

赵庆龙,张秀花,王泽河,等. 基于对虾体型特征的定向排序装置设计[J]. 江苏农业科学,2015,43(8):394-396.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.08.128

# 基于对虾体型特征的定向排序装置设计

赵庆龙,张秀花,王泽河,杨淑华

(河北农业大学机电工程学院,河北保定 071000)

**摘要:**为了解决凡纳滨对虾在自动化剥壳过程中定向排序的难题,设计了由机架、料斗、对虾输送机构、剔除机构及滑板组成的对虾定向装置。并根据对虾的体型特征及对虾在不同姿态时重心位置的变化对定向装置各关键部件的设计进行了探讨。对虾定向装置结构简单、操作方便,能够利用对虾的体型特征对对虾进行定向,有效地解决了对虾的定向排序难、人工排序效率低的问题。研究结果可为对虾连续化加工中定向设备的产品开发提供技术依据。

**关键词:**对虾;体型特征;定向;装置设计

**中图分类号:**S985.2<sup>+</sup>1;TS254.3

**文献标志码:**A

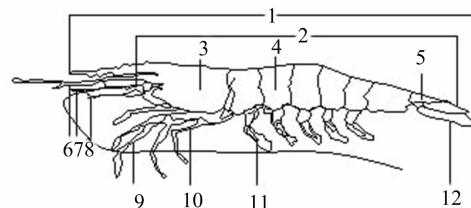
**文章编号:**1002-1302(2015)08-0394-03

凡纳滨对虾(以下简称对虾)具有很高的营养价值<sup>[1-2]</sup>,肉质松软,味道鲜美,深受人们的喜爱。国外对虾机械化加工历史悠久,美国、丹麦、德国等都进行了自动化剥虾机的研制<sup>[3-7]</sup>。国内对于对虾加工的研究主要集中在储藏、保鲜、品质、剥壳预处理等几个方面<sup>[8-12]</sup>,对于剥壳机的研制还处于起步阶段,对虾的加工主要靠引进国外昂贵的机械产品和人工剥壳。目前国内外对对虾的定向排序工作需靠人工来完成,对虾定向排序设备的研制在国内外的资料文献中还是空白<sup>[13]</sup>。对虾定向排序是对虾机械自动化剥壳<sup>[14]</sup>作业中的一个重要环节,然而对虾定向排序难的问题往往使人们无法高效地对对虾进行去头、开背等机械自动化剥壳作业,设计一种对虾的定向排序装置非常有必要。本研究主要针对分级后某一级别的对虾,并根据其体型特征,设计了一种对虾定向排序装置,以期对对虾自动化剥壳过程快速地提供自动排列成队的同一姿态的对虾。

## 1 对虾体型特征的测量

### 1.1 对虾的体型特征

对虾虾体呈长筒形,左右侧扁。其身体可分为头胸部和腹部,虾腹部较长,肌肉发达,分节明显,共由 21 节构成,除最前和最后一节外,对虾各节皆具有一对附肢。对虾外壳坚韧、光滑。由图 1 可见,对虾长有甲壳、附肢、长须,其背部曲线呈弧形。附肢倒向头部方向时,较强壮的附肢会被腹部两侧的甲壳包住,呈现顺滑姿态;若附肢倒向尾部,则附肢会发生蜷缩的姿态。腹部各体节的背面及两侧均包被比较坚硬的甲壳,前一片的后缘均覆于后一片之上,相连处的甲壳薄而柔软,前后折叠,以便于体节的活动。



1—全长; 2—体长; 3—头胸部; 4—腹部; 5—尾节;  
6—第一触角; 7—第二触角; 8—第三颚足; 9—第三步足(螯状); 10—第五步足(爪状); 11—游泳肢; 12—尾肢

图1 凡纳滨对虾结构

### 1.2 体型特征的测量

2014 年 8 月从水产市场上购买一批新鲜对虾,随机选取分级后体长为 130~150 mm 的 10 尾对虾进行体型特征的测量。由表 1 可知,对虾头胸部宽度和高度值最大,宽度均值为 14.17 mm,高度均值为 17.75 mm, $D_1$  均值为 65.68 mm, $D_2$  均值为 49.95 mm,其中  $D_1$ 、 $D_2$  所代表尺寸见图 2。用分割法测量对虾重心所在截面位于对虾第一体节靠近与第二体节连接处。

## 2 定向装置整体结构的设计

### 2.1 整机结构

根据对虾体型特征,设计的对虾定向排序装置如图 3 所示。该装置由电机、机架、料斗、对虾输送机构、剔除机构及滑板等构成。料斗置于机架上,对虾输送机构倾斜安装在机架和料斗之间。剔除机构由刷子、刷子轴、支撑 I、支撑 II、接虾板组成,通过支撑 I、支撑 II 固定于料斗上并与对虾输送机构间保持一定间隙,滑板固定在对虾输送装置末端。输送机构包括驱动轮、输送板带、侧挡板、挡板 I、挡板 II 及减速电机,输送板带由挂虾板组成,挂虾板之间通过销钉联接组成封闭环,挂虾板由对称布置的对虾挂钩与承载板通过螺钉联接而成。承载板下板面设有圆柱形凸起可与驱动轮上圆柱形凹槽相啮合,挡板 II 上端靠于料斗下端置于挡板 I 上并与输送板带围成装虾区。对虾输送机构和剔除机构可以输出保持一定节拍的的对虾进而完成对虾的定向排序工作。

收稿日期:2014-10-30

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)。

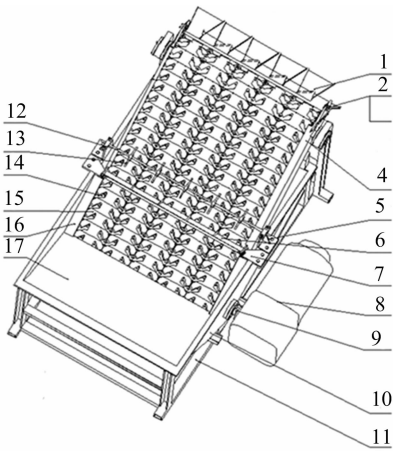
作者简介:赵庆龙(1989—),男,河北邢台人,硕士研究生,从事机械设计制造及其自动化研究。E-mail:zhao20132090146@163.com。  
通信作者:张秀花(1972—),博士,副教授,硕士生导师,从事机械设计制造及其自动化研究。E-mail:zhang72xh@163.com。

表 1 对虾体型特征测量

序号	体质量 (g)	体长 (mm)	腹部长度 (mm)	头部长度 (mm)	头		第一体节		第二体节		$D_1$ (mm)	$D_2$ (mm)
					宽 (mm)	高 (mm)	宽 (mm)	高 (mm)	宽 (mm)	高 (mm)		
1	20.01	149.98	70.02	54.56	14.5	18.44	13.86	18.26	18.14	20.42	68.00	57.70
2	18.39	148.34	70.58	52.16	15.34	17.80	13.64	16.10	11.94	18.38	63.78	49.64
3	16.01	131.00	63.00	48.00	13.02	18.16	12.28	18.34	11.70	16.16	65.89	53.67
4	16.43	135.02	64.02	47.48	13.36	17.10	12.30	17.22	11.72	16.90	63.56	45.39
5	17.38	142.30	65.74	54.6	14.28	16.94	12.28	15.04	12.26	17.74	64.20	51.60
6	19.55	143.60	67.84	55.36	13.86	16.66	13.54	17.18	12.06	16.92	63.84	48.70
7	18.11	140.74	65.30	53.20	14.08	17.94	13.00	17.24	11.50	17.10	64.00	55.30
8	20.46	150.00	67.20	60.12	15.12	18.46	13.72	18.98	13.14	18.16	71.10	46.70
9	18.07	140.76	65.68	54.30	14.04	18.90	12.60	18.20	11.52	17.06	63.76	48.20
10	18.52	139.56	64.50	56.78	14.10	17.06	13.48	18.04	13.1	17.06	68.60	42.58
均值	18.39	142.83	66.39	53.66	14.17	17.75	13.07	17.46	12.31	17.59	65.68	49.95



图2  $D_1$  和  $D_2$  的测量



1—刷子轴；2—刷子；3—对虾挂钩；4—承载板；5—挡板Ⅰ；6—挡板Ⅱ；7—机架；8—料斗；9—传动轴Ⅰ；10—减速电机；11—支撑Ⅱ；12—接虾板；13—支撑Ⅰ；14—侧挡板；15—螺母Ⅰ；16—螺钉Ⅰ；17—滑板

图3 对虾定向排序装置

2.2 工作原理

装置的工作对象为分级后长度为 130 ~ 150 mm 的对虾。减速电机驱动传动轴Ⅰ运动，固定在传动轴Ⅰ上的驱动轮驱动对虾输送带运动。对虾输送机构进料端置于料斗中，当所述对虾输送带经过装虾区时，对虾挂钩将带出如图 4 所示姿态的对虾。这时的对虾腹部紧贴对虾挂钩的上表面，虾背朝上，当输送带运动到输送带顶部时，此时的板开始带着虾

绕顶部轮作圆周运动，对虾背部开始逐步朝下，当自身重力大于虾与板之间的摩擦力时，虾开始脱离输送带，进入滑板。经过剔除机构和滑板的对虾输送至下一加工工序。所述装虾区是由挡板Ⅱ与输送带带围成，能够保证对虾不进入 2 个挂虾板闭合位置及料斗的死角，确保对虾不被压溃或长时间不被对虾输送机构输送出去而腐烂变质。

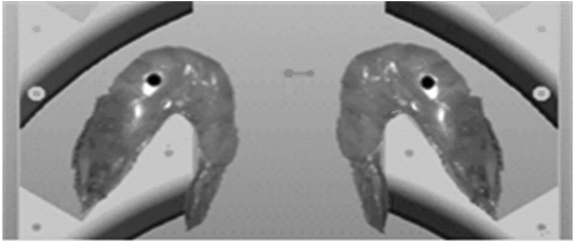


图4 功能面工作姿态

3 关键部件的设计

3.1 挂虾板的设计

经过试验及对对虾形态的分析发现，当将对虾以图 5 所示 2 种姿态置于“S”形曲面（不同级别的对虾对应不同尺寸的“S”形曲面）上时，图 5 - a 所示对虾保持不动，图 5 - b 所示对虾将顺头部方向滑下。以曲面上最高点为界分为左右 2 个部分。分析对虾体型特征后发现，图 5 - a 中，虾体左侧部分的质量大于右侧部分的质量，使得对虾保持该姿态不动；图 5 - b 中虾头朝右，此时对虾右侧部分的质量大于左侧部分的质量，使得对虾不能保持静止而下滑，利用这一基本现象作为出发点，设计挂虾板功能面。根据以上数据及考虑到板宽对驱动轮的影响，设计出如图 6 所示的功能面。

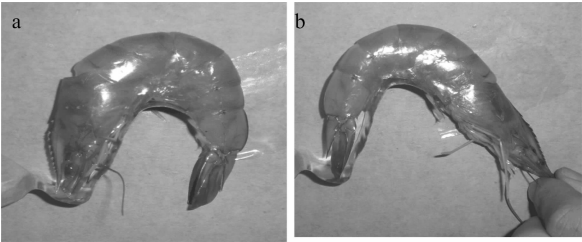


图5 对虾在“S”形曲面上的姿态

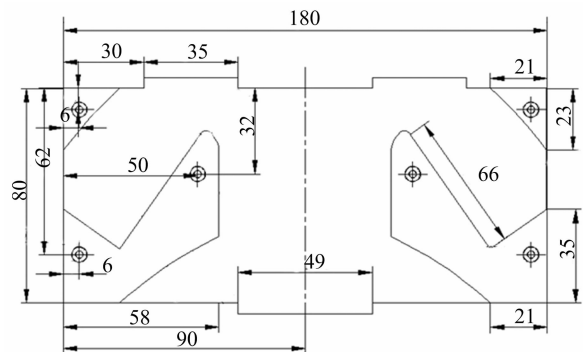


图6 功能面几何尺寸(mm)

板与板之间用销链接,拼接到一起的板上会使上下2个半径155 mm的圆弧拼成一个完整的圆弧,这样就可以有效地减小板块,使得结构紧凑。设计左右对称的对虾挂钩,可提高效率。挂钩厚15 mm,上下2个对虾挂钩之间的最小距离为33 mm,可以防止对虾堆叠现象,另外2个突起的巧妙组合又可以直接排除图5中姿态的对虾。为了使对虾更容易进入圆弧与“S”形曲面组成的凹槽中,将组合圆弧面作倒角。

### 3.2 剔除机构的设计

为了提高效率,采用对称式的装置可能使对虾呈现如图7的姿态。为了避免其对定向排序产生影响,需要剔除这种姿态的虾。针对这个情况设计的对虾剔除机构如图8。

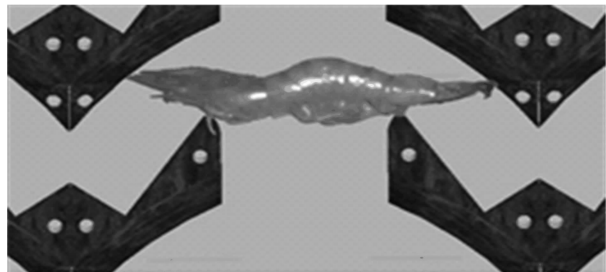
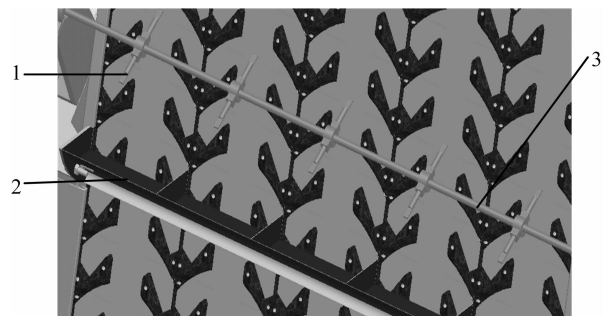


图7 需剔除姿态



1—刷子; 2—挡板; 3—刷子轴

图8 剔除机构

剔除机构由刷子、支撑Ⅰ、支撑Ⅱ、接虾板组成,刷子置于挂虾板中心线的正上方,工作时刷子旋转,旋转的刷子可以接触到对虾输送板带,当对虾被输送到与刷子接触时,有一定转速的刷子将会把该对虾剔除出去,被剔除的对虾落到接虾板上。接虾板设有接虾斜面,通过支撑Ⅱ固定在料斗上,接虾板底面与斜置的对虾输送板带平行,且保持不相互接触,当对虾

输送板带运动时,被剔除到接虾板的对虾会重新装填到未装对虾的对虾挂钩上。只有当对虾的姿态符合设计输送的姿态时随对虾输送板带输送出去,否则会在对虾挂钩上保持不稳定姿态,最终掉入料斗的装虾区。这套剔除机构实现了被剔除对虾的二次装填,提高了效率。

## 4 结论

对对虾的体型特征进行观察并测量发现,对虾整体呈现自然弧形弯曲,头胸部宽度和高度值最大,其中宽度均值为14.17 mm,高度均值为17.75 mm。测量对虾头胸部尖端到曲面最高处距离 $D_1$ 均值为65.68 mm, $D_2$ 均值为49.95 mm。用分割法测量对虾重心所在截面位于对虾第一体节靠近第二体节连接处。

根据对虾的体型特征及对虾不同姿态时重心位置的不同,设计了一种对虾定向排序装置。该装置由电机、机架、料斗、输送机构、剔除机构及滑板等构成,可以同时进行对虾的头尾与背腹定向。

该对虾定向排序装置中挂虾板、剔除机构等关键部件的设计,可以防止对虾堆叠以及完成被剔除对虾的二次装填,以提高效率。

## 参考文献:

- [1] 陈晓汉,陈 琴,谢达祥. 南美白对虾含肉率及肌肉营养价值的评定[J]. 水产科技情报,2001,28(4):165-168.
- [2] 彭 燕,曾 霞. 南美白对虾虾头的营养成分分析及评价[J]. 茂名学院学报,2007,17(1):25-27.
- [3] Jonsson G. Shrimp processing machine and method; United States, US3751766[P]. 1973-08-14.
- [4] Betts E D. Shrimp processing machine having improved cutting structure; United States, US4414709[P]. 1983-11-15.
- [5] Bett E D. Shrimp peeling machine and method; United States, US4769871[P]. 1988-09-13.
- [6] Ledet B A, Lapeyre G C. Apparatus for and method for improving the yield of peeled shrimp meat obtained with roller type shrimp peeling machinery; United States, US5120265[P]. 1992-06-09.
- [7] Vedsted L S. Apparatus and method for cleaning peeling machines; United States, US2010062697(A1)[P]. 2010-03-11.
- [8] 侯伟峰,谢 晶. 南美白对虾保鲜方法的研究[J]. 山西农业科学,2010,38(11):68-72,93.
- [9] 饶建兵. 单体速冻对虾的生产工艺[J]. 食品工业科技,2002,23(9):75-77.
- [10] 王素华,陈积明,朱 海,等. 凡纳滨对虾熟虾仁的工艺研究及保藏特性分析[J]. 南方水产,2010,6(2):77-80.
- [11] 甘晓玲. 超高压处理对南美白对虾虾仁的品质影响[D]. 杭州:浙江大学,2012.
- [12] 杨 徽. 基于超高压技术的虾脱壳工艺与品质检测研究[D]. 杭州:浙江大学,2011.
- [13] 陈文汉, Ning L. 中国对虾产业现状及相关研究综述[J]. 渔业经济研究,2008(2):21-27.
- [14] 赵玉达,张秀花,王泽河. 对辊挤压式对虾剥壳试验研究[J]. 广东农业科学,2013,40(19):200-202.