

# 海鲜明鉴

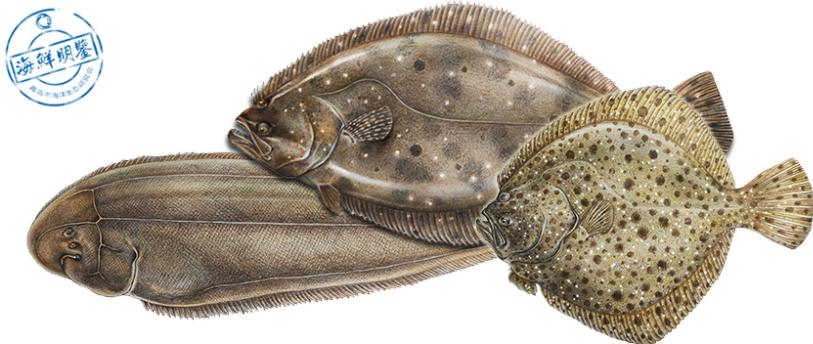
v1

青岛市海洋生态研究会



青岛市海洋生态研究会

鲆鲽类（主：大菱鲆、牙鲆、半滑舌鳎）



中国鲆鲽类  
养殖水产品评估报告

## 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。

## 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 .....	7
评估项一 养殖模式与管理状况 .....	7
评估项二 栖息地影响 .....	10
评估项三 化学品使用与病害防治 .....	11
评估项四 养殖对象逃逸风险及处置 .....	13
评估项五 饲料需求 .....	14
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 .....	17
致谢 .....	18
参考文献 .....	18

# 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。

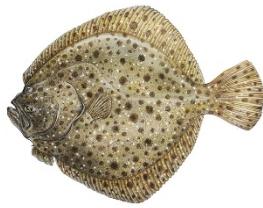
## 评估结果概述

鲆鲽类养殖是中国海水养殖鱼类的重要组成部分，以大菱鲆、牙鲆、半滑舌鳎为主的鲆鲽类养殖在中国经历近三十年的发展，已形成年产量超11万吨，产值超50亿元的巨大产业，为世界鲆鲽类养殖贡献了超过60%的产量。

和大多数水产品传统的池塘、近海养殖不同，中国的鲆鲽类养殖多采用室内的工厂化养殖模式，工业化程度高，但在实现高科技养殖的同时，也存在对自然资源的不利影响，诸如大量抽取地下水，养殖废水直排入海等，未来亟待相关管理和科研机构共同发力，寻求更为科学、负责任的养殖模式。

海鲜明鉴团队评估后发现，鲆鲽类养殖的突出问题集中在由病害较多引发的化学品不科学使用、频繁采用幼杂鱼喂养及饲料中鱼粉鱼油依赖度高等生态不可持续行为，对地下水水源的过度索取及养殖废水直排自然近海的不合理水资源管理问题。在种质利用上，当前我国鲆鲽类养殖业可以实现全部使用人工苗种，并积极开展良种育苗，但在相关良种存续维护、评估养殖个体健壮度、苗种外逃等方面仍需提高完善；在逃逸管理上，鲆鲽类高度工厂化的养殖模式虽然存在与自然水体进行水交换，但养殖物种潜在逃逸风险仍评估为较低。此外鲆鲽类养殖产业也基本不存在与周边野生动物接触，不存在直接危害野生种群的行为。

鲆鲽类养殖在中国得到了政府管理部门和科研机构的重视，成立了鲆鲽类产业研究体系（现扩充为海水鱼研究体系），制定了多项针对鲆鲽类的养殖标准或规范，并开展了许多鲆鲽类相关的水产品安全检验和产业引导发展工作。当前我国的鲆鲽类产业已形成政府、科研齐发力、行业联盟助力的发展格局，但仍面临一些问题，包括部分地区渔业执法力度不够，存在渔药饲料制假、违规养殖及流通环节弄虚作假等负面报道，科研上在相关良种保持、病害防控、节能养殖等领域仍有待研究突破，产业上依旧以传统的养—售单一结构为主，产业链缺乏扩展，末端开发加工能力不足，产业辐射带动能力较弱，且许多养殖从业人员在实际操作中各自为政、水平参差不齐，缺乏产业可持续发展大局观。庞大的鲆鲽类养殖产业面临转型突破。



大菱鲆

*Scophthalmus maximus*

**慎选**

海鲜明鉴根据综合评估认为中国的鲆鲽类养殖在推动中国海水鱼养殖发展、满足自给水

产品供应等方面成就斐然，相关养殖业在工业化养殖推进、饲料研发、养殖管理均位于全国领先行列，但在病害防治、化学品合理有效使用、自然资源科学利用等领域亟需改进。因此，海鲜明鉴认为我国养殖鲆鲽类的推荐级别为黄色-有显著整改空间和必要性的品类。

## 养殖水产品概况

### 1 物种生物学特点介绍

中国养殖的鲆鲽类包括 10 多个本土优质物种和引进物种，其中最主要养殖的为牙鲆 (*Paralichthys olivaceus*)、大菱鲆 (*Scophthalmus maximus*)、半滑舌鳎 (*Cynoglossus semilaevis*)。牙鲆，属鲽形目鲆科牙鲆属，俗称牙片，比目鱼等，体长且扁，呈卵圆状，为底栖冷温性鱼类，原产地为太平洋西北海域。在我国黄海和渤海产量较多，一般体长 25~50 厘米，是处于食物链顶端的肉食性鱼类，仔鱼时期吃浮游生物，到全长约 3 厘米时开始逐渐转为鱼食性，主要捕食日本鳀鱼、玉筋鱼、竹筍鱼、日本鮰鱼的幼鱼、日本枪乌贼等(落合明 and 薄治礼 1983)。大菱鲆，俗称多宝鱼，欧洲多宝鱼、瘤棘鲆，是鲆鲽类中推广力度最大、养殖数量最多的种。大菱鲆鱼体扁平近似圆型，双眼位于左侧，有眼侧呈青褐色，具少量皮刺；无眼侧光滑白色，背鳍与臀无硬体且较长。大菱鲆是原产于大西洋东侧沿岸的冷水性鱼类，在自然环境状态摄食习性为肉食性，幼鱼期摄食甲壳类；成鱼则捕食小鱼、虾等(中国科学院南海海洋研究所 2010)。半滑舌鳎，属鲽形目，舌鳎属，俗称鳎米，牛舌头，体延长呈舌状、侧扁、左右不对称、头部颇短。牙细小，绒毛状。有眼侧无牙，无眼侧牙的排列呈带状。鳞小，有眼侧被栉鳞，无眼侧为圆鳞。有眼侧有侧线三条，无眼侧无侧线。无胸鳍，仅有眼侧有腹鳍，以膜与臀鳍相连，尾鳍尖形。体色有眼侧为褐色或暗褐色，无眼侧为白色。半滑舌鳎是我国特有的重要经济物种，以虾类、蟹类、双壳类及部分中下层小型鱼类为主要食物，主要分布在我国黄渤海海域，具有生长快、食性温和、市场价值高等特点(王腾腾，2016；赵春民，杜伟，高晓东，2011；青岛晚报，2016)。另外，还有属于蝶形目、星蝶属的圆斑星蝶 (*Verasper variegatus*) 和条斑星蝶 (*Verasper moseri*)。圆斑星蝶俗名花斑宝、花蝎，主要分布于我国黄海、渤海、东海以及日本，朝鲜等海域，产量不多，为一种冷温型大型底栖鱼类。圆斑星鲽属于底栖及游泳生物食性的鱼类，主要摄食底栖杂鱼和虾类、蟹类、底栖贝类、沙蚕等。条斑星蝶在我国主要分布于黄海和渤海，朝鲜、韩国和日本也有分布，日本主要本分布在茨城县以北的太平洋沿岸和若狭湾以北的日本海沿岸。近年来条斑星蝶在我国自然海区已很少见有捕获，自然资源极其稀少。条斑星鲽主要摄食底栖杂鱼和虾类、蟹类、底栖贝类等(徐永江，2011)。养殖的鲆鲽类，尤其是大菱鲆、牙鲆、半滑舌鳎三种均属于优质鲆鲽类，可为人类提供丰富的蛋白质、脂肪、必需脂肪酸、胶原蛋白等多种优质营养成分(梁萌青，雷霖霖，吴新颖，常青，郑珂珂，2010)。

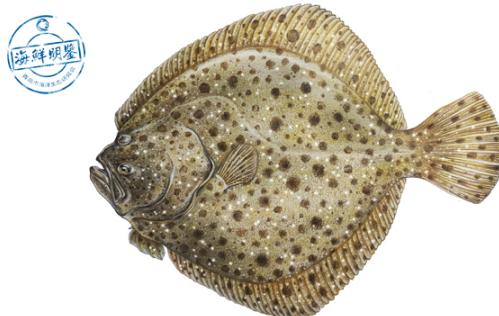




图 1 中国养殖最多的鲆鲽类。从上至下为：大菱鲆、褐牙鲆、半滑舌鳎

绘图：李玉强/海鲜明鉴首席生态手绘师

## 2 贸易相关介绍

鲆鲽类是我国重要的海水鱼养殖组成物种，我国从开始发展鲆鲽类养殖到现在只有短短近 30 年历史，迄今已创造了一个年产量超过 10 万吨、产值 50 亿元的巨大产业，目前中国鲆鲽类养殖产量占世界鲆鲽养殖产量的 65% 以上(宋迁红, 2010; 张云霞, 冷传慧, 李强, 2014)。经历一段先增后稳的变化后，目前我国的鲆鲽类产量稳定在 12 万吨左右(表 1)，大菱鲆、牙鲆、半滑舌鳎等鲆鲽类不仅是我国人民重要的中高端水产品选项，相关产品也畅销日韩港澳等地区及国内大中城市，其中大菱鲆还被评为全国唯一的名牌水产品(滕瑜, 郭晓华, 苑德顺, 王彩理, 2010)。

鲆鲽类水产品不仅可以鲜售、分割和整条冻结贩卖，还可制成软罐头食品和调味鱼干片、熏制品等多种产品形式(林洪, 李萌, 2012; 滕瑜, 郭晓华, 苑德顺, 王彩理, 2010)。国内大菱鲆主要售往各大餐馆、酒店、超市、农贸市场和批发市场。

表 1 2013-2017 中国鲆鲽类主产区养殖产量及全国产量变化统计（数据来源：中国渔业统计年鉴）

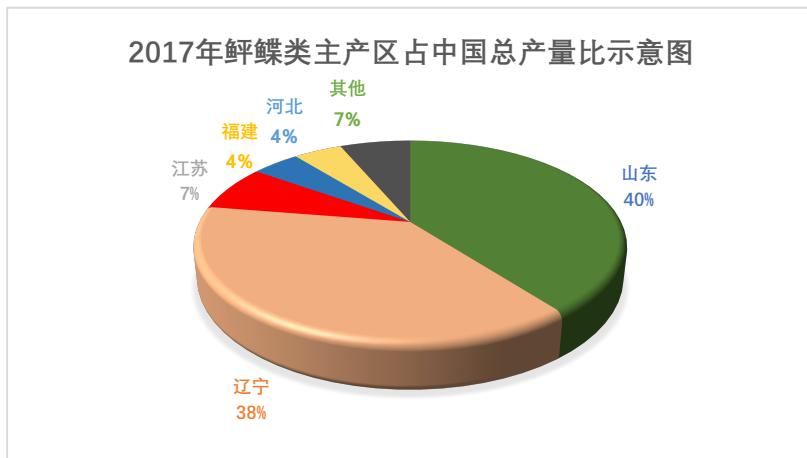


图 2 2017 中国鲆鲽类主产区产量示意图（数据来源：中国渔业统计年鉴）

年份	鲆鲽类养殖产量(吨)					
	山东	辽宁	江苏	福建	河北	全国产量
2013	74164	35821	6632	3280	3797	128216
2014	76008	34730	8856	5294	4063	136026
2015	78368	37334	8931	4811	4287	140455
2016	58952	45115	9139	5852	4307	131389
2017	47411	45558	8746	5230	5273	119892
2018	44287	50660	7942	5844	5286	121882

表 1 2013-2017 中国鲆鲽类主产区养殖产量及全国产量变化统计 (数据来源: 中国渔业统计年鉴)

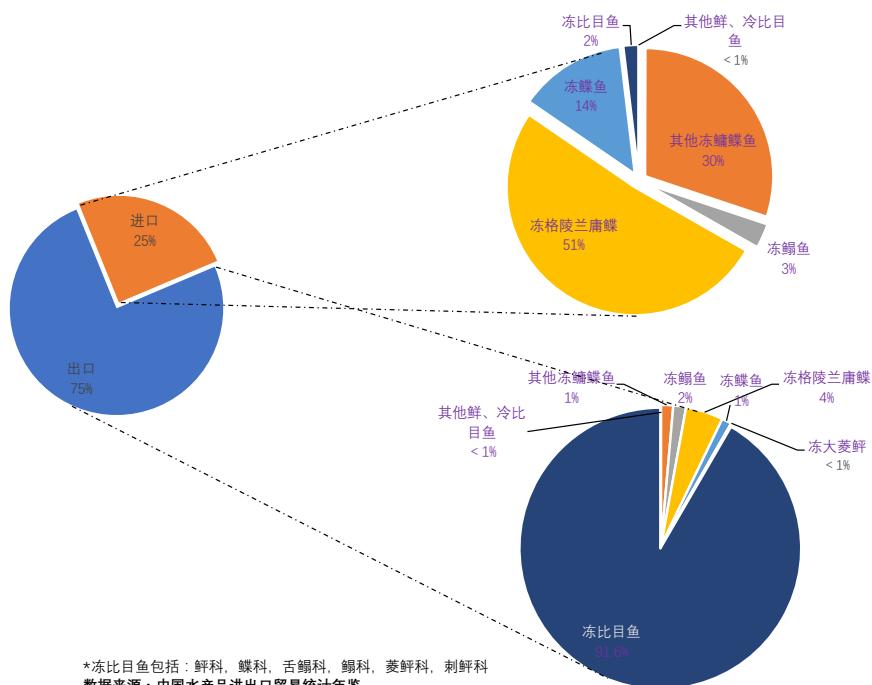


图 2 中国鲆鲽类进出口贸易量占比分析 (单位: 吨)

### 3 常见名及产地

鲆鲽类的主要养殖物种包括大菱鲆、牙鲆、半滑舌鳎，占鲆鲽类养殖产量的 95%以上(林洪, 李萌, 2012; 雷霖霖, 杨正勇, 倪琦, 张和森, 2010)。半滑舌鳎虽然是我国的本地种，但研究起步较晚，直到 2003 年，我国才攻克了其生殖调控及规模化繁育，进行规模化苗种生产。目前，半滑舌鳎养殖已经由黄渤海沿海地区逐渐向浙江福建等南方沿海发展，养殖规模不断扩大。鲆鲽类养殖主要集中在我国的山东、辽宁、河北、天津、江苏等省，此外福建、广东也有小规模养殖，其中山东(主烟台、青岛、威海、潍坊)、辽宁(主丹东、葫芦岛)两省产量占全国 90%左右(宋迁红, 赵永峰, 2016; 杨正勇, 王春晓, 2009; 杨正勇, 郭鸿鹄, 张钰研, 2012; 滕瑜, 郭晓华, 苑德顺, 王彩理, 2010; 王鹤, 2018)。

### 4 安全风险评估及食用建议

鲆鲽类的主要养殖物种大菱鲆(多宝鱼)于 2006 和 2015 年分别暴发过市售多宝鱼检测药残超标的食品安全事件，引起一阵恐慌(关长涛, 2016)。鲆鲽类养殖中较易出现病害，存在部分养殖户用药不规范、甚至滥用违禁药物的情况，导致药残事件发生，但其重金属含量

等远低于国家标准。除去个别报道如 2012 年养殖舌鳎检出硝基呋喃代谢物，2018 天津数个消费渠道采集的大菱鲆、半滑舌鳎样品检测出 10% 左右的样品存在硝基呋喃类代谢物外（高丽娜，马丹，时文博，韩现芹，陈建，李宝华，2018；麦康森，2016），绝大多数市场抽检检验合格，证明在售鲆鲽类产品质量安全，如 15-16 年农业部大菱鲆市场和养殖场抽查合格率百分之百，数据显示山东（大菱鲆主产区）多年多宝鱼抽检合格率达 96% 以上，在广东达 98%，高居各类被检水产品之首（吴佳辉，2016；宋迁红，赵永峰，2016）。目前，对部分鲆鲽类硝基呋喃类代谢物残留是否会对人体产生安全影响仍有待研究（高丽娜，马丹，时文博，韩现芹，陈建，李宝华，2018）。

美国食品药品监督管理局（FDA）根据鱼类中汞含量高低发布了鱼类食用建议，其中对鲆鲽类（野生）的推荐食用次数是每周 2-3 次（每次 4 盎司左右，约 110 克），儿童每次量减半，以从鲆鲽类中获取有益营养元素。选购鲆鲽类时，以鳞片完整、眼球饱满透明、鳃丝鲜红清晰为好，规格上一斤左右的比较适合家庭食用且价格适中，2 斤左右适合餐厅、酒店等消费，价格较高。

## 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

牙鲆 (*Paralichthys olivaceus*)、大菱鲆 (*Scophthalmus maximus*)、半滑舌鳎 (*Cynoglossus semilaevis*)、星突江鲽 (*Platichthys stellatus*)、圆斑星鲽 (*Verasper variegatus*)、条斑星鲽 (*Verasper moseri*) 等是鲆鲽类养殖的主要物种，其中大菱鲆、牙鲆和半滑舌鳎占据鲆鲽类养殖产量的 95% 以上，单单大菱鲆一种就占鲆鲽类总产量的 80% 以上（宋迁红，赵永峰，2016；雷霖霖，杨正勇，倪琦，张和森，2010）。常见的养殖鲆鲽类雌雄生长差异较大，雄鱼性成熟后体重增加变缓，雌鱼则会继续生长，一般要到 2000 克以后才会放缓生长。雌鱼的生长速度比雄鱼要快近一倍，但雌雄外观没有差异，很难通过肉眼分辨，因此雌鱼更受养殖业青睐。我国目前已实现和突破主养鲆鲽类物种的全雌化育苗和推广，也对引进的其他少数养殖鲆鲽类物种，如漠斑牙鲆、大西洋牙鲆等开展了相关的雌诱导育种，我国鲆鲽类全雌化研究虽比国际上起步晚，但目前已攻克相关技术难题并走在世界前列（赵春民，杜伟，高晓东，2011；青岛晚报，2016）。另外，星鲽与牙鲆的外形极为相似，但肉质口感更佳，经济价值高，养殖效益好，且具有更高的抗病力，耐运输，耐冷藏。在目前大菱鲆养殖经济效益下滑的情况下，星鲽也成为了我国推广的养殖新品种。

我国的鲆鲽类养殖产业主要分为以下几类模式（图 2）：1. 温室大棚+深井海水的流水型室内养殖，属于陆基工厂化养殖模式，主要利用地下水（离岸线不远的地下水层）或卤水兑淡水作为海水水源，配套温室大棚保温，同时利用煤炭或电对水进行适温处理。此模式是在沿海海洋环境恶化及水土环境资源有限的条件下倒逼出来的发展模式，主养大菱鲆等物种，常见于我国的山东、辽宁等地（王腾腾，2016；王蔚芳，2014）。2. 海水池塘养殖模式，利用室外池塘进行培育，需要池水够深且水温不能太高，主要用于养殖牙鲆、褐牙鲆等牙鲆科鱼，但到气温过低的时期如冬季（10 月后）需转入室内越冬，待第二年再回到池塘养殖（中国中央广播电视台，2017）。此类养殖模式以辽宁营口地区为代表，山东地区也有部分存在；3.

浅海固定式网箱养殖模式，主要养殖牙鲆和大菱鲆，但在低温时需要移到室内进行“海陆接力”，此类模式主要集中在山东和福建地区(赵永锋, 2006)；4. 工厂化循环水养殖(图 3)，类似于模式一的工厂化养殖，区别在水源循环利用(倪琦, 雷霖霖, 张和森, 杨正勇, 2010)。工厂化循环水养殖对技术和资金要求较高，但具有节水节能高产优质等特点，同时有助于保护海洋生态环境，作为新型水产养殖模式正在天津、山东等地区逐步发展壮大(倪琦, 雷霖霖, 张和森, 杨正勇, 2010; 孙桂清, 张锦, 2018)。除去以上四种主要的鲆鲽类养殖模式，相关养殖业中也存在“南北接力”的操作，南方(如福建漳州)冬天气温较高适合室外育苗，之后用水车将鱼苗汇总运回北方继续养殖，或在冬天将北方大苗转移到南方进行育成，同时在当地上市以减少物流成本(徐开新, 王春晓, 杨正勇, 2012; 赵永锋, 2006)。此外养殖过程中也存在与海参、南美白对虾的混养模式，以及在非鲆鲽类养殖期养殖对虾等其他物种的换养模式(于清海, 宫春光, 殷蕊, 孙桂清, 王青林, 2017; 雷霖霖, 杨正勇, 倪琦, 张和森, 2010)。鲆鲽类的养殖周期多在 1-2 年，个别物种如半滑舌鳎可达 3 年(杨德利, 曾鸣谦, 2013)。

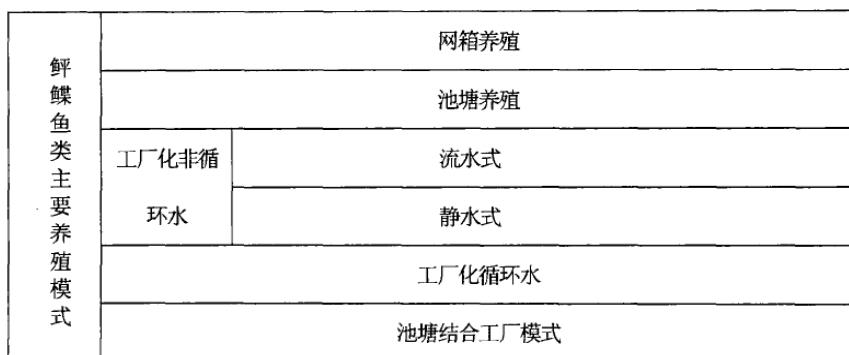


图 3 中国常见鲆鲽类养殖模式概览(刘堃, 2010)

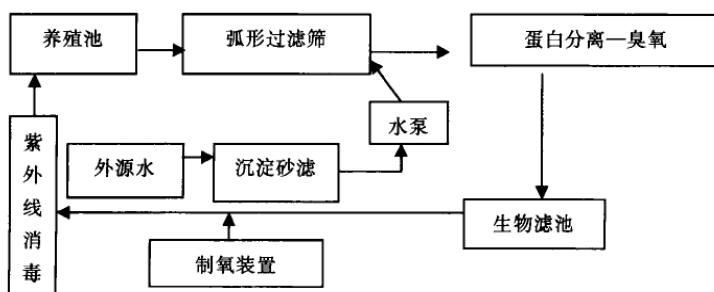


图 4 常见工厂化循环水养殖模式流程图(贾磊, 宋文平, 苗军, 乔延龙, 2010)

鲆鲽类养殖在我国只有短短的近 30 年历史，但已创造了年产量超过 10 万吨、产值超 50 亿元的巨大产业(图 4)(宋迁红, 2010)。目前我国在鲆鲽类养殖科研上，不仅存在国家层面的“鲆鲽类产业体系”(分三个研究室：育种繁育/工程装备/健康养殖与综合，现已融入到新组建的国家海水鱼产业体系)专注于鲆鲽类养殖业在中国的茁壮健康发展(唐东东, 2017a; 宋迁红, 2010)，也发展出中国水产流通与加工协会“大菱鲆分会”这样的鲆鲽类企业自发组成的产业联盟，团结协力推动产业的良好有序发展和转型升级(唐东东, 2017b)。

目前我国的鲆鲽类产业已经实现了多种细胞核诱导方式生产全雌化苗种的苗种培育(中国中央广播电视台, 2017; 赵春民, 杜伟, 高晓东, 2011)；研制了适合鲆鲽类养殖的工业化循环水技术；开发并获国家批量生产的一个海水养殖动物疫苗用于治疗鲆鲽类养殖中常见的腹水疾病，减少病害和用药对养殖业的不利影响(郑燕云, 2016)；研发出可与进口饲料相比，饲料系数进一步降低的‘七好’等国产配方饲料(贾磊, 刘皓, 陈京华, 王彦怀, 宋文平, 2010)；开发出相关鲆鲽类综合信息管理系统用于系统收集养殖企业数据整合用于有

效指导生产对策(刘皓, 宋文平, 贾磊, 2011); 利用耐腐蚀材料建立符合国际 EAN/UCC 标准编码的可追溯技术并在部分厂家应用推广(林洪, 李萌, 2012)。



图 5 2013-17 中国鲆鲽类养殖产量 (分物种) 变化图 (数据来源: 中国渔业统计年鉴)

然而不可忽视的是, 我国鲆鲽类产业目前依旧存在改进、转型的空间。目前整个产业仍处于低迷期, “实验站研发卵-苗种养殖户孵化-养殖者-各类分销商-终端市场”的产业链条结构简单, 产业链缺乏扩充, 末端加工开发能力不足, 物流链和能流链较短(王微波, 2016; 王鹤, 2018; 雷霖霖, 杨正勇, 倪琦, 张和森, 2010)。在养殖面积与规模上, 前期的无序发展, 流水型养殖过程大量过度开采地下水进行新水交换, 造成目前许多地方地下水紧张无法满足养殖业需求, 甚至出现海水倒灌、良田盐碱化等破坏生态环境的现象。养殖过程中废水多直排入周边环境, 造成一定程度的生态污染(宿墨, 宋奔奔, 吴凡, 2013)。各类病害多且发生频率高, 现有防治技术难以满足养殖户需求, 导致抗生素类药品仍是病害防治主流(贾玉东, 雷霖霖, 刘滨, 2012); 依旧存在的冰、鲜杂鱼喂养模式不仅不利于海洋资源环境保护, 并存在携带病原菌进入养殖体系的风险, 产生的排放还易形成二次污染(戴亚娟, 杨正勇, 王方方, 2010; 贾磊, 宋文平, 苗军, 乔延龙, 2010; 鲆鲽类产业技术体系, 2012)。产业相关的养殖专业合作社等产业组织化培育不足, 在实际管理中养殖户多各自为政, 养殖水平参差不齐(王微波, 2016)。以上均是目前制约鲆鲽类养殖产业进一步扩充发展, 走向科学、可持续养殖之路的关键挑战。

作为年产量超 10 万吨, 占世界鲆鲽类产量超 65% 的中国鲆鲽类养殖业, 海鲜明鉴在此评估认为中国鲆鲽类产业发展较快, 在育种、养殖模式发展、疫苗开发等多方面取得了优良成果, 丰富了我国水产品市场供给、提升了我国的海水养殖业水平、促进了相关水产品贸易, 但目前产业发展缺乏合理有序的调控和科学规划, 组织化程度有待提高, 针对养殖中的病害、资源过度消耗、产业链单一、养殖污染等一系列问题, 未来需要加强创新研究及改进投入, 相关产业改进转型与政府管理并行发展, 同时保障相关苗种、渔药、对应养殖保险、企业融资等管理措施能真实、有效地服务于养殖业, 进一步完善和有效实施鲆鲽类水产品可追溯体系及产品配套食品安全监督检验机制, 确保相关水产品安全可靠、产业的可持续发展。

## 政府监管

目前我国建立了鲆鲽类养殖相关的国家、行业标准, 对养殖过程中各要素进行管控(表 2)(林洪, 李萌, 2012)。其中部分标准或规范属于普适性条例, 适用于所有海水养殖活动, 部分条例为针对鲆鲽类的专有条例。我国也针对养殖鲆鲽类开展了从苗种生产到终端贩卖多渠道、多手段的监督管理(未知, n. d.), 实施了“三鱼两药”等专项水产品质量安全整治活

动,开展了大菱鲆可追溯标签市场推广工作,在中国水产流通与加工协会下成立了大菱鲆分会,将涉及鲆鲽类养殖的绝大多数企业纳入到联盟管理中(中国水产门户网, 2016; 林洪, 李萌, 2012)。协会要求会员单位签署自律公约,接受社会监督,定期接受抽检,并与当地渔业主管部门联合将会员单位列入当地质量监管、产品抽查等范围,从而规范约束养殖生产成员的行为(唐东东, 2017b)。

目前我国的鲆鲽类产业已形成政府管理+行业联盟自律的新模式,有助于推动产业科学健康发展。但评估发现当前部分政府管理工作仍有待提高。譬如制定的国家和行业标准不够细致、针对性差,养殖户和企业在运用时仍存在诸多困难(林洪, 李萌, 2012); 鮑鲽类流通及市场监管的相关法律法规不够完善,执法力度有待加强; 流通和市场监管上存在信息管理不到位现象(关长涛, 2016; 杜卓君, 2014); 对在售鱼药、饲料的生产、流通渠道等管理不足,不时有假冒伪劣鱼药和饲料流入市场,破坏正常养殖活动(徐忠, 2012)。此外,鲆鲽类产业发展规划仍处于管理监督空白,包括如何规范养殖户合理利用地下水,约束养殖废水的直排放(于清海, 宫春光, 殷蕊, 孙桂清, 王青林, 2017),防止外来引进物种的养殖个体逃逸,依据当地环境评估承载力设定合适的养殖密度。如何解决上述问题是推动鲆鲽类产业走向可持续发展的关键。

海鲜明鉴根据评估结果认为,中国鲆鲽类养殖业历经近30年的发展,在政府管理和行业自律上均形成了一定的有效监管模式。针对行业目前仍然存在的各类病害暴发、流通销售环节缺乏有效监管、生产忽视环境成本、假冒渔药饲料等各类问题,建议政府加大对鲆鲽类养殖相关渔药、饲料等重要生产要素的管控监督,强化对养殖和流通市场端的监督检验,制定科学产业发展规划,引导鲆鲽类养殖科学有效发展、对各类危害生态环境的养殖行为(如大量吸取地下水,养殖废水直排等)建立相关的管理约束制度,强化养殖业对环境影响的管控、制定并推广有利于行业内良好操作规范的养殖准则。

鲆鲽类养殖过程可采用的标准或规范 Standards and specification of flounder farming		
类别 Category	养殖过程采用的标准或规范 Standards and specification of flounder farming	
国家标准	GB 18407.4 – 2001	《农产品安全质量 无公害水产品产地环境要求要求》
	GB 17378.3 – 2007	《海洋监测规范 第3部分:样品采集、贮存与运输》
	GB 11607 – 89	《渔业水质标准》
	GB 3097 – 1997	《海水水质标准》
农业标准	NY 5362 – 2010	《无公害食品 海水养殖产地环境条件》
	NY 5152 – 2006	《无公害食品 鲣鲽鲳》
	NY 5072 – 2001	《无公害食品 渔用配合饲料安全限量》
	NY 5071 – 2002	《无公害食品 渔用药物使用准则》
	NY 5070 – 2002	《无公害食品 水产品中渔药残留限量》
水产标准	SC/T 2031 – 2004	《大菱鲆配合饲料》
	SC/T 9103 – 2007	《海水养殖水排放要求》
地方标准	DB13/T 1068 – 2009	《无公害食品 漠斑牙鲆海水养殖技术规范》

表2 中国现行鲆鲽类养殖中可采用的标准或规范(林洪, 李萌, 2012) (部分为非强制性)

## 评估项二 栖息地影响

### 栖息地影响

鲆鲽类养殖活动主要集中在沿海地区的市郊或近海,养殖通过几种方式进行,包括池塘

养殖、工厂化养殖、近海网箱养殖模式(雷霖霖, 杨正勇, 倪琦, 张和森, 2010)。工厂化养殖或池塘养殖存在不合理利用地下水资源的现象, 部分地区工厂化养殖车间抽取地下水进行冷热交换, 对地下水资源造成极大浪费。尤其是流水型工厂化养殖, 日换水率高达养殖水体量的 4-8 倍。长期抽取地下水资源易造成地下水资源枯竭, 例如部分养殖场十年前地下 20 米即可取水, 现在需要 100 米以下才能取水; 大量抽取地下水也易造成海水倒灌, 部分养殖场同样深度抽取的地下水盐度比十年前变高提示海水倒灌现象的发生, 因此井越打越深、离岸越来越远(于清海, 宫春光, 殷蕊, 孙桂清, 王青林, 2017; 倪琦, 雷霖霖, 张和森, 杨正勇, 2010)。另外, 养殖废水不经处理排放也易对周边环境造成负面影响。含有饲料残渣、鱼类排泄物的养殖废水富含氮磷等物质, 甚至可能含有潜在病原菌、药物残留, 大多不经处理直排入邻近自然水体(多是近海), 极易引发周边水域水污染等负面问题(于清海, 宫春光, 殷蕊, 孙桂清, 王青林, 2017; 李艳红, 2015; 王鹤, 2018)。同样的问题还存在于鲆鲽类水产品的近海网箱养殖, 其排泄物、饲料等随着网箱与外界水交换直接进入周边海域, 加剧近海水环境的富营养化程度(李艳红, 2015)。



图 6. 养殖废水不经处理直接排放

目前我国仍然缺乏有效的法律法规约束上述影响近海海洋环境、破坏近海栖息地生态功能、过度开采地下水层的行为, 相关执法也不到位。如葫芦岛地区勘探地下水量在日均利用 10 万吨基础上可以持续多年利用, 但产业发展初期日均开采量已经达 20 万吨(赵永锋, 2006), 在缺乏管控的背景下, 当地大菱鲆产业的发展越来越受到水资源的制约, 最终使得养殖户和环境两受伤。

海鲜明鉴根据评估认为, 鲆鲽类的养殖对其所在的近海及沿海陆基生态系统造成一定程度的不良影响, 主要表现为养殖废水大量直接排放入海, 过度无节制索取沿海陆基地下水资源, 相关不可持续行为已对部分地区造成次生影响, 破坏了相应的生态系统、导致栖息地功能丧失。未来建议加强对栖息地的保护, 强化近海环境保护及养殖废水的集中处理后排放, 建立合理的地下水资源利用机制, 鼓励开展循环水等节水节能养殖模式, 开展井盐水利用与海水入侵关系研究, 监测地下水状况、逐步恢复被破坏的栖息地功能, 减弱养殖业对周边环境栖息地的不利影响。

### 评估项三 化学品使用与病害防治

#### 化学品使用

---

鲆鲽类养殖中的化学品主要用于防治各类细菌性、病毒性及寄生虫疾病，使用的化学品种类繁多(杨晓斌，张腾，李华，2013；梁友，王印庚，刘志伟，倪琦，张宇雷，2015)。不同疾病使用的化学品不同，比如针对常见的鲆鲽类腹水疾病使用化学药品有环丙沙星、土霉素、利富康、恩诺沙星、利福平等。部分养殖户也会使用自制的中药，也存在个别养殖户滥用违禁药物、使用国家限制或限量使用的氯霉素、红霉素等进行相关病害防治的现象(徐忠，张翔，2016)。鲆鲽类养殖过程中使用的化学药物种类多且杂，养殖户数量多且分散，给相关监管造成一定的困难。

农业部制定并颁布了水产养殖禁用药物清单，并制定了《水产养殖质量安全管理规定》、《无公害食品渔药使用准则》等一系列相关措施(农业部渔业局, n. d.；曾令兵, n. d.)、规定来约束、规范养殖户养殖过程中化学品的使用。但在具体执行中，存在着相关管理监督执行不到位、部分渔药使用缺乏管理依据、渔药使用残留等缺乏规范管控的问题(梁友，王印庚，刘志伟，倪琦，张宇雷，2015)。部分养殖场仍存在不正确使用化学品的现象，部分地区仍有药残事件见诸报道，如济南2015年市场端抽查发现大菱鲆(多宝鱼)呋喃西林代谢物超标，2018天津多个市场渠道采样检出有10%的大菱鲆和半滑舌鳎存在硝基呋喃类代谢物，指示仍存在化学品违规使用、药物残留风险，相关监管有待加强(关长涛，2016；高丽娜，马丹，时文博，韩现芹，陈建，李宝华，2018)。鲆鲽类养殖中使用的化学品种类繁多，缺乏相关监测及针对剂量等各种相关数据的信息收集，难以评估各类化学品使用是否对周围环境产生不利影响及其影响程度。为规范鲆鲽类养殖中的化学品使用，目前行业内已形成部分自律联盟，如鲆鲽类产业技术体系下的养殖和加工声称不使用任何抗生素，产品质量可追溯(王彩理，刘丛力，郭晓华，苑德顺，滕瑜，2012)。2019年，农业农村部发布水产养殖用药减量方案，在各地实施水产养殖用药减量行动，大菱鲆作为重点养殖品种开展“零用药”技术模式示范也已取得初步成效，依法、科学用药水平明显提高(中国农科新闻网 2019)。鉴于以上评估结果，海鲜明鉴认为鲆鲽类养殖在化学品使用中存在一定问题，主要表现在部分养殖户对化学品使用的相关规范执行不到位，相关部门缺乏相应的监测和数据收集体系等。海鲜明鉴建议未来在推进产业升级的进程中，同时加大对鲆鲽类养殖疫病防治的研发，同时改善苗种质量提高养殖对象的抗病生存力，降低养殖发病率，从源头上减少对化学品的依赖和使用；加强对养殖生产端的监督监管、减少违规使用化学品事件的发生；提高养殖户科学用药的认识，强化合规化学品合理使用、违规化学品严禁使用的原则，督促养殖户开展负责任的养殖生产活动。

## 病害防治

鲆鲽类养殖过程中可能出现的疾病主要有细菌性、病毒性和寄生虫疾病三大类，常见的细菌性疾病有鳗弧菌、哈维氏弧菌、创伤弧菌感染，较为常见的病毒性疾病为病毒性淋巴囊肿，寄生虫类疾病有圆盾纤毛虫、鞭毛虫、车轮虫等多种(梁友，王印庚，刘志伟，倪琦，张宇雷，2015；韩茂森，张晓凌，束蕴芳，朱龙，陈家鑫，2002)。具体到鲆鲽类养殖的三大物种上，大菱鲆养殖中腹水、纤毛虫、红嘴和红底病、肠道白浊、淋巴囊肿、烂尾烂鳃寄生虫和白化等都有较高发生率(图5)；牙鲆养殖中的主要病害是腹水、纤毛虫及淋巴囊肿；半滑舌鳎是腹水、烂尾、纤毛虫病、赤皮病及肠道白浊。在以相调研中发现，超过30%的养殖户报道过以上一种或多种疾病的发生，显示出各类疾病的频发性(杨晓斌，张腾，李华，2013；鲆鲽类产业技术体系，2012)。此外部分研究也显示细菌性疾病在鲆鲽类病害中发生率达50%以上(甘玲玲，王蔚芳，高淳仁，雷霁霖，2014)，指示细菌性疾病是鲆鲽类养殖的常见病害。

许多鲆鲽类病害一经发生极易在养殖环境内随着水流传播,研究发现即便循环水养殖附带紫外杀菌设备,在养殖工具(如鱼捞)、养殖系统(如养殖箱箱壁)等处均能发现带病菌,指示其内部传染性的存在(王印庚,陈君,潘传燕,翟介明,孙礼娟,刘江春,2013)。对于排放含有致病菌的养殖废水对自然环境的影响,目前缺乏相关资料和评估数据,但推测对周边环境能够造成一定程度的不利影响。此外养殖业中普遍存在的利用冻、鲜幼杂鱼饲喂的操作模式,同样存在传播相关疾病病原菌的风险(戴亚娟,杨正勇,王方方,2010)。

我国在鲆鲽类疾病防治领域开展了多方面的相关工作,包括抗病抗逆性育种,研发相关水产疫苗(如2015获批投产的中国第一个海水养殖动物活疫苗-迟钝爱德华氏菌活疫苗,经验证能有效提高20%左右的育苗养殖成活率并已在全国推广使用(匿名,2011;郑燕云,2016)),以及提高养殖技术等多手段缓解病害对产业的影响。目前鲆鲽类养殖产业发力点集中在科研领域,在政府层面尚缺乏相关管控政策措施。与产业发展初期相比,目前我国在鲆鲽类养殖的病害治疗上已取得质的飞跃,掌握多种疾病的发病原理和治疗手段,但病害依旧是困扰鲆鲽类养殖发展的难题之一。

综上所述,海鲜明鉴认为鲆鲽类养殖业各类疾病众多,目前虽在疾病治疗、控制上取得一定成就,但在有效指导养殖户应对各类疾病暴发、科学处理各类病害、有效缓解病害发生等领域仍有待改进。未来建议加强对养殖业的饲养管理、推广标准化养殖技术模式降低养殖发病率(刘龙腾,朱雪梅,赵明军,2018)、多途径开发疫苗、抗病剂和免疫增强剂、完善管理层对疾病的监督管控、降低养殖业的发病率和用药量。

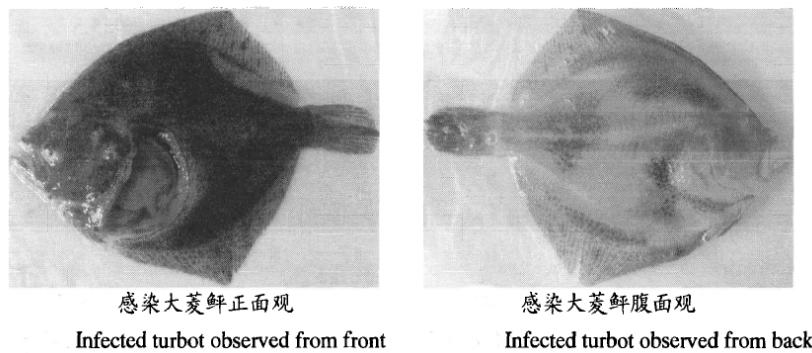


图7 染病致死的养殖大菱鲆(李珊珊, 2007)

## 评估项四 养殖对象逃逸风险及处置

### 逃逸风险

目前中国鲆鲽类养殖产业存在本土优良物种与引进外来物种并存的格局,养殖量最大的大菱鲆原产于英国,之后从欧洲引进了大西洋庸鲽(*Hippoglossus hippoglossus*)、塞内加尔鳎(*Solea senegalensis*)、欧洲鳎(*Solea solea*),从美洲引进了大西洋牙鲆(*Paralichthys dentatus*)、漠斑牙鲆(*Paralichthys lethostigma*),从日本引进了条斑星鲽(*Verasper moseri*),从韩国引进了星斑川鲽(*Platichthys stellatus*);本土物种则包括分布于我国沿海的半滑舌鳎、圆斑星鲽(*Verasper variegatus*)和石鲽(*Kareius bicoloratus*)等多优良物种(王微波,2016)。因养殖模式多为陆基养殖(工厂化养殖、池

塘养殖等），逃逸可能性主要集中在水交换阶段，存在幼苗或配子通过排放水进入自然环境的可能性，部分养殖户将染病未死亡的养殖个体扔入自然环境也可能造成相关养植物种外逃。部分位于近海的网箱也存在养殖个体从网箱逃逸的可能。然而目前我国尚不存在对此领域的分析研究，检索相关公开资料也未发现逃逸报道。因此难以得知是否存在相关逃逸现象及其对生态系统产生影响。养植物种中除去外来引进物种，部分本土物种亦存在选育改良情况（宋迁红，2010），相关逃逸是否会对原有野生种群基因多样性造成影响同样未知。对鲆鲽类相关增殖放流的数据研究中并未发现对外来物种进行不合理放流的情况。

在中国近海海洋环境污染严重、近海渔业捕捞强度高的背景下，猜测即使出现外来物种逃逸，对当地生态系统及生物群落造成的影响可能较为有限，但不可排除逃逸物种在中国近海建立野生种群的可能性，以及与本土物种形成竞争等不利于原有生态系统平衡的风险。有些养殖场在育苗倒池过程中，会把一些畸形鱼苗检出直接扔进地沟排到外海或者贩卖给市民进行放生活动，这类行为对本土鲆鲽类种群乃至整个近海生态系统健康构成威胁，需要制止。

海鲜明鉴根据多方面数据研究评估认为当前对养殖鲆鲽类生物的潜在逃逸风险及危害未知。鉴于我国养殖鲆鲽类中引进种、改良种众多，在此建议未来建立养殖逃逸的管控机制、同时做好及时、有效的监测和记录，在国家和科研层面开展相关风险评估工作，掌握潜在风险，建立可能的处理机制，合理管控外来、杂交物种的养殖范围，避免养殖逃逸对当地生态系统产生影响。

## 评估项五 饲料需求

### 饲料中野生鱼占比与可持续性

鲆鲽类养殖过程中主要使用三种类型的饲料，包括购买的冻、鲜杂鱼（多为鳀鱼、玉筋鱼、鳓等）直接喂食（王腾腾，2016）；半人工饲料，即将鲜活饲料鱼与轮虫卤虫、购买的预混料粉碎后制粒而成的湿态半人工配合饲料；全价配合饲料，指饲料厂商生产销售的全价颗粒饲料，分进口和国产两类别（戴亚娟，杨正勇，王方方，2010）。目前鲆鲽类养殖过程中，对冻、鲜杂鱼的消耗量不小，如大菱鲆养殖产量中有三成左右来自人工配合饲料，其余则主要来自冰鲜杂鱼投喂。养殖户认为投喂鲜杂鱼饲养的鲆鲽鱼生长快且成本低，但却忽视了此类冻、鲜杂鱼不易储存，货源供应不稳定，且存在携带潜在致病菌、投喂残饵污染环境、生产方式对渔业资源保护极其不可持续的诸多问题，配合饲料的使用比例仍有待提高（王鹤，2018；鲆鲽类产业技术体系，2012）（徐开新，王春晓，杨正勇，2012；戴亚娟，杨正勇，王方方，2010）。不过，随着养殖规模扩大和养殖方式转变，海水鱼类养殖对复合饲料的需求也在逐步增加。到目前为止，国内对半滑舌鳎饲料添加方面进行了广泛深入的研究，包括水解鱼蛋白、复合植物蛋白源、壳聚糖、精胺、磷虾粉、谷氨酰胺、小麦胚芽油、不同脂肪源、晶体氨基酸 甘露、寡糖、维生素等营养成分的添加，也包括中药成分的添加，如黄芪、鱼腥草等，以及益生菌、消化酶、牛磺酸的添加，为半滑舌鳎专用饲料的商业化开发和生产提供了理论和技术保障（宋文涛，2016）。加强对鲆鲽类营养生理研究，探明其营养需求及摄食诱导机理是解决人工配合饲料研制和苗种饵料转换的关键所在（李云峰，2010）。



图 8. 鲣鲽类配合饲料

各类养殖模式中，工厂化循环水只使用人工颗粒饲料，室内流水型、池塘和网箱养殖都存在一定程度的冻、鲜杂鱼直接投喂。在鲆鲽类主养物种配合饲料使用比例的调研中发现，半滑舌鳎的配合饲料普及率最高，其次为大菱鲆，最低为牙鲆(王鹤, 2018)。在市场在售的各类人工配合饲料中，经连续多年研发，国产鲆鲽饲料品质目前已逐渐赶超进口饲料(贾磊，刘皓，陈京华，王彦怀，宋文平，2010)。文献分析显示，各类国产或进口鲆鲽类饲料的饲料系数数据多介于 0.7-1 之间(房振华, 2017; 贾磊，刘皓，陈京华，王彦怀，宋文平，2010; 雷霖霖，杨正勇，倪琦，张和森，2010)。此外一般鲆鲽类饲料中蛋白质含量在 50% 左右(戴亚娟，杨正勇，王方方，2010)，源于鲆鲽类对蛋白质的较高需求，根据相关水产企业提供的数据(个人通讯，山东蓝色海洋科技股份有限公司)，其饲料中鱼粉和鱼油的含量分别在 50% 和 6% 左右，根据以上数据计算相关的鱼粉鱼油对应鱼饲料等级比为 (FCR 取 0.7-1.0 之间的中值 0.85 计算，FCR/eFCR 设定为 1)：

$$\text{FFER (鱼粉)} = (\text{鱼粉含量比} * \text{FCR}/\text{eFCR})/22.5 = 2.2\%$$

$$\text{FFER (鱼油)} = (\text{鱼油含量比} * \text{FCR}/\text{eFCR})/5.0 = 1.2\%$$

$$\text{FFDR (饲料鱼依存率)} \leq 2.9$$

相关计算表示鲆鲽类鱼饲料等级比和饲料鱼依存率系数均偏高，还有很大的提升空间。

根据评估结果，海鲜明鉴认为目前鲆鲽类养殖中饲料使用环节存在较大改进空间，现存的冻、鲜幼杂鱼直接喂养的养殖模式不仅不可持续且占比不低。在使用人工配合饲料的评估中发现其饲料系数随着研究发展已逐渐达到 1 以内，饲料鱼依存率、鱼粉/鱼油鱼饲料等价比等比值也在逐步降低，产业饲料正在逐步降低对鱼粉鱼油的依存，但目前依旧需要大量鱼粉鱼油作为饲料原料。在此海鲜明鉴建议未来逐步减少使用幼杂鱼饲料、加强和引导人工配合饲料的应用，同时继续加大对相关饲料效比的研发，进一步减少对野生饲料鱼的依赖。

## 评估项六 种质来源

### 种质来源

我国的鲆鲽类养殖育种工作主要依托国家鲆鲽类产业技术体系育中的繁育研究室、科研院所及大学和省级以上原、良种场，辅以数目众多的小型鲆鲽类苗种培育单位，目前已实现

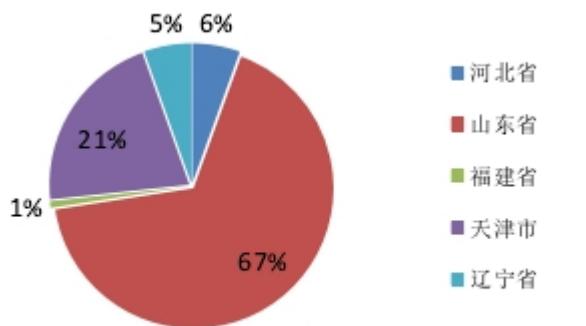
各类养殖鲆鲽类物种的全人工苗种培育，且相关育苗、选育技术均达到国际领先水平。目前鲆鲽类的育苗生产模式主要分为两类：1：亲本→育卵→育苗+成鱼养殖（企业内组织交易）2；亲本→育卵→仅育苗/仅成鱼养殖（企业间组织交易），具体实施情况以“实验站研发卵-苗种养殖户孵化-养殖者”产业模式最为常见。中国鲆鲽类育苗最大的省份地区为山东省，育种份额占据全国的 60%以上比例，其次为天津，占约 20%市场份额，年培育各类鲆鲽类苗种在 3 亿尾左右（图 6）（王微波，2016）。目前所有鲆鲽类的养殖均无须从自然环境索取苗种，完全依靠人工工厂化苗种培育。



图 9. 大菱鲆幼鱼

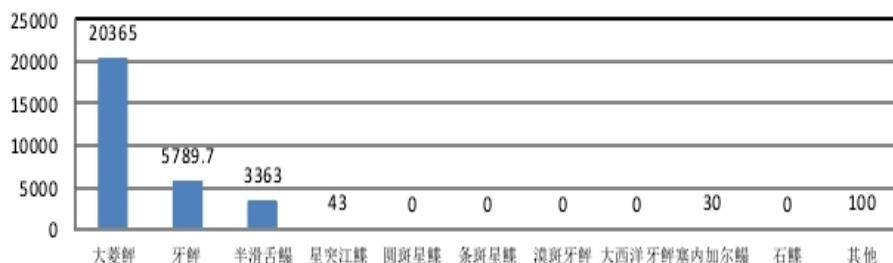
在培育苗种数量增长同时，我国也开展了相关优良品种的选育工作，培育了诸如北戴河中心实验站的“北鲆 1/2 号”、黄海所“鲆优 1 号”、“丹法鲆”、“多宝一号”等生长速度比普通品种快、成活率提高的品种（于清海，宫春光，殷蕊，孙桂清，王青林，2017）。与此同时也在利用现有人工苗种对近海日渐衰退的渔业资源进行补偿，开展了圆斑星鲽等本土物种的增殖放流活动（乳山时讯，2018）。目前条斑星鲽的人工繁育技术尚不成熟，面临的挑战包括亲鱼调控产卵技术尚不稳定，人工繁殖过程中经常遇到亲鱼性腺发育不成熟、未能产卵、激素诱导产卵失败的现象，亲鱼整体成熟率较低，批量受精卵的获取尚依赖于大批量的亲鱼（徐永江，2011）。对于苗种抗病免疫方面的研究也在进行。目前，国内对半滑舌鳎免疫和抗逆方面的研究主要集中在抗逆家系的筛选、免疫基因的克隆与应用、致病微生物的快速检测等方面。科研工作者们希望通过免疫基因的控制，使鱼类产生免疫应答从而提高鱼类的免疫力和抗病力（宋文涛，2016）。此外我国也在开展相关品种的改良杂交工作。值得注意的是，目前部分鲆鲽类主养区如青岛大菱鲆育苗存在种质退化现象（徐忠，2012；贾磊，宋文平，苗军，乔延龙，2010）、现有种质改良进度较慢、现有育苗场良种意识薄弱，相对应育苗管理缺乏科学规划等问题（刘堃，2010；王微波，2016）。

海鲜明鉴根据评估结果认为，我国在鲆鲽类育种上形成了集“产、学、研”于一体的多元化培育苗种产业，相关种业经营和生产体系不断扩大，培育技术也日益革新，但目前仍存在苗种生产环节技术有待提高，企业良种意识薄弱，部分地区出现种质退化现象等问题，据此海鲜明鉴建议日后继续加大对优良种质的研发推广、提高企业、培苗场的良种意识及技术，实现优良种苗资源的普遍供应。同时建议研究评估相关优良种质与野生种群是否存在竞争替代关系，避免人工培育改良、杂交种质进入自然环境，合理使用人工种质资源。



2013 年全国鲆鲽类苗种各地区生产情况

Regions of flatfish fingerling in 2013



2013年全国鲆鲽类不同品种苗种生产量 (单位: 万尾)

Production of different kinds of flatfish fingerling (Unit: ten thousand tail)

图 10 2013 年中国鲆鲽类苗种各主产区生产状况及各物种占比(王微波, 2016)

## 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

鲆鲽类养殖绝大多数采用工厂化养殖的流水型和循环水型养殖(宋迁红, 赵永峰, 2016; 杨正勇, 郭鸿鹄, 张鈺研, 2012), 属于封闭式养殖, 不存在与外界野生动物接触的可能。池塘养殖亦未发现相关野生动物接触记录, 推测与其底栖特性且养殖池塘水深较深有关(赵永峰, 2006), 近海网箱养殖的鲆鲽类目前尚未发现相关野生动物接触的研究或报道, 但推测在喂食等过程中可能吸引周边鱼类等野生动物前往。

根据目前绝大多数鲆鲽类养殖为工厂化和池塘养殖、只有少数地区采用网箱养殖的现状, 海鲜明鉴认为鲆鲽类养殖中基本不存在与野生动物接触的情况, 少数网箱养殖等模式存在此类可能, 但目前缺乏相关评估和数据, 考虑网箱隔离养植物种与外界野生生物种, 也不存在驱赶或清除捕食者、饵料竞争者等情况, 评估基本不存在与野生动物接触的风险。

## 致谢

海鲜明鉴团队衷心感谢江鑫，为本报告提供科学专业的反馈意见。

## 参考文献

- 中国中央广播电视台. (2017). CCTV-7《农广天地》：北鲆2号养殖.
- 中国水产门户网. (2016). 应对多宝鱼价格暴跌 大家一直在行动.
- 乳山时讯. (2018). 山东科合海洋高技术有限公司义务放流圆斑星鲽苗种3.1万尾.
- 于清海, 宫春光, 殷蕊, 孙桂清, 王青林. (2017). 我国北方鲆鲽类产业所面临的问题及应对策略初探. 科学养鱼, 3 - 5. <http://doi.org/10.14184/j.cnki.issn1004-843x.2017.08.002>
- 倪琦, 雷霁霖, 张和森, 杨正勇. (2010). 我国鲆鲽类循环水养殖系统的研制和运行现状. 渔业现代化, 38(04), 1 - 9.
- 关长涛. (2016). 鲣鲽类产业持续健康发展的思考与建议.
- 农业部渔业局. (n. d.). 农业部养殖全程禁用药物的正确清单. Retrieved from <https://www.camcard.com/info/15a000c00f149bc24c95aad36>
- 刘堃. (2010). 鲣鲽类产业价值链的分析及优化-以青岛市鲆鲽类产业为例. 中国海洋大学.
- 刘皓, 宋文平, 贾磊. (2011). 鲣鲽类养殖综合信息管理系统的构建解析. 天津水产, 26 - 29.
- 刘龙腾, 朱雪梅, 赵明军. (2018). 中国大菱鲆产业发展演进与趋势分析. 农业展望, (09), 51 - 64.
- 匿名. (2011). 鲣鲽类产业技术体系成果丰硕. 水产养殖, 47.
- 吴佳辉. (2016). 三千业者联名上书请清除谣言, 为多宝鱼平反昭雪初见成效.
- 吴燕. (2014). 基于贸易分析的鲆鲽类产品国内供给影响因素研究. 上海海洋大学.
- 唐东东. (2017a). 农业部将9大主养海水鱼产业并为一个体系, 近几年内会出台禁用冰鲜鱼投喂有关政策.
- 唐东东. (2017b). 大菱鲆受网络谣言冲击一年减产3-4成, 脆弱的水产养殖业如何披上“铠甲.”
- 孙桂清, 张锦. (2018). 鲣鲽类工厂化循环水养殖技术. 河北农民报, p. A06.
- 宋迁红, 赵永峰. (2016). 大菱鲆产业质量安全现状解读.
- 宋迁红. (2010). 走工业化道路 推动鲆鲽类养殖跨越式发展. 科学养鱼, 4.
- 宿墨, 宋奔奔, 吴凡. (2013). 鲣鲽类半封闭循环水养殖系统运行效果评价. 水产科技情报, 40(1), 27 - 31.
- 张云霞, 冷传慧, 李强. (2014). 2013年全球鲆鲽类产品主要市场概况与分析. 渔业信息与战略, 29(03), 199 - 204. <http://doi.org/10.13233/j.cnki.fishis.2014.03.017>
- 徐开新, 王春晓, 杨正勇. (2012). 鲣鲽类养殖技术需求和技术推广调查. 渔业现代化, 39(05), 27 - 31. Retrieved from [http://www.dt.co.kr/contents.html?article\\_no=2012071302010531749001](http://www.dt.co.kr/contents.html?article_no=2012071302010531749001)
- 徐忠, 张翔. (2016). 海洋渔业养殖鱼用疫苗的经济效用分析. 海洋开发与管理, (5), 55 - 58.
- 徐忠. (2012). 鲣鲽类养殖技术需求分析. 渔业信息与战略, 27(02), 146 - 150.
- 戴亚娟, 杨正勇, 王方方. (2010). 鲣鲽类鱼饲料价格上涨因素浅析. 湖北农业科学, 23 - 25.
- 房振华. (2017). 神爽鲽鲆鱼料潍坊使用第一人, 饵料系数低至0.7, 看他怎么说? .
- 曾令兵. (n. d.). 禁用渔药解读. Retrieved from <http://www.yfi.ac.cn/info/1233/1470.htm>
- 未知. (n. d.). 山东文登市海洋与渔业局狠抓水产品质量安全. Retrieved from <http://www.yyyxx.org/show.asp?id=46520>

- 
- 李珊珊. (2007). 养殖鲆鲽类细菌性病原的鉴定及免疫的初步研究. 青岛科技大学.
- 李艳红. (2015). 基于产业集群网络结构的山东省鲆鲽类养殖企业行为及绩效分析. 上海海洋大学.
- 杜卓君. (2014). 鲣鲽类的水产品流通及市场监管相关政策分析. 管理世界, 60 - 61.
- 杨德利, 曾鸣谦. (2013). 鲣鲽类产业发展现状及趋势分析. 广东农业科学, (09), 124 - 127.
- 杨晓斌, 张腾, 李华. (2013). 养殖鲆鲽类免疫增强剂的研究进展. 中国农业科技导报, 15(6), 46 - 54.
- 杨正勇, 王春晓. (2009). 全球视野下中国鲆鲽类养殖业的发展. 中国渔业经济, 37(06), 115 - 121.
- 杨正勇, 郭鸿鹄, 张鈺研. (2012). 鲣鲽类苗种技术创新与推广对策-基于生产者技术需求调研的思考. 渔业信息与战略, 37(03), 183 - 188. <http://doi.org/10.13233/j.cnki.fishis.2012.03.018>
- 林洪, 李萌. (2012). 工业化养殖鲆鲽类质量安全管理与加工技术研究进展. 中国渔业质量与标准, 2(01), 58 - 61.
- 梁友, 王印庚, 刘志伟, 倪琦, 张宇雷. (2015). 工厂化养殖鲆鲽常见疾病及预防. 水产前沿微信公众号.
- 梁萌青, 雷霖霖, 吴新颖, 常青, 郑珂珂. (2010). 3种主养鲆鲽类的营养成分分析及品质比较研究. 渔业科学进展, 31(04), 113 - 119.
- 滕瑜, 郭晓华, 苑德顺, 王彩理. (2010). 不同规格鲆鲽类的生化组成及营养价值比较. 渔业科学进展, 31(04), 120 - 125.
- 王印庚, 陈君, 潘传燕, 翟介明, 孙礼娟, 刘江春. (2013). 鲣鲽类循环水养殖系统中病害菌的分布及杀除工艺. 渔业科学进展, 34(03), 75 - 81.
- 王彩理, 刘丛力, 郭晓华, 苑德顺, 滕瑜. (2012). 鲣鲽类养殖加工利用现状及发展前景. 山东农业科学, 44(06), 116 - 120.
- 王微波. (2016). 产业链视角下鲆鲽类种业生产模式优化研究. 上海海洋大学.
- 王腾腾. (2016). 两种新型鲆鲽类网箱养殖试验及密度对网箱养殖褐牙鲆的影响. 上海海洋大学.
- 王莎等. (2016). 中国水产品进出口贸易统计年鉴.
- 王蔚芳. (2014). ‘鲆鲽类体系’引导产业走向高端养殖. 中国渔业报, p. A03版.
- 王鹤. (2018). 山东省鲆鲽类产业发展现状与建议. 中国渔业经济, 36(02), 58 - 64.
- 甘玲玲, 王蔚芳, 高淳仁, 雷霖霖. (2014). 鲣鲽类主要病原菌抗血清的制备及应用. 中国工程科学, 16(09), 21 - 25.
- 贾玉东, 雷霖霖, 刘滨. (2012). 循环经济转型下的中国鲆鲽类养殖产业. 渔业信息与战略, 27(04), 330 - 335. <http://doi.org/10.13233/j.cnki.fishis.2012.04.019>
- 贾磊, 刘皓, 陈京华, 王彦怀, 宋文平. (2010). 不同饲料对半滑舌鳎摄食、生长及饲料利用的比较研究. 天津水产, (04), 27 - 35.
- 贾磊, 宋文平, 苗军, 乔延龙. (2010). 天津市鲆鲽类养殖情况调查研究. 中国渔业经济, 28(04), 112 - 115.
- 赵春民, 杜伟, 高晓东. (2011). 我国鲆鲽类全雌苗种技术研究最新进展. 中国水产, 59 - 62.
- 赵永锋. (2006). 发展鲆鲽类养殖 促进海水养殖发展-专访中国工程院雷霖霖院士. 科学养鱼, 6 - 7.
- 郑燕云. (2016). 重磅! 国内首个海水鱼活疫苗获批准文号, 辐射产业产值超50亿元.
- 雷霖霖, 杨正勇, 倪琦, 张和森. (2010). 促进鲆鲽类养殖产业朝循环经济方向-基于鲆鲽类主产区调研的战略思考. 中国工程科学, 12(08), 70 - 78.
- 青岛晚报. (2016). 厉害了中国! 大菱鲆鱼苗实现100%“全雌”, 外国人苦苦攻关技术被我国科学家破解了! .
- 韩茂森, 张晓凌, 束蕴芳, 朱龙, 陈家鑫. (2002). 鲣鲽类常见疾病及其预防治疗. 中国水产, 51 - 52.
- 高丽娜, 马丹, 时文博, 韩现芹, 陈建, 李宝华. (2018). 天津流通领域鲆鲽类水产品硝基呋喃类代谢物残留现状. 河北渔业, 294(06), 34 - 38.
- 鲆鲽类产业技术体系. (2012). 鲣鲽类产业技术需求调查与建议. 中国水产, 26 - 30.
- 麦康森. (2016). 麦康森院士: 我国人工养殖水产品比野生更安全.

---

宋文涛. (2016). 我国半滑舌鳎养殖及研究进展. 科技经济导刊.

徐永江. (2011) 星鲽生殖生理和内分泌特征研究. 中国海洋大学.

窦硕增 and 杨纪明 (1992). "渤海南部半滑舌鳎的食性及摄食的季节性变化." 生态学报 12(4): 368-376.

落合明 and 薄治礼 (1983). "牙鲆的形态、习性和食性的研究." 国外水产. 中国科学院南海海洋研究所 (2010). "大菱鲆." from [http://www.scsio.cas.cn/kxcb/kpwz/201009/t20100908\\_2952564.html](http://www.scsio.cas.cn/kxcb/kpwz/201009/t20100908_2952564.html).

中国农科新闻网 (2019). "农业农村部发布水产养殖用药减量方案 提高水产品质量和安全性." from <http://www.nkb.com.cn/2019/0401/314766.shtml>.