

· 大学生科技创新活动指导与研究丛书 ·

第六届上海市大学生**机械**工程 创新大赛获 案例精选

胡庆松 田卡 钱炜 刘靖峥  主编

DILIUJIE SHANGHAISHI DAXUESHENG JIXIE GONGCHENG
CHUANGXIN DASAI HUOJIANG ANLI JINGXUAN



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

学生科技创新活动指导与研究丛书

第六届上海市大学生机械工程 创新大赛获奖案例精选

主 编 胡庆松 田 卡 钱 炜 刘靖峥



华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 简 介

由上海市教委主办、上海海洋大学承办的“第六届上海市大学生机械工程创新大赛”于 2017 年 5 月 19 日至 20 日在上海海洋大学室内体育馆举行。本次大赛的主题为“创意·生活·服务社会”，分为多功能便携式生活及出行装置设计与制作(A 类)，小型停车系统(B 类)和水果辅助人工采摘装置(C 类)三个方向。本书收集的案例为本次大赛的获奖作品，凝聚了同济大学、华东理工大学、上海理工大学等上海市 15 所理工科高校在校大学生机械创新思维的精华。本书收集的案例充分展示了上海市高校大学生机械创新设计思维的培养和创新成果的多样性，也反映了上海市高等院校机械学科的教学改革成果，可作为大学生科技创新活动指导与研究用书。

图书在版编目(CIP)数据

第六届上海市大学生机械工程创新大赛获奖案例精选/胡庆松等主编. —武汉：华中科技大学出版社，2018.5
(大学生科技创新活动指导与研究丛书)
ISBN 978-7-5680-3483-8

I. ①第… II. ①胡… III. ①机械设计-图集 IV. ①TH122-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 096404 号

第六届上海市大学生机械工程创新大赛获奖案例精选

Di-liu Jie Shanghai Shi Daxuesheng Jixie Gongcheng
Chuangxin Dasai Huojiang Anli Jingxuan

胡庆松 田 卡 钱 炜 刘靖峥 主编

策划编辑：万亚军

责任编辑：邓 薇

封面设计：原色设计

责任校对：张会军

责任监印：周治超

出版发行：华中科技大学出版社(中国·武汉)
武汉市东湖新技术开发区华工科技园

电话：(027)81321913

邮编：430223

录 排：武汉楚海文化传播有限公司

印 刷：武汉华工鑫宏印务有限公司

开 本：787mm×1092mm 1/16

印 张：17.25

字 数：420 千字

版 次：2018 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

定 价：49.80 元



华中出版

本书若有印装质量问题，请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线：400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

前 言

当今之世,科技创新能力成为国家实力最关键的体现。在经济全球化时代,一个国家具有较强的科技创新能力,就能在世界产业分工链条中处于高端位置,就能创造激活国家经济的新产业,就能拥有重要的自主知识产权,从而引领社会的发展。当代大学生作为国家创新的主体之一,其创新能力的提高不仅是个人职业发展的优势条件,更是推动建设创新型国家战略部署的坚强后盾。因此,培养一批创新型人才是时代迫切需要的,也是当今教育发展和 Ze 社会发展的需求,而大学生自我主动培养创新能力势在必行。作为一名教育工作者,在深刻感受到大学生创新的重要性、迫切性的同时,也看到了因创新意识缺乏、专业知识覆盖面狭窄和创新精神不佳的大学生创新弊端。因此,我们更应该采取切实可行的措施,营造高校大学生创新文化氛围、建立健全大学生创新制度、夯实大学生创新基础,促使创新意识、创新思维、创新技能、创新精神深入渗透到大学生的日常生活里面,实现教育家陶行知所述“处处是创造之地,天天是创造之时,人人是创造之人”的良好景象。

机械创新设计作为科技创新的分支之一,是一个经久不衰的课题。机械创新设计是指充分发挥设计者的创造力,利用人类已有的相关科学技术成果(含理论、方法、技术、原理等),进行创新构思,设计出新颖并具有创造性和实用性的机构或机械装置的一种实践活动。它包含两个部分:一是改进完善生产或生活中现有机械产品的技术性能、可靠性、经济性、适用性等;二是创造设计出新产品、新机器,以满足新的生产或生活的需要。机械创新设计体现了艰苦、卓越匠心的工作本质,需要扎实的专业知识、丰富的实践经验以及精益求精的态度。

上海市大学生机械工程创新大赛自 2012 年起至 2017 年已成功举办了六届,大赛注重在校大学生综合运用所学“机械原理”“机械设计”“机械制造工艺及设备”等课程的设计原理与方法,实现作品原理、功能、结构上的创新。基于“卓越工程教育”思路,大赛引导高校在教学中注重培养大学生的创新设计意识、综合设计能力与团队协作精神,加强学生动手能力的培养和工程实践的训练,提高学生针对实际需求,进行机械设计和工艺制作的工作能力,为优秀人才脱颖而出创造条件。经上海市高校师生反馈,该赛事已成为上海市高校中具有较大影响力的赛事之一,也已成为大学生机械工程设计能力培养的综合性、创新性、实践性教学环节之一。

“第六届上海市大学生机械工程创新大赛”于 2017 年 5 月 19 日至 5 月 20 日在上海海洋大学举行。大赛主题为“创意·生活·服务社会”;分为多功能便携式生活及出行装置设计与制作(A 类),小型停车系统(B 类),水果辅助人工采摘装置(C 类)三个方向。大赛共吸引了同济大学、华东理工大学、上海理工大学等上海市 15 所理工科高校,约 600 名在校大学生以及近百名指导教师参加。共 150 支队伍参加大赛,经过激烈的竞争,共产生 31 个一等奖作品,45 个二等奖作品。本书的编选案例为本次大赛的部分获奖作品,这些作品充分展示了上海市高校大学生机械创新设计思维的培养和创新成果的多样性,也反映出了上海市高等院校机械学科的教学改革成果。大赛所形成的影响,能积极地推动高校大学生在机械

产品的研究、创新设计与社会实践的紧密结合,激发更多青年学生投身于我国机械设计与制造事业,成为日后机械设计工程师中的佼佼者。

本书由上海海洋大学胡庆松副教授、田卡老师及上海理工大学钱炜副教授、刘靖峥老师担任主编并统稿。在本书的编录过程中,上海市各兄弟院校给予了热情的帮助和莫大的支持,杨志乾等研究生对本书的出版做出了有益贡献,谨此向各位老师和同学表示衷心的感谢。

基于编者水平限制,书中不足及疏漏,甚至荒谬之处,还请各位读者批评指正,编者不胜感激。

胡庆松

上海海洋大学

2017年9月

目 录

全自动创意苹果机	(1)
智能背包	(10)
简易多功能换灯器的优化制作	(15)
多功能手杖	(20)
多功能便携式支架	(23)
Arduino—IOT 智能空间模块位移系统	(27)
多功能便携药箱	(31)
肩扛新型雨伞	(35)
自动捡取羽毛球装置的设计	(40)
基于深度摄像头的室内定位系统	(45)
智能自行车助力装置	(49)
带翻转桌椅的可压叠小拉车	(55)
基于微控制器的自动婴儿摇床	(59)
新型干湿分离公园转椅	(64)
便携式折叠小拉车	(68)
四爪式收折无人机	(73)
拐杖-简易座椅两用伸缩折叠杆	(78)
提高燃气热水器工作稳定性的冷热水混合阀开发	(81)
便捷助力平衡小车	(87)
“伏地摩”	(91)
智能厨房辅助装置	(95)
可变体积及座椅式拉杆行李箱	(101)
户外多功能组合套装	(106)
多功能野外运动登山拐杖	(110)
万用汽车儿童座椅移动装置	(114)
基于传感器控制的智能家庭智能开窗机	(119)
旋翼智能车	(124)
新型智能多功能行李箱	(133)
家用床底智能收纳装置	(138)
便携式站立椅	(145)
智能家居系统	(150)

空中停车场·····	(154)
智能汽车车位锁·····	(159)
“让单车立起来”——自行车停车系统·····	(164)
共享单车停车系统·····	(168)
垂直循环立体式停车库·····	(172)
基于“互联网+”的无避让立体停车设备·····	(176)
圆盘式立体地下停车场·····	(182)
柜式立体车库·····	(188)
共享单车立体停放系统·····	(193)
智能停车库·····	(200)
绿化地立体停车装置·····	(206)
中控节能车库车行引导系统·····	(211)
车辆智能保护罩·····	(219)
多用途自动伸缩杆·····	(229)
便捷苹果采摘装置·····	(232)
交替升降式水果采摘导杆·····	(236)
新型水果采摘器·····	(239)
便携式伸缩高空采摘杆·····	(243)
菠萝采摘机·····	(246)
辅助人工采摘水果装置·····	(252)
高空水果辅助采摘装置·····	(257)
新式水果采摘器·····	(260)
可穿戴式多功能果园助手·····	(265)

全自动创意苹果机

华东理工大学

设计者:钱剑勇 张金辉 郑嘉镭 陈艺中

指导教师:马新玲

1. 设计目的

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,苹果削皮的加工难度较大,削皮的厚度则因人而异,一般在2~3 mm,大量的果肉随皮屑被扔掉,使果品的制成率很低,只有65%左右。因此,亟待设计一款能自动完成苹果的输送、削皮、去核一体化作业的高效率、低劳动强度的全自动创意苹果机。

已有文献介绍了手摇式单果削皮机、多果半自动削皮机及构造复杂的大型苹果削皮机等。手摇式和半自动式削皮机耗费人力物力,果肉损失很大,而大型的削皮机构造复杂,又非常笨重,体积庞大,不宜推广,缺乏创意。

本文设计了一款富含创意、微缩高效、大气美观的全自动创意苹果机,体积小(适用于家庭),效率高(适用于餐饮业),功能强(适用于工厂),非常具有实际价值和市场竞争力。

2. 设计方案

1) 性能要求

该全自动创意苹果机具有的性能要求如下:

- (1)系统的稳定性,即运动平稳准确,能保证规定的运动精度;
- (2)工作的可靠性,即能根据功能要求完成既定的动作,且各动作应协调稳定;
- (3)结构简单,体积小巧,操作方便,制造容易,成本低;
- (4)生产效率高,能耗少;
- (5)减轻劳动强度,不污染环境,创造文明生产条件;
- (6)留有发展的余地,需改进时不至于造成全机废弃。

文中研究的具体目标及技术参数如下:

- (1)设计全自动的苹果入料系统,完成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,实现机器对苹果移动的控制;

(3)设计全自动的仿形浮动削皮刀,完成削皮过程,并使削下果皮的厚度尽可能均匀,去皮厚度约 0.6 mm;

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

2) 工作流程

图 1 和图 2 所示分别是全自动创意苹果机的正面和背面的立体视图,工作流程如下。

电动机驱动水平转盘绕 z 轴方向转动 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,利用直流减速电动机 4 驱动竖直丝杠螺母 3,实现滤网套带动苹果完成 z 轴方向的上下移动。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姿态矫正,而矫正后的苹果沿 z 轴正方向被滤网套抬起带出水面。电动机 9 驱动横向丝杠螺母 7,实现扎果针沿 x 轴方向左右移动,扎果针沿 x 轴负方向(即图 1 正面视图)左移至滤网套中心上方。电动机 4 驱动竖直丝杠螺母 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,电动机 6 转动扎果针使苹果绕 z 轴方向自转并通过齿轮组传动,使浮动刀头紧贴苹果表面绕 y 轴方向旋转完成削皮。削皮结束后扎果针带着削皮后的苹果沿 x 轴正方向右移进入去核阶段,在去核阶段苹果继续由电动机 6 带动自转,去核刀 10 由直流减速电动机 8 驱动竖直丝杠螺母实现 z 轴方向上下移动,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,蜂鸣器响起提醒用户苹果处理完成。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。

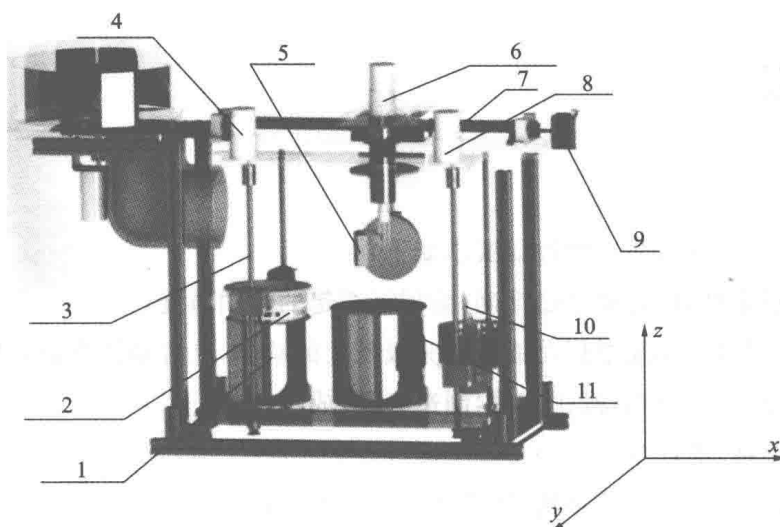


图 1 全自动创意苹果机正面的立体视图

- 1—不锈钢杯 2—滤网套 3—竖直丝杠螺母 4—电动机 5—削皮模块 6—电动机
7—横向丝杠螺母 8—电动机 9—电动机 10—去核刀 11—果屑桶

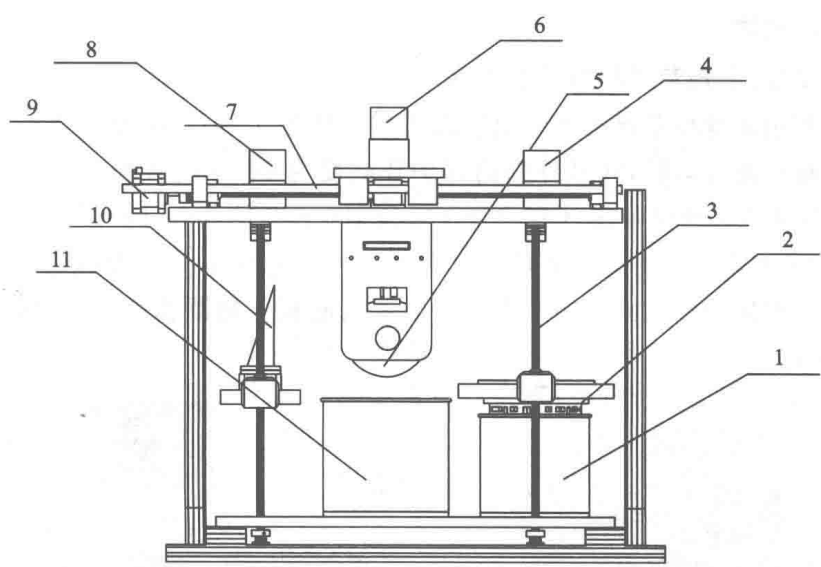


图 2 全自动创意苹果机背面的立体视图

1—不锈钢杯 2—滤网套 3—竖直丝杠螺母 4—电动机 5—削皮模块 6—电动机
7—横向丝杠螺母 8—电动机 9—电动机 10—去核刀 11—果屑桶

3. 结构设计

全自动创意苹果机可分为五大模块(见图 3):入料模块、矫位模块、扎取模块、削皮模块、去核模块。

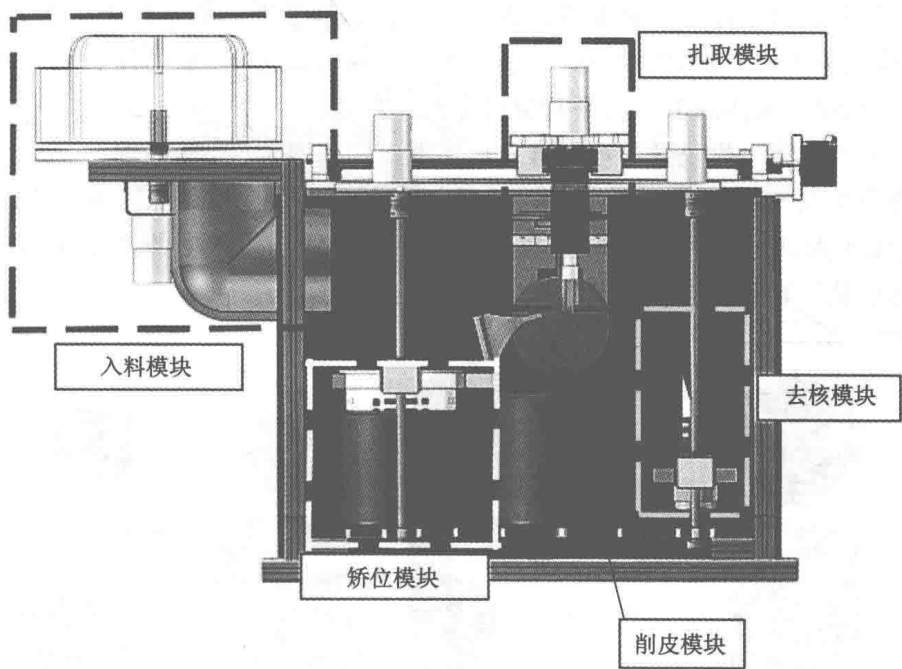


图 3 全自动创意苹果机五大模块示意图

1) 入料模块设计

入料模块功能:实现苹果间歇平稳下落。

入料模块利用转盘将苹果推入管道实现入料。如图 4 所示,电动机带动中心轴从而带动四片径向分布的推板运转,转盘外周的保护环高度为 80 mm,底板均分成四个圆心角为 90° 的扇形区域,其中一个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,弯管内根据苹果所需要入料速度加设起到缓冲减速作用的橡胶减速带。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,从而落入弯管实现入料,进入下一模块。

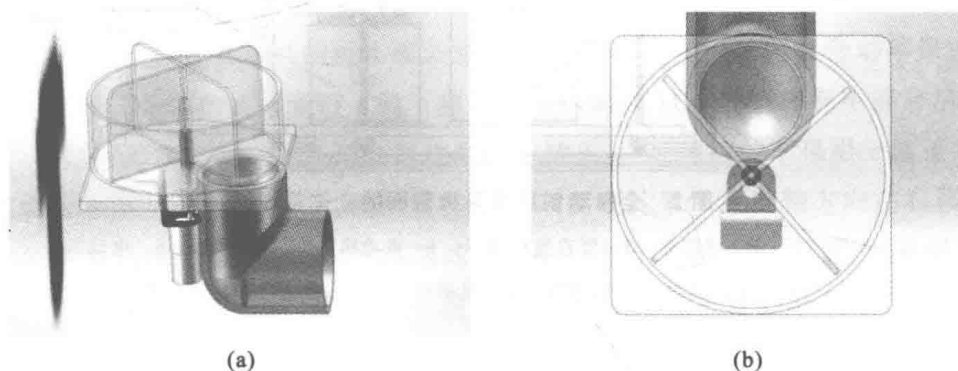


图 4 入料模块

(a) 正视图 (b) 俯视图

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。

矫位模块利用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达到平衡位置即正立状态。

待处理苹果经第一模块送果弯管落入弯管出口的滤网套(见图 5)中。

滤网套为本文设计的可替换部件,根据用户的需要,滤网套有三种不同的系列(见图 6),可适用于大、中、小个头的苹果,也可以适用于形状近似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。

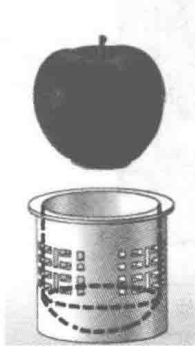


图 5 苹果滤网套

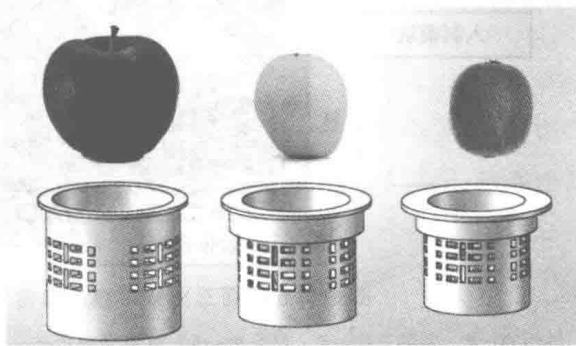


图 6 滤网套三种不同的系列

苹果落入滤网套后在竖直丝杠螺母带动下下移进入不锈钢杯中,不锈钢杯中的水可以清洗掉苹果表面的浮尘并利用浮力将苹果的位置矫正,位置矫正完成滤网套将上移并将苹果托出水面。

滤网套底部根据苹果的外形设计成内部凹进结构可将苹果定心。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,保证苹果在被扎果针扎入时不会歪斜。

3) 扎取模块设计

扎取模块功能:对心扎取苹果,实现机器对苹果移动的控制。

扎取模块(见图7)的扎取部分由四根不锈钢针构成,不锈钢针的直径为3.5 mm,刚度较高,能承载苹果削皮和去核时产生的扭矩,可以保证钢针在扎取后的所有工序中不发生变形。钢针固定连接在不锈钢轴上,不锈钢轴细长部分直径为8 mm,不锈钢轴在苹果削皮过程中易因苹果转动离心力发生绕中心轴自转失稳,以及在削皮刀对苹果沿 y 轴方向的作用力下产生弯曲的问题。为解决这一系列问题,在不锈钢轴外设计了外径为32 mm、厚度为3 mm的圆柱状塑料套筒。套筒靠下端部分配合安装外径为26 mm、内径为8 mm的轴承,轴承将钢轴与外圆柱套筒连接,大大增强了整体的刚度与稳定性。不锈钢轴经联轴器将扎果针与电动机相连,可以实现苹果绕 z 轴方向的自转。不锈钢轴上装有一个齿数 $w=12$ 的小齿轮,小齿轮为下一模块削皮模块的主动轮,始终与扎取模块的不锈钢轴固定连接,并随扎取模块移动,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。

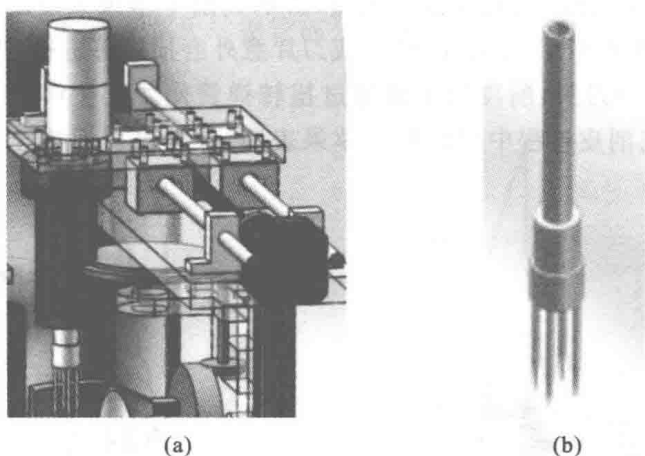


图7 扎取模块

(a)构成 (b)扎取钢针

4) 削皮模块设计

削皮模块功能:完成削皮过程,并使削下果皮的厚度尽可能均匀。

技术指标:去皮厚度约为0.6 mm。

如图8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动机输入动力,由六个齿轮构成齿轮传动,在苹果绕 z 轴方向自转的同时,浮动刀头紧贴苹果表面绕 y 轴方向旋转完成削皮。在削皮过程中,要求扎果针即苹果自身的转动角速度,大约是绕 y 轴方向旋转的削皮

刀的转动角速度的 10~15 倍,这样才能保证削皮效果。如果要具有普适性,对削皮的洁净程度有更高的要求,那么传动比应在 1/20~1/15 之间,取传动比为 1/20,如图 9 所示。

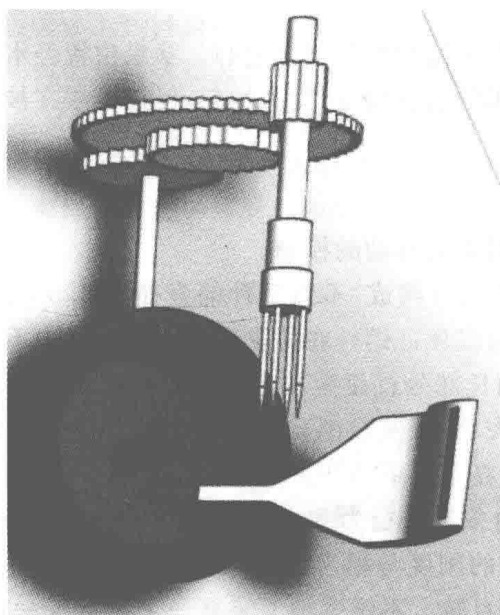
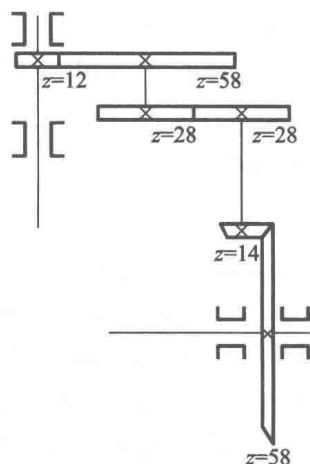


图 8 削皮模块



$$i_{12} = \frac{12}{58}, i_{23} = \frac{28}{28}, i_{34} = \frac{14}{58}$$

$$i = i_{12} \times i_{23} \times i_{34} = \frac{12}{58} \times \frac{28}{28} \times \frac{14}{58} = \frac{42}{841} \approx \frac{1}{20}$$

图 9 齿轮传动计算与设计

如图 10 所示,削皮刀有可更换刀片的刀片盖,由螺钉螺纹固定,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。

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(见图 11),使得削皮刀在削皮过程中紧紧贴合苹果表面,并且可以适应于各种不同形状、不同大小的苹果。

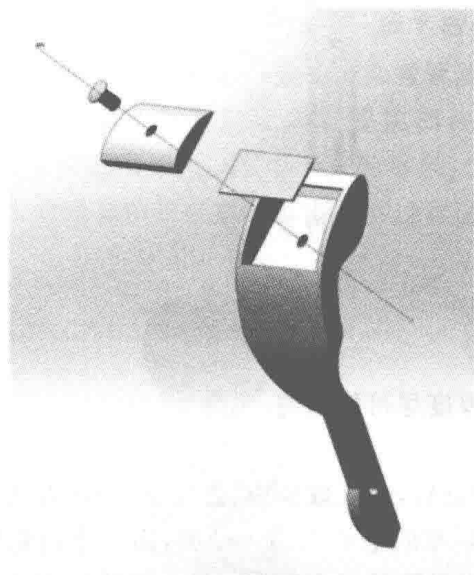


图 10 削皮刀的构造示意图

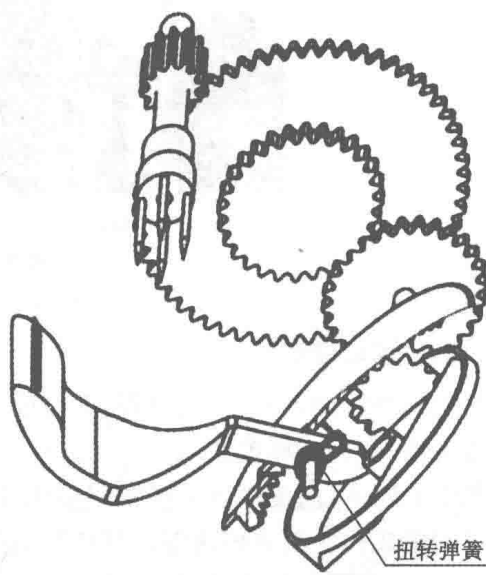


图 11 弹簧压紧装置示意图

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。

图 12 所示为去核模块, 去核模块即在苹果削皮结束后进入整机的第三工位, 苹果被一根不锈钢管对心插入, 实现果核果肉分离。分离的过程即苹果在电动机带动下继续保持转动, 不锈钢管配合苹果转动的同时向上进给。不锈钢管头部设计为具有 14° 倾角的结构, 如图 13 所示, 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。

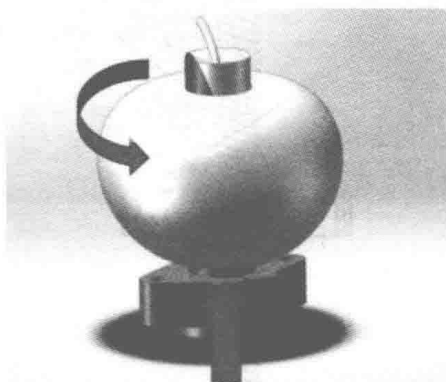


图 12 去核模块

根据苹果果核去除量将去核不锈钢管直径设计为 20 mm, 为使整个去核过程中不出现真空产生较大阻力, 将贯穿整个苹果的钢管部分均设计在倾角范围内。

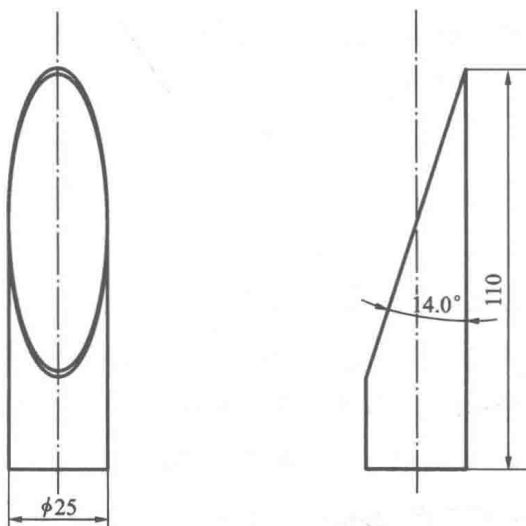


图 13 不锈钢管结构示意图

去核刀倾角的设计计算:

苹果的平均高度 h 为 80 mm, 钢管直径 d 为 20 mm;

$$\arctan(d/h) = \arctan(20/80) = \arctan 0.25 = 14.036^\circ.$$

所以, 去核刀的倾角取 14° 。

6) 传动系统设计

传动系统功能:通过电动机实现整个机器内部各模块的移动互动配合。

如图 14 所示,传动系统为沿 x 轴方向的丝杠导轨(一根丝杠两根导轨)和沿 z 轴方向的两对双竖直丝杠构成。双竖直丝杠保证竖直方向抬升过程平稳同步,丝杠螺母具有自锁性,可保证扎取和去核过程受力时工作台面平稳不倾斜。

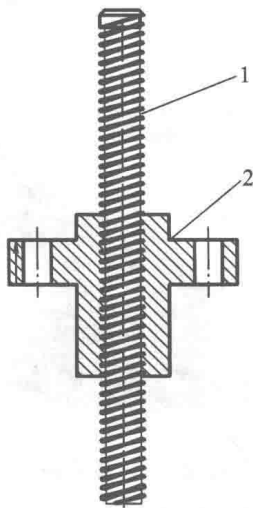


图 14 丝杠传动系统

1—主动丝杠 2—导轨

双丝杠传动中一根丝杠与电动机相连,为主动丝杠;另一根丝杠通过机器底部的同步带传动跟随主动丝杠旋转,为从动丝杠。

4. 主要创新点

本文设计的苹果削皮去核一体机采用旋转传动技术、水浮立正技术、弹簧压紧技术、 14° 去核技术对苹果进行流水线式全自动削皮去核,富有创意且具有很高的技术含量。该苹果削皮去核一体机不仅适用于工厂,而且非常适用于餐饮行业,也可以作为家用电器使用。另外,该一体机可加工苹果、梨、猕猴桃等球形水果;利用模块化设计;浮动刀头可适应不同形状的大小水果,可拓展性强;成本低,易推广。本文设计的苹果削皮去核一体机节省了人力物力,避免了浪费,提高了苹果的制成率,具有非常广阔的市场前景。

5. 作品照片

本作品实物照片如图 15 所示。

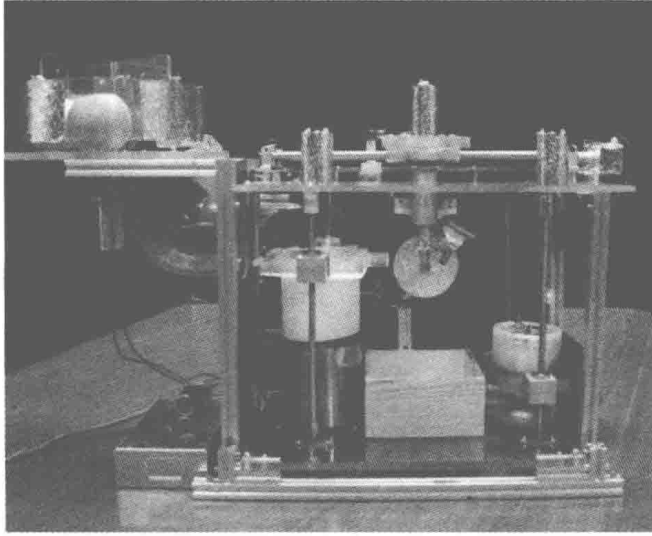


图 15 实物展示

参 考 文 献

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] 应义斌. 水果形状的傅里叶描述子研究[J]. 生物数学学报, 2001, 16(2): 234-240.
- [5] 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.
- [6] 高志. 机械原理[M]. 2 版. 上海: 华东理工大学出版社, 2015.
- [7] 赵庆贺, 王帅, 张光良. 自动水果去核机研制[J]. 中国机械, 2014, 13: 252-253.

智能背包

上海海洋大学

设计者:张世尧 黄冠才 颜学凯 樊贵财 张国捷

指导教师:刘雨青

1. 设计目的

传统背包后面的拉链容易被拉开,造成惨痛的失窃后果。智能背包具有防盗报警功能,当有陌生人企图拉开背包拉链时,报警器会响起报警。本文设计了一款智能背包,该作品具有以下功能。

(1)背包后部自带轻便太阳能电池板:既能解决手机即将断电的燃眉之急,又能做到绿色环保;同时太阳能电池板可保持时刻对内部电源进行充电。

(2)智能背包附带按摩功能:城市里紧张的快节奏生活,让人们的精神时常处于紧绷状态,背上该智能背包,可以在行走途中放松精神。

(3)背包的远程定位功能:孩子出门上学或旅行,家长难免担心,该智能背包的远程定位功能可以让家长时刻掌握孩子的位置,不再担忧忐忑。

2. 设计方案

1) 拉链报警器功能的实现

本功能采用双开关控制,只有当拉链开关与蓝牙开关同时开启之后方能开启报警功能。拉链开关为限位开关,当拉链开关离开原本闭合状态的位置时,开关闭合,报警声随之响起。图1所示为拉链报警器。



图1 拉链报警器