

## ◆特邀专稿◆

## 广西渔业的未来之路: 绿色集约化智慧养殖与特色水产品精深加工模式\*

李嘉禧<sup>1</sup>, 李双青<sup>2</sup>, 刘泽霖<sup>3</sup>, 黄大乘<sup>4</sup>, 李湘<sup>5</sup>, 梁江梅<sup>6</sup>, 王知品<sup>7</sup>, 滕益浪<sup>8</sup>, 刘鹏<sup>9</sup>, 柴桦<sup>10</sup>,  
黄琳<sup>1</sup>, 赵明明<sup>1\*\*</sup>, 李鹏飞<sup>1\*\*</sup>

(1. 广西科学院, 广西海洋科学院(广西红树林研究中心), 广西水产生物技术与现代生态养殖重点实验室, 广西壮族自治区渔业重大疫病防控与高效健康养殖产业技术工程研究中心, 广西南宁 530007; 2. 广西壮族自治区住房和城乡建设厅, 广西南宁 530028; 3. 广西壮族自治区市场监督管理局, 广西南宁 530028; 4. 广西来宾市兴宾区人民政府, 广西来宾 546100; 5. 广西壮族自治区科学技术协会, 广西南宁 530020; 6. 广西壮族自治区共青团河池市委员会, 广西河池 546300; 7. 广西北海市合浦县政协, 广西北海 536199; 8. 广西百色农林投资发展集团有限公司, 广西百色 533000; 9. 广西柳州钢铁集团有限公司, 广西柳州 545002; 10. 广西壮族自治区统计局, 广西南宁 530002)

**摘要:** 广西拥有丰富的水产资源和区位优势, 但其渔业面临产业结构失衡、技术支撑不足、精深加工薄弱等挑战, 制约其向双千亿产业跨越。当前, 广西渔业发展存在五大关键问题: 重淡水渔业、轻海洋渔业; 自然资源约束与生态政策挤压养殖空间; “小农散养”模式导致生产效率低下; 技术推广滞后, 苗种供给依赖外省; 精深加工不足, 产业链附加值低。为突破发展瓶颈, 建议采取以智慧养殖和特色水产品加工为核心的现代化发展路径: 通过人工智能技术构建“数据-模型-执行”闭环体系, 集成多源环境监测、病害智能诊断和精准投喂系统, 推动石斑鱼(*Epinephelus*)、金鲳鱼(*Trachinotus ovatus*)等名优品种的规模化高效养殖; 分阶段开发高附加值产品, 即初期聚焦休闲食品和火锅食材, 中长期发展预制菜和生物医药产品, 延伸产业链。同时, 依托区位优势, 构建“智慧养殖-精深加工-品牌营销”全链条网络, 着力打造“桂系”海鲜品牌矩阵。另外, 通过“产学研用”协同机制加强种质资源保护、推广循环水繁育技术, 设立渔业科技创新基金, 培养智慧养殖人才。未来, 可依托北部湾资源, 发展深远海智能养殖和碳汇渔业, 力争 2035 年将广西建成中国—东盟水产品精深加工中心, 为区域渔业高质量发展提供示范。

**关键词:** 广西渔业; 智慧养殖; 精深加工; 产业升级; 转型策略

中图分类号: S9 文献标识码: A 文章编号: 1002-7378(2025)02-0147-10

DOI: 10.13657/j.cnki.gxkxyxb.20250701.001

收稿日期: 2025-06-03

修回日期: 2025-06-20

\* 广西自然科学基金项目(2023GXNSFBA026345, AD23026331), 广西科技计划项目(GUIKEFA[2024]102-2)和来宾科技计划项目(来科产241519)资助。

**【第一作者简介】**

李嘉禧(1995—), 女, 博士, 主要从事鱼类病害与免疫研究, E-mail: 13433787088@163.com。

**【\*\*通信作者简介】**

赵明明(1990—), 男, 副研究员, 主要从事水生生物学与水产养殖研究, E-mail: mmzhao2024@outlook.com。

李鹏飞(1988—), 男, 研究员, 博士研究生导师, 主要从事水产种苗高效繁育与生态健康养殖技术研究, E-mail: pfli2014@126.com。

**【引用本文】**

李嘉禧, 李双青, 刘泽霖, 等. 广西渔业的未来之路: 绿色集约化智慧养殖与特色水产品精深加工模式[J]. 广西科学院学报, 2025, 41(2): 147-156.  
LI J X, LI S Q, LIU Z L, et al. Future Path of Guangxi Fishery: Green Intensive Smart Aquaculture and Deep Processing Model of Characteristic Aquatic Products [J]. Journal of Guangxi Academy of Sciences, 2025, 41(2): 147-156.

中国是世界主要的水产养殖大国<sup>[1]</sup>。根据美国农业部(USDA)发布的《2025年中国水产品报告》,2024年中国水产总产量达7 410万吨,再创历史新高,养殖业持续领跑,水产养殖年产量稳居世界第一位<sup>[2]</sup>。渔业的发展对保障农产品供给和国家食品安全、增加农民收入、维护国家海洋权益、推动生态文明建设等方面起到了重要作用<sup>[3-8]</sup>。

广西位于我国西南沿海,水域资源丰富,生态环境优越,是我国渔业大省(区)<sup>[9-11]</sup>。根据《2024中国渔业统计年鉴》,2023年广西渔业经济总产值首次突破1 251亿元,为广东渔业经济总产值(4 420亿元)的28.3%<sup>[12]</sup>。广西与广东地理位置相近、水域气候条件相近<sup>[13]</sup>、养殖品种相似[凡纳滨对虾(又称南美白对虾,*Litopenaeus vannamei*)、金鲳鱼(*Trachinotus ovatus*)、石斑鱼(*Epinephelus*)、草鱼(*Ctenopharyngodon*)、鲈鱼(*Micropterus*)、生蚝(*Ostreidae*)等]<sup>[14-17]</sup>,然而广西渔业依旧以“小农散养”模式为主,在水产品加工方面仍以低价原料出售为主,其产值与广东相比仍有较大差距,且这一差距呈扩大趋势。

因此,广西渔业如何实现转型升级,从千亿产业向双千亿产业乃至三千亿产业跨越式发展成为亟须解决的行业问题。随着人工智能的快速发展,智能化转型已成为推动产业升级的重要突破口。人工智能应用已成为当前最受关注的科技领域,其影响已渗透到各行各业,包括医疗健康、教育、农业等,其在水产养殖行业的应用也呈现出强劲的发展态势。人工智能赋能广西渔业向现代化渔业转型,实现产业升级,将成为提升广西渔业产业附加值、缩小其与周边省份差距的主要途径。在此背景下,探索人工智能如何赋能广西渔业现代化转型,系统研究其在养殖和加工环节的创新应用,并提出切实可行的实施方案,对推动广西渔业高质量发展、促进向海经济建设具有重要的战略意义。

## 1 广西渔业发展存在的问题及原因剖析

广西作为我国重要的渔业生产基地,长期以来受传统内陆思维影响,形成了重淡水渔业、轻海洋渔业的发展格局,未能充分挖掘海洋渔业的潜力,导致产业结构失衡、竞争力下降。当前,广西渔业面临自然资源约束、生态政策收紧、产业模式落后、技术支撑不足以及外部竞争加剧等多重挑战,仅靠淡水渔业难以支撑广西渔业实现超三千亿产业规模的发展目标。其发展过程中存在的具体问题有以下5点。

### 1.1 重淡水渔业而轻海洋渔业的传统产业发展思维

作为同时拥有淡水水域资源和海洋水域资源的特殊省区,广西渔业却呈现出明显的“江河导向”,长期存在着重淡水渔业、轻海洋渔业的发展倾向,这种渔业发展模式的形成主要源于广西独特的自然地理条件:其境内纵横交错的西江水系网络(包括红水河、柳江、郁江等)为传统淡水养殖业的发展提供了得天独厚的基础条件。此外,在人口分布上,广西主要城市群和人口聚集区均沿内陆河流域分布,这种“向陆性”聚居模式自然催生出以淡水产品为主的消费习惯。

广西大陆海岸线约1 600 km<sup>[18]</sup>,20 m水深以内的浅海面积6 488 km<sup>2</sup><sup>[19]</sup>,其资源存量与开发利用程度形成强烈反差。与其他省份相比,2024年广东海洋生产总值率先突破20 000亿元,而广西海洋生产总值仅为2 580.9亿元<sup>[20]</sup>,不足广东的13%;2023年广西深水和普通网箱数量总计为122 409个,仅为广东的44.3%、福建的27.1%<sup>[12]</sup>;在海洋种业方面,虽然广西具有天然的区位优势,但是其国家级水产良种场数量(2家)明显少于湖北(11家)、山东(16家)等省份(表1)<sup>[12]</sup>。上述情况的出现可能是受传统内陆渔业思想影响,对海洋渔业的巨大潜力认识不充分且开发利用程度低,最终阻碍广西渔业的快速发展。

### 1.2 自然资源约束与生态红线挤压养殖空间

广西是我国岩溶地貌主要分布地区,水面面积占全区总面积的1.9%<sup>[21]</sup>,且降水时空分布不均加剧了旱涝等气象及地质灾害的风险<sup>[22]</sup>,导致后备养殖空间严重不足,进一步制约了广西渔业的发展。此外,随着生态保护政策《广西海洋生态红线划定方案》的实施,大量禁止类红线区和限制类红线区被划定<sup>[18]</sup>,直接影响了数万养殖户的生计。生态红线的划定虽然有利于环境保护,但是配套的转产转业政策未能及时跟进,部分清退养殖户陷入“失水失地”困境,许多养殖企业因无法获得长期稳定的养殖权,对扩大养殖规模或升级养殖设施的积极性不高。

### 1.3 传统“小农散养”模式制约产业升级

广西水产养殖以家庭式散养为主,这种“小农散养”模式依靠“老师傅”传授经验,且多数为传统池塘养殖,机械化、智能化设备普及率低<sup>[23]</sup>。这种模式不仅生产效率低下,而且会导致养殖水质管理、病害防控等环节难以有效监管,增加养殖风险。此外,广西淡水鱼多以低价原料的形式流向广东、湖南等地的加工企业,本地精深加工总量为80.8万吨,不足广东的

52.7%、福建的20%、山东的12.5%<sup>[12]</sup>。这种低附加

表1 2023年各地区渔业统计情况

Table 1 Fishery statistics of each region in 2023

地区 Region	海水养殖 面积/ha Marine aquaculture area/ha	淡水养殖 面积/ha Freshwater aquaculture area/ha	养殖方式 Breeding method	国家级良 种场/个 No. of national seed farms	水产技术 推广机构 (事业单位)/个 No. of aquatic product technology promotion institutions (Public institutions)	技术推广 自有试验 示范基地/个 No. of self-owned experimental demonstration bases for technology promotion	项目经费/ ( $\times 10^4$ 元) Project funds ( $\times 10^4$ Yuan)	水产加工 品总量/t Total volume of aquatic processed products/t
Guangxi	69 075	147 281	Fences, cages, factory	2	868	6	2 848.06	808 211
Hubei		886 963	Factory	11	484	60	5 886.44	1 604 420
Guangdong	172 133	305 212	Cages, factory	5	311	32	6 649.88	1 535 493
Fujian	17 321	85 242	Fences, cages, factory	1	642	7	3 358.45	4 048 913
Zhejiang	84 255	172 641	Fences, cages, factory	6	362	6	12 181.28	1 792 353
Shandong	646 026	157 746	Fences, cages, factory	16	859	28	9 960.15	6 486 415

表2 2023年各地区水产养殖总量及总产值统计

Table 2 Statistics of total aquaculture volume and output value in each region in 2023

地区 Region	渔业经济 总产值/ ( $\times 10^4$ 元) Total output value of fishery economy ( $\times 10^4$ Yuan)	渔民家庭 净收入/(元/人) Net income of fishermen's families/ (Yuan/person)	水产养殖 总产量/t Total output of aquaculture/t	主要养殖种 Main farmed varieties
Guangxi	122 515 473.76	99.00	3 785 901	<i>Oreochromis niloticus</i> , <i>Litopenaeus vannamei</i> , <i>Crassostrea hongkongensis</i> , <i>Pinctada fucata martensii</i>
Hubei	37 802 770.00	155.09	5 227 890	<i>Procambarus clarkii</i> , <i>Ctenopharyngodon idella</i> , <i>Hypophthalmichthys nobilis</i> , <i>Monopterus albus</i>
Guangdong	4 202 818.63	124.80	9 240 225	<i>Oreochromis</i> , <i>Litopenaeus vannamei</i>
Fujian	35 463 711.81	280.85	8 901 956	<i>Larimichthys crocea</i> , <i>Haliotis discus hannai</i> , <i>Saccharina japonica</i>
Zhejiang	26 467 109.90	1 242.47	6 479 255	<i>Mytilus coruscus</i> , <i>Larimichthys crocea</i> , <i>Trichiurus lepturus</i> , <i>Litopenaeus vannamei</i>
Jiangsu	39 282 510.82	1 462.26	5 220 527	<i>Eriocheir sinensis</i> , <i>Procambarus clarkii</i> , <i>Carassius auratus</i>
Shandong	47 616 710.20	481.07	9 139 462	<i>Litopenaeus vannamei</i> , <i>Apostichopus japonicus</i> , <i>Haliotis discus hannai</i> , <i>Crassostrea gigas</i>
Liaoning	14 082 370.00	791.35	5 081 185	<i>Apostichopus japonicus</i> , <i>Mizuhopecten yessoensis</i> , <i>Rhopilema esculentum</i>

#### 1.4 内部技术支撑不足与外部竞争加剧

现代渔业发展高度依赖于科技创新,但广西水产养殖技术研发与成果转化能力明显滞后。2021年发布的《广西海洋经济发展“十四五”规划》显示,广西

地位,利润空间被进一步压缩(表2)。

2020年海洋科技成果转化占比仅为0.60%<sup>[24]</sup>,可见海洋渔业科技支撑薄弱。另外,据《2024中国渔业统计年鉴》,广西水产技术推广机构自有试验示范基地仅6个,远低于广东(32个)、湖北(60个)、湖南(43

个)、云南(26个)<sup>[12]</sup>,导致新品种、新技术推广滞后,水产养殖死亡率高。例如,近年来广西对虾养殖仍以传统凡纳滨对虾为主,早造虾存活率只有1—2成<sup>[25]</sup>。此外,广西水产科研机构的产学研能力较弱,部分高校科技成果转化率为零<sup>[26]</sup>,进一步制约了产业创新。科技支撑不足的深层次原因在于经费投入不足,广西水产技术研发的人均科研经费仅为1.2万余元,不及全国平均水平的1/3<sup>[12]</sup>。以上情况使得广西难以突破养殖技术瓶颈,产业转型升级受限。

在外部竞争方面,虽然广西渔业具有毗邻东盟和粤港澳大湾区的区位优势,但是却面临着“南北夹击”的严峻形势。广西北部的湖南、江西等省份通过低成本抢占淡水鱼市场,导致广西淡水鱼收购价常年比邻省低0.8—1.5元/500g;而广西南部的粤港澳大湾区高端市场,约65%的份额被珠三角地区的企业所占据<sup>[27]</sup>。同时,东盟国家水产品凭借价格优势加速进入中国市场,近年来相关进口量年均增长21%,对广西水产养殖业中的罗非鱼(*Oreochromis niloticus*)、巴沙鱼(*Pangasius bocourti*)等品种产生直接冲击<sup>[28-29]</sup>。

### 1.5 广西渔业苗种研发与精深加工不足

良种是渔业发展的基础,但广西缺乏高水平的水产育种团队,良种体系建设滞后,属地良种供应不足,难以为渔业发展供应大量优质苗种。以凡纳滨对虾为例,2020年广西凡纳滨对虾苗种生产量不足300亿尾,远低于福建、山东、广东等地(均在4000亿尾以上)<sup>[30]</sup>。本土苗种供应不足的主要原因在于:首先,广西缺乏专业化的育种团队,广西农业科研力量主要集中在粮食、甘蔗、果蔬等传统领域,水产育种领域投入相对较低<sup>[31]</sup>;其次,苗种繁育基础设施落后,全区达到国家级标准规范的苗种场仅有2家,而湖北有11家,山东有16家<sup>[12]</sup>。

养殖技术水平不高是制约品种结构调整的关键因素。由于水产养殖技术水平较低,目前广西水产主要养殖品种仍以青鱼(*Mylopharyngodon piceus*)、草鱼(*Ctenopharyngodon idella*)、鲢鱼(*Hypophthalmichthys molitrix*)、鳙鱼(*Hypophthalmichthys nobilis*)等易养价廉品种为主,鲷鱼(Sparidae)、军曹鱼(*Rachycentron canadum*)、高体鲷(*Seriola dumerili*)、鳊鱼(*Siniperca chuatsi*)等产品价值高但对养殖技术要求高的养殖品种产量极低。仅石斑鱼一种海水鱼,该鱼国内年产量超过24万吨,而广西年

产量为0.27万吨,仅为全国总产量的1.13%<sup>[12]</sup>。

在水产品加工方面,2023年广西水产品加工总量仅占全国的3.67%,远低于广东6.98%、湖北7.29%的水平<sup>[12]</sup>。产业链整合不足也是制约广西渔业发展的重要因素:广西渔业二三产业发展滞后,加工率低,休闲渔业规模较小,产业链整合程度低<sup>[32]</sup>。这可能与广西现代渔业长期依赖传统养殖和初级产品输出有关,导致精深加工环节薄弱、产品同质化严重,同时也是广西渔业市场竞争力不足的原因之一<sup>[33-38]</sup>。

综上所述,广西拥有北部湾海域和西江流域双重资源优势,近海渔业资源丰富,内陆淡水养殖面积位居全国前列,加之水温适宜、水质优良,适合各类高附加值水产品种的养殖。同时,毗邻东盟的区位使得边贸潜力成为广西渔业独特的优势,但科技投入与附加值提升仍是广西渔业所面临的巨大挑战。此外,广西渔业的种业资源多样性优于云南、海南,但种苗高度依赖福建、海南供应,自主种业实力弱于海南(如海南有国家南繁科研育种基地),产业链完整性逊于广东,品牌化程度不及“湛江对虾”“海南文昌鱼”等知名地标。未来,须突破加工与种业短板,强化科技投入,借力《区域全面经济伙伴关系协定》(RCEP)通道,破解“资源-生态-产业”闭环制约。具体可通过发展海洋渔业、推广生态集约化养殖、推动全链条升级、深化人工智能技术应用等策略,重构渔业产业竞争力。

## 2 建设现代渔业体系,推进广西向海经济跨越发展

科技兴渔战略的有效实施依赖于政府、科研机构、企业和养殖户等多元主体的协同联动。基于区域发展战略视角,广西现代渔业产业体系建设亟须突破传统思维定式,通过系统整合科技创新驱动、财政资金配套与专业人才培养等关键要素,构建渔业科技成果转化创新生态系统,以创新驱动为核心导向,通过开放型发展模式优化产业结构,实施向海经济发展战略。具体而言,应确立“强化初级生产(第一产业)、优化加工制造(第二产业)、培育服务市场(第三产业)”,促进一二三产业协同发展的现代渔业创新发展思路<sup>[39]</sup>,构建具有区域特色的现代渔业创新体系,最终形成以国内市场为主体、国内国际市场双循环协同发展的现代渔业产业集群新格局,为区域渔业经济高质量发展提供范式参考。

## 2.1 解放思想,着力建设现代渔业产业集群——智慧渔业小镇

在创新驱动发展战略背景下,现代渔业产业集群的构建成为推动区域渔业现代化转型的重要路径。广西北部湾地区现代渔业转型升级重点示范项目——北海市银海区“海洋牧场”智慧渔业小镇,依托银海区优越的海洋资源和区位优势,遵循“产业集群化—集群园区化—园区小镇化—小镇专业化”的四维发展模式,融合智慧养殖、精深加工、休闲渔业等多元业态,打造面向东盟的现代化渔业综合体。该模式还可配套检验检疫中心、饲料加工区、精深加工区等,实现“生产—加工—销售”全链条融合,可有效解决北部湾地区长期存在的“养、加、销”脱节问题。

此智慧渔业小镇具有3个显著特征:第一,通过科技创新实现名优水产品的全封闭陆基工业化生产,使单位产值显著提升;第二,三产融合的产业布局形成“渔业+加工+文旅”的复合业态,年产值预期可达50亿元;第三,专业化分工的产业生态可有效破解北部湾地区渔业产业结构单一和同质化竞争困境。从区域发展效应来看,该模式不仅推动了广西现代渔业对广东、福建、山东等传统优势地区水产养殖与加工技术的追赶,而且可通过产业链整合增强其面向东盟国家的产业辐射能力。实例研究表明,智慧渔业小镇促进了特色滨海旅游业的兴起,加快了现代渔业的转型与升级,推动了乡村振兴的迅速发展,为沿海地区产业升级提供了可复制的范式。未来研究应进一步关注广西现代渔业产业集群专业化程度与区域经济带带动效应的量化关系。

## 2.2 创新求变,构建名优水产苗种高效繁育技术体系

广西毗邻粤港澳和东盟的区位优势为其苗种产业提供了独特机遇。如中国南方省份年出口石斑鱼苗种约1.8亿尾,其中越南、马来西亚为主要进口国<sup>[40]</sup>,为广西种苗繁育提供了巨大的市场。然而广西水产种业发展长期以来存在重视新品种开发、忽视繁养技术研发的错位发展思路,导致广西水产种苗同样依赖外省供应。必须清醒地认识到,当前限制广西渔业跨越发展的核心瓶颈是广西属地生产的优质苗种严重不足,无法满足名优水产业发展需要,而非新品种开发。究其原因,水产新品种开发具有研发资金耗费巨大、开发周期长的特点,即便成功研发出水产新品种,也存在推广前景不明的客观局限;而苗种的选育和繁殖周期短,能够快速解决广西本土化苗种不

足的问题,推动水产养殖业的可持续发展。

近年来广西水产养殖业发展迅速,但面临着良种体系建设滞后的客观现实。相比之下,发达省份如广东、福建、浙江等地每年投入渔业科研和技术推广的经费总额分别为5.8亿元、3.2亿元、4.5亿元,远超广西(约1.5亿元),且已建立起完善的水产育种科研体系和良种推广网络,拥有多家国家级水产原良种场和一批经验丰富的育种专家团队<sup>[40]</sup>,在种质资源积累、育种技术储备等方面具有明显优势。广西若要在这一领域迎头赶上,不仅需要长期持续的高强度投入,而且还面临着人才短缺、技术积累不足等多重挑战。在资源有限的情况下,广西若继续将大量资金投入新品种开发赛道,不仅难以在短期内取得突破性成果,而且还可能错失其他领域的发展机遇。

因此,建议从以下5个方面强化广西渔业的发展。(1)加强种质资源保护,建立广西特色水产种质资源库:对消费市场规模大、产业成熟度高、消费者认可度高及在粤港澳大湾区、东盟地区拥有稳定市场需求的名优水产品如石斑鱼、大黄鱼、鲷鱼、军曹鱼、高体鲷等开展种质鉴定与保存,培育无特定病原(SPF)苗种并建立种质资源库。(2)升级生态化繁育设施,推广智能养殖系统:集成水质在线监测、智能温控及生物过滤技术,实现水温、溶解氧、pH值等关键参数的精准调控,同时配备紫外线消毒系统,降低病害发生率。(3)提升人工培育技术:根据不同养殖品种优化激素诱导方案,建立轮虫—卤虫—微颗粒饲料梯度投喂体系,将仔鱼成活率提高到80%以上。(4)推行“预防为主”策略,构建病害绿色防控体系:应用PCR技术早期检测病原,同时研发中草药制剂[如药用大黄(*Rheum officinale*)、黄芩(*Scutellaria baicalensis*)提取物],将其作为抗生素的替代品,并结合噬菌体靶向治疗实现病害的综合防控。(5)产学研融合与技术推广:联合高校、研究所、企业和养殖户,建立“良种场—示范基地—养殖户”三级推广网络,开展繁育技术培训,培养技术骨干,将成果转化率提升到30%以上。通过以上措施,可形成覆盖种质、设施、工艺、防病及推广的全链条技术体系,助力广西现代渔业实现优质苗种的本土规模化生产。

## 2.3 向海图强,人工智能赋能名优海洋渔业标准化体系建设

当前,广西渔业发展存在“小农散养、技术体系集成度低”的局限,苗种(如石斑鱼、金鲳鱼、对虾等)培育与成鱼养殖技术的标准化、智能化和集成化体系尚

未完全形成, 养殖管理仍高度依赖传统经验, 缺乏可复制的技术体系。就单个养殖场而言, 养殖产能严重受限于经验丰富的“老师傅”, 然而技术水平高的“老师傅”人数少、精力有限, 其管理的极限是单个苗种场或百亩级别的成品鱼养殖场; 加上“老师傅”普遍学历不高, 无法从“经验式”养殖技术中提炼制定出标准化操作规程, 因而制约了产业规模化、智能化升级, 限制了养殖产业的进一步发展。

因此, 建议通过“揭榜挂帅”机制下的竞争性科研攻关, 遴选并支持广西本土科研团队开展基于实证的渔业技术体系创新研究。具体而言, 应重点突破传统“经验式”养殖模式, 通过多源信息融合养殖环境智能监测系统、病害智能诊断系统、设备智能化控制系统等人工智能技术模块, 构建具有自主知识产权的智慧繁养标准化技术体系, 将隐性经验转化为显性数据模型, 为名优品种的苗种繁育与高效养殖提供全流程、

全角度、全环节的技术体系保障。人工智能化养殖模块一方面可以通过知识数字化实现传统淡水渔业的转型升级(即“二次革命”), 另一方面可为新兴海洋渔业爆发式增长提供技术支撑。例如, 广西科学院现代渔业产业技术创新团队在石斑鱼养殖中部署了多模态数据采集系统, 通过水下摄像头、溶解氧传感器、pH 监测仪等设备实时采集水质、鱼群活动、摄食行为等数据, 构建了“高质 SPF 苗种培育-疫病快速诊断-高效健康养殖”全流程保障技术体系和标准化操作规范<sup>[16,38,41]</sup>, 突破广西名贵鱼类石斑鱼鱼苗规模化繁育难题, 助力其产量突破万吨级大关。广西现代渔业的人工智能化建设能够整合环境监测、智能投喂、病害检测与诊断等模块, 形成“数据-模型-执行”闭环(图 1), 降低对“老师傅”的依赖, 不仅使技术可跨区域复制, 而且还可助力中小养殖场养殖产能的提升。

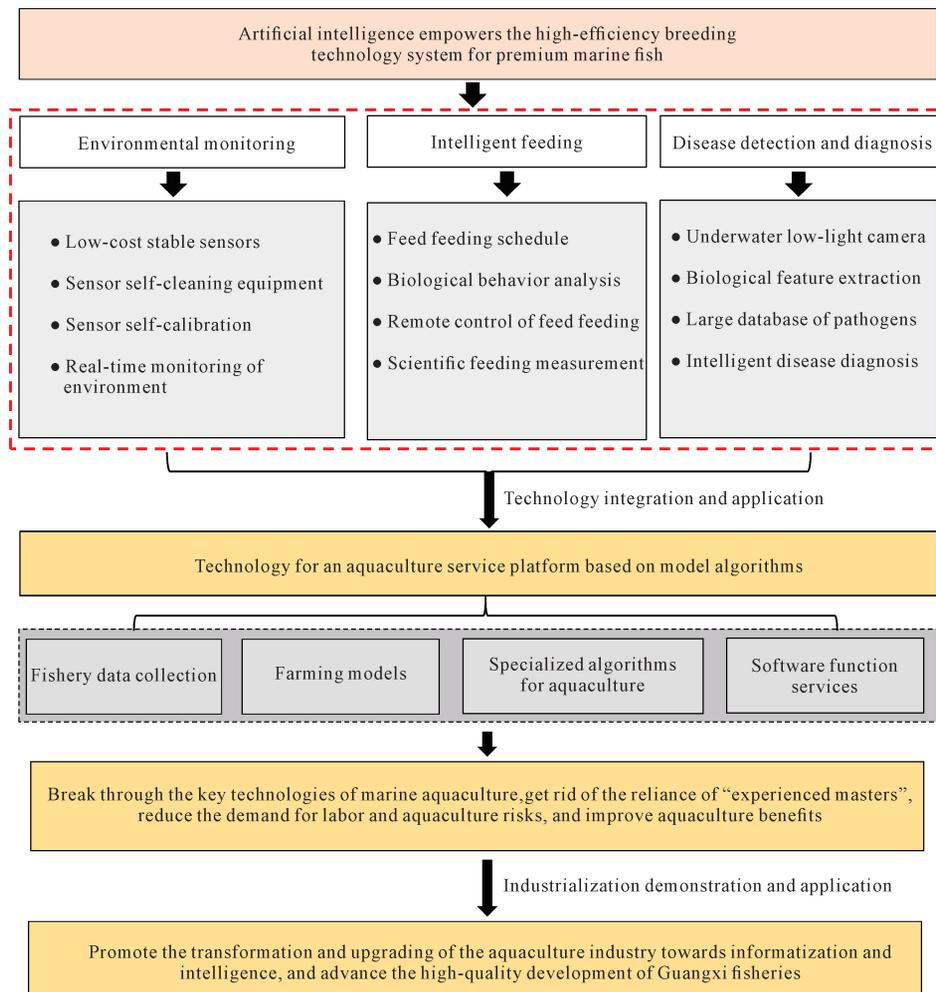


图 1 人工智能赋能名优海水鱼类高效繁育技术体系

Fig. 1 Artificial intelligence-enabled the high-efficiency breeding technology system for premium marine fish

## 2.4 开放发展,着力培育千亿级的水产品加工业

广西拥有丰富的水产品资源,特别是金鲳鱼(8.8万吨)、罗非鱼(26.1万吨)、凡纳滨对虾(32.8万吨)等产品的产量位居全国前列<sup>[12]</sup>,为高附加值产品的开发提供了原材料保障,为高附加值水产品加工业的发展奠定了物质基础。然而,目前广西水产品加工仍以初级加工为主,未能充分发挥广西渔业资源优势 and 区位优势,并将其转化为产业优势。因此,培育千亿级水产品加工业,需要从政策支持、技术创新、品牌建设、产业链延伸等多方面发力。

笔者认为,高附加值产品开发应从技术难度低、消费市场大、需求稳定的休闲小食品和火锅食材入手,积累资金、储备技术,培育加工企业,后续向技术难度高、附加值高的水产品预制菜、保健品、化妆品、药品等领域进军(表3)。例如鱼虾饼干、鱼虾锅巴、鱼骨脆、鱼果冻、即食鱼皮以及即食鱼汤等休闲小食品市场需求大,可以通过技术创新开发出具有广西特

表3 广西水产品附加值提升方案

Table 3 Plan for increasing the added value of aquatic products in Guangxi

水产品加工途径 Aquatic products processing path	加工策略 Processing strategy	原料来源 Source of raw materials	成品/用途 Finished product/ Application
Snack foods and hot pot ingredients	Incorporating flavor elements such as sour bamboo shoots and lemon sauce into products like crispy fish skin and crunchy fish bones	Fish skin, fish bones, etc	Sea duck egg, flavored fish skin
	Development of frozen prepared foods such as shrimp paste and fish tofu	Shrimp, fish	Surimi products
	Combining Guangxi's signature spices like star anise and cinnamon to create 'Guangxi-style' instant fish soup packets	A variety of fish	Pre-prepared fish soup products
Pre-made food	Fermented ready-to-eat meals	Stinky mandarin fish, golden pomfret, etc	Food
	Conditioning pre-prepared dishes	Lemon sea bass, prickly ash fish slices, etc	Food
Biological medicine	Fish oil development	Fat of <i>Trachinotus ovatus</i>	Fish oil capsule
	Collagen extraction	Tilapia scales	Beauty skincare products
	Extraction of chitosan	Shrimp shells	Medical chitosan

## 2.5 实施科技兴渔战略,加快科技成果转化

为破解渔业科技成果转化“最后一公里”难题,推动广西渔业现代化进程,建议从科技创新与成果转化机制、技术推广模式及人才赋能体系3个方面协同施策。(1)在科技创新与成果转化机制方面:构建“项目库+需求清单库”双向对接平台,通过产学研协同创新机制,精准匹配科研供给与产业需求,并探索“技术

色的水产品休闲小食品,积极拓展长沙、柳州、广州等网红城市的小零食代加工业务,同时联合良品铺子、赵一鸣零食等全国连锁的零食店<sup>[42-43]</sup>,实现特色水产品小零食的快速推广销售。在预制菜方面,广西金鲳鱼、罗非鱼、凡纳滨对虾、草鱼、鲈鱼等肉质细腻、出肉率高,便于冷冻保存,建议参考臭鳊鱼的加工方法<sup>[44-46]</sup>,以金鲳鱼、草鱼、鲈鱼为原料开发如“黄金鲳”“巴马长寿鲈”等“桂系”品牌预制菜,满足现代消费者对方便快捷、健康美味食品的需求。同时,鱼丸、虾丸、鱼柳、鱼饺等火锅食材市场需求稳定,适合规模化生产,从而提升产品附加值。另外,水产品精深加工的最高价值体现在生物活性物质的提取与应用上,可利用水产品中的有效成分开发鱼油、胶原蛋白、医用壳聚糖等功能性保健品、化妆品、药品。该市场潜力巨大,但值得注意的是基于初级水产品开发保健品、化妆品、药品需要较高的技术。

入股”等市场化推广模式;同时,建议修订《广西壮族自治区渔业科技推广奖励办法》,设立渔业技术推广专项基金,将企业、合作社纳入奖励对象范畴,以激励机制撬动多元主体参与技术传播、转化。(2)在技术推广模式方面:优化基层技术服务体系,实施渔业科技特派员制度,遴选具有生产实践经验的专家下沉养殖一线,开展定制化技术服务,解决技术落地“适配

性”问题,并在重点养殖县域设立渔业科技成果转化示范点,优先推广本土化自主知识产权技术,形成可复制的区域示范效应。(3)在人才赋能体系方面:建议在广西水产养殖主产区建立乡村振兴-水产养殖人才技能培训示范中心,开发方言版教材及数字化培训课程(如短视频模块),提升培训的覆盖面和渗透率。通过知识赋能促进高效、优质、生态、安全养殖模式的普及,最终实现渔业产业提质与乡村振兴协同发展。

### 3 展望

#### 3.1 向海图强:科技赋能广西渔业打造中国—东盟蓝色经济新标杆

广西拥有得天独厚的“一湾相挽十一国”区位优势,海域面积广阔,水质优良,为水产养殖发展提供了天然舞台。在全球海洋资源日益紧张的今天,广西渔业站在了历史的十字路口:是延续传统粗放的老路,还是开辟一条智慧养殖与精深加工的新航道?唯有将科技融入碧波绿水,方能在保护与发展的平衡木上走出广西现代化渔业之路。着力构建“智慧养殖-精深加工-品牌营销”全链条追溯系统,改变“靠天吃饭”的传统渔业。在智慧养殖过程中,传感器实时监测水温、溶氧量、pH值,大数据分析精准预测鱼类生长曲线与最佳投喂时机,人工智能诊断系统可早期识别鱼类病害,总体实现水产养殖全程数字化管理。同时,建立产学研一体化的精深加工集群,聚焦高附加值产品创新:运用生物酶解技术从低值鱼中提取胶原蛋白肽,开发抗衰老保健品;利用虾蟹壳制备医用级壳聚糖,延伸至止血材料、药物载体等医疗场景;深度挖掘“那”文化中的渔猎智慧,将民族元素融入产品设计,打造3—5个具有国际影响力的“桂派”海鲜品牌,并结合广西特色香料开发预制菜系列,打造“桂系”海鲜品牌矩阵。同时,通过建设跨境冷链物流枢纽,构建面向东盟的“24小时鲜品供应链”,推动水产品出口值快速增长。

站在向海图强的新起点上,广西渔业需要政策、科技、人才、金融的协同发力。建议设立渔业科技创新基金,支持校企联合攻关种苗繁育、病害防控等关键技术;通过“智慧渔场+精深加工”双轮驱动,培育新型职业渔民,完善精深加工产业集群,助推广西渔业智慧转型,这不仅关乎八桂大地的渔业升级,而且有望让广西成为全国首个实现“碳汇渔业”的示范区。

#### 3.2 打造中国—东盟智能渔业枢纽,引领全球蓝色经济新范式

未来,广西渔业将依托北部湾海洋资源禀赋和RCEP区位优势,构建全链条数字化渔业产业体系。在技术层面,需重点突破三大问题:一是发展远洋物联网智能养殖装备,通过远程操控深水网箱、养殖工船等设施,实现离岸规模化养殖;二是构建渔业大数据中心,整合苗种繁育、环境监测、疫病防控等数据,开发人工智能养殖决策系统,使单产提升30%以上;三是推广低碳循环水养殖模式,利用微藻-贝类-鱼类多营养层级综合养殖(IMTA)技术,实现碳汇渔业与零排放生产。到2035年,广西有望建成全国首个万吨级深远海智能养殖基地和东盟水产品精深加工中心,成为引领中国—东盟蓝色经济合作的核心枢纽。这一转型不仅将重塑广西渔业竞争力,而且将为全球渔业可持续发展提供中国方案。

#### 参考文献

- [1] 郑心,曹笑轩.躬耕科海 向海图强:记海南大学信息与通信工程学院教授胡祝华[J].科学中国人,2025(2):46-47.
- [2] 美国农业部发布2025年中国水产品报告[Z/OL].(2025-03-26)[2025-05-03].<https://xmtbt-sps.xmepport.cn/news-detail.html?id=79507>.
- [3] 杜碧兰.海洋资源开发对我国可持续发展的作用[J].海洋开发与管理,1997,14(3):40-43.
- [4] 张瑛,李忠辉,张力.中国近海渔业资源的结构与质量研究[J].中国人口·资源与环境,2024,34(5):58-68.
- [5] 孙本彦.加快渔业发展 增加农民收入[J].河南水产,2008(3):48-49.
- [6] 张安琪.渔业法之管辖权研究[D].大连:大连海洋大学,2022.
- [7] 郭晶,郭晓晗.基于知识图谱的现代海洋产业体系研究热点与演化趋势[J].中国渔业经济,2024,42(4):116-126.
- [8] 陈洁,聂赞彬.生态文明视域下我国大水面渔业发展历程、问题挑战与路径选择[J].中国渔业经济,2024,42(6):1-9.
- [9] 卢兆发.建设广西渔业区域经济的战略思考[J].海洋渔业,2002,24(1):6-9.
- [10] 陈霞,周文.广西实施生态环境违法行为举报奖励[J].人民周刊,2023(5):1.
- [11] 庞革平.广西:挺进“深蓝”,筑牢“蓝色粮仓”[J].人民周刊,2024(12):71-72.
- [12] 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.2024中国渔业统计年鉴[M].北京:中国农业出版社,2024.

- [13] 王国栋, 金大超, 陈君芝, 等. 两广地区前、后汛期降水异常反位相现象及可能机理[J]. 大气科学学报, 2019, 42(6): 855-863.
- [14] 吕华当. 粤黔协作有“鱼”更精彩: 广东名特优水产品(贵州)推介会在贵阳举行[J]. 海洋与渔业, 2021(4): 12-13.
- [15] 高源. 中国南方典型食用鱼类中酚类内分泌干扰物的浓度分布及人体暴露的初步研究[D]. 广州: 广东工业大学, 2022.
- [16] 李鹏飞, 余庆, 覃仙玲, 等. 广西北部湾海水养殖业现状与病害防控技术体系研究展望[J]. 广西科学, 2018, 25(1): 15-25.
- [17] 李坚明. “十三五”广西水产养殖业发展战略研究[J]. 中国渔业经济, 2016, 34(4): 25-31.
- [18] 广西海洋生态红线划定方案[EB/OL]. (2017-12-27) [2025-05-08]. [http://hyj.gxzf.gov.cn/zwgk\\_66846/xxgk/fdzdgknr/bmwj/t3445428.shtml](http://hyj.gxzf.gov.cn/zwgk_66846/xxgk/fdzdgknr/bmwj/t3445428.shtml).
- [19] 广西档案信息网. 广西壮族自治区概况(一)[Z/OL]. (2018-11-30) [2025-05-08]. <https://www.gxdag.org.cn/show/152/4283>.
- [20] 广西壮族自治区人民政府. 推动海洋经济高质量发展、服务广西海洋强区建设新闻发布会召开[Z/OL]. (2025-03-28) [2025-05-08]. [http://www.gxzf.gov.cn/zt/xwfb/wssthjbh0728\\_229032/dt/t19758929.shtml](http://www.gxzf.gov.cn/zt/xwfb/wssthjbh0728_229032/dt/t19758929.shtml).
- [21] 全国水雨情信息. 地方水利·广西水利[Z/OL]. (2020-04-09) [2025-05-08]. [http://xxfb.mwr.cn/sl-bk/dfs/gxsl/202004/t20200409\\_1466143.html](http://xxfb.mwr.cn/sl-bk/dfs/gxsl/202004/t20200409_1466143.html).
- [22] 周萍. 多措并举实现广西综合减灾能力新跨越[J]. 中国减灾, 2013(15): 32-35.
- [23] 庞少欢. 广西水产养殖机械化的现状与发展[J]. 广西农业机械化, 2020(6): 44-47.
- [24] 广西壮族自治区海洋局, 广西壮族自治区发展和改革委员会. 广西海洋经济发展“十四五”规划[Z/OL]. (2021-09-09) [2025-05-18]. [http://hyj.gxzf.gov.cn/zwgk\\_66846/xxgk/fdzdgknr/fzgh/ghjh/t10069060.shtml](http://hyj.gxzf.gov.cn/zwgk_66846/xxgk/fdzdgknr/fzgh/ghjh/t10069060.shtml).
- [25] 彭可欣, 陈观凤. 广西 33 万亩虾塘接下来怎么养? 看看专家怎么说[J]. 当代水产, 2024, 49(1): 27-28, 30.
- [26] 许然. 科研成果零转化率, 真正问题出在哪儿? [J]. 廉政瞭望, 2023(15): 51.
- [27] 蔡松锋, 肖敬亮, 文韵. 粤港澳大湾区发展现状与未来展望: 创新是大湾区今后发展的主要驱动力[J]. 财经界, 2019(16): 30-34.
- [28] 赵亮, 袁倩. 中国与东盟国家水产品贸易影响因素研究: 基于 CMS 模型的实证分析[J]. 价格月刊, 2025(2): 68-75.
- [29] 郝婕. 中国与东盟水产品贸易竞争性与互补性分析[D]. 石家庄: 河北经贸大学, 2020.
- [30] 赵蕾, 岳冬冬, 李雪, 等. 中国水产种业对外依存度分析及应对策略研究[J]. 中国渔业经济, 2022, 40(6): 1-11.
- [31] 广西壮族自治区人民政府. 广西壮族自治区人民政府关于印发广西科技创新“十四五”规划的通知(桂政发〔2021〕39号)[Z/OL]. (2021-11-11) [2025-05-18]. <http://www.gxzf.gov.cn/zfwj/zxwj/t10762575.shtml>.
- [32] 广西壮族自治区农业农村厅. 自治区农业农村厅关于印发广西“十四五”渔业高质量发展规划的通知(桂农厅发〔2022〕141号)[Z/OL]. (2021-11-11) [2025-05-18]. <http://nynct.gxzf.gov.cn/xxgk/jcxxgk/wjz/gntf/t13284602.shtml>.
- [33] 慕慧, 宋明倩. 广西农特产品出口东盟存在问题及对策研究[J]. 商业经济, 2023(1): 134-136.
- [34] 蔡青霖, 吴建坤, 覃佩坤. 广西苍梧渔业转型升级发展现状与对策研究[J]. 中国水产, 2024(10): 92-93.
- [35] 张岳玥. 冷冻水产品基于蛋白氧化抑制的保水配方及机理研究[D]. 南宁: 广西大学, 2023.
- [36] 狄乾斌, 田晓晴, 陈小龙. 产业链视角下中国海洋渔业高质量发展水平综合评价[J]. 海洋通报, 2024, 43(3): 391-403.
- [37] 韦斌杰, 刘琼玉, 刘园苒. 金融支持广西临港产业的现状、问题及建议[J]. 区域金融研究, 2024(12): 75-81.
- [38] 李鹏飞, 余庆, 罗永巨, 等. 广西水产疫病防控技术体系建设与水产养殖业高质化生态发展展望[J]. 广西科学院学报, 2019, 35(3): 161-165.
- [39] 中华人民共和国中央人民政府. 《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》[Z/OL]. (2021-03-13) [2025-05-18]. [https://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content\\_5592681.htm](https://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm).
- [40] 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. 2023 中国渔业统计年鉴 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2023.
- [41] 李鹏飞, 余庆, 李菲, 等. 基于新型核酸适配体-荧光分子检测探针的石斑鱼虹彩病毒快速诊断[J]. 广西科学, 2018, 25(1): 63-67.
- [42] 陈畅. 良品铺子赚了 6000 万[J]. 财经天下, 2023(22): 52-53.
- [43] 思雨. 量贩零食“巨无霸”诞生抢先上市者或将笑到最后[J]. 中国食品, 2023(23): 102-105.
- [44] 吴晓伟, 郭爱平. 传统徽菜臭鳊鱼的创新与传承保护[J]. 美食研究, 2016, 33(1): 50-53.
- [45] 周迎芹, 黄晶晶, 罗格格, 等. 臭鳊鱼低温发酵过程中微生物菌群组成与特征风味物质的相关性[J]. 食品科学, 2025, 46(4): 91-99.
- [46] 汪洋, 崔鑫. 产业化腌制臭鳊鱼翻转腌制设备及腌制方法: CN115104643B [P]. 2023-02-07.

## Future Path of Guangxi Fishery: Green Intensive Smart Aquaculture and Deep Processing Model of Characteristic Aquatic Products

LI Jiayi<sup>1</sup>, LI Shuangqing<sup>2</sup>, LIU Zelin<sup>3</sup>, HUANG Dacheng<sup>4</sup>, LI Xiang<sup>5</sup>, LIANG Jiangmei<sup>6</sup>, WANG Zhipin<sup>7</sup>, TENG Yilang<sup>8</sup>, LIU Peng<sup>9</sup>, CHAI Hua<sup>10</sup>, HUANG Lin<sup>1</sup>, ZHAO Mingming<sup>1\*\*</sup>, LI Pengfei<sup>1\*\*</sup>

(1. Guangxi Key Laboratory of Aquatic Biotechnology and Modern Ecological Aquaculture, Guangxi Engineering Research Center for Fishery Major Diseases Control and Efficient Healthy Breeding Industrial Technology, Guangxi Academy of Marine Science (Guangxi Mangrove Research Center), Guangxi Academy of Sciences, Nanning, Guangxi, 530007, China; 2. Department of Housing and Urban-Rural Development of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning, Guangxi, 530028, China; 3. Market Supervision and Administration Bureau of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning, Guangxi, 530028, China; 4. People's Government of Xingbin District, Laibin City, Guangxi, Laibin, Guangxi, 546100, China; 5. Science and Technology Association of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning, Guangxi, 530020, China; 6. The Communist Youth League Committee of Hechi City, Guangxi Zhuang Autonomous Region, Hechi, Guangxi, 546300, China; 7. Political Consultative Conference of Hepu County, Beihai City, Guangxi, Beihai, Guangxi, 536199, China; 8. Guangxi Baise Agriculture and Forestry Investment and Development Group Co., Ltd., Baise, Guangxi, 533000, China; 9. Guangxi Liuzhou Iron and Steel Group Co., Ltd., Liuzhou, Guangxi, 545002, China; 10. Bureau of Statistics of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning, Guangxi, 530002, China)

**Abstract:** Guangxi is rich in aquatic resources and location advantages, but it faces challenges such as the imbalance of industrial structure, insufficient technical support, and weak deep processing capabilities, which restrict its leap to double hundred billion industries. At present, there are five key problems in the development of fishery in Guangxi: attaching importance to freshwater fishery and neglecting marine fishery, natural resource constraints and ecological policies squeeze breeding space, the 'small-scale farming' model leads to low production efficiency, lagging technology extension, and the supply of seedlings depends on other provinces, deep processing is insufficient, and the added value of the industrial chain is low. In order to break through the bottleneck of development, it is suggested to adopt a modern development path with intelligent aquaculture and characteristic aquatic product processing as the core. The closed-loop system of 'data-model-execution' is constructed by artificial intelligence technology, and the multi-source environmental monitoring, intelligent disease diagnosis and precise feeding system were integrated to promote the large-scale and efficient breeding of famous species such as *Epinephelus* and *Trachinotus ovatus*. High value-added products are developed in stages, that is, focusing on snack foods and hot pot ingredients in the early stage, developing prefabricated vegetables and biomedical products in the medium and long term, and extending the industrial chain. At the same time, relying on location advantages, a full-chain network of 'smart aquaculture-deep processing-brand marketing' and focus on creating a 'Guangxi-style' seafood brand matrix will be built. In addition, through the 'industry-academia-research-application' collaborative mechanism, we will strengthen the protection of germplasm resources, promote circulating water breeding technology, establish a fishery science and technology innovation fund, and cultivate intelligent breeding talents. In the future, Guangxi can rely on the resources of the Beibu Gulf to develop deep-sea intelligent aquaculture and carbon-sink fisheries, and strive to build Guangxi into a China-ASEAN aquatic products deep processing center in 2035, providing a demonstration for the high-quality development of regional fisheries.

**Key words:** Guangxi fisheries; smart breeding; deep processing; upgrade industries; transformation strategies