

基于功能分析法的 PVC 扣板自动包装机设计

王峰¹, 王智伟¹, 陆有春², 王吉岱¹, 刘毅¹

(1. 山东科技大学, 青岛 266590; 2. 青岛科捷机器人有限公司, 青岛 266109)

摘要: **目的** 为了实现 PVC 扣板的自动包装, 设计一种以瓦楞纸板为包装材料的 PVC 扣板自动包装机。**方法** 基于功能分析法, 首先通过黑箱法确定 PVC 扣板自动包装机的总功能, 然后进行功能分解, 将总功能分为裹包成型、胶带封箱和物料输送等 3 个分功能, 通过对分功能求解, 并对所得解筛选得出包装机的最优解, 最后根据最优解进行结构设计。**结果** 该包装机能够实现 3~7 m 任意长度 PVC 扣板的自动包装, 实验统计 83.6% 的包装成品满足包装要求, 对于 7 m 长 PVC 扣板平均每次包装的时间为 55 s。**结论** 该 PVC 扣板自动包装机提高了生产效率, 节约了人力, 对大型板材瓦楞纸箱包装设备设计具有借鉴意义。

关键词: 功能分析法; PVC 扣板; 瓦楞纸板; 自动包装机

中图分类号: TB486 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)09-0198-06

Design of Automatic Packaging Machine for PVC Gusset Plate Based on Functional Analysis

WANG Feng¹, WANG Zhi-wei¹, LU You-chun¹, WANG Ji-dai¹, LIU Yi¹

(1. Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590, China; 2. Qingdao Kinger Robot Limited Company, Qingdao 266109, China)

ABSTRACT: The work aims to design a kind of PVC gusset plate automatic packaging machine with corrugated board as the packaging material, so as to achieve the automatic packaging of PVC gusset plate. Firstly, the total function of the PVC gusset plate automatic packaging machine was determined in black box method based on functional analysis. Then the total function was decomposed into three sub functions: wrapping, tape sealing and conveying. The solutions of the sub function were solved and the optimal solution of packing machine was selected from the solutions of sub functions. Finally structure of packing machine was designed according to the optimal solution. The packaging machine could achieve the automatic packaging of PVC gusset plate arbitrarily from 3 m to 7 m long. In the experiment, 83.6% of packaged products met the packaging requirements, and the average time was 55 s for every packaging of 7 m long PVC gusset plate. By improving the production efficiency and saving the manpower, the PVC gusset plate automatic packaging machine provides reference for the packaging equipment design of large plate corrugated board.

KEY WORDS: functional analysis; PVC gusset plate; corrugated board; automatic packaging machine

PVC 扣板是一种由 PVC 塑料加工制造成型的装饰定尺板材, 被广泛应用于建筑行业。为防止在运输过程中 PVC 扣板损坏, 目前通常采用瓦楞纸板对 PVC 扣板进行包装。瓦楞纸板作为包装材料具有良好的缓冲性能^[1-2]和抗压性能^[3-4], 以及较高的性价比^[5]。但因 PVC 扣板多样的长度规格, 使其无法实现自动

包装, 所以在实际生产过程中 PVC 扣板的包装通常由人工完成。人工包装 PVC 扣板存在劳动强度大、工作效率低、包装质量差等一系列问题, 因此, 设计一台能够包装任意长度尺寸的 PVC 扣板自动包装机具有很大的现实意义。

以瓦楞纸板为包装材料的包装机械, 其关键技术

收稿日期: 2016-09-28

作者简介: 王峰(1990—), 男, 山东科技大学硕士生, 主攻机器人技术与装备。

通讯作者: 王智伟(1981—), 男, 博士, 山东科技大学讲师, 主要研究方向为机器人技术与设备。

主要是裹包成型及封箱技术。裹包成型主要是通过折叠机构将瓦楞纸板折叠成瓦楞纸箱，从而完成对物料的包装。刘天植^[6]等运用变胞机构学的概念对纸盒的折叠轨迹和折叠过程进行了探讨，生成了纸盒盒片的折叠运动轨迹，为复杂盒型自动折叠机构设计提供了依据。王斐^[7]等运用 SolidEdge 模拟瓦楞纸板到纸箱的三维形成过程，考察了折弯命令执行误差的影响条件，认为“材料外侧”的折弯方式对折弯命令的影响最小，板厚越大对折弯命令影响越大。Chen Q^[8]等研究了导轨在折叠纸箱结构设计中的应用，并讨论了导轨在葡萄酒包装中的特殊作用。Mullineux G^[9]等基于几何约束对纸箱折叠操作进行了仿真，确保了纸板的完整性从而实现纸箱成为封闭的环形。张有良^[10]等通过对高速纸箱包装机的结构组成和基本原理进行分析，设计了一种啤酒饮料的全自动高速纸箱包装机。同时，随着封箱技术日趋完善封箱机械也迅速发展。刘武^[11]等研究了胶带自动封箱机的结构设计。尤松^[12]等设计了一种用于解决家具行业中块状长木板包装后封口问题的纸箱胶带自动封口装置。陈培生^[13]等通过在 YP11 自动装封箱机的胶带粘贴部件出口加装吹风检测装置，有效地解决了烟箱封口胶带粘贴不牢和胶带搭口卷边问题。张福华^[14]等设计了一种自动检测粘贴及整形装置，通过引入胶带的滚轮组的调整能实现智能化粘贴，保证了封箱胶带的粘接强度，避免了褶皱、重叠缺陷的出现。孙好文^[15]等进行了装封箱机自动调节封胶带装置的设计，通过采用接近开关和电机的配合，实现了胶带松紧的自动调节，保证了烟箱封箱质量。张迎新^[16]等对卷烟封箱用胶粘带关键质量参数与上机适用性进行了研究，得出了提高粘接效果的胶粘带关键质量参数。虽然前人对纸箱包装机做了很多工作，但是现在还不能实现对 PVC 扣板的自动化包装。

文中基于功能分析法，设计了一种 PVC 扣板自动包装机，实现了特定宽度不同长度 PVC 扣板的自动包装。

1 PVC 扣板包装工艺

PVC 扣板是一种装饰定尺板材，文中所要求包装的 PVC 扣板尺寸为：长 3000~7000mm；宽 220~300 mm；厚 120~200 mm。PVC 扣板的包装材料为瓦楞纸箱，纸箱的封箱材料为胶带。未折叠的瓦楞纸箱结构见图 1。

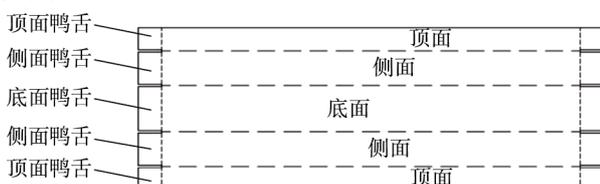


图 1 瓦楞纸箱结构

Fig.1 The structure of corrugated carton

包装过程中，首先将需要包装的 PVC 扣板放置于纸箱结构的底面位置区域，然后依次折叠侧面、顶面、侧面鸭舌、顶面鸭舌、和底面鸭舌，最后用胶带在箱体顶面的纵向、横向以及端面封箱。

2 PVC 扣板自动包装机功能分析

2.1 总功能确定

功能被定义为能量、物质、信息的输入和输出之间的关系；相应的，用能量、物质、信息流的转换可以表达功能。PVC 扣板自动包装机的黑箱模型见图 2，PVC 扣板自动包装机的输入量为 PVC 扣板、未经折叠的瓦楞纸箱以及各种能量、信号等，输出量为 PVC 扣板的包装成品以及反馈信号等，因此，该 PVC 扣板自动包装机的总功能为改变物料状态。

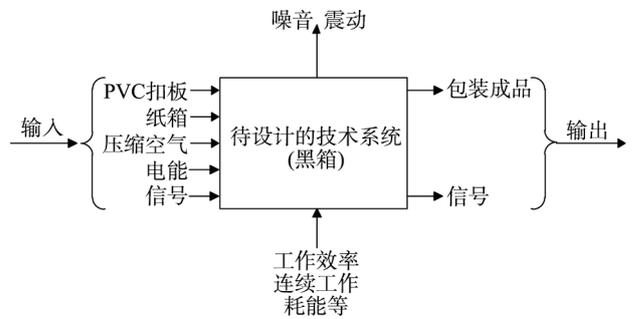


图 2 PVC 扣板包装机黑箱模型

Fig.2 The black box model of PVC gusset plate packaging machine

2.2 功能分解

总功能抽象复杂，无法形成清晰明确的设计主线，因此需要对总功能进行功能分解。根据所设定的总功能及 PVC 扣板包装工艺要求，采用自顶向下 (top-down) 的功能分析法进行功能分解，分解出的子系统包括：裹包成型、胶带封箱、物料输送 3 个子系统，然后再针对这几个子系统进行逐级的功能分解，直至分解出的分功能满足功能元的要求。PVC 扣板自动包装机功能树见图 3。

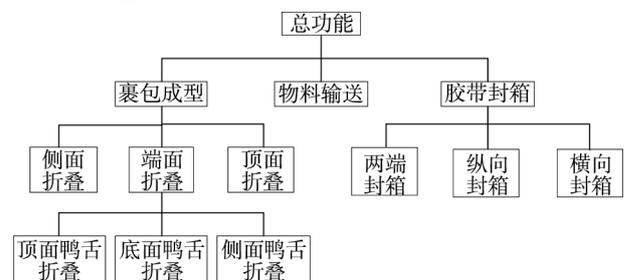


图 3 PVC 扣板自动包装机功能树

Fig.3 Function tree of PVC gusset plate packaging machine

2.3 功能元求解

功能元求解就是寻求实现各功能元的物理作用，求解方法包括：直觉法、调查分析法及设计目录法。

根据该自动包装机的特点,综合利用以上3种方法对各功能元求解。通过把系统的分功能或功能元作为纵坐标,把各功能元所对应解法作为横坐标,构成形态学矩阵。该PVC扣板自动包装机的系统解形态学矩阵,见表1。

表1 PVC扣板包装机系统解形态学矩阵

Tab.1 Morphology matrix of PVC gusset plate packaging machine system solution

功能元	功能元解		
	1	2	3
物料输送 A	皮带输送线	滚筒输送线	
侧面折叠 B	电机+曲柄摇杆机构	气缸+曲柄滑块机构	
顶面折叠 C	气缸+倒V字型下压机	气缸+平板下压机	
侧面鸭舌折叠 D	电机+曲柄摇杆机构	气缸+曲柄滑块机构	
顶面鸭舌折叠 E	电机+曲柄摇杆机构	气缸+曲柄滑块机构	
底面鸭舌折叠 F	电机+曲柄摇杆机构	气缸+曲柄滑块机构	
两端封箱 G	气缸行走+胶带封箱	电机丝杠行走+胶带封箱	同步带行走+胶带封箱
纵向封箱 H	物料两侧带式输送+固定式胶带封箱机构	物料两侧固定+移动式胶带封箱机构	
横向封箱 I	气缸行走+胶带封箱	电机丝杠行走+胶带封箱	同步带行走+胶带封箱

2.4 原理解组合及最优解的确定

根据表1,将功能元解交叉组合,得到多个系统原理解,则系统原理解的组合方案数为: $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 2 \times 3 = 1152$ 。由此可见形态学矩阵组成的系统方案较多,难以对其逐一评价。通常根据以下3点进行方案评价,从而选出最优方案。

1) 功能元解之间必须相容。由PVC扣板包装的工艺要求可以得出,当PVC扣板包装机的物料输送选为输送带输送时,由于未折叠的瓦楞纸箱与输送带接触,不利于纸箱的侧面折叠和底面鸭舌的折叠动作,也不利于折叠机构的布置,因此物料输送应选用辊筒输送线,则剩余的可选方案为576种。

2) 优先选用功能元的较佳,依据该解,选择与它相容的其他功能元解。裹包成型和胶带封箱2个系统直接关系到PVC扣板的包装质量,因此这2大系统是PVC扣板自动包装机的核心。裹包成型的作用就是折叠瓦楞纸箱将PVC扣板包裹起来,在这过程中可以将纸箱上的折痕作为转动副,纸箱各部分在旋转机构的驱动下绕折痕旋转最终完成裹包动作。但是由于PVC扣板易损坏,因此旋转机构的驱动方式应

有缓冲作用,所以选用气缸为动力源的折叠机构。同理,胶带封箱的行走机构也应选择具有缓冲作用的气缸为动力源。同时选用气缸为动力源还具有操作简单、控制方便的优点。由此可以选定侧面折叠、侧面鸭舌折叠、顶面鸭舌折叠、底面鸭舌折叠、两端封箱及横向封箱的解,剩余可选方案为4种。

3) 剔除不满足设计要求、约束条件或令人不满意的解。纵向封箱的2个原理解都能完成所需功能,但是采用物料固定移动胶带封箱时所需要的空间更大,结构更复杂,成本也更高,所以选用了物料两侧通过带式输送和固定式胶带封箱的结构。顶面折叠的2个解中倒V字形下压机机构折叠效果更好,因此选用倒V字形下压机机构。

通过以上分析,得出最优解的组合为A2+B2+C1+D2+E2+F2+G1+H1+I1。

3 最优方案的具体设计结果

根据最优解方案,PVC扣板自动包装机方案见图4。生产出的PVC扣板经人工检查后放置到物料供应位置的瓦楞纸箱板上,然后运送到裹包成型区,首先经过侧面折叠、顶面折叠,将PVC扣板的侧面和顶面裹包。然后,前端面的侧面鸭舌折叠机构、顶面鸭舌折叠机构和底面鸭舌折叠机构依次动作,将前端面裹包成型。前端面裹包成型后,端面封箱机构动作,完成前端面的封箱。前端封箱完成后,物料继续向前输送到纵向封箱机构,从而完成纵向封箱。纵向封箱一定距离后间歇停止,此时纸箱前端超出横向封箱机构,然后横向封箱机构动作,在纸箱顶面完成横向封箱。如此间歇动作完成纵向封箱和横向封箱。纸箱输送过程中,当纸箱末端到达末端折叠区域时,停止输送,并完成末端折叠,然后端面封箱机构动作完成末端封箱。最后,包装好的PVC扣板被输送出来。

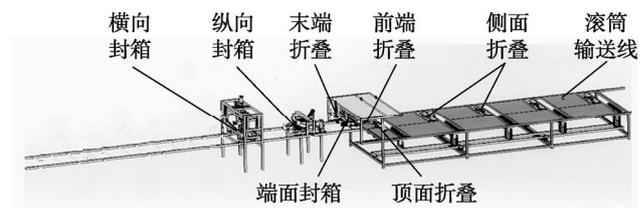


图4 PVC扣板包装机方案

Fig.4 Sketch of PVC gusset plate packaging machine solution

3.1 裹包成型系统设计

根据各功能元最优解原理结合机械设计理论对裹包成型系统进行设计。侧面折叠是裹包成型的第一步,折叠时由气缸将压板顶起翻转90°,将侧面纸板沿着侧面与底面之间的折痕折起。为使PVC扣板在输送的过程中保持整齐紧凑,压板表面安装两无动力辊筒。完成侧面的折叠后,连续进行纸箱的顶面折叠,纸箱的顶面分为对称的两部分,该折叠机构设计选用

倒 V 字形下压机构。下压过程中，倒 V 字形的机构的夹角逐渐变大，直到 180°，下压结束后，机构在弹簧的作用下恢复到初始状态。倒 V 字形结构的主要作用是使顶面两对称部分在下压过程中往中间折叠，从而提高顶面裹包质量。侧面折叠机构和顶面折叠机构见图 5。

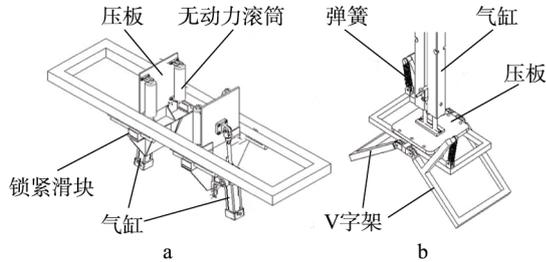


图 5 侧面折叠机构和顶面折叠机构
Fig.5 Side folding mechanism and top folding mechanism

完成侧面及顶面的裹包之后，进行端面的鸭舌裹包，两端面的鸭舌折叠顺序为侧面鸭舌、顶面鸭舌、底面鸭舌。侧面鸭舌折叠机构见图 6a，两气缸推动连杆运动，完成侧面鸭舌折叠。顶面鸭舌折叠机构见图 6b，折叠过程中，下压板压紧纸箱顶面，防止鸭舌折叠过程中顶面变形，然后前折板在气缸驱动下完成顶面鸭舌的折叠。底面鸭舌折叠机构见图 6c，气缸推动压板旋转从而完成底面鸭舌的折叠，为避免顶面鸭舌弹性变形影响封箱效果，底面鸭舌折叠应该在顶面鸭舌机构收回前，同时底面鸭舌压板内侧安装弹性海绵，以持续提供压力，有效地避免底面鸭舌变形。

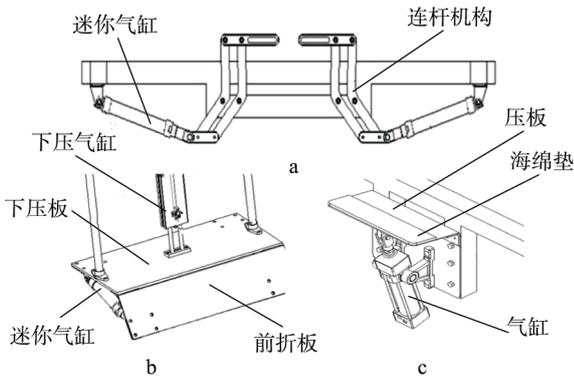


图 6 端面折叠机构
Fig.6 Ends folding mechanism

3.2 胶带封箱系统设计

胶带封箱系统的关键机构是胶带封箱机芯，它可以悬挂胶带，对纸箱进行封箱与切带。胶带封箱机芯见图 7。

两端封箱机构有 2 个反向安置的胶带封箱机芯，由无杆气缸驱动行走。在对两端进行胶带封箱时，无杆气缸推进，带动前端机芯完成前端封箱，然后纸箱继续向前输送当纸箱后端完成裹包后，无杆气缸回程，带动后端机芯完成纸箱后端封箱。两端封箱机构

的结构和两端封箱轨迹见图 8。

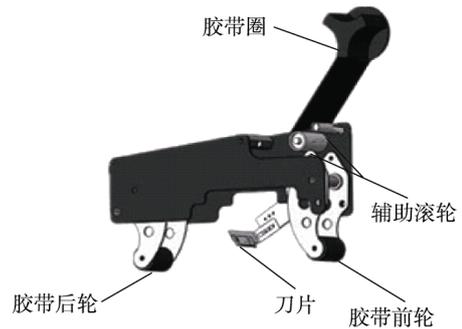


图 7 胶带封箱机芯
Fig.7 Tape sealing movement

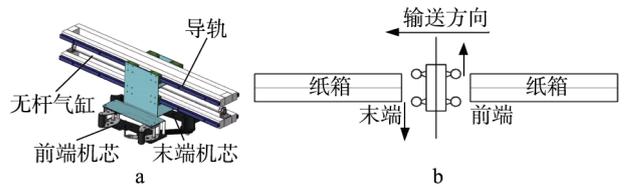


图 8 两端封箱机构和两端封箱轨迹
Fig.8 The sealing mechanism on both ends and sealing path on both ends

纸箱完成前端封箱后，裹包成型的纸箱以间歇运动向前输送。在输送的过程中，纵向封箱机构同时完成对纸箱的纵向封箱。纵向封箱机构的胶带封箱机芯固定，机芯高度依靠滚珠丝杠手动调节，两侧装有带式驱动装置，对纸箱起驱动和定位作用。纵向封箱机构见图 9。

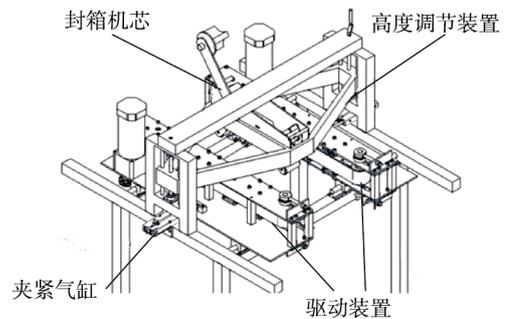


图 9 纵向封箱机构
Fig.9 The longitudinal sealing mechanism

横向封箱机构的功能是在包装箱顶面进行横向胶带封箱，经过横向封箱，顶面的纸箱会更加牢固，避免在搬运时引起开裂。横向封箱机构主要包括胶带封箱机芯、机芯升降机构、机芯行走机构、纸箱夹紧机构以及位置检测装置。横向封箱机构见图 10a。横向封箱时，机芯运动路线见图 10b。A 点为机芯的初始位置，B 点为封箱开始位置，从 A 点下降到 B 点后，两侧纸箱夹紧机构夹紧纸箱，防止封箱过程中纸箱横向移动。B 点到 C 点是机芯的封箱的过程，该过程中，机芯在 B 点由无杆气缸拉至 C 点，完成对纸箱的横向封箱。完成横向封箱后，夹紧装置收回，机芯由 C

点到 D 再返回到 A 点的过程为机芯的复位过程。

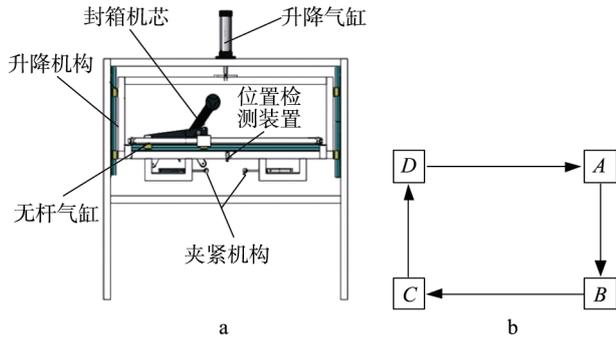


图 10 横向封箱机构及机芯运动路线

Fig.10 The lateral sealing mechanism and movement path

4 实验验证

为了验证该 PVC 扣板自动包装机的工作效率和

稳定性,加工装配了包装机的实验样机。裹包成型与封箱系统的实物见图 11。通过对设备进行大量的试验,得出了自动包装机的工作效率和包装质量的相关数据。

1) 工作效率。由于 PVC 产品种类繁多,消耗时间不尽相同,最长的 7 m 扣板耗时最久,因此选用 7 m 长的扣板进行设备运行时间试验。通过对 500 包 7 m 长 PVC 扣板进行试验验证,该包装机的平均包装效率为 55 s/包。

2) 包装质量。包装质量的要求是纸箱完整、美观,不发生撕裂、无划痕,无明显褶皱,胶带粘贴到位,松紧度适中。通过对 500 包各种规格的产品进行包装试验得出,92.4%的裹包质量满足包装要求,存在少量瓦楞纸箱撕裂和划痕现象;87.2%的封箱质量满足要求,存在主要问题为胶带未能粘贴到位;最终 83.6%的包装产品满足包装要求。实际包装效果见图 12。

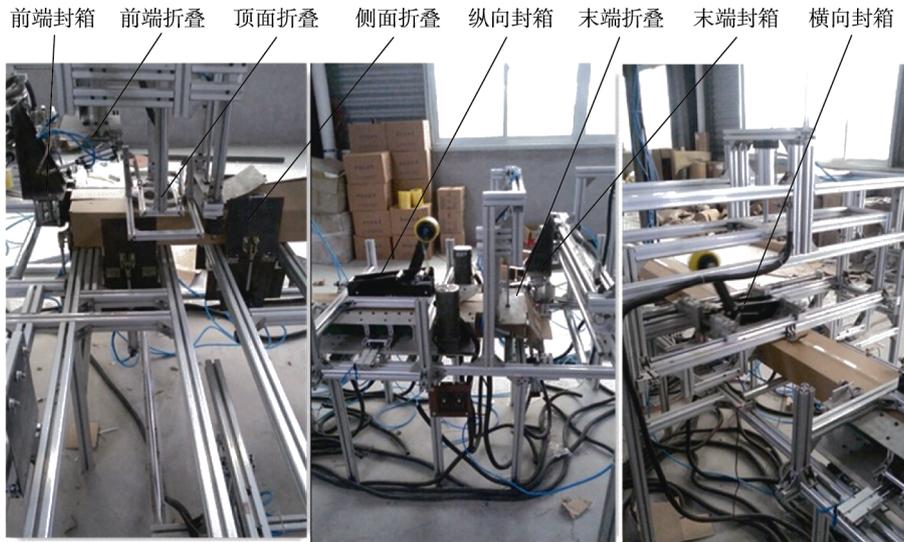


图 11 裹包成型与封箱系统实物

Fig.11 Wrapping and tape sealing system

不合格包装品的出现主要由以下几个因素造成的:同一规格的 PVC 扣板长度尺寸误差较大,导致在裹包过程中裹包系统对瓦楞纸箱造成损坏或使裹包成型的纸箱尺寸出现偏差,继而影响胶带粘贴质量;由铝型材搭建的实验样机加工装配误差较大,稳定性不足,造成裹包和封箱动作出现偏差,影响包装质量;两端封箱机芯没有竖直方向的运动单元,PVC 扣板尺寸误差较大时会影响端面鸭舌的长度,造成无法粘贴到位。根据以上 3 点后可以对包装机做出以下改进:控制同一规格 PVC 扣板的尺寸误差范围,以 7 m 长 PVC 扣板为例,其误差应控制在 1 cm 之内;提高包装机的装配精度和稳定性,可以采用焊接机架代替铝型材机架来实现;在 PVC 扣板尺寸误差不可控的情况下,可以给两端封箱机芯增加竖直方向的运

动单元和端面鸭舌的位置监测单元,以适应端面鸭舌的变动,提高包装质量。

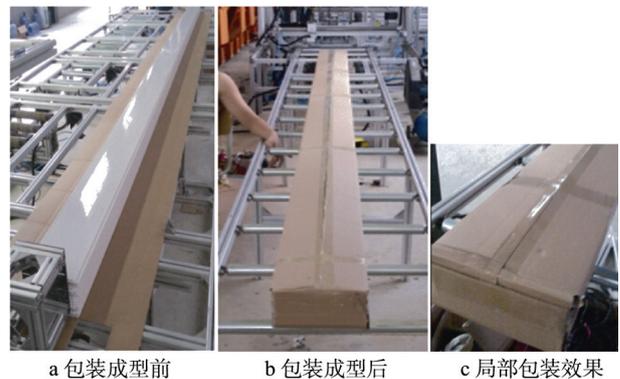


图 12 实际包装效果

Fig.12 The actual effect of packing

5 结语

基于功能分析法设计了一台PVC扣板自动包装机,该自动包装机通过人工上料后,能够实现PVC扣板的自动包装工作。该自动包装机结构灵活,通过调节可以满足不同宽度和包装厚度的PVC扣板的包装,且通过传感器识别功能,能自动完成不同长度尺寸的PVC扣板的识别和包装。通过搭建样机,实验验证了该包装机具有较高的包装效率和包装质量。该包装机应用于PVC扣板包装过程,提高了PVC扣板生产的机械化、自动化水平,提高了生产效率,节约了劳动成本,具有广阔的应用前景。同时,该包装机对未来设计大型板材瓦楞纸箱包装设备具有借鉴意义。

参考文献:

- [1] 朱大鹏,周世生. 瓦楞纸板在冲击激励下的动态特性建模与响应分析[J]. 机械科学与技术, 2013, 32(2): 257—262.
ZHU Da-peng, ZHOU Shi-sheng. The Dynamic Characteristic Modeling and Response Analysis of Corrugated Board under Shock Excitation[J]. Mechanical Science and Technology for Aerospace Engineering, 2013, 32(2): 257—262.
- [2] WANG J, WANG Z W, GAO D, et al. Dropping Shock Response of Corrugated Paperboard Cushioning Packaging System[J]. Journal of Vibration & Control, 2013, 19(3): 336—340.
- [3] 岳青青,王振华. 瓦楞纸箱抗压强度的影响因素及设计和检测[J]. 印刷技术, 2016(4): 43—45.
YUE Qing-qing, WANG Chen-hua. The Factors Influencing the Compressive Strength of Corrugated Carton and the Design and Detection[J]. Printing Technology, 2016(4): 43—45.
- [4] HUA G J, FEI W M, LIAO Z S, et al. Numerical Assessment on Edgewise Compressive Strength of Heavy Sandwich Fiberboard[J]. Applied Mechanics & Materials, 2015, 724(10): 74—78.
- [5] 陈希荣. 瓦楞纸箱包装的发展现状及提高性价比措施[J]. 印刷杂志, 2010(2): 1—7.
CHEN Xi-rong. The Development of Corrugated Carton Packaging and Measures to Improve the Cost Performance[J]. Printing Field, 2010(2): 1—7.
- [6] 刘天植,张新昌. 纸盒的高速自动折叠机构及其原理[J]. 包装工程, 2008, 29(2): 41—43.
LIU Tian-zhi, ZHANG Xin-chang. High Speed Carton Automatic Folding Mechanism and its Principle[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(2): 41—43.
- [7] 王斐,母军,王作雨. 基于SolidEdge模拟瓦楞纸板三维成形的折弯问题研究[J]. 包装工程, 2014, 35(17): 43—47.
WANG Fei, MU Jun, WANG Zuo-yu. Simulation of Bending Problem in the 3D Molding of Corrugated Cardboard Based on SolidEdge[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(17): 43—47.
- [8] CHEN Q, HUANG L Q, LI Y. Study on Application of Slideway in Structure Design of Folding Cartons[J]. Applied Mechanics & Materials, 2012, 200: 600—603.
- [9] MULLINEUX G, MATTHEWS J. Constraint-based Simulation of Carton Folding Operations[J]. Computer-Aided Design, 2010, 42(3): 257—265.
- [10] 张有良,彭英民,荀向民. 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.
ZHANG You-liang, PENG Ying-min, GOU Xiang-min. The Design and Electrical Control of Automation High-speed Carton Packing Machine[J]. Packaging and Food Machinery, 2007, 25(6): 44—47.
- [11] 刘武,李克天. 胶带自动封箱机的结构设计[J]. 轻工机械, 2001(1): 18—20.
LIU Wu, LI Ke-tian. Structure Design of an Automatic Adhesive Tape Sealer[J]. Light Industry Machinery, 2001(1): 18—20.
- [12] 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 Industry Machinery, 2014, 32(1): 82—86.
- [13] 陈培生,杨晓勇. YP11自动装封箱机胶带纸粘贴外观质量的改进[J]. 烟草科技, 2011(2): 23—24.
CHEN Pei-sheng, YANG Xiao-yong. Improvement of Gummed Tape Application in YP11 Automatic Case Filling and Sealing Machine[J]. Tobacco Science & Technology, 2011(2): 23—24.
- [14] 张福华,李绍坚,李海振. 自动检测粘贴及整形装置设计应用[J]. 物流技术, 2011, 30(23): 222—224.
ZHANG Fu-hua, LI Shao-jian, LI Hai-zhen. Design and Application of the Automated Detecting, Adhering and Shaping Device[J]. Logistics Technology, 2011, 30(23): 222—224.
- [15] 孙好文,赵宪奎. 装封箱机自动调节封胶带装置设计[J]. 机电产品开发与创新, 2016, 29(5): 69—70.
SUN Hao-wen, ZHAO Xian-kui. The Design of the Automatic Adjustment of Sealing Tape Device in the Packing Box[J]. Development & Innovation of Machinery & Electrical Products, 2016, 29(5): 69—70.
- [16] 张迎新,吴成春,丁楚芮,等. 卷烟封箱用胶粘带关键质量参数与上机适用性的相关性研究[J]. 轻工科技, 2016(9): 116—117.
ZHANG Ying-xin, WU Cheng-chun, DING Chu-rui, et al. The Correlation Research of Cigarette Packing Adhesive Tape Key Parameters and Applicability[J]. Light Industry Science and Technology, 2016(9): 116—117.