

自动硬币清分打包机的设计

马超, 王宏祥, 姚佳
(辽宁工业大学, 锦州 121001)

摘要: **目的** 为了方便对硬币进行分类、整理和包装, 设计一种自动硬币清分打包机。**方法** 在 PLC 程序控制下, 通过上料机构将硬币筛选分离, 然后对分类后的硬币进行计数、换向、打包, 打包后的硬币会移动到箱中。**结果** 设计的自动硬币清分打包机分类准、精度高、速度快, 能够区分 4 个币种, 速度可以达到 14 卷/min。**结论** 该硬币清分打包机适于在硬币流通量大的机构进行推广应用, 有较好的市场前景。

关键词: 硬币; 清分; 打包; PLC

中图分类号: TB486 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)11-0214-05

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.11.038

Design of Automatic Belt Coin Differentiating and Wrapping Machine

MA Chao, WANG Hong-xiang, YAO Jia
(Liaoning University of Technology, Jinzhou 121001, China)

ABSTRACT: The work aims to design an automatic coin differentiating and wrapping machine in order to classify, sort out and package the coins. Under the control of PLC program, the coins were orderly separated through the feeding mechanism; then, the sorted coins were counted, reversed and wrapped; finally, the wrapped coins would be moved into the packaging boxes. Featured by accurate classification, high precision and high speed, the designed automatic coin differentiating and wrapping machine could distinguish 4 currencies and its speed could reach 14 volumes/min. The proposed machine is suitable for the widespread use in the agencies with large coin circulation and has better market prospect.

KEY WORDS: coins; differentiating; wrapping; PLC

长期以来, 硬币一直是国民生活中常用的币种, 硬币具有造价低、易流通、不易磨损、方便携带等优点, 在自动售货机、儿童娱乐设备、公交系统、超市等处得到广泛的应用, 但硬币清分与计数包装始终是一个大问题。依靠人工清点计数, 费时费力, 误差较高, 而大型硬币清分设备, 往往体积庞大、成本高昂。

目前针对硬币清分的设计研究已开展了很多。康智强^[1]等采用重叠轨道的方法, 利用类似筛子孔的不同口径轨道以及 2 层传送带来清分硬币, 但缺点是效率不高, 硬币无法包装。魏鼎^[2]等基于 Pro/E 设计了一种硬币包卷机系统, 既有清分硬币又有打包硬币的功能, 但主要有 2 个缺点, 一是无法对多币种同时清

分, 二是在硬币移送仅依靠两端的卡爪夹紧, 缺少必要的定位零件。蔡佳成^[3]等利用电涡流检测方法在硬币沿轨道滚动时对其真伪进行鉴别, 但由于轨道的宽窄和斜度对硬币的分拣影响很大, 准确率不高。

针对这些硬币清分机构的缺点, 文中设计的自动硬币清分打包设备采用振动盘及传送带来实现硬币的排序, 以独特的硬币分离板来完成硬币的分类, 并采用三辊式打包机构对清分后的硬币进行打包, 该设备清分准确、效率较高, 能够实现市场广泛使用的 4 种硬币的清分、计数、打包和装箱工作, 不仅有益于降低劳动成本, 提高工作效率, 也能够满足市场的广泛需求。

收稿日期: 2017-12-08

基金项目: 辽宁省教育厅重大科技平台项目 (JP2016019); 辽宁省教育评价协会第二届教学改革与教育质量评价研究项目 (PJHYYB17119)

作者简介: 马超 (1981—), 男, 硕士, 辽宁工业大学讲师, 主要研究方向为机械设计及理论。

1 设计分析

硬币清分打包机应完成以下功能：对硬币进行筛选、分类、计数、包装等。硬币清分打包机的功能单元图见图 1。其设计定位为准确清分、造价适中、功能多样，设计用户针对储蓄所、公交、地铁等中小型大批量硬币用户。

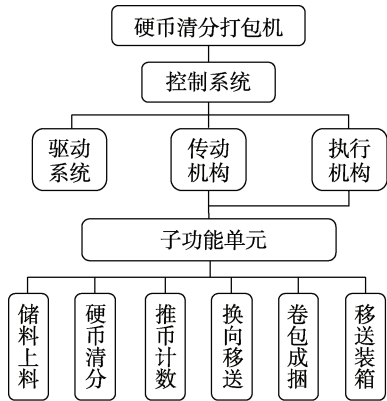


图 1 硬币清分打包机功能
Fig.1 Function of automatic belt coin differentiating and wrapping machine

2 系统组成

2.1 总体结构

硬币清分打包机能够对大批量硬币进行分离、计数、打包及装箱。采用模块化设计，主要由储料上料模块、硬币筛选清分模块、推币计数模块、换向移送模块、打包卷边模块以及移送装箱模块组成，结构见图 2。

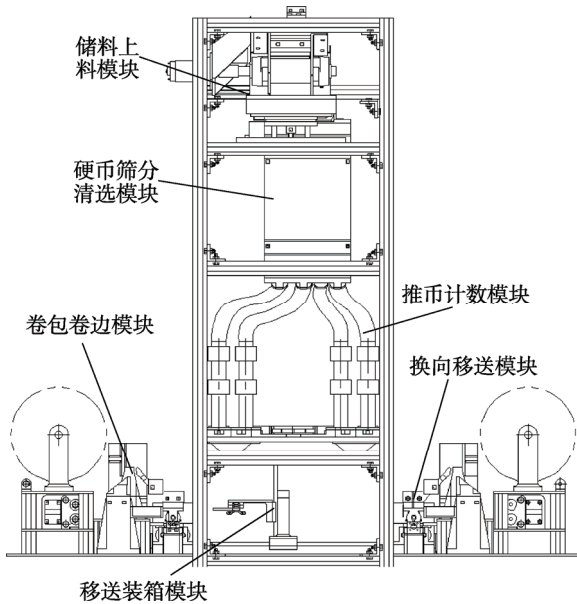


图 2 硬币清分打包机结构
Fig.2 Structure of automatic belt coin differentiating and wrapping machine

2.2 工作流程

工作流程如下所述。

1) 首先，硬币倒入储料上料模块，经过料斗掉落到传送带上，传送带在电机带动下运动，使堆在料斗内的硬币按一定流量下料，其快慢可以通过带传动的速度调节。为了使硬币在传送带表面均匀铺开，设置了 2 个铺平装置来实现硬币的单层化。硬币在带的末端会掉入下方的筛分盘中，利用筛分盘的振动将硬币依次排序，逐个通过振动盘的开口进入硬币筛分清选模块。

2) 硬币筛分清选模块的核心零件是硬币分离板，见图 3a。硬币分离板根据不同面值的硬币的直径不同（一元（25 mm）、大一角（22.5 mm）、五角（20.5 mm）、小一角（19 mm））而分为 4 条滑道，见图 3b。当硬币在惯性力作用下滑入主滑道时，在相应分币轨道处经板上的斜面抬起，进入各自对应的分离轨道滑入下一模块从而完成硬币的筛分。

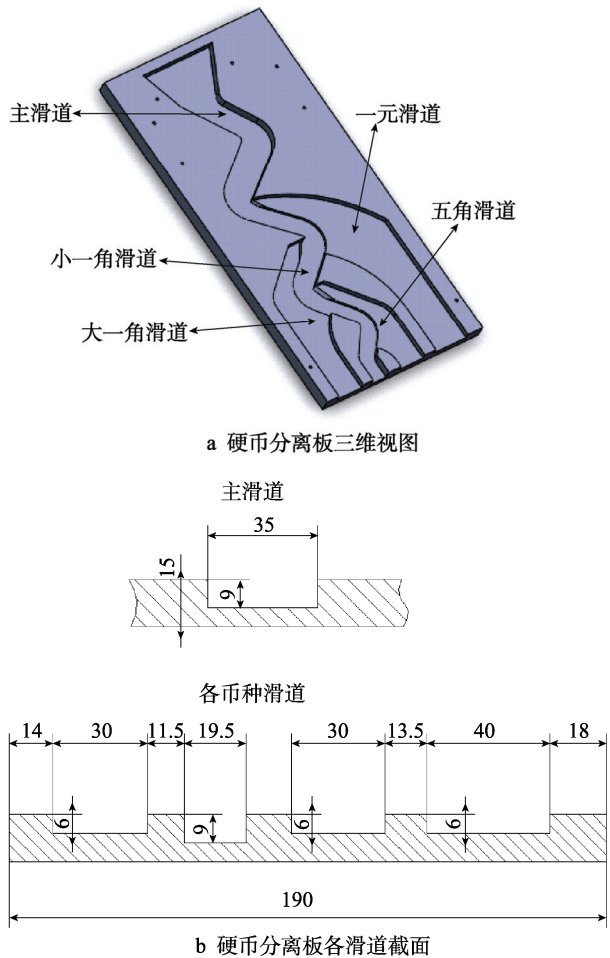


图 3 硬币分离板结构
Fig.3 Structure of coin separating board

3) 分离后的硬币进入推币计数模块，4 种类型的硬币沿着管路进入相应的储币筒中，储币筒下端设

有光电传感器进行计数,当硬币达到设定的数量(大一角为40枚,其余为50枚)时,底部的气缸带动推杆伸出将硬币顶入下方的锥形漏斗中,继而进入下方的换向移送模块。

4) 换向移送模块设计成可开合的筒状,夹持硬币,防止其发生轴向或周向传动。由于小一角与五角、大一角与一元直径差距较为接近,因此换向移送模块及打包卷边模块均分别设为2套。换向移送模块主要完成以下功能:在承接计数后的硬币时为竖直夹持状态,继而顶部压盖压住硬币;然后模块整体旋转为横放状态;在气缸的带动下移行至打包卷边模块,松开夹爪,将硬币释放;模块返回原位。

5) 打包卷边模块主要完成切纸并打包硬币的功能,结构简图见图4。由2个夹送辊摩擦带动纸卷,纸经换向辊换向后进入送纸通道内,再由切断机构对纸张进行切断,而此时纸张前端已经到达包纸辊、纸限位、钩子组成的三辊式打包机构中。

三辊式打包机构利用3点定心的原理,实现硬币中心定位,两端的硬币分别用2个光轴顶住,防止硬币窜动。三辊中下方2个辊为驱动辊,上方为游动辊,在打包过程中3个辊转动带着硬币转动。三辊打包可以将剪切好的包装纸卷住硬币,为了让卷好的硬币不会发生溃散,卷边机构的钩子会在步进电机的带动下通过双向丝杠对正在旋转的硬币打包纸的边部进行钩边封合,卷边机构见图5,打包完成后的样品见图6。考虑到要封包2种硬币,因此采用钩子极限根据硬币的直径来实现钩子的平移。打包封合好的硬币

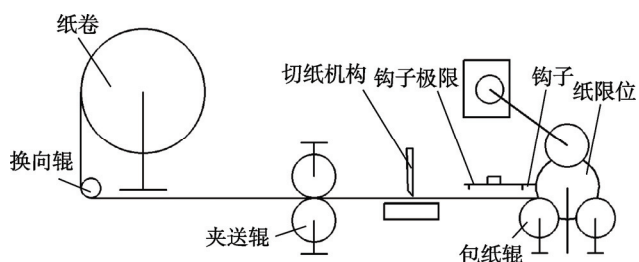


图4 打包卷边模块原理

Fig.4 Principle of the packaging and wrapping module

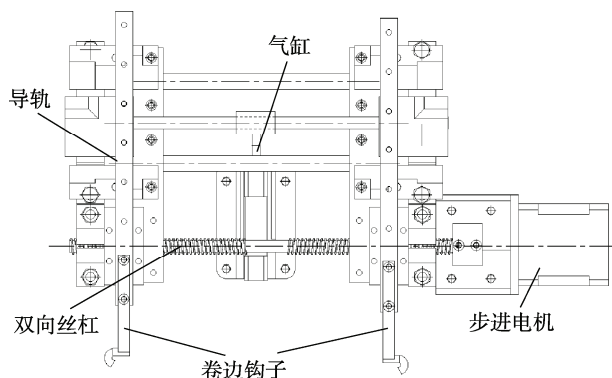


图5 卷边机构结构

Fig.5 Structure of wrapping mechanism

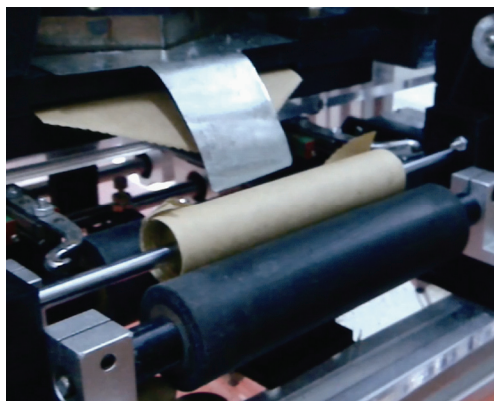


图6 打包后的成品

Fig.6 Wrapped finished products

会有机械手抓取,再由移送装箱机构进行移送。

6) 移送装箱模块由减速电机、台体、气缸等组成,结构见图7。先由手指气缸带动夹钳夹住打包好的硬币卷,再由减速电机带动连接臂转动250°,使之进入不同币种的包装箱内。在连接臂上安装有2个极限触点,作为连接臂两侧摆动的极限位置。

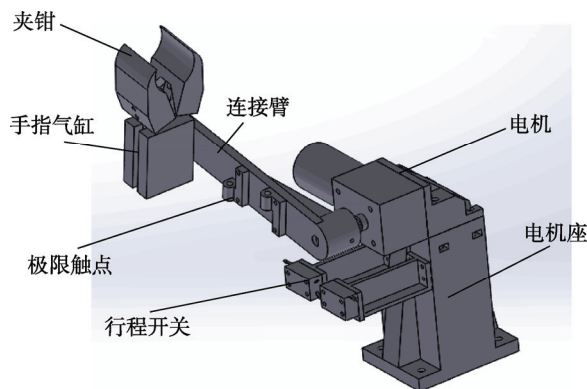


图7 移送装箱模块三维图

Fig.7 Three-dimensional figure of the transfer and packing module

2.3 三维造型设计

传统的三维设计常采用自底向上的设计方法,即先独立设计出所有零部件,然后根据零部件的配合关系插入装配体组装在一起,这种方法会造成装配体与零件之间的关系只是简单的搭接关系,当设计不合理而造成装配图的错误时,需要逐个对零部件进行修改,工作效率较低且错误率较高^[4]。自顶向下的设计方法是一种演绎设计方法,首先从装配体进行设计,然后分解成各个零部件,零件在装配环境中存在关联设计,这样在总体装配关系的约束下,即便装配体修改后,相关零件也能自动更新,能够提高设计效率^[5]。

设计流程:根据产品的设计目的对其进行整体规划;建立包含装配基准和外轮廓的零部件骨架并完成

装配骨架模型；对骨架模型进行运动模拟从而验证其机构的合理性；对零部件及装配进行细化，用细化后的零部件代替零件骨架模型，完成装配模型设计；要对装配模型进行干涉检查，验证结构装配的工艺性能，并建立零件间的关联关系，实现存在装配关系的零件模型之间的设计信息传递^[6—15]。整机的三维模型见图 8，组装完成的样机见图 9。

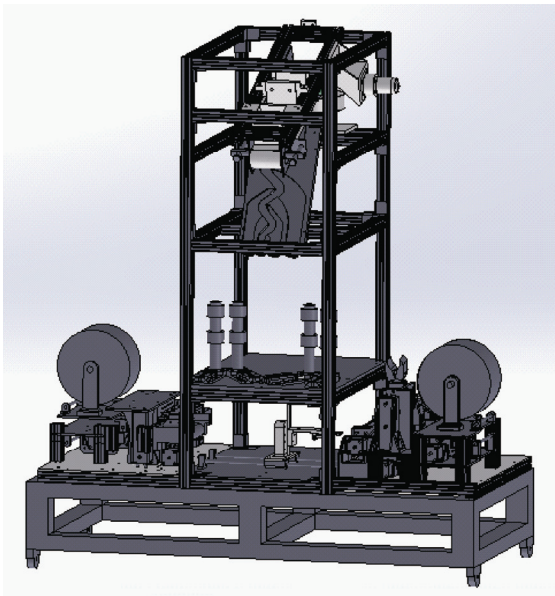


图 8 硬币清分打包机三维图
Fig.8 Three-dimensional figure of automatic belt coin differentiating and wrapping machine



图 9 硬币清分打包机样机
Fig.9 Prototype of automatic belt coin differentiating and wrapping machine

3 控制系统设计

硬币清分打包机的自动控制系统由 PLC 控制系

统组成，以西门子 S7-200CN 为主控制器，采用了光电、位置等多种传感器作为控制信号，通过 PLC 控制电机的动作，调整电机转速以及气缸的动作，其控制程序流程见图 10。设备开机后，程序初始化使各功能模块处于初始位置，然后再启动程序，让各动作单元完成相应的动作。当某一种硬币到达预设数量后，计数器反馈信号让上料模块减速，并关闭指定出口口。同时，推币装置动作将硬币推入硬币换位装置中，由换位模块带动硬币放入打包卷边模块，由驱动电路控制步进电机来完成硬币打包工作。包装好的硬币会由气动手指夹起送入包装箱中安放。

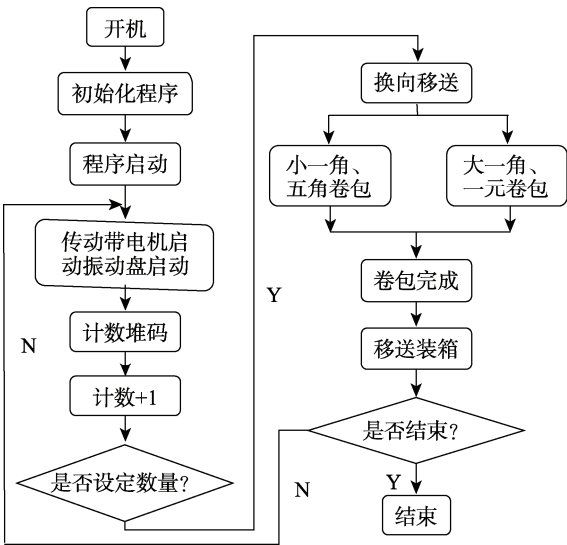


图 10 主程序流程
Fig.10 Flowchart of main program

4 结语

以硬币清分机为设计目标，完成了整体的结构设计、三维虚拟装配和样机的试制，采用 PLC 控制系统，提高了准确率和效率，具有硬币清分、打包、装箱等多种功能。所设计的硬币清分打包机经多次试验，实验表明，该设备适用于大量、多币种的硬币清分，能够准确地清分现在广泛流通的 4 个币种，且清分效率较高，包装速度快，速度可以达到 14 卷/min。此外，该硬币清分打包机自动化程度高，采用 PLC 程序控制，一次装填包装用纸后，可自动完成 14 000 枚硬币的包装。设计中采用 2 套包装机构，可分别完成 4 种钱币包装，相比单币种包装机可大幅降低总成本，因此总体上设计成本较低。

该硬币清分打包机总结了其他硬币清分、打包设备的优缺点，采用硬币分离板进行硬币分离、采用三辊式打包对硬币包装，效率、准确率较高，性价比高于同类设备，可广泛应用于储蓄、公交系统、超市等场所的硬币清分工作。

参考文献:

- [1] 康智强, 程瑞锋, 何秋明. 重叠轨道融合传动带的硬币分拣机器的创新设计[J]. 机械设计与制造, 2017, 33(5): 68—72.
KANG Zhi-qiang, CHENG Rui-feng, HE Qiu-ming. Overlap Track Fusion of Belt Coin Sorting Machine Innovation Design[J]. Technology of Mechanical Manufacturing and Automation, 2017, 10(5): 68—72.
- [2] 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(4): 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(4): 93—95.
- [3] 蔡佳成, 吴张永. 公交投币鉴伪清分系统研究[J]. 农业装备与车辆工程, 2012, 50(9): 48—51.
CAI Jia-cheng, WU Zhang-yong. Research on the System for Identifying and Eliminating False Bus Coin[J]. Agricultural Equipment & Vehicle Engineering, 2012, 50(9): 48—51.
- [4] 朱东霞, 王宗彦, 吴淑芳, 等. 面向快速设计的门式起重机变型设计[J]. 机械设计与制造, 2010(1): 241—243.
ZHU Dong-xia, WANG Zong-yan, WU Shu-fang. Research on Gantry Crane's Variant Design on Rapid Design[J]. Technology of Mechanical Manufacturing and Automation, 2010(1): 241—243.
- [5] 甘庆军. 基于 FDM 的现代产品设计方法[J]. 机械设计, 2013, 30(10): 97—101.
GAN Qing-jun. Modern Production Design Based on FDM[J]. Journal of Machine Design, 2013, 30(10): 97—101.
- [6] 杨延波. 数字化装配及快速成型技术的应用与实践[J]. 现代制造工程, 2014(2): 77—82.
YANG Yan-bo. The Application of Digital Assembly and Rapid Prototyping Technology[J]. Modern Manufacturing Engineering, 2014(2): 77—82.
- [7] 符宝鼎, 皮康. 自动硬币清分卷包机研制[J]. 包装工程, 2017, 38(7): 169—172.
FU Bao-ding, PI Kang. Development of Automatic Coin Differentiating and Wrapping Machine[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(7): 169—172.
- [8] 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.
- [9] 田野, 孙智慧, 郑赛男, 等. 包装机中推料机构分析及优化[J]. 包装工程, 2013, 34(21): 66—70.
TIAN Ye, SUN Zhi-hui, ZHENG Sai-nan, et al. Analysis and Optimization of the Pushing Mechanism in Packaging Machine[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(21): 66—70.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] 夏端武, 薛小凤. 3d 打印技术对机械制造业产生的影响[J]. 机械设计与制造, 2016(12): 184—186.
XIA Duan-wu, XUE Xiao-feng. The Impact of 3d Printing Technology of Mechanical Manufacturing[J]. Technology of Mechanical Manufacturing and Automation, 2016(12): 194—186.
- [13] 李江峰, 钟约先, 李电生. STL 文件缺陷分析及修补算法研究[J]. 机械设计与制造, 2002(2): 40—43.
LI Jiang-feng, ZHONG Yue-xian, LI Dian-sheng. STL File Defect Analysis and Repair Algorithm[J]. Mechanical Design and Manufacturing, 2002(2): 40—43.
- [14] SINGAMNENI S, ROYCHOUDHURY A. Modeling Evaluation of Curvedlayer Fused Deposition[J]. Journal of Materials Processing Technology, 2012(212): 27—35.
- [15] 穆存远, 宋祥波. 快速成型台阶误差分析及其降低措施[J]. 机械设计与制造, 2011(4): 228—229.
MU Cun-yuan, SONG Xiang-bo. Prototyping Stage Error Analysis Andredution Measures[J]. Mechanical Design and Manufacturing, 2011(4): 228—229.
- [16] WOHLERS T T. Wohlers Report 2013: Additive Manufacturing and 3D Printing State of the Industry Annual Worldwide Progress Report[M]. Wohlers Associates, 2013.