li. Honeycomb Paper Pallet Stacking Experimental Analysis of Dynamic Characteristics[J]. Chinese Modern Education Equipment, 2010(13):68-71.
- [5] 王冬梅. 高弹瓦楞纸板及其生产方法[J]. 包装工程, 2008,29(12):18-19.
WANG Dong-mei. High Elastic Corrugated Paper Board and Its Producing Method[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(12):18-19.
- [6] BB/T 0016—2006,包装材料-蜂窝纸板[S].
BB/T 0016—2006, Packing Material-Honeycomb Paperboard[S].
- [7] GB/T 3716—2000,托盘术语[S].
GB/T 3716—2000, Pallets for Materials Handling-vocabulary[S].
- [8] 蔡锦达,孙云峰. 飞刀式纸护角裁切机构的设计[J]. 机械设计与制造,2011(4):52-53.
CAI Jin-da, SUN Yun-feng. A type of Paper Corner Cutting Mechanism Design of [J]. Machine Design and Manufacturing, 2011(4):52-53.
- [9] 蔡锦达,尤黔林,黄树根,等. 基于台达PLC的纸护角机控制系统[J]. 包装工程,2010,31(15):77-79.
CAI Jin-da, YOU Qian-lin, HUANG Shu-gen, et al. Control System of Paper Corner Protector Machine Based on Delta PLC[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(15):77-79.