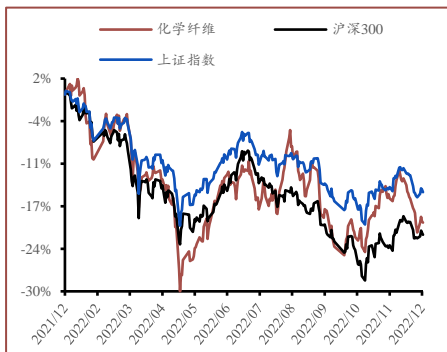


投资评级:看好(首次)

最近 12 月市场表现



分析师 毕春晖

SAC 证书编号: S0160522070001

bich@ctsec.com

相关报告

1. 《炼化-聚酯专题报告(二)》 2018-07-10

大国之材骐骥一跃，黑金时代未来可图

核心观点

- ❖ **碳纤维被誉为黑色黄金，国产碳纤维把握“管制”机遇，实现国产替代。**碳纤维是一种无机高分子纤维，其力学性能出色，密度比铝更低，强度约是钢的 7 倍，是目前已经量产的高性能纤维中具有最高比强度、比模量的纤维，并且具有良好的化学稳定性，应用领域广泛。近年来美日对中国碳纤维进行管制，对于美国来说，碳纤维一直在商业控制清单中，对于日本，2017 年提出的《外汇法》修订草案，对高端碳纤维和技术的出口需取得国家许可。国内碳纤维把握机遇逆势突破，上下游产业协同共同研发，最终实现技术突破并稳定量产，目前国内产能已开始铺开并且技术也在不断迭代，实现“突破管制”并实现“进口替代”。
- ❖ **碳纤维国产替代稳步推进，下游领域成多点开花状态。**风电叶片、体育休闲及航空航天覆盖近 6 成碳纤维需求。其中，风电叶片应用的碳纤维价格最低，消耗的量也最多，航空航天领域应用价格最高，并且市场规模（产值）也是最大；国内市场看，国产替代稳步推进，但在高端领域比如航空航天、压力容器等与国际水平差距较大。从应用领域来看：**1) 风电领域：**应用以大丝束为主，Vestas 相关专利到期，叶片拉挤工艺有效降低叶片加工物料损耗，催化碳纤维在风电领域应用，我们预计 2025 年需求可达 6.3 万吨；**2) 压力容器：**目前应用以小丝束 T700 级别以上碳纤维为主，“双碳”政策催化，我们预计 2025 年该领域应用可达 6316 吨；**3) 碳/碳复材：**目前主要应用在单晶拉制炉、碳陶刹车中，通常应用 T700 级别碳纤维，也有部分 T300 级别碳纤维，得益于光伏行业高景气度，我们预计 2025 年国内应用可达 3.3 万吨。**4) 航空航天：**应用以高端小丝束为主，国内目前该领域应用处于验证阶段，预计未来随着军机换代和 C919 交付，或可持续放量，预计到 2030 年每年可释放 1708 吨；**5) 体育休闲：**该领域应用量大，根据赛奥碳纤维，预计 2025 年以前可实现平均每年约 5% 的增长，预计 2025 年需求可达 2.2 万吨；**6) 汽车：**随着碳纤维降本增效，成本对汽车领域应用制约日渐减少，待未来碳纤维材料在汽车领域应用的技术有所突破，有望成为豪车标配，预计 2025 年需求可达 13693 吨。
- ❖ **行业技术壁垒高，国内厂商突破大规模量产后产能快速铺出。**碳纤维行业壁垒主要体现在两个方面：**1) 原丝环节技术难度大。**无论干喷湿纺还是湿法的技术路线都很难突破，而且不同技术路线生产出的产品适应的领域也不同，除此以外，一步法或者两步法生产工艺路线的选择也都会影响原丝品质上限及生产成本；**2) 碳化环节资金壁垒高。**万吨原丝产线投资可能仅需 1-2 亿人民币，但是碳化环节万吨碳纤维投入需要 10 亿以上。目前，国内碳纤维原丝和碳化环节均已实现技术突破，产能快速铺开，2021 年国内产能已达 6.3 万吨，近年来产能利用率也达到了 50% 左右的水平，根据各公司扩产计划，25 年大丝束原丝产能可达 37.2 万吨，大丝束碳纤维产能可达 20.8 万吨，小丝束碳纤维产能可达 11.9 万吨。

- ❖ **从供需平衡关系来看**，我们预计中长期内国内高端小丝束碳纤维持续紧缺，小丝束厂家通常一体化发展，原丝与碳丝产能相对匹配；大丝束碳纤维碳化环节有所过剩，大丝束原丝略微短缺。从供给格局来看：**1) 小丝束**：厂家先发优势更强，某些高端市场应用切入后不可替代性强。但是目前每家企业面对的市场仍有所差异，且行业景气度高，竞争压力小，但是长期看竞争会愈发激烈；**2) 大丝束碳化环节**：资本密集，由于碳纤维品质继承于原丝，碳化环节的差异性较小，目前竞争已经相对激烈，目前已经有大丝束碳纤维企业试图向原丝环节延伸；**3) 大丝束原丝环节**：目前来看大丝束原丝主要由吉林碳谷供应，议价能力强，未来若有新的原丝供应厂商成功量产出优质产品则竞争可能会恶化。
- ❖ **投资建议**：国内碳纤维企业技术近年来在碳纤维品质以及生产成本两个方向持续突破，国内碳纤维已经实现国产替代，除了国内市场未来仍有国际市场可期。建议关注技术产品过硬，深度布局民用小丝束并向航天延伸的中复神鹰（生产上持续扩产，布局低电价地区西宁生产基地未来成本可进一步下探）；持续降本增效的大丝束碳纤维的核心标的吉林碳谷（国内产能有望持续保持优势的国内大丝束原丝龙头标的）和吉林化纤（国内大丝束碳化环节龙头企业）；深耕军用以及航空航天，盈利能力显著更强，并且有扩张计划的中简科技和光威复材；上游设备端也有望受益于国内扩张浪潮，建议关注精工科技。
- ❖ **风险提示**：下游需求释放不及预期，扩产不及预期，行业竞争加剧价格下滑，原材料和能源价格波动风险。

表 1：重点公司投资评级：

代码	公司	总市值 (亿元)	收盘价 (12.29)	EPS (元)			PE			投资评级
				2021A	2022E	2023E	2021A	2022E	2023E	
688295	中复神鹰	384.30	42.70	0.35	0.67	1.02	122.0	63.7	41.9	增持
000420	吉林化纤	109.17	4.44	-0.06	-0.01	0.07	-	-	67.8	增持
836077	吉林碳谷	148.74	46.68	1.04	2.06	3.04	44.7	22.6	15.4	增持
002006	精工科技	113.43	24.92	0.24	0.84	1.23	103.8	29.7	20.2	-
300777	中简科技	216.05	49.15	0.50	1.03	1.56	98.3	47.5	31.6	-
300699	光威复材	376.58	72.65	1.46	1.90	2.40	49.8	38.3	30.2	-

数据来源：wind 数据，财通证券研究所

注：除中复神鹰、吉林化纤、吉林碳谷外均采用 Wind 一致预期

内容目录

1	碳纤维材料性能出色、性质稳定，应用领域广	8
1.1	碳纤维性质优异，被誉为黑色黄金	8
1.2	碳纤维复材下游应用广泛	10
2	国产替代稳步推进，下游应用多点开花	12
2.1	海内外碳纤维需求稳增，高端领域应用有所分化	12
2.1.1	全球市场：风电领域需求高增，航天领域应用价值量最高	12
2.1.2	国内市场：逐步实现进口替代，政策推动未来广阔市场可期	13
2.2	碳纤维下游应用领域广泛，新能源领域是看点	15
2.2.1	风电领域：中短期看，风电应用有望随价格下行放量	15
2.2.2	压力容器：长期看氢储用碳纤维市场空间大，并且价值量相对更高	19
2.2.3	碳/碳复材：光伏高景气带动碳/碳复材领域应用	20
2.2.4	航空航天：航空航天领域高价值量，国产替代正在进行	22
2.2.5	体育休闲：疫情影响体育休闲子领域出现分化，总体维持平稳	26
2.2.6	汽车：汽车市场发展受限于成本，往后看有望成为豪车标配	27
3	打破技术壁垒缩小生产差距，国产替代正当时	28
3.1	碳纤维材料全产业链复杂，参与厂商众多	28
3.2	碳纤维行业属于技术密集型、资金密集型	29
3.2.1	原丝价值量高，重要性强，技术路线复杂且壁垒极高	29
3.2.2	碳化环节资金门槛高	34
3.3	全球供给以美日企业为主，中国企业快速发展	34
3.3.1	日美仍是中高端碳纤维主要参与者	34
3.3.2	我国碳纤维产能快速铺开，产能利用率也明显提升	36
3.4	技术壁垒突破，供给市场火热	37
3.4.1	大丝束原丝、碳丝实现规模化生产重大突破，产能快速铺开	37
3.4.2	高端小丝束性能不断提升，初步实现国产替代	38
4	行业先发优势明显，有望维持强者恒强的局面	39
4.1	高端小丝束短缺，大丝束原丝短缺	39
4.2	小丝束市场：市场有望持续高景气	39
4.3	大丝束各个环节格局产生分化	41
4.3.1	碳丝环节资本密集，行业产品差异性小，竞争激烈	41

4.3.2	原丝环节受益供给集中，对下游议价权相对较强，盈利水平较好.....	41
5	行业公司概况.....	42
5.1	精功科技：国内碳纤维设备龙头，充分受益国产替代.....	42
5.2	中复神鹰：民用碳纤维先行者，技术创新引领国产替代.....	43
5.3	吉林碳谷：大丝束原丝领域龙头，未来有望持续维持优势.....	45
5.4	吉林化纤：“吉林系”核心标的，深度布局碳纤维行业.....	47
5.5	中简科技：军用碳纤维龙头企业，供需两旺业绩持续高增.....	48
5.6	光威复材：产品覆盖领域广，军民双领域驱动.....	49
5.7	恒神股份：小丝束产品在多个领域实现应用.....	50
6	投资建议.....	51
7	风险提示.....	51

图表目录

图 1.	原丝及碳纤维图例（白色的为碳纤维原丝，黑色的为碳纤维碳丝）.....	8
图 2.	以东丽为例，不同力学性质的碳纤维的应用领域不同.....	9
图 3.	碳纤维复材加工流程工艺图.....	10
图 4.	全球碳纤维需求（千吨）.....	12
图 5.	2021 年全球碳纤维市场需求以量拆分.....	12
图 6.	2021 年全球碳纤维市场需求以价拆分.....	13
图 7.	航空领域应用均价最高（美元/Kg）.....	13
图 8.	中国碳纤维需求近年来 CAGR27.7%保持持续景气（吨）.....	13
图 9.	2021 年中国碳纤维市场需求以量拆分.....	14
图 10.	2021 中国及全球碳纤维应用对比（千吨）.....	14
图 11.	风机单瓦时成本（美元/kWh）.....	16
图 12.	不同功率风机新增装机容量占比.....	16
图 13.	风电叶片尺寸分布.....	16
图 14.	大型风电叶片需要高强材料.....	16
图 15.	风电叶片结构示意图.....	17
图 16.	拉挤工艺生产流程.....	18
图 17.	压力容器领域碳纤维需求量.....	20
图 18.	单晶拉制炉结构.....	21

图 19. 保时捷 PCCB 碳陶刹车	21
图 20. 国内及全球范围航天领域碳纤维使用情况 (千吨)	23
图 21. 随着时代推进, 飞机中碳纤维占比提升	23
图 22. B787 材料使用分布图	23
图 23. 复合材料在 A380 上的应用分布	23
图 24. 国内外民用客机先进复合材料应用情况	23
图 25. 先进复合材料在军机上的应用	25
图 26. 中美部分无人机复合材料占比	25
图 27. 国外直升机复材材料应用	25
图 28. 复合材料在无人机结构中的应用情况	25
图 29. 2015-2021 年体育休闲各领域占比 (吨)	27
图 30. 体育用品碳纤维需求及预测	27
图 31. 蔚来 ES6 碳纤维后地板	27
图 32. 汽车领域碳纤维需求及预测	27
图 33. 碳纤维材料发展历史	28
图 34. 碳纤维材料全流程	29
图 35. 碳纤维的成本拆分	29
图 36. 吉林碳谷毛利率水平	29
图 37. 干法碳纤维表面	30
图 38. 湿法碳纤维表面	30
图 39. 干法和湿法的对比	31
图 40. 一步法和两步法流程对比	32
图 41. 全球产能分布 (千吨)	35
图 42. 全球企业扩产计划 (千吨)	35
图 43. 小丝束产能分布	36
图 44. 大丝束产能分布	36
图 45. 国内产能及利用率逐年提升	36
图 46. 国内逐步摆脱进口依赖	37
图 47. 2021 年国内碳纤维及原丝产能情况 (吨)	37
图 48. 中复神鹰、光威复材、中简科技碳纤维均价 (万元/吨)	40
图 49. 国内复材验证过程	40
图 50. 原油到丙烯价格传递顺畅	42
图 51. 丙烯到丙烯腈价格传递顺畅	42

图 52. 精功科技发展历程.....	43
图 53. 精功科技营收及业绩.....	43
图 54. 精功科技主营业务结构.....	43
图 55. 中复神鹰营收及业绩.....	44
图 56. 中复神鹰碳纤维应用领域.....	44
图 57. 吉林碳谷营收及业绩.....	45
图 58. 吉林碳谷主营业务结构.....	45
图 59. 吉林碳谷产品均价提升同时成本下降.....	46
图 60. 吉林碳谷单位成本持续下降（元/吨）.....	46
图 61. 公司依托奇峰公司溶剂回收体系.....	46
图 62. 公司丙烯腈单耗下降.....	46
图 63. 公司丙烯腈采购单价具备优势（元/吨）.....	46
图 64. 吉林化纤营收及业绩.....	47
图 65. 吉林化纤主营业务结构.....	47
图 66. 中简科技营收及业绩.....	49
图 67. 中简科技业务结构.....	49
图 68. 光威复材营收及业绩.....	49
图 69. 光威复材主营业务结构.....	49
图 70. 恒神股份营收及业绩.....	50
图 71. 恒神股份主营业务结构.....	50
表 1. 碳纤维具有密度低、强度高、模量高的特性.....	8
表 2. 不同种类碳纤维性能及优劣势对比.....	9
表 3. 复材在不同领域的应用.....	11
表 4. 不同领域应用的碳纤维种类.....	14
表 5. 碳纤维行业相关政策.....	15
表 6. 从性能角度来看碳纤维相对玻璃纤维更适合做风电叶片主梁.....	16
表 7. 风电叶片工艺对比.....	17
表 8. 风电领域预计 2025 年需求可达 6.3 万吨.....	18
表 9. 不同类型氢瓶的主要材料及性能.....	19
表 10. 国内压力容器碳纤维需求到 2025 年预计可达 6316 吨.....	20
表 11. 热场部件中碳基符合材料应用比例逐渐提升.....	21
表 12. 预计 2025 年国内碳/碳复材碳纤维用量 3.3 万吨.....	21

表 13. 2021 到 2030 年平均每年民用飞机碳纤维需求约 907 吨.....	24
表 14. 部分卫星碳纤维增强复合材料使用情况.....	25
表 15. 2021 到 2030 年平均每年军用飞机碳纤维需求年均约 800 吨.....	26
表 16. 不同纺丝方法对比.....	30
表 17. 不同企业采用工艺及产品主要应用领域.....	32
表 18. 能够大规模量产大丝束的企业通常都有腈纶生产线.....	33
表 19. 碳纤维碳丝环节投资额显著高于原丝环节.....	34
表 20. 国内主流企业原丝扩产计划（吨）.....	37
表 21. 国内主流企业碳丝扩产计划（吨）.....	38
表 22. 碳纤维小丝束企业扩产计划（吨）.....	38
表 23. 碳纤维大丝束、大丝束原丝及小丝束供需平衡表（吨）.....	39
表 24. 公司产品与东丽产品纸面参数相媲美.....	44
表 25. 国际大丝束领军企业大丝束产品性能.....	45
表 26. 公司产品与东丽相媲美.....	48

1 碳纤维材料性能出色、性质稳定，应用领域广

1.1 碳纤维性质优异，被誉为黑色黄金

碳纤维（Carbon Fiber, CF）是由聚丙烯腈（PAN，最主要的原材料）、沥青、粘胶等有机母体纤维，在 1000 摄氏度以上高温的惰性气体下碳化（高温分解法，去除碳以外绝大多数元素）制成的一种含碳量在 90% 以上的无机高分子纤维。

图1.原丝及碳纤维图例（白色的为碳纤维原丝，黑色的为碳纤维碳丝）



数据来源：光威复材招股说明书，财通证券研究所

碳纤维力学性能出色，并且具有良好的化学稳定性，应用领域广泛。从密度和强度来看，碳纤维密度比铝更低，强度比钢更高，是目前已经量产的高性能纤维中具有最高比强度、比模量的纤维。除此以外，由于碳纤维还具有低密度、耐腐蚀、耐高温、耐摩擦、抗疲劳、震动衰减性高、电及热导性高、热及湿膨胀系数低、X 光穿透性高、非磁体但有电磁屏蔽效应等特点，应用范围广泛，是目前发展国防军工与国民经济的重要战略物资。除此以外，在航空航天、体育用品、汽车工业、能源装备、医疗器械、工程机械、交通运输、建筑及其结构补强等领域也有广泛应用。

表1.碳纤维具有密度低、强度高、模量高的特性

材料	密度 (g/m ³)	抗拉强度 (GPa)	拉伸模量 (GPa)	优点	缺点
铝合金	2.8	0.47	75	制造技术成熟，物理性能良好	成本较高，承载能力、耐高温性较弱
钛合金	4.5	0.96	114	热膨胀系数低，可塑性良好，抗腐蚀	成本较高，比重较大
高强钢	7.8	1.0	214	制造技术成熟，耐腐蚀性好，成本低廉	机械性能较弱，强度偏低
玻璃纤维	2	1.5	42	优秀的绝缘、耐高温、抗腐蚀能力	性脆，耐磨性较差
碳纤维	1.5-2	2.0-7.0	200-700	力学性能优异，轻量化程度高	成本高，制造工艺复杂难度大

数据来源：王浩静《PAN 基碳纤维的生产及应用》，孙少杰《碳纤维复合材料（CFRP）在汽车轻量化中的应用》，财通证券研究所

碳纤维可以按照原丝类型、制造方法、以及力学性能、丝束大小等不同维度进行分类：

- **按照原丝类型分类：**聚丙烯腈（PAN）基；沥青基（各向同性、中间相）；粘胶基（纤维素基、人造丝基）。

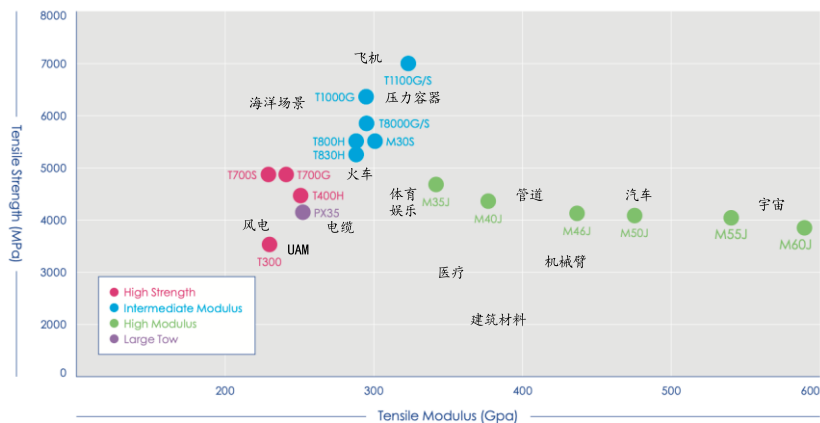
表2.不同种类碳纤维性能及优劣势对比

碳纤维原丝种类	聚丙烯腈（PAN）基碳纤维	沥青基碳纤维	粘胶基碳纤维
抗拉强度/Mpa	>3.5	1.6	2.1~2.8
抗拉模量/Gpa	>230	379	414~552
密度/g·cm-3	>1.76~1.94	1.7	2
断后延伸率/%	>0.6~1.2	1	0.7
优势	成品品质优异，工艺较简单，产品力学性能优良	原料来源丰富，碳化收率高	高耐温性
劣势	/	原料调制复杂，产品性能较低	碳化收率低，技术难度大，设备复杂，成本高
主要应用	已应用于航空航天、体育用品、风电叶片、汽车工业、建筑等，是碳纤维的主流	目前规模较小，主要应用在航空航天工程材料、保温材料等	隔热材料、防电磁波服装、防静电材料
占比/%	91%	8%	1%

数据来源：光威复材招股说明书，亿欧智库，财通证券研究所

- **按照制造条件和方法可以分为：**1) 碳纤维（800-1600°C）、2) 石墨纤维（2000-3000°C）、3) 活性碳纤维、4) 气相生长碳纤维。
- **按力学性能分类：**碳纤维可以分为通用级 CF 和高性能 CF，后续可以根据碳纤维的强度和模量进行更细致的分类，碳纤维在应用领域更多是由于其出色的力学性能从而作为增强材料使用，所以在使用中，行业通常以其力学性质进行分类；基于材料的力学性质，通常会应用在不同领域，比如高拉伸强度的材料会用于压力容器，高拉伸弹性的材料会用于宇宙领域，成本敏感的风电领域会选用拉伸强度和弹性不是那么强的材料。

图2.以东丽为例，不同力学性质的碳纤维的应用领域不同



数据来源：东丽官网 Brochures，财通证券研究所

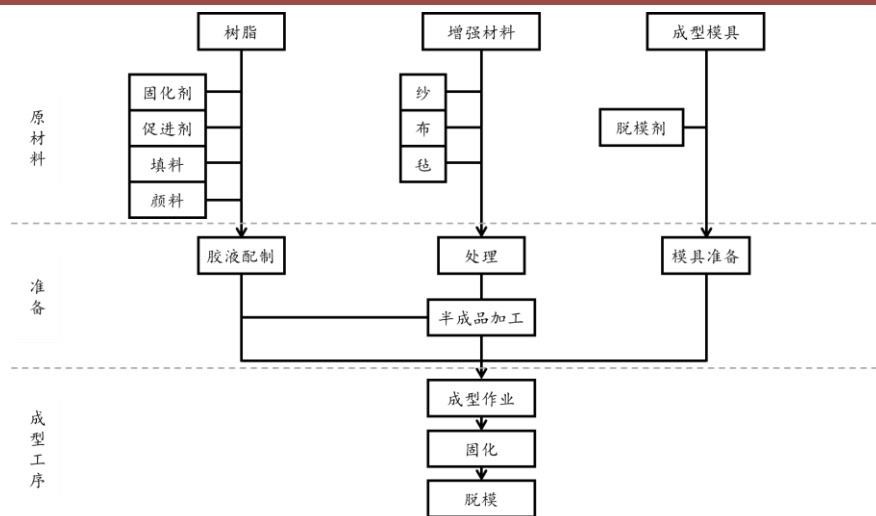
- **按丝束大小分类：**碳纤维还可划分为小丝束和大丝束，小丝束碳纤维初期以1K、3K、6K为主，逐渐发展到12K甚至24K，主要应用于国防军工等高科技领域，以及体育休闲用品，如飞机、导弹、火箭、卫星和渔具、高尔夫球杆、网球拍等。通常将48K以上碳纤维称为大丝束碳纤维，包括48K、60K、80K等，主要应用于工业领域，包括：纺织、医药卫生、机电、土木建筑、交通运输和能源等。

1.2 碳纤维复材下游应用广泛

复合材料是由两种或两种以上不同性质的材料，通常通过物理或化学的方法，组成具有新性能的材料。各种材料在性能上互相取长补短，产生协同效应，使复合材料的综合性能优于原组成材料而满足各种不同的要求。

以碳纤维作为增强材料制成的复合材料主要包括热硬化性树脂（CFRP）和热可塑性树脂（CFRTP）。CFRP包括环氧树脂、聚酯、苯酚、热硬化性聚酰亚胺等，CFRP特性因树脂种类而异；CFRTP是由热可塑树脂制成的复合材料，其成型周期短、可二次成型，且CFRTP可高温软化，加工的自由度大幅增加。

图3.碳纤维复材加工流程工艺图



数据来源：光威复材招股说明书，财通证券研究所

碳纤维复材特性优秀，应用领域广泛。碳纤维复材通常比较轻量化，其次耐疲劳及耐热性能好，可以用在飞机的一级结构材料（主翼、尾翼、机体）或者二级结构材料（副翼、方向舵、升降舵），也可以应用在刹车盘、刹车片中。隐形战斗机中，因为其耐磨损且导热性优，可以用作结构隐身材料；宇宙飞行器中，由于其轻量化以及尺寸稳定性的特征，可以用做卫星材料；体育休闲领域，因为其刚性和敏感性，可以用作钓具、球拍、高尔夫球杆以及自行车、赛车、赛艇等。

表3.复材在不同领域的应用

领域	用途	使用示例	利用碳纤维的特性
航空航天	飞机	1 级结构材料：主翼、尾翼、机体	轻量化、耐疲劳、耐热性
		2 级结构材料：辅翼、方向舵、升降舵	轻量化、耐疲劳、耐热性
		内部装饰材料：舵底盘、行李架、厕所、座椅	轻量化、耐疲劳、耐热性
		制动刹车盘、刹车片	轻量化、耐疲劳、耐热性
		隐身材料、结构隐身材料	耐磨损、导热性
	宇宙飞行器	卫星：抛物面天线、太阳能电池梁、壳体结构材料	轻量化、尺寸稳定性
	其他	航天飞机：机翼、头锥、刹车盘	轻量化、耐烧蚀、耐热
文体器材	导弹、火箭	喷管，发动机壳体、隔热材料、仪器舱	轻量化、耐烧蚀、耐热
	其他	宇宙空间站、卫星发电机、太空望远镜	轻量化、尺寸稳定性、耐热
	钓具	钓竿、滑轮	轻量化、刚性、敏感性
	网拍类	网球拍、羽毛球拍	轻量化、刚性、敏感性
	高尔夫球	高尔夫球杆、棒头	轻量化、刚性、敏感性
工业领域	汽车	冰球棒、滑雪板、自行车、赛车、赛艇、游艇、弓箭、乒乓球拍、并球鞋	轻量化、刚性、敏感性、吸能减震性
		天然气压缩罐 (CNG)	轻量化、高速化、耐疲劳
		传动轴、板簧、刹车片	减震
	火车	车体、发动机罩、车轮	-
		线性发动机牵引列车的车厢、座椅、行李架	轻量化、高速化、耐疲劳
	摩托车	制动刹车瓦、转向滑块、超导支撑件	减震、耐磨
		发动机罩、消音器盖、头盔、刹车盘	轻量化、减震吸音
	能源	燃料电池电极、氯酸电池栅板	导电性、耐腐蚀性
		核变第一壁材、分离轴转筒	轻量化、耐蚀、抗辐射
		风力发电机叶片、发动机护环、飞轮	轻量化、耐疲劳、减震
		海底有天用管、绳索	耐蚀、轻量化
		电磁屏蔽材料	导电性、加工性
		防静电材料、防静电刷、防静电地板	-
		非磁导线	-
	土木建筑	抛物面天线、微波器件	尺寸稳定性、耐候性
VTR 部件、CD 部件、IC 托架		轻量化、导电性、刚性、精度	
OA 部件、摄像机、激光唱片		-	
传感材料		-	
碳纤维增强水泥 (CFRC)		轻量化、强度、刚性、耐腐蚀性	
化学化工	碳纤维增强木材 (CFRW)	轻量化、刚性、耐火性	
	加固修补建筑物及基础设施	施工性、易操作	
	大跨度桥梁、管道、隧道、涵洞	耐候性、刚性、轻量化	
医疗器械	密封填料、面伏加热保温材料	耐候性、耐磨性、自润滑性、导电性	
	油压机、压力泵、真空泵	-	
纺织机械	搅拌机、管道、罐、槽	-	
	X 射线诊断仪器板、头托	X 射线透过性	
	生物材料：假牙、假眼、假肢、假骨头、领带、绷带、轮椅	生物相容性	
纺织机械	CT 床板、密着板、暗盒	-	
	消除静电刷、棕丝框	导电性、轻量化、耐疲劳	
	箭杆、箭杆带、兔子头、梭	减震吸音	

音响器材	喇叭纸盒	高模量、刚性、减震
	拾音臂、音板	-
	机器人手臂及手、搬运机器的搬运臂	轻量化、刚性、耐疲劳
其他	造纸、印刷的罗拉滚筒	轻量化、刚性、减震
	精华湖泊沼泽的水源	生物相容性
	精密机械：照相机壳体及部件	尺寸稳定性、轻量化
	碳纤维复合信电缆	轻、高比强度、高比模量
	太阳能光伏产业的热场材料	高纯度、耐高温、导电

数据来源：贺福《碳纤维及石墨纤维》，财通证券研究所

2 国产替代稳步推进，下游应用多点开花

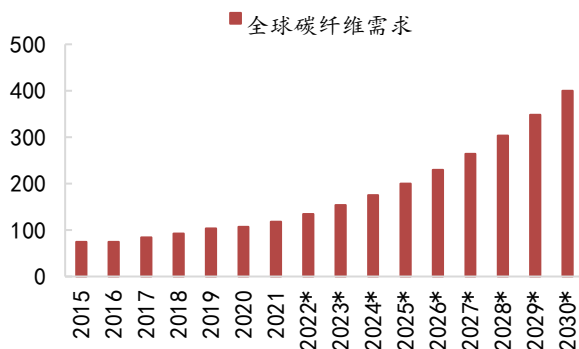
2.1 海内外碳纤维需求稳增，高端领域应用有所分化

2.1.1 全球市场：风电领域需求高增，航天领域应用价值量最高

全球碳纤维需求稳步增长，风电叶片、体育休闲及航空航天覆盖近6成需求。根据赛奥碳纤维数据，2021年全球碳纤维需求约11.8万吨同增10.4%，除2020年受疫情影响增速放缓，全球碳纤维需求稳步上升，2008年-2021年CAGR约为9.5%。

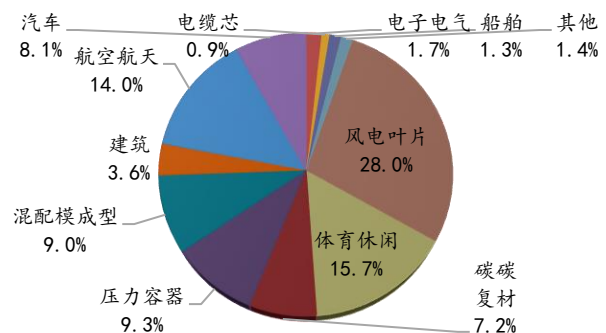
近年来风电领域、体育器材、碳碳复材等领域一直保持较快增速，风电领域2020、2021年分别同增20%、7.8%，带动行业整体提升。从需求领域占比来看，2021年风电叶片需求达3.3万吨，是应用最多的领域，占比28.0%，其次是体育休闲和航空航天，占比分别为15.7%和14.0%。

图4.全球碳纤维需求（千吨）



数据来源：林刚《2021全球碳纤维复合材料市场报告》，财通证券研究所

图5.2021年全球碳纤维市场需求以量拆分

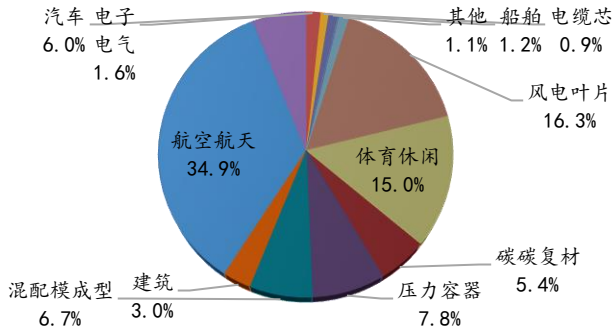


数据来源：林刚《2021全球碳纤维复合材料市场报告》，财通证券研究所

从市场规模看，航空航天价值量高，市场份额超风电领域和体育休闲应用总和。分行业来看，航空航天领域应用的碳纤维均价最高，达到72美元/Kg，风电领域应用均价最低，仅17美元/Kg，主因是由于航空航天级碳纤维通常采用高性能小丝束，各方面性能要求最高，因此在消费量上虽然排名第三，但是市场规模达到最大，航空航天市场规模约11.9亿美元，占比34.9%；风电叶片通常使用大丝束，

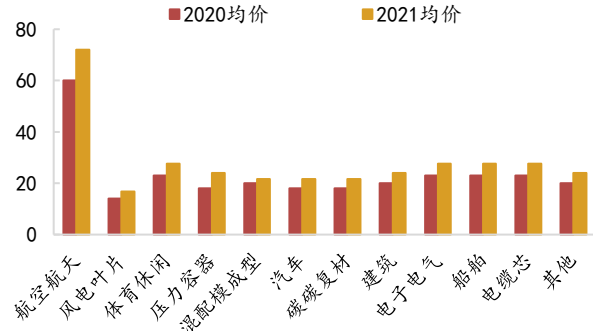
并不追求碳纤维的极致性能，所以风电领域用碳纤维是行业内均价最低的碳纤维，市场规模 5.5 亿美元，占比 16.3%；其次是体育休闲，体育休闲领域用碳纤维性能极差较大，通常依据消费者的需求进行生产，市场规模 5.1 亿美元，占比 15.0%。

图6.2021 年全球碳纤维市场需求以价拆分



数据来源：林刚《2021 全球碳纤维复合材料市场报告》，财通证券研究所

图7.航空领域应用均价最高（美元/Kg）

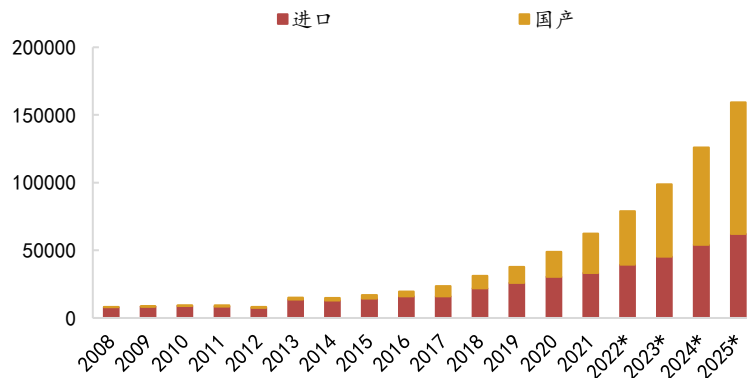


数据来源：林刚《2021 全球碳纤维复合材料市场报告》，财通证券研究所

2.1.2 国内市场：逐步实现进口替代，政策推动未来广阔市场可期

国产替代叠加需求增长，国内碳纤维持续景气。中国市场 2021 年碳纤维需求 6.2 万吨，2017 年到 2021 年 CAGR 达 27.7%，目前国产碳纤维需求 2.9 万吨，进口 3.3 万吨，2017-2021 国产碳纤维需求量 CAGR 为 41.0%，对比进口碳纤维需求量同期 CAGR19.8%，国产碳纤维需求增速更高；目前国内碳纤维总体情况是供不应求，碳纤维价格长期维持在高位，碳纤维国产化后产能快速增长，叠加成本降低后市场能够进一步扩大，预判未来碳纤维市场能够维持高景气度。

图8.中国碳纤维需求近年来 CAGR27.7%保持持续景气（吨）

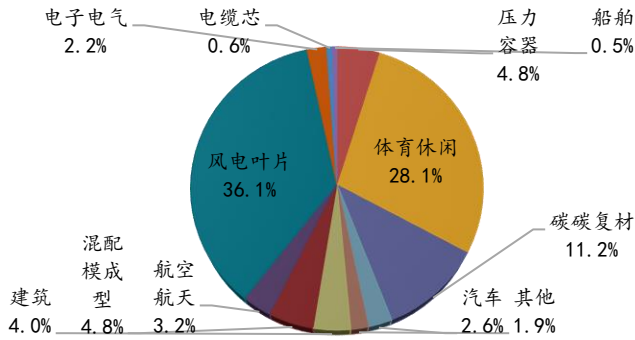


数据来源：林刚《2021 全球碳纤维复合材料市场报告》，财通证券研究所

从需求结构的角度看，我国碳纤维需求集中在风电叶片和体育休闲领域，航空航天、压力容器领域和国际有较大差距。近年来国内碳纤维需求快速扩张主要来源于风电叶片、压力容器和碳碳复材的增长，从绝对的量来看，2017-2021 年分别提升 19440/2000/6100 吨，对应 CAGR 分别达 64.7%/31.6%/67.0%，主要系近年来国家碳中和、碳达峰相关政策驱动，叠加碳纤维质量轻且高强高模、耐腐蚀等的优

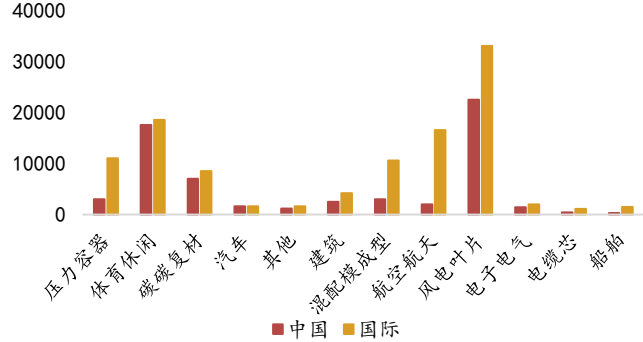
良特性给项目直接带来的经济效益，以及碳纤维成本不断下降，所以在新能源领域应用不断增长，并直接推动国内总体碳纤维需求的提升；值得注意的是，2021年国内航空航天需求量仅 2000 吨，仅占国内总需求量的 3.2%，和国际需求占比 14.0%的水平还有较大差距，未来仍有较大空间。

图9. 2021 年中国碳纤维市场需求以量拆分



数据来源：林刚《2021 全球碳纤维复合材料市场报告》，财通证券研究所

图10.2021 中国及全球碳纤维应用对比（千吨）



数据来源：林刚《2021 全球碳纤维复合材料市场报告》，财通证券研究所

从大小丝束需求种类看，大小丝束份额相当，丝束做大是降本的主要思路。从 2021 年需求角度来看，小丝束民用航空市场相对疲软，大丝束风电市场维持高增（包含部分 24K 合股丝和部分 25K）；从成本角度来看，成本下降是碳纤维工业应用的永恒追求，从目前技术路线来看，丝束数量提升能够提升碳纤维的生产效率，是目前主要的降低成本的思路，所以，丝束在不降低品质的前提下不断做大，不仅会通过低成本扩大工业方面的应用，也会不断吞噬成本较敏感的小丝束传统市场。

表4.不同领域应用的碳纤维种类

应用领域	强度 GPa	丝束类型	类比等级	备注
飞机	>3.5	小丝束/中小丝束	T300\T700\T800	主要运用于机身、机翼、整流罩、地板、地板梁等
军工	>3.5	小丝束/中小丝束	T300 以上	运用于装备的不同部位
汽车	>3.5	小丝束-大丝束	T300—T700	主要运用于车身、底盘、保险杠、电池、氢气燃料罐等
风电	>3.5	大丝束	T300 以上	主要运用于叶片、梁
轨道交通	>3.5	大丝束	T300 以上	主要为车体
建筑	>3.5	小丝束-大丝束	T300 以上	应用于大型建筑物增加建筑物的强度、耐腐蚀性。
体育	>3.5	小丝束-大丝束	T300 以上	用于高档体育器材

数据来源：吉林碳谷招股说明书，财通证券研究所

政策积极推动叠加海外管制，碳纤维发展正当时。政府在碳纤维的发展规划、行业标准以及应用领域等均推出了相关政策。2015 年国务院对碳纤维及复合材料制定未来发展指标要求。2018 年提出将完善碳纤维行业各项标准，建立并完善测试评价体系。2020 年明确要求聚焦重点产业投资领域，加快新材料产业强弱项。国家不断提出要加强碳纤维的研发与应用，为未来碳纤维行业的发展提供了良好的

政策环境。而近几年海外对国内碳纤维的管制也加速了国内碳纤维研发进程，碳纤维国产替代需求迫切。

表5.碳纤维行业相关政策

政策名称	发布时间	发行部门	主要内容及影响
《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》	2021/3	十三届全国人大四次会议	提出要加强碳纤维等高性能纤维及其复合材料的研发应用，为未来碳纤维行业的技术进步提供了良好的政策环境
《关于扩大战略性新兴产业投资培育壮大新增长点增长极的指导意见》	2020/9	国家发改委、科技部、工信部、财政部	要求聚焦重点产业投资领域，加快新材料产业强弱项。围绕保障大飞机、微电子制造、深海采矿等重点领域产业链供应链稳定，加快在光刻胶、高纯靶材、高温合金、高性能纤维材料、高强高导耐热材料、耐腐蚀材料、大尺寸硅片、电子封装材料等领域实现突破。
《新材料标准领航行动计划（2018~2020年）》	2018/3	工信部、国家发改委、科技部、国防科工局、中国科学院等	指出将完善碳纤维行业各项标准，建立并完善测试评价体系，有利于促进碳纤维等新材料关键技术产业化，提升先进复合材料生产及应用水平，重点发展高性能碳纤维等高性能纤维及其应用
《新材料产业发展指南》	2017/1	工信部、国家发改委、科技部、财政部	明确高性能碳纤维为国家关键战略材料，要求突破高强高模碳纤维产业化技术，组织开展碳纤维应用示范
《“十三五”国家科技创新规划》	2016/7	国务院	1.鼓励碳纤维及其复合材料核心关键技术的研发，将其列入科技创新2030重大工程；2.将高性能纤维及复合材料列入先进结构材料技术发展核心；鼓励以高端碳纤维为代表的先进碳材料突破技术难题，抢占材料前沿制高点
《中国制造2025》	2015/5	国务院	对国家碳纤维及复合材料技术发展制定未来发展指标要求，促进高性能碳纤维及其复合材料技术研发的持续推进

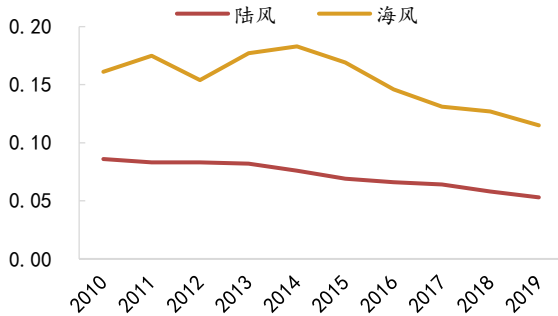
数据来源：国务院，工信部，发改委，科技部，财政部，财通证券研究所

2.2 碳纤维下游应用领域广泛，新能源领域是看点

2.2.1 风电领域：中短期看，风电应用有望随价格下行放量

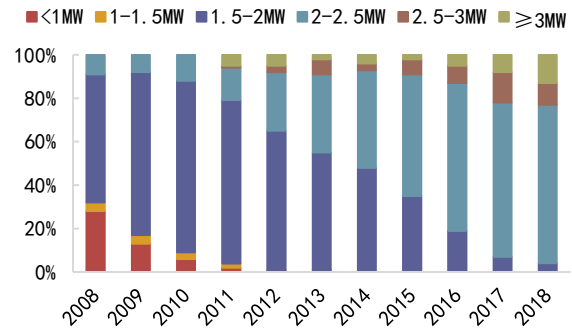
“双碳”政策下风电行业持续高景气，风机大型化催生碳纤维需求。近年来，受益于“双碳”政策，风电作为清洁能源，风电新增装机量持续提升。在风电整个环节中，风机成本占比约50%，风机大型化所带来的单瓦时成本降低显著，有利于实现平价装机，近年来国内风电新增装机呈现出大功率的趋势，相应的叶片直径也呈现出明显的提升趋势。而风电叶片是风力发电机的主要结构部件，叶片尺寸大小直接决定发电机功率大小，在叶片尺寸越做越大的过程中，材料的强度和刚度成为制约叶片尺寸的限制因素。

图11.风机单瓦时成本（美元/kWh）



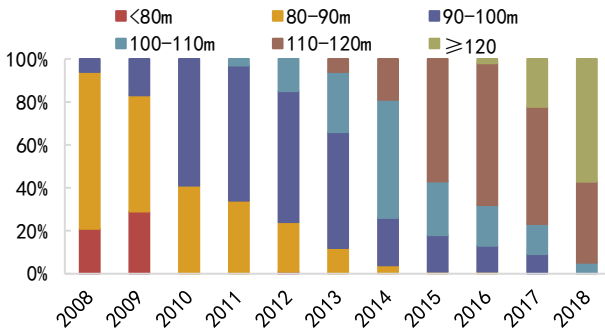
数据来源：IRENA，财通证券研究所

图12.不同功率风机新增装机容量占比



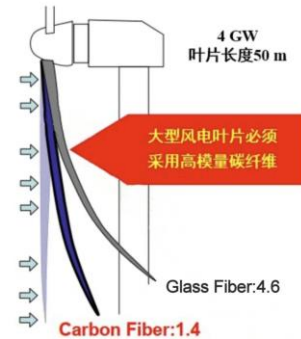
数据来源：CWEA，财通证券研究所

图13.风电叶片尺寸分布



数据来源：CWEA，财通证券研究所

图14.大型风电叶片需要高强度材料



数据来源：东丽官网，财通证券研究所

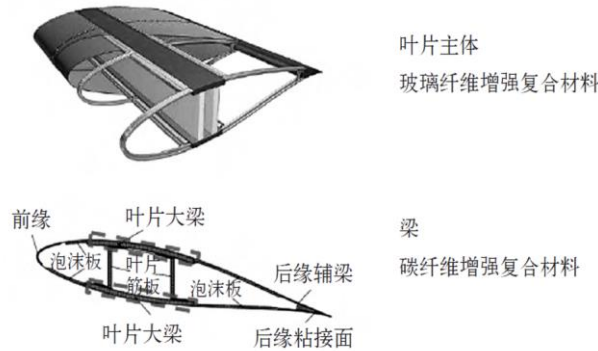
碳纤维凭借优异性能成为大尺寸叶片中玻纤的替代品，碳纤维拉挤叶梁应用有望助力快速放量。为了满足大尺寸叶片的强度和刚度的需求，叶片用材料从玻纤转向碳纤维，根据北极星风力发电网，碳纤维的密度比玻璃纤维的密度小约 30%，强度高 40%左右，模量高 3 倍~8 倍，大型叶片采用碳纤维增强材料可充分发挥其高模、轻质的优点。行业通常认为，叶片长度超过 80m 时，采用碳纤维已经具备必要性。根据《风能》，以 E8 级别玻璃纤维性能测试结果为例，采用碳纤维拉挤的主梁重量仅为高模玻璃纤维浇筑的约 39%，对应到叶片整体重量能降低约 10~20%。

表6.从性能角度来看碳纤维相对玻璃纤维更适合做风电叶片主梁

材料	品类	抗拉伸模量/Gpa	抗拉伸强度/Mpa	密度/(g·cm-3)	比刚度 Gpa/(g·cm-3)	比强度 Mpa/(g·cm-3)
玻璃纤维	单向板	48	1245	2	24	623
	织物	22	550	2	11	275
S-玻璃纤维	单向板	56	1795	2	28	898
	织物	26	820	2	13	410
T300 碳纤维	单向板	130	1760	1.6	81	1100
	结构铺层	60	810	1.6	38	506

数据来源：董博《复合材料及碳纤维复合材料应用现状》，财通证券研究所

图15.风电叶片结构示意图



数据来源：沈真《国产碳纤维在风电叶片产业中的机会——七论国产碳纤维产业化之路》，财通证券研究所

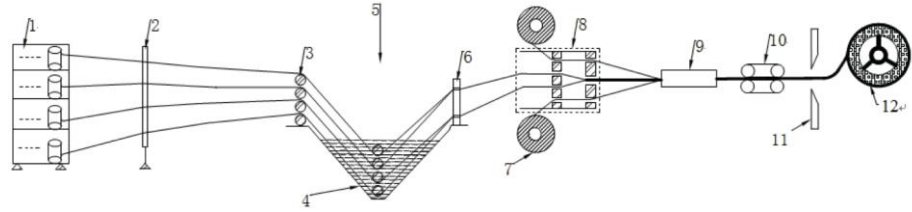
拉挤工艺加速碳纤维在风电领域应用。相比于预浸料真空袋压成型和碳纤维织物灌注工艺，Vestas 的拉挤碳板制备的叶片大梁能够显著提高生产容错率，减少废料产生，降低生产成本，并且能够提高部件的纤维体积含量，保证产品性能一致性和稳定性的情况下降低运输成本和组装成本，有效推进碳纤维在风电领域的应用，从目前市场情况来看，风电领域碳纤维应用主要也来源于 Vestas。目前，Vestas 的碳纤维风力涡轮叶片相关专利已经在 2022 年 7 月到期，并且国内企业已经有相关技术储备。受益于生产容错率提升以及未来碳纤维价格进一步下探，我们预计风电叶片碳纤维产品需求有望实现高增。

表7.风电叶片工艺对比

	风电叶片拉挤工艺	预浸料真空袋压成型	碳纤维织物灌注工艺
固化剂	以甲基四氢苯酐为主的酸酐类固化剂	将纤维束或纤维布经过树脂浸润后形成的均匀预固化材料	用多元胺类作为固化剂
工艺性	工艺复杂，工艺流程上明显不同于传统灌注和预浸料成型工艺，若不进行充分的工艺验证试验而进行模仿，容易在批量生产时出现质量问题	风电领域预浸料的应用可以借鉴在航空航天领域的成熟体系	由于容易出现灌注不完全的风险 以及灌注时间长，对现场工艺控制上的要求严格
力学性能	具有最高的力学强度和模量，其拉伸模量较灌注碳纤提升了 25%，压缩强度提升了 42%	其拉伸模量和压缩强度较灌注工艺提升 15%~20%	力学强度与拉伸模量都低于其他两种成型方式
生产容错率	容错率高，可替换报废板	容错率低	容错率低
纤维体积含量	体积含量最高	体积含量中等	体积含量低
成本	成本优势显著	进口材料成本高，但国内材料具有成本优势	成本高

数据来源：牟书香《碳纤维在风电叶片中的应用进展》，财通证券研究所

图16.拉挤工艺生产流程



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。

数据来源：李光友《国产碳纤维在风电叶片主梁上的应用研究》，财通证券研究所

根据我们测算，2025年国内风电叶片中碳纤维需求有望达到6.3万吨。我们预计2025年风电装机能达到600GW以上，并且海风装机维持较高增速，海风目前叶片长度较大，并且工作工况更加复杂，对叶片的强度和耐腐蚀性能提出更高的要求，碳纤维主梁叶片能更好的适应海风的需求，海风方面渗透率有望随着碳纤维价格下行持续走高；陆风装机维持稳增，渗透率逐年有略微提升。

表8.风电领域预计2025年需求可达6.3万吨

中国	2019	2020	2021	2022E	2023E	2024E	2025E	2030E
累计装机 (GW)	236.3	290.7	338.3	378.7	441.9	526.9	604.8	804.8
新增装机 (GW)	26.8	54.4	47.6	40.4	63.2	85.0	77.9	200.0
新增装机 yoy	-	103%	-13%	-15%	56%	35%	-8%	
碳纤维需求 (万吨)	-	-	2.3	1.6	3.5	5.7	6.3	24.0
海风								
累计装机 (GW)	6.9	10.8	27.7	35.7	54.6	84.4	115.5	215.5
新增装机 (GW)	2.5	3.8	16.9	8.0	18.9	29.8	31.1	100.0
海风全碳用碳量 (万吨, 假设 100% 渗透率)	-	-	5.1	2.4	5.7	8.9	9.3	30.0
渗透率假设			35%	40%	45%	50%	55%	65%
陆风								
累计装机 (GW)	229.4	280.0	310.6	343.0	387.3	442.5	489.3	589.3
新增装机 (GW)	24.3	50.6	30.7	32.4	44.2	55.3	46.7	100.0
新增装机 yoy		108.20%	-39.36%	5.69%	36.38%	25.03%	-15.48%	
陆风全碳用碳量 (万吨, 假设 100% 渗透率)	-	-	9.2	9.7	13.3	16.6	14.0	30.0
渗透率假设			6.0%	6.5%	7.0%	7.5%	8.0%	15%

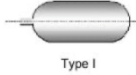
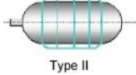
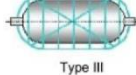
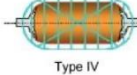
数据来源：国家能源局，财通证券研究所

2.2.2 压力容器：长期看氢储用碳纤维市场空间大，并且价值量相对更高

政策推进氢能产业快速发展。“十四五”规划《纲要》提出，在氢能与储能等前沿科技和产业变革领域，组织实施未来产业孵化与加速计划，谋划布局一批未来产业。而氢能本身就更适用于大规模、长周期、远距离的储能应用场景，氢能可以以固相方式存储在储氢材料中，也可以液态或者气态存储在高压器皿中，并且储存时间较长同时也便于运输。根据中国氢能联盟测算，中国 2030 年氢气需求量可达 3500 万吨，2050 年氢能在国内终端能源体系中的占比至少 10%，未来氢能市场大有可为。

压力气态储氢是主流方式，碳纤维是压力容器主要材料。目前有四种常见的储氢技术：高压液态、低温液态、固态储氢和有机物液体储氢技术，目前压力气态储氢是国内主流的储氢方式，国内目前主要应用 35MPa 和 70MPa III 型储氢瓶，而国际上目前已经广泛使用 70MPa IV 型储氢瓶。

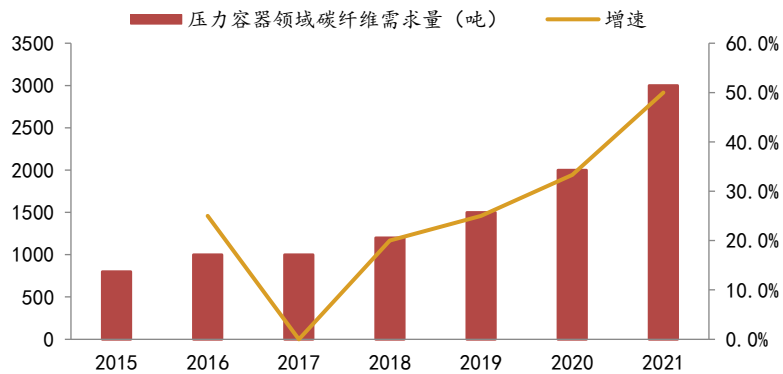
表9.不同类型氢瓶的主要材料及性能

型号	I 型瓶	II 型瓶	III 型瓶	IV 型瓶
图例				
制作工艺	纯钢质金属	钢质内胆纤维缠绕	铝内胆纤维缠绕	塑料内胆纤维缠绕
工作压力(MPa)	17.5-20	26.3-30	30-70	70 以上
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	15 年	15 年	15/20 年	15/20 年
储氢密度	14.28-17.23	14.28-17.23	40.4	48.8
成本	低	中等	最高	高
应用场景	加氢站等固定式储氢应用	-	国内车载	国外车载
造价(美元)	-	-	3084~3921	2865~3485

数据来源：华经产业研究院，财通证券研究所

压力容器是碳纤维复合材料增长最快的市场之一，新能源车载储氢产业快速发展，车载储氢瓶市场有望成为下一个需求爆点。根据赛奥碳纤维，2021 年全球气瓶碳纤维用量约 3000 吨，2017-2021 年 CAGR 达 31.6%，其中呼吸气瓶用量约 600 吨，天然气气瓶约 500 吨，储氢气瓶用量约 1900 吨，《氢能产业发展中长期规划(2021-2035 年)》中指出，氢能是未来国家能源体系的重要组成部分，是用能终端实现绿色低碳转型的重要载体，也是战略性新兴产业和未来产业重点发展方向，到 2025 年实现燃料电池保有量约 5 万辆，并且根据中国氢能联盟，预计 2030 年燃料电池汽车销量可达 36 万辆。

图17.压力容器领域碳纤维需求量



数据来源：林刚《2021全球碳纤维复合材料市场报告》，财通证券研究所

短期来看，根据赛奥碳纤维，2022年，国能新增至少1万辆氢能源车，主要在物流车、重卡和大巴领域，其中重卡6000台，平均每台车装备6-8个氢瓶，每个重40-45kg，重卡总体使用量可达2160吨；根据赛奥碳纤维推算，其他车辆种类（客车+物流车）平均200kg/辆，根据国家能源局制定的发展目标，2025年预计燃料电池汽车可达5万辆，则预计汽车领域2025年碳纤维需求可达4240吨；根据赛奥碳纤维对市场的判断，在此假设CNG气瓶与呼吸气瓶碳纤维需求增速逐年递减，则预计到2025年国内压力容器碳纤维使用量年均可达6316吨。

表10.国内压力容器碳纤维需求到2025年预计可达6316吨

年份	2021	2022E	2023E	2024E	2025E	2030E
氢燃料电池车保有量 (辆)	8922	16922	26922	38922	52922	412922
氢燃料电池车新增量 (辆)	1570	8000	10000	12000	14000	360000
新增重卡数量 (辆)		6000	7000	8000	9000	100000
单卡储氢气瓶数量 (个)		8	8	8	8	8
单气瓶碳纤维用量 (千克)		45	45	45	45	45
重卡碳纤维需求量 (吨)		2160	2520	2880	3240	36000
新增客车+物流车 (辆)		2000	3000	4000	5000	260000
客车+物流车碳纤维需求量 (吨)		400	600	800	1000	52000
储氢气瓶 (重卡+客车+物流车)	1900	2560	3120	3680	4240	88000
CNG气瓶	500	650	780	858	944	7000
呼吸气瓶等应用	600	780	936	1030	1133	7000
压力容器领域碳纤维需求量 (吨)	3000	3990	4836	5568	6316	102000

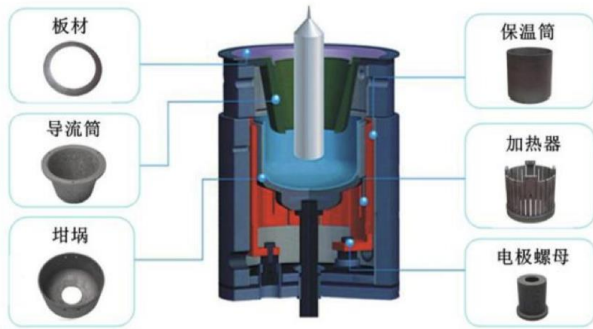
数据来源：林刚《2021全球碳纤维复合材料市场报告》，财通证券研究所

2.2.3 碳/碳复材：光伏高景气带动碳/碳复材领域应用

碳/碳复材材料性能表现优异，下游应用丰富。碳/碳复材是以碳纤维或者石墨纤维为增强体，以碳或者石墨为基体的复合材料，主要应用于刹车盘、航天部件以及热场部件，其中热场部件近年来应用增长最快。单晶硅炉内，主要有碳毡功能材料和坩锅、保温桶、导流通、加热器等用到碳碳复材结构材料，通常需求12K以

下的小丝束的碳纤维材料，目前大丝束已经开始验证工作，未来大丝束碳纤维也有望进入坩锅的应用，碳/碳复材质量轻、损伤容限高、强度高，目前逐渐成为热场部件主流材料，坩锅中炭基复材渗透率已超过 85%。单晶硅大型化发展的趋势明显，热场系统不断向大直径、高强度、长寿命的方向发展，光伏产业高速增长直接带动上游碳碳复材的使用，进而推动 T700 级别碳纤维市场发展。

图18.单晶拉制炉结构



数据来源：金博股份招股说明书，财通证券研究所

图19.保时捷 PCCB 碳陶刹车



数据来源：Porsche 官方网站，财通证券研究所

表11.热场部件中碳基符合材料应用比例逐渐提升

年份	2010 年		2016 年		2019 年	
产品	碳基复合材料	等静压石墨	碳基复合材料	等静压石墨	碳基复合材料	等静压石墨
坩锅	<10%	>90%	>50%	<50%	>85%	<15%
导流筒	<10%	>90%	<30%	>70%	>55%	<45%
保温筒	<10%	>90%	<30%	>70%	>45%	<55%
加热器	<1%	>99%	<3%	>97%	<5%	>95%
其他	<5%	>95%	<20%	>80%	<35%	>65%

数据来源：金博股份招股说明书，财通证券研究所

受益于光伏市场高景气，碳/碳复材有望迎来需求高增。根据赛奥碳纤维，2021 年我国国内碳/碳复材需求 7000 吨，全球约 8500 吨，国内在该领域的应用占全球的比重达 82.4%。热场部件中，坩锅、导流筒、保温筒、加热器中会用到碳纤维材料，根据金博股份招股说明书，估算每年碳/碳复材的需求，假设碳纤维在复材中占比为 70%，我们预计 2025 年国内热场部件中碳纤维使用量能到达到 1.87 万吨，碳/碳复材中碳纤维使用量 3.3 万吨。

表12.预计 2025 年国内碳/碳复材碳纤维用量 3.3 万吨

		2019	2020	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
全球光伏装机量	GW	115	145	175	376	447	542	632
容配比		1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
组件需求量	GW	138	174	210	451	536	650	759
单晶硅片市占率		65%	90%	95%	95%	95%	95%	95%
单晶硅片需求	GW	90	157	198	429	509	618	721
单晶硅片新增需求	GW		67	42	230	80	108	103
产能利用率		50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%

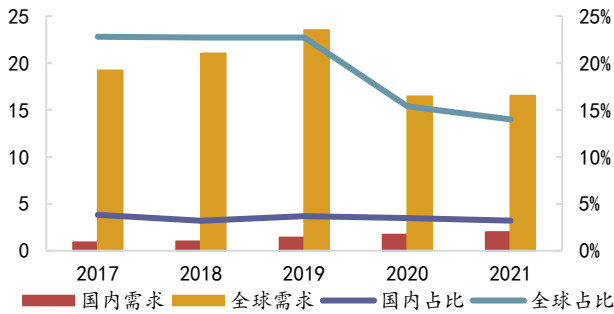
单晶硅片产能	GW	179	314	397	858	1018	1235	1442
每 GW 单晶炉需求	台	90	85	80	75	74	73	72
单晶硅片炉数量	GW	16146	26681	31752	64319	75343	90157	103793
新增单晶硅片炉数量	GW		10535	5071	32567	11024	14814	13636
单套碳/碳复材需求								
坩锅	kg/套	27	30	35	39	41	43	45
导流筒	kg/套	16	18	21	23.4	24.6	25.8	27
保温桶	kg/套	70	77	90	100	105	110	116
加热器	kg/套	30	33	38	42	44	46	48
替换次数								
坩锅	次	2	2	2	2	2	2	2
导流筒	次	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
保温桶	次	2	2	2	2	2	2	2
加热器	次	2	2	2	2	2	2	2
碳/碳复材渗透率								
坩锅	%	85%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
导流筒	%	55%	60%	65%	70%	70%	70%	70%
保温桶	%	45%	55%	60%	65%	70%	70%	70%
加热器	%	5%	5%	10%	12%	15%	18%	18%
新增碳/碳复材需求	吨		1584	957	7246	2723	3878	3735
改造碳/碳复材需求	吨		486	1007	1413	3178	3945	4939
替换碳/碳复材需求	吨		2428	5035	7065	15889	19725	24697
总需求	吨		4499	6999	15724	21790	27548	33371
复材中碳纤维占比	%		70%	70%	70%	70%	70%	70%
全球碳碳热场用碳纤维需求量	吨		3149	4900	11007	15253	19284	23360
国内碳碳热场用碳纤维需求量	吨		2519	3920	8805	12203	15427	18688
国内占比	%		80%	80%	80%	80%	80%	80%
YoY	%			55.6%	124.6%	38.6%	26.4%	21.1%
全球碳碳复材碳纤维使用量	吨			8500	19095	26462	33454	40525
中国碳碳复材碳纤维使用量	吨			7000	15725	21792	27551	33374

数据来源：国家能源局，金博股份招股说明书，财通证券研究所

2.2.4 航空航天：航空航天领域高价值量，国产替代正在进行

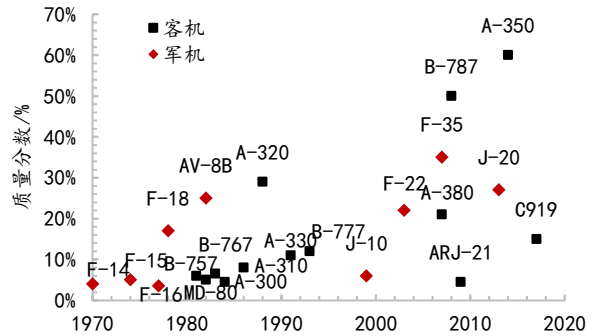
航空航天领域国内碳纤维应用落后于海外水平，航天领域碳纤维量小价高市场广阔。中国 2021 年航空航天领域碳纤维需求 2000 吨，占碳纤维总需求比例 3.2%，相对于国际上 16500 吨（14.0%）尚有较大差距，国际上，先进复合材料在飞机设计中使用情况随着年代推移比例不断提高，飞机上最常用的碳纤维增强复合材料是树脂基复合材料（CFRP），由于其密度仅为铝合金 60%，所以在飞机结构设计中大量使用碳纤维可以减重 20-25%，最早 CFRP 通常应用在飞机非承力部件上，比如雷达罩、舱门、整流罩，后来也逐渐过渡到飞机尾翼的垂直尾翼、水平尾翼及方向舵等非主要承力件，目前工艺越来越成熟，也开始用于飞机的主要承力部件。

图20.国内及全球范围航天领域碳纤维使用情况(千吨)



数据来源: 林刚《2021全球碳纤维复合材料市场报告》, 财通证券研究所

图21.随着时代推进,飞机中碳纤维占比提升

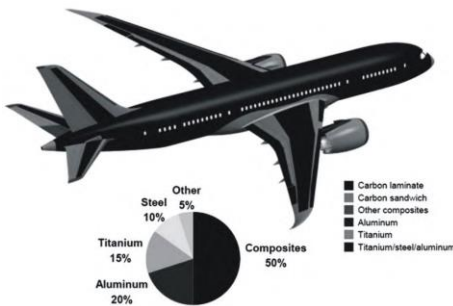


数据来源: 黄亿洲《碳纤维增强复合材料在航空航天领域的应用》, 财通证券研究所

民用领域:

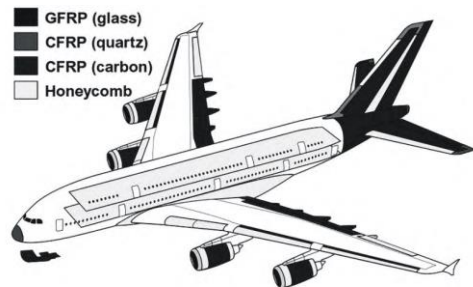
国内客机复合材料使用情况与国际差距明显, CR929有望达到世界领先水平。波音B777客机采用的复合材料仅占整机9%, 但是B787客机重碳纤维增强复合材料和玻纤增强材料已占飞机结构重量的50%, 可节约燃油20%; A380是首次使用碳纤维增强复合材料中央翼盒的飞机, 与传统结构相比可减重1.5吨, 节油13%; 而国产飞机复合材料使用情况与先进水平差距明显, ARJ-21支线客机仅1%, C919型干线客机中CFRP占比为12%。未来, 中俄联合研制的CR929大型客机复合材料使用比例将远超50%, 机身和机翼都将采用复合材料, 有望达到先进水平。

图22.B787材料使用分布图



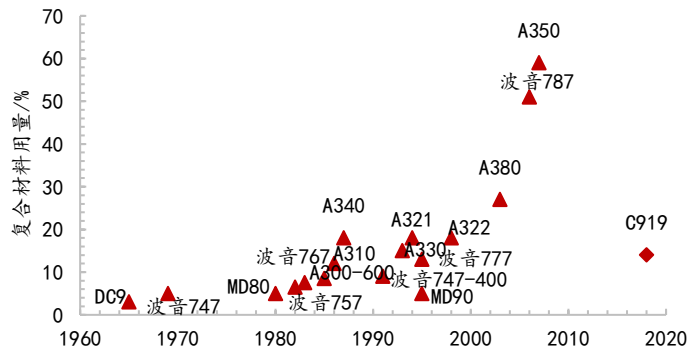
数据来源: 黄亿洲《碳纤维增强复合材料在航空航天领域的应用》, 财通证券研究所

图23.复合材料在A380上的应用分布



数据来源: 黄亿洲《碳纤维增强复合材料在航空航天领域的应用》, 财通证券研究所

图24.国内外民用客机先进复合材料应用情况



数据来源: 黄亿洲《碳纤维增强复合材料在航空航天领域的应用》, 财通证券研究所

中国商飞国产民用飞机推进顺利，民用航空碳纤维市场前景广阔。根据中国商飞预测，未来二十年中国航空市场将接收 50 座以上客机 9084 架，其中 50 座以上支线客机 953 架，120 座以上单通道喷气客机 6295 架，250 座以上双通道喷气客机 1836 架。根据中国商飞，到 2040 年，中国的机队规模将达到 9957 架。

以下测算我们基于假设：1) 根据商飞的规划，初期 C919 的年产量预计达到 20 架，2023 年后年产能达到 100 架，远期年产能有望达到 150 架。因此我们将未来 20 年分为两个发展阶段，前 10 年为第一发展阶段，对应碳纤维复合材料占比为 12%，预计生产 1000 架 C919；后 10 年为第二发展阶段，对应碳纤维复合材料假设为 25%，预计生产 1500 架 C919；2) CRJ929 机型上碳纤维复合材料应用比例约为 50%；3) 由于航空碳纤维复材的性能和工艺的要求，碳纤维在复材中的占比约为 60%。

表13.2021 到 2030 年平均每年民用飞机碳纤维需求约 907 吨

	机型	预计产量 (架次)	单机空重 (吨)	复合材料占比	复合材料量 (吨)	碳纤维占比	碳纤维量 (吨)
第一阶段 (2021-2030)	CR929	174	110	50%	9580	60%	5844
	C919	1000	42	12%	5040	60%	3074
	ARJ21	500	25	2%	250	60%	153
	合计						9071
第二阶段 (2031-2040)	CR929	626	110	50%	34420	60%	20996
	C919	1500	42	25%	15750	60%	9608
	ARJ21	500	25	2%	250	60%	153
	合计						30756

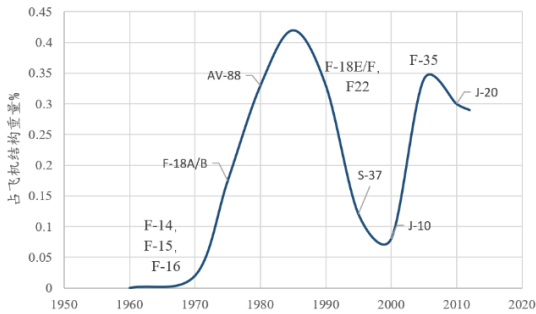
数据来源：中国商飞，航空之家，财通证券研究所

➤ 军用领域：

军用领域，碳纤维增强复合材料已经大范围应用在军机、无人机、直升机等领域。

从海外军机复材使用情况来看，上世纪七十年代中期，碳纤维增强复合材料在军机尾翼的垂直尾翼、水平尾翼等部件开始逐步使用。在此之后，开始在军机的机翼、机身等主要受力构件上使用碳纤维增强复合材料，AV-8B 的复合材料使用量约占结构重量的 26%，使用范围包括尾翼、机翼和前机身，使整体结构减重 9%；F-35 的机翼整体结构油箱、机身壁板结构主承力件大量使用了复合材料，台风战机的鸭翼、机身、机翼、腹鳍、方向舵等部位大量采用碳纤维增强复合材料，整体碳纤维复合材料结构占比约为 50%。

图25.先进复合材料在军机上的应用



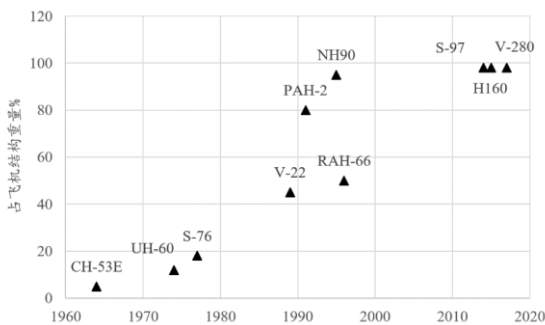
数据来源：黄亿洲《碳纤维增强复合材料在航空航天领域的应用》，财通证券研究所

图26.中美部分无人机复合材料占比

国家	公司	机型	复材占比
美国	诺斯罗普·格鲁门	全球鹰	65%
美国	通用原子	捕食者	92%
美国	AAI	影子	95%
美国	波音	X-45	90%
中国	成都飞机工业公司	云影	60%
中国	航天彩虹	彩虹4	80%

数据来源：黄亿洲《碳纤维增强复合材料在航空航天领域的应用》，财通证券研究所

图27.国外直升机复材材料应用



数据来源：黄亿洲《碳纤维增强复合材料在航空航天领域的应用》，财通证券研究所

图28.复合材料在无人机结构中的应用情况

机体类型	主要材料（含复合材料应用）
中大型无人机	主体受力骨架采用金属，其余采用复合材料
中小型无人机	碳纤维、玻璃纤维、以及碳纤维、玻璃纤维混杂材料
无人战斗机	碳纤维（ACM）
小型低速无人机	玻纤、纸蜂窝、木质材料
微型无人机	碳纤维、Kevlar

数据来源：黄亿洲《碳纤维增强复合材料在航空航天领域的应用》，财通证券研究所

碳纤维也常应用于导弹壳体、发射筒等结构中。碳纤维大量使用可以减轻导弹的质量,增加导弹的射程,提高落点的精度。比如,美国的 PAC-3 发动机壳体使用 IM-7 碳纤维、战斗部壳体使用 T300 碳纤维。THAAD 萨德导弹采用了高强中模碳纤维树脂基复合材料作为发动机壳体材料,并在其拦截器舱体结构中使用了高模高强碳纤维。我国陆基洲际导弹东风-31 弹头使用了碳纤维增强复合材料,潜射洲际弹道导弹巨浪-II 的发动机喷管采用的是碳-碳复合材料。

碳纤维增强复合材料在运载火箭上的使用可以使其在保证强度、刚度的前提下,降低自身结构重量,从而提高有效载荷。我国长征-11 运载火箭全整流罩采用碳纤维增强复合材料,不仅降低了装配的难度,还提高了火箭的运载能力。

表14.部分卫星碳纤维增强复合材料使用情况

卫星名称	主要材料（含复合材料应用）
ERS-1 卫星	主体受力骨架采用金属，其余采用复合材料
中国地球资源卫星 1 号	碳纤维、玻璃纤维、以及碳纤维、玻璃纤维混杂材料
中国风云二号气象卫星	碳纤维（ACM）
德国 TV-SAT 直播卫星	玻璃纤维、纸蜂窝、木质材料
微型无人机	碳纤维、Kevlar

数据来源：黄亿洲《碳纤维增强复合材料在航空航天领域的应用》，财通证券研究所

复合材料在军机上广泛应用，叠加十四五期间军机持续放量，我们预计我国未来十年军机碳纤维需求量为 8009 吨。根据 World Air Forces 2021，中国军用飞机数

量 3285 架，相较于美国军用飞机的 13246 架仍有较大的差距。在机型代次上，美国已全面使用三、四代机，中国军机仍处于二、三代机为主的发展阶段。考虑到未来中国军用飞机增量迭代的迫切需求，复合材料在四代机的占比提升明显，国产高端航空航天碳纤维将受惠于下游重点型号的放量。

以下测算我们基于假设：1) 考虑到中美间军机数量和代次差距，预计未来中国十年军机新增量为 6710 架；2) 由于航空碳纤维复材的性能和工艺的要求，碳纤维在复材中的占比约为 60%。

表15.2021 到 2030 年平均每年军用飞机碳纤维需求年均约 800 吨

细分机型	机身结构重量 (吨)	结构百分比	复合材料 占比	到 2030 年国内 新增 (架次)	碳纤维复合材 料需求 (吨)	碳纤维占复 合材料比重	碳纤维需求 (吨)
三代机	11	60%	10%	650	428	60%	257
四代机	17	60%	27%	700	1928	60%	1157
轰炸机	46	60%	40%	240	2625	60%	1575
战术运输机	21	60%	6%	240	183	60%	110
战略运输机	100	60%	6%	160	576	60%	346
教练机	2	60%	25%	1000	331	60%	198
特种机	41	60%	10%	460	1126	60%	676
直升机	6	60%	40%	3000	4592	60%	2755
加油机	100	60%	10%	260	1560	60%	936
合计				6710	13349		8009

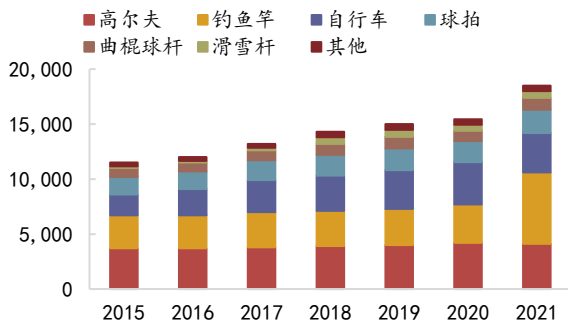
数据来源：马晓荣《军机+航天航空+风电，让碳纤维派上大用场》，吴良义《先进复合材料的应用扩展：航空、航天和民用航空先进复合材料应用技术和市场预测》，张君红《先进复合材料在飞机结构中的应用》，中国经济网，财通证券研究所

2.2.5 体育休闲：疫情影响体育休闲子领域出现分化，总体维持平稳

疫情影响体育休闲各子领域增长分化，总体预计未来该市场可平稳增长。2020 年疫情之下，群体运动以及户外运动的碳纤维器材有较大幅度的下滑，比如高尔夫球杆、自行车等，但是个人体育休闲的器材比如鱼竿反而上升。2021 年疫情缓和，海外政策开放，体育器材维持了较高速增长，总体来讲体育休闲各个子版块有增有减，总体来看保持平稳态势。

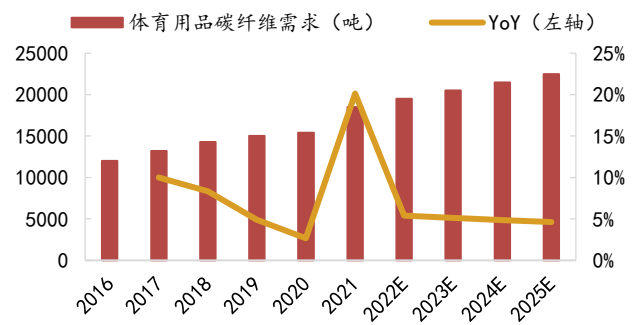
2021 年全球体育休闲领域碳纤维需求 1.85 万吨同增 19.7%，其中钓鱼竿需求增长 85.7% 达 6500 吨，占比 35.1%，超过高尔夫成为碳纤维需求量最高的板块。群体运动及户外运动近年来负增长，预计随着各国疫情管控的逐步放开，社交型体育休闲需求会迎来反弹。中国在 2016~2021 年间，体育休闲领域碳纤维需求量稳步上涨，CAGR12.5%。根据赛奥碳纤维，预计 2025 年中国体育休闲碳纤维需求会达到 22487 吨，2030 年达 27471 吨。

图29.2015-2021年体育休闲各领域占比(吨)



数据来源: 林刚《2021全球碳纤维复合材料市场报告》, 财通证券研究所

图30.体育用品碳纤维需求及预测



数据来源: 林刚《2021全球碳纤维复合材料市场报告》, 财通证券研究所

2.2.6 汽车: 汽车市场发展受限于成本, 往后看有望成为豪车标配

汽车轻量化需求带来碳纤维需求快速增长, 碳纤维成本是市场主要考量因素。碳纤维增强复合材料有足够的强度和刚度, 适于制造汽车车身、底盘等主要结构件。在新能源汽车上, 碳纤维增强型复材(CFRP)电池外壳比传统的铝或钢制电池外壳轻40%, 具有高刚性, 而且比铝的热导率低200倍。目前由于碳纤维成本过高, 碳纤维增强复合材料在汽车中的应用仍然有限, 仅在一些F1赛车、高级轿车、小批量车型上有所应用。

2021年汽车应用市场需求为9500吨, 同比下降3000吨, 主要系宝马公司在2020年底停产了复合材料车型I8, 又在2021年7月停产了I3, 影响了近5000吨碳纤维的需求, 加上其他零部件、改装市场的增长, 总量减少约3000吨。

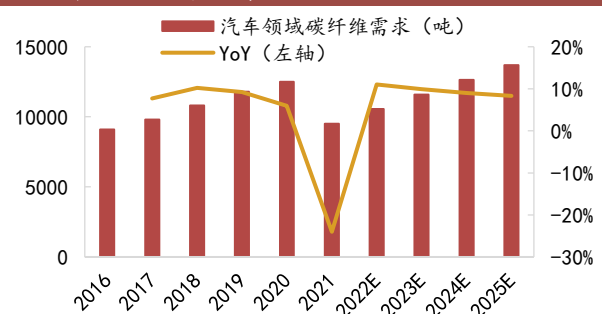
往后看, 碳纤维汽车轮毂有望成为大批量豪华车的标配, 并且伴随技术进步, 碳纤维在汽车领域应用大有可为。瑞士AOC公司和帝人汽车技术公司(原中国唐山CSPVICTALL)在过去几年里都增加了新的SMC生产线, 2021年3月, 廊坊的飞泽复材为蔚来ES6碳纤维(中国第一款批量采用碳纤维的车款)制造的5万套后地板下线。碳纤维汽车轮毂从小批量超豪华车, 逐步走向较大批量豪华车标配的趋势, 这可能为碳纤维带来万吨级别的需求。根据赛奥碳纤维, 预计到2025年, 汽车碳纤维市场会恢复到2020年水平, 达到13693吨。

图31.蔚来ES6碳纤维后地板



数据来源: Discoverev UK, 财通证券研究所

图32.汽车领域碳纤维需求及预测



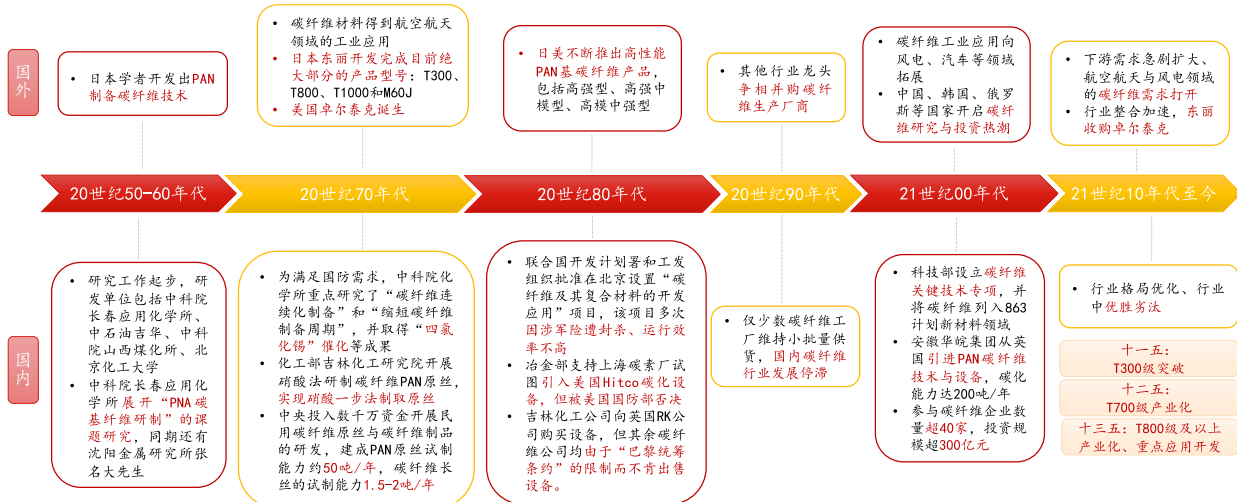
数据来源: 林刚《2021全球碳纤维复合材料市场报告》, 财通证券研究所

3 打破技术壁垒缩小生产差距，国产替代正当时

国外巨头先发优势明显。国际碳纤维生产起步于20世纪50-60年代，日本学者率先开发出PAN制备碳纤维技术，70年代日本东丽就已开发完成目前绝大部分的产品型号。日美在20世纪90年代不断推出高性能PAN基碳产品，同时碳纤维行业开始了大规模并购整合，进入平稳发展期。

国内企业逐步打破技术壁垒，缩小差距。我国碳纤维工业的起步可以追溯到1962年，总体上与日本同时起步，受制于各种条件，以及日、美等碳纤维企业严格的技术封锁和产品管制，我国碳纤维研究进展缓慢，严重依赖进口。新世纪以来，国家加大对碳纤维领域自主创新的支持力度，将碳纤维列为重点研发项目。技术上，我国分别实现了T300级、T700级、T800及以上产业化，当前国内行业处于整体优化阶段，行业内优胜劣汰形势显现。

图33.碳纤维材料发展历史



数据来源：赛奥碳纤维，财通证券研究所

3.1 碳纤维材料全产业链复杂，参与厂商众多

完整的碳纤维产业链复杂，包含从化石燃料到碳纤维原丝，一直到复合材料的全过程。

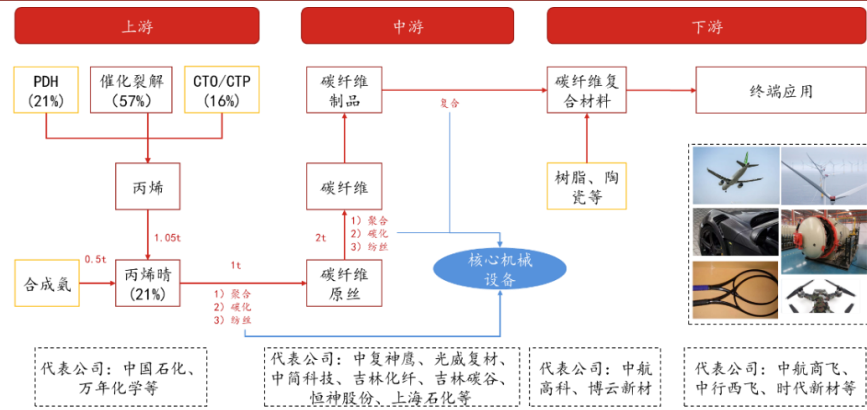
上游：以中国石化、万年化学以及海外的德国多兰、MemPro为代表的上游厂商从石油、煤炭、天然气等化石燃料获得丙烯，并经过氨氧化得到丙烯腈。

中游：以日本东丽、东邦，美国Hexcal，中国吉林化纤、光威复材为代表的中游厂商通过将丙烯腈经聚合和纺丝之后得到聚丙烯腈(PAN)原丝；再经过预氧化、低温和高温碳化后得到碳纤维。以现有技术条件计算投料比，约1.05吨丙烯，投

入约 0.5 吨合成氨，经氧化后得丙烯晴可用于制得 1 吨碳纤维原丝，而理论上大约 2 吨的碳纤维原丝经过预氧化、碳化、石墨化可得 1 吨的碳纤维。

下游：以中航高科、博云新材为代表的下游厂商碳纤维可制成碳纤维织物和碳纤维预浸料；碳纤维与树脂等材料结合，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。军用飞机领域的中航西飞、民机领域的中航商飞、风电领域的 Vestas 等都是下游应用的代表性厂商。

图34.碳纤维材料全流程



数据来源：光威复材招股说明书，财通证券研究所

3.2 碳纤维行业属于技术密集型、资金密集型

3.2.1 原丝价值量高，重要性强，技术路线复杂且壁垒极高

(一) 原丝环节在碳纤维产业链中价值量高

原丝在碳纤维生产价值链中价值占比较高，大丝束原丝环节仅吉林碳谷一家大规模量产。原丝在碳纤维生产中约占成本的 51%，其次是预氧化和碳化，分别占比 16%、23%，前者高成本在于长时间能源消耗，而后者主要在于购买高温设备以及使用惰性气体。在国产大丝束原丝竞争中，吉林碳谷占据了原丝的绝大多数产能，行业景气度随着风电领域的应用大幅提升，公司毛利率大幅提高，2021 年达到 40% 以上；小丝束企业均一体化发展，中简科技、光威复材、中复神鹰的原丝竞争优势主要来源于其性能优势。

图35.碳纤维的成本拆分

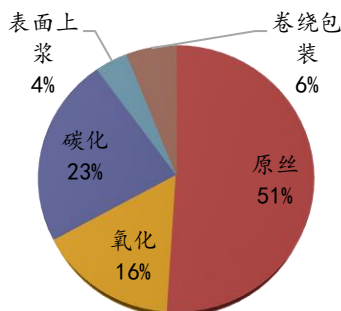
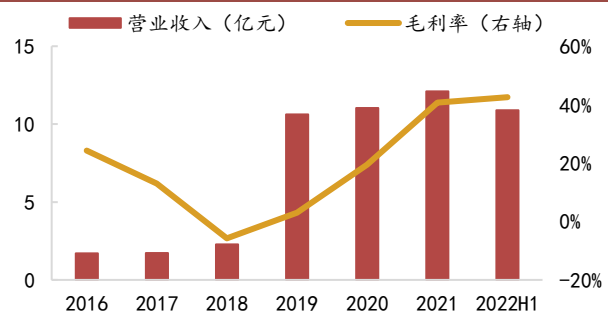


图36.吉林碳谷毛利率水平



数据来源：林刚《掌握前沿，创新理念，科学发展——中国碳纤维及其复合材料发展之我见》，财通证券研究所

数据来源：Wind，财通证券研究所

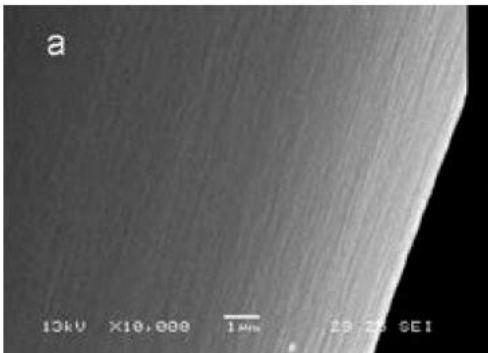
（二）原丝技术路线选取决定后续生产碳纤维的品质及用途

纺丝工艺是原丝制造技术壁垒最高的部分。纺丝环节主要有干法（应用较少）、湿法、干喷湿法三条工艺路线。原丝生产品质决定后续碳化后碳纤维的品质，能够生产出性能更好的原丝的企业产品力更强，部分国内企业已经达到国际先进水平。成品碳纤维的质量直接取决于用于生产碳纤维的原丝质量：

（1）小丝束通常是干喷湿纺，技术难点在于提高单根碳丝的性能。PAN 原丝的性能主要取决于其中的 PAN 分子的结构和排列形式，其中 PAN 分子结构的控制主要集中在聚合工艺，PAN 分子的排列形式则主要在纺丝工艺中形成。因而要有性能优良的小丝束碳纤维，首先要具备性能优良的 PAN 原丝。

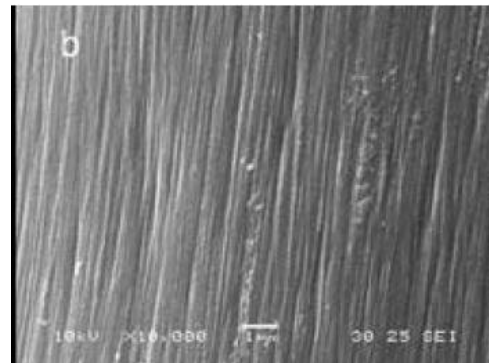
（2）部分尖端军用小丝束需采用湿法。军用高端小丝束对碳纤维的表面性能有更高要求，干法碳纤维表面更加光滑，湿法碳纤维表面更为粗糙一些，与树脂等其他材料相结合的性能会更好，比如光威复材以及中简科技，其部分高端军用小丝束采用湿法。

图37.干法碳纤维表面



数据来源：Yu Wang《Formation of Surface Morphology in Polyacrylonitrile (PAN) Fibers during Wet-Spinning》，财通证券研究所

图38.湿法碳纤维表面



数据来源：Yu Wang《Formation of Surface Morphology in Polyacrylonitrile (PAN) Fibers during Wet-Spinning》，财通证券研究所

（3）大丝束通常采用湿法，技术难点在于提高碳丝丝束整体的均一性

在原丝生产阶段，部分原丝会因为工艺细节与材料配比的差别产生一定程度的空隙、毛丝、丝线不均一等问题，原丝的这些缺陷并不会在碳化阶段中消失。好的碳纤维应该具备均一性特质，遗传了原丝的缺陷之后，每段碳纤维的均一性会出现差异，造成碳纤维拉伸强度不足。因此有更好的力学表现的大丝束碳纤维需要原丝阶段就保证工艺和配比的一致性。

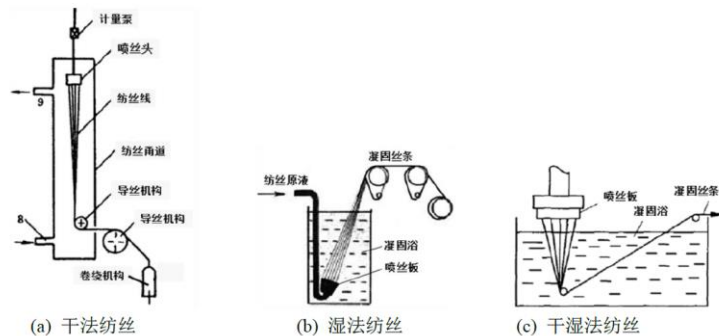
表16.不同纺丝方法对比

	干法纺丝	湿法纺丝	干喷湿纺
纺速	纺丝速度较高，一般为 100-300m/min，最高可达 600m/min	纺速低，为 30-80m/min，最高不超过 150m/min	纺速高，为 200-400m/min，有高达 1500m/min 的报道

喷丝头孔数	喷丝头孔数较少，一般为 200-300 孔	喷丝头孔数可达 10 万孔以上	喷丝头孔数可达 10 万孔以上
喷丝孔径	0.03-0.2mm	0.05-0.07mm	0.10-0.30mm
纺丝长短	适合于纺长丝，但也可纺短纤维	适于纺短纤维，纺长丝效率太低	纺长丝、短丝均可
纺丝液	高相对分子量、高固质量分数、高粘度	中、低相对分子量、中等固质量分数	高相对分子量、高固质量分数、高粘度
成形剧烈程度	成形过程和缓，纤维内部结构均匀	成形较剧烈，易造成孔洞或失透现象	成形过程相对和缓，纤维内部结构均匀
牵伸率	喷丝后为正牵伸，一般正牵 140%-700%	喷丝后为负牵伸，一般负牵 30%-50%	喷丝后为正牵伸，一般正牵 100%-400%
纤维性能	纤维物理-机械性能及染色性能较好	一般不如干法	纤维物理-机械性能较好
纤维外观	外观手感似蚕丝	纤维密度较低，表面有沟槽	纤维密度较高，表面较平滑
溶液回收	溶剂回收简单	溶剂回收较复杂	溶剂回收较复杂
纺丝设备	纺丝设备较复杂	纺丝设备较简单	纺丝设备较简单
设备密闭性	设备密闭性高，溶剂挥发少，劳动条件较好	设备密闭性要求不高，溶剂挥发较多，劳动条件较差	设备密闭性要求不高，溶剂挥发少，劳动条件较好
生产车间	生产流程紧凑，车间占地少	车间占地面积较大	车间占地面积较大
溶剂	只使用 DMF 为溶剂	有多种溶剂选择	有多种溶剂选择

数据来源：张大勇《聚丙烯腈基碳纤维原丝的 300 米/分干湿法纺丝工艺》，财通证券研究所

图 39. 干法和湿法的对比



数据来源：张大勇《聚丙烯腈基碳纤维原丝的 300 米/分干湿法纺丝工艺》，财通证券研究所

(三) 一步法和两步法生产路线选择会影响成本及原丝品质上限

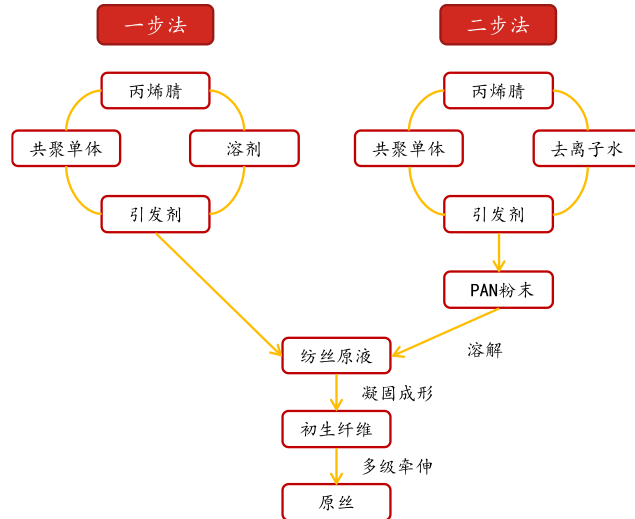
PAN 原丝的制备按所用纺丝原液的制备工艺不同可分为一步法和二步法。

一步法：是采用溶液聚合直接制备纺丝原液；一步法工艺相较两步法少一步获取固体粉末再溶解的过程，所以成本相应会更低，可操作性强，可控性好，并且纺丝原液中 PAN 聚合物纯度更高，一步法生产的原丝理论上性能上限会更高。

二步法：工艺相对比较复杂，要先通过水相沉淀聚合得到固体粉料，然后经过粉碎、烘干等工序，最后利用有机溶剂溶解粉末来生产纺丝原液；二步法工艺相对复杂，采用水相聚合能获得溶液聚合所不能得到的高分子量 PAN，且用于纺丝的原液是通过溶解工艺进行制备的，所以用于纺丝的原液可选范围广，提高了纺丝

原液聚合物分子量和浓度的上限。吉林碳谷所用的 DMAC 两步法，经水相悬浮聚合，原液和聚合的产量大，尤其适合大丝束原丝生产。

图40.一步法和两步法流程对比



数据来源：吉林碳谷招股说明书，财通证券研究所

国内外企业依据市场需求和自身特点选择技术路径，国内企业产品水平已逐渐追上国际领先水平。国外碳纤维企业采用的技术路径不尽相同，聚合工艺和纺丝工艺上有日本东丽 DMSO 一步法湿法纺丝和干喷湿纺，日本东邦采用 ZnCl₂ 一步法湿法纺丝。国内以上海石化使用一步法湿法纺丝，采用与 Hexcel 类似的 NaSCN 为溶剂，吉林碳谷采用 DMAC 两步法。以光威复材、中复神鹰、中简科技为代表的小丝束企业均采用与东丽类似的 DMSO 为溶剂的一步法干喷湿纺。

表17.不同企业采用工艺及产品主要应用领域

公司	主要应用领域和定位	主要产品	聚合工艺	纺丝工艺	产品水平
日本东丽	应用比例最高是航空领域，其他工业领域也应用广泛	小丝束/大丝束	DMSO 为溶剂的一步法	T700、T800 和 T1000 采用干喷湿法纺丝，其他为湿法纺丝	行业技术龙头，2014 年即达到 T1100
日本东邦	优势在于机械臂、告	诉回转体、铁道车辆等	ZnCl ₂ 为溶剂的一步法	湿法纺丝	部分碳纤维产品可达到 T700 以上水平
三菱丽阳	航空航天、工程领域、体育休闲	小丝束/大丝束	DMF 为溶剂的一步法；DMAC 为溶剂的两步法	湿法纺丝	部分碳纤维产品参数可匹敌东丽 T1100
SGL	主要是汽车领域	大丝束			碳纤维产品参数为 T400-T700
Hexcel	主要是国防军工及航空航天领域、风电叶片和汽车等工业领域	小丝束	硫氰酸钠为溶剂的一步法		
陶氏	风电、轨道交通		DMAC 为溶剂的两步法		

台湾台塑	主要是体育休闲、风电叶片等工业领域	小丝束	DMF 为溶剂的一步法	湿法纺丝	部分碳纤维参数可达到 T800 水平
吉林碳谷	风电、军工等领域	大丝束	DMAC 为溶剂的两步法	湿法纺丝	产品碳化后可达到 T400-T700
上海石化	风电、民用航空、压力容器等领域	大丝束	NaSCN 为溶剂的两步法	湿法纺丝	产品碳化后可达到 T300-T800 水平
恒神股份	重大设备、体育休闲等领域	大丝束	DMSO 为溶剂的一步法	湿法、干喷湿法纺丝	部分碳纤维参数可达到 T800 水平
光威复材	主要是国防军工、工业领域（风电叶片）	小丝束/大丝束	DMSO 为溶剂的一步法	湿法、干喷湿法纺丝	部分碳纤维参数可达到 T1000 水平
中复神鹰	航天航空、风电叶片等领域	小丝束	DMSO 为溶剂的一步法	干喷湿法纺丝	主要生产高强度型碳纤维，具备 T800 级碳纤维产品向市场供货能力
中简科技	航空航天	小丝束	DMSO 为溶剂的一步法	湿法、干喷湿法纺丝	部分碳纤维产品可达到 T1100 水平

数据来源：吉林碳谷招股说明书，财通证券研究所

（四）能够生产大丝束原丝的企业通常拥有腈纶生产经验

国际大丝束原丝巨头发展原丝通常依托其已有的腈纶生产技术基础。腈纶和 PAN 基碳纤维原丝都是丙烯腈单体聚合纺丝而得，两者对分子量、纺丝长度等要求有所不同，但碳纤维原丝工艺与腈纶工艺密不可分，工艺相似性较高，掌握腈纶生产再过渡至碳纤维原丝，可以缩短技术突破时间，降低技术摸索成本。世界碳纤维巨头，大都曾经是腈纶工业的巨头，原丝制备技术是源于腈纶工业的。从目前国际碳纤维技术看，“提束提速”是降低成本的有效途径，其中提束的思路，就会让原丝的生产接近于腈纶工业。国际上，卓尔泰克（Zoltek）利用腈纶装置制造原丝，已经形成了成功的经验；西班牙蒙特纤维（Montefibre Carbon）在其腈纶厂基础上，已经开始了 80-480K 原丝的生产。

表18.能够大规模量产大丝束的企业通常都有腈纶生产线

企业	溶剂	腈纶相关经验
卓尔泰克（Zoltek）	DMSO	1992 年建立了第一条基于工业腈纶的连续碳化线，把战略目标锁定在低成本工业应用上；1995 年收购了匈牙利的腈纶生产商 Magyar Viscosa，获得了技术与专业知识，并且确保了原材料的供应，进一步降低了成本
蒙特纤维（Montefibre Carbon）	DMSO	2015 年蒙特纤维被收购，2017 年腈纶厂重启，2018 年开始 80K-480K 原丝的生产
日本三菱	DMSO	三菱是日本最大的腈纶纤维生产商，三菱人造丝公司于 1983 年开始生产碳纤维
土耳其 AKSA		全球最大的腈纶制造商之一，1971 年开始生产腈纶丝，2008 年下半年开始碳纤维试生产，2009 年正式商业化生产。
吉林碳谷	DMAC	2009 年开始研制碳纤维，在原奇峰化纤腈纶制备基础上进行研发，探索，创造性发明了 DMAC 为溶剂的湿法两步法原丝生产技术与工艺。

上海石化

NaSCN

依托腈纶产业优势，2005年上海石化腈纶研究所碳纤维技术开发室成立，开始攻关碳纤维技术，2012年，上海石化自行开发的国内独有NaSCN湿法工艺和自主知识产权技术申请专利。

数据来源：赛奥碳纤维，各公司官网、公众号，财通证券研究所

3.2.2 碳化环节资金门槛高

碳纤维碳化环节生产线投资额显著高于原丝环节。据各碳纤维企业投产公告测算，原丝生产线投资成本较低，吉林碳谷和宝武碳业原丝项目生产线计划万吨投资额分别为1.33和2亿元。碳纤维生产线（原丝+碳化）成本较高，万吨投资额基本在10亿元以上。根据生产线产品性能或者品质的不同，部分领域应用的碳纤维生成（航空航天）投资门槛更高。

表19.碳纤维碳丝环节投资额显著高于原丝环节

公司	项目	型号	环节	年产能（万吨）	投资额（亿元）	万吨投资额（亿元）
吉林碳谷	吉林碳谷-二期年产5万吨碳纤维原丝项目	50K	原丝	5	10	2
宝武碳业	6万吨PAN基碳纤维原丝项目		原丝	6	16.3	2.7
吉林化纤	3.5万吨大丝束碳纤维	大丝束		3.5	44.47	12.7
	1.2万吨碳纤维复材项目	碳纤维复材	碳纤维	1.2	16	13.3
吉林化纤-凯美克	600吨高性能碳纤维碳化线	1k/3k		0.06	2	33.3
国兴碳纤维	5000吨高性能碳纤维项目（原500吨扩建）		碳纤维	0.5	9.53	19.1
	1.5万吨碳纤维项目	25k以上		1.5	24.4	16.3
	6千吨碳纤维项目			0.6	6.11	10.2
上海石化	6万吨碳纤维项目			6	103	17.2
	2.4万吨/年原丝、1.2万吨/年48K大丝束碳纤维项目	48k	原丝+碳纤维	1.2	35	29.2
中复神鹰	西宁一期	12k		1	21	21
	常州一期	150吨12k或50吨3k		0.02	2.5	166.7
中简科技	常州二期T700	12k		0.1	6.83	68.3
	常州三期	12k		0.15	18.67	124.5
光威复材	包头一期	24k以上		0.4	21	10.5

数据来源：各公司公告、官网、公众号，财通证券研究所

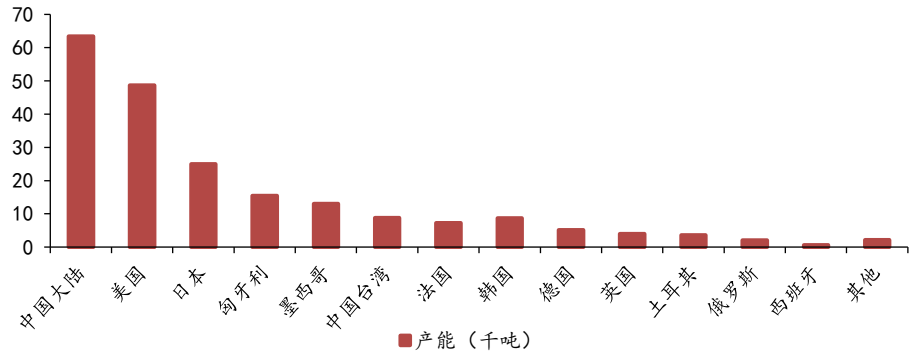
3.3 全球供给以美日企业为主，中国企业快速发展

3.3.1 日美仍是中高端碳纤维主要参与者

2021年，中国首次超越美国成为全球碳纤维产能第一，中美日共同占据了全球产能的66%。2021年中国凭借近几年的技术突破以及产能扩张，2021年底前实现6.34万吨运行产能，首次超越美国，占据全球产能的30.5%；美国凭借较高的生

产水平以及完备的生产链生态，占据全球产能的 23.5%；日本依靠自身先进的技术和完备的全球产业链，占据全球产能的 12%。

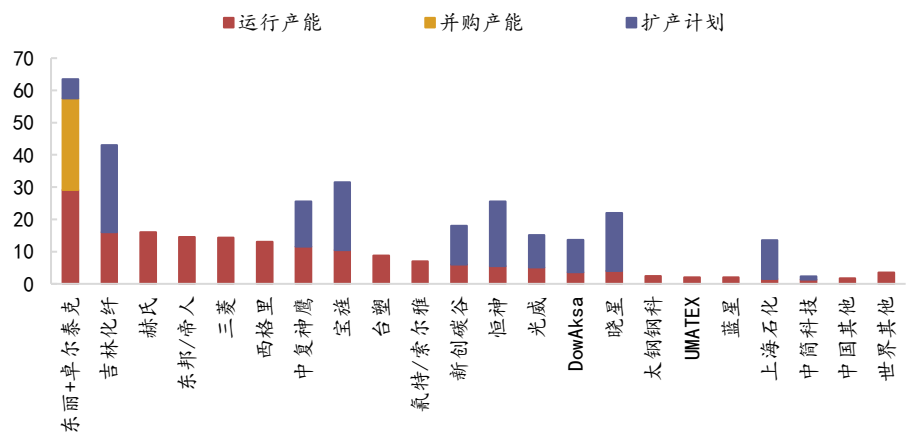
图41.全球产能分布（千吨）



数据来源：林刚《2021 全球碳纤维复合材料市场报告》，财通证券研究所

日美仍是高端全球高端碳纤维的主要参与者。整体上看，根据赛奥碳纤维，全球碳纤维市场集中度高，全球碳纤维日本东丽是世界最大的碳纤维制造企业，国内碳纤维企业加速扩产。2021 年全球碳纤维运行产能 20.8 万吨，同比增长 20.9%。根据《2021 全球碳纤维复合材料市场报告》，截止 2021 年底，日本东丽是全球最大的碳纤维制造企业，算入并购产能后共拥有 5.75 万吨的产能，占据世界总产能的 27.7%。吉林化纤现拥有碳纤维权益产能 4600 吨（小丝束 600 吨，大丝束 4000 吨），参股吉林宝旌，当前具备年产 8000 吨碳纤维能力，且未来随着国兴碳纤维的资产注入公司，产能规模或将进一步提升。

图42.全球企业扩产计划（千吨）



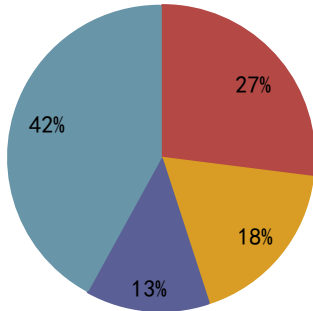
数据来源：林刚《2021 全球碳纤维复合材料市场报告》，财通证券研究所

日企小丝束领域产能占比更高，欧美企业在大丝束领域占据优势。日本企业在全 球小束丝碳纤维市场份额占到约 58%，其中日本东丽占比 27%、日本东邦占比 18%、日本三菱占比 13%。日本东丽作为世界上高性能碳纤维研究与生产的“领头羊”，

是波音公司长期、稳定也是最主要的供货商。全球大束碳纤维市场集中度更高，基本被美国 Zoltek 和德国 SGL 两家控制，Zoltek 全球占比 49%，德国 SGL 全球占 33%。

图43.小丝束产能分布

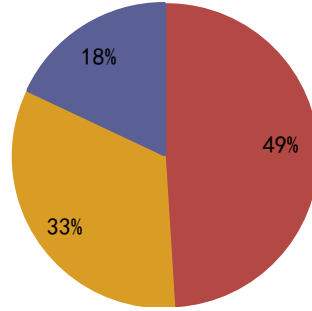
■ 东丽（日本） ■ 东邦（日本） ■ 三菱（日本） ■ 其他



数据来源：吉林碳谷招股说明书，财通证券研究所

图44.大丝束产能分布

■ Zoltek（美国，2013被东丽收购） ■ SGL（德国） ■ 其他

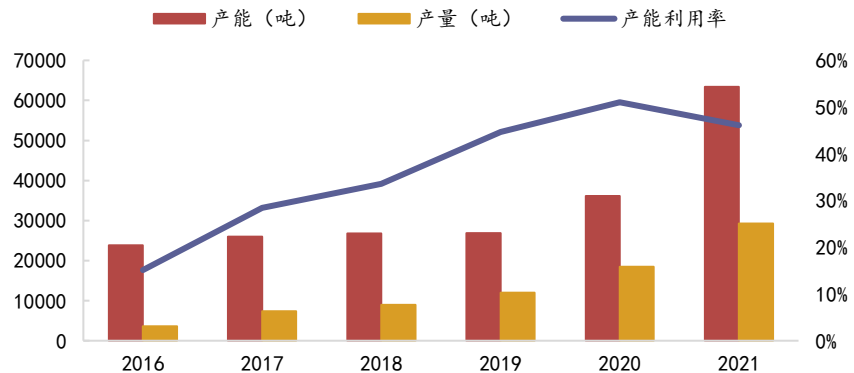


数据来源：吉林碳谷招股说明书，财通证券研究所

3.3.2 我国碳纤维产能快速铺开，产能利用率也明显提升

我国碳纤维产能增长迅速，产能利用率提升明显。2021 年我国碳纤维运行产能 6.3 万吨，同比增长 75.4%，碳纤维产量 2.9 万吨，同比增长 58.5%，产能利用率为 46.1%，风电领域的应用对下游景气度拉动明显。近年来国内碳纤维技术水平的提高、国产替代能力的增强，产能利用率快速提升，从 2016 年的 15.1% 增长至 2020 年 51.0%，但较 65%-85% 的国际水平仍有一定提升空间。2021 年产能利用率出现下降，系大部分新增产能在 2021 年下半年投产，预计 2022 年后才能充分释放。

图45.国内产能及利用率逐年提升

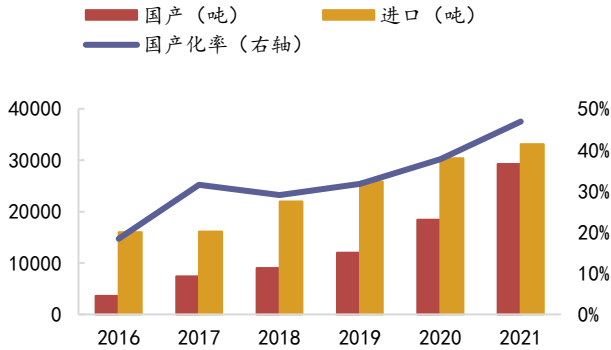


数据来源：林刚《2021 全球碳纤维复合材料市场报告》，财通证券研究所

国产替代进程加快，国产高性能碳纤维产品逐渐发力。近年来，我国碳纤维市场已进入到国产替代机遇期，国产化率从 2016 年的 18.4% 增长到 2021 年的 46.9%，国产替代趋势会将延续下去。考虑到吉林化纤、中复神鹰、浙江宝旌、新创碳谷、江苏恒神、光威复材等一批企业在扩张产能的同时也在强化自身技术实力，中复

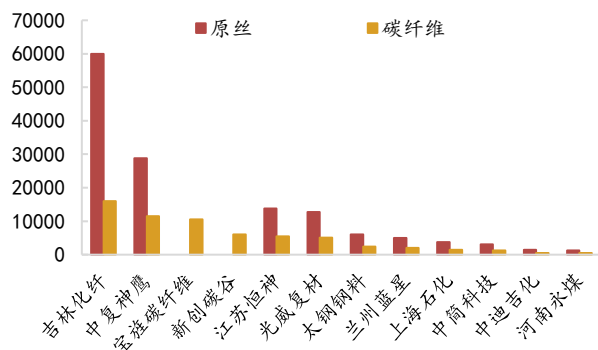
神鹰、光威复材、中简科技三家企业在小丝束碳纤维市场占据优势，未来高端产品线的国产替代将会进一步推高国内碳纤维市场的国产化率。

图46.国内逐步摆脱进口依赖



数据来源：林刚《2021全球碳纤维复合材料市场报告》，财通证券研究所

图47.2021年国内碳纤维及原丝产能情况（吨）



数据来源：林刚《2021全球碳纤维复合材料市场报告》，财通证券研究所

3.4 技术壁垒突破，供给市场火热

3.4.1 大丝束原丝、碳丝实现规模化生产重大突破，产能快速铺开

大丝束原丝环节国内产能 4.9 万吨，根据计划 2025 有望扩产至 37.2 万吨。其中，吉林碳谷是国产大丝束原丝龙头，目前已经实现 24K、25K 和 48K 的稳定大规模生产，公司 9 月发布公告拟增募资 17 亿元建造年产 15 万吨原丝项目。2022 年 8 月，上海石化首套大丝束碳纤维生产线实现中交，包含 4 条原丝生产线。同时上海石化持续推进 2.4 万吨/年原丝、1.2 万吨/年 48K 大丝束碳纤维项目，预计 2022 年投产实现原丝年产能 1.2 万吨，2025 年剩余产线投产后年产能将达 2.4 万吨。

表20.国内主流企业原丝扩产计划（吨）

企业	扩产项目	2021	2022E	2023E	2025E
吉林碳谷	15 万吨原丝项目	45000	80000	95000	200000
上海石化	2.4 万吨/年原丝	0	0	12000	24000
宝旌碳纤维	6 万吨碳纤维原丝			15000	60000
兰州蓝星	5 万吨 50K 大丝束碳纤维项目	4000	4000	4000	50000
新创碳谷	原丝 3.8 万吨，大丝束碳纤维 1.9 万吨				38000
总计		49000	84000	126000	372000

数据来源：各公司公告、官网、公众号，百川资讯，赛奥碳纤维，财通证券研究所

国内主流企业碳丝扩产计划纷纷上马，根据各家公司计划到 2025 年相对应碳丝产能达 20.75 万吨。吉林化纤 1.2 万吨碳纤维复材项目预计在 2022 年完工，其中相对应的碳丝年产能将达到 1 万吨。国兴碳纤维作为吉林化纤集团的全资控股公司，计划在 2025 年实现 6 万吨产能。浙江宝旌也开始十四五发展规划和相关科研方案，即将上马年产 1.8 万吨碳丝项目。

表21.国内主流企业碳丝扩产计划（吨）

企业	扩产项目	2021	2022E	2023E	2025E
吉林化纤	1.2万吨碳纤维复材			10000	10000
国兴碳纤维	六万吨碳纤维	10000	18000	25000	60000
吉林宝旌		8000	8000	8000	12000
浙江宝旌	1.8万吨碳丝项目	2500	2500	2500	18000
上海石化	1.2万吨大丝束项目	1500	1500	7500	13500
兰州蓝星	25000吨50K大丝束碳纤维项目	2000	2000	2000	25000
新创碳谷	大丝束碳纤维生产基地项目	6000	6000	19000	19000
新疆隆炬	5万吨碳纤维碳化项目			6000	50000
总计		30000	38000	80000	207500

数据来源：各公司公告、官网、公众号，百川资讯，赛奥碳纤维，财通证券研究所

3.4.2 高端小丝束性能不断提升，初步实现国产替代

高性能小丝束碳纤维不断突破，投产建设计划正在大规模上马。中复神鹰目前主营业务的发展和竞争优势的保持均依赖于公司高性能碳纤维的工艺技术和产业化应用，西宁一期计划已在2022上半年达产，年产能1.1万吨；西宁二期已在开工建设，预计在2022年12月投产，年产能1.4万吨。中简科技公司坚持自主创新，主动对接国内航空航天领域对高性能碳纤维的需求，完成了高性能碳纤维国产化应用，于2021年10月拟增募资20亿元，其中16.5亿用于高性能碳纤维及织物产品项目；常州三期预计在2022年12月投产，建成后次年达产750吨，第二年达产1500吨。

表22.碳纤维小丝束企业扩产计划（吨）

企业	扩产项目	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
中复神鹰	西宁一期/二期	14500	14500	28500	28500	28500
中简科技	常州三期	400	400	1150	1900	1900
光威复材	包头一期/二期	2655	2655	6655	6655	12655
恒神股份	2万吨/年高性能碳纤维生产基地	5000	5000	5000	5000	10000
吉林凯美克		600	600	600	600	600
广东金辉	碳纤维及新兴战略复合材料项目	0	0	0	0	20000
杭州超探	1万吨高性能碳纤维生产线	0	0	2500	2500	10000
国泰大成	国泰大成碳纤维项目	0	0	3000	3000	10000
张掖智能制造产业园	4000吨T800高性能碳纤维及碳纤维装备制造产业基地	2000	4000	4000	4000	4000
霍尔果斯旭航	12000吨T800高性能碳纤维及碳纤维装备制造产业基地	0	0	0	0	12000
恒沅新能源+介休长隆新材料	年产1000吨通用碳纤维和100吨高性能碳纤维项目	0	0	0	0	1100
兴科碳鼎新材料	8000吨碳纤维生产线	5000	8000	8000	8000	8000
总计		30155	35155	59405	60155	118755

数据来源：各公司公告、官网、公众号，百川资讯，赛奥碳纤维，财通证券研究所

4 行业先发优势明显，有望维持强者恒强的局面

4.1 高端小丝束短缺，大丝束原丝短缺

总体来看，中高端小丝束碳纤维产能长期紧缺，大丝束碳纤维碳化环节产能会有过剩，但是大丝束原丝环节略微短缺。

表23.碳纤维大丝束、大丝束原丝及小丝束供需平衡表（吨）

		2021E	2022E	2023E	2025E
大丝束	风电	23266	15921	34862	62607
	碳/碳复材	7000	15725	21792	33374
大丝束/小丝束	体育休闲	18500	19497	20494	22487
	汽车	9500	10548	11597	13693
小丝束	压力容器	3000	3990	4836	6316
	航空航天民用	907	907	907	907
	航空航天军用	801	801	801	801
	其他应用领域	7872	8424	11911	17523
大丝束合计		43301	43301	39873	63401
小丝束合计		27544	27544	35940	43799
总量		70845	70845	75813	107200
理论供给	大丝束碳丝	30000	38000	80000	207500
	大丝束原丝	49000	84000	126000	372000
	小丝束	30155	35155	59405	118755
预计供给	大丝束碳丝	30000	38000	64000	134875
	大丝束原丝	49000	84000	126000	260400
	小丝束	21109	24609	41584	59378
缺口	大丝束碳丝	-13301	-1873	599	35404
	大丝束原丝	-4872	5077	615	-1337
	小丝束	-6435	-11331	-2216	1140

数据来源：赛奥碳纤维，百川资讯，财通证券研究所

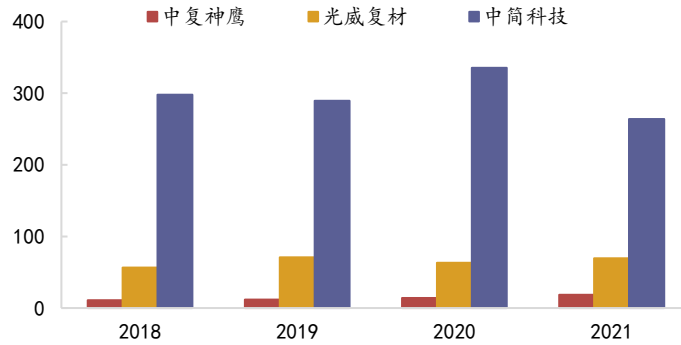
4.2 小丝束市场：市场有望持续高景气

供需关系：中长期看国内高端小丝束持续短缺。分析未来几年内碳纤维供给，结合实际厂家技术水平和供给产能铺设情况，再结合上述需求测算，未来几年内小丝束一直存在供应短缺的情况，除了预计2023年中复神鹰、光威复材、中简科技等头部厂家产能集中达产能达到供需紧平衡，其他年份均有缺口。

供给格局：竞争初期，小丝束根据各个公司主要针对的市场不同各自为营，未来竞争格局会愈发激烈。从头部企业对应的主要市场来看，各个企业主要针对的市场不同，并且定价差别也大。比如中简科技，其产品主要是DMSO一步法湿法路线生成的小丝束，主要用于高端航空航天领域（如军机等）；光威复材既有湿法的T300、CCF700G/T800级小丝束，也有干喷湿纺T700S/T800S级别产别，分别可以用到航空航天装备（比如无人机等）、压力容器、碳梁等领域；中复神鹰产品大

多用在民用级小丝束碳纤维上，其干喷湿纺 T700 级别产品品质极佳，并且能够实现大规模量产，是民用小丝束碳纤维龙头企业。目前来看各家主打产品所针对的领域各不相同，但是也已经开始出现了重叠的市场，随着后续产能逐步铺开，小丝束厂商竞争会越来越激烈。

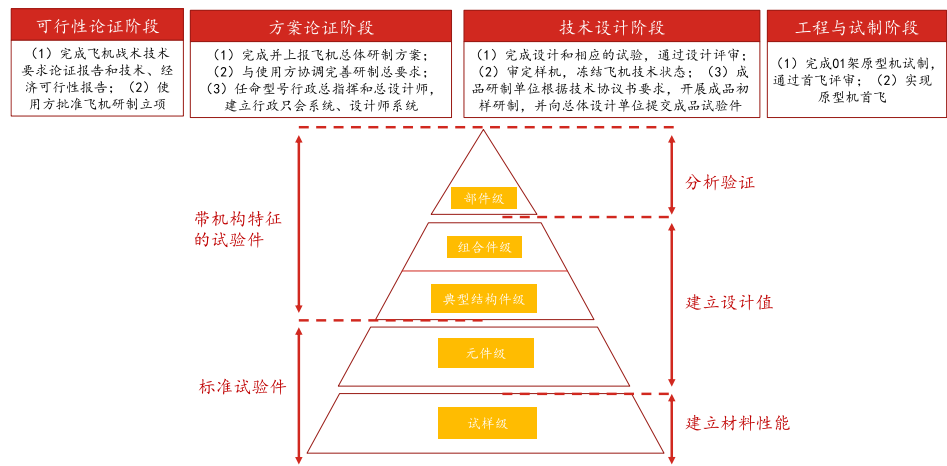
图48.中复神鹰、光威复材、中简科技碳纤维均价（万元/吨）



数据来源：各公司公告，财通证券研究所

小丝束企业通常具有强的先发优势。高端小丝束上下游设计协同，验证后不可替代性强，所以具有更强先发优势，特别是军用领域，某家厂商碳纤维的应用要经过可行性论证阶段、方案论证阶、技术设计阶段以及工程试制阶段，验证通过后通常不会更换供应商。而碳纤维下游有专业的复材公司，碳纤维企业直接切入也比较困难。综上，已经上市的公司拥有强的技术壁垒，客户的先发优势，并且资金优势大，有望强者恒强。

图49.国内复材验证过程



数据来源：季文《民用飞机复合材料结构“积木式”验证试验规划探讨》，财通证券研究所

4.3 大丝束各个环节格局产生分化

4.3.1 碳丝环节资本密集，行业产品差异性小，竞争激烈

供需关系：碳纤维大丝束随着后续铺产计划加速，预计逐渐会出现产能过剩的情况，目前 2022 年和 2023 年产能铺开较快，目前来看价格下行幅度不大，需求有跟不上的风险。未来长期来看，企业会根据大丝束原丝核心厂家吉林碳谷的扩产计划以及市场上其他主要原丝供应商的情况，以及实际需求的情况去铺设新的产能，预计未来大丝束碳纤维碳化环节产能也能够维持紧平衡的状态。

竞争格局：大丝束碳纤维碳化环节投资回报率相对较低且竞争激烈。对比原丝环节，碳丝环节投入更高，但是毛利低于原丝环节。以宝武碳业为例（浙江宝旌及吉林宝旌上市主体，目前大丝束碳纤维产能占国内产能约 30%-40%），2021 年碳纤维业务毛利率 26.33%，对比同期吉林碳谷毛利率 40.7% 差异较大，主因是在原材料目前国内大丝束原丝主要由吉林碳谷供给，并且下游碳化环节主要参与者多为“吉林系”企业，主要有宝旌，恒神股份，国兴碳纤维，新疆隆炬等，但是相互互为竞争关系，所以上游议价权相对更强，在市场波动时期利润可能受到挤压。

4.3.2 原丝环节受益供给集中，对下游议价权相对较强，盈利水平较好

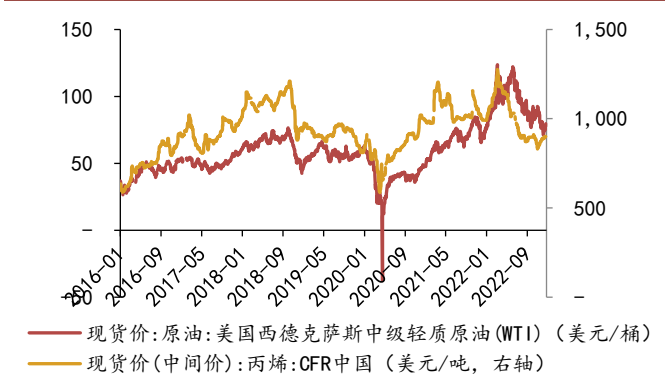
供需关系：从产能角度看，未来大丝束碳纤维原材料环节（原丝）或有所短缺，目前国内大丝束原丝主要由吉林碳谷供给，吉林碳谷产能铺设完成后，下游厂商也会根据实际需求去铺设产能。考虑吉林碳谷的扩产计划，今明两年会放出大量产能，市场或担心出现产能过剩的情况，但是考虑到目前吉林碳谷大丝束原丝所处的市场地位，或将会出现产能过剩但是供给不过剩的情况（后续根据市场情况，若放弃铺设产能则产能也过剩）。未来如果下游碳纤维碳化企业竞争恶化的情况，吉林碳谷可依靠强议价权调节自身利润。

竞争格局：总体来看，大丝束原丝环节企业定价权强。其定价权主要来源于大丝束碳纤维原丝技术壁垒高，目前仅吉林碳谷一家突破大规模量产，未来若有企业可以突破大丝束量产，则目前格局可能会被打破。

从产业链角度看，原丝原材料石油、丙烯、丙烯腈之间价格传导相对顺畅，丙烯腈到原丝环节价格脱钩。丙烯腈由丙烯经过氨氧化而成，价格整体随着丙烯的价格波动，且表现出较高的价格弹性。供需层面，丙烯腈有 40% 提供用于 ABS，受到 ABS 需求影响较大。22 年初由于国内丙烯多套装置开工率回升，价格走势出现背离；丙烯通过上游企业从石油、天然气等化石燃料中制得，成本端受到大宗商品波动影响比较明显。当前阶段，原丝价格受原材料价格影响较小。今年上半年丙烯腈价格下行，但是原丝企业吉林碳谷 2022H1 实现营收 10.88 亿元，净利润

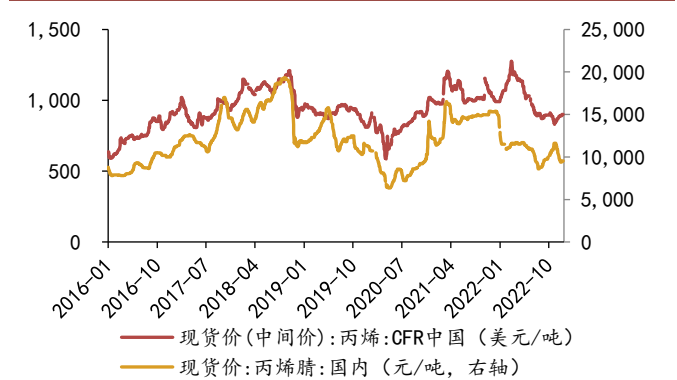
3.35 亿元，去年全年实现营收 12.09 亿元，净利润 3.15 亿元，在产能没有大幅变动的情况下，公司通过提升原丝价格实现营收及业绩高增。

图50.原油到丙烯价格传递顺畅



数据来源: Wind, 财通证券研究所

图51.丙烯到丙烯腈价格传递顺畅



数据来源: Wind, 财通证券研究所

大丝束碳纤维原丝技术壁垒高系原丝可以脱离成本定价的主因。目前，大丝束的难点体现在没有一个明确的标准和健全的体系，同时由于丝束较大，如何保证 CV 值的稳定以及较低的毛丝数量是技术难点，并会进一步影响碳化环节。碳纤维大丝束碳纤维存在丝束较大，易于聚集，展纱效果不好等问题，造成树脂在大丝束碳纤维中的浸润性较差，单丝中易产生孔隙等制造缺陷。同时，展纱过程中易于出现乱纱和断纱，导致力学性能分散性较大，增大了大丝束碳纤维的制造难度。

5 行业公司概况

5.1 精功科技：国内碳纤维设备龙头，充分受益国产替代

公司定位于专用装备技术的引领者与产业升级的推动者。公司主要从事太阳能光伏专用装备、碳纤维复合材料装备等高新技术产品的研发、产销等服务，2013 年公司组建碳纤维、复合材料事业部，完成了 1000T 碳纤维生产线初步方案设计，当时核心设备和工艺来自德国、意大利等供应商。2015 年 11 月，公司首条碳纤维成套设备交付浙江精功（核心设备来自德国和意大利）。2017 年初，公司开始具备碳纤维整线供应能力，不过核心设备仍来自德国和意大利。2020 年，公司首条千吨级碳纤维生产线实现国产化，整线核心装备出口国外。预氧化炉、碳化炉等核心设备首次出口韩国，与吉林、常州等客户签订合同超 8 亿元。2021 年，碳纤维设备开始扩散，公司业务营收情况越来越好。

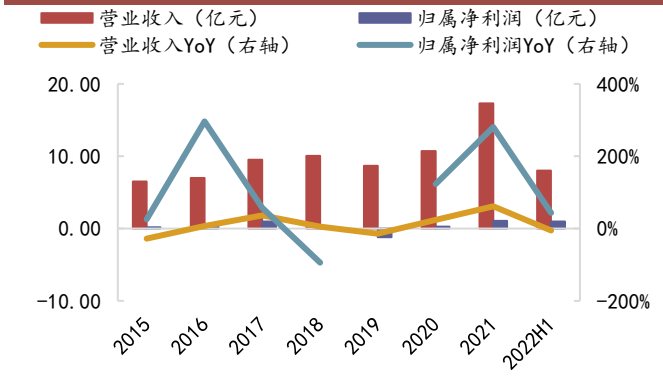
图52.精功科技发展历程



数据来源：公司招股说明书，公司公告，财通证券研究所

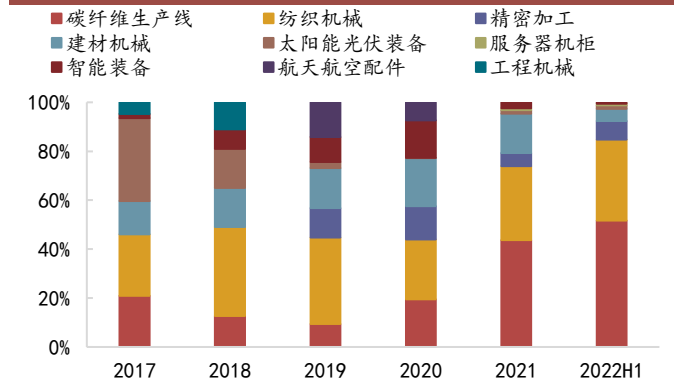
2016-2021年，公司营收从6.98亿元提升至17.28亿元，CAGR达19.9%，行业格局改善下营收保持稳定增长。2012-2021年归属净利润从-1.95亿元提升至1.08亿元；其中，18-21年归母净利润分别0.06/-1.21/0.28/1.08亿元，呈持续增长趋势。公司2022H1营收7.99亿元同增-5.07%；归母净利润0.96亿元同增43.61%。

图53.精功科技营收及业绩



数据来源：Wind，财通证券研究所

图54.精功科技主营业务结构



数据来源：Wind，财通证券研究所

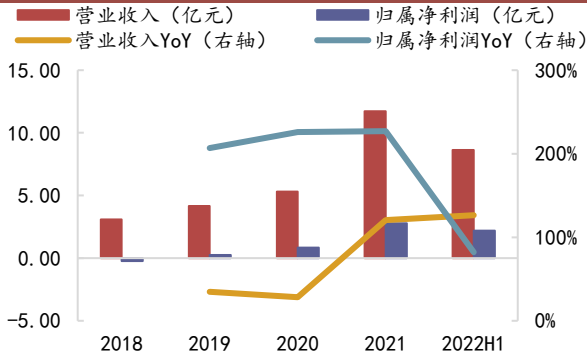
2021年，公司碳纤维装备市场拓展取得重大突破，整线交付周期大大缩短，累计完成6条生产线的交付工作。2022年以及未来的一段时期，公司将在总结千吨级生产线国产化生产线经验的同时，不断致力于碳纤维生产技术、工艺、装备系统集成创新、生产线国产化推广工作，积极探索等离子表面处理以及铺丝缠绕机等新技术和新产品的开发和应用，争取通过产品和工艺技术引领市场，以决定性的成本优势进一步确立公司碳纤维装备的龙头地位，扩大行业内的知名度和影响力。

5.2 中复神鹰：民用碳纤维先行者，技术创新引领国产替代

国产替代进行时，营收业绩高速增长。2018-2021年公司营收CAGR 56.19%，2020年下半年以来，日美加强对国内碳纤维出口管制，国产碳纤维迎来进口替代的机

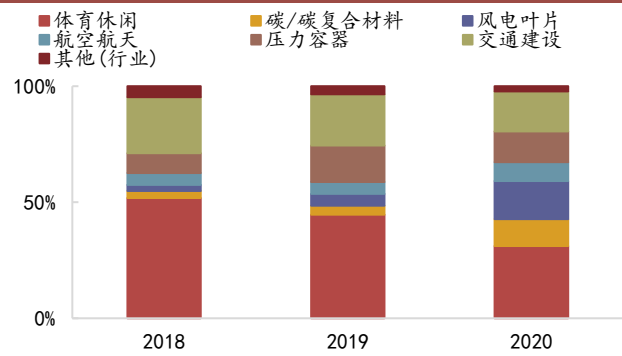
遇期,市场高景气价格维持高位,且公司西宁一期万吨项目部分产能已于2021年内释放,产能规模扩充至1.45万吨。2022H1公司实现营收8.63亿元同增126.39%。归属净利润方面,2019-2021年CAGR达226.47%,2022Q3归属净利润4.24亿元同增112.09%。归属净利润持续高增主要受益于行业高景气,且公司产能规模扩大,规模效应使得固定成本被摊薄,单位成本下降,进一步释放利润。

图55.中复神鹰营收及业绩



数据来源: Wind, 财通证券研究所

图56.中复神鹰碳纤维应用领域



数据来源: Wind, 财通证券研究所

公司产品优异性能媲美东丽,民用工业领域展露锋芒。公司主营3K-12K小丝束碳纤维,原丝环节全部自行生产并且不外售,公司产品性能优异,性能上实现高强型、高强中模型、高强高模型各类碳纤维性能全面对标。公司下游主要应用有碳/碳复合材料、压力容器、航空航天、风电叶片、体育休闲以及交通建设等。并且,根据招股说明书,公司计划在连云港开展下一代航空T1100级碳纤维研发。而在上海地区,公司新建碳纤维研发中心与生产车间,用于航空级碳纤维辅料开发与生产及技术研究等工作,瞄准民航市场。

表24.公司产品与东丽产品纸面参数相媲美

牌号	日本东丽		牌号	中复神鹰	
	拉伸强度 (MPa)	拉伸模量 (GPa)		拉伸强度 (MPa)	拉伸模量 (GPa)
T300	3,530	230	SYT45	4,000	230
T700S	4,900	230	SYT45S	4,500	230
			SYT49	4,700	230
			SYT49S	4,900	230
T800S	5,880	294	SYT55S	5,900	295
T1000G	6,370	294	SYT65	6,400	295
M35J	4,510、4,700	343	SYM35	4,900	340
M40J	4,400	377	SYM40	4,700	375

数据来源: 中复神鹰招股说明书, 财通证券研究所

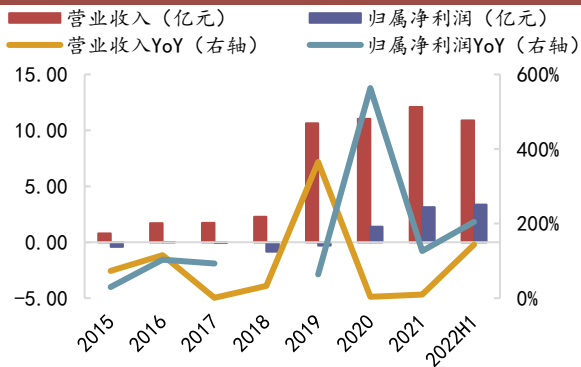
公司产能持续扩张,单线规模行业领先水平。目前,公司拥有连云港、西宁两个生产基地,产能规模位居全国前列,其中西宁一期万吨已于2022年5月全部投产,产能规模扩充至1.45万吨。二期1.4万吨预计于2023年初投产,到2023年

末公司产能将达 2.85 万吨。公司未来业绩有望受益于公司产线规模提升带来的原材料采购、制备成本的下降及费用摊销的下降。

5.3 吉林碳谷：大丝束原丝领域龙头，未来有望持续维持优势

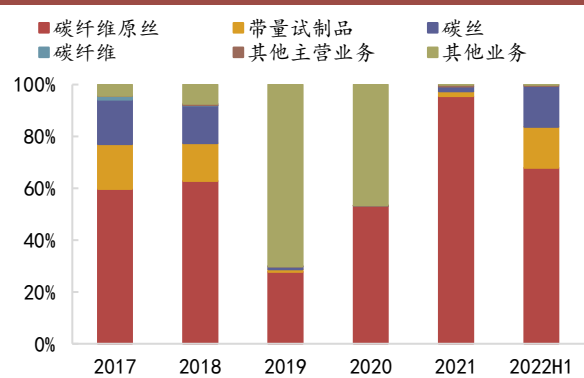
吉林碳谷是我国大丝束碳纤维原丝龙头。公司在原奇峰化纤 20 年腈纶制备经验基础上，创造性发明 DMAC 为溶剂的湿法两步法原丝生产技术，从而打破国际碳纤维巨头在原丝生产技术上的垄断，具有质量和成本优势，目前公司可以实现全部产品碳化后达到 T400 级别的稳定大规模生产。2020 年 6 月起公司停止丙烯腈贸易业务，聚焦碳纤维原丝业务，公司营收由 2018 年的 2.3 亿增长到 2021 年的 12.1 亿，CAGR+74.3%。公司在 2020 年实现扭亏为盈，2021 年盈利继续新高，实现净利润 3.1 亿，YoY+126%。

图57.吉林碳谷营收及业绩



数据来源：Wind，财通证券研究所

图58.吉林碳谷主营业务结构



数据来源：Wind，财通证券研究所

表25.国际大丝束领军企业大丝束产品性能

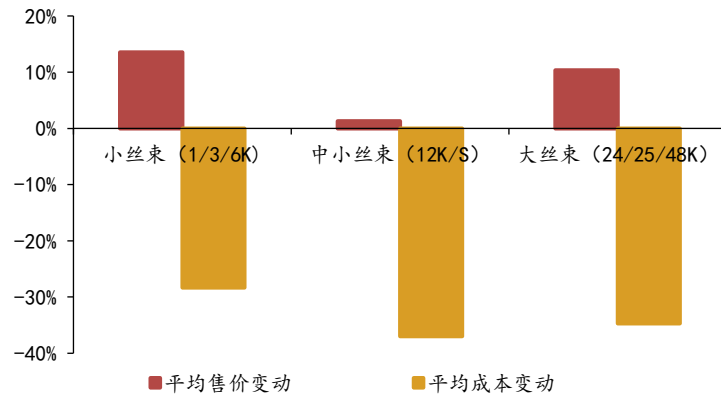
企业	丝束	强度 GPa	模量 GPa
吉林碳谷	25K	4.6	244
	48K	4.21-4.36	252-258
东丽及 Zoltek	48K	4.14	230
	50K	4.14	242
台塑	24K	4.00-5.69	230-380
	48K	4.00-4.28	240
帝人东邦	24K	4.40-5.10	240-390
	48K	4.3	250
AKSACA	24K	4.20-4.90	240-250

数据来源：公司招股说明书，财通证券研究所

吉林碳谷大丝束原丝生产成本优势明显。相比 2018 年，2021 年 H1，公司大丝束原丝均价提高 21%，成本下降 38%。主要系：1) 规模效应带来的成本摊薄显著，公司吨成本从 2018 年 2.73 万元下降至 2020 年 1.74 万，其中，2020 年公司吨制造、吨能耗费用相较 2018 年分别下降 31.3%、38.3%，趋势有望延续；2) 依托腈纶工艺溶剂回收体系，降低溶剂回收成本。吉林碳谷依托奇峰化纤公司腈纶工艺

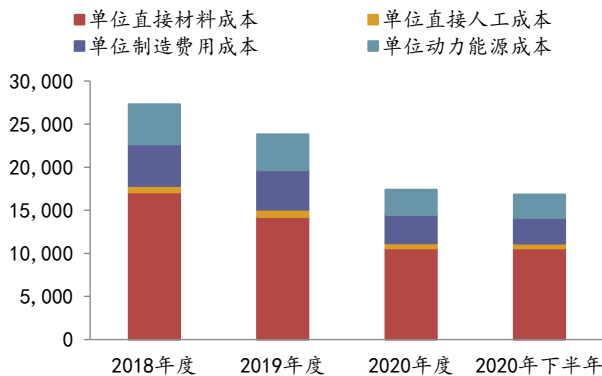
中的 DMAC 溶剂回收体系，生产的纺丝废液在四效蒸馏装置中分离水份去除杂质，蒸馏后的剂去 DMAC 储罐储存以供碳谷公司原液制备使用；3) 原材料丙烯腈单耗持续下降，采购单价相较同业具备优势。吨丙烯腈单耗从 2018 年的 1.00 吨下降至 2020 年的 0.95 吨，其中 21 年 6 月公司对聚合工段进行了大修导致 21H1 丙烯腈单耗有所上升。从采购单价来看，公司原材料丙烯腈采购单价相较同业保持约 5%-10% 的优势。

图59.吉林碳谷产品均价提升同时成本下降



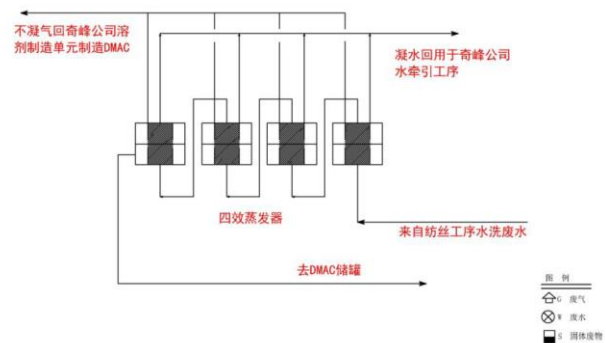
数据来源：公司招股说明书，财通证券研究所

图60.吉林碳谷单位成本持续下降（元/吨）



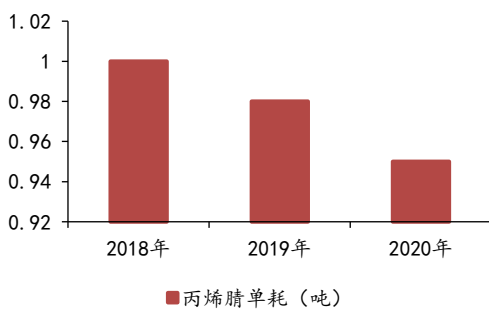
数据来源：公司招股说明书，财通证券研究所

图61.公司依托奇峰公司溶剂回收体系



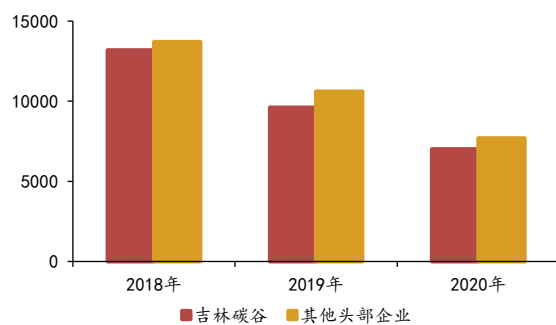
数据来源：公司公告，财通证券研究所

图62.公司丙烯腈单耗下降



数据来源：公司招股说明书，财通证券研究所

图63.公司丙烯腈采购单价具备优势（元/吨）



数据来源：吉林碳谷招股说明书，公司公告，财通证券研究所

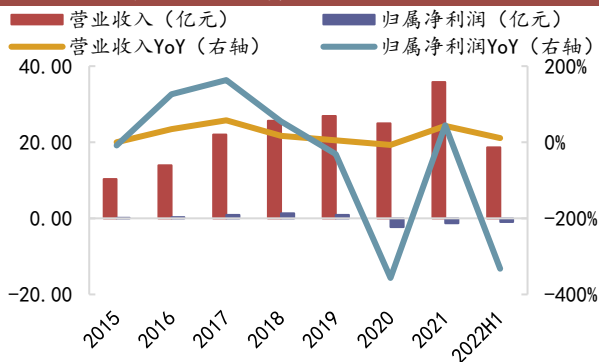
公司产能有望在行业内持续保持优势。公司预计 2022 年底产能可达 9.5 万吨，并规划在 2025 年达到 20 万吨，考虑到大丝束原丝技术突破困难、规模量产难度大，并且吉林碳谷已经规模量产多年，生产经验丰富，并且规模最大，预计未来成本优势明显，预计吉林碳谷未来可延续龙头地位。

5.4 吉林化纤：“吉林系”核心标的，深度布局碳纤维行业

公司主业为粘胶纤维，包括粘胶长丝和粘胶短纤，其中粘胶长丝公司产能 8 万吨，处于全球龙头地位；粘胶短纤产能 12 万吨，丰富公司产品类实现协同销售提高收入规模。公司在巩固传统业务的基础上，大力发展碳纤维。国产替代及降本趋势下，碳纤维行业有望迎来高速发展，支撑公司开启第二增长曲线。

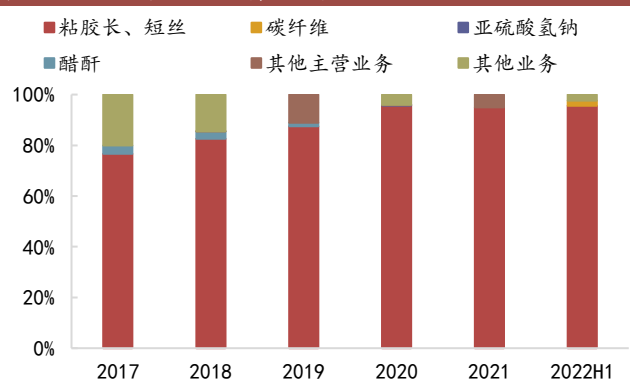
公司 2013-2021 年营收从 13.95 亿元提升至 35.8 亿元，CAGR12.5%，2020 年受疫情影响，国内外订单延后，销售收入下滑；2021 年随国内外市场好转，公司长丝、短纤销量提升，公司营收随之高增。2022 H1 实现营业收入 18.63 亿元，同比增长 10.93%，主要系报告期内全资子公司吉林凯美克筹建的年产 600 吨小丝束碳纤维生产线全部建成达产，以及粘胶纤维新产品的数量和质量不断提高进一步扩大了竞争优势。归属净利润方面，近年来公司受疫情影响严重，2022H1 原材料、化工辅料及能源价格同比上涨，综合因素最终导致利润同比下降。

图 64. 吉林化纤营收及业绩



数据来源：Wind，财通证券研究所

图 65. 吉林化纤主营业务结构



数据来源：Wind，财通证券研究所

公司入股与自建同步，大力发展碳纤维，开启二次成长曲线。

小丝束：依托子公司凯美克，加大投资扩产能。2021 年 2 月 6 日，公司发布公告拟投资超过 1.98 亿元形成年产 600 吨的小丝束产品规模，目前，公司 600 吨小丝束产能已全部达产。

大丝束：远期产能规划超万吨，成就大丝束龙头。就大丝束而言，公司参股吉林宝旌，当前具备年产 8000 吨碳纤维能力。吉林宝旌计划在 2025 年前产能达到 1.2 万吨/年，且未来随着国兴碳纤维的资产注入公司产能规模或将进一步提升。

碳纤维复材：发挥产业链优势，募投形成万吨复材产能。2021 年 11 月，公司发布了非公开发行的预案，拟募集资金建设 1.2 万吨碳纤维复材项目，继续向碳纤维产业领域进军，计划总投资 14.59 亿元，预期该项目建成达产后，将形成营业收入 15.39 亿元/年。

5.5 中简科技：军用碳纤维龙头企业，供需两旺业绩持续高增

中简科技成立以来围绕高性能碳纤维及其相关业务开展研发、生产、销售，是国内高性能碳纤维的领军企业，已获批工信部制造业“专精特新”小巨人。目前公司具备高强度 ZT7 系列、ZT8 系列、ZT9 系列（T1000/T1100 级）和高模量 ZM40J 石墨纤维工程产业化能力，其中，ZT7 系列已经批量稳定供应于我国航空航天八大型号，ZT9、M40J 能满足新一代航空航天装备高强高模减重的需求。

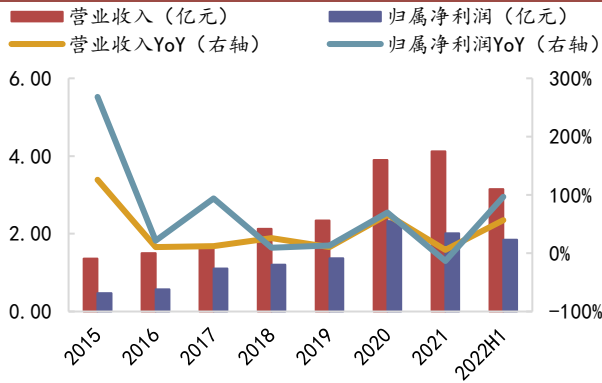
表26.公司产品与东丽相媲美

牌号	日本东丽		牌号	中简科技	
	拉伸 强度 (MPa)	拉伸 模量 (GPa)		拉伸 强度 (MPa)	拉伸 模量 (GPa)
T700S	4900	230	ZT7-3K/12K	≥4900	235~265
T800H	5490	294	ZT8-6K/12K	≥5500	290±10
T800S	5880	294	ZT9-6K/12K	≥5800	330±10
M40J	4400	377	ZM40J-6K/12K	≥4400	380±10

数据来源：公司招股说明书，财通证券研究所

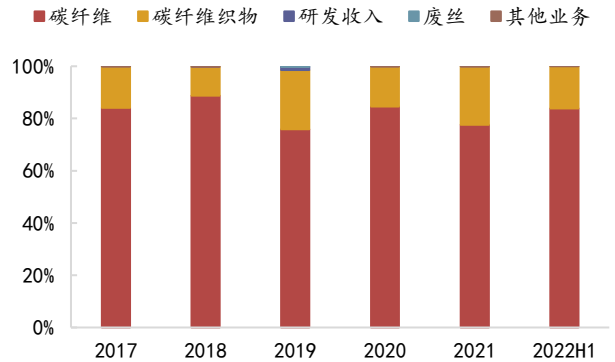
航空航天领域市场持续高景气，准入壁垒高，公司有望营收持续维持高增。航空航天领域应用产品需经过立项、方案讨论、工程研制、定型等阶段，周期相对漫长，但是型号一旦确定后不会轻易更改，公司具有强先发优势，并且公司目前竞争优势明显，公司 2017-2021 年营业收入实现 CAGR24.95%，归属净利润 CAGR16.27%，2022H1 公司实现营收同增 56.63%，归属净利润同增 96.7%，公司未来计划通过改进 ZT9 系列高强度碳纤维产品性能，攻关 M65J 级高模量石墨纤维，同时扩充高性能碳纤维产能，优先满足航空航天领域的战略需求，并拓展航空航天领域的应用场景，确保公司在高性能碳纤维领域的持续竞争优势，公司未来营收及业绩未来有望维持高增。

图66.中简科技营收及业绩



数据来源: Wind, 财通证券研究所

图67.中简科技业务结构



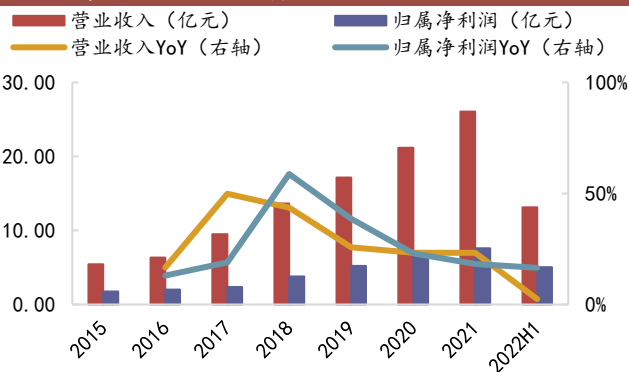
数据来源: Wind, 财通证券研究所

募投产能进展顺利, 股权激励捆绑员工利益, 公司成长动能充足。截止 2021 年 9 月底, 公司有 3K 产能 400 吨, 公司需要有效扩充中高端产品产能, 公司 2021 年 10 月发布定增公告, 计划建设年产 1,500 吨 (12K) 碳纤维生产线, 公司产能不断扩充, 技术不断迭代, 并且于 2022 年 10 月公告股权激励计划, 深度捆绑公司高管、中层及核心骨干, 公司未来增长动力强, 有望维持高市场竞争力。

5.6 光威复材: 产品覆盖领域广, 军民双领域驱动

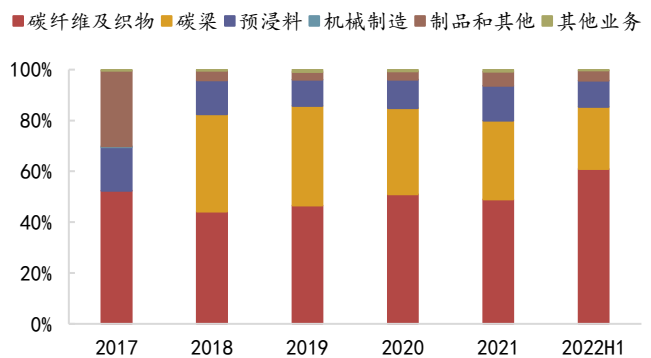
公司是国内高性能碳纤维领军企业之一。公司创办于 1992 年, 最初从事碳纤维渔具的生产销售, 历经长期积累以及技术突破, 公司目前已经具备完善的碳纤维产业链。公司于 2010 年突破 CCF700 关键技术, 2013 年突破 CCF800、CCM40J 关键技术, 并形成碳纤维全产业链条。2016 年突破 CCM50J 关键技术, 并在该年在碳纤维民品实现突破, 并且实现了风电叶片叶梁的产业化。2018 年, 公司 CCF700S 纺丝速度达到了国内最高的 500m/min。现在光威复材的碳纤维及其制品同时应用于军民两个领域, 技术在国内也是领军企业。

图68.光威复材营收及业绩



数据来源: Wind, 财通证券研究所

图69.光威复材主营业务结构



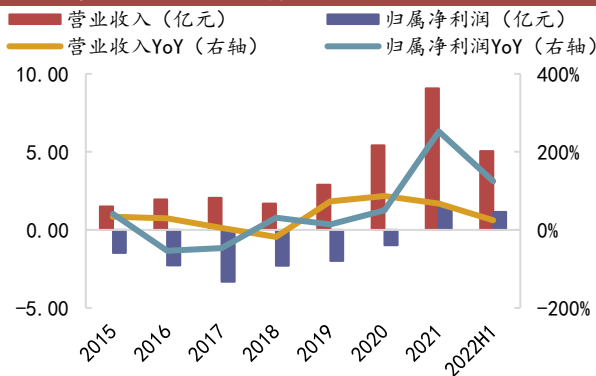
数据来源: Wind, 财通证券研究所

公司同时具有湿法及干喷湿纺两种工艺，应用覆盖范围相对更广。公司具备湿法 T300 级别、T1000 级别以及 M40J 和 M55J 级别的碳纤维生产能力，同时具有干喷湿纺以及湿法的 T700、T800 级别碳纤维生产能力，所以公司的碳纤维及制品应用领域相对别的企业更广，覆盖军民多个领域。军用领域，公司 2019 年 T800 H 级一条龙项目完成批次性能评价和相关标准公司，已经实现多个军品型号的配套。民航领域，公司前期与下游复材厂共同参与 C919 的 PCD 适航认证并顺利推进。目前，公司是国产碳纤维航空航天应用领域的核心。除此以外，公司 2014 年开始研发风电碳梁技术，2016 年通过 Vestas 的装机实验，未来风电领域的应用也能进一步打开公司的增长空间。

5.7 恒神股份：小丝束产品在多个领域实现应用

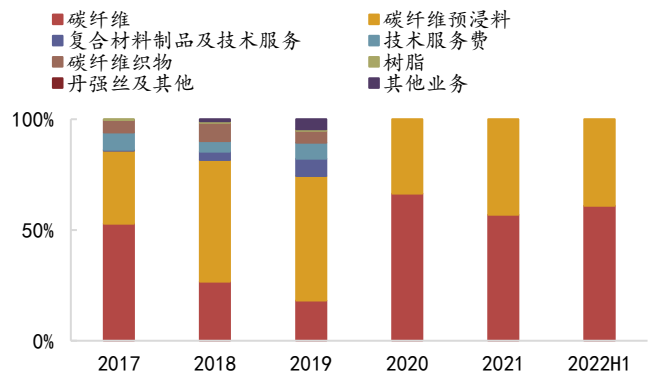
公司 2014 年以前主营业务包括丹强丝及碳纤维，自 2015 年开始，恒神股份专业从事碳纤维、碳纤维织物、预浸料及其复合材料的研发、生产、销售和技术服务，其主要产品为 T300 级碳纤维。2019 年，陕西化工集团有限公司通过认购恒神股份定向发行股份的方式成为其控股股东，于 2015 年新三板挂牌。

图70.恒神股份营收及业绩



数据来源：Wind，财通证券研究所

图71.恒神股份主营业务结构



数据来源：Wind，财通证券研究所

公司 2021 年实现营收 9.1 亿元同增 67.11%，公司各市场业务收入均实现正增长，公司积极投入到国产大飞机材料国产化验证工作中，开发的 EH918 高温中模预浸料已经完成自动化铺丝工艺验证，并完成后压力框复合材料部件交付，航空及航天市场实现了突破，T800 级研发成果转化。此外公司开发的 HF30F-12K (T700 级) 碳纤维在 2021 年迅速实现对国外同等产品的替代工作，在风电碳板、光伏坩埚材料、氢能材料等领域实现应用。

6 投资建议

国内碳纤维企业技术近年来在碳纤维品质以及生产成本两个方向持续突破，国内碳纤维已经实现国产替代，除了国内市场未来仍有国际市场可期。建议关注技术产品过硬，深度布局民用小丝束并向航天延伸的中复神鹰（生产上持续扩产，布局低电价地区西宁生产基地未来成本可进一步下探）；持续降本增效的大丝束碳纤维的核心标的吉林碳谷（国内产能有望持续保持优势的国内大丝束原丝龙头标的）和吉林化纤（国内大丝束碳化环节龙头企业）；深耕军用以及航空航天，盈利能力显著更强，并且有扩张计划的中简科技和光威复材；上游设备端也有望受益于国内扩张浪潮，建议关注精功科技。

7 风险提示

1) 下游需求释放不及预期

未来各个领域需求释放或受限于多种因素不及预期，导致产能过剩。

2) 扩产不及预期

行业内目前大家扩产积极性强，规划目标都较大，后期或有投资不能落地的可能性。

3) 行业竞争加剧价格下滑

目前碳纤维行业正处于国产替代化阶段，各企业纷纷宣布扩产计划，未来投放产能规模较大，行业内竞争加剧或导致产品价格超预期下滑。

4) 原材料和能源价格波动风险

碳纤维生产的主要原材料和能源包括丙烯腈、天然气、电力、蒸汽等。丙烯腈为石油化工产品，市场价格受国际石油价格波动影响较大。如果未来行业主要原材料和能源价格大幅上升，可能会产生不利影响。

信息披露

● 分析师承诺

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，并注册为证券分析师，具备专业胜任能力，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。本报告清晰地反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响，作者也不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

● 资质声明

财通证券股份有限公司具备中国证券监督管理委员会许可的证券投资咨询业务资格。

● 公司评级

买入：相对同期相关证券市场代表性指数涨幅大于 10%；

增持：相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在 5%~10%之间；

中性：相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在-5%~5%之间；

减持：相对同期相关证券市场代表性指数涨幅小于-5%；

无评级：由于我们无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使我们无法给出明确的投资评级。

● 行业评级

看好：相对表现优于同期相关证券市场代表性指数；

中性：相对表现与同期相关证券市场代表性指数持平；

看淡：相对表现弱于同期相关证券市场代表性指数。

● 免责声明

本报告仅供财通证券股份有限公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告的信息来源于已公开的资料，本公司不保证该等信息的准确性、完整性。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的邀请或向他人作出邀请。

本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。

本公司通过信息隔离墙对可能存在利益冲突的业务部门或关联机构之间的信息流动进行控制。因此，客户应注意，在法律许可的情况下，本公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。在法律许可的情况下，本公司的员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司不对任何人使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告仅作为客户作出投资决策和公司投资顾问为客户提供投资建议的参考。客户应当独立作出投资决策，而基于本报告作出任何投资决定或就本报告要求任何解释前应咨询所在证券机构投资顾问和服务人员的意见；

本报告的版权归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表或引用，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。