

无人机与智能投喂船协同作业,实现空海一体化牧场巡检投喂。记者吴智恒 摄

向海图强
深蓝自丘

策划/路玉萍 陈彦
文/记者何有凤 张雅婷

从“看天养鱼”到“无人机+无人船+水下电子吊舱”
从“卖设备”到创新打造“滴滴牧场”海上智慧服务

轻点手机牧沧海

耕海之困：“看天养鱼”痛点多

在湛江沿海，养鱼从来都是一份与风浪博弈的营生。“天不亮就得出海，一船饲料几百斤，一个网箱一个网箱撒，一天跑下来浑身酸痛。”在遂溪江洪做了十几年金鲳鱼养殖的老吴，对传统养殖的苦深有体会。养殖旺季，他每天要驾着小渔船往返十几海里，扛料、撒料、查网箱，全靠体力硬扛。

比体力消耗更难扛的，是天气的不确定性。湛江是台风多发地区，一旦大风大浪来袭，渔船回港避风，少则两三天、多则一周没法出海投喂。“断喂几天，鱼群就会掉膘，等台风过了再补，半个月都缓不过来。”老吴说，“看天养鱼、出力换收”，是一代又一代近海养殖户绕不开的困境。

靠经验投喂的传统模式，效率低、损耗大更是常态。老吴介绍，渔民过去都是凭手感撒料，撒多了饲料随洋流漂走，浪费；撒少了，鱼长得慢，上市周期就要拉长，算下来同样损失不少。“饲料成本占海洋养殖总成本的七成以上。”老吴算了一笔账：传统人工投喂模式下，饲料浪费率普遍在10%—15%，是养殖户实打实的损失。

湛江的养殖户，不是没有试过智能化升级。“早些年，我也试过装固定监测设备、买小型无人机，但很快就丢一边了。”养殖户张宝仔说，固定传感器泡在高盐海水里，腐蚀快、易损坏，台风一过坏一大半，维修成本高；无人机飞得快、看得远，却受续航制约，也干不了投喂的重活；市面上的小型无人船，续航强、抗浪能力好，但水下感知能力差。

“单一设备解决不了海上养殖的复杂难题，我们要让各类装备互补长短、协同作战。”湛江湾实验室智慧渔业研究中心工程师秦浩的一番话，点出了行业的痛点。正是瞄准这个痛点，湛江湾实验室联动本土企业、科研院所跨界攻关，打造“无人机+无人船+水下电子吊舱”三位一体空海联动作业体系，用一整套国产化方案替代传统粗放人工模式，让海上养殖全流程变得精准可控。

创新之变：“空海协同”

2023年，第一艘改装试验投喂船下海，开启了湛江空海协同养殖装备的探索之路。

第一代装备是在普通渔船的基础上改造并加装各类智能硬件，船体结构还是沿用传统渔船设计，没有针对深远海养殖做专项优化。后装设备存在不少先天短板：船体自带的船员生活区挤占物料存储空间，没有专用无人机起降位置，整套智能系统就像是“贴”在旧船之上，硬件适配、空间布局处处受限。为破解改装船的种种局限，研发团队转向定制化研发第二代装备，对船体内部空间进行重构改造，不再简单做硬件堆砌，而是从船体架构层面适配智慧养殖需求。

2026年，历经三年打磨迭代，一套“无人机+无人船+水下电子吊舱”三位一体的空海联动作业体系最终成型——无人机搭载电子吊舱巡检，采集鱼情、海况；吊舱把感知数据汇入海洋鸿蒙工业物联网平台，智慧渔业AI大模型结合环境、鱼群状态定制化生成投喂方案；无人船接收指令后，精准识别网箱位置，动态调整投喂速度与落点，做到“鱼吃多少投多少”，全程无需人工登上海上养殖平台作业。

每一项技术突破，都瞄准了一个行业痛点。

“看不清”，那就打造水下“透视眼”。针对固定监测设备易腐蚀、维护难的问题，团队把监测模块集成在无人机上，采用卷轴式电子吊舱，需要时放到水下，用完后收回机身。吊舱搭载水质传感器、高清摄像与声呐设备，一次过航就能扫描连片网箱，精准捕捉水体溶氧、盐度、pH值等水质数据，同步测算鱼群体长、体宽、体重、进食活性，连网箱破损、鱼群逃逸、水体病害等隐患都能实时预警。“过去渔民靠肉眼看水、

9月23日，在湛江辽阔的海域，3600多个重力式网箱如“甜甜圈”般铺展在蔚蓝海面。全国首艘大型无人驾驶自动投喂船“粤坡渔养10001”稳立在雷州湾海洋牧场的浪涛之中，无人机携电子吊舱缓缓降下水面，探查鱼群分布与水质状况；数十公里外，南方海洋科学与工程广东省实验室(湛江)(简称湛江湾实验室)智慧渔业指挥中心的中控大屏上，溶氧、盐度、鱼群进食状态等数据实时跳动。无需渔民驾船奔波往返，海上养殖的一举一动，全部转化为可视化的数字信号。

这是湛江湾实验室空海协同智能养殖技术的应用实景。曾几何时，这片海域还是“看天养鱼”的传统耕海模式，如今，依托湛江湾实验室自主攻关的空海协同无人装备、“滴滴牧场”海上服务平台，叠加海洋鸿蒙工业智联系统国产数字底座赋能，湛江深远海养殖正式迈入“机器巡海、数据养鱼、一键管海”的全新阶段。