



Research and  
Development Center

# 风电零部件系列专题（四）：风电叶片—风电大型化和降本的重要一环

## 机械设备行业专题

2022年8月29日

证券研究报告

行业研究

行业周报

机械设备

投资评级

上次评级

刘卓 机械设备行业分析师  
执业编号: S1500519090002  
联系电话: 010-83326753  
邮箱: liuzhuoa@cindasc.com

信达证券股份有限公司  
CINDA SECURITIES CO., LTD  
北京市西城区闹市口大街9号院1号楼  
邮编: 100031

**风电零部件系列专题（四）：风电叶片—风电大型化和降本的重要一环**

2022年8月29日

**本期内容提要：**

- **本周专题：**叶片是风电最基础的关键零部件之一，是影响风力发电效率的关键因素之一，为满足复杂工况下的高效率发电，风电叶片要求外型设计、密度轻、强度高、韧性强，除外型设计以外的力学性能要求都直接与风电叶片的结构和材料有关。风电叶片结构包括主梁系统、上下蒙皮、叶根增强层等：主梁系统包括主梁与腹板，主梁负责主要承载，提供叶片刚度即抗弯和抗扭能。腹板负责支撑截面结构，预制后粘接在主梁上；蒙皮形成叶片气动外形用于捕捉风能，通常在形成主梁结构后，上下蒙皮通过前、后缘与主梁结构粘接成为叶片；叶根增强层将主梁上载荷传递到主机处。
- 风电叶片成本结构中，主梁和芯材约占风电叶片原材料成本近80%。风电叶片的原材料成本占总生产成本的75%，而原材料成本中占比较大的主要是增强纤维、树脂基体、芯材和结构胶，其中增强纤维和树脂为叶片主梁材料，组合构成纤维增强复合材料。风电叶片的原材料成本结构来看，增强纤维、树脂（基体材料）、芯材、结构胶、金属及配件和其他材料的成本占比分别为21%、33%、25%、8%、6%、7%，主梁材料和芯材占原材料成本达79%。我们认为，材料优化是提升叶片性能、降低成本的主要路径。
- 玻璃纤维增强复合材料目前仍是风电叶片的主要主梁材料，玻璃纤维增强复合材料是指用玻璃纤维作为增强纤维材料，不饱和聚酯、环氧树脂与酚醛树脂作为基体材料，也称为玻璃钢，强度高、重量轻、耐老化，表面可再缠玻璃纤维及涂环氧树脂。玻璃纤维目前仍是主流增强材料，根据中国巨石公开披露，风电用玻纤产品占其收入比重达到20%。增强纤维的拉伸模量是影响叶片变形的关键因素之一，因此其模量的增加对叶片刚度的提升意义重大。我们认为短期来看玻璃纤维仍将是主流材料，随着风机大型化趋势推进，叶片尺寸随之增加，其重量也越来越大，碳纤维增强复合材料占比有望提升。
- **风险因素：**疫情反复风险、政策变动风险等。

## 目录

<b>风电零部件系列专题（四）：风电叶片—风电大型化和降本的重要一环</b> .....	5
叶片是风电最基础的关键零部件之一，占主机成本比例超 20%.....	5
叶片技术迭代趋势：力学性能优化、轻量化和降本.....	6
增强纤维：玻纤目前仍是主流材料，碳纤维需求有望逐步提升.....	7
碳纤维材料的成本、设计结构和生产工艺等瓶颈有望逐步突破.....	9
树脂基体：树脂价格呈现高波动性，材料选择将顺应降本趋势.....	11
芯材：主要材料包括巴沙木、PET、PVC.....	13
叶片结构：双腹板结构向单腹板转变，分段叶片为研发方向.....	14
风电叶片上游原材料成本压力有所缓解，下游需求随风电发展持续走高.....	15
风电叶片市场集中度较高，CR5 占比近 70%.....	16
风电迈入平价上网阶段，叶片大型化助力风电降本.....	17

## 表目录

表 1: 叶片用玻纤的主要型号.....	7
表 2: 风电复合材料叶片成型工艺比较.....	10
表 3: 国内风电用玻纤主要上市公司产能情况.....	11
表 4: 国内风电用碳纤维主要上市公司产能情况.....	11
表 5: 国内环氧树脂主要上市公司产能情况.....	12
表 6: 芯材特点对比.....	13
表 7: 国内主要叶片厂商材料、产品结构设计和工艺技术研发进度.....	14
表 8: 风电叶片主要厂商产能竞争格局（2020 年）.....	17
表 9: 国内风电标杆上网电价（元/kwh）.....	17

## 图目录

图 1: 风机叶片结构.....	5
图 2: 2020 年电气风电机组成本构成.....	5
图 3: 风电叶片产业链.....	6
图 4: 叶片主要成本占比.....	7
图 5: 风电叶片原材料占比成本分布.....	7
图 6: 主要型号玻纤拉伸模量 (GPa).....	7
图 7: 2020 年中国碳纤维下游应用需求占比.....	8
图 8: 中国叶片用材料单价对比情况（元/吨）（2020 年）.....	8
图 9: 风电行业碳纤维需求趋势（吨）.....	8
图 10: 2015-2021 我国碳纤维需求量及增速.....	9
图 11: 2015-2021 我国碳纤维产能及增速.....	9
图 12: 风电叶片主梁的主要生产工艺.....	9
图 13: 风电叶片主梁拉挤工艺示意图.....	10
图 14: 环氧树脂华东市场价格(元/吨).....	12
图 15: 新戊二醇进口加氢法华南市场价格(元/吨).....	12
图 16: PET 市场价格（元/吨）.....	13
图 17: 分段叶片链接示意图.....	14
图 18: T 型螺栓连接示意图.....	14
图 19: 我国总发电量及风力发电量变化（亿千瓦时）.....	16
图 20: 我国 2017-2021 陆上/海上风电累计装机量（MW）.....	16
图 21: 2013-2020 年中国风电叶片市场规模及增长率.....	16
图 22: 2015-2020 年中国风电叶片需求量及增长率.....	16

图 23: 中国风电市场竞争格局.....	17
图 24: 2019 年国内风电叶片竞争格局.....	17
图 25: 全市场风电整机商风电机组投标均价 .....	18
图 26: 2013-2018 年风电平均上网电价 (元/千千瓦时) .....	18
图 27: 2017-2022Q1 金风科技风机不同系列销售容量占比.....	19
图 28: 2011-2020 全国新增风机平均单机容量及风轮直径.....	19

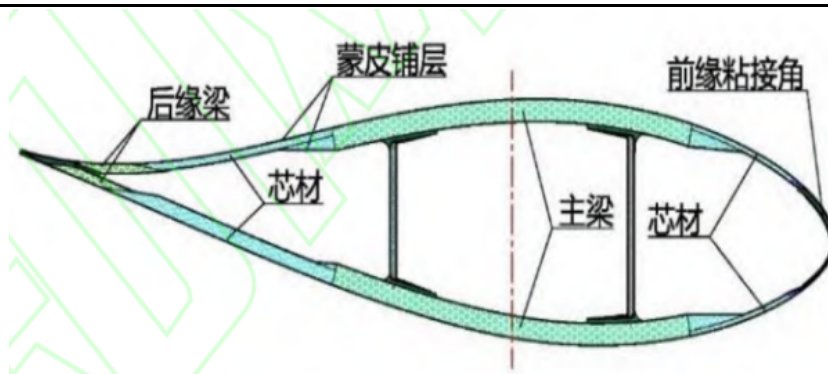
## 风电零部件系列专题（四）：风电叶片—风电大型化和降本的重要一环

叶片是风电最基础的关键零部件之一，占主机成本比例超 20%

叶片是风电最基础的关键零部件之一，是影响风力发电效率的关键因素之一，为满足复杂工况下的高效率发电，风电叶片要求外型设计、密度轻、强度高、韧性强，除外形设计以外的力学性能要求都直接与风电叶片的结构和材料有关。风电叶片结构包括主梁系统、上下蒙皮、叶根增强层等：主梁系统包括主梁与腹板，主梁负责主要承载，提供叶片刚度即抗弯和抗扭能。腹板负责支撑截面结构，预制后粘接在主梁上；蒙皮形成叶片气动外形用于捕捉风能，通常在形成主梁结构后，上下蒙皮通过前、后缘与主梁结构粘接成为叶片；叶根增强层将主梁上载荷传递到主机处。

主梁和芯材是最核心部分，约占风电叶片原材料成本的 80%。芯材用于提高叶片的稳定性。主梁材料主要是纤维增强复合材料，纤维增强复合材料是指纤维和基体材料的复合材料，纤维需要具有高模量，以提高叶片的刚度；树脂基体要求缺陷低、成型效率高。目前较小型叶片的复合材料中，纤维采用玻璃纤维，基体材料采用不饱和聚酯树脂，基于在力学性能要求不是太高情况下的成本最小化；较大型叶片的主梁复合材料，纤维采用碳纤维或碳纤维与玻璃纤维的混杂复合材料，基体材料较多采用环氧树脂。

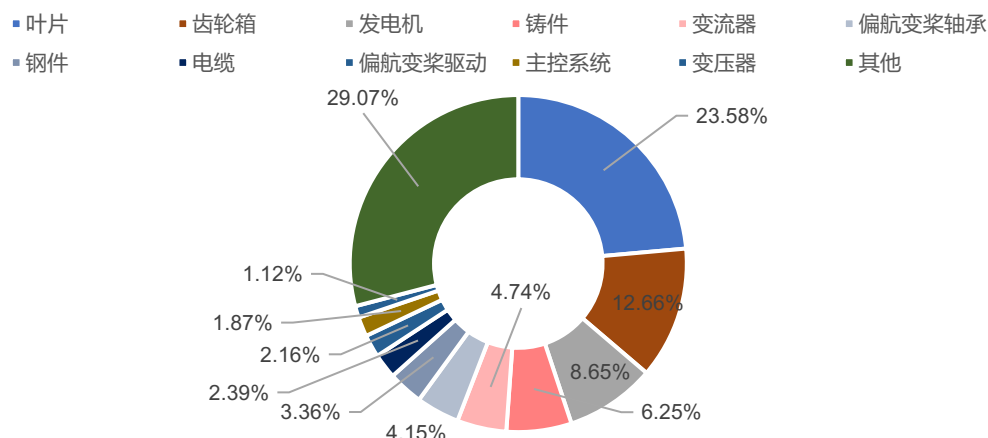
图 1：风机叶片结构



资料来源：《复合材料在大型风电叶片上的应用与发展》，信达证券研发中心

风电主机成本结构中，叶片、齿轮箱、发电机是成本占比最高的三种零部件。以电气风电主机成本结构为例，2020 年电气风电主机成本结构中叶片、齿轮箱、发电机占比分别为 23.6%、12.7%和 8.7%。由于叶片占主机的成本比重较高，叶片长度增加将一定程度上推高其自身以及整机的成本。在风机主机的大型化和低成本趋势下，叶片的技术迭代趋势将是更好的力学性能、轻量化和降本。

图 2：2020 年电气风电机组成本构成



资料来源：电气风电招股说明书，信达证券研发中心

风电叶片是风电产业链的关键组成部分，风电叶片产业链主要由上游原材料供应商，中游风电叶片生产商、下游整机厂商和风电场运营等环节构成。生产叶片的主要原材料包括玻纤、碳纤维和芯材等，国内代表企业有澳盛科技、光威复材、上纬新材、康达新材等。风电叶片制造企业可分为两类，一类是以迪皮埃(TPI)为代表的独立叶片生产企业，中材科技和时代新材均属于此类企业；另一类是以艾尔姆(LM)为代表的风电整机厂配套生产企业。

图3：风电叶片产业链

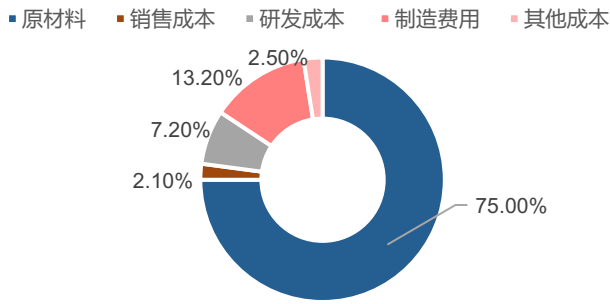


资料来源：信达证券研发中心

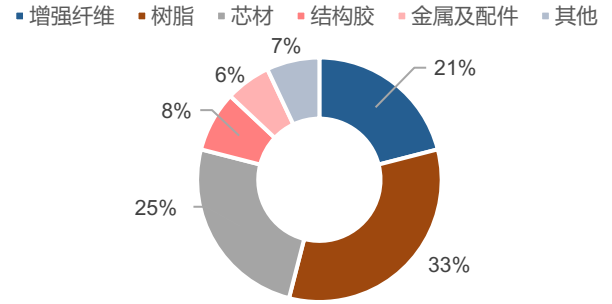
### 叶片技术迭代趋势：力学性能优化、轻量化和降本

风机大型化趋势下，风电叶片的技术迭代趋势是力学性能优化、轻量化和降本，实现路径是风电叶片材料、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。风电叶片长度将持续加长，叶片长度增加将一定程度上推高其自身以及整机的成本，同时叶片长度的增加还会导致叶片自重的上升，对叶片力学性能的要求也将持续强化。因此要让通过研制长叶片来提升发电量变得可行，就必须控制好叶片自重，并使之具有更高的强度、刚度等，以确保整机系统的高效率平稳运行。

风电叶片成本结构中，主梁和芯材约占风电叶片原材料成本近80%。风电叶片的原材料成本占总生产成本的75%，而原材料成本中占比较大的主要是增强纤维、树脂基体、芯材和结构胶，其中增强纤维和树脂为叶片主梁材料，组合构成纤维增强复合材料。风电叶片的原材料成本结构来看，增强纤维、树脂（基体材料）、芯材、结构胶、金属及配件和其他材料的成本占比分别为21%、33%、25%、8%、6%、7%，主梁材料和芯材占原材料成本达79%。我们认为，材料优化是提升叶片性能、降低成本的主要路径。

**图 4：叶片主要成本占比**


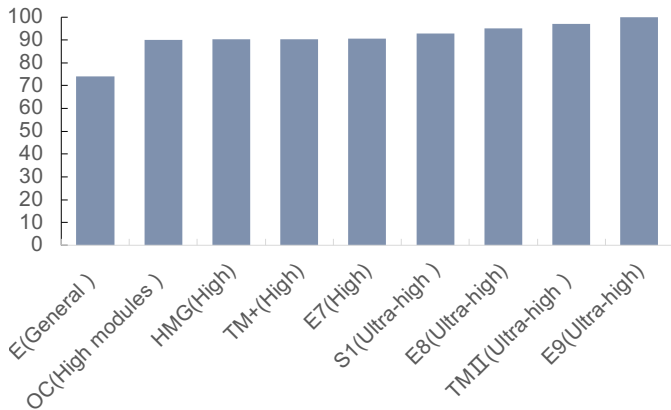
资料来源：《复合材料在大型风电叶片上的应用与发展》，信达证券研发中心

**图 5：风电叶片原材料占比成本分布**


资料来源：《复合材料在大型风电叶片上的应用与发展》，信达证券研发中心

### 增强纤维：玻纤目前仍是主流材料，碳纤维需求有望逐步提升

玻璃纤维增强复合材料目前仍是风电叶片的主要主梁材料，玻璃纤维增强复合材料是指用玻璃纤维作为增强纤维材料，不饱和聚酯、环氧树脂与酚醛树脂作为基体材料，也称为玻璃钢，强度高、重量轻、耐老化，表面可再缠玻璃纤维及涂环氧树脂。玻璃纤维目前仍是主流增强材料，根据中国巨石公开披露，公司玻纤产品约有 20% 用于风电叶片。增强纤维的拉伸模量是影响叶片变形的关键因素之一（标准模量是指拉伸模量为 230-265GPa，中等模量是指拉伸模量为 270-315GPa，高模量是指拉伸模量超过 315GPa），因此其模量的增加对叶片刚度的提升意义重大。近十年玻纤企业持续不断的进行技术创新，每一代玻纤的模量都提升了 10% 左右，促进了叶片大型化的发展。玻璃纤维经过多年的大规模应用，工艺早已成熟。我们认为短期来看玻璃纤维仍将是主流材料，随着风机大型化趋势推进，叶片尺寸随之增加，其重量也越来越大，碳纤维增强复合材料占比有望提升。

**图 6：主要型号玻纤拉伸模量 (GPa)**


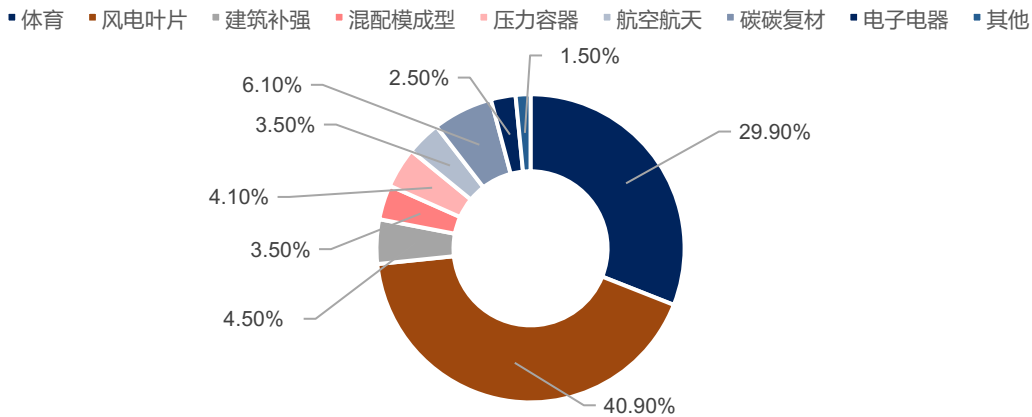
资料来源：《复合材料在大型风电叶片上的应用与发展》，信达证券研发中心

**表 1：叶片用玻纤的主要型号**

制造商	First	Second	Third	Fourth
中国巨石	E6	E7	E8	E9
国际复材	TM	TM+	TMII	—
泰山玻纤	TCR	HMG	S-1HM	THM-1
OCV	WS2000	WS3000	WS4000	—

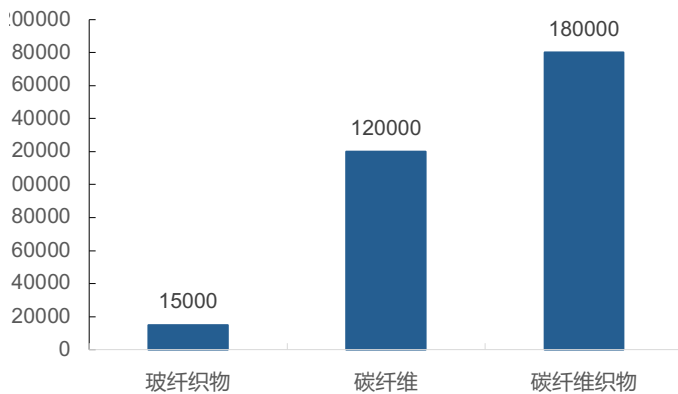
资料来源：《复合材料在大型风电叶片上的应用与发展》，信达证券研发中心

碳纤维的密度比玻璃纤维低 30%-35%，应用碳纤维可使叶片减重 20% 以上；碳纤维的拉伸模量比玻璃纤维高 3-8 倍；碳纤维拥有更强的抗疲劳性能，能够延长叶片的使用寿命。碳纤维主要有 3K、12K、24K、48K 等规格，其中 1-24K（含）为小丝束产品，主要在航空航天和军品上应用，而 24K 以上为大丝束产品，主要应用于风电叶片和民用产品。2020 年国内碳纤维需求量占比前二的领域依次是风电叶片、体育，分别占比 40.9%、29.90%，其他领域的需求占比均不足 10%。

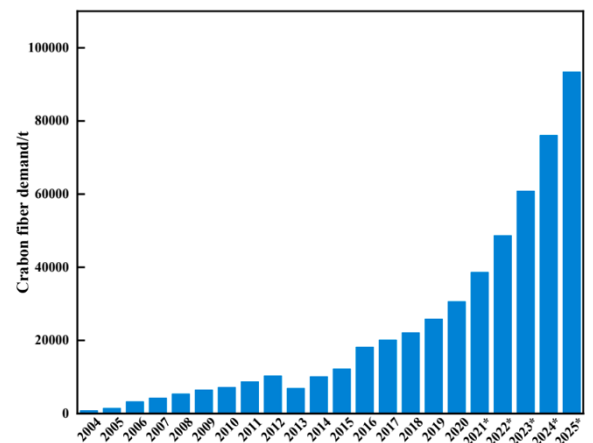
**图 7：2020 年中国碳纤维下游应用需求占比**


资料来源：碳纤维产业“聚”变发展——2020 全球碳纤维复合材料市场报告，信达证券研发中心

**碳纤维价格明显高于玻纤，需求有望保持较快增长。**碳纤维织物的价格较高，是玻璃纤维的 10 倍以上，风电用大丝束碳纤维成本为 12 万元/吨（约 1.8 万美元/吨，其他可参考数据区间在 1.4-1.8 万美元/吨），制成织物成本则需 18 万元/吨，是玻纤织物价格的 12 倍。当前碳纤维主要用于叶片主梁，即替换原先主梁中的单轴向玻纤布（单轴向玻纤布占叶片成本 14%），替换后可有效减重 20%，但成本上升 82%。全球风电用碳纤维需求量有望保持较快增长。

**图 8：中国叶片用材料单价对比情况（元/吨）（2020 年）**


资料来源：华经产业研究院，信达证券研发中心

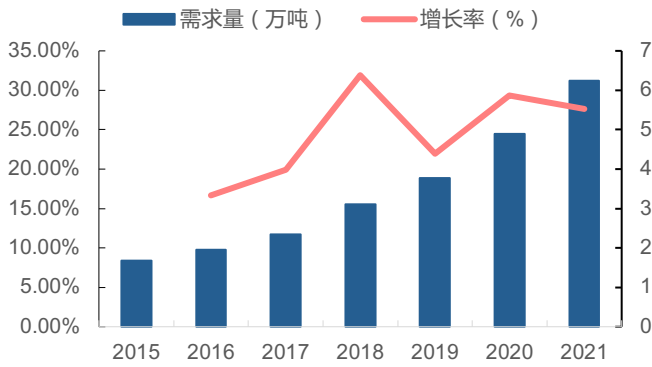
**图 9：风电行业碳纤维需求趋势（吨）**


资料来源：《复合材料在大型风电叶片上的应用与发展》，信达证券研发中心

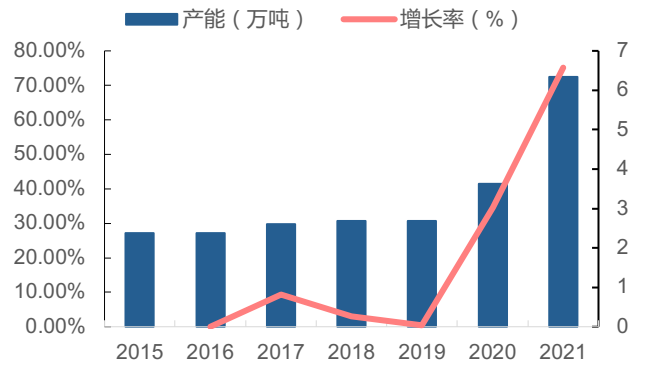
国内主流的碳纤维供应商在十四五期间开始提高碳纤维产能和批量化生产供应，并通过提升技术、改进设备和减少能耗来降低成本。从 2020 年开始，碳纤维产能大幅上升，且 2021 年较 2020 年在数量和增幅方面，有较大提升，2020 年碳纤维产能从 2019 年的 2.69 万吨提升至 3.62 万吨，2021 年产能增至 6.34 万吨，增幅高达 75.14%。当前叶片上应用的碳纤维多选择 48-50k 的大丝束。

随着海上风电市场的不断扩大，碳纤维的应用占比有望提升。对于海上大叶片来说，通常会在其承载的关键部位主梁上应用碳纤维以提高叶片刚度和强度，以减少传递到主机和塔底的载荷，进而优化整机系统造价来降低度电成本。应用碳纤维主梁设计的叶片一般比全玻纤叶片减重 20%-30%，虽然碳纤维叶片成本上升，但其带来的传动链上相关部件以及塔筒的优化减重，使得风电机组的整体成本降低 10% 以上。



**图 10：2015-2021 我国碳纤维需求量及增速**


资料来源：华经产业研究院，信达证券研发中心



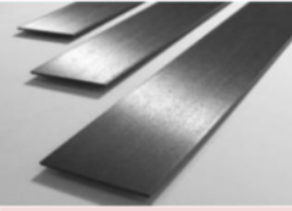
**图 11：2015-2021 我国碳纤维产能及增速**


资料来源：华经产业研究院，信达证券研发中心

### 碳纤维材料的成本、设计结构和生产工艺等瓶颈有望逐步突破

**碳纤维成本：**叶片材料、结构设计与生产工艺相互配合，使得碳纤维实现低成本应用，同时受益碳纤维国产化推进，碳纤维价格和风电应用成本有望降低。2015 年以前用于风电领域的碳纤维主要采用预浸料或织物的真空导入工艺，部分采用小丝束碳纤维，成本较高，近年来主要采用大丝束碳纤维拉挤梁片，成本有效降低，根源在于 VESTAS 在大梁结构的革命性创新设计才使拉挤梁片的工艺成为可能。这种设计理念把整体化成型的主梁主体受力部分拆分为高效低成本高质量的拉挤梁片标准件，然后把这些标准件一次组装整体成型，其优点为 1)通过拉挤工艺生产方式大大提高了纤维体积含量，降低了主体承载部分的重量；2)通过标准件的生产方式大大提高了生产效率，保证产品性能的一致性和稳定性；3)大大降低了运输成本和最后组装整体成型的生产成本；4)预浸料和织物都有一定的边角废料，拉挤梁片及整体灌注极少。按这种设计和工艺制造的碳纤维主梁，兆瓦级的叶片均可使用。另外，国产碳纤维技术持续突破，有望提高风电领域的产业化应用比例，带动风电用碳纤维成本降低。

**图 12：风电叶片主梁的主要生产工艺**

	大克重预浸料 Prepreg	碳纤维织物 Fabrics	加固碳板 Carbon Plate
			
工艺 Process	压力袋 Autoclave and vacuum bag	真空导入 VARI	拉挤成型 Pultrusion
部位 Parts	蒙皮、梁帽、叶根 Skin, Spar, Tenon	梁帽 Spar	梁帽 Spar

资料来源：sampe，信达证券研发中心

目前叶片制造工艺中，实现纤维增强复合材料嵌入过程的工艺包括湿法手糊成型、预浸料成型、真空导成型，但在风机市场扩大及风机大型化趋势下，湿法手糊成型、预浸料成型因环境污染、成本等问题较不适于大型叶片，目前主流工艺为真空灌注导入。

**表 2: 风电复合材料叶片成型工艺比较**

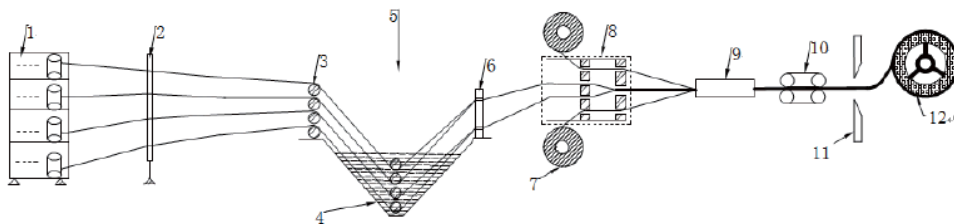
工艺名称	特点	优缺点
湿法手糊成型工艺	手工操作，开模成型、生产效率低以及树枝固化成度偏低，适合产品批量小、质量均匀性要求低的复合材料制品生产	叶片在使用过程中容易出现含胶量不均匀、纤维/树脂浸润不良及固化不完全等引起的裂变、断裂和叶片变形问题。此外在叶片制造中伴有大量有害物质及溶剂释放，造成环境污染等问题。
预浸料成型工艺	综合性能优越，适于制造大型的厚复合材料部件	预浸料成本较高，但所得叶片制品厚度均匀、空隙率低、制品表面光滑平整
真空导入成型工艺	较少依赖工人技术水平，工艺质量仅依赖工艺参数，产品质量易于保证，技术含量高于手糊工	闭模成型，因此具备污染小、叶片产品质量稳定、生产效率高等优点

资料来源：华经产业研究院，信达证券研发中心

**碳纤维应用于叶片的设计和工艺壁垒：**目前风电叶片的碳纤维用量中 VESTAS 占较大比重，主要是由于技术专利保护，2002 年 7 月 19 日，VESTAS 分别向中国、丹麦等国家知识产权局、欧洲专利局、世界知识产权局等国际性知识产权局申请了以碳纤维条带为主要材料的风力涡轮叶片的相关专利，专利权利要求包含了制造预先预制的条带的方法和制造风力涡轮机叶片的方法。专利保护期为 20 年。专利保护期间，国内叶片制造商只能通过自主研发主梁设计结构和生产工艺规避 VESTAS 的专利保护，一定程度上限制了碳纤维材料在国产风电叶片上的应用，随着 VESTAS 专利到期，国内碳纤维风电叶片产业化应用有望加快。

风电叶片主梁所用碳纤维存在大克重预浸料、碳纤维织物真空导入、拉挤成型 3 种工艺，2015 年之前全球碳纤维工艺以预浸料和真空灌注为主，而碳纤维价格高使风电叶片采用碳纤维比例整体偏低；近年来 Vestas 大丝束碳纤维拉挤梁成为主流。拉挤工艺先将碳纤维制成拉挤板材，叶片制作时在设定位置内把拉挤板材黏贴在蒙皮上制成大梁。其设计理念是把整体化成型的主梁主体受力部分拆分为高效率、高质量、低成本的拉挤梁片标准件，然后把标准件一次组装整体成型。拉挤工艺碳纤维板材体积含量达 69%，明显高于预浸料和真空灌注，纤维含量高使拉挤法碳纤维高强高模轻质效果更好，能应用于刚度要求非常高、主梁疲劳富余量较大的叶片。

拉挤成型工艺可以减少工序，相应减少模具的投入。与灌注工艺相比，拉挤的树脂含量更低，可以使叶片重量下降 3% 左右。同时挤成型工艺与一般产品的拉挤成型工艺相类似，但也存在不同之处。首先将规定数量的 48K 或 24K 碳纤维安装纱架上，并依次通过浸胶槽、预成型模、成型模具，后引入牵引机和收卷机。

**图 13: 风电叶片主梁拉挤工艺示意图**


注：1—纱架；2—集纱板；3—分层纱板；4—浸胶槽；5—混胶；6—挤胶辊；7—脱模布；8—预成型模；9—成型模具；10—牵引装置；11—切断装置；12—收卷装置。

资料来源：《国产碳纤维在风电叶片主梁上的应用研究》，信达证券研发中心

**玻纤产能：**用于风电叶片的是高端玻璃纤维-风电纱，目前上市公司拥有产能的为：中国巨石、中材科技、山东玻纤、长海股份。中国巨石：玻纤产能约 200 万吨，全球第一，全球市占率 23%，国内市占率 34%，在建产能约 46 万吨。中材科技：公司玻纤年产能近 110

万吨，全球市占率 11%。山东玻纤：2021 年产能 36 万吨，2022 年设计产能 41 万吨，2025 年实现国内产能达到 62 万吨左右。长海股份：2021 年产能 30 万吨，2021 年 5 月公告拟建 60 万吨高性能玻纤产能。

**表 3：国内风电用玻纤主要上市公司产能情况**

玻纤主要上市公司	产能
中国巨石	玻纤产能约 200 万吨，全球第一，全球市占率 23%，国内市占率 34%，在建产能约 46 万吨
中材科技	公司玻纤年产能近 110 万吨，全球市占率 11%
山东玻纤	2021 年产能 36 万吨，2022 年设计产能 41 万吨，2025 年实现国内产能达到 62 万吨左右
长海股份	2021 年产能 30 万吨，2021 年 5 月公告拟建 60 万吨高性能玻纤产能

资料来源：相关公司公告，信达证券研发中心

**碳纤维产能：**相关公司包括吉林化纤、上海石化、光威复材、中简科技。吉林化纤：子公司吉林宝旌（49%）可年产 8500 吨大丝束碳纤维，2023 年规划 1.2 万吨产能。全资子公司凯美克具有 600 吨小丝束碳纤维产能，当前已投 300 吨，预计 2022 年再投 300 吨。2021 年 9 月，公司投资建设 1 万吨碳纤维、1.2 万吨碳纤维复材项目。光威复材：目前碳纤维产能 3855 吨，另有内蒙古包头在建产能 4000 吨预计 2022 年年中投产。中简科技：目前小丝束碳纤维产能 350 吨，2021 年 8 月定增 20 亿元建设碳纤维，完全投产后公司碳纤维产能可达 1500 吨。上海石化：目前拥有 1500 吨/年碳纤维产能，在建 1.2 万吨/年 48K 大丝束碳纤维项目，未来将以碳纤维产业为转型新引擎，配套聚酯、聚烯烃、弹性体、碳五等一系列下游精细化工新材料。

**表 4：国内风电用碳纤维主要上市公司产能情况**

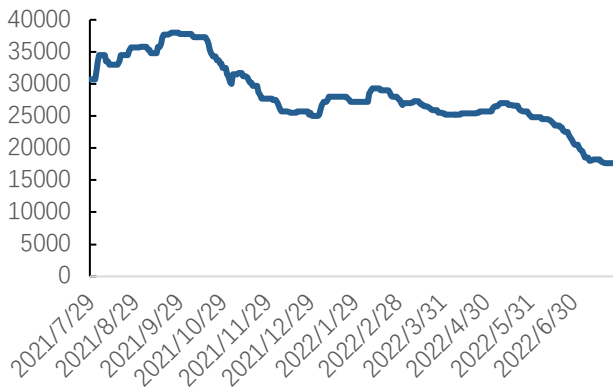
碳纤维主要上市公司	产能
吉林化纤	子公司吉林宝旌（49%）可年产 8500 吨大丝束碳纤维，2023 年规划 1.2 万吨产能。全资子公司凯美克具有 600 吨小丝束碳纤维产能，当前已投 300 吨，预计 2022 年再投 300 吨。
光威复材	目前碳纤维产能 3855 吨，另有内蒙古包头在建产能 4000 吨预计 2022 年年中投产。
中简科技	目前小丝束碳纤维产能 350 吨，2021 年 8 月定增 20 亿元建设碳纤维，完全投产后公司碳纤维产能可达 1500 吨。
上海石化	目前拥有 1500 吨/年碳纤维产能，在建 1.2 万吨/年 48K 大丝束碳纤维项目，未来将以碳纤维产业为转型新引擎，配套聚酯、聚烯烃、弹性体、碳五等一系列下游精细化工新材料。

资料来源：相关公司公告，信达证券研发中心

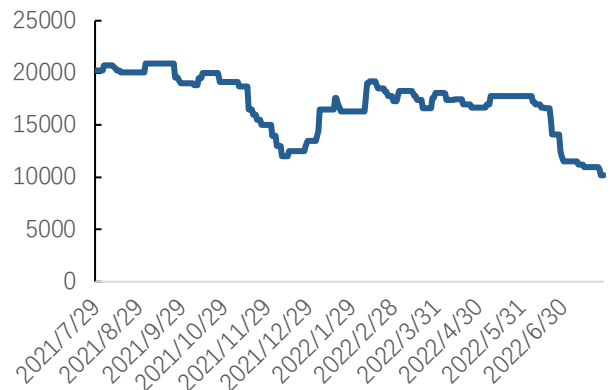
### 树脂基体：树脂价格呈现高波动性，材料选择将顺应降本趋势

树脂基体材料在复合材料中起着粘结、支持、保护增强材料和传递载荷的作用，要求缺陷低、高效成型，同时成本占比高，成本也是重要考虑方面。风电叶片主要使用环氧灌注和手糊树脂。灌注树脂应用于叶片主要部件如腹板、主梁及壳体的真空灌注成型；手糊树脂在叶片制造中主要应用于叶片前后缘、腹板粘接区域补强及辅助件的粘接补强，主要成型工艺是手糊成型和手糊袋压工艺。基于行业对叶片提质增效的需求，不仅树脂对纤维织物要有更好的浸润性以提高灌注速度，也要根据升温曲线来减少固化时间。

树脂材料价格波动较大，近两年华东市场树脂材料环氧树脂价格波动范围在 15000-40000 元/吨。目前在树脂基体材料方面，环氧树脂是主流，2021 年环氧树脂市场价格受疫情影响走高，2022 年价格有所回落。总体来看包括聚氨酯树脂（新戊二醇是聚氨酯树脂的原材料）在内的树脂价格波动范围较大。我们认为未来树脂材料的迭代方向将以高性能为主，同时兼顾环保要求和降本。

**图 14: 环氧树脂华东市场价格(元/吨)**


资料来源: 百川盈孚, 信达证券研发中心

**图 15: 新戊二醇进口加氢法华南市场价格(元/吨)**


资料来源: 百川盈孚, 信达证券研发中心

**环氧树脂产能:** 环氧树脂具有良好的力学性能、耐化学腐蚀性能和尺寸稳定性, 是目前大型风电叶片的首选树脂。平均 1GW 风电装机对应至少 4250 吨环氧树脂。国内上市公司中, 具有环氧树脂产品的公司有: 中国石化、中化国际、上纬新材、宏昌电子。中国石化: 2021 年 2 月, 通过对液体环氧树脂生产装置的升级改造, 公司液体双酚 A 环氧树脂产能从 2 万吨/年提升到 5 万吨/年。中化国际: 公司现有 17 万吨液体环氧树脂, 同时该公司于今年 6 月投产 16 万吨液体及 2 万吨固体环氧树脂。上纬新材: 2019 年公司在国内风电叶片专用环氧树脂市占率为 13%, 现有 17.2 万吨年风电树脂产能, 该公司于今年 6 月新增风电树脂产能 2 万吨。宏昌电子: 公司现有环氧树脂总产能 15.5 万吨/年, 规划拟建设 14 万吨产能。

**表 5: 国内环氧树脂主要上市公司产能情况**

玻纤主要上市公司	产能
中国石化	2021 年 2 月, 通过对液体环氧树脂生产装置的升级改造, 公司液体双酚 A 环氧树脂产能从 2 万吨/年提升到 5 万吨/年。
中化国际	公司现有 17 万吨液体环氧树脂, 2022 年 6 月投产 16 万吨液体及 2 万吨固体环氧树脂。
上纬新材	2019 年公司在国内风电叶片专用环氧树脂市占率为 13%, 现有 17.2 万吨年风电树脂产能, 新增风电树脂产能 2 万吨于 2022 年 6 月建成投产。
宏昌电子	公司现有环氧树脂总产能 15.5 万吨/年, 规划拟建设 14 万吨产能。

资料来源: 相关公司公告, 信达证券研发中心

**聚氨酯材料:** 具有黏度低、灌注和固化速度快等特点, 灌注时间比环氧树脂缩短一半, 在 80°C 的环境条件下固化时间小于 4 小时, 成本方面比环氧树脂低 15%-20%, 是近几年叶片应用关注度最高树脂材料。由于聚氨酯对水分非常敏感, 所以叶片设计时不能使用轻木, 叶片生产过程中增强纤维和夹芯材料的烘干以及灌注时对水的控制是聚氨酯批量应用的技术关键所在。

**DCPD 树脂:** 密度是环氧树脂的 90% 左右, 成本比环氧树脂低了约 30%, 是叶片减重、降低成本和提高灌注效率的理想材料。由于 DCPD 存在黏度低灌注流速过快的问题, 且缺乏成熟配套材料体系 (如纤维、油漆等), 因此需要进行配套材料体系开发、工艺实验和结构测试验证, 才能保证在风电叶片上更好的推广应用。

**热塑性树脂:** 基于废旧叶片环保回收利用规划, 可降解的热塑性树脂或将是未来叶片新材料发展方向。风电叶片基体材料多采用热固性树脂, 如环氧树脂、不饱和聚酯树脂等, 热固性树脂制成的风电叶片在其退役后材料很难被回收利用, 与热固性复合材料相比, 热塑性复合材料在满足密度小、强度高、抗冲击性好的前提下, 兼具可循环使用、废料可回收、产品可熔融再加工、可焊接等优点。

**碳纤维增强乙烯基树脂:** 碳纤维增强乙烯基树脂可降低成本, 碳纤维价格昂贵, 碳纤维

加环氧树脂的叶片方案大幅增加成本，性价比高的乙烯基树脂来替代环氧树脂，可降低成本。乙烯基树脂的工艺性好，能满足机械力学性能、抗疲劳性、刚度等各项性能指标的设计要求。碳纤维增强乙烯基树脂有效降低成本，也有应用潜力。

**生物质材料：**环保性好，目前市场上生物质材料以木质/竹制品为主，生物质风电叶片具有刚度高、稳定性好、低温阻尼好、材料可再生、成本低等优点。从工艺上看，相比碳纤维环氧树脂复合材料，竹材的用量高达 50%-70%，环氧树脂用量少，避免了固化过程的过热反应，材料的收缩小；与玻璃纤维复合材料叶片相比，则减少了加工时间。

### 芯材：主要材料包括巴沙木、PET、PVC

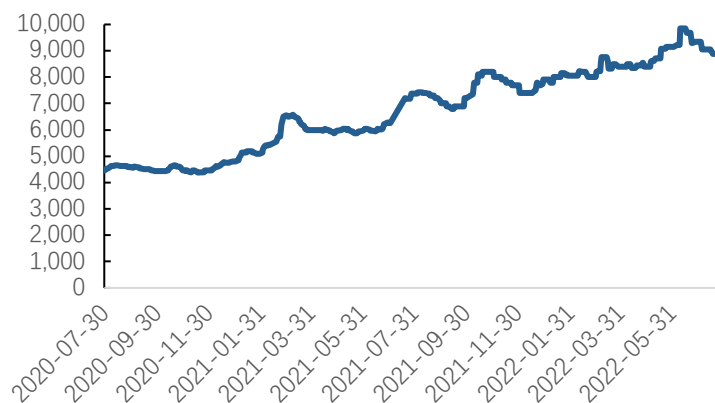
风力发电叶片是大型结构件，芯材是叶片的关键增强材料，在叶片的前缘、后缘以及剪切肋等部位都使用到泡沫作为玻璃钢夹层结构的芯层，作为夹层结构来提升结构刚度，防止局部失稳、提高整个叶片的抗载能力。目前用于风力发电叶片芯材的材料主要有巴沙木、聚氯乙烯（PVC）泡沫、聚对苯二甲酸乙二醇酯泡沫（PET）和聚甲基丙烯酸酯亚胺（PMI）泡沫等，其中质量轻、强度高的 PVC 泡沫由于其行业应用比较成熟，较为广泛。PVC（聚氯乙烯）泡沫是以聚氯乙烯树脂为主体，加入发泡剂及其它添加剂制成的一种泡沫材料。巴沙木生长速度快，木质密度低，每立方米的重量仅为 0.1 吨，被称为“世界上最轻的树”。但在 2019 年至 2020 年，受风电抢装以及新冠肺炎疫情爆发的影响，巴沙木供应较为紧张，2020 年价格曾突破 2 万元/立方米，接近于 2019 年的 3 倍。PET 价格也从 2020 年的 4000 元/吨提高至目前的 8000 元/吨以上。

表 6：芯材特点对比

材料	材料特点
巴沙木	不易变形，强度以及柔性适中，是一种理想的叶片夹芯材料。但作为天然材料，巴沙木主产地限于厄瓜多尔、印度尼西亚、巴布亚新几亚；易吸水，沿着长度方向和垂直方向的性能差异大；产业链长，从砍伐到切成套材需要历时数月，任何环节出问题都会影响供应。
PET	PET 属于成熟的工业化制品，且实现了完全国产化，供应更有保障。其次，PET 的耐温性能优于 PVC，能够很好地应对叶片变长后铺层增多带来的温度上升问题。再次，PET 材料是可回收利用的。更为关键的是，PET 的价格只有巴沙木、PVC 的一半，批量替代可以大大降低叶片成本。

资料来源：《风电叶片创新进行时》，信达证券研发中心

图 16：PET 市场价格（元/吨）



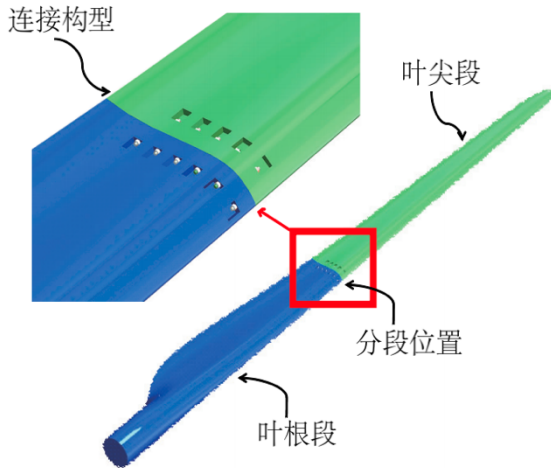
资料来源：WIND，信达证券研发中心

芯材领域相关公司包括：天晟新材、濮阳惠成。天晟新材产能：公司硬质发泡材料设计产能高达 4 万立方。濮阳惠成产能：公司顺酐酸酐衍生物作为原料合成的环烷酸酯类增塑剂和聚酯增塑剂具有良好的耐化学品抽出性能以及环保无毒等特征，与 PVC 有很好的相容性。

## 叶片结构：双腹板结构向单腹板转变，分段叶片为研发方向

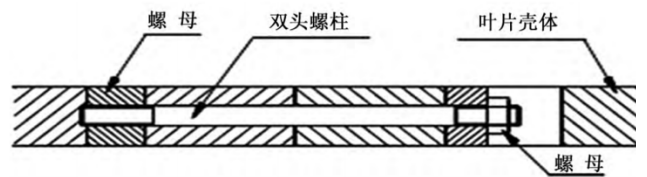
风电叶片结构中主梁位置的双腹板结构设计近年来改为单腹板设计。同时随着风机大功率化的趋势，风机制造对于叶片长度的要求也越来越高。为提高运输及制造效率，叶片制造企业在尝试研制分段叶片，分段式叶片增加了叶片段之间的连接环节，这不仅影响叶片本身的制造工艺、结构强度及屈曲稳定性，同时也可能对风电机组的性能和设计要求产生影响，例如载荷、自振频率及塔尖间隙等，目前分段叶片的连接主要有两种方式：一是机械连接，通过法兰和螺杆连接分段，缺点是会增加重量和成本，叶片质量会在连接处发生突变二是粘接胶连接，这种方式仍有待解决现场定位夹紧、快速固化等方面的问题。

图 17：分段叶片链接示意图



资料来源：《分段连接对风电叶片与机组性能的影响》，信达证券研发中心

图 18：T 型螺栓连接示意图



资料来源：《分段式风电叶片研究进展和发展趋势》，信达证券研发中心

国内厂商持续推进叶片技术迭代。明阳智能通过改变碳纱和玻纤的比例，可以实现模量由 46GPa-120GPa 线性变化，为设计、优化、减重、降本等提供了可能，解决了目前纯玻纤模量不能满足大叶片设计需求的限制，也绕开了碳纤维成本太高的瓶颈；时代新材突破了碳纤维拉挤板、玻璃纤维拉挤板、PET 夹心材料等应用关键技术，实现叶片低成本轻量化设计；中材科技重点突破分段技术等研究项目。

表 7：国内主要叶片厂商材料、产品结构设计和工艺技术研发进度

	碳纤维应用	分段叶片	拉挤成型工艺
明阳智能	碳玻混编技术：叶片主梁采用碳玻混合材料进行了重量优化，在一定幅度增加材料成本的情况下，材料性能有显著提高，尤其是模量有显著提高。通过改变碳纱和玻纤的比例，可以实现模量由 46GPa-120GPa 线性变化，为设计、优化、减重、降本等提供了可	分段式叶片技术：随着风机大功率化的趋势，风机制造对于叶片长度的要求也越来越高。为提高运输及制造效率，分段式叶片将会是叶片制造的一个发展趋势。公司自主研发的分段叶片设计技术，已完成 58.8M 叶片	

能，解决了目前纯玻纤模量不能满足大叶片设计需求的限制，也绕开了碳纤维成本太高的瓶颈。公司在 2021 年发布的 MySE16-242 机型，采用了 118 米长碳纤维混合叶片的样片验证，并取得了 DNVGL 认证，具备进入量产条件，是国内具备叶片分段技术的整机制造商。

时代新材  
在风力发电领域，持续推进聚氨酯材料在风电叶片中的替代应用，是全球少数具备聚氨酯叶片批量制造能力的企业；

突破了碳纤维拉挤板、玻璃纤维拉挤板、PET 夹心材料等应用关键技术，实现叶片低成本轻量化设计；在相关设计技术、成型工艺技术和成型装备等核心关键技术实现突破，产品在行业率先实现批量交付；完成 TMT-71.5-76-78-80.5-82 系列叶片开发；完成 TMT-84-86-89 系列叶片开发，该系列叶片是公司 2.8m 节圆最长的系列叶片，应用了公司高强度叶根连接技术；完成 TMT91 叶片设计，该叶片是时代新材首款 3.2m 节圆的 90m+ 叶片。

中材科技  
重点推进了百米级柔性风电叶片关键技术攻关及应用示范、风电叶片分段技术研究等项目  
S185.8 是自主设计开发的全玻纤陆上大叶片，采用与泰山玻纤合作开发的高性能玻纤拉挤主梁技术，产品性能优异且减重显著。

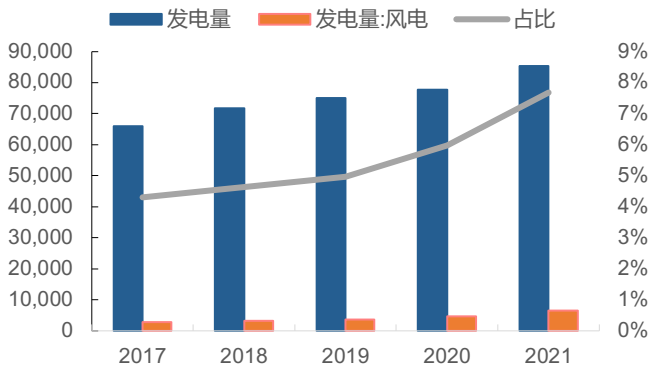
资料来源：相关公司公告，信达证券研发中心

## 风电叶片上游原材料成本压力有所缓解，下游需求随风电发展持续走高

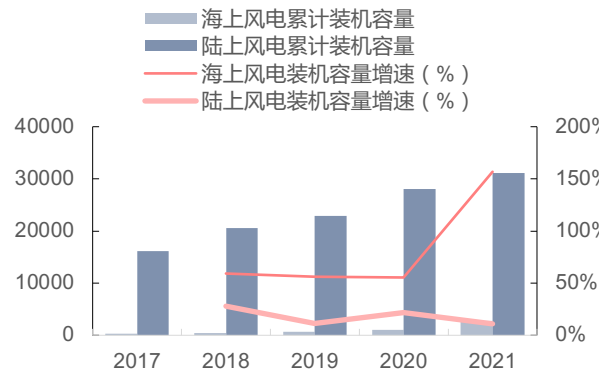
叶片主要由复合材料组成，其原材料费用占比高达 75% 主要包括环氧树脂、玻纤、碳纤维、夹芯材料等，目前 80-90 米长的叶片玻璃纤维用量在 25-40 吨，在风机大型化轻量化背景下，碳纤维在原材料中占比有望继续提升。

疫情影响逐渐驱散，原材料价格压力趋缓。2020 年受疫情及供需影响，环氧树脂价格从原先 1.6 万-1.8 万元/吨持续走高，2021 年 4 月攀升至 4 万元/吨，疫情趋缓后价格逐渐回落至 1.8 万元/吨，在此过程中，叶片企业加快聚氨酯树脂替代；夹芯材料方面，巴沙木是理想的夹芯材料材，但作为天然材料且产地较为局限，生产供应产业链长，任何环节出问题都会影响供应。2019-2020 年，同受风电“抢装”以及新冠肺炎疫情爆发的影响，巴沙木供应紧张，价格在 2020 年曾突破 2 万元/立方米，PET 逐渐作为重要芯材替代巴沙木。风电叶片上游主要可选原材料较多，通过各种材料之间的替代关系一定程度上缓解了通胀压力。

我国风力发电量占比持续提升，海风进入高速增长期，叶片作为风机重要组成部分，下游需求不断提高。2021 年海上风电累计装机量增速达 156.77%，新增装机量增速达 339.53%。2017 年至 2021 年风力发电量占总发电量比重分别为 4.3%、4.63%、4.96%、5.99%、7.68%，占比稳定提升。2021 年全国新增风电并网装机容量为 4757 万千瓦，较 2020 年新增风电并网装机量的高基数有所下降，2020 年新增并网装机量达 7167 万千瓦；全国累计并网装机量稳步上升，至 2021 年达 32848 万千瓦，2017 年至 2021 年 CAGR 达 14.94%。2020 年起陆上风电补贴取消，陆上风电装机量增速放缓；而海上风电 2021 年受退补抢装影响，2021 年海上风电新增装机量达 1690 万千瓦，同比增速达 339.53%，2017 年至 2021 年海上风电新增装机量 CAGR 达 70.87%。

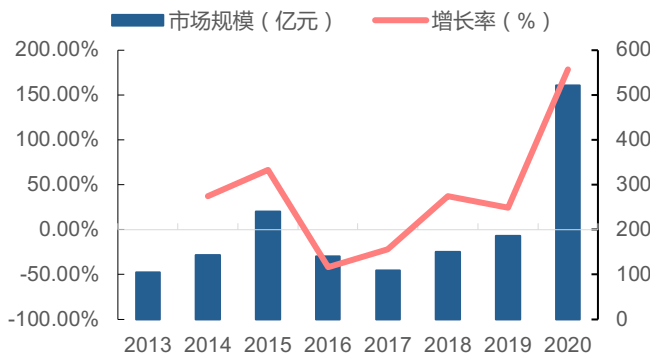
**图 19：我国总发电量及风力发电量变化（亿千瓦时）**


资料来源：wind, 信达证券研发中心

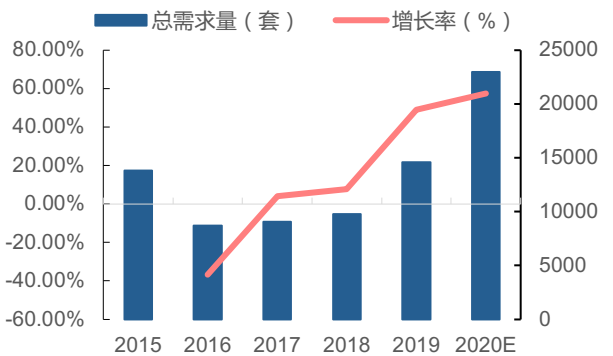
**图 20：我国 2017-2021 陆上/海上风电累计装机容量 (MW)**


资料来源：Wind, CWEA, 中国能源网, 信达证券研发中心

自 2015 年起，风电叶片市场规模及需求量逐步增加。2020 年，在风电抢装背景下，我国风电市场规模大幅度增长至 521 亿元左右，同比 2019 年增长率达 178.6%；2020 年总需求量预计达 22977 套，较 2019 年同比增长 57.5%。在碳中和及可再生能源政策持续推动下，未来风电整机市场有望不断增长，同时风电平价上网不断推行、补贴逐渐退出，风电叶片作为风机获取更高风电机组利用小时数和实现经济效益的基础，风电叶片的市场需求及规模将有望逐步提升。

**图 21：2013-2020 年中国风电叶片市场规模及增长率**


资料来源：中投产业研究院, 信达证券研发中心

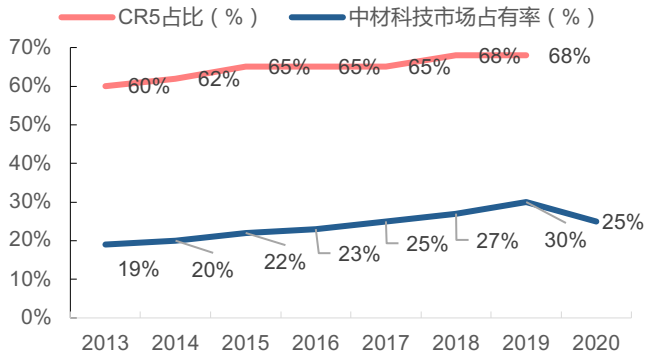
**图 22：2015-2020 年中国风电叶片需求量及增长率**


资料来源：华经产业研究院, 信达证券研发中心

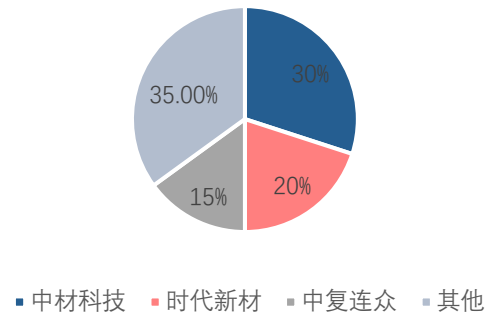
### 风电叶片市场集中度较高，CR5 占比近 70%

从风电叶片市场整体来看，叶片市场 CR5 超过 60%，至 2019 年达 68%，市场集中度高，主要企业为中材科技，时代新材，中复连众，朝阳风电，东方电气等。其中，2019 年中材科技占据 30% 份额，时代新材 20%，中复连众 15%，国内厂商在全球的市场份额逐渐扩大，2020 年中材科技已进入全球前三之列。



**图 23：中国风电市场竞争格局**


资料来源：华经产业研究院，信达证券研发中心

**图 24：2019 年国内风电叶片竞争格局**


资料来源：华经产业研究院，信达证券研发中心

国内市场**中材科技、中复连众、时代新材**为主要参与企业，同时**风机整机厂商布局核心零部件，设立叶片子公司**。中材科技为国内生产叶片的龙头企业，2020 年在国内风电叶片市场的市占率达 25%。受抢装潮影响，2020 年风电叶片行业发展出现高潮，叶片企业顺势扩产，我国兆瓦级风电叶片产能超过 4.2 万套，不包括企业在建产能，其中，中材叶片、时代新材、东方电气天津叶片、明阳叶片等企业年产能超过 3000 套。

**表 8：风电叶片主要厂商产能竞争格局（2020 年）**

企业名称	产能 (套)	产能基地
中材科技	5000	甘肃酒泉、江苏阜宁，吉林白城、内蒙古锡林、江西萍乡、河北邯郸六大风电叶片生产基地
时代新材	>3000	拥有天津、湖南湘潭、光明基地、射阳、鄂尔多斯等多个生产基地
明阳叶片	3500	明阳集团的全资子公司明阳叶片，目前拥有广东中山、阳江、汕尾、湖北沙洋、河南信阳、天津、内蒙古乌兰察布等多个风电叶片生产基地
中复连众	2500	中复连众隶属于中国建材集团旗下的中国复合材料集团，现拥有连云港、沈阳、酒泉、包头、哈密、玉溪、安阳等多个叶片生产基地
艾郎科技	4000	拥有上海、兴安盟、甘肃玉门、河北张北、江苏海门等风电叶片生产基地
三一叶片	1500	三一叶片是三一重能下属全资子公司，建有张家口、吉林通榆、韶山三个叶片生产基地

资料来源：北极星风力发电网，信达证券研发中心

## 风电迈入平价上网阶段，叶片大型化助力风电降本

为促进风电产业由政策驱动发展转为市场驱动，风电电价经历了标杆电价阶段、竞价阶段、指导电价阶段及目前的平价上网阶段。自 2020 年陆风国家退补以来，我国陆上风电逐步进入了平价阶段，海上风电平价也于 2021 年 1 月 1 日开启。随着风力发电平均上网电价和风电机组投标均价走低，或将倒逼风电整机厂商及上游零部件公司降本来维持利润空间。成本降低的最有效手段即不断扩大风电机组的单机容量，因此，我们认为平价时代机组大型化和零部件大尺寸化是未来风电发展的趋势。

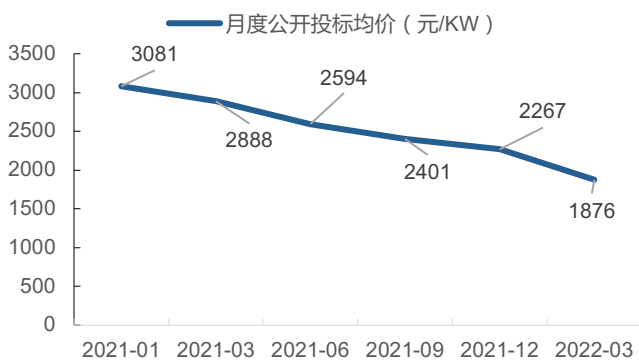
**表 9：国内风电标杆上网电价（元/kwh）**

政策文件	主要内容	陆上风电				海上风电	
		I 类	II 类	III 类	IV 类	近海	潮间带
发改价格[2009]1906 号	2009.8-2014 年标杆电价	0.51	0.54	0.58	0.61		
发改价格[2014]3008 号	2015 年标杆电价	0.49	0.52	0.56	0.61		

发改价格[2015]1216号	2014.6-2017年标杆电价					0.85	0.75
发改价格[2016]2729号	2016-2017年标杆电价	0.47	0.5	0.54	0.6		
发改价格[2016]2729号	2018年标杆电价	0.4	0.45	0.49	0.57	0.85	0.75
发改价格[2019]882号	2019年指导价	0.34	0.39	0.43	0.52	0.8	不得高于陆上指导价
	2020年指导价	0.29	0.34	0.38	0.47	0.75	
《关于积极推进风电、光伏无补贴平价上网有关工作的通知》	2021年						风电平价上网
《国家发展改革委关于2021年新能源上网电价政策有关事项的通知》	2022年						平价上网，地方补贴接替国补

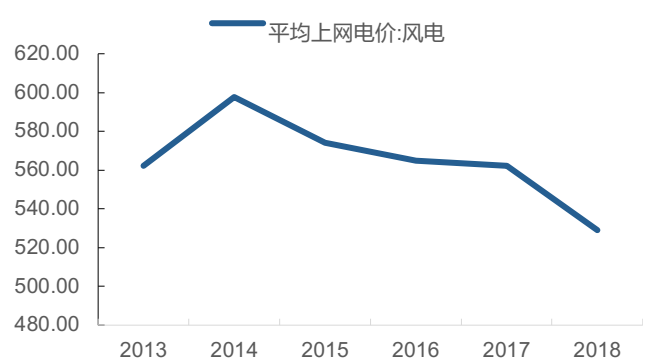
资料来源：北极星风力发电网，信达证券研发中心

图 25：全市场风电整机商风电机组投标均价



资料来源：金风科技官网，信达证券研发中心

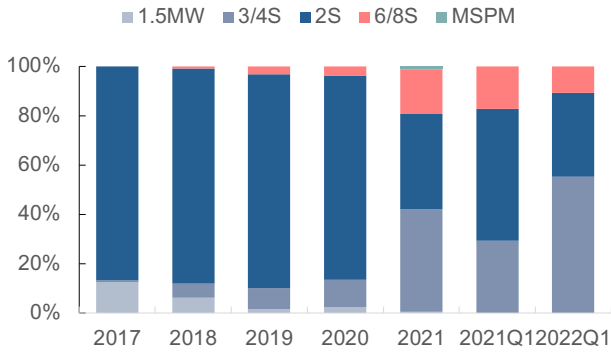
图 26：2013-2018 年风电平均上网电价 (元/千千瓦时)



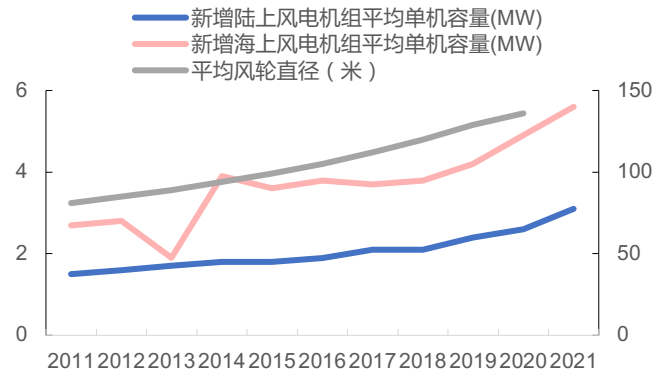
资料来源：Wind，信达证券研发中心

**我国风机大型化趋势加速，风机平均风轮直径同步增长。**风机大型化方面，2011-2021 年陆风新增装机平均单机容量 CAGR 达 7.53%，2021 年新增平均单机容量为 3.1MW，具有明显加速趋势；2011-2021 年海风新增装机平均单机容量 CAGR 为 7.57%，2021 年新增平均单机容量为 5.6MW。同时，金风科技作为风电产品的龙头企业，风电产品销售大型化趋势明显加快。据金风科技一季度业绩报告，公司 3/4S 及以上销售占比自 2018 年起逐年增加，至 2021 年占比达 60.76%，2022 年一季度 3/4S 产品销售占比为 55.2%，同比提升 145.2%。风机叶片方面，据中国可再生能源学会风能专业委员会（CWEA）统计，2010 年，我国新增风电机组的平均风轮直径为 78 米，2020 年达到 136 米。2010—2015 年，我国新增风电机组平均风轮直径年均增长 4.5 米，2016—2020 年则年均增长 7.8 米。目前，我国最长陆上风电叶片达到 91 米，相当于 30 层楼的高度；最长海上风电叶片为 103 米，接近于 4 个标准篮球场的长度。

**在风机大型化趋势下，叶片的大型化是增强风电机组捕风能力以及降低风电项目成本的主要途径之一。**根据理论发电量计算公式，风电机组产生的电能与叶片长度的平方成正比，增加叶片长度可以带来较为可观的发电量提升。而大容量机组搭配长叶片，能够减少同等装机规模项目所用的机组数量，相应降低机组及其施工安装等方面的投入。

**图 27：2017-2022Q1 金风科技风机不同系列销售容量占比**


资料来源：金风科技官网，信达证券研发中心

**图 28：2011-2020 全国新增风机平均单机容量及风轮直径**


资料来源：CWEA，信达证券研发中心

## 研究团队简介

刘卓，对外经济贸易大学金融学硕士，2017年加入信达证券研发中心，曾任农林牧渔行业研究员，现从事机械设备行业研究。

## 机构销售联系人

	姓名	手机	邮箱
全国销售总监	韩秋月	13911026534	hanqiuyue@cindasc.com
华北区销售总监	陈明真	15601850398	chenmingzhen@cindasc.com
华北区销售副总监	阙嘉程	18506960410	quejiacheng@cindasc.com
华北区销售	祁丽媛	13051504933	qiliyuan@cindasc.com
华北区销售	陆禹舟	17687659919	luyuzhou@cindasc.com
华北区销售	魏冲	18340820155	weichong@cindasc.com
华北区销售	樊荣	15501091225	fanrong@cindasc.com
华北区销售	章嘉婕	13693249509	zhangjiajie@cindasc.com
华东区销售总监	杨兴	13718803208	yangxing@cindasc.com
华东区销售副总监	吴国	15800476582	wuguo@cindasc.com
华东区销售	国鹏程	15618358383	guopengcheng@cindasc.com
华东区销售	李若琳	13122616887	li ruolin@cindasc.com
华东区销售	朱尧	18702173656	zhuyao@cindasc.com
华东区销售	戴剑箫	13524484975	daijianxiao@cindasc.com
华东区销售	方威	18721118359	fangwei@cindasc.com
华东区销售	俞晓	18717938223	yuxiao@cindasc.com
华东区销售	李贤哲	15026867872	lixianzhe@cindasc.com
华东区销售	孙僮	18610826885	sun tong@cindasc.com
华东区销售	贾力	15957705777	ji ali@cindasc.com
华东区销售	石明杰	15261855608	shimingjie@cindasc.com
华南区销售总监	王留阳	13530830620	wangliuyang@cindasc.com
华南区销售副总监	陈晨	15986679987	chenchen3@cindasc.com
华南区销售副总监	王雨霏	17727821880	wangyufei@cindasc.com
华南区销售	刘韵	13620005606	liuyun@cindasc.com
华南区销售	胡洁颖	13794480158	hujieying@cindasc.com
华南区销售	郑庆庆	13570594204	zhengqingqing@cindasc.com

## 分析师声明

负责本报告全部或部分内容的每一位分析师在此申明，本人具有证券投资咨询执业资格，并在中国证券业协会注册登记为证券分析师，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告；本报告所表述的所有观点准确反映了分析师本人的研究观点；本人薪酬的任何组成部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体分析意见或观点直接或间接相关。

## 免责声明

信达证券股份有限公司(以下简称“信达证券”)具有中国证监会批复的证券投资咨询业务资格。本报告由信达证券制作并发布。

本报告是针对与信达证券签署服务协议的签约客户的专属研究产品，为该类客户进行投资决策时提供辅助和参考，双方对权利与义务均有严格约定。本报告仅提供给上述特定客户，并不面向公众发布。信达证券不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。客户应当认识到有关本报告的电话、短信、邮件提示仅为研究观点的简要沟通，对本报告的参考使用须以本报告的完整版本为准。

本报告是基于信达证券认为可靠的已公开信息编制，但信达证券不保证所载信息的准确性和完整性。本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告最初出具日的观点和判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会出现不同程度的波动，

涉及证券或投资标的的历史表现不应作为日后表现的保证。在不同时期，或因使用不同假设和标准，采用不同观点和分析方法，致使信达证券发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告，对此信达证券可不发出特别通知。

在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，也没有考虑到客户特殊的投资目标、财务状况或需求。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况，若有必要应寻求专家意见。本报告所载的资料、工具、意见及推测仅供参考，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向人做出邀请。

在法律允许的情况下，信达证券或其关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能会为这些公司正在提供或争取提供投资银行业务服务。

本报告版权仅为信达证券所有。未经信达证券书面同意，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发布、转发或引用本报告的任何部分。若信达证券以外的机构向其客户发放本报告，则由该机构独自为此发送行为负责，信达证券对此等行为不承担任何责任。本报告同时不构成信达证券向发送本报告的机构之客户提供的投资建议。

如未经信达证券授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。信达证券将保留随时追究其法律责任的权利。

## 评级说明

投资建议的比较标准	股票投资评级	行业投资评级
本报告采用的基准指数：沪深 300 指数（以下简称基准）；  时间段：报告发布之日起 6 个月内。	<b>买入</b> ：股价相对强于基准 20% 以上；	<b>看好</b> ：行业指数超越基准；
	<b>增持</b> ：股价相对强于基准 5%~20%；	<b>中性</b> ：行业指数与基准基本持平；
	<b>持有</b> ：股价相对基准波动在±5%之间；	<b>看淡</b> ：行业指数弱于基准。
	<b>卖出</b> ：股价相对弱于基准 5% 以下。	

## 风险提示

证券市场是一个风险无时不在的市场。投资者在进行证券交易时存在赢利的可能，也存在亏损的风险。建议投资者应当充分深入地了解证券市场蕴含的各项风险并谨慎行事。

本报告中所述证券不一定能在所有的国家和地区向所有类型的投资者销售，投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专业顾问的意见。在任何情况下，信达证券不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任，投资者需自行承担风险。