

提高用水效率或成氢能发展关键

■本报记者 李丽旻

近日，国际可再生能源署（IRENA）联合行业研究机构未澜咨询（Bluerisk）发布《全球制氢用水报告》（以下简称《报告》）指出，目前主流制氢方式耗水量普遍较大，随着全球氢能产业规模扩张，将显著增加项目所在地区用水压力，用水紧缺可能成为未来氢能产业发展瓶颈。

■ 制氢领域用水量快速上涨

《报告》显示，目前全球主流制氢方式都需要用水，主要集中在制氢和冷却两大过程中。绿氢主要是利用光伏、风电等可再生能源电解水制氢，蓝氢需要用天然气为原料与水蒸气进行重整制氢，煤制氢则需要用大量水冷却，另外化石燃料制氢所需要的碳捕捉与封存技术同样需要大量水资源进行冷却、吸附和提纯。

其中，煤气化制氢是目前最为耗水、用水效率相对最低的方式。数据显示，煤气化制氢工艺每生产1千克氢气需要消耗31升水，如果配备碳捕捉与封存装置，煤气化制氢方式每生产1千克氢气用水强度或增加约60%，消耗量可到49.4升。举例而言，一个年产23.7万吨氢气同时配备碳捕捉与封存的煤制氢工厂，每年的取水量可达到1900万立方米，这足以支撑伦敦市半年的居民用水需求。

对比之下，每生产1千克蓝氢需要消耗约32.2升水，绿氢生产中，碱性电解水制氢工艺每生产1千克氢气所消耗的水量预计为22.3升，质子交换膜（PEM）电解水制氢每生产1千克氢气所消耗水量则为17.5升，这也是目前用水效率最高的制氢方式。

《报告》指出，总体上看，目前制氢领域用水总规模已达到22亿立方米，伴随着氢能行业的发展，到2040年，全球制氢的淡

水取用量或增长230%，达到73亿立方米，在能源行业中占比或达到2.4%。

■ 水资源不足或成氢能发展瓶颈

《报告》指出，在氢能行业用水需求显著增加的同时，全球水资源供应情况不容乐观，氢能行业用水量的增加，很可能给制氢项目所在地带来巨大的用水压力，从目前各国规划的制氢项目来看，或多或少都存在用水困境。

数据显示，目前，全球范围内约有35%的绿氢或蓝氢生产项目都规划或建设在用水高度紧张地区。以印度为例，到2040年，预计将有99%的氢气产能建设在用水极端紧张地区。而在欧洲，计划中的制氢项目有不少处于水资源本就紧缺的地方，用水与能源行业冲突在未来十年可能会进一步升级，预计有19%绿氢和蓝氢生产项目或将处于用水紧张状态。

《报告》共同作者之一，未澜咨询合伙人罗天一在接受《中国能源报》记者采访时表示，此前因水源供应不足而放弃氢能项目的案例并不鲜见。“澳大利亚就有过先例。澳大利亚大部分地区都是荒漠，仅有沿海区域水资源相对充足，但该国农业和矿业相对发达，耗水量巨大。2022年5月，澳大利亚能源企业Kallis Energy Investments就曾因供水问题放弃在南澳大利亚穆拉瓦塔纳建设6吉瓦制氢项目的提案。”

■ 应提前协调用水保障氢能安全

《报告》指出，目前，氢能发展已经驶入快车道，如果没有全面、科学、严格的规划和指引，迅猛发展之下会出现许多隐患。为维护能源系统正常运行，需要提前认识到用水风险，通过加强跨部门协调保障能



源安全。

罗天一表示：“现阶段的制氢项目，实际监测用水量的少之又少。建议能源行业和相关主管部门重视水耗的监控，在摸清实际用水量以后，能源行业和相关主管部门统一用水标准，对项目准入做提前评审，更要对运营水平做监督。特别是在水资源已经匮乏、生态环境相对脆弱的地区，更需要对制氢项目的水耗情况进行严格的审核

和监管。”

此外，《报告》还提出，选择绿氢、海水制氢、使用空气冷却方式，提高电解水制氢效率等方式也有助于降低制氢领域用水压力，提高用水效率。

《报告》认为，目前主流制氢方式中绿氢耗水量相对最小，逐步淘汰煤制氢或天然气制氢项目，推广绿氢技术或能够降低氢能行业用水强度。同时，海水

制氢方式也可用于缺少淡水资源但海水资源丰富的地区，例如中东海湾地区就可尝试这一方式。在用水紧张区域，还可以采用空气冷却替代水冷，从而降低用水强度。另外，《报告》提出，还应进一步加强电解水制氢技术研发，通过政策刺激等方式提高投资规模，从而推动氢能技术创新，提高电解水制氢效率，进而降低用水强度。

氢能助力船运业加速脱碳

■本报记者 仲蕊

近年来，随着减排压力增大，船运业开始对氢燃料寄予厚望。近日，世界首艘氢动力拖船在比利时投入运营，此前不久，国内首艘内河氢燃料动力船“三峡氢舟1号”也在湖北宜昌水域顺利完成首航。值得关注的是，除了零碳环保，氢能作为船舶动力还具备续航里程长、动力稳定可靠等多项优势。

在近日举办的2023世界氢能青年科学家论坛上，与会专家指出，随着燃料电池技术持续突破和相关配套设施不断完善，氢能船舶或将推动船运业加速脱碳。

■ 加速脱碳刻不容缓

据中国船舶第七二研究所经营计划部部长曾辉介绍，2018年4月，国际海事组织通过全球首个航运业温室气体减排初步战略，计划到2030年碳排放强度降低40%，到2050年降低70%，碳排放总量降低50%，于本世纪内尽快逐步停止海运温室气体排放。

“船运业碳排放量占全球人为活动排放总量的比重已逼近3%。国际海事组织预警称，如果控制措施不及时落实，预计全球船舶碳排放量在2050年将飙升150%—250%，占比增至18%。”曾辉指出。

巴拉德动力系统公司应用技术总监唐涛认为，氢的高能量密度和长存储能力，让真正的零排放船舶动力成为可能。

与此同时，氢能船舶应用也成为我国“双碳”目标实现的重要减碳应用和发展方向。大连海事大学教授孙俊才指出，我国

交通领域能源消耗占整个能源消耗的22%，航运业造成的环境污染问题日益严峻，国家近年出台多项法律法规，对船舶排放提出更加严格的要求。如2018年实施的《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法（中国第一、二阶段）》，提出大幅限制颗粒物、氮氧化物、二氧化硫污染排放；2019年实施的《关于印发船舶大气污染物排放控制区实施方案的通知》，提出全面扩大我国沿海和内河水域船舶大气污染物排放控制区范围。

■ 2025年市场规模将达百亿元

根据德国劳氏船级社的市场研究报告，全世界范围内，船舶用燃料电池的市场容量大约有160吉瓦。欧盟专家组认为，到2025年，欧盟成员国中将有2%的船舶使用氢能产品。

在唐涛看来，燃料电池集合了内燃机和电池的优点，与纯电动船舶相比，加氢时间比充电更短，加氢一次可以航行更长距离，因此在长距离航行领域，氢能船舶可以实现对部分纯电动船舶的替代；燃料电池还能够提供稳定可靠的动力，适用于较大的船舶；同时，燃料电池具有可扩展性和模块化特性，可满足船舶的电力需求，灵活的配置还可以适应船舶空间的限制。

在燃料电池的维护与保养方面，氢能船舶同样具备优势。唐涛指出，燃料电池船舶的保养比柴油机船更加简单方便，主要分小保养和大保养，小保养在两年之内，成本不是

很高，大保养的时间与燃料电池电堆寿命相关，通常在五年左右，燃料电池电堆成本正持续下降，这意味着五年之后更换燃料电池电堆的成本也将随之下降。

同时，氢能船舶的减碳能力也不容小觑。以“三峡氢舟1号”为例，因其使用的氢气主要来自三峡水力发电，属于真正的绿电制氢，预计每年可替代燃油103.16吨，减少二氧化碳排放343.67吨。

氢能船舶的多重优势也大大提升了市场预期。目前，国内各省市2025年氢能船舶规划数量约200艘。根据交通运输部统计数据，截至2021年底，全国拥有水上运输船舶12.59万艘，以2025年改造1%、新建2%估算，预计2025年氢能燃料电池系统船舶数量约500艘，全产业链市场规模将达百亿元。

■ 需持续进行技术突破

值得关注的是，与氢能车辆相比，氢能船舶面临不同的运行环境，对燃料电池系统的要求更高，因此需要进行持续的技术突破。

唐涛表示，氢能船舶是一个很大的集成，里面包括电堆系统、燃料电池模组、锂电池等，同时需要能量管理系统把锂电和氢燃料电池配合连接起来，还需要探索不同方式的储氢。

孙俊才则指出，各类船舶对其动力系统和辅助电力系统要求不同，因而氢燃料电池的选择与船舶类型和用途相关。在内河船舶场景，氢燃料电池适用于有长续航需求的千吨及以下货船与客船；在沿海船舶场景，氢燃料电池可利用海上风电直接制氢，不仅可以解决海上风电的消纳问题，还可以解决氢能沿海船舶的氢源问题；在远洋船舶场景，氢燃料电池则可作为大型远洋船舶的辅助动力系统。

对应不同应用场景，氢能船舶加注氢燃料也有不同方式。曾辉表示，可行的氢燃料水上加注模式总体上可分为五类，包括岸站—船加注、氢气管拖车—船加、趸船—船加注、船—船加注、氢燃料罐整体更换等。

面对船舶高湿、高盐度的应用环境，氢的加注与储存面临挑战。“燃料储存以气瓶为主，存在占体积大、重量大的问题；高压气瓶以及各种管道连接阀门等缺乏海洋环境下的技术研究和时间考验。”孙俊才进一步强调，对氢能船舶来说安全要时刻放在第一位。“船用气瓶数量多，加氢储氢问题以及对应的安全问题不可忽视；海洋盐雾，船舶的摇晃等都是影响燃料电池船舶环境适用性的因素，对此，氢气的放置位置、环境、加注方式和加注技术，出现危险情况的处置方式和规范等都需要进一步完善。”

数据显示，今年前11个月，我国累计生产氢燃料电池汽车5261辆，同比增长35%；其中，氢能重卡达到2600辆左右，在整个燃料电池汽车中的占比已经接近50%，尤其是49吨重卡成为燃料电池商用车市场的“主角”。

不过，业界仍然普遍认为，目前，氢能重卡商业化推广仍面临诸多困难，亟需找到可持续发展的商业模式。

“从技术上来讲，实现超200千瓦的大功率燃料电池装车已经不是问题。”三一氢能科技有限公司总经理宛朝辉公开表示，“现阶段，氢能重卡需要解决的问题已经从技术转换到商业模式领域。”

据宛朝辉介绍，由于重卡等工程车辆对动力要求比较高，从实际使用情况来看，49吨牵引车动力需超过211.5千瓦，45吨搅拌车动力需求在200.7千瓦以上，54吨自卸车动力需求更是在240.8千瓦。

佛山环境与能源研究院院长助理张仲军也指出：“目前，从氢燃料电池技术发展实际情况看，要真正匹配重载功率需求，需要200千瓦及以上的燃料电池，而目前这种大功率电池的应用可靠性、稳定性都有待进一步提高。”

近年来，我国燃料电池的设计水平、工艺技术和制造能力有长足进步，电堆关键材料和核心部件性能得到显著提升，一些大功率燃料电池系统关键零部件性能指标已经可以满足实际运行需求。那么，掣肘氢能重卡大规模推广的根源何在？

“氢能重卡发展困难，根本原因在于燃料电池整体成本太高，氢气价格居高不下，导致氢燃料整车成本高于燃油车；另外，加氢也不够便利。”宛朝辉分析称。

中科院大连化学物理研究所张家港产业技术研究院院长韩泽非表示：“氢燃料重卡推广缓慢的最主要原因是缺乏加氢基础设施、有效氢能保供。如果加氢基础设施跟不上，氢能重卡很难替代燃油重卡。”

另外，多位氢能从业者还透露，目前，氢能重卡应用还存在电池运行不稳定、使用寿命偏低等短板。

如何寻找到一种可持续的商业发展模式，成为氢能重卡业界关注的焦点。

中汽数据有限公司补能战略室高级工程师任海波建议，要以重卡车企或系统企业为龙头，建立高效的产业链供应体系，统筹推进“氢一站一车”协同运营，建立基于清洁氢能的车用供氢体系，加快完善加氢设施，保障氢气稳定、低成本供应。

“要大力推广氢能重卡还得抱团合作，以联合体模式去探索。只靠产业链某一个环节主体去推动，会很吃力。”张仲军说。一方面，建议大型企业带头推广，找准应用场景；另一方面，要找准氢源，燃料电池系统部件、车辆、加氢站、运营平台等方面应合作推广，分摊成本。

“要实现氢能重卡的大规模推广，就要让其与燃油重卡、纯电动重卡在市场上比拼经济性。”宛朝辉表示，“氢燃料电池汽车企业不能完全依赖补贴和政策，要推动氢燃料电池汽车的性价比提升，以量变积累实现质变，推动燃料电池汽车大规模运行。”

在创新商业模式方面，任海波建议，尝试搭建氢能重卡租赁平台，引导运营企业与车企等合作共建，降低终端用户资金压力，以模式创新推动重卡应用落地。“比如，第三方运营平台通过整合资源购入氢能重卡，终端用户通过租赁的方式，实现货物运输需求，从而提高氢能重卡的使用效率。”

氢能重卡呼唤可持续商业模式

■本报记者 张胜杰

