

清洁能源替代传统燃油，自动驾驶、自动作业已成现实——

中国造船业试水绿色智能

本报记者 康朴

清洁能源替代燃油、智能化系统替代人工，变革不仅席卷汽车领域，也在船舶领域方兴未艾。氢燃料电池、磷酸铁锂电池、双燃料动力、油电混合动力等多种动力系统，用于客船、货船、工程船舶、工作船舶等各类大小船舶，在内河航运、水域清洁、海上运输等多种场景中初露峥嵘。

中国造船业千帆竞发，追赶着绿色智能的时代浪潮。



智慧航海（青岛）投资建设的“智飞”号。

受访企业供图

低碳环保，船舶换上了新能源

最近，在长江宜昌段，一艘游轮来往穿梭，引人注目。旅客上船后，无论在甲板上还是船舱内，都听不到发动机轰鸣，也闻不着刺鼻的柴油味，耳畔只听得风浪声声，目之所及皆是醉人江景。

它就是“长江三峡1”号，是一艘纯电动游轮，长100米，宽16.3米，有4层楼高，由三峡集团和湖北三峡旅游集团合作研发建造，是个名副其实的“大家伙”。

这么大的船，得用多大的电池？

“‘长江三峡1’号有4个电池仓，配备720块宁德时代磷酸铁锂动力电池包，载电量7500千瓦时，相当于100多辆电动汽车电池容量的总和，是全球电池容量最大的船舶电池，动力全部实现国产化。”三峡集团三峡电能公司技术管理部业务经理张豫说。

电能替换柴油，没了恼人的噪音和异味，也没了柴油发动机不时的震颤，船行更平稳安静。“电力源自三峡清洁水电，相比传统动力船舶，每年可替代燃油530吨，减少各类有害气体排放1660吨，真正实现零排放。”张豫说。今年3月首航以来，“长江三峡1”号已航行40余次，累计载客约3万人。

不仅是载客船舶，也不仅是磷酸铁锂动力电池。氢燃料、液化天然气、甲醇等清洁能源替代传统燃油，应用于客船、货船、工程船舶、工作船舶等各个领域的大小船舶，成为全球绿色低碳转型趋势下航运业的新选择。

“船舶是影响大气和海洋环境的重要排放源之一，全球绿色低碳转型趋势下，船舶制造厂商必须不断通过新技术、新设备的研发应用，适应市场变化。”中国船舶集团广船国际副总工程师何光伟说。

前不久，广船国际建造的4.99万吨甲醇双燃料化学品船首制船在广州完工交付，这是中国建造的第一艘采用甲醇双燃料动力的绿色船舶。

“它采用了甲醇双燃料驱动系统，可采用燃油、燃油水合物、甲醇、甲醇水合物4种燃料模式驱动。这艘船配置了前置导管、消涡鳍等多种节能装置，有效提高推进效率，节约能源消耗，降低船舶运营成本。经过验证，可以减少75%的碳排放、15%的氮排放和99%的硫及颗粒物排放。”何光伟说。

在清洁动力船舶领域，广船国际已布局多年，早在2017年就交付了国内首艘千吨级纯电动零排放自卸船。据了解，目前广船国际手持双燃料动力船舶订单38艘，除甲醇双燃料外，在建的还有采用LNG（液化天然气）双燃料、混合电力等方式推进的船舶，该公司在绿色船舶设计建造领域达到世界领先水平。

“绿色环保、智能安全、灵活经济的船舶更受市场青睐，促使船舶制造不断革新技术，也为中国造船企业打开了新的市场空间。”何光伟说。

“大块头”“小快灵”，都有“大智慧”

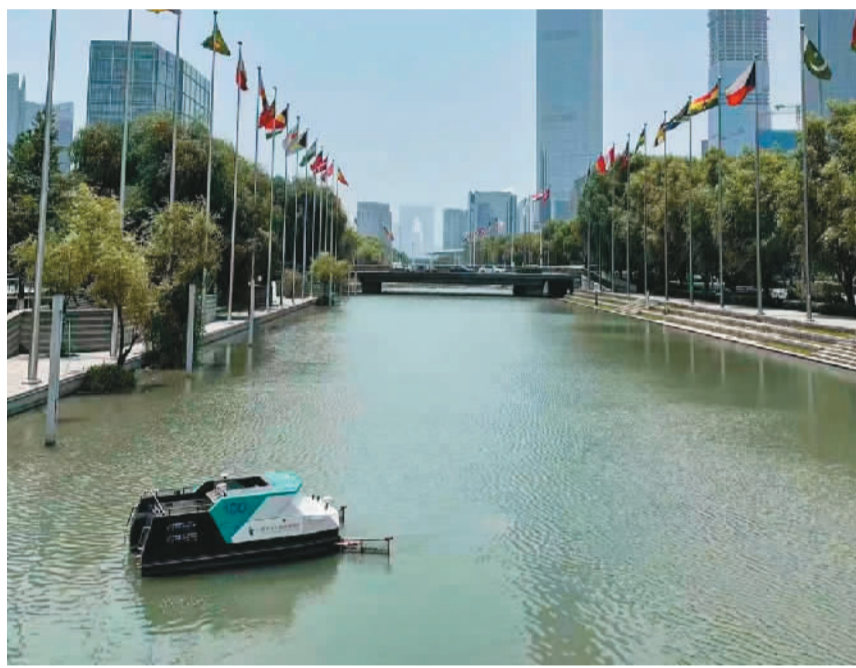
和新能源汽车一样，清洁能源在船舶领域的大规模应用也带来船舶智能化程度的提高，新能源船舶越来越“聪明”。自动驾驶、自动作业等在汽车上逐渐推广的复杂功能，也在船舶上实现应用。

通过远程操控设置好作业任务，无人清洁船便沿着预定线路作业，不一会儿就满载水草和漂浮物顺利返航，环卫工人无需下水，只需在岸边倾倒垃圾筐即可。电量低了，无人船也会自主返航、充电，再投入作业。

这是江南水乡苏州的日常。在这座水系四通八达的城市，水面环境维护任务繁重，依靠传统人工方式打捞，不仅效率低、成本高，还有一定危险。

“两名工人每日工作8小时，可以完成负责45亩水域的日常维护；而我们的无人自动驾驶清洁船smurf，即使98%的水域布满漂浮物，7.5小时内就能完成70亩水域清洁任务。在极端天气下，传统水域清洁方式面临许多困难，无人船的应用可以改善安全性和效率问题。”欧卡智船首席执行官朱健楠做了一番对比。

“我们在苏州落地的titan清洁船维护面积在100亩到150亩之间，配合无线充电岸基，无人驾驶清洁船成功取代人工。依靠船上搭载的水质监测模块，还能对污染源进行追踪，更好保护这座水上城市。”朱



欧卡智船无人驾驶清洁船。

受访企业供图



中国船舶广船国际甲醇双燃料船首制船。

三峡集团“长江三峡1”号电动游轮。

毛翔春摄

健楠说，欧卡智船的无人驾驶制草船、清洁船等成功取得多项技术突破，产品不仅获得国内客户认可，还走出国门落地10个海外国家。”

再把目光投向海上。在山东青岛港至董家口港之间，满载集装箱的“智飞”号乘风破浪。这是中国自主研发的首艘自主航行300TEU集装箱船，是一艘油电混合动力船。别看块头大就觉得是个“笨家伙”，它的“头脑”一点也不简单，弧形驾驶室控制台，多种智能设备、行船数据、航海地图等显现了满满的“科技范儿”。

“‘智飞’号能够实现航行环境智能感知认知、自主循迹、航线自主规划、智能避碰、自动靠离泊和远程遥控驾驶等功能，并通过5G、卫星通信等多网多模通信系统，与港口、航运、海事、航保等岸基生产、服务、调度控制、监管等机构和设施实现协同。”“智飞”号投资建设主体智慧航海（青岛）科技有限公司董事长姜海鹰说。

无人化对航运业有多重要？

“海上枯燥的工作环境和航海的危险性，导致船舶管理成本高企和船员短缺，智能航运对船东有巨大经济效益。而且，未来一个时期是全球智能航运技术竞争的‘关键赛程’，谁能率先突破智能航运关键技术并实现广泛商业化应用，谁就掌握智能航运发展的先机和主导权。”姜海鹰说。

“‘智飞’号的示范应用，标志中国在船舶智能航行技术研发与应用领域走到了世界前列，是中国船舶由人工驾驶向自动驾驶转变、构建基于岸岸协同的智能航行与控制技术体系和标准的关键一步。”牵头“智飞”号智能航行系统总体设计方案的交通运输部水运科学研究院智库首席专家张宝晨说。“智飞”号在山东港口间运行过程中，还将探索集装箱无人化码头的岸岸协同作业，这对于打造智能航运综合示范区具有重要意义。

产业协同，划出国产船舶的新航迹

全球最大、国际先进、国内首艘……在复杂程度高、综合性强的船舶制造业，一项项重大创新的背后，往往是产业链协同攻关的结晶。拿“长江三峡1”号来说，其“全球电池容量最大的船舶电池”这个“全球之最”，就是这样得来的。

“电池舱容积有限，配置过多电池，则会占用船舶过多体积和重量，影响整体设计建造。”张豫说，“水域航行条件也比公路复杂得多，比如水汽侵蚀就会对动力电池安全构成威胁，保障大容量电池安全运行至关重要。”

此外，避免电池组间的电磁干扰、大容量电池充电难等也是绕不开的坎。张豫参与了“长江三峡1”号研究论证、项目管理等全过程，动力系统是他花精力最多的部分。“我们和船舶设计单位、动力系统集成单位、动力电池供应商等一起，共同进行科研攻关。”张豫说。

“我们用大容量高能量密度磷酸铁锂体系电芯提供动力，并对每颗电芯提供电压和温度监测，全力保障‘动力心脏’安全稳定。”“长江三峡1”号动力电池供应商宁德时代相关负责人说。

“在各方共同努力下，‘长江三峡1’号在电池组连接方式、高压互锁与紧急断电、耐高温和耐腐蚀处理等方面实现技术突破，确保电池系统机械安全、电气安全、环境安全和热安全。”张豫介绍。

客观地讲，与发展更快的新能源汽车不同，电动船舶仍处于市场发展初期。“目前国内市场对电池、混合动力船舶的认可度有待提升。船舶电动化发展急需国家政策导向和支持，推动产业链相关企业攻克电力推进关键技术，掌握关键核心装备生产能力，形成配套完善、运作有序、自主可控的产业体系。”何光伟说。

“未来我们将持续开发更有竞争力的高安全、长寿命动力电池，加强产业合作，加速对电机、电控、电池的综合能力整合，提升三电整体性能，更好服务于电动船舶。”宁德时代相关负责人表示。

智能化方面，交通运输部水运科学研究院副研究员于巧琳认为，智能航运各要素发展不均衡，航行保障、监管、服务发展速度相对较慢，制约整体协调发展。“部分装备器件自主化程度较低，产业创新链条不完整，也限制了国产智能航行系统的技术水平和市场竞争力。”

不过，面对智能化船舶这片蓝海，相关企业充满期待。“提高船舶智能化水平乃至最终实现无人化，将是航运业发展的必然趋势。随着云计算、人工智能和大数据等技术不断突破，一些关键技术正在发展完善。作为中国企业，由衷盼望我们能在全球智能航运竞争中留下自己的航迹。”姜海鹰说。

为船舶装上清洁的“心脏”

王晶玥

会产生二氧化硫等其他废气。以江苏省为例，该省内河流域航行年燃油消耗量超2700吨，排放8000多吨二氧化碳，给环境带来沉重负担。船舶渗出的油污和运行时的轰鸣还会造成水体和噪声污染，影响环境和人居。相较之下，新能源动力通过充电或燃烧清洁燃料，能够大大降低碳排放，有利于实现“双碳”目标。

为船舶安装一颗更清洁的“心脏”，技术支持得跟上。一方面，不同于在陆上驰骋的汽车，航行中不可控因素更多，气象、水文等自然条件对船舶影响大，必须采用

安全且稳定的动力源，才能保障航行顺利。另一方面，充电桩可以定点设在马路边、小区里，这种模式却无法搬到水面上，加之电池在低温情况下耗电更快，如何保证续航时间？能否设立足量水上LNG（液化天然气）加注站？这都是中国绿色船舶制造业需要进一步思考的课题。

船上其他设备的动力源向“新”而行，不是只更换动力就“万事大吉”。一旦出现动力源受损失电、起火等紧急情况，船上人员难以及时疏散，水上逃生困难。因此，动力稳定运行的同时，确保人员

安全、做好应急预案也在技术研究范围内。可喜的是，难题正被接二连三地破解，显现出中国新能源船舶业澎湃的探索热情。

政策支持拓宽其“成长”之路。使用新能源动力，不仅需要制造商勇于创新，也离不开顶层设计的鼓励与保护。中央和地方从强化自主设计建造能力、规范生产标准、开设试点、扩大应用规模、发放动力改造补贴等方面推出了系列政策，解决发展中的堵点难点，助力新能源船舶平稳前行。反过来，发展中出现的新现象、

新问题，也将推动一系列政策文件和法律法规制度出台，促进、引导行业稳健成长。

柴油从被人类提取、不断加以完善到逐渐代替煤炭，经历了漫长时间。新能源动力技术同样要走一段研发推广长路。船舶制造企业应加紧科研步伐，在更短时间内给更多船舶装上一颗“清洁”、“安全”的“心脏”，助推中国新能源船舶驶向更美好的未来。

品牌论

近年来，一批中国“首艘”相继亮相：2020年底，首艘千吨级纯电动客船在长江武汉段首航；去年8月，首艘超级电容新能源客渡船在南洞庭湖下水试航；同年，首艘以高温甲醇燃料电池为动力的示范游船在佛山仙湖首航；不久前，首艘内河氢燃料电池动力工作船开工建造……一项项技术成果，折射着中国船舶制造业在改进动力上取得的一次次突破。

动力源决定轮船是否行得远、行得稳。从最早依靠船桨和帆，到后来的煤炭和燃油，改进动力源一直是船舶业发展的重要课题。如今，柴油是应用最广的船舶动力来源。截至2019年，中国90%以上的船舶仍采用柴油动力系统。

随着“双碳”目标提出和低碳理念普及，柴油动力船的劣势逐渐体现——燃烧1千克柴油约排放3.03千克二氧化碳。同时还