

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2012.03.005

一种纸质缓冲包装撑条的加工工艺

王奉杰¹, 边兵兵¹, 杨昌茂², 陈宏², 张新昌¹

(1. 江南大学 机械工程学院, 江苏 无锡 214122; 2. 宁波万昌橡塑有限公司, 浙江 宁波 315712)

摘要: 针对缓冲包装撑条的应用现状, 并根据产品的性能要求, 设计了一种新型纸质缓冲包装撑条。该撑条产品包括裹包上纸板、海绵条及设置在上纸板内部起支撑作用的多个支撑件, 支撑件与上纸板内表面采取黏合的方式相连接; 裹包上纸板选用单层单面瓦楞纸板, 支撑件选用瓦楞纸板, 所选用材料均具有较好的力学性能和抗摩擦性能。撑条产品的加工过程设计为上纸板裁切、涂胶、抓取及支撑件供送、翻折、保压成型、贴海绵条等步骤, 其关键环节为定型机构的设计、支撑板翻折机构的设计及涂胶设备的选择。该纸质缓冲包装撑条具有良好的缓冲性能, 且能实现规模化生产, 可替代传统的发泡塑料缓冲撑条。

关键词: 缓冲撑条; 瓦楞纸板; 结构设计; 加工工艺

中图分类号: TB484.1

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2012)03-0021-05

Processing Technology for One Type of Paper Cushioning Package Stay

Wang Fengjie¹, Bian Bingbing¹, Yang Changmao², Chen Hong², Zhang Xinchang¹

(1. School of Mechanical Engineering, Jiangnan University, Wuxi Jiangsu 214122, China;

2. Ningbo Wanchang Rubber Co., Ltd., Ningbo Zhejiang 315712, China)

Abstract: In accordance with the current application and product performance requirements of cushioning package stay, a new type of paper cushioning package stay is designed. The product consists of stay wrapping on cardboard, sponge and many support piece setting in internal cardboard. Support pieces bond on the cardboard surface. The stay wrapping on cardboard adopts single-layer single face corrugated board, support pieces adopt corrugated board, all materials with good mechanical properties and anti-friction properties. The producing process includes cardboard cutting, gluing, crawling and support pieces feeding, turnover, pressure forming, pimpled rubber strips, and other steps. Its key issue is the design of forming device, the support plate folding device and the choice of coating equipment. The paper cushioning package stay has good cushioning properties and can achieve large-scale production to replace traditional plastic foam cushioning stay

Key words: buffer stay; corrugated cardboard; structural design; processing technology

1 研究背景

随着低碳环保理念的兴起, 绿色包装成为包装工业的发展方向^[1-4]。中国包装工业是国民经济的重

要组成部分, 必须遵循《人类环境宣言》《里约环境与发展宣言》(21世纪议程)等国际公约规定的环保战略, 发展绿色包装及低碳环保包装。绿色包装指无污染、可回收重复利用或可再生的包装材料和制

收稿日期: 2012-05-12

作者简介: 王奉杰(1988-), 男, 山东日照人, 江南大学硕士生, 主要研究方向为纸制品的机械设计,

E-mail: 710926160@qq.com

品^[1]；低碳环保包装是指减量化、可重复使用、可自行降解和无公害的包装材料及制品^[5-7]。纸包装制品是一种源于自然又回归自然的产品，符合绿色包装的要求，“节材减碳”“以纸代塑”“以纸代木”成为世界包装产业的发展方向，我国包装产业也已将研发重点转移到纸包装的开发利用上。

用于工业包装的缓冲材料主要有3类，即泡沫塑料类、纸类、植物纤维类^[8]。目前，不少家电企业开始探索以纸质缓冲材料替代发泡塑料缓冲材料，如宁波万昌橡塑有限公司针对洗衣机产品的纸质缓冲包装要求，研发了一种纸质缓冲包装撑条产品。该产品可以替代传统发泡塑料包装制品，并能实现工业化生产。

洗衣机产品的传统包装材料一般采用发泡塑料，其包装结构主要包括泡沫塑料顶盖、泡沫塑料底垫和泡沫塑料缓冲撑条3部分。泡沫顶盖放置于洗衣机主体的顶盖上，泡沫底垫放于洗衣机主体底部，泡沫顶盖和泡沫底垫之间使用塑料缓冲撑条以卡接方式相连接。塑料缓冲撑条能防止产品在运输及储运过程中因冲击、振动、跌落等受到损坏，以达到避振、防撞的功能。

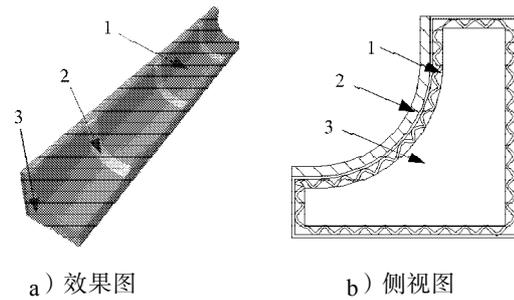
目前，洗衣机缓冲包装撑条一般采用发泡聚乙烯或其他发泡塑料通过模压成型而制得，其材料一般为聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯等化工原料，这些材料碳排放量较大，几乎不能降解，焚烧处理会产生有害气体，对生态环境造成严重污染。随着人们环保意识的不断增强，发泡塑料撑条已不能适应低碳环保的包装要求。而目前市场上采用纸材质的包装撑条，一般使用单面瓦楞纸卷绕而成的中空结构，材料消耗较大，成本较高，也不符合减量化的包装要求。

因此，本研究针对缓冲撑条的应用现状，并根据产品的性能要求，通过合理的结构设计和特殊的黏结加工工艺，设计了一种新型纸质缓冲包装撑条。

2 结构设计及性能要求

2.1 结构设计

针对目前市场上纸质缓冲包装撑条采用中空结构的不足，本文采取在单面瓦楞纸托垫的内部增加多个支撑件、将瓦楞纸托垫卷绕在这些支撑件上的结构设计方式。这种结构增加了撑条的强度^[9]，具有体积小、质量轻、强度高、缓冲效果好、装运方便等优点。其结构示意图见图1。



1—裹包上纸板；2—海绵条；3—支撑件

图1 纸质缓冲包装撑条的结构示意图

Fig. 1 Structure diagram of paper cushioning package stay

由图1可以看出，纸质缓冲包装撑条包括裹包上纸板、海绵条以及设置在上纸板内部起支撑作用的多个支撑件。这些支撑件均与上纸板内表面相黏合，上纸板裹包后的制品截面形状与支撑件的形状相对应。在支撑件对应位置上粘贴有3条海绵条，其作用是防止纸面直接与内装物相摩擦。纸质缓冲包装撑条的上纸板选用单层单面瓦楞纸板，支撑件选用瓦楞纸板。

2.2 性能要求

保护被包装产品避免或减小因各种外力而造成的损坏，这是包装最基本的功能。一件商品要经过多次流通，才能进入商场或其他场所，最终到达消费者手中，这期间，需要经过装卸、运输、储存、陈列、销售等环节。在储运过程中，冲击、振动、跌落等各种因素，都会威胁到商品的安全^[10]。因此，包装制品的性能要求应以保护商品在储运过程中的安全为基础。

纸质缓冲包装撑条的产品性能主要包括力学性能和抗摩擦性能。为了保证产品具有较好的力学性能和抗摩擦性能，必须选择合适的材料，设计科学的产品结构，确定精准的加工工艺，执行严格的性能检测等。材料的正确选择是保证产品性能的重要条件^[11]，应根据被包装物的性能及特征，选择合适的包装材料及规格。本文设计的纸质缓冲包装撑条选用的瓦楞纸板及海绵条均具有合适的力学性能。

3 工艺流程

3.1 加工过程

根据纸质缓冲包装撑条的结构设计，其加工过程可以分为上纸板裁切、涂胶、抓取及支撑件供送、翻折、保压成型、贴海绵条等步骤^[12]，具体过程如图2所示。

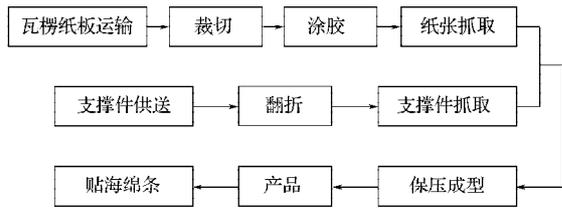


图2 纸质缓冲包装撑条的加工过程

Fig. 2 The processing process of paper cushioning package stay

1) 上纸与涂胶

在牵引力作用下, 将一定宽度的卷简单面瓦楞纸板传送到指定位置进行裁切, 形成固定长度的纸板, 随后进行涂胶。

在这一步骤中, 需要考虑的主要因素包括: 牵引力的大小, 传送带的速度, 涂胶方式, 涂胶量的大小等。瓦楞纸卷在牵引输出时所需要的牵引力为 0.28 kg。传送带设定的速度为 0.5~1.5 m/s, 可根据生产加工环境进行调节。单层单面瓦楞纸板采用喷胶的涂胶方式, 胶料由设置的 7 个喷胶头喷出, 撑条两边位置处的胶头可采用连续喷涂的形式, 中间位置的胶头采用点喷涂的方式, 每个胶头的涂胶量控制在 0.2~0.3 g。

2) 支撑件的排列与供送

将裁切成一定形状的瓦楞纸板支撑件进行整理并排列, 然后按需要进行翻转, 随后供送至指定位置, 以便机械手抓取及成型装置裹包、黏合^[13]。

在这一步骤中, 需要考虑的主要因素为: 裁切尺寸的精确性, 整理设备的可靠性, 传送带速度等。打样机切割而成的瓦楞纸板支撑件的形状及大小会有微量误差, 可采用物料收集槽去除掉差异较大的瓦楞纸板支撑件。翻转机构处放置感应器, 当瓦楞纸板支撑件未到达翻转位置时, 感应器不亮, 不能进行翻转操作。传动带的传输速度为 0.8 m/s。

3) 裹包与黏合

机械手按顺序将上纸板和支撑板抓取到指定位置, 经过冲压、折叠、定型、保压等连续动作, 将支撑板包裹在上纸板内。在这一步骤中, 需要考虑的主要因素为: 裹包力的大小, 保压时间等。裹包过程中, 既要给上纸板提供一定的压力, 又要保证不损坏瓦楞纸板支撑件。机械手周边设置有定位板, 以防止压瘪纸板。为保证上纸板不反弹, 裹包黏合后的产品应至少在成型槽内保压 5 s。

产品成型后, 需要在指定位置粘贴海绵条。在这一步骤中, 需要考虑的主要因素为: 海绵条的平整性, 粘贴位置的准确性等。

3.2 生产线设计

纸质包装件推广应用的主要瓶颈之一是难以实现规模化、批量化生产。为保证纸质缓冲包装撑条的尺寸精度, 实现较高的加工效率, 必须设计科学、高效的生产流程, 使车间和仓库之间、人工操作和生产流水线等生产环节之间的衔接更加合理^[14]。同时, 应考虑原材料、半成品及管道能源的输送, 尽量降低生产成本。综合考虑以上因素, 确定如图 3 所示的纸质缓冲包装撑条生产线。

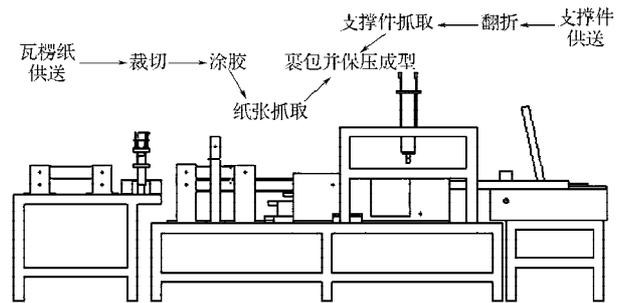


图3 纸质缓冲包装撑条的生产线

Fig. 3 Production line of paper cushioning package stay

4 关键环节及设计思路

4.1 定型机构的设计

定型机构的设计是纸质缓冲包装撑条加工工艺的关键技术之一, 也是实现这类产品产业化生产的前提^[15]。纸质缓冲包装撑条外形尺寸不规则, 需要通过一定的外力, 实现支撑板与上纸板及上纸板两端的黏结。需要注意的是, 必须保证黏结位置的准确性以及黏结的牢固性。

设计思路是: 使用机械手带动支撑件, 向下冲击包装上纸板, 使其按照支撑件的形状运动到固定形状的成型槽内, 实现支撑板底部与上纸板一端的黏结; 然后, 将支撑板上端的包装外纸板折叠、挤压、黏结在支撑件上, 实现支撑板上端与上纸板另一端的黏结, 并最终实现缓冲撑条支撑板与上纸板两端的黏结。

纸质缓冲包装撑条的成型加工顺序见图 4。

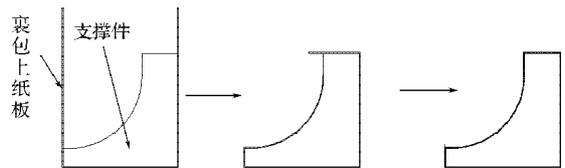


图4 成型加工顺序

Fig. 4 Forming sequence of stay

在这一环节中, 应注意控制压力的大小以及折叠的顺序^[16], 以保证裹包上纸板准确、牢固地粘

在支撑件的外端。

4.2 支撑板翻折机构的设计

在机械手抓取支撑板的过程中,必须保证支撑板竖直放置。支撑板的翻折可采用2种方式:手工翻折及机械翻折。手工翻折需要耗费大量人力,生产成本较高,且需占用较大的工作空间;机械翻折性能安全稳定,能满足支撑板由水平状态变为竖直状态的要求,同时不会增加生产线的长度。为实现产品的自动化、规模化生产,本设计中采用机械翻折方式。

设计思路是:使用推杆将竖直排列的水平支撑板推进到指定位置,通过翻折板使支撑板变成竖直状态。翻折过程可采用曲柄滑块机构,翻折动力可采用气动或其他方式。

4.3 涂胶设备的选择

纸质缓冲包装撑条需要在瓦楞芯纸与瓦楞纸侧面之间进行黏合。由于黏合面积较小,故对黏合强度和保压时间都有一定的要求。同时,还需选择合适的黏合剂,黏合剂的种类决定了涂胶设备的类型和黏合效果。

设计思路是:采用热熔胶黏合剂,并配套热熔胶机。热熔胶机的喷涂系统主要由喷胶装置、供胶系统和控制系统组成。为保证控制系统与机械传动系统的协调一致,应做到:

- 1) 选择设备主传动轴作为轴编码器的联接轴,以保证胶液喷涂的准确性;
- 2) 检测信号尽量靠近胶液喷嘴位置,以减少喷胶误差;
- 3) 撑条两边位置处可采用连续式喷涂的形式,中间位置采用点喷涂的方式。

5 生产设备

本研究所设计的新型纸质缓冲包装撑条的生产设备已形成批量样机,可以实现包装撑条的自动化生产。和现有技术相比,本生产设备具有如下优点:

1) 本设备具有依序相邻分布的纸板裁切设备、纸板施胶设备、成型设备和支撑件输送设备,这样,可以实现生产线两头同时输送原料(纸板和支撑件)的目的,并且由第一机械手和第二机械手完成抓取、定位并输送至成型单元的成型槽,然后由成型单元成型。整个生产过程自动化程度较高,不需要人工干预。

2) 成型单元包括可以上下运动的支撑板,自上而下依序安装在支撑板左侧支架上的折叠板、上推

板、下推板。其中,折叠板、上推板、下推板均以水平方向安置在左侧支架的槽内,上推板右侧的形状与产品形状相吻合。加工同一类型、不同种类的产品时,只需改变上推板的形状。成型单元结构简单,易于更换,能够满足产品生产的多样性需求。

3) 瓦楞纸板支撑件输送单元包括输送台、接料槽和挡板。挡板与输送台连接,可一次性预先放置多条瓦楞纸板支撑件,然后保持竖立状态自动输送至第二机械手的作业区,使一个操作工人可同时兼顾多台纸质缓冲撑条成型机。这样,不仅提高了生产效率,而且节省了人力资源。

由于热熔胶固化时间会受到温度的影响,该生产线的实际生产能力为200~250根/h,可基本满足工业生产的实际需要。在生产线的加工过程中,应保证产品表面无裂痕、划伤和污垢,黏合处胶水无开胶等。

6 结语

本文所设计的纸质缓冲包装撑条的生产线已经应用于公司实际生产加工,纸质缓冲包装撑条已应用于松下电器多种型号洗衣机的包装,并已得到国内市场及国际市场的认可。通过改变成型模具,该纸质缓冲包装撑条产品将可应用于冰箱、空调等其他产品的包装。

综上所述,本文所设计的纸质缓冲包装撑条具有良好的缓冲性能,且可回收再生利用或生物降解,同时能较好地实现规模化生产,可替代传统发泡塑料缓冲撑条。

参考文献:

- [1] 李沛生. 发展绿色包装是包装工业可持续发展之路[J]. 中国包装工业, 2012(2): 34-39.
Li Peisheng. The Development of Green Packaging Is the Sustainable Road of the Development in Packaging Industry [J]. China Packaging Industry, 2012(2): 34-39.
- [2] 彭国勋. 论中国包装工业的可持续发展[J]. 包装学报, 2011, 3(4): 6-11.
Peng Guoxun. On the Sustainable Development of China Packaging Industry[J]. Packaging Journal, 2011, 3(4): 6-11.
- [3] 刘运材. 低碳经济背景下绿色包装产业发展对策研究[J]. 生态经济, 2012(1): 144-146, 156.
Liu Yuncai. Research on the Development Strategies of Green Packaging Industry under the Context of Low-Carbon Economy[J]. Ecological Economy, 2012(1): 144-146.

- 156.
- [4] 高雁. 工业产品绿色包装体系的建立和应用[J]. 湖南包装, 2012(1): 23-25.
Gao Yan. The Establishment and Application of the Green Packaging System in Industrial Product[J]. Hunan Packaging, 2012(1): 23-25.
- [5] 戴宏民, 戴佩华, 周均. 碳减排与绿色包装[J]. 包装学报, 2010, 2(2): 48-51.
Dai Hongmin, Dai Peihua, Zhou Jun. Carbon Emission Reduction and Green Packaging[J]. Packaging Journal, 2010, 2(2): 48-51.
- [6] 刘建文, 李晓勇, 芦鹏. 包装废弃物处理过程中的减碳技术研究[J]. 湖南工业大学学报, 2011, 25(5): 47-50.
Liu Jianwen, Li Xiaoyong, Lu Peng. Research on Carbon Reduction Technologies in Packaging Castoff Disposal[J]. Journal of Hunan University of Technology, 2011, 25(5): 47-50.
- [7] 陈嘉林. 纸制品包装的绿色设计对策[D]. 杭州: 浙江大学, 2005: 8-14.
Chen Jialin. Research in Green Design Strategy of Paper Package Products[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2005: 8-14.
- [8] 霍银磊. 低密度泡沫塑料的结构及其力学行为研究[D]. 无锡: 江南大学, 2008: 7-12.
Huo Yinlei. The Study Structure and Mechanics Behavior of Low Density Foamed Plastics[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2008: 7-12.
- [9] 张涛. 瓦楞纸板缓冲件的结构模型及其参数研究[D]. 无锡: 江南大学, 2007: 6-7.
Zhang Tao. The Research on Structure Analysis Model and the Structural Parameters of the Corrugated Cardboard Cushion[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2007: 6-7.
- [10] [佚名]. 包装的定义、作用与分类[EB/OL]. [2012-03-20]. <http://www.douban.com/group/topic/19269826/>.
[Anon]. The Definition, Function and Classification of Package[EB/OL]. [2012-03-20]. <http://www.douban.com/group/topic/19269826/>.
- [11] 张新昌, 曹国荣, 张蕾. 包装概论[M]. 北京: 印刷工业出版社, 2011: 84-98.
Zhang Xinchang, Cao Guorong, Zhang Lei. Introduction to Packaging[M]. Beijing: Graphic Communications Press, 2011: 84-98.
- [12] 刘晔, 杨小俊, 刘义翔. 关于异型缓冲纸构的工业化实现之研究[J]. 包装工程, 2002, 23(5): 138-140.
Liu Ye, Yang Xiaojun, Liu Yixiang. Research on the Industrial Realization of Cushion Structure of the Corrugated Paper Board[J]. Packaging Engineering, 2002, 23(5): 138-140.
- [13] 刘筱霞. 包装机械[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007: 95-118.
Liu Xiaoxia. Packaging Machinery[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2007: 95-118.
- [14] 刘晖. 多生产线车间设备布局问题研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2002: 18-29.
Liu Hui. Research on Facility Layout Planning for Multi-Production-Line System[D]. Shanghai: Shanghai Jiaotong University, 2002: 18-29.
- [15] 郝玉龙, 徐泰燕. 现代包装机械设计方法[J]. 农村经济与科技, 2011, 22(4): 134-135.
Hao Yulong, Xu Taiyan. Modern Packaging Machinery Design[J]. Rural Economy and Science-Technology, 2011, 22(4): 134-135.
- [16] 王月芹. 基于PLC机械手控制系统设计与实现[J]. 机电产品开发与创新, 2011, 24(3): 149-151.
Wang Yueqin. PLC-Based Robot Control System Design and Implementation[J]. Development & Innovation of Machinery & Electrical Products, 2011, 24(3): 149-151.

(责任编辑: 徐海燕)