

[研究·设计]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2019.06.003

智能花生和葵瓜子剥壳机

张星语, 陈维刚, 王鹤澄, 潘慧娟, 陈逸山, 王紫阳, 马新玲

(华东理工大学机械与动力工程学院, 上海 200237)

摘要:针对花生和葵瓜子人工剥壳效率低,以及国内市场上剥壳机存在的自动化与智能化不足的问题,课题组设计了基于 Arduino 和齿辊齿板结构的花生和葵瓜子剥壳机。介绍了花生和葵瓜子剥壳及分离的设计原理:采用了基于重力引导的直线型模块布局方式;设计了基于红外传感器的可控入料模块;设计了基于双齿啮合剪力剥壳的剥壳模块;采用了齿辊与齿板之间相互配合的一轴多用的设计;设计了风力分离模块。实物样机结构紧凑,运行结果表明设计可行性强,自动化程度高。

关键词:剥壳机;剪力剥壳;齿辊;齿板;可控入料模块;双齿啮合

中图分类号:TS255.35;TH12 文献标志码:A 文章编号:1005-2895(2019)06-0012-05

Intelligent Sheller for Peanut and Sunflower Seeds

ZHANG Xingyu, CHEN Weigang, WANG Hecheng, PAN Huijuan,
CHEN Yishan, WANG Ziyang, MA Xinling

(School of Mechanical and Power Engineering, East China University of Science and Technology, Shanghai 200237, China)

Abstract: In order to solve the problems of low efficiency of artificial peeling of peanut and sunflower seeds and insufficient automation and intelligence of sheller in the domestic market. A sheller for peanut and sunflower seeds based on Arduino and toothed roll and toothed plate structure was designed by the research group. The design principle of shell and separation of peanut and sunflower seeds was introduced. Linear module layout based on gravity guidance was adopted. A controllable feeding module based on infrared sensor was designed. A shell stripping module based on double tooth meshing shear was designed. The multi-purpose design of one axis was adopted, and the wind separation module was designed. An approach for separation was discussed by using wind force to sieve. The result shows that the design is feasible and the automation is high.

Keywords: sheller; shear shelling method; tooth roll; tooth plate; controllable feeding module; double tooth meshing

坚果类零食有很多种,其中花生和葵瓜子尤为常见。但花生和葵瓜子剥壳工作费时费力,且不可避免的产生厨余垃圾,所以花生和葵瓜子剥壳机的研制十分必要。目前市面上的花生或葵瓜子剥壳机,体积大、质量大、耗电高且噪音大,而且大多针对是单一坚果的剥壳设备。国外的花生或葵瓜子剥壳方法有离心式^{[1]191}、刮板式^{[2]116}和往复式^{[3]283},但其针对不同含水

率^[4]、不同品种^[5]的坚果,难以获得较高剥壳效率。我国已有几十种花生、葵瓜子剥壳机^{[6]70},花生剥壳主要采用揉搓挤压的方式^[7-8],葵瓜子剥壳主要采用碰撞或挤压的方式^[9-10]。现有的剥壳机破损率较大、设计复杂^[11-14],因此课题组设计了一种花生和葵瓜子剥壳机,利用齿辊、齿板实现剪力剥壳^[15],具有体积小、质量轻、自动化程度高的特点,机械结构巧妙省力^[16],具

收稿日期:2019-06-01;修回日期:2019-06-26

基金项目:国家级大学生创新创业训练计划项目(201910251059)。

专利项目:一种多功能零食剥壳机(201910382771.4)。

获奖项目:2019年第8届上海市大学生机械工程创新大赛一等奖。

第一作者简介:张星语(1998),男,河南南阳人,本科,主要研究方向为食品机械。E-mail:852142978@qq.com

有一定的实用价值和市场竞争力。

1 设计概述

1.1 性能要求

1) 入料模块设计确定花生或葵瓜子的入料方式,利用红外传感器实现智能分辨花生和葵瓜子,并实现入料控速,避免入料过多造成卡轴。

2) 设计剥花生和葵瓜子的齿辊和齿板,利用剪力破碎花生和葵瓜子壳。同时一轴两用,破碎葵瓜子壳的齿辊既作为剥葵瓜子的齿辊,又作为剥花生的齿板。

3) 设计风道并使用静音风机,在彻底分离壳仁的同时,减少噪音、避免扬尘。

4) 设计收集模块,方便出料,同时配备蜂鸣器提醒用户剥壳完毕,并转出果仁。

1.2 工作流程

图1所示为花生和葵瓜子的整体结构。剥壳流程为:将花生或葵瓜子倒入入料口,利用红外传感器检测特定小孔处有无物体下落来判断倒入的是花生还是葵瓜子;随后毛刷电机控制毛刷正或反转,将倒入的物体送到相应的剥壳区域剥壳;花生依靠相对转动的花生齿辊和葵瓜子齿辊对花生进行挤压、搓擦,利用剪力使其破裂脱壳,葵瓜子依靠转动葵瓜子齿辊和固定齿板对葵瓜子进行挤压、搓擦,利用剪力使其破裂脱壳;接着,利用静音风机和特定斜度的风道将剥壳后沿轨道下落的壳仁分离;最后,将果仁集中到收集模块的收纳盒中,并利用转盘推出以供食用;利用“天猫精灵”语音控制器实现语音人机交互,控制剥壳机的开启和关闭,实现智能语音控制功能,本机具有基于红外传感器的自动关停功能。

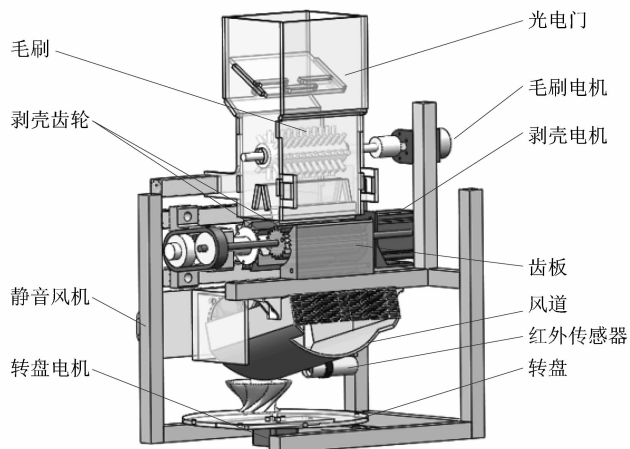


图1 花生和葵瓜子剥壳机整体结构

Figure 1 Overall structure diagram of sheller for peanut and sunflower seeds

2 花生和葵瓜子剥壳机的设计

如图2所示,花生和葵瓜子剥壳机可分为4个模块:入料模块、剥壳模块、分离模块和收集模块。

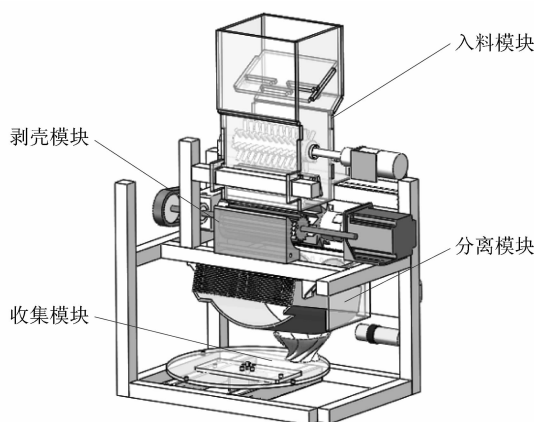


图2 花生和葵瓜子剥壳机的4个模块

Figure 2 Four modules of sheller for peanut and sunflower seeds

2.1 入料模块

入料模块的功能是智能分辨花生和葵瓜子,并使花生或葵瓜子进入剥壳模块的不同区域。如图3所示,入料模块包括入料框架、斜板、光电门、毛刷、毛刷电机、引导板和橡胶片等。

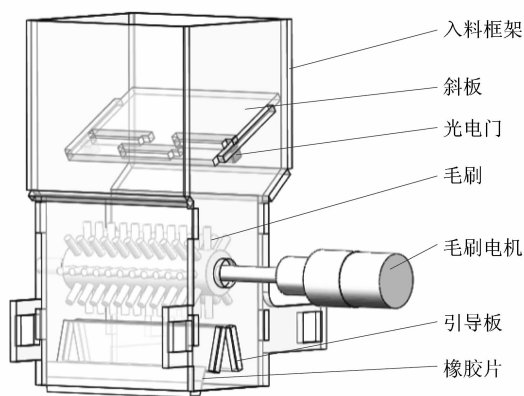


图3 入料模块

Figure 3 Feeding module

花生或葵瓜子通过入料口进入剥壳机,经过斜板下滑到毛刷上端。斜板上有特定大小的小孔,能让部分下滑的葵瓜子从小孔下落到毛刷上。而花生因为体积稍大而不能从小孔落下,直接落入到毛刷上。在小孔下方对应入料框架位置处安装红外传感器,能识别小孔有无下落物体。初始时,毛刷向花生剥壳区域旋转,根据红外传感器收到的信号控制毛刷电机转向,若传感器识别到有物体下落,则投入物体是葵瓜子,电机改变转向;若传感器识别不到有物体下落,则投入的物

体是花生,电机转向不变。同时,为避免葵瓜子入料时大量淤积,粘贴橡胶条和引导板,确保葵瓜子和花生进入剥壳模式时呈一排式下落,避免淤积而造成剥壳不干净和卡轴。

2.2 剥壳模块

如图4所示,剥壳模块包括了同步轮、立式轴承、小轴承、花生齿辊、葵瓜子齿辊、葵瓜子齿板、联轴器和齿辊电机。如图5所示,剥壳模块可分为两大区块:葵瓜子剥壳区块和花生剥壳区块。葵瓜子剥壳区块由齿板和葵瓜子齿辊组成,花生剥壳区块由葵瓜子齿辊和花生齿辊组成。该结构的优点是以葵瓜子齿辊一轴两用,既可以在剥花生时作为齿板使用,又可以在剥葵瓜子时作为齿辊使用。

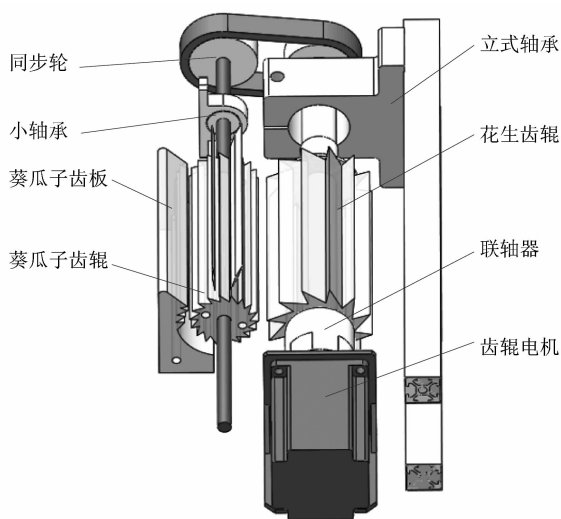


图4 剥壳模块

Figure 4 Shelling module

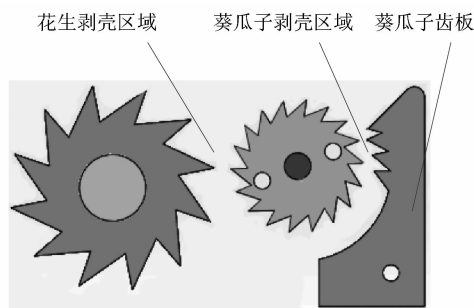


图5 剥壳模块侧视图

Figure 5 Lateral view of shelling module

2.2.1 葵瓜子剥壳区块

葵瓜子分批从毛刷中经过倾斜封闭滑道滑入葵瓜子剥壳区块中。由于葵瓜子形状特点和胶条的作用,葵瓜子从滑道落入剥壳区块时,80%的葵瓜子会以水

平姿态平躺进入齿板与葵瓜子齿辊的夹缝中。试验表明,葵瓜子的横断面近似于棱形,葵瓜子壳的纤维沿长度方向排列,当葵瓜子在宽度方向受到挤压、冲击时葵瓜子壳最容易破裂^[10]。由于齿板与葵瓜子剥壳区块的长度限制,两者之间的夹缝为120 mm,而葵瓜子的平均长度约为23 mm,考虑到剥壳精度及效果,每个瓜子两端需预留1~2 mm的间隙,所以至多可容纳5个葵瓜子同时平躺入夹缝中进行剥壳操作,所以每剥壳周期最宜入料量为5~10个葵瓜子,可保证剥壳彻底。

在葵瓜子剥壳区块中,齿板为固定零件。其内侧上半部分为分布均匀的齿,与齿辊配合进行剥壳,齿底有圆角,以防应力集中对零件造成破坏;内侧下半部分为一弧面,有助于葵瓜子仁落下。齿板下部与支座以螺栓、螺母连接。葵瓜子齿辊为转动零件,两侧有阶梯轴,用以连接轴承从而固定齿辊位置,其中一侧通过同步轮与花生齿辊相连,从而间接通过电机带动葵瓜子轴转动。齿板内侧齿面与葵瓜子齿辊相配合,两者圆心重合,齿向相反,由于齿板上端偏斜使夹缝形成上大下小的形状,葵瓜子在落入夹缝中的同时,葵瓜子齿辊在皮带轮的带动下转动,从而将葵瓜子卷入齿辊与齿板的间隙进行剥壳操作。齿辊与齿板齿向相反,相互配合的斜向齿将对进入其中的葵瓜子产生剪力作用在不破坏葵瓜子仁的情况下将葵瓜子壳破碎,实现剥壳操作。执行完剥壳操作后,壳仁混合体在惯性作用下被甩出葵瓜子剥壳模块,进入分离模块。

2.2.2 花生剥壳区块

在花生剥壳区块中,花生齿辊通过联轴器与电机相连转动,从而带动花生齿辊与葵瓜子齿辊同向转动。葵瓜子齿辊当作花生剥壳操作中的齿板,两齿辊的圆心在同一水平面上,并且两齿辊齿向相同,两齿辊之间的间距略小于花生的宽度。从入料模块滑出的花生将以水平的姿态落入两齿辊的夹缝之中,夹缝长度由两齿辊的长度决定,考虑到剥壳效率和剥壳效果及存仁率的平衡,将齿辊长度设置为能同时容纳4~5个花生同时进行剥壳操作为宜。

在剥壳操作中,电机将带动两齿辊同向旋转,落入夹缝中的花生将会受到两侧齿的反向挤压,而这将会对花生进行剪切操作。花生会受到剪切和挤压的作用,使花生壳破碎,而花生仁受到的力较小,从而使花生仁存留完整,完成剥壳的花生在重力作用下进入分离模块。

2.3 分离模块

如图6所示,分离模块由风道、遮风板、三角连接

件、纱网和2个静音风机组成。风机朝向水平,对准风道,风道由下方滑道和上方挡板组成,向上倾斜约 19° ,纱网连在滑道上方挡板上,与机架间有一定缝隙,挡板上有挂钩,用于固定果壳垃圾袋,收集果壳垃圾。

被剥壳模块碾开的花生和葵瓜子壳的果仁自由下落,向风道落下。两个静音风机吹出的风吹到风道上,形成一个气旋,把混合在一起的花生和葵瓜子果仁和壳分开。同时,由于花生和葵瓜子果仁体积较小、质量较大,而壳体积较大、质量较小,故花生和葵瓜子果仁的密度远大于壳。又因为壳的体积大,风吹到表面后产生的力大,竖直方向上受到的空气阻力也大,所以花生瓜子壳被吹飞得较远,竖直方向位移小、水平方向上位移较大,而果仁几乎不产生水平方向移动,故果壳飞入斜上方通道中,而果仁几乎垂直落下。风道设计成约 19° 倾斜角,花生和葵瓜子果仁落入由亚克力制成的滑道后,因为亚克力板较光滑,果仁受到沿斜面方向的分力大于斜面对其的摩擦力,果仁沿斜面滚下,落入下方的收纳盒。而果壳水平运动后被通道末端的纱网挡住,水平方向速度变为零,做自由落体运动,从挡板与机架的间隙中落入下方悬挂的垃圾袋中。最终,花生和葵瓜子壳落入垃圾袋中,果仁落入收纳盒中,从而仁与壳实现完全分离。

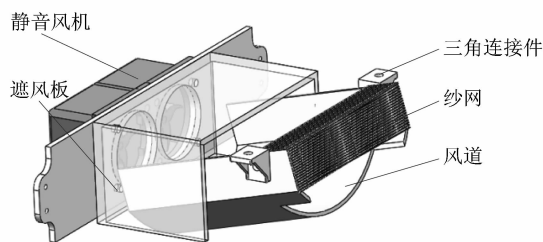


图6 分离模块

Figure 6 Separating module

2.4 收集模块

如图7所示,收集模块由红外传感器、收纳盒、转盘和转盘电机组成。工作原理为:当红外传感器30 s内没有检测到任何物体时,主板接收到信号,剥壳电机停转,风机停止。转盘电机逆时针转动 90° ,推出收纳盒,实现对果仁的收集。

3 控制系统

整机包括 Arduino 和 MEGA 主板各一块,1个TB9600驱动模块,3个红外传感器,1个蜂鸣器,1个L298N驱动模块和1个WiFi模块;利用TB9600驱动模块控制2个步进电机,L298N驱动模块驱动24 V直流减速电机。

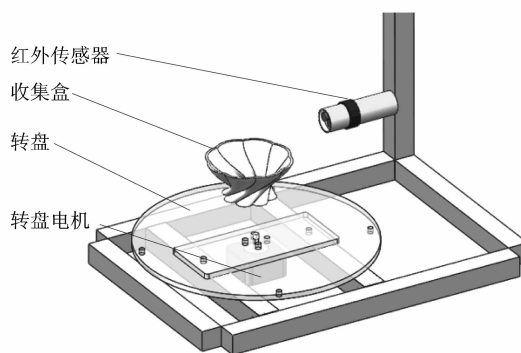


图7 收集模块

Figure 7 Collecting module

1) 放入花生或葵瓜子,红外传感器检测,若检测到信号说明入料是葵瓜子,Arduino板控制的人料电机反转。若无信号,则入料为花生,电机正转。

2) MEGA 主板控制57步进电机进行剥壳,每正向转动 1800° 后反转 10° ,以防出现花生或葵瓜子卡轴等情况。

3) 红外传感器检测是否有果壳落下,若没有,30 s后电机自动关闭,果壳转出,蜂鸣器响起,提醒用户剥壳完毕。

4) 通过“天猫精灵”语音控制机器的启停:开机只需对天猫精灵说出“吃零食”,关机只需对天猫精灵说出“吃完了”。

4 结语

坚果类的剥壳机市场需求大,课题组基于前人的研究,设计的花生和葵瓜子剥壳机装置结构紧凑小巧,自动化程度高;采用剪力剥壳法,设计了齿辊、齿板,并通过大量实验确定了装配尺寸;剥壳模块中,葵瓜子齿辊一轴多用,有效节省了空间;实现了智能识别花生和葵瓜子的功能;花生和葵瓜子的壳和仁分离彻底,避免了扬尘污染,干净卫生。

剪力剥壳的原理简单实用,可拓展性强,未来可通过调整齿辊和齿板的形状与间距,实现开心果、松子等常见坚果剥壳功能,具有一定的市场潜力。

参考文献:

- [1] GUPTA R K, DAS S K. Performance of centrifugal dehulling system for sunflower seeds[J]. Journal of Food Engineering, 1999, 42(4): 191-198.
- [2] REN Yuan, YU Yongchang, ZHAO Binbin, et al. The design of the peanut sheller transmission device[C]//International Conference on Electrical, Electronics and Mechatronics. Zhengzhou: Henan Agriculture University, 2015: 116-120.

(下转第20页)