

# 人工智能赋能海洋产业 研究报告 (2026年)

中国信息通信研究院人工智能研究所

中国人工智能产业发展联盟

2026年05月

---

## 版权声明

---

本报告版权属于中国信息通信研究院和中国人工智能产业发展联盟，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本报告文字或者观点的，应注明“来源：中国信息通信研究院和中国人工智能产业发展联盟”。违反上述声明者，编者将追究其相关法律责任。

## 前 言

海洋作为高质量发展的战略要地，蕴藏着巨大的资源潜力和发展空间。建设海洋强国，推动海洋经济向质量效益型转变，是新时代赋予的重大战略任务。当前，以人工智能（AI）为代表的新一轮科技革命和产业变革正加速演进，深刻改变着生产方式、生活方式乃至思维方式。在此背景下，“AI+”行动的深入实施，为海洋产业的智能化、数字化转型升级提供了前所未有的历史机遇和强大的技术引擎。

海洋存在环境复杂多变、数据获取成本高昂、深远海作业风险巨大等特点，对传统技术手段提出了严峻挑战。AI 凭借其强大的数据处理、模式识别和智能决策能力，正在成为突破海洋认知与利用瓶颈的关键力量。从智能感知装备到海洋大数据平台，从垂直领域 AI 模型到行业应用解决方案，“AI+海洋”的产业生态已初步形成，并在海洋环境监测、资源勘探、防灾减灾、航运物流、渔业养殖、装备制造等多个领域展现出广阔的应用前景，催生出新模式、新业态。

本报告立足 AI 与海洋产业的结合，系统梳理其发展历程、发展现状和融合实践案例，厘清产业融合过程中的关键瓶颈与挑战，研判未来发展趋势。首先阐述 AI 赋能海洋产业的发展背景与内涵定义；其次，围绕 AI 赋能海洋产业链的上、中、下游三个维度，全面分析当前的发展现状；再次，聚焦海洋渔业、交通运输业、油气业、电力业、船舶工业、工程装备制造业、药物和生物制品业、科研教育

业及公共管理服务业等九大关键领域，深入剖析 AI 与海洋产业的融合点，并系统梳理呈现典型实践案例；随后，研提“AI+海洋”发展所面临的核心挑战与重大机遇；最后，对未来发展趋势进行展望，并提出相应的发展建议。

本报告力求全景式呈现“AI+海洋”融合发展图景，总结成功经验，分析瓶颈问题，为 AI 赋能海洋产业的发展与实践提供参考，因技术与产业发展迅速，内容难免存在疏漏，恳请各位专家和读者不吝指正。

# 目 录

一、 人工智能赋能海洋产业发展背景.....	1
(一) 研究背景.....	1
(二) 内涵定义.....	9
二、 人工智能赋能海洋产业发展现状.....	14
(一) 上游.....	15
(二) 中游.....	19
(三) 下游.....	24
三、 人工智能赋能海洋产业典型实践.....	27
(一) 海洋渔业.....	27
(二) 海洋交通运输业.....	30
(三) 海洋油气业.....	33
(四) 海洋电力业.....	36
(五) 海洋船舶工业.....	38
(六) 海洋工程装备制造业.....	41
(七) 海洋药物和生物制品业.....	43
(八) 海洋科研教育业.....	45
(九) 海洋公共管理服务业.....	47
四、 人工智能赋能海洋产业挑战及机遇.....	50
(一) 核心挑战.....	50
(二) 重大机遇.....	54
五、 人工智能赋能海洋产业发展趋势及建议.....	57
(一) 发展趋势.....	58
(二) 发展建议.....	60

## 图目录

图 1	2020 年至 2025 年全国海洋生产总值统计图.....	2
图 2	AI 赋能海洋产业全景图.....	15
图 3	海洋观测装备体系.....	17
图 4	海洋核心产业典型 AI 模型产业图谱.....	22
图 5	“知鱼 M3” 智能鱼探仪及可视化界面.....	29
图 6	叮咚鱼医框架图.....	30
图 7	青岛港全要素智能调度系统.....	32
图 8	Hi-Dolphin 航运大模型.....	33
图 9	中国海油专业场景及通用场景模型.....	36

## 表目录

表 1	海洋相关政策梳理.....	4
-----	---------------	---

## 一、人工智能赋能海洋产业发展背景

海洋是高质量发展战略要地，建设海洋强国已成为我国重大战略部署之一。早在党的十八大报告中就已明确提出建设海洋强国，此后相关战略及部署不断细化落实，至 2025 年政府工作报告首次将“深海科技”列为战略性新兴产业重点领域，标志着我国对海洋经济发展及科技创新的重视进一步深化。然而，当前海洋产业在发展过程中面临着科技创新支撑不足、产业结构不协调、资源环境压力与管理挑战等一系列困境，亟需通过人工智能（AI）技术推动产业转型升级，促进海洋经济高质量发展。

### （一）研究背景

#### 1. 政策背景

##### （1）海洋强国战略推动海洋经济高质量发展

建设海洋强国已成为我国重大战略部署。党的十八大以来，海洋强国建设不断深化。党的十九大报告强调，坚持陆海统筹，加快建设海洋强国。党的二十大报告提出，发展海洋经济，保护海洋生态环境，加快建设海洋强国。《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议》明确了走依海富国、以海强国、人海和谐、合作共赢的发展道路、加强海洋开发利用保护、推进海洋生态环境持续改善等重点任务。这些顶层设计为我国海洋产业的发展指明了方向，也为 AI 在海洋领域的应用奠定了政策基调。

海洋经济成为国民经济的重要组成部分和增长新引擎。自 2020 年至 2025 年，全国海洋生产总值稳步上涨（图 1）。2024 年全国海

洋生产总值首次突破 10 万亿元人民币，2025 年同比增长 5.5%，达 110180 亿元，占国内生产总值比重为 7.9%<sup>1</sup>。同时，海洋各产业生产总值也保持较高的增速，海洋核心产业 2025 年生产总值增速达 6.0%，海洋科研教育较去年增长 5.9%。从产业结构来看，海洋第三产业占据主导地位。2025 年我国海洋第一、第二、第三产业增加值分别占海洋生产总值的 4.5%、37.2%和 58.3%，表明我国海洋经济正逐步从传统产业向高附加值和服务业方向升级。同时，海洋新兴产业成为拉动增长的核心引擎。海洋工程装备制造业加速复苏，增加值比上年增长 10.2%，海上风电市场规模持续扩大，全年新增并网容量比上年同期增长超 60%<sup>2</sup>。AI 技术与海洋领域融合应用加快，海洋 AI 大模型、海上 AI 基座平台、深远海绿色技术试验船陆续发布和交付，显示出新技术驱动下海洋产业的新动能。



来源：中国 2020 年至 2025 年海洋经济统计公报

图 1 2020 年至 2025 年全国海洋生产总值统计图

<sup>1</sup> 《2025 年中国海洋经济统计公报》

<sup>2</sup> <https://news.bjd.com.cn/2026/03/13/11629035.shtml>

## （2）“人工智能+”行动是驱动海洋强国战略的技术引擎

我国高度重视 AI 与海洋的融合创新发展。从《新一代人工智能发展规划》的“三步走”战略目标和远景蓝图，到《2025 年政府工作报告》首次提出“深海科技”，再到《关于深入实施“人工智能+”行动的意见》的专项部署，AI 与海洋领域的融合已从方向性倡议进入精细化操作阶段。具体来说，《2025 年政府工作报告》强调要“大力发展海洋经济”，并明确推动深海科技等新兴产业安全健康发展。

《关于深入实施“人工智能+”行动的意见》明确提出，要围绕海洋等生态环境要素，提升人工智能驱动的监测预测、模拟推演和问题处置能力，旨在构建智能协同的精准治理模式。同时，《关于加快场景培育和开放推动新场景大规模应用的实施意见》将“海洋开发领域”列为重点，聚焦深海探测、开采、养殖、工程装备、电子信息、生物医药等具体场景，鼓励开放创新，打造深海科技策源地。

沿海地区积极响应国家战略部署，因地制宜制定精准有效的方案措施。例如，《山东省人民政府办公厅关于加快现代海洋特色产业集聚区建设的意见》提出，鼓励有条件的市谋划发展深海极地以及海洋领域的人工智能、生命科学等未来产业集聚区。《广东省促进海洋经济高质量发展条例》提出，加快物联网、大数据、人工智能等技术在海洋领域的融合应用。《上海市海洋产业发展规划（2026—2035 年）》提出建设一批“AI+海洋”标志性应用场景，推动人工智能在渔场预测、深远海与极地勘探等场景应用（表 1）。“人工智能+”行动正以前所未有的深度与广度，嵌入国家及地方海洋发展的战略布局与产

业实践中，成为激活海洋新质生产力、塑造海洋发展新优势的关键技术引擎。

表 1 海洋相关政策梳理

发布时间	发布部门	政策名称	相关内容
2025年3月	国务院	2025年政府工作报告	大力发展海洋经济，建设全国海洋经济发展示范区。推动商业航天、低空经济、深海科技等新兴产业安全健康发展，发展海上风电。
2025年8月	国务院	关于深入实施“人工智能+”行动的意见	强化资源要素优化配置。围绕大气、水、海洋、土壤、生物等多要素生态环境系统和全国碳市场建设等，提升人工智能驱动的监测预测、模拟推演、问题处置等能力，推动构建智能协同的精准治理模式。
2025年11月	国务院	关于加快场景培育和开放推动新场景大规模应用的实施意见	海洋开发领域。推动深海探测、深海开采、深远海养殖、海洋工程装备、海洋电子信息、海洋生物医药等场景培育和开放，打造一批深海科技创新策源地。
2024年6月	青岛市人民政府	青岛市海洋人工智能大模型产业集聚区建设实施方案（2024—2026年）	到2026年，海洋人工智能大模型产业基础更加坚实、规模持续扩大、生态加速形成、赋能海洋产业转型升级更加明显，国内外首创性、引领性、示范性作用进一步加强，打造世界级海洋人工智能大模型产业集聚区。
2024年8月	海南省人民政府	高质量发展海洋经济推进建设海洋强省三年行动方案（2024—2026年）	高质量发展海洋经济，推进建设海洋强省。
2024年10月	山东省人民政府	山东省人民政府办公厅关于加快现代海洋特色产业集聚区建设的意见	因地制宜谋划海洋未来产业集聚区建设，鼓励有条件的市谋划发展深海极地以及海洋领域的人工智能、生命科学等未来产业集聚区。

2025年5月	广东省人民政府	广东省促进海洋经济高质量发展条例	省、地级以上市人民政府工业和信息化、发展改革、科技等有关主管部门应当引导支持电子信息企业向海洋领域拓展，提升高端海洋电子装备的研发能力，加快物联网、大数据、人工智能等技术在海洋领域的融合应用。
2025年7月	厦门市人民政府	厦门市加快推进海洋经济高质量发展若干措施	构建现代海洋产业体系，夯实海洋科技创新基础能力，拓展海洋产业发展空间，强化海洋经济要素保障。鼓励海洋信息与数字产业发展，推动“海洋+AI”产业赋能。
2025年11月	上海市人民政府	上海市海洋产业发展规划（2026—2035年）	以新一代信息技术为支撑，建设一批“AI+海洋”标志性应用场景。推动物联网、5G、自动化等技术在智慧港口、智慧航运等行业应用。建设智慧海洋环境监测体系，强化环境保护和灾害预警能力。创新智慧海洋旅游产品与服务。推动人工智能在渔场预测、深远海与极地勘探等场景应用。探索培育海上低空经济新业态。
2025年12月	广西壮族自治区人民政府	广西深入实施“人工智能+”三年行动方案（2026—2028年）	“人工智能+”海洋经济。推动海洋渔业、海工装备、海洋能源、海洋服务业等领域与人工智能融合发展，打造智能临港产业和向海产业新集群。加快建设智慧门户港和枢纽港，建设广西智慧海洋监管服务平台，部署海洋牧场生态环境智能监测与生产活动辅助决策系统，推动与东盟国家共建智慧海洋预报体系。
2026年2月	海南省人民政府	海南省推动“人工智能+”行动方案（2026—2028年）	“人工智能+”深海科技。推动海洋环境智能预测、海洋防灾减灾、海洋资源调查勘探、装备智能运维等应用场景建设。通过人工智能技术提升海洋环境高精度预报能力和海洋灾害精细化预警预报能力，辅助海洋资源调查勘探开发，实现水下装备的智能控制与健康监测，并促进海洋生物医药资源的智能化开发，服务国家海洋强国战略。

来源：中国信息通信研究院

## 2. 发展背景

### （1）海洋产业发展面临困境

**科技创新支撑不足，核心技术和人才存在短板。**深远海养殖正处于网箱、围栏、养殖工船等多种技术路线并行探索的过程中，尚未形成主导路线和主导技术<sup>3</sup>。海洋工程装备、高技术船舶等领域的核心零部件国产率较低<sup>4</sup>，部分深海探测装备与发达国家存在 10-15 年的代差，海洋卫星数据实际应用率低于 50%。海洋科技创新链存在“断链”风险，科技成果转化不足 30%<sup>5</sup>，从实验室到产业化的“最后一公里”尚未完全打通。高端复合型人才短缺，既懂新兴科技又懂海洋产业和市场的战略科学家、卓越工程师和复合型管理人才匮乏，难以满足海洋产业向高端化、智能化发展的需求。

**产业结构不协调，新旧动能转换面临挑战。**传统产业转型升级较慢，海洋经济对滨海旅游业、海洋渔业等传统产业的依赖依然较重，部分传统产业如船舶、港口的绿色化、智能化水平有待提升。新兴产业存在体量小、突破难的问题，海洋生物医药、海水淡化、海洋电力等战略性新兴产业虽然增长快，但总体规模仍然偏小。同时，部分产业因缺乏有效的应用场景和商业模式，短期内难以形成支柱。区域布局存在同质化竞争，部分沿海省份在规划海洋产业时存在一定程度的产业同构和低水平重复建设问题，未能充分发挥各自的资源与区位优势。

**资源环境压力与管理挑战并存。**长期集中在海岸线周边的开发活动，导致部分近岸海域资源衰退、生态环境压力增大。例如，近海渔

<sup>3</sup> [https://aoc.ouc.edu.cn/\\_t719/2025/0603/c9821a501117/page.htm](https://aoc.ouc.edu.cn/_t719/2025/0603/c9821a501117/page.htm)

<sup>4</sup> <https://field.10jqka.com.cn/20250709/c669498160.shtml>

<sup>5</sup> <https://www.zqbao.com.cn/2025qiyejiafangtan/3820.html>

业资源因过度捕捞而衰退，传统渔业面临“无鱼可捕”的困境；沿海污染、赤潮、浒苔频发等问题对渔业和滨海产业造成不利影响。在资源有限和环保要求提高的背景下，传统依赖资源消耗的粗放型发展模式难以为继。同时，海洋领域的管理涉及广阔的空间和复杂的要素，传统手段难以应对。例如，渔业管理部门难以及时、全面地掌握渔船的位置和捕捞活动，导致对非法捕捞的监管困难；海洋灾害预警和应急响应依赖人工分析，难以及时准确地预测风暴潮、巨浪等灾害并采取防范措施。

**全球海洋产业进入竞合并存的战略窗口期。**海洋已成为全球经济的重要增长极。2024 年全球海洋经济规模已突破 3 万亿美元，占全球 GDP 约 3.5%，直接提供至少 1.5 亿个就业岗位<sup>6</sup>。中国、美国、欧盟合计占全球海洋经济总产值约 80%，呈现明显的“第一梯队”特征。新一轮产业与规则竞争加快重塑全球海洋版图。核心海洋强国纷纷发布或更新海洋产业相关国家级战略，重点围绕海上风电、海洋生物医药、深海采矿、蓝色碳汇等新赛道强化布局与关键核心技术攻关，推动全球造船与海洋工程装备向绿色化、智能化和深远海方向演进。与此同时，在联合国“海洋十年”倡议和“BBNJ 协定”框架下，围绕公海海洋保护区、环境影响评价、海洋遗传资源与惠益分享、能力建设与技术转让等新规则的博弈与执行进入关键阶段，叠加北极航道等新通道的商业化提速，全球航运绿色规则与极地治理格局加速重构。大国在资源与航道安全、高端装备与供应链韧性、金融与数据规则等

<sup>6</sup> <https://www.xinhuanet.com/finance/20250609/c83769496c334dd5993596258467517d/c.html>

领域的竞争更加激烈。中国是全球海运量、港口吞吐量和造船接单量的“第一大国”，但在航运定价权与海事规则、高端海工核心系统与深海探测装备、航运金融与涉海标准等方面，仍面临话语权不足与“卡脖子”约束。

## （2）人工智能推动海洋产业转型升级

**AI 技术能够有效提升海洋资源利用效率，破解科技创新支撑不足的难题。**传统海洋观测、勘探与数据分析往往依赖于人力或计算能力有限，效率低且精度受限。AI 技术如机器学习、深度学习和计算机视觉等，能够高效处理卫星遥感、水下传感网络、无人航行器等获取的海量多维数据，实现海洋环境、渔业资源、海底地质的智能感知与精准监测。例如，在海洋矿产勘探领域，AI 技术能够实现对海洋地质数据的智能分析与反演，提升勘探精度与效率；在海洋油气勘探领域，AI 技术有助于识别与刻画复杂的油气藏结构，减少无效钻探与工程决策失误，降低深海开采风险和成本；在海洋生态环境检测领域，AI 技术能够通过整合卫星遥感、浮标监测、无人机巡查等多源数据，实现对海域使用状况、海洋灾害预警等的智能监测和精准管控。

**AI 技术能够保障产业可持续发展，促进海洋传统产业与新兴服务业态深度融合，催生新兴产业和新动能。**对于海洋渔业、船舶制造、港口物流等传统支柱产业，AI 通过优化养殖监测、智能船舶运维、全自动港口调度等应用，提升其自动化与智能化水平，降低成本并提高附加值。同时，AI 催生了海洋大数据服务、海洋灾害智能预警、海洋生态数字化管理等新兴服务模式，助力海洋观测预报、海洋环境

保护、海洋文化旅游等产业蓬勃发展。AI与海洋的融合还将孕育新的产业形态和经济增长点。例如，海洋生物医药领域借助AI的药物发现和合成生物学技术，能够加速从海洋生物中提取活性物质和新药研发的进程。

AI为海洋可持续发展和精细化管理提供了关键工具，能够有效应对资源环境压力与管理挑战。通过构建“数字海洋”模拟系统，AI技术能够动态模拟和评估如捕捞、航运、开采等人类活动对海洋生态的影响，为蓝色碳汇、生态修复和资源可持续利用提供科学方案。在海洋环境监测与保护中，AI技术可实时识别非法捕捞、排污或海洋垃圾，提升执法效率；在防灾减灾领域，AI技术能加强风暴潮、赤潮等灾害的预测预警能力。AI赋能的应用有助于平衡海洋资源开发与生态保护，推动建立基于数据的综合管理体系，为应对全球性海洋挑战、实现海洋产业绿色转型提供智能化支撑。

## （二）内涵定义

### 1. 我国海洋信息化发展历程

我国海洋信息化发展先后提出三大海洋信息化发展理念，具有鲜明的时代特色和目标指向性，体现了从近海信息资源信息采集到深远海综合环境观测预测，经历了由数字到信息到知识服务海洋的演变，再到建立在对海洋智能认知基础上的现代化技术革命和产业升级。

**数字海洋：**我国海洋信息化发展起步较晚，早期海洋数据管理主要依靠人工记录和纸质文档，缺乏系统性和数字化支撑。为全面推进十六大提出的“实施海洋开发”战略，2004年至2012年，我国实施

了“近海海洋综合调查与评价”专项（908专项），内容涵盖我国近海海洋综合调查、综合评价和“数字海洋”信息基础框架构建三大任务，标志着我国海洋信息化建设进入系统化、规模化阶段。信息基础框架通过对现有海洋信息资源的整合利用，搭建标准统一的“数字海洋”信息基础平台，构建“数字海洋”原型系统，建立面向国防安全、经济发展、管理决策、教育科学、社会公众的“数字海洋”专题应用系统，形成海洋管理决策支持和“数字海洋”服务能力，全面提高海洋管理与服务信息化水平。在该信息基础平台支持下，908专项基本摸清了我国近海海洋环境资源家底，首次获取我国大陆海岸线长度和海岛数量等高精度实测数据，我国大陆海岸线长度为19057公里，海岛数量为10312个<sup>7</sup>；系统查明了我国近海海洋资源潜力，如近海可再生能源总蕴藏量为15.8亿千瓦，潜在海水增养殖区面积为171万公顷，为海洋资源开发提供了科学依据；构建了中国“数字海洋”信息基础框架，获取数据总量260TB，编制6.7万幅图件，分辨率从十米级提高到厘米级，实现了海洋数据的标准化整合与共享，为海洋管理与决策提供了技术支持<sup>8</sup>。

**透明海洋：**随着我国海洋强国战略的深入推进，以及“一带一路”倡议的实施，国家对海洋的认知能力提出了更高要求。2013年吴立新院士提出了“透明海洋”战略计划，以中国自主观测手段和装备构建从海底到海面的立体综合透明观测系统。2017年联合国启动了“海洋科学与可持续发展十年计划（2021-2030）”的编制，确立了“透

<sup>7</sup> [https://qjwb.thehour.cn/html/2012-10/28/content\\_1828351.htm](https://qjwb.thehour.cn/html/2012-10/28/content_1828351.htm)

<sup>8</sup> <https://www.zgbk.com/ecph/words?ID=314418&SiteID=1&SubID=164083&Type=bkzyb>

明海洋”等六大建设目标<sup>9</sup>。“透明海洋”战略指集成应用现代海洋观测（探测、监测）技术、信息技术和预测预报技术，在全球和区域等不同尺度，实时或准实时地获取和评估不同空间尺度海洋环境信息，研究其多尺度变化及其气候资源效应机理的科技创新战略<sup>10</sup>。经过多年努力，深海观测网、深海 Argo 浮标、水下滑翔机等一批受制于人的关键共性技术取得突破进展，三维高分辨率卫星遥感、新型水下无人观测平台及运载、海洋物联网等一批前沿技术启动研发。全球最大的南海 - 西太平洋 - 印度洋（以下简称“两洋一海”）、马里亚纳海沟区域定点观测网持续运行，“两洋一海”界面大浮标系统初具规模；高分辨率的“两洋一海”区域海洋 - 大气耦合预报系统以及浪-潮-流耦合全球海洋环境精细化预报系统逐步构建，标志着我国海洋信息化建设从近海向深远海拓展，从静态数据向动态监测转变，从单点观测向立体网络升级，为我国在海洋观测和智能应用领域从跟跑、并跑到领跑的转变提供助力。

**智慧海洋：**随着海洋强国战略的深入推进和 AI 技术的迅猛发展，我国海洋信息化建设进入新阶段。2021 年，《“十四五”国家信息化规划》正式将“智慧海洋”列为国家战略工程，标志着我国海洋信息化发展从“透明海洋”的环境感知预测阶段迈入“智慧海洋”的智能化决策阶段。学术界对智慧海洋概念不断深化。潘德炉院士（2018）提出智慧海洋是信息与物理融合的海洋智能化技术革命 4.0，是将新一代信息技术与海洋环境、海洋装备、人类活动和管理主体四大板块信息

<sup>9</sup> [https://fgw.weihai.gov.cn/art/2019/5/7/art\\_4179\\_1645971.html](https://fgw.weihai.gov.cn/art/2019/5/7/art_4179_1645971.html)

<sup>10</sup> [https://aoc.ouc.edu.cn/\\_t719/2019/0510/c9821a243812/page.psp](https://aoc.ouc.edu.cn/_t719/2019/0510/c9821a243812/page.psp)

深度融合，实现互联互通、智能化挖掘与服务，是认识和经略海洋的神经系统<sup>11</sup>。张宏军等（2017）提出智慧海洋是以构建自主、安全、可控的海洋云环境为支撑，以完善的海洋信息采集与传输体系为基础，运用工业、互联网和科学大数据技术对历史和事实数据进行分析，实现海洋活动协同和海洋资源共享<sup>12</sup>。张雪薇等（2020）提出智慧海洋的核心基础是海洋综合感知网，智慧海洋的联通纽带是海洋信息通信网，智慧海洋的神经中枢是海洋大数据云平台，智慧海洋核心价值的体现是海洋信息智能化应用服务群<sup>13</sup>。智慧海洋概念提出以来，学界在海洋智慧应用特别是 AI 泛在应用方面建树颇多，潘德炉、陈大可、陈军、王军成等院士及其研究团队，在 AI 助力空天遥感和海洋环境预报预测、AI 海洋学发展、时空信息公共产品的创新与服务、海洋环境业务化监测网与仪器装备国产化发展等领域取得了突破性成就，推动海洋开发与管理迎来了从传统粗放型向进一步数字化、智能化转型的深刻变革。

## 2. “人工智能+海洋”的内涵定义

“数字海洋”、“透明海洋”和“智慧海洋”的提出，在装备和技术层面有力地带动了我国海洋综合观测科学的发展以及智能化水平，为我国海洋信息化发展指明了方向，体现了从数据积累到智能决策的逐步升级。面对新时期认识海洋、经略海洋要求，结合 AI 大模型时代的机遇，“AI+海洋”概念应运而生。

<sup>11</sup>姜晓轶,潘德炉.谈谈我国智慧海洋发展的建议[J].海洋信息,2018,33(1):1-6.

<sup>12</sup>张宏军,何中文,程骏超.运用体系工程思想推进“智慧海洋”建设[J].科技导报,2017,35(20):13-18.

<sup>13</sup>张雪薇,韩震,周玮辰,等.智慧海洋技术研究综述[J].遥感信息,2020,35(04):1-7.

“AI+海洋”是以 AI 为核心引擎的新一代海洋智能化体系，基于海洋感知设备、通信网络与算力中心等基础设施，结合海洋多源异构数据，利用机器学习、深度学习、计算机视觉、自然语言处理及强化学习等 AI 核心技术，深度融合海洋科学机理，赋能海洋工程装备、海洋环境预报等海洋业务场景，构建覆盖“感知—传输—认知—决策”全链条的智能系统，实现对海洋全要素的精准感知、对海洋全过程的智能认知、对海洋全业务的自主决策，推动海洋产业向数字化、网络化、智能化方向转型升级的新业态和新模式。

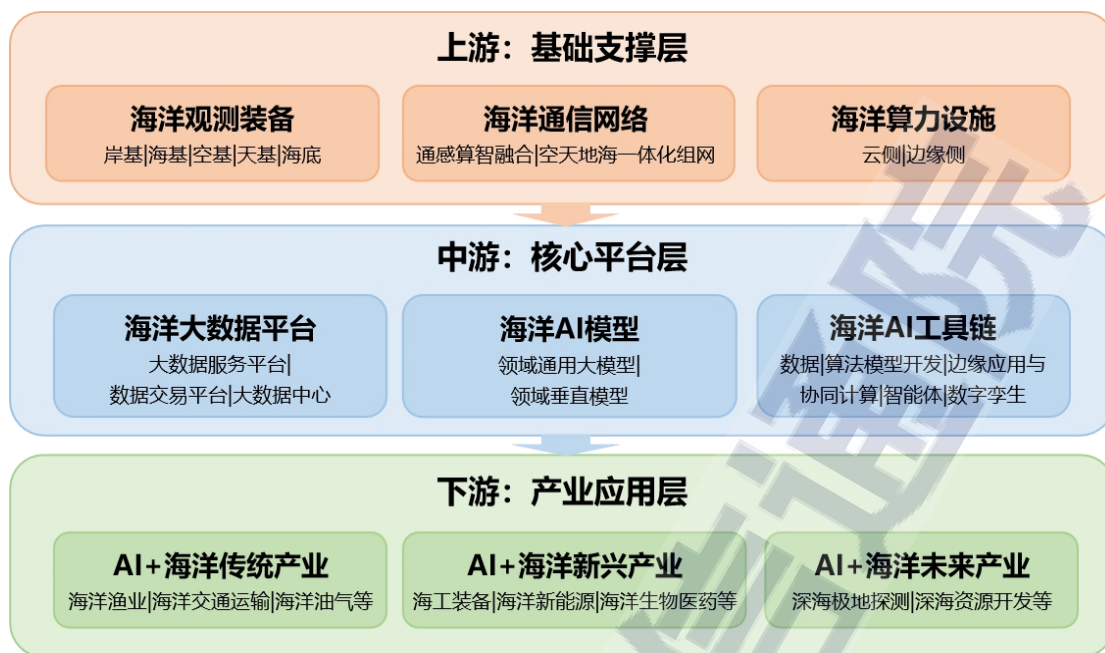
从核心内涵维度看，“AI+海洋”突破了传统的认知方式。传统海洋科学高度依赖如流体力学方程、状态方程、热力学方程等物理机理模型，具备可解释性强的特性，但计算成本高昂且难以处理非线性、高维度的复杂海洋现象。由数据驱动的 AI 模型擅长捕捉高维非线性规律，却往往缺乏物理可解释性。“AI+海洋”推动“数据驱动”与“机理驱动”的深度融合，使得 AI 模型既能够学习到历史观测数据中的统计规律，也能够内嵌海洋物理、化学、生物等领域的先验知识。例如，在海洋气象预报中，利用神经网络后处理数值模式的系统误差，或利用 AI 替代或加速传统求解方式，能够在不同程度上保留物理规律约束的同时发挥模型对海量数据分布的拟合优势。

从技术架构维度看，“AI+海洋”是一套覆盖“感、传、知、用”全链条的系统工程。**智能感知**基于计算机视觉和边缘计算技术，赋予传感器端侧智能感知和处理能力。例如，搭载视觉系统的水下检测平台可智能识别非法捕捞行为。**智能传输**结合 AI、5G、低轨卫星互联

网及水声通信网络，构建自适应的海洋信息高速公路。例如，在海面下，基于深度强化学习的智能路由协议使水声传感器网络自适应调整传输路径，应对复杂海洋环境的动态变化。**智能认知**依托面向海洋场景的各类大模型，对如卫星遥感、雷达、浮标、AIS 船舶数据等多源异构数据进行融合处理。例如，OceanGPT-omni 模型可实现声呐图像、海洋观测图等多模态数据的自然语言解读。**智能决策**基于强化学习、遗传算法与仿真推演，为海洋业务场景管理提供最优策略。例如，在港口调度中，基于多动作深度强化学习的协同优化框架可实现无人集卡、岸桥与场桥的全局协同。

## 二、人工智能赋能海洋产业发展现状

海洋经济作为国民经济的重要组成部分，正迎来 AI 技术深度赋能的关键机遇期。当前我国已形成从上游观测装备、通信网络与算力设施，到中游大数据平台、AI 模型库与 AI 工具链，再到下游传统产业、新兴产业和未来产业等具体场景应用的完整产业链条。通过各环节协同发展，共同构建起 AI 赋能海洋产业的创新生态（图 2）。



来源：中国信息通信研究院

图 2 AI 赋能海洋产业全景图

## （一）上游

上游环节作为 AI 赋能海洋产业的基础支撑层，聚焦海洋观测装备、通信网络与算力设施的智能化改造与部署，为中游数据处理、模型构建与下游场景应用提供底层技术保障。

### 1. 海洋观测装备基本达到国际领先水平

我国已初步形成较完备的观测装备体系支撑“岸-海-空-天-海底”一体化感知（图 3）。其中，海洋站、雷达站、岸基平台等构成岸基观测系统；浮标、潜标、志愿船、调查船等构成海基观测网；无人机、航空遥感等补充近岸和重点海域的精细观测；海洋水色、动力、监视监测三大系列卫星在轨组网运行，基本形成海洋观测卫星组网业务化运行能力<sup>14</sup>；海底观测网、海床基、潜标等逐步发展，国家海底科学

<sup>14</sup> [https://so.html5.qq.com/page/real/search\\_news?docid=70000021\\_2646948993197352](https://so.html5.qq.com/page/real/search_news?docid=70000021_2646948993197352)

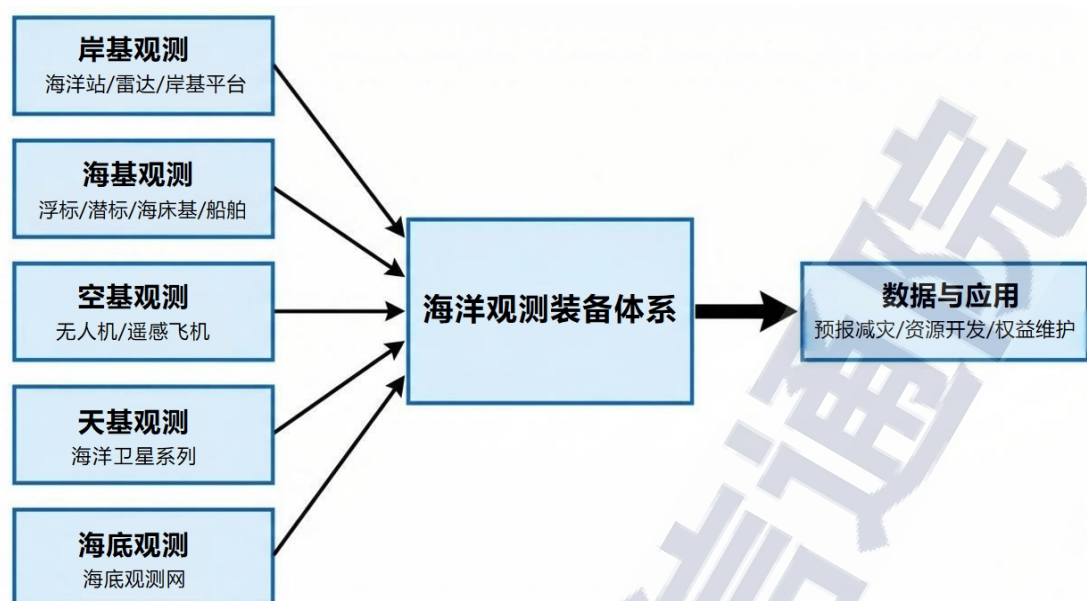
观测网等重大科技基础设施正在建设。当前，我国海洋岸基观测站与雷达技术已迈入国际先进行列。大型浮标的可靠性在极端恶劣海况下已达到国际领先水平，能够切实保障沿海海域的业务化运行需求<sup>15</sup>。在水下移动无人装备方面，波浪能滑翔器、无人水面艇、无人帆船、深海 Argo，部分遥控水下机器人（ROV）、自主水下机器人（AUV）、载人水下机器人（HOV）、水下滑翔机等装备的整体性能接近或达到国际先进水平<sup>16-17</sup>。此外，潜标研发虽起步较晚但发展势头强劲，在数据实时传输、长期在位观测、水声探测等关键技术上取得突破。水下、水面、空中无人航行器等移动观测平台也发展迅猛，有效载荷和续航能力进一步提高，不仅呈现出多样化发展态势，其装备种类分布也与国际主流保持同步。但在海洋传感器方向，我国整体还处于跟进阶段，约 70%近海和常规传感器已实现国产化，但超过 80%的深远海和高端传感器仍依赖进口<sup>18</sup>。

<sup>15</sup> 周虹丽,高艳波,吴迪,等.我国海洋观测装备“卡脖子”问题的破解对策建议[J].科技创新与应用,2024,14(27):7-10.DOI:10.19981/j.CN23-1581/G3.2024.27.002.

<sup>16</sup> 李彦庆,韩光,张英香.我国船舶工业竞争力及策略研究[J].舰船科学技术,2003,25(4):61-63.

<sup>17</sup> 孙秀军,桑宏强,李灿,等.“黑珍珠”波浪滑翔器研发综述[J].海洋科学,2020,44(12):107-115.

<sup>18</sup> 王军成,孙继昌,刘岩,等.我国海洋监测仪器装备发展分析及展望[J].中国工程科学,2023,25(03):42-52.



来源：中国信息通信研究院

图 3 海洋观测装备体系

## 2. 海洋通信网络向通感算智融合和空天地海一体化组网演进

海洋通信网络正从单一通信功能向通感算智融合方向演进，加速向空天地海一体化组网方向发展。其中，通感算智融合指将通信、感知、计算、智能四大功能深度集成于同一网络架构，使网络具备传输、探测、处理和决策的闭环能力；空天地海一体化组网指通过卫星通信（空）、空中平台通信（天）、岸基/岛基与船载移动通信（地）及水声通信网络（海）的多域协同融合，构建覆盖远海近海、水面水下的全域立体网络，突破单一通信手段在覆盖范围、传输速率和应用场景上的局限。例如，天津移动自主研发的 5G-A 空天地一体海洋卫星执法船系统，在通信层基于船载 4/5G 基站和高通量卫星的组合，实现“站随船走”的无限制信号覆盖，实测上下行速率 25Mbps 以上，单

船海上手机直连覆盖半径 5.3km；在感知层通过船载无线访问接入点、客户终端设备（CPE）连接高清摄像，接入 AI 高清视频监控实现船舶状态、海域环境的实时感知；在计算层通过船载核心网边缘计算设备实现本地数据处理，岸船自动切换功能通过陆地与海域网络智能协同，实现语音、宽带、流量、高清视频资源的融合一体化调度<sup>19</sup>。深圳智慧海洋科技研发了水下 WiFi 系统，已应用于“蛟龙号”深海科考，在 1500 米深海实现海底观测平台与海面实时水声通信，并打破 12000 米（斜距）的深海通信极限<sup>20</sup>。该系统与其水上通信共同构成了“空天地海”一体化通信网络，实现了对海洋的全面立体感知、广泛互联互通、海量数据共享和信息分析决策<sup>21</sup>。

### 3. 海洋算力设施呈现云侧集群化、边缘轻量耐压化趋势

海洋算力设施正加速构建，呈现云侧集群化、边缘轻量化的演进趋势。在计算层面，云侧已构建起专用服务集群。例如，青岛依托中国联通和移动青岛智算中心，构建起由神威国产超算、X86 超算、GPU 和大数据存储四大集群构成的超大规模混合算力平台，算力规模达 5000P，为海洋 AI 模型训练提供稳定算力支持<sup>22</sup>；中科院海洋所通过集成 1 万余个 CPU 物理核心与 100 余块高性能 GPU 卡，形成 0.6PFLOPS 双精度算力和 30PFLOPS AI 混合精度算力的 CPU+GPU 异构超算平台，构建起能够支撑海洋大模型训练的集约化算力底座<sup>23</sup>。边缘侧聚焦海洋环境的资源受限、极端环境等独特需求，计算能力高

<sup>19</sup> <http://tj.news.cn/20241216/830afda63a1345029a728cb25d0c37cb/c.html>

<sup>20</sup> <https://content.foshanplus.com/newsDetails.html?newsId=997669>

<sup>21</sup> <https://smartoceantech.com/news/226.html>

<sup>22</sup> [http://fgw.shandong.gov.cn/art/2026/2/5/art\\_104926\\_10483217.html](http://fgw.shandong.gov.cn/art/2026/2/5/art_104926_10483217.html)

<sup>23</sup> [http://fgw.shandong.gov.cn/art/2026/1/21/art\\_104926\\_10482415.html](http://fgw.shandong.gov.cn/art/2026/1/21/art_104926_10482415.html)

度依赖核心元器件的底层创新。专用 AI 芯片能够为海洋智能装备提供高性能边缘算力，用以处理复杂的水下感知与决策任务。例如，通过耐压舱体或特殊封装技术保护后，配备专用 AI 芯片的 AUV 能够满足水下控制需求，在海水高压、高盐、强腐蚀环境中实现实时图像识别、目标跟踪和自主避障。耐压芯片采用特种封装或压力平衡设计，可直接暴露于深海高压环境，可以确保电子设备在极端深海高压环境下稳定运行。轻量级 AI 芯片能够在资源受限的边缘节点实现低功耗智能推理，攻克长续航、小体积设备的算力与功耗平衡难题，典型应用包括 Argo 浮标、海洋生物追踪标签等<sup>24</sup>。在存储层面，产业已初步建成超 PB 规模的海洋大数据存储体系并采用分布式并行架构，但面对单次科考数百 TB 量级的高并发数据增量，现有存储系统的高吞吐读写带宽与流式处理能力仍显滞后。多模态异构数据的混合负载特性，进一步加剧了 I/O 路径的优化难度，导致算力设施频繁处于数据等待状态，存储与计算间的失配成为制约整体算力效能释放的关键短板，亟需通过全闪存加速、计算存储融合或边缘预处理等技术路径突破。

## （二）中游

中游环节作为 AI 技术赋能海洋产业的核心平台层，聚焦海洋大数据平台、AI 算法模型与 AI 工具链的建设与协同，实现海洋数据全流程的高效处理与智能分析及模型全生命周期的构建与应用。

<sup>24</sup> Saha SS, Davis C, Sandha SS, Park J, Geronimo J, Garcia LA, Srivastava M. LocoMote: AI-driven Sensor Tags for Fine-Grained Undersea Localization and Sensing. IEEE Sens J. 2024 May 15;24(10):16999-17018. doi: 10.1109/jsen.2024.3383721. Epub 2024 Apr 5. PMID: 39640899; PMCID: PMC11615471.

## 1. 海洋大数据平台形成上下贯通的完备架构

我国已形成“国家级+地方级”双层海洋大数据平台架构。国家层面，国家海洋信息中心构建了全国首个国家海洋大数据服务平台海洋云，并牵头研发了中国全球海洋融合数据集 1.0（CGOF1.0）。该数据集整合了全球 40 余个公开数据集与我国自主观测数据，数据总量达 600TB，涵盖温度、盐度、海流等 10 种关键海洋参数，平均时间累积长度超 60 年，空间分辨率为 10 公里<sup>25</sup>。地方层面，青岛已建成全国首个海洋数据交易平台，汇聚海洋环境、地理信息、海洋遥感等高质量海洋数据超 50PB，占全国比重 25%，为全国性海洋气象预报、海上风电建设与维护、远洋渔业生产安全等提供一体化海洋数据流通交易和开发利用服务<sup>26</sup>。2025 年 12 月，国家海洋信息中心与海南省海洋厅签署战略合作协议，重点围绕南海大数据中心建设、海洋数据资源综合应用等方面展开深度合作，推动数据资源在南海区域的高效流通与应用<sup>27</sup>。

但我国海洋大数据平台与国际先进的海洋数据中心相比，仍存在一定差距。在数据共享机制方面，国际上如欧洲海洋观测与数据网络（EMODnet）已建立起成熟的全球数据交换体系，遵循 FAIR 原则，数据开放程度更高；国内海洋数据分散在不同部门和地区，标准规范体系不统一，各部门沿用自身标准导致数据孤岛现象严重，互操作性差。在数据获取与处理能力上，美欧等国在深海观测、极地海域和复杂海域的数据采集技术以及数值预报模式方面积累深厚，我国起步较

<sup>25</sup> <https://www.nmdis.org.cn/c/2025-09-16/84168.shtml>

<sup>26</sup> <http://www.sd.xinhuanet.com/20240621/be5690b94b3544818b377bc866490f2b/c.html>

<sup>27</sup> [https://www.sohu.com/a/965127015\\_726570](https://www.sohu.com/a/965127015_726570)

晚，在复杂海域、极地海域和深海等领域的长期历史数据积淀薄弱，预报模型构建依赖购买或下载国外公开数据源。例如，美国的 World Ocean Database (WOD) 拥有自 18 世纪以来的全球海洋观测数据，时间跨度超百年，涵盖多达 27 个最常测量的物理和化学关键海洋变量及浮游生物剖面<sup>28</sup>。在应用推广层面，国际海洋数据中心能够提供全面完善的原始数据及产品服务，如法国的 Copernicus Marine Service (CMEMS) 不仅提供原始数据，还基于模型同化技术提供全球海浪预报、溢油漂移预测等高附加值产品；我国近年来在定制化数据产品方面取得明显进展，能够提供如港口航运、海上风电、海洋牧场等行业的精细化预报产品，但产品丰富度和成熟度与国际先进水平仍有差距。

## 2. 海洋 AI 模型呈垂直化与体系化发展趋势

海洋 AI 模型建设呈现垂直细分和体系化发展的特征。在垂直细分方面，AI 模型的研究从通用大模型转向海洋专属模型，围绕海洋渔业、海洋船舶工业、海洋公共管理服务等产业特定场景的模型陆续发布（图 4）。例如，联通（广东）产业互联网有限公司联合发布的渔书大模型服务已覆盖广州、湛江、珠海等 12 个沿海地市超 2 万户农户，养殖水体 170 万立方<sup>29</sup>；福建已发布的船舶与海洋工程行业大模型文鳐，已应用于新能源拖轮、海上观光船、闽江货船等绿色智能船舶项目的研发设计；国防科技大学联合开发的羲和海洋预报大模型在海水温度、盐度、海温、15 米深度流速和海平面气压等评测要素

<sup>28</sup> <https://www.ncei.noaa.gov/access/metadata/landing-page/bin/iso?id=gov.noaa.nodc:NCEI-WOD>

<sup>29</sup> [https://mp.weixin.qq.com/s?\\_\\_biz=MzI2MjE0ODM1Mg==&mid=2651803495&idx=5&sn=9e0dbb8e73363c3ee710a44d679210ed&chksm=f0010f04a4222a1450c51b490eb43f5f2d21ccedf55a185a152a137dff713ae3f8701fad00bd&scene=27](https://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MzI2MjE0ODM1Mg==&mid=2651803495&idx=5&sn=9e0dbb8e73363c3ee710a44d679210ed&chksm=f0010f04a4222a1450c51b490eb43f5f2d21ccedf55a185a152a137dff713ae3f8701fad00bd&scene=27)



模态数据全生命周期处理工具或平台，包括多模态数据融合对齐、数据标注、数据清洗、数据分类、质量控制、时空数据存储分发等环节。学术界正尝试使用深度学习、知识图谱等技术实现数据的多模态融合，如 CoralVQA 数据集通过半自动化视觉-语言流程构建了 27 万个问答对<sup>30</sup>、NAUTILUS 模型构建了 145 万图文对的水下多任务指令数据集<sup>31</sup>。在算法模型开发工具链方面，多数研究已提供了定制化代码库或脚本，但仍缺乏面向海洋场景的通用开发框架及模型微调部署平台。例如，物理信息神经网络（PINNs）开发框架已被成功应用于求解海水温度扩散方程、海洋波浪动力等物理驱动的海洋问题，但缺少类似 DeepXDE、Modulus 的通用海洋 PINNs 框架；海洋领域垂类大模型纷纷发布，尚缺乏面向海洋企业及业务部门的一站式开发微调部署平台。在边缘应用与协同计算工具链方面，模型轻量化与压缩工具在海洋浮标和海事监控场景已有应用，云-边-端协同计算架构在海洋观测和水产养殖领域已有探索，但大都集中在科研原型和特定项目，以定制化方案形式推进部署应用。在智能体工具链方面，海洋交通运输与港口仿真已出现商业或半商业软件，多智能体协同调度算法逐步落地；海洋观测、生态调度等领域的多智能体仿真沙盘商业平台较少，多由科研团队自建。在数字孪生工具链方面，围绕海洋环境和船舶工程已具备基础工具链雏形，但商业化程度仍比较有限。例如，欧盟 EDITO 项目提供了开发数字孪生所需的工具链和数据服务；Robosys

<sup>30</sup> <https://scs.mnr.gov.cn/scsb/fjdt/202511/7968e6657b84495f91cdde49ab778970.shtml>

<sup>31</sup> <https://hub.baai.ac.cn/view/50294>

VOYAGER AI Simulator 能够构建船舶数字孪生体并模拟复杂交通场景，支持从任务推演到实际部署的全流程验证<sup>32</sup>。

### （三）下游

AI 技术正以前所未有的速度和深度重塑海洋产业的应用场景格局。基于产业成熟度和发展阶段，当前 AI 赋能的下游应用场景可清晰地划分为海洋传统产业、海洋新兴产业以及海洋未来产业三大梯队。以上产业共同构成了我国海洋经济高质量发展的立体化图景。

#### 1. 海洋传统产业正推进智能化改造与效率跃升

面向海洋渔业、港口航运、海洋油气业等海洋传统产业，AI 技术正实现从经验驱动向数据驱动的根本转变，以提升产业效率、保障安全生产并降低运营成本。在海洋渔业领域，AI 技术已深入养殖与捕捞全链条，通过构建“水-饵-病”AI 决策网络，实现对养殖环境的精准调控和病害的智能预警，提升养殖产量，降低灾害损失。在远洋捕捞环节，AI 算法分析叶绿素、海温等卫星遥感数据，构建渔场预测模型，为渔船提供最优作业区域指引，提高捕捞效率和资源利用率。港口航运作为海洋传统产业的核心环节，AI 技术正推动其向自动化、智能化方向发展。枢纽港口基于 AI 调度系统，通过强化学习算法优化岸桥分配与堆场规划，实现集装箱装卸的无人化与自动化，提升港口作业效率。海洋油气勘探开发作为传统海洋资源产业，AI 技术正加速其数字化转型进程。通过深度学习处理海量地震勘探数据，提高海底油气藏的识别精度与解释速度，能够缩短勘探周期，降低开发风

<sup>32</sup><https://cyprusshippingnews.com/2026/03/18/robosys-has-unveiled-its-new-voyager-ai-simulator-at-oceanology-international/>

险。AI 驱动的数字化油田平台实现对海上钻井平台的远程监控与智能诊断，减少人工出海频次，提升极端天气下的作业安全性。预测性维护系统通过实时监控设备健康状况，提前发现潜在故障，有效防止昂贵的维修事件，降低海上作业中断风险。

## 2. 海洋新兴产业正加速技术突破与模式创新

以海洋工程装备、海洋新能源、海洋生物医药为代表的新兴产业，正依托 AI 强大的数据处理与模拟仿真能力，加速技术突破与商业化进程，推动我国海洋新兴产业实现跨越式发展。在海洋工程装备领域，AI 技术正深度赋能装备设计、制造和运维全生命周期。在装备设计阶段，AI 通过高精度性能分析、多学科协同设计及智能试验，实现如深海采矿系统、海上风电平台等复杂装备的快速优化与虚拟验证，缩短研发周期；在装备制造阶段，AI 驱动供应链协同、生产流程优化及智能焊接与检测技术，应对订单排期的产能压力，提升制造效率与质量一致性；在装备运维阶段，AI 结合数字孪生技术，实现对海上平台、水下设备及海洋信息装备的实时状态监测、故障诊断与预测性维护，降低极端环境下的作业风险。在海洋新能源领域，AI 技术正从选址评估、风机微观选址到运维管理全流程赋能海上风电产业。青岛镭测创芯的激光雷达通过结合 AI 算法，提前 800 米精准感知风况，动态计算最优策略，指挥下游风机调整偏航角度和桨距，实现风电场群的协同优化与主动控制，提升发电效率。海洋生物医药产业正迎来 AI 赋能的创新爆发期。超蓝生物构建了覆盖创新药物靶点发现、分子设计优化到先导化合物合成的全链条智能计算服务体系，其平台

运营全球规模最大的 3D 海洋天然产物数据库，结合自主构建的海洋肽、酶、糖、脂等专项数据库，为海洋创新药研发提供了数据支撑。青岛海洋生物医药研究院已运用 AI 大模型实现从大量数据、物质中查找筛选所需分子，有效节省时间和精力。

### 3. 海洋未来产业聚焦深海探索与设备智能升级

面向深海极地探测、深海资源开发等未来产业，AI 正成为人类探索未知海域、认识蓝色海洋的核心工具，引领海洋产业向深蓝迈进。在深海探测领域，具备自主决策能力的 AI 水下机器人正突破人类活动边界，实现高精度海底测绘、热液喷口识别和自主样本采集，为深海资源勘探和科学研究提供重要技术支撑。以 AUV 和自主遥控水下机器人（ARV）为例，新一代无人潜航器正逐步摆脱对母船的依赖，具备更强的自主决策能力，通过搭载 AI 算法，在水下无 GPS、弱通信的复杂环境中，独立完成预设框架内的目标识别、路径规划及动态避障等任务，由依赖预设指令的被动执行向具备环境感知与智能判断的主动决策转变，并朝着完全自主认知方向演进。深海资源开发作为面向未来的战略性新兴产业，正迎来技术突破与产业化加速的关键窗口期。深海蕴藏的多金属结核、富钴结壳、多金属硫化物及油气（含天然气水合物）等资源据估算总价值高达 177 万亿美元，是全球矿业投资的新蓝海<sup>33</sup>。当前，深海采矿面临极端环境适应、智能采集作业、矿物输送处理及生态环境保护等挑战，以 AI 为核心的新一代技术体系正成为破局关键。在智能输送环节，我国研制的全球首台套设计水

<sup>33</sup> <https://news.qq.com/rain/a/20251128A04K0J00>

深 6000 米级智能柔性混输管系统于 2025 年 10 月完成海上试验，验证了全软管输送性能、管体水下空间构型与阻塞的实时健康监测能力，矿浆稳定输送流量达 457m<sup>3</sup>/h，为深海采矿联动海试提供了核心装备支撑。在智能采集环节，上海交通大学“开拓二号”深海采矿车于 2024 年完成 4102.8 米海试，创造我国深海采矿领域六项纪录，实现复杂地形自适应作业。在智能作业平台方面，崂山实验室“问海 6000h”ROV 于 2025 年 10 月完成 6523 米海试，刷新 6000 米级 ROV 作业深度纪录，具备大载荷精细化作业能力。

### 三、人工智能赋能海洋产业典型实践

#### （一）海洋渔业

##### 1. 融合点分析

在海洋渔业，AI 技术已被应用于生态监测、精准决策、智能装备等场景。**生态监测场景下**，AI 技术应用于评估生物行为以及构建养殖环境数字孪生体，如基于计算机视觉的鱼类状态识别模型（如摄食强度、应激反应），实现养殖过程“可视可诊”。通过多模态感知融合，集成卫星遥感、水下声呐、多光谱成像等技术，实时采集水温、溶解氧、鱼群行为等维度参数构建养殖环境数字孪生体。**精准决策场景下**，AI 技术应用于养殖投饵调控与病害预测，如通过时序模型分析环境参数与摄食行为关联性，动态调整投饵量；融合水质数据与鱼体表特征 AI 检测，建立病害预测模型。**智能装备场景下**，AI 被应用于自动化海洋养殖，如网衣巡检机器人自动识别破损，防止鱼群逃逸，无人投喂船通过路径规划、避障算法，减少人力需求。

## 2. 典型实践案例

**案例一：**“渔书”大模型由联通（广东）产业互联网有限公司联合华南师范大学智慧渔业团队联合研发，用于解决养殖经验传承断层，新农人获取渔业知识成本高，难以适应现代渔业生产方式等一系列难题。基于鱼类、甲壳类、贝类、藻类四大类 52 小类海量养殖条件、病害、投喂策略等数据训练，面向渔业养殖场景需求，为渔业养殖企业提供渔业养殖智能问答、养殖数据分析、养殖策略生成等服务。“渔书”大模型目前已植入智慧渔业平台，通过融生产应用平台、大小模型协同、集成智能装备三大路径，实现了与增氧机投喂、水质分析、每日报表、养殖分析等生产管理等功能联动和智能预警，为广东现代渔业高质量发展提供强劲动力。

**案例二：**联通（广东）产业互联网有限公司、广东智能无人系统研究院、广州智研声海海洋科技有限公司联合研发的“知鱼 M3”智能鱼探仪（图 5），融合全景多波束声呐+5G+AI 算法，实现对网箱养殖水下生物资产的实时、精准、可视化监测，解决海洋牧场规模化发展中面临的资产不透明、管理凭经验、金融难介入的核心痛点。系统通过水下声呐终端采集高分辨率数据，并利用内置的边缘计算单元，在设备端或近场边缘盒子内直接运行 AI 算法，实时完成三维点云解析，生成网箱内鱼群的数量、分布、大小规格及生物量估算值等结构化结果。随后，将这些关键结果数据通过 5G 网络高效回传至云平台，有效降低了带宽需求与传输延迟。结果数据在平台与大屏、移动端进行可视化呈现与深度分析，改变了传统依赖经验估算的粗放模式。通

过实际海试验证，对金鲳鱼、马面鲀等主要养殖鱼种，在典型网箱环境下的计数准确率可达 90%。据估算，该系统的应用可帮助养殖企业降低饲料浪费 10%-15%，通过早期病害预警减少潜在损失 20%以上，并为生物资产保险与抵押融资提供可信数据凭证，提升牧场管理效率与抗风险能力。



来源：联通（广东）产业互联网有限公司

图 5 “知鱼 M3” 智能鱼探仪及可视化界面

**案例三：“叮咚渔医”平台作为聚焦水产疫病智能防控的综合服务平台（图 6），已在长海国家现代农业产业园等全国 20 多个省份的海水、淡水及深远海养殖场景成功落地，涵盖育苗、工厂化育种、规模化养殖等细分场景。该平台融合 DeepSeek 大模型与鱼病识别知识图谱，结合 MacBERT、GraphSAGE 与多头注意力机制技术，以多模态 AI 诊断引擎为核心，辅以“AI+专家”双轮协同、物联网时序分析与数字孪生技术，构建了“诊前预警—病中应对—诊后跟踪”的全流程智能化闭环，实现了病害 1 分钟内快速诊断，达到准确率 90%、效率提升 85%、误诊率下降 30%，能够提前 5 天精准风险预警且准确率达 92%，并带动综合养殖成本降低 15%-20%、养殖效率提高 18%、人工**

成本下降 20%，全面推动了水产养殖从“经验养殖”向“AI 驱动”的数字化转型与产业链生态协同。



来源：青岛励图高科信息技术有限公司

图 6 叮咚鱼医框架图

## （二）海洋交通运输业

### 1. 融合点分析

在海洋交通运输业，AI 正广泛应用于港口运营和船舶航行等核心场景，推动行业向自动化、智能化转型。在港口运营场景下，AI 已成为驱动港口自动化、智能化运营的核心技术，AI 算法被用于优化港口调度和设备协同。例如，基于 AI 的智能调度系统可协同岸桥、轨道吊、自动导引车(AGV)等设备，实现路径规划与协同作业，提升设备利用率和码头吞吐能力。通过计算机视觉、物联网传感和数字孪生技术，港口能够对作业流程、堆场状态和船舶靠离进行全流程实时感知与动态优化，实现从自动化到智慧化的跨越。AI 还支持预测性维护、安全监控和智能决策，通过分析设备运行数据提前预警故障，

保障港口运营可靠性与应急响应水平。未来，基于 OpenClaw 智能体框架有望构建港口运营监控系统原型，通过定时任务触发与心跳机制实现设备状态自动巡检、异常预警和调度指令自主下发，结合港口 TOS 系统二次开发，实现 7×24 小时无人值守作业监控。在船舶航行场景下，AI 正推动船舶向自主航行、智能管理和绿色低碳方向演进。通过融合多源传感器数据、气象海况信息与航行历史记录，AI 算法能够实现船舶航路的动态优化与实时纠偏，有效降低燃油消耗和碳排放。智能船舶集成了智能感知、自主决策和远程控制等功能，覆盖辅助航行、机舱设备健康管理、能效优化等多个场景。产业已开展航运垂直领域大模型的研发与应用探索，构建覆盖全球航线的智能调度与风险预警平台，提升整个船队运营的安全性与经济性。

## 2. 典型案例实践

**案例一：**山东港口青岛港构建了覆盖集装箱、干散货、件杂货、液体散货四大货种的全流程智能化体系。在集装箱运输方面，自主研发的 A-TOS 智能管控系统与 A-ECS 设备控制系统实现了全国产化自主可控，以“毫秒级”响应速度指挥 AGV 自动导引车和轨道吊协同作业，桥吊单机作业效率 12 次刷新世界纪录，2025 年达到 62.62 自然箱/小时，较全球同类码头平均水平高出 50%；2026 年 2 月，青岛港更实现了中国港口史上首次集装箱船舶航行、靠泊、装卸全流程无人化闭环，“智飞”号智能航行系统与真空式自动系泊系统协同作业，30 秒内完成船舶自动固定，全年可缩短靠泊时间超 200 小时。在件杂货领域，已建成全球首座全流程自动化纸浆码头，IGV 智能引导运输车

实现无人驾驶精准对位，2025 年上半年纸浆吞吐量同比增长 22.5%。同时，青岛港基于港口大模型技术开发了全要素智能调度系统(图 7)，通过认知智能体动态耦合分析船、箱、车、场、人等生产要素，并构建"云港通"智慧平台服务 2 万余家企业，将进口提箱业务办理时间从 4 小时压缩至 20 分钟，全程无纸化提箱仅需 5 分钟，提升了口岸物流效率与用户体验。



来源：山东港口青岛港集团有限公司

图 7 青岛港全要素智能调度系统

**案例二:**中远海运科技股份有限公司打造的 Hi-Dolphin 航运大模型(图 8)基于航运专业语料和全流程方法论，构建了覆盖数据处理、知识图谱构建、智能体协同的系统性技术架构，为航运行业首次提供了可推广的全流程 AI 应用范式。其核心特色体现在四大能力维度：航运知识服务依托自主构建的航运知识图谱和向量数据库，实现航海公约、海事法规、船舶检验要求等专业知识的智能检索与归纳；航运数据服务通过大模型语言理解能力结合类搜索插件，提供智能找船、

船舶档案、港口动态等实时数据查询，有效解决传统模型知识更新滞后和时事问答错配的问题；运力预测服务融合船舶与港口全生命周期数据、气象及地理信息等多源异构数据，基于 Transformer 架构深度挖掘时空信息，实现多港预测和预抵时间等任务的精准预测；智能应用服务则通过“时间机器”实现特定时空船舶历史航行状态的可视化回溯，辅助事故原因调研与安全决策，通过“探索中心”支持自然语言检索和航运态势实时分析，通过“角色模拟”为船长、轮机长等不同岗位提供定制化专业问答与决策支持。Hi-Dolphin 的“航运大脑”智能协调机制通过精密算法优化智能体协同与资源配置，提升了复杂航运任务的执行效率，推动大数据从管理辅助工具向智能决策中枢演进，为航运业全链条智能化升级提供了创新性解决方案。



来源：中远海运科技股份有限公司

图 8 Hi-Dolphin 航运大模型

### （三）海洋油气业

#### 1. 融合点分析

在海洋油气产业，AI 技术已被应用于地质分析、生产优化、风

险监测、设备维护等场景。**地质分析场景下**，AI 技术被用于地震勘探数据处理，如基于 Transformer 的架构和卷积神经网络（CNN）处理大规模二维、三维地震勘探数据，精准解译地质构造与海洋油气藏，缩短勘探周期；通过机器学习算法训练地质、地球物理和测井数据，预测海洋油气储层物性及含气性特征。**生产优化场景下**，AI 技术应用于构建生产预测和动态模拟模型，如通过集成时间序列模型、集成学习和强化学习技术，系统分析历史生产数据，构建生产预测和动态模拟模型，预测海洋油气未来开采趋势。**风险监测场景下**，AI 技术用于无人设备自主巡检与泄漏监测，如采用自主导航技术为无人艇（USV）和无人机自主规划巡检路径，搭载多光谱传感器检测海面油污和甲烷泄漏，缩短应急处置周期，降低环境与安全风险。**设备维护场景下**，AI 技术被用于水下装备自主运维与故障预测，如水下机器人自主作业，通过模仿学习和强化学习技术训练 AUV/ROV 执行海底阀门操作、管道巡检等任务；通过 AI 预测性维护技术减少设备故障停机时间，提升整体生产效率。

## 2. 典型实践案例

**案例一：**中国海油“海经”系统实现将深海油气勘探与 AI 技术相结合，以深度学习模型为核心，融合复杂地震数据处理与 AI 算法，实现对干扰噪音的快速识别和地层图像的清晰成像。在深海深层地震勘探方面，该系统致力于提升数据处理效率和成像质量，改善地震资料信噪比，数据处理效率提升 3 倍以上，地震资料信噪比提升 25%。在深海地层构造认知方面，该系统配备三维地震数据成像技术，实现

对海底地层构造的精准探测。该系统已在珠江口盆地完成 2600 平方千米三维地震数据全部成像处理，刷新了我国对 3000 米水深海底地层构造的理论认知，填补了中国海油对深海深层三维地震勘探数据处理的空白<sup>34</sup>。

**案例二：**中国海油“海能”人工智能模型为实现海洋油气行业资源最优配置、提升工作效率、精益现场管理、优化商业模式、释放创新活力等提供数智支持（图 9）。模型围绕智能油气田、智能工程、智能工厂、智能贸销、智能 QHSE、智能供应链、智能管理、智能办公等 8 大类 100 多个业务场景模型，实现小模型和大模型兼备、专业场景和通用场景兼容、生产和经营管理全覆盖，支持集团上中下游业务。在上游领域，重点以智能油气田建设为目标，实现传统人工经验决策模式向以数据驱动、业务协同、智能调控的新运营模式转变；在中下游领域，通过 AI 技术融合，构建智能化贸销业务链。在专业场景中，注采联动模型实现精准注水；安全钻井模型 0.1 秒内识别风险，使不安全行为锐减 95%；燃机诊断准确率达 90%，年省运维费近亿元；油气贸销模型打造行业首套进口 LNG 现货价格智能预测体系，将返税周期压缩 70%。在通用场景中，智能招采几分钟即可生成招标初稿，问医助手解决海上员工就医难题，并辅以智能写作、会议翻译及虚拟人讲师培训，提升办公管理效率<sup>35</sup>。

<sup>34</sup> [https://www.stdaily.com/web/gdxw/2025-02/28/content\\_303146.html](https://www.stdaily.com/web/gdxw/2025-02/28/content_303146.html)

<sup>35</sup> [https://gdstc.gd.gov.cn/kjzx\\_n/mtjj/content/post\\_4508338.html](https://gdstc.gd.gov.cn/kjzx_n/mtjj/content/post_4508338.html)



来源：中国海洋石油有限公司

图 9 中国海油专业场景及通用场景模型

#### （四）海洋电力业

##### 1. 融合点分析

在海洋电力业，AI 技术已被应用于资源评估、发电评估、设备运维等场景。资源评估场景下，AI 技术被用于智能选址与气象海况数据处理，如基于图神经网络处理大规模风场、洋流及地形数据，精准解译海上风能或潮流能的时空分布特征，缩短选址周期；通过机器学习算法训练气象、水文和历史发电数据，预测海洋电力资源的可开发量。发电评估场景下，AI 技术应用于构建功率预测和决策调度，如结合实时天气与传感器数据，通过时间序列模型、时空图卷积网络和强化学习技术预测未来发电功率；基于预测结果、电网负荷及电价信息，利用强化学习或优化算法动态制定发电计划，为电网调度和电力交易提供决策支持。设备运维场景下，AI 技术被用于设备状态自

主巡检、故障诊断及运维规划，如风机设备自主巡检通过 AI 技术对叶片、齿轮箱等进行视觉检测，自动识别缺陷，实现设备全生命周期智能化管理。

## 2. 典型案例实践

**案例一：**国家电投山东公司在山东半岛南部海域的海上风电场构建了覆盖海陆空的 AI 智慧运维系统。该系统在离岸 30 千米的半岛南 V 厂址上部署了山东省首个风机搭载式海上 5G 基站，通过多频段智能追焦天线将信号延伸至 77 公里，破解了海上“通信孤岛”难题；同时搭载 AI 智能图像识别系统，基于双光谱摄像机、智能算法服务器和上万张图片素材，花费半年时间训练大模型，实现对风机设备的全天候智能红外检测、人员安全规范识别（如安全帽、工作服穿戴）以及海上船只入侵预警。此外，系统配备智能巡检机器人，可替代 70% 的人工巡检工作量，进出危险区域进行故障排查，降低海上风电运维成本，传统海上风电运维成本一般占项目建设成本的 20%-30%。该项目通过 AI 与 5G、机器人技术的深度融合，实现了从“人工例行巡检”向“远程智能无人巡检”的转变，为海上风电运维降本增效提供了可复制的新模式<sup>36</sup>。

**案例二：**金风科技于 2024 年推出新一代深远海旗舰产品 GWH300-20（25）MW 海上风电机组，深度融合 AI 技术以应对深远海开发挑战。该机组叶轮直径 300 米、功率覆盖 20-25MW，可应对 60m/s 以上超强台风，在 50-70 米水深下实现较好投资收益。该系列

<sup>36</sup> <https://m.dzplus.dzng.com/share/general/0/NEWS2932656QHIBAQRHURISHX>

产品基于 200+先进传感器构建整机感知系统，实现对项目环境特征的提取和运行场景的重构；结合金风双向数字孪生引擎和云场端多维控制决策系统，使机组能够针对极端工况做自适应控制，实现预测性维护和综合调度，在有效保障运行安全的同时降低场站运维成本。在功率预测方面，金风科技结合 AI 技术，应用气象大模型、极端天气事件采集体系，实现预测技术的重大突破，空间分辨率从 3 公里提升至 100 米级别，并通过云平台协同形成预测模型“预测、评估、优化、训练”的持续自我优化，提升预测准确率 3%-5%<sup>37</sup>。

## （五）海洋船舶工业

### 1. 融合点分析

在海洋船舶工业，AI 技术已被应用于船舶设计开发、验船等一系列场景。船舶设计开发场景下，人工智能技术已被用于规范参数校核与智能解析图纸，如基于大模型知识库建设、智能体等技术应用，辅助设计师频繁对上万页的规范手册进行参数核对与计算；结合多模态大模型、视觉大模型对 2D 设计图纸进行参数和设计要素识别，输出给船舶 3D 建模所需的数据要素。验船场景下，AI 技术已被用于验船数据智能填报与辅助赋能，如基于大模型、光学字符识别（OCR）识别等技术，帮助验船师自动填写海事局船舶检验发证管理系统（VMIS）检验记录数据，实现 VMIS 与船舶检验管理信息系统（SSMIS）的数据共享和互通，同时提供了 OCR 文字识别助手、翻译助手等辅助功能，为验船师提供了可扩展的数字化手段。

<sup>37</sup> <https://www.goldwind.com/en/news/focus-1055908838508734464/?id=1055903560983894016>

## 2. 典型案例实践

**案例一：**中国联通与 SEAGOSOFT 公司围绕大模型赋能国产船舶工业设计，实现将船舶设计创新与人工智能技术深度融合，以构建专业知识智能体、翻模设计智能体及设计流程智能体为核心，依托 DeepSeek 和联通元景 MaaS 平台 RAG 技术、多模态大模型及视觉大模型，结合船舶行业数据，打造船舶设计智能化解决方案。在专业知识智能体方面，该场景致力于攻克船舶规范解析难关，对船舶设计规范书进行精准解析与回答，准确率从 45% 提升至 85%，提高了设计过程中规范查询与解答的效率和准确性。在翻模设计智能体方面，该场景通过元景多模态大模型、视觉大模型对 2D 设计图纸进行参数和设计要素识别，并输出给船舶 3D 建模所需的数据要素，覆盖 10 余种 2D 图纸元素识别，并与建模软件语言匹配建模信息，成功节省了 40% 的设计人力，设计效率提升了 50%，极大地缩短了设计周期。在设计流程智能体方面，该场景融合需求和系统开发的业务知识，构建了以图文档为主的多个场景智能体协同系统开发模式，使软件系统敏捷开发效率提升了 50%，有效应对了需求变更带来的挑战。该产品应用已在船舶设计领域广泛推广，助力船舶设计流程优化与效率提升。

**案例二：**山东新能船业“5G+AI”内河船舶智能制造，应用“5G+AI”技术实现智能生产与质量管控。在激光切割环节，AI 算法可在 3 分钟内生成最优切割方案，提升板材利用率；焊接工序采用“5G+AI”激光焊接技术，结合机器视觉实时监测焊接过程，精准控制焊接参数，保障焊缝质量；同时，通过 AI 视觉检测和数字孪生技术实现生产过

程的实时监控与精准管理，驱动“5G+AMR”无人运输车完成车间物料精准配送。此外，其生产的新能源船舶搭载AI智能避碰及远程诊断系统，可实时感知周围环境，自主规划最优航线，动态监测设备状态并预警故障。智能化改造后，焊接工序生产效率提高60%，运营成本降低10%，产品一次合格率提升至95%。此外，单位产值能耗降低10%，关键装备数控化率超过95%，数采率也达到了98%以上。目前，企业已建成7条智能化生产线，配备了200余台工业机器人，关键工序自动化率达75%，年加工钢材能力突破10万吨，降低了25%的生产管理成本<sup>38</sup>。

**案例三：**中船集团旗下系统工程研究院、智海创新研究院研发的海上领域首个自主品牌人工智能赋能基座平台“智海·图灵”，面向智能船舶、海上智能装备、船舶设计制造和海上运营保障四大场景，紧密围绕海上专业环境特点，提供定制化算力、专用工具链和算法库，构建了涵盖智能化赋能全流程的基础研发应用能力。其核心架构包括“智海·玄龙”、“智海·九章”、“智海·天元”、“智海·算筹”、“智海·灵犀”、“智海·鸣鸿”、“智海·通鉴”等七大产品组件，拥有异构计算引擎、海上模型训推一体化部署、海上多场景运筹求解和海上领域大模型服务等核心技术，目前已在中船集团智能装备、智能船舶、智能运营及智能制造等多领域发挥重要支撑作用，有效推动了我国船舶行业海上领域的数智化转型发展<sup>39</sup>。

<sup>38</sup> [https://sdxncy.com/news/company/2025/0902\\_267.html](https://sdxncy.com/news/company/2025/0902_267.html)

<sup>39</sup> <https://www.shobserver.com/staticsg/res/html/web/newsDetail.html?id=954283>

## （六）海洋工程装备制造业

### 1. 融合点分析

在海洋工程装备制造业，AI 技术已覆盖海洋工程装备的研发设计、生产制造和运维服务等场景。**研发设计场景下**，AI 技术已被用于优化海洋工程装备结构参数，如通过梯度提升树、径向基函数神经网络等算法，模拟不同设计方案在复杂海洋环境下的性能表现，自动迭代优化装备结构参数、材料选型等关键指标，缩短研发周期、降低试验成本，提升装备的环境适应性和可靠性。**生产制造场景下**，AI 技术已被用于生产数据智能采集与方案优化，如通过基于计算机视觉、遗传算法，结合 5G 技术，实时采集生产过程数据，自动生成最优加工方案，驱动工业机器人完成高精度作业。**运维服务场景下**，AI 技术已被用于设备故障智能预测与预警维护，如通过实时采集振动、温度、压力等等设备运行数据，利用时序模型结合注意力机制的机器学习算法分析数据时序特征，精准预测设备潜在故障，提前发出预警并制定维护方案，避免非计划停机。

### 2. 典型案例实践

**案例一：**上海海洋大学研发的国内首款智能软体仿生蝠鲼“文鳐”，翼展 1 米、空气中重 35 斤，以蝠鲼为原型，核心器部件完全国产化，具备超仿生、共融性与隐身性等特点，仅靠 3 节微型电池即可在水中连续工作 3 小时以上，最大作业深度可达约 300 米，可完成转弯、360 度翻滚与回旋等高机动动作。“文鳐”通过多传感器协同监测网络，搭载成像声呐、水下成像等高精度传感器，为其装上“眼睛”和“耳

朵”，并引入基于人工智能的水下目标识别技术，通过目标检测与图像分割实现对鱼群等目标的智能分类识别，准确率约 90%。未来新一代还将搭载“华为芯”构成“智慧鱼脑”，进一步提升自主感知与决策能力。在应用上，“文鳐”可胜任 300 米以内的水下监测、地形地貌测绘、鱼群实时状态监测与互动等任务，面向远洋捕捞、深海勘探、海洋环境监测、水下考古与科普展示等场景，兼具观赏功能；在成果转化方面，团队已与上海企业签约联合研发，标志着“文鳐”相关软体仿生鱼技术实现转移落地，走通产学研协同道路，为海洋资源开发与保护提供“AI+软体机器人”的实用化装备支撑<sup>40</sup>。

**案例二：**中海油服自主研发的“FCV4000”重工作级 ROV 于 2025 年初完成总装并投入实地验证。该机器人重约 4 吨、长约 3.4 米，采用高强度钛合金打造耐压壳体，配备高精度液压机械臂，能够在智能算法驱动下完成厘米级精细操作，即使在暗流涌动的深海环境中，也能凭借先进智能控制系统自主规划最优作业路径。该装备已在番禺、惠州、西江、陆丰等油田完成实地验证作业，可搭载声呐扫描和超声探伤功能，准确发现结构内部缺陷和隐患。2025 年 4 月，中国海油还成功完成了首台水下机器人七功能机械手“麒麟臂”的陆地测试，该机械手轻量化水平、肩腕转角和夹持力指标均位居世界前列，自重仅 60 公斤，比国际同类产品减重 35%，能够在深海环境下精准完成

<sup>40</sup>[https://mp.weixin.qq.com/s?\\_\\_biz=MzI5OTEwNTE0NA==&mid=2650431932&idx=7&sn=0c0d7352e1309dc43699be007234838c&poc\\_token=HIOS5WmjxCQKfO-C4DUmWzuGHTDq\\_GDQKZM9RZo2](https://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MzI5OTEwNTE0NA==&mid=2650431932&idx=7&sn=0c0d7352e1309dc43699be007234838c&poc_token=HIOS5WmjxCQKfO-C4DUmWzuGHTDq_GDQKZM9RZo2)

调位、定位、观察、测量、推拉、拧紧等复杂操作，大规模应用后预计每年可节约采购和维护费用千万级以上<sup>41</sup>。

## （七）海洋药物和生物制品业

### 1. 融合点分析

在海洋药物和生物制品业，AI 技术已被应用于海洋生物资源库构建、海洋活性成分筛选、生产工艺与质量控制优化等场景。**海洋生物资源库构建场景下**，AI 技术被用于海洋生物数据的整合与标准化建库，如基于自然语言处理算法的文本挖掘技术，整合全球海洋生物研究文献、样本数据，构建标准化的海洋生物基因库与活性物质数据库，为后续研发提供数据支撑。**海洋活性成分筛选场景下**，AI 技术被用于海洋天然产物的高通量虚拟筛选，如通过集成学习算法随机森林等方法，对分子理化性质与指纹特征进行大规模初筛，快速分类活性与非活性化合物以缩小候选范围；基于 GNN 和分子指纹方法等从分子二维结构图像或三维构象中精准识别大环、杂环等潜在药用化学骨架，实现候选分子的精准预判。**生产工艺与质量控制优化场景下**，AI 技术被用于生产全流程的智能化管控，如通过计算机视觉算法结合传感器技术，实时监测生产过程中的关键指标，实现质量的动态检测与精准控制；同时构建生产过程的数字孪生模型，推动生产全流程的智能化管控与优化升级。

### 2. 典型案例实践

**案例一：**青岛海洋生物医药研究院通过 AI 虚拟筛选、智能药物

<sup>41</sup> <https://stcn.com/article/detail/2659389.html>

设计等手段，从海量的海洋生物资源中寻找具有药用价值的化合物，快速、高效筛选出了抗癌药物 BG136 和抗乙肝病毒药物 LY102。通过人工智能虚拟筛选，将海洋天然产物三维结构数据库与药物分子靶点数据库比对分析，不断测试库中的海洋化合物对可能与特定疾病有治疗意义的生物分子靶点的活性；通过智能药物设计，进一步评估海洋化合物的成药潜力。AI 赋能减少了发现海洋药物的时间，而且将海洋药物筛选准确率从不足 20% 提升至 60% 以上，大大缩短研发周期，提高了成功率并且降低了研发成本<sup>42</sup>。

**案例二：**中国海洋大学郝杰杰教授团队牵头联合开发 LY104 注射液（用于慢阻肺治疗），团队依托自主研发的“计算机筛选结合实时检测”药物发现平台，深度融合 AI 算法与高通量模式动物筛选技术。通过计算机智能筛选工具对数万方种海洋天然产物数据库进行高通量筛选，快速锁定具有潜在支气管舒张和抗炎活性的化学骨架，再结合分子、细胞实时监测和评价，提前剔除高风险分子。随后，团队从一种罕见的海洋苔藓虫中定向分离目标化合物，经 AI 辅助的结构优化，仅用 3 年时间就完成了从活性分子发现到候选药物确定的全流程研发。尤为关键的是，LY104 具备“对症+对因”的双重机制，既能快速缓解慢阻肺患者的呼吸困难，又能修复受损肺组织<sup>43</sup>。

<sup>42</sup> 李勋祥.青岛：抢占“AI+海洋”新赛道[N].青岛日报,2024-05-27(004).

<sup>43</sup> [http://fgw.shandong.gov.cn/art/2025/10/10/art\\_227165\\_10475890.html](http://fgw.shandong.gov.cn/art/2025/10/10/art_227165_10475890.html)

## （八）海洋科研教育业

### 1. 融合点分析

在海洋科研教育业，人工智能正深度融入海洋科研知识问答等关键环节，并以此为牵引推动了海洋科研平台的建设。在海洋科研知识问答场景下，AI正推动专业信息获取向高精度、跨学科、强交互方向演进。通过融合百亿级参数大模型基座与增量式向量检索技术，AI算法能够实现复杂海洋科学机理与长文本文献的深度理解与精准解答，有效破解海洋学科交叉中专业壁垒高、信息检索耗时长等痛点。通过集成文献智能解析、政策标准比对与多轮对话引导等功能，覆盖科研文献调研、技术难点攻关、专业实训等多个场景。以高精度的知识交互、海洋模型构建等应用需求为牵引，AI进一步推动了海洋科研平台向底层基础设施化演进。在海洋科研平台建设场景下，海洋科研平台通过集成算力资源、多源海量数据与基础大模型研发部署等一系列工具链，成为加速海洋垂直领域模型研发与迭代的孵化器。平台为海洋大模型的自主研发与迭代升级提供强大的算力支撑，通过构建易用、便捷的工具链，进一步赋能海洋环境预报、资源开发、防灾减灾等前沿研究，推动海洋科研范式向智能化、高效化、精准化方向深刻变革。

### 2. 典型案例实践

**案例一：**哈尔滨工程大学牵头研发的国内首个船海学科教育专有大模型——“兴海”大模型，通过与中国船舶科学研究中心、上海船舶研究设计院、上海外高桥造船有限公司等共建，汇聚了船舶行业海

量的数据资源，涵盖 20 门以上国家级和省级一流专业核心课程、3 万多个行业知识点、近 5000 型船舶试验数据、4000 余条行业岗位分析数据，以及 50 多部船海专业教材等，形成基础层、专业层、学科层、应用层四层架构<sup>44</sup>。其中，基础层提供 20 余门 AI 专业课程资源，通过文字、视频、思维导图和 AI 学习助手支持自主学习；专业层建立虚拟仿真实践模块，让学生足不出户即可模拟船厂作业、深海探测、水下机器人操作等场景；学科层设有学科方向图谱和岗位分析模块，为教师教学改革提供前沿信息支撑；应用层则提供船舶智能设计、物理仿真预报、创造性思维训练等高阶功能，其中船舶性能智能预报模块应用物理信息神经网络技术，将传统需要一周甚至一个月的测算工作缩短至毫秒级实时智能测算。整体模型为教师提供教学改革和学科建设方向，同时引导学生依据企业实际需求和未来发展目标，建立个性化学习路径，探索人才培养新范式，促进船海企业需求与专业教育人才培养的融合贯通。

**案例二：**国家海洋环境预报中心联合海洋出版社有限公司和三六零数字安全科技集团有限公司，以 360 智脑 13B 和 Deepseek-R1-70B 大模型为基座成功开发了海洋垂直领域大语言模型——“瀚海智语”。该模型基于增量式向量数据库技术构建了内容丰富的海洋领域专业知识库，其中包含精选专业图书、专业科技文献以及巨量的公告、标准和政策文件，词元总量超过 18 亿，大模型服务系统采用业界领先的风险检测模型内容安全框架搭建，具有成熟稳健、运行稳定、接入

<sup>44</sup> <https://www.my399.com/wzjy/2025/05-29/xDLyeYmk.html>

形式多样等优势，可为海洋科研、教育、业务和管理等用户提供价值正面、安全合规、灵活易用的专业 AI 服务。

**案例三：**中移齐鲁创新院自主研发海洋科研智能计算平台，打造海洋模型即服务（MaaS）平台，为海洋科研提供一站式的 AI 计算环境。平台基于移动的“九天”大模型技术，汇聚了多源海洋数据并构建了高质量的海洋领域数据集，研发了“观海·海洋大模型”作为基础支撑，解决了海洋学科交叉中，对海洋领域专业知识理解存在专业性差、准确率低、耗时长痛点；提高研究人员、学生等海洋科学感兴趣的个人获取和利用信息的效率。通过海洋 MaaS 平台，科研人员能够快速进行数据预处理、模型训练和结果推理等任务，缩短了海洋科研项目的周期。目前平台上已经部署了多种海洋领域专有模型，例如北极海冰密集度的逐月预报模型、海洋环境要素超分辨率重建模型以及全球海洋多模态预报模型等，不断完善海洋大模型体系的能力。

## （九）海洋公共管理服务业

### 1. 融合点分析

在海洋公共管理服务业，人工智能正广泛应用于海洋生态环境监测、海洋预报减灾等场景，为海洋资源保护和海上安全管理提供智能化支撑。在海洋环境监测场景下，AI 的引入有效提升了监测的效率和精度。通过部署智能传感器网络，实时采集海洋的温度、盐度、水质等环境数据，AI 算法能够对采集到的海量数据进行快速处理与分析，从中提取有价值的信息，实现对海洋环境变化的预测和预警。例如，AI 系统可以自动识别海洋中的污染物，对海洋污染（如石油泄

漏、塑料垃圾)进行实时监测和分析,及时向管理部门发送预警信息,帮助制定科学的治理方案;AI能通过分析历史和实时数据,预测赤潮等生态灾害的发展趋势,为相关部门采取应对措施提供决策支持;AI图像识别技术可用于自动识别和分类珊瑚礁、鱼类等海洋生物,为海洋生态保护提供科学依据。在海洋预报减灾场景下,AI技术的应用正推动灾害预警和应急响应能力的飞跃式提升。通过融合多源传感器数据、气象海况信息与历史灾害记录,AI算法能够实现海洋灾害的动态预测与智能预警。例如,羲和、问海、琅琊、妈祖等AI模型可以对海洋基础要素、风暴潮、海啸、海浪、赤潮等海洋灾害进行实时监测和预测,提供准确的预警信息,帮助相关部门和人员提前做好应急准备,减少灾害损失;AI还被用于构建智能决策支持系统,通过快速提取事故关键信息,自动叠加气象、地理等多维数据,构建事故现场全景“认知地图”,并结合实时反馈,动态输出处置建议和防范措施,为应急救援提供辅助决策。

## 2. 典型案例实践

**案例一:**福建东山珊瑚保护区作为我国大陆沿岸最北端造礁珊瑚群落栖息地。面临生态脆弱性以及传统人工水下视频分析耗时长、效率低、易受环境干扰等问题。针对以上痛点,华为 TECH4ALL 数字包容团队联合厦门大学科研团队与 SEE 基金会,依托福建人工智能计算中心提供的昇腾 AI 算力底座,开发并部署了“珊瑚及鱼类智能识别与分析系统”<sup>45</sup>。该系统具备智能识别分析能力,能够对水下摄

<sup>45</sup> [http://union.china.com.cn/zhuanti/txt/2025-07/30/content\\_43188617.html](http://union.china.com.cn/zhuanti/txt/2025-07/30/content_43188617.html)

像机采集的视频数据进行实时处理，自动识别珊瑚与鱼群的种类，精准记录鱼群的数量与体型大小；具备数据价值挖掘能力，通过构建珊瑚与鱼类信息库，实现对海洋生物资源的数字化档案管理与长期追踪。系统构建后在海洋生态监测在效率与精度上的双重飞跃。一是识别精度高。系统对 5 种国家二级保护珊瑚的识别准确率高达 99%，对 35 种海洋常见鱼类的综合识别准确率达到 93%，为科研保护提供了高可信度的数据支撑；二是分析效率倍增，系统彻底改变了传统作业模式，一段 5 小时的视频样本，分析时间从过去研究人员人工鉴定所需的 2-3 天缩短至不到 40 分钟，效率提升近百倍；三是具备生态价值，为濒危珊瑚保护提供了精准的科学依据，打造了可复制、可推广的海洋生态保护“科技样板”，有效践行了“科技守护自然”的可持续发展理念。

**案例二：**由崂山实验室、中国海洋大学、中国科学技术大学及青岛国实科技集团联合研发的全球高分辨率海洋环境智能预报大模型——“问海”大模型，通过深度融合物理海洋学与 AI 技术，将块体公式显式嵌入神经网络以准确表征海气相互作用，并利用海陆分布掩码赋予地形岸界感知能力，实现了对全球海洋温度、盐度、流速、海平面高度等要素的精准预报。在应用效能方面，“问海”大模型可在 90 秒内完成未来 15 天的全球海洋环境预测，计算效率较传统数值预报方式提升 3000 倍，同时运算成本降低数千倍，且预报性能在多项指标上优于法国麦卡托海洋国际中心发布的 GLO12v4 数值预报系统，

达到国际先进水平<sup>46</sup>。目前该模型已在线实时提供预测预报服务，广泛应用于海洋防灾减灾、海洋航行安全、海上应急救援、海洋动力学研究及海洋资源管理等领域，标志着海洋灾害预警正迈向智能化、精准化的新时代，为保护海洋生态环境和人民生命财产安全提供了坚实的技术保障。

#### 四、人工智能赋能海洋产业挑战及机遇

海洋蕴藏着巨大的发展潜力和战略价值，全球范围内围绕海洋科技和蓝色经济的竞争日趋激烈。将 AI 与海洋产业深度融合，有助于突破传统海洋产业的发展瓶颈，提升资源开发与环境保护的效率与水平，更将为海洋经济高质量发展注入新动能。但海洋环境的复杂性和特殊性，使得 AI 在海洋领域的应用面临诸多困难和挑战。

##### （一）核心挑战

###### 1. 海洋基础设施薄弱与底层技术壁垒

**海洋基础设施支撑不足。**海洋感知网络建设相对滞后，海洋观测浮标、海底传感器节点密度低于实际需求，易形成数据孤岛；水下通信存在速率低、延迟高等瓶颈，制约 AUV、ROV 的 AI 协同作业。海洋专用算力基础设施相对匮乏，特别在深远海区域，海洋通信网络覆盖困难、带宽有限，难以支撑大规模模型训练和实时数据传输；海洋环境远离陆地，缺乏适应高盐、高湿、高压环境的边缘计算节点，导致数据需在船上或岸基处理，存在传输延迟高的限制。此外，高性能计算资源和专业软件平台的不足，也在一定程度上制约了海洋大数

<sup>46</sup> CUI Y, WU R, ZHANG X, et al. Forecasting the eddy ocean with a deep neural network[J]. Nature Communications, 2025, 16(1): 2268.

据分析和 AI 模型训练的效率。**海洋数据获取与处理存在挑战。**海洋环境的复杂性和不确定性给数据采集带来了巨大挑战。海洋具有高盐、高压、腐蚀等恶劣条件，传感器等设备易受生物附着和电磁干扰影响，导致数据质量不稳定。偏远海域和深海区域难以部署监测设备，数据传输和设备维护成本高昂，造成海洋数据的获取成本高、覆盖范围有限。此外，海洋数据类型多样、维度复杂，包括物理、化学、生物等多源信息，数据量大且噪声高，需要进行高效的清洗、去噪和特征提取，多源异构同质数据的有效融合也存在极大的挑战。**算法模型的可解释性与适应性不足。**AI 算法虽在许多应用场景中表现优异，但仍存在“黑箱”特性，决策过程难以解释。在海洋领域，尤其是在涉及安全和决策的关键场景下，可解释性不足可能带来风险和不确定性。此外，海洋环境的多变性对算法模型的稳定性提出了更高要求，模型需要在风浪、潮汐、温度实时变化的动态条件下保持稳定性能，但现有 AI 模型对小样本海洋场景泛化能力较弱，对算法设计和模型训练进一步提出了挑战。目前，针对海洋复杂环境定制化的 AI 算法及模型仍相对缺乏，AI 应用还停留在小规模试点阶段，尚未形成成熟的解决方案。

## 2. 海洋产业转型与蓝海市场培育困境

**海洋产业基础薄弱与协同不足。**相较于陆地产业，海洋产业尤其是新兴产业的发展呈现大而不强特征。传统海洋产业仍以海洋渔业、海洋交通运输业等为主。以渔业为例，当前渔民群体老龄化严重，对新技术的接受能力和操作水平有限，渔业数字化基础设施覆盖率低。

海洋船舶工业和海洋工程装备制造业已实现规模突破，但高端核心部件、工业软件、AI融合深度等配套能力仍然薄弱。海洋生物医药、海水淡化等战略性新兴产业虽初具规模，但从产能扩张向质量提升的转型尚未完成。产业链上下游之间协同不足，区域布局多、全国统一性平台少。例如，公共研发平台、中试验证平台和检验检测能力尚未覆盖全面，导致产学研难以形成合力，AI技术难以找到成熟的切入场景和规模化应用的土壤。

**高投入与高风险制约投资意愿。**海洋资源开发往往需要巨额投入，且回报周期长、不确定性高。以海上风电、深海油气开发为例，项目投资动辄花费数十亿元，建设周期长达数年，投资回收期漫长。高风险、高投入的特性使得许多投资者对AI赋能海洋产业持观望态度。在缺乏有效投融资机制的情况下，资金瓶颈成为制约海洋新兴产业发展的关键因素。AI赋能虽然能提升效率、降低成本，但在初期仍需较大的研发投入和试错成本，部分企业尤其是中小企业，对引入AI技术持谨慎态度。

**标准规范与市场机制不健全。**海洋领域的制度规范相对滞后于技术发展。例如，海洋数据共享方面，跨部门、跨系统的数据接口与质量评估标准仍呈“碎片化”；装备管理方面，针对AUV和USV高等级自主航行、多智能体协同等复杂场景的专门准入规则与责任界定尚不系统；前沿交叉方面，水下无人智装备、智能船舶、海洋场景下AI能力评估等方面仍存在空白，尤其是面向海洋AI应用效果评估的标准体系尚未建立。同时，海洋市场机制尚不完善，一些领域存在垄断或准入门槛高的问题，市场竞争不够充分。例如，高质量的海洋观测数据及核心传感装备集中在少数

传统机构或头部企业手中，中小 AI 创新企业难以跨越数据获取和硬件集成的门槛，市场格局不利于创新技术和商业模式的快速推广。

### 3. “AI+海洋”复合人才短缺与管理短板

**专业人才稀缺与复合型人才不足。**人才短板成为制约 AI 在海洋产业规模化应用的关键瓶颈。AI 与海洋的深度融合需要既了解 AI 技术又熟悉海洋专业知识的复合型人才。海洋领域专业人才熟悉海洋环境与资源特性，但对 AI 技术理解有限；AI 技术人才具备算法开发与模型训练能力，但缺乏海洋专业知识背景。目前跨界人才极度匮乏，能力断层导致技术研发与产业需求之间存在鸿沟，制约 AI 技术在海洋领域的有效转化与应用。人才培养体系尚不完善，涉海高校和科研院所数量有限，难以及时满足产业对复合型专业人才的需求。厦门等沿海地区虽已通过“智慧海洋创新联合体”等平台推动产学研用深度融合，但跨界人才人才培养周期长、成本高，难以满足快速发展的产业需求。**管理模式和观念的转变压力。**AI 的引入将深刻改变传统产业的生产组织方式和管理模式。对于一些长期依赖人工经验和传统流程的海洋企业而言，实现数字化转型需要企业进行组织架构调整、业务流程重构以及员工观念转变。在实际推进过程中，或会遇到企业转型改造成本高、员工技能不适应、管理层对新技术理解不足、数据安全与隐私顾虑等问题，导致缺乏有效的变革管理，AI 技术的落地效果大打折扣。同时，一些企业对 AI 赋能的长期价值认识不足，存在“重硬件轻软件”、“重建设轻运营”的倾向，也将影响 AI 应用的效果和深度。**数据安全和科技伦理风险。**随着 AI 在海洋领域的广泛

应用，数据安全和科技伦理问题日益凸显。海洋数据涉及国家敏感信息和商业机密，例如海底地形、油气资源分布、船舶航行轨迹等。在数据共享与利用的同时确保安全，防止数据泄露和滥用，是必须解决的问题。此外，AI应用还面临科技伦理挑战与责任归属困境。例如，搭载AI技术的AUV或无人船在执行探测作业任务时，自主决策穿越或干扰了珊瑚礁等脆弱生态核心区，其行为边界和责任归属该如何界定。目前，相关法律法规和伦理规范尚不健全，企业在实践中缺乏明确指引，也在一定程度上制约了AI应用的推进。

## （二）重大机遇

### 1. 数智技术驱动海洋产业转型升级

**数字技术赋能重塑产业模式。**AI与大数据、物联网、边缘计算、数字孪生等技术的融合，为海洋产业的数字化转型提供了强大支撑。AI与大数据结合通过汇集水质、气象及水文等多源异构数据，实现预测鱼群最佳投喂量与病害风险。AI与物联网结合通过赋予浮标、传感器和水下机器人智能视觉与声学识别能力，实现对重点海域环境的实时感知与异常目标自动判别。AI与边缘计算结合将算法模型下沉至设备端，使远海装备在弱网或断网环境下仍能依靠本地算力完成数据清洗与故障即时预警。AI与数字孪生结合可利用算法驱动高精度海洋仿真模型，在虚拟空间自动完成千万次流体力学推演与工程参数寻优，降低实验成本与风险。**装备智能升级拓展作业边界。**AI技术的应用催生了新一代智能装备，极大拓展了人类在海洋中的作业能力和范围。在海洋探测领域，ROV、AUV等智能装备能够深入人类

难以抵达的深海区域进行勘探和监测，实现对海底地形、生物群落的精细观测。USV 技术的发展，使海上巡逻、水文测量等任务可以由智能船只自主完成。在海洋能源领域，AI 赋能的海上风电运维机器人能够辅助故障诊断和维修，减少人工巡检需求，提高运维效率和安全性。**决策智能提升优化资源配置。**AI 通过强大的数据分析和预测能力，为海洋资源管理和产业决策提供了科学依据。AI 驱动的预测模型能够对海洋环境变化、水下资源分布、市场行情动态等进行精准预测，帮助政府和企业优化决策。在海上新能源领域，AI 气象大模型能够精准预测复杂海况与风资源时空分布，智能优化海上风电场的微观选址与机组运维调度，实现海洋风能开发效益与安全性的最优配置。在港口航运领域，AI 模型通过融合全球船舶轨迹、气象预警与港务数据，可动态预测船舶到港时间与航道拥堵风险，生成智能排班方案，缩短船舶待泊时间，实现港口枢纽运转效能的最优化。

## 2. 海洋新兴业态与蓝色经济新模式涌现

**“AI+海洋”催生新业态。**AI 与海洋产业的融合，催生出一系列新业态和新模式，推动海洋经济从传统产业向新兴产业延伸。通过综合运用传感器、数据融合、AI 等技术，实现对海洋的全面感知、智能分析和智能决策，推动海洋渔业、海洋工程装备、海洋信息服务等产业迎来发展机遇。例如，海洋数据产业正在兴起，催生海洋数据资产化运营、海洋数据交易服务等新业态；海洋电子信息产业蓬勃发展，包括深海通信导航设备、海洋传感器、水下机器人等在内的高技术产品需求增长迅速，海洋垂直领域大模型、海洋数字孪生平台等新兴服

务形态不断涌现。**产业跨界融合与价值链延伸。**AI打破了传统产业边界，促进海洋产业与相关产业的跨界融合。一方面，AI推动海洋制造业向服务化转型，延伸产业链条。例如，船舶制造企业通过搭载AI系统，将产品升级为智能航运服务终端，提供从设备控制到健康管理的全场景服务，竞争核心从制造环节向生产性服务环节转移。另一方面，AI加速了海洋产业与其他产业的融合创新。例如，海上风电与海洋牧场、海水制氢等产业的结合，形成“海上风电+”的复合业态，实现能源、养殖、化工等多产业协同发展；海洋旅游与虚拟现实（VR）、增强现实（AR）技术融合，开发出虚拟海洋生态旅游、沉浸式科普体验等新项目，拓展了海洋经济的内涵。**新兴产业集群加速崛起。**AI赋能推动一批战略性新兴海洋产业集群正加速形成。在海洋装备领域，智能船舶、无人船、水下机器人等产业集群初具规模。以无人船为例，国内外多家企业已实现产品化，并在海洋测绘、环境监测、海上救援等领域展开应用，形成从硬件制造到软件算法的完整产业链。在海洋能源领域，海上风电、海上光伏等可再生能源产业借助AI优化布局和运维，正逐步成长为蓝色经济的重要支柱。在海洋生物医药领域，AI驱动的药物筛选和基因分析技术，加速了新药研发进程，推动海洋生物医药产业向高附加值方向发展。

### 3. 政策红利与全球海洋治理话语权提升

**国家战略推动与政策红利。**AI与海洋产业的融合已上升为国家战略层面的重要议题。我国“十四五”规划和相关文件明确提出，要加快建设海洋强国，大力发展海洋经济，推动海洋产业向高端化、智

能化、绿色化方向发展。国办《关于加快场景培育和开放推动新场景大规模应用的实施意见》重点提到海洋开发领域，提出打造一批深海科技创新策源地。各地政府也纷纷出台支持政策。例如深圳市发布“AI+海洋”行业应用场景清单，旨在通过供需对接促进 AI 技术在海洋领域的落地；青岛提出建设海洋人工智能大模型产业集聚区，支持海洋电子信息产业链发展。政策层面的重视为产业发展提供了良好的环境和资金支持。各地政府通过设立专项基金、搭建合作平台、开放应用场景等方式，积极引导企业加大研发投入，推动产学研协同创新。

**国际竞争与合作并存。**在全球范围内，海洋科技竞争日趋激烈。发达国家凭借技术优势，在海洋观测、深海勘探、智能航运等领域占据领先地位。例如，欧美国家在海洋传感器、无人系统、海洋大数据平台等方面投入巨大，形成了一批具有国际竞争力的企业和研究机构，发展中国家在海洋基础设施、专业知识和数据获取方面相对落后。全球 AI 赋能海洋产业发展呈现集中化趋势，或进一步加剧“数字鸿沟”。

面对这一格局，我国一方面正加强自主创新，突破关键核心技术“卡脖子”问题，抢占未来竞争制高点；另一方面积极参与国际海洋科技合作，在“一带一路”倡议下，我国与沿海国家（如非洲、东盟等）在海洋渔业、海洋可再生能源、海洋防灾减灾等领域的合作也在不断深化，为我国海洋企业“走出去”提供了机遇。

## 五、人工智能赋能海洋产业发展趋势及建议

AI 赋能海洋产业发展是推动海洋经济高质量发展的必然选择，也是建设海洋强国的战略支撑。当前，我国海洋 AI 技术已取得较明

显突破，青岛、海南、福建、舟山等地形成了各具特色的 AI 赋能海洋产业发展模式。未来，应聚焦核心技术攻关、场景应用创新、人才培养体系完善和制度保障体系建设，构建“政产学研用”一体化的创新生态，加速 AI 技术在海洋资源开发、产业转型和空间拓展中的应用，推动海洋产业向智能化、无人化、绿色化方向转型升级，培育海洋新质生产力，激活海洋高质量发展新动能。

## （一）发展趋势

### 1. 技术趋势：从感知智能到认知智能，从单点突破到系统融合

AI 技术的演进正深刻影响着海洋产业的发展路径。从技术层面看，AI 赋能海洋正呈现出从感知智能向认知智能跃升、从单点技术突破向系统融合应用发展的趋势。AI 对海洋的理解能力提升。早期的 AI 应用主要集中在感知层面，如利用计算机视觉识别海洋生物、卫星遥感监测海洋环境等。随着深度学习、大模型等技术的发展，AI 正逐步具备对海洋的认知和理解能力。例如，通过构建海洋知识图谱和海洋数字孪生模型，AI 能够对海洋过程进行模拟和分析，实现对海洋生态系统的预测和优化。AI 驱动海洋技术体系的全面升级。AI 应用以往多为针对单一场景的解决方案，如智能渔网、智能浮标等。目前，AI 正逐步与物联网、大数据、5G/6G 通信、数字孪生等技术深度融合，构建一体化的智能海洋系统。例如，通过部署智能传感器网络，实现对海洋环境的立体感知；通过边缘计算和云平台，实

现对海量数据的实时处理和分析；通过数字孪生技术，构建虚拟海洋以支撑决策优化。

## 2.应用趋势：从效率提升到模式重塑，从浅海走向深远海

AI在海洋领域的应用正从提升效率的工具角色，向重塑产业模式的核心引擎转变，并随着技术进步不断拓展应用的深度和广度。

**AI驱动海洋产业转型升级。**在海洋渔业、航运、能源等传统领域，AI最初主要用于提高效率，如智能渔情预报、船舶智能航行、海上风电智能运维等。通过重塑产业技术架构、运营模式和商业模式，AI正推动海洋产业的深刻变革。例如，在海洋渔业，AI提高了捕捞效率，更催生了“智慧海洋牧场”等新业态，实现了从传统捕捞向生态养殖、从经验管理向精准管理的模式转型。在海洋装备制造，AI推动形成“装备+服务”的新模式，企业从单纯卖产品向提供全生命周期服务转变。

**AI拓展海洋开发的新疆域。**传统海洋经济活动多集中于近海和浅层资源开发，AI技术的应用正有效突破人类作业的时空边界，推动海洋开发向深远海及微观领域多维延伸。例如，通过AI进行多源地球物理数据智能反演与融合分析，能够精准圈定深海矿产富集区；AI赋能的深海智能装备可实现长续航自主作业，将资源开发的战略疆域拓展至深海大洋。

## 3.产业趋势：从分散竞争到协同共生，从传统产业到新质生产力

AI深入应用正在重塑海洋产业的组织形态和竞争格局，推动产业从分散竞争走向协同共生，并催生出以新质生产力为特征的新兴产

业集群。AI 推动产业组织形态从分散竞争到协同共生。在 AI 赋能的背景下，单一企业或单一技术难以应对复杂的海洋问题，产业协同成为必然趋势。一方面，AI 推动产业链上下游企业形成创新联合体，共同攻克关键技术难题。例如，青岛成立海洋产学研协同创新联盟推动更多海洋科技成果从实验室走向产业链。另一方面，AI 促进跨界融合与生态构建，将催生新的产业形态。例如，推动海工装备与海洋牧场、海洋新能源、海洋旅游等产业融合发展，打造“海工装备+”等融合创新应用场景。AI 推动产业竞争格局从“大而不强”到“专精特新”。当前，我国海洋制造业规模庞大，但“大而不强”的特征依然明显。AI 赋能将助力海洋产业从规模扩张向质量效益跃迁，培育出一批“专精特新”企业，打造具有国际竞争力的产业集群。通过 AI 技术对设计、制造、运维全流程进行数字化改造，提升精益生产与全链条效率，重点培育若干个在船舶总装、海工平台、海洋新能源装备、深海智能装备等领域特色鲜明、优势互补的世界级先进制造业集群，形成“头雁引领、群雁齐飞”的产业生态，推动我国海洋产业在全球价值链中从低端向高端迈进。

## （二）发展建议

### 1. 聚焦关键技术突破，筑牢融合发展根基

**加大核心技术研发投入。**针对海洋环境存在的通信网络覆盖难、观测感知不确定性大、数据传输成本高等固有挑战，建议加大对海洋专用信息基础设施和智能硬件的研发投入。重点攻克深海耐压传感器与观测设备、适应复杂海洋流体环境的通信与导航技术等关键技术瓶

颈，全面提升 AI 系统在极端、复杂海洋环境下的稳定运行与自适应能力，加速构建安全可靠、自主可控的技术体系，从根本上解决“卡脖子”问题，为海洋经济高质量发展奠定技术基础。构建海洋 AI 基础设施体系。鼓励沿海城市和企业构建“算力+数据+算法+场景”闭环的海洋 AI 基础设施体系。打造以智能算力中心、海底数据中心、海洋高性能混合算力平台为代表的算力基础设施矩阵，为海洋大模型开发提供公共算力支持；依托国家海洋大数据中心体系，鼓励沿海重点省份建立海洋数据中心资源，整合多源异构海洋数据资源，构建覆盖汇聚治理、质量管控、标注加工、价值评估的全链条数据资源体系，重点打造面向 AI 应用的高质量海洋数据集；研发面向海洋科研和产业的算法模型平台或工具链，构建海洋领域垂类大模型研发及验证体系；同时开放共享的重点应用场景，形成从底层硬件到顶层应用的全栈国产化技术链条。通过基础设施对海洋海量多源数据的汇聚处理与智能分析，推动行业小模型构建，提升对海洋环境的预测预警能力和对复杂问题的决策支持能力，为海洋产业的智能化升级提供强大的基础支撑。

## 2. 深化场景应用创新，培育海洋新质生产力

坚持“应用牵引、示范带动”的原则。以场景创新为核心抓手，推动 AI 从单纯的技术供给向深度的产业赋能转变。建议依托“智慧港口”“透明海洋”等重大工程，以及海洋牧场、海洋工程装备、海洋新能源等重点领域，开展垂直领域的试点示范。通过在典型场景中先行先试，积累经验，形成可复制、可推广的解决方案，再逐步向更

多领域拓展，实现从“点上突破”到“面上推广”。**打造一批特色应用标杆。**支持地方和企业结合自身资源禀赋和产业基础，打造具有区域特色的 AI 应用标杆。例如，在港口物流领域，打造无人码头、智能航运等标杆；在海洋渔业领域，打造智慧海洋牧场、智能捕捞等标杆；在海洋能源领域，打造海上风电智能运维、海洋能高效利用等标杆。通过标杆项目的示范引领，带动更多企业主动拥抱 AI 技术，形成“头雁引领、群雁齐飞”的生动局面。

### 3. 加强人才队伍建设，夯实产业发展根基

**构建多层次人才培养体系。**人才是产业发展的第一资源。为解决海洋 AI 复合型人才短缺的问题，建议构建从基础教育到高等教育、再到职业培训的多层次人才培养体系。鼓励高校设立海洋 AI 相关专业或交叉学科，培养既懂海洋又懂 AI 的复合型人才。加强校企合作，共建实训基地，将企业真实案例和数据引入教学，培养学生的实践能力。加大对在职人员的培训力度，通过“AI+海洋”专题培训、技能竞赛等形式，提升现有从业人员的数字技能和智能素养。**创新人才引进与激励机制。**针对高端领军人才和紧缺专门人才，实施更具竞争力的人才引进政策。提供具有吸引力的薪酬待遇、科研启动经费和住房保障等，吸引国内外一流海洋 AI 人才。完善人才评价和激励机制，探索“揭榜挂帅”等机制，让真正有能力、有贡献的人才脱颖而出。

### 4. 完善产业支撑体系，营造良好发展环境

**健全政策法规及标准规范体系。**针对海洋数据共享、无人船管理、用海权属等新兴问题，加快制定和完善相关法律法规和标准规范。明

确数据所有权、使用权和隐私保护边界，为 AI 应用提供清晰的规则遵循。完善海洋产业的市场准入和监管制度，打破不合理垄断，营造公平竞争的市场环境。推动“AI+海洋”标准体系建设。围绕“AI+海洋”数据、模型、工具链和应用等全生命周期核心要素，分步构建面向海洋场景的 AI 能力评估标准体系，形成可量化、可复现的评价指标与基准测试方法；围绕智能船舶、水下机器人等海洋智能装备，加快形成覆盖产品能力成熟度、性能试验、接口协议与互操作性的标准簇。

**加强财政金融支持。**充分发挥政府资金的引导作用，设立海洋 AI 产业专项资金或产业基金，支持关键技术研发、公共服务平台建设和应用示范项目。创新金融产品和服务，鼓励银行、保险等金融机构针对海洋 AI 企业开发专属金融产品，解决企业融资难题。推动基于 AI 和大数据的新场景科技评价体系和产业风险评估体系建设，构建 AI 赋能海洋产业发展的第三方评价模式和金融评价服务模式，支撑海洋 AI 应用技术创新、政策补贴、银行贷款评估、金融保险评估。落实研发费用加计扣除、高新技术企业税收优惠等政策，降低企业创新成本，激发企业投入 AI 研发和应用的内生动力。

**推动产学研协同与国际合作。**鼓励建立海洋 AI 产业联盟、创新中心等平台，促进企业、高校、科研院所之间的协同创新。通过联盟形式，共享数据、共享技术、共享市场，形成创新合力。积极融入全球创新网络，加强与国际组织、科研机构和合作企业的合作。参与或发起海洋 AI 领域的国际大科学计划和大数据计划，共享数据资源，联合攻关技术难题，提升我国在海洋 AI 领域的国际影响力和话语权。

## 编制说明

本研究报告自 2025 年 7 月启动编制，分为前期研究、框架设计、文稿起草、征求意见和修改完善五个阶段。面向人工智能赋能海洋产业技术提供方及应用方开展了深度访谈和调研工作。

本报告由中国信息通信研究院人工智能研究所撰写，撰写过程中得到了人工智能关键技术和应用评测工业和信息化部重点实验室、中国人工智能产业发展联盟、自然资源部第四海洋研究所、青岛市海洋发展局、中国移动通信集团山东有限公司、联通集团联通（广东）产业互联网有限公司、青岛海洋生物医药研究院、中国科学院海洋研究所、深圳市标准技术研究院、中国地质图书馆、广东省通信学会海洋通信信息专业委员会、青岛国测海遥信息技术有限公司、中国地质大学、中关村科学城城市大脑股份有限公司、溟坤数科(重庆)智能科技有限公司等单位的大力支持。

**中国信息通信研究院 人工智能研究所**

**地址：北京市海淀区花园北路 52 号**

**邮编：100191**

**电话：010-62301618**

**传真：010-62301618**

**网址：[www.caict.ac.cn](http://www.caict.ac.cn)**

