



休渔期，岛城市民能吃到种类丰富的海鲜，这不只是大海的馈赠，也是科研人员用智慧与汗水换来的美味。从“海中贵族”步入平民化，从濒危鱼种走向规模化养殖，从“望海兴叹”到智能养殖装备的研发投用，在青岛这片蓝色深海养殖业的背后，还有一股强大的科研力量在默默深耕、潜心攻关，水产科研改变了海鲜的命运，也丰富了市民的餐桌。近日，本报记者走进中国水产科学研究院黄海水产研究所、中国海洋大学等地，听专家讲述耕海牧渔的智慧力量。

1 梦想照进现实 在黄海成功养殖三文鱼

三文鱼生长在高海拔的寒冷水域，是只能生活在不高于18℃水域的冷水性鱼类。在世界温暖海域成功养殖三文鱼，一度是海洋科研领域不可能完成的“神话”。然而，我国水产养殖专家、中国海洋大学教授董双林却打破了这一“神话”。“每逢夏秋季节，相比于升温的上层海水，在黄海中部洼地深处，有一团5000亿立方米的水体，温度比其他海域都要低，保持在4.6℃—9.3℃之间。这一覆盖海域面积约13万平方公里的水体命名为黄海冷水团。”在董双林看来，黄海冷水团这一世界少见的浅源低温水体，具有良好的养殖冷水鱼的条件。“在经济效益方面，黄海冷水团适合养殖鲑鳟类等高价值的海洋冷水鱼。由于冷水团的水质优良，养殖鱼类的品质上乘，市场售价会高于近岸养殖产品，经济效益可观。在风险防控方面，虽然黄海冷水团离岸养殖易受台风等气象灾害影响，但只要在养殖装备、日常管理等方面做好预防就可降低此类风险。而且，由于远离海岸，只要管理得当，该区域暴发大规模疫病的可能性远低于近岸养殖区。”2012年，董双林提出了利用黄海冷水团养殖三文鱼的设想。在很多人看来，这可谓“异想天开”。董双林带领团队潜心研究，申报了“一种原位利用黄海冷水团低温海水养殖冷水鱼类的方法”等国家发明专利，为化解难题增添了希望。当人们终于相信“不可能”可以实现的时候，董双林孜孜不倦、一刻不停，继续让头脑中的“蓝图”一一实现。2015年，董双林带领研发团队在合作企业倾力支持下，开始实施（沂蒙）山（黄）海接力的“企业+农户”养殖模式，建设陆基苗

种培育基地；2016年，团队培育出第一批三文鱼苗种，并完成从淡水转入海水的驯化；2017年，我国第一艘养殖工船改造完成，并成功地验证了在黄海冷水团海域养殖三文鱼的可行性。然而，这些只是描绘蓝图的“前几笔”。“要解决‘养殖工船—网箱养殖一体化’工程平台的问题，才能使理想最终照进现实。”董双林说道。2018年5月，由中国海洋大学与湖北海洋工程装备研究院联合设计，青岛武昌重工有限公司建造的周长180米、高34米、重约1400吨、养殖水体达5万多立方米的深远海养殖重器——全潜式网箱“深蓝1号”在青岛建成、下水，并完成了工船—网箱一体化平台养殖技术路线验证。2019年12月，黄海冷水团养殖试验成功并通过专家验收，养殖鲑鱼成活率、规格、肉质等指标达到预期目标。这标志着黄海冷水团深远海鲑鳟鱼养殖即将进入规模化生产阶段。2021年6月7日，浩瀚的黄海上，足有两个足球场大的养殖网箱“深蓝1号”，“唰”地冲出水面，网箱从大海深处被拉起。而养殖工船早已在附近游弋等候，然后管道与网箱连接——首批国产深远海养殖三文鱼开始收鱼。见证了这一切从无到有、从始至终的董双林，终于让梦想变为现实。“黄海冷水团鱼类养殖可以称为世界水产养殖史上的创举，是温暖海域规模化周年养殖鲑鳟鱼类的首次尝试。”从1992年在青岛海洋大学获得博士学位，如今已经65岁的董双林还在开发着新的冷水鱼品种，耕牧海上粮仓，是他不变的追求。

科技兴渔：鱼虾欢，渔民乐

记者走进岛城海洋科研院所探寻“蓝色粮仓”背后的智慧力量 海鱼繁育、养殖网箱创制等填补行业空白



运输船将鱼苗投放到养殖网箱。观海新闻/青岛早报记者 张孝鹏 摄

2 南北接力养殖 “面包鱼”经济效益可观

西海岸新区琅琊镇海域，在离岸边约1公里的地方，青岛新洲湖盛渔业有限公司的工作人员正在向养殖网箱里投喂鱼虾做成的饵料，在网箱里来回游动的鱼叫绿鳍马面鲀。“绿鳍马面鲀名字听上去复杂，其实就是岛城市民口中的面包鱼、马面鱼，是我们去年开始养殖的新品种。”现场工作人员告诉记者，以前绿鳍马面鲀捕捞量很大，价格也很便宜，是市民眼中的“平民鱼”。上世纪90年代以来，由于过度捕捞、环境恶化等原因，导致绿鳍马面鲀的数量、捕捞量减少，价格也越来越高，如今一斤能卖到70元甚至上百元。“在青岛，绿鳍马面鲀采用南北接力养殖的方式。北方海域到了冬天气温低，鱼苗难以越冬。于是到了冬天，我们会把它们运到南方过冬。从北方基地运到南方，一般只需要四五天的时间，一次能运输10多万斤。”青岛新洲湖盛渔业有限公司负责人冷春海介绍，今年4月份的时候，他们便通过运输船将鱼苗从南方拉回青岛进行养殖。这种南北接力养殖的方

式，是中国水产科学研究院海水水产研究所攻克难题。2006年，中国水产科学研究院黄海水产研究所陈四清研究员团队开始绿鳍马面鲀人工繁育试验研究。“绿鳍马面鲀适宜生活的温度是9℃到29℃，青岛海域适合生长的月份在5月到10月。因此10月份左右，便要运往南方海域养殖。”陈四清带领团队研究鱼的生长环境，终于掌握了繁育技术，解决了绿鳍马面鲀育苗时间人工不可控的难题，打造了目前这种南北接力养殖的方式。同时，陈四清和团队研究发现，绿鳍马面鲀刚出生以后的第一次进食，如果吃不到想吃的饵料，便不会再吃东西，直到饿死。发现越冬。于是到了冬天，我们会把这个规律后，他们研究出了合适的饵料，成功突破了难以大规模育种的瓶颈。陈四清表示，绿鳍马面鲀对于青岛发展深远海网箱养殖，打造“蓝色粮仓”，是非常适合的一个品种。绿鳍马面鲀生长周期较短，目前销售价格较高，有望给养殖企业带来可观的经济效益。

3 首次人工繁育 黄条鰺养殖国际领先

一条几十公斤的鱼，体型大、生长周期短、出肉率高、肉质鲜嫩、营养丰富，甚至可以媲美金枪鱼，这便是集万千优点于一身的黄条鰺。中国水产科学研究院黄海水产研究所研究员柳学周介绍，黄条鰺体型大、性凶猛，在北方被称为“黄犍子”“黄犍牛”，因其力大犹如犍牛而得名。黄条鰺是一种大洋性经济鱼类，随季节变化做周期性洄游，在全世界范围内都有分布。“黄条鰺也是高档食用性鱼类，以往一直依靠捕捞野生资源，导致全球范围内黄条鰺自然资源严重衰退。”柳学周说，此前世界上很多国家都在进行人工繁育黄条鰺的试验，但由于这种鱼从产卵到成熟，与其它鱼类有很大差别，世界各国的人工繁育技术均不成熟。于是，2013年，柳学周和团队启动黄条鰺人工繁育项目，从野生鱼驯化开始，开启了数年的人工繁育之路。如何让野生黄条鰺克服“水土不服”，起初就让科研人员费了不少劲。“我们设法从温度、光照、营养等环节入手，给黄条鰺提供最佳性腺发育的环境条件，帮助其实现室内自然产卵，以求让我们获得良好的受精卵。”柳学周说。黄条鰺是一种非常“有

个性”的鱼，这种鱼应激反应强烈，在遇到科研人员用手或者容器捕捞时，鱼儿甚至会因受惊而产生痉挛，死亡率较高，这种敏感特质也给研究工作带来了不少困难。从陌生到熟悉，柳学周带领团队克服重重障碍，摸清了黄条鰺的生活习性、培育环境条件、生长发育的生理特征以及饵料偏好等。数年来，他们攻克了黄条鰺野生鱼驯化、亲鱼“海陆接力培育”、人工综合调控亲鱼性腺发育成熟、自然产卵等技术难关，获得了批量受精卵。2017年，团队采用工厂化育苗方法，摸清了黄条鰺早期发育规律、饵料系列、苗种中间培育等关键技术，培育出平均体长13.6厘米、平均体重28.4克的黄条鰺大规格苗种数万尾，取得了人工繁育的成功，也标志着我国在该技术上达到国际先进水平。2019年至今，他们开展人工苗种的深水网箱养殖和陆基工厂化循环水养殖等养殖模式研究，为黄条鰺养殖产业的发展提供了技术支撑。柳学周表示，伴随着育苗单位、企业越来越多，黄条鰺养殖将逐步实现产业化，相信“青岛籍”黄条鰺未来会大量走上市民餐桌。

4 创制智能装备 填补深海养殖技术空白

岛城海鲜品种的华丽蜕变，离不开科研人员的精心研发、培育，也少不了他们对养殖智能装备的设计创新。近年来，在国家重点研发计划“蓝色粮仓科技创新”重点专项“开放海域和远海岛礁养殖智能装备与增殖模式”项目的支持下，我国深远海养殖科技创新取得了重要进展和成效。“我们创制出深远海大型智能网箱、工程化围栏等新型装备，建立了重要经济鱼类的陆海接力养殖新模式，为突破深远海养殖高海况环境制约瓶颈提供了设施装备与技术模式支撑。”项目负责人、中国水产科学研究院黄海水产研究所鱼类养殖与设施渔业研究室主任关长涛说道。其中，首创的两款深远海大型智能养殖网箱，填补了我国30米深海域大型网箱智能化养殖的技术空白。“该成果突破了桁架透水结构设计、动平衡升降控制、自动提网等核心技术，研发了饲料投喂、鱼群监控、环境监测、渔获起捕、水下洗网、管控平台等自动化与智能化操控装备，创制出潜浮坐底式和半潜桁架

式两款深远海大型智能网箱，可抵御12—17级台风。”关长涛说，网箱成功进行了养殖示范，解决了强台风等高海况下养殖设施与圈养生物安全保障及远离岸线操控管理不便等技术难题。两款网箱已在南海区和黄渤海区应用7台套，示范养殖优质鱼类70余万尾，入选了2020年中国农业农村10项重大新装备。此外，关长涛主持研制的大型管桩围栏养殖设施与装备，创建了开放海域工程化养殖示范样板。“该成果突破了钢桩防腐处理、桩基精确定位、侧网防逃固定、网衣安全装配等系列关键技术，配套研发了大水面饲料投喂、成鱼收获、鱼群监控等操控装备，创制出养殖水体达16万立方米的大型养殖围栏新设施，构建了多种鱼类混养和特定养殖种类的陆海接力养殖新模式。”关长涛表示，成果应用已在黄渤海区建造大型养殖围栏3座，养殖斑石鲷、黄条鰺等名优海水鱼类16.2万尾，应用前景广阔。该成果入选2021年中国农业农村10项重大新装备。

■规划

建设“蓝色粮仓” 打造“青岛模式”

相对于古老而又浩瀚的海洋，海水养殖科学依然年轻，探索创新永远在路上。日前发布的《青岛市“十四五”海洋经济发展规划》指出，要高标准建设“蓝色粮仓”，高起点规划海洋水产种苗业。青岛将依托海洋生物遗传育种研发力量，整合海洋生物种质资源库，培育、研发、引进一批优质海洋生物种质，建设海洋渔业生物遗传育种基地，推进即墨区、西海岸新区等水产苗种产业化基地建设，以刺参、对虾、贝类、鱼类、藻类等主要品种为对象，开展种质创新研究，打造全国一流的水产种苗研发中试基地。充分发挥规模化育苗企业的种质研发基础和苗种繁育能力，打造省级以上水产原良种场。以产业发展需求为引导，采用高新育苗技术，实现良种研发、亲本保存、苗种繁育、疫病防控等功能集聚，打造现代化海洋生物种质培育基地。规划指出，青岛将打造海洋新兴产业增长引擎，提升海洋装备制造自主化水平。提升海洋装备研发制造能力，结合优势创新资源，推动产学研联合设计研发海洋高端装备，提高关键设备国产化率。发展大型养殖工船、深海智能养殖网箱等深远海养殖渔业装备。

■延伸

岛城有个全国最大 渔业种质资源库

去年10月，国家海洋渔业生物种质资源库在中国水产科学研究院黄海水产研究所揭牌。这是我国迄今投资规模最大、保存规模最大、设施最先进的海洋渔业种质资源库，标志着我国水产种质资源保存与利用水平、海洋渔业生物多样性保护能力迈上了新台阶。资源库主要建有海洋渔业生物基因资源库、细胞资源库、微生物资源库、活体资源库、群体资源库以及海洋渔业生物种质资源数据处理中心和大型仪器设备共享中心。其中，海洋渔业生物活体资源库及配套实验室承担海洋渔业生物活体种质保存工作，涵盖鱼、虾、蟹、贝、藻、海参，包括大菱鲆“多宝1号”、中国对虾“黄海1号”等黄海水产研究所培育的16个国审新品种核心种质。记者从黄海水产研究所了解到，资源库根据我国不同海域海洋渔业生物种质资源保护需求，构建现代化的渔业生物资源保存平台，实现海洋经济种、生态种、特有种、稀有种和濒危种等重要生物资源全覆盖，打造国际一流的国家级水产种业共性关键技术创新中心、海洋渔业生物多样性保护中心及种质资源共享服务中心，支撑水产种业振兴行动和渔业绿色高质量发展，服务国家海洋强国战略。本版撰稿 观海新闻/青岛早报记者 杨博文 钟尚蕾