

在距离海岸线数十海里的深远海,巨大的养殖网箱如同“水下农场”般矗立在开放性水域。然而,长期浸泡在海中的网衣,极易被贝类、藤壶、藻类等生物附着。若不及时清理,不仅阻碍水体交换,还会增加网箱重量甚至破坏结构。过去,这项艰巨的任务主要依赖潜水员人工完成,效率低、危险性强,且从业者老龄化严重,年轻人鲜少入行。

如今,一支来自青岛的“90后”硕士团队,用自主研发的水下清洗机器人彻底改变了这一局面。青岛森科特智能仪器有限公司(以下简称“森科特”)从海洋牧场观测网起步,用五年时间攻克多项核心技术,不仅打破了国外垄断,更在国内深远海养殖网箱清洗领域占据了95%以上的市场份额。从深海网箱到船舶船底,从中国海域到全球大洋,这群年轻人正书写着向海图强的青岛故事。

文/片 记者 宋祖锋 青岛报道

从痛点出发,一场深海清洗的技术突围战

青岛森科特智能仪器有限公司的故事,始于一次对行业痛点的精准捕捉。

2019年,以钻井平台闻名、打造过“蓝鲸一号”等大国重器的中集来福士,正在烟台长岛打造深远海养殖网箱项目。庞大的网箱建成后,一个现实难题摆在了面前,网衣谁来清洗?彼时,国内深远海养殖刚刚起步,配套的智能装备几乎是一片空白。经人引荐,中集来福士找到了当时主要从事海洋牧场观测网及信息化建设的森科特。2020年,中集来福士正式向森科特注资1000万元,双方联合进军深海养殖智能装备领域。

“深海网箱养殖是现代渔业发展的趋势,但网衣清洗却是养殖机构的一大难题。”青岛森科特智能仪器有限公司副总经理周奎回忆道。以“深蓝2号”为例,它高71米,直径70米,养殖水体可达9万立方米,相当于204个标准游泳池的大小。网箱巨大,附着物种种类繁多,人工清洗不仅需要潜水员连续作业10天左右,而且成本高昂,危险系数高。使用进口清洗机器人,价格昂贵不说,后续服务和维修保养也十分不便。

研发水下清洗机器人,成为森科特必须啃下的“硬骨头”。

然而,起步阶段的困难远超想象。“2020年我们开始研发时,国内细分领域的供应链并不完善,许多零部件都找不到。”周奎召说。以水下推进器为例,市面上的产品多针对清澈水质研发,一旦置于附着贝类、藻类的浑浊养殖环境中,用不了多久就会被杂质卡住。团队买来多家厂家的推进器试验,结果都不行,“环境太恶劣了,杂质容易卡住螺旋桨,一卡就动不了。”周奎召说。

“市上没有,我们就自己造。”逼到绝境的团队,决定从零开始自主研发。他们自主研制了电调系统,可调整推进器转速,解决杂质缠绕问题。“光是研发推进器就用了很长时间,推倒重来好多次,不断实验、迭代。”周奎召说。高投入换来真突破,公司每年将销售额的百分之十几,大约800万元砸进研发,这在“高风险、低回报”的海洋装备行业并不多见。正是这种不计成本的投入,让团队啃下了推进器自研、双目视觉算法、深水密封技术等一块块“硬骨头”。

支撑这一切的,是一支极为年轻的团队。公司60多人,研发人员占一半以上,“90后”占了90%，“00后”也已加入。“这一行本来就



青岛森科特智能仪器有限公司开发的网衣清洗机器人。

窄,想挖有经验的人很难。”周奎召说,但年轻并不意味着稚嫩。这群最低学历硕士的年轻人,还主动与高校“牵手”,成立了青岛市水下智能作业装备专家工作站,把学术前沿和产业需求拧成了一股绳。

经过五年攻坚,森科特水下清洗机器人80%以上的核心部件均为自主攻关,产品已从第一代进化到第四代,后续还开发了船舶清洗等系列型号。2024年,产品通过山东省首台(套)技术装备认定。

从跟跑到领跑,国产机器人的逆袭之路

如今,森科特的水下清洗机器人已广泛应用于我国深远海养殖网箱清洗,市场占有率超过95%,是国内唯一产业化应用的水下清洗机器人。

这一成绩的背后,是技术上的持续突破。

在森科特位于即墨蓝谷的实验车间内,技术支持工程师宗绪斌正在对第四代网衣清洗机器人进行测试。随着他手中控制手柄扭动,测试水池中的机器人在推进器的推动下灵活转动,时而180度翻身,时而从水平状态调整至90度竖起状态。这台设备配备了5个推进器,使得它在水中能保持任何姿态,通过控制算法保持姿态稳定灵活,可以清洗网箱的侧网、底网,甚至顶网,完成各种高难度任务。

机器人的清洗原理颇为巧妙。它采用空化水射流技术,每个清洗盘上分布着多个细小出水孔,喷出高压水的同时高速旋转,一分钟可达上千转。极高的转速与高压水碰撞,产生大量空化气泡,利用气泡炸裂的力量“打碎”附着物,高效清洗且不损伤网衣。“气泡炸裂的威力很大,连藤壶这么大的附着物都能被打碎。洗船也是用这个原理,洗得很干净。”周奎召介绍。

相比传统人工清洗,机器人的效率优势极为明显。“我们的机器人一小时可清洗500到800平方米,一个8000平方米的网箱一天就能洗完,效率是传统人工的5到10倍。”周奎召说。以一个6万立方米的网箱为例,潜水员人工清洗需10天左右,而网衣清洗机器人仅需2天即可完成,成本不到人工清洗的一半。

除了清洗本身,机器人还搭载了森科特自研的水下摄影设备,操控者可通过实时视频精准控制清

洁轨迹。双目视觉算法让机器人能够识别网衣状况,自动规划清洗路径。这些技术融合后,使得深海网箱清洗从“人海战术”迈入了智能化、自动化的新阶段。

这样的性能,让森科特迅速打开了市场。截至目前,公司已累计销售网衣清洗机器人20多套,以第三代产品为例,单台售价约260万元,相比进口设备,价格优势明显,而且后续服务不再受制于人。“目前我国深远海养殖网箱应用的清洗机器人,绝大部分来自我们公司。”周奎召说。

从国内到海外,绘就“青岛造”的全球版图

在国内市场站稳脚跟后,森科特将目光投向了更广阔的天地。

“更大的棋局在海外。”周奎召说。挪威和智利是全球最大的三文鱼养殖区,占全球产量的60%至70%。这些地区人工成本极高,网箱普遍使用机器人清洗,市场空间巨大。森科特已多次赴两地考察,目标直指与当地巨头同台竞技。

更大的突破口来自船舶清洗领域。今年1月,新加坡一家船企与青岛森科特达成战略合作,计划两年内采购青岛森科特价值8000万元的智能设备,专项服务于新加坡本地市场。“船舶清洗很重要。船体脏污不仅影响航速,还会增加油耗。”周奎召介绍。新加坡客户来青岛考察森科特的产品后,被过硬的质量打动,果断签约。今年2月,首台设备发往新加坡试用,反馈良好。截至目前,森科特已累计向新

加坡交付3台船舶清洗机器人,客户反馈持续向好。

“做海洋装备,高风险、高投入、低回报,很难上量。但机器替代人工是大势所趋。我们要把产品在国内打磨到极致,再推向海外,靠性价比和品质说话。未来,我们要让‘青岛造’的水下机器人,游遍全球海域,清洗挪威的网箱,新加坡的船底,南美的大坝。哪里有水下清不掉的附着物,哪里就有我们的‘清道夫’。”周奎召的愿望清晰而坚定。

实际上,清洗只是森科特产业链条中的一环。公司正以清洗为切入点,将业务延伸至深海养殖的全流程。公司拥有可识别鱼类种类与数量的水下双目摄像机、检测水质水文的各种传感器,并自主研发了综合管控系统,集水质监测、气象预报、流速波高测量、发电机状态监控及自动投喂等模块于一体。在台风等极端天气下,养殖户仍可远程启动投喂、监控设备、接收报警信息,实现网箱无人化、自动化运转。

从海洋牧场观测网,到水下清洗机器人,再到深海养殖全流程智能管控,森科特的发展轨迹清晰而有力。这群90后年轻人,用五年时间填补了国内多项行业空白,为“蓝色粮仓”建设贡献着企业力量。

“未来我们会继续加大科研攻关,实现海水养殖应用场景全覆盖。”周奎召说。在他的身后,实验车间里年轻的工程师正忙碌地测试着新一代机器人。他们或许没有深海潜水的亲身经历,但他们手中的机器,正替人类潜入那片蔚蓝的未知,清理着、探索着、守护着。

别家机器人会跑 他家会下海『搓澡』

青岛「90后」硕士团队五年逆袭破局,研制水下清洗机器人改写网箱清洗市场格局



青岛“森科特”的智能机器人展厅。