



· 综述 ·

## 大食物观背景下中国淡水养殖业高质量发展的挑战与对策

王建军<sup>1#</sup>, 徐思雨<sup>2#</sup>, 赵文武<sup>3</sup>, 冯建彬<sup>4</sup>, 李利冬<sup>3</sup>,  
邹曙明<sup>4</sup>, 崔利锋<sup>3</sup>, 李家乐<sup>4\*</sup>

(1. 上海海洋大学海洋文化与法律学院, 上海 201306;

2. 上海交通大学医学院附属第六人民医院, 上海, 200233;

3. 全国水产技术推广总站, 中国水产学会, 北京 100125;

4. 上海海洋大学水产与生命学院, 上海 201306)

**摘要:** 保障国家粮食安全, 践行大食物观具有极端重要的意义。淡水养殖业对于优化中国居民膳食结构, 提高人类营养健康水平具有不可替代的作用。为厘清淡水养殖业发展中的问题, 探寻中国淡水养殖业高质量发展的对策, 本文对 2013—2022 年《中国渔业统计年鉴》中淡水养殖业的养殖方式和养殖种类进行了梳理统计, 并对以池塘养殖、大水面生态养殖、稻渔综合种养、设施渔业及盐碱水体养殖共 5 类主要养殖模式为代表的中国淡水养殖业发展趋势进行了分析, 归纳出中国淡水养殖业高质量发展面临的挑战。在此基础上, 从淡水养殖空间拓展、设施现代化、种源自给、病害防控、产品加工转化 5 个方面, 探索性地提出中国淡水养殖业高质量发展的着力方向, 并进一步从国家政策、科技进步、人才队伍、技术推广和财政资金 5 个维度提出中国淡水养殖业高质量发展的保障措施。以期为中国淡水养殖业转变方式结构, 实现绿色健康高质量发展提供参考。

**关键词:** 大食物观; 淡水养殖业; 高质量发展; 挑战与对策

**中图分类号:** S 953

**文献标志码:** A

水产品是重要农产品, 也是优质动物蛋白主要来源。随着我国居民生活水平不断提升, 消费者对优质水产食物也产生了更大需求<sup>[1]</sup>。“要树立大食物观, 从更好满足人民美好生活需要出发, 掌握人民群众食物结构变化趋势, 在确保粮食供给的同时, 保障肉类、蔬菜、水果、水产品等各类食物有效供给。要向江河湖海要食物, 稳定水产养殖, 提高渔业发展质量”<sup>[2]</sup>等关于“大食物观”

的系统论述, 为渔业发展指明了新方向。2022 年 1 月农业农村部印发《“十四五”全国渔业发展规划》, 明确了“十四五”期间全国渔业高质量发展的指导思想、主要原则、发展目标、区域布局和重点任务, 提出了渔业产业发展、绿色生态、科技创新和治理能力四个方面的发展要求, 对推进中国渔业高质量发展和现代化建设做出了总体部署<sup>[3]</sup>。其中, 淡水养殖业高质量发展是“十四五”全

收稿日期: 2023-09-27 修回日期: 2023-10-19

资助项目: 中国科协学会联合体品牌建设项目(面向国土整体资源的大食物安全战略研究)

第一作者: 王建军, 从事渔业经济管理与政策、淡水生态养殖等研究, E-mail: jianjunwang@shou.edu.cn;

徐思雨, 从事渔业政策与组织管理等研究, E-mail: xsypiano@163.com, #为共同第一作者

通信作者: 李家乐(照片), 从事水产种质资源与种苗工程、淡水生态养殖等研究, E-mail: jlli@shou.edu.cn



国渔业发展规划的重要内容。在全国水产品供给结构中, 淡水养殖产品起着举足轻重的作用。根据《中国渔业统计年鉴》数据, 截止 2022 年, 淡水养殖产量为 3 290 万 t, 占全国水产品总量的 48%。淡水养殖业经济产值, 由 2016 年 5 813 亿元增长至 2022 年 7 863 亿元, 增长率接近 35%。淡水养殖业与淡水捕捞业比重也从“十三五”初 93 : 7 进一步提升到“十四五”初 96 : 4<sup>[4]</sup>。淡水养殖业高质量发展对于保障中国粮食安全和优质食物供给, 优化居民膳食结构及践行大食物观具有重要意义。

国内外关于淡水养殖业研究一直受到学界关注, 取得一些重要成果, Edwards 等<sup>[5]</sup>从粮食安全角度认为淡水养殖业对全球粮食安全和营养供给做出了重要贡献, 为应对人类对食物营养需求不断增长, 淡水养殖业规模应进一步扩大。Zhang 等<sup>[6]</sup>对淡水养殖和海水养殖产量、价格及营养水平等进行了比较分析, 认为淡水养殖贡献大于海水养殖。一些学者从水产养殖空间、从业人员、环境保护等出发, 研究上述资源因素对淡水养殖业影响, 张文博<sup>[7]</sup>研究发现随着中国水产养殖产量持续增加, 养殖空间及从业人员不断缩减, 淡水养殖必须向可持续集约化方向发展。穆希岩等<sup>[8]</sup>基于全国污染源普查数据, 对中国水产主要养殖模式和养殖种类排污情况进行了梳理, 认为水产养殖业绿色发展初见成效。于秀娟等<sup>[9]</sup>基于中国渔业统计年鉴提出了稳定水产养殖面积的重要性, 并从保护和拓展水产养殖空间角度提出了保障水产品有效供给的对策和建议。但是, 关于在新时代大食物观背景下中国淡水养殖业高质量发展挑战与对策的研究成果还比较少见。本文结合学界和业界对中国淡水养殖业相关研究成果<sup>[10-11]</sup>, 对中国淡水养殖业发展现状、发展趋势进行了分析, 并提出了中国淡水养殖业高质量发展的着力方向及相关保障措施, 以期为中国淡水养殖业转变方式和结构, 加快淡水养殖业绿色发展提供参考。

## 1 中国淡水养殖业的发展现状

### 1.1 中国淡水养殖的主要方式

中国淡水养殖目前主要有池塘养殖、大水面生态养殖、稻渔综合种养、设施养殖、盐碱水养殖 5 种方式。根据 2013—2022 年《中国渔业统计年鉴》数据, 对前 4 种淡水养殖方式养殖产量、

养殖面积及变化趋势做出分析<sup>[4]</sup>。盐碱水养殖统计数据不够完整, 只做简要介绍。

**淡水池塘养殖** 池塘养殖为中国淡水水产品供给做出了最大贡献。2022 年全国池塘养殖产量为 2 414 万 t, 占全国陆域淡水养殖总产量 73%。其中, 广东、湖北和江苏仍是全国池塘养殖主要区域, 3 省合计产量 1 074 万 t, 贡献了全国池塘养殖总产量 45%。从变化趋势看, 2013 年至 2022 年中国池塘养殖产量从 1 989 万吨上升至 2 414 万 t, 呈总体上涨趋势, 而养殖面积从 262.3 万 hm<sup>2</sup> 至 262.5 万 hm<sup>2</sup>, 除 2016 年和 2017 年出现调整性下降外, 养殖面积变化很小, 这得益于池塘养殖技术水平的进一步提升。

**大水面生态养殖** 我国有丰富多样且分布广泛的湖泊、水库等大水面养殖资源, 主要集中在中东部平原、东北平原和青藏高原等区域。截止 2022 年, 中国大水面养殖面积共计 228 万 hm<sup>2</sup>, 其中湖泊、水库和河沟分别为 69 万 hm<sup>2</sup>、145 万 hm<sup>2</sup>、14 万 hm<sup>2</sup>, 提供的水产品分别为 83 万 t、287 万 t、47 万 t。大水面生态养殖贡献了中国淡水水产品供给量 13%。“十四五”以来, 受环保政策变动影响, 我国大水面养殖产量和养殖面积皆呈下滑趋势。据统计, 大水面养殖产量从 2016 年 662 万 t 降至 2022 年 417 万 t, 降幅达 37%, 养殖面积由 2016 年 327 万 hm<sup>2</sup> 降至 2022 年 228 万 hm<sup>2</sup>, 降幅达 30%。目前大水面养殖主要发展以水域生态和资源保护为主导的人放天养、环保网箱、水域牧场等养殖模式。随着大水面养殖向生态化、集约化模式调整, 未来大水面养殖仍将是全国淡水水产品供给的主要来源之一。

**稻渔综合种养** 近年来我国稻渔综合种养产业蓬勃发展, 产业规模持续扩大, 产业发展效益同步提升, 新业态新模式不断涌现。从种养面积和产量看, 中国稻渔综合种养面积和产量近年来逐年攀升, 从 2013 年 152 万 hm<sup>2</sup> 和 145 万 t, 逐年扩大至 2022 年 286 万 hm<sup>2</sup> 和 387 万 t, 面积和产量增长达 88% 和 167%, 均创历史新高<sup>[4]</sup>。从种养种类和模式分布看, 中国已逐步形成了稻-虾、稻-鱼、稻-蟹、稻-鳖、稻-螺、稻-蛙等典型模式<sup>[12]</sup>。其中, 种养规模排前三的是稻-虾、稻-鱼和稻-蟹种养。据统计, 与“十二五”末的 5% 相比, “十三五”末, 稻渔综合种养贡献了全国淡水养殖产量 11%。这主要得益于稻-小龙虾共作模式的快速推广和应用。据测算, 稻-虾种养对稻渔综合种养面

积增长贡献率高达 83%<sup>[4]</sup>。

**淡水设施养殖** 设施养殖主要包括工厂化养殖、网箱养殖和围栏养殖<sup>[13]</sup>。据统计,我国淡水工厂化养殖发展很快,2022年养殖体积和产量分别为 6 014 万 m<sup>3</sup> 和 40 万 t,与 2013 年全国淡水工厂化养殖体积 2 802 万 m<sup>3</sup>、养殖产量 21 万 t 相比,分别提高 115% 和 94%。但是,我国淡水网箱养殖和淡水围栏养殖面积和产量迅速下降,2022 年全国淡水网箱养殖面积为 1 347 万 m<sup>2</sup>、养殖产量为 29 万 t,与“十三五”初的 14 297 万 m<sup>2</sup> 和 136 万 t 相比,不到 1/10、1/4;而淡水围栏养殖面积和养殖产量也从“十三五”初 215 456 万 m<sup>2</sup> 和 47 万 t,下降至 2022 年的 7 549 万 m<sup>2</sup> 和 3 万 t,降幅超过了 27 倍和 14 倍。

**盐碱水养殖** 近年来,随着适合盐碱水养殖对象不断开发,“挖塘降盐、以渔治碱”模式构建和初步推广,盐碱水养殖取得了一定进展。据统计,我国有 4 600 万 hm<sup>2</sup> 的低洼盐碱水域,一些地方正在利用或即将利用这些盐碱水域因地制宜发展大宗淡水鱼、凡纳滨对虾 (*Litopenaeus vannamei*)、罗非鱼 (*Oreochromis* spp.)、斑点叉尾鲷 (*Ictalurus punctatus*) 等种类的养殖,挖掘和培育成活率高、抗病性强的耐盐碱水养殖对象以及创新和优化盐碱水质调控技术已成为我国盐碱水域水产养殖发展的重点工作<sup>[10]</sup>。

## 1.2 中国淡水养殖的主要种类

中国淡水养殖的主要种类包括:大宗淡水鱼、特色淡水鱼、虾蟹贝、龟鳖蛙等。根据 2013—2022 年《中国渔业统计年鉴》数据,对上述养殖种类的养殖产量及其变化做出分析<sup>[4]</sup>,具体如下。

大宗淡水鱼占中国淡水养殖产量最大,主要以青鱼 (*Mylopharyngodon piceus*)、草鱼 (*Ctenopharyngodon idella*)、鲢 (*Hypophthalmichthys molitrix*)、鳙 (*Aristichthys nobilis*)、鲤 (*Cyprinus carpio*)、鲫 (*Carassius auratus*)、鳊 (*Parabramis pekinensis*)、鲂 (*Megalobrama skolkovii*) 等为代表。据统计,2022 年全国大宗淡水鱼养殖产量为 2 026 万 t,占全国淡水养殖总量 62%,同比增长 2%。其中,排名前三的依次为草鱼、鲢及鳙,其养殖产量分别为 591 万 t、388 万 t 和 327 万 t,分别占全国大宗淡水鱼养殖产量的 29%、19% 和 16%。

特色淡水鱼主要包括罗非鱼、鲈、黄颡鱼 (*Pelteobagrus fulvidraco*)、鲮、乌鳢 (*Channa argus*)、

鳊 (*Siniperca chuatsi*) 等种类<sup>[4][11]</sup>。2022 年全国特色淡水鱼养殖总产量为 610 万 t,占全国淡水养殖总量的 19%,同比增长 6%。其中,特色淡水鱼养殖产量排名前 6 的依次为罗非鱼、鲈、黄颡鱼、乌鳢、鲮和鳊,这 6 种特色淡水鱼的养殖总产量为 451 万 t,占全国特色淡水鱼养殖产量的 74%。

“十三五”以来,全国淡水虾、中华绒螯蟹 (*Eriocheir sinensis*)、淡水贝类和龟鳖蛙等的养殖产量也实现了平稳增长。淡水虾主要养殖种类是克氏原螯虾 (*Procambarus clarkii*)、凡纳滨对虾、日本沼虾 (*Macrobrachium nipponense*)、罗氏沼虾 (*M. rosenbergii*),2022 年中国淡水虾养殖产量 405 万 t,同比增长 9%。小龙虾以 289 万 t 的养殖产量和 173.33 万 hm<sup>2</sup> 的养殖面积居第一位,这主要得益于稻-虾种养快速发展,凡纳滨对虾以 76 万 t 养殖产量居第二位,青虾以 23 万 t 养殖产量居第三位,罗氏沼虾以 18 万 t 养殖产量居第四位,这 4 种虾类养殖产量分别占全国淡水虾养殖产量 71%、19%、6% 及 4%。2022 年,中华绒螯蟹养殖产量 82 万 t,河蚌、螺和蚬等淡水贝类养殖产量 19 万 t,龟鳖蛙合计产量 64 万 t。

## 2 中国淡水养殖业发展的趋势

通过上述分析可知,淡水养殖业为中国的食物供给和粮食安全做出了极其重要的贡献。随着国家对生态环境保护要求的不断提高,以及相关部门对水产绿色健康养殖技术的大力推广<sup>[14]</sup>,淡水养殖方式将进一步向低消耗、低排放的生态健康养殖模式转变,水产品供给模式将进一步向高品质、高效益的绿色健康高质量发展方向转变。

### 2.1 淡水池塘养殖继续保持主导地位,更加强调结构优化

淡水池塘养殖在中国有最悠久历史,在淡水养殖中长期占据最大比重。2022 年全国淡水池塘养殖产量 2 414 万 t,占全国淡水养殖总产量近 73%<sup>[4]</sup>,单产 9 197 kg/hm<sup>2</sup>,比 2002 年 5 155 kg/hm<sup>2</sup> 增加了 78%,淡水池塘养殖已成为乡村振兴、农民增收的主导产业之一。随着国家一系列政策规划的出台以及池塘标准化养殖技术的推广应用,未来池塘养殖仍将在水产品供给结构中保持主导地位,但占比将会下降,更强调生态绿色、提质增效和结构优化。具体来说,一是淡水池塘养殖更强调循环化、生态化,“池塘+光伏”、“池塘+养



殖箱”、“池塘+稻田”等“池塘+”模式将不断出现, 养殖新技术进一步完善后推广, 池塘养殖逐渐向环保无污染的多种类“混养模式”转变。二是淡水池塘养殖效率和养殖效益将不断提高, 随着池塘标准化改造、池塘增氧投饵和养殖尾水处理技术等的应用, 池塘养殖基础条件不断改善, 饲料利用率、良种应用率不断提高<sup>[15]</sup>。三是淡水池塘养殖对象的品质将进一步提升, 消费者更加注重养殖水产品绿色、生态和质量改善, 对高端优质水产品的需求将进一步加大, 未来将加大名特优对象养殖规模, 各地区因地制宜发展优势种类, 以生态养殖区域布局, 保障池塘养殖水产品的品质要求。

## 2.2 大水面生态养殖在保护中发展, 更加依靠三产融合

2019年12月, 农业农村部、生态环境部、林草局三部门联合发布《关于推进大水面生态渔业发展的指导意见》指出, 湖泊、水库等大水面, 是我国内陆渔业水域的重要组成部分, 在建设水域生态文明、保障优质水产品供给、推动产业融合、促进渔民增收等方面发挥着重要作用。2022年8月, 农业农村部召开“十四五”渔业高质量发展推进会, 会议强调要认真贯彻落实关于大食物观的重要论述, 稳步提升水产养殖业现有生产能力, 着力抓好水产品稳产保供, 还需“管好、用好大水面, 向江河湖海要食物”。未来大水面养殖将紧跟时代要求, 在扎实推进长江水生生物保护战略的同时, 更加强调休闲渔业推动下的三产融合发展<sup>[11]</sup>。具体来说, 一是将进一步协调好渔业发展与生态环境保护的关系, 开展大水面功能分区和规划, 依据本地水域环境条件、渔业资源禀赋、大水面养殖承载力, 以及差异化市场需求, 明确不同区域湖泊、水库等大水面生态养殖的总体定位。二是将建立严格的大水面养殖准入制度和退出机制, 从政策法规等方面制定严格的养殖准则和规范, 积极探索大水面绿色健康养殖退出机制, 如针对水产品质量和水域环境连续检测不达标的养殖者, 会强制其退出。三是将加快渔业三产融合, 大水面渔业会突出特色, 逐步与旅游观光、餐饮康养等文旅产业融合, 推动绿色养殖、旅游观光、餐饮服务模式创新, 在环境可承载力范围内, 积极拓展渔民的收入来源, 充分发挥大水面渔业的社会效益和经济效益。

## 2.3 稻渔综合种养将进一步增长, 更加突出稳粮增收

稻渔综合种养具有“不与粮争地、投入小、风险低、效益高”等特点。从“十三五”开始到现在, 中国稻渔综合种养通过技术创新和养殖模式创新, 实现了快速发展。从2016年152万 $\text{hm}^2$ 和163万t, 提升至2022年的286万 $\text{hm}^2$ 和387万t, 稻渔综合种养面积和产量均创历史新高, 并涌现出宁夏贺兰县稻渔空间乡村生态观光园、安徽霍邱县三流乡稻虾综合种养万亩示范片等一系列区域特色品牌。“十四五”及以后一段时间, 在大食物观引领下, 通过种养技术和良种培育、先进稻渔种养模式推广、一二三产业融合发展等, 稻渔综合种养的规模将进一步扩大, 养殖产业化水平和附加值将进一步提高。具体来说, 一是更加注重在确保粮食生产功能用地和粮食供应安全的基础上, 各地区因地制宜做好稻渔综合种养产业发展规划, 拓展稻渔综合种养面积, 发展稻渔种养<sup>[12]</sup>。二是更加强调探索推广多种高效稻渔生态种养模式, 充分挖掘拓展稻渔产业的多功能性, 积极推广“繁养分离、多种混养”稻渔综合种养新技术, 推广“少挖边沟”或“不挖边沟”稻渔养殖模式, 提高种养产量, 带动渔民增产增收。三是将推动稻渔产品向初加工、精深加工及稻渔仓储、物流等产业布局, 提高稻渔产品附加值。

## 2.4 淡水设施养殖快速发展, 更加依靠科技进步

为进一步巩固提升设施渔业综合生产能力, 贯彻落实大食物观下“向设施农业要食物”的重要部署, 2023年6月, 农业农村部等四部委联合发布我国首部设施农业规划——《全国现代设施农业建设规划(2023—2030年)》<sup>[16]</sup>, 明确提出要快速提高淡水养殖的机械化率和淡水设施化养殖的产量。未来以工厂化、智能化为特征的淡水设施养殖将快速发展, 更加突出科技进步、资源节约和环境友好的现代淡水养殖发展目标<sup>[13]</sup>。具体来说, 一是大力推进淡水池塘标准化改造, 开展传统养殖池塘护坡加固、清淤加深, 配套陆基养殖桶、养殖箱等设施, 配备精准投喂系统、智能化增氧系统、水质监控系统、疫苗自动注射机、自动施药机、起捕采收设备等。二是露天陆基流水槽、圆池养殖为代表的养殖模式将快速发展, 这些养殖模式将因地制宜利用当地水资源, 以较低的成本突破资源环境制约, 持续提高淡水养殖业

单位产出效率。三是室内淡水设施养殖模式将稳步发展, 以工业方式发展设施养殖, 通过对养殖淡水进行物理过滤、生物净化、杀菌消毒、曝气增氧等一系列处理, 使大部分淡水资源得以循环利用, 室内养殖过程全程受控, 具有节水、节地、控温、节约能源、养殖对象增长速度快等显著优势。推进淡水设施养殖比重, 提高科技进步贡献率和机械化率, 是保障重要水产品稳定安全供给的关键。

### 2.5 盐碱水体改造利用越来越多, 更加突显效益提升

2019年, 农业农村部等10部委《关于加快推进水产养殖业绿色发展的若干意见》中明确提出, 应加强盐碱水域资源开发利用, 积极发展盐碱水域绿洲渔业技术, 服务水产养殖高质量发展, 这为我国盐碱水域水产养殖进一步发展指明了发展方向。未来盐碱水域水产养殖将通过降盐治碱技术模式的创新和推广, 更加注重适盐性高附加值养殖对象培育和筛选。具体来说: 一是更多的盐碱水体得到改造和利用, 通过开发运用洗盐、调水、改底等一系列盐碱地改造技术, 采取“挖塘降水, 抬土造田, 渔农并重”模式, 达到以渔治碱、以渔排碱目的, 随着降盐治碱技术不断成熟和完善, 用于水产养殖的盐碱水体面积将不断扩大。二是耐盐碱水体养殖种类不断增多, 除淡水广盐种类在盐碱水域扩大养殖面积以外, 一些传统的海水养殖对象也不断引进到盐碱水域开展试验养殖, 这将有助于不同盐碱水区域引进、筛选及驯化更多耐盐碱种类, 有利于加快培育适合盐碱水域养殖良种, 盐碱水养殖种类将进一步增加。改善并利用盐碱地水域资源将成为水产养殖业拓宽食物供给来源新方向, 充分利用盐碱水域进行水产养殖, 是促进乡村振兴和渔民增收, 推进生态文明建设的重要途径。

## 3 中国淡水养殖业高质量发展所面临的主要挑战

近年来, 中国淡水养殖业的快速发展为“大食物”供给结构优化、粮食安全保障以及助力乡村振兴等方面发挥了重要作用。但是, 中国淡水养殖正面临生态环境和自然资源一系列限制或挑战。具体来说, 淡水养殖正面临养殖空间缩减、养殖工业化程度不高、养殖技术支撑力薄弱、养殖环

境和病害问题突出以及水产供给品加工率低等一系列问题。

### 3.1 淡水养殖空间不断缩减

根据中国渔业统计年鉴数据显示, 中国淡水养殖业主要分布在沿江沿海的7大流域, 分别为长江流域、珠江流域、淮河流域、黄河流域、海河流域、辽河流域及松花江流域。其中长江流域、珠江流域及淮河流域贡献了全国淡水养殖总产量的80%以上, 淡水养殖业呈现出明显的区域分布不均匀特征。与此同时, 随着国家水产养殖环保政策的严紧, 中国淡水养殖空间呈不断缩减的态势。从2013年的601万 $\text{hm}^2$ 下降至2022年的503万 $\text{hm}^2$ , 十年内下降了16%。造成中国淡水养殖空间不断缩减的主要原因在于: 一是工业化、城镇化的快速发展, 导致部分地区的养殖水面被填, 一些适宜养殖的陆域滩涂被集体征用; 二是养殖水体环境污染整治, 造成大量养殖网箱、网围被拆除, 很多大水面变成了禁养区或限养区<sup>[17]</sup>, 少部分鱼塘因复垦还耕而被填埋, 等等。因此, 淡水养殖面积特别是大水面养殖和池塘养殖面积呈不断缩减的趋势。

### 3.2 淡水养殖工业化程度不高

摆脱自然条件限制, 按照工厂化要求实施生产过程的标准化控制, 实现订单式高效生产, 是渔业工业化发展的主要标志。然而, 我国淡水养殖模式的主要作业环节存在着机械化、信息化融合不够等问题。究其原因, 一是我国淡水养殖水体条件各异, 尽管在湖北、广东、江苏、湖南、江西、安徽等淡水养殖主产区拥有集中连片池塘, 比较容易开展机械化改造, 这些地方的工业化程度较高, 但云南、贵州、重庆、四川等山区分散的池塘、山塘很多, 要实现机械化难度较大, 限制了养殖工业化。二是我国淡水养殖整体技术体系薄弱, 对养殖生态变化的水质检测和控制技术水平不高, 大多数工厂化养殖监控技术处于物理性传感器监测与控制输出层面, 部分养殖场所缺乏排放水净化技术与设施, 能够实现循环水处理和再利用的养殖场所较少。三是淡水设施养殖经济效益较难保证, 特别是工厂化养殖由于养殖设施需要较高的投入, 增加了成本, 目前养殖对象的价格很难达到理想状态, 往往养殖没有效益, 有些甚至亏本, 影响了淡水养殖工业化进程。

### 3.3 科技支撑较为薄弱

据统计, 遗传育种、疫病防控、加工流通、节能环保、资源养护和生态修复等方面的科技进步对水产养殖的贡献率由 2015 年 58% 提高至 2022 年 69%。但据 FAO 资料, 与发达国家相比, 中国还不是渔业科技强国, 淡水养殖业在资源调查与评价、水生生物保护以及信息化和智能化等领域还存在很大提升空间。究其原因, 一是淡水养殖一线从业人员素质普遍较低, 改革开放以来我国培养了大批水产养殖大中专毕业生, 但还满足不了产业快速发展的需要, 在淡水养殖一线的大中专毕业生还比较少, 表现为专业欠缺、经验不足等一系列问题。二是水产种业创新能力较弱, 我国现有各类水产种业企业 2 万余家, 年产值达 600 多亿元, 基本可满足鱼虾蟹贝藻等养殖种类的种苗供应; 尽管经全国水产原种和良种审定委员会批准的水产新品种有 283 个, 淡水新品种占 55% 左右, 但与淡水养殖高质量发展的要求还不很适应, 它们对产业贡献率不到 30%, 在核心育种技术、良种科技研发与商业化育种等方面尚有较大发展空间<sup>[18]</sup>。

### 3.4 淡水养殖病害问题较为突出

通过养殖布局和养殖方式优化, 我国淡水养殖主要污染物排放大为降低, 鱼病防控取得长足进步。但面对来自内源鱼虾残饵和代谢有机物、外源氮磷化学品污染等影响, 淡水养殖病害防控方面问题依然突出, 对优质水产品和优美水环境需求方面任重道远。究其原因, 一是部分淡水池塘单养高产模式、部分工厂化养殖模式, 水产动物排泄物、饲料残留等诱发水体富营养化, 增大鱼病发生风险, 病害会随以流水为媒介的养殖对象逃逸, 从局部养殖点波及附近其它养殖区域, 呈现出“发病快、传播广、多样化”特点, 诱发大规模淡水养殖疫情。二是由于养殖过程中经常受到水体溶氧水平、水体酸碱度的过高过低以及因季节变化而引起的水温变化等外部自然环境的影响, 使得淡水养殖鱼类易患烂鳃病、气泡病等各类疾病以及感染各类寄生虫, 诱发产生各类病害问题<sup>[19]</sup>。因此, 大食物观下防控淡水养殖病害发生, 确保生态健康水产品供给势在必行。

### 3.5 淡水水产品加工转换率低

2022 年, 我国淡水养殖总产量 3 406 万 t, 淡

水加工品 439 万 t, 占淡水养殖总产量 13%, 同期我国海水产品的加工率为 61%<sup>[4]</sup>, 世界水产品综合加工率为 75%。相比之下, 我国淡水养殖 13% 的加工率偏低, 在满足消费者对高营养、多功能水产品需求方面仍有很大发展空间<sup>[9]</sup>。制约中国水产加工业发展的因素主要有三个: 一是中国水产加工企业数量少、规模小, 我国水产加工企业目前有 9 331 家, 其中规模以上企业仅 2 592 家, 占 28%<sup>[4]</sup>, 淡水产品加工企业不到 30%; 大多数中小水产品加工企业缺乏向冷藏、流通、营销等产业链上下游业务拓展和资源掌控的能力, 无法发挥水产品产业链协同效应<sup>[20]</sup>。二是中国水产加工业现代化程度不高, 大多数水产加工设备简陋, 机械化程度不高, 部分精深加工设备主要依赖进口, 成本较高, 尤其淡水产品冷链物流体系不完善、加工过程保质保真技术不高, 限制了淡水产品加工业发展。三是水产加工环节的附加值低, 我国水产品加工目前主要以冷冻品、干腌制品、鱼糜制品以及冰鲜产品等初级加工品为主, 高附加值产品少。解决上述难题, 推进水产品产业链融合迫在眉睫。

## 4 中国淡水养殖业高质量发展的着力方向

中国淡水养殖业需准确把握水产品供给与粮食安全、自然资源与人类和谐发展等关系<sup>[21]</sup>, 找准当前乃至更长时期发展着力点, 为淡水养殖高质量发展提前布局谋篇。基于对中国淡水养殖业发展现状、发展趋势及存在问题的梳理和分析, 对照淡水养殖业新阶段高质量发展要求, 提出以下 5 个着力方向。

### 4.1 稳定和拓展淡水养殖空间

为破解淡水养殖业面临的挑战和限制, 保障水产品食物有效供给, 未来应从制约长效发展的政策、土地、水资源、科研经费投入等要素入手, 通过规划、引进和推广, 确保养殖区域、养殖种类形成合理分工、优势互补的绿色发展格局。具体来说应在以下三个方面下功夫: 一是贯彻“宜粮则粮, 宜渔则渔”的方针, 合理划定淡水养殖区、限养区和禁养区, 并根据不同功能区分类制定相应管控措施, 健全对各养殖技术模式和主要养殖种类长效监督机制<sup>[22]</sup>, 科学合理开发利用池塘资源、湖泊水库资源等, 在守牢耕地红线基础上, 进一步挖掘淡水养殖发展新空间。二是进一步扩



大稻渔综合种养面积, 中国水稻种植面积约为 3 021 万  $\text{hm}^2$ , 目前稻渔种养面积 286 万  $\text{hm}^2$ , 不到 9.5%, 还有较大发展空间, 在坚持“不与粮争地”的前提下, 大力推广生态环保“稻渔综合种养技术模式”。三是大力开发盐碱水域, 因地制宜建立洗盐、调水、改底等一系列技术体系, 配套西北地区气候环境, 设计优化适合气温低养殖周期短的温棚养殖设施, 不断培育耐盐碱水产良种, 通过引入江河水或地下水资源、种植降碱排盐功效的绿肥植物等措施, 完成对盐碱性水体中盐碱浓度稀释, 实现盐碱地水产养殖开发利用。

#### 4.2 提高淡水养殖设施现代化水平

淡水养殖设施设备和整体技术体系的现代化是中国淡水养殖业提质增效、产业升级的重要路径<sup>[23]</sup>。因地制宜构建生态功能稳定、生产过程可控的集约化、智能化淡水养殖技术体系, 是大食物观下提高淡水养殖现代化水平的关键着力点。具体来说, 一是大力推进淡水养殖装备的机械化率, 在主要养殖模式、重点作业环节, 聚焦优势资源, 推进产学研推用结合, 加快攻克淡水养殖机械化方面的技术难题, 提高淡水养殖业的科技化水平。二是积极推进淡水养殖重点环节的工厂化和标准化, 要因地制宜地推广一批实用、高效、智能的工厂化淡水养殖方案, 要以淡水养殖主产区主要养殖种类为对象, 充分融合最新的信息技术, 提高淡水养殖过程的精准化管理水平<sup>[24]</sup>; 要研发和使用智能化投喂技术, 水质监测与精准控制系统, 循环水净化技术和工厂化集约养殖模式, 提高淡水养殖基地的现代化水平<sup>[25]</sup>。三是加快提高淡水养殖产品加工设备、冷链物流运输设备等的现代化水平, 例如制造预制菜、虾剥壳等专业的水产品自动加工设备, 高标准建设淡水产品全产业链功能一体化的预制菜示范园区, 带动淡水养殖加工产业化、规模化发展。

#### 4.3 提升淡水养殖种源自给率

中国水产种业已初步建立起保种、育种、测试、繁育、推广等良种培育体系, 成为世界上培育水产养殖新品种最多的国家<sup>[26]</sup>, 但淡水养殖种业还存在遗传基础研究薄弱、共性关键技术瓶颈亟待解决、以及商业化育种体系不完善等问题, 影响了淡水养殖种源自给率。为破解上述难题, 做好淡水养殖种源科技创新刻不容缓, 具体着力点包括: 一是加快突破性新品种的研发创新, 为

淡水养殖业食物供给提供源动力。应贯彻落实《国务院办公厅关于加强农业种质资源保护与利用的意见》<sup>[27]</sup>, 以种业“卡脖子”难题为导向, 构筑淡水养殖生物育种技术创新体系, 应支持淡水养殖业种业企业与科研单位深度合作, 加快创新链和产业链高效衔接, 培育资源高效、环境友好、优质多元淡水养殖新品种, 缩小与先进国家良种培育方面的差距。二是要加快建立“国家淡水水产种质资源库”“国家现代淡水水产种业科技前沿技术创新中心”“国家淡水水产种业南繁硅谷”等种业技术创新服务平台, 确保淡水养殖种源供给安全, 保障淡水养殖种业健康发展<sup>[28]</sup>。三是要建立健全商业化淡水养殖育种技术体系, 强化优质育苗繁育技术突破, 形成一批现代淡水养殖种业与绿色养殖技术策源地, 助力养殖渔民增产增收, 为渔业高质量发展贡献新力量。

#### 4.4 加强淡水养殖病害防治能力

“大食物观”对中国水产食物供给提出了更高的质量要求, 淡水养殖业应从源头入手, 抓好疫病防控和水域生态管理。具体着力点包括: 一是加强淡水养殖病害提前检测, 认真组织各级水生动物防疫、病害防治和技术推广机构淡水养殖病害检测工作, 扩大检测范围、增加对重点地区、重要种类和历年疫病频发地区的检测频率, 及时发布病害预警预报信息, 第一时间组织力量开展病害防控, 防止疫病暴发和蔓延, 应认真组织开展健康养殖和病害防控技术培训, 指导养殖户做好病害预防工作。二是加强淡水养殖病害的技术指导和监督检查, 已经发生严重病害的要及时做好死亡动物无害化处理和环境消毒, 防止病害暴发、传播和蔓延, 没有发生病害的应加强对养殖户饲养指导, 科学确定放养密度, 投喂优质配合饲料, 注意水质调控, 规范用药指导, 尽可能实现淡水养殖病害生态化防治<sup>[29]</sup>。三是加强对淡水养殖重大病害诊断和研究, 按点部署病害视频采集子系统, 及时收集和分析病害信息, 以可视、交互方式, 实现病害自助诊断或专家远程诊断<sup>[30]</sup>, 加大疫苗研发强度, 开发高效性淡水疾病病原性检测试剂, 达到控制重大疫病目的<sup>[31]</sup>。

#### 4.5 提高淡水养殖产品加工转化率

依托现代化科技, 构建现代淡水养殖产业体系, 实现初加工、精深加工、综合利用加工等产业统筹发展, 提高淡水养殖产品加工转化率。具

体着力点如下, 一是以市场为导向, 培育和扶持一批规模以上的淡水养殖加工企业, 以其为核心构建产业链, 促进养殖、流通加工、销售等淡水养殖产业链上下游各环节的协同, 为市场提供更多高品质、高技术含量、高价值的水产品, 满足大食物观下人们对多样化、高蛋白的膳食需求<sup>[32]</sup>。二是加强淡水加工品的品牌培育工作, 促进淡水养殖产品加工业转型升级。要激发淡水加工企业的发展活力, 提高产品附加值, 还须鼓励和发展一批淡水养殖产品区域品牌和企业特色品牌, 推动淡水加工产品的标准化体系建设, 形成高质差异化的淡水加工品。要为淡水养殖产品加工企业市场化品牌化发展提供服务便利, 扩大淡水养殖产品加工企业的品牌影响力和淡水养殖产品的附加值<sup>[33]</sup>。三是加强淡水养殖产品加工技术与装备研发投入, 尤其是淡水预制菜的“保鲜、护鲜、增鲜”等紧迫性技术的研发投入。集中攻克养殖与加工环节的技术、工艺、设备等瓶颈难题, 提高淡水养殖产品加工设备技术含量。

## 5 中国淡水养殖业高质量发展的保障措施

为继续发挥对食物安全的保障作用和对经济发展的驱动作用, 未来中国淡水养殖应立足“大食物观”, 贯彻落实农业农村部“保供固安全, 振兴畅循环”的发展定位, 制定与市场需求相适应、与资源环境承载力相匹配的淡水养殖产品供给战略<sup>[34]</sup>, 从政策保障、科技进步、人才培育、技术推广、财政保障等出发, 推动淡水养殖产业高质量发展。

### 5.1 国家政策保障

针对淡水养殖面积不断减少的问题, 要加快全国范围内淡水养殖水域规划的编制与实施工作。要依法划定养殖生产功能区, 明确重点养殖水域的空间范围, 稳定重点养殖水域的面积, 全面推动养殖证制度的实施, 依法保障渔业生产权益。与此同时, 对池塘养殖、大水面生态养殖、流水槽陆基圆池等设施化养殖、稻渔综合种养、盐碱水域养殖等相对绿色高效的水产养殖模式, 要给予政策倾斜和扶持, 完善水产养殖环境监管标准制度体系。要在一些示范区做好推广示范工作, 并确保稻渔综合种养、大水面生态渔业、休闲渔业等的养殖发展空间。

### 5.2 科技进步保障

健全淡水水产科研体系, 推动淡水养殖基础

前沿和共性关键技术的研发攻关力度。应将科研院所、良种生产单位、技术推广机构、育种公司、养殖专业合作社等资源与种业领军人才联合起来, 聚焦特种水产种质资源的挖掘、驯养或繁育, 以及疫病防控、节能设施、渔船渔具、水质调控剂等关键领域, 发挥淡水养殖龙头企业、科研院所和高等院校等的优势资源, 加快发展智慧渔业。要加快池塘养殖、工厂化养殖、网箱养殖、稻渔综合种养模式等的数字化改造, 通过试验示范, 实现精准投喂、智能增氧、病害防控、水循环处理、水产品分级分拣等技术的普及与应用<sup>[3]</sup>。

### 5.3 人才队伍保障

充分调动各大科研院校、水产骨干企业、专业合作社、协会学会以及渔业基层组织等各方面的优势资源, 大力培养淡水养殖领域的科学家、科技领军人才及实用人才。通过项目合作、部门协作、农企联作等方式, 引导科技人员参与淡水水产公共技术推广服务, 发挥领军人才、实用人才在技术推广服务中的引领作用<sup>[35]</sup>。与此同时, 围绕乡村振兴对新兴职业渔民所提出的新要求, 联合多渠道相关单位和经营主体的力量, 引导养殖户参与渔业职业技能培训与技能鉴定, 开展多层次农民企业家、渔村创业人才的培养, 在基层培育一批素质过硬、结构合理、开拓创新、多学科融合的职业从事淡水养殖新型渔民。

### 5.4 技术推广保障

依托国家水产技术推广系统、国家水产品加工技术研发体系、水产协会、水产学会以及各地渔业合作组织在渔业技术研发和公共应用中的关键作用, 积极组织开展渔业技术服务。要建立淡水养殖技术联盟, 增强业界与学界之间的合作与交流, 推进淡水养殖技术与装备成果转化和推广应用。要加强淡水养殖技术推广队伍建设, 设立淡水养殖技术推广人员聘用制度和技能提升机制。要鼓励科研院校、龙头企业、渔民合作社以及基层水产技术推广人员等参与一些科研创新的早期开发, 提高其技术服务水平<sup>[35]</sup>。在有条件的地方探索淡水水产技术推广公益机构与新型经营主体融合发展的机制。

### 5.5 财政资金保障

逐步建立多元化的淡水养殖资金投入机制, 以政府资金为引导, 发挥公司投入主体地位, 鼓



励社会力量积极参与, 以实现多元化参与主体优势, 为淡水养殖业长效发展提供有效支撑。继续实施良种推广补贴制度, 加强对淡水水产种业企业商业化育种、应用型研发财政政策倾斜力度, 带动优质淡水水产新品种推广<sup>[36]</sup>。围绕淡水养殖业高质量发展关键环节和短板, 积极争取建设资金以及地方政府专项财政支持政策, 支持家庭渔场、现代水产养殖装备设施、水产基础公共设施、水产绿色循环、水产资源调查养护等高质量发展。

(作者声明本文无实际或潜在的利益冲突)

### 参考文献 (References):

- [1] 罗洁霞, 徐克. 我国居民家庭膳食蛋白质和脂肪摄入量比较[J]. 中国食物与营养, 2019, 25(2): 79-83.  
Luo J X, Xu K. Comparative research on protein and intake of Chinese residents[J]. Food and Nutrition in China, 2019, 25(2): 79-83 (in Chinese).
- [2] 人民网. 习近平关于大食物观的论述: 全面准确把握大食物观科学内涵 [EB/OL]. (2022-09-06)[2023-07-01]. <http://theory.people.com.cn/n1/2022/0906/c40531-32520292.html>.  
People's Daily. Xi Jinping's discussion on the integrated food security thought: comprehensively and accurately grasping the science of the integrated food security thought. [EB/OL]. (2022-09-06)[2023-07-01]. <http://theory.people.com.cn/n1/2022/0906/c40531-32520292.html> (in Chinese).
- [3] 中华人民共和国农业农村部. “十四五”全国渔业发展规划 [EB/OL]. (2022-01-07)[2023-07-01]. [http://www.moa.gov.cn/xw/bmdt/202201/t20220107\\_6386443.htm](http://www.moa.gov.cn/xw/bmdt/202201/t20220107_6386443.htm).  
Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. National Fisheries Development Plan for the 14th Five Year Plan. [EB/OL]. (2022-01-07)[2023-07-01]. [http://www.moa.gov.cn/xw/bmdt/202201/t20220107\\_6386443.htm](http://www.moa.gov.cn/xw/bmdt/202201/t20220107_6386443.htm)(in Chinese).
- [4] 农业农村部渔业渔政管理局, 全国水产技术推广总站, 中国水产学会. 2001-2023 年中国渔业统计年鉴 [M]. 北京: 中国农业出版社.  
The Fisheries and Fisheries Administration Bureau of the Ministry of Agriculture and Rural Affairs, National Fisheries Technology Extension Center, China Society of Fisheries. Statistical yearbook of fishing industry in China from 2001 to 2023. Beijing: China Agricultural Publishing House (in Chinese).
- [5] Edwards P, Zhang W, Belton B, Little D C. Misunderstandings, myths and mantras in aquaculture: its contribution to world food supplies has been systematically over reported[J]. Marine Policy, 2019, 106: 103547.
- [6] Zhang W, Belton B, Edwards P, *et al.* Aquaculture will continue to depend more on land than sea[J]. *Nature*, 2022, 603: E2-E4.
- [7] 张文博, 马旭洲. 中国水产品的可持续供给[J]. 上海海洋大学学报, 2022, 31(5): 1304-1316.  
Zhang W B, Ma X Z. Sustainable supply of aquatic food in China[J]. Journal of Shanghai Ocean University, 2022, 31(5): 1304-1316 (in Chinese).
- [8] 穆希岩, 黄瑛, 罗建波等. 增产控污, 水产养殖业绿色发展初见成效——第二次全国污染源普查水产养殖业排污情况解读[J]. 中国水产科学, 2021, 28(3): 389-390.  
Mu X Y, Huang Y, Luo J B, *et al.* Increasing production and controlling pollution, achieving initial results in green development of aquaculture industry - interpretation of the second national pollution source survey on the pollution discharge situation of aquaculture industry[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2021, 28(3): 389-390 (in Chinese).
- [9] 于秀娟. 稳定水产养殖: 基于全国渔业统计数据的分析[J]. 中国水产, 2023, 567(2): 22-25.  
Yu X J. Aquaculture Stabilization: an analysis based on national fishery statistics[J]. China Fisheries, 2023, 567(2): 22-25 (in Chinese).
- [10] 唐启升, 丁晓明, 刘世禄, 等. 我国水产养殖业绿色、可持续发展保障措施与政策建议[J]. 中国渔业经济, 2014, 32(2): 5-11.  
Tang Q S, Ding X M, Liu S L, *et al.* Safeguard measures and policy recommendations for green and sustainable development of Chinese aquaculture[J]. Chinese Fisheries Economics, 2014, 32(2): 5-11 (in Chinese).
- [11] 高鸣, 陈洁, 姚志. 中国淡水养殖业绿色发展: 提质增效与未来路径[J]. 华中农业大学学报, 2022, 41(3): 96-106.  
Gao M, Chen J, Yao Z. Green development of freshwater aquaculture in China: improving quality and increasing efficiency and the future path[J]. Journal of Huazhong Agricultural University, 2022, 41(3): 96-106 (in Chinese).

- [12] 徐跑. 中国稻鱼综合种养的发展与展望[J]. 大连海洋大学学报, 2021, 36(5): 717-726.  
Xu P. Development and prospect of integrated rice-fish farming in China: a review[J]. Journal of Dalian Ocean University, 2021, 36(5): 717-726 (in Chinese).
- [13] 夏芸, 单袁. 探索设施渔业助力渔业高质量发展的新路径[J]. 中国水产, 2023, 568(3): 40-42.  
Xia Y, Shan Y. Exploring a new path for facility fisheries to assist high quality development of fisheries[J]. China Fisheries, 2023, 568(3): 40-42 (in Chinese).
- [14] 农业农村部办公厅. 农业农村部办公厅关于实施水产绿色健康养殖技术推广“五大行动”的通知[J]. 中华人民共和国农业农村部公报, 2021, 212(5): 112-114.  
General Office of the Ministry of Agriculture and Rural Affairs. Notice of the General Office of the Ministry of Agriculture and Rural Affairs on the Implementation of the "Five Major Actions" for Promoting Green and Healthy Aquaculture Technology[J]. Gazette of the Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China, 2021, 212(5): 112-114 (in Chinese).
- [15] 赵永锋, 余开, 宋迁红, 等. 中国淡水池塘养殖发展战略研究[J]. 中国农学通报, 2022, 38(23): 135-142.  
Zhao Y F, Yu K, Song Q H, *et al.* The development strategy of freshwater pond aquaculture in China[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2022, 38(23): 135-142 (in Chinese).
- [16] 农业农村部. 《全国现代设施农业建设规划(2023—2030年)》发布实施[J]. 水产科技情报, 2023, 50(4): 270.  
Ministry of Agriculture and Rural Affairs. The National Plan for the Construction of Modern Facility Agriculture (2023-2030) was released and implemented[J]. Fisheries Science & Technology Information, 2023, 50(4): 270 (in Chinese).
- [17] 孙锦杨. 水产养殖户组织模式、清洁生产行为与收入效应研究 [D]. 四川农业大学, 2021.  
Sun J Y. A Study on the organizational model, clean production behavior, and income effects of aquaculture farmers[D]. Sichuan Agricultural University, 2021 (in Chinese).
- [18] 刘永新, 邵长伟, 侯吉伦, 等. 中国水产育种研究现状与发展建议 [J]. 水产学报, 2023, 47(1): 56-69.  
Liu Y X, Shao C W, Hou J L, *et al.* Research status and development suggestion of China's aquaculture breed-
- ing[J], Journal of Fisheries of China, 2023, 47(1): 56-69 (in Chinese).
- [19] 李明月, 柯青霞. 水产养殖病害发生特点与防控对策 [J]. 农村经济与科技, 2022, 33(22): 55-58.  
Li M Y, Ke Q X. Characteristics and prevention and control strategies of aquaculture diseases[J]. Rural Economy and Science-Technology, 2022, 33(22): 55-58 (in Chinese).
- [20] 刘景景, 张静宜, 陈洁. 新冠肺炎疫情影响下水产品国际供应链变化及中国水产品安全供给形势分析[J]. 世界农业, 2021, 501(1): 20-27.  
Liu J J, Zhang J Y, Chen J. Analysis on the impact of COVID-19 on the changes of international supply chain of aquatic products and the situation of safe supply of aquatic products in China[J]. World Agriculture, 2021, 501(1): 20-27 (in Chinese).
- [21] 陈志钢, 徐孟. 大食物观引领下低碳减排与粮食安全的协同发展: 现状、挑战与对策[J]. 农业经济问题, 2023, 522(6): 77-85.  
Chen Z G, Xu M. Meeting Low-carbon and food security objective of China agri-food system under the greater food approach: status quo, challenges, and pathways[J]. Issues in Agricultural Economy, 2023, 522(6): 77-85 (in Chinese).
- [22] 中华人民共和国农业农村部渔业渔政管理局. 农业农村部等十部委联合印发关于加快推进水产养殖业绿色发展的若干意见 [EB/OL]. (2019-02-15)[2023-07-01]. [http://www.moa.gov.cn/govpublic/YYJ/201902/t20190215\\_6171447.htm](http://www.moa.gov.cn/govpublic/YYJ/201902/t20190215_6171447.htm).  
The Fisheries and Fisheries Administration Bureau of the Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. Ten ministries including the Ministry of Agriculture and Rural Affairs jointly issued several opinions on accelerating the green development of aquaculture industry[EB/OL]. (2019-02-15)[2023-07-01]. [http://www.moa.gov.cn/govpublic/YYJ/201902/t20190215\\_6171447.htm](http://www.moa.gov.cn/govpublic/YYJ/201902/t20190215_6171447.htm) (in Chinese).
- [23] 周小燕, 倪琦, 徐皓等. 2021年中国水产养殖全程机械化发展报告[J]. 中国农机化学报, 2022, 43(12): 1-4.  
Zhou X Y, Ni Q, Xu H, *et al.* Development report of China aquaculture whole-process mechanization in 2021[J]. Journal of Chinese Agricultural Mechanization, 2022, 43(12): 1-4 (in Chinese).
- [24] 张文博, 马旭洲. 2000年来中国水产养殖发展趋势和

- 方向[J]. 上海海洋大学学报, 2020, 29(5): 661-674.
- Zhang W B, Ma X Z. China's aquaculture development trends since 2000 and future directions[J]. Journal of Shanghai Ocean University, 2020, 29(5): 661-674 (in Chinese).
- [25] 黄一心, 田昌凤, 孟菲良, 等. 中国池塘养殖设施装备历史、现状和发展研究[J]. 渔业现代化, 2020, 47(3): 10-15.
- Huang Y X, Tian C F, Meng F L, *et al.* Research on the history, current situation and development of pond culture facilities and equipment in China[J]. Fishery Modernization, 2020, 47(3): 10-15 (in Chinese).
- [26] 胡红浪, 韩枫, 桂建芳. 中国水产种业技术创新现状与展望[J]. 水产学报, 2023, 47(1): 3-12.
- Hu H L, Han F, Gui J F. Current situation and prospect of technological innovation in China's aquatic seed industry[J]. Journal of Fisheries of China, 2023, 47(1): 3-12 (in Chinese).
- [27] 国务院办公厅. 国务院办公厅关于加强农业种质资源保护与利用的意见[J]. 中华人民共和国国务院公报, 2020, 1689(6): 7-8.
- General Office of the State Council. Opinions of the General Office of the State Council on Strengthening the Protection and Utilization of Agricultural Germplasm Resources[J]. Gazette of the State Council of the People's Republic of China, 2020, 1689(6): 7-8 (in Chinese).
- [28] 农业农村部办公厅. 农业农村部办公厅关于做好农业种质资源库建设工作的通知[J]. 中华人民共和国农业农村部公报, 2022, 220(1): 108-109.
- General Office of the Ministry of Agriculture and Rural Affairs. Notice of the General Office of the Ministry of Agriculture and Rural Affairs on doing a good job in the construction of agricultural germplasm resource banks[J]. Gazette of the State Council of the People's Republic of China, 2022, 220(1): 108-109 (in Chinese).
- [29] 操建华. 水产养殖业自身污染现状及其治理对策[J]. 社会科学家, 2018, 250(2): 46-50.
- Cao J H. The current situation of self pollution in aquaculture industry and its control measures[J]. Social Scientist, 2018, 250(2): 46-50 (in Chinese).
- [30] 张锋, 尹纪元. 全国水生动物疾病远程辅助诊断服务网在水产病害防控中的应用[J]. 中国水产, 2019, 519(2): 21-23.
- Zhang F, Yin J Y. Application of the national remote assisted diagnosis service network for aquatic animal diseases in the prevention and control of aquatic diseases[J]. China Fisheries, 2019, 519(2): 21-23 (in Chinese).
- [31] 王启要. 中国鱼类疫苗技术研发及应用研究进展[J]. 大连海洋大学学报, 2022, 37(1): 1-9.
- Wang Q Y. Fish vaccine technology development and application in China: a review[J]. Journal of Dalian Ocean University, 2022, 37(1): 1-9 (in Chinese).
- [32] 闫春霞. 基于产业链协同的水产品可追溯体系运行机理研究 [D]. 上海: 上海海洋大学, 2022.
- Yan C X. Research on the operational mechanism of aquatic products traceability system based on industrial Chain collaboration[D]. Shanghai: Shanghai Ocean University, 2022 (in Chinese).
- [33] 王茂祥, 应志芳. 现代渔业产业转型发展路径与支撑体系分析[J]. 中国水产, 2020, 532(3): 29-32.
- Wang M X, Ying Z F. Analysis on the transformation development path and supporting system of modern fishery industry[J]. China Fisheries, 2020, 532(3): 29-32 (in Chinese).
- [34] 冯建伟. 向江河湖海要食物, 做好水产品稳产保供 [N]. 农民日报, 2022-09-15(008).
- Feng J W. Request food from rivers, lakes, and seas to ensure stable production and supply of aquatic products[N]. FARMERS DAILY, 2022-09-15(008) (in Chinese).
- [35] 农业农村部. 农业农村部关于乡村振兴战略下加强水产技术推广工作的指导意见[J]. 中华人民共和国农业农村部公报, 2019, 185(2): 28-32.
- Ministry of Agriculture and Rural Affairs. Guiding opinions of the Ministry of Agriculture and Rural Affairs on strengthening the promotion of aquatic technology under the rural revitalization strategy[J]. Gazette of the Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China, 2019, 185(2): 28-32 (in Chinese).
- [36] 刘永新, 李梦龙, 方辉等. 我国水产种业的发展现状与展望[J]. 水产学杂志, 2018, 31(2): 50-56.
- Liu Y X, Li M L, Fang H, *et al.* Advances and prospects on aquaculture seed industry in China[J]. Chinese Journal of Fisheries, 2018, 31(2): 50-56 (in Chinese).



## Challenges and countermeasures for the high quality development of China's freshwater aquaculture industry under the background of the integrated food security thought

WANG Jianjun<sup>1#</sup>, XU Siyu<sup>2#</sup>, ZHAO Wenwu<sup>3</sup>, FENG Jianbin<sup>4</sup>, LI Lidong<sup>3</sup>,  
ZOU Shuming<sup>4</sup>, CUI Lifeng<sup>3</sup>, LI Jiale<sup>4\*</sup>

(1. College of Marine Culture and Law, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China;

2. The Sixth People's Hospital Affiliated to the School of Medicine of Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200233, China;

3. National Fisheries Technology Extension Center, China Society of Fisheries, Beijing 100125, China;

4. College of Fisheries and Life Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

**Abstract:** Ensuring national food security and practicing the Integrated Food Security Thought are of extreme significance. The freshwater aquaculture industry plays an irreplaceable role in optimizing the dietary structure of Chinese residents and improving human nutritional and health levels. In order to clarify the problems in the development of freshwater aquaculture and explore strategies for the high-quality development of China's freshwater aquaculture industry, this paper summarizes the breeding methods and types of freshwater aquaculture in the 2013-2022 "China Fisheries Statistical Yearbook", and analyzes pond aquaculture, large surface ecological aquaculture, and rice fishing comprehensive breeding. The development trend of China's freshwater aquaculture industry, represented by five main aquaculture models, including modern environmental protection facilities, fisheries, and saline alkali water aquaculture, was analyzed, and the challenges faced by the high-quality development of China's freshwater aquaculture industry were summarized. On this basis, from five aspects: expansion of aquaculture space, modernization of aquaculture, self-sufficiency of aquatic species, disease prevention and control, and product processing and transformation, exploratory directions for the high-quality development of China's freshwater aquaculture industry are proposed. Furthermore, measures to ensure the high-quality development of China's freshwater aquaculture industry are proposed from five dimensions: national policies, technological progress, talent team, technology promotion, and financial funds. This paper may provide reference for the transformation of the structure of China's freshwater aquaculture industry and the realization of green, healthy, and high-quality development.

**Key words:** the integrated food security thought; freshwater aquaculture; high quality development; challenges and countermeasures

**Corresponding author:** LI Jiale. E-mail: jlli@shou.edu.cn

**Funding projects:** Association Joint Venture Brand Construction Project from China Association for Science and Technology; Research on the Integrated Food Security Thought for the Overall Land and Resources