中国产业发展促进会氢能分会 中国石油化工股份有限公司 协办

“氢舟”已过万重山：燃料电池加速船舶动力变革

近日，搭载中国船舶第七一二所氢能源动力系统的“三峡氢舟1号”下水仪式在江龙船艇中山科技园举行。作为国内首艘入级中国船级社（CCS）的500kW氢燃料电池动力工作船，“三峡氢舟1号”项目的突破，为我国氢燃料电池船舶推广提供了重要的理论基础和实践案例。

氢能作为一种来源广泛、清洁环保的新能源，有能量转换效率高、零排放、无污染等优点，具有广阔的应用前景。江龙船艇科技股份有限公司（以下简称“江龙船艇”）率先布局氢燃料动力船艇的研发，与国内知名企业合作成立中山市氢能源船艇研发中心，全面聚焦氢能源在船艇产业的应用，对于探索氢能源技术在内河船舶的应用具有积极示范意义。

“氢舟”已过“万重山”

“三峡氢舟1号”采用氢燃料电池和锂电池动力系统，为钢铝复合结构，总长49.9m，型宽10.4m，型深3.2m，采用全回转舵桨推进，氢燃料电池额定输出功率500kW，最高航速达到28km/h，巡航航速20km/h时的续航里程可达200km，具有高环保性、高舒适性、低能耗、低噪音等特点，将用于三峡库区及两坝间交通、巡查、应急等工作。

2022年5月17日，“三峡氢舟1号”在江龙船艇中山科技园举行隆重的开工仪式。“三峡氢舟1号”由中国长江电力股份有限公司投资建造，该公司所属武汉长江船舶设计院有限公司总体研发设计，采用中国船舶重工集团开发的氢燃料电池和锂电池动力系统，通过了中国船级社武汉规范研究所设计审图。

经过近半年时间的努力，2022年11月，这艘氢燃料电池动力工作船成功完成合拢，如今，“氢舟”终于经过“万重山”的打磨，成功下水，完成了江龙船艇在新能源船艇领域的又一次重要突破，标志着我国氢燃料电池船舶关键技术领域应用水平迈上了新台阶。

中国长江电力股份有限公司检修厂纪委书记、副厂长梅雪东表示，“三峡氢舟1号”是贯彻落实国家绿色发展理念，推动区域交通航运绿色转型，加快推进长江三峡通航碳达峰碳中和先行示范区建设的示范船舶，在推动船舶行业和内河航运绿色低碳发展中具有里程碑意义，希望江龙船艇继续加大资源投入，安全保质推进项目建造。

据悉，江龙船艇近年来积极响应国家战略，落实绿色发展理念，依托丰富的建造经验和技术积累，加大纯电动力、柴电动力、甲醇燃料动力、氢燃料动力等新能源动力船艇的研发投入，成为国内率先实现新能源船产业化的船舶建造企业之一，为推动我国船舶行业绿色转型、实现国家“双碳”目标贡献力量。

船舶动力变革时

当前，在环保减排压力下，传统重工业、汽车等部门正在积极推动清洁能源转型，作为主要污染源，运输船也加快了步伐，选择燃料电池船作为突破口。运输船的高燃料消耗和高排放造成了严重的污染，市场对氢燃料电池船的需求潜力巨大。

根据国际海事组织的数据，全球航运业的温室气体排放量约占全球碳排放总量的2.5%。航运业的污染控制和向可持续能源过渡的压力正在增加。根据国际能源署的数据，2019年，国际海运二氧化碳排放量约占全球能源行业碳排放量的2%。随着全球货运量的增加，过去10年，全球航运的直接二氧化碳排放量大幅增加。因此，航运业实现减排目标仍面临重大挑战。

面对船舶减排的压力，氢燃料电池船的应用场景正在显现，全球研发进程逐渐加快。同时，在国家和各地制定的氢燃料电池发展规划中，氢燃料电池船的应用比例也在增加。2020年6月，交通运输部公布了《内河航运发展草案》，明确提出鼓励研究纯电能、燃料电池等能源船舶的发展以及太阳能、风能、氢能等新能源的应用。

目前，我国在氢燃料电池船领域处于探索的第一阶段，已经有少量的示范项目，在碳中和目标背景下，减少航运排放是非常重要的，实现航运减排目标的解决方案之一就是氢燃料电池船的推广和应用。与此同时，氢燃料电池船的标准也在加快制定和完善，专家指出，随着以“三峡氢舟1号”为代表的氢燃料动力船舶关键技术研究项目成果的推进落地，国内氢能船舶方面的标准在不断完善。

截至目前，中国海事局法规《氢燃料动力船舶技术与检验暂行规则（2022）》、中国船级社（CCS）规范《船舶应用燃料电池发电装置指南》，以及CCS产品检验指南《氢燃料电池》《氢气瓶》和《重整装置》的编制和颁布相继完成，标志着国内初步形成了体系化的标准，氢燃料动力船将正式进入工程化应用阶段。

燃料电池展“宏图”

当前，我国燃料电池发展正在不断提速。根据中国汽车工业协会发布的最新数据，2022年12月份，我国氢燃料电池汽车产销分别完成653辆和607辆，同比分别增长4.1%和24.9%。2022年全年，氢燃料电池汽车产销累计分别完成3626辆和3367辆，同比分别增长105.4%和112.8%。

值得注意的是，除客车、重卡、物流车等道路交通应用市场的加速发展外，氢燃料电池在船舶游轮、发电等新兴细分领域的应用探索逐步增多，应用范围进一步拓展，有望打开应用新局面。

同时，氢燃料电池在无人机领域的应用更是引发众多关注。2019年，国家电投集团氢能科技发展有限公司与中国商飞北京民用飞机技术研究中心签署战略合作框架协议，先后完成了灵雀-H等新能源动力验证机型的研制。该无人机搭载了国家电投集团氢能科技发展有限公司自主研发的“氢腾”空冷燃料电池系统，额定输出功率是2.5kW~30kW，可根据实际应用场景进行功率定制，系统功率密度、使用循环寿命等指标处于国内先进水平，有效提升了无人机续航时间。据悉，氢能无人机具有零碳排放、耐低温、长续航等特点，可实现智能网联运行，应用于巡检、空中摄像、无人货运等领域。

截至目前，搭载国家电投集团氢能科技发展有限公司“氢腾”燃料电池的氢能大巴曾先后服务博鳌亚洲论坛、东盟博览会、东北亚博览会，充分积累了大型活动服务经验，下一步“氢腾”燃料电池将在车辆、船舶、无人机、应急电源、固定式发电和供热等领域规模推广。

燃料电池在氢储能和氢发电领域的应用也有着巨大的发展潜力。但是，氢能固定式发电对燃料电池性能有特定要求，如电堆效率提高、氢耗降低、长寿命、高稳定性等；此外，当前单纯地用氢燃料发电并不能满足经济效益，最好与热电联供结合，以提高利用效率，未来才能逐步实现市场化运营。

近日，搭载中国船舶第七一二所氢能源动力系统的“三峡氢舟1号”下水仪式在江龙船艇中山科技园举行。图为“三峡氢舟1号”。（中国船舶第七一二所供图）

打造“车-站-景”创新模式 拓展氢能示范应用场景

——中国产业发展促进会氢能分会副秘书长江宁谈氢能在交通领域的应用

□ 朱 黎

随着我国氢能产业发展驶入“快车道”，在交通领域，氢能应用场景正在不断丰富。中国产业发展促进会氢能分会副秘书长江宁，近日就氢能在交通领域的实践及发展方向提出了自己的看法。

江宁表示，三年来，尽管受到疫情影响，中国燃料电池汽车市场仍呈现快速增长趋势，2022年，全国燃料电池汽车产量3626辆，销量3367辆，相比2021年同期分别增长105.4%和112.8%；截至2022年底，全国燃料电池汽车累计销售1.2万辆。据预测，到2025年，我国燃料电池车产量有望达到10万辆；2030年达到100万辆。

当前，我国燃料电池汽车市场以商用车为主，包括公交、轻客、轻卡、冷藏车、重卡、工程车等。目前，在全国大部分省市均有燃料电池汽车运营，2022年主要投放运营区域包括上海、京津冀、河南、山西、山东、广东以及陕西等地。

在江宁看来，燃料电池系统和电堆技术发展水平方面，国内头部企业的产品技术已经与国际先进水平接近，部分技术指标达到领先水平。系统成本从2018年的10000元/kW，下降到3000元/kW~4000元/kW，寿命从3000小时提高到15000小时以上。预测2025年燃料电池产品累计产量达到10万台时，系统价格降至2000元/kW以内，届时燃料电池重卡将具有全生命周期成本优势。

据江宁介绍，截至2022年底，全球在营加氢站727座，同比增长22.4%。其中，中国已建成296座，位居全球第一。为促进加氢站更加快速、稳定的发展，中国石化根据氢能源特征，从系统内部挖掘氢能源规模化示范应用的场景，在全国首创“车-站-景”联动模式，根据加氢站建设选址，开发合适的应用场景，配套相应的车辆及车辆数，以维持加氢站的运营效率，满足加氢站建设数量的发展目标。

在江宁看来，该创新模式综合考虑“购车成本、技术进步、氢气价格、物流优化”等要素，通过在有丰富副产氢资源或者绿氢的工厂建设氢气提纯&加注机，减少氢气运输与储存的成本，从而降低氢气的价格。同时，综合业务需要配套合适的车辆，并通过寻找回程搭载业务来增加运营效益。采用“现场制造现场使用”模式，在减少运输成本的同时，保证了氢气供应稳定性。相比需要运输的场景，加氢价格可降低30%，接近传统柴油车运营成本，实现可持续的商业模式。

江宁还介绍说，在氢燃料电池用氢方面，中国石化依托炼厂副产气建设提纯装置，积极布局氢燃料电池氢气供应中心，依托炼厂建设提纯装置，在燕山石化、广州石化、高桥石化的基础上，相继布局天津石化、上海石化、海南炼化、齐鲁石化、青岛炼化、茂名石化，9家炼厂氢气提纯总能力达到1.4万吨/年，比“十三五”末提高1万吨/年。其中，燕山石化氢气提纯项目为2022年冬奥会燃料电池汽车供应氢气。此外，还向赛区火炬系统供应氢气，并点亮奥运主火炬，成功保障了冬奥会氢能车辆的运输与能源供给。

动 态

中科院实现400℃天然气制氢与脱碳原理突破

本报讯 在“双碳”目标与能源低碳转型的背景下，传统制氢技术面临的共性挑战包括反应温度高、能耗高、二氧化碳排放高。如何突破“三高”问题，对于氢能与能源结构转型的相容发展具有重要意义。

近日，中国科学院工程热物理研究所首次实现了400℃温和条件下“净零排放”的天然气制氢原理突破。通过有序分离氢气和二氧化碳产物，天然气制氢反应温度由传统的800℃~1000℃降至400℃以下，实现了99%以上甲烷直接转化为高纯氢气与高纯二氧化碳，并实现了基于化石能源的制氢与脱碳的完全协同。制氢与脱碳能耗下降幅度达20%~40%。基于此，该工作结合商业化中温槽式聚光技术，实现了太阳能驱动的天然气制氢与脱碳，进一步减少化石能源制氢的碳足迹，展示了化石能源与可再生能源互补实现氢能可持续利用的可行性。反应温度的降低，使工业余热与氢能相结合具有可能性。

迄今为止，研究人员已完成了超过6000次的稳定循环实验，验证了该方法的可靠性，并初步展示了技术转化应用的广阔前景。

该工作由中科院院士、中科院工程热物理所研究员金红光团队完成。科研人员围绕科学中心项目主线，原创性地提出了“热化学多产物有序分离耦合中低温热能品位提升”的热力学新思路，在降低反应温度、提高甲烷转化率与选择性、低能耗捕集二氧化碳、设备小型化等方面实现了系列重要突破。相关研究成果在《Energy and Environmental Science》上发表。

中科院工程热物理所研究员郝勇表示，天然气与太阳能结合制备绿色氢气，展示了低碳、可再生能源技术蓬勃发展的新形势下，符合我国能源结构特点的化石能源低碳利用新模式，对低碳发电、工业余热利用以及太阳能、风能、生物质沼气等可再生能源的消纳具有重要意义。

基于这一成果，研究低碳氢气与天然气掺烧，可有效提高火电厂发电效率并降低碳排放；以天然气为氢能载体实现加氢站内按需制氢，有望降低基础设施投资及氢能制、储、运成本，并实现二氧化碳集中资源化利用。另外，本成果可实现500℃以下工业余热的高价值、低碳利用。本研究有望助推能源结构的脱碳、可再生能源占比提升和可再生能源技术的加速发展，并将为解决氢能制、储、运全链条瓶颈提供新思路。当前，该团队正努力推动本成果的产业化，日产百公斤级氢气的原理样机正在研制中。

中能建氢能源签署绿色氢氨醇项目协议

本报讯 近日，中国产业发展促进会氢能分会理事单位中能建氢能源有限公司与吉林省松原市人民政府签署中能建松原氢能产业园（绿色氢氨醇一体化）项目投资框架协议。

据悉，该项目是吉林省首批“氢动吉林”大型氢基化工示范项目，总投资296亿元，计划分三期建设60万吨绿色合成氨/醇和氢能装备产业生产线。此次签约的一期项目投资105亿元，建设内容包括：90万千瓦新能源，其中包括80万千瓦风电和10万千瓦光伏，年产4.5万吨电解水制氢装置、20万吨级柔性合成氨装置和2万吨绿色甲醇装置。该项目对拓展氢（氨）储能规模化应用，完善吉林氢能产业链布局，推进吉林西部国家级可再生能源制氢规模化供应基地和多元化绿色氢基化工示范基地建设，打造“中国北方氢谷”具有重要意义。

中国能建党委书记、董事长宋海良表示，中国能建与吉林省将以本次项目签约为契机，始终秉持“吉林有需求，能建有优势，双方有共识，合作有共赢”的理念，以更大视野、更大情怀、更大担当，为推动吉林经济社会高质量发展、加快建设社会主义现代化新吉林，贡献中国能建更多的智慧与力量。

中能建氢能源有限公司党委书记、董事长李京光表示，吉林具有良好的营商环境，对增强各方投资信心起到了积极推动作用。中能建氢能源有限公司将充分发挥在氢能领域积聚的技术与产业优势以及在投-建-营一体化领域积累的工程经验，积极在吉林布局氢能全产业链投资，加大技术研发及投入力度，为实现吉林“一主六双”高质量发展、加快新时代吉林全方位振兴作出更大贡献。

中集氢能国内首台民用液氢罐车开工

本报讯 日前，中国产业发展促进会氢能分会会员单位中集氢能旗下液氢事业部所属单位中集圣达因低温装备有限公司获批由全国锅炉压力容器标准化技术委员会移动压力容器分技术委员会备案通过的全国首个《移动式真空绝热液氢压力容器》企业标准及液氢罐车产品设计方案符合性审查，这不仅是中集氢能在液氢领域实力的体现，更是中集氢能实现氢能全产业链关键装备布局的重要印证。

3月初，由中集氢能液氢事业部组织的国内首台民用液氢罐车开工仪式在中集圣达因低温装备有限公司召开。液氢储运技术是全球范围内国家战略竞争的核心支撑技术之一，属于“卡脖子”新兴产业技术。目前，我国尚无民用液氢储运装备，且液氢储罐也仅在航天发射领域使用，民用液氢储运装备是我国多年来迫切希望解决的难题，研制工作具有里程碑意义和巨大的社会价值。

未来，中集氢能将依托在行业领先的研发平台和优秀的研发团队，持续深入液氢产品的相关研究，进一步推进民用液氢全产业链商业化运营的进程。同时，整合公司内外氢能产业链资源，共同开发更多氢能应用场景。

（本版稿件除署名外均由中国产业发展促进会氢能分会提供）

长期征稿邮箱：capidhydrogen@163.com