

围绕海水养殖、船舱清洗、海洋资源勘探、海洋风电运维等场景，推出一批探海利器，为开拓蓝色发展新空间提供关键装备支撑

# 青岛海洋机器人：“像鱼儿一样灵巧”

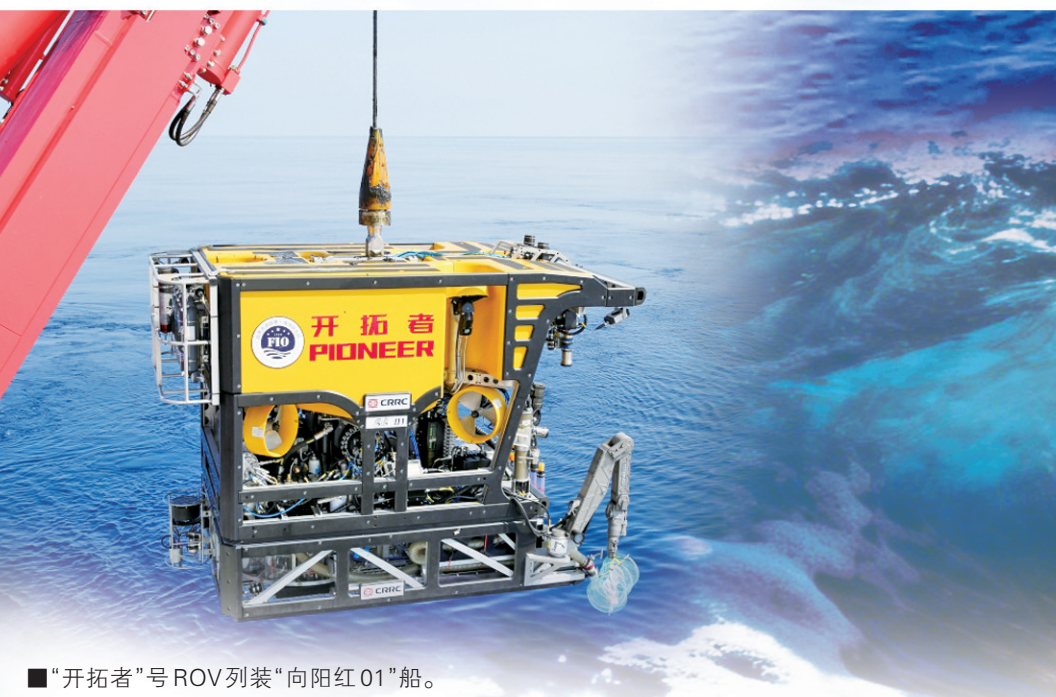
□青岛日报/观海新闻首席记者 李勋祥

海洋机器人是人类探索海洋、认识海洋和开发海洋的重要装备。2025年以来，青岛的多款海洋机器人活跃在深海科考和产业发展前沿——

“蛟龙”号勇闯北极，成功实现我国首次载人深潜北极冰区下潜；哈尔滨工程大学青岛创新发展基地研发的机器人“像鱼一样会游泳”，亮相2025第三届中国海洋装备博览会；中远海运（青岛）有限公司推出能给船舱“洗澡”的机器人，破解船舶清洁行业难题……

近年来，随着全球范围内对海洋资源勘探、海洋开发、海洋生态保护的需求不断攀升，全球海洋机器人市场持续高速扩张。相关数据统计显示，全球海洋机器人市场规模预测在2030年将达到1100亿元。其中，中国市场规模将达730亿元，占全球市场份额超66%，显示出巨大的市场潜力和显著高于全球平均水平的增长动能。

在涉海院校高度集聚的青岛，一批海洋机器人已经从实验室走向市场。诸多院校、企业正聚焦海洋机器人领域，进一步攻克关键技术难题，推动实现更多代表性成果，为深海开发和开拓蓝色发展新空间提供关键装备支撑。



■“开拓者”号ROV列装“向阳红01”船。

## 聚焦重点应用场景，一批海洋机器人走向市场

在具体应用场景中不断解决实际问题，海洋机器人正加快从实验室走向规模化市场应用。

总重不超过70千克，便于存放和移动；通过远程控制，最快行走速度每分钟可达12米，极大地提高了工作便捷性；产品能够吸附在舱壁上作业，有效避免船员悬挂高空的作业风险；清洁覆盖面高达95%，有效规避了人工爬高清洗的水流弱、难度大、死角多等问题……这是中远海运（青岛）有限公司2025年4月推出的专为散货船货舱进行清洗的机器人——洗舱精灵，解决的正是“船舱清洗”这一应用场景下的实际难题。

该公司负责人说，随着全球航运业技术革新的加速，船舶清洗效率和安全性日益成为行业关注的焦点。洗舱精灵集成了在线可视、远程控制、自适应吸附等技术，能够适应不同船型的清洗需求，大幅提升船舶清洗效率，尤其是清洗难度最大的上部舱壁，洗舱时间相较于人工清洗最多可节省50%，极大地节省了人力物力，有效减少登高作业，推进船舶清洁行业向自动化、智能化迈进。

船舶清洁，海洋机器人大有用武之地；渔业现代化建设，也离不开海洋机器人辅助。

受海扁虫外形灵感启发，哈尔滨工程大学青岛创新发展基地研发出“波动耦合泵喷式仿生航行器”，其推进方式为两侧胸鳍摆动、上下左右摆尾摇动，和鱼类的摆尾方式相似。因为采用仿鱼类的推进方式，运行时“像鱼儿一样灵巧”。

该海洋机器人通过改变排水量而非使用螺旋桨下潜，在海洋中的运行分贝低于海洋背景噪声，

作业时几乎不会惊扰到海里的生物。通过搭载的摄像头、氧气传感器等装置，可以在水下完成鱼群健康检查、扫描管道等工作。目前，该设备已在青岛鲁海丰海洋牧场投入使用。

从事水下机器人等智能装备研发生产的青岛罗博飞海洋技术有限公司，长期把赛道布局在海洋渔业、海洋生态领域。三亚蜈支洲岛热带海洋牧场、昌邑三峡海上风电与海洋牧场融合试验、莱州明波蓝钻一号大型管桩养殖围栏等项目的背后，都有罗博飞海洋机器人的身影。

在企业创始人马秀芬看来，全球海洋经济正加速向数字化、智能化转型，海洋机器人的应用场景正不断拓展。面向未来，罗博飞将在聚焦近海应用场景的同时，把海洋机器人布局向深远海应用场景拓展，比如海上风电、油气开发、深海矿产勘探等，围绕这些具体的需求，“拓展产品矩阵，成为深海赛道上的领跑者。”马秀芬这样描述企业发展愿景。

可见，精准解决行业痛点，是海洋机器人加快市场化落地的关键。青岛森科特智能仪器有限公司研发的数鱼器，计数准确率达98%至99%，1小时能数30万尾鱼，更好服务“蓝色粮仓”建设；青岛赶海机器人聚焦于“布网和洗网”，推出一批海洋机器人，服务于养殖装备清洗、海洋渔业大围网布设、海底检查巡检……紧密围绕海水养殖、海洋工程运维、船舶服务等产业发展需求，青岛的海洋机器人产业正凭借其在不同细分领域的创新产品快速发展。

## 强化协同作战，深海进入和探测能力持续增强

在2025年开展的中国大洋92航次中，“蛟龙”号成功完成我国首次北极冰区载人深潜，并首次实现双潜器——“蛟龙”号载人潜水器和ROV（无人有缆潜水器）在北极海域水下协同作业，有效提升了人类对北极深海生物多样性分布规律、生态系统适应性机制等方面的科学认知，彰显了我国持续增强的深海进入和深海探测能力。

以“蛟龙”号为代表，近年来，水下机器人在海洋科学研究、深海资源勘查等领域得到了广泛应用。一般来说，水下机器人根据机器人本体是否载人，分为载人潜水器（HOV）和无人潜水器（UUV），而无人潜水器根据遥控方式的不同，分为无人有缆潜水器（ROV）、无人无缆潜水器（AUV）以及结合了AUV和ROV优点的自主遥控水下机器人（ARV）。经过多年的发展，我国已初步形成由载人与无人潜水器构成的深海装备谱系，支撑深海事业发展壮大。

作为我国现代海洋城市代表，青岛的潜水器“家底”日益丰厚。“蛟龙”“海龙”“潜龙”实现“三龙聚首”，无人潜水器基本成为大吨位科考船的“标配”。

中国科学院海洋研究所“科学”号搭载着“发现”号ROV；自然资源部中国地质质调局青岛海洋地质研究所“海洋地质九号”科考船列装了“问海1号”ARV；自然资源部第一海洋研究所“向阳红01”船先后引进了“开拓者”号ROV、“哪吒”号AUV……这些探海利器，正服务于海洋环境调

查、生物多样性调查、海底特定目标物探查、深海极端环境原位探测和深海矿产资源调查等深海工作。

潜水器入列科考船，呈现出从“后配”到“船—器”配套的发展态势。以往多是先建成科考船后再配备潜水器。现在则朝着建设一个包括船舶、水下调查装备在内的“完整作战体系”迈进。2024年7月，我国自主设计、建造的新一代破冰调查船“极地”号在青岛入列，该船搭载三大国产主力科考辅助先进装备。其中之一是“求实”号水下自主机器人，该设备可在冰下自主开展海洋环境调查和地形地貌探测工作，帮助“极地”号自下而上观测海冰形态和结构。

潜水器协同作业能力也在逐步提升。除上述提及的“蛟龙”号载人潜水器和ROV在北极海域水下协同作业外，2025年6月，在南海海马冷泉区、720公斤级、翼展4米的仿蝠鲼水下机器人（又称“魔鬼鱼”），与“蛟龙”号并肩作业，下潜至1000米深海。作为“蛟龙”号的“僚机”，“魔鬼鱼”具有超仿生、超柔软的优越特性和实际应用能力，能够像海洋生物一般灵活游弋，辅助“蛟龙”号深入到此前不方便抵达的狭窄区域，采集样本、监测环境。

丰富科考船潜水器数量，强化船舶与潜器、潜器与潜器之间的协同作战，青岛的深海进入和探测能力持续增强，为系统性经略海洋、开拓蓝色发展新空间提供着坚实装备支撑。

## “青岛造”海洋机器人大显身手

**洗舱精灵：**中远海运（青岛）有限公司推出的专为散货船货舱进行清洗的机器人，集成了在线可视、远程控制、自适应吸附等技术，大幅提升船舶清洗效率。

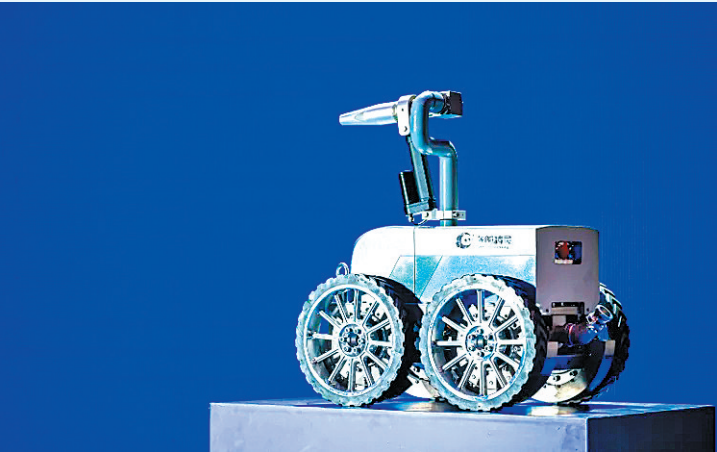
**波动耦合泵喷式仿生航行器：**由哈尔滨工程大学青岛创新发展基地研发，通过搭载的摄像头、氧气传感器等装置，可以在水下完成鱼群健康检查、扫描管道等工作。

**数鱼器：**由青岛森科特智能仪器有限公司研发，计数准确率达98%至99%，1小时能数30万尾鱼。

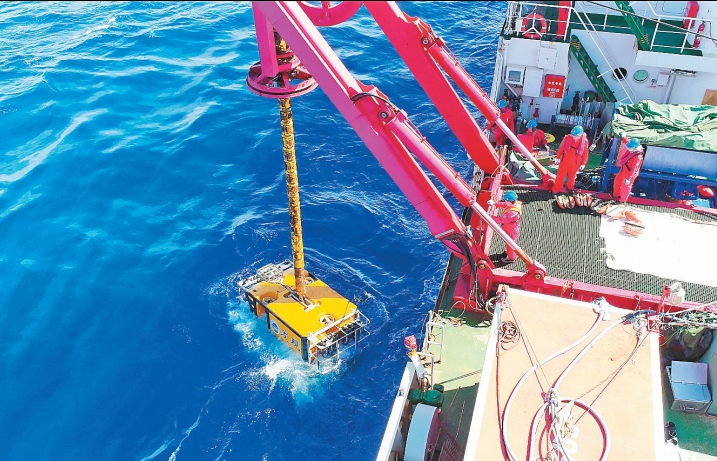
**青岛赶海机器人：**聚焦于“布网和洗网”，服务于养殖装备清洗、海洋渔业大围网布设、海底检查巡检等。

**大型海工模块喷砂作业机器人：**由山东海洋工程装备研究院研发，作业效率最高能达到80平方米/小时，大致相当于5个喷砂工人一起工作。

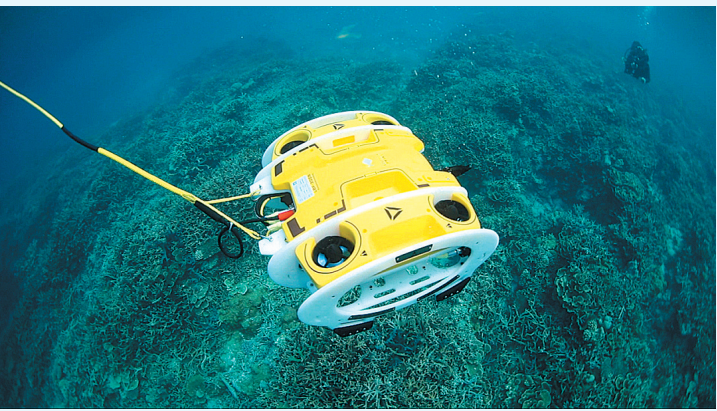
**海上风电多功能智能化移动检测机器人：**由中国海洋大学李华军院士团队自主研发，能够实时发现塔筒表面缺陷，识别风机运行状态和评估结构振动异常，实现全塔筒、全风场覆盖。



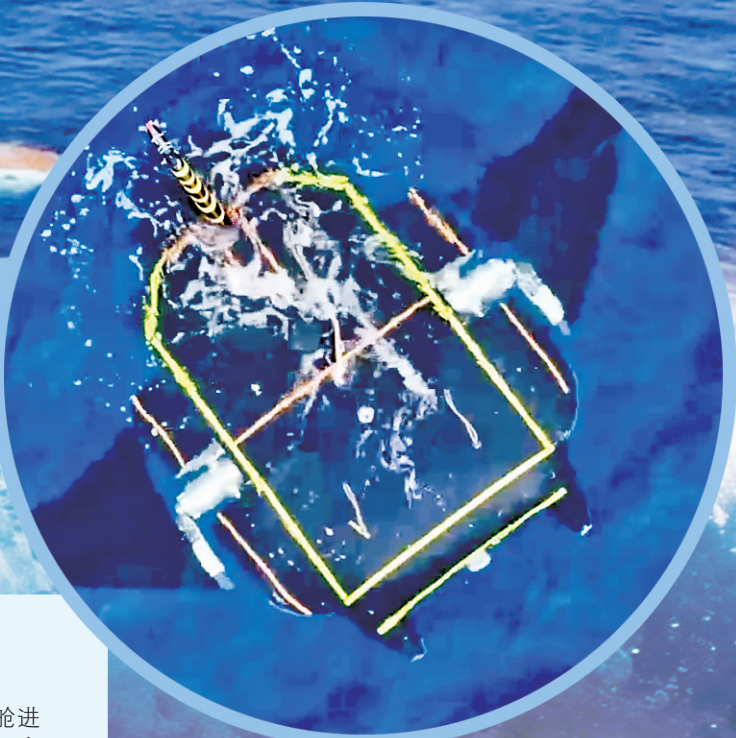
■中远海运（青岛）有限公司推出的专为散货船货舱进行清洗的机器人——洗舱精灵。



■“科学”号科考船搭载“发现”号ROV开展深海调查作业。



■罗博飞研发的海洋机器人通过在线监测系统，助力海南海洋生态修复。



■仿蝠鲼水下机器人与“蛟龙”号并肩作业。

## 打造更多标志性产品，抢占深海开发先发优势

2025年政府工作报告提出，“开展新技术新产品新场景大规模应用示范行动，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。”这是“深海科技”首次现身政府工作报告，充分彰显了国家对发展深海科技的重视程度。

海洋机器人作为深海科技的代表之一，正随着计算机技术与人工智能技术的飞速发展深度融合，迎来向高阶智能化跨越的重大机遇。青岛作为我国海洋科技重镇，集聚了崂山实验室、国家深海基地等50余家国家级科研机构，在水下导航、声学探测、机器人平台等方面基础雄厚，正围绕海洋机器人这一前沿领域，率先打造出更多标志性产品。

在大型海工模块及船模的建造过程中，需要对钢结构表面进行喷砂作业处理，以达到清洁、去除锈蚀、增加表面粗糙度和改善涂层附着力的效果。传统的海工模块喷砂作业主要依靠人工，存在作业效率低、作业环境恶劣等问题。山东海洋工程装备研究院研发的大型海工模块喷砂作业机器人可代替人工来完成喷砂作业。该款机器人作业效率最高能达到80平方米/小时，大致相当于5个喷砂工人一起工作。

截至2025年9月底，我国海上风电累计并网容量达4461万千瓦，连续四年位居全球第一，新增装机量更是连续七年全球第一。巨大、高速增长的海上风电市场，带来了一个持续且不断扩大的运维市场。中国海洋大学李华军院士团队自主研发的海上风电多功能智能化移动检测机器人，依托磁吸附和边缘控制技术，可像壁虎一样在塔筒筒壁上自如攀爬，能够实时发现塔筒表面缺陷，识别风机运行状态和评估结构振动异常，实现全塔筒、全风场覆盖。

对于青岛而言，随着国家深远海绿色养殖试验区、深远海风电开发、智能化港口等的发展，海洋机器人的真实应用场景正在不断扩展。尤其是深海开发作为青岛当前“4++2”现代海洋产业体系的重要组成部分，将以海洋机器人为突破，迎来新的发展机遇。

当然也应该看到，目前我国海洋机器人产业仍面临极端环境作业稳定性不高、行业标准体系缺失等关键挑战。青岛海洋机器人领域的产业资源整合与集群化发展水平仍有待提升。面对这些短板，青岛正强化产学研协同，推动更多前沿成果转化工程产品。例如，青岛鹏晨海洋装备有限公司联合西北工业大学加快仿蝠鲼柔体潜水器（“魔鬼鱼”）产业化，该水下机器人可以在水下潜行数千里，开展深海环境立体观测等工作。

2025年，青岛还启动海洋身具智能机器人产业联盟，该联盟吸纳成员50家以上，重点围绕海洋立体观测、水下应急救援等应用场景，构建海洋身具智能机器人整机制造、关键部件供应、软件算法开发等产业生态。专家们认为，组织实施关键技术攻关项目和科技示范工程，培育深海产业龙头企业，加快海洋机器人创新成果从实验室走向市场，有助于青岛抢占深海开发先发优势。

从浅蓝到深蓝，将海洋机器人攻关与深海开发的城市愿景相融合，青岛正在成为这一领域的探索先锋。