

海鲜明鉴^{v1}

青岛市海洋生态研究会



栉孔扇贝 (*Chlamys farreri*) 华贵栉孔扇贝 (*Mimachlamys nobilis*)
海湾扇贝 (*Argopecten irradians irradians*) 虾夷盘扇贝 (*Patinopecten yessoensis*)



扇贝：中国近海养殖评估报告

2019-11-28

海鲜明鉴评估团队

目录

海鲜明鉴简介..... 3

评估结果概述..... 3

养殖水产品概况..... 4

评估正文..... 8

 评估项一 养殖模式与管理状况..... 8

 评估项二 栖息地影响..... 13

 评估项三 化学品使用与病害防治..... 14

 评估项四 养殖对象逃逸风险及处置..... 15

 评估项五 饲料需求..... 15

 评估项六 种质来源..... 15

 评估项七 对野生动物，尤其是受胁物种的影响..... 16

参考文献..... 17

声明

海鲜明鉴团队在进行所有物种的评估工作时，将严格遵循评估标准，并参考最新的、公正客观的科学数据。常见的评估数据参考渠道包括：文献、官方发布的资料、客观公正的媒体报道、实地调研获取的数据、专家访谈等。当然，许多渔业存在数据缺乏或只有部分数据的现实问题，还有部分数据没有对外公开，这不可避免地会在一定程度上影响评估结果。海鲜明鉴团队承诺在尊重客观事实、最大限度利用公开数据、依靠专家严谨把关的基础上，客观公正地开展所涉物种的评估评价工作。相关物种评估结果并不代表任何特定专家、学者等的意见。海鲜明鉴团队对相关评估结果拥有最终解释权。

海鲜明鉴简介

中国是全球第一渔业大国，也是水产消费大国。我们舌尖上的选择，决定了海洋、淡水生态系统的现在和未来。为了培养新一代负责任的海鲜“吃货”，青岛市海洋生态研究会发起海鲜明鉴项目，为中国消费者定制科学、有趣的可持续水产品消费指南。我们希望通过提升公众意识促进其消费行为改变，从而利用市场的力量倒逼产业转型，为中国海洋生态环境健康的不断改善做出长久的贡献。

评估结果概述

扇贝属于软体动物门扇贝科动物，是我国重要的经济贝类，也是我国沿海地区常见的养殖物种。我国主要养殖的扇贝物种有原产的栉孔扇贝 (*Chlamys farreri*)、华贵栉孔扇贝 (*Mimachlamys nobilis*)，及从国外引入的海湾扇贝 (*Argopecten irradians irradians*) 和虾夷盘扇贝 (*Patinopecten yessoensis*) 等。近些年我国的扇贝养殖产量呈现稳定上升趋势，年产量在 100-200 万吨之间，其中山东、辽宁、河北三省的产量最大。除大连的虾夷扇贝采用的是底播养殖方式外，我国的扇贝养殖大多采用浮筏笼养的方式进行。

扇贝养殖管理依赖于我国渔业和水产养殖相关法律法规，以及一系列国家和地方性的扇贝养殖相关规范。虽然目前扇贝的养殖从选址建设到最终产品上市均存在相关的监管制度及措施，但对部分养殖环节如排放的环境影响评价等方面仍存在制度和监管上的缺失。扇贝作为滤食性生物，在海区养成过程中无需人工投饵，仅在育苗期消耗一定量的单细胞藻类，不存在饵料使用可持续性的问题。扇贝通过滤食水体中的浮游生物及有机颗粒获得能量，将海水中的碳元素用于自身贝壳的生长，在净化水体的同时发挥着生物碳汇这一关键生态功能。操作适宜的扇贝养殖所产生的环境影响有限，但目前我国的扇贝养殖普遍存在密度过高的现象，可能导致有机物过量沉积和浮游植物过量消耗等问题，对养殖密度的控制仍需加强。底播扇贝拖网收获方式可能对海床造成伤害，底播之前需要对海域是否适合底播增殖进行评估，并对网具进行持续改良降低收获时对海床的影响。目前我国的养殖扇贝苗种主要依赖于人工育苗，但苗种来源单一且已经过多代人工选育，种质退化严重，建议在使用人工选育苗种进行合理的增殖活动的同时，也营造适合野生种质资源保护恢复的生态环境。我国在历史上曾多次出现养殖扇贝大规模死亡事件，多数研究认为除种质下降因素外，细菌性或病毒性等病原体感染是发病的直接诱因，而高密度养殖所导致的养殖环境恶化是致使病害大范围传播的重要原因之一。目前对病害的管理主要以监测预防为主，尚无有效的治疗手段。扇贝养殖多在开放海域进行，基本没有化学品使用需求，违规使用化学品的风险较小。底播养殖的扇贝可能会发生逃逸，但目前尚未有研究证据表明逃逸的虾夷扇贝对我国原生种群产生了负面影响，相关风险评估也较为缺乏，但海鲜明鉴认为逃逸种群对周边生态及野生种群有可能产生长期影响，建议各级政府主管部门、企业、科研机构、公益组织等以海洋保护区、种质资源保护区、民间海洋公益保护地等形式加强对我国两个重要本土物种——栉孔扇贝和华贵栉孔扇贝的野生种群的保护。扇贝养殖中接触的野生动物主要是敌害生物和附着生物，一般为近海常见物种，需定期进行驱赶和清除，但对这些生物种群产生的影响较小。



虾夷扇贝

Patinopecten yessoensis

推荐

综上所述，海鲜明鉴团队评估认为目前我国的扇贝养殖存在养殖密度偏高、种质退化、病害频发等方面的缺失，但行业总体健康度良好，养殖活动未对生态环境带来过多不利影响，是高产、低碳的本土水产品。为此海鲜明鉴团队对我国近海养殖扇贝的推荐级别为绿色——养殖活动对生态环境友好的品类。

养殖水产品概况

1 物种生物学特点介绍

我国常见的扇贝物种主要有我国原产的栉孔扇贝 (*Chlamys farreri*) 和华贵栉孔扇贝 (*Mimachlamys nobilis*)，及从国外引入的海湾扇贝 (*Argopecten irradians irradians*)、虾夷盘扇贝 (*Patinopecten yessoensis*)，均为扇贝科动物 (见图 1)。



图 1 我国常见扇贝物种©李玉强/海鲜明鉴首席生态手绘师

栉孔扇贝和华贵栉孔扇贝通过足丝营附着生活，海湾扇贝、虾夷扇贝仅在稚贝期附着，成体无足丝，营底栖生活。作为一种滤食性动物，海水中的浮游生物 (硅藻类、双鞭毛藻类、桡足类等)、悬浮颗粒、细菌和有机碎屑等都可以成为扇贝的食物^[1]。

栉孔扇贝俗称海扇、干贝蛤，属温带性贝类，为我国原产贝类，目前主要产于山东及辽宁沿海。其贝壳颜色一般为紫色或淡褐色，壳高略大于壳长，有栉孔，具足丝，表面有标志性的辐射状纹路，壳面上具棘。



图 2 栉孔扇贝©李玉强/海鲜明鉴首席生态手绘师

华贵栉孔扇贝也属我国原产的暖温性贝类，在福建、广东、海南等省份沿海均有分布。其贝壳有橙色、紫色、褐色等多种颜色，壳高与壳长略等，有栉孔，具足丝，壳面有放射肋约 23 条。



图 3 华贵栉孔扇贝©李玉强/海鲜明鉴首席生态手绘师

海湾扇贝是广温广盐种，原产于美国东海岸，1982 年引入我国，在全国沿海各地均可养殖，目前主要分布在山东沿海，其次为河北和辽宁部分沿海。海湾扇贝壳面黄褐色，左右壳较突，体型比栉孔扇贝小，贝壳直径一般五六厘米，近圆形，壳表面有放射肋 20 条，上无棘。具浅足丝孔，成体无足丝。



图 4 海湾扇贝©李玉强/海鲜明鉴首席生态手绘师

虾夷扇贝是冷水种，原产于日本北部及俄罗斯远东地区沿海海域，我国于 20 世纪 80 年代从日本引进亲贝，实现虾夷扇贝的人工养殖，在我国的养殖区域仅限于渤海和北黄海海域，主要产于辽宁沿海，其次为山东的长岛、荣成沿海。虾夷扇贝是常见扇贝中个体最大的，壳直径能达到 20 多厘米，两壳颜色差异明显，具足丝孔，壳表面有 15-20 条放射肋，上无棘^[1-6]。



图 5 虾夷扇贝©李玉强/海鲜明鉴首席生态手绘师

2 贸易相关介绍

扇贝养殖过程中基本无需人工投放饵料，属利用自然生产力的绿色海洋食物，扇贝养殖业也因此被称为绿色养殖产业，是我国浅海养殖的支柱产业之一^[7]。养成的扇贝不仅可以鲜售，扇贝的闭壳肌晒干后制成的干贝更是受人欢迎的海珍品，被誉为海八珍之一。

扇贝不仅是国内重要的水产品来源，也是我国水产品出口的重要部分。据 FAO 统计数据^[8]显示，中国是目前世界上最大的扇贝出口国（图 2）。据年鉴统计，2016 年我国扇贝及其制品出口量超过三万吨，其中河北、山东、辽宁扇贝出口量远高于其他省份，扇贝制品是主要的出口产品（图 3），主要出口到美国、韩国、澳大利亚等国家及我国港澳台地区^[9]。

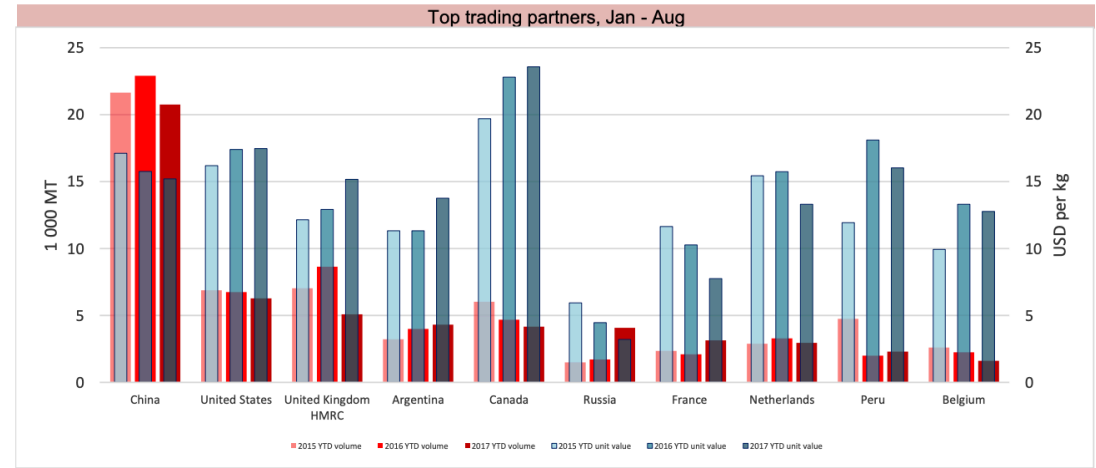


图 6. 2017 年 1-8 月份各国扇贝产品出口贸易情况^[10]

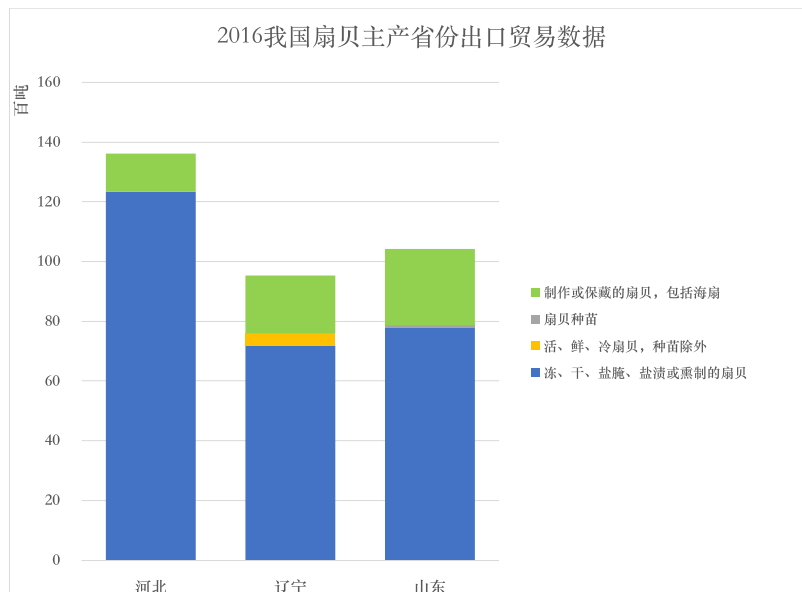


图 7. 2016 年我国扇贝主产省份出口贸易数据^[9]

3 常见名及产地

扇贝，又名海扇，是我国重要的经济贝类，也是人们喜食的海鲜产品，在我国的山东沿海、辽宁沿海都有大量的养殖，年产量仅次于牡蛎和蛤类。山东省为扇贝养殖第一大省，占据全国近一半的扇贝养殖产量，与辽宁、河北、广东省产量合计超过全国总产量的 99%（图 9）^[11]。

4 食用小贴士

扇贝属于滤食性生物，对海水中的浮游植物和有机碎屑等没有选择性，因此其食用安全与水质状况和养殖方式有高度的相关性。若海水中的污染物浓度较高，如环境污染或赤潮爆发等情况发生，则存在扇贝被污染的风险，尤其是扇贝的橙色（雌）或白色（雄）生殖腺和黑色消化腺更易富集藻类毒素和重金属污染物。

我国近海赤潮（亦称有害藻类水华，是在特定的环境条件下，海水中某些浮游植物、原生动物或细菌爆发性增殖或高度聚集而引起水体变色的一种有害生态现象）在晚春至初夏为高发期。赤潮生物中的有毒藻类被海洋贝类滤食后，其毒素便会在其体内蓄积，形成“贝毒”。常见有麻痹性、腹泻性贝毒等，多种贝毒热稳定性高，蒸煮后食用依然会导致中毒。

香港卫生防护中心曾在 2007 年接获怀疑麻痹性贝类毒素中毒个案，香港食物安全中心也发布了虾夷扇贝中检出麻痹性贝类毒素的公告，并提醒进食时应去除内脏、生殖腺等部位，以降低贝类中毒风险。因此建议政府、零售餐饮行业、各地环保组织特别加强对贝类食品安全的监管，及时公布近海污染状况信息，防止水质不达标海域出产的扇贝流向市场。同时建议消费者们尽量选购可追溯来源的水产品，尤其是有良好操作认证的产品。

扇贝是夏季海鲜烧烤摊的主角，但 5-7 月气温较高的季节是我国赤潮的高发期^[12]，在缺乏产地和水质信息时，反而应尽量减少或避免食用包括扇贝在内的滤食性贝类以降低食品安全风险。看到这里不要惆怅，其实每年的 12 月至 4 月期间才是扇贝最肥美的时期，消费者可以抓住这个时机尽情享受这份鲜甜海味。

评估正文

评估项一 养殖模式与管理状况

养殖模式与产业介绍概况

我国扇贝养殖生产种苗主要来自人工育苗，育苗过程中人工投放藻类作为饵料。人工将贝苗养至一定规格后移至海区养成至商品规格收获。扇贝养殖适宜选择在低潮线以下至浅海风浪较小、潮流畅通、饵料丰富的水域。我国有两种方式养殖扇贝，除大连长海县养殖的虾夷扇贝采用底播养殖外，其他物种扇贝均主要采用浮筏笼养。图4展示了两种主要的扇贝养殖模式。底播养殖是指将贝苗播种到以粗砂为主柔软的沙泥底质，使其自然生长至扇贝达到商品规格后再进行回捕。考虑贝苗对温度的适应能力，播苗适宜时间为10月下旬至12月初^[13]。底播养殖成本低，但生长较慢，且易受水深、底质（底质必须是沙质或沙砾底质）及其他生物等因素的影响^[14]。浮筏笼养是将贝苗装入网笼移至海区吊养至收获。目前国内扇贝浮筏养殖主要采用圆笼养殖，圆笼直径30cm，10层左右，悬挂于水深10-15米左右水域水面以下5米处。扇贝养成过程中一般无需人工投饵，扇贝通过滤食海水中的浮游植物、有机碎屑等物质自然生长。养殖过程中可能遭遇的敌害生物主要有海星、红螺等，尤其对底播养殖扇贝产生的威胁较大。部分化学品会用于驱赶清除附着生物，但一般不会对环境造成持续性的负面影响。大规模养殖扇贝死亡事件时有发生，多数研究显示高密度养殖是造成病毒性、细菌性等病原体感染在养殖扇贝中大规模传播的原因。一般来说，扇贝在养殖一到两年左右后即可达到商品规格，但底播养殖的扇贝达到商品规格的时间普遍比浮筏养殖长一年左右^[15,16]。笼养扇贝常见的收获方法是通过机械直接将扇贝养殖笼从海水中提出（图5），底播扇贝的采捕则相对复杂，浅水区一般使用浅水船，深水区使用机动船桁杆拖网采捕（图6），也可以通过潜水员潜入水底人工收获，但成本较高^[13]。表1总结了我国主要养殖的四个扇贝物种的基本情况。

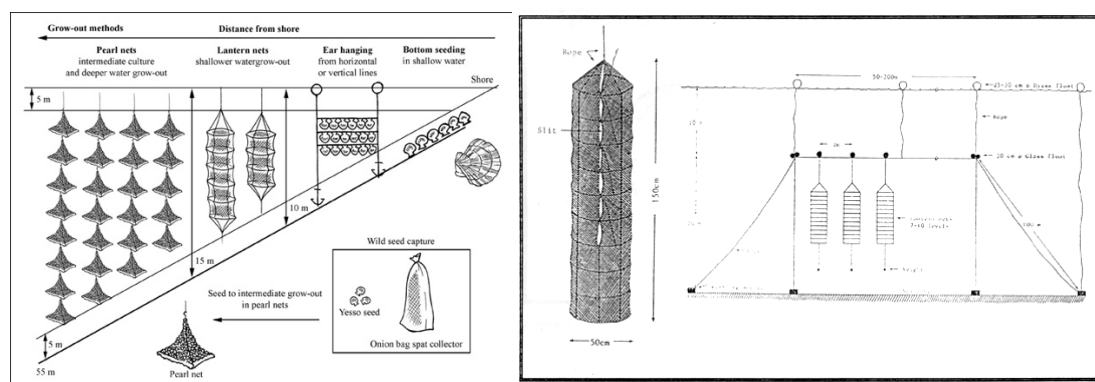


图 8. 两种主要的扇贝养殖模式示意图。

<http://www.fao.org/docrep/field/003/AB736E/AB736E04.htm>

我国主要养殖扇贝品种基本情况				
养殖品种	原产地	主要生产区	养殖方式	养殖周期/年
栉孔扇贝	中国	山东为主，辽宁部分养殖	笼养为主，少量底播	2
华贵栉孔扇贝	中国	广东、海南、福建	笼养	1-1.5
海湾扇贝	美国	山东、河北为主，辽宁、广东部分养殖	笼养	1
虾夷扇贝	日本	辽宁为主，山东部分养殖	笼养，底播	2

表 1. 我国主要养殖扇贝物种的基本情况^[7]

相对来说，使用笼养方式的扇贝养殖可控性较高，网笼可以保护扇贝不易被敌害侵扰，但对台风等海洋灾害的抵抗力较弱。而底播养殖的扇贝属于在自然环境中散养，对敌害的抵御能力更弱，且存在养殖扇贝离开养殖范围的可能，开放程度很高。据相关资料显示，底播扇贝的总体回捕率在 40%左右^[17]。

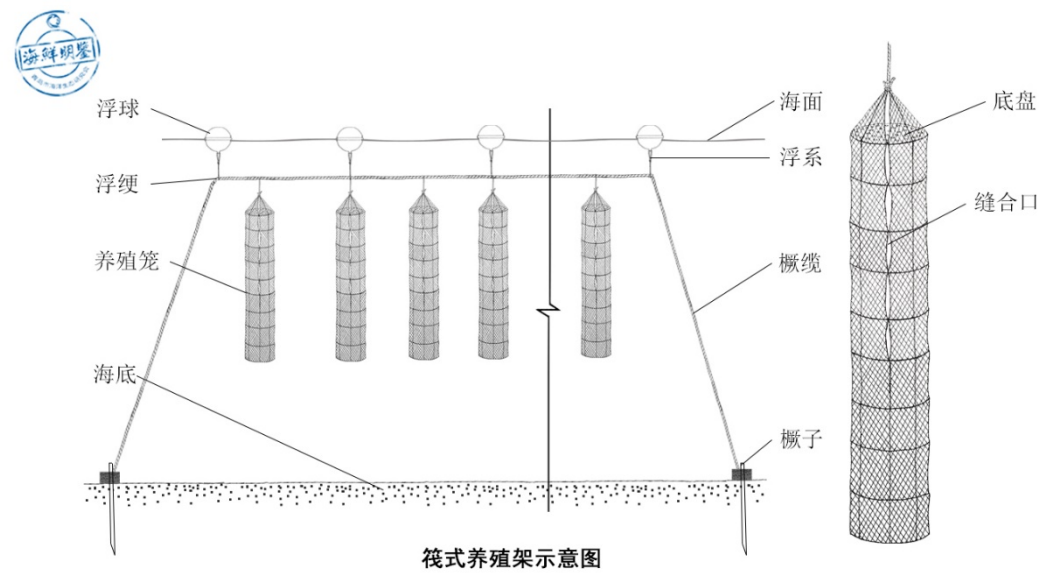


图 9. 筏式笼养扇贝示意图。©李玉强/海鲜明鉴首席生态手绘师



图 10. 底播养殖扇贝撒苗景象。来源：大连海洋岛水产集团。

我国自 20 世纪 70 年代末开始以栉孔扇贝为主的扇贝人工养殖，而 1982 年起对海湾扇贝进行的引种育苗及养成技术的探索与突破掀起了我国海水养殖业的第三次浪潮，引领了中国海水养殖产业的跨越式发展^[3]。从扇贝生产方面看，我国有世界上最为庞大的扇贝养殖产业^[18]。据统计数据显示，我国近年来扇贝养殖面积开始下降，但养殖产量却在逐年上升（图 11）。2017 年我国海水养殖扇贝总产量 200 余万吨，仅次于牡蛎、蛤类养殖的产量（图 12），其中山东省为扇贝养殖第一大省，占据全国近一半的扇贝养殖产量，与辽宁、河北、广东省产量合计超过全国总产量的 99%（图 13）^[11]。

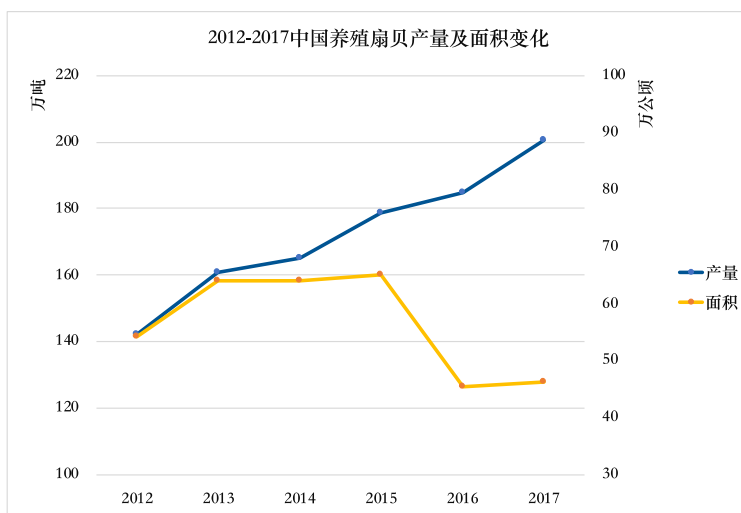


图 11. 2017 我国贝类海水养殖产量及各物种所占比例

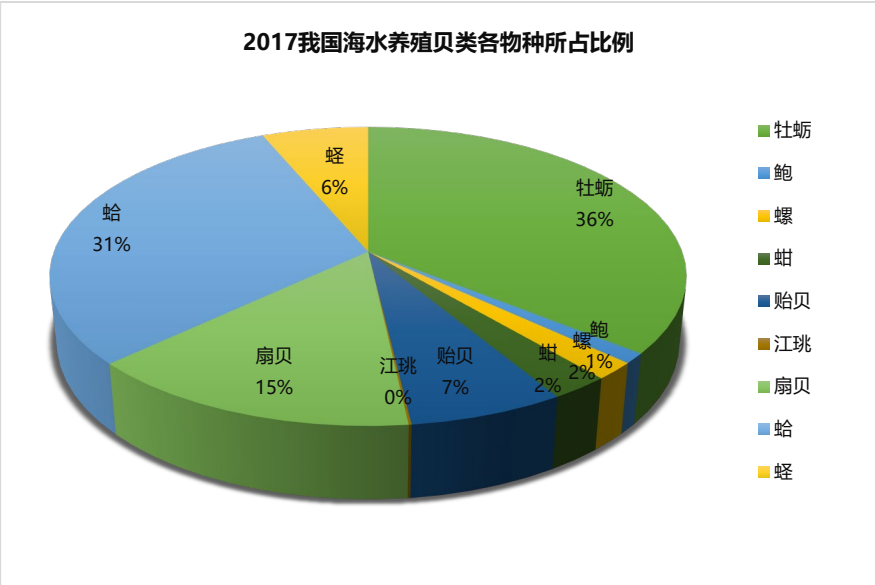


图 12. 2012-2017 我国养殖扇贝产量及面积变化趋势

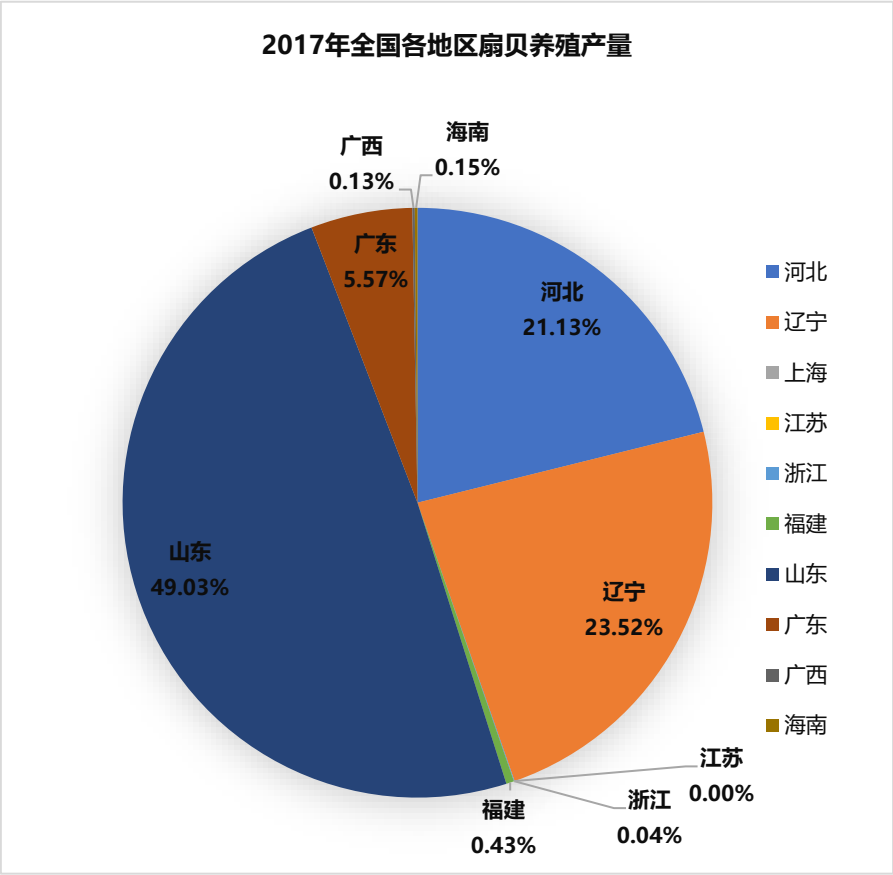


图 13. 2017 我国各地区扇贝养殖产量所占比例

我国扇贝养殖业发展迅速，是我国浅海养殖支柱产业之一，同时也面临着不少问题。随着扇贝育苗养成等技术的突破和发展，许多投资人被扇贝养殖的高经济回报所吸引，扇贝养殖面积和养殖规模不断扩大，但随之日益呈现出区域分布集中、筏架密集、密度增加等无序开发的趋势。1997 年和 1998 年连续两年发生养殖栉孔扇贝大规模死亡事件，死亡率高达 90%

以上,造成直接经济损失超过 30 亿元,使扇贝养殖产业遭受毁灭性打击^[3]。随着扇贝大规模死亡现象屡屡发生,扇贝养殖已成为养殖户口中高投入、高风险、高回报的“三高”产业,而我国长期高密度养殖导致的浅海养殖环境恶化或许正是近年扇贝大面积死亡的根本原因,严重制约着扇贝养殖产业的健康可持续发展。高密度养殖超出海区的负荷能力,流速变小变缓,代谢产物不能得到及时净化,且海水中藻类数量下降导致扇贝摄食不足,体质下降。目前,青岛的胶州湾、烟台的四十里湾、莱州湾和荣成的桑沟湾等,已明显地呈现养殖栉孔扇贝和海湾扇贝规格趋小、鲜柱率低、生长缓慢、抗逆性差、病害加重等问题^[3]。同时高密度扇贝养殖所产生的排泄物导致的自身污染问题也逐渐显露且日益突出^[19]。除此之外,我国养殖扇贝过程中长期的近亲繁殖,加之育苗过程中对苗种质量的忽视,造成种质下降,种质退化严重。养殖方式不规范、养殖环境恶化及种质退化等原因引起的病害频发也是目前我国扇贝养殖业发展中不可忽视的问题^[7]。

作为改善这些问题的方案之一,近年来我国多营养层次综合养殖模式开始发展起来。如山东长岛县于 2012 年引入贝藻混养的综合养殖模式,海带养殖面积大幅增加,养殖虾夷扇贝成活率逐年提高,扇贝亩收益明显增加,产业增收、渔民致富效果十分显著,为扇贝养殖产业的变革提供了新思路^[20]。

政府监管

我国扇贝养殖的管理依赖于一系列渔业和水产养殖相关的法律法规。依据《中华人民共和国渔业法》,我国对包括扇贝养殖在内的养殖业实施管理,其中对包括养殖水域规划,养殖证发放,饵料投放,养殖水域生态环境保护,养殖生产技术指导和病害防治工作等方面均做出了规定。同时,养殖过程中的用水、养殖生产、苗种、饲料、药物使用等方面也需要遵守农业部 2003 年颁布的《水产养殖质量安全管理规定》。对于扇贝养殖活动对水域环境的影响目前尚未有特定的管理文件,但据《中华人民共和国环境影响评价法》规定,水产养殖项目需开展相关的环境影响评估。对于贝类养殖生产过程的管理,可以参考《水产原、良种审定办法》、《水产原、良种生产管理规范》、《水产种苗和病害防治补助费使用管理暂行办法》、《水产养殖禁用药物目录》、《饲料和饲料添加剂管理条例》等规范与管理办法^[21]。针对扇贝养殖,2018 年 9 月发布的《扇贝工厂化繁育技术规范》制定了我国养殖的四个主要扇贝物种工厂化育苗的技术规范。另外农业部于 2001 年发布了针对海湾扇贝无公害养殖的《无公害海湾扇贝养殖技术规范》,对其育苗期间的饵料投喂、用药,养成期间的培育密度及日常管理等均做出了规定。另外各地根据其当地扇贝养殖的具体情况发布了扇贝养殖技术规范,如辽宁长海县发布的《虾夷扇贝浮筏健康养殖技术规程》、《虾夷扇贝养殖技术规范》、《栉孔扇贝养殖技术规范》、《虾夷扇贝苗种辽宁省地方标准》、《虾夷扇贝海区采苗技术规范》等,对当地各扇贝物种养殖提供规范性支持。山东省地方标准《无公害食品栉孔扇贝养殖技术规范》定义了浅海浮筏式养殖的海区环境条件,养殖设施,设施设置行距,笼间距等。截至目前,中国尚未颁布扇贝底播相应的规范及管理办法^[16]。

这些法规规范,对扇贝养殖业的生产管理和监督执法做出了规定,但生产单位对相关法律法规的执行力度和执行有效性的信息相对缺失。资料显示,扇贝养殖单位仍普遍追求高产,实际生产中缺乏统一的科学规划,设施陈旧,管理简单,病害频发等现象也依然存在,可见我国扇贝养殖相关执法部门的执法监督体系也还有待完善。

评估项二 栖息地影响

栖息地影响

养殖扇贝对海域环境会产生生物性排放。一方面，养殖扇贝可向水体中直接排泄无机营养盐，如氨等；另一方面，将粪和假粪排放于海底，沉积物中的有机物在微生物的作用下经矿化作用和再悬浮作用，重新进入水体进行物质循环^[22]，剩余的物质则沉积在贝类养殖区，造成养殖场底部有机沉积物增加。随着有机物沉积、缺氧及硫化氢（H₂S）毒性等影响，原来底质内的大型滤食性生物可能会被小的沉积食性生物所取代，使养殖区内底质生物群落发生变化，但只有当生物性沉积过量时才会对底质环境造成较大的压力^[23]。在实践中可以通过监测沉积物中的游离硫化物含量等指标来判断养殖区域的底质健康程度^[24]。

同样，大规模的贝类养殖活动也为许多生物提供了大量的附着基，一些附着生物如海鞘等，是很多扇贝养殖海区附着生物群落的优势种，尤其在高温季节数量巨大。这些附着生物也会产生大量的沉积物。研究表明，玻璃海鞘和柄海鞘的生物沉积速率在一定条件下会高于栉孔扇贝的生物沉积速率，向海底释放大量的沉积物，影响底栖生态^[25]。不过适宜的扇贝养殖活动以及对附着生物的定期清除，可以大幅度减少这些生物沉积对生态环境造成的负面影响。

此外，滤食性贝类养殖密度过高时可能会超出所在水体的生态承载力，即过多的贝类对浮游植物的消耗量超过生态系统的补充能力，使得养殖水体的初级生产力下降。可以通过对贝类滤食该水域水体所需的时间（清理时间）与潮汐和海流完成该水域全部水体替换所需的时间（滞留时间）进行对比，从而判断养殖密度是否超出生态承载力^[24]。

上述问题大多存在于扇贝浮筏笼养，而底播扇贝养殖也存在对底质生态环境的影响。这种影响主要体现在底播养殖扇贝的收获过程之中。为了提高收获效率，底播扇贝的收获一般是通过底拖的方式进行的。机械拖网等收获设备扫过海底时对底质造成的机械扰动，可能会破坏多种底栖生物的栖息地，造成底栖动物死亡，损害海底植被，甚至改变底栖群落特征，降低海底生态服务功能^[23]。从生态环保的角度，海鲜明鉴认为这类采捕方式只适用于对于干扰适应能力强的泥沙底的软质海床或没有大型藻类森林、海草床和软硬珊瑚等关键生物群落存在的硬底海床。因此，在进行底播养殖活动前，应当对海区是否适宜进行底播养殖进行评估。此外，使用经过改良的拖网也能降低对海床结构的破坏，更好地保护扇贝的幼体和其他并非捕捞对象的海洋生物。

但是，扇贝作为一种双壳贝类，本身具有低碳环保的属性，这一点在海洋酸化的大背景下尤为重要。扇贝养殖能通过收获、移除大量的碳，在一定程度上起到碳汇作用。一方面，扇贝直接吸收水中碳酸氢根离子，将二氧化碳以碳酸钙的形式固定在贝壳内；另一方面滤食水中浮游微藻和有机物颗粒，固定其中的碳，从而提高水域生态系统吸收大气二氧化碳的能力。有研究表明，1999-2008年间，中国通过收获养殖贝类，每年从近海移出的碳量为70~99万吨，其中67万吨以贝壳的形式被移出海洋^[7]。

因此，无论是笼养还是底播养殖，适当的扇贝养殖活动总体来说对栖息地影响较小，扇贝的滤食作用对水质有一定的净化作用，同时能够移除海水中大量的碳，为减排二氧化碳、减缓气候变暖发挥积极作用。然而，如果贝类养殖密度过大，以及采用不够生态友好的收获方式，就会导致底质环境恶化，增加海洋环境负荷，对养殖区生态环境造成负面影响。目前我国对于扇贝养殖活动对水域环境的影响的管理尚处于较为空白的阶段，对养殖密度的控制也仍需加强。海湾扇贝的原产地美国佛罗里达州，由于它们高度依赖健康的海草床，当地政府在海草床进行保护从而保护扇贝生存繁育的场所，并规定扇贝采收只能通过人工捡拾或者

小型抄网等休闲渔业的方式进行,这些加强扇贝栖息地保育的经验值得我国在今后的管理中借鉴^[26]。

评估项三 化学品使用与病害防治

化学品使用

扇贝养殖过程中化学品使用的管理依赖于一系列相关法规准则。农业部颁布《无公害食品渔药使用准则》(NY5071-2002),列出了呋喃类、喹乙醇等 32 种禁用渔药。《食品动物禁用的兽药及其他化合物清单》(农业部 193 号公告)禁止氯霉素、孔雀石绿等 29 种药物使用,限制 8 种渔药作为动物促生长剂使用。农业部在 2003 年颁布了《水产养殖质量安全管理规定》,其中规定使用水产养殖用药应当符合《兽药管理条例》和农业部《无公害食品渔药使用准则》,并要求养殖单位应按照说明书和水生生物病害防治员的指导下科学用药,并填写《水产养殖用药记录》,记载病害发生情况,主要症状,用药名称、时间、用量等内容。《水产养殖用药记录》应当保存至该批水产品全部销售后 2 年以上。这些法规规范的颁布建立了渔药残留检测和监控体系,使得渔药使用的规范化、标准化有法可依^[27]。

扇贝育苗保苗过程中通常会使用生石灰或漂白粉对池塘和蓄水池进行消毒。这些药品的使用均须在农业部 2018 年颁布的《扇贝工厂化繁育技术规范》指导下进行,且这类药品对环境的影响周期短,自然降解快,对环境影响不明显。扇贝海区养成过程中一般无需人工施药,但污损生物会对扇贝养殖造成一定的影响,如损坏养殖设施,与养殖贝类竞争食物,影响养殖设施内水流交换等。对于附着生物的去除,有些化学方法如在网具上涂抹氧化亚铜或者锡(三丁基锡, TBT)为有效成分的自抛光涂料,利用有毒成分杀死或驱赶附着生物的方式曾广为使用,但因其毒性会对生物及海洋环境造成负面影响,已经被许多国家和地区立法禁止,我国也已禁止使用含有 TBT 的防污漆^[25]。目前还没见到关于扇贝养殖中违规化学品使用的报道和资料,总体来说化学品不当使用影响生态环境及食品安全的风险较小。

病害防治

由于养殖环境恶化、养殖方式不规范、种质退化等原因,我国扇贝养殖病害频发,大面积死亡事件屡次发生。自 1985 年山东长岛县发现野生栉孔扇贝大量死亡以来,山东、辽宁两省栉孔扇贝的主要养殖区均多次发生过不同程度的病害^[28]。

目前,在扇贝养殖中所见到危害较大的疾病主要包括育苗阶段的弧菌病,养殖期间的病毒性坏死症、性腺萎缩病、外套膜糜烂病等^[7]。扇贝的疾病种类主要分为病毒性疾病,细菌性疾病,原虫性疾病和寄生虫性疾病。科研机构已从死亡的栉孔扇贝中分离出病害性杆菌、衣原体和立克氏体等病毒^[29]。细菌性疾病在贝类人工育苗的幼体阶段是个大问题,但对自然水域中的贝类幼体的细菌性疾病还缺乏研究。原虫性疾病对经济贝类的损害较大,曾有研究人员通过对死亡的海湾扇贝进行切片发现了单孢子虫。研究人员早已知道若干种海产贝类的寄生性生物,但对寄主的影响尚有许多不明之处,日本的虾夷扇贝寄生一种扇贝蚤和一种凿贝才女虫,美国的海湾扇贝寄生一种线簇虫^[30]。

目前对病毒性疾病,细菌性疾病和原虫性疾病的防治措施,主要是对育苗用水及设施进行紫外线照射,施加漂白粉、抗生素等药物处理,并且对亲贝进行严格选择和消毒,预防垂直感染。对寄生虫性疾病,尽量使扇贝避开着生期和着生水层,以达到生态防病的目的^[30]。在海区养成期间,选择水流通畅、开阔的海域,并且选择适宜的养殖密度,保持对扇贝的定期监测。但目前对于扇贝疾病传播风险缺乏完善有效的评估与监测,难以有效预防大规模疾

病的爆发，同时缺乏有效阻止疾病传播的相关对策，相关病害管理体系有待完善。

评估项四 养殖对象逃逸风险及处置

逃逸风险

笼养扇贝在海区养成过程中可以得到圆笼的有效保护从而防止扇贝遗失，而底播养殖的扇贝处于完全开放的自然环境中，且扇贝具有一定程度的活动能力，因此逃逸风险较高。据研究数据显示，底播扇贝的回收率为 40%左右，意味着多于半数的底播扇贝不能被有效回收而被释放到自然环境中。一只成熟扇贝可以产三百万至六百万颗卵，具有很高的繁殖力，且卵子排放到自然环境中无法通过人为控制^[14]。目前我国主要通过底播方式养殖的扇贝是引种自日本的虾夷扇贝，非我国原产物种，且我国的虾夷扇贝养殖贝苗在经历对单一苗种来源的多代人工选育后已经出现了种质退化的现象，逃逸后存在对野生扇贝种群产生影响的风险。有研究表明，实验室条件下虾夷扇贝与我国原生栉孔扇贝可以进行杂交并产生杂交后代，且栉孔扇贝繁殖期为 4-6 月，而虾夷扇贝在我国北方自然海区的繁殖期是 2-5 月，时间上的重叠也使得两者存在杂交的可能性^[31]。但是虾夷扇贝作为冷水性物种，无法耐受夏季高温，且适宜分布于海面下 6-60m 处，在我国的养殖区域仅限于黄海冷水团控制的岩礁质浅海区域，因此逃逸虾夷扇贝短时间在野外建立种群并大规模扩散的可能性并不大。而且，目前尚未有证据显示虾夷扇贝与原生种群在自然条件下杂交，也尚未有相关研究明确表明过去几十年的虾夷扇贝底播养殖已经对我国原生种群产生影响。

但海鲜明鉴认为，我国的近海扇贝增养殖活动仍存在养殖个体逃逸并对野生种群产生长期影响的风险，目前我国尚未出台相关的逃逸监测和评估管理方案，相关数据也十分缺乏。对于降低扇贝脱离风险的措施也仅限于在大风浪来临前，通过将养殖筏架下沉以降低风浪损害。海鲜明鉴建议各级政府主管部门、企业、科研机构、公益组织等以海洋保护区、种质资源保护区、民间海洋公益保护地等形式加强对我国两个重要本土物种——栉孔扇贝和华贵栉孔扇贝的野生种群种质资源的保护。

评估项五 饲料需求

饲料中野生鱼占比与可持续性

农业部发布的《扇贝工厂化繁育技术规范》中指出扇贝在亲贝培育、幼虫培育期间人工投喂的饵料均为金藻、三角褐指藻、小新月菱形藻等单细胞藻类，而扇贝养成过程中不需要人工投饵，扇贝通过滤食海水中的浮游植物、有机碎屑等物质自然生长。因此扇贝养殖过程中饵料使用不涉及鱼粉鱼油的消耗，饵料使用的可持续性较高。

评估项六 种质来源

种质来源

目前我国的扇贝养殖产业依赖人工育苗，且存在缺乏良种，种质衰退严重等问题。以栉

孔扇贝为例，1979 年山东省海水养殖研究所使用了不足 200 个亲贝，育出苗种 1078 万粒，分送到省内 14 个县市进行养殖，此后山东省的扇贝养殖业基本上由这批扇贝作为亲贝进行人工育苗，并利用人工育苗苗种进行养殖发展。而目前，栉孔扇贝养殖亲本多采自天然海区，单一的苗种来源随着养殖的累代交替，频繁的近交势必导致整个物种的遗传衰退。尤其值得指出的是：天然采苗场附近海区中，只有规格最小、体质最差的三类苗才会留在春末夏初收获或做亲贝繁殖后代，这种人为“择劣的逆向选择”，使扇贝的生长和抗逆性等定量性状的遗传基础更加薄弱，如此恶性循环，导致养殖扇贝出现死亡率高、个体小、抗逆能力低下等种质退化现象^[3]。同样，我国养殖的几万亩海湾扇贝都是 1982 年由美国引进的二十几个扇贝繁衍的。经过十几年的人工育苗及养殖也出现了种质退化问题，这直接造成了上世纪 90 年代初扇贝产量的下降^[30]。大面积死亡的现象同样存在于虾夷扇贝的养殖中^[1]。

2013 年，辽宁省发布《虾夷扇贝人工育苗技术规程》技术标准，全面规范了虾夷扇贝的人工育苗技术。中国也在尝试虾夷扇贝的自然海区采苗，但目前仍然处于研究探索阶段，尚不能满足养殖需求^[16]。总体而言，我国扇贝养殖的苗种来源单一，种质退化明显，且尚无成熟有效的对策改进养殖苗种质量。

评估项七 对野生动物，尤其是受胁物种的影响

野生动物接触

扇贝养殖过程中主要的野生动物接触为敌害及附着生物。有研究表明，筏式笼养扇贝的养殖设施为其它不同的生物提供了栖息地和食物，因此，筏式贝类养殖区的生物丰度和生物量显著增加。对于底播养殖的扇贝而言，海星及红螺等敌害生物可直接捕食在海底的扇贝。扇贝养殖设施也为污损生物提供了良好的附着基，有研究发现，扇贝养殖笼上可鉴定的大型附着生物约 23 种，其中玻璃海鞘 (*Ciona intestinalis*)、柄海鞘 (*Styela clava*)、紫贻贝 (*Mytilus edulis*) 和苔藓虫等是附着生物群落中的优势种^[25]。

为防止附着生物损坏养殖设施，与养殖贝类竞争食物，影响养殖设施内水流交换等，需要对污损生物进行清除。对于附着生物的去除，除用上述提到的化学物质清除以外，从生物体内提取的生物活性物质，或者醋酸等对环境影响较小的化学物质均被用于处理养殖设施，或者通过人工或者机械清除从而达到防治污损的效果。另外利用不同生物的生态习性进行混养，如海胆和扇贝混养以达到清除或减轻附着的目的^[25]。

目前我国对于扇贝养殖过程中野生动物接触的监测较为缺乏，相关数据缺失。鉴于扇贝养殖所在的浅海水域，能够接触的生物一般都为沿海常见物种，涉及濒危、保护及受胁物种（ETP 物种）的可能性很小，对敌害及附着生物等常见生物的驱赶或清除也不会对其种群产生过多不利影响。

参考文献

- [1] 寇凌霄. 我国四个主要扇贝品种介绍及养殖发展对策[J]. 河北渔业, 2012, (6): 56-59.
- [2] 郑小东, 曲学存, 曾晓起, et al. 中国水生贝类图谱[M]. 青岛出版社, 2013.
- [3] 李成林, 宋爱环, 胡炜, et al. 山东省扇贝养殖产业现状分析与发展对策[J]. 海洋科学, 2011, 35(3): 92-98.
- [4] 于佐安, 谭克非, 张明, et al. 筏式虾夷扇贝养成期不同密度生长与经济效益分析[J]. 水产学报, 2016, 40(10): 1624-1633.
- [5] 燕敬平, 孙慧玲, 方建光. 我国海湾扇贝养殖现状、问题与发展对策 [J]. 海洋水产研究, 2000, 21(3): 77-80.
- [6] 7月10日 栉孔扇贝[EB/OL]. <https://www.guokr.com/post/708340/focus/0781777452/>.
- [7] 刘锡胤, 胡丽萍, 李龙, et al. 生态文明视角下的扇贝养殖业发展对策[J]. 中国渔业质量与标准, 2018, 8(6): 26-31.
- [8] Scallops - May 2015[EB/OL].
<http://www.fao.org/in-action/globefish/market-reports/resource-detail/en/c/337242/>.
- [9] 中国水产学会. 中国水产品进出口贸易统计年鉴, 2016.
- [10] Monthly trade statistics update - January 2018[EB/OL].
<http://www.fao.org/in-action/globefish/fishery-information/resource-detail/en/c/338593/>.
- [11] 农业农村部渔业渔政管理局. 2018 中国渔业统计年鉴[M]. 2018: 19-20.
- [12] 郭皓, 丁德文, 林凤翱, et al. 近 20 a 我国近海赤潮特点与发生规律[J]. 海洋科学进展, 2015, 33(4): 547-558.
- [13] 李永民, 王向阳, 刘义海. 虾夷扇贝底播增殖技术[J]. 水产科学, 2000, 19(2): 35-35.
- [14] SCALLOP CULTURE[EB/OL]. <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB736E/AB736E04.htm>.
- [15] *Patinopecten yessoensis*[EB/OL].
http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Patinopecten_yessoensis/en.
- [16] 胡婧, 欧阳海鹰, 孙英泽, et al. 中国与日本扇贝养殖差异性分析[J]. 世界农业, 2016, (6): 115-120.
- [17] 柳忠传, 张贤励, 王尊清. 虾夷扇贝底播增殖技术[J]. 海洋科学, 1995, 19(1): 14-16.
- [18] 孙瑜, 慕永通. 中国扇贝产量、产值在世界所处的地位 [J]. 中国渔业经济, 2014, 32(4): 100-106.
- [19] 姜翠. 桑沟湾筏式养殖栉孔扇贝环境影响评价[D]. 中国海洋大学, 2011.
- [20] 阙华勇, 张国范. 我国贝类产业技术的现状与发展趋势[J]. 海洋科学集刊, 2016, (1): 69-76.
- [21] 王靖陶, 慕永通. 我国贝类养殖管理现状及建议[J]. 中国渔业经济, 2010, (3): 43-47.
- [22] 杨卫华, 高会旺, 刘红英, et al. 胶州湾扇贝养殖对海域环境影响的初步研究[J]. 海洋湖沼通报, 2007, (2): 86-93.
- [23] 张继红. 滤食性贝类养殖活动对海域生态系统的影响及生态容量评估[D]. 中国科学院海洋研究所, 2008.
- [24] Council A S. ASC Bivalve Standard v1.1, 2019.
- [25] 齐占会. 桑沟湾贝藻养殖区附着生物生态效应研究[D]. 中国科学院海洋研究所, 2009.
- [26] Bay Scallops in Florida Seagrass Beds[EB/OL].

<https://marinelab.fsu.edu/outreach/virtual-classroom/bay-scallops-in-florida-seagrass-beds/>.

- [27] 杨先乐, 郭微微, 孙琪. 水产品质量安全与渔药的规范使用[J]. 中国渔业质量与标准, 2013, 3(4): 1-6.
- [28] 王秀华, 王崇明, 李筠, et al. 胶州湾栉孔扇贝大规模死亡的流行病学调查[J]. 水产学报, 2002, 26(2): 149-156.
- [29] 魏利平. 山东省扇贝养殖现状及持续发展的技术措施 [J]. 齐鲁渔业, 2000, 17(2): 21-23.
- [30] 王远隆, 李美真, 邱兆星, et al. 养殖扇贝大面积死亡的原因及对策[C]. 第二届全国海珍品养殖研讨会论文集, 2000: 52-59.
- [31] 杨钰. 北黄海虾夷扇贝定居群体的生态环境适应性研究[D]. 大连海洋大学, 2017.
-