

基于TRIZ理论的对辊式对虾分级机改进设计

杨淑华, 张秀花*, 弋景刚, 李珊珊, 袁永伟, 李昕
(河北农业大学 机电工程学院, 河北 保定 071001)

摘要: TRIZ理论是一种解决创新问题的理论,它利用发明原理解决设计中技术冲突问题。采用TRIZ理论中的技术冲突解决方法设计一种带有分散定向装置的新型对虾分级机,该分级机解决了原有对虾分级机占地面积大,使用场地受限制的问题。改进后对虾分级机占地减小1/3左右。经对比试验,分级精度较原有机型略有提高,破损率有所降低。结构简单,易于原有机型的改进实施,具有一定的推广意义。

关键词: 对虾分级;TRIZ理论;技术冲突;分散定向装置

Improved Design of Shrimp Roll Grading Machine Based on TRIZ

YANG Shu-hua, ZHANG Xiu-hua*, YI Jing-gang, LI Shan-shan, YUAN Yong-wei, LI Xin
(College of Mechanical and Electrical Engineering, Agricultural University of Hebei, Baoding 071001, Hebei, China)

Abstract: TRIZ theory is a way to solve the problem of innovation, it is used to solve the conflict problem of technology in the design by innovation. The article which adopts contradictions in the technical theory of TRIZ designs a new shrimp roll grading machine with the dispersive and directional device. This machine solves the problem of the original shrimp grading machine, which covers a large area and is used to a restricted field. The improved shrimp grading machine cuts down area of about 1/3 than the original. Through contrast test, classification accuracy is slightly increased and damage rate is slightly reduced than the original machine. The structure is simple and improved easily on the original machine, it has a certain promoting significance.

Key words: shrimp grading; theory of inventive problem solving (TRIZ); technical conflict; dispersive and directional device

随着经济发展和人们生活质量提高,肉质细腻、味道鲜美、营养丰富的对虾成为深受人们喜爱的低脂高蛋白食品。为满足消费者日趋增长的消费需求,对虾养殖面积正在逐年增大,对虾产量逐年增加。2011年我国的对虾产量达到了156万吨。2012年,我国对虾产量158万吨。2014年,中国对虾产量153万吨,较2013年增加20万吨。2015年,我国对虾产量比2014年略有增加^[1-2]。对虾贸易在水产贸易中高居首位^[1-2]。对

虾分级可提高对虾产品的质量等级化、包装规格化程度,增加对虾产品的附加值且可为对虾的去头、开背、剥壳等后续工艺提供必要准备工作。

国外关于对虾等水产品分级的研究已达到较高的水平,在制定标准、研制设备方面在一定程度上领先于国内。国内关于相应的对虾分级机械研究起步较晚,市场上出售的设备多依靠成套引进研究,通过大量的引进学习也有了迅速的发展。对虾分级机根据其分级机理的不同,主要有质量式分级机、外形尺寸式分级机、光电式分级机等^[3-13]。目前,国内使用的尺寸分级机多为辊带式分级机或双辊式分级机^[10,13-14],统称为辊式分级机,这种分级机根据其分级辊不同又可分为变直径与等直径两种形式^[10,13-14]。河北农业大学国家海洋公益项目组李影欣等^[14]对对虾的生物特性进行了研究,提出对虾体厚和质量两物理参数之间呈一定的函

基金项目:海洋公益性行业科研专项(201205031);河北省高等学校科学技术研究项目(ZD2016111);河北农业大学理工基金(LG20150101; 201501);保定市科学技术研究与发展指导计划(16ZNN004)

作者简介:杨淑华(1975—),女(汉),讲师,硕士研究生,主要从事智能化农业装备与技术研究。

*通信作者:张秀花(1972—),女(汉),副教授,主要从事机械设计与理论、农业机械技术装备的研究。

数关系,通过理论分析和试验研究相结合的方法,确定了对虾分级辊、分级床等关键结构参数和工艺参数,研制了以对虾体厚为分级指标进行对虾分级的对辊式分级机。

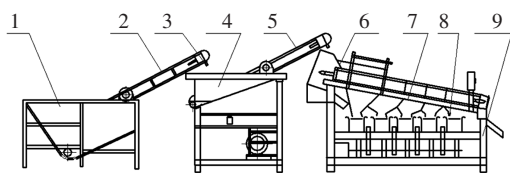
现有对辊式对虾分级机一般由两级输送带和一组分级辊组成,存在体积较为庞大、对虾堆积、虾须缠绕等问题,影响分级效率和分级精度。本文采用创新研究方法 TRIZ 理论对现有对辊式对虾分级机使用过程中的问题进行了分析,寻找有效方法,并设计一种体积小、结构紧凑、分级精度高、分级效率高的对虾分级机。

1 TRIZ 主要理论及设计方法简介

TRIZ 是由前苏联发明家根里奇阿奇舒勒(G.S. Altshuller),在研究和整理世界各国著名发明专利过程中,提出的一种发明问题解决理论^[15-18]。TRIZ 是一种创新体系,其主要研究的对象是分析并解决发明中的技术冲突和物理冲突。其中技术冲突是指在发明创新中某两个相互制约的参数存在矛盾,当一个参数得到改善时,另一个参数就随之恶化。为了方便的解决创新中遇到的技术冲突,TRIZ 提供了 40 条发明原理以及 39 个技术参数构成的冲突矩阵表,通过查阅相应的参数及原理,可以直面发明创新中的问题,快速的寻找解决方案。解决物理冲突,可采用分离原理寻找解决方案。解决技术冲突,运用冲突矩阵表分析并解决设计中存在的技术矛盾和物理矛盾,能够加快设计者的创新过程,明确创新目标,得到高质量的设计作品。本文主要采用分析技术冲突的方法对设计方案进行创新和改进。

2 对辊式对虾分级机工作原理

对辊式对虾分级机^[19]由储料池 1、一级输送装置 2、皮带刮板 3、送料池 4、二级输送装置 5、导料板 6、分级装置 7、分级后对虾输送装置 8 及机架 9 等部分组成见图 1。



1-储料池;2-一级输送装置;3-皮带刮板;4-送料池;5-二级输送装置;6-导料板;7-分级装置;8-分级后对虾输送装置;9-机架。

图1 对虾分级机结构

Fig.1 Structure of shrimp grading machine

分级时在储料池中加入清水和碎冰块,保持水温低于 3℃,分级过程中调整进水和出水的流量,保证冰水混合物的总量和浊度;一级输送装置 2、3 由输送带、输送辊及电机组成,分别两个电机直接为主传送输送轮提供动力,带动输送带运动,通过二级输送带将对虾均匀输送至分级床上方,在输送带表面布置一定高度的挡板可防止大倾角传送造成的对虾在输送带表面滑落;二级输送带的运动速度大于一级输送带,将落入送料池 4 中的对虾迅速带走一部分,防止对虾堆积和虾须缠绕。皮带刮板 3 将粘连在输送带边缘的对虾强制落下。分级装置 5 主要包括五对分级辊及间隙调节装置、倾角调节装置,传动装置及电机等组成。分级辊分为固定辊和活动辊两种,两种辊交替布置,通过链轮、链条的传动实现反向对转,分级辊呈阶梯状,直径由上到下依次变小,对虾沿导向板 6 落入分级床 7 的分级辊上,在重力和反向转动的辊轴推力作用下沿倾斜的分级辊下滑,下滑到合适间隙处落至相应级别的分级输送带上,完成分级。分级后对虾输送装置 8 由五条输送带、传动装置及电机等组成,五条输送带为筛网带,可淋去分级后的对虾大量水分,将对虾按规格输送至所需位置,等待后续处理。

3 基于 TRIZ 的对虾分级机改进设计

3.1 占地面积与生产率的技术冲突分析

对虾分级机需在二级输送带两者输送速度配合下,才可克服对虾堆积问题,将对虾均匀输送到分级装置,导致分级机占地面积大,使用中受到场地面积的限制。但如果减少为一级输送,不能保证对虾均匀输送,会导致对虾在输送带和分级辊上的堆积问题,堆积还会带来虾须缠绕问题,使分级精度和生产效率不能达到用户要求,影响分级机的生产性能,如图 2。

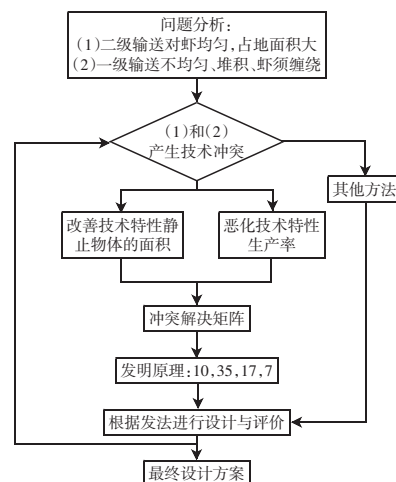


图2 TRIZ 解决冲突流程

Fig.2 Flow chart of TRIZ conflict resolution

占地面积大和保障分级机分级精度和生产率问题之间出现了技术冲突,在这对技术冲突中,占地面积为需要改善的技术特性参数,生产率为恶化的技术特性参数。根据冲突矩阵表^[15]可查到的发明原理分别是:

(7) 嵌套原则——一个物体通过另一个物体的空腔。

(10) 预先作用原则——预置必要的动作、功能;把物体预先放置在一个合适的位置以让其能及时地发挥作用而不浪费时间。

(17) 向另一维度过渡的原则——利用多层结构替代单层结构。

(35) 改变参数原则——改变物体的物理状态、浓度、黏度、柔性;改变物体的温度或体积等参数。

根据发明原理,减小对虾输送装置为一级输送,可减小整机占地面积 1/3 左右,采用发明原理(10),在输送装置和分级装置之间预置一个具有分散和定向功能的装置,使它在对虾落下时及时使对虾产生分流,对虾经由 3 条路线分别进入分级辊如图 3。

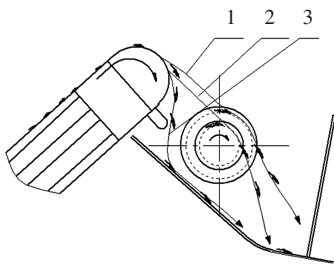


图3 对虾落下路线

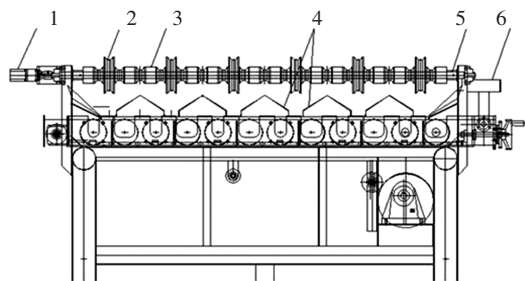
Fig.3 Shrimp down line

避免对虾的堆积和虾须的相互缠绕。第 1 条路线:对虾由输送带顶端落入大分散定向轮,在大轮的抛送下,落点距输送带最远;第 2 条路线:对虾由输送带顶端落入小分散定向轮,在小轮的抛送下,落点距输送带居中;第 3 条路线:对虾由输送带顶端落入导向板,靠自重从导向板滑落,落点距输送带最近。同时采用发明原理(35),增加传动装置的倾斜角度,让少部分对虾自然滑落回出料池,减少对虾堆积的几率。

3.2 对虾分散与定向装置结构设计

分散与定向装置(如图 4)由电机 1、6 个大轮 2、12 个小轮 3、V 型定向板 4、传动轴 5、支撑架 6 等组成。支撑架与分级装置通过螺钉固定联接在一起。

工作时,由电机通过传动轴 5 带动 6 个大轮和 12 个小轮一起转动,利用大轮和小轮的直径差异,当对虾通过分散轮时,与轮一起转动,在轮的带动下具有不同的线速度,落入 V 型定向槽的位置不同,从而达



1-电机;2-大轮;3-小轮;4-V 型定向板;5-传动轴;6 支撑架。

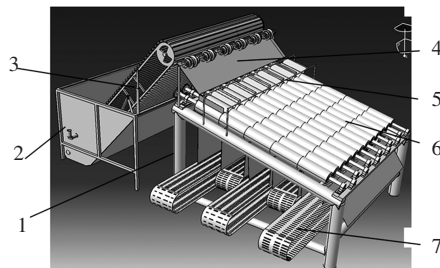
图4 分散与定向装置

Fig.4 Structure of dispersive and directional device

到了分散对虾与定向的目的。

3.3 改进后的对虾分级机结构

改进后的新型对虾分级机(如图 5),由机架 1、储料池 2、输送装置 3、分散定向装置 4、导料板 5、分级装置 6、分级后对虾输送装置 7 等部分组成。



1-机架;2-储料池;3-输送装置;4-分散定向装置;5-导料板;6-分级装置;7-分级后对虾输送带。

图5 新型对辊式对虾分级机简图

Fig.5 A new roller diagram of shrimp grading machine

当输送带将对虾输送至分级床上方时,由分散定向装置 4 对对虾进行分级,分散后的对虾再进入分级辊实现分级。调整输送装置与分级装置之间的倾斜角度,已获得较高的分级精度。

制成的分散定向装置装在原有样机上如图 6 所示,为了防止对虾在分散定向轮上抛送过远,增加设计了挡虾板 4。



1-分散大轮;2-分散小轮;3-V 型定向槽;4-挡虾板。

图6 分散定向装置实物图

Fig.6 Object graph of dispersive and directional device

4 对虾分级效果对比试验分析

试验目的是验证改进后的对虾分级机效果。改进前、改进后的对虾分级机在近乎相同试验条件(即原有样机二级输送装置转速 65 r/min,改进后样机分散定向轮转速为 65 r/min;一级输送装置速度 62 r/min;分级辊转速 70 r/min、倾角 22°)下进行试验。分别进行分级试验,考察分级精度和对虾的损伤率两个指标,对比试验效果。其中:

$$\text{分级精度}/\% = \frac{\text{符合规定的数量(只)}}{\text{符合规定的数量(只)} + \text{不符合规定的数量(只)}} \times 100$$

$$\text{损伤率}/\% = \frac{\text{虾体有损伤的数量(只)}}{\text{每组对虾总数量(只)}} \times 100$$

试验材料为在水产市场上购买的南美白对虾,每组试验取对虾个数为 200 只,每台各做 10 组试验,记录试验数据,制成柱状图,见图 7。

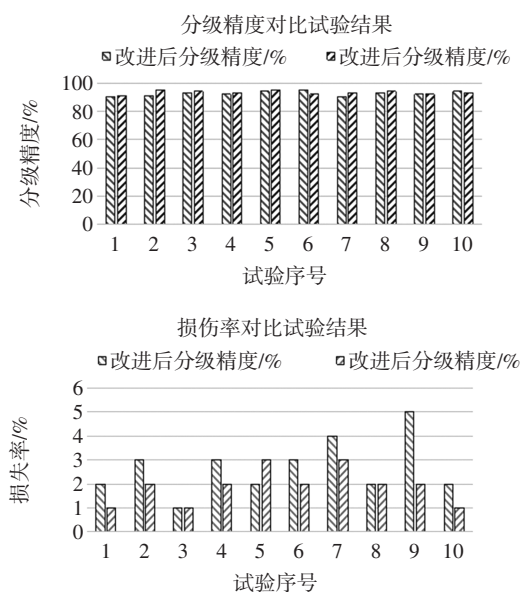


图 7 试验结果对比

Fig.7 Contrast of test results

从图 7 可得:改进前后对虾分级机分级精度均 $\geq 90\%$,损伤率均 $\leq 5\%$ 。改进后的对虾分级机分级精度比改进前略有增加,损伤率略有下降。由此可知,此改进方案可行。

5 结论

以 TRIZ 创新理念为指导,能够缩短创新发明的周期,为设计者快速指明在设计中所遇到的问题的解

决方向。本文运用 TRIZ 的技术冲突理论设计了一种新型的对辊式对虾分级机,解决了原有对虾分级机占地面积大,对虾堆积等问题,设计的分散定向装置结构简单可靠、制造成本低、在原有机型上改进方便,可实施性好,具有较高的推广价值,对解决类似的技术冲突提供了可借鉴的创新设计方法和创新理念。

参考文献:

- [1] 缘木鱼.2014 年对虾行业趋势研判.中国水产频道[EB/OL]. [2014-01-07].<http://www.fishfirst.cn/article-30796-1.html>
- [2] 黄珊.2015 年我国对虾养殖产量或较去年增长.中国水产门户网[EB/OL]. [2015-05-28].<http://www.bbwfish.com/article.asp?id=175040>
- [3] 徐开泉,沈梅和.龙虾分级机:201470593U[P]. 2010-05-19
- [4] 兰东海,张鹏.旋转滚筒振动筛的研制[J].石油矿场机械, 2001, 30(2):35-36
- [5] 张世杰.重量自动分选机[J].机械工人, 1987(10):45-46
- [6] Wu J, Carver B F, Coad CL. Kernel color variability of hard white and hard red winter wheat[J]. Crop Sci, 1999, 30:634-638
- [7] Peterson CJ, Shelton D R, Martin TJ, et al. Grain color stability and classification of hard white wheat in the US[J]. Euphytica, 2001, 119: 101-106
- [8] 盛楠.光电分选机分选系统的设计与实现[D]. 大连:大连理工大学, 2007
- [9] 黄鸽.光电分选机检测系统的设计与实现[D]. 大连:大连理工大学, 2005
- [10] 刘小龙,张杰.辊式尺寸分级机的基本原理及种类[J].新疆农机化, 2010(4):12-13
- [11] 周键华,史建新.红枣分级机的设计与试验[J].农机化研究, 2012(5):147-150
- [12] 许洪鼎.对虾电子分级装置设计[J].食品与机械, 1992, 23(4):90-92
- [13] 杨淑华,张志军,弋景刚,等.对辊式海湾扇贝分级设备的设计[J].食品研究与开发, 2016, 37(12):220-224
- [14] 李影欣,崔保健,弋景刚,等.双辊式对虾分级设备的试验与研究[J].食品与机械, 2014, 30(3):94-97
- [15] 包喜超.基于 TRIZ 理论的攀爬机器人的设计与研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学, 2012
- [16] 张春林.机械创新设计(第二版)[M].北京:机械工业出版社, 2014
- [17] 丛晓霞,冯宪章.机械创新设计[M].北京:北京大学出版社, 2012
- [18] 马超,王宏祥,安爱博,等.基于 TRIZ 理论的机械助力腿设计与研制[J].辽宁工业大学学报(自然科学版), 2016, 36(2):106-108
- [19] 徐维义.一种鱼虾清洗分级机:CN201256611Y[P]. 2009-6-17

收稿日期:2017-01-05