

青岛渔业的三个“1号工程”

从“深蓝1号”“蓝钻1号”到“国信1号”，青岛以深远海养殖装备为支撑，加快引领第六次海水养殖浪潮兴起

□青岛日报/观海新闻记者 李勤祥

打造出首座“深海渔场”

在离青岛120多海里的黄海中部海域，有一片与山东省面积相当的水团——黄海冷水团。中国海洋大学教授董双林在2012年提出了利用黄海冷水团养殖三文鱼的计划，并于2015年正式牵头启动“黄海冷水团养殖三文鱼项目”。

深海养鱼，装备先行。当时，我国深水养殖的主要装备是重力式抗风浪网箱，但这种由塑料材质制成、依靠重力悬浮在海上的网箱，高度一般不超过10米，无法深入到黄海冷水团。因此，研发加深重力式网箱成为董双林的首选。

2017年，董双林带领团队利用研发的40米深重力式网箱在黄海冷水团试养三文鱼，证明了三文鱼夏季可在黄海冷水团生活、生长。“但让人没有想到的是，这次养殖吸引了鲨鱼，网箱中养殖的三文鱼因周围游弋的鲨鱼将网衣撕破而散佚。”

加深重力式网箱的路走不通，董双林团队开始转换思路。同年，他们联合中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所（简称“渔机所”）、日照市万泽丰渔业有限公司研制出我国首艘养殖工船“鲁岚渔61699”号（排水量3500吨），利用该船证明了夏季抽取黄海冷水团35米下的凉水可在养殖工船中养成三文鱼，“但一算账，养殖成本太高，产品不具有市场竞争力。”

困难重重之际，2017年，由挪威萨玛尔集团设计研发、中船重工武船集团建造的全球首座半潜式深海渔业养殖装备“Ocean Farm 1”（海洋农场1号）在青岛建成交付。“海洋农场1号”属于桁架类网箱，由金属杆件通过焊接、铆接或螺栓连接而成，相较于重力式网箱，不仅更加安全可靠，而且抗风浪能力更强。该装备的建成，给予我国深远海养殖装备研制以重要启迪，为我国研制桁架类网箱积累了工程经验。

2018年，由董双林团队牵头，通过联合湖北海洋工程装备研究院等开展产学研合作，突破了沉浮控制、鲨鱼防护、鱼鳃补气等多项核心技术，在青岛建成了“深蓝1号”桁架网箱。这是我国首个深远海大型渔业养殖装备，也是全球最大的全潜式深远海养殖装备，可同时养殖30万尾三文鱼，并根据海水温度控制网箱升降，使养殖鱼群生活在适宜的水层。

一年后，“深蓝1号”就被安置在黄海冷水团。它的投用，开创了全球暖温带海域大规模养殖三文鱼的先河，被誉为我国首座“深海渔场”。基于先行先试基础，青岛于2020年获批建设全国首个也是目前唯一一个国家深远海绿色养殖试验区，加快以深远海大型养殖装备为载体，加大黄海冷水团养殖开发力度，为国家探索深远海养殖可复制、可推广的经验模式。

2021年，“深蓝1号”首次进行规模化收鱼，实现了我国在暖温带海域养殖鲑鳟冷水鱼类的世界性突破。收鱼之际，看着一条条大西洋鲑鱼顺着吸鱼泵管道从网箱跃上工船，董双林不禁双眼湿润。

也是在2021年，山东海洋集团入局，全面负责青岛国家深远海绿色养殖试验区开发建设。山东海洋集团董事长姜国栋深知，我国近海养殖密度过大、病害频发和环境恶化等问题已经日益突出，成为制约渔业发展的瓶颈，深远海养殖是大势所趋。2022、2023年，“深蓝1号”又进行了两次规模化收鱼，验证了三文鱼在中国全周期养殖的可行性。其间，山东海洋集团联合中国海洋大学等单位开展三文鱼苗种繁育、病害防控、冷藏加工等全产业链布局，同时，为扩大生产规模，设计建造了更大更先进的“深蓝2号”，预计明年初投用。按照计划，未来还将建造更多深蓝系列网箱，打造深远海养殖产业集群。

新型渔业装备拓展了我国海水养殖的边界，面对广阔、待开发的深远海，我们不再“望洋兴叹”。围绕黄海冷水团，发力青岛国家深远海绿色养殖试验区，追梦人的脚步从未停歇。

因地制宜建“远海围栏”

“海洋农场1号”“深蓝1号”建成投用后，引发了我国桁架类网箱建造热潮，目前我国四大海区大型深远海桁架类网箱已有40余个。当我国科学家、企业家着力建造桁架类网箱时，国家海水鱼产业技术体系首席科学家、中国水产科学研究院黄海水产研究所（简称“黄海所”）研究员关长涛则开始关注另一种深远海养殖装备——深远海大型围栏。

深远海大型围栏，顾名思义，就像陆地上的围栏一样，是将一部分区域“围起来”，只不过布设地点是在海上。为什么会想到建设这种深远海养殖装备？这还要从关长涛走上网箱研发、推广道路说起。

20世纪90年代，“中日青岛小麦岛真鲷育苗与增殖放流”合作项目在青岛小麦岛基地开展。关长涛在利用

日本的几个小型、木质网箱养殖真鲷时，不幸遭遇网箱被大风浪破坏，2万尾真鲷鱼苗几乎全部逃逸。因此“切肤之痛”，他从此走上了离岸网箱、深水网箱的研制之路，在国家863计划“深海抗风浪网箱的研制”等课题支持下，研发出高密度聚乙烯(HDPE)圆形重力式深水抗风浪网箱，并得到大规模推广应用。

莱州明波水产有限公司（简称“明波水产”）发现，用关长涛的重力式网箱养殖河豚，在适宜的季节，其生长速度可以达到企业此前在陆基工厂化养殖时的三倍，由此逐渐布局重力式网箱，10多年来数量超过200个。但现实问题和市场需求也由此产生。

一是亟需解决规模化养殖现场运营管理难的问题。200多个重力式网箱分布在海上，完全依靠人力进行放苗、投喂、捕捞、管理，逐渐变得费时费力。二是带有网底的网箱（一般要求网底至少离开海底5米以上，以防止网箱网底与海底摩擦受损）无法养殖半滑舌鲷等底栖性鱼类，会造成满足市场需求的适品种选择受限。

带着这些问题，明波水产与关长涛团队进行了研讨，发现莱州湾海域海底走势平缓，离岸10千米的水深仍不足15米，如果采用大型网箱养殖，那么养殖水体将减少三分之一以上，不如研发深远海大型围栏，如此既可以方便养殖管理，也可以充分利用海水垂直空间，养殖底栖生物。

从莱州湾出发，在距离海岸约10公里的远海开放海域，一个足球场大小的圆形围栏静静矗立在海面，这就是关长涛团队联合明波水产研发的我国首座深远海大型管桩养殖围栏“蓝钻1号”。该围栏于2019年投用，整体由嵌入海底的172根钢制管桩和超耐磨性的新型PET网衣组成，养殖水体约16万立方米，与明波水产布设的200余个重力式网箱相当，能抗12级台风、9米大浪。

更为重要的是，“蓝钻1号”集成了饲料投喂、鱼苗投放、渔获起捕、自动监测等多项技术，实现了自动化、智能化管控。“在该平台上，平时只需3个人就可以承担200多吨海水鱼的养殖管理及海上看护等工作。”说起“蓝钻1号”，明波水产副总经理李文升非常自豪。

相较于重力式网箱，深远海大型围栏具有抗风浪能力强、水体交换通畅、养殖面积大、鱼类活动空间广等优点。在“蓝钻1号”的基础上，2021年，关长涛团队联合明波水产又因地制宜研发出养殖水体2万立方米的“蓝钻2号”。也由此，明波水产成为我国发展“陆海接力”海水养殖的典型代表。

走在“蓝钻1号”上，脚下是奔涌的大海，而平台牢固安稳，让人如履平地。科学家与企业家携手，又开辟了一个深远海养殖新模式。

首制深远海“养殖航母”

青岛在攻关“深蓝1号”网箱、“蓝钻1号”大型围栏时，针对养殖工船的研发也早已提上日程。

在中国建造养殖工船，是中国工程院院士、黄海所研究员雷霖多年的梦想。早在1979年，他在自己的作品《未来的海洋农牧场》中就描绘了养殖工船的蓝图。2014年，他

耕牧渔的进程中，从来不乏入局者。但那些“历史性成就”，永远属于早有准备、攻坚克难的那群人。

2018年，我国首个深远海大型渔业养殖装备“深蓝1号”网箱建成交付；2019年，我国首座深远海大型管桩养殖围栏“蓝钻1号”建成投用；2022年，全球首艘10万吨级智慧渔业大型养殖工船“国信1号”交付运营……近年来，以青岛科学家和企业家为代表，一批领域先驱牢牢把握我国海水养殖从近岸走向深远海的发展趋势，研发出3个在渔业领域具有“1号工程”意义的大国重器，领航我国深远海养殖，就是范例。

从0到1，彰显的是敢为人先，创新突破。从1到100，则说明技术成熟，值得推广。当前，“蓝钻2号”养殖围栏已经建成并投入使用；“深蓝2号”网箱完工在即，预计2024年初投用；“国信2号”“国信3号”养殖工船今年已开工建设，预计2024年建成。在3个渔业“1号工程”的基础上，青岛正围绕深远海养殖装备进一步布局。

对历史最好的继承，就是创造新的历史。过去60余年里，青岛依托雄厚的海洋科技自主创新能力，成为我国藻、虾、贝、鱼、参五次海水养殖浪潮的发源地；如今迈上新征程，青岛继续往开来，以深远海养殖装备为支撑，加快引领我国以深远海养殖为代表的第六次海水养殖浪潮兴起。

桁架网箱“深蓝1号”

我国首个深远海大型渔业养殖装备，也是全球最大的全潜式深远海养殖装备，可同时养殖30万尾三文鱼

大型围栏“蓝钻1号”

我国首座深远海大型管桩养殖围栏，养殖水体约16万立方米，能抗12级台风、9米大浪

养殖工船“国信1号”

全球首艘10万吨级养殖工船，全船15个养殖舱承载养殖水体近9万立方米，年产大黄鱼3700吨

作为项目总牵头人，策划并推动我国首艘深远海养殖工船构建工作。不过，雷院士还没有来得及看到项目的重大进展，就于2015年底逝世。在他的儿子雷东心里，将父亲的养殖工船蓝图变成现实，就成了一种责任。

2016年，雷东成立青岛蓝色粮仓海洋渔业发展有限公司（简称“蓝色粮仓”），继续追梦养殖工船，广泛寻求“合伙人”。

与此同时，青岛海洋科学与技术国家实验室（后改称“崂山实验室”）与中国水产科学研究院牵头，联合渔机所、蓝色粮仓等全国37家海洋科研机构、金融机构及企业组建成立深蓝渔业科技创新联盟，并组建深蓝渔业工程联合实验室，旨在先行先试包括养殖工船在内的深蓝渔业关键技术研究及重大装备研发，为掀起第六次海水养殖浪潮做努力。

当时，承建了实验室项目的青岛国信发展（集团）有限责任公司（简称“国信集团”）正在加快进军海洋产业，研究部署产业发展方向。在实验室的搭台下，国信集团对接了长期开展养殖工船建设研究的渔机所团队、蓝色粮仓团队。在深入对接和调研的基础上，国信集团的意愿逐步明确：建立在现代渔业装备基础上的深远海养殖是未来的必然发展方向，要彰显海洋实力，就必须做有技术门槛和产业门槛的事，比如深远海大型养殖工船。

国信集团入局，推动养殖工船项目研发和落地进入快车道，各类资源快速聚集，先后有62家海洋科研机构、金融机构及企业参与。例如，一直关注养殖工船项目的中国船舶集团也在蓝色粮仓的引荐下全力加入。国信集团、中国船舶集团以及蓝色粮仓三方控股企业和基金合资成立了国信中船（青岛）海洋科技有限公司。作为大股东，国信集团组建了由副总经理董韶光牵头的“青岛国信深远海养殖工船创新团队”，加快全球首艘10万吨级养殖工船“国信1号”攻关、建造。

“国信1号”的吨位，与世界上最大的航母相当。用这样一艘“养殖航母”进行海水养殖，没有前例可循。当时，摆在团队成员面前的第一个问题不是“建什么船”，而是“养什么鱼”。经过市场调研和深度研究，确定先养殖具有“国鱼”之称的大黄鱼。他们的理由很简单：这条鱼是我国海水养殖的主要品种之一，产业链相对完善。这条鱼又是最难养殖的海水鱼之一，如果能率先突破，那么后续再养殖其他鱼类都有信心和把握。

这无疑进一步增加了养殖工船的建造难度。众所周知，大黄鱼对声音和振动异常敏感。经试验，水下噪声150分贝是大黄鱼能承受的极限值。这意味着，除去海洋背景噪声，“国信1号”百余台机械设备的运转噪

音必须控制在60分贝以内。60分贝是什么概念？相当于人类大声说话的音量。

攻克关键技术，根本在于人才。国信集团迅速在全国范围内招才引智，从浙江回到青岛担任国信中船（青岛）海洋科技有限公司船舶项目部经理的张有卿便是其中之一。但最初面对养殖工船的降噪问题，已从事船舶行业10多个年头的张有卿也曾一筹莫展。他无数次跟负责养殖的同事说过“做不到”，但得到的回复除了鼓励，还有“你能跟大黄鱼商量一下吗”的反问和调侃。没有什么灵光一闪，张有卿跟团队成员只能逐一确定噪声源，一个个想办法降噪，最终在无数次的推倒重来中找到了最优解。

类似的技术突破不一而足。在渔机所、中国船舶集团、崂山实验室等合作单位的参与和支持下，“国信1号”项目先后突破了船舱舱养、水体交换、减摇减荡、减振降噪、清污防腐、智能集控等六大关键技术，其中，养殖舱减振降噪技术水平超越了我国最先进的静音科考船。与此同时，在中国水产科学研究院的协调及农业农村部部署下，确定了“国信1号”的渔船属性、运营管理试点等内容，为养殖工船管理运行铺平了道路。

2022年5月20日，全球首艘10万吨级智慧渔业大型养殖工船“国信1号”交付运营，标志着我国深远海大型养殖工船产业实现了由0到1的进阶发展。100多天后的金秋时节，“国信1号”满载而归，首批65吨新鲜“船舱舱养”大黄鱼丰富了市民餐桌。

建造养殖工船，世界上许多发达国家都尝试过，但都没有成功。而在中国，几代科学家、企业家接力完成了这一壮举。2023年3月，“青岛国信深远海养殖工船创新团队”被授予“青岛楷模”称号。有人曾问，团队的“制胜法宝”是什么？董韶光言语间满是自豪：“我们干的是一份前无古人的事业，这份自豪感就是动力的源泉。”

值得说明的是，建设、运营“国信1号”期间，国信集团围绕养殖工船产业，打造了大黄鱼从苗种供应到养殖、加工、销售的全产业链条，这意味着后续的养殖工船可以直接“复制”“国信1号”成功养殖大黄鱼的经验。同时，“国信1号”还针对石斑鱼、半滑舌鲷等海水鱼进行了养殖试验，拓展养殖工船主养品种的工作一直在进行。

为加快推动我国第六次海水养殖浪潮兴起，国信集团联合合作单位还在深化布局。今年，两艘更先进环保的15万吨级养殖工船已经开建，将实现养殖全流程机械化率超90%，自动化水平比“国信1号”提高45%，预计2024年建成投产。2027年，国信集团将形成运营7艘养殖工船的规模，包含1艘30万吨级超大型养殖工船。在更远的未来，将持续投资建设50艘养殖工船，努力让养殖工船像高铁一样成为中国的一张亮丽名片。

记者手记

2023年，我国针对深远海养殖的部署备受瞩目。2023年中央一号文件提出，发展深水网箱、养殖工船等深远海养殖。这是“养殖工船”首次写入中央一号文件。2023年6月，我国印发首个关于深远海养殖发展的指导性文件，再次布局深远海养殖。作为深远海养殖实践，因为这座城市已经率先做出了诸多积极尝试。

毫无疑问，深远海养殖装备是支撑深远海养殖发展的工程基础。当前，我国深远海养殖装备主要包括网箱（重力式网箱、桁架类网箱）、围栏和养殖工船，而大型化深远海养殖装备主要包括桁架类网箱、深远海大型围栏和养殖工船。作为深远海养殖加速推进的重要支撑，这三类大型化装备的首台（套）均诞生于青岛。

何以青岛？渔业“1号工程”的奋斗史，是追问，更是回答。



■我国首个深远海大型渔业养殖装备“深蓝1号”网箱。



■我国首座深远海大型管桩养殖围栏“蓝钻1号”。



■全球首艘10万吨级智慧渔业大型养殖工船“国信1号”。