



客户端：青岛观 客户端：观海新闻

青岛日报 聚焦

主编 杨海振 美编 李飞 审读 沈寒冰 排版 林艳

“国信 101”号试验的阶段性验收，标志着国内首次完成了大黄鱼深远海工船养殖的初步技术路径验证

“放牧”深远海：青岛探路“船载舱养”

两个多月的“游弋”之旅，3 万条大黄鱼鱼苗的成活率、生长速度均远高于传统养殖模式

□青岛日报/观海新闻记者 王伟



■“国信 101”号
在浙江台州大陈岛附近海域开展养殖作业。

8月28日上午，在“国信 101”号的养殖舱前，中国工程院院士麦康森举起手机拍摄跃出水面进食的大黄鱼鱼群，并不时询问大黄鱼船载舱养模式的相关问题。下船后，在青岛海洋科学与技术试点国家实验室协同青岛国信集团组织的“深蓝渔业”技术创新工程专项——深远海工船养殖发展研讨会上，麦康森再次就大黄鱼船载舱养表达了自己的看法：“新型养殖方式是否行得通，经济可行性是关键的关键。规模化生产必须考虑成本。”

行业专家对“国信 101”号的关注源于船载舱养模式是目前深远海养殖的重要探索路径之一。当下，以现代信息技术和工程装备为支撑，以深远海养殖为标志的第六次海水养殖浪潮逐步兴起。曾五次引领中国海水养殖浪潮的青岛，再次将目光投向深蓝，主动探索深远海现代化工业养殖的新方式。

青岛国信集团于去年12月份开建全球首艘10万吨级智慧渔业大型养殖工船“国信 1 号”，作为“国信 1 号”的中间试验船，“国信 101”号承担着实船验证深远海船载舱养技术模式的重任，因此备受关注。

深远海船载舱养的技术路径是否行得通？经过与会专家的现场考察，“国信 101”号大黄鱼船载舱养生长试验完成了现场阶段性验收。这意味着，青岛在国内首次建立了深远海大黄鱼船载舱养技术模式，完成了深远海工船养殖的初步技术路径验证。

即便前路漫漫，在眺望深蓝的路途中，这仍是充满希望和开拓性的第一步。

开拓深远海养殖路径

事实上，早在二十世纪七十年代就有渔业专家提出“未来海洋牧场”的建设蓝图，成为最早的关于深远海养殖工船的预言。而今，船舶建造、养殖装备、苗种繁育等技术的提升让梦想照进现实。

这是中国海水养殖产业的梦想。中国是水产养殖大国，但目前的水产养殖基本集中于近岸养殖，沿岸水域负荷过高，导致病害频发、环境恶化。另外，我国大陆架平坦，深水水域远离大陆，开展深海养殖将远离陆基保障基地。当下，海水养殖产业已进入从近海走向深远海，从传统农业生产方式转向大规模现代化工业生产方式的时代。

这是中国海水养殖产业的机遇。研讨会上，中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所（简称“渔船所”）所长徐皓讲了这样一个故事：2016年，挪威相关组织做了一个海上大型养殖工船的可研性报告，在这个很长的研究报告最后，他们总结了这样一句话：这样的方案，只有在中国才可行。

“因为市场，只有中国有这样庞大的市场，又有相应的资本力量投入。”徐皓说。

去年12月，青岛国信发展（集团）有限公司（以下简称“青岛国信集团”）投资建造的“国信 1 号”养殖工船正式开工建设，这艘“巨无霸”载重量约 10 万吨，排水量 13 万吨（相当于两艘航母的排水量），单船投资约 4 亿元，成为全球首艘 10 万吨级智慧渔业大型养殖工船，正式开启了中国建造大型养殖工船的梦想。

深远海养殖的技术路径探索也在不断深化。徐皓认为，目前世界范围内深远海养殖发展途径主要有两条。一条是以网箱养殖生产系统为代表的开放式养殖系统，如“深蓝 1 号”“德海 1 号”，是大体积的钢结构、桁架结构网箱设施。另一条是以浮式平台、养殖工船舱养为代表的封闭式养殖系统。“国信 1 号”是目前国内设计规模最大的游弋式封闭养殖平台。

规模化、工业化、集约化发展养殖产业离不开可控的标准话与流程化。“相对于开放式养殖，封闭式养殖生产系统告别了传统养殖的‘靠天吃饭’，提升了人工管控能力。”徐皓说。

当务之急，“国信 1 号”代表的养殖工船载舱养模式还亟待全流程的探索、完善乃至建立。中试船“国信 101”号大黄鱼船载舱养生长试验现场阶段性验收是其中关键的一环。

初步技术路径验证

相较于前五次海水养殖浪潮主要着眼于苗种技术问题，第六次海水养殖浪潮将是海水养殖产业变革性的进步，是融合苗种繁育、海洋装备技术、信息化技术全产业链的改变。“国信 1 号”的设计和建造是船舶工程、海水养殖、苗种繁育等各项技术的融合，用新的理念集成新的技术，进而形成新的海洋渔业生产方式。



■“国信 101”号停靠奥帆中心码头。

“国信 101”号大黄鱼船载舱养生长试验是这种新型生产方式的初步技术路径验证。

渔船所科研处处长刘晃介绍，此次大黄鱼工船舱养试验项目从今年6月12日开始。“国信 101”号在福建宁德海域完成鱼苗上船后开始了“游弋”之旅。基于海水温度变化及海况变化，“国信 101”号随后来到了舟山绿华岛，在此期间遇到了台风“烟花”，遂启程开往青岛外海海域躲避台风。

“这个小插曲证明了这种可游弋养殖方式的优势，就是能够躲避赤潮、台风等自然灾害的正面冲击。”徐皓说。

在这两个多月的“游弋”之旅中，3 万条大黄鱼鱼苗不断生长，从初上船时的 300 克增长到了 500 克，目前已达到成鱼规格，预计 9 月份起捕。

“这次舱养试验结果好于预期，大黄鱼成活率高达 95% 以上，高于传统养殖方式 70%-80% 的成活率。”刘晃说，舱养实现了养殖舱内水体与外界自然海水不间断强制交换，受益于可控的封闭养殖环境，更容易隔离病源，提升养殖成活率。

此次舱养试验的实际生产能力也优于预期，试验前技术团队预计养殖密度为 $18\text{kg}/\text{m}^3$ ，而最终试验结果达到了 $22\text{kg}/\text{m}^3$ 。

更重要的是，“国信 101”号可跟随水温变化调节锚地，根据鱼类养殖特性在选定的锚地之间依据水温和环境变化自航转场，让大黄鱼始终处于适宜生长的温度环境，生长速度大大提升。此次舱养试验大黄鱼月增重达到了 70-80g，生长速度远高于传统网围养殖模式。

此次大黄鱼船载舱养生长试验实现了入舱、转场、生长、品控、起捕等全流程试验，验证了“船载舱养”模式的可行性和有效性，构建了“投饲比—摄食度”控制模型及“晃荡度—摄食度”“规格—温度—投喂量”等控制策略。同时获得了大黄鱼应激因子耐受性第一手经验和资料。

验收成果背后是多项关键技术的突破。海洋试点国家实验室与中国水产科学院渔业机械仪器研究所推动成立了深蓝渔业科技创新联盟和深蓝渔业工程联合实验室，开展深蓝渔业工程科技攻关。在“国信 1 号”的设计和建造过程中，研究团队在构建大型养殖工船基础船型、“船载舱养”关键技术研究、整船技术集成、全程生产体系建立等各个方面取得了进展。

探究经济可行性

深远海“船载舱养”的路径探索远不止于此，一种新型养殖模式的诞生需要技术可行性夯实基础，更需要经济可行性、环境影响可行性护航。

在技术层面，中国水产学会理事长王清印认为，研究团队应该将眼光拓展到全国各地，将最先进的养殖技术、养殖方案集成到这条船上。另外，他认为“船载舱养”在海上养殖模式“接力”上，需要深入研究鱼类不同生长阶段的生长速度，在生长速度最快的阶段“上船”，以最大化利用工船养殖时间，提升养殖

效率。

与会专家的讨论还集中于养殖成本问题。“做实验可以不计成本，规模化生产必须考虑成本。”麦康森说，目前“船载舱养”大黄鱼的成本高于现行养殖模式，这是未来规模化养殖需要考虑的关键问题。另外，麦康森认为食用安全性可以作为品牌最重要的指标，可以用安全、高质量的产品换市场，提升产品溢价。

规模化生产是降低成本的主要路径。徐皓认为，目前试验结果显示“船载舱养”的经济性符合预期，但未来在养殖密度、能耗、序批式养殖方式等方面仍有提升空间。

随着养殖工船队的陆续建立，养殖成本将跟随产值提升而降低。经测算，当“船载舱养”年产量在 3200 吨时，年产值约为 22.4 亿元，养殖成本约 $51.5\text{元}/\text{kg}$ ，年利润约 6000 万元；当年产量达到 12100 吨时，年产值约为 84.7 亿元，养殖成本约 $40.1\text{元}/\text{kg}$ ，年利润约 3.6 亿元。“随着产量增长，规模效应逐步显现，船舶的折旧和摊销就会逐步降低，届时养殖的成本就主要集中在饲料和苗种上。”刘晃说。

与会专家还认为，大型养殖工船的建设还应该考虑环境保护问题，应尽快结合相关科研力量，结合海洋动力学、海洋气象学、物理海洋学、海洋化学、海洋生物学等各个学科，作出养殖模式对环境及海洋生产力的评价报告。“因为涉及海洋排放问题，必须要作出环境影响评价。”农业农村部渔业渔政管理局一级巡视员李书民说。

养殖工船项目是一个以养殖为核心，存多学科交叉和深度融合的全新领域，产业

链资源的高效配置是项目可持续发展的关键。“新型养殖模式依托全产业链的发展，比如防病疫苗的研发、水产育苗产业的研发等等。”李书民说。在这个问题上，徐皓也表达了同样的观点，此次试验使用的大黄鱼鱼苗仍是外采，质量良莠不齐，直接影响了试验结果，依托全产业链的拓展，“船载舱养”模式还将不断完善。

走向“耕海牧渔”新时代

作为深远海“船载舱养”模式的先行者，青岛国信集团在养殖工船方面的探索也是青岛深远海养殖产业发展的缩影。

近年来，青岛加快实施渔业深远海战略转移，力争在深远海养殖领域走在全国前列。去年8月，经农业农村部渔业渔政管理局批复，青岛市成为全国第一个国家深远海绿色养殖试验区。

青岛深远海绿色养殖试验区位于南黄海海域，将重点以深远海大型智能化养殖渔场为载体，探索在深远海养殖重要领域和关键环节形成可复制、可推广的经验模式。

可以说，青岛在深远海发展战略中已走出了“先手棋”，而国信集团在深远海养殖产业方面的探索进一步打开了青岛深远海产业发展的想象空间。

青岛国信集团副总经理董韶光介绍，“国信 1 号”预计年底完成舾装下水，明年 3 月正式交付运营。今年还将完成“国信 2 号”“国信 3 号”的建造招标工作。未来 10 年内，国信集团将联合各方陆续投资建设 30-50 艘养殖工船，形成总吨位突破 500 万吨规模的深远海养殖船队，年产海水鱼类 30 余万吨，产值突破 150 亿元的深远海养殖产业链条。

除了船队规模和养殖规模的不断扩充，青岛国信集团更着眼于“船载舱养”模式的全产业链发展。在徐皓看来，养殖工船将成为一种综合的海上渔业生产平台，其生产功能以深远海封闭式阶段式养殖为主体，兼备水产品加工与储运功能，也可作为捕捞渔船中转平台。

在全产业链运营方面，国信集团已有相关布局。青岛国信集团董事长王建辉介绍，近年来青岛国信集团投入近 50 亿元，围绕主养品种在亲本选育、苗种繁育、养殖技术、饲料研发、加工存储及物流销售等各个环节，进行了有效整合和持续研发投入。收购了台州陈岛股份公司，完成了大黄鱼亲鱼、繁育和苗种的优质、稳定及规模供给；出资 10 亿元收购上市公司——广西百洋股份，提前布局产品初级加工及深加工；出资 9 亿元参股每日优鲜，在社区团购平台储备直面消费者的高效销售渠道；出资 3 亿元收购东方海洋科技公司大西洋鲑陆基循环水养殖业务，努力打造北方冷水鱼苗种中心和陆基循环水养殖基地。

“深远海产业的未来将‘以养为主’，以鱼产品为主的大型养殖平台及工业化生产体系将成为深蓝渔业的主体。”徐皓说，就像在陆地上，人类从狩猎文明走向农耕文明，随着养殖技术的不断提高，海洋产业也将从捕捞为主转向以养为主。

在未来那个“耕海牧渔”的新时代，青岛又将走在前排。