

自动硬币清分卷包机研制

符宝鼎, 皮康

(辽宁工业大学, 锦州 121001)

摘要: **目的** 为解决各类硬币自动整理、分类、包装问题, 设计研究一种自动硬币清分卷包机。**方法** 利用离心力将硬币有序上料, 然后采用消极分类法分离硬币, 进行清分, 接着对清分后的硬币进行光电计数、移币定位、堆叠码垛, 直至对硬币进行卷包。**结果** 对关键部件进行了有限元受力分析, 基于分析结果优化了结构, 减小了变形, 应用 PLC 控制系统完成了整机工作过程控制。**结论** 利用 PLC 控制实现了设备机电一体化, 提高了整机的适应性和可靠性。

关键词: 硬币; 清分卷包; 有限元分析; PLC

中图分类号: TB486⁺.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)07-0169-04

Development of Automatic Coil Differentiating and Wrapping Machine

FU Bao-ding, PI Kang

(Liaoning University of Technology, Jinzhou 121001, China)

ABSTRACT: The work aims to design and research an automatic coin differentiating and wrapping machine in order to solve various kinds of problems concerning automatic sorting, classifying and packaging of coins. The coins were orderly loaded through centrifugal force and then classified in the negative classification method for differentiating. Next, coins were counted by photoelectricity, moved for positioning, piled for stacking, until they were wrapped finally. The key parts were analyzed in the finite element method. Based on the analysis results, the structure was optimized and the deformation was reduced. PLC control system was used to control the working process of the complete machine. In conclusion, the mechanical-electrical integration of the equipment and the adaptability and reliability of the complete machine are enhanced by using PLC control system.

KEY WORDS: coins; differentiating and wrapping; finite element analysis; PLC

硬币有不易磨损、节约自然资源、发行成本低等优点, 在世界范围内被广泛使用。随着我国经济的高速发展, 硬币流通越来越快速, 但大量硬币的清分工作却是摆在面前的难题。特别是公交系统和银行工作人员需要对很多硬币进行清点计数。自动硬币清分卷包机实现了自动化操作, 高效、可靠、生产率高、减轻劳动成本, 适用于银行、超市、等硬币流通量较大的场合^[1-2]。

1 系统组成及工作原理

1.1 系统组成

自动硬币清分卷包机采用模块化设计, 具有硬币

整理上料、分类分离、计数、物料码垛、物料移送、卷包、卷边等功能, 见图 1^[3], 主要包括机械系统和自动控制系统 2 个部分^[4-5]。

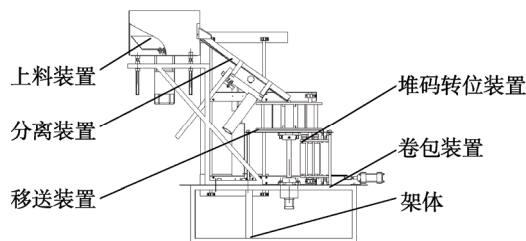


图 1 自动清分硬币卷包机结构

Fig.1 Structure diagram of wrapping machine which can automatically distinguish and classify coins

收稿日期: 2016-07-18

基金项目: 辽宁省科技厅自然科学基金 (201602376)

作者简介: 符宝鼎 (1980—), 男, 硕士, 辽宁工业大学讲师, 主要研究方向为包装机械设计开发与。

1.2 工作原理

该机首先由离心式上料装置进行硬币的送料,实现硬币整理输送。进入硬币分离轨道,分离过程利用硬币自身尺寸参数特性完成分离,采用消极分类原理,针对特定的硬币种类调整对应不同的分离板,完成某一类别硬币的分离输出,并将不同类别硬币剔除,见图2^[6]。箭头方向为硬币流动方向,在滑道出口处设有光电传感器和隔料装置,通过光电传感器计数,计数数量可通过控制器提前设定,计数后的硬币进入堆码转位装置进行堆码,达到设定数量后通过隔料装置阻挡硬币,停止硬币输出^[7]。整理码垛过程由对应的多工位码垛转位装置实现,码垛完成后由步进电机驱动的多工位整理桶与气缸驱动的移送装置共同作用,带动硬币进入下一卷包工位^[8]。

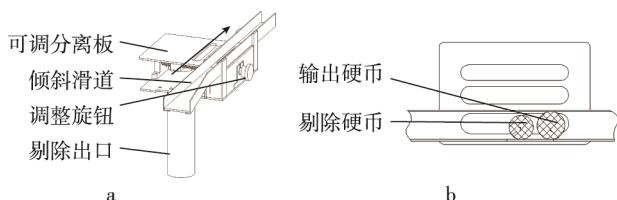


图2 硬币分离装置原理

Fig.2 Principle diagram of device for segregating coins

卷包功能利用三点定心原理,由3个挤压卷包辊实现硬币中心位置定位,并通过气缸推动卷包辊夹紧硬币,见图3。卷包纸开卷并送纸至卷包位置,利用卷包辊摩擦驱动硬币旋转,带动包装纸实现卷包^[9-10]。

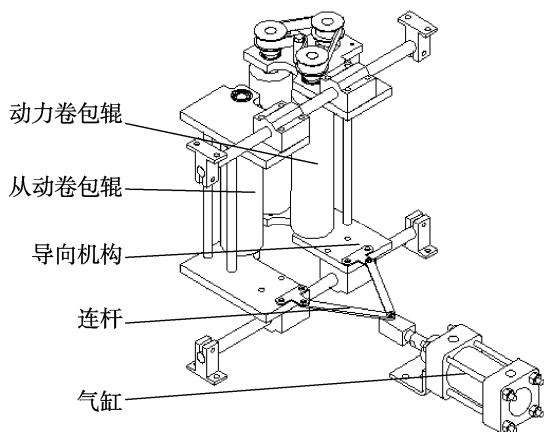


图3 硬币卷包装置

Fig.3 Diagram of device for wrapping coins

最后利用仿形原理,设计一卷边钩,利用钩子形状,由卷边机构带动钩子挤压纸卷边缘,使卷好的包装纸边缘强制弯曲,并不断投入卷边过程,完成硬币卷的封装,其封装功能原理见图4。卷边机构见图5。当卷包完成之后,2组辊背向离开,硬币卷在转动的作用下产生重心偏移、掉落,离开卷包位置。

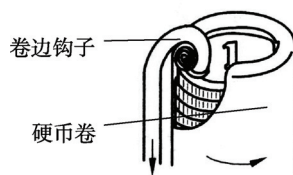


图4 硬币封装原理

Fig.4 Schematic diagram of coins encapsulation

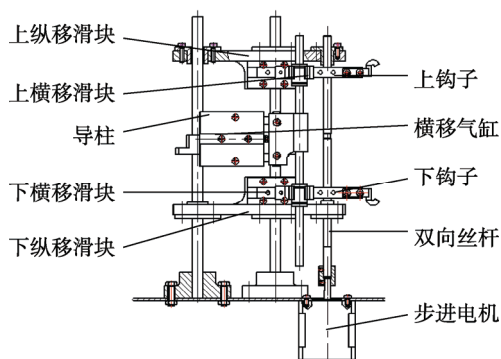


图5 卷边装置结构

Fig.5 Structure diagram of rolling edge device

2 关键件有限元分析

移送装置见图6,由压币气缸作用上下压币杆相向移动,夹紧完成码垛的硬币,然后压币杆整体由托币气缸作用向下移动将硬币送入卷包装置并定位。上下压币杆要求压紧硬币,使其无法脱落,并要求在复位时足以支撑上压币杆的重量^[11]。

移币装置的支架采用了悬臂结构,在如上所述工作状态下其受力状态不够理想,使用中发生变形,移币位置精度受到影响,故对移币装置中的受力支架进行了有限元结构分析,结果见图7。支架在移币过程中受力变形较大,故对其移动导向装置进行了位置调整,设置于受力端,同时在横梁上设置斜跨结构,增强其刚性,改善受力状态^[12]。

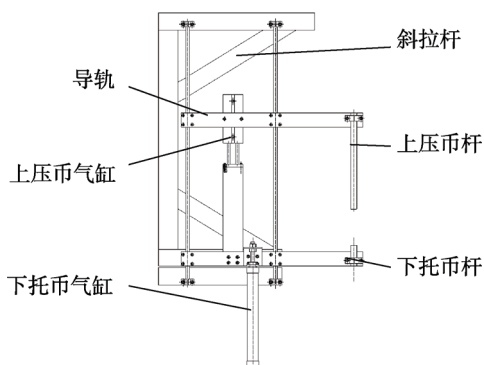


图6 移币装置结构

Fig.6 Structure diagram of device for moving coins

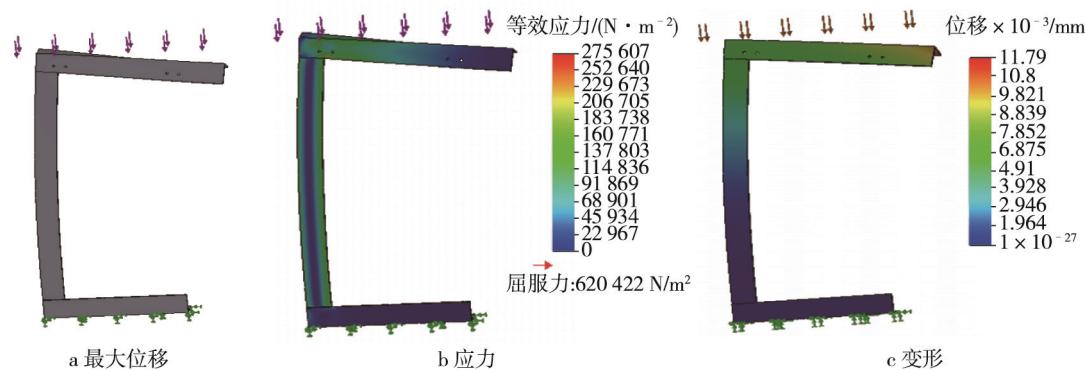


图 7 支架有限元分析结果
Fig.7 Finite element analysis results for trellis

3 控制系统设计

3.1 控制系统硬件组成

硬币清分卷包机自动控制系统由 PLC 控制系统组成。装置中选用 S7-200CN PLC 作为主控制器^[13]。利用计数传感器、位置传感器控制信号，通过 PLC 处理，由脉冲口驱动控制各步进电机的转动位置及转速，液晶屏显示硬币种类及个数，各气缸采用磁性开关控制，分配相应的 I/O 接口。转位步进电机主要用来驱动码垛转位装置的转动，利用位置传感器实现转动的轴向位置控制^[14]。总体控制方案见图 8。

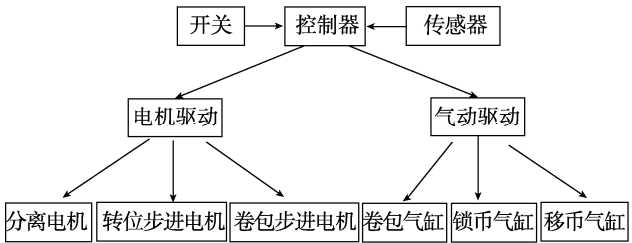


图 8 系统控制方案
Fig.8 Flow chart of control system blue print

3.2 控制系统软件设计

控制程序流程见图 9。控制器经初始化使各功能单元处于原始位置。控制系统可通过对按键读取信号值，发送动作命令，使动作单元执行相应动作，方便调试相应的初始位置。自动模式下通过传感器、位置开关及定时器的协调控制下，使硬币自动进行计数卷包，同时反馈信息给控制器，通过内部处理后显示在液晶屏幕上。控制系统利用光电传感器对硬币进行计数，将产生的脉冲信号反馈给 PLC，由 PLC 根据预设的数据进行判断。

当某一类型的硬币数量达到设定数量时，产生反馈信号控制锁币气缸关闭币口，停止出币。同时驱动转位装置的步进电机旋转 120°，并利用位置传感器进行位置纠偏。移币装置硬币输送通过气缸的动作将

硬币移动到卷包控制模块，有磁性开关控制气动装置启停。卷包控制模块通过驱动电路控制步进电机转动，完成卷纸动作。待再一次计数时，移币装置复位，输出卷包好的硬币，方便操作人员取出已卷好硬币。

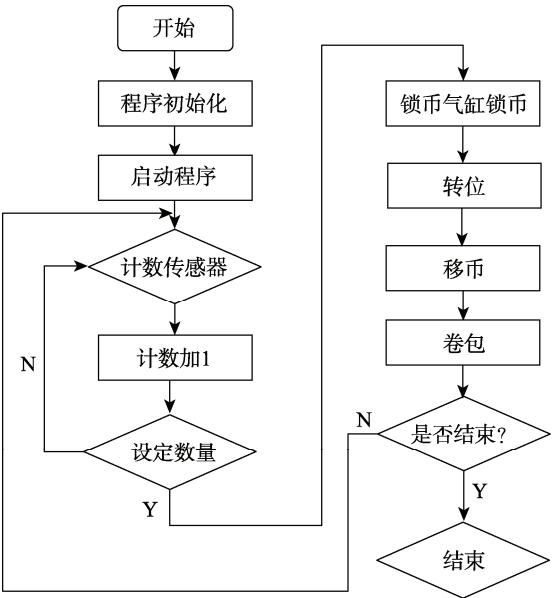


图 9 控制程序流程
Fig.9 Flow chart of control program

4 结语

采用 PLC 控制系统研制的自动硬币卷包机降低了劳动强度，提高了清分的准确性及包装效率，将清分、卷包功能的优势有效结合。实验表明，硬币清分卷包机相较人工采用辅助工具包装可靠性更高，包卷速度可达 12 卷/min 左右（50 枚/卷）。随着硬币流通量的加大及广泛的市场需求，其简单的结构及低成本的特点使该机具有良好的应用前景。

参考文献：

[1] 戴宏民，戴佩燕，周均. 中国包装机械发展的成就及

- 问题[J]. 包装学报, 2012, 14(1): 61—65.
- DAI Hong-min, DAI Pei-yan, ZHOU Jun. The Achievements and Problems of China's Packaging Machinery Development[J]. Packaging Journal, 2012, 14(1): 61—65.
- [2] 郝玉龙, 徐泰燕. 现代包装机械设计方法[J]. 湖南包装. 2011, 153(3): 43
- HAO Yu-Long, XU Tai-yan. Design Method of Modern Packaging Machinery[J]. Hunan Packaging, 2011, 153(3): 43.
- [3] 高卫国, 徐燕申, 陈永亮, 等. 广义模块化设计原理及方法[J]. 机械工程学报, 2007, 43(6): 48—54.
- GAO Wei-guo, XU Yan-shen, CHEN Yong-liang, et al. Theory and Methodology of Generalized Modular Design[J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2007, 43(6): 48—54.
- [4] 肖丽英. YB50 全自动硬币计数、包卷机的研制[J]. 包装工程, 2003, 24(3): 28—29.
- XIAO Li-ying. The Development of Coin Automatic Counting and Wrapping Machine[J]. Packaging Engineering, 2003, 24(3): 28—29.
- [5] 郭星. ST800A 型硬币清分机造型设计研究[J]. 包装工程, 2007, 28(8): 164—166.
- GUO Xing. Study on the Coin Sorting Machine Design in ST800A[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(8): 164—166.
- [6] 李骅, 钱燕, 尹文庆, 等. 小型平面振动筛分装置的设计与参数优化[J]. 应用力学学报, 2007, 31(2): 294—298.
- LI Hua, QIAN Yan, YIN Wen-qing, et al. Design and Optimization of a Small Plane Vibration Screening Device[J]. Chinese Journal of Applied Mechanics, 2007, 31(2): 294—298.
- [7] 付丽, 吴朝彦, 王文志, 等. 基于光电开关的硬币面值识别系统设计[J]. 压电与声光, 2011, 33(5): 837—839.
- FU Li, WU Chao-yan, WANG Wen-zhi, et al. Design of Coin Denomination Recognition System Based on Photoelectric Switch[J]. Piezoelectrics & Acousto-optics, 2011, 33(5): 837—839.
- [8] 王明武. 基于 PLC 的全自动铝锭码垛机设计[J]. 机床与液压, 2012, 40(2): 101—103.
- WANG Ming-wu. Design of Boiler Waterlevel Control System Based on PLC[J]. Machine Tool & Hydraulics, 2012, 40(2): 101—103.
- [9] 魏鼎, 荆学东, 康思闻. 基于 Pro/E 的新型硬币包卷机的机械结构设计[J]. 制造业自动化, 2013, 35(2): 93—95.
- WEI Ding, JING Xue-dong, KANG Si-wen. A Novel Design of Mechanical Structure for a Coin-wrapping Machine Based on Pro/E Software[J]. Manufacturing Automation, 2013, 35(2): 93—95.
- [10] 吴浩书, 翟华, 丁曙光. 自动校直机的三圆定心机构摩擦驱动分析[J]. 锻压装备与制造技术, 2014, 49(5): 32—34.
- WU Hao-shu, ZHAI Hua, DING Shu-guang. Friction-driving Analysis of Three-Circle Centering Mechanism for Automatic Leveler[J]. China Forging Equipment and Manufacturing Technology, 2014, 49(5): 32—34.
- [11] 胥军, 李刚炎, 杨飞, 等. 剪叉式升降机举升机构分析与优化[J]. 机械科学与技术, 2013, 32(6): 919—922.
- XU Jun, LI Gang-yan, YANG Fei, et al. Analysis and Optimization for Lifting Mechanism of Scissor-fork Lifter[J]. Mechanical Science and Technology for Aerospace Engineering, 2013, 32(6): 919—922.
- [12] 李新华, 曹伟魏, 唐敏. 相似理论在大型复杂构件有限元分析中的应用[J]. 机械设计与研究, 2013, 29(5): 18—20.
- LI Xin-Hua, CAO Wei-wei, TANG Ming. The Application of Similarity Theory in the Finite Element Analysis of Complex and Large Components[J]. Machine Design and Research, 2013, 29(5): 18—20.
- [13] 刘杰, 李鹏. 基于可编程控制器的分拣装置设计与实现[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2014, 39(7): 98—101.
- LIU Jie, LI Peng. Sorting Device Design and Implementation Based on Programmable Controller[J]. Journal of Southwest China Normal University(Natural Science Edition) [J]. 2014, 39(7): 98—101.
- [14] ZHANG Li-nan, WANG Shu-xin, LI Jian-min, et al. Design of Control System of Annealing Tin Machine Based on PLC[J]. Applied Mechanics and Materials, 2013, 418: 70—73.
- [15] 蔡旭明. 基于全自动包装机 PLC 的优化设计[J]. 机电工程技术, 2012, 41(7): 31—34.
- CAI Xu-ming. Optimization Design Based on PLC Automatic Packing Machine[J]. Mechanical & Electrical Engineering Technology, 2012, 41(7): 31—34.
- [16] 康思闻, 荆学东, 魏鼎. 基于 PLC 的硬币包卷机控制系统设计[J]. 机械设计与制造, 2013(5): 167—169.
- KANG Si-wen, JING Xue-dong, WEI Ding. Design of Control System of a Coin-wrapping Machine Based on PLC[J]. Machinery Design & Manufacture, 2013(5): 167—169.