

[研究·设计]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2018.01.003

自适应弹性调整的橘皮破口撕裂机构

陈新星¹, 童立上¹, 朱理权¹, 马莉锋¹, 李晓莹²

(1. 轻工业杭州机电设计研究院有限公司, 浙江 杭州 310004;
2. 浙江国自机器人技术有限公司, 浙江 杭州 310053)

摘要:针对目前柑橘自动剥皮机柑橘橘皮有效刺破率低、剥净橘球的得率低的缺点,课题组提出了一种新型橘皮破口撕裂机构。采用了弹性片结构,设计一种可随动的破口撕皮刀片;设计一种随弹性片运动的控制块,控制块可随柑橘大小、橘皮厚度自适应控制破口撕皮刀片的位移量;采用回转拨动结构,设计一种驱动橘球运动的装置;采用 SolidWorks 三维仿真建模、SolidWorks Simulations 分析,优化橘皮破口撕裂机构。该机构可随柑橘大小、橘皮厚度差异自适应弹性调整,能够将柑橘刺破撕裂出数个有效破口。这项研究提升了自动剥皮机剥净橘球的得率。

关键词:柑橘橘皮;破口;撕裂;自适应;弹性调整;SolidWorks 软件

中图分类号:TS255.35 文献标志码:A 文章编号:1005-2895(2018)01-0008-05

Self-Elasticity Adjustment of Orange Peel Rupture Mechanism

CHEN Xinxing¹, TONG Lishang¹, ZHU Liquan¹, MA Lifeng¹, LI Xiaoying²

(1. Hmei Machinery & Engineering Co., Hangzhou 310004, China; 2. Zhejiang Guozi Robotics Co., Ltd., Hangzhou 310004, China)

Abstract: Aiming at the shortcomings of low effective rate of citrus orange peel and low yield of orange peel, this paper presents a new type of orange peel rupture mechanism. A kind of control piece with elastic piece movement was designed, and the control block could be used as the control of the citrus size and the thickness of the orange peel, which was a kind of device that drived the orange ball movement. The use of solidworks 3D simulation modeling and Solidworks Simulations analysis, the orange peel rupture mechanism was optimized and enhanced. This body could be adjusted with the citrus size, orange peel thickness difference adaptive elasticity and could tear the citrus pierced a few effective break. This study enhances the automatic peeling machine stripping orange ball yield.

Keywords: food machinery; citrus peel; break; tearing; self-adapting; elastic adjustment; SolidWorks

1 问题的提出

目前柑橘罐头生产过程中,柑橘剥皮大多采用人工剥皮方式,已成为柑橘罐头行业发展的瓶颈^[1]。柑橘自动剥皮机动作可分解为2步:刺皮破口、夹皮去皮^[2-3]。现有的刺皮破口方式为滚筒刺破(图1)和刀片定向刺破。这2种方式都不能随柑橘大小、橘皮厚度差异自适应弹性调整^[4-6]。我国柑橘原料品种繁多、成熟度不一、大小及橘皮厚度差异大,采用滚筒刺破或刀片定向刺破的效果不佳,有效破口占比少,使得后续夹皮去皮效果不佳,完整剥净橘球的得率低。以西班牙

滚筒刺破式为例,1 000个漂烫后柑橘经自动剥皮机后,得到586个剥净橘球,剥净橘球得率不足60%。橘皮剥净率低使得现有的柑橘自动剥皮机无法有效应用于罐头企业,有的企业自动剥皮机处于闲置状态^[7-10]。滚筒刺破后的柑橘破口有以下缺点:①破口数量随机不定,可能0个破口,也可能1个或多个破口;②刀片随机刺破橘皮,同时刺破橘囊概率大。

自动剥皮机对橘皮的刺破效果直接影响剥净橘球的得率^[11]。为了提升橘皮有效刺破率,在现有夹皮去皮机构的基础上,基于SolidWorks三维仿真建模,本课题组提出了一种新型的橘皮破口撕裂机构,该机构可

收稿日期:2017-02-28;修回日期:2017-10-20

基金项目:国家高技术研究发展计划(863计划)(2011AA100804)。

专利项目:陈新星,王建勤,童向阳,等:一种柑橘剥皮机的橘皮破口撕裂机构(201310601858.9)。

第一作者简介:陈新星(1990),男,浙江常山人,助理工程师,主要研究方向为食品机械设计。E-mail:510573093@qq.com

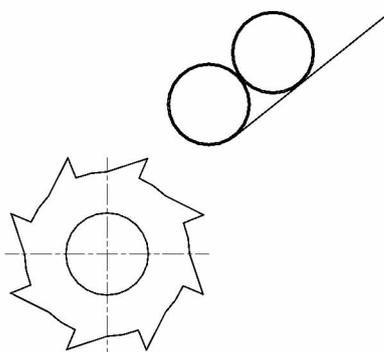


图1 滚筒刺破示意图

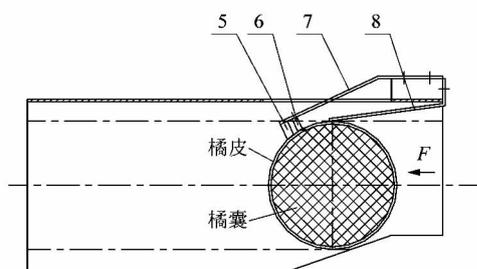
Figure 1 Roller puncture diagram

随柑橘大小、橘皮厚度差异自适应弹性调整,能够将柑橘刺破撕裂出数个长度为 H 的破口。

2 结构原理及特点

2.1 橘皮破口撕裂机构机理分析

柑橘罐头生产过程中,剥皮是橘子前处理中的关键环节,剥皮过程可分为2步:橘皮破口撕裂部分和夹皮去皮部分。橘皮破口撕裂机理如图2所示。漂烫处理后的柑橘通过导向定心片8后,柑橘表面与控制块5接触,破口撕皮刀片6开始撕裂橘皮,在外力 F 的作用下柑橘向前运动,控制块5和破口撕皮刀片6随着弹性片7抬升,控制块5控制破口撕皮刀片6的抬升,使得破口撕皮刀片6刺破橘皮而不刺破橘囊,从而得到若干数量、长度为 H 的有效破口,且保持橘囊的完整。采用该方法,大小不同、橘皮厚度不一的柑橘可通过弹性片自适应调整。



5—控制块;6—破口撕皮刀片;7—弹性片;8—导向定心片。

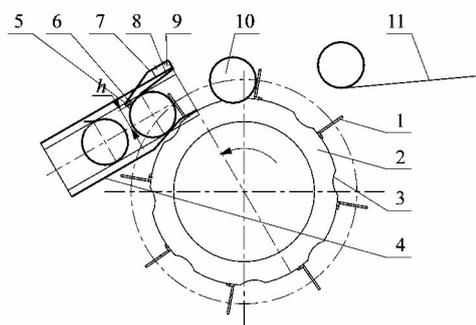
图2 橘皮破口撕裂原理

Figure 2 Principle of orange peel rupture

2.2 主要结构

橘皮破口撕裂机构主要由进料装置、回转输送装置和导料破口撕裂装置等组成,如图3所示。进料装置的作用是将经过漂烫工艺处理后的柑橘10经其导

向送入至回转输送装置;回转输送装置主要包括推板1,主轴2及设置于主轴上的定位装置3;导料破口撕裂装置主要包括导料器4、设置于导料器上的弹性片7、固定片9、导向定心片8和设置于弹性片上的破口撕皮刀片6及控制块5。每组导料破口撕裂装置圆周方向均布3块弹性片,每块弹性片上设置一把破口撕皮刀片和2块控制块,2块控制块布置在破口撕皮刀片的两侧。



1—推板;2—主轴;3—定位装置;4—导料器;5—控制块;6—破口撕皮刀片;7—弹性片;8—导向定心片;9—固定片;10—柑橘;11—进料装置。

图3 橘皮破口撕裂机构

Figure 3 Orange peel rupture mechanism

2.3 工作原理

柑橘10从进料装置11落下后进入定位装置3,定位装置3与推板1随着主轴2同步转动,在定位装置、推板的作用下,柑橘被拨入导料器4中,推板1提供破口撕裂的外力 F ,推动橘球继续向前运动。当柑橘通过导向定心片8进入预定刺破撕裂位置后,破口撕皮刀片6的刀口点在控制块5的作用下刺入柑橘的橘皮一定深度(刺破橘皮但尚未刺入橘囊)。由于破口撕皮刀片的刀口点到导料器的中心线的距离 h 小于柑橘的橘球半径,且弹性片具有一定的弹性力,橘球将会卡在此处,需一定的外力 F 作用才能使弹性片的一端向外侧运动,使得破口撕皮刀片的刀口点到中心线的距离 h 大于或等于橘球半径,此时柑橘才能顺利通过橘皮破口撕裂机构,将橘皮撕裂。随着柑橘被继续向前推动,橘皮推动控制块5抬升,使得弹性片的一端抬升,带动破口撕皮刀片6抬升,破口撕皮刀片6的刀口点带动刺出破口的橘皮抬升,从而使得破口撕皮刀片的刀口点不会刺入橘囊,并且将橘皮刺破撕裂出一定长度 H 的有效破口(见图4所示),以利于下一道去皮工序的进行。

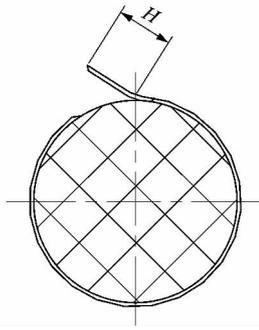


图4 有效破口

Figure 4 Effective break

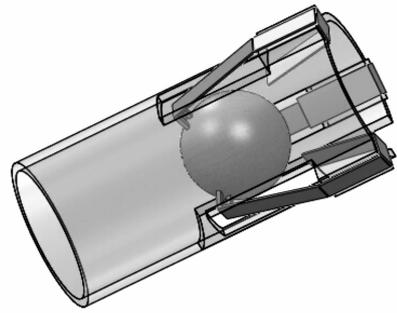


图6 局部透视下的三维模型

Figure 6 Three-dimensional model under local perspective

3 橘皮破口撕裂机构三维建模及 SolidWorks Simulations 分析

3.1 SolidWorks 在橘皮破口撕裂机构三维建模中的应用

SolidWorks 是一种基于特征的参数化实体建模工具软件,具有强大的建模分析功能,提供了测量、透视、干涉检查、Simulations 分析等功能,拥有零件、装配体、工程图 3 种环境,方便设计人员。

首先利用 SolidWorks 零件建模功能,对导料器进行建模,通过草图功能,在前视基准面上绘制导料器的圆环截面,退出草图后拉伸一定长度;在拉伸后的模型中选择拉伸切除特征,在模型中开设预留弹性片的方槽,并对此特征进行圆周阵列;利用拉伸切除特征开设底部通槽,提供推板运动的空间,完成导料器的建模。尔后,对弹性片、破口撕皮刀片、控制块进行整体建模,最后依次对导向定心片、橘球进行三维建模。

完成各零件的建模后,进入装配体环境,利用基本配合、路径配合、圆周阵列等功能,完成装配体建模如图 5 所示,图 6 为透视下的橘球刺破时刻。

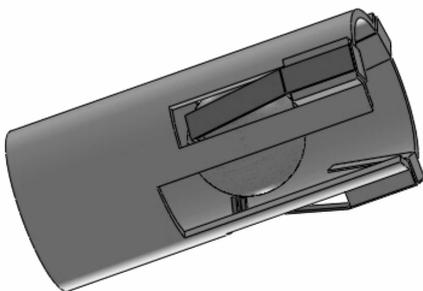


图5 机构三维模型

Figure 5 Three-dimensional model of mechanism

3.2 SolidWorks Simulations 分析

SolidWorks Simulations 是一种基于有限元分析(即 FEA 数值)技术的设计分析软件,它具有不同的程

序包或应用软件以适应不同用户的需求,能对零件和装配体进行静态分析。

在弹性片零件模型状态下打开并载入 SolidWorks Simulations,其分析过程分为 6 步:添加夹具、添加载荷、添加材料、运行、结果和优化。

1) 添加夹具。如图 7 所示,使得水平下端面为固定面,另外一端为可动端。

2) 添加载荷。如图 7 所示,给 2 块控制块添加类似橘球推力的载荷,使得弹性片可作弹性运动,初次加载 0.1 N/m^2 。

3) 添加材料。对弹性片添加不锈钢 1Cr18Ni9Ti,厚度为 1 mm。

4) 运行。对以上 SolidWorks Simulations 设置进行运行、分析。

5) 结果。得出分析结果,如图 8~9 所示。

6) 优化。对弹性片结构尺寸进行优化,原厚度为 1 mm,优化后为 0.5 mm,满足刺破撕裂需要的前提下,更具实用性。

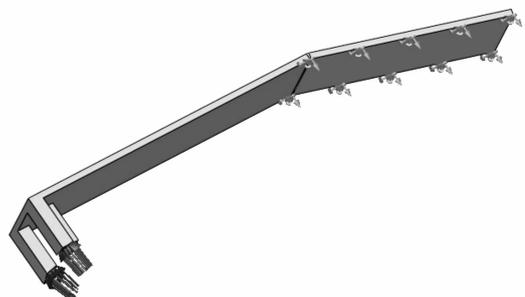


图7 Simulations 夹具、载荷添加示意图

Figure 7 Simulations of fixtures and loads

通过对柑橘橘皮破口撕裂机构的三维建模及仿真,直观地阐述、分析了机构的特性,模拟了橘皮刺破

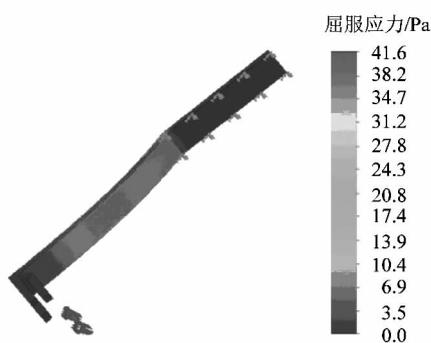


图8 弹性片屈服力云图

Figure 8 Elastic sheet of yield force nephogram

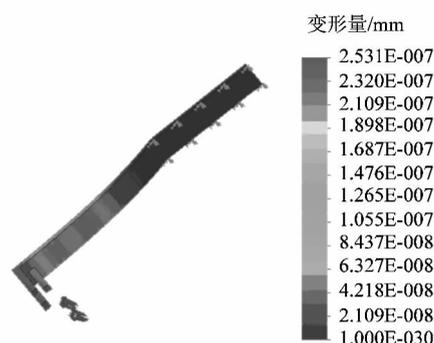


图9 弹性片变形量云图

Figure 9 Elastic sheet deformation nephogram

撕裂的过程,弹性片可随柑橘大小、橘皮厚度差异自适弹性调整,能够将柑橘刺破撕裂出3个长度为 H 的有效破口。

4 撕裂破口长度 H 的参数计算及影响因素

4.1 刺破撕裂机构参数计算

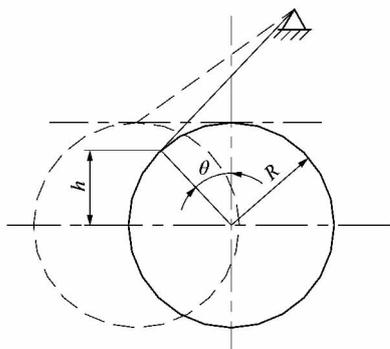


图10 撕裂长度示意图

Figure 10 Tear length diagram

由图10可得出:

$$H = R \cdot \theta, \quad (1)$$

$$\cos \theta = \frac{h}{R}. \quad (2)$$

式(1)~(2)联立可得

$$H = R \cdot \arccos \frac{h}{R}. \quad (3)$$

式中: H 为橘皮破口长度; R 为橘球半径; θ 为导料器与水平线夹角; h 为刀口刺破点与中心线距离。

由式(3)可得破口长度 H 的大小与橘球半径 R 及刀口点至柑橘运动中心线距离 h 有关。

4.2 影响因素

破口长度 H 的大小直接影响到下一道夹皮工序效果的好坏,从而决定了柑橘的剥皮效果,影响剥皮率的高低。破口长度 H 的大小与以下几个因素有关:

1) 柑橘。我国柑橘原料品种繁多、成熟度不一、形状大小及橘皮厚度差异大,加工时不同柑橘原料的刺破撕裂效果相差很大,造成了破口长度 H 大小差异也很大。

2) 漂烫。漂烫是柑橘等水果罐头生产加工过程中的主要工艺之一,其目的是钝化水果中能催化产生不良变化反应的氧化酶,防止色泽、品质劣变,减少某些原料的不良风味,加快脱水和渗糖,改善罐藏产品的品质。柑橘的漂烫温度及漂烫程度直接影响到下一道剥皮工序中刺破撕裂的效果,对破口长度 H 有较大的影响。

3) 刺破撕裂机构。在柑橘原料、漂烫程度均合适的条件下,刺破撕裂机构决定了破口长度 H 的大小。

现有的橘皮破口撕裂机构采用的工作方式所得到的破口长度由刺破刀口决定,破口长度是一定的,不会随着柑橘的大小不一、柑橘皮厚度差异而产生变化,得到的柑橘破口参差不齐,有的已刺入橘囊,有的橘皮尚未刺破,有的破口过短,影响下一道夹皮工序的进行。

本课题组设计的新型的橘皮破口撕裂机构,能够将待剥皮的柑橘刺破撕裂出所需深度、数量的破口,得到的破口长度 H 可通过机构控制。

5 结语

课题组从柑橘罐头的生产实际出发,提出了一种自适弹性调整的橘皮破口撕裂机构。该机构较传统的滚筒刺破方式有以下提升:①能得到数个破口,破口数量与设置的破口撕皮刀片数量相同;②得到的破口长度整齐、固定;③该机构适用于不同大小的柑橘橘球,可自适调整。该机构已投入工厂生产,撕裂的橘球进入下一道夹皮工序后,剥净橘球的得率较传统的滚筒刺破方式有了显著提高。

参考文献:

[1] 吴厚玖,孙志高,王华. 试论我国柑橘加工业发展方向[J]. 食品与发酵工业,2006,32(4):85-89.

[2] 蒲焕祥,周玉林,欧昌豪. 桔子剥皮机:1631272 [P]. 2005-06-29.

[3] 张俊,邢建荣,周锦云,等. 一种柑橘剥皮机:102429315A [P]. 2012-05-02.

[4] 曾东慧,张俊,陆胜民. 柑橘皮分层设备的设计与果皮全利用的研究[J]. 浙江农业学报,2013,25(4):873-878.

[5] 陶俊,张上隆,徐建国,等. 柑橘果实主要类胡萝卜素成分及含量分析[J]. 中国农业科学,2003,36(10):1202-1208.

[6] 单杨. 中国柑橘工业的现状、发展趋势与对策[J]. 中国食品学报,2008,8(1):1-8.

[7] 潘海兵,王振亚,陈红,等. 宽皮柑橘对辊式剥皮机的设计与试验[J]. 农业工程学报,2015,31(12):239-245.

[8] 洪添胜,杨洲,宋淑然,等. 柑橘生产机械化研究[J]. 农业机械学报,2010,41(12):105-110.

[9] 卢敏. 宽皮柑橘剥皮方法的试验研究[D]. 武汉:华中农业大学,2013:33-40.

[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.

[11] 陈新星,王建勤,童向阳,等. 一种柑橘剥皮机的橘皮破口撕裂机构:201310601858.9 [P]. 2016-01-06.

(上接第3页)

参考文献:

[1] 郭兴旺,邹家祥. 对机械振动系统的六种动态响应分析方法的评述[J]. 振动与冲击,1996,15(2):2-9.

[2] IBRAGIMOV N H. 微分方程与数学物理方程[M]. 卢奇,杨凯,胡享平,译. 北京:高等教育出版社,2013.

[3] CHIRKUNOV Y A. Group properties of the lamé equation [J]. Dynamics of continuous media,1973,14:138-140.

[4] PRUDNIKOV V Y,CHIRKUNOV Yu A. Group reduction of the lamé equations[J]. Journal of applied mathematics and mechanics,1988,52(3):366-371.

[5] SENASHOV S I. Exact solutions and symmetries for nonlinear elasticity equations [J]. Mathematical modeling,1992,4(6):99-105.

[6] 李厚国. 弹性理论方程的不求解[J]. 固体力学学报,2011,32(增刊1):296-300.

[7] 付昊,苏宁粉. Lie 对称性和守恒量在结构动力学中的应用[J]. 山西建筑,2007,33(25):92-93.

[8] 翟晓洋,傅景礼. 汽车车体振动系统的对称性与守恒量研究[J]. 应用数学和力学,2015,36(12):1-9.

(上接第7页)

1) 气流经喷孔进入加捻腔内,在达到稳态流场时气流被分为3部分并且存在一定的回流。

2) 当流场内部压力不对称时纤维开始摆动,纤维整体呈现波浪式运动。

3) 随着压力入口的增加,纤维在流场中的摆动幅度略有增加,摆动频率增加明显,摆动周期明显缩短。

4) 压力的增加能够增强纤维的加捻强度,提高工作效率。

参考文献:

[1] 邢景棠,周盛,崔尔杰. 村田流固耦合力学概述[J]. 力学进展,1997,27(1):19-20.

[2] 李霏,杨帆. 谈流固耦合与 ADINA 有限元软件的应用[J]. 山西建筑,2013,39(29):43-44.

[3] PEI Zeguang, YU Chongwen. Numerical simulation of fiber motion in the nozzle of murata vortex spinning machine[J]. Journal of the textile institute,2011,102(4):281-292.

[4] PEI Zeguang, YU Chongwen. Numerical study on the effect of nozzle pressure and yarn delivery speed on the fiber motion in the nozzle of Murata vortex spinning[J]. Journal of fluids and structures,2011,27(1):121-133.

[5] PEI Zeguang, HU Biyu, DIAO Chuanyun, et al. Investigation on the motion of different types of fibers in the vortex spinning nozzle[J]. Polymer engineering and science,2012,52(4):856-866.

[6] GUO Huiifen, XU Bingang, YU Chongwen, et al. Simulating the motion of a flexible fiber in 3D tangential injected swirling airflow in a straight pipe-Effects of some parameters[J]. International journal of heat and mass transfer,2011,54(21/22):4570-4579.

[7] 张勇,曾泳春,王云侠,等. 基于珠-杆模型的喷气涡流纺喷嘴气流场中的纤维运动规律[J]. 东华大学学报(自然科学版),2013,39(5):583-589.

[8] 刘一君. 基于 ADINA 的织物与风场流固耦合数值模拟[D]. 上海:东华大学,2013:6-27.

[9] 金玉珍,李俊,林培峰,等. 纤维与气流耦合的数值模拟[J]. 纺织学报,2015,36(1):152-157.

[10] 森秀茂. 气流纺纱机:CN200910226548.7 [P]. 2009-11-25.