

IV. Технологии, материаловедение, энергоэффективность

For citation: Cao Hao. Structural design of a broad bean peeling machine // Grand Altai Research & Education — Issue 2 (22)'2024 (DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2024.02) — EDN: <https://elibrary.ru/JOYQPE>

UDK 664.7

STRUCTURAL DESIGN OF A BROAD BEAN PEELING MACHINE

*Cao Hao*¹

¹ School of Mechanical Engineering and Automation, Wuhan Textile University, Wuhan, 430073, China
E-mail: 2698830864@qq.com

Abstract. With the expansion of the broad bean consumer market, traditional manual peeling methods can no longer meet the demands of large-scale production. Manual peeling is not only labor-intensive and inefficient but also prone to damaging the broad beans, affecting the yield and quality of the finished products. Therefore, this paper aims to design a broad bean peeling machine that achieves rapid, efficient, and low-damage peeling of broad beans, in order to enhance the capacity and quality of broad bean processing and meet market demands. The design employs advanced automated mechanical equipment, combined with a cam mechanism and cutting blades, to achieve mechanized peeling, cutting, and processing of broad beans. The entire design takes into full consideration the physical characteristics of broad beans and the requirements of the peeling process, ensuring the efficiency and quality of broad bean peeling. Additionally, the design significantly improves the efficiency of broad bean processing and reduces labor costs, meeting the needs of large-scale production. The mechanized peeling process reduces the damage rate of broad beans, increases the yield and quality, and enhances the market competitiveness of broad bean products. The successful implementation of this design will promote the modernization process of the broad bean processing industry and has a positive effect on promoting the development of related agriculture and increasing the income of farmers.

Keywords: peeling of broad beans; geneva mechanism; cutting blade; automated machinery

一种蚕豆脱皮机的结构设计

曹浩¹

1 武汉纺织大学, 湖北省数字化纺织装备重点实验室, 机械工程与自动化学院, 武汉, 430073

E-mail: 2698830864@qq.com

摘要: 随着蚕豆消费市场的扩大, 传统的人工剥皮方法已无法满足大规模生产的需求. 人工剥皮不仅劳动强度大, 效率低, 而且还容易造成蚕豆的破损, 影响成品率和品质. 因此, 本文旨在设计一种蚕豆脱皮机, 实现蚕豆的快速, 高效, 低损伤脱皮, 以提升蚕豆加工的产能和质量, 满足市场需求. 本设计采用先进的自动化机械设备, 结合槽轮机构和切割刀片, 实现对蚕豆的机械化脱皮切割和处理. 整个设计充分考虑了蚕豆的物理特性和脱皮过程的要求, 确保了蚕豆脱皮的效率和品质. 此外, 该设计还具有显著提高蚕豆加工的效率, 减少劳动力成本的特点, 满足大规模生产的需要. 机械化脱皮过程减少了蚕豆的损伤率, 提高了成品率和品质, 有利于提升蚕豆产品的市场竞争力. 该设计的成功实施将促进蚕豆加工行业的现代化进程, 对促进相关农业的发展和提升农民收入具有积极作用.

关键词: 蚕豆脱皮; 槽轮机构; 切割刀片; 自动化机械

0 引言

在现代农业生产和食品加工行业中, 蚕豆作为一种重要的农作物, 其消费需求逐年增长. 蚕豆营养价值高, 富含蛋白质, 淀粉和微量元素, 也含少量的脂质物质, 可广泛应用于食品加工, 饲料加工, 药用等领域 [1]. 然而, 随着市场对蚕豆产品需求的不断增加, 传统手工剥皮的弊端日益凸显, 急需一种新的解决方案来提高蚕豆加工的效率和质量.

传统的蚕豆脱皮加工主要依靠人工来完成, 这一方法不仅效率低, 在时间上也难以保证规模化速冻保鲜加工的需求, 蚕豆脱皮加工机械的短缺已经成为部分蚕豆加工产业发展的瓶颈问题. 随着机械化, 自动化技术的发展, 蚕豆脱皮机的设计和应用成为解决上述问题的有效途径. 一台高效, 可靠的蚕豆脱皮机不仅可以大大提高蚕豆加工的效率, 降低劳动成本, 而且通过精确控制脱皮过程, 还能有效减少豆仁损伤, 提高成品率, 确保产品品质. 此外, 蚕豆脱皮机的使用还有助于实现蚕豆加工工艺的标准化和规模化生产, 满足市场对高品质蚕豆产品的需求 [2].

本设计旨在结合现代机械设计原理和蚕豆的加工需求, 通过对现有蚕豆加工技术的分析, 结合最新的机械自动化设计理念, 开发一种新型蚕豆脱皮机. 通过本研究, 希望能够推动蚕豆加工行业的技术进步和促进相关农业的现代化进程 [3].

1 蚕豆脱皮机的基本原理

蚕豆脱皮机在食品加工领域具有非常重要的地位，其研究与开发已成为农业机械化领域的一个重要分支 [4]。这种机械的设计与工作原理对于提高食品加工的质量和效率至关重要，在对当前蚕豆脱皮机械存在的技术问题以及广大农村机械化蚕豆生产的现实需求中，本文在进行充分的调研基础上，通过对国内外先进蚕豆脱皮技术及蚕豆脱皮工艺进行深入研究，研发出了一种新型蚕豆脱皮机装置，设计的蚕豆脱皮机整体结构如图1所示，二维平面图如图2所示。

蚕豆脱皮机的脱皮原理是将蚕豆浸泡后放在料斗内，通过振动下料后将蚕豆平放，并排列成头尾相接，然后将蚕豆送到切皮位置，将蚕豆压住并切开头部的皮，最后用挤压方法将豆挤出。下面将详细介绍蚕豆脱皮机的原理，以及其在食品加工过程中如何有效发挥作用。

首先，蚕豆脱皮机的第一步是手动进料阶段。进料机构采用旋转导向的方式设计，在这一过程中，工作人员需要将需要剥皮的新鲜蚕豆手动投入机器的进料罐4。采用适合蚕豆外壳物理特性的进料机构具有均匀，导向的作用，从而达到蚕豆输送到脱皮机构而不损伤青蚕豆的目的 [5]。

然后，未剥皮的新鲜蚕豆在重力的自然作用下顺着进料罐4流入小槽轮2中，并在倒料轮引导下按照先后顺序流入导料槽中，最后沿着导料槽流入剪切通道。

接下来，蚕豆在自重影响下保持着翻滚姿态，在翻滚过程中，蚕豆逐渐调节翻滚姿态达到合理的剪切姿态，然后流入由刀片6和导料槽组成的剪切通路。由于刀架板的中心嵌有切割刀片，蚕豆滚出剪切通路内时会被剪切刀片环切，实现滚切，将蚕豆切割剥皮。

最后，蚕豆在此通路内不断地接受刀架板7和大槽轮9的挤压和槽轮的切向摩擦力以达到合理的单纯滚动态势，最后经过筛板10进行过筛脱皮，完成蚕豆的脱皮过程。

整机采用机电一体化设计，脱皮机各部件设计成一体，蚕豆脱皮加工作业在整机内封闭运行，整个设计集成度高。该机设备操作，维护方便，工作效率，自动化程度高，适用于各农副产品加工户使用。

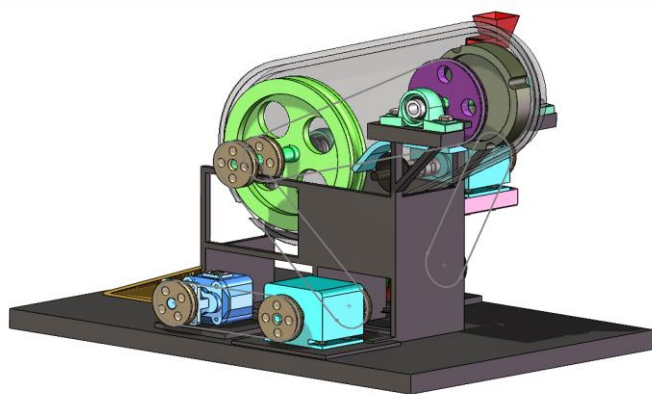


图1 蚕豆脱皮机的整体结构
Figure 1. The overall structure of the broad bean peeling machine

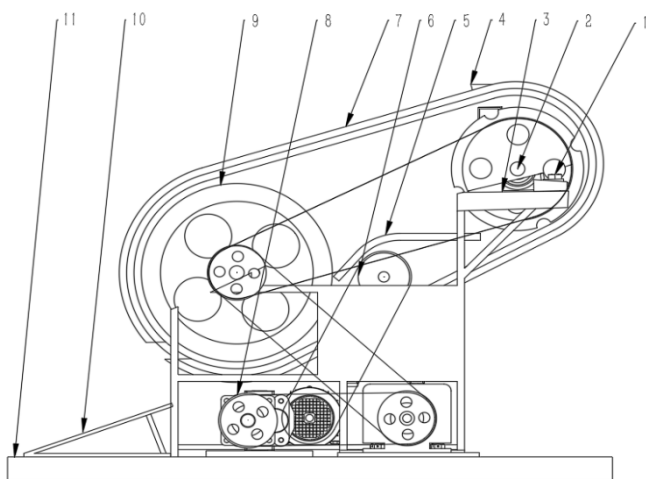


图2 蚕豆脱皮机二维图

- 1) 带座轴承; 2) 小槽轮; 3) 轴承支撑座;
- 4) 进料罐; 5) 刀片隔板; 6) 切割刀片;
- 7) 刀架板; 8) 电机; 9) 大槽轮;
- 10) 筛板; 11) 底座

Figure 2. The two-dimensional drawing of the broad bean peeling machine:

- 1) Flanged bearing; 2) Small pulley;
- 3) Bearing support seat; 4) Feed hopper;
- 5) Blade baffle; 6) Cutting blade;
- 7) Blade holder; 8) Motor; 9) Large pulley;
- 10) Sieve plate; 11) Base frame

2 蚕豆脱皮机的结构设计

蚕豆脱皮机的结构设计聚焦于实现对蚕豆高效、低损伤的自动脱皮,旨在满足工业化大规模加工的需求,核心设计包括传动装置和脱皮装置的设计 [6]. 传动装置通过 V 带,带轮和槽轮的精确设计,保证了机械运转的稳定性和高效性. 脱皮装置主要由切割刀片,刀架板和筛板组成,特别是刀片的设计,直接影响脱皮的质量和效率,因此需要精细的计算和材料选择,以实现精确切割而不损伤豆仁. 整个设计综合考虑了效率,可靠性和经济性,旨在为蚕豆加工行业提供一种高效的解决方案.

2.1 传动装置的设计

传动装置是蚕豆脱皮机中至关重要的组成部分,它的主要功能是传递和转换动力,确保机械各部件按预定的速度和力矩高效稳定运行. 传动装置的设计直接影响到整机的效率,可靠性以及能耗,因此具有重大的工程实用意义. 通过精心设计传动系统,可以优化蚕豆脱皮机的性能,降低能耗,提高加工效率,同时也能减少机械磨损,延长设备使用寿命.

传动装置如图3所示,传动装置主要由电机作为动力源,通过电动机的输出轴与主动带轮相连,借此将旋转力传递给传动带,再带动从动带轮对轮槽和切割刀片的驱动,从而完成整个蚕豆脱皮机装置的动力传输.

V 带主要负责传递动力,是连接电动机与脱皮机各运动部件的关键传动方式. V 带传动用于驱动整个脱皮机的主要运动部件,它具有远距离传递,过载保护,缓冲吸振,制造成本低等特点,能够保证设备稳定运行. 在设计传动带时,需要精心设计 V 带的长度,宽度和材料,确保传动效率高,噪音低,并能长时间稳定运行.

带轮是 V 带传动系统中力的有效传递的重要部分. 带轮的直径,齿形和材料选择对于确保传动的平稳性和耐用性至关重要. 通过优化带轮设计,可以进一步提高整机运行效率和可靠性. 带轮尺寸示意图如图4所示.

槽轮机构设计主要用于实现蚕豆的定位和输送, 确保蚕豆能够均匀, 有序地进入切割区. 蚕豆经过料斗后, 分别进入调整通道和切割通道. 蚕豆切面宽度的形状和结构会对蚕豆的姿态调整和切割造成一定的干扰. 因此, 轮槽的形状和结构有一定的要求, 影响着蚕豆进入切割时形态. 因为蚕豆在剥皮机是由上向下滚动, 所以蚕豆在剥皮箱里被切割刀片切割之前有一段滚动会上下移动, 此时就会使蚕豆在切割时的角度以及切口位置错位导致巨大误差, 这样蚕豆被切割剥皮后的质量大大降低, 所以设计的槽宽应该比蚕豆的长度稍微大一点, 而槽轮的槽深度应该接近于蚕豆的半径大小. 并且槽轮的槽沟底需要涂上一层橡胶, 这样会更加有效地使蚕豆在槽轮里被定位, 将蚕豆调整好最佳的切割姿势进入切割区被切割. 槽轮尺寸示意图如图5 所示.

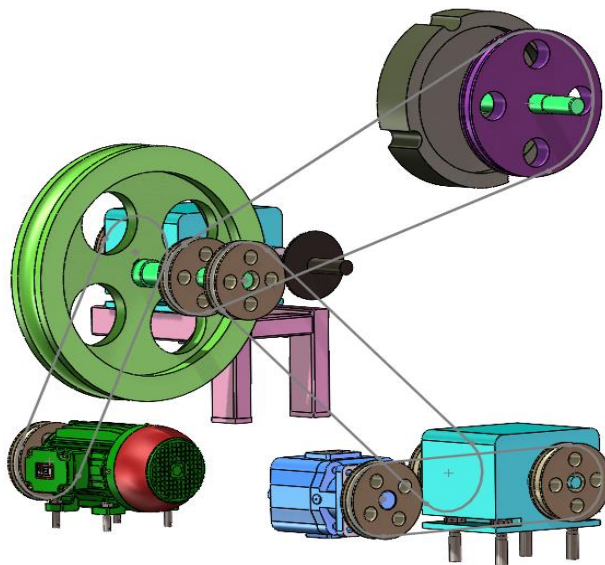


图3 动力传输装置

Figure 3. Power transmission device

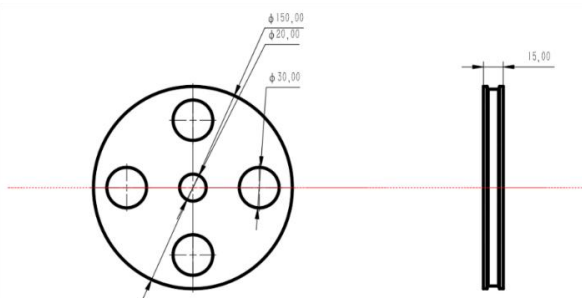


图4 带轮示意图

Figure 4. Schematic diagram of pulleys

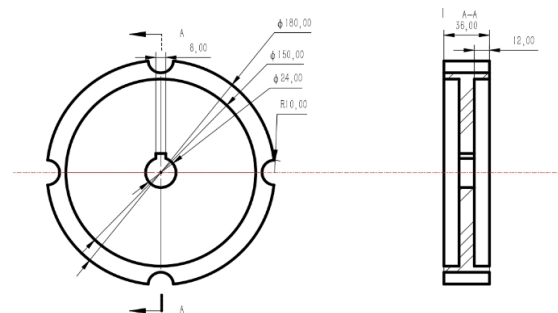


图5 槽轮示意图

Figure 5. Schematic diagram of a geneva mechanism

2.2 蜕皮装置的设计

蚕豆蜕皮机中的蜕皮装置是该机器的核心部分，它负责实现蚕豆的高效脱皮。该蚕豆蜕皮机的蜕皮装置主要由切割刀片，刀架板和筛板组成。切割刀片如图6所示，刀架板如图7所示，筛板如图8所示。

切割刀片：刀具的设计是该装置的核心设计，要求刀具满足长时间，大切削量，这就对刀具的磨损，寿命布置形式提出了更高的要求 [7]。切割刀片直接关系到蜕皮效果和豆仁的完整性，因此刀片材料，形状和安装角度等参数需要精确计算和设计，以确保能够准确切割蚕豆外皮而不损伤内部的豆仁。切割时，刀片是分切的关键，刀片要求锋利且耐磨。刀片材料为 9CrWMn，厚度为 1mm，刀片通常高出 0.8-1.0mm。刀片位于相对的凹槽中，位于轮心构的圆渐开线上，并与圆弧相连。当蚕豆通过切割通道时，可实现连续切割，并可在不损坏蚕豆仁的情况下关闭和调整切割程度。

刀架板：为了确保蚕豆在剪切过程中的顺利进行，我们可以根据槽轮的尺寸参数和蚕豆的大致尺寸（长20~50mm，宽15~20mm，厚6~8mm），设计出两个隔板。在这两个隔板的连接处，我们可以设置一条接近蚕豆半径（约5mm）的导料槽。这样的设计可以让蚕豆依靠自身的重力，沿着刀架板的导料槽顺滑移动。通过精确的导料槽设计，蚕豆最终会在刀座和导料槽共同形成的剪切通道中，完成对蚕豆外皮的高效剪切。这种设计不仅提高了剪切效率，同时也确保了剪切过程的稳定性和安全性。

筛板：筛板是蚕豆脱皮机中关键的组成部分，其形状选择和设计对于实现高效的蚕豆剥皮过程至关重要。筛板的设计目的是实现蚕豆皮仁的分离，筛选皮厚和过滤杂质，从而确保最终的蚕豆皮仁的质量和纯净度。筛板具有相对均匀的分布和较大的开口面积，这使得蚕豆皮仁能够顺利通过筛板，而皮则被留在筛板上，能够有效地将蚕豆皮仁与皮分离，使得剥离过程更加高效和准确。其结构不容易积聚杂质和碎屑，也不容易粘附，因此清理起来更加方便，这有助于保持筛板的卫生和工作效率，减少停机时间并提高生产效率。

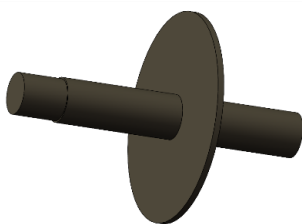


图6 切割刀片
Figure 6. Cutting blade



图7 刀架板
Figure 7. Blade holder board

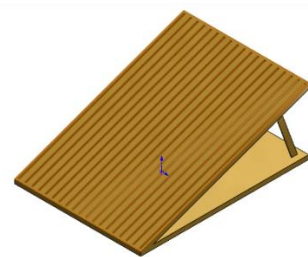


图8 筛板
Figure 8. Sieve plate

3 结束语

本文围绕蚕豆蜕皮机的设计与开发进行了全面的探讨，成功设计出了一种蚕豆蜕皮机装置，此设计不仅提高了蚕豆蜕皮的效率和质量，还确保了加工过程

的稳定性和可靠性. 在自动化控制系统的辅助下, 实现了加工过程的实时监控和调整, 大大提高了脱皮机的智能化水平, 减轻了劳动强度, 降低了生产成本. 本设计不仅对提升蚕豆加工工艺具有重要影响, 也将对农业生产效率的提高, 农产品加工业的发展, 以及相关机械设计领域的技术革新产生深远的意义.

参考文献

- [1] 彭葵, 李锦鸿, 李育军, 植石, 李静, 刘仁燕. 蚕豆的营养与加工研究[J]. 长江蔬菜, 2019(12):48-51.
- [2] 李旭. 蚕豆综合加工利用研究进展[J]. 现代食品, 2018(07):170-171.
- [3] 唐世明. 蚕豆的应用现状和发展前景研究综述[J]. 现代商贸工业, 2019, 40(28):185-186.
- [4] 赵永祺. 青蚕豆脱皮机设计与研究[D]. 云南农业大学, 2023.
- [5] 沈丹波, 邱建兴, 赵国栋. 青蚕豆剥壳机的设计与研究[J]. 农业装备技术, 2012, 38(01):20-22.
- [6] 赵虎年, 柴英杰. 小型蚕豆剥皮机初步设计[J]. 中国包装, 2017, 37(10):89-91.
- [7] 雷超, 解吉辉, 刘录峰, 等. 剥皮机发展现状及关键技术研究[J]. 机械工程师, 2014, (12):87-89.

References

- [1] Peng Kui, Li Jinhong, Li Yujun, Zhi Shi, Li Jing, Liu Renyan. Nutrition and Processing Research of Broad Beans [J]. Changjiang Vegetables, 2019(12):48-51.
- [2] Li Xu. Research Progress on Comprehensive Processing and Utilization of Broad Beans [J]. Modern Food, 2018(07):178-179.
- [3] Tang Shiming. A Review of the Application Status and Development Prospects of Broad Beans [J]. Modern Business Trade Industry, 2019(28):189-190.
- [4] Zhao Yongqi. Design and Research of Green Broad Bean Peeling Machine [D]. Yunnan Agricultural University, 2023.
- [5] Shen Danbo, Qiu Jianxing, Zhao Guodong. Design and Research of Green Broad Bean Shelling Machine [J]. Agricultural Equipment Technology, 2012, 38(01):20-22.
- [6] Zhao Huinian, Chai Yingjie. Preliminary Design of a Small Broad Bean Peeling Machine [J]. China Packaging, 2017, 37(10):89-91.
- [7] Lei Chao, Xie Jihui, Liu Lufeng, et al. Development Status and Key Technology Research of Peeling Machine [J]. Mechanical Engineer, 2014, (12):87-89.