

# 中国渔业机械化发展现状、问题与可持续发展路径

## ——以对森林湿地生态环境的影响为例

王英旭<sup>1</sup>, 邓雅杰<sup>2</sup>, 鲍祉澄<sup>1</sup>, 王志勇<sup>1</sup>, 都冰冰<sup>3</sup>

<sup>1</sup>大连海洋大学机械与动力工程学院, 辽宁 大连

<sup>2</sup>大连海洋大学水产与生命学院, 辽宁 大连

<sup>3</sup>大连海洋大学经济与管理学院, 辽宁 大连

收稿日期: 2026年5月11日; 录用日期: 2026年6月11日; 发布日期: 2026年6月18日

### 摘要

渔业机械化是渔业高质量发展的核心动力, 但其对森林湿地生态的影响尚未系统评估。本文基于2020~2025年统计数据和洞庭湖案例, 分析中国渔业机械化现状、问题及绿色路径。结果表明: 水产养殖机械化率仅约36%, 远低于种植业; 密集机械作业导致湿地生物多样性指数下降15%~20%。提出低扰动、精准高效、循环利用、生态协同的绿色智能化路径, 可使生态足迹降低20%~30%。建议优化补贴、制定生态标准、对接林业保护规划, 实现渔林双赢。

### 关键词

渔业机械化, 森林湿地, 生态影响, 可持续发展, 绿色装备

# Present Situation, Problems and Sustainable Development Path of Fishery Mechanization in China

## —Taking the Impact on Forest Wetland Ecosystems as an Example

Yingxu Wang<sup>1</sup>, Yajie Deng<sup>2</sup>, Zhicheng Bao<sup>1</sup>, Zhiyong Wang<sup>1</sup>, Bingbing Du<sup>3</sup>

<sup>1</sup>College of Mechanical and Power Engineering, Dalian Ocean University, Dalian Liaoning

<sup>2</sup>College of Fisheries and Life Science, Dalian Ocean University, Dalian Liaoning

<sup>3</sup>College of Economics and Management, Dalian Ocean University, Dalian Liaoning

Received: May 11, 2026; accepted: June 11, 2026; published: June 18, 2026

文章引用: 王英旭, 邓雅杰, 鲍祉澄, 王志勇, 都冰冰. 中国渔业机械化发展现状、问题与可持续发展路径[J]. 海洋科学前沿, 2026, 13(2): 147-154. DOI: 10.12677/ams.2026.132020

## Abstract

Fishery mechanization is the core driving force for high-quality development of fisheries, but its impact on forest wetland ecosystems has not been systematically evaluated. Based on statistical data from 2020 to 2025 and the Dongting Lake case, this paper analyzes the current status, problems and green path of fishery mechanization in China. The results show that the mechanization rate of aquaculture is about 36% (2024), much lower than that of crop farming; intensive mechanical operations lead to a 15%~20% decline in wetland biodiversity index. A green intelligent path featuring low disturbance, precision and efficiency, recycling and ecological synergy is proposed, which can reduce the ecological footprint by 20%~30%. It is suggested to optimize subsidies, formulate ecological standards and align with forestry protection plans to achieve a win-win situation for fishery and forestry.

## Keywords

Fishery Mechanization, Forest Wetland, Ecological Impact, Sustainable Development, Green Equipment

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

### 1.1. 研究背景

渔业是农业的重要组成部分, 2024 年中国水产品总产量 7657 万吨, 其中养殖占比 82.4%, 渔业经济总产值 3.4 万亿元。然而我国渔业机械化水平明显滞后: 水产养殖机械化率约 36% [1], 信息化水平约 15.7% [2]。以长江流域、洞庭湖、太湖为代表的森林湿地既是渔业基地, 又承担水源涵养、碳汇和生物多样性保护功能。渔业机械若缺乏绿色导向, 可能加剧水体污染与生态退化。因此, 从林业与湿地保护视角审视渔业机械化, 具有重要现实意义。

### 1.2. 研究意义

推进中国渔业机械化发展具有显著的经济、社会和生态意义。首先, 经济效益方面: 机械化可大幅提升劳动生产率, 降低人工成本。传统渔业依赖大量劳动力, 而以无人投饵船、自动化分级设备为代表的智能化装备能将投喂效率提高 10%~20%, 饲料转化率提升, 整体养殖成本下降。目前渔业产值中, 养殖占比高, 但机械化不足导致比较效益偏低。发展绿色渔业机械有助于延长产业链, 提升水产品加工附加值, 推动渔业经济总产值持续增长[3]。

### 1.3. 国内外研究现状综述

国外研究起步较早, 注重渔业装备的智能化与生态兼容性, 重点探讨 AI 精准投喂系统、生命周期评估 (LCA) 方法以及机械化对生物多样性的量化影响[4]。国内研究则主要聚焦渔业机械分类、智能化装备开发以及机械化率提升路径, 取得了较多成果。但总体而言, 现有研究对森林湿地生态复合影响的系统量化分析仍显不足, 缺乏将生态足迹模型与林业碳汇功能相结合的跨学科研究[5]。多数文献以描述性分析或单一

技术研究为主,较少从“渔业机械-森林湿地生态”交叉视角开展实证评估。本文旨在填补这一研究空白。

综上所述,国内外研究均认可机械化是渔业现代化的必然趋势,但对“渔业机械-森林湿地生态”交叉领域的系统性、量化研究仍显薄弱,为本研究提供了空间。

## 1.4. 研究内容与方法

本研究主要包括:(1)中国渔业机械化发展现状与分类梳理;(2)存在的问题分析,特别是对森林湿地生态环境的影响;(3)可持续发展路径探讨,提出绿色智能化技术方案与政策建议。

研究方法采用文献调研法:数据统计分析法(趋势图表、区域对比);案例分析法(选取典型森林湿地渔区如洞庭湖、太湖案例)和SWOT-AHP综合评价法来评估机械化优劣势及生态影响权重[6]。

为增强研究的实证性,本研究选取湖南省洞庭湖湿地渔区作为典型案例。该区域是我国重要内陆渔业基地,同时属于长江中游森林湿地生态系统核心区,兼具林业湿地保护与渔业生产双重功能。2024~2025年间,研究团队赴洞庭湖南湖区、东洞庭湖保护区开展实地调查,采用半结构化访谈、问卷调查和现场观测相结合的方式。

调查对象包括当地渔业主管部门、渔民合作社、机械装备使用企业及湿地生态监测站,共发放问卷150份(回收有效率92%),访谈20余名渔业从业者和生态专家。调查内容涵盖渔业机械(投饵机、无人船、捕捞网具等)使用现状、作业效率、成本效益,以及对湿地水质、底泥扰动、鱼类种群和植被覆盖的影响。案例分析采用描述性统计与对比分析,聚焦“以渔净水”生态养殖模式与传统机械化作业的差异,结合遥感影像验证机械化对湿地生态的时空影响[7]。

## 2. 渔业机械发展现状

### 2.1. 分类体系

渔业机械分四大类:捕捞机械,如拖网、围网、吸鱼泵、无人捕捞船等;养殖机械,如增氧机、投饵机、清淤机、无人投喂船、循环水系统等;加工机械,如去鳞、冷冻、分级包装、保鲜运输机械(制冰、冷藏车)。近年融入AI、5G、北斗,形成“机械+信息+生态”体系。

### 2.2. 机械化水平与区域差异

中国渔业机械化水平持续提升,但整体仍处于中低阶段,与种植业存在明显差距。根据《中国渔业统计年鉴》,2024年全国水产品总产量7357.59万吨,其中养殖产量6060.03万吨、捕捞产量1297.56万吨,养殖占比82.4%。2025年全国统计公报进一步显示,水产品总产量达7657万吨,养殖产量6324万吨,捕捞1333万吨,养捕比进一步优化至约83:17,渔业经济总产值约3.4万亿元[8]。

渔船保有量方面,2024年末全国渔船总数48.57万艘、总吨位1125.39万吨,其中机动渔船33.54万艘、总吨位1102.70万吨、总功率2004.45万千瓦,生产用渔船31.81万艘。养殖机械保有量增长显著,2022年全国水产养殖机械拥有量已达508.98万台,以增氧机、投饵机等为主,2025年继续保持增长态势,但整体机械化率仍不足36%,远低于全国农作物耕种收综合机械化率75.64%。部分环节作业效率较高,如投饵机单机效率可提升10%~20%,无人船捕捞/投喂效率是人工的2~3倍;但区域分布不均,东部沿海和南方水域机械化率较高,设施渔业产量占比超75%,中西部内陆湖泊和森林湿地河湖区域仍以传统小型机械为主,机械保有量和智能化程度较低[9]。

### 2.3. 国内外对比

国外渔业机械化起步早、水平高,注重智能化与生态兼容性。挪威作为全球领先的深海养殖国,广泛采用大型HDPE圆形网箱(单箱容积达4万m<sup>3</sup>)、全自动投饵系统和AI水质监测装备,饲料转化率高、

死亡率低，机械化率接近 100%，实现了从投喂到收获的无人化作业。日本和美国强调捕捞自动化(如探鱼仪 + 绞纲集成系统)和资源评估模型，远洋渔船普遍配备卫星导航和自动分级加工线，生态足迹管理严格。FAO《2024 年世界渔业和水产养殖状况》[10]指出，发达国家水产养殖产量已占全球主导，机械化与“蓝色转型”深度融合，强调低碳、精准作业。

相比之下，中国渔业机械虽保有量大，但自主化率和智能化水平仍有差距：捕捞机械以中型拖网为主，自动化程度低；养殖机械以增氧机和投饵机为主，高端无人船和深远海装备占比不足 10%；加工和保鲜环节冷链覆盖率虽提升，但与挪威等国全程自动化差距明显。差距主要体现在装备自主化率低、区域不均衡及与林业生态协同不足等方面，但“十四五”规划推动的渔船更新和智慧渔业建设正加速缩小差距。

## 2.4. 典型案例

智能无人船是渔业机械智能化代表。中国已研发并推广多款无人投喂/监测船，如南京等地展示的智能消杀船和无人捕捞船，可实现远程精准投饵和水质监测，单船作业效率提升 2 倍以上，适用于森林河湖小型水域，减少人工扰动，契合湿地生态保护。在洞庭湖等森林湿地渔区，无人船结合北斗导航和 AI 算法，实现“以渔净水”模式，有效控制水华，保护周边林业植被[11]。

深海养殖装备方面，海南“深蓝 1 号”等大型深远海养殖工船和网箱平台是典型，平台搭载自动投饵、鱼群监控、活鱼传输和制冰系统，可移动作业，单平台养殖水体达 1.5 万 m<sup>3</sup> 以上，实现深远海“养-捕-加”一体化，显著降低近海生态压力，与森林湿地河湖近岸保护形成互补。2025 年深远海养殖规模持续扩大，设施渔业产量占比提升。

森林河湖小型机械应用示例：在长江中游洞庭湖湿地和太湖流域，推广电动小型清淤机、精准投饵机和低扰动拉网装备。这些机械功率适中、操作简便，适用于河湖岸边林业缓冲区作业，避免大型机械对湿地植被和底泥的破坏。案例显示，采用此类装备后，捕捞效率提升 70% 以上，劳动力节省 60%，同时水体富营养化风险降低，促进渔业与林业生态协同(如“以渔控草”维护湿地碳汇功能)。

上述现状表明，中国渔业机械化已进入高质量发展阶段，但需进一步强化绿色智能化转型，尤其在森林湿地生态系统下优化小型机械应用，以实现经济效益与生态保护的双赢。

## 3. 问题与挑战

### 3.1. 技术层面

与挪威、日本等国相比，中国渔业机械在信息感知精度、数据驱动决策和透明供应链建设方面存在显著差距。挪威深海养殖已实现全自动投饵与 AI 监控，中国多数内陆渔区仍停留在“机械替代人力”阶段，缺乏“机械 + 物联网 + 人工智能”的深度融合。这导致生产效率低下、资源浪费严重，同时难以适应森林湿地河湖小型水域的精细化作业需求。

### 3.2. 生态层面

渔业机械应用若缺乏绿色导向，将对森林湿地生态环境造成显著负面影响。密集型养殖机械(如高密度投饵机、清淤机)易引发水体富营养化：残饵、粪便及机械作业扰动底泥，导致氮磷超标排放，加速湖泊富营养化[12]。洞庭湖、太湖等长江中下游森林湿地作为重要渔业基地，同时承担林业碳汇、水源涵养和生物多样性保护功能，机械化作业加剧了湿地生态压力。

### 3.3. 经济层面

渔业机械购置与应用成本高昂，成为中小渔户的主要障碍。一台智能化无人投喂船或工厂化养殖装备价格动辄数十万元，远高于传统机械，而渔业比较效益偏低，回收周期长。农机购置补贴虽已延伸至

部分渔业装备，但覆盖面窄、额度有限，且存在区域资金缺口，如部分省份补贴跨年兑付。渔业专用机械标准缺失，导致装备质量参差不齐，售后服务薄弱。

### 3.4. 数据支撑

为量化渔业机械应用中的技术、生态、经济与政策问题，本研究通过统计年鉴、实地案例监测数据及 SWOT-AHP 模型进行分析。以下图表与表格提供直观支撑。

如表 1，显示机械化率提升缓慢(2020~2025 年仅提升约 8 个百分点)，远低于种植业水平，智能化装备渗透率低，反映技术层面自动化与智能化不足的问题。

**Table 1.** Trend of mechanization rate and informatization level of aquaculture in China (2020~2025)

**表 1.** 中国水产养殖机械化率与信息化水平趋势(2020~2025 年)

年份	水产养殖机械化率(%)	信息化水平(%)	全国农作物耕种收综合机械化率(%)
2020	≈28	≈10	≈70
2022	≈33	≈12	≈72
2024	≈36	≈15.7	≈75.64
2025	≈36 (规划目标 50%)	≈16	-

数据来源：根据《中国渔业统计年鉴 2024》及相关研究整理。

如表 2，中西部森林湿地渔区机械化水平显著滞后，智能化率低，导致大型机械难以适应河湖小型水域，增加生态扰动风险。

**Table 2.** Regional comparison of fishery mechanization rate (2024)

**表 2.** 区域渔业机械化率对比(2024 年)

区域	机械化率(%)	智能化装备占比(%)	主要机械类型
东部沿海(如江苏、广东)	45~55	25~30	大型无人船、工厂化装备
中部森林湿地(如洞庭湖流域)	25~35	<20	小型传统增氧机、投饵机
西部内陆湖泊	20~30	<15	手动/半机械化为主

数据来源：作者整理及区域调研。

**Table 3.** Correlation between main aquaculture machinery ownership and ecological impact (2024)

**表 3.** 主要养殖机械保有量与生态影响关联(2024 年数据)

机械类型	保有量(万台/艘, 约数)	占比(%)	生态影响主要问题	尾水处理装备覆盖率(%)
增氧机	>350	≈70	底泥扰动、富营养化风险增加	<30
投饵机	≈106.76 (2020 数据, 2024 持续增长)	≈20~23	残饵沉积, 导致总氮、总磷超标	<25
无人船/清淤机	<50	<10	水体扰动, 影响湿地植被与生物多样性	<20
尾水处理装备	—	—	—	<30

数据来源：《中国渔业统计年鉴 2024》及湿地监测报告。

如表 3，养殖机械保有量大，但尾水处理装备覆盖率低(不足 30%)，易引发森林湿地水体富营养化。洞庭湖湿地监测显示，机械密集养殖区总磷、总氮浓度超标风险较高[13]，生物多样性指数较保护区下降

约 15%~20% [14]。

如表 4，智能化装备成本高(是传统机械的 5~10 倍)，补贴额度有限且区域不均，导致中小渔户推广困难。经济压力与政策标准缺失叠加，制约绿色转型。

SWOT-AHP 分析结果补充：层次分析法(AHP)判断矩阵一致性检验  $CR < 0.1$ ，技术与生态维度权重最高(合计  $> 0.55$ )，证实“低成本 - 低智能化 - 生态风险”的复合挑战显著。生态足迹模型模拟显示，传统机械化路径下森林湿地生态承载压力较绿色智能化路径高 20%~30%。

**Table 4.** Cost and subsidy status of fishery machinery application (2024~2025)

**表 4.** 渔业机械应用成本与补贴现状(典型案例, 2024~2025 年)

项目	传统机械(万元/台)	智能化装备(万元/台)	补贴覆盖率(%)	回收周期(年)
增氧机/投饵机	0.5~2	5~20	30~50	3~5
无人投喂船	—	10~50	<40	5~8
工厂化循环水系统	—	50~200	<30	7~10

数据来源：农机补贴政策执行报告及调研。

上述图表与数据表直观支撑了上述问题分析，表明渔业机械应用已从单一技术短板演变为生态 - 经济 - 政策的系统性挑战。在森林湿地生态系统中，亟需通过绿色智能化升级、尾水处理装备普及和政策优化，实现渔业机械化与林业可持续发展协同。

## 4. 技术创新与可持续发展路径

### 4.1. 技术趋势：智能化、绿色化、信息化

当前，渔业机械正加速向智能化、绿色化和信息化方向转型。智能化方面，AI 精准投喂系统可将饲料转化率提升 30%~40%，病害识别准确率达 97%；5G + 无人船作业效率提高 2~3 倍。绿色化方面，氢能/太阳能渔船燃料成本降低约 30%，循环水处理设备市场规模突破百亿元，尾水处理覆盖率目标提升至 80%以上。新材料(如碳纤维、HDPE 环保网箱)的应用有效减少底泥扰动。信息化方面，数字孪生与物联网构建的渔机云平台故障预警准确率达 98%，可与湿地监测系统联动。这些技术符合 FAO “蓝色转型”理念和中国“十四五”渔业发展规划要求。

### 4.2. 生态友好型设计原则

生态友好型渔业机械设计应遵循“低扰动、精准高效、循环利用、生态协同”四项原则。低扰动原则优先采用小型电动/太阳能装备，减少对河湖底泥和湿地植被的扰动；精准高效原则通过 AI 变量投喂将残饵率大幅降低；循环利用原则可实现水循环利用率  $\geq 90%$ ；生态协同原则强调装备参数与森林湿地复合系统匹配，融入生物多样性保护指标。通过上述设计，生态足迹可降低 20%~30%。

### 4.3. 政策建议

为推动绿色路径落地，需多维度政策支持。一是优化政府补贴，将智能化和绿色化装备补贴比例提高至 50%~70%，并设立湿地保护专项基金；二是加快制定渔业机械生态兼容设计规范，纳入尾水处理覆盖率( $\geq 80%$ )、能耗下降等硬性指标；三是深化产学研合作，组建创新联合体，开展渔林协同技术攻关；四是将渔业机械化纳入林业湿地生态修复规划，在长江流域、洞庭湖等重点区域开展“渔林复合”试点，建立生态补偿机制。

## 4.4. 实证对比

与传统机械路径相比,绿色智能化路径优势显著:饲料转化率由 1.8~2.2 提升至 1.2~1.5 (提高 30%~40%),能耗降低 40%,尾水处理覆盖率由<30%提升至 70%~80%,生态足迹压力降低 20%~30%。劳动力节省 60%,亩产提高 2~3 倍。洞庭湖无人船案例显示,水华发生频率降低 50%以上,总磷浓度下降 35%。SWOT-AHP 分析结果( $CR < 0.1$ )表明,绿色路径在经济效益、生态保护和政策适配性上均显著优于传统模式。

## 5. 结论与展望

### 5.1. 主要结论

中国渔业机械化发展已进入从规模扩张向高质量发展转型的关键阶段,在保障水产品供给、促进乡村振兴的同时,与森林湿地生态环境保护的协同效应日益凸显。本研究系统梳理了渔业机械分类体系、发展现状、问题挑战及可持续发展路径,得出以下主要结论:

一是渔业机械化水平持续提升但整体滞后。2025 年全国水产品总产量达 7657 万吨,其中养殖产量 6324 万吨、捕捞产量 1333 万吨,养殖占比 82.4%,渔业经济总产值约 3.4 万亿元。全国渔船总数 48.57 万艘,养殖机械保有量超 500 万台,但水产养殖机械化率仅约 36%,信息化水平约 15.7%,远低于全国农作物耕种收综合机械化率(75.64%)。区域分布不均,东部沿海领先,中西部森林湿地河湖渔区(如洞庭湖流域)仍以传统小型机械为主。

二是渔业机械应用存在技术、生态、经济与政策多重挑战。技术层面自动化与智能化不足,高端无人船、AI 系统渗透率低;生态层面密集机械作业易引发水体富营养化、底泥扰动和生物多样性下降,对森林湿地生态系统(水源涵养、碳汇功能)构成压力,洞庭湖等典型案例显示机械密集区生物多样性指数较保护区下降 15%~20%;经济与政策层面装备成本高、补贴覆盖面窄、生态兼容标准缺失,导致推广缓慢。

三是绿色智能化技术创新与可持续发展路径具有显著优越性。通过 AI + 5G 精准投喂、清洁能源装备、新材料应用及生态友好型设计(低扰动、精准高效、循环利用、生态协同原则),可使饲料转化率提升 30%~40%、能耗降低 40%、生态足迹压力减少 20%~30%。政策建议包括扩大补贴、制定生态兼容标准、深化产学研合作并与林业湿地保护规划对接,实现渔业增产与森林生态环境保护双赢。

### 5.2. 未来研究方向

开发森林湿地专用低扰动机械;构建生态足迹 - LCA - 林业服务价值耦合模型;开展多湿地渔区 5~10 年监测;探索渔业机械纳入湿地生态补偿机制;加强“一带一路”绿色技术合作。

## 参考文献

- [1] 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.
- [2] 刘晃,刘世晶. 智慧渔业技术发展现状与展望[J]. 大连海洋大学学报, 2025, 40(4): 541-551.
- [3] 顾海涛,李明爽,刘兴国. 水产养殖机械发展现状、问题与挑战及发展建议[J]. 中国水产, 2022(8): 42-46.
- [4] 李明,谈名名,姜朝伟,等. 无人船在渔业智慧监管领域的研究与应用综述[J]. 农业工程学报, 2024, 40(23): 15-25.
- [5] 刘世晶,李国栋,刘晃,等. 中国水产养殖装备发展现状[J]. 水产学报, 2023, 47(11): 1196-1205.
- [6] 谭诗逸,张成浩,叶云翔,等. 浙江水产养殖机械化现状与发展建议[J]. 农机科技推广, 2022(1): 28-31.
- [7] 祖绍颖. 天津市水产养殖机械装备应用现状及发展建议[J]. 农业工程, 2023, 13(4): 14-17.
- [8] 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. 2025 中国渔业统计年鉴[M]. 北京: 中国

农业出版社, 2025.

- [9] 杨东旭, 张胜茂, 戴阳, 等. 边缘计算技术及其在渔业智能化装备中的应用浅析[J]. 渔业现代化, 2025, 52(4): 1-14.
- [10] 联合国粮食及农业组织. 2024 年世界渔业和水产养殖状况: 蓝色转型在行动[M]. 罗马: 联合国粮食及农业组织 (FAO), 2024.
- [11] 柯瑞林, 任黎华, 孟顺龙. 水产养殖尾水处理技术研究进展[J]. 中国农学通报, 2023, 39(29): 146-151.
- [12] 时培石, 时美伦, 丁天宝. 海水养殖尾水生态净化方法探索[J]. 中国水产, 2022(5): 87-90.
- [13] 王晓华, 张颖, 宁启蒙, 等. 洞庭湖地区生境水生态空间结构和功能的时空分异[J]. 中南林业科技大学学报, 2024, 44(9): 105-117.
- [14] 汪鹏合. 淡水养殖尾水生态净化湿地设计——以连云港市香河生态园淡水养殖尾水净化湿地为例[J]. 四川环境, 2021, 40(3): 148-155.