

# 风机叶片材料创新助力行业降本

## 聚氨酯树脂叶片商业化明显提速

■本报记者 李丽昊

近日，叶片生产商株洲时代新材料科技股份有限公司(以下简称“时代新材”)与材料供应商科思创宣布，合作的第1000支聚氨酯树脂风机叶片已正式下线，开创聚氨酯树脂叶片批量化生产的先河。

近年来，我国风电产业呈现高速发展态势，更轻、更大、更加可持续已成为风机叶片生产的主要发展方向，除了聚氨酯树脂外，聚酯树脂、碳纤维等新兴叶片材料更是不断涌现，风机叶片材料的创新进程已明显提速。

### ■ 聚氨酯树脂叶片渗透率提高

据了解，通常情况下，风机叶片主要由树脂、增强纤维以及芯材等材料组成。目前，风机叶片生产工艺使用的树脂以环氧树脂为主，考虑到树脂成本、制造效率、循环使用等因素，风机叶片生产商也在积极寻求其他解决方案。其中，聚氨酯树脂材料与传统环氧树脂材料相比，具有更易固化、更高耐久性等优势，被业界视作新一代具有潜力的风机叶片树脂材料。

“聚氨酯树脂是一种高性能的高分子材料。一方面，聚氨酯树脂韧性、抗疲劳性能都相对较好，符合风机叶片的要求；另一方面，与环氧树脂相比，聚氨酯树脂成本也具备一定优势，性价比相对更高。”时代新材风电产品事业部研发总监冯学斌在接受记者采访时表示。

与此同时，科思创在其产品介绍中也指出，聚氨酯树脂风机叶片具有更佳的机械性能，生产速度更快，已具有一定的市场竞争力，在风机叶片市场中的渗透率也开始提升。

截至目前，时代新材已经制造了多种型号的聚氨酯树脂风机叶片，长度从59.5米到94米不等，叶片设计和铺层结构也有所不同，其中，94米的叶片已可应用于单机功率为8兆瓦的风机。据了解，聚氨酯树脂叶片已进入商业化应用阶段，在全国多个风电场投入使用。

### ■ 叶片材料创新明显提速

实际上，除了聚氨酯树脂外，近年来，国内外针对



聚氨酯树脂风机叶片。时代新材供图

风机叶片原材料的其他创新研究也在不断涌现。丹麦风机叶片生产商LM的主打产品便是以聚酯树脂与玻璃纤维为主体材料。据该公司网站信息，经过多次设计改良优化，该公司的聚酯树脂风机叶片多次刷新全球最长风机叶片纪录。

以碳纤维作为玻璃纤维的替代新材料则更加受到关注。在风机叶片轻量化的要求下，碳纤维以其高强度材料性能获得了行业青睐。就在今年，国内厂商中，金风科技、运达股份、明阳智能等主流风机制造商推出的风机都采用了以碳纤维为增强纤维的叶片。

冯学斌告诉记者，目前，风机叶片材料创新发展主要集中在三个方向，一是在风电平价的压力下，叶片生产存在更高的成本控制要求，因此需要寻找性价比更高的叶片材料。二是叶片需要进一步适应风电开发环境，例如海上风电的大规模开发将推动碳纤维等高性能材料在叶片领域的应用。三是解决叶片的环境诉求，风机叶片复合材料的回收一直以来都是行业关注的难点问题，为此，行业也在寻求可回收、可持续的材料体系。

### ■ 新材料或成风电降本利器

值得注意的是，多位业内人士向记者表示，在当前风电整机价格快速下降的情况下，风机叶片行业面

临着较大的降本压力，因此，叶片材料的创新将成为推动风电降本的一大利器。

行业研究机构信达证券在其研报中指出，风机叶片成本结构中，原材料成本占总生产成本的75%，而在原材料中，增强纤维和树脂基体成本占比分别达到21%和33%，是风机叶片原材料成本的主要部分。同时，业内人士也告诉记者，叶片在风机成本中占比约为25%，叶片材料的降本将在很大程度上推动风机制造成本的下降。

信达证券进一步指出，风机大型化趋势下，力学性能优化、轻量化和降本正是目前风机叶片技术的迭代趋势，其实现路径必将是风机叶片材料、制造工艺和叶片结构的迭代优化，其中最为重要的还是材料端的迭代。

“对于平价目标，叶片材料的创新将从以下三个方面推动行业降本。一是叶片材料本身成本的下降，二是叶片轻量化将推动风机载荷的降低，进而降低制造成本，三是风机叶片需要更高性能的材料以适应风机大型化趋势，从而实现度电成本的下降。”冯学斌表示。

与此同时，冯学斌也提醒，近几年国内风电行业技术迭代迅速，快速推动了行业发展，但在发展过程中，行业应更加重视新技术的可靠性，降低新技术应用风险，推动全行业高质量发展。

# 全球首台套新一代穿越式双小车岸桥下线

本报讯 记者苏南报道 11月16日，我国新一代高效穿越式双小车岸桥在华电重工曹妃甸制造基地成功下线。该岸桥是中国华电自主研发的全球首台套新型高效穿越式岸桥，作为航运新时代革命性替代产品，将开创单泊位150万标箱通过能力的新时代。

据了解，岸桥又称为岸边集装箱起重机，是一种用于对船舶上的集装箱进行装卸的专用设备。传统岸桥采用一作业小车进行装卸作业。近年来，随着集装箱运输船舶大型化趋势发展，港口对岸桥效率提出了更高要求，仅依靠增加码头岸桥数量的传统方式，已经越来越难以满足更大载箱量对码头装卸效率的更高需求。

新一代高效穿越式双小车岸桥创新研发出独立运行的上下穿越式双小车新型构架、智能动态减振系统、新型节能系统、智能控制系统、智能双小车ECS系统等系列新技术。与传统岸桥相比，具有高效作业能力、绿色节能品质、高速平稳运行、就位高效灵敏、作业模式灵活、维护保养方便等优势，创造了我国港口高端装备新高度，标志着中国华电在绿色智慧港口这一新兴战略产业上又迈出了关键的一步。

新型岸桥作业效率较传统岸桥作业效率大幅提



升，采用后可显著提高码头装卸效率，提升港口吞吐能力，提高码头投资回报率；可减少船舶在港靠泊时间，增加船东经济效益；可降低港口与海运物流运输成本，大幅提升码头岸线利用率，提高岸线资源综合利用效率，助力交通强国战略。

本次下线的新一代高效穿越式双小车岸桥，作为具有完全自主知识产权的新型集装箱装卸设备，



累计获得授权专利106项，其中发明专利22项。

中国华电党组成员、副总经理吴敬凯表示，中国华电将以本次首台岸桥产品下线为契机，以示范促应用、以应用拓市场，以市场促发展，积极探索海上风电、光伏与智慧港口的产业链结合，加快打造原创技术策源地，争当现代产业链链长，努力成为绿色智慧港口领域的引领者、领跑者。

# 压缩空气储能有望开启商用大年

■本报记者 董梓童

日前，西安陕鼓动力股份有限公司(以下简称“陕鼓动力”)与湖北楚韵储能科技有限责任公司，在上海签订世界首台(套)在建30万千瓦级压缩空气储能示范工程项目空气压缩机及配套设施供货合同。项目建成后，将在非补燃压缩空气储能领域实现单机功率世界第一、储能规模世界第一、转换效率世界第一等诸多目标。

在多家券商看来，经过数年发展，压缩空气储能已经迎来了产业化的初级阶段。随着中央及地方出台指导和鼓励政策，企业纷纷加大相关项目的开发力度。截至今年9月，我国压缩空气储能在建/筹建装机规模已超600万千瓦，产业有望迎来商用大年。

### ◆ 多省份出台鼓励政策

天风证券分析师指出，随着国家层面指导政策的出台，压缩空气储能全产业链有望实现快速发展。根据国家发展改革委、国家能源局发布的“十四五”新型储能发展实施方案，要重点建设更大容量的液流电池、飞轮、压缩空气等储能技术示范项目。到2025年，新型储能由商业化初期步入规模化发展阶段，具备大规模商业化应用条件。

在上述目标下，多省份在相关发展规划中特别提及压缩空气储能。10月，青海省能源局印发《2022年青海省新能源开发建设方案》，明确配套储能技术类型的储能规划装机量共636万千瓦时，其中压缩空气储能约304万千瓦时至384万千瓦时，占比48%至60%。

11月中旬，山西省发布“十四五”新型储能发展实施方案，要开展压缩空气等关键技术、装备和集成优化设计技术研究，同时，推动多种类型储能技术发展及多元化应用。例如，推动建设液流电池、压缩空

气储能等大容量和中长时间尺度新型储能试点示范，利用大同云冈煤矿废弃巷道开展压缩空气储能技术示范应用等。宁夏则在氢能产业发展规划中强调，支持有条件的企业积极发展飞轮储能、压缩空气储能等多种新型储能方式，并与绿氢生产有机结合，逐步形成抽水蓄能、电化学储能、氢能等多种储能技术相互融合的储能体系。

中泰证券分析师表示，受政策催化和技术进步影响，压缩空气储能商用大年已至。山东还出台了全国首个省级电力现货市场储能支持政策。后续以压缩空气为代表的新型储能有望开展示范项目支持性电价政策，投资回报率将得到显著提升，项目投资意愿有望明显增强。

### ◆ 成本可媲美抽水蓄能

天风证券分析师认为，积极开展新型储能关键技术研发，探索不同技术路径和发展模式的过程中，要重点加强新型储能安全风险防范，保障新型储能项目建设运行的全过程安全。储能电站的安全性问题愈发受到重视，而相比于以锂离子电池为代表的电化学储能技术，压缩空气储能以空气为原料，不会燃烧，没有爆炸的危险，不产生任何有毒气体，安全系数较高。

民生证券电新行业首席分析师邓永康指出，压缩空气储能以绿色、丰富、取用方便的空气作为介质，能将可再生能源发出的间歇性电力拼接起来，改善电能的质量，具有储能容量大、储能周期长、投资少等优点，被认为是最具发展前景的大规模储能技术之一。

经过数年发展，压缩空气储能成本已快速下降。2014年，国内首个投运的压缩空气示范项目芜湖

500千瓦电站，单位投资成本约6万元/千瓦。而去年投运的肥城一期1万千瓦电站单位投资成本已降至1万元/千瓦。

行业内另有测算显示，在削峰填谷和电源侧可再生能源消纳(利用弃风弃光，不考虑充电成本)两种场景下，现阶段压缩空气储能度电成本分别为0.904元/千瓦时和0.441元/千瓦时，低于磷酸铁锂电池储能，与中小型抽水蓄能接近；到2025年，有望分别降至0.748元/千瓦时和0.321元/千瓦时。长期来看，随着产业链成本加速下行，压缩空气储能技术的性价比将日益凸显，装机规模有望快速增长。

### ◆ 产业规模将持续扩大

截至目前，我国压缩空气储能现有累计装机规模约18.25万千瓦。不过，压缩空气储能商业化项目正在大规模上马，包括湖北应城30万千瓦级示范工程、山东泰安60万千瓦级示范工程、甘肃金昌30万千瓦级项目和辽宁朝阳30万千瓦项目等。截至今年9月，我国压缩空气储能在建/筹建装机量达630万千瓦。

根据国家发展改革委的数据，到2025年，将实现新型储能装机规模3000万千瓦以上。行业内测算显示，其中压缩空气储能装机量占比将在20%左右。在乐观预期下，到2025年，我国压缩空气储能装机规模有望达到1000万千瓦，到2030年有望达到5800万千瓦以上；而悲观预期下，2025年和2030年我国压缩空气储能装机规模也将分别在350万千瓦和2700万千瓦以上。

随着压缩空气储能电站有望进入产业化发展阶段，其核心设备空气压缩机与透平膨胀机市场也将迎来更广阔的增量空间。到2025年，上游核心设备累计市场空间有望达到185亿元，2030年有望达到854亿元。

在此情况下，企业纷纷入局。陕鼓动力董秘表示，公司将持续跟踪国内压缩空气储能项目，未来将继续加强相关技术的研发，并与各电力相关企业合作，在发电侧、电网侧和用户侧协同开拓压缩空气储能市场。

# 碱性电解水制氢评价标准日趋完善

■本报记者 仲蕊

近日，中国氢能联盟研究院基于国内首个氢能关键技术装备评价标准体系，发布氢能领跑者行动首期成果《2022氢能领跑者行动——碱性水电解制氢系统测试评价报告》(以下简称《报告》)。业界认为，《报告》有望推动我国氢能核心自主技术迭代创新的标准体系完善，并提升检测、认证、应用等领域基础服务能力，加快我国氢能产业商业化进程。

今年以来，我国电解水制氢设备市场快速发展，多家氢能企业开始深入布局电解水制氢设备。中国氢能联盟负责人表示，《报告》结合我国氢能产业发展实际，从核心装备技术入手，逐步向整体项目过渡，推动标准化与科技创新互动发展。《报告》的发布将进一步完善氢能产业链标准体系，引导国产装备技术创新和成本下降，鼓励氢能自主技术的应用和发展。同时，入围《报告》白名单的产品将优先推荐在行业氢能重大示范项目以及中国氢能联盟成员单位应用，有利于加快关键装备技术规模化发展，推动整个产业链向高端制造迈进。此外，还有助于建立我国氢能产业技术动态评估机制，为政府科学决策和企业科技研发提供支撑。”

根据《中国氢能及燃料电池产业发展报告(2020)》和《可再生氢100行动倡议》，到2030年，我国可再生能源制氢装机规模有望达到100吉瓦，2060年可再生能源制氢规模将突破1亿吨。其中，碱性电解水制氢系统已进入商业化运营阶段，是实现可再生能源大规模制氢的重要方式。基于此，近年来，国家能源集团、中国石化、国家电投等企业纷纷加快可再生能源制氢基地建设，碱性电解水制氢装备市场需求急剧增大。

上述负责人介绍，在碱性电解槽测试工作过程中，中国氢能联盟建立了相关的信息管理平台，今年7月开放以来，已向国内100多家电解槽厂家开放。“在这100多家厂商中，真正愿意申请参与到此测评的只有11家，通过自我评价和相关测试能力的考察，最后进入实际测评工作的只有5家企业，这体现出目前我国电解水制氢企业良莠不齐，产业整体技术水平亟待大幅提升。”

据不完全统计，自2019年以来，我国致力于电解水制氢装备研制的企业已超过100家，且不少企业已在短时间内推出新产品。《报告》认为，从其规模和各项技术指标看，近年来，电解水制氢装备呈现出制氢能耗不断降低、电流密度不断提高、使用寿命不断提升等发展趋势。

但《报告》同时提醒，对电解水装备各项技术指标需要通过长期运行和现场验证才能确定，其使用性能也只有实践中得到印证，单纯比较设计指标，没有市场化运营或第三方测试认证，会对氢能产业的发展起到误导作用。

此外，《报告》还认为，行业还面临信息不对称、供应链体系不成熟、自主化不足等痛点。“目前，大部分量化的装备产品，更多关注的是单一指标性能，没有对整体产品性能进行综合考量；同时，虽然行业已形成了初步的供应链体系，但整个供应链的时效性、可靠性等还有待进一步加强。另外，产业的基础创新能力、相关核心材料和技术水平的研发能力还有欠缺。因此，现阶段无论是装备技术研发、产业制造，还是具体落地的氢能项目，都可能面临一定的生存压力，难以持续发展。”

对此，上述负责人表示，行业应持续开展电解水制氢系统测试系列标准体系，培育第三方测试平台等工作，同时还要加强技术水平，建设绿色氢能装备技术实证平台，推动产业高质量、可持续发展。