

习近平总书记强调，推进中国式现代化必须推动海洋经济高质量发展，走出一条具有中国特色的向海图强之路。科技创新对海洋经济高质量发展具有重要驱动作用。建设海洋强国，必须进一步关心海洋、认识海洋、经略海洋，加快海洋科技创新步伐。近年来，我国积极提高海洋科技自主创新能力，强化海洋战略科技力量，培育发展海洋科技领军企业和专精特新中小企业，为海洋经济高质量发展注入强大动能。近日，本报记者走进海洋产业生产一线，感受“蓝色引擎”的澎湃动力。

——编者

耕海牧渔，大黄鱼游出好品质

本报记者 郁静娴

浙江温州市洞头区鹿西岛东南侧，距离岸线25公里处的海面上，一个巨大的圆形网箱随着涌浪轻轻摇曳。这座海上渔场，周长足足有384米。

“大”有何优势？超大空间网箱，提供了大水量、强水流环境，大黄鱼能游出更加修长的条形，提升品质。”黄鱼岛海洋渔业集团有限公司董事长石福明说。

瓯江、飞云江和鳌江由温州入海，三江带来的丰富营养盐，以及江海咸淡水交汇的独特水域，让这里成为重要的黄鱼产地。

养好黄鱼，海洋渔场只是“大”还不行。深远海养殖最怕台风，还需打造出抗风性更好、体积更大、耐腐蚀更强的网箱。

“强风浪来袭时，普通的硬性结构容易断裂。我们以柔克刚，采用改良的高密度聚乙烯做网箱，网箱顺着涌浪运动形成缓冲，大幅增强了抗疲劳抗屈服能力。”石福明说，应用高强度叉合式多点

锚泊系统后，不同风浪向上的受力也更加均衡。2021年7月，台风“烟花”来袭，温州近海最大风力高达15级，这座渔场安然无恙。

与众不同，还体现在智能化上。渔场管理人员毕贊点开手机软件，养殖环境的溶解氧、酸碱度、氨氮、水温等实时参数一目了然。渔场还配备了智能清淤系统，利用传感器实现在线水质检测，定期清理渔场中的粪便、淤泥。“人工清理，过去一年一次，现在一天自动清淤4到8次，在大幅降低大黄鱼得病率同时，还能减少对海洋环境的影响。”毕贊说。

石福明介绍，适合大黄鱼生长的水流强度大约是每秒0.8米。根据涌浪强度和水流速度，渔场在6个养殖区设置了多样化的养殖装备。

在中国科学院声学研究所等单位共同支持下，无网声波海洋牧场落户鹿西岛海域。这片养殖海湾三面环

山，面积达160亩，相当于300多个周长60米的普通深水网箱。靠海开口一侧的岙口没有物理围网，由10个浮标发出特定声波，织成一张隐形的“声波屏障”。

新型“海洋试验田”，不仅让大黄鱼更接近野生状态，还有助于解决种质退化难题。今年4月，这座声波渔场迎来新放流的3万尾大黄鱼幼鱼。“这些幼鱼是野生岱衢族大黄鱼繁育的后代，无网养殖环境能更好模拟野生训练场，为大黄鱼野化训练关键技术及自然种群的恢复研究做技术积累。”浙江海洋大学党委书记严小军教授说。

据介绍，去年温州大黄鱼养殖产量1.7万余吨，产值突破15亿元。“在规范养殖技术标准的同时，我们鼓励经营主体立足各自生产实践持续创新，探索深远海养殖模式，让温州的生态大黄鱼品质更好、游得更远。”温州市农业农村局副局长徐雄说。

揽风蕴能，源源绿电海上来

本报记者 刘晓宇

“看！这就是大容量风机的‘奥林匹克赛场’。”海天一色，海风劲吹，站在福建福清市沙埔镇的牛头尾码头，周兴政远眺西北侧兴化湾的辽阔海域，抬手一指，眼神中满是自豪。

只见59座风机在海面上整齐排列，长长的叶片在海风中徐徐转动。这是三峡集团布局的福清兴化湾海上风电场，总装机容量357.4兆瓦。

近年来，福建海上风力发电实现快速发展。福建海上风电机理蕴藏量超过1.2亿千瓦，截至2025年5月，福建海上风电装机容量已达383万千瓦，风电利用小时数连续12年位居全国第一。

作为三峡集团福建分公司生产管理部负责人，周兴政熟悉风电机组的测试、建设、应用。“福建沿海风力资源得天独厚，什么样的风电机组最适合应用，这需要反复验证。为此，兴化湾海上风电场项目一期启动时，吸引国内外8家知名

风机厂商生产的风电机组同台竞技。”周兴政说。

同台竞技，也是技术的消纳、转化过程。“我们在各家机组建设过程中积累了大量经验，并很快应用到后续项目中。”周兴政举了一个例子，“很多人以为风机是一体安装的，实际上从兴化湾二期项目开始，我们创新单叶片吊装的方式，就像拼积木一样，施工更便捷也更安全。”

离岸更远，海水更深的项目，如何科学建设？位于福州市东部海域的长乐外海海上风电场A区项目，是同期国内首个“双40”（离岸40公里、水深40米）海上风电项目。“风高浪急是常态，一年施工窗口期只有106天。”周兴政说，为紧抓窗口期，“吸力式导管架基础”被创新应用。项目创造了“一天安装3个四桩导管架”“3天完成5个吸力筒”的海上风电建设“超级速度”。

“建设海上风电，国产化装备成为主

流。”周兴政说。顺着海岸线一路向南，位于漳州市漳浦县的六鳌海上风电场二期项目，是全国第一个批量化使用国产16兆瓦超大容量海上风电机组的项目。该项目标志着我国海上风电大容量机组在高端装备制造能力上实现重要突破，达到国际领先水平。

风从海上来，电送千万家，把清洁能源用好也是重大课题。今年初，位于平潭岛的共享储能电站项目（一期）顺利送电，这是福建省首个大型集中式共享储能电站。“项目不仅能为平潭海上风电产业发展提供配套储能，还能提高海上风电消纳能力。”国网福州供电公司发展部副主任郭碧媛说。

眼下，福建已形成风力发电机、风机结构件、风机总装、叶片生产等海上风电全产业链生产格局，实现海上风电高端装备本地造。“海上风电正加速前行，我们信心满满。”周兴政说。

海中挖潜，小海藻撬动大产业

本报记者 李慈

在不少人眼中，海藻不过是餐桌上的家常菜。可这看似寻常的海产品，其实蕴藏着巨大的开发潜力。

在山东青岛明月海藻集团有限公司的实验室里，副总裁张德蒙轻捻一撮如细雪般的粉末：“可别小瞧它，1克价值超过1000元。”

这种比黄金还贵的物质，是从海藻中提取的天然高分子海藻酸钠，一种能治疗肿瘤、糖尿病、心力衰竭的高端医用材料。

在中国科学院大连化学物理研究所读博期间，张德蒙所在的团队成功制备出体内植入要求的组织工程级海藻酸钠。然而，“做实验”与“搞生产”差别巨大，该成果在长达10年里未能实现产业化。

2016年，张德蒙博士毕业，加入明

月海藻，成为一名高级工程师，负责组织工程级海藻酸钠研发及产业化工作。

“当时国外一家公司垄断超纯海藻酸钠市场30年，在国内做研发，就是一个‘从0到1’的过程。”张德蒙回忆，在超纯海藻酸钠的产业化过程中，最大的挑战在于工艺过程、技术参数等关键环节无可参考，团队工程化经验几乎为零。

办法总比困难多。张德蒙带领团队从最简单的过滤、吸附做起，到复杂的萃取、梯度洗脱，再到更复杂的热源脱除及过程无菌控制。所有涉及的工艺、设备，他都要实地考察、测试，确保万无一失。

在至关重要的微孔过滤环节，筛选几十种滤膜后，团队最终创新研制出折叠滤膜，操作仅需30分钟，方便高效。

本报记者 姚雪青

6月底，由江苏新时代造船有限公司建造的两艘超大型油船顺利从江苏靖江离泊，以编队形式试航。这两艘巨轮采用了业内前沿的LNG清洁绿色能源及传统燃油双动力设计，环保性能达国际领先水平，预计7月中旬交付希腊及新加坡船东，将驰骋于繁忙的海上丝绸之路。

什么是LNG？为什么要建造这样的船舶？“根据国际海事组织提出的减排目标，2030年全球海运活动的二氧化碳平均排放量与2008年相比至少降低40%，‘零’或‘净零’排放技术、燃料及能源的应用在国际航运中的占比至少达到5%。”江苏新时代造船有限公司副总经理张忠林介绍，以LNG（液化天然气）为主燃料的双燃料动力船，大大降低了海洋运输中的二氧化碳排放，成为国际海运市场的“抢手货”。

然而，建造这样的海船非常不易。研发团队成员、公司船舶设计研究所开发室主任孙权介绍，装载8000立方米液

化天然气的B型燃料舱，需满足零下163摄氏度极低温工况下疲劳寿命超过40年、贯穿焊缝“撞住”15天以上等待维修等一系列指标，长期以来相关技术被国外垄断。为在这一新赛道上抢抓发展机遇，2022年，国内造船龙头企业江苏新时代造船有限公司组建研发团队攻关LNG燃料舱关键技术。

“科研攻关的最大难点在于，通过虚拟仿真进行大量复杂的结构计算，检验燃料舱特别是焊缝在各种极端工况下的疲劳寿命。”孙权介绍，科研团队逐一分析燃料舱在海上航行中受到的船体结构、携带液体的摇晃、表面压力等9个应力成分，对应归纳为12种焊缝焊接类型。团队在此基础上搭建精准3D计算模型，将燃料舱划分为16万个网格计算单元，历时3个多月，按类型完成全部疲劳裂纹计算。

计算的数据，成了图纸上建造燃料舱的参数。2024年10月，首个由我国船

厂自研建造的B型燃料舱，成功在交付海轮上正式投用——这标志着我国海船制造产业朝着高端化方向迈出重要一步。

“目前，船厂已建造了34艘LNG双燃料动力船。新船用上LNG燃料后，降低二氧化碳排放20%，降低氮氧化物、硫化物排放近100%。”张忠林介绍，目前手持订单的100多艘船舶中，超60%是LNG双燃料动力船。

在龙头船企带动下，“造船之乡”江苏靖江逐步成为LNG双燃料动力船的技术策源地和产业承载地。记者从靖江市工信局获悉：1至6月，靖江实现造船完工量43艘340.6万载重吨，手持订单量399艘4404.5万载重吨，载重吨同比上升41.9%，骨干船企生产计划已排至2030年。其中，以LNG双燃料动力船为主的清洁能源船舶完工量占总完工量55%，手持清洁能源船舶订单占手持订单总量比重超过70%。

④科技视点

为海洋经济高质量发展注入澎湃动能



②



④



本版责编：喻思南
版式设计：沈亦伶



③



⑤

海水淡化，产业发展解了“渴”

本报记者 靳博

走进天津经开区南港工业区，满眼是高耸林立的化工设备，这是天津市石化产业的主要承载地。

园区往东，是防波堤。“瞧，我们的取水口就在那儿。”跟着先达（天津）海水资源开发有限公司首席执行官杨宏飞登上防波堤，只见远处一座取水泵房在海浪中闪现，两条直径1.2米的取水管向岸线延伸。

“这是国内首座栈桥式取水大型海水淡化项目。”杨宏飞说，通过“取水头部—泵站”一体式取水设施和栈桥式海上输水管线实现近岸取水，海水一直输送到10多公里外的厂区。

天津缺水，如何满足石化企业对淡水资源的需求？转身便是渤海湾，只要有合适的淡化技术，我们不愁没水用。”天津经开区生态环境局局长周弘泽说。

发展化工产业，规划需先行。作为南港工业区规划的唯一工业水源，先达海水淡化项目去年11月完成

建设。项目一期全年可替代、节约淡水资源超过5000万吨，目前为中石化大乙烯、华电、中石化催化剂、渤化等重大项目稳定日供水近5万吨。南港工业区由此成为全国首个以海水淡化为主水源的化工园区。

先达海水淡化项目有何不一样？指着超滤模组，杨宏飞告诉记者，这是国内最大规模的双膜法海水淡化工程，结合使用超滤膜和反渗透膜实现海水的淡化，去除海水中大分子有机物、胶体和细菌等物质后再进入反渗透处理环节。项目创下多个“第一”：单套一级RO反渗透装置日产淡化水3万立方米，是目前国内单机规模最大反渗透装置；一期日产淡化水15万立方米，是目前国内单机规模最大淡水生产装置。

淡化水价格咋样？

“和市政供水一样，淡化海水很多指标上反而更适应工业生产。”杨宏飞说，“比如，传统流程下，发电需要

将自来水进一步处理为低腐蚀性的脱盐水，100吨自来水只能生产75吨脱盐水，而100吨淡化海水可生产超过91吨脱盐水，成本上就省了不少。”

来到车间一侧，记者看到一条崭新的生产线，“这条新组建的生产线日产3万吨水，高压泵、增压泵、能量回收装置和反渗透膜等全部设备实现了国产化。”杨宏飞介绍，生产线不久就将投产，未来不但可以满足生产需要，还能为海水淡化关键装备国产化提供大规模工程应用平台。

围绕海水淡化项目，南港工业区还构建了循环产业链和能源循环体系。海水淡化产生的浓盐水计划输送给下游企业再次利用，形成“海水淡化—提溴—绿电—盐化工”循环经济产业链。在相关部门联合发布的“2024年重点用水企业、园区水效领跑者名单”中，南港工业区成为天津首个获此荣誉的园区。