

成为人们的“眼”“鳍”和“雷达”，更好地体验水下乐趣——

国产水下设备“游”向消费者

本报记者 王晶玥 靳博

有人对海底世界充满好奇，却又对水体充满恐惧而不敢入水；有人想潜入海中却被昂贵又笨重的水下装备拦住了去路……如何让更多普通人体验海洋的乐趣？

有这样一群科创企业，其研发制造的水下无人机、水下助推器、探鱼无人机等水下智能产品，成为人们的“眼”“鳍”和“雷达”，帮助人们观察水下景观、水中畅游以及定位鱼群。

“游”向更多人

“墙！墙！墙！”对，排列非常整齐，是还没倒塌的一堵墙。”

探照灯照射之下，保存完好的砖体城墙在镜头里出现，它深深扎根在湖底，赫然屹立水中。游艇上，工作人员通过手机察看城墙状况。这是旅行纪录片导演“在远方的阿伦”和一支专业水下探索团队寻找浙江淳安千岛湖水下古城的画面。

据悉，此次下潜深度最深达30米左右。每逢夏季，这里水体浑浊，湖底情况复杂，团队用几台潜拍无人机取代人力。以往，摄影师必须携带设备下水。阿伦说，这对拍摄者的摄影能力、潜水资质和设备性能都是考验。潜拍无人机解决了这个难题：它是一种水下智能设备，与空中无人机操作方法相似，只需在陆地上远程操控设备，就能实时了解水下状况。

不仅潜拍无人机，水下助推器、智能浮板、遥控探鱼器及机械臂、防缠绕绳、防水手机壳等水下设备及配件也在为普通用户探索水下世界提供助力。

据了解，水下机器人工业化进程始于上世纪60年代，主要用于军事、科研和工业场景。近些年随着通信、传输、交互、算法等技术水平提高，水下机器人越发智能、轻便，逐渐进入普通消费者视野。



消费者使用深之蓝水下助推器潜水。

品牌方供图

逐梦深蓝，挺进海洋更深处

康朴

色彩缤纷的珊瑚尽收眼底，活泼灵动的鱼群来回穿梭，站在岸边无安全之虞——水下无人机作为人类眼睛的“延伸”，能带着我们一窥神秘水底的样貌。水下无人机、水下助推器、电动冲浪板等水下智能装备“游向寻常百姓家”，大大降低了人们亲近海洋、深入海洋的门槛，激发着更多人对海洋的热爱与探索，也见证着中国由海洋大国向海洋强国迈进的步伐。

深入辽阔海洋，是古老梦想的远航。“可下五洋捉鳖”的豪迈理想，映照着我们自古以来探索海洋的雄心壮志，也是引领海洋强国征程的灯塔。明代科学家宋应星在《天工开物》中就有潜水采珠的记载。尽管设备简陋，九死一生，千难万险始终未能阻挡人们探寻海洋深处的脚步。1986年中国第一艘载人潜水器7103救生艇研制成功，镌刻了中国水下装备产业的宝贵起点。从那时起，短短30多年，从浅海到深海，再到成功坐落地球“第四极”马里亚纳海沟万米海底，每座里程碑都回响着中国水下装备从跟跑到并跑甚至在部分领域领跑的铿锵足音。

逐梦深蓝，不断涌现的新科技成果成为自主创新的有力注脚，也增强了中国实现高水平科技自立自强的底气。全球首座半潜式储油平台“深海一号”，全球首先采用船舶、船艏双向破冰技术的极地科考破冰船“雪龙2号”……一个个由“国家队”担纲的海洋装备“大国重器”频频刷屏，振奋人心。消费级和商业级产品中，国产品牌的表现亦令人欣喜。凭借自主创新和过硬

产品力，国产水下智能装备在直播摄影、搜索救援、观测取样、船舶监测等场景中大展拳脚，后居上，成功撬动国内外市场，这让我们对国产品牌的未来充满期待。

无论“大国重器”还是消费级工业产品，中国水下装备产业走出了一条自力更生、自主创新的发展道路。艰辛历程再次昭示：关键核心技术要不来、买不来。世上无难事，只要肯登攀。从根本上改变关键领域核心技术受制于人的局面，需要广大科技工作者勇攀科技高峰，勇闯创新“无人区”。

海洋探索永无止境，逐梦征程任重道远。有海洋专家感慨：“目前人类在海洋面前仍是一个学生，我们还有很长的求索之路要走。”海工装备行业也流传着这样一句话：“人类对海洋的了解可能还没有对火星的了解多。”虽然“奋斗者号”已成功抵达地球海洋深度极限，但奋斗没有极限。人们对海洋尤其深海认识还远远不够，中国在一些关键技术和设备上，仍存在“卡脖子”风险，尤需一步一个脚印，不断投入、研究和试验。

21世纪是海洋世纪，海洋装备产业是战略性新兴产业。面向未来，深入海洋将是科学探索的有力牵引，水下装备研发仍是中国品牌的广阔舞台。向蓝色更深处进发，我们有理由相信，中国人探索海洋必将划出更为醒目的航迹。

品牌论

术，做出差异化，本着‘与其更好，不如不同’的竞争策略着手研发。”2017年臻迪上市了全球首个量产的水下消费级机器人——PowerRay小海蝠水下潜航器，此后又接连推出探鱼器和水面无人艇；2021年该公司推出电动冲浪板“小鲨鱼”，这是全球速度最快、航时最长的电动冲浪板，为更多人带来冲浪的快乐。

“游”得更快更久

用户的快乐背后，有着科研人员的艰辛付出。

“水的密度是空气的800倍，两种环境中的电机技术完全不一样，桨叶旋翼等设计也有很大变化。”臻迪相关负责人表示，“另外还要解决海水腐蚀、防水密封等问题，而密封又分为动密封和静密封，这些技术上的‘坑’都得蹚一遍。”为解决产品动密封问题，确保产品长时间运行可靠性，臻迪安排了上百组方案对比验证，测试环境包括海水、淡水、砂石环境、高低温等各种条件，累计测试数千小时。

设备“下水”后，如何“游”起来？魏建仓坦言：“创业初期，国内水下机器人行业远远落后于海洋强国，水下推进器等核心零部件依赖进口。”他以一个螺旋桨一样的小小设备举例：“这是消费级水下推进器的核心部件，也是所有水下机器人的核心部件。国内起步晚了50年左右，一直被人家‘卡脖子’。”后来深之蓝打造出中国首款自主研发的水下推进器，在相同功率下，推力比国外产品提升20%以上。

如何“游”得快、“游”得久？“团队制作出6种电机、7种螺旋桨，进行126次交叉试验，最终匹配到最佳动力组合。”魏建仓说，在材质上，大胆采用涉水产品中罕见的EVA软质变形材料、硬质塑胶结合技术，经试验找到两种材质的最佳契合点，使设备底部触水面顺滑圆润，最大程度降低水中阻力，科学配置了重力和浮力。

依靠普通的螺旋桨动力，水下续航时间短，频繁更换电池会大大影响消费者体验。博雅工道（北京）机器人科技有限公司的解决办法，是参考仿生学和流体力学相关原理进行研发。据了解，该公司的水下摄影机器人BIKI，凭借仿生鱼尾提供的动力和流线型机壳设计，大大增强了动能利用率，延长了水下续航时间。

然而，破解这些关卡，只是迈出了水下



在浙江淳安千岛湖，旅行纪录片导演阿伦团队成员在手机上查看国产品牌水下无人机传回的画面。受访者供图

智能设备制造的一小步，设备能否像水下生物一样“来去自如”、行动“无死角”？潜行创新首席执行官兼总工程师张洵告诉记者，潜行创新推出的8推进器矢量布局就实现了这一功能，令水下无人机“前后左右上下”全方位运动，还能360度灵活移动。研发中，团队先提出了7推进器布局方案，但是遇到诸如机体姿态不稳定、机身抖动严重、飞控开发困难等多稳定性问题。后来通过文献研究、理论计算、运动仿真模拟，改为8推进器全矢量对称布局。张洵称“这是全球性的技术突破”。

在周根看来，研制产品之外，推进水下硬件产业链的完善和快速发展也格外重要，“2016年前后我们做市场调研，发现一家美国企业尝试研发一款水下无人机，但因为产业链不完善无法实现量产。”无法量产，直接导致产品制造成本和单台售价过高，普通消费者难以接受。为此，潜行创新带领上下游企业一起参与水下核心部件和非核心部件的研制生产，发展供应链企业研发能力，共同助力打造水下智能硬件生产的全生态。

市场前景广阔

去年一档国外电视剧火爆全球，大结局部分，男主角借助一款水下助推器逃离危险，该产品就来自中国制造。其实不仅在电视剧中，现今很多海外水下纪录片、海洋环保教育片以及水下娱乐直播活动，也多半使用中国制造的水下无人机，一定程度上说明国产水下智能设备海外市场接受度明显大于国内的现状。

数据也证明了这一事实。深之蓝消费级产品线近九成业绩源于出口，现已销往海外70多个国家和地区。潜行创新亦有90%产品外销，范围涵盖全球80多个国家和地区，2019年出货量超过1万台，2020年达到3万台。

是否考虑国内消费市场？周根认为，长期来看，国内市场是一片蓝海，可以深入开拓挖掘，并通过国外市场的推广进一步带动国内销售。水下智能设备研发和生产商深

圳市吉影科技有限公司相关负责人指出，现在国内用户消费习惯仍有待培养，因此先瞄准经常和水环境接触的群体，如户外运动代理商以及潜水俱乐部、游艇俱乐部等，向消费者提供尽可能多接触和使用产品的机会。

据中国潜水运动协会统计，在海南三亚，每年潜水爱好者数量保持30%以上的增速。此外，受全球疫情影响，过去相当一部分出境潜水的消费人群陆续回流国内。这些都为水下智能设备打开更广阔市场提供了可能。

从消费端看，用户也想看到功能更丰富的产品问世。阿伦盼望着潜拍无人机像航拍无人机一样搭载云台，“云台可以辅助摄像头旋转，比如这次无人机在水下城墙和断壁残垣中行走，如果我想给右边一个特写镜头，转动的是整个机身，而不是摄像头，这样略显笨拙”。

“另外，在水下灯光的照明亮度、广度以及画质上，我认为都还有提升空间。”阿伦希望潜拍无人机能与VR更好结合起来，带给消费者更真实的体验，“当你戴上VR眼镜会如临其境，像在水中畅游。这种乐趣是观看手机或平板电脑上的平面影像无法比拟的。”如何继续精雕细琢产品、迎合广大消费者的需求，是市场留给国产水下智能设备企业的一道大题，也是消费者对于中国“智”造的期待。



臻迪公司开发的水下潜航器“小海蝠”。品牌方供图



海洋牧场 “耕海1号”

“耕海1号”二期工程项目主体平台日前顺利下水，并完成倾斜试验。“耕海1号”海洋牧场综合体平台位于山东省烟台市渔人码头以东海域，将渔业养殖、海上旅游、科技研发等功能相结合，以科技创新提升渔业养殖效率，实现海洋渔业转型升级。据介绍，“耕海1号”配备自动投喂、环境监测、船舶防撞等系统及无人船、水下巡检机器人等技术设备，可实现生产全过程智能化控制。

图为一艘快艇从“耕海1号”海洋牧场综合体平台旁经过。

新华社记者 李紫恒摄