

■ 记者观察 GUANCHA

从简单捕捞到海洋监测、水下排查、应急救援——水下机器人借力全国大赛迭代升级

本报记者 曲 琦

大连星海湾大桥下，海阔浪高，全国水下机器人大赛正在进行。来自大连理工大学的水下机器人战队“赤甲红”用了半个小时捕捞了17个海产品。去年大赛上，他们的成绩是44只扇贝和4只海螺。“受风浪影响，今天的海底水质有些浑浊，限制了发挥。”队员张万辉说。

作为国内级别最高、最具实战属性的水下机器人专项赛事，全国水下机器人大赛自2017年年底落地大连以来，已连续举办了十届。从机械臂到灵巧手，从简单捕捞到智能抓取，从单一作业到机器人集群……在技术、算法、装备的不断迭代升级中，一个水下新世界呈现在世人面前。

用机器人替代“海碰子”

2014年，时任大连理工大学软件学院院长 的罗钟铨与国家自然科学基金委工作人员到獐子岛调研时，看到“海碰子”下海作业。听闻这个特殊行当会带来不可逆转的职业病伤害后，他们在一起研究，能不能用机器人替代这个工作。

两年后，机遇到来。国家自然科学基金委重点扶持水下机器人环境感知与目标抓取方向，设立重点项目群，使得这一构想得以落地。2017年，首届全国水下机器人目标抓取大赛在大连开赛，北大、中科院自动化所、中国海洋大学等16支队伍同台竞技，所有参赛队一共抓取了134枚海产品。

在海底捞取海鲜，远比陆地机器人作业艰难。大连理工大学软件学院博士生孟冠辰介绍，海水浑浊、洋流多变、水下无光、信号衰减，给感知、定位、通信、作业带来重重困难。高性能水下机器人需要融合水下视觉感知、

智能识别、运动控制、水下通信、机械作业、导航定位等核心技术，属于多学科交叉高端装备。

十年大赛，是水下机器人的“海上训练场”。如今的水下机器人，不仅能捕捞海产品，还具备海洋监测、水下排查、应急救援能力。机器人搭载摄像头与声呐设备，可在黑暗浑浊的海底实现“透视”；应急搜救时，依靠声呐远距离搜寻目标，再用可见光复核画面，实时回传数据，支撑岸上指挥研判。

各参赛战队的技术路线百花齐放：OurEDA队机器人仅重12公斤，可下潜百米，机械爪兼顾捕捞与海底监测；金陵飞碟队的碟式机器人六推进器全向驱动，抗水流干扰、转向灵活；GUET一队的仿生爪钳夹持力强劲；DragonLeap队可进行长距离水下通信，机械臂支持人机交互控制……

赛事赛道也随产业需求持续扩容：2020年，开启“线下实战+线上算法”双赛道；2021年，水声定位、5G一体化传输落地；2023年，迎来国际队伍参赛，“观测+探测”一体化成为考核重点；2024年，新增水下无线通信赛道，攻坚行业“卡脖子”难题；2025年，增设产业需求赛道，打通赛事成果与产业应用通道。

产学研共解海洋牧场难题

去年8月，智慧海洋信息科技公共创新平台在大连揭牌。平台由大连海事大学、獐子岛海洋发展集团牵头，联合省内多家科研中心、实验室与装备企业共建，整合十年大赛沉淀的技术、人才、海况数据和企业需求，打造开放共享、产学研用一体化创新载体。

目前，我省海洋牧场示范区已超千万亩级规模，而黄渤海作为我国最

大的浅海养殖与海珍品产区，近浅海养殖、捕捞与管护海域体量更为可观。“平台成立以来，几乎每周都有企业前来咨询新一代水下机器人产品的落地时间。”大连海发智能装备有限公司副总经理徐旭说。

平台实验室内，代号“猫鲨”的新一代水下机器人在23米长训练水池中穿梭，潜入水底，稳稳夹起扇贝，存入储物舱。不久后，它将奔赴海参秋捕海域，和“海碰子”同合作业。

研发跟着养殖户需求走。据大连海事大学水下机器人团队的刘安良介绍，和海洋牧场沟通后，团队了解到，养殖户最看重单次下潜捕捞量，于是将机器人的储物筐海参荷载从10公斤提升至50公斤，同步改造动力单元与整体结构。针对装备笨重、线缆易被洋流漂移等痛点，平台今年研发了船载一体机器人，实现了机器人与缆线全自动收放，整机仅需一人操作，一改过去三四人搬运一台设备的局面。

搭建水下机器人产业底座

不只海洋捕捞领域，大连理工大学水下机器人还落地城市供水保障，完成了碧流河供水管道探测，实现在不断水条件下检测管道缺陷。本届大赛上，团队发布“北溟灵枢·海洋具身智能云脑工场”：机器人每次下潜采集海况数据，通过水下光通信回传云端，清洗数据、优化模型、仿真验证后，再将升级算法下发至装备，实现“数据浮上来，智能沉下去”，每一次下潜都持续迭代机器人能力。

一批装备从实验室走向海洋牧场，实现产业化。大连海事大学“海鸥”系列水下机器人历经十代迭代，全部在獐子岛海洋牧场完成海试验证，

达到产业级水准。“海鸥Ⅰ号”参与东北首条630平方毫米海缆敷设水下监理；“海鸥Ⅱ号”服务钻井平台巡检；北极科考、坝体缺陷检测型号已交付央企院所。面向海洋牧场的零浮力捕捞机器人“海鹰”系列已在獐子岛进行常态化作业，机械臂平均4秒完成一次抓取，最大作业水深达100米。“高校侧重单点技术突破，再考虑成本工艺；我们的产学研模式，是一起下到真实海洋里解决实际问题。”徐旭说。

在位于大连海洋大学的大连市智慧渔业重点实验室，水下机器人正在“扫海”——实时识别海底的鱼群和海参等养殖生物并测算重量。养殖户不需要下水，在岸上就能看到海底正在发生什么。学校结合工厂化养殖、围堰养殖、网箱养殖、底播养殖等真实水产养殖场景的实际需要，开发出海参盘点无人船、履带式投喂机器人、鱼苗计数器、鱼类识别称重器等硬件，迭代4代水下机器人、4代无人船与无人机巡检系统，配套开发多模态养殖病害防治知识图谱和大模型，多款设备已投入企业现场使用。

十年大赛，累计孵化专利150余项，数十项成果落地转化，在黄渤海近浅海搭建起水下机器人产业底座，实现三大开放：数据开放，省海底环境科学数据中心脱敏海况数据集向团队、中小企业开放；中试开放，渔业智能机器人中试基地承接样机海试与量产验证；场景开放，獐子岛牧场、星海湾海域、海底线缆巡检三大真实场景持续发布企业命题。

“我们追求的不只是赛场拿奖，而是到‘十五五’末，在大连培育出中国的‘浅海大疆’，推动辽宁近浅海机器人装备率翻倍。”省水下机器人工程研究中心主任付先平说。

沈阳长青桥装上“智慧大脑”实现实时监测

本报讯 记者刘桐报道 9月28日零点，沈阳浑河跨河“大动脉”——长青桥焕新归来，恢复主车道通行。

记者驾车驶上加固改造后的长青桥主桥，车辆行驶平稳，毫无颠簸感。据中交二航局长青桥主桥加固改造工程项目经理部项目经理高翔介绍，按照减载设计原则，新桥更换了118根吊杆、1342块桥面板等核心受力构件，彻底清除了原有结构性病害。同时，在辽宁同类桥型中，首次应用纵向钢桁架梁，把全部吊杆横梁串联成整体，提高了结构冗余度。通俗来讲，相当于给大桥多加了几道“保险绳”。同时，主桥全面更新桥面铺装、防水、交通标线，全桥同步实施亮化提升与系统化防腐处理，以抵御冻融、除冰盐等环境侵蚀。项目

目还在沈阳地区首次大规模使用UHPC超高性能混凝土，用于桥面板湿接缝与桥面铺装，显著提升了桥面的抗腐蚀、抗破坏能力。

值得一提的是，新桥实现了智慧管理和养护。“新桥搭建了桥梁健康监测系统，布设4根智慧吊杆，相当于为大桥装上‘智慧大脑’，实现对桥梁受力、温度变化的不间断实时监测，使桥梁养护由传统被动维修转向风险主动预警。”沈阳市城乡建设局城市建设处一级主任科员管帅说，“桥梁增设了拱肋检修通道和梁底检修车系统，让桥梁有了可检可修的硬件条件。”

长青桥主桥恢复通行后，浑河南北两岸的主要通勤路网被重新打通，城区东南部市民跨河出行不用再绕路奔波。

全国162名燃气行业一线精英在辽赛技能

本报讯 记者姜雪报道 近日，“燃气杯”第六届燃气行业职业技能竞赛在沈阳举行。作为燃气行业规格最高、覆盖面最广、专业性最强的国家级职业技能赛事，大赛吸引了27支代表队162名一线精英参赛，近千名裁判、专家、观摩人员切磋技艺、交流经验。

本次大赛聚焦城镇燃气安全运行、火灾防控、民生服务、一线实操四大核心领域，设置燃气用户安装检修工、燃气管网运行工两大竞赛工种，全方位检验一线燃气从业人员的专业技能、实操水平与应急处置能力。

高手同台，既是比拼，更是成长。在家门口参赛的辽宁选手张铭泽感触颇深：“燃气行业没有‘差不多’，每一次精准操作，都是为百

姓增添一分安心。”

远道而来的安徽选手韦响成对沈阳之行赞不绝口。在他眼中，这不仅是一场全国顶尖的技能赛事，更是一场难忘的沈阳风情之旅。细致周到的赛事保障、热情好客的城市氛围、东北同行扎实过硬的技术功底，让他在切磋交流中取长补短、收获满满。

“燃气杯”以“以赛促学、以赛促练、以赛促建、以赛育才”为核心宗旨，持续为全国燃气行业搭建技能比拼、人才培养、技术交流、经验共享的优质平台。历届赛事累计培育锻造省部级以上劳动模范、五一劳动奖章、行业工匠等荣誉获得者近50名，一大批优秀参赛选手成长为各地燃气企业的技术骨干、首席技师、实训讲师、技能带头人。

林下循环种养 环保又增收

本报记者 崔 治

初秋时节，鞍山市岫岩满族自治县石庙子镇石棉村里，连片的生态果园绿意盎然。繁茂的大榛子树、苹果树、山楂树枝叶交错、层层叠叠，树荫下，成群的鸡鹅悠闲觅食。这片20亩生态果园是当地种植户关磊探索的林下循环种养新模式，告别传统的农药除草管护方式，实现生态保护与农户增收双向共赢。

在果园管护中，除草、除虫是常年性重点工作。以往，农户大多依赖除草剂、农药开展管护作业，不仅需要投入大量农资和人工，频繁施用的化学药剂还会残留于土壤和果实中，影响榛子、苹果、山楂的果品品质，制约农产品增收。

为破解这一种植难题，有着多年种植经验的关磊主动探索转型，创新推行林下混合种养模式。

在关磊的果园里，家禽成了果园的天然管护员，散养的鸡鹅穿梭于林间，啃食园内丛生杂草，彻底省去人工除草和除草剂施用成本；

同时，精准捕食果树蚜虫、食心虫等害虫，大幅减少了果树病虫害滋生，有效降低了农药喷洒频次。

在这片果园，鸡鹅产生的粪便经过自然腐熟后，转化为天然有机肥，滋养果园土地，改良土壤结构、提升土壤肥力，为果树生长提供充足养分，有效改善果品口感、提升果品品质。与此同时，高大繁茂的果树为家禽遮挡烈日、抵御风雨，打造出天然阴凉舒适的栖息生长环境，让鸡鹅长势更好、肉质更佳。

“这个种养模式实现了降本增收，果树给家禽遮阴避险，家禽帮果园除草捉虫、肥田养地，不用打农药、不用撒除草剂，农资投入少了，果子品质更好，还没摘就预订出去了，林下养殖的家禽也能卖上个好价钱。”谈及林下循环种养的好处，关磊满脸欣喜。20亩果园实现种养双向产出，一亩地有两份收益，每年可创造经济效益4万余元，相较于传统单一种植模式，增收成效十分显著。

颗粒归仓



金秋时节，盘锦玉米陆续成熟，各地抢抓晴好天气，推进机械化集中收割。

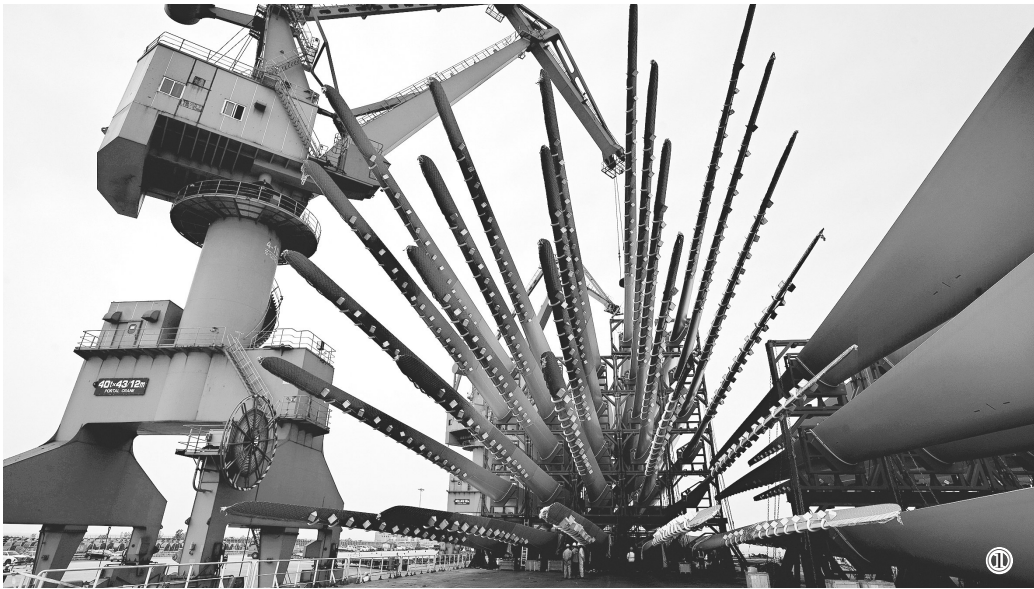
在盘山县高升街道南关村保护性耕作试验田里，大型联合收割机一次性完成摘穗、剥皮、清杂、输送等工序，全程机械化省时高效。依托保护性耕作技术，试验田采取规模化、标准化种植模式，地力和品质稳步提升。据负责人景雨宝介绍，今年雨水充沛、墒情均衡，玉

米长势优于常年。合作社新引进六行大型收割机，单机每日能多收三四十亩地，节约了人力，也提升了机收质量。

玉米稳产丰收事关粮食安全、农户增收。在秋收关键期，盘锦市农业农村部门提前部署、精准调度，组织农技人员下沉一线，推广机收减损技术，严控损耗，确保应收尽收、颗粒归仓。

本报特约记者 刘 杨 摄

■ 聚焦 JUJIAO



营口港刷新风电叶片单船作业纪录

9月25日，营口港六公司码头吊机轰鸣，大件装船作业正在有序开展。“风海达”轮载着42件单件长82.6米的风电叶片顺利解缆，奔赴印度坎德拉港。本次作业创新采用6层堆叠装载方案，叶片堆叠总高24米，刷新了营口港风电叶片单船作业纪录，为北方港口同类超大件堆叠作业的首次实践。

针对6层堆叠重心高、安全风险突出的难点，营口海事局靠前监管、全程护航，落实“一船一策”保障方案。执法人员提前审核配载、稳性及大件系固方案，全程盯控吊装、堆叠、绑扎加固流程，细致核查船舶适航条件与绑扎牢固程度，现场消除安全隐患，从严筑牢大件海上运输安全防线。

该批叶片由吉林通榆县三一风电装备技术



有限公司生产，将用于三一集团印度风电项目。4月份至今，营口港累计完成7船105件风电叶片出口，助力国产新能源装备扬帆出海。

图①为“风海达”轮载着42件单件长82.6米的风电叶片顺利解缆。图②为“风海达”轮刷新了营口港风电叶片单船作业纪录。

杨 洋 本报特约记者 康广义 摄

■ 走基层 ● 在一线 ZAIYIXIAN

国内首创无人机集群巡灭火装备在沈阳亮相——“朱雀”战队空中灭火

本报记者 刘 桐

随着操作员轻触屏幕上的启动键，旋翼轰鸣，烟尘卷起，两架红色无人机缓缓离地，平稳升空，红色灭火弹悬于下方，向着远处的起火点飞去。

这不是真实的山火救援，而是一场高科技无人机集群灭火演练。9月24日，“辽洽会”期间，国内首创无人机集群巡灭火装备——“朱雀”在沈阳亮相。“朱雀”创下了两项全国第一。”沈阳无距科技有限公司董事长苏文博说，“无论是单车装载的无人机数量，还是单次投放的灭火弹总量，均为全国第一。”

演练场上，一辆灭火指挥车车顶升起20米高的天线，车厢两侧的舱门徐徐打开，舱内整齐停放着两排待命的无人

机。苏文博说，“朱雀”专为空山区林间及重点林区研发，能覆盖人力和消防设备难以短时到达的地方。

指令下达，车内两架无人机飞抵起火点上空，自动调整合适的高度与方位。刹那间，两枚红色灭火弹同步投放，在距离地面5米的空中起爆。白色灭火粉末瞬间呈扇形扩散，覆盖整片起火区域。从发现火情到扑灭，仅用时7分钟。

与常见的灭火无人机相比，“朱雀”有何优势？

“以往无人机多是‘单兵作战’，‘朱雀’则是集群战队协同，这就是它的核心竞争力。”苏文博说，一辆指挥车搭载10架灭火无人机、2架巡检侦

察无人机，每架灭火机能挂两枚25公斤的灭火弹，10架一次能投500公斤。单枚灭火弹覆盖面积约60平方米，10架同时出动，一次便能扑灭相当于一个篮球场面积的过火区域。

演练场远处，一名飞手正通过平板电脑同时操控12架飞机。屏幕上，机身红外和可见光双摄像头回传的画面实时呈现出火场的三维立体地形图，识别烟火、人员、车辆，飞手可协调扑灭火情。这套系统不需要公网信号，指挥车自身即可组网，形成半径达10公里的局域网。在300平方公里的覆盖范围内，无论无人机飞至何处，仅需10分钟即可抵达并投掷灭火。

“山火往往伴随着大风。”苏文博

说，“朱雀”能抗8级大风，灭火系统还具备AI自动识别功能，能根据飞行高度、速度及火点距离等数据，自动计算投掷抛物线。采用的纵列翼无人机设计，在投弹后能自我控制重心，保持飞行平稳，投弹误差在80厘米以内。无人机返航后，车内的快充装置，10分钟就能充电80%，单程最大续航可达45分钟。

如今，“朱雀”已飞出实验室，飞向森林防火一线。本溪林区山地占比高，悬崖深沟密布，复杂地形是森林防火科的难点。本溪市林草局森林草原防火科科长林强说：“我们去年已采购5套‘朱雀’，消防队员上不去的地方，它能起关键作用。”