

DOI: 10.13652/j.issn.1003-5788.2019.02.022

连续式杏果去核机设计

Structure design of the continuous apricot pit removing machine

刘奎^{1,2} 杨莉玲^{1,2} 朱占江^{1,2} 刘佳^{1,2} 祝兆帅^{1,2}

LIU Kui^{1,2} YANG Li-ling^{1,2} ZHU Zhan-jiang^{1,2} LIU Jia^{1,2} ZHU Zhao-shuai^{1,2}

(1. 新疆农业科学院农业机械化研究所, 新疆 乌鲁木齐 830091;

2. 新疆特色林果装备工程技术研究中心, 新疆 乌鲁木齐 830091)

(1. Institute of Agricultural Mechanization Xinjiang Academy of Agricultural Science, Urumqi, Xinjiang 830091, China; 2. Xinjiang Research Center of Equipment for Characteristic Wood's Fruit, Urumqi, Xinjiang 830091, China)

摘要:研究了杏子的物理特征,并依据特征采用十字式刀头冲压的原理设计了一种冲压式半自动连续去杏核装置。该装置采用凸轮分割器及滑块装置组合的设计方式,可实现装杏子的链板一走一停,并且在链板每次间歇停顿时,冲刀完成 1 次冲压去核的动作。经试验验证:利用该装置对杏果进行去核处理,去核率达到 96% 以上,杏肉带出率 < 2.4%,杏核残留率 < 3%。

关键词:杏子;物理特征;冲压式;去核机

Abstract: Based on physics feature of apricots, a semi-automatic continuous apricot pit removing device was designed, with the principle of holding the apricot with soft plastic and stamping with the claw type stamping knife. By using the method of combining a cam intermittent divider and a slide block device, the apricot chain plate could be controlled with regulable stop-and-start. Moreover, the stamping knife could complete a process of stamping once, as soon as this chain plate intermittent pauses. The result showed that the apricot pit removing rate was above 96%, and the apricot meat bring together rate was less than 2.4%, with the apricot pit residual rate less than 3%.

Keywords: apricot; physical characteristics; stamping-type; pitting machine

杏 (*Prunus vulgaris* L.) 经济价值很高,杏果实营养丰富,含有多种有机成分和人体所必须的维生素及无机盐类,杏仁的营养更丰富,含蛋白质 23%~27%、粗脂肪 50%~60%、磷、铁、钾、钙等无机盐类及多种维生素^[1-2]。

基金项目:新疆维吾尔自治区科研院所改革与发展专项(编号:2016D04007)

作者简介:刘奎,男,新疆农业科学院助理研究员。

通信作者:杨莉玲(1980—),女,新疆农业科学院副研究员,硕士。
E-mail:411450712@qq.com

收稿日期:2018-09-25

新疆作为中国的杏商品基地之一,其种植面积由 2003 年的 7.4×10^4 hm² 增加至 2013 年的 1.4×10^5 hm²,10 年间翻了 1 倍,而且随着杏产业的不断热化,其种植数量还在逐年增加^[3]。

杏子深加工的首要任务就是去核。目前,杏子去核基本靠人工,每人每小时去杏核加工产量约 20 kg,劳动强度大,实际生产效率低,卫生条件差,而近年来以人工为主加工杏子显然无法满足日益增长的杏加工产业的发展要求,使去核环节成为杏加工企业 and 杏种植大户原料处理的瓶颈。

国外关于杏子去核机械的研究开始较早,在 1965 年就有 Etheridge^[4] 发明出了一种杏子定向切分机,利用弹簧压片和输送装置实现杏子的定位,经过一段时间的滚动输送,使杏子的滚动输送截面刚好为杏子骑缝线的截面,到输送端头后由同在一个平面的弹簧定刀将杏子沿骑缝线切成两瓣,杏核经过振动从杏肉中脱出,完成切分去核过程。美国的 Pacific Engineering Company 公司^[5]、CTI 公司^[6] 和意大利奥米帕 (OMIP) 公司^[7] 都各自研制了杏子自动定向输送切分去核装备,国外的鲜杏切分去核机械结构复杂,机型庞大,造价高且实行严格的专利保护,无论经济上和规模上均难以适应中国鲜杏加工企业。关于水果去核方面的研究,中国在大枣^[8-11]、荔枝^[12-15]、槟榔^[16]、山楂^[17] 等方面行成了较为完善的研究体系,但是在黏核及长、宽、厚 3 个外形尺寸较接近的杏子去核方面的研究比较少见。梁勤安等^[18] 曾研究了杏子定向切分去核机,杏果在进入切割系统前,通过两侧间隙较小并且是张紧的皮带与底部的输送装置形成差速度输送,从而将水果的骑缝线定向在刀刃线所在平面,实现沿骑缝线处将杏果切开。这 2 种杏切分机的关键技术在于定向和切分。但是研究^[19] 表明,新疆本地的几种杏子(赛买提、

明星杏、小白杏、理光杏、黑叶杏等)都有一个共同的特点——长度、宽度、厚度 3 个尺寸(图 1)无明显的规律,杏核卡在肉中不容易去除,切出的杏瓣也各式各样,降低了后续杏肉制干和杏脯制作出的品相。并且新疆大部分的杏子品种杏肉和杏核黏连程度比国外的大,虽然切开了,但是杏核不易脱落,即使使用其消化吸收研制出的振动分离工艺也很难取出,大部分仍需人工辅助取出。

目前尚无有效将新疆的杏子去核的机具,本试验拟依据杏果特征,采用人工辅助杏果定位,用十字式刀头冲压的原理设计一种冲压式半自动连续去杏核装置。

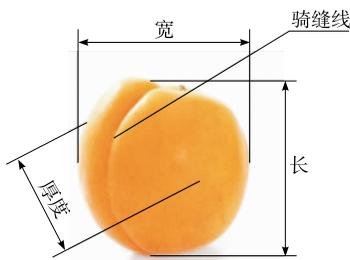


图 1 杏子外形特征描述

Figure 1 Description of the shape of apricots

1 杏果的物理特性

在新疆杏果产业基地英吉沙县杏园中随机摘取八九成熟的赛买提杏和明星杏,并分别测量其物理参数,包括杏果和杏核的外形尺寸(长、宽、厚)、重量、杏去核所需力度,然后取平均值,见表 1。

表 1 2 种杏果的物理特性

Table 1 Physical properties of the two kinds of apricots ($n=100$)

品种	部位	体积/ mm^3	重量/ g	去核所需力/ ($\text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$)
赛买提	果肉	$39.5 \times 37.7 \times 37.2$	33.6	6.5
	果核	$32.6 \times 24.3 \times 12.1$	2.7	\
明星	果肉	$41.5 \times 38.9 \times 37.9$	35.8	7.1
	果核	$33.2 \times 24.7 \times 12.3$	2.9	\

2 去核机结构和工作原理

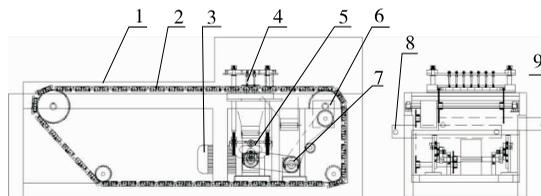
2.1 设计要求

杏子去核一定要做到杏肉带出率少,杏子表面破损率小,最好是沿长度方向竖直切开,并且切分面要平整,无破坏,并且可实现 2 种加工方式——去核不切分和切分去核。切分去核后的杏肉可做成杏干和果脯,去核不切分的杏肉可在其中塞入杏仁或其他干果,制作成杏包仁。因此,结构设计首先要在新疆杏子自身的外形尺寸的基础上考虑如何给杏子定位;其次,去核冲刀的设计既

要满足高冲核率,还要减小对杏肉的损伤;第三,去核动作需与杏子输送链板运动协调,保证生产效率最高。

2.2 总体结构

连续式杏子去核机总体结构如图 2 所示,由进给料链板、去核部分、动力传输部件、机架构成。



1. 机架 2. 给料链板 3. 电机 4. 去核部分 5. 曲柄滑块机构
6. 凸轮分割器 7. 传动机构 8. 杏核输送带 9. 杏肉输送带

图 2 杏去核结构简图

Figure 2 The structural diagrams of apricot pit remove machine

2.3 工作原理

如图 2 所示,考虑到新疆杏子的外形尺寸及黏核的特性,设计采用人工摆放的方式给料,由 6~7 个工人在喂料区两侧将杏子按果柄竖直朝上的方向摆放在给料链板中的塑料胶套中,电机带动去核系统的曲柄滑块机构完成一下一上的去核动作,同时动力通过传动系统传到凸轮分割器带动链板向前运动,凸轮分割器保证链板一走一停,根据间歇运动间隙即链板运动时间,预先设定偏心摆块的位置,使其在动作上配合一致。每次走过一个链板的距离,并且在链板将要停止到下一次运动前的时间,冲刀也完成 1 次冲压去核动作。设备采用钢制链条强度耐磨材料,合金铜为轴销,提高了产品的耐磨强度,弯曲更灵活,阻力更小,从而可保证长时间使用不变形。退杏肉的冲杆也与冲刀一起运动,冲过杏核的杏肉被冲杆冲下,由输送带送出,冲掉的杏核也在下方另外收集,由输送带送出。

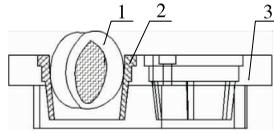
3 关键工作部件设计

3.1 杏子定位设计

无论是对杏子进行切分还是去核,都要保证在加工的过程中定位后的杏子位置在切分或者去核方向上保持不变,才能保证去核效果。由于新疆的几种主栽杏子品种(赛买提杏、明星杏、理光杏等)的长度与宽的比例及长度与厚度的比例比较接近,杏子的位置随机性很大,因此目前无法较好地使用机械自动定位来实现杏子的最佳定位。

普通去核设备仅用较硬材质的塑料作为物料的承载装置,而杏子的皮较薄,这种装置在去核过程中,杏子受到挤压或者冲击,极易造成果肉的损伤,影响后期的商品性。本研究的定位装置是一种安装在链板上的上大下小

的锥形食品级 PP 橡胶胶套(图 3),因为软胶套有弹性,可承受一定的弹性形变。本装置需人工将杏子竖直摆放在胶套内完成定位。这种人工摆放的方法虽然效率较低,但摆放后的杏子在输送及去核过程中受到胶套的挤压固定,能很好地在输送过程中保持竖直形态,从而保证去核效果,保证去核后产品的品相及商品性。



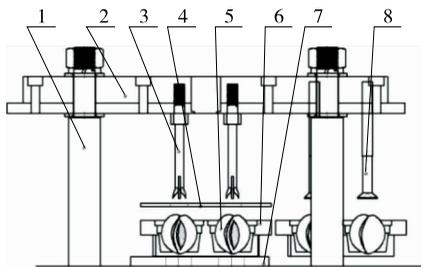
1. 杏子 2. 胶套 3. 链板

图 3 杏子定位图

Figure 3 The orientation of apricot

3.2 去核部分的设计

如图 4 所示,去核部分主要由拉杆、刀具安装座、冲刀等组成。冲刀刀头由螺母固定在刀安装座上,冲头为十字交叉、底部为内凹弧形的 2 个刀头组成。根据杏子和杏核的物理参数尺寸,将刀头弧形的两端距离设计为 12.00 mm,内凹深度设计为 5.5 mm,刀片厚度设计为 1.4 mm。



1. 拉杆 2. 刀具安装座 3. 冲刀 4. 刮料板 5. 杏子 6. 塑料托盒 7. 冲压支撑板 8. 退杏肉冲杆

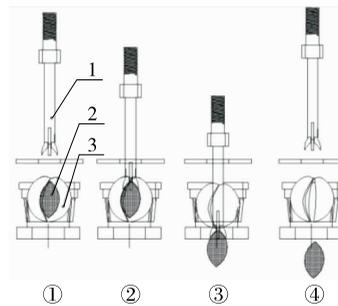
图 4 杏去核部分结构简图

Figure 4 The structural diagrams of apricot pit remove part

如图 5 所示,冲刀刀头与杏肉的接触面积小,并且十字爪形刀头能有效地包裹并顶出杏核。这样在对杏子去核和切分的过程中,既较好地保证去核率,还能减少杏肉的损失。

3.3 去核运动系统的设计

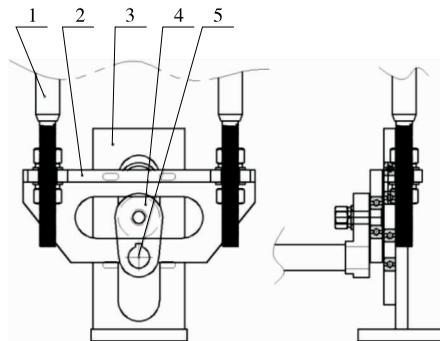
如图 6 所示,去核部分主要由拉杆、拉杆固定块、固定导轨等组成。根据生产率要求,每小时加工杏子 640 kg,计算给料链板的运动速度为 0.12 m(单个链板宽度)/次,每次 2 s。其中,链板行走时间为 1.2 s,停留时间为 0.8 s。因此除去冲压的空载行程,冲压的动作应在链板停滞时间为 0.8 s,整个行程时间为 2 s。因此设计电机为 1 440 转,蜗轮蜗杆减速器速比为 48。偏心摆块的偏



1. 冲刀 2. 杏核 3. 杏肉

图 5 冲刀去核过程示意图

Figure 5 The process diagram of apricot pit remove



1. 拉杆 2. 拉杆固定块 3. 固定导轨 4. 偏心摆块 5. 传动轴

图 6 去核运动系统的设计结构简图

Figure 6 The structural diagrams of the motor system design

心距为 0.05 m。

3.4 传动系统的设计

如图 7 所示,传动系统主要由电机驱动轴、驱动轴链轮、传动轴链轮等组成。固定导轨固定在机架上,同时拉杆固定装置的背面安装有上下 2 个滑动轴承嵌在固定导轨的竖滑槽当中,使拉杆固定块只能做上下运动,当传动轴驱动偏心摆块在拉杆固定装置的横滑槽中做圆周运动时,就带动拉杆在竖滑槽中做上下运动。根据设定好的速比,电机将一部分动力通过减速器直接传递给去核运动系统的偏心摆块,另一部分动力通过链条链轮传递到凸轮分割器输入端,凸轮分割器设置输出参数为,每次转角为 60°,转动时间为 1.2 s,间隙为 0.8 s,再次转动 60°,如此循环。根据间歇运动间隙即链板运动时间,预先设定偏心摆块的位置,使其在动作上一致。偏心摆块转 1 圈的时间即为链板将要停止到下一次运动前的时间,即为完成 1 次冲压动作。

4 试验验证

选取主栽品种赛买提杏,设置 8 组试验,每组随机选取 100 个大小基本相似的杏子。从定向准确率、去核合格率、杏肉带出率、杏核残留率和生产率 6 个方面进行了

评价,结果如表 2 所示。

由表 2 可知,8 组试验平均定向准确率为 100%,说明由人工摆放的方式给料,杏子稳定性未受到机械传动的影响,竖直形态保持较好。平均去核合格率为 96.62%,均较好地完成了杏子加工厂去核的要求。综合杏肉带出率为 2.38%,杏核残留率为 2.25%,部分不太成熟杏子在去核过程中,杏核会将部分与其粘连的杏肉带出,造成破损。生产率为 640 kg/h,达到了预期设定的要求。去核后的杏子只是在杏核被冲压的出口处有一道小口,其他形态均保持较好,无额外损伤,对杏肉的破坏度很小。说明整机能较好地完成新疆主栽杏子品种的去核加工。在实际生产中,成批量去核加工作业前,先将杏子按尺寸大小分为 2~3 个等级,然后将设备换上对应等级的杏果链板(链板采用销子链接方式,方便整条直接更换),再进行加工,可以保证杏果的最佳定位保持效果,从而确保后续去核方位准确。

表 2 设备试验指标数据统计

Table 2 The test statistics of the device

试验号	样本数	定向准确率/ %	去核合格率/ %	杏肉带出率/ %	杏核残留率/ %	生产率/ (kg · h ⁻¹)
1	100	100	97	2	2	644
2	100	100	96	2	2	645
3	100	100	97	2	3	638
4	100	100	98	3	2	636
5	100	100	96	2	3	641
6	100	100	96	3	2	644
7	100	100	97	3	2	638
8	100	100	96	2	2	637
平均值		100	96.62	2.38	2.25	640.38

5 结论

(1) 对于新疆主栽杏子来说,其长、宽、厚 3 个尺寸比较接近,并且无太大规律性,利用人工摆放给料是目前比较有效的定位方式。

(2) 对于黏核杏来说,这种冲压式的去核切分方式比自动定位环切式的效果要好。对于环切式^[7]的去核切分方法来说,一是存在定位问题,二是在对杏子环切后用振动的方式将嵌在杏肉中的杏核振处,这对于黏核杏来说很困难,需要用工具将杏核从杏肉中拨出。经试验验证,本机构基本可对杏果一次性完成去核作业,减少二次重复性作业,且去核效果较好。

(3) 该去核机构为凸轮分割器配合偏心块的驱动冲压方式,结构稳定,不易出现错位现象,保证了杏子切分去核生产加工的质量和稳定性。

(4) 本机设计的生产率主要是由给料链板宽度和输

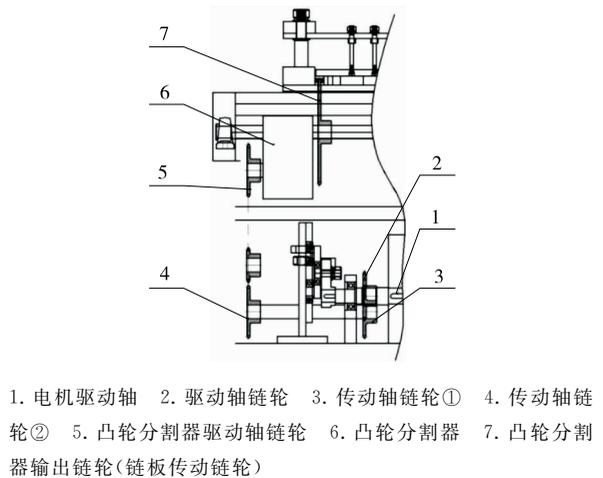


图 7 传动系统的设计结构简图

Figure 7 The structural diagrams of the drive system design

送速度决定。因此,如果设计加宽给料链板宽度,提高整体运行速度,提高工人摆放的熟练程度,以加多了杏子的摆放量,提高生产率,通过配套分级等前处理设备,即可满足杏果加工厂批量加工生产。

(5) 由于本机具的杏果定位是依靠人工摆放,虽然整体做到了半自动化去核,但相对来说用工量较大,因此本机构在人工定位辅助方面还有待研究提高,从而在保证杏果定位准确率及生产率的基础上减少人工使用,提高机器的自动化水平。

参考文献

- [1] 邢军, 杨洁, 郑力. 新疆杏子分布及贮藏保鲜的可行性分析研究[J]. 新疆大学学报: 自然科学版, 2005, 22(1): 79-82.
- [2] 肖朝霞, 蒋萌蒙, 王向军. 杏仁的功能性及其药理研究进展[J]. 农产品加工, 2011(11): 71-73.

(下转第 122 页)

承孔边缘与纹理拼接误差均在 2×2 pixel 以内, 拼接精度满足在线检测需求。

5 结论

针对饮料罐装设备轨迹控制零件轴承孔几何参数的高精度在线检测问题, 本研究基于该类零件的结构特点, 提出一种从特征识别到局部拼接的快速检测方法。通过以中心位置关系构建特征描述矩阵的方法、SVM 方法及基于特征唯一性的纠错方法较好地解决了待检测轴承孔的识别与定位问题; 采用先确定匹配区域, 再利用 KAZE 算法对图像特征点进行检测与匹配的方法, 较好地解决了局部图像拼接的问题。试验表明, 本方法可快速实现轴承孔的高精度测量, 且测量效率和成功率较高。

本研究提出的从特征识别到局部拼接的在线检测方法适用于零件待检测特征形状规则的情况, 未给出针对零件不规则待检测特征的试验结果, 下一步可针对零件的不规则待检测特征研究在线检测方法。

参考文献

- [1] 王耀南, 陈铁健, 贺振东, 等. 智能制造装备视觉检测控制方法综述[J]. 控制理论与应用, 2015(3): 273-286.
- [2] LOWE D G. Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints[J]. International Journal of Computer Vision, 2004, 60(2): 91-110.
- [3] 刘立, 詹茵茵, 罗扬, 等. 尺度不变特征变换算子综述[J]. 中国图象图形学报, 2013(8): 885-892.
- [4] WANG Fu-bin, TU Paul, CHEN Wu, et al. Multi-image mosaic with SIFT and vision measurement for microscale structures processed by femtosecond laser[J]. Optics and Lasers in Engineering, 2018, 100: 124-130.
- [5] YANG Kun, PAN An-ning, YANG Yang, et al. Remote sensing image registration using multiple image features[J]. Remote Sensing, 2017, 9(6): 581-601.
- [6] ALCANTARILLA P F, BARTOLI A, DAVISON A J. KAZE features[C]// FITZGIBBON A, LAZEBNIK S, PERONA P, et al. Computer. Vision-ECCV 2012. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2012: 214-227.
- [7] 杨婷婷, 顾梅花, 章为川, 等. 彩色图像边缘检测研究综述[J]. 计算机应用研究, 2015(9): 2 566-2 571.
- [8] MUKHOPADHYAY P, CHAUDHURI B B. A survey of Hough Transform[J]. Pattern Recognition, 2015, 48(3): 993-1 010.
- [9] 张雨浓, 陈锦浩, 劳稳超, 等. 多类单输入多项式神经网络预测能力比较[J]. 系统仿真学报, 2014(1): 90-96.
- [10] LUI Han, COCEA M. Induction of classification rules by Gini-index based rule generation[J]. Information Sciences, 2018, 436-437: 227-246.
- [11] 郭明玮, 赵宇宙, 项俊平, 等. 基于支持向量机的目标检测算法综述[J]. 控制与决策, 2014(2): 193-200.
- [12] 邱光应, 彭桂兰, 陶丹, 等. 基于决策树支持向量机的苹果表面缺陷识别[J]. 食品与机械, 2017, 33(9): 131-135.
- [13] 刘洋, 王涛, 左月明. 基于支持向量机的野生蘑菇近红外识别模型[J]. 食品与机械, 2016, 32(4): 92-94.
- [14] WU Yi-chao, LIU Yu-feng. Robust Truncated Hinge Loss Support Vector Machines[J]. Journal of the American Statistical Association, 2007, 102(479): 974-983.
- [15] HAMID N, YAHYA A, AHMAD R B, et al. A Comparison between Using SIFT and SURF for Characteristic Region Based Image Steganography [J]. International Journal of Computer Science Issues, 2012, 9(3): 110.
- [16] 汪方斌, 储朱涛, 朱达荣, 等. 一种改进的 KAZE 特征检测描述算法[J]. 激光与光电子学进展, 2018, 55(9): 165-172.
- [3] 陈玲, 王鹏, 樊丁宇, 等. 35 份新疆杏品质指标相关性分析及类型评价[J]. 新疆农业科学, 2016, 53(2): 214-219.
- [4] ETHERIDGE R McClelland, GEORGE E Kilner. Apricot pitter: United States, 3194290[P]. 1965-07-13.
- [5] MALCOLM W Loveland. Apricot pitting machine: United States, 33370625[P]. 1968-02-27.
- [6] BAUER F W. Peach and apricot pitting machine: United States, 2675039[P]. 1954-04-13.
- [7] 刘向东, 王学农, 王春耀, 等. 差速式三通道鲜动态定向输送装置设计与试验[J]. 农业机械学报, 2016(10): 35-43.
- [8] 李恩山, 范钢娟. 国内外核果类水果去核机的现状[J]. 食品与机械, 1994(6): 8-10.
- [9] 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): 145-150.
- [10] 张鹏霞, 党凯锋, 张毅, 等. 红枣去核设备的研制[J]. 包装与食品机械, 2012(4): 33-37.
- [11] 文怀兴, 李新博. 大枣去核机构的设计与分析[J]. 食品与机械, 2013, 29(4): 112-115.
- [12] 程红胜, 李长友, 张晓立, 等. 荔枝去核剥壳机凸轮机构建模及运动仿真[J]. 山西农业大学学报: 自然科学版, 2009, 29(6): 509-524.
- [13] 程红胜. 荔枝果肉机械剥取机理及关键技术的研究[D]. 广州: 华南农业大学, 2010: 1-21.
- [14] 王旭东, 李长友, 张韶回, 等. 荔枝去核机的设计[J]. 农业机械学报, 2005, 36(1): 167-170.
- [15] 程红胜, 李长友, 鲍彦华, 等. 荔枝柔性去核刀具的设计与试验[J]. 农业工程学报, 2010(8): 123-129.
- [16] 张西成, 张燕. 转筒式槟榔去核切片机的设计[J]. 农机化研究, 2014(12): 168-171.
- [17] 董素芬, 孔德刚, 屈赞. 山楂自动去核机设计及仿真[J]. 河北农业大学学报, 2015(3): 132-135.
- [18] 梁勤安, 杨军, 刘向东, 等. 一种水果自动定向切片去核装置: 中国, ZL2007100041694[P]. 2009-07-15.
- [19] 张杰, 梁勤安, 杨军, 等. 杏切分去核对杏果实物料特性的基本要求[J]. 农产品加工, 2009(2): 75-76, 80.

(上接第 116 页)