

碳纤维行业梳理

行业研究 · 专题报告 基础化工 · 碳纤维

证券分析师：杨林
010-88005379
yanglin6@guosen.com.cn
S0980520120002

证券分析师：薛聪
010-88005107
xuecong@guosen.com.cn
S0980520120001

证券分析师：刘子栋
021-61761041
liuzidong@guosen.com.cn
S0980521020002

证券分析师：张玮航
021-61761041
zhangweihang@guosen.com.cn
S0980522010001

联系人：曹熠
021-61761041
caoyi1@guosen.com.cn

国信化工观点：

- 1) **碳纤维因具备出色的力学性能和化学稳定性，被广泛应用于航空航天、风电叶片、体育休闲等领域。**碳纤维（Carbon Fiber）是由有机纤维在高温环境下裂解碳化形成的含碳量高于90%的碳主链结构无机纤维。碳纤维密度比铝低、强度比钢高，是目前已大量生产的高性能纤维中具有最高的比强度和最高的比模量的纤维，同时具有导电、导热、耐腐蚀等一系列其他材料所不可替代的优良性能。碳纤维在航空航天、风电叶片、体育休闲、压力容器、碳/碳复合材料、交通建设等领域广泛应用。碳纤维的制备过程较为复杂，通常由丙烯腈聚合后得到原丝，再经过碳化之后得到碳纤维，纺织成碳纤维织物后与树脂进行复合，最终以复合材料的形式应用在各个场景。目前国内碳纤维以小丝束为主，但大丝束对降低成本和大规模应用有重要意义。
- 2) **国内外需求结构差异大，国内风电叶片对碳纤维需求快速增长。2020年全球碳纤维需求为10.7万吨，2020年中国碳纤维的总需求量为4.9万吨，同比增加29%，占全球总需求量的45.7%，但进口依存度超过60%。**预计到2023年、2025年全球碳纤维需求将增长至15万吨、20万吨，增长主要受风电叶片领域需求驱动，预计风电叶片领域2023年、2025年对碳纤维的需求量将达到6.0万吨、9.3万吨，以2020年为基准，对应贡献全球需求增量的68.2%、67.4%。此外，航空航天碳纤维领域处于起步阶段，国产大飞机突破有望迎来需求高增速；新能源汽车轻量化要求以及电池箱更新换代拉动碳纤维需求；体育休闲领域国内应用全面，消费升级带来稳步增速。
- 3) **目前国内碳纤维行业仍处于初级阶段。**国内碳纤维行业竞争不充分，熟练掌握核心技术并能使起生产规模化的企业相对较少，产能利用率不足，缺少国际竞争优势。国内碳纤维企业相对集中，龙头公司拥有市场地位高，成本端优势大，客户粘性高的优势，当前国内碳纤维需求正迎来爆发拐点，龙头企业扩产计划正在实施中，未来产能有望持续释放。

投资建议：建议关注具备碳纤维产能的相关上市公司。我们建议关注吉林化纤、上海石化。

风险提示：碳纤维行业新增产能进度高于预期，企业研发进度不及预期，原材料市场波动剧烈，下游需求不及预期等。

- [01] 碳纤维简介
- [02] 碳纤维供需
- [03] 碳纤维应用
- [04] 碳纤维相关上市公司
- [05] 风险提示

1. 碳纤维简介-具备出色的力学性能和化学稳定性的黑色黄金

- 碳纤维（Carbon Fiber）是由聚丙烯腈（PAN）（或沥青、粘胶）等有机母体纤维，在高温环境下裂解碳化形成碳主链结构，含碳量高于90%的无机高分子纤维。碳纤维具备出色的力学性能和化学稳定性，密度比铝低、强度比钢高，是目前已大量生产的高性能纤维中具有最高的比强度和最高的比模量的纤维，同时具有导电、导热、耐腐蚀等一系列其他材料所不可替代的优良性能。碳纤维在航空航天、风电叶片、体育休闲、压力容器、碳/碳复合材料、交通建设等领域广泛应用。
- 碳纤维可以按照原丝种类、力学性能、丝束规格、原丝制备工艺等不同维度进行分类，不同类别的碳纤维分类标准如下：
 - 原丝种类：分为PAN基碳纤维、沥青基碳纤维和粘胶基碳纤维。其中，PAN基碳纤维由于生产工艺相对简单，产品力学性能优异，用途广泛，自20世纪60年代问世以来，迅速占据主流地位，占碳纤维总量的90%以上。沥青基、粘胶基的产量规模较小。因此，目前碳纤维一般指PAN基碳纤维。

表：碳纤维的主要性能特点

性能特点	简介
强度高	抗拉强度在3500MPa以上，是钢的7-9倍
模量高	弹性模量在230GPa以上
密度小，比强度高	密度是钢的1/4，是铝合金的1/2 比强度比钢大16倍，比铝合金大12倍
耐超高温	在非氧化气氛条件下，可在2000℃时使用，在3000℃的高温下局部熔融软化
耐低温	在-180℃低温下，钢铁变得比玻璃脆，而碳纤维依旧具有弹性
耐酸、耐油、耐腐蚀	能耐浓盐酸、磷酸等介质侵蚀，其耐腐蚀性超过黄金和铂金，同时拥有较好的耐油性能
热膨胀系数小，导热系数大	可以耐急冷急热，即使从3000℃的高温突然降到室温也不会炸裂

1. 碳纤维简介-具备出色的力学性能和化学稳定性的黑色黄金

- **力学性能：**业内主要采用力学性能进行分类。企业产品分类主要参考日本东丽的牌号，并以此为基础确定自身产品的牌号及级别。此外，按照现行聚丙烯腈基碳纤维国家标准GB/T 26752-2020的力学性能分类，PAN基碳纤维分为高强型、高强中模型、高模型、高强高模型四类。
- **丝束规格：**按纤维数量不同可分为小丝束和大丝束，一般将丝束数量小于24K的碳纤维称为小丝束（1K代表一束碳纤维中有1000根丝），24K以上的为大丝束。小丝束碳纤维性能优异、产量低、价格较高，一般用于航空航天、国防军工等高科技领域。大丝束产品性能相对较低、成本较低、生产控制难度大，广泛运用于基础工业、民用领域。
- **原丝制备工艺：**按照纺丝溶剂的选择，聚合工艺的连续性，纺丝采用的工艺方法等，原丝制备可以分为不同的工艺类型。按照纺丝溶剂区分，包括DMSO（二甲基亚砷）、DMAC（N,N 二甲基乙酰胺）、NaSCN（硫氰酸钠）等不同的溶剂类别。按照聚合工艺的连续性，可以分为一步法、两步法。按照纺丝工艺，可以分为湿法和干喷湿纺法。

表：日本东丽主要产品牌号的力学性能指标

产品牌号	拉伸强度 (MPa)	拉伸模量 (Gpa)	拉伸断裂度 (%)	体密度 (g/cm ³)
T300	3,530	230	1.5	1.76
T700S	4,900	230	2.1	1.8
T800S	5,880	294	2	1.8
T1000G	6,370	294	2.2	1.8
T1100G	7,000	324	2	1.79
M35J	4,510、4,700	343	1.3	1.75
M40J	4,400	377	1.2	1.77
M50J	4,120	475	0.9	1.88
M55J	4,020	540	0.8	1.91
M60J	3,820	588	0.7	1.93

资料来源：公司官网，国信证券经济研究所整理

请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

表：国家标准GB/T 26752-2020的力学性能分类

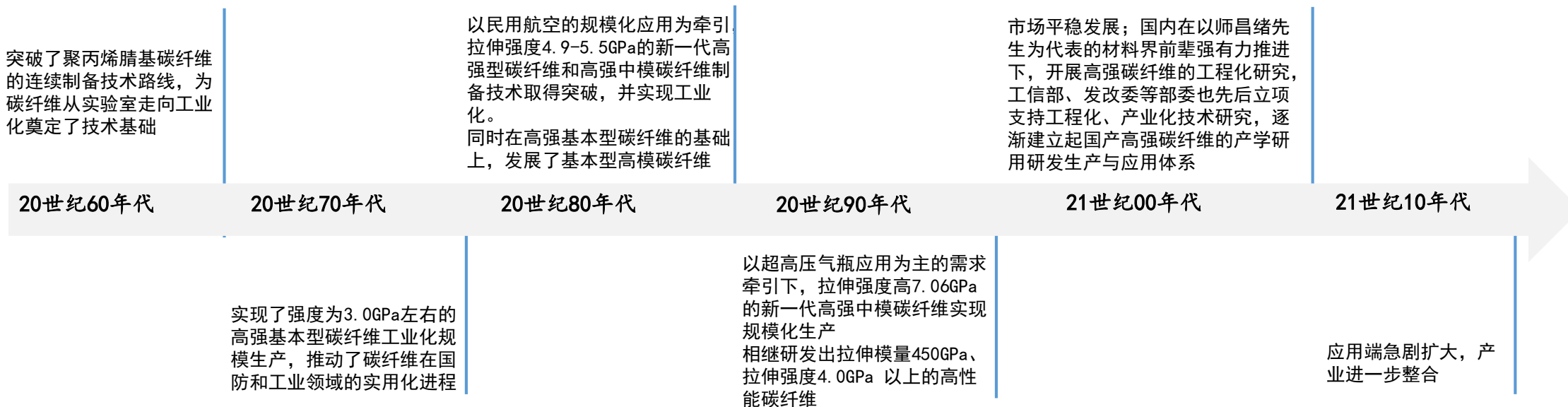
力学性能分类及代号		拉伸强度分类及代号		拉伸弹性模量分类及代号	
力学性能分类	表示	拉伸强度范围/MPa	表示	拉伸弹性模量范围/GPa	表示
高强型	GQ	3,500~<4,500	35	220~<260	22
		4,500~<5,000	45		
高强中模型	QZ	4,500~<5,000	45	260~<350	26
		5,000~<5,500	50		
		5,500~<6,000	55		
		6,000~<6,500	60		
		6,500~<7,000	65		
高模型	GM	7,000~<7,500	70	350~<400	35
		3,000~<3,500	30		
高强高模型	QM	5,500~<7,000	55	350~<400	35
		4,000~<5,500	40	350~<400	35
				400~<450	40
				450~<500	45
		3,500~<4,000	35	500~<550	50
				550~<600	55
				600~<650	60
650~<700	65				

资料来源：公司官网，国信证券经济研究所整理

1. 碳纤维简介-发展史

- 20世纪60年代，全球碳纤维行业开始取得技术突破，日本进藤昭男发明了以聚丙烯腈（PAN）纤维为原料制取碳纤维的方法，并取得了技术专利，为碳纤维工业化发展奠定了基础。20世纪70年代，日本东丽开发出高性能聚丙烯腈基碳纤维。
- 20世纪80年代，以日本东丽和美国赫氏为代表的公司，生产出高强度和高模量产品，碳纤维拉伸强度提升，使应用开发进入一个新的高水平阶段。20世纪90年代，碳纤维的拉伸强度、模量进一步提升。
- 进入21世纪后，全球碳纤维市场平稳发展，中国奋起直追，逐渐建立起国产高强碳纤维产学研用的研发生产与应用体系。2010年，国产碳纤维产能达到7000余吨，生产量约1650吨，有效缓解了重大工程对国产高性能碳纤维的迫切需求，国产高强碳纤维进入快速发展阶段。

图：国际碳纤维发展历程



资料来源：《中国化工新材料产业发展报告》，公开发行说明书，国信证券经济研究所整理

请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

1. 碳纤维简介-行业相关政策

- 国务院、科技部等部门先后出台多项碳纤维产业相关政策，明确高性能碳纤维行业发展重点和发展目标。此外，科技部、财政部等部门通过“973计划”、“863计划”、科技支撑计划、国家重点研发计划、国家高技术产业化示范工程等科技计划，支撑高性能碳纤维相关的基础研究、产业化及工程应用。

表：碳纤维行业相关政策

时间	发布单位	政策	主要内容
2015年	国务院	《中国制造2025》	把新材料作为重点之一进行大力推动和发展，其中高性能结构材料、先进复合材料是新材料领域的发展重点
2015年	工信部	《中国制造2025重点领域技术路线图》	明确了“高性能纤维及其复合材料”作为关键战略材料；2020年的目标为“国产碳纤维复合材料满足大飞机等重要装备的技术要求”。
2016年	工信部	《石化和化学工业发展规划（2016-2020年）》	加快发展高性能碳纤维及复合材料，重点突破高强碳纤维低成本、连续稳定、规模化生产技术，加快高强中模、高强高模级碳纤维产业化突破。
2016年	国务院	《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》	加强新材料产业上下游协作配套，在碳纤维复合材料等领域开展协同应用试点示范，搭建协同应用平台。
2017年	工信部、发改委、科技部、财政部	《新材料产业发展指南》	提出了对高性能纤维及复合材料等关键战略材料的发展方向，即“突破材料及器件的技术关和市场关，完善原辅料配套体系，提高材料成品率和性能稳定性，实现产业化和规模应用”
2017年	科技部	《“十三五”材料领域科技创新专项规划》	提出以高性能纤维及复合材料、高温合金为核心，突破结构与复合材料制备及应用的关键共性技术，提升先进结构材料的保障能力和国际竞争力。
2017年	国家发改委	《增强制造业核心竞争力三年行动计划（2018-2020年）》	重点发展包括高性能碳纤维、大丝束碳纤维、碳纤维预浸料，提升新材料产业发展水平。
2018年	工信部	《重点新材料首批次应用示范指导目录（2018年版）》	提出关键战略材料中包含高性能碳纤维等纤维材料
2019年	国务院	《2019年政府工作报告》	培育新一代信息技术、高端装备、生物医药、新能源汽车、新材料等新兴产业集群
2020年	国家发改委	《产业结构调整指导目录（2019年本）》	将“高性能纤维及制品的开发、生产、应用”列为鼓励类项目。

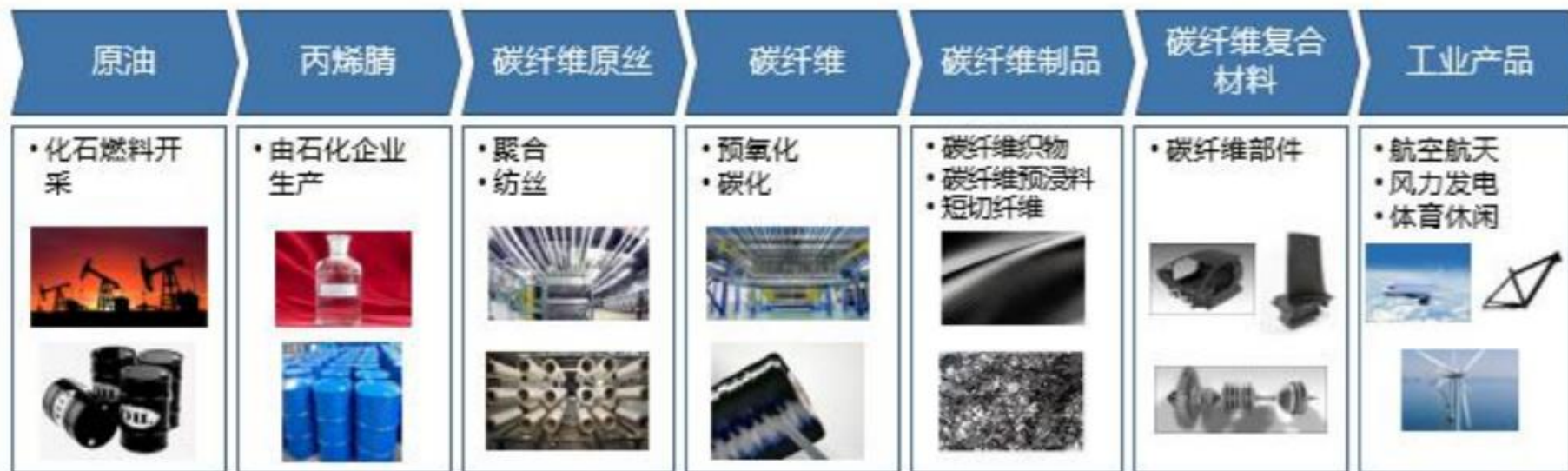
资料来源：各部委官网，国信证券经济研究所整理

1. 碳纤维简介-生产流程

➤ 碳纤维生产工艺全流程：

- 首先，产业链上游企业先从石油、煤炭、天然气等化石燃料中制得**丙烯**，并经氨氧化后得到**丙烯腈**；
- 丙烯腈经聚合和纺丝之后得到**聚丙烯腈（PAN）原丝**；
- 然后，产业链中下游企业再经过预氧化、低温（90+%含碳量，1000-2000℃）和高温石墨化后得到**碳纤维**（99+%碳含量，2000-3000℃）；
- 碳纤维经过表面处理，可制成**碳纤维织物**和**碳纤维预浸料**；
- 碳纤维与树脂、陶瓷等材料结合，可形成**碳纤维复合材料**，最后由各种成型工艺得到下游应用需要的**最终产品**。

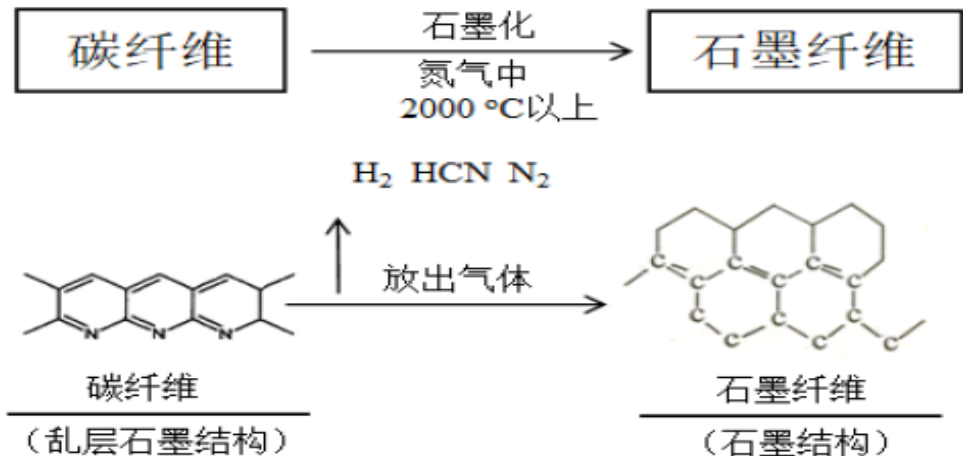
图：碳纤维生产工艺全流程



1. 碳纤维简介-生产流程

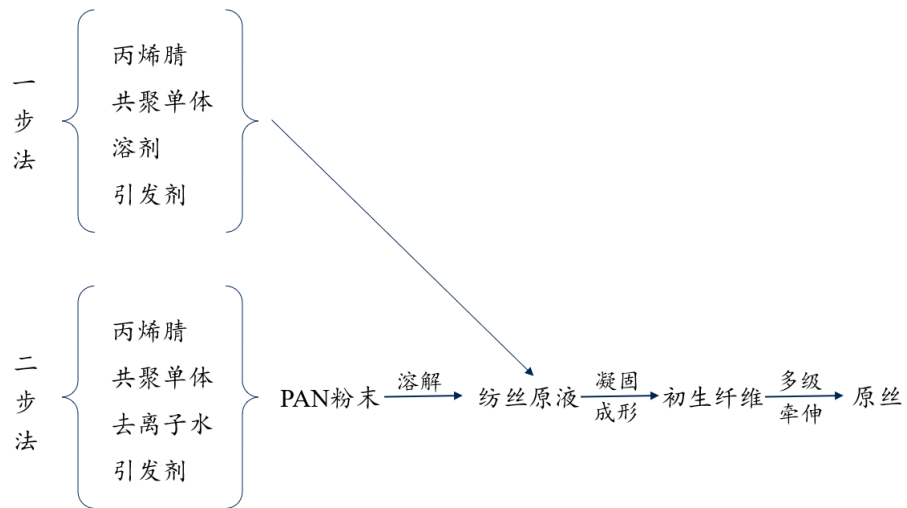
- 碳纤维的生产工艺包括原丝生产工艺和碳丝生产工艺流程。
- **原丝生产工艺：**工艺分为一步法和两步法。一步法含聚合、纺丝工段，两步法则包含聚合、制胶、纺丝工段。
- **碳丝生产工艺：**成品原丝经历氧化、碳化等工序得到高强型碳纤维产品。
- 为进一步提升产品的弹性模量，将高强型、高强中模型碳纤维进行石墨化等工序处理，得到石墨纤维。

图：高温石墨化工艺示意图



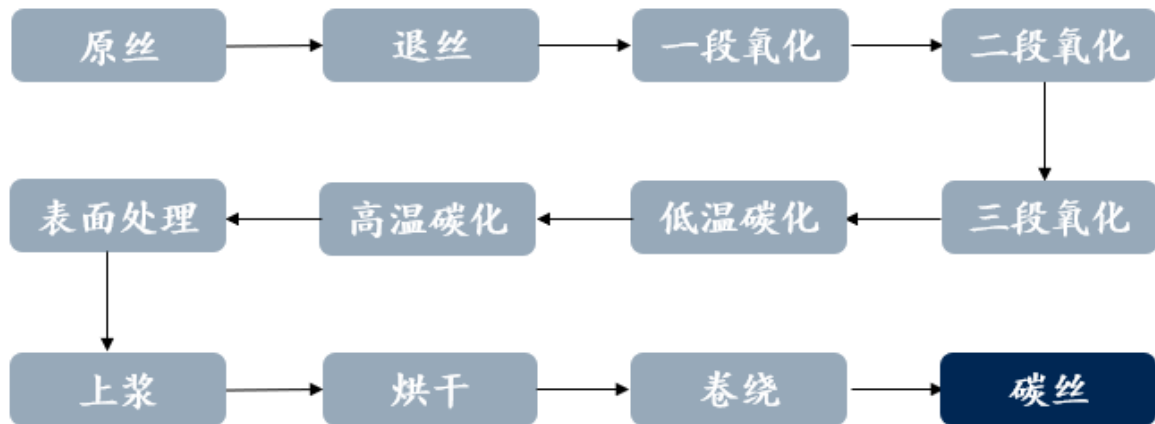
资料来源：中复神鹰招股说明书，国信证券经济研究所整理

图：原丝生产工艺流程



资料来源：吉林碳谷公开发行说明书，国信证券经济研究所整理

图：碳丝生产工艺流程



资料来源：中复神鹰招股说明书，国信证券经济研究所整理

1. 碳纤维简介-生产工艺

➤ 目前我国已形成了有机溶剂一步法、其他溶剂一步法或二步法湿法/干喷湿法纺丝工艺等碳纤维原丝制备国产化技术，我国PAN基碳纤维原丝的溶剂路线有DMSO法、DMF法、DMAC法和NaSCN法，聚合工艺有水相聚合、溶液间歇聚合和连续聚合，纺丝工艺有湿纺和干喷湿纺，生产工艺趋于多样化。其中，吉林碳谷以DMAC为溶剂，采用水相聚合湿法二步法工艺生产碳纤维原丝。上海石化与兰州蓝星自主研发出了NaSCN湿法工艺。光威复材、恒神股份、中简科技中均采用DMSO为溶剂的一步法，湿纺或干喷湿纺工艺。中复神鹰则是DMSO一步法干喷纺丝。

表：中国主要碳纤维企业生产工艺

公司简称	主要产品及技术指标	碳纤维生产工艺
吉林碳谷	产品碳化后可达到T400-T700水平	DMAC为溶剂的两步法；湿法纺丝
上海石化	高强度型，产品可达T300-T800水平	NaSCN为溶剂的两步法；湿法纺丝
蓝星纤维	高强度高模量型	NaSCN为溶剂的一步法
光威复材	规模化生产GQ3522（T300级）GQ4522（T700级）。形成高强、高强中模、高模、高强高模系列化产品	DMSO为溶剂的一步法；湿纺、干喷湿法纺丝
中复神鹰	主要生产高强度型碳纤维，具备T300-T1000级、M30-M40级等不同级别碳纤维的工业化量产能力	DMSO为溶剂的一步法；干喷湿法纺丝
恒神股份	部分碳纤维参数可达到T800 水平	DMSO 为溶剂的一步法；湿纺、干喷湿法纺丝
中简科技	部分碳纤维产品可达到T1100 级	DMSO 为溶剂的一步法；湿纺、干喷湿法纺丝

资料来源：公司官网，招股说明书，国信证券经济研究所整理

请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

1. 碳纤维简介-生产工艺

- 纺丝工艺可分为湿法纺丝和干喷湿纺法。
- 湿法纺丝。湿法纺丝为纺丝液从喷丝孔挤出后直接进入凝固浴的工艺技术。随着牵伸速度的提高，在喷丝孔处容易产生断丝，故为了保证原丝的质量，此方法的纺丝速度一直难以提高，且湿法纺丝后的原丝表面有显著的沟槽。虽然湿法纺丝在纺丝过程中需要调控的参数较多，但是残留的溶剂量却较少，可以纺出高强度、高取向度、高密度的优质原丝，适合于大规模生产，生产技术较成熟。但是由于湿法纺丝纺丝速度低、生产成本高的特点，使得湿法纺丝的发展受限。
- 干喷湿纺法即干湿法，是指纺丝液经喷丝孔喷出后，先经过空气层或氮气层(亦叫干段)，再进入凝固浴进行双扩散、相分离和形成丝条的方法。经过空气层发生的物理变化有利于形成细特化、致密化和均质化的丝条。相比较湿法纺丝，干喷湿纺可实现高速纺丝，制备的原丝表面平整光滑，原丝的截面均一性也明显好于湿法纺丝，并且采用干喷湿纺制备的碳纤维强度也较高、拉伸性能和复合材料加工工艺性能优异。干喷湿纺是近几年发展起来的新型纺丝技术，已大量应用于工业生产。

表：湿法纺丝和干喷湿纺法对比

	优点	缺点
湿法纺丝	残留的溶剂量较少 可以纺出高强度、高取向度、高密度的优质原丝 生产技术成熟，适用于大规模生产	纺丝速度慢且难以提高 生产的原丝表面有显著沟槽
干湿法纺丝	可实现高速纺丝 制备的原丝表面平整光滑，截面均一性较好 制备的碳纤维强度较高，拉伸性能和复合材料加工工艺性能优异	生产周期较长 成品在紫外线照射下容易性能退化 生产成本较高

资料来源：中复神鹰招股说明书，国信证券经济研究所整理

1. 碳纤维简介-生产成本

- **原丝成本主要来自丙烯腈原料。**根据吉林碳谷2020年年报数据，2020年吉林碳谷单吨原丝收入为25358.0元，营业成本为16385.4元，毛利率为35.4%。其中，直接材料占比达77.9%，直接材料中，丙烯腈占营业成本的比值达40.7%，电力、蒸汽成本占比分别为5.2%、14.4%；直接人工、制造费用占营业成本的比值分别为3.4%、18.7%。
- **碳纤维生产能耗大，成本主要来自制造费用。**根据中复神鹰招股书数据，2020年，中复神鹰碳纤维产量3777.2万吨，碳纤维产品营业成本29991.2万元，单吨碳纤维营业成本为79400.5元，毛利率为43.12%。其中，直接材料占比为28.1%，直接人工占比为13.3%；制造费用占比较大，达57.5%，细分来看，折旧、电力、天然气、蒸汽占营业成本的比例分别为13.7%、18.7%、0.1%、16.5%。生产碳纤维的直接材料和制造费用占营业成本比值较大，主要原因是碳纤维生产所需的原材料和能源消耗较多，且具有占地面积大、设备价值高的特点，导致折旧摊销费用较大。

表：吉林碳谷原丝成本分拆

	2020A	占比
营业收入（万元）	58202.96	
营业成本（万元）	37608.55	
原丝产量（吨）	22952.50	
单吨营业收入（元）	25358.00	
单吨营业成本（元）	16385.38	
直接材料（单吨）	12757.66	77.86%
丙烯腈（单吨）	6676.13	40.74%
电力（单吨）	858.60	5.24%
蒸汽（单吨）	2366.83	14.44%
其他（单吨）	2856.10	17.43%
直接人工（单吨）	557.10	3.40%
制造费用（单吨）	3070.62	18.74%
单吨毛利（元）	8971.62	
毛利率（%）	35.38%	

资料来源：吉林碳谷公开发行说明书，国信证券经济研究所整理

表：中复神鹰碳纤维成本分拆

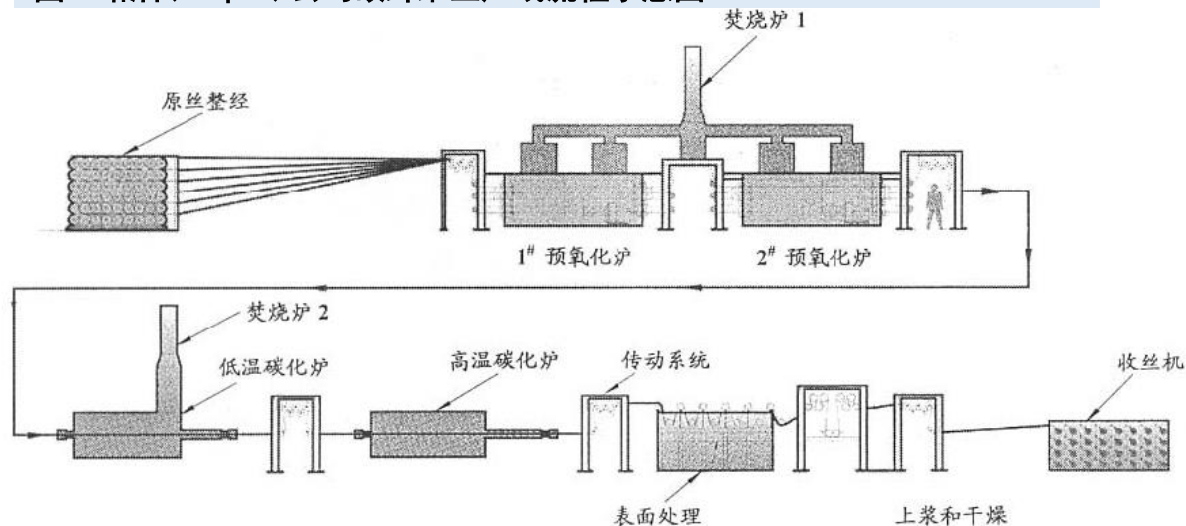
	2020A	占比
营业收入（万元）	52751.30	
营业成本（万元）	29991.24	
碳纤维产量（吨）	3777.21	
单吨营业收入（元）	139656.78	
单吨营业成本（元）	79400.51	
直接材料（单吨）	22329.58	28.12%
直接人工（单吨）	10577.30	13.32%
制造费用（单吨）	45631.80	57.47%
折旧（单吨）	10848.80	13.66%
电力（单吨）	14862.37	18.72%
天然气（单吨）	23.24	0.03%
蒸汽（单吨）	13090.99	16.49%
运输费用（单吨）	861.83	1.09%
单吨毛利（元）	60256.27	
毛利率（%）	43.15%	

资料来源：中复神鹰招股书，国信证券经济研究所整理

1. 碳纤维简介-生产设备

- 能够提供预氧化炉的国外厂商有德国埃森曼、美国DESPATCH、美国LITZLER；能够提供碳化炉的国外厂商有美国哈泊公司、德国埃森曼、美国LITZLER、台湾聚川（联川）有限公司等。
- 低温碳化炉的炉温一般设计在300-800℃，并且由低到高形成温度梯度，使热解过程循序渐进，可控可调。700℃左右是碳化转化的敏感温度，经过低温炭化炉，大部分非碳元素将被驱除。
- 高温碳化炉主要用于对碳纤维进行高温碳化处理，温度一般在1000-1600℃。

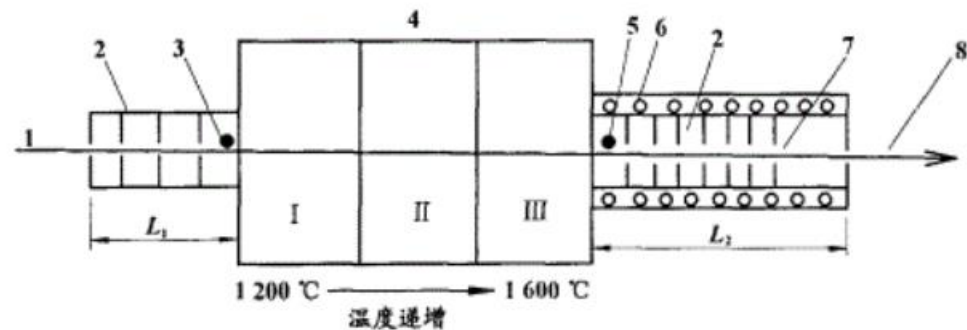
图：哈泊(Harper)公司碳纤维生产线流程示意图



资料来源：《生产碳纤维的关键设备—碳化炉》，国信证券经济研究所整理

请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

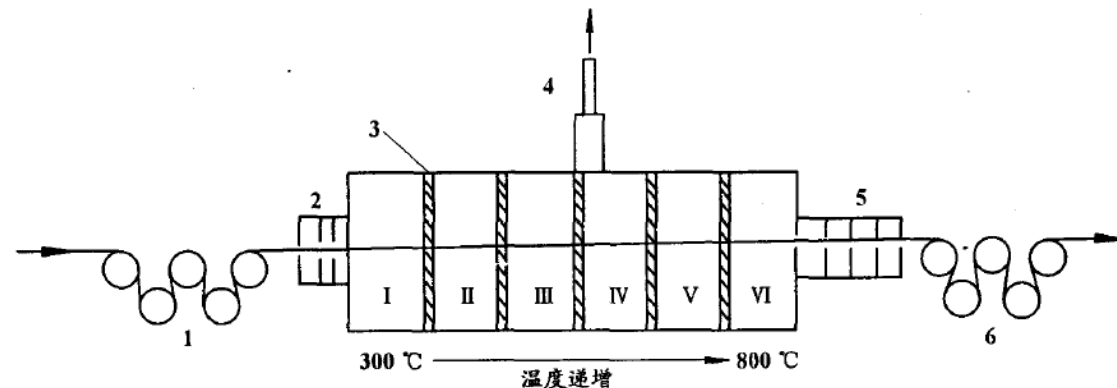
图：高温碳化炉的结构示意图



1. 纤维; 2. 非接触式迷宫密封; 3. 入口侧内压测定法; 4. 高温碳化炉;
 5. 出口侧内压测定法; 6. 冷却水; 7. 走丝通道; 8. 碳纤维

资料来源：《生产碳纤维的关键设备—碳化炉》，国信证券经济研究所整理

图：低温碳化炉的结构示意图



- 1、6 牵伸机构; 2、5 非接触式迷宫密封; 3 隔热材料; 4 废气排出口

资料来源：《生产碳纤维的关键设备—碳化炉》，国信证券经济研究所整理

1. 碳纤维简介-生产设备

- ▶ 间歇式碳化炉专门设计应用于纤维材料在1150℃以下进行碳化之用，窑炉设计充分考虑和理解高性能纤维材料的制备工艺要求，尽可能满足其重点特殊要求。充分融合了原丝碳化工艺，设计温度在300-1150℃，并且由低到高形成温度梯度，使热解过程循环渐进。
- ▶ 间歇式碳化炉根据材料的制备工艺要求独立设计，采用异型整体石墨件加热，辅以高纯氮气、内炉膛结构，保温材料采用超轻质材料隔热保温。

图：高温碳化炉的结构示意图



资料来源：日新高温官网，国信证券经济研究所整理

图：日新高温生产的碳化炉技术指标

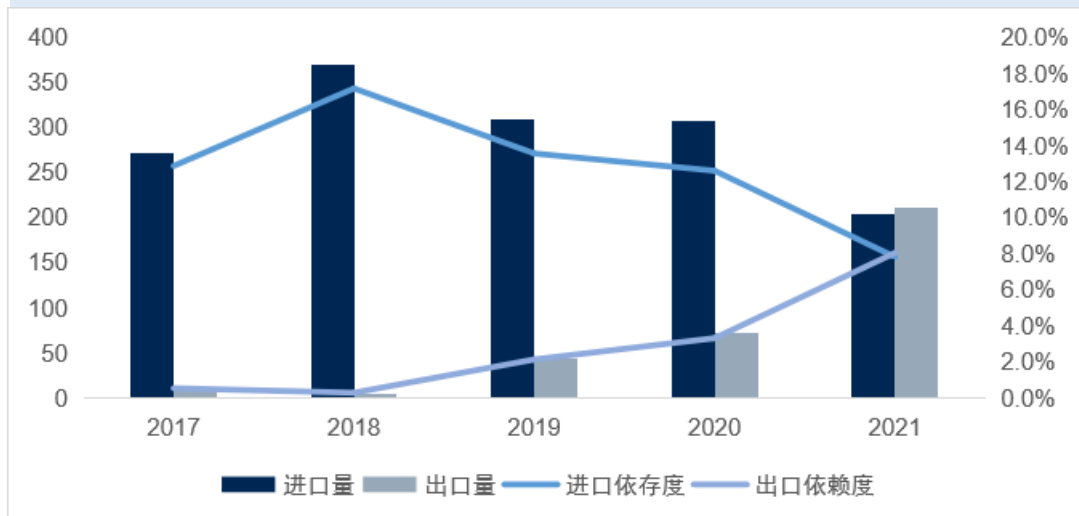
设备型号	高温碳化炉	低温碳化炉
最高温度	1800℃	1050℃
工作温度	≤1650℃	≤1000℃
炉膛有效宽度	80-3000mm	80-3000mm
加热区长度	≤12000mm	≤12000mm
升温速率	3-5℃/min	3-5℃/min
温度均匀性	±3℃	±3℃, ±5℃
温区个数	3-5个	5-10个
发热元件	石墨	KTL电阻丝
炉内压力测试点	2个	2个
废气排放口	1个	1个
温度控制	PID温度控制表	

资料来源：日新高温官网，国信证券经济研究所整理

1. 碳纤维简介-丙烯腈行业格局

- 原丝主要原材料为丙烯腈，丙烯腈主要用于合成聚丙烯腈纤维、ABS（丙烯腈-丁二烯-苯乙烯）/SAN（苯乙烯丙烯腈）树脂、己二腈、丙烯酰胺等，近年来国内丙烯腈产能增加较快。
- 2017年至2021年，我国丙烯腈的产能、产量均快速增长，截至2021年年底，我国丙烯腈产能315.9万吨，产量达261万吨，产能利用率长期在80%以上。
- 我国2020年以前是丙烯腈的进口国，2021年起开始丙烯腈出口量首次超过进口量，2021年我国丙烯腈出口21.0万吨，同比增长188.7%，进口量20.4万吨，同比减少33.5%。

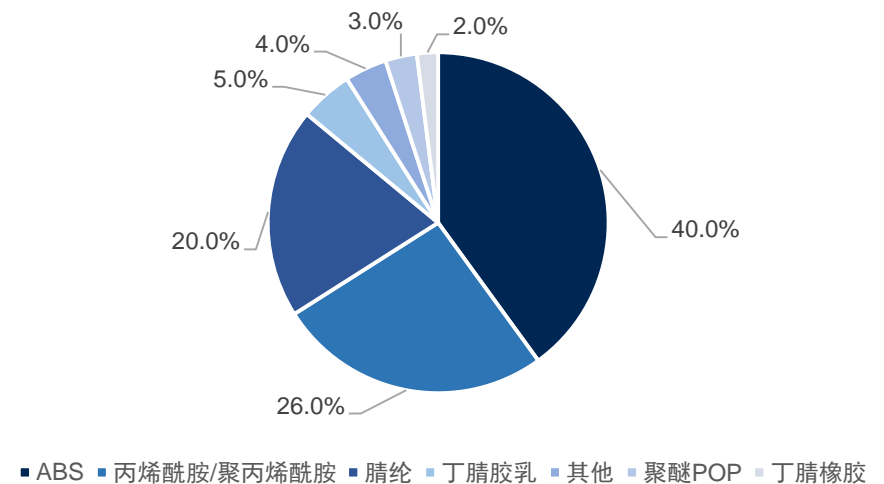
图：2017-2021年丙烯腈进出口数量（千吨）



资料来源：卓创资讯，国信证券经济研究所整理

请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

图：丙烯腈下游消费结构



资料来源：卓创资讯，国信证券经济研究所整理

图：2017-2021年丙烯腈产能、产量（千吨）



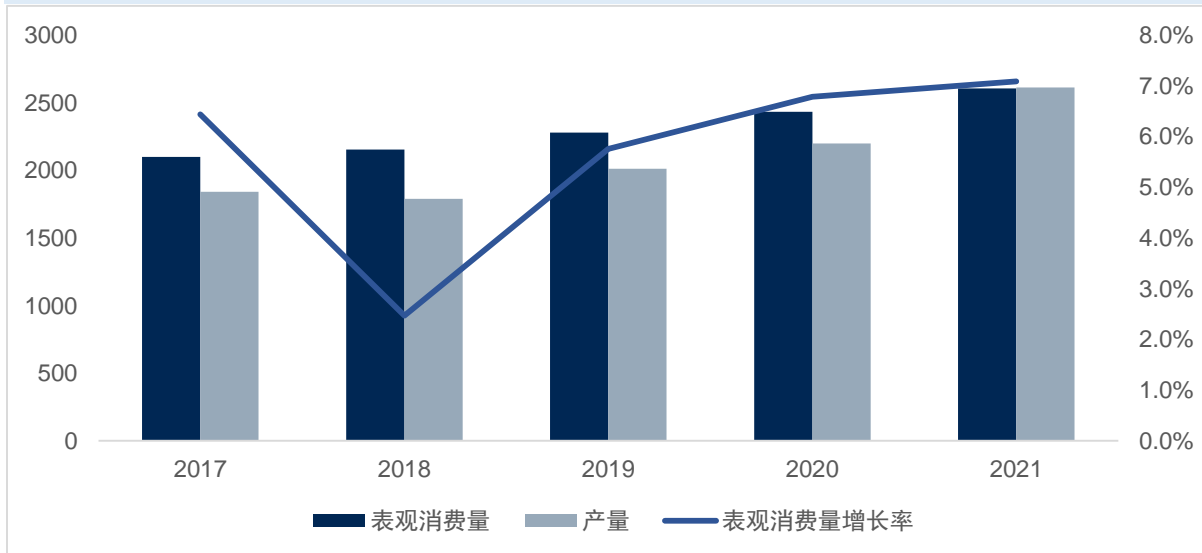
资料来源：卓创资讯，国信证券经济研究所整理

1. 碳纤维简介-丙烯酸腈行业格局

➤ 丙烯酸腈供需格局：

- 未来两年内，我国将有164万吨新建丙烯酸腈产能投产，新建产能占2021年底国内产能的51.9%，国内丙烯酸腈供给将进一步改善，有利于下游聚丙烯腈-碳纤维行业发展；
- 2017年至2021年，我国丙烯酸腈表观消费量逐年增长，截至2021年底，我国丙烯酸腈表观消费量达260.7万吨，同比增长7.1%，4年年均复合增长率5.6%。
- 2017年至今，丙烯酸腈均价维持在12000-15000元/吨。

图：2017-2021年我国丙烯酸腈产量及表观消费量（千吨）



资料来源：卓创资讯，国信证券经济研究所整理

图：国内丙烯酸腈新建产能（万吨/年）

企业	在建产能	投产时间
利津炼化	13	2022年2月
天辰齐翔	13	2022年2月
中海油东方石化	20	2022年11月
辽宁宝来	26	2022年12月
连云港石化	26	2022年12月
揭阳炼厂	13	2022年12月
昊庆化工	13	2023年1月
山东裕龙石化	26	2023年12月
河南南浦化工	14	2023年12月
东华能源	26	2024年12月
合计	164	

资料来源：卓创资讯，国信证券经济研究所整理

图：2017-2022年丙烯酸腈价格图（元/吨）

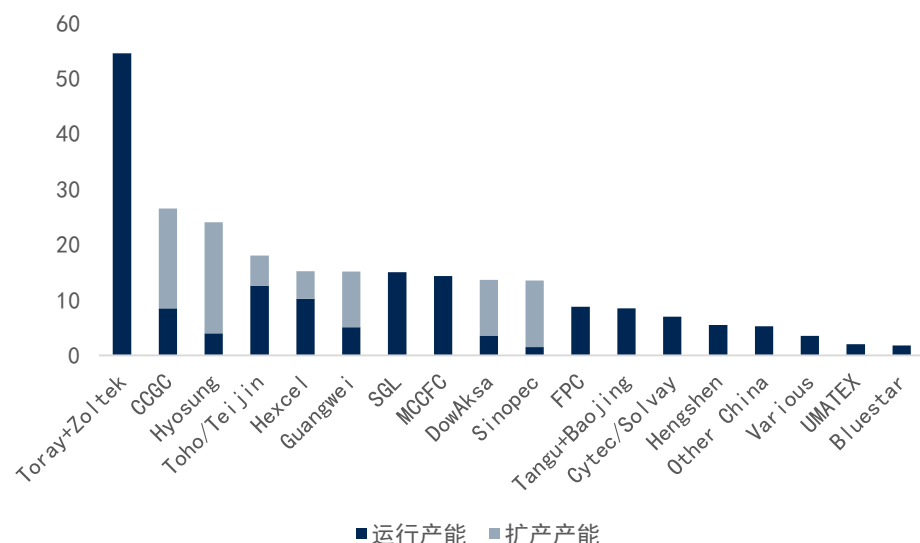


资料来源：卓创资讯，国信证券经济研究所整理

2. 碳纤维供需-全球供给

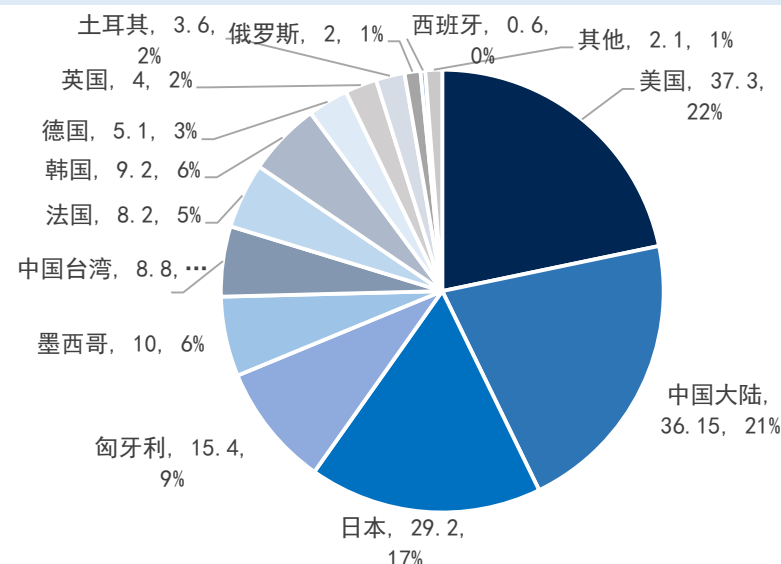
- 2020年全球碳纤维运行产能共计17.2万吨，同比增长10.8%，增长部分主要来自卓尔泰克在匈牙利增加的5000吨，碳谷+宝旌（前精功碳纤维）增加的2000吨，中复神鹰增加的2000吨，光威增加的2000吨，晓星公司增加的2000吨。
- 从制造商看，2020年具有最大运行产能的是Toray+Zoltek（东丽和卓尔泰克）、共计约5.45万吨，其次是SGL（德国西格里）1.5万吨、MCCFC（三菱）1.43万吨、Toho/Teijin（东邦/帝人）1.26万吨、Hexcel（赫氏）1.02万吨、FPC（台塑）0.88万吨。未来多家制造商预计扩产共计8.04万吨。
- 从区域看，美国具大的运行产能3.73万吨，占比最大为21.7%；其次为中国大陆3.62万吨，占比为21.1%；日本2.92万吨，占比17%。同时，据中国化学纤维工业协会统计，2020年，在国际大丝束碳纤维市场中，美德企业市占率达到全球产能的89%以上，日本企业市占率约为10%。其中，碳纤维大丝束主要制造商为日本东丽、美国Hexcel、德国SGL、日本三菱、中国蓝星等企业。

图：2020年全球碳纤维分制造商运行产能及扩产计划（千吨）



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》，国信证券经济研究所整理

图：2020年全球碳纤维分区域运行产能（千吨）

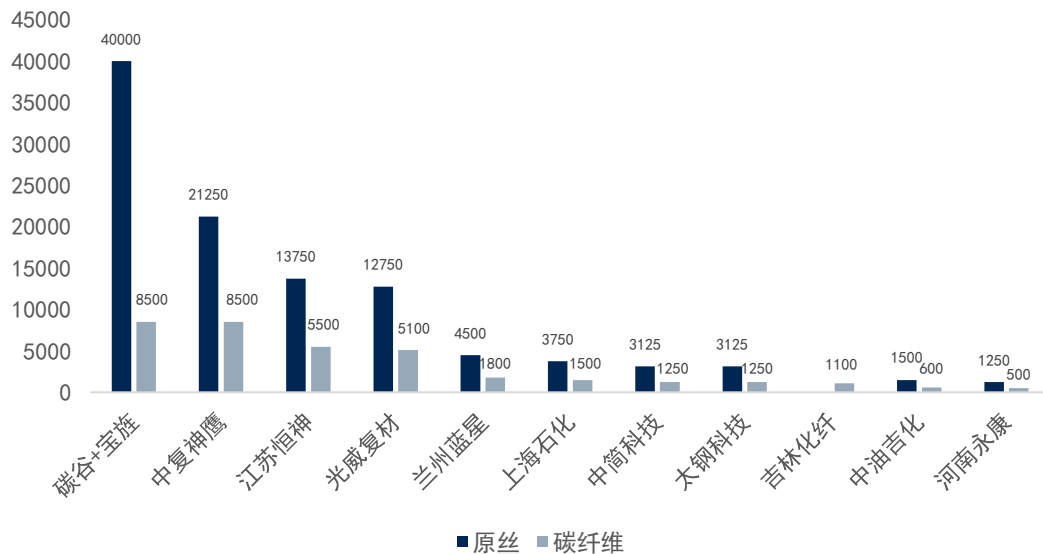


资料来源：《碳纤维产业“聚”变发展-2020全球碳纤维复合材料市场报告》，国信证券经济研究所整理

2. 碳纤维供需-国内供给

- 2020年中国碳纤维产能共计3.6万吨、同比增长35.7%。2020年具有最大碳纤维运行产能的是碳谷+宝旌、共计0.85万吨，其次是江苏恒神0.55万吨、中复神鹰0.35万吨。同时，2020年具有最大碳纤维原丝产能的也是碳谷+宝旌，共计4万吨、其次是中复神鹰2.125万吨、江苏恒神1.375万吨。
- 国内公司产能特点：吉林碳谷以原丝生产为主；吉林宝旌和兰州蓝星以大丝束碳纤维生产为主，江苏恒神和兰州蓝星兼备原丝生产和碳纤维生产能力；其他公司产能主要集中在高性能碳和小丝束碳纤维。
- 扩产计划：国内的吉林化纤集团、中复神鹰、光威复材等公司均有碳纤维及碳丝的扩产计划（详见下表），吉林化纤：2021年1月宣布在“十四五”期间将完成20万吨原丝、6万吨碳纤维及1万吨复合材料。中复神鹰：预计2021年底，建成投产1万吨碳纤维及配套原丝项目。新疆隆炬：2021年3月宣布建设年产5万吨碳纤维碳化项目。国泰大成：2021年3月宣布建设年产1万吨碳纤维、2.5万吨原丝项目。

图：2020年中国碳纤维分制造商运行产能



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》，国信证券经济研究所整理

图：2020年全球碳纤维分区域运行产能（千吨）

公司	现有产能	新增产能	新增碳纤维产能 丝束种类
宝旌+碳谷 (25K)	8500吨碳纤维		
中复神鹰 (12K)	3500吨碳纤维	西宁年产1万吨高性能碳纤维及配套原丝项目预计2021年底投产。	12K
光威复材 (24K)	1855吨碳纤维	军民融合高强度碳纤维高效制备技术产业化项目2000吨产能(T700S、T800S)预计2021年投产，内蒙古光威低成本碳纤维项目规划产能1万吨，其中在建产能4000吨预计2022年建成。	12K, 24K, 36K, 48K
吉林化纤股份有限公司 (1K、3K)	600吨碳纤维 (凯美克)	2021年1月吉林化纤集团宣布在“十四五”期间将完成20万吨原丝、6万吨碳纤维及1万吨复合材料。	
国兴碳纤维 (25K)	1万吨碳纤维	预计明年年中产能扩至1.5万吨，2021年1月吉林化纤集团宣布在“十四五”期间将完成20万吨原丝、6万吨碳纤维及1万吨复合材料。	
兰州蓝星 (50K)	4000吨原丝，1500吨碳纤维		
恒神股份 (24K)	5000吨碳纤维		
上海石化 (48K)	3000吨原丝，1500吨碳纤维	2.4万吨原丝，1.2万吨48K大丝束碳纤维项目；“十四五”期间碳纤维产能有望扩张至3-4万吨。	

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》，国信证券经济研究所整理

2. 碳纤维供需-国内碳纤维产能

- 目前碳纤维行业的有效产能高度集中，主要来自吉林碳谷、中复神鹰、光威复材、中简科技等。
- 基于碳纤维极高壁垒的行业属性，其全球供应呈现明显的垄断格局。随着产能利用率的提升以及对需求前景的看好，国内碳纤维企业开始新一轮产能扩张浪潮。未来几年，我国多家碳纤维企业纷纷扩大产能，代表事件有中复神鹰投资50亿元西宁建设20000吨碳纤维的重大扩建工程、光威复材将投资20亿元在包头建设“万吨级碳纤维产业化项目”、上海石化投资35亿元，建设24000吨原丝、12000吨大丝束碳纤维项目等。
- 预计2021年底，我国碳纤维产能达到4.4万吨/年，未来将进一步快速增长，2025年或将达到26.0万吨/年，2020年-2025年年均复合增长率达56%。

图：2020-2025年中国碳纤维分制造商产能（吨）

	2020	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
上海石化	500	1500	7500	7500	13500	13500
光威复材	1855	3855	7855	7855	7855	13855
中复神鹰	3500	9500	13500	13500	13500	23500
中简科技	300	300	1300	1300	1300	2800
恒神股份	5000	5000	5000	5000	5000	5000
吉林化纤（包含吉林国兴、吉林宝旌、凯美克）	14000	20600	41600	50600	60600	72600
浙江宝旌（精功科技）	1000	1000	1000	1000	1000	19000
兰州蓝星	2000	2000	2000	2000	2000	2000
新创碳谷	0	0	0	18000	18000	18000
新疆隆炬	0	0	6000	18000	30000	50000
国泰大成	0	0	3000	3000	3000	10000
广东金辉	0	0	0	20000	20000	20000
杭州超探新材	0	0	2500	5000	10000	10000
合计产能	28155	43755	91255	152755	185755	260255

资料来源：公司公告、公司官网，国信证券经济研究所整理并预测

2. 碳纤维供需-国内原丝产能

- 根据我们统计，2020年我国原丝产能为4.96万吨/年，随着近年来多个企业抛出原丝扩产计划，我国原丝产能将继续提升，我们预计到2025年，我国碳纤维原丝产能将达到54.86万吨/年，2020年-2025年年均复合增长率达56%。按照每生产一吨碳纤维需要耗费两吨原丝计算，我国碳纤维原丝新增产能与碳纤维新增产能总体将保持匹配。
- 碳纤维需求受益于风电叶片大型化与军机装备先进化保持高速增长，国内碳纤维加速扩产将促进上游原丝需求提升。目前碳纤维原丝行业的有效产能高度集中，主要来自吉林碳谷、中复神鹰、光威复材、中简科技等，除吉林碳谷外，其他企业的碳纤维原丝产能多是碳纤维产能的配套项目，以各企业自用为主。吉林碳谷是碳纤维原丝龙头企业，产能位于全国首位，随扩产计划逐步落地，吉林碳谷市场份额料将持续增加。

图：2020-2025年中国碳纤维原丝分制造商产能（吨）

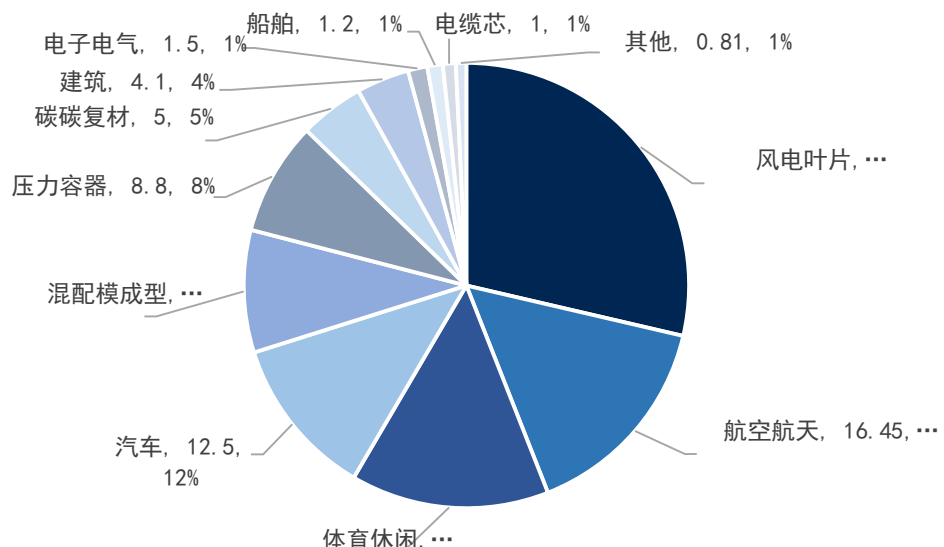
	2020	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
上海石化	1000	3000	15000	15000	27000	27000
光威复材	3710	7710	15710	15710	15710	27710
中复神鹰	8500	20500	28500	28500	28500	48500
中简科技	433.5	433.5	3433.5	3433.5	3433.5	6433.5
恒神股份	10000	10000	10000	10000	10000	10000
吉林化纤（包含吉林碳谷）	20000	50000	100000	150000	200000	200000
浙江宝旌（精工科技）	2000	2000	2000	2000	2000	62000
兰州蓝星	4000	4000	4000	4000	4000	4000
新创碳谷	0	0	0	38000	38000	38000
国泰大成	0	0	7500	7500	7500	25000
北京金辉	0	0	0	0	50000	100000
合计	49643.5	97643.5	186143.5	274143.5	386143.5	548643.5

资料来源：公司公告、公司官网，国信证券经济研究所整理并预测

2. 碳纤维供需-全球需求

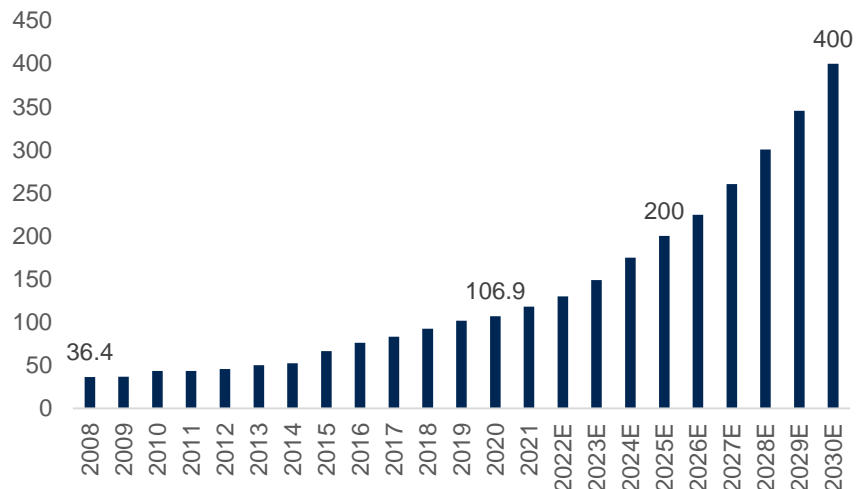
- 2020年全球碳纤维需求为10.69万吨、同比增长3.05%。
- 从应用领域看：2020年风电叶片领域是碳纤维最大的应用领域、需求量为3.06万吨，占比为29%，该领域增长强劲，同比增20%。第二大应用领域是航空航天（需求量1.65万吨，占比15%），需求量用量急剧降低，同比减30%。第三大应用领域为体育休闲（需求量为1.54万吨，占比14%），需求稳定增长，同比增2.67%。
- 从产品种类看：2020年标准模量大丝束产品占据碳纤维市场最大份额，占比为45.2%，同比提升3ppt。标模-大丝束占比提升来自风电市场驱动下的需求增长，小丝束市场在航空航天市场萎缩下的需求下滑，以及小丝束市场供给不足、使用大丝束替代的原因。

图：2020年全球碳纤维分应用需求（千吨）



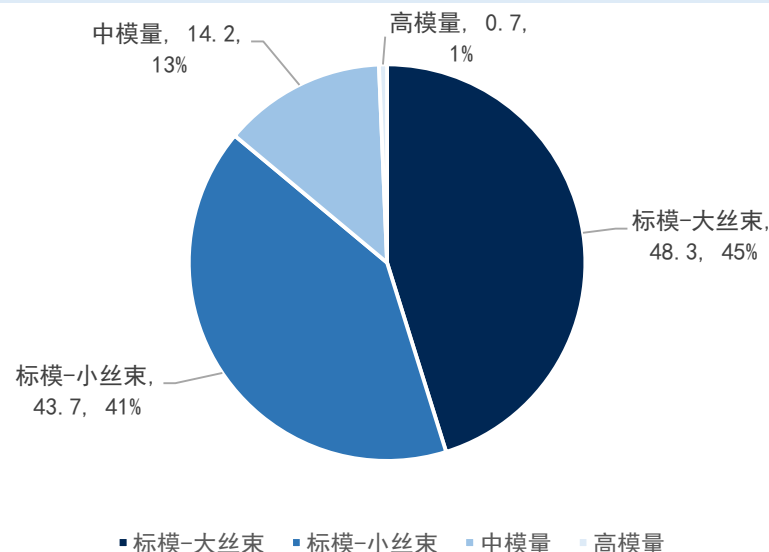
资料来源：《碳纤维产业“聚”变发展-2020全球碳纤维复合材料市场报告》，国信证券经济研究所整理

图：全球碳纤维分年份需求（千吨）



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》，国信证券经济研究所整理

图：2020年全球碳纤维分产品需求（千吨）

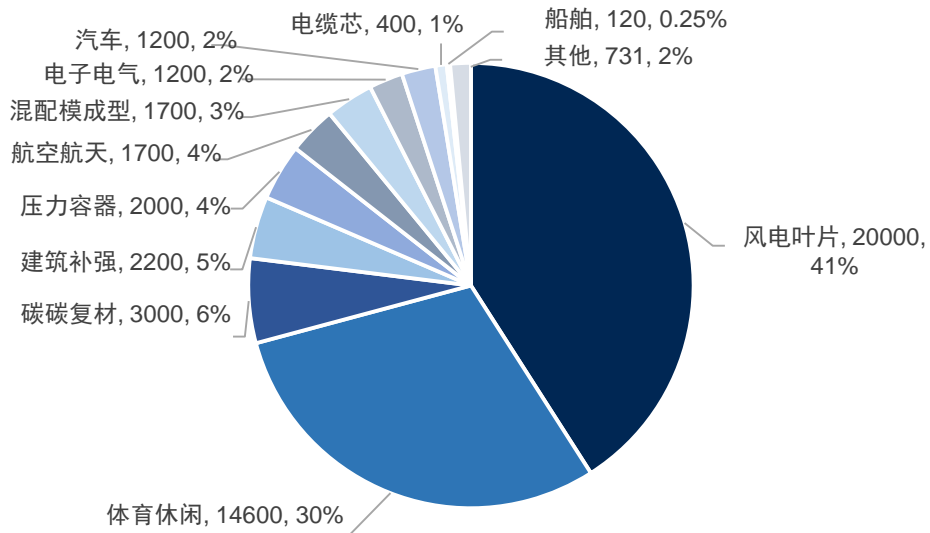


资料来源：《碳纤维产业“聚”变发展-2020全球碳纤维复合材料市场报告》，国信证券经济研究所整理

2. 碳纤维供需-国内需求

- 2020年中国碳纤维的总需求量为4.9万吨，同比增加29%；我国需求量占全球总需求量的45.7%。
- 从国产/进口看：2020年总需求量中的3.04万吨（占比62%）来自于进口，进口量同比增17.5%；总需求中的1.85万吨（占比38%）来自国产，供应量同比增54.2%。国产替代取得巨大进步。
- 从应用领域看：2020年风电叶片领域是碳纤维应用最大的领域，需求量为2万吨，占比为41%，需求量同比增44.9%。第二大应用领域是体育休闲行业，需求量为1.46万吨，占比29.9%，需求量与2019年持平。
- 全球风电叶片领域中66.7%的需求量、体育休闲领域中94.8%的需求量都来自中国，但是国内航天航空领域的需求量很少为1700吨，仅贡献全球10.33的需求量。

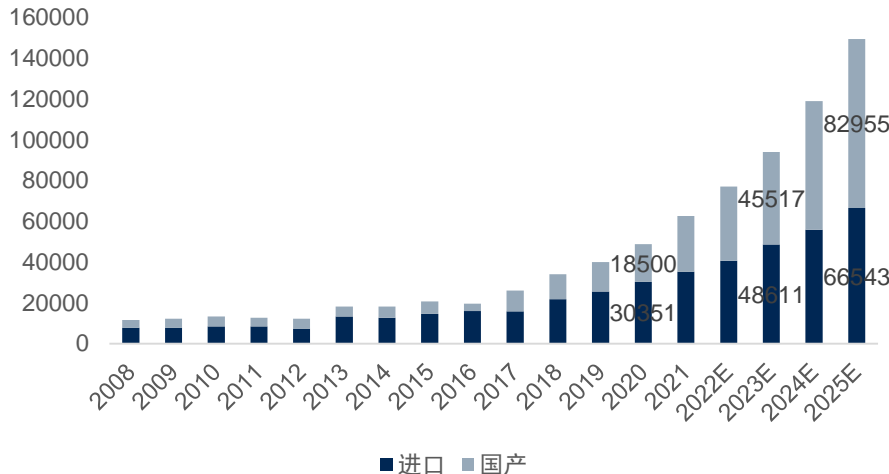
图：2020年中国碳纤维分应用需求（吨）



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》，国信证券经济研究所整理

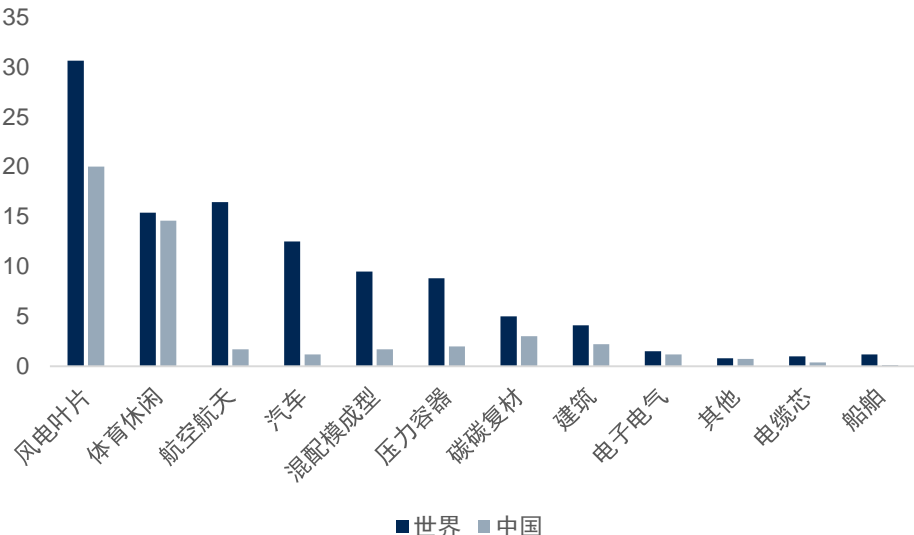
请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

图：中国碳纤维分年份需求（吨）



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》，国信证券经济研究所整理

图：2020年中国 / 全球碳纤维应用对比（千吨）

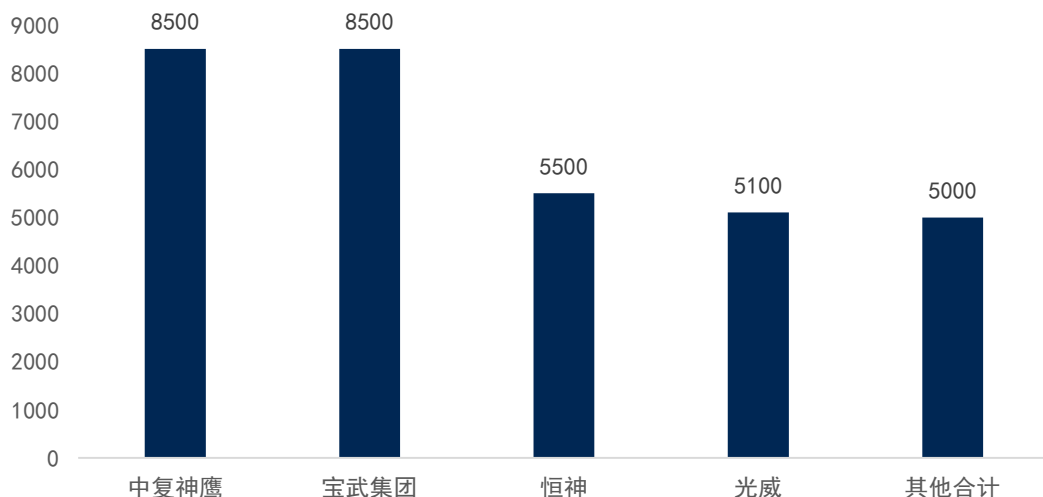


资料来源：《碳纤维产业“聚”变发展-2020全球碳纤维复合材料市场报告》，国信证券经济研究所整理

2. 碳纤维供需

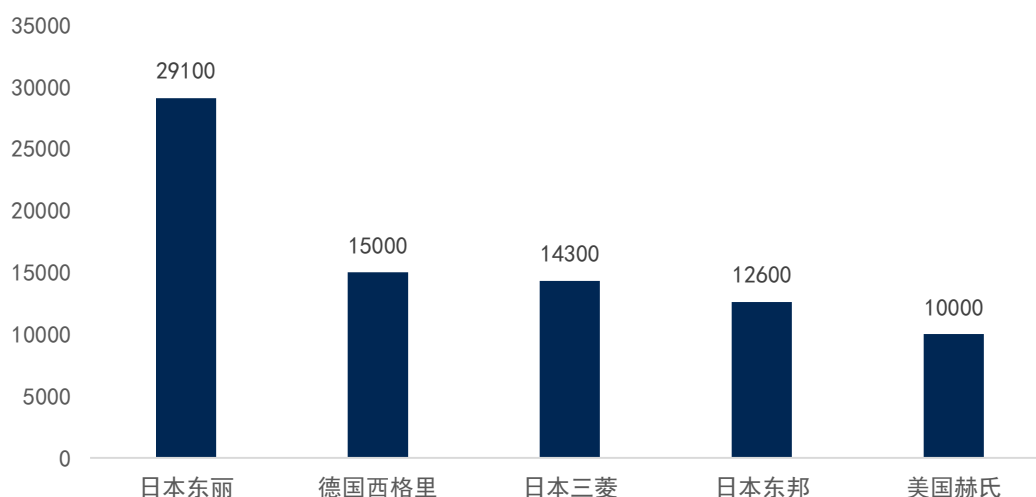
- 我国碳纤维工业起步相对较晚，在核心技术、产能等方面与西方发达国家存在一定差异。近年来在国内外高速增长的需求牵引下，国内碳纤维制造商在进一步进行产能投资和技术突破。当前我国国内主要的碳纤维（及原丝）制造商为吉林碳谷、吉林宝旌、中复神鹰、江苏恒神、光威复材、兰州蓝星和上海石化等。其中，吉林碳谷以原丝生产为主；吉林宝旌和兰州蓝星以大丝束碳纤维生产为主，江苏恒神和兰州蓝星兼备原丝生产和碳纤维生产能力；其他公司产能主要集中在高性能碳和小丝束碳纤维。
- 国际大丝束碳纤维产能主要集中在美国、德国以及日本等发达国家。大丝束碳纤维生产技术和工艺流程复杂，国际市场大丝束碳纤维规模化生产起步早，工艺技术已逐步发展成熟，主要产能集中在欧美、日本等少数发达国家。根据中国化学纤维工业协会数据，2020年，在国际大丝束碳纤维市场中，美德企业市占率达到全球产能的89%以上，日本企业市占率约为10%。其中，主要大丝束碳纤维制造商为日本东丽、美国Hexcel、德国SGL、日本三菱、中国蓝星等企业。截至2020年底，在产能方面，日本东丽目前拥有全球最大碳纤维运行产能，理论产能达到5.45万吨/年。德国SGL现有产能1.5万吨/年，是目前碳纤维运行产能第二大的公司。日本三菱碳纤维产能排名全球第三，为1.43万吨/年。Hexcel现有碳纤维产能1.02万吨/年。

图：2020年国内碳纤维产能（吨）



资料来源：公司官网、公司公告，国信证券经济研究所整理

图：2020年国际碳纤维产能（吨）

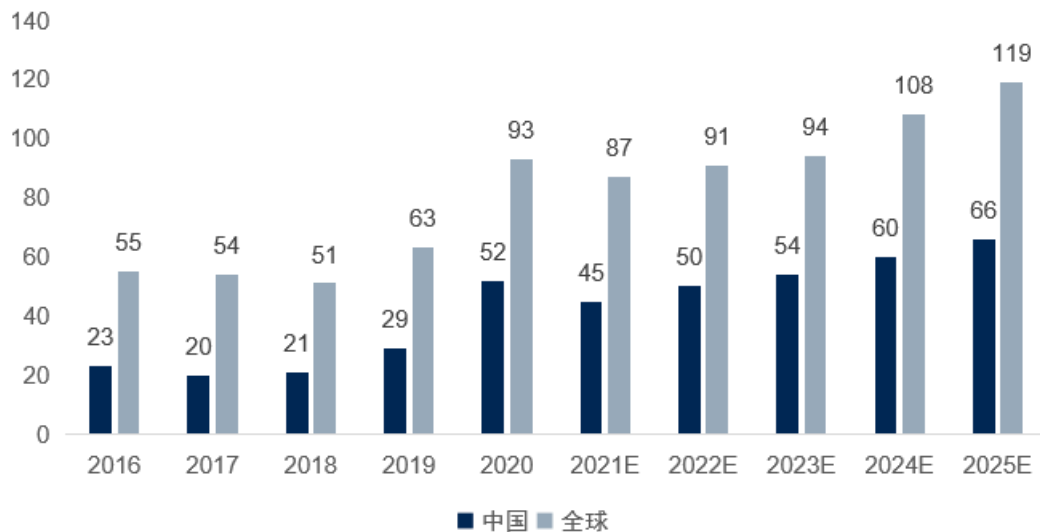


资料来源：公司官网、公司公告，国信证券经济研究所整理

3. 碳纤维应用-风电领域

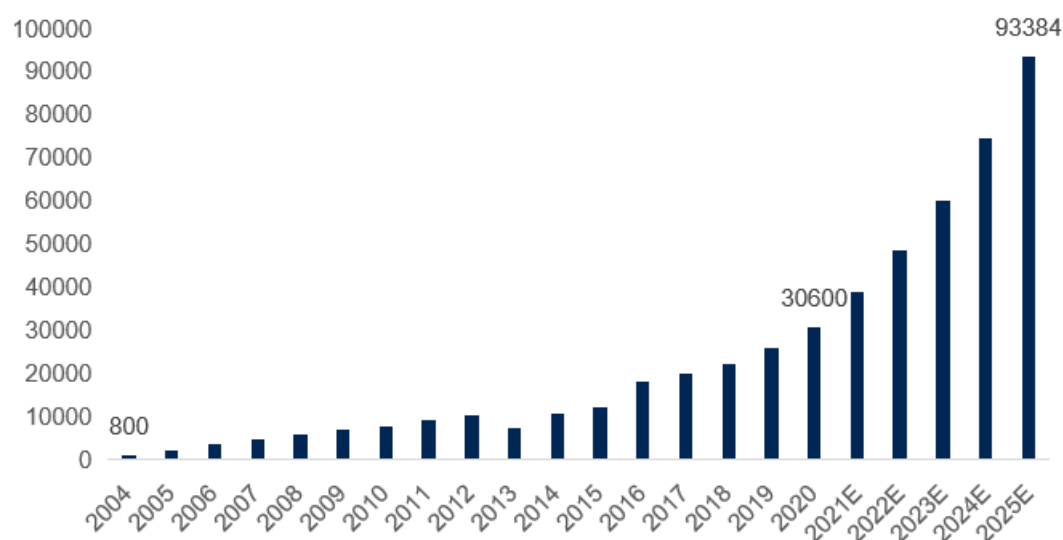
- 预计到2023年、2025年全球碳纤维需求将增长至15万吨、20万吨，增长主要受风电叶片领域需求驱动。
- 风电叶片领域2023年、2025年对碳纤维的需求量或将达到6万吨、9.3万吨，对应贡献了全球需求增量的68.2%、67.4%（以2020年为基准）。
- 碳中和背景下，能源结构型调整势在必行，利好风电领域。中国明确提出了“碳中和碳达峰”的目标，美国将重新加入“巴黎气候协定”，并制定“2035 无碳发电，2050 让美国实现碳中和”的目标，欧盟则提出了2050年实现碳中和的目标。政策驱动下，预计未来5年中国及全球风电新增项目容量将持续增长，中国新增容量将增长至66GW，全球增长至119GW。
- 风机大型化趋势，叠加Vesta专利到期影响，将拉动大丝束碳纤维需求增长。大丝束碳纤维性能优越，可以使得叶片减重30%，因此超过3MW的风机和超过50米的风电叶片需要运用到大丝束碳纤维。同时Vestas将碳纤维风电叶片制作低成本化，随着专利即将到期，国内风电厂将积极开发此类风电叶片，大丝束碳纤维需求将快速增长。

图：中国和全球风电新增项目容量预测（GW）



资料来源：赛奥碳纤维，国信证券经济研究所整理

图：风电叶片碳纤维需求趋势（吨）

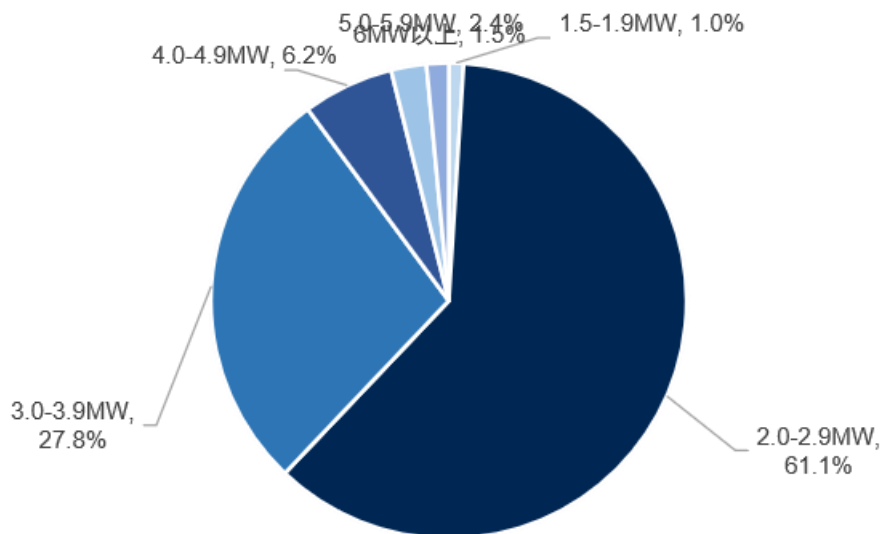


资料来源：《碳纤维产业“聚”变发展-2020全球碳纤维复合材料市场报告》，国信证券经济研究所整理

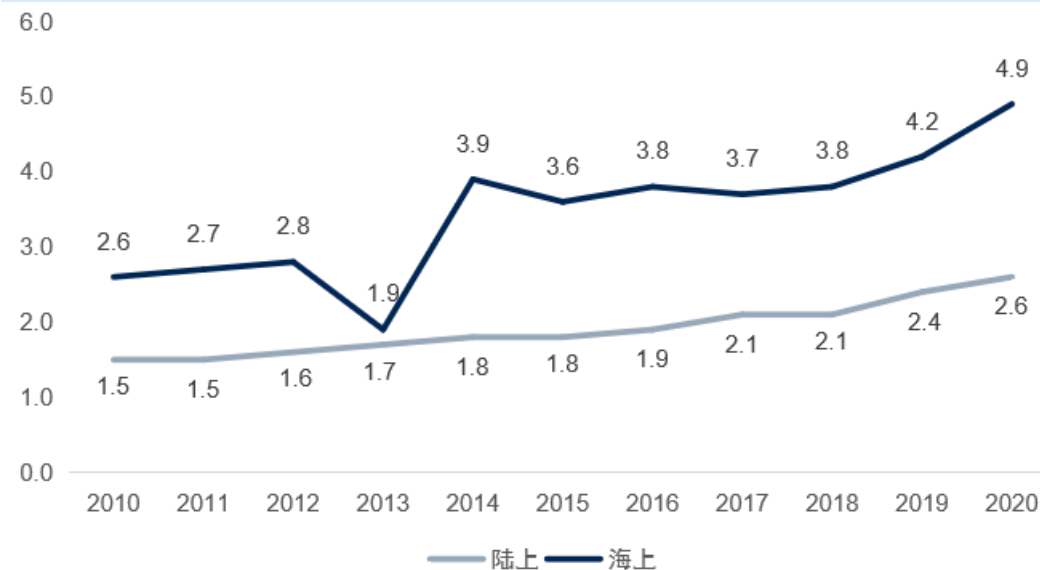
3. 碳纤维应用-风电领域

- 风电设备的叶片、机舱罩是采用复合材料的主要部位。玻璃纤维复合材料性能已经趋于极限。在发展更大功率风电机组和更长转子叶片的趋势下，需要进一步减少叶片质量，又同时满足强度与刚度要求，采用性能更好的碳纤维复合材料势在必行。
- 风电叶片主要使用24K及以上的大丝束碳纤维，其具备减重、耐腐蚀性、抗疲劳性的特点。随着技术和成本的突破，碳纤维逐步成为风电叶片、梁的主要材料。尤其是近年来碳纤维行业采用大丝束碳纤维拉挤梁片工艺以降低成本，大丝束碳纤维及其复合材料价格下降，叠加需求提升引起风电叶片领域碳纤维用量的急剧增加。
- 碳纤维与传统玻璃纤维复合材料相比，可实现20%-30%轻量化效果，同时保持了更加有益的刚性和强度，而通过采用气动效率更高的薄翼型和增加叶片长度，能提高风能利用率和年发电量，从而降低综合使用成本。国际市场上，风电巨头Vestas生产的V-90型3.0MW风机叶片已经实现了较玻璃纤维相比减重32%、降本16%的效果，荷兰戴尔佛理工大学研制的120m直径叶片，梁结构采用碳纤维重量减轻40%。

图：2020年中国不同单机容量风电机组新增装机容量占比



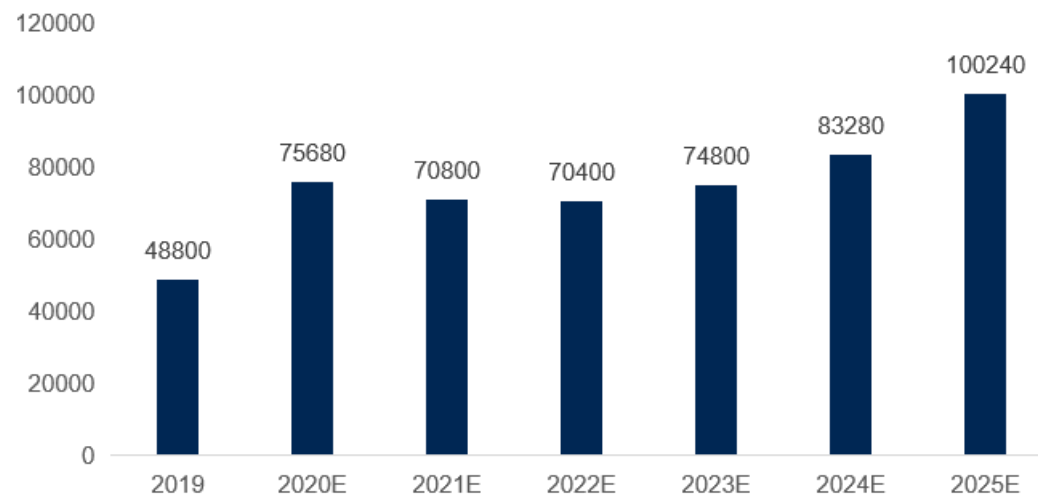
图：中国新增陆上和海上风电机组平均单机容量 (MW)



3. 碳纤维应用-风电领域

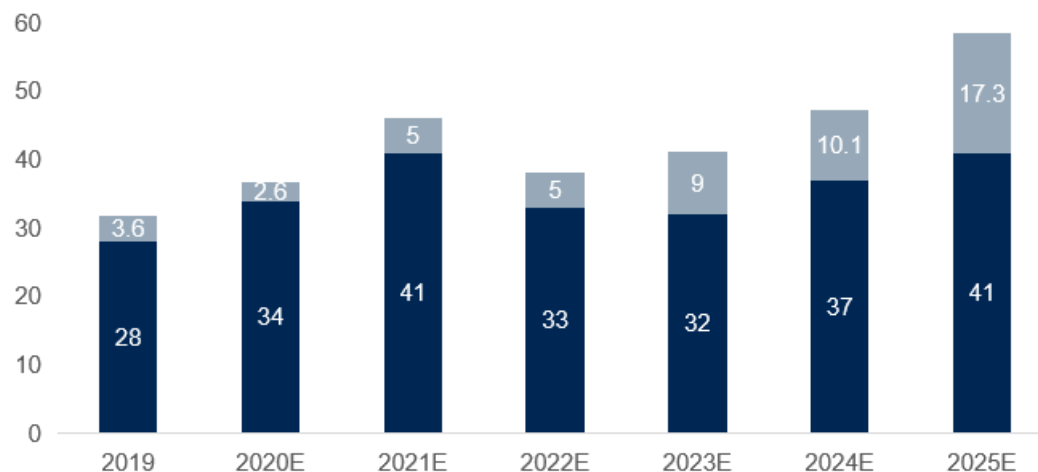
- 全球风电装机量将维持在较高水平。2020年我国新增陆上和海上风电装机量达58GW，2025年将达到67GW。2020年海外新增陆上和海上风电装机量36.6GW，预计2025年将达到58.3GW。
- 全球风电叶片碳纤维需求快速增长，预计2025年达10万吨。随着风力发电机单机装机容量增加，叶片变大，碳纤维替代玻纤需求将大幅增加。根据风电领域龙头企业VESTAS装机数据，一个碳纤维复合叶片需要1-2吨碳纤维，每台风机需要3片叶片，一台风机碳纤维需求量在4吨左右，装机容量5MW左右，据此估算，2021年全球风电领域碳纤维理论需求量在7.1万吨左右，预计2025年将突破10万吨。

图：全球风电领域碳纤维理论需求预测（吨）



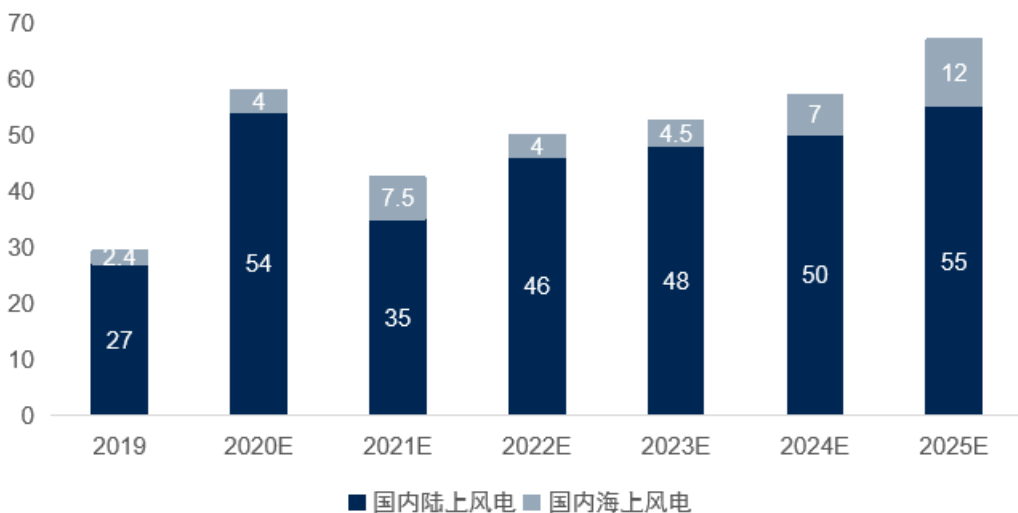
资料来源：CWEA，国信证券经济研究所整理及预测

图：海外风电新增项目容量预测（GW）



资料来源：CWEA，国信证券经济研究所整理

图：中国风电新增项目容量预测（GW）

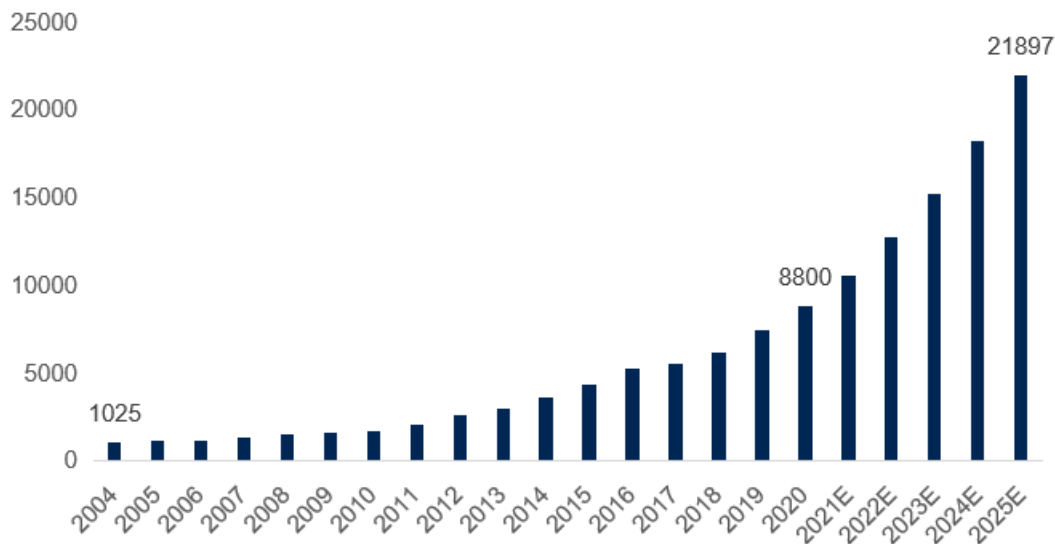


资料来源：CWEA，国信证券经济研究所整理及预测

3. 碳纤维应用-储氢领域

- 压力容器领域2023年、2025年对碳纤维的需求量或将达到1.5万吨、2.19万吨，对应贡献了全球需求增量的14.37%、14.06%（以2020年为基准）。
- 碳纤维缠绕复合材料储氢气瓶，是利用碳纤维丝束浸在环氧树脂后，与铝合金或者高分子内胆进行缠绕，再将其固化成型脱模，从而具有质量轻，耐疲劳，抗高低温冲击，稳定性好等特点。
- 同时较三型瓶，四型瓶碳纤维虽用量提升，但总成本下降。在同等工作压力状态下，四型瓶成本较三型瓶低7%-11%，因此储氢瓶大丝束碳纤维的需求量将实现快速增长。
- 在天然气汽车（NGV）和燃料电池汽车（FCV）中，IV型高压储气瓶可以有效降低重量，还可以储存更多燃料，有效提升汽车续航里程，经济性明显，未来几年天然气汽车和燃料电池汽车将会是III型、IV型高压储氢瓶的主要应用方向。

图：压力容器碳纤维需求趋势（吨）



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》，国信证券经济研究所整理

表：四代高压氢气瓶参数、性能、应用情况对比

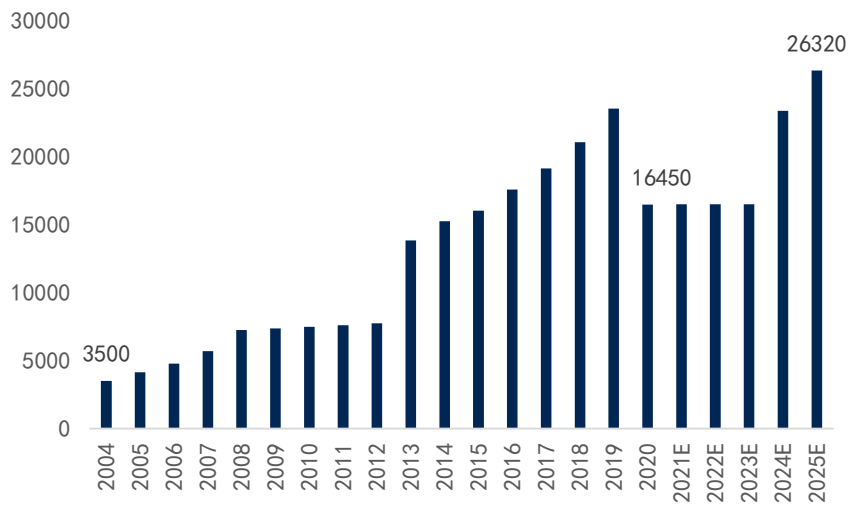
型号	I	II	III	IV
制作工艺	纯钢金属	钢制内丹，纤维缠绕	铝内胆，纤维缠绕	塑料内胆，纤维缠绕
承压结构	钢结构	钢制内胆与纤维层	碳纤维	碳纤维
工作压力（Mpa）	17.5-20	26.3-30	30-70	70以上
介质相容性	有氧脆性、腐蚀性	有氧脆性、腐蚀性	有氧脆性、腐蚀性	有氧脆性、腐蚀性
产品重容比（Kg/L）	0.9-1.3	0.6-0.95	0.35-1	0.3-0.8
使用寿命（年）	15	15	15/20	15/20
体积储氢密度（%）	14.28-17.23	14.28-17.23	40.4	48.8
应用情况	工业、加氢站等固定式应用	工业、加氢站等固定式应用	国内车载	国际车载

资料来源：车用压缩氢气塑料内胆碳纤维全缠绕气瓶（T/CATS1 02 007-2020），中国氢能及燃料产业电池白皮书，中科院宁波材料所特种纤维事业部，国信证券经济研究所整理

3. 碳纤维应用-航空航天领域

- ▶ 航天航空领域：基于碳纤维复合材料在结构轻量化中无可替代的材料性能，在航空中得到了广泛应用和快速发展，从1969年起美国战机碳纤维的使用量比重开始持续增加达到36%，美国B2隐身战略机上碳纤维复合材料占比超过了50%。随着近年民用航空产业的发展，民用飞机对于碳纤维复合材料的使用量也逐步上升，如 B787和A350等，以及我国商飞的C919等。航空主要使用3K、6K、12K碳纤维。
- ▶ 预计2020-2023年需求量不变；到2025年需求量将达到2.63万吨，贡献全球增量的10.6%（以2020年为基准）。航空航天市场中的民用航空市场，至少需要3年才可能恢复到2019年的应用数量。当疫情得到进一步控制，市场复苏加上单通道飞机广泛采用碳纤维对市场的激增作用，航空航天市场依然将会是碳纤维应用中举足轻重的一环。
- ▶ 2021年3月，习近平总书记指出，要强化创新驱动，以更大力度、更实举措加快科技自立自强，充分发挥科技对我军建设战略支撑作用。要紧跟科技强国建设进程，优化国防科技创新布局和环境条件，用好用足各方面优势力量和资源，大幅提升国防科技创新能力和水平。碳纤维在军工、航天航空领域的应用将保持增持增长。

图：航空航天碳纤维需求趋势（吨）



资料来源：吉林碳谷公开发行说明书，国信证券经济研究所整理

图：C919客机机身结构图

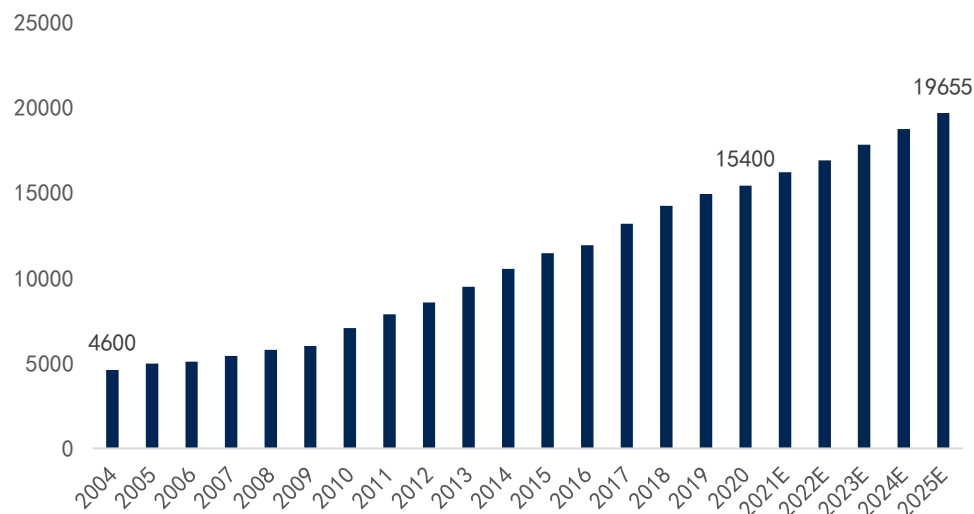


资料来源：吉林碳谷公开发行说明书，国信证券经济研究所整理

3. 碳纤维应用-体育休闲领域

- 碳纤维在体育休闲市场中，主要使用于高尔夫球杆、曲棍球棍、网球拍、钓鱼竿、自行车架、滑雪板、赛艇等高端体育休闲市场。该块应用主要基于碳纤维的轻质、高强度、高模量、耐腐蚀等特点。例如碳纤维复合材料制作的高尔夫球杆比金属杆减重近 50%，碳纤维自行车较铝材减重 40%且实现更高的车架精度。钓鱼竿、球拍、滑雪板、高尔夫球杆等体育用品的碳纤维多使用大丝束碳纤维（ $\geq 24K$ ）。
- 体育休闲领域碳纤维需求：预计2023年、2025年对碳纤维的需求量将达到约1.8万吨、2.0万吨，对应贡献了全球需求增量的6.0%、4.6%（以2020年为基准）。疫情之下，群体运动的碳纤维器材，如曲棍（冰）球杆、滑雪杆等，有较大幅度的下滑；而个人运动休闲的器材反而上升，主要有高尔夫球杆，自行车及钓鱼竿。另外，欧美这些年一直流行健康、绿色出行，对电动自行车也有较大的需求增长。

图：体育休闲碳纤维需求趋势（吨）



图：碳纤维在体育休闲领域的应用



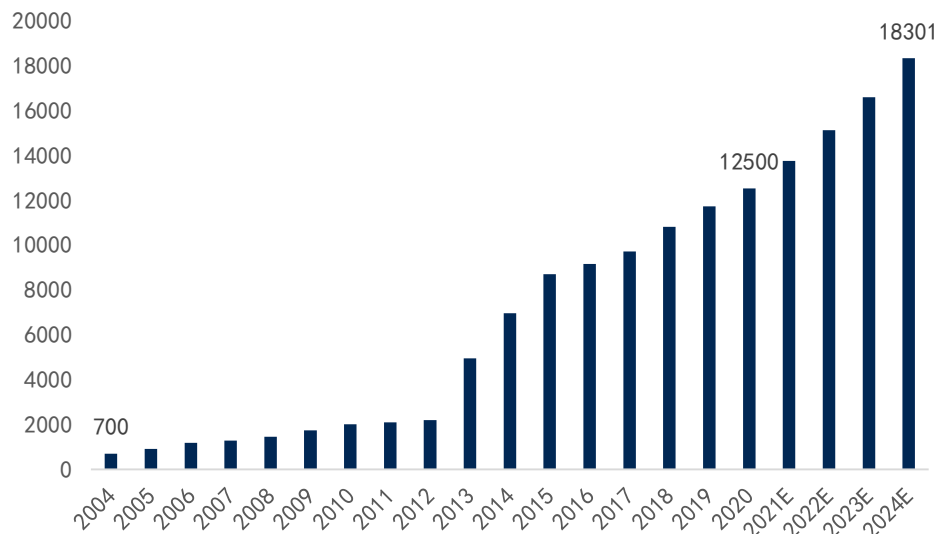
资料来源：吉林碳谷公开发行说明书，国信证券经济研究所整理

资料来源：吉林碳谷公开发行说明书，国信证券经济研究所整理

3. 碳纤维应用-汽车轻量化领域

- 碳纤维在汽车方面的应用，最主要的就是减轻重量。国际社会在节能减排、油耗标准方面趋于严格，轻量化技术是降低汽车油耗、减少排放、提高新能源汽车续航里程最有效工程途径之一。采用高性能纤维增强复合材料部分代替传统金属材料是汽车实现轻量化最有效的办法。碳纤维复合材料根据其高度和模量高、密度小，在等刚度或等强度下，可比钢、镁铝合金减重较多，同时安全性能更佳、抗疲劳性能更优异，结构整体成型、可设计性更强。
- 汽车领域碳纤维需求：预计2023年、2025年对碳纤维的需求量将达到约1.7万吨、1.8万吨，对应贡献了全球需求增量的9.3%、6.2%（以2020年为基准）。随着汽车领域轻量化趋势，碳纤维在汽车中也将迎来越来越多的应用。同时轻量化下的节能降本、以及绿色环保价值将进一步推动该应用趋势。

图：汽车碳纤维需求趋势（吨）



资料来源：吉林碳谷公开发行说明书，国信证券经济研究所整理

请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

图：碳纤维在汽车领域的应用

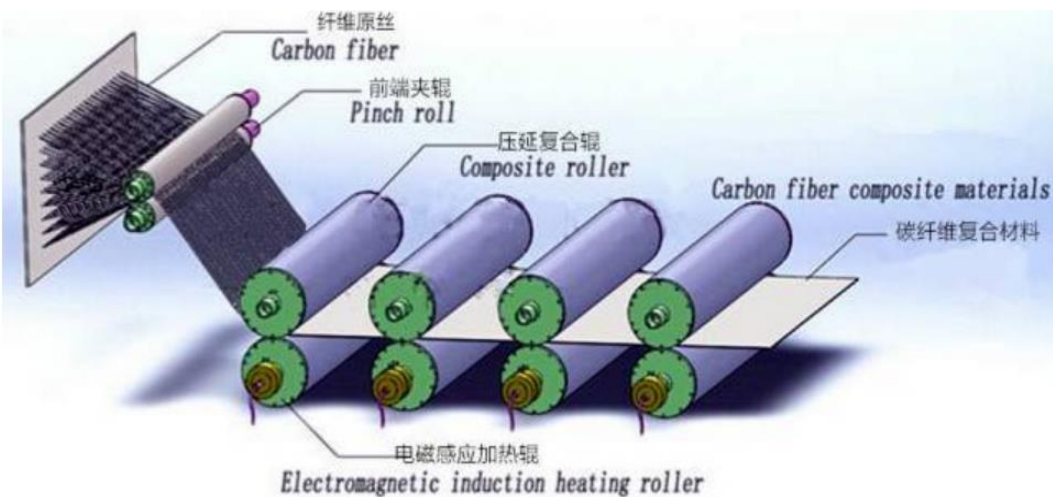


资料来源：吉林碳谷公开发行说明书，国信证券经济研究所整理

3. 碳纤维应用-预浸料

- 预浸料是把基体浸渍在强化纤维中制成的预浸片材产品，是复合材料的中间材料。碳纤维预浸料是由增强体，如碳纤维纱、树脂基体、离型纸等材料，经过涂膜、热压、冷却、覆膜、卷取等工艺加工而成的复合材料，又名碳纤维预浸布。
- 碳纤维预浸料的优点：1) 强度高、密度小：碳纤维预浸料的强度可以达到钢材的6-12倍，密度只有钢材四分之一；2) 可塑性好：可根据模具形状做成任何形状，成型容易，便于加工；3) 耐腐蚀，寿命长
- 碳纤维预浸料种类：碳纤维预浸料的种类有单向碳纤维预浸料及编织碳纤维预浸料，单向碳纤维预浸料在纤维方向有最大的强度，通常用于有不同方向组合的叠层板，而编织碳纤维预浸料具有不同的编织方式，其强度在两个方向约相等，可应用于不同的结构物。
- 生产工艺：碳纤维预浸料主要有两种方式：一种为直接将树脂加热，以降低其黏度，便于均匀散布于纤维之间，称为热熔法。另一种为将树脂溶于溶剂中来降低黏度，待树脂含浸纤维后再加热使溶剂挥发，称为溶液浸渍法。
- 热熔胶法的制程，树脂含量控制容易，可省略烘干的步骤，且无残存的溶剂，但树脂黏度较高，含浸纤维编织物时易造成纤维变形。溶剂法投资成本低，制程简便，但是溶剂的使用易残存于预浸布中，影响最终复合材料的强度，而且造成环境污染的问题。

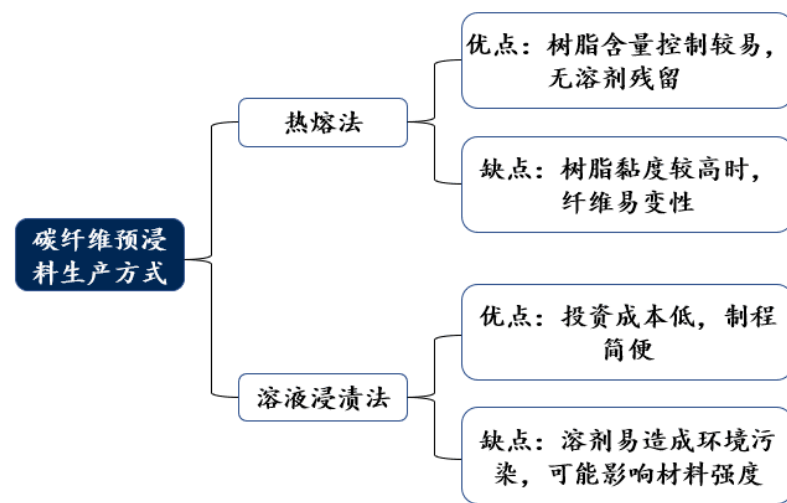
图：碳纤维预浸料生产工艺流程图



资料来源：CNKI，国信证券经济研究所整理

请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

图：碳纤维预浸料生产工艺比较

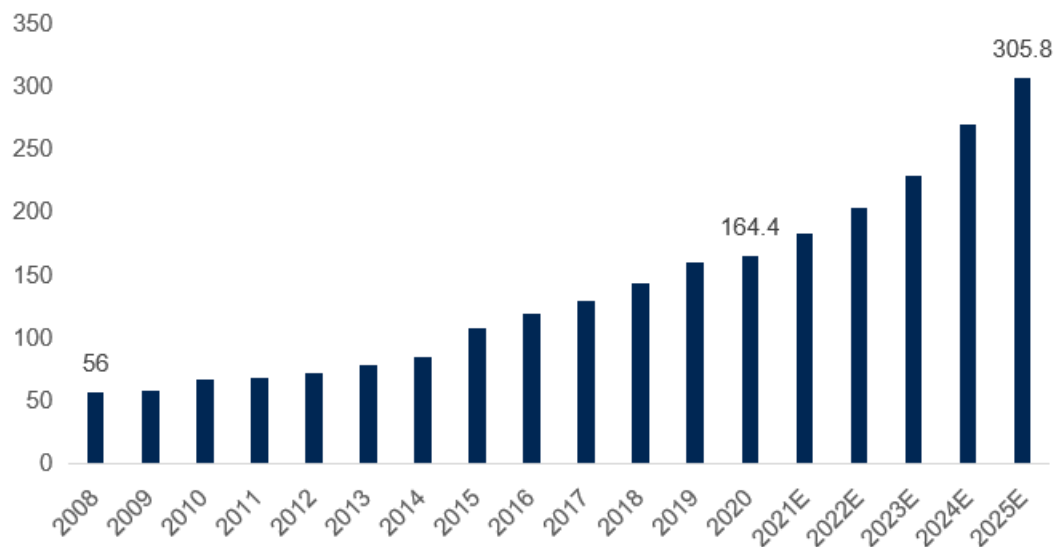


资料来源：CNKI，国信证券经济研究所整理

3. 碳纤维应用-复合材料

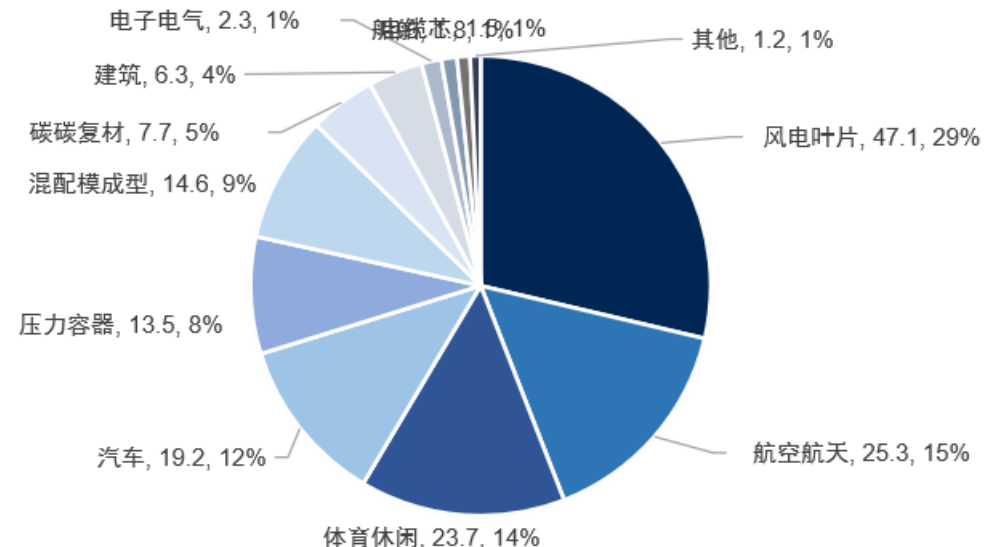
- 碳纤维在用以制作商品时由于生产加工工艺难度较大、对设备损坏较大一般不容易独立应用，而是与环氧树脂等常规原材料结合组成碳纤维复合材料。
- 碳纤维复合材料的特性主要表现在力学性能、热物理性能和热烧蚀性能三个方面。1) 密度低 (1.7g/cm³左右) 在承受高温的结构中，它是最轻的材料；高温的强度好，在2200℃时可保留室温强度；有较高的断裂韧性，抗疲劳性和抗蠕变性。2) 热膨胀系数小，比热容高，能储存大量的热能，导热率低，抗热冲击和热摩擦的性能优异。3) 耐热烧蚀的性能好，C-C材料是一种升华-辐射型材料，通过表层材料的烧蚀带走大量的热量，可阻止热流入材料内部。
- 碳纤维增强复合材料的优异的力学性能和热物理性能，使它广泛的应用于核反应堆，固体火箭喷管，热交换器和制动盘。而碳/碳材料的热烧蚀性能广泛应用于烧蚀型耐热材料。如：用于火箭的喷管喉衬和远程导弹头锥；其次，在电子电器工业可作电极板，医疗中可作人工心脏瓣膜阀体。

图：全球树脂基碳纤维复合材料需求(千吨)



资料来源：Carbontech，国信证券经济研究所整理

图：2020年全球树脂基碳纤维复合材料应用需求(千吨)

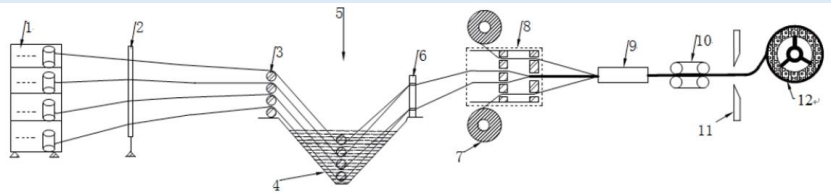


资料来源：Carbontech，国信证券经济研究所整理

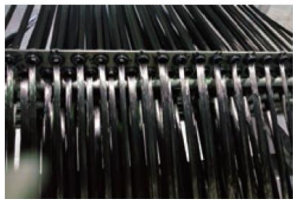
3. 碳纤维应用工艺-拉挤工艺

- 碳纤维拉挤技术主要采用拉挤工艺成型一定厚度的复合材料片材，然后通过真空灌注或预浸料工艺在模具上成型叶片主梁；或直接在平台上堆砌并捆绑成预制体后放置在壳体相应位置中，与壳体一体灌注成型。与其他技术相比，拉挤片材主梁铺放技术具有效率高、质量波动小、成本低等特点，可有效提高产品的强度和模量，是今后叶片主梁发展的一个趋势。采用拉挤工艺生产复材具有多重优势，纤维含量高，复材的质量稳定，能够连续成型，易于自动化，尤其适合大批量生产。而且，风电叶片大梁应用碳纤维拉挤板材，能够实现模块化设计，从而使大梁的生产效率大幅提高，还能够保证优良率，使叶片更轻、更薄，改善叶片空气动力学性能。
- VESTAS公司设计的风电叶片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。这种设计和工艺的优点表现为：①通过拉挤工艺生产方式大大提高了纤维体积含量，减轻了主体承载部分的质量；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，大大扩展了碳纤维的使用范围。

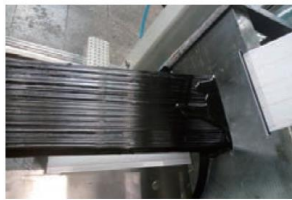
图：拉挤生产工艺流程



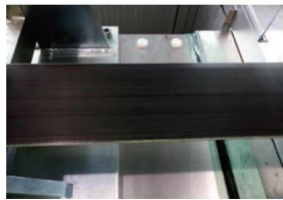
注：1—纱架；2—集纱板；3—分层纱板；4—浸胶槽；5—混胶；6—挤胶辊；7—脱模布；8—预成型模；9—成型模具；10—牵引装置；11—切断装置；12—收卷装置。



碳纤维经过纱板时状态



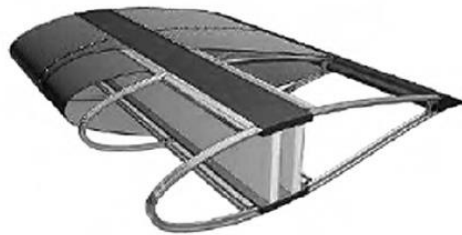
碳纤维浸胶后经过挤胶板时状态



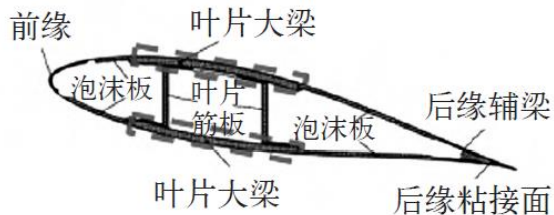
碳梁拉出后状态

资料来源：CNKI，国信证券经济研究所整理

图：VESTAS 风电叶片结构示意图



叶片主体
玻璃纤维增强复合材料



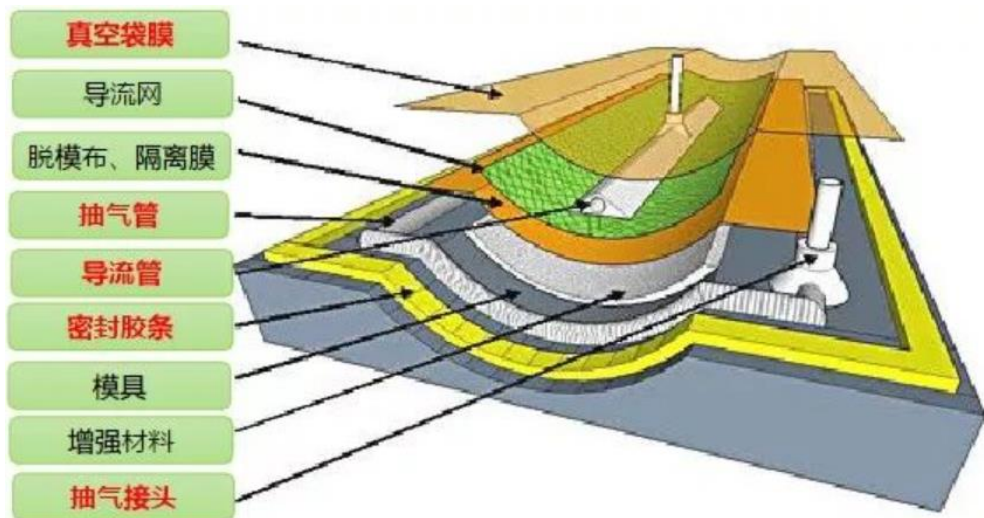
梁
碳纤维增强复合材料

资料来源：CNKI，国信证券经济研究所整理

3. 碳纤维应用工艺-真空灌注

- 碳纤维真空灌注（或“树脂灌注”）是一种结合纤维和树脂的过程，该过程使用大气压力驱动树脂通过真空下的干燥增强材料堆叠。树脂只是流入并流过纤维堆，碳纤维随着树脂的流逝而润湿。碳纤维在真空袋下，所以被很好地压实并压在模具上。当树脂完全填充零件时，可以夹住进料管线使其固化。经过灌注工艺生产的部件被压实，具有非常低的空隙含量，表面光泽度和硬度均较好。
- 真空灌注是构建复合部件的理想方式。在详细的铺层和厚的层压板方面，它具有预浸料的许多优点，但它更便宜、更快，并且不需要烤箱或高压釜。经过几十年的稳步发展，真空灌注已发展为一项成熟的技术，具有完善的工艺、配套产品和设备。

图：灌注工艺设备



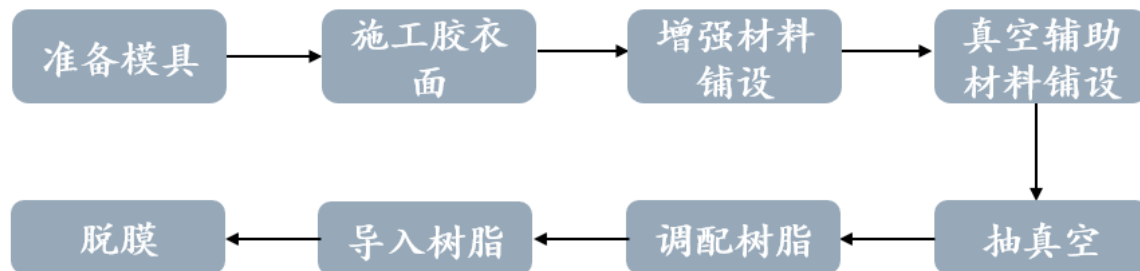
资料来源：CNKI，国信证券经济研究所整理

表：真空灌注优缺点

	铺层是用干纤维完成的，剪裁和铺层布局不受树脂凝胶时间的限制
	高品质层压板，具有低空隙率和出色的芯粘合
优点	一致的部件间质量和可重复的重量
	一次性层压蒙皮和核心，以及潜在的纵梁和其他结构
	适合中等数量的生产，易于训练，且可以不断改进
缺点	需要一些繁琐的装袋工作，有很多细节
	不适合大批量生产。
	材料浪费较大

资料来源：CNKI，国信证券经济研究所整理

图：真空灌注工艺流程图



资料来源：CNKI，国信证券经济研究所整理

4. 建议关注具备碳纤维产能的相关上市公司

- 我们建议关注吉林化纤、上海石化。
- 吉林化纤：公司现有碳纤维产能8600吨/年，公司拟定增不超过12亿元，新建1万吨碳纤维、1.2万吨碳纤维复材产能，有望于2022年底前投产。
- 上海石化：现有碳纤维产能1500吨/年，公司规划投资35亿建设"2.4万吨/年原丝、1.2万吨/年48K大丝束碳纤维"项目。项目分两期建成，第一期工程将于2022年下半年建成，具备1.2万吨原丝，6000吨碳纤维产能；第二期预计将于2024年年底建成，增加1.2万吨原丝，6000吨碳纤维产能。

5. 风险提示

一、原材料价格波动的风险。当原材料价格大幅波动时，如果产品价格没有及时向下游传导，将对公司盈利状况影响较大。

二、碳纤维行业需求不及预期的风险。目前行业景气度处于高位，如果整体需求低于预期，最终碳纤维行业景气度将回落到正常水平。

三、行业扩产速度超出预期的风险。如果现有装置继续加大开工率，以及在建装置加快建设进度，提前释放产能，将使得碳纤维行业景气度受到较大影响，最终回落到正常水平。

四、进出口政策变化的风险。国内碳纤维产品主要依靠进口，如果海外出口政策或国内进口政策发生变化，将使得国内碳纤维供给受到较大影响。

国信证券投资评级		
类别	级别	定义
股票投资评级	买入	预计6个月内，股价表现优于市场指数20%以上
	增持	预计6个月内，股价表现优于市场指数10%-20%之间
	中性	预计6个月内，股价表现介于市场指数±10%之间
	卖出	预计6个月内，股价表现弱于市场指数10%以上
行业投资评级	超配	预计6个月内，行业指数表现优于市场指数10%以上
	中性	预计6个月内，行业指数表现介于市场指数±10%之间
	低配	预计6个月内，行业指数表现弱于市场指数10%以上

分析师承诺

作者保证报告所采用的数据均来自合规渠道；分析逻辑基于作者的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求独立、客观、公正，结论不受任何第三方的授意或影响；作者在过去、现在或未来未就其研究报告所提供的具体建议或所表述的意见直接或间接收取任何报酬，特此声明。

重要声明

本报告由国信证券股份有限公司（已具备中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）制作；报告版权归国信证券股份有限公司（以下简称“我公司”）所有。本报告仅供我公司客户使用，本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式使用、复制或传播。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点，一切须以我公司向客户发布的本报告完整版本为准。

本报告基于已公开的资料或信息撰写，但我公司不保证该资料及信息的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映我公司于本报告公开发布当日的判断，在不同时期，我公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。我公司不保证本报告所含信息及资料处于最新状态；我公司可能随时补充、更新和修订有关信息及资料，投资者应当自行关注相关更新和修订内容。我公司或关联机构可能会持有本报告中所提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。本公司的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中意见或建议不一致的投资决策。

本报告仅供参考之用，不构成出售或购买证券或其他投资标的的要约或邀请。在任何情况下，本报告中的信息和意见均不构成对任何个人的投资建议。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。投资者应结合自己的投资目标和财务状况自行判断是否采用本报告所载内容和信息并自行承担风险，我公司及雇员对投资者使用本报告及其内容而造成的一切后果不承担任何法律责任。

证券投资咨询业务的说明

本公司具备中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。证券投资咨询，是指从事证券投资咨询业务的机构及其投资咨询人员以下列形式为证券投资人或者客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或者间接有偿咨询服务的活动：接受投资人或者客户委托，提供证券投资咨询服务；举办有关证券投资咨询的讲座、报告会、分析会等；在报刊上发表证券投资咨询的文章、评论、报告，以及通过电台、电视台等公众传播媒体提供证券投资咨询服务；通过电话、传真、电脑网络等电信设备系统，提供证券投资咨询服务；中国证监会认定的其他形式。

发布证券研究报告是证券投资咨询业务的一种基本形式，指证券公司、证券投资咨询机构对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析，形成证券估值、投资评级等投资分析意见，制作证券研究报告，并向客户发布的行为。



国信证券

GUOSEN SECURITIES

国信证券经济研究所

深圳

深圳市福田区福华一路125号国信金融大厦36层

邮编：518046 总机：0755-82130833

上海

上海浦东民生路1199弄证大五道口广场1号楼12楼

邮编：200135

北京

北京西城区金融大街兴盛街6号国信证券9层

邮编：100032