

[制造·使用·改进]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2017.06.016

全自动苹果削皮去核一体机设计

钱剑勇, 张金辉, 郑嘉镭, 马新玲

(华东理工大学机械与动力工程学院, 上海 200237)

摘要:针对目前国内市场上苹果削皮去核器具效率低、人工操作耗时费力易划伤,进口全自动削皮去核机器价格昂贵体积笨重,且对苹果的削皮去核处理效率要求较高的问题,设计了全自动苹果削皮去核一体装置。根据苹果的结构该装置利用水浮正立矫位苹果,通过齿轮传动浮动刀头配合苹果自转适应不同大小、不同形状的苹果,能准确去皮,并通过具有倾角的去核管型刀旋转配合向上进给完成去核。实现了苹果输送、摆正、插果、削皮、去核整个工作过程的自动化。该全自动苹果削皮去核一体机结构紧凑,节省人力,制成率高,应用前景广阔。

关键词:食品机械;苹果削皮去核机;水浮正立法;浮动刀头

中图分类号:TH12 文献标志码:A 文章编号:1005-2895(2017)06-0072-05

Design of Full Automatic Apple Peeler and Corer

QIAN Jianyong, ZHANG Jinhui, ZHENG Jialei, MA Xinling

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

Abstract: At present, the apple peeler and corer in domestic market are easy to scratch and have low efficiency and long operation time, while the imported full-automatic peeler and corer are expensive and bulky. The full-automatic integrated apple machine of peeling and coring is designed in terms of above situation, which also achieves the requirements of high efficiency. This machine used water floating to align the apple and made it upright according to the structure of apple. The gear driving the floating head cooperates with the rotation of apple adapting apples of different sizes and shapes and accurately peels the apple. Meanwhile, the tube type of coring knife with a little angle rotated to go upward for completing the step of coring. The whole process realized the full-automation of loading, peeling and coring. Moreover, this machine completed the additional steps including automatic conveying, straightening and setting. The promising full-automatic apple machine has the advantages of compact structure, creativity, labor saving, high productivity and high yield.

Keywords: food machine; apple peeler and corer; water floating; floating knife

提起水果,人们最先想到的就是营养价值非常高的水果之王——苹果。苹果是一个形状较不规则的异形体,它的削皮去核对于家居生活、餐饮行业以及水果制品生产工厂都很重要。现在餐饮行业及一些中小型苹果加工企业目前主要借助人力进行削皮以及去核处理。人工削皮的厚度决定于工人的削皮技术,通常果皮厚度超过2 mm^[1],这会使大量的果肉随果皮被清理掉,使果品的制成率很低,只有65%左右^[2]。另外,在安全卫生方面也达不到国家对食品QS的规定,因而

需采用实用高效的机械装置实现苹果削皮、去核^[3-4]。已有的文献设计了手摇式单果削皮机^[5]、多果半自动削皮机^[6]以及构造复杂的大型苹果削皮机等。手摇式和半自动式耗费人力物力,果肉损失很大,而构造复杂的削皮机^[7]又非常的笨重,体积庞大,不宜推广,缺乏创意。本课题组设计了一款富含创意、微缩高效、大气美观的全自动苹果削皮去核一体机,体积小适用于家庭,效率高适用于餐饮,功能强适用于工厂,具有实际价值和市场竞争力。

收稿日期:2017-05-16;修回日期:2017-06-15

基金项目:国家级大学生创新创业训练计划项目支持(201710251051)。

第一作者简介:钱剑勇(1995),男,安徽安庆人,本科,主要研究方向为机械设计。E-mail:543322154@qq.com

1 全自动苹果削皮去核一体机总体设计概述

1.1 全自动苹果削皮去核一体机的总体性能要求

具体目标及技术参数如下:

1) 设计并确立苹果入料方式即完成苹果下落模块设计,目的是在最小的空间范围内实现苹果的间歇平稳下落。

2) 设计全自动的苹果扎取模块,使其对苹果的位置自动矫正,将苹果由下落后所处的任意自由方向矫正为头朝上正立,实现对心扎取,使苹果与机器结合,控制苹果移动。

3) 设计全自动的自仿形浮动削皮刀,完成削皮过程,同时要使削下果皮的厚度尽可能均匀。技术要求去皮厚度 0.6 mm 左右^[8]。

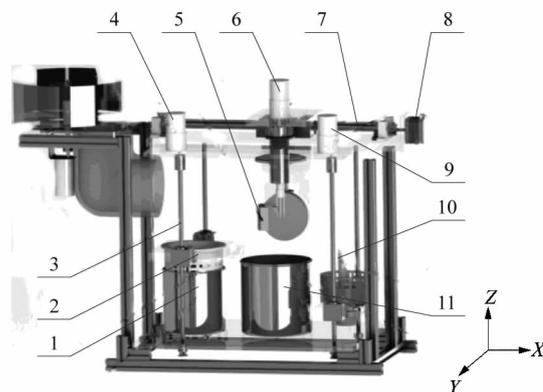
4) 设计去核机构,自动完成苹果与果核的分离,并最后利用去核卡爪实现自动卸除果核。

1.2 全自动苹果削皮去核一体机工作流程分析

图 1 是本文全自动苹果削皮去核一体机的正面立体视图(为视图清晰省略了完成苹果下落的转盘部分)。以水平面为 XY 面、竖直方向为 Z 方向建坐标系,该苹果削皮机的工作流程为:通过电机驱动水平转盘绕 Z 向转动 90° ,将转盘上的苹果经送果管道落入管道出口下的滤网套 2 中,利用直流减速电机 4 驱动竖直丝杆 3,实现滤网套带动苹果完成 Z 方向的上下移动;苹果随滤网套沿 Z 轴下移进入不锈钢杯 1(不锈钢杯中盛有清水)完成苹果浸水,借助水的浮力完成对苹果的清洗和矫正姿态,而后矫正的苹果沿 Z 正方向被滤网套抬起带出水面。电机 8 驱动横向丝杆 7,实现扎果针沿 X 方向左右移动,扎果针沿 X 负方向左移至滤网套中心上方,电机 4 驱动竖直丝杆 3 抬升滤网套,扎果针对心扎入苹果。扎入后滤网套下降,苹果随扎果针右移进入削皮模块 5,电机 6 带动扎果针使苹果绕 Z 方向转动,并通过齿轮组传动,使浮动刀头紧贴苹果表面绕 Y 方向旋转完成削皮。削皮结束后扎果针带着削皮后的苹果沿 X 正方向右移进入去核阶段,此时苹果继续由电机 6 带动自转,去核刀 10 由直流减速电机 9 驱动竖直丝杆螺母实现 Z 方向上下移动,对心插入苹果去除果核。去核结束后苹果顺着去核刀滑落至下方套筒中,蜂鸣器响提醒用户苹果已处理完成。此后果核随扎果针左移被滤水工位亚克力工作台的卡爪形突起从扎果针上拉下落入果屑桶 11 中。

2 全自动苹果削皮去核一体机各模块单元设计

全自动苹果削皮去核一体机可分为 5 大模块(图 2):入料模块、矫位模块、扎取模块、削皮模块和去核模块。



1—不锈钢杯;2—滤网套;3—竖直丝杆;4—电机;5—削皮模块;6—电机;7—横向丝杆;8—电机;9—电机;10—去核刀;11—果屑桶。

图 1 全自动苹果削皮去核一体机正面的立体视图
Figure 1 Front 3D view of full automatic apple peeler

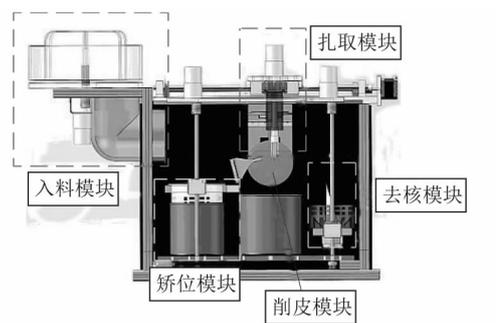


图 2 5 大模块示意图

Figure 2 Diagram of five modules

2.1 入料模块设计

入料模块功能:实现苹果间歇平稳下落。

入料模块是利用具有保护环和推板构成的转盘将苹果推入管道实现入料。如图 3 所示,电机带动中心轴从而带动 4 片径向分布的推板,推板又与其外周高度为 80 mm(普通苹果的平均直径)的保护环固连,该转盘整体以中心轴为转动中心旋转。底板被推板均分为 4 个圆心角为 90° 的扇形区域,其中一个扇形区域设计有一个直径为 100 mm 的圆孔,圆孔下方连接有 90° 的弯管。根据所需的入料速度,弯管内加设了起到

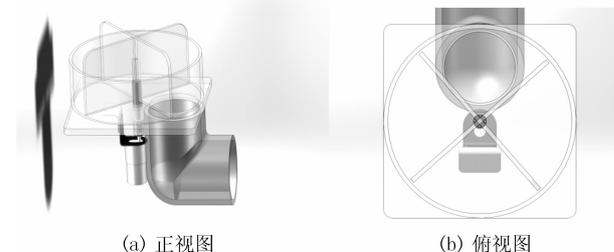


图 3 入料模块

Figure 3 Structure diagram of inlet point

缓冲减速作用的橡胶减速带(图中省略)。在苹果削皮去核结束后转盘转动 90°,待处理苹果在转盘中被推板和保护环共同作用产生的合力推入底板上的圆孔中,从而落入弯管入料,进入下一模块。

2.2 矫位模块设计

矫位模块功能:清洗苹果表皮上的灰尘,将苹果由下落后的任意位置矫正为头朝上正立位置。

矫位模块是利用清水的浮力对苹果进行矫位。若规定苹果带梗的一端为上端,将苹果正立后,苹果的结构关于中心轴成轴对称,而关于水平横截面不对称,水的压力始终垂直于苹果表面,使苹果在浮力的作用下达到平衡位置即正立状态。

待处理苹果经入料模块后落入弯管出口的滤网套(图4)中。滤网套为可替换部件,根据用户的需要,滤网套可适应于大、中、小型的苹果,也可以适用于形状近似于球形的梨子和猕猴桃。苹果落入滤网套后其位置状态由下落过程决定,具有随机性。



图4 苹果滤网图

Figure 4 Rosebox scenograph of apple

如图4所示,苹果落入滤网套后滤网套在竖直丝杆带动下下移进入不锈钢杯中,不锈钢杯中的清水可以清除苹果表面的浮尘并利用浮力将苹果的位置矫正;位置矫正完成后滤网套将上移将苹果拖出水面。滤网套底部根据苹果的外形设计成内凹结构将苹果定心,苹果位置经水浮矫正后滤网套将苹果抬起,内部凹进结构保证苹果的状态稳定,受力均匀,使苹果在被扎果针扎入时不会产生歪斜。

2.3 扎取模块设计

扎取模块功能:对心扎取苹果,实现苹果与机器结合,控制苹果移动。

扎取模块的扎取部分是4根不锈钢针,如图5所示。不锈钢针的直径为3.5mm,刚度较高,对于苹果

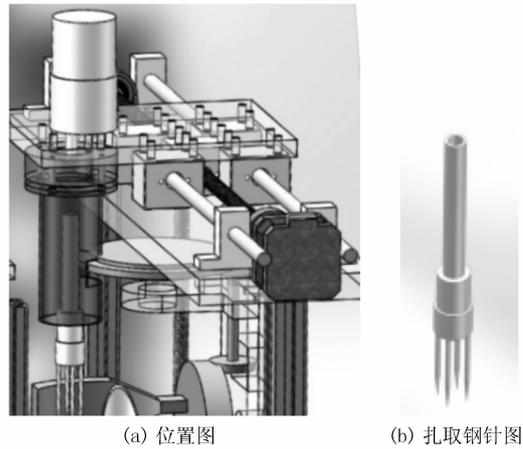


图5 扎取模块

Figure 5 Structure diagram of apple spear

削皮和去核时产生的扭矩具有足够的抗性,保证扎取后的所有工序中钢针不发生变形。钢针固连在不锈钢轴上,不锈钢轴细长部分直径为8mm。在苹果削皮过程中,因苹果转动产生的离心力使得不锈钢轴易发生绕中心轴自转失稳以及在削皮刀对苹果沿Y方向的作用力下产生弯曲的现象。为解决这一系列问题,在不锈钢轴外设计了外径32mm、厚度3mm的圆柱状塑料套筒。套筒内壁设计成阶梯状安装轴承,轴承将钢轴与外圆柱套筒联结,大大增强了整体的刚度与稳定性,使之符合要求。不锈钢轴经联轴器将扎果针与电机相连,可以实现苹果绕着Z方向的自转。不锈钢轴上装有一个齿数 $z=12$ 的小齿轮,随扎取模块移动。在扎取模块右移进入削皮模块时小齿轮与削皮模块的齿轮啮合,此时小齿轮为削皮模块的主动轮。

2.4 削皮模块设计

削皮模块功能:完成削皮过程,并使削下的果皮厚度尽可能均匀。技术指标要求去皮厚度约0.6mm。

如图6所示,削皮模块是在扎取模块右移进入啮合后由扎取模块、齿轮组、削皮刀几大部件共同组成的。削皮模块的运行依然由扎取模块顶端的电机输入动力,由6个齿轮构成齿轮传动,在苹果绕Z方向自转的同时,浮动刀头紧贴苹果表面绕Y方向旋转完成削皮。工作中要求扎果针即苹果自身的转动角速度大约是绕Y方向旋转的托盘削皮刀的转动角速度的10~15倍^[8]。如果要更加具有普适性,对削皮的洁净程度有更高的要求,那么传动比应在1/15~1/20之间。此款苹果削皮去核一体机的传动比为1/20^[9-10]。

苹果旋转10~12圈,削皮刀绕Y方向旋转了左半周,即在左半周内完成对苹果的削皮;剩余右半周的旋

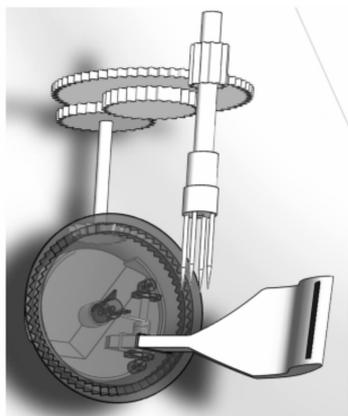


图6 削皮模块图

Figure 6 Module scenograph of peeling

转是为了使刀具复位,便于下一个苹果进入削皮。削皮刀根部与底盘始终保持润滑接触,削皮刀进入右半周时底盘上设计的凸起形状会使削皮刀克服弹簧弹力向外倾,刀片离开苹果表面,即右半周的削皮刀复位过程削皮刀与已被削皮的苹果果肉没有接触,留有 15 ~ 20 mm 的间隙,复位过程对果肉没有损伤。

如图 7 所示,削皮刀设计有可更换刀片的刀片盖,由螺钉固定。不锈钢刀片正常使用可较长时间不更换,当用户想改变刀片的伸出量(影响到削下苹果果皮的厚度,根据不同的刀片伸出量,果皮厚度在 0.4 ~ 1.2 mm 之间)或刀片意外磨损时可进行刀片的更换。

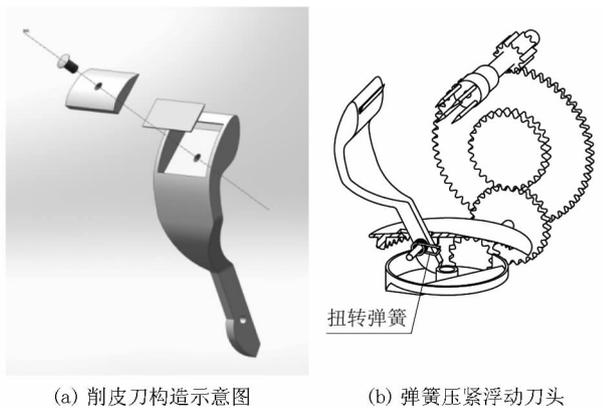


图7 削皮模块细节示意图

Figure 7 Diagram of peeling module's detail

削皮刀设计为浮动刀头,削皮刀根部通过扭转弹簧使之产生向苹果内部的压紧力,如图 7(b)所示,使得削皮过程中削皮刀紧紧贴合苹果表面,根据刀片伸出量,削皮厚度可达到 0.4 ~ 1.2 mm,并且可以适应于各种不同形状、不同大小的苹果。

2.5 去核模块设计

去核模块功能:去核模块实现苹果果核与果肉的

分离。

如图 8 所示,去核模块即在苹果削皮结束后进入整机的第 3 工位,苹果被一根不锈钢管对心插入,实现果核果肉分离。分离的过程是苹果在电机带动下继续保持转动,不锈钢管配合苹果转动同时向上进给。不锈钢管裁切成如图 9 所示式样,以防止插入苹果时苹果果汁与钢管表面形成真空压力从而产生很大的阻力。根据苹果果核去除量,设计去核不锈钢管直径为 25 mm。为使整个去核过程中不出现真空而产生较大阻力,贯穿整个苹果的钢管部分均需在倾角范围内。



图8 去核模块示意图

Figure 8 Structure diagram of coring module

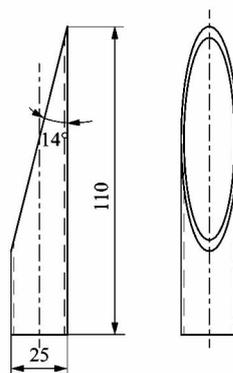


图9 去核管结构示意图

Figure 9 Structure diagram of coring tube

苹果的平均高度 h 为 100 mm,钢管直径 d 为 25 mm,去核刀倾角的设计计算:

$$\arctan(d/h) = \arctan(25/100) = \arctan(0.25) = 14.036^\circ$$

圆整后,去核刀的倾角取为 14° 。

2.6 传动系统设计

传动系统功能:通过电机利用传动系统实现整个机器内部各模块的移动互动配合。

如图 10 所示,传动系统由沿 X 方向的丝杆导轨(1 根丝杆 2 根导轨)和沿 Z 方向的 2 对双竖直丝杆(左右各一对)组成。双竖直丝杆一前一后保证垂直方向抬升过程平稳同步,丝杆具有自锁性^[11],可保证

扎取和去核过程受力时工作台面平稳不倾斜。每对双竖直丝杆传动中一根丝杆与电机相连,为主动丝杆,另一根丝杆通过机器底部的同步带传动跟随主动丝杆旋转,为从动丝杆。

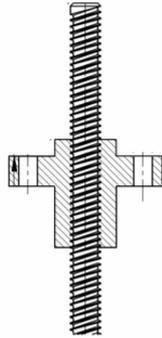


图 10 丝杆传动示意图

Figure 10 Diagram of screw drive

3 结语

课题组设计的苹果削皮去核一体机采用了旋转推板入料、水浮正立、弹簧压紧及倾角为 14°去核刀等技术,对苹果进行流水线式全自动削皮去核,不仅适用于工厂,而且也适用于餐饮行业和家庭。

课题组将苹果的分隔、推行、入料功能集中在一个较小的空间内,微缩高效。水浮正立实验验证了利用自然原理对苹果进行矫正的可行性,省去了繁杂的机械流程与控制体系。苹果削皮过程中齿轮合适的传动比为苹果削皮机提供了良好的削皮效果。带有扭转弹簧浮动刀头则可适应不同形状、不同大小的苹果,还可

以适应梨子猕猴桃马铃薯等,可拓展性强。

该全自动苹果削皮去核一体机模块化设计,成本低,易推广,适用范围广,具有非常广阔的市场前景。产品实物样机于 2017 年 3 月在上海奉贤区南桥某果汁商店进行了时长一周的试用,果汁店服务生给出的评价:“削皮去核效率很高,大大节省了人力,对于苹果榨汁非常方便,该机器为我们提供了极大的便利,如果价格在 800 元内我们很乐意购买使用”。根据成本核算,此台机器生产成本为 370 元,符合市场需求。

参考文献:

[1] 李军,张振华.我国苹果加工业现状分析[J].食品科学,2004,25(9):198-204.

[2] 白雪宁.全自动苹果削皮机传动系统设计[J].包装工程,2012,33(11):81-83.

[3] 金莹,何蔚娟,张秀军.核果类水果去核机现状的分析[J].中国农村小康科技,2005(3):33-34.

[4] 曾珊珊,张翠珠,张建宁.全自动苹果去皮机的创新设计[J].包装与食品机械,2009,27(3):25-27.

[5] 杨子岐.柑橙类水果去皮机的研制[J].包装与食品机械,2006,24(1):20-21.

[6] 陈海峰,张建宁,张翠珠.全自动苹果去皮机供料系统设计与 PLC 控制[J].食品与机械,2009(1):111-113.

[7] 周钦红,张东兴.苹果分选机输送定位机构的设计[J].中国农业大学学报,2005,10(5):36-39.

[8] 白雪宁,陈海峰.全自动苹果削皮机的开发与研究[J].陕西科技大学学报,2011,29(4):50-53.

[9] 高志.机械原理[M].上海:华东理工大学出版社,2015.

[10] 哈尔滨工业大学理论力学教研室.理论力学[M].北京:高等教育出版社,2009.

[11] 张春林.机械创新设计[M].北京:机械工业出版社,2010.

(上接第 71 页)

这两处也是机械原理中的死点位置。虽然本机构在单向驱动力矩作用下不会发生卡死或者运动不确定的情况,但是在此处可能会引起局部磨损的问题,故还需要进一步的分析和研究。

参考文献:

[1] 陈雪叶,魏兴.粉末包装机纵封-横封机构的设计[J].制造业自动化,2014,36(12):66-68.

[2] 张新雨.食品包装领域机械自动化技术的应用研究[J].时代农机,2016(3):32-33.

[3] 段能全,杜文华,赵惠文,等.枕形包装机旋转往复横封机构的运动分析[J].包装工程,2014,35(21):54-58.

[4] 刘海生,张俊,李茜,等.全自动立式颗粒包装机传动系统及横封机构的改进与仿真[J].食品与机械,2015,31(4):94-96.

[5] 黄志东,杜运普.基于椭圆齿轮法的颗粒包装机传动机构优化设计[J].机械传动,2014,28(5):45-47.

[6] 刘铭宇.蔬菜基复合材料全自动多列填充包装机设计及相关技

术研究[D].天津:河北工业大学,2014:34-36.

[7] 王吉岱,张兆健,梁存仙,等.包装机械电子凸轮关键技术研究与应用[J].包装工程,2013,38(7):48-51.

[8] 郭志强,朱茹敏,李冬龙.袋式包装机横封切杆机构的设计与特性分析[J].机械传动,2013,37(10):65-68.

[9] 赵燕,陈秋霞,文凯.枕式包装机控制系统设计[J].包装与食品机械,2015,33(2):42-45.

[10] KHMELEV V N, GENNE D V, ABRAMENKO D S, et al. The packaging machine for batched packing of pasty products [C]// International Conference of Young Specialists on Micro/nanotechnologies and Electron Devices. Erlagol, Russia: IEEE, 2016:257-259.

[11] 孙怀远,孙波,杨丽英.泡罩包装机使用与维护分析[J].机电信息,2016(11):51-59.

[12] 韩庆红,张锁怀,陈香利.基于 SolidWorks Motion 的灌装分瓶机构凸轮曲线设计[J].包装工程,2016,37(5):110-114.

[13] ZHANG Ming, HE Naibao, SONG Wei. Kinematics simulation of 6-DOF platform based on SolidWorks Motion[J]. Machine design & manufacturing engineering, 2016,45(6):36-39.