

德国下线全球首款木制叶片 可回收风电叶片创新提速

■本报记者 李丽爽

继制塔筒后，风电叶片也出现了木制产品。近日，德国风电叶片制造公司Voodin宣布，在德国一座陆上风电场安装了木制风电叶片。该款叶片长19.3米，使用层压单板木材作为原材料，这是全球首款木制风电叶片原型设计。与传统风电叶片相比，该款叶片除了具有重量轻的特点外，还能实现100%回收再利用。在风电机组大规模退役潮到来的当下，风电叶片回收这一“老大难”问题迎来全新解决方案。

■以木为源生产叶片

据公开消息，2022年，欧洲可再生材料公司斯道拉恩索宣布，与Voodin公司达成合作，共同研发层压单板木材为原料的风电叶片。双方合作协议指出，层压单板木材具有“高载荷能力”，能够支撑大型叶片工作，与主流风电叶片相比，具有更轻、更易于运输的优势。

今年5月，Voodin公司宣布下线首款木制叶片，该款木制叶片的生产过程不同于传统风电叶片生产工艺，无需任何模具，在创建复杂3D模型方面具有更高的灵活性。借助这一工艺创新，该技术可用于生产制造任何类型的风电叶片，更节省了大型叶片模具成本。

Voodin公司同时指出，以木材为原材料，尤其是层压单板木材，比目前传统叶片使用的复合材料更加耐用，抗疲劳性能更佳，完全可以满足风电场20—25年的运行

寿命要求。

该公司创始人之一豪尔赫·卡斯蒂略表示，这款叶片已经历数百次测试，证明其性能较传统玻璃纤维更优，即使在环境最为恶劣的陆上风电场也能够正常运行。据悉，在对这支叶片进行测试运行的同时，该公司还将继续开发更大型叶片，长度预计分别为60米和80米。

■助力风电更绿色

传统风电叶片往往由玻璃纤维、环氧树脂等材料制成，不仅难以分解再利用，大规模处理成本也相对较高，而木制叶片的出现有望解决这一问题。

“目前，在叶片使用寿命周期结束时，大部分叶片都会被当作垃圾填埋或焚烧，这意味着，到2050年，全球将浪费约5000万吨叶片材料。木制叶片的解决方案有望让风电变得更绿色。”Voodin公司首席执行官汤姆·斯科曼表示。

据欧洲风能协会Wind Europe数据，欧洲最早一批陆上风电场已经到达退役年限，到2025年欧洲每年预计将出现超过2.5万吨废弃叶片，德国、西班牙两国退役叶片规模尤为巨大，而到2030年意大利、

法国、葡萄牙等国退役叶片规模也将大幅上涨，欧洲每年退役叶片规模将翻倍，达到5.2万吨左右。

大量的废弃风机叶片带来了潜在的环境污染风险。实际上，奥地利、德国、荷兰等欧洲国家已经立法，禁止填埋废弃风电叶片垃圾。

难题之下，木制叶片或成为“答案”。Voodin公司称，木制叶片不仅可实现100%回收，工艺创新还能降低人力成本，在风电场附近完成叶片生产，从而降低了叶片运输过程中产生的碳排放。

实际上，木材在风电设备中的应用并不止叶片，在塔筒生产中其低碳特性同样受到关注。此前，风电整机制造商维斯塔



斯曾宣布，将与木材科技公司Modvion共同研发木制塔筒，期待木制材料能够替代传统钢材，实现塔筒模块化生产的同时降低塔筒生产过程中温室气体排放量。

■叶片材料不断出新

在Wind Europe首席执行官吉尔·迪克森看来，风能作为一种绿色能源，可持续性就是其根本，而风能业界应竭尽所能降低产业发展对环境的影响。从目前情况来看，退役风电机组回收率已经达到90%左右，叶片回收正是实现风电行业可持续发展的“最后一公里”。

在此情况下，Wind Europe多番呼吁，希望与化工行业加强合作，利用创新的化学回收方案以及使用新型复合材料降低叶片全生命周期碳足迹。

木制叶片的诞生只是风能行业走向可持续发展的一个小步。近年来，风电叶片生产过程中，不论是回收工艺还是新型材料的应用都明显提速。2023年初，维斯塔斯公布了最新回收叶片中环氧树脂的方法，突破了传统技术瓶颈。欧洲复合材料生产商Continuum则宣布，将在欧洲新建6座工业规模叶片回收工厂，实现叶片100%回收。

此外，新型叶片材料的革新更为丰富。去年，叶片生产商时代新材宣布下线了全球第一款可回收热固性树脂叶片；今年1月，中材叶片则宣布研制出近百米长可回收热塑性树脂叶片，推动叶片循环利用。

在叶片回收问题获得越来越多关注的当下，多国政府都已出台了相关政策支持叶片材料以及回收工艺创新，并表示将提供相应资金支持最新成果。业界普遍认为，新兴技术的百花齐放或将拉开风电叶片回收市场竞争的大幕。

广东阳江：海上风电助力海洋经济绿色发展



图片新闻

6月6日，广东省阳江青洲一、二海上风电场，风电机组源源不断向外输送清洁能源。

据了解，阳江青洲一、二海上风电场是国内首个批量化应用单机容量11MW风电机组的百万级海上风电项目，位于阳江青洲近海深水区，水深约37—44米，中心离岸距离50多公里，总装机容量100万千瓦，布置92台抗台风型MySE11-230海上风力发电机组。

该项目应用了全球首个500kV交流海上升压站、世界首根500kV交流三芯海缆、国内首台海上500kV、550MVA变压器等，为阳江打造一流国际风电城，助力阳江乃至粤西地区海洋经济高质量发展，推动我国海上风电产业转型升级提供有力支撑。

人民图片

关注

本报讯 6月3日，中国气象局正式启动2024年迎峰度夏能源保供气象服务，发布今年第一份《迎峰度夏能源保供气象服务周报》。该项气象服务工作将持续到9月初。

根据今夏气候形势和能源电力部门服务需求，中国气象局组建了由公共气象服务中心牵头，国家气象中心、国家气候中心参与的迎峰度夏能源保供气象服务专班，制作《迎峰度夏能源保供气象服务周报》《能源保供气象服务专报》，提供包括天气预报与气候预测、海洋天气预报、重点流域雨量预报、相关灾害预警、森林草原火险等级预报、风力和光伏发电气象条件预报、能源电力关注重点及建议等内容，并针对高温热浪、暴雨、台风、强对流等重点天气过程及能源影响预报进行提示，为有关行业管理部门及企业提供决策支持。

同时，气象部门还将定期与能源、电力部门开展会商，与能源部门建立互动反馈机制，遇有突发天气及时响应。（李红梅）

中国气象局启动迎峰度夏能源保供气象服务

低空经济开辟锂电应用“新蓝海”

■本报记者 姚美娇

执行航空级的标准与测试，满足航空级的安全与质量要求。

另外，1月，力神电池完成全新一代半固态电池开发，该产品主要瞄准eVTOL等领域。据悉，此前力神电池已实现将能量密度为325Wh/kg的电池应用于eVTOL。去年底，国轩高科与亿航智能签订战略合作协议，布局低空经济，致力于共同开发基于无人驾驶eVTOL产品的动力电池、电池包、储能系统和充电基础设施。

■固态电池成研发方向

动力电池作为核心配件之一，其性能直接决定着eVTOL的实际应用表现以及市场接受度。受访人士指出，与地面交通场景相比，以eVTOL、无人机为代表的航空飞行器对动力电池性能的要求更加严苛。

“除了要求低成本和长循环寿命外，eVTOL电池对能量密度、充放电倍率的要求也远远超过车用电池。另外，用于低空飞行场景也意味着电池需要更加轻量化。”伊维经济研究院研究部总经理、中国电池产业研究院院长吴辉告诉《中国能源报》记者。

从各家电池企业的产品布局情况来看，目前，航空动力电池能量密度在

280Wh/kg至500Wh/kg不等，倍率性能在3C—4C水平。值得注意的是，企业eVTOL电池研发方向目前普遍为固态电池。

“电池能量密度主要由材料体系决定。近几年不少厂商争相推出的固态电池就是使用固态电解质代替传统的电解液，因此具备更高的能量密度。”真锂研究创始人墨柯近期接受《中国能源报》记者采访时表示。

吴辉指出，固态电池的高能量密度特性更加贴近低空场景电池要求，能够使低空飞行器在相同体积或重量下携带更多电能，从而提升续航。“固态电池在车用、低空飞行等领域均有广泛的应用场景。未来随着低空经济的进一步发展，固态电池的产业化进程有望进一步提速。”

另外，吴辉还提到，目前来看，锂电池性能想要完全达到飞行器要求，仍需要一定时间的发展。在此期间，油电混合动力可以作为一个可行的过渡性技术方案。

■标准体系待完善

光大证券研报表示，受益于动力和储能电池的强供应链和规模化降本，大多数eVTOL机型都采用成熟的、功率密度较高的锂电池。当前，eVTOL电池仍以可规模量产的液态和半固态为主，固态电池、预锂化、硅负极等新技术有望加速。

值得注意的是，低空电池除了对能量密度、充放电倍率性能要求较为严苛，极高的可靠性、安全性要求也是对相关企业的一大挑战。据了解，锂离子电池在高温、低温、碰撞、穿刺等特殊情况下，存在安全隐患，如过充、过放等情况可能导致热失控反应，甚至可能引发火灾或爆炸。

“在保障电池安全性方面有很多工作需要做。比如，企业通过电池材料和结构的改进来保证安全，像全固态电池采用不含任何易燃成分的固体电解质，能够保证比较绝对的安全。”吴辉指出，“另外，还需进一步完善标准体系，保证电池规范应用。目前对于低空电池的相关标准较少，未来这些标准的建立对于安全性的提升至关重要。”

总体来看，业内普遍认为，随着低空经济的发展，未来eVTOL的增量为上游动力电池行业带来较大需求。EVTank分析称，eVTOL行业的兴起为锂电池及下一代电池技术（全固态电池、锂金属电池等）的应用开辟了新领域，创造了新的增长动能，同时电池技术的进步能够为eVTOL行业规模化和商业化发展提供坚实的发展基础。

“不过，低空经济毕竟是一个新市场，因此相关电池产品短期内不会有很大增量，但前景肯定是好的。”吴辉说。

■厂商争相布局

随着相关支持政策的密集出台，低空经济发展正进入战略机遇期。今年全国

两会，“低空经济”首次被写入《政府工作报告》，并将作为新兴产业和未来产业打造新增长引擎。去年10月，工信部等四部门联合印发的《绿色航空制造业发展纲要（2023—2035年）》提出，到2025年，eVTOL将实现试点运行。

研究机构EVTank联合伊维经济研究院近期共同发布《中国电动垂直起降飞行器（eVTOL）行业发展白皮书（2024年）》预测，到2035年，全球eVTOL保有量将达到26000架，带动全球eVTOL累计市场规模预计达到1600亿美元。

值得注意的是，随着低空经济持续走热，锂电池作为其载体的动力源，也迎来新的发展机遇。截至目前，已有多家国内头部动力电池厂商先后布局该赛道。例如，5月，蔚蓝锂芯在投资者互动平台上表示，公司目前对用于垂直起降飞行器的锂电池正在研发中；宁德时代方面表示，公司的凝聚态电池能量正用于民用电动载人飞机项目的合作开发，