

DOI: 10.13652/j.issn.1003-5788.2020.02.021

基于单片机控制的大枣去核机设计与试验

Design and experimental research of jujube core-removing machine based on a single chip microcomputer

王 华¹ 张剑锋²

WANG Hua¹ ZHANG Jian-feng²

(1. 商丘职业技术学院机电工程系, 河南 商丘 450042; 2. 郑州大学农学院, 河南 郑州 450001)

(1. *Electrical and Mechanical Engineering, Shangqiu Polytechnic, Shangqiu, Henan 450042, China;*

2. School of Agricultural Sciences, Zhengzhou University, Zhengzhou, Henan 450001, China)

摘要:运用同一椭圆球体上的线速度和角速度的关系,设计了一种三杆三点式顺位机构,单片机控制的大枣去核机,实现对大枣去核速度控制的同时实现了大枣去核过程中的自动定位、自动去核、自动出料等。样机试验表明,该装置能满足大枣去核自动化操作,具有结构简单,定位准确、效率高、易于操作等特点。

关键词:大枣去核机;整体设计方案;单片机控制;样机试验

Abstract: By using the relationship between the linear velocity and the angular velocity on the same ellipsoid, a three-bar three-point mechanism is designed. And by using the single chip micro-computer to control the whole process of removing the core, the speed control of removing the core of jujube is realized. At the same time, it also realizes the automatic positioning, automatic de-nucleation and automatic discharging in the process of de-nucleation. The test prototype shows, the device can meet the needs of current automatic operation of jujube enucleation, with the advantages of simple construction, accurate location, high efficiency, easy operation etc.

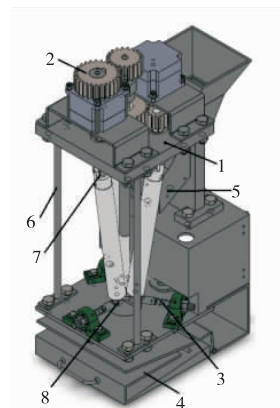
Keywords: jujube core-removing machine; overall design scheme; single chip microcomputer control; prototype test

大枣不仅营养丰富,还具有药用价值及很强的保健功能,在中国深受人们喜爱^[1]。目前,大枣的去核方式主要有手工去核、半自动化去核、全自动化去核3种^[2]。朱克庆等^[3]介绍了大枣去核机的结构及工作原理;文怀兴

等^[4]对大枣去核机的原理进行分析,设计了一种滚珠丝杠螺母副机构实现大枣去核,同时设计了一种专用夹具实现大枣的定位和夹紧;曹劲草等^[5]设计的一种大枣去壳机可依次实现红枣的上料、定位、输送、冲核、切片、落枣等加工工序,同时利用三维软件对大枣去核机的主要构件进行建模和运动仿真分析。目前大枣去核定位比较困难,而现有的机构不能很好地解决准确定位的问题。试验拟设计一种新型的三杆三点式顺位机构,能实现对大枣去核前的准确定位,避免去核过程中枣破损、报废等;同时利用单片机控制实现对大枣去核的速度控制,为满足不同去核速度要求提供技术参考,为后续设计出新型的大枣工业自动化去核装置提供参考依据。

1 整体设计方案

由图1可知,大枣去核机由顶板、齿轮、弹簧、底板、电磁铁、支撑杆、万向节、球杆等机构组成^[6]。



1. 顶板 2. 齿轮 3. 弹簧 4. 底板 5. 电磁铁 6. 支撑杆
7. 万向节 8. 球杆

图1 大枣去核机的整体结构示意图

Figure 1 The schematic diagram of the whole structure of date-removing machine

基金项目:河南省教育厅资助项目(编号:2018GMJS-317);河南省重点研发与推广专项(科技攻关)计划项目(编号:172012230178)

作者简介:王华(1981—),女,商丘职业技术学院讲师。

E-mail: 346264219@qq.com

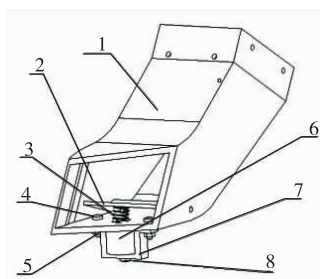
收稿日期:2019-12-16

大枣去核机的工作过程:大枣首先进入放料机构的料斗内,利用电磁铁控制大枣的进料,当其中的一个大枣滑出后,隔板被电磁铁提起,从而实现大枣有顺序的逐个进入料斗中。当大枣进入顺位机构后,电机启动,通过传动机构将动力传到顺位杆,带动顺位杆匀速同向转动,围成圆锥形的 3 个顺位杆的各个杆的倾斜角度为 $0^{\circ} \sim 6^{\circ}$,大枣通过自身重力进入顺位杆机构中,通过摩擦作用自转,逐渐达到重心稳定状态,大枣摆正,顺利实现准确定位。完成定位后,电机带动丝杆向下运动,丝杆的空心套杆头部与大枣接触,在空心套杆的作用下,顺位杆受到大枣的侧向压力,沿限位杆移动,实现大枣从顺位机构挤出至下方出料机构的转动板上,丝杆外部杆继续向下运动,用切割力完成大枣的去核。

2 主要部件设计

2.1 料仓结构设计

料仓结构示意图如图 2 所示。将大枣放入料仓斗中,大枣由于自身的重力及料斗的振动顺利落入料仓底部斜面,料仓转动板将大枣隔开,料仓转动板由料仓转动轴与料仓连接,前端由弹簧与料仓底部连接,电磁铁是否带电由单片机控制,同时实现料仓转动板的吸合,吸合频率通过设置脉冲时间来控制,进而实现大枣进入顺位系统的时间间隔,控制大枣进入的速度。



1. 料仓 2. 料仓转动板 3. 料仓复位弹簧 4. 螺钉 5. 螺母
6. 电磁铁 7. 电磁铁固定架 8. 一字螺钉

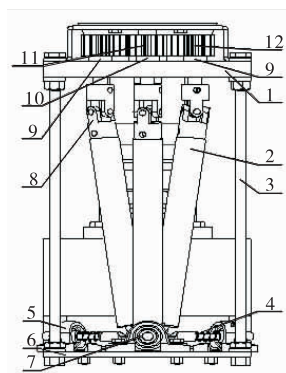
图 2 料仓结构示意图

Figure 2 The schematic diagram of stock bin

2.2 顺位定位机构设计

如图 3 所示,顺位定位机构主要包括上顶板、顺位杆、机架固定杆、连接弹簧、球头关节、机架底座、限位螺母、十字轴万向节、顺位杆从动轴、主动轴、主动齿轮、从动齿轮等。

三杆三点式顺位机构顺位原理:若大枣投料后位置不准确,大枣与三杆三点接触受力处于平衡状态,由于受到摩擦力,大枣与三杆同步转,经过平衡突变和多次耦合,最终大枣的状态必然是 3 个接触点的线速度与角速度都相同;只有大枣竖直摆正,才能实现 3 个接触点线速度与角速度都相同,此时 3 根杆对大枣在 3 个接触点的



1. 上顶板 2. 顺位杆 3. 机架固定杆 4. 连接弹簧 5. 球头关节 6. 机架底座 7. 限位螺母 8. 十字轴万向节 9. 顺位杆从动轴 10. 主动轴 11. 主动齿轮 12. 从动齿轮

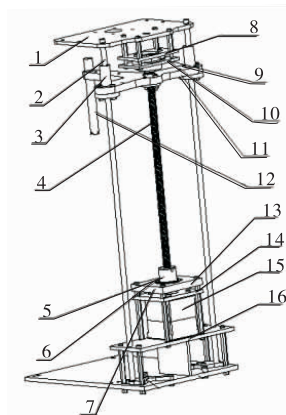
图 3 顺位定位机构示意图

Figure 3 The schematic diagram of positioning mechanism in sequenc

支持力在竖直方向的分力的合力与大枣的重力平衡,在水平方向的分力又相互平衡,从而完成三杆三点顺位定位。

2.3 去核机构设计

如图 4 所示,去核机构主要包括空心铝管、丝杆移动平台、步进电机、联轴器、丝杆等。大枣竖直摆正后,空心铝管匀速向下运动,推杆头与大枣接触后,大枣对顺位杆产生垂直压力,使顺位杆沿限位杆向外移动,同时,推杆头将大枣从顺位机构中挤出,通过底板上的孔进入下方两端开口的圆柱形容器枣箱中,大枣被枣箱限制定位,等待空心铝管向下去核。



1. 丝杆顶板 2. 光轴 3. 直线轴承 4. 丝杠 5. 联轴器 6. 深沟球轴承 7. 轴承上顶板 8. 菱形轴承座上盖板 9. 菱形轴承座下底板 10. 菱形轴承座 11. 丝杆移动平台 12. 空心铝管 13. 深沟球轴承固定板 14. 步进电机顶板 15. 步进电机 16. 步进电机支撑板

图 4 去核机构示意图

Figure 4 The schematic diagram of nuclear removal mechanism

3 控制电路总体设计

大枣去核机的电控部分主要包括单片机、电源控制模块、电机运动模块等。试验装置主要利用单片机控制步进电机、舵机等,实现自动去核和出料^[7-8]。

3.1 单片机模块

试验装置采用的单片机是 STC89C52 单片机,该单片机为低功耗、高灵活、高性能微控制器,拥有 8 位 CPU,功能强大^[9-10]。对设计的系统软件模块部分进行测试,在软件开发平台 Keil5.0 上对系统进行编程,利用仿真器将编写的程序下载到主控芯片上,通过在线试验与调试,验证单片机软件系统设计能够实现相应的动作与功能。

3.2 电源控制模块

系统供电采用 220 V 交流电经适配器转化为 12 V 直流后供电^[11],由于步进电机的存在,利用 DC-DC 器件实现电路隔离。由图 5 可知,U2(7805)将适配器输出的 12 V 转换为 5 V(MVCC5.0),0 转换为 L297 和 L298 供电,L298 可实现两路供电,其中一路直接供 12 V 点,从而

实现隔离,提高整个系统的稳定性。

3.3 电机运动模块

L297 为步进电机专用控制器^[12],可自动将控制器发来的脉冲序列按一定的规律分配,实现电机正常运转需要的信号;L298 可实现放大 L297 提供的信号。电路设计与步进电机驱动器模块实物如图 6 所示。

4 样机试验

4.1 方法

为验证试验设计结构的合理性和可靠性,根据设计方案制作出样机^[13]。随机挑选 400 颗大枣,分成 5 组每组 80 颗进行试验。顺位杆直径为 20 mm,倾斜角度为 10.44°,顺位杆转速为 540°/s,分析大枣的去核率、顺位率、破损率等。

4.2 结果分析

表 1 中的试验数据表明,试验平均去核率在 90% 以上,去核效率相当高;破损率相对较高,产生这种现象的主要原因可能是:①大枣落入定位机构后,三杆转速过快,

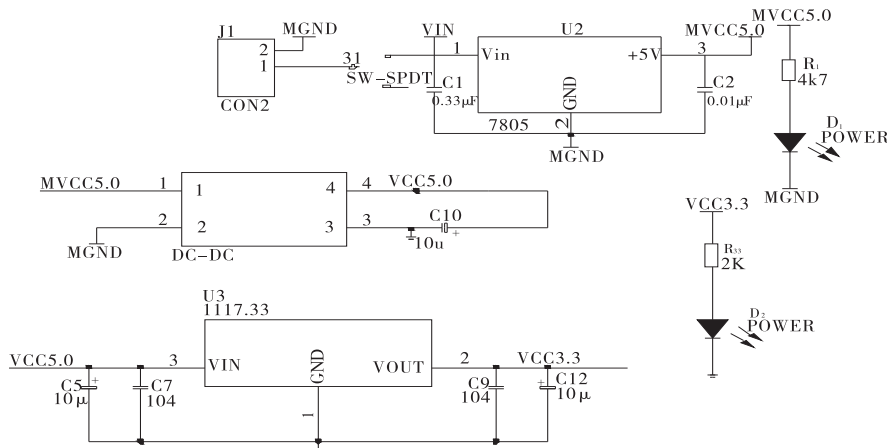
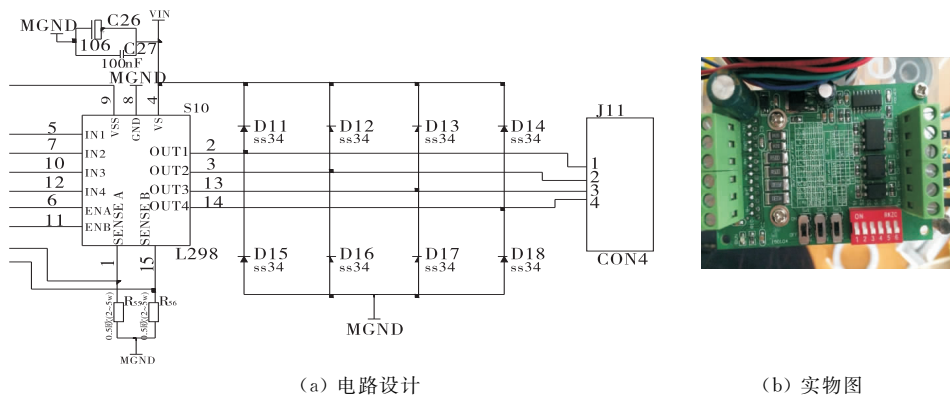


图 5 电源控制模块接线图

Figure 5 The wiring diagram of power control module



(a) 电路设计

(b) 实物图

图 6 电路设计与步进电机驱动器模块实物图

Figure 6 The circuit design and physical drawing of stepping motor driver module

导致大枣受力不均而产生的破坏;②推杆机构的丝杆运动过快,导致推杆头与大枣接触时大枣被压坏。实际工作中,可以通过单片机来控制定位机构和推杆机构的速度以实现精准去核。

表 1 大枣去核试验结果

Table 1 The test results of Jujube to nuclear

样本数	去核数	顺位率/%	破损率/%	生产时间/s	生产率/s ⁻¹
80	76	97.5	2.50	112	0.85
80	75	96.3	4.00	115	0.79
80	77	98.7	3.75	110	0.83
80	76	97.5	1.25	109	0.72
80	77	98.7	2.50	112	0.74
平均值	76	97.7	2.80	112	0.79

5 结论

试验确定了一种基于单片机控制的大枣去核机的整体设计方案。该大枣去核机结构简单、紧凑、体积精巧、去核质量高,果肉浪费少。实现了大枣去核过程中的自动定位、自动去核、自动出料等。但该机构目前还不能完全应用于工业生产,要实现工业自动化生产自动上料机构等需进一步研究。

参考文献

[1] 文怀兴, 李新博, 史鹏涛, 等. 大枣去核切片集成设备的设计与试验[J]. 食品与机械, 2013, 29(3): 145-148, 156.

(上接第 41 页)

[5] 王楠, 臧汝瑛, 周宏霞. 浓缩苹果汁中微生物染菌的种类及防治研究[J]. 农产品加工, 2018(17): 50-52.

[6] 杨桂馥. 果汁饮料灌装方式的选择[J]. 食品与机械, 1996(3): 7-8.

[7] 黄瑞, 余小林, 胡卓炎, 等. 超声对荔枝汁中 TAB 的杀菌效果研究[J]. 食品与机械, 2014, 30(3): 214-217, 243.

[8] 黄玉鑫, 冯鑫, 史文鑫, 等. 酸土脂环酸芽孢杆菌危害及其控制研究进展[J]. 食品工业科技, 2019, 40(12): 347-352.

[9] 徐琼, 王志伟, 陈欣钦, 等. 果汁饮料腐败酵母菌一出芽短梗霉的分离与鉴定[J]. 食品科技, 2016, 41(4): 310-313.

[10] 王虎玄, 刘婷, 马原, 等. 陕西浓缩海红果汁中高渗酵母的分离鉴定[J]. 陕西科技大学学报, 2017, 35(6): 114-119.

[11] ZHOU Lin-yan, WANG Yuan-yuan, HU Xiao-song, et al. Effect of high pressure carbon dioxide on the quality of carrot juice [J]. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2009, 10 (3): 321-327.

[12] 胡贻椿, 岳田利, 袁亚宏, 等. 浓缩苹果汁生产环境中嗜酸耐热菌的分离与初步鉴定[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2007, 35(5): 184-188.

[13] 叶伟庆, 吴园园, 高上吉, 等. 4 株海洋红酵母分离鉴定及

[2] 马朝锋, 刘凯, 杨军良, 等. 红枣去核机技术研究进展[J]. 中国农机化学报, 2019, 40(3): 108-116.

[3] 朱克庆, 吕少芳. 大枣去核机主传动机构的设计[J]. 粮食与食品工业, 2009, 16(5): 36-39.

[4] 文怀兴, 周改梅, 俞祖俊. 大枣去核设备的设计及试验分析[J]. 陕西科技大学学报: 自然科学版, 2015, 33(6): 142-147.

[5] 曹劲草, 黄晓华, 史正元, 等. 红枣去核机及其槽轮机构仿真分析[J]. 食品与机械, 2017, 33(7): 77-80, 84.

[6] 高雪, 袁飞. 基于 STM32 和 PLC 的枕式包装机控制系统的设计[J]. 包装与食品机械, 2019, 37(3): 19-23.

[7] YOOW J I, AI-REZA, KANG S C. Hair growth promoting effect of zizyphus jujuba Essential oil [J]. Food and Chemical Toxicology, 2010, 48(5): 1 350-1 354.

[8] 郭文波, 郑霞, 郭璟瑜, 等. 真空冷冻干燥红枣粉加工技术研究[J]. 食品工业, 2016, 37(6): 95-99.

[9] 吴捍疆, 张丰收, 张佳琪. 基于 PLC 的蜜柚分拣系统设计[J]. 包装与食品机械, 2019, 37(4): 28-30.

[10] 关建行, 王玉亮, 袁东阁, 等. 一种使用不完全齿轮机构传动的红枣去核机的设计[J]. 食品工业, 2015, 36(10): 261-263.

[11] GHALY I S, SAID A, ABDEL-WAHHAB M A. Abdel-Wahhab. Zizyphus jujuba and Origanum majorana extracts protect against hydroquinone-induced clastogenicity [J]. Environmental Toxicology and Pharmacology, 2007, 25(1): 10-19.

[12] 史鹏涛, 文怀兴, 王宁侠, 等. 盘式自动定心大枣去核设备的设计及试验[J]. 农机化研究, 2014, 36(11): 160-163.

[13] 范景峰, 梅二召, 李江艳, 等. 新型液动食用菌装袋机的设计[J]. 包装与食品机械, 2019, 37(5): 46-49.

其代谢产物分析[J]. 热带作物学报, 2013, 34(10): 2 046-2 050.

[14] 薛丹, 黄豆豆, 姚风艳, 等. 中药木瓜中总糖及还原糖的含量测定[J]. 中国医药导报, 2015, 12(12): 121-124, 128.

[15] BARNETT J A. 酵母菌的特征与鉴定手册[M]. 胡瑞卿, 译. 山东: 青岛海洋大学出版社, 1991: 7-19.

[16] 李明霞. 掷孢菌科的研究 II: 中国叶表掷孢酵母的初步分类及掷孢酵母属的种类[J]. 真菌学报, 1988, 7(4): 216-220.

[17] 王启明. 中国担子菌酵母的分类与分子系统学研究[D]. 北京: 中国科学院研究生院, 2004: 8, 34, 138-147.

[18] WANG Pi-han, YANG Shan-hua. New record of *Sporobolomyces carnicolor* from Taiwan[J]. Fungal Science, 2006, 21(1/2): 29-33.

[19] 温洪宇, 史进, 王璐. 发酵醋醅酵母菌的分离、生长特性及分子鉴定[J]. 中国酿造, 2013, 32(2): 48-52.

[20] 李晶晶, 冀国珍, 高爱武, 等. 获得最大酵母多糖提取率的破壁方法研究[J]. 中国畜牧兽医, 2017, 44(3): 651-658.

[21] 王慧, 程富胜, 罗永江, 等. 响应面法优化酵母多糖的提取工艺[J]. 食品科学, 2012, 33(24): 92-96.

[22] 魏娜, 徐琼, 张宁, 等. 掷孢酵母类胡萝卜素的提取与鉴定[J]. 食品科学, 2014, 35(19): 133-137.