

链板式长短 V 槽对虾开背去头一体机的设计与试验

Design and experiment on automatic chain head-cutting and back-opening machine for shrimp with V groove

赵庆龙 张秀花 王泽河 弋景刚 杨淑华

ZHAO Qing-long ZHANG Xiu-hua WANG Ze-he YI Jing-gang YANG Shu-hua

(河北农业大学机电工程学院, 河北 保定 071001)

(College of Mechanical and Electrical Engineering, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071001, China)

摘要:研制一种可在同一工位进行对虾开背去头加工的对虾开背去头一体机,采用长短 V 槽同步运动进行对虾输送,利用长短 V 槽相对运动产生的剪切力及去头刀对虾体的划伤进行去头,同时利用开背机构及压紧机构的组合实现对对虾开背加工的加工工艺。试验表明,设计的对虾开背去头一体机能够实现对虾的开背及去头工作同时进行,结构紧凑、运行可靠,加工效果好,处理能力远远高于人工,具有推广价值。

关键词:对虾;开背;去头;设计;试验

Abstracts: An automatic head-cutting and back-opening machine was designed which could open shrimp's back and move the head at the same station. The machine used the synchronous movement of the long and the short V groove for shrimp transmission, the shear force produced by the relative motion of the V groove and the scratch by the knife for head removing, and the combination of the back opening institution and compaction mechanism for shrimp's back opening. The results showed that, the machine could realize the synchronization of head-cutting and back-opening for shrimp. The machine has compact structure, reliable operation and good processing quality, and higher processing capacity than artificial. The machine has a high popularization value.

Keywords: shrimp; opening back; cutting head; design; experiment

中国是世界上的最大的对虾生产国,也是对虾主要贸易国之一,但是对虾加工技术和加工装备却远远落后于美国、日本等国家^[1]。对虾的虾头含有重金属元素,且在对虾储存过程中对虾头部极易变质^[2],头部组织破裂则会污染虾仁而造成巨大经济损失,此外研究^[3]表明,对虾加工中的废弃物虾头中富含虾青素等可利用物质,对虾头集中处理可提高

基金项目:海洋公益性行业科研专项(编号:201205031);河北省科技支撑计划(编号:12227169);河北农业大学理工基金(编号:LG201501)

作者简介:赵庆龙(1989-),男,河北农业大学在读硕士研究生。

E-mail:zhao20132090146@163.com

通讯作者:张秀花

收稿日期:2015-02-02

对虾的利用率。

对虾的开背及去头工作是对虾机械自动化剥壳工艺中的重要环节^[4]。目前国内外已公布了相关的对虾开背装置和去头装置。如 Edwin B 等^[5]设计了一种利用剪切块去除虾头的去头机;安玉平^[6]设计了一种推卡阻切式去除虾头的设备等,但这些设备仅能对定向后的对虾进行去头处理,而张丽丽等^[7]设计的设备仅能对经人工去头后的对虾定向并进行开背作业。若采用以上装置进行对虾的机械化开背或去头工作时需经过二次定向后再加工,这无疑增加了机械加工难度。迄今仍未见关于对虾开背去头一体机的研究,设计一种能在同一工位同时对对虾的开背和去头工作的装置显得非常有必要。

本试验拟以环渤海的南美白对虾为研究对象,设计一种链板式长短 V 槽对虾开背去头一体机,对其结构和工作原理进行介绍,并进行开背去头性能的试验研究,旨在为对虾开背去头设备的研制设计提供理论依据。

1 对虾开背去头一体机总体设计

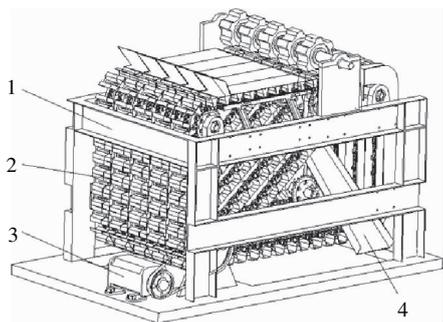
1.1 设计思路

以环渤海的南美白对虾为研究对象,该对虾虾体呈长筒形,左右侧扁,长有甲壳、附肢、长须,其背部曲线呈弧形。对成品虾按其体厚度进行分级后,同一级别的对虾其体长差值浮动很小,其头胸部长度基本一致^[8]。仔细观察发现对虾头胸部与第一体节连接处表皮较柔软,用刀片轻轻滑切至有破口时用手轻掰虾头,虾头极易与虾体分离。对虾虾体覆盖有坚硬的甲壳,采用传统开背刀开背时需用刀刃切割虾体甲壳,试验发现,当刀尖刺穿虾壳后虾壳将沿刀刃方向开裂。

基于对虾的生物特性本设计的基本思路是:① 对对虾进行分级,使得对虾具有相近的尺寸;② 对待加工的对虾进行定向排序,输出保持同一节拍的对虾;③ 在一次的输送过程中完成对对虾的开背和去头工作;④ 进行虾体和虾头的分离及收集。装置可采用双链长短 V 槽固虾输送、复位仿形托板与固定开背刀联合进行开背、长短 V 槽相对运动与固定刀片滑切联合进行去头的处理工艺^[9,10]。

1.2 开背去头一体机结构及工作原理

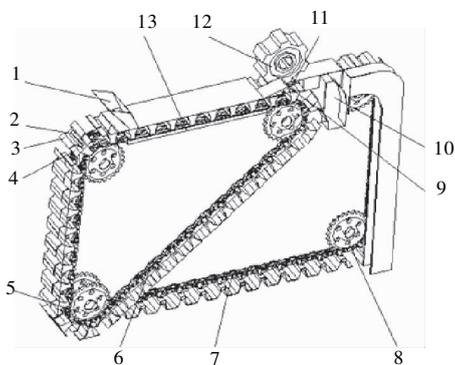
开背去头一体机包括机架,机架上并排设置有5组工作单元并设有驱动电机,见图1。其工作单元结构主要由送料机构、开背机构、压紧机构、去头刀组成,见图2。



1. 机架 2. 工作单元 3. 电机 4. 虾头滑板

图1 对虾开背去头一体机的结构示意图

Figure 1 Structure diagram of the head-cutting and back-opening machine for shrimp



1. 接虾口 2. 仿形板 3. 长V槽 4. 短V槽 5. 链轮II 6. 短槽链条 7. 长槽链条 8. 链轮I 9. 弹片 10. 虾头收集口 11. 去头刀 12. 压紧轮 13. 链条支撑板

图2 工作单元的结构示意图

Figure 2 Structure diagram of the work units

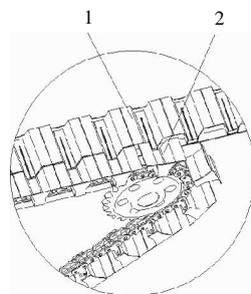
加工时,对虾先经过分级装置的分选及定向排序装置的整队保持背部朝下的同一姿态由接虾口落入到同步运动着的长V槽和短V槽中,倾斜设置的仿形板使得对虾保持头部位于短V槽、虾体位于长V槽内,使得去头刀刀刃对准虾头和虾体的连接部位,为去头工作做准备。当对虾输送到去头刀处时,虾头由弹片压紧,虾体由压紧轮压紧,在压紧轮的作用下,虾体随仿形板下移,固定着的开背刀由仿形板的小槽处对虾体进行开背,完成开背工作,与此同时同步运动的长V槽和短V槽产生相对运动,长V槽继续作直线运动,而短V槽作圆周运动,去头刀划破虾体并在长V槽和短V槽相对运动产生的剪切力的作用下完成对虾去头工作。长V槽在长槽链条的驱动下离开压紧轮,在弹簧的作用下仿形板推动开背后的虾体脱离开背刀并恢复到原位并输送虾体到虾体收集位置进而进行剥壳等后续加工,短V槽在短槽链条的驱动下使虾头脱离弹片的挤压,虾头在惯性力的作用下进

入虾头收集口,并由此落入虾头滑板进行收集。至此,完成对虾的开背去头工作。

2 关键工作部件的结构设计

2.1 送料机构的设计

由前期的试验可知,对虾的体厚和体长有很大的相关性。按体厚严格分级后,同一级别的头胸部长度基本一致。当虾头胸部与虾体连接处有切口时,利用剪切运动对对虾进行去头加工较方便。基于上述研究,设计了双链长短V槽固虾输送机构,主要由链轮、链条和若干V型槽组成。链条节距 p 为 12.7 mm,链轮齿数为 25,V型槽结构见图3,由长V槽和短V槽组成,其中短V槽与所加工对虾的头胸部长度相适应,保证V型槽总长与对虾体长相适应,两槽分别安装在两条链条上且两槽接触端面处有 2 mm 的间隙。位于竖直位置的两个链轮 II 分别与位于竖直位置的两个链轮 I 同轴且在水平位置两链条平行,位于水平位置的两链轮 II 的中心距小于两链轮 I 的中心距,为保证两链条平行及长V槽和短V槽在水平位置的同步,机架上设有带两条平行凹槽的链条支撑板。对虾从接虾口落入到V型槽时,头胸部处在短V槽中而虾体部分则处在长V槽之中,头胸部与虾体连接处则处在 2 mm 的间隙处,在链轮的驱动下,当短V槽作圆周运动时将



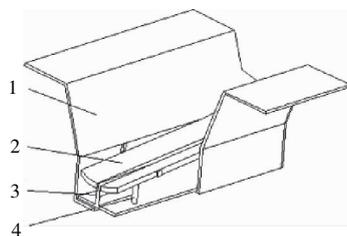
1. 长V槽 2. 短V槽

图3 V型槽结构

Figure 3 Structure of the V groove

2.2 开背机构的设计

开背机构安装在长V槽中是用来对虾体进行开背处理的,包括仿形板、开背刀及两对弹簧,结构见图4。在仿形板中间位置设有小槽并倾斜置于长V槽中,其前后各设有一对凸起与长V槽内的滑槽相适应,可在长V槽内上下滑动;开背刀固定在长V槽底部,刀刃与仿形板小槽对齐;弹簧固定



1. 长V槽 2. 仿形板 3. 开背刀 4. 弹簧

图4 开背机构

Figure 4 Back-opening mechanism

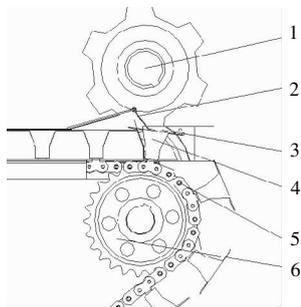
在长 V 槽底部,支撑仿形板,使得仿形板在自然状态下位于上极限位置,此时开背刀刀刃位于仿形板下方。为了增强开背的效果,开背刀刀刃曲线与虾背曲线相适应,刀刃为锯齿形。

2.3 压紧机构的设计

为了给开背机构提供相应的压力及保证长短 V 槽相对运动剪切去头时对虾体的固定,设计了压紧机构(见图 5),主要包括压紧轮和弹片。压紧轮位于水平位置长 V 槽的上方与长 V 槽啮合,弹片位于将要作圆周运动的短 V 槽的上方,弹片与压紧轮前后对齐。当送料机构将对虾输送到开背去头工位时,压紧轮一方面对开背机构提供外在压力,另一方面可保证虾体在开背时的固定,弹片可以保证在加工时对虾头的固定。由前期的试验可知,成品虾线距离虾背最高端为 3~5 mm,保证仿形板在压紧轮的作用下可下移 5 mm。

2.4 去头刀的设计

本试验采用了一种弧形刀刃的去头刀,具有锋利的刀刃且刀片厚度不超过 2 mm,结构见图 5。去头刀固定安装在长 V 槽与短 V 槽之间的缝隙内,这种结构能够保证在工作中去头刀只起滑切的作用,降低了刀体和对虾在作用时的相互损伤。



1. 压紧轮 2. 弹片 3. 去头刀 4. 短 V 槽 5. 链条 6. 链轮

图 5 压紧机构及去头刀

Figure 5 Pressing mechanism and the head-cutting knife

3 对虾开背去头试验

3.1 试验材料

试验材料为 2014 年 7 月份在河北保定市水产市场采购的鲜活南美白对虾,体型呈长筒形,左右侧扁,头胸部、腹部和尾部均完整,虾仁饱满,肉质鲜嫩。对所购对虾按其厚度进行分级后,取体厚为 11~12 mm 的对虾作为开背去头的试验对象。为了保证开背去头工作的有序进行,所筛选的对虾在试验之前需经过冰水混合物浸泡处理 30 min 以降低对虾的活性。

3.2 试验方法

为了评估机器的整体加工能力和可靠性,试验时同取 100 只对虾进行开背去头试验,分别统计机器和人工的开背率、去头率、成功率及加工效率,得出机器的整体性能指标。由于整机的 5 个工作单元加工能力相同且各单元相互独立,本试验采用对虾开背去头一体机的 1 个工作单元进行加工,试验前先将机器调整到最佳状态。为了满足对虾定向的问题,控制链条输送速度为 0.2 m/s。

(1) 开背率:对虾开背 6 节成功数占加工总数的百

分比,%;

(2) 去头率:对虾去头成功数占加工总数的百分比,%;

(3) 成功率:对虾开背 6 节且去头成功数占加工总数的百分比,%;

(4) 加工速度:单位时间内加工对虾的数量,只/min。

3.3 试验结果

对机器进行试验得到的结果见表 1。由表 1 可知,V 槽式对虾开背去头一体机的加工效果良好,处理能力远远高于人工,但是机器需要对虾装料时的严格定向且对对虾的尺寸较敏感,如果对虾尺寸过大则会造成 V 型槽输料困难,如果对虾尺寸过小则会在去头时切掉部分虾肉而造成浪费。

表 1 对虾试验参数表

Table 1 Parameter table of shrimp experiment

方式	开背率/%	去头率/%	成功率/%	时间/s	加工速度/min ⁻¹
机器	95	100	95	26	237.00
人工	100	100	100	952	6.38

4 结论

本试验研制了一种集开背、去头加工于一体的对虾加工设备。该机结构独特,经定向装置输送来的对虾背部朝下落入 V 型槽内,在斜置的仿形板及自身重力的作用下使得对虾呈待加工状态,利用长短 V 槽的同步运动进行对虾的输送,在长短 V 槽相对运动时产生的剪切力及去头刀对虾体的划伤进行去头。由压紧轮、仿形板、弹簧和固定的开背刀组合成开背单元实现对虾开背加工。试验表明,该对虾开背去头一体机加工效果好,开背率达到 95%,去头率达到 100%;1 个工作单元的处理能力约为 237 只/min,能够实现对虾开背及去头工作同时进行,可为对虾开背去头设备的研制提供技术依据。

参考文献

- 廖泽芳,宁凌. 中国对虾产业分析[J]. 海洋开发与管理,2009,26(4):32~35.
- 王乐,陈淑湘,王欣欣,等. 冷藏处理方式对南美白对虾品质的影响[J]. 食品与机械,2012,28(4):168~171.
- 刘洪亮,陈丽娇. 对虾虾头、虾壳副产品综合利用的研究概况[J]. 福建水产,2011,33(2):65~69.
- 张秀花,赵庆龙,赵玉达,等. 对虾对辊挤压式剥壳工艺参数及预处理条件优化[J]. 农业工程学报,2014,30(14):308~314.
- Edwin B. Apparatus for sizing and deheading shrimp: United States, US706832[P]. 1976-10-07.
- 安玉平. 机械加工虾类的方法和设备:中国,92103822.4[P]. 1993-12-15.
- 张丽丽,王泽河,张秀花,等. 对虾开背工艺方案的设计与研究[J]. 食品与机械,2013,29(5):127~130.
- 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.
- 陈庆余,沈建,傅润泽,等. 典型海产小杂鱼机械去头方法研究[J]. 渔业现代化,2012,39(5):38~42.
- 彭三河,徐武. 链式淡水鱼加工前处理装置的研制[J]. 食品与机械,2013,29(2):139~142.