

椰子壳肉分离机的设计

向欢浩,樊军庆,李增增,王居飞

(海南大学 机电工程学院,海口 570100)

摘要:椰子是我国热带地区一种重要的经济作物,用途非常广泛。为解决目前国内外对椰肉提取主要依靠人工作业、工作效率不高、安全性较低的问题,结合生活生产中对椰肉提取的要求,设计了一种椰子壳肉分离机。采用电机通过传动丝杠带动压块运动对去除纤维椰衣的椰子进行固定后,圆形锯刀片沿椰子最大直径处进行环切,作业完成后可直接收取内部球形果肉。实验证明这种椰子壳肉分离机运行平稳、易于操作,每个椰子切割用时 50 s 左右,切割效率与切割质量较人工作业得到大幅提高。为后续椰子的深加工奠定了基础。

关键词:椰子;壳肉分离机;设计

中图分类号:TS203;TP27

文献标识码:A

文章编号:1003-7969(2018)06-0153-04

Design of coconut shell and meat separator

XIANG Huanhao, FAN Junqing, LI Zengzeng, WANG Jufei

(Mechanical and Electrical Engineering College, Hainan University, Haikou 570100, China)

Abstract: With a wide range of uses, coconut is an important economic crop in the tropical areas of China. To solve the current problems of low work efficiency and security of manual operation mainly applied to extract coconut meat at home and abroad, a coconut shell and meat separator was designed combined with the requirements of extracting coconut meat in life and production. In design, an electric machine was used to drive the movement of briquetting through the turn screw and fix the coconut removing coir. A round saw blade was used to carry out ring-cutting along the maximum diameter of coconut. Internal globular flesh could be directly collected after operation. Experiments showed that the coconut shell and meat separator ran smoothly and it was easy to operate. The cutting time of each coconut was about 50 s. The cutting efficiency and quality were improved greatly compared with those of manual operation. It laid a foundation for the subsequent deep processing of coconuts.

Key words: coconut; shell and meat separator; design

海南岛是我国最大的“热带宝地”,椰子是海南岛最具代表性的作物之一。椰子为棕榈科椰子属植物^[1],在高温、多雨、阳光充足和海风吹拂的条件下生长发育良好。随着海南岛旅游业的逐步开发,对椰子的需求量进一步扩大。椰子的价值很高,可谓“全身都是宝”^[2]。椰子水中含有多种人体所需的氨基酸和蛋白质^[3-4];椰衣纤维可用作沙发床垫等

填充物料^[5];新鲜椰肉含油量可高达 33%,可以用来榨取椰子油^[6]。椰子油目前被广泛应用于食品、医药和化工行业,具有良好的发展前景。

在椰子油的加工过程中将椰肉和椰壳分离是首要步骤。海南省拥有椰子加工企业约 300 家^[7],而目前椰子加工机械相对落后,容易造成资源的浪费,限制企业的发展。椰肉的采收是整个椰子加工过程最困难的一个环节,目前对椰肉的处理主要依靠人工使用刀具提取,这样容易导致椰肉破损,并且工人在使用刀具过程中时有工伤事故发生^[8-10]。手工提取椰肉方法简陋,加工效率低、成本高且不卫生、不安全。本文介绍了一种椰子壳肉分离机,其目的在于更便捷安全地收取椰肉以及椰子水。将人工作

收稿日期:2017-09-28;修回日期:2017-11-06

基金项目:海科工信知产(2014-13)

作者简介:向欢浩(1994),男,在读硕士,研究方向为农产品加工机械(E-mail)438283001@qq.com。

通信作者:樊军庆,教授(E-mail)13976296032@163.com。

业与机械作业结合在一起,在椰子最大直径处进行切割,作业完成后可将椰壳轻易分离得到完整的球形椰肉。同时达到了切壳、取椰肉以及保证椰子切口规范性等多种工作要求,提高了生产效率,为后续椰子的深加工打下了良好的基础。

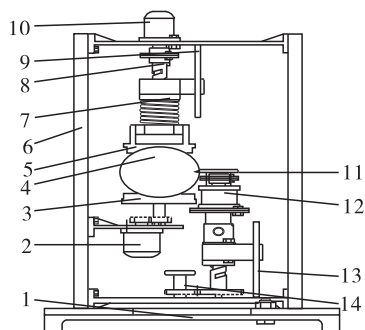
1 椰子壳肉分离机的工作原理

1.1 工作对象分析

椰子结构从外至内可分为外果皮,中果皮(纤维椰衣),内果皮,种皮(黑色,附着在椰肉上),椰肉以及椰子水。椰子壳肉分离机主要针对成熟度较高且完成剥衣作业后的椰子。成熟度较高的椰子其内果皮椰壳厚度约为5 mm,成熟度低的椰子因其椰肉较嫩不具备进行脱壳作业的条件且无进行脱壳作业的价值。为了更好地完成脱壳作业,获取完整脱壳产品,本设计的椰子壳肉分离机在工作时切刀沿椰子最大直径处从内果皮椰壳环形切割至种皮。为保证机器工作质量,实验中所采用的椰子均经过剥衣处理。

1.2 工作原理及流程

图1为椰子壳肉分离机示意图。



注:1. 底座;2. 转动电机;3. 托盘;4. 椰子;5. 压块;6. 立柱;7. 环形压力传感器;8. 行程开关;9. 压紧电机导向杆;10. 压紧电机;11. 切刀;12. 切割电机;13. 切割电机导向杆;14. 切刀升降手柄。

图1 椰子壳肉分离机示意图

椰子壳肉分离机主要由固定装置、转动装置及切割装置3部分组成。椰子壳肉分离机工作时,将剥掉椰衣的椰子正置于托盘上,启动压紧电机,通过传动丝杠带动传动螺母向下移动,在传动螺母的作用下,使压块压住椰子,当压力达到压力传感器的设定值时,压紧电机停止转动。

操纵切割台升降操纵手柄调节切割刀盘高度,使切刀达到椰子最大直径处,启动转动电机带动椰子低速旋转。启动切割电机,使切割刀盘带动切刀高速旋转。操纵切割台进退刀操纵手柄,使切刀靠近椰子完成椰壳的切割作业。

切割完成后,操纵切割台进退刀操纵手柄,使切

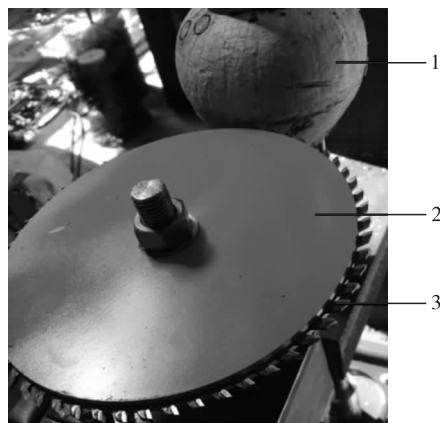
割刀盘带动切刀远离椰子,关闭切割电机和转动电机,启动压紧电机并使其反转,通过传动丝杠带动传动螺母向上移动,使压块远离椰子,当传动螺母接触上方行程开关时压紧电机停转。

将在椰壳最大直径处切割完成的椰子取下,至此一轮作业完成,放置下一个要进行作业的椰子。

2 椰子壳肉分离机主要机构的选用

2.1 切割装置

由于椰子沿纬线方向近似圆形,而刀具需保证紧贴椰壳进行切割,且需达到一定切深,因此将椰子固定,刀具沿纬线完成切割作业,沿经线完成进给让刀作业。切刀在整个机器中起最核心的切割作用,与椰子硬壳直接接触,工作强度偏高。因此,切刀的选用十分重要,普通的平刃刀具对椰子的硬壳切割效果并不是很好,在椰壳的切割作业中,刀具会受到较大的切割阻力,可能会导致刀具变形或折断,危害人身安全。因此,本设计的切割装置选用圆形锯刀片,其切割速度快,受力相对均匀且稳定。此外,由于硬质椰壳厚度有限,若采用刀具直接切割,切深不好把握,容易将椰肉连带切开,影响实验效果。所以本实验在切割刀片上下各增加1块限位板以控制切割深度,如图2所示。

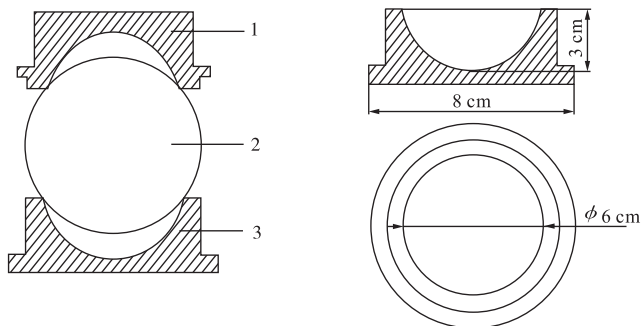


注:1. 椰子;2. 切刀限位板;3. 圆形锯刀片。

图2 装配完成的切刀

2.2 固定装置

本设计对作业椰子的固定任务主要由上方的压块以及下方的托盘承担。而椰壳质地较硬,若固定装置选用金属材质,在机器作业过程中会与带壳椰子发生打滑,由于椰子的个体差异,金属的硬度使得固定装置不能有效地固定住大小不一的椰子。而橡胶本身质地较软,与形状不完全规则的椰子契合度较好。因此,本机器中的压块与托盘均采用橡胶材质,在本机器作业环境中效果更好且成本相对金属材料较低。椰子固定装置及其主要技术参数见图3。



注:1. 压块;2. 椰子;3. 托盘。

图3 椰子固定装置及其主要技术参数

2.3 传动机构

考虑到丝杠螺旋副机构相比限位升降更加容易实现柔性可调的作业要求,因此在该机器切割装置下方设置有传动丝杠螺母副机构,通过与之相连的直齿轮副控制切刀在 y 轴的移动。齿轮机构传动性能好,可以保证任意两轴间的平稳传动,传动效率高,工作可靠且寿命长。侧方设置有导向杆保证调节时装置的平稳。在本机器中,直齿轮副的主动轮与切刀升降手柄连接,从动轮与控制切刀 y 轴运动的丝杠连接。

2.4 其他技术参数

本设计中椰子转动电机和切割电机均为交流调速电机,功率为 120 W,转速范围为 83 ~ 500 r/min。

3 PLC 自动控制部分设计

PLC 是专门为在工业环境下应用而设计的数字运算操作电子系统,采用一种可编程的存储器,在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令,通过数字式或模拟式地输入输出控制各种类型的机械设备或生产过程,在工业上应用广泛。

椰子壳肉分离机的控制采用西门子公司生产的 S7-200 系列 PLC 来完成。该系统主要由三相交流电动机、PLC 可编程控制器、按钮、行程开关等电气元件构成。按钮及行程开关为 PLC 提供输入信号,PLC 通过连接在其输出端的交流接触器对三相电机的正反转运动进行控制。PLC 自动控制部分系统原理见图 4。

该系统的转换条件和输出表示如下:SB1. 椰子壳肉分离机检测;SB2. 上方压紧电机正转启动按钮;SB3. 压力传感器,用来测定压力是否达到测定值;SB4. 用来控制转动电机、切割电机停止按钮;SB5. 用来控制上方压紧电机反转按钮;SQ1. 行程开关,用来控制上方压块 y 轴运动距离;YA1. 机器无异常,开始工作;KM1. 上方压紧电机正转;KM2. 达

到设定压力值,转动电机、切割电机正转;KM3. 切割完成,压紧电机反转,压块归位。

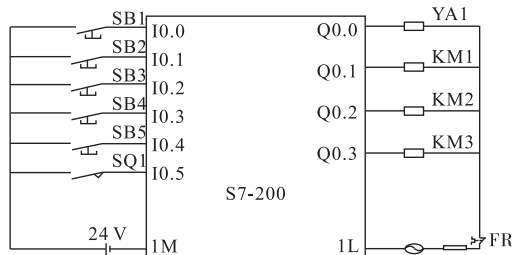


图4 PLC 自动控制部分系统原理

控制系统的流程为机器接通电源后,由检测元件检测机器是否可正常工作,确认可正常工作后,按下 SB2 开关,上方压紧电机启动并正转,通过丝杠带动压块向下运动与椰子接触,其上的环形压力传感器测试压块给椰子的压力是否足以将椰子固定,若未达到设定值则继续运动增加压力,达到设定值之后,压紧电机停止转动,输出信号使转动电机、切割电机正转。此时椰子低速旋转,切刀高速旋转,人工控制进刀量完成切割作业后,按下 SB4 开关,转动电机与切割电机停止转动,输出信号上方电机反转,带动压块向上远离椰子,直到触及上方的行程开关时停止。机器的一个工作周期完成。

4 椰子壳肉分离机实验性能及结果

为检验椰子壳肉分离机的使用性能以及作业效果,选择在海南大学机电工程学院工程中心进行整机的切割实验。该实验分为 5 组,每组进行 10 次椰子切割,固定转动电机转速 83 r/min,观察在切割电机 5 个不同转速下的切割效率。实验的预期切割效率为每个椰子切割用时 50 s 左右。图 5 为实验过程中的椰子,图 6 为壳肉分离后的椰子,椰子壳肉分离机实验数据见表 1。



图5 实验过程中的椰子

由表 1 可知,切割电机转速分别为 90、180、270 r/min 时,椰子切割的成功率达到预期要求,分别为 100%、90%、90%。当转速为 90 r/min 时,切割成功率最高,但是耗时过长,工作效率较低,所以该方案不予考虑。转速为 180 r/min 和 270 r/min 时,成功

率接近,但是 270 r/min 转速下椰子的切割效率远高于 180 r/min 转速下椰子的切割效率,平均时长为 43 s。360 r/min 转速以及 450 r/min 转速条件下,椰子切割过程中与刀具碰撞较为激烈,大部分椰

子被撞离而导致实验失败。所以,在该实验中,当切割电机转速为 270 r/min 时,取得了在一个工作周期内,将椰子壳肉分离获得球形椰肉的最佳预期效果。



图 6 壳肉分离后的椰子

表 1 椰子壳肉分离机实验数据

| 转速/ (r/min) | 时间/s | | | | | | | | | | 平均时长/s |
|----------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| 90 | 153 | 171 | 166 | 174 | 148 | 162 | 165 | 181 | 159 | 157 | 164 |
| 180 | 102 | 111 | 98 | 109 | 105 | 117 | 100 | 95 | - | 114 | 106 |
| 270 | 41 | 45 | - | 51 | 49 | 45 | 37 | 35 | 40 | 41 | 43 |
| 360 | - | - | - | - | - | 29 | - | - | - | - | - |
| 450 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

5 椰子壳肉分离机的不足及改进方向

在椰子壳肉分离机的切割实验过程中,发现椰子外壳碎屑和小部分断裂的刀片飞出,不仅破坏卫生整洁,还造成了一定的安全隐患。经过本次实验后,决定在机器上水平加装椰子切割保护罩,保护罩下方放置容器便于收集切削碎屑。在消除安全隐患的同时,达到“绿色作业”的标准。目前该机器主要依靠人工操作进刀,尚未达到全自动作业。为了进一步提高工作效率及安全性能,接下来将往自动进退刀的方向进行研究实验。

6 结论

椰子壳肉分离机结构较为简单紧凑,每个椰子切割用时 50 s 左右,能有效提高椰肉的提取效率并保证椰肉质量。将传统的手工收取椰肉转变为机械化切壳收取椰肉,并且使用 PLC 自动控制将人工劳动与机器自动化结合到一起,不仅可以使切壳收取作业环境得到改善,并且可以降低成本,节省大量人力,使椰肉收取工序更加高效、安全。

参考文献:

[1] 伍湘君,樊军庆,毛舟,等. 椰子剥衣机研究现状与发展

- 趋势[J]. 食品与机械,2014(2):262-265,272.
- [2] 王旺平,李诗龙,刘晓艳. 椰子剥壳机的研制[J]. 农业机械,2011(20):179-181.
- [3] 林凯,徐玉明. 椰子水的综合利用简介[J]. 食品科学,1987(2):21-25.
- [4] 吉建邦,万祝宁,谢辉,等. 天然椰子水饮料工艺技术研究[J]. 农产品加工(学刊),2004(7):30-31.
- [5] 徐茂,张燕. 基于 PLC 的齿辊式椰子剥衣机的设计[J]. 制造业自动化,2014,36(20):112-115.
- [6] 夏秋瑜,李瑞,赵松林,等. 椰子的利用价值及综合加工技术[J]. 中国热带农业,2007(3):37-38.
- [7] 张浩栋,张燕,梁栋. 基于 PLC 的椰子自动剥衣机的设计和控制研究[J]. 广东农业科学,2012,39(23):203-204.
- [8] 吴迪. 基于 PLC 的椰子剥衣机控制系统的设计[J]. 农机化研究,2017,39(6):202-208,213.
- [9] 张志强,樊军庆,王涛. 椰子剥衣机的设计[J]. 食品与机械,2015(3):122-124.
- [10] 肖仁鹏,马鑫,刘四新,等. 椰子自动剥衣机的设计[J]. 食品与机械,2012,28(1):142-143.