

# 基于纸质金融产品的自动捆扎机机构研究

李东, 刘佳斌, 曹志宏, 周益林, 王延军

(北京强度环境研究所, 北京 100076)

**摘要:** **目的** 为了解决成摞纸质金融产品捆扎效果差等问题。**方法** 通过对一代结构机进行设计、实验, 以及对二代结构机进行优化设计, 完成捆扎条传送、产品定位与捆扎条烫接、捆扎条裁切、捆扎条折纸及勉纸等机构的模块化设计。**结果** 该捆扎机能自动实现捆扎条的定长传送、定长裁切、折纸及烫接; 当出现故障时, 可实现线下维修, 能够将因停机维修造成的损失降到最低。还能根据不同产品厚度自适应调整折纸位置, 实现捆扎百张纸质金融产品松紧一致的目标。**结论** 经过实际应用, 文中研究的自动捆扎机工作可靠、运转良好, 具有推广价值。

**关键词:** 纸质金融产品; 自动捆扎机; 机构研究

中图分类号: TB486; TH693.9 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2019)07-0186-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.07.028

## Mechanism of Automatic Strapping Machine Based on Financial Products

LI Dong, LIU Jia-bin, CAO Zhi-hong, ZHOU Yi-lin, WANG Yan-jun

(Beijing Institute of Structure and Environment Engineering, Beijing 100076, China)

**ABSTRACT:** The paper aims to solve the problem of poor strapping effect of stacks of paper financial products. The conveyor mechanism, product positioning and ironing mechanism, cutting mechanism, origami mechanism and scrap mechanism of the automatic strapping machine was researched in modules through design and test on this generation of structural machine and optimizing and design on the second generation of structural machine. The strapping machine could automatically realize the fixed length transmission, fixed length cutting, origami and ironing of the strapping; when a fault occurred, the offline maintenance could be realized, and the loss caused by the shutdown maintenance could be minimized. The origami position could be adaptively adjusted according to the thickness of different products to achieve the tightness of the bundled paper financial products. The practical application shows that the automatic trapping machine researched in this paper works reliably, runs well and worth popularization.

**KEY WORDS:** paper financial products; automatic strapping machine; mechanism research

特种印制行业对成摞纸质金融产品<sup>[1-2]</sup>的裁切质量及数字安全极为重视, 而我国使用的捆扎设备是与裁切检封设备融于一体的设备, 其结构较大, 不能独立拆卸, 维修不方便, 可靠性差等是整个裁切检封设备的薄弱环节<sup>[3-4]</sup>。同时, 产品规格(开本)更换时, 需要更换对应的开本零件, 调整过于复杂, 因此, 研制一种结构简单、操作方便、捆扎质量高、

全自动化的捆扎设备成为特种印制行业亟待解决的问题<sup>[5-7]</sup>。

为解决上述问题, 文中提出一种基于扎张纸质金融产品的自动捆扎机, 该捆扎机能自动实现捆扎条的定长传送、定长裁切、折纸及烫接等功能, 很好地满足工艺要求, 实现扎张长条产品在线捆扎。此外, 该捆扎机具有原理清晰、结构简单、开本更换调整方便、

收稿日期: 2018-12-07

作者简介: 李东(1988—), 男, 硕士, 北京强度环境研究所工程师, 主要研究方向为机械结构设计和液压气动系统设计。

故障分析处理容易、控制操作简单、捆扎质量高等优点，能够满足新的工艺发展对设备的需求。同时也为裁切检封自动生产线适应新的自动化生产工艺需求进行升级改造奠定了基础，具有很好的应用前景。

## 1 自动捆扎机的工作原理

自动捆扎机集输纸、切纸、折纸、烫接为一体，能自动实现捆扎条的定长传送、定长裁切、自适应折纸及烫接<sup>[8-11]</sup>。上道工序将待捆扎长条产品6送入捆扎位置，产品定位机构4将待捆产品定位，捆扎条传送机构10中的输纸电机按开本要求将捆扎条定长送入捆扎位置，捆扎条裁切机构9将捆扎条定长裁断，捆扎条折纸机构及勉纸机构8中的折纸机构上升，将捆扎条紧贴待捆产品底部及两侧，勉纸机构气缸收缩将捆扎条两边顺次贴合产品上表面，捆扎条烫接机构5中的带温度烫头动作，将捆扎条烫接，完成扎张长条产品的捆扎。自动捆扎机总体结构示意图见图1。

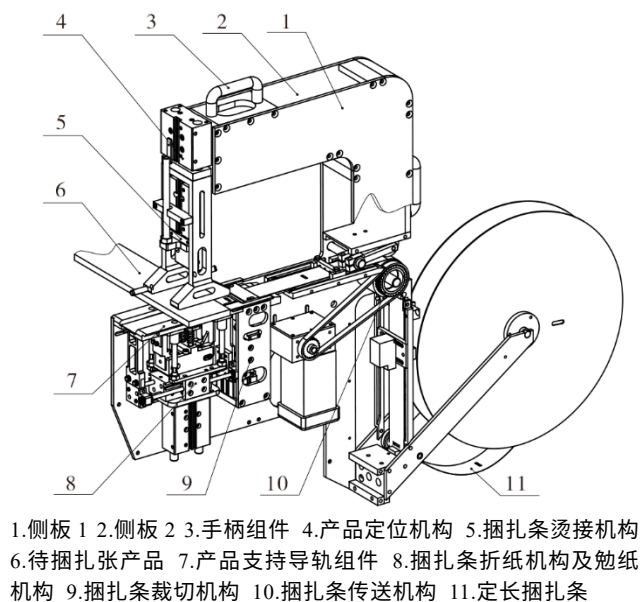


图1 自动捆扎机总体结构

Fig.1 Overall structure of automatic strapping machine

## 2 捆扎机主要机构研究

### 2.1 捆扎条传送机构

捆扎条输纸节拍中，压纸气缸11动作带动压纸胶轮12将捆扎条压紧于输送轮14上，同时输纸器电机6通过减速机、同步带组带动输送轮旋转，将捆扎条沿着既定导轨输送。当墨点传感器5感应到捆扎条上定长间隔的小黑块时，输纸器电机电子转动，压纸气缸收缩，压轮抬起，实现捆扎条定长的传送。

捆扎条传送机构通过调整墨点传感器上下的位置，能根据不同的开本产品自动输送不同定长的捆扎

条，取消了原有线体上叼纸钳机构，避免了叼纸钳驱动气缸误操作带来的安全隐患。该机构具有结构简单、操作安全等优点。

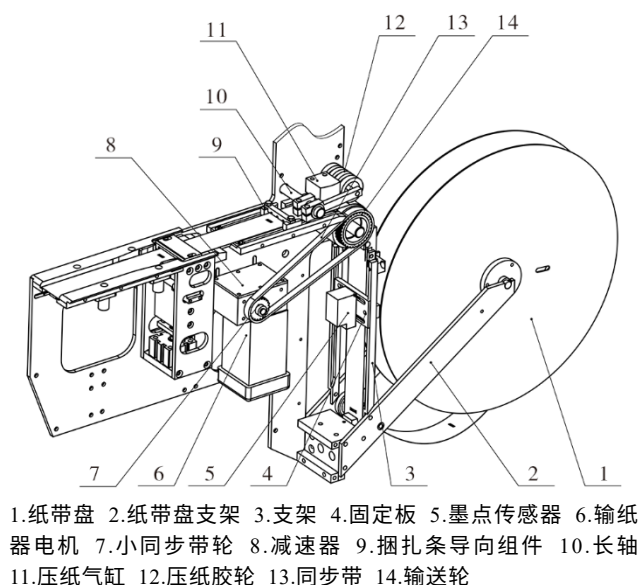


图2 捆扎条传送机构

Fig.2 Conveyor mechanism of strapping bar

### 2.2 产品定位与捆扎条烫接机构

捆扎条烫接机构集成于产品定位机构，见图3，其动作过程为：当待捆扎产品被输送至捆扎位置后，压脚气缸动作带动压脚下压，将待捆扎产品“固定”等待捆扎；到捆扎条烫接节拍时，烫头气缸10带动烫头7下压，加热管6能将烫头保持到一定温度可将捆

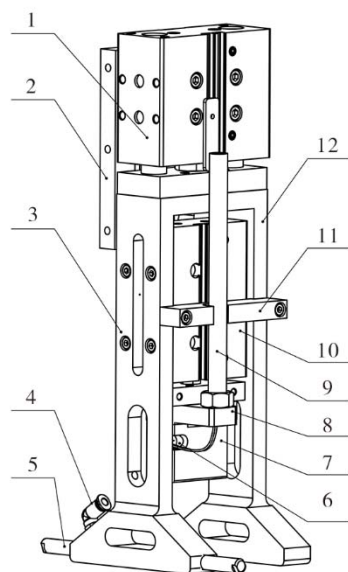


图3 产品定位与捆扎条烫接机构

Fig.3 Product positioning and hot jointing mechanism of binding strip

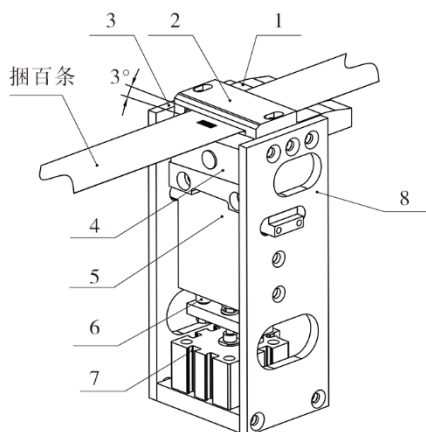
扎条烫接；当捆扎条输送时，压脚 3 上安装的气嘴管 4、气管 5 能将捆扎条紧贴于导向组建输送，防止其翘曲。

捆扎条烫接机构与产品定位机构集成一体，安装于捆扎单机上。当更换开本时，可进行整体调整，无需单独更换不同尺寸压脚以及单独调整位置。该结构具有结构简单，对不同开本适应强，调整简易等优点。

### 2.3 捆扎条裁切机构

捆扎条裁切机构示意图见图 4。其中下刀 4 通过压簧、螺母、螺栓固定在下刀架 5 上；下刀架 5 通过螺钉与滑轴 6 连接；上刀 2 通过螺钉与上刀安装板 1 相连接；切纸气缸 7 安装在气缸支撑板上；同时上刀安装板 1 通过螺钉与刀侧板相连接。

当捆扎条停止输送，捆扎裁切刀机构中的切纸气缸伸出将下刀沿滑轴上升至上刀刀口，将捆扎条切断。下刀刀口与上刀刀口之间设计有  $3^\circ$  的角度，这种斜刀口的设计，能保证当下刀沿滑轴上升时，下刀刀刃与捆扎条是点接触，能有效地实现捆扎条的裁切。该部分上下刀一体化设计，当需要调整或更换时可以单独将裁切部分取出线体外，方便调整及维修。



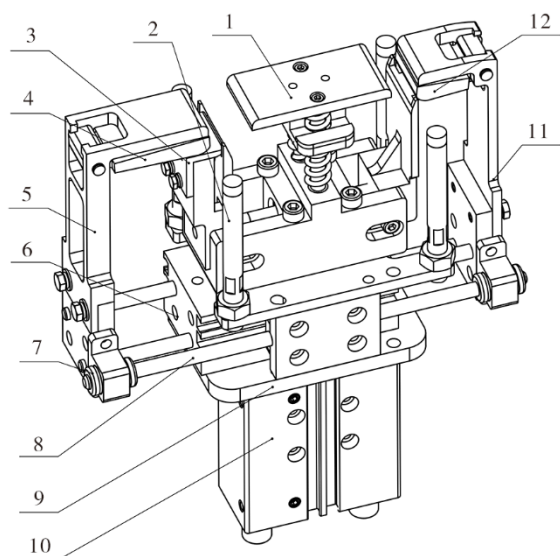
1.上刀安装板 2.上刀 3.刀侧板 4.下刀 5.下刀架 6.滑轴 7.切纸气缸 8.刀侧板 II

图 4 捆扎条裁切机构  
Fig.4 Cutting mechanism of binding strip

### 2.4 捆扎条折纸机构及勉纸机构

捆扎条折纸机构及勉纸机构结构示意图见图 5—6。当捆扎条输送到捆扎位置并裁断后，折纸机构中的产品厚度自适应组件，自动感知产品的上下表面，宽度适应部分感知产品两侧边缘。捆扎条在折纸机构中沿着产品上下表面和两侧边缘自动弯折成圈，等待烫接。具体动作：升降气缸 10 升起，捆扎条托板 1 带动捆扎条上升，使捆扎条紧贴产品下表面，实现产品下表面自动定位；此时升降气缸 10 继续上升，当产品上表面感知立柱遇到压脚（图 3 中 3）下表面时，升降气缸 10 停止上升，感知到产品的上表面，实现

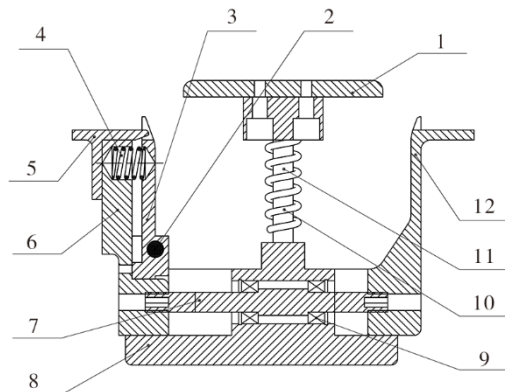
产品上表面自动定位。两侧升降折板设计为一边固定一边浮动的结构形式，能够根据产品宽度的时时尺寸和位置信息做自适应性调整，准确感知产品宽度方向的 2 个侧边。当两侧升降折板随升降气缸上升时，能够自动紧贴产品两侧将捆扎条弯折。折纸机构能够自动感知产品的上下表面和宽度侧边信息，并做自适应性调整，因此能够保证捆扎产品松紧度的一致性。同时当捆扎不同规格的产品，如图 6 所示，可通过旋转带双向螺纹的螺纹杆 7 来实现活动折板 3 与固定折板 12 之间的距离，来适应不同规格的产品。



1.捆扎条托板 2.小顶柱 3.支撑板 4.勉纸折板 I 5.勉纸左支架 6.勉纸气缸 7.直线轴承 8.光轴 9.支撑板 10.升降气缸 11.勉纸右支架 12.勉纸折板 II

图 5 捆扎条折纸机构和勉纸机构  
Fig.5 Folding mechanism and scrap mechanism of strapping strip

如图 5—6 所示，当折纸机构升到到位后，勉纸气缸 6 收缩，左右两勉纸折板 4、12 将捆扎条顺次地贴合于产品的上表面。捆扎勉纸机构两边勉纸支架 5，



1.捆扎条托板 2.销轴 3.活动折板 4.压簧 5.折板支撑板 6.左折纸支架 7.螺纹杆 8.支座 9.轴承 10.压簧 IV 11.滑轴 12.固定折板

图 6 捆扎条折纸机构部分  
Fig.6 Folding mechanism of strapping strip

11 为偏心安装,当勉纸气缸 6 收缩时能将捆扎条交错贴合至产品上表面。两边设置支撑板 3,能保证勉纸折板 4,12 在接触产品前始终保持压簧压缩状态,实现捆扎条较紧地贴合在产品上表面,保证捆扎效果。通过光轴 8 及两边直线轴承 7 的设置,能有效减小勉纸时对勉纸气缸的侧向力,提高捆扎稳定性。

3 样机试验与结果分析

3.1 样机研制

通过对一代结构机进行设计、搭建及捆扎,发现

捆扎过程中捆百条姿态存在不确定性及勉纸机构存在变形等问题。通过增加气动辅助系统来确保捆百条姿态的稳定性,通过增加直线轴承及光轴组件来增加勉纸机构刚性,完成了二代结构机的设计<sup>[12—15]</sup>。如图 7—8 所示,通过 2 次结构优化设计,样机捆扎效果稳定可靠。

3.2 试验测试

通过设备对现有百张纸质金融产品所有的尺寸和厚度进行捆扎试验,见表 1。捆扎效果见图 9,捆扎效率为 7.5 s/捆,满足现有设备需求。

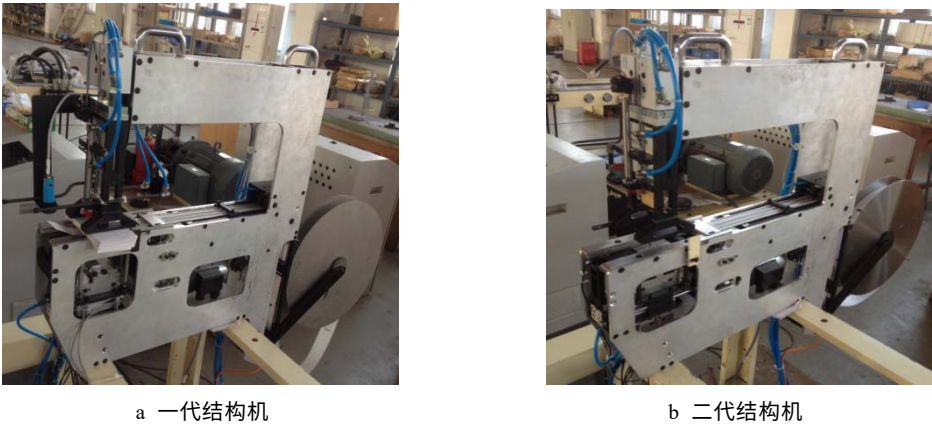


图 7 自动捆扎机整体结构实物  
Fig.7 Physical drawing of whole structure of automatic strapping machine

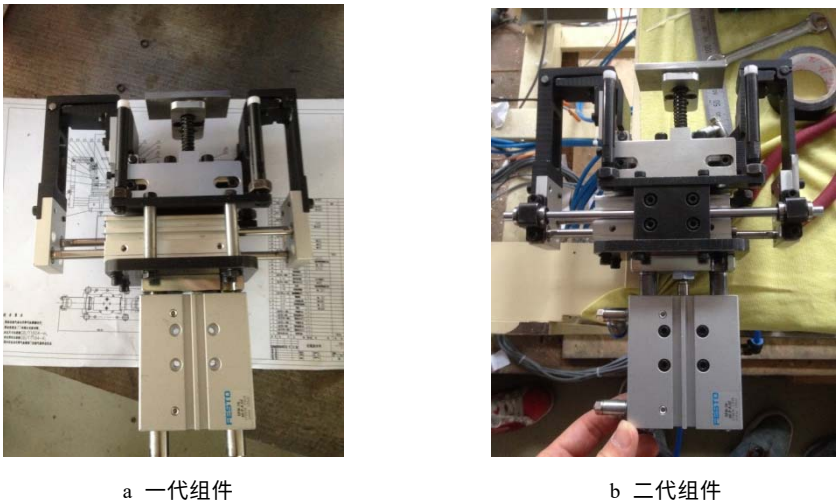


图 8 自动捆扎机部分结构实物  
Fig.8 Part of structure physical drawing of automatic strapping machine

表 1 多种产品的捆扎合格率  
Fig.1 Qualification rate of variety of products bundled %

| 厚度/mm | 宽度/mm |       |       |
|-------|-------|-------|-------|
|       | 63    | 70    | 77    |
| 8     | 99.70 | 99.90 | 99.80 |
| 10    | 99.80 | 99.90 | 99.90 |
| 12    | 99.80 | 99.70 | 99.60 |



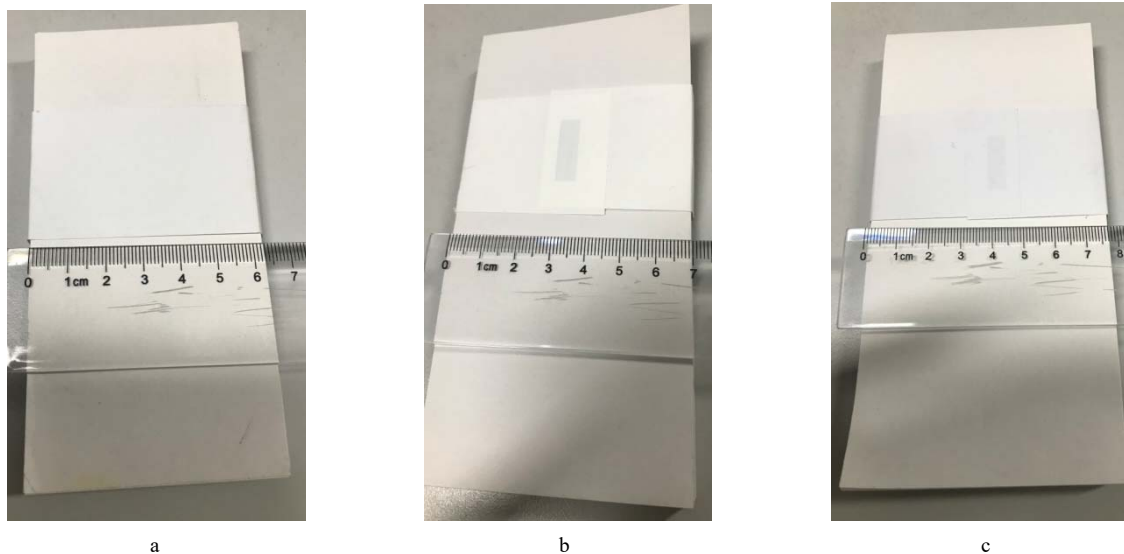


图 9 自动捆扎效果

Fig.9 Automatic bundling effect

## 4 结语

文中提出的基于百张纸质金融产品的自动捆扎机,具有原理清晰、结构简单、开本更换调整方便、故障分析处理容易、控制操作简单、捆扎质量高等优点,能够满足新的工艺发展对设备的需求,为裁切检封自动生产线的升级改造奠定了基础。可单独对在生产的 50 多条裁切检封自动生产线,进行捆扎单元的改造。同时,捆扎单元所采用的仿形自适应捆扎方法,能够作为一种新的捆扎理论应用于其他行业,能够与市面上现有的圈式收紧捆扎机并驾齐驱,且具有维修简单、可靠性高等优点。

### 参考文献:

- [1] 王栋, 郭建伟, 刘从军, 等. 大张纸质金融产品传动控制装置设计与计算[J]. 机械工程师, 2016(2): 92—94.  
WANG Dong, GUO Jian-wei, LIU Cong-jun, et al. Design and Calculation of a Big Paper Financial Product Transmission Control Device[J]. Mechanical Engineer, 2016(2): 92—94.
- [2] 李亚男, 赵嘉昱, 郭建伟. 纸质印刷品输送方式[J]. 科技与企业, 2012(16): 339—340.  
LI Ya-nan, ZHAO Jia-yu, GUO Jian-wei. Transportation Manner of Papery Presswork[J]. Technology & Enterprise, 2012(16): 339—340.
- [3] 杨妙, 曹巨江, 李晓星, 等. 环保型捆扎机的纸带粘结条件试验[J]. 轻工机械, 2010, 28(1): 84—86.  
YANG Miao, CAO Ju-jiang, LI Xiao-xing, et al. Experiment of Paper Tape's Cohesive Property of Environment-friendly Strapping Machine[J]. Light Industry Machinery, 2010, 28(1): 84—86.
- [4] 杨妙, 曹巨江, 李志明. 环保型捆扎机送胶、烫合机构的设计[J]. 包装工程, 2010, 31(1): 65—67.  
YANG Miao, CAO Ju-jiang, LI Zhi-ming. Design of Environment-friendly Glue Conveying and Heatseal Mechanism of Binding Machine[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(1): 65—67.
- [5] 曹巨江, 吕凯归, 王映俊, 等. 环保型捆钞机送切胶机构的研究与设计[J]. 机械传动, 2010, 34(12): 63—65.  
CAO Ju-jiang, LYU Kai-gui, WANG Ying-jun, et al. The Design and Research of Environment-friendly Packing Bank Note Machine to Send and Cut Glue Mechanism[J]. Journal of Mechanical Transmission, 2010, 34(12): 63—65.
- [6] 王筱华, 王学俊, 陶学恒. 银行钞票自动线绳捆扎机设计[J]. 大连工业大学学报, 2000(4): 286—288.  
WANG Xiao-hua, WANG Xue-jun, TAO Xue-heng. Design of Automatic Machine for Bank Notes Binding[J]. Journal of Dalian Polytechnic University, 2000(4): 286—288.
- [7] 王其超, 牟敦华, 杨继新, 等. 多打钞票自动捆扎机的设计[J]. 大连工业大学学报, 1996(3): 31—36.  
WANG Qi-chao, MU Dun-hua, YANG Ji-xin, et al. Mechanism Design of a Bank Note Bundling Machine[J]. Journal of Dalian Polytechnic University, 1996(3): 31—36.
- [8] 黄安贻, 王良. KX 系列全自动捆钞机的原理与实现[J]. 轻工机械, 2006, 24(3): 130—132.  
HUANG An-yi, WANG Liang. The Principle and Design of KX Fully Automatic Paper Currency Binder[J]. Light Industry Machinery, 2006, 24(3): 130—132.
- [9] 丁素珍. 新型捆钞机及捆扎带的发展趋势[J]. 浙江工贸职业技术学院学报, 2005, 5(4): 27—29.  
DING Su-zhen. On the Future Trend of New-type Money-bundled Machine and Box Strapping[J]. Jour-

- nal of Zhejiang Industry & Trade Polytechnic, 2005, 5(4): 27—29.
- [10] 张浩, 党新安. 全自动捆扎机传动系统设计[J]. 重庆理工大学学报(自然科学), 2006, 20(8): 54—56.  
ZHANG Hao, DANG Xin-an. Design of the Transmission System of Automatic Enlacing Machine[J]. Journal of Chongqing Institute of Technology, 2006, 20(8): 54—56.
- [11] 刘飞飞, 刘金根. 基于ADAMS的捆扎机锁紧机构的优化设计[J]. 包装工程, 2009, 30(7): 19—21.  
LIU Fei-fei, LIU Jin-gen. Optimal Design for Locking Mechanism of Bundling Machine Based on ADAMS[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(7): 19—21.
- [12] 罗娟娟, 王兴国. 一种塑料薄膜链条拉膜机构的设计[J]. 电脑与信息技术, 2013, 21(3): 16—18.  
LUO Juan-juan, WANG Xing-guo. Design of Film Forming Mechanism for Plastic Film Chain[J]. Computer & Information Technology, 2013, 21(3): 16—18.
- [13] 索利利, 陆佳平. 粽子自动化捆扎夹持机构的研究[J]. 包装与食品机械, 2016, 34(4): 61—65.  
SUO Li-li, LU Jia-ping. Automatic Strapping Holding Mechanism of Rice Dumplings[J]. Packaging & Food Machinery, 2016, 34(4): 61—65.
- [14] 张明, 赵伯威, 赵帅峰, 等. 线束自动捆扎设备研究[J]. 机械工程与自动化, 2017(2): 101—102.  
ZHANG Ming, ZHAO Bo-wei, ZHAO Shuai-feng, et al. Research on Automatic Binding Equipment for Electrical Harness[J]. Mechanical Engineering & Automation, 2017(2): 101—102.
- [15] 何远博, 王欢, 王宏祥. 包装带捆扎机机械部分研制[J]. 装备制造技术, 2014(10): 127—128.  
HE Yuan-bo, WANG Huan, WANG Hong-xiang. Packaging Strapping Machine Mechanical Parts[J]. Equipment Manufacturing Technology, 2014(10): 127—128.