

海洋农业视角下的贻贝新型处理器研究

刘经源 鲁芮彤 刘春丽

辽宁科技大学,辽宁 鞍山 114051

摘要:随着海洋农业经济发展,贻贝作为典型固废面临堆积污染、资源浪费等问题。为解决这些难题,设计了一种高效的贻贝处理器,其主要由外壳体、振动分离舱、抽水装置构成,运行自动化程度高,可自动完成贻贝吸入、过滤、分离和储存。该处理器不受贻贝含水率限制,且分离效率较传统方式大幅提升;处理全过程自动,有效降低人工成本;结构设计合理,内置的太阳能板减少能源依赖,多层滤网增强过滤效果,耐腐蚀且高强度的配件延长设备寿命;功能丰富,不仅能进行壳肉分离,还可收集海洋固体废物、自动检测并传输信号。模拟实验显示,8 Hz 的振动频率可实现较高的贻贝肉分离程度和较好的贻贝壳完整度的目标。该处理器为海洋贻贝处理提供了新方案,对推动海洋农业可持续发展意义重大。

关键词:贻贝;海洋固废;机械设备;可持续发展

中图分类号:S968.3

DOI: 10.3969/j.issn.2097-065X.2025.07.006

0 引言

近年来,海洋农业蓬勃发展,沿海地区的渔业与养殖业规模持续扩张,贝类的年产量已突破千万吨。贝壳的大量堆积占据了滩涂空间,破坏了自然景观,并且贝壳所含的有机物质腐烂后会引发海水的富营养化,严重威胁了海洋生态系统的平衡^[1],对海洋环境产生负面影响。填埋、焚烧等传统的贝壳处理方式不仅会造成环境的二次污染,还会浪费贝壳潜在的价值。目前的利用方式附加值较低,难以满足海洋农业可持续发展对资源合理利用的要求^[2]。

1 发展现状

破碎类机器中,颚式破碎机依靠动颚与静颚的相对运动破碎贝壳,但对形状不规则贝壳的适应性较差。锤式破碎机借助高速旋转的锤头冲击贝壳,破碎效率虽高,但容易致使贝壳过度破碎,对后续的资源化利用产生不利影响^[3]。

贻贝处理有多种方式,通过优化机械结构和工作参数来提升处理效率,可提高单位时间内的处理量^[4]。研发更精准的去壳与分离技术,以提高资源化产品的纯度^[5]。

当前,贻贝处理设备研究的相关技术与装备正朝着多个方向发展。我国对贻贝处理设备的研究也有显著进展,但多数设备智能化程度较低,仍无法实现全流程的自动化操作,并且现有设备对不同海域、不同品种贻贝的适应性较差,无法依据贻贝的大小、

结构灵活调整,导致贝肉损伤率较高。由此可见,高效的贻贝处理技术对于提高壳肉分离效率、减少贝肉损伤至关重要。该技术的不断发展不仅能为贻贝资源化利用提供优质原料,还能推动贻贝产业朝着精细化、高附加值方向发展,这与资源高效利用和产业升级的目标高度契合^[6]。

2 设计分析

2.1 结构设计及工作原理

贻贝处理器包括外壳体、振动分离舱、抽水装置,如图 1~图 3 所示,工作原理为振动分离。

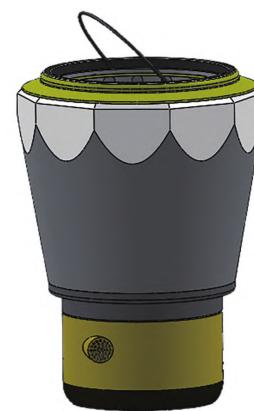


图 1 海洋贻贝处理器外壳体

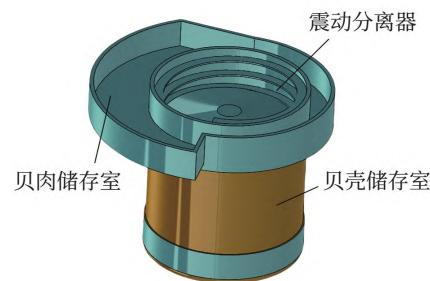


图 2 海洋贻贝处理器振动分离舱

收稿日期:2025-04-17

基金项目:2025 年辽宁科技大学大学生创新训练项目“海洋环保固废处理器”(JX039)



图3 海洋贻贝处理器抽水装置

振动分离舱包括振动分离器、贝肉储藏室、贝壳储存室。各种贝类的贝肉与贝壳的连接方式不同，

壳肉分离需要预处理，如蒸煮、酶处理或超高压处理等。预处理会使贝类的闭壳肌松弛，贝壳肉肌会因变性而失去收缩能力，破坏壳肉之间的连接组织，此时，只需较小的振动力就可使贝肉与贝壳分离。

2.2 使用流程设计

如图4所示，点击开关启动抽水装置后，过滤舱开始筛选贻贝和固废。贻贝落入分离舱后，启动振动分离舱，将贻贝外壳和贝肉分离（分别进入对应储藏室）。储藏室满后装置停止工作，并发出信号。操作员收到信号后更换储藏室，再启动装置。



图4 使用流程框图

此设计使得贻贝处理过程实现了自动化，大大提高了处理效率，降低了人工成本。设备结构简单合理，操作和维护都较为方便。设计的贻贝处理设备不仅具有较强的实用性与先进性，而且可在相关海洋产业广泛应用。

3 贻贝处理器的运行过程

3.1 力学分析

贻贝经过滤舱后，在惯性力和摩擦力的作用下完成壳肉分离。电机带动偏心轮提供一个不断持续的振动，促使惯性力及摩擦力在分离过程中发挥相应的作用。

贝壳质地坚硬、质量较大，惯性力也较大，但其双壳结构及与振动分离器的接触方式导致贝壳在振动中移动迟缓；贻贝肉相对柔软、质量较小，惯性力较小，更易在振动中快速移动。振动初期，贻贝肉可能迅速在振动分离器表面滑动或被“抛起”。振动分离器以一定频率和振幅振动，贻贝肉可能在短时间内就有明显位移，贻贝壳的位移相对较小，二者由此开始分离。

摩擦力发生在壳、肉分离过程中。贻贝壳表面粗糙，与振动分离器的接触摩擦力大，运动状态不易随振动快速变化。贻贝肉表面光滑，摩擦力小，运动状态易变化。振动分离器改变振动方向时，贻贝壳摩擦力大，易保持原有运动趋势，而贻贝肉却能更快速随振动而改变运动方向，出现壳、肉分离。

3.2 运行过程

贻贝处理器开始工作时，电机转子开始高速旋转，带动涡轮扇叶高速转动。特殊的形状与构造，导致叶片产生强大水流。水流从贻贝处理器顶部进口吸入后，经过过滤舱。滤网舱有多个不同大小网格

的滤网和过滤装置，滤除海水中的沙石、海草、小号塑料垃圾等垃圾，进行初级固液分离。

过滤舱初步过滤后，水流带着贻贝进入振动分离舱。经过一段时间的振动，贻贝壳和贻贝肉逐渐分离，分别落入振动分离舱内的贻贝壳储存室和贻贝肉储存室，实现壳肉的有效收集。

4 海洋贻贝处理器的特点

原有的贻贝处理设备结构存在缺陷，设备都是根据作业的特殊需求设计的，适用范围有限，无法满足多变的工作环境和需求^[2]。

4.1 分离效率更高

利用惯性力、引力和摩擦力的相互作用实现壳肉分离，不受贻贝含水率的严格限制。贻贝进舱后即可实现对贻贝的快速精确分离，分离效率提升明显，处理时间明显缩短。

4.2 自动化程度显著提升

贻贝处理器可实现抽水、过滤、分离、储藏等全过程自动化运行，过滤舱自动分离贻贝和固体废弃物，振动分离舱可实现壳肉自动分离，整个过程省时、省力。

4.3 结构设计更具合理性与适应性

本处理器壳体内置太阳能板，可满足设备的部分能源需求，降低对外界能源的依赖，扩大设备的环境适应性。过滤仓的多层不同孔径滤网可滤除更多类型的固体物。振动分离仓独立运行，占地面积小且布局更合理，方便检修与维护。各处配件都采用耐腐蚀且高强度材料，延长了设备的寿命，满足海洋渔业的发展需求。处理器实现了对海洋环境的保护和对仪器运行状况的智能管理，能极大提升其应用价值。

4.4 功能更丰富全面

与传统贻贝处理器相比,本文处理器不但有高效分离壳肉,还能在过滤贻贝过程中收集海洋固体废物,可有效减少海洋污染,为海洋农牧场营造良好生态环境。仪器还具有自动检测、信号传输的功能,可实现对仪器的运转情况及储仓剩余容量的监测,便于人员了解相关情况并处理。该处理器在处理贻贝的同时也实现了对海洋环境的保护和对仪器运行状况的智能管理,能极大地提升其在海洋农牧链中的应用价值。

5 贻贝肉和壳分离的模拟实验

5.1 实验目的

实验旨在探究在振幅 100 mm 的条件下,不同振动频率对贻贝肉和壳分离效果的影响,确定能使贻贝壳完整度和贻贝肉分离程度达到最佳的振动频率,为贻贝肉和壳分离的实际生产提供参考。

5.2 实验材料与设备

实验材料:新鲜、大小均匀的贻贝若干,并对其进行蒸煮等预处理。

实验设备:振动分离装置(图 5)由推杆电机驱动,振幅设置为 100 mm。

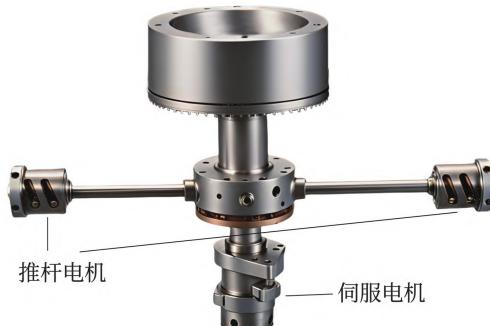


图 5 模拟实验振动分离装置

5.3 实验设计

分组设置:将选取的贻贝随机平均分为 14 组,每组贻贝 20 个。第 1 组作为对照组,不进行振动处理;2—8 组为实验组,分别设置振动频率为 6.25 Hz、6.50 Hz、6.75 Hz、7.00 Hz、7.25 Hz、7.50 Hz、7.75 Hz、8.00 Hz、8.25 Hz、8.50 Hz、8.75 Hz、9.00 Hz、9.25 Hz。

实验操作:将每组贻贝放置在振动分离装置的特定容器内,开启振动分离装置,按照预设的频率进行振动处理,振动时间统一设置为 1 min。

5.4 数据处理与分析

绘制折线图(图 6),直观展示不同振动频率下的贻贝壳完整度和贻贝肉分离程度的变化,得到最佳的振动频率。

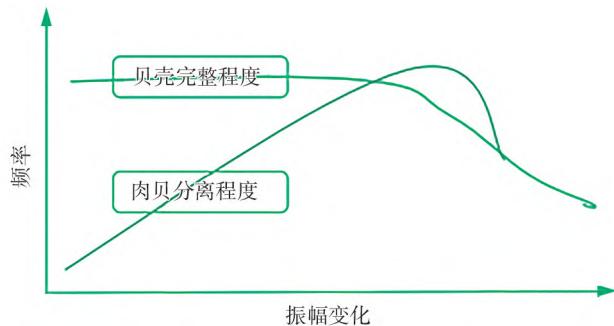


图 6 模拟实验振动分离数据分析

5.5 模拟结果

随着振动频率的增加,贻贝肉的分离程度逐渐提高,但频率过高会导致贻贝壳的破损加剧,完整度降低。某个特定的振动频率能同时实现较高的贻贝肉分离程度和贻贝壳完整度。通过实验数据分析可得最佳振动频率为 8 Hz,但具体数值需要根据实验结果确定。

6 结语

贻贝处理器专为攻克贻贝处理难题而设计,对解决海洋固废问题极具优势。该贻贝处理器突破了传统设备的局限,振动分离箱利用惯性力、重力和摩擦力的复合作用完成壳肉分离,操作便捷,有效减少劳动力。与同类产品相比,该处理器全程自动化运行,有效提高作业效率,太阳能板的使用减少常规能源使用量,良好的材料和机体结构延长机器的寿命,不仅能有效分离壳、肉,还能收集海洋垃圾,并能实时监控运行,具有良好的发展潜能和广阔的市场。

参考文献:

- [1] 王晴. 海洋养殖废弃物贻贝壳在 VOCs 治理中的应用 [D]. 舟山:浙江海洋大学,2024.
- [2] 代银平,王雪莹,叶炜宗,等. 贝壳废弃物的资源化利用研究[J]. 资源开发与市场,2017,33(2):203-208.
- [3] 郝静,张凯,赵卫兵. 锤击式破碎机的结构及主要参数设计[J]. 农机化研究,2009,31(11):165-168.
- [4] 申屠留芳,刘涵,吴旋,等. 贻贝壳肉分离技术与装备的应用现状及发展趋势[J]. 安徽农业科学,2022,50(5):8-11.
- [5] 林华,毛攀峰,张学俊. 自动贻贝蒸煮脱壳机的优化设计[J]. 农村经济与科技,2021,32(11):53-55.
- [6] 刘镇昌,张玉莲,刘全良. 我国贻贝养殖技术装备的现状、问题与发展方向[J]. 渔业现代化,2005,32(4):5-7.
- [7] 姜作真. 贻贝的加工方法[J]. 中国水产,1989(2):36.

作者简介:刘经源,男,2005 年生。研究方向为机械设计。刘春丽(通讯作者),女,1972 年生,讲师。研究方向为机械设计。