

[新设备·新材料·新方法]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2020.05.014

# 基于回转平台和摩擦开袋技术的供袋机

杜邦慎<sup>1</sup>, 陆佳平<sup>1,2</sup>, 练小风<sup>1</sup>

(1. 江南大学 机械工程学院, 江苏 无锡 214122;  
2. 江南大学 江苏省食品先进制造装备技术重点实验室, 江苏 无锡 214122)

**摘要:**针对现有真空开袋方式无法打开热切粘口编织袋,其他方式供袋动作繁琐等问题,课题组提出一种基于回转平台的摩擦式供袋机。回转平台与取袋手的配合可以实现快速从袋库取袋及送袋动作;施压手和回转平台的配合产生平面摩擦可以实现大袋袋口的搓开;插片夹手一体化上袋手可以实现已破口大袋的开袋及上袋;最后利用实验验证技术可行性并确定部分关键参数。结果表明本供袋机可以有效实现难开编织袋的破口开袋、整合取袋送袋及破口动作,提升现有大袋自动包装产线效率及可靠性。

**关键词:**包装机;供袋机;回转平台;平面摩擦;破口开袋

中图分类号:TB486;TH132 文献标志码:A 文章编号:1005-2895(2020)05-0079-05

## Bag Feeder Based on Rotating Platform and Friction Bag Opening Technology

DU Bangshen<sup>1</sup>, LU Jiaping<sup>1,2</sup>, LIAN Xiaofeng<sup>1</sup>

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

2. Jiangsu Key Laboratory of Advanced Food Manufacturing Equipment and Technology, Jiangnan University, Wuxi, Jiangsu 214122, China)

**Abstract:** Aiming at the problem that vacuum bag opening technology couldn't open the woven bag with hot sticking mouth, and other ways of bag feeding were cumbersome, a friction type bag feeder based on the rotating platform was designed. The bag taking and delivering from the bag warehouse was achieved quickly by the cooperation of the rotating platform and the bag taking hand. The plane friction was produced by the cooperation of bag pressing hand and rotating platform to realize the big bag opening. The action of bag opening and sheathing was realized with the aid of bag sheathing hand. Finally, the technical feasibility was verified by the experiments and some key parameters were determined. The results show that the bag feeder integrated bag taking and transporting and mouth breaking action can effectively open the bags which are difficult to open. This design can improve the efficiency and reliability of the existing automatic packaging line of large bags.

**Keywords:** packaging machine; bag feeder; rotating platform; plane friction; mouth breaking and opening

将袋从袋库分离并以打开状态送至下料喷口的过程称为供袋。塑料编织袋广泛适用于25~50 kg粉粒料产品的包装,然而各类大袋包装设备的开袋难以适应各种编织袋特点<sup>[1-4]</sup>,这是该领域迫切需要解决的技术问题<sup>[5]</sup>。目前编织袋自动化包装机多利用真空原理开袋<sup>[6-8]</sup>,而编织袋热切口黏滞阻力、表面凹凸及孔隙较大等不利因素给真空开袋造成巨大影响<sup>[9]</sup>,某些

编织袋只能利用人工开袋,增加生产成本<sup>[10]</sup>。现有大袋供袋设备交接动作、原动件数量较多,影响产线效率及可靠性。经分析,利用回转平台技术,可以有效减少交接动作及原动件数量。

针对因热切产生袋口粘连的编织袋,已研究实施的开袋技术通常不能很好解决编织袋开袋问题,影响开袋成功率与效率。为满足编织袋包装机高速自动开

收稿日期:2020-01-14;修回日期:2020-05-01

第一作者简介:杜邦慎(1994),男,四川成都人,硕士,主要研究方向为包装机械及包装工艺。通信作者:陆佳平(1964),男,江苏太仓人,副教授,硕士生导师,主要研究方向为包装工艺与机械、产品包装技术。E-mail:lu-jp@126.com

袋要求,利用平面摩擦对编织袋粘连袋口进行预破口是可能有效的技术方法之一。

因此,课题组结合回转平台技术及平面摩擦技术,设计了全新供袋设备,并结合试验确定影响摩擦破口技术实施的关键因素。

## 1 供袋机总体方案及原理

如图1所示,供袋机主要由袋库、取袋手、压袋手、上袋手及回转平台组成。取袋时取袋手下降,待吸盘吸住袋尾后取袋手提升。此时大袋袋尾随取袋手上升至一定高度而前端垂于袋组。回转平台在被取袋与袋组间空隙前进,即可分离被取袋与袋组完成接袋。当回转平台完全托起大袋后,取袋手释放袋尾,大袋即跟随平台继续前进。由此整合取袋接袋及送袋动作。

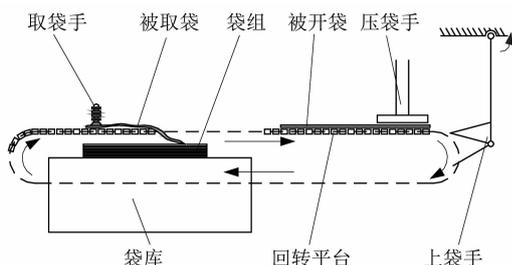


图1 供袋机原理

Figure 1 Principle of bag feeder

当大袋到达开袋位置,平台停止前进,压袋手下降压住大袋。之后回转平台继续前进。平台与压袋手之间产生相对运动,即可由平面摩擦带动大袋两片产生相对运动,由此实现大袋破口。

回转平台继续前进,从直线运动变为圆弧运动。此时由平台带动大袋贴合平台的一面向前露出,而由压袋手压住的那一面并未移动。插片一体化夹手即可夹住已经露出的那一面,待夹手夹稳后压袋手提升。在大袋自身弹性恢复力作用下,上面一片即可包住插片一体化夹手的插片,由此实现完全开袋及撑开袋口。

## 2 供袋机结构设计

供袋机主要完成取袋、开袋、撑袋和上袋动作。为提升可靠性及效率,结合回转平台技术及平面摩擦破口开袋技术,对关键结构进行合理设计。

### 2.1 取袋手设计

取袋手主要实现从袋库分离取用一只大袋的功能。设计的取袋手主要包括驱动电机、滑轮组、吸盘、压力弹簧和调节座。电机驱动滑轮组,控制带轨道的取袋手主体上下移动。真空吸盘安装在带弹簧的压板上,可实现对袋组的压紧,提升真空取袋可靠性。取袋手具体结构如图2所示。

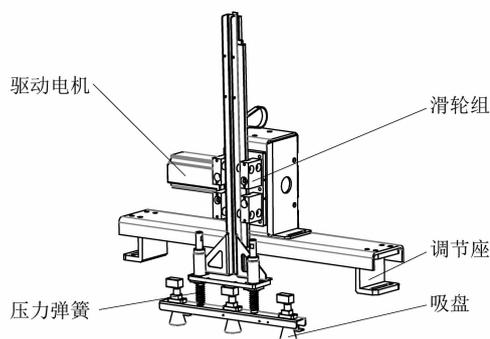


图2 取袋手

Figure 2 Bag taking hand

调节座可以在机架上前后不同位置固定以适应不同长度大袋。取袋手上下移动距离通过伺服电机调节,适应不同袋组高度。

### 2.2 压袋手设计

压袋手主要起到在大袋到达指定位置后压住大袋,以提供摩擦破口所必须的压力。其主要由导杆、气缸、缓冲弹簧和压袋摩擦及安装板块组成。压袋手结构如图3所示。

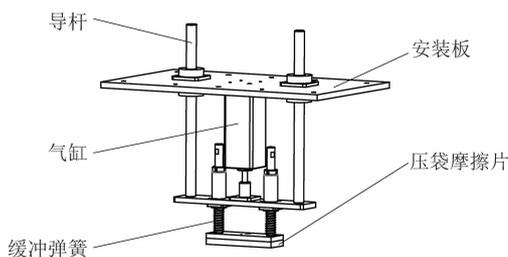


图3 压袋手

Figure 3 Bag pressing hand

对称分布的导杆固定压袋手运动方向且保证机构稳定。缓冲弹簧可避免压力过大。由预试验确定,压袋摩擦片采用长条形,短边与袋口齐平,在大袋中心轴线上施压。

### 2.3 回转平台设计

回转平台主要由若干带摩擦片的链节组成,可以在轨道上按固定轨迹运动。回转平台具体结构如图4所示。

为实现撑袋插片一体化夹手顺利夹袋、开袋,回转平台链节留有夹手槽位。破口开袋部分各机构配合如图5所示。

### 2.4 上袋手设计

为配合平面摩擦破口技术,设计撑袋插片一体化夹手实现破口开袋连续进行。上袋手具体设计如图6

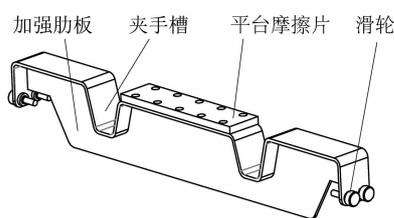


图4 回转平台链节

Figure 4 Chain link of rotating platform

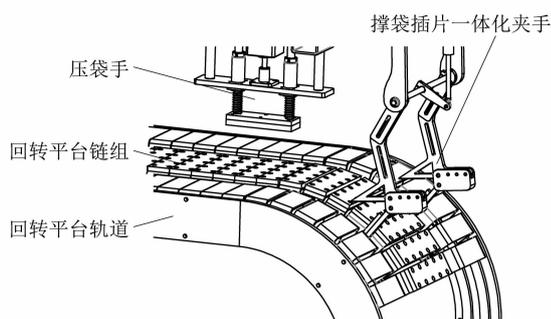


图5 开袋部分结构

Figure 5 Structure of bag opening part

所示,主要包括夹手转动气缸、夹手气缸、夹手夹片及撑袋插片。在夹手夹住大袋贴合平台那面后压袋手释放大袋,大袋上面那片顺势回弹包住撑袋夹片上部。在电机驱动下上袋手旋转上袋,喷口处完成大袋交接,夹手转动气缸驱动夹手旋转退出袋口,结束供袋。

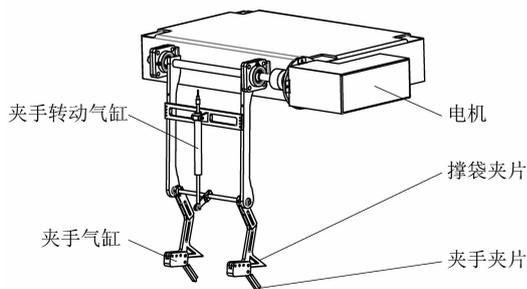


图6 上袋手

Figure 6 Bag sheathing hand

## 2.5 整机建模

供袋机整体建模如图7所示。包括取袋手、袋库、回转平台、压袋手和上袋手。

双排袋库从侧方插入,可使取袋手在回转平台让开的间隔空间中完成取袋。整机相较于现有设备,将取袋接袋、送袋、开袋动作整合到回转平台上,减少原动件和夹手交接次数,提升设备效率;采用平面摩擦技术破口开袋,提升可靠性。

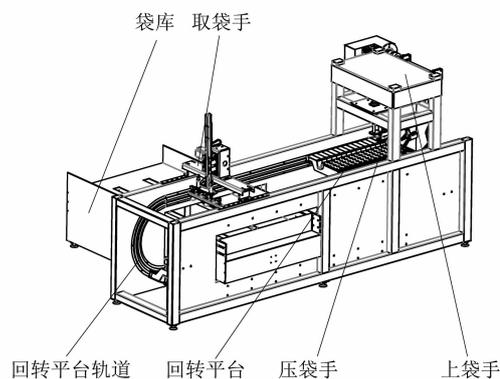


图7 供袋机整体布局

Figure 7 Overall layout of bag feeder

## 3 平面摩擦破口试验验证

平面摩擦破口的关键在于合理的摩擦块施压位置,压袋摩擦块的尺寸及压力等因素,需要通过模拟试验确定。

### 3.1 试验材料与设备

#### 3.1.1 编织袋

编织袋选自生产现场,取4种代表性的常用不同规格编织袋,分别以A,B,C,D表示,如图8所示。



图8 编织袋示例

Figure 8 Examples of woven bags

编织袋的规格参数如表1所示。

表1 编织袋规格参数

Table 1 Parameters of plastic woven bags

编号	容量/ kg	尺寸/ (mm × mm)	是否 内覆膜	内表面 品质	外表面 品质
A	25	690 × 380	是	8	7
B	25	750 × 345	否	6	5
C	50	940 × 590	否	1	2
D	25	755 × 460	否	3	4

注:将4种编织袋内外表面共8个面按照经纬密度、孔隙、单位面积质量、扁丝均匀程度等参数综合排序<sup>[11]</sup>,质量从高到低记为8~1。

#### 3.1.2 摩擦块

自制的摩擦块由防滑摩擦片和不锈钢底板固连构成组件,按宽度不同共6种规格,分别记W5,W10,

W15, W20, W25 和 W30, 如图 9 所示。防滑摩擦片长度统一为 100 mm, 宽度分别为 50, 100, 150, 200, 250 和 300 mm; 不锈钢底板长度统一为 120 mm, 宽度分别为 70, 120, 170, 220, 270 和 320 mm。



图 9 摩擦块

Figure 9 Friction block

### 3.1.3 固定试验台

自制固定试验台的台面为 160 cm × 60 cm, 固定有 80 cm × 58 cm 的防滑摩擦片。

### 3.2 试验方法

用摩擦块压住编织袋上一面中心线位置, 并沿 -OX 方向拖动向上一面, 使编织袋上、下面产生相对位移, 试验方法如图 10 所示。

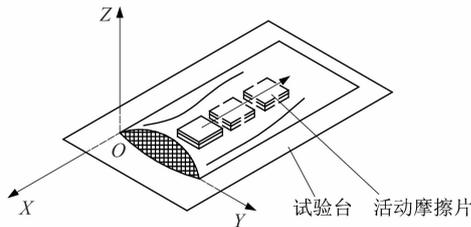


图 10 -OX 方向摩擦破口试验

Figure 10 Experiment of bag mouth breaking by plane friction in -OX direction

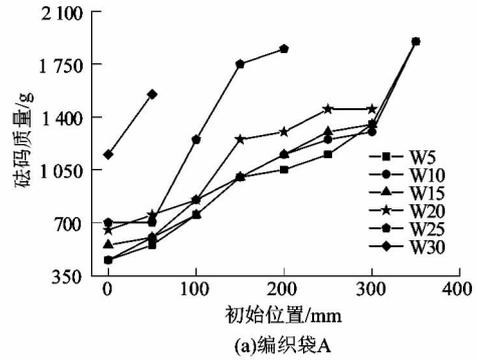
试验中破口成功条件为编织袋两袋面产生 100 mm 相对位移且摩擦块与袋面间无相对滑移。各规格编织袋各取 10 只进行试验。将编织袋平置于试验台上后放置带一定质量砝码的摩擦块, 再将拉力计与摩擦块勾连并拖动。以摩擦块与袋口平齐作为第一初始位置, 每隔 50 mm 为一个测定的初始位置, 摩擦块离袋口距离最大 350 mm。每一个初始位置分别使用不同宽度摩擦块。调节砝码, 直到同一个初始位置连续 10 次以 50 mm/s 速度, 沿 -OX 方向破口成功。记录破口成功所需砝码质量及拉力平均值。

### 3.3 试验结果与分析

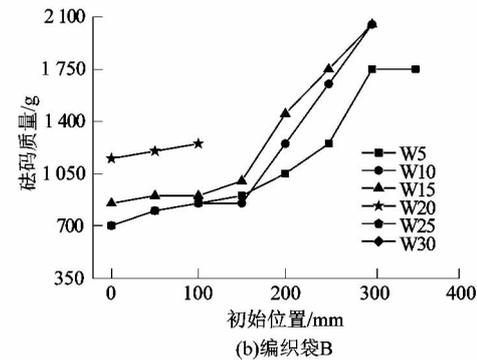
#### 3.3.1 不同初始位置破口成功所需砝码质量

课题组通过 -OX 方向的摩擦破口试验, 获得不同

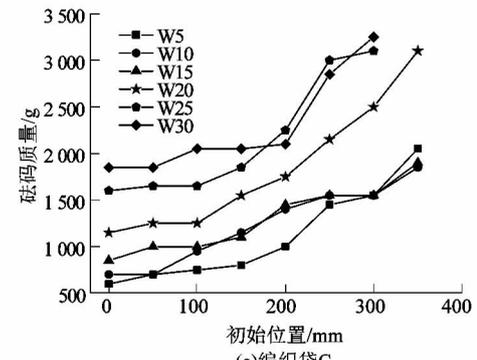
宽度摩擦块、不同初始位置破口成功所需砝码质量, 试验结果如图 11 所示。



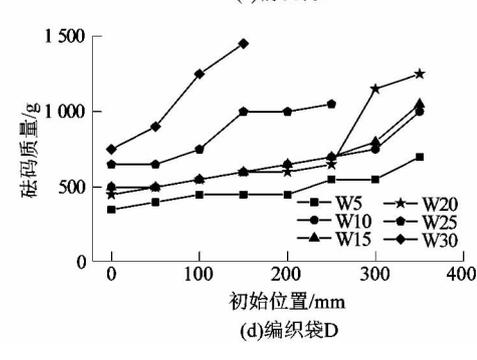
(a) 编织袋A



(b) 编织袋B



(c) 编织袋C



(d) 编织袋D

图 11 摩擦破口试验结果

Figure 11 Test results of friction mouth breaking

随着初始位置与袋口间距离逐渐增大, 编织袋破口过程中的变形约束反力也逐渐增大, 因而破口成功所需砝码质量会相应增加。摩擦块起始位置越接近袋口, 破口开袋所需的压力越小。

### 3.3.2 摩擦破口失效情况

对应不同摩擦块宽度,受袋面变形牵连的影响,摩擦破口的效果会受到限制。当摩擦块增加到一定宽度且初始位置离袋口较远,4种编织袋都不同程度出现袋口卷曲、拖动滑移以及勾住褶皱等情况,导致无法破口成功甚至完全无法破口。试验中4种编织袋无法摩擦破口时的参数如表2所示。

表2 4种编织袋破口失效对应参数

Table 2 Corresponding parameters of 4 kind of mouth breaking failure

编号	袋口宽度/mm	摩擦块宽度/mm	所处位置/mm
A	380	200	300
B	345	150	300
C	590	250	300
D	460	250	250

摩擦块宽度越小越有利于破口开袋。摩擦块初始接触位置宜设置在袋面中心线袋口附近,且宽度不应超过袋口宽度的50%。

### 3.3.3 编织袋袋材质量对破口的影响

考虑容量同为25 kg的不覆膜编织袋B与D,通过选取二者在摩擦块W5条件下皆能保持完整的曲线进行对比。结果如表3所示。

表3 不同塑料编织袋破口区别

Table 3 Difference of mouth breaking of different plastic woven bags

初始位置/ mm	砝码质量/g		拉力/N	
	B	D	B	D
0	700	350	5.932	3.730
50	800	400	6.412	3.912
100	850	450	6.607	4.112
150	900	450	7.660	5.287
200	1 050	450	9.027	5.822
250	1 250	550	10.503	6.309
300	1 750	550	13.926	6.212
350	1 750	700	15.598	8.534

表面质量更差的编织袋D所需破口压力和破口过程中最大拉力皆更小。较低的表面质量有利于摩擦破口开袋,主要是粗糙表面有利于增加表面摩擦;且利用橡胶受压形,嵌入编织袋经纬扁丝交叉孔隙及缝隙,可以有效提升摩擦开袋效果。

### 3.3.4 ±OX方向对破口的影响

通过附加试验,分别选取容量同为25 kg的内覆膜编织袋A和无覆膜编织袋B,在+OX方向进行破口试验,并与-OX方向试验数据进行分析对比,试验结

果如表4所示。在相同位置相同摩擦片宽度情况下,+OX方向破口开袋所需压力远大于-OX,原因是+OX方向开袋袋口向下方卷曲变形趋势被阻挡。

表4 ±OX方向所需压力

Table 4 Pressure requirements in ±OX direction

编号	初始位置/mm	OX方向砝码质量/g	-OX方向砝码质量/g	质量比
A	150	3 150	1 000	3.150 0
A	200	3 150	1 050	3.000 0
B	50	2 550	800	3.187 5
B	100	2 550	850	3.000 0

以-OX方向实施破口开袋所需压力明显小于+OX方向,且更利于后续撑开袋口的同步操作。

## 4 结论

课题组设计了一种基于回转平台和平面摩擦技术的大袋供袋机,详细进行了关键机构设计并完成整机设计;通过试验探究摩擦破口技术的可行性、影响平面摩擦破口效果的因素。结果表明:基于回转平台和摩擦开袋技术的供袋机可以有效应对现有真空供袋机难以适用的编织袋种类,并整合部分关键动作,可有效提升大袋供袋设备可靠性及效率。

### 参考文献:

- [1] PAUDYAL S, OPIT G P, ARTHUR F H, et al. Effectiveness of the ZeroFly® storage bag fabric against stored-product insects[J]. Journal of Stored Products Research, 2017, 73: 87-97.
- [2] ZHANG Tianhou, LI Changchun, LI Guoping, et al. Generation and analysis of material bag depth image based on machine vision[C]// 2010 International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation. Changsha: IEEE, 2010: 351-354.
- [3] KAVOUSSANOS M, POULIEZOS A. Visionary automation of sack handling and emptying[J]. IEEE Robotics & Automation Magazine, 2000, 7(4): 44-49.
- [4] 孙牧青. 大袋包装方式与设备的选择[J]. 包装与食品机械, 2003, 21(4): 28-31.
- [5] 邹阳. 回转式全自动套袋机器人的研制[D]. 安徽: 合肥工业大学, 2014: 3-6.
- [6] 程亮, 王云亮, 陈羿, 等. 基于粉状物料的全自动大袋包装机的研究[J]. 盐业与化工, 2017, 46(2): 29-34.
- [7] 李志蕊, 贾天娇, 汪文君. 真空吸盘技术在机翼载荷校准试验中的应用研究[J]. 航空科学技术, 2019, 30(4): 26-30.
- [8] 王晓花. 全自动大袋包装机总体及关键部件研究与设计[D]. 武汉: 武汉工业学院, 2012: 13-21.
- [9] 滕红华. 真空吸盘吸持物体的动力学分析[J]. 包装工程, 2004, 25(2): 68-83.
- [10] 江南大学. 一种化肥包装编织袋开袋装置: CN201810324577.6 [P]. 2018-08-17.
- [11] 卢洪源. 影响塑料编织袋质量的参数及因素[J]. 计量与测试技术, 2017, 44(4): 53-54.