

DOI: 10.3969/j.issn.1009-9492.2020.01.003

曹建猛, 刘敬, 王占瑞, 等. 全自动餐具分类回收一体机的设计 [J]. 机电工程技术, 2020, 49 (01): 7-8.

# 全自动餐具分类回收一体机的设计\*

曹建猛, 刘敬, 王占瑞, 颜廷宇, 石姚林

(滨州学院机电工程学院, 山东滨州 256600)

**摘要:** 针对人口密集的餐厅餐具回收效率低的问题, 设计了一款新型全自动餐具分类回收一体机。主要对机器的餐具传送机构、勺子分离机构、饭筷筛选机构、饭筷分离机构及碗盘分离机构进行结构设计并制作样机。试验表明, 该机器的不同机构在控制系统作用下能够实现勺子、饭筷和碗盘分离过程的全自动化, 代替人工进行餐具分类回收, 具有良好的经济性和广阔的应用前景。

**关键词:** 餐具; 分类回收; 结构设计; 自动化

中图分类号: TH69

文献标志码: A

文章编号: 1009-9492(2020)01-0007-02

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



## Design of Automatic Tableware Sorting and Recycling Machine

CAO Jianmeng, LIU Jing, WANG Zhanrui, YAN Tingyu, SHI Yaolin

(College of Mechanical and Electrical Engineering, Binzhou University, Binzhou, Shandong 256600, China)

**Abstract:** In order to solve the problem of low efficiency of tableware recycling in densely populated restaurants, a new fully automatic categorized tableware recycling machine was proposed. The structure of the machine's tableware transmission mechanism, spoon separation mechanism, rice chopsticks screening mechanism, rice chopsticks separation mechanism and bowl plate separation mechanism were designed. And a prototype was made. Experiments show that the machine can separation process of spoon, chopstick and dish automatically, so as to replace manual classification and recycling of tableware. It has good economy and broad application prospects.

**Key words:** tableware; classified recycling; structural design; automatic

### 0 引言

在学生餐厅、职工餐厅等公共饮食场所就餐人数较多, 饭后会留下大量的餐具等待分类回收<sup>[1-2]</sup>。目前餐厅多采用人工分离回收餐具, 这种分类方式速度慢、效率低且工作量大, 而且随着社会劳动力的短缺, 人工成本也逐渐升高<sup>[3-4]</sup>。目前, 市场上的餐具回收装置以传送、清洗功能为主, 所附加的餐具分类功能不完善, 不能将勺子、筷子、碗与餐盘进行有效分类收集, 且食物残渣得不到及时的回收<sup>[5-8]</sup>。餐具的分离需要完成勺子、筷子、碗与餐盘的分离, 并将分离出的残渣收集, 若将这些工序由一台机器连续完成, 则能够节约大量劳动力, 并大大提高工作效率。为了克服现有技术的不足, 本文设计了一款全自动餐具分类回收一体机, 能够代替人工实现餐具的分类回收, 提高工作效率的同时改善就餐环境。

### 1 整体结构及设计理念

机器的整体尺寸根据实际需要设计, 在充分考虑勺子、筷子、碗与餐盘的分离以及残渣分离收集的功能需求下, 构思并设计全自动餐具分类回收一体机的整体结构, 以确保不同工序由1台机器连续完成。

图1所示为全自动餐具分类回收一体机的整体结构示意图, 主要由机架、勺子分离机构、传送机构、饭筷筛选

机构、饭筷分离机构和碗盘分离机构组成。将餐具放置于传输机构, 当餐具经过勺子分离机构时, 磁性转盘将勺子吸起, 挡勺板将勺子挡落在勺子滑轨, 最终勺子落入勺子收集箱。餐具随传送机构向机器后方继续传输, 经过饭筷筛选机构时, 在3根错落布置的刷轴作用下, 将食物残渣和筷子扫落至饭筷分离机构。

清除残渣后的碗和餐盘随传送带运至后方的碗盘分离机构。筷子和食物残渣落至饭筷分离机构后, 随推板在漏饭栅板上往复推移, 残渣从漏饭孔落入下方的残渣收集箱, 筷子则从栅板两端落入筷子收集箱。

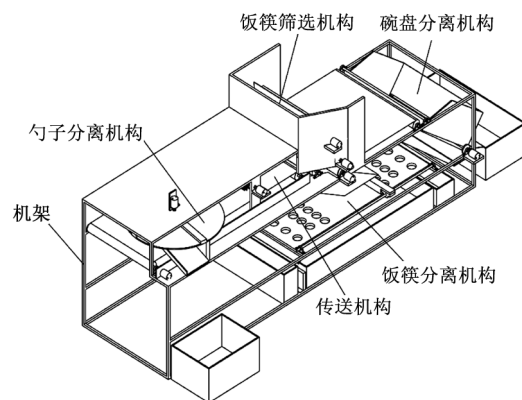


图1 全自动餐具分类回收一体机结构示意图

**基金项目:** 山东省自然科学基金项目 (编号: ZR2019PEE021); 国家大学生创新创业训练计划项目 (编号: 201710449060); 单片机原理与应用双语课程建设项目 (编号: BYSYKC201702)

**收稿日期:** 2019-06-21

当碗和餐盘运至碗盘分离机构,落入该机构的筛选斗,筛选斗能够上下往复振动,促使盘子从餐盘出口落入下方的餐盘收集箱,碗从出碗口落入下方的碗收集箱。

## 2 机械结构设计

### 2.1 勺子分离机构

该机构包括吸勺机构、勺子滑道和挡勺板,如图2所示。吸勺机构由磁性转盘、转轴和转盘电机构成,磁性转盘上表面分布有强力磁铁,磁性转盘上表面与转轴固接,转轴通过联轴器与转盘电机相连。当餐盘上的勺子经过吸勺机构时,磁性转盘将勺子吸附于下表面。挡勺板竖向设置,挡勺板上端与磁性转盘下表面相切,下端固定在机架上,所述勺子滑道固定在挡勺板侧面。当勺子随磁性转盘转动至挡勺板处,勺子与吸勺机构分离,并沿固定于挡勺板侧面的勺子滑道滑落于勺子收集箱中。

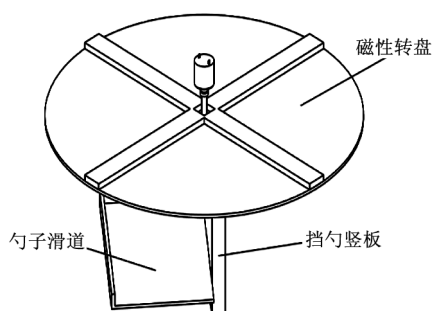


图2 勺子分离机构示意图

### 2.2 传送机构

传送机构由传送带、带轴、滚轴和传动电机构成,其中,传送带有2个,处于同一水平面并且沿传送方向前后对称设置。第1传送带位于机器前端,绕第1带轴和第2带轴转动,第1带轴通过联轴器与第1传送电机相连,第2传送带绕第3带轴和第4带轴转动,第3带轴通过联轴器与第2传送电机相连,第1传送带和第2传送带之间有一定距离(120~140 mm),2个传送带之间设置有与带轴平行的滚轴,滚轴与2个传送带间距相等,且处于同一水平面;带轴和滚轴两端均通过轴承座固定在机架上;第3带轴和滚轴的同一侧均安装有链轮,2个链轮通过传动链条连接,传动链条在竖直平面内转动,如图3所示。

### 2.3 饭筷筛选机构

饭筷筛选机构主要包括第1刷轴、推碗轴、第2刷轴,其中推碗轴上等间隔固定4个推碗板,如图3所示。第1刷轴位于第1传送带的中部上方,与第1传送带间的竖直距离为80~100 mm,当第1刷轴转动时,刷毛可以深入碗内将残渣扫出。推碗轴和滚轴在同一竖直平面且与滚轴间的竖直距离为100~120 mm,当推碗轴在电机带动下转动时,推碗板随之旋转,推动碗越过第2刷轴至第2传送带上,碗继续向机器后方传送;所述第2刷轴将筷子及残渣与餐盘分离,第2刷轴位于第2传送带起始端,与第3带轴位于同一竖直平面内,第二刷轴与第2传送带间的竖

直距离为20~30 mm,此竖直距离只有餐盘可以通过;饭筷筛选机构的工作过程为,当餐具经过饭筷筛选机构时,第1刷轴将碗中残渣扫出,推碗轴带动推碗板将碗推至第2传送带,餐盘从第2刷轴下方经过,第2刷轴将餐盘中的食物扫落在下方的饭筷分离机构。

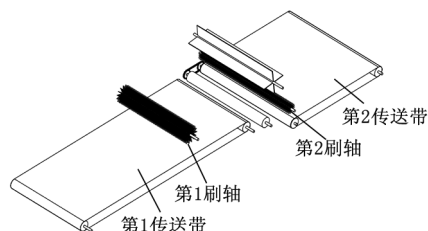


图3 饭筷筛选和传送机构的位置关系示意图

### 2.4 饭筷分离机构

饭筷分离机构主要包括漏饭栅板和饭筷推板,如图4所示。其中,漏饭栅板上开有漏饭孔,漏饭孔交错分布且直径小于筷子长度的1/2,饭筷推板与漏饭栅板相切。饭筷分离机构的工作过程为,当饭筷落在漏饭栅板上时,往复运动的饭筷推板将饭筷来回推动,在推动过程中筷子随饭筷推板平行前进,食物残渣从漏饭孔落入下方的残渣收集箱,筷子则从漏饭栅板两端落入下方的筷子收集箱。

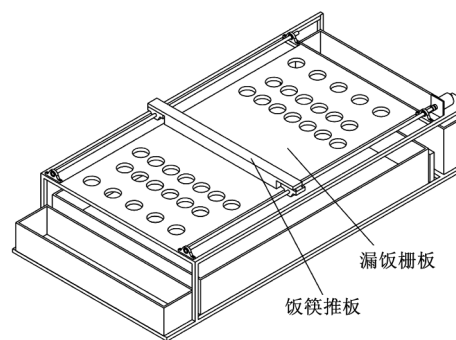


图4 饭筷分离机构

### 2.5 碗盘分离机构

碗盘分离机构主要包括筛选斗、上下往复振动机构,如图5所示。筛选斗设置在机器后端,并与第2传送带末端承接,筛选斗的底板倾斜设置,底板末端开有宽为100~120 mm的出碗口,筛选斗底板下端开有宽10~15 mm的餐盘出口,所述上下往复振动机构包括第2光轴、偏心振动轮、第3光轴、振动电机组成,振动电机固定在机架上,振动电机工作时带动偏心振动轮转动,进而实现筛选斗的上下振动。碗盘分离机构的工作过程为,当碗和餐盘落入筛选斗,沿筛选斗底板下滑,最终碗从出碗口落入下方的碗收集箱,餐盘从餐盘出口滑出,落在下方的餐盘收集箱,整个过程

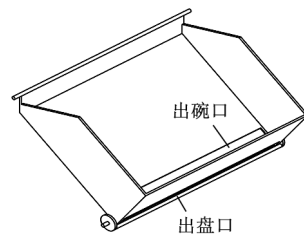


图5 碗盘分离机构

(下转第95页)

- reactions with ventilation filters and degradation of filter media additives [J]. Atmospheric Environment, 2011, 45 (21): 3561-3568.
- [5] Hyttinen, M. Reactions of ozone on ventilation filters [J]. Indoor and Built Environment, 2003, 12 (3): 151-158.
- [6] Beko, G. Initial studies of oxidation processes on filter surfaces and their impact on perceived air quality [J]. Indoor Air, 2006, 16 (1): 56-64.
- [7] Agency, U.S.E.P. Cancer Assessment [EB/OL]. [https://cfpub.epa.gov/ncea/iris2/chemicalLanding.cfm?substance\\_nmbr=419](https://cfpub.epa.gov/ncea/iris2/chemicalLanding.cfm?substance_nmbr=419).
- [8] WHO IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans [EB/OL]. <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol88/volume88.pdf>.
- [9] 李鹏. 加压溶剂提取技术在中药质量控制中的应用[J]. 中国中药杂志, 2004 (08): 10-13.
- [10] 毛黎娟. 基于硅胶管吸附萃取的热脱附-气相色谱-质谱联用法测定真菌的挥发性有机化合物 [J]. 微生物学通报, 2019 (07): 1748-1758.
- [11] 李章安, 廖超平, 刘厚康. 用Excel列表计算秩相关系数和综合营养状态指数 [J]. 内蒙古农业科技, 2015 (06): 174-175.
- [12] Destailhats, H. Secondary pollutants from ozone reactions with ventilation filters and degradation of filter media additives [J]. Atmospheric Environment, 2011, 45 (21): 3561-3568.
- 作者简介: 程嘉颖 (1994-), 女, 硕士, 助理工程师。研究领域为建筑技术科学。
- (编辑: 麦丽菊)

(上接第8页)

振动机构不停振动筛选斗, 使分离更加顺畅。

### 3 控制系统

为使机器各机构能够合理顺畅的工作, 该机器以机电一体化为基础, 通过控制系统对全自动餐具分类回收一体机进行集成控制, 实现勺子分离、饭筷筛选、饭筷分离、碗盘分离等一系列处理工艺的自动化。

本研究所设计的控制系统以STM89C51单片机为控制核心, 同时采用L298N电机驱动器、光电传感器和降压模块等电器元件进行辅助, 实现餐具的自动分类回收功能。在模块电源方面设计了过流和过压保护, 进一步增加控制系统抵抗电压和电流的冲击能力。

### 4 样机制作与试验

依据如上设计对样机进行试制并试验餐具分类回收效果。结果表明: 该机器能够顺利实现餐具分类回收的自动化, 每分钟可分类6~10套餐具; 食物残渣去除率达78%~85%, 未去除的食物残渣主要集中在餐盘底部, 对餐具表面的破坏程度小; 传输机构可流畅连续地进行传送; 经试验, 设定磁性转盘的旋转速度为30~50 r/min, 振动盒的振动频率为20~40次/min, 饭筷推板运动速度为5~10 cm/s。后期改进可考虑在碗盘分离机构上附加水

管, 以便及时冲洗碗盘。

### 5 结束语

本文设计了一款新型全自动餐具分类回收机, 各机构在控制系统的配合下能够自动实现勺子、筷子、碗盘及残渣的分类回收, 不仅能够大大提高工作效率, 还能节约大量劳动力, 该机器可用于就餐人口密集的学生食堂、员工餐厅, 具有广阔的应用前景。

#### 参考文献:

- [1] 何庆, 李秀莲, 吴子鹤. 餐具输送机设计 [J]. 江苏技术师范学院学报, 2013, 19 (4): 46-49.
- [2] 肖兵, 邹光明, 张心锋, 等. 食堂餐具回收装置的研究 [J]. 食品与机械, 2015 (5): 142-145.
- [3] 周红云. 高校食堂餐具回收设备优化设计策略探究 [J]. 绿色科技, 2017 (16): 26-28.
- [4] 贺可涛, 朱林, 刘蒙生, 等. 一种餐厅餐具残渣清理机 [J]. 科技视界, 2019, 260 (2): 51-52.
- [5] 喻永康, 何雪明. 洗碗机喷淋结构的优化设计研究 [J]. 湖南工业职业技术学院学报, 2012 (5): 10-11.
- [6] 汪刘一, 陈佳森, 高育滨, 等. 食堂自助餐具回收清洗系统 [J]. 电子制作, 2015 (2): 50-51.
- [7] 白岩, 苏宏峰, 杨嘉伟, 等. 西门子S7-200系列PLC在全自动餐盘清洗机上的应用 [J]. 煤炭技术, 2008 (9): 129-131.
- [8] 周林海. 智能餐盘回收机器人的电气控制和导航方法的研究与实现 [D]. 成都: 电子科技大学, 2018.

第一作者简介: 曹建猛 (1998-), 山东滨州人, 大学本科。研究领域为机电一体化装备。

(编辑: 阮毅)



图6 全自动餐具分类回收一体机样机