

评级：看好

核心观点

曲小溪

首席分析师

SAC 执证编号：S0110521080001

quxiaoxi@sczq.com.cn

电话：010-81152676

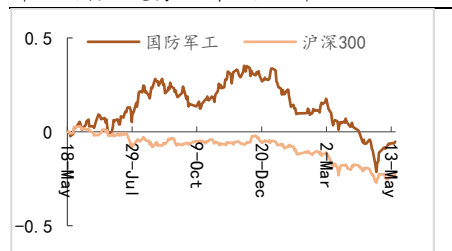
黄怡文

研究助理

huangyiwen@sczq.com.cn

电话：010-81152674

市场指数走势（最近 1 年）



资料来源：聚源数据

相关研究

- C919 首飞试验成功，国产大飞机商业化进程推进
- 军工行业一季度增长延续，航空装备板块业绩强劲
- 红外之眼、军工电子的明珠——红外探测器

- **轻质高强“黑色黄金”，军民领域应用大放异彩。**碳纤维是一种含碳量高于 90% 的无机纤维，有着轻质高强的力学性能，具备耐高温、耐腐蚀、导电导热性好等优良性质，被称为新材料之王，也被称为“黑色黄金”。聚丙烯腈（PAN）基碳纤维力学性能优良、应用领域广泛，是当今碳纤维中的主要产品，产量占全球所有碳纤维总产量的 90% 以上。
- **中国需求增速领先，国产化率逐年提升。**2021 年全球碳纤维需求量达到 11.8 万吨，2015 至 2021 年复合增速为 12.2%；中国市场同期需求量复合增速达到 23.2%。2021 年我国碳纤维需求总量为 6.24 万吨、较 2020 年增长 27.7%；其中国产碳纤维销量 2.9 万吨，国产化率达到 46.9%。预计到 2025 年，国产碳纤维比重将超过 60%；高性能碳纤维材料目标自给率超过 80%。
- **风电为应用最多领域，航空航天需求牵引高性能碳纤维发展。**2021 年全球风电碳纤维需求量为 3.3 万吨，其次是体育休闲 1.85 万吨、航空航天 1.65 万吨；航空航天碳纤维由于价格较高，全球需求金额达 11.9 亿美元、金额占比最高。中国市场 2021 年风电碳纤维需求量为 2.3 万吨、占比达 36%，其次是体育休闲 1.75 万吨，航空航天需求量为 2000 吨。波音公司对碳纤维的需求带动了 20 世纪八九十年代日本东丽公司的大发展，而美国国防发展的需求推动了赫氏公司的发展；“十四五”期间，随着我国航空装备新型号加速列装、无人机应用拓展、国产大飞机产业化推进，航空航天碳纤维需求预期将高速增长。
- **中美日运行产能超过全球 60%，中国企业在高端领域追赶突破。**2021 年我国碳纤维运行产能达到 6.3 万吨，首次超过美国、成为全球最大产能国。以美国为代表的大丝束碳纤维和以日本为代表的小丝束碳纤维为当前全球主流生产技术。作为技术密集型的军民两用关键新材料，高性能碳纤维国产自主化生产是唯一途径。我国在近几年先后突破了 T700、T800 等高性能碳纤维的千吨级产业化，产品可覆盖高强、高强中模、高模、高强高模各型，核心生产企业技术水平与产业化不断实现新发展。
- **关注航空航天领域高性能碳纤维上市核心生产商中简科技、光威复材、中复神鹰，以及航空复材龙头中航高科。**中简科技 ZT7 系列碳纤维及织物批量稳定应用于航空航天主要型号产品，千吨线投产增强供应保障能力。光威复材 T300 定型纤维系列稳定批量供货，T800H 作为下一代航空装备用主力材料，验证推进。中复神鹰产能与成本优势显著，首发募投连云港与上海临港航空航天项目，以应对国内商用航空碳纤维需求。中航高科作为我国航空碳纤维预浸料龙头，航空新材料主业成长加速。
- **风险提示：**疫情影响宏观经济、下游需求不及预期的风险；产能提升及消化不及预期的风险；军品降价导致毛利率降低的风险；新型号研制批产进度不及预期的风险。

目 录

1 碳纤维：轻质高强的“黑色黄金”	1
1.1 碳纤维不同维度的分类	1
1.2 中游环节是产业链核心	3
1.2.1 重要中间产品：碳纤维织物和预浸料	3
1.2.2 低成本大丝束发展推动民用领域应用	6
1.2.3 干喷湿纺技术速度和性能优势明显	7
1.3 航空需求牵引高性能碳纤维发展	9
2 碳纤维市场需求	10
2.1 全球市场需求稳定增长	10
2.2 中国市场近年需求提速	12
3 高端需求领域以航空航天和风电为主	15
3.1 航空航天领域	15
3.1.1 先进战机碳纤维用量提升	16
3.1.2 国产大飞机带来商用航空巨大市场	18
3.1.3 无人机发展迅速	19
3.1.4 导弹与航天应用增长	20
3.2 风电领域：中国需求占全球比重超过 60%	23
4 高性能碳纤维市场供给格局	24
4.1 日美技术领先	25
4.2 中国企业追赶与突破	27
4.2.1 政策引导与碳纤维国产化之路	28
4.2.2 高端领域研发相继取得突破	30
4.3 积极扩产加速进口替代	31
5 主要上市企业	33
5.1 中航高科：航空复材龙头	33
5.1.1 资产重组进入航空新材料赛道	33
5.1.2 聚焦主业，中航复材盈利能力不断提升	34
5.2 光威复材：国内碳纤维产业链最完整企业	36
5.2.1 系列化产品，军民品业务双轮驱动	36
5.2.2 应用领域拓展，三大板块共同推进	38
5.3 中简科技：专注航空航天，高性能碳纤维主力供应商	40
5.3.1 发源并深耕于航空航天领域	40
5.3.2 高技术壁垒带来高盈利能力	41
5.4 中复神鹰：国内干喷湿纺工艺领导者	43
5.4.1 高性能产品全覆盖，产能优势显著	43
5.4.2 下游应用广泛，业绩跨越式增长	45
6 风险提示	47

插图目录

图 1：碳纤维产业链	3
图 2：聚丙烯腈（PAN）基碳纤维生产工艺示意图	3
图 3：碳纤维织物生产流程图	4
图 4：预浸料生产流程图	4
图 5：碳纤维中游产品及对应国内供应商	5
图 6：湿法纺丝示意图	7
图 7：干法纺丝工艺过程	7
图 8：干喷湿纺工艺过程	8
图 9：日本东丽高性能碳纤维产品	9
图 10：2007-2021 年全球碳纤维市场需求及增长率	10
图 11：2021 年全球碳纤维下游需求量及比重（万吨）	11
图 12：2021 年全球碳纤维下游需求金额及比重（百万美元）	11
图 13：2020-2021 年全球碳纤维不同下游应用单价（万美元/吨）	11
图 14：2007-2021 年中国碳纤维市场需求	12
图 15：碳纤维国产化率水平	12
图 16：2020-2021 年中国碳纤维需求量来源	13
图 17：2020-2021 年中国碳纤维需求金额来源	13
图 18：2020-2021 年中国不同需求来源碳纤维单价（万美元/吨）	13
图 19：2021 年中国碳纤维下游需求量及比重（万吨）	14
图 20：2021 年全球与中国主要碳纤维下游需求领域比重	14
图 21：碳纤维主要应用领域	15
图 22：2015-2021 年全球及中国航空航天领域碳纤维需求增长情况	15
图 23：2021-2025 年全球航空航天领域碳纤维需求增长趋势	15
图 24：2021 年全球航空航天领域碳纤维分市场需求占比	16
图 25：2020-2021 年全球航空航天领域碳纤维分市场需求量（千吨）	16
图 26：碳纤维复合材料在航空产品应用比例图	17
图 27：我国战斗机中碳纤维的应用	17
图 28：全球军机数量前十国家	18
图 29：中美战斗机代际对比	18
图 30：美国“全球鹰”无人侦察机	19
图 31：我国“雷鸟”碳纤维复合材料无人机	19
图 32：2018—2023 年我国无人机产业规模及增长预测	20
图 33：碳 / 碳复合材料用于火箭发动机喷管	20
图 34：碳纤维在航天飞行器中的应用	20
图 35：2020-2021 我国火箭发射情况	22
图 36：2006—2020 年我国卫星导航与位置服务产业产值	22
图 37：风电叶片直径发展趋势	23
图 38：2015-2021 年全球及中国风电叶片碳纤维需求增长情况	23
图 39：2021-2025 年全球风电叶片碳纤维需求增长趋势	23
图 40：2015-2021 年全球及中国运行总产能（万吨）及增速	24
图 41：2021 年全球碳纤维主要生产企业的运行产能及扩产计划（千吨）	24
图 42：2021 年中国主要生产企业原丝及碳纤维运行产能（千吨）	25

图 43: PAN 基碳纤维的主要发展历程	25
图 44: 全球小丝束碳纤维的市场分布	26
图 45: 全球大丝束碳纤维的市场分布	26
图 46: 中国碳纤维发展历程	27
图 47: 我国碳纤维产业化情况	30
图 48: 中航高科公司及业务发展历程	33
图 49: 中航高科 2017-2022Q1 营收及增速	34
图 50: 中航高科 2017-2022Q1 归母净利润及增速	34
图 51: 中航高科 2017-2022Q1 毛利率与净利率	34
图 52: 中航高科 2017-2022Q1 期间费用率	34
图 53: 中航复材 2017-2021 年营收及增长率	35
图 54: 中航复材 2017-2021 年净利润及增长率	35
图 55: 中航复材 2017-2021 年净利率	35
图 56: 光威复材技术发展历程	36
图 57: 光威复材“521”发展战略	37
图 58: 光威复材 2017-2022Q1 营收及增速	38
图 59: 光威复材 2017-2022Q1 归母净利润及增速	38
图 60: 光威复材 2017-2022Q1 毛利率与净利率	38
图 61: 光威复材 2017-2022Q1 期间费用率	38
图 62: 光威复材 2018-2021 年三大板块收入（亿元）	39
图 63: 光威复材 2018-2021 年三大板块毛利率	39
图 64: 中简科技 2017-2022Q1 营收及增速	41
图 65: 中简科技 2017-2022Q1 归母净利润及增速	41
图 66: 中简科技 2017-2022Q1 毛利率与净利率	42
图 67: 中简科技 2017-2022Q1 期间费用率	42
图 68: 中复神鹰发展历程	43
图 69: 中复神鹰 2021H 下游销售量（吨）	45
图 70: 中复神鹰 2021H 下游销售收入（万元）	45
图 71: 中复神鹰 2018-2022Q1 营收及增速	45
图 72: 中复神鹰 2018-2022Q1 归母净利润及增速	45
图 73: 中复神鹰 2018-2022Q1 毛利率与净利率	46
图 74: 中复神鹰 2018-2022Q1 期间费用率	46

表格目录

表 1：不同原丝种类的碳纤维对比	1
表 2：小丝束与大丝束的性能对比	1
表 3：各形态碳纤维对比	2
表 4：高性能碳纤维分类	2
表 5：碳纤维复合材料分类	5
表 6：小丝束碳纤维和大丝束碳纤维制备过程成本对比	6
表 7：大丝束碳纤维增产项目	6
表 8：三种纺丝工艺对比	7
表 9：国内公司干喷湿纺技术及产业化水平汇总	8
表 10：国内主要企业产品与日本东丽性能对比	9
表 11：各种飞行器减重的经济效益	16
表 12：碳纤维复合材料在民机中的应用情况	19
表 13：碳纤维复合材料在民机领域的需求预测	19
表 14：各种飞行器减重的经济效益	21
表 15：国外部分固体火箭发动机壳体应用碳纤维材料的情况	21
表 16：日、美主要碳纤维材料性能	26
表 17：碳纤维相关政策梳理	28
表 18：碳纤维部分国家专项支持项目	29
表 19：国内厂商/研究机构近年来技术突破	30
表 20：碳纤维核心生产商扩产计划	31
表 21：中航高科子公司情况及主要业务	33
表 22：光威复材主要产品	37
表 23：中简科技碳纤维技术发展历程	40
表 24：中简科技主要碳纤维产品	41
表 25：中复神鹰核心技术	43
表 26：中复神鹰主要产品	44

1 碳纤维：轻质高强的“黑色黄金”

碳纤维是一种含碳量高于 90% 的无机纤维，是由有机纤维（粘胶基、沥青基、聚丙烯腈基纤维等）在 1000℃ 以上的高温环境下裂解碳化形成的。其有着“轻质高强”的力学性能，比重只有钢材的五分之一左右，但强度可达到钢材的 5~7 倍，且具备耐高温、耐腐蚀、导电导热性好等优良性质，被称为新材料之王，也被称为“黑色黄金”。

碳纤维以其高强、高模、质轻的优异性能，成为发展国防军工与国民经济的重要战略物资。不仅在航空航天等军工领域有不可替代的地位，在风电叶片、体育休闲、压力容器、建筑防护、汽车交通等领域也大放异彩。

1.1 碳纤维不同维度的分类

碳纤维可以按照原丝种类、丝束规格、形态、力学性能等不同维度进行分类。

按照原丝类型分为聚丙烯腈（PAN）基、沥青基和粘胶基，其中 PAN 基由于其力学性能优良，应用领域广泛，是当今碳纤维中的主要产品，产量占全球所有碳纤维总产量的 90% 以上，因此目前碳纤维一般指 PAN 基碳纤维。后续内容中涉及碳纤维若无特殊说明，均指 PAN 基碳纤维。

表 1：不同原丝种类的碳纤维对比

分类	优势	劣势	应用现状
聚丙烯腈（PAN）基	成品品质优异，工艺较简单		已经成为碳纤维主流
沥青基	原料来源丰富，碳化收率高	原料调制复杂，产品性能较低	目前规模较小
粘胶基	高耐温性	碳化收率低，技术难度大，设备复杂，成本高	主要用于耐烧蚀材料及隔热材料

资料来源：光威复材招股说明书，首创证券

按丝束规格可以分为 24K 以下的宇航级小丝束碳纤维（1K 的含义为一条碳纤维丝束含 1000 根单丝）和 48K 以上的工业级大丝束碳纤维。目前小丝束碳纤维主要由日本和韩国提供。而大丝束碳纤维主要生产国是美国、德国与日本，产量大约是小丝束碳纤维的 33% 左右，最大支数发展到 480K。

表 2：小丝束与大丝束的性能对比

	丝束规格	拉伸强度	拉伸模量	应用领域	主要供应商
小丝束	1~24K	3500~7000MPa	230~680GPa	航空航天	日本东丽、日本东邦、日本三菱
大丝束	≥48K	3500~5000MPa	230~290GPa	汽车、风电叶片、能源建筑、体育用品	美国卓尔泰克、德国西格里、日本东丽

资料来源：《国产聚丙烯腈基大丝束碳纤维发展现状与分析》，首创证券

按形态可分为长丝、短纤维和短切纤维。长丝应用在工业结构件和宇航结构件中，短纤维主要应用在建筑行业，如短碳纤维石墨低频电磁屏蔽混凝土、工业用碳纤维毡等，短切纤维主要与各类基体塑料混合做成改性碳纤维工程塑料，再销售给注塑机厂制造成零部件。

表 3：各形态碳纤维对比

形态	纤维保留长度 (mm)	主要应用领域
长丝	1~25	工业结构件和宇航结构件
短纤维	<1	建筑行业
短切碳纤维	1~9	碳纤维工程塑料

资料来源：《短切碳纤维增强热塑性复合材料性能影响因素》，首创证券

按力学性能分为通用型和高性能型，通用型强度为 1000MPa、模量为 100GPa 左右，高性能型碳纤维又分为高强型（强度 2000MPa、模量 250GPa）和高模型（模量 300GPa 以上），强度大于 4000MPa 的又称为超高强型；模量大于 450GPa 的称为超高模型。

表 4：高性能碳纤维分类

力学性能分类及表示		拉伸强度分类及表示		拉伸弹性模量分类及表示	
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	3500~<4500	35	220~<260	22
		4500~<5500	45		
		4500~<5000	45		
高强中模型	QZ	5000~<5500	50	260~<350	26
		5500~<6000	55		
		6000~<6500	60		
		6500~<7000	65		
		7000~<7500	70		
高模型	GM	3000~<3500	30	350~<400	35
		5500~<7000	55	350~<400	35
高强高模型	QM	4000~<5500	40	350~<400	35
				400~<450	40
				450~<500	45
				500~<550	50
		3500~<4000	35	550~<600	55
				600~<650	60
				650~<700	65

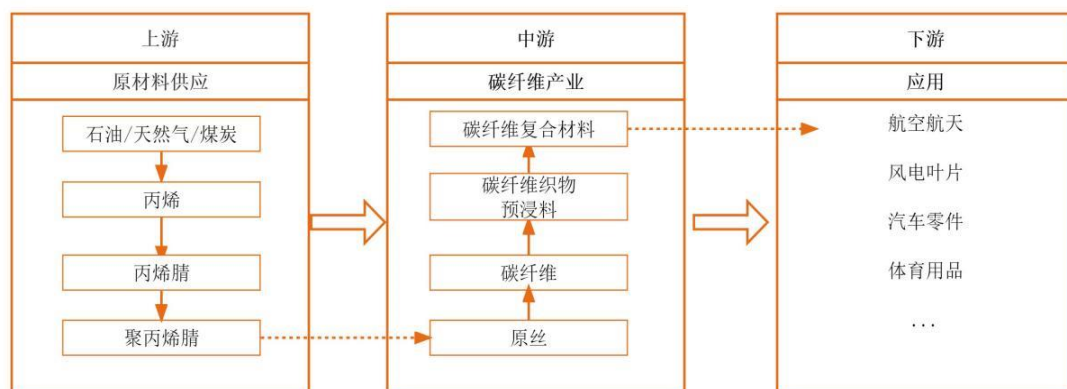
资料来源：《聚丙烯腈基碳纤维国家标准 GB/T26752-2020》，首创证券

1.2 中游环节是产业链核心

碳纤维生产流程长，工艺、技术和资金壁较高，完整的碳纤维产业链包含从一次能源到终端应用的完整制造过程。

上游主要为化工原材料供应环节，从石油、煤炭、天然气等经过提炼、氨化等一系列流程后得到丙烯腈。中游为产业核心，由聚丙烯腈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；并可制成碳纤维织物和碳纤维预浸料，作为生产碳纤维复合材料的原材料。碳纤维经与树脂、陶瓷等材料结合，形成碳纤维复合材料，最后由各种成型工艺得到下游各领域需要的最终产品。

图 1：碳纤维产业链



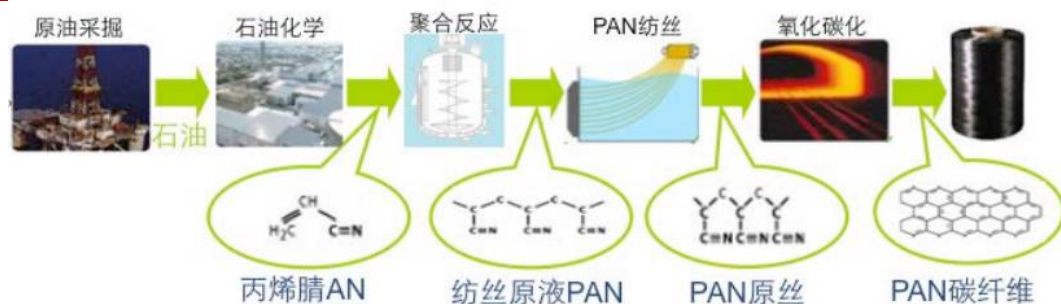
资料来源：中简科技招股说明书，首创证券

碳纤维产业链的核心是中游各环节，从原丝到碳纤维复合材料涉及到的工艺流程长，设备及生产线复杂，产品种类广泛，是典型的资本密集型和技术密集型行业。产业链中游涉及到的产品形式主要有碳纤维、碳纤维织物、碳纤维预浸料和碳纤维复合材料制品四大类。

1.2.1 重要中间产品：碳纤维织物和预浸料

聚丙烯腈（PAN）基碳纤维由于生产工艺相对简单，产品力学性能优异，为碳纤维主流，占市场份额的 90% 以上。

图 2：聚丙烯腈（PAN）基碳纤维生产工艺示意图

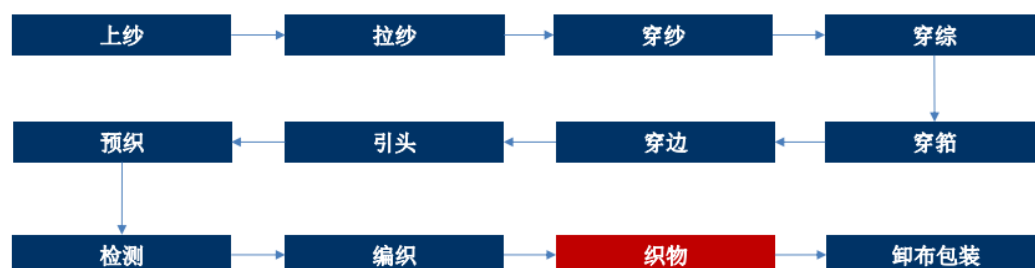


资料来源：中简科技招股说明书，首创证券

聚丙烯腈（PAN）基碳纤维的生产主要分为两步，第一步是聚丙烯腈通过聚合、纺丝形成碳纤维原丝，第二步是原丝经过整理后，送入氧化炉制得预氧化纤维（俗称预氧丝），预氧丝进入碳化炉制得碳纤维，碳纤维经表面处理、上浆即可得到碳纤维产品。全过程流程长，工序多，技术和生产壁垒非常高。

碳纤维织物是碳纤维重要的应用形式。碳纤维织物是通过连续碳纤维的相互交叉、绕结等构成的片状材料，按生产工艺的不同又分为碳纤维机织物、碳纤维针织物、碳纤维毡和碳纤维异型织造织物，国内主要以碳纤维机织物为主。国内供应碳纤维织物的企业主要有光威复材和中简科技。

图 3：碳纤维织物生产流程图

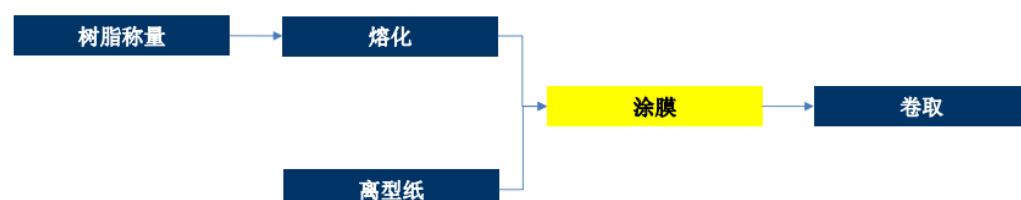


资料来源：光威复材招股说明书，首创证券

预浸料是原材料和最终复合材料制品之间的一种中间产品。它的制造方法主要是将碳纤维按照一个方向一致排列，并将碳纤维或布料经树脂浸泡使其转化成片状，包括单向预浸料（无纬布）、双向预浸料（带、布）、束丝预浸料，是热压罐、模压、袋压、卷制等工艺中极其重要的中间材料，用于压力容器、航空航天、轨道交通、汽车轮船、体育器材、医疗器械等领域。国内提供预浸料的上市公司主要有光威复材和中航高科。

图 4：预浸料生产流程图

涂膜



预浸



资料来源：光威复材招股说明书，首创证券

碳纤维复合材料主要是以碳纤维为增强材料，以树脂等作为基体材料，经过复合制成的结构或功能材料。目前碳纤维复合材料以树脂基复合材料（CFRP）为主，占全部碳纤维复合材料市场份额的 90% 以上。碳碳复合材料也是碳纤维复合材料家族的重要一员，其以极强的耐温性广泛应用于光伏热场部件和航天部件等领域，近年来随着光伏行业的迅猛发展，带动碳碳复材的需求激增；2021 年国内碳碳复材收入约 74 亿，成为国内第三大应用市场。


表 5：碳纤维复合材料分类

分类	子分类	特点	应用领域
树脂基复合材料（CFRP）	热固性树脂（TS）	强度、刚度高；酚醛树脂基耐热性好	宇宙飞行器外表面防热层及火箭喷嘴、航空航天结构材料、钓鱼竿、建筑补强等
	热塑性树脂（TP）	耐湿热、强韧、优良的成型加工性	
碳/碳复合材料（C/C）	由碳纤维及其制品（碳布等）增强的复合材料	低密度、耐烧蚀、抗热震、高导热、低膨胀、摩擦磨损性能优异	导弹弹头、固体火箭发动机喷管、航天飞机、飞机刹车盘、人工骨骼等
金属基复合材料（CFRM）	钢、铝、镍、铜	高比强度、高比模量、优异的疲劳强度	宇航结构材料、汽车、铁道、机械等
陶瓷基复合材料（CFRC）		改善韧性、提高机械冲击/热冲击性	发动机高温部件等
橡胶基复合材料（CFRR）		改善热疲劳性、提高使用寿命	管材、耐磨衬轮、特殊密封件等

资料来源：光威复材招股说明书，首创证券

我国从 20 世纪 60 年代开始研发聚丙烯腈基碳纤维。到目前为止，我国已经建立起了自己的碳纤维技术体系和较完整的碳纤维产业，涉及 10 多家企业和科研院所。产业链主要的上市公司有中简科技、中复神鹰、中航高科以及光威复材。

图 5：碳纤维中游产品及对应国内供应商

原丝	碳纤维	碳纤维织物	预浸料	碳纤维复合材料
				
中简科技				
中复神鹰				
			中航高科	
光威复材				

资料来源：公司公告整理，首创证券

1.2.2 低成本大丝束发展推动民用领域应用

碳纤维按丝束大小分类可分为小丝束和大丝束,小丝束一般指丝束规格为 1~24K 的碳纤维,大丝束一般指丝束规格 $\geq 48K$ 的。小丝束力学性能优异,主要应用于航空航天领域;大丝束主要用于能源、交通运输、纺织等工业领域。

表 6: 小丝束碳纤维和大丝束碳纤维制备过程成本对比

参数	大丝束碳纤维 ($\geq 48K$)	小丝束碳纤维 (1~24K)	小丝束成本高的原因
聚合组分	纯度要求一般, $< 92\%AN$, MA 等	纯度要求高, $> 92\%AN$, MA (IA 等)	提纯成本增加
原丝纯度	允许一定杂质	严格控制杂质含量	纺丝速度慢
原丝性能	重均分子量适中	高重均分子量且分子量分布窄	聚合、纺丝成本增加
氧化过程	AN 含量少使得氧化快、需控制放热集中	高 AN 含量致使氧化慢	长时高能耗致使成本增加
碳化工艺	碳化温度相对较低	有时需要较高温度	能耗高
产品认证	相对简单	非常关键、过程复杂	周期长、认证昂贵

资料来源:《国产聚丙烯腈基大丝束碳纤维发展现状与分析》, 首创证券

相较小丝束,大丝束具有低成本和生产率高的优势。大丝束采用低价的民用 PAN 丝作为原丝,其性能与制造小丝束碳纤维的特种原丝相差无几,但价格只是制备小丝束碳纤维原丝的四分之一;而通常原丝价格约占碳纤维制备成本的 60%,因此,大丝束碳纤维的价格只有小丝束碳纤维的 50%~60%。

20 世纪 80 年代到 90 年代,休闲体育用品几乎全部由小丝束碳纤维制成。但自 20 世纪 90 年代中期以来,大丝束碳纤维以较低的价格逐渐取代小丝束碳纤维,成为制备休闲体育用品的主要增强材料之一。并且随着汽车工业、风机叶片等相关行业的发展,大丝束的需求量也快速增长,2019 年大丝束碳纤维市场份额为 42.2%、2020 年达到 45.2%。

由于其低成本、高性价比、应用广的特点,大丝束碳纤维具有广阔的市场空间和发展潜力。国内企业也都在积极规划建设大丝束碳纤维扩产项目,未来 3~5 年将会是低成本大丝束发展的黄金时期。

表 7: 大丝束碳纤维增产项目

	扩产项目	新增大丝束碳纤维产能	预计达产时间
光威复材	内蒙古光威低成本碳纤维项目规划产能 1 万吨	10000 吨	2022 年投产 4000 吨
上海石化	12000 吨大丝束碳纤维项目	12000 吨	预计 2022 年实现 6000 吨产能,2024 年全面完成
新创碳谷	大丝束碳纤维及结构件项目	19000 吨	2022 年

资料来源:赛奥碳纤维, 首创证券

1.2.3 干喷湿纺技术速度和性能优势明显

原丝制备工艺为碳纤维的核心技术，一般质量稳定的合格原丝，用 2.2kg 左右的原丝可生产出 1kg 碳纤维，而质量差的原丝，则需要 2.5kg 甚至更高，这就加大了生产成本。在碳纤维生产中原丝要占总成本的 50%~65%，所以原丝质量的好坏直接决定了碳纤维产品的质量、产量、生产成本和市场竞争能力。

原丝生产工艺有湿法纺丝、干法纺丝和干喷湿纺三种，目前应用较多的是湿纺和干喷湿纺。

表 8：三种纺丝工艺对比

	湿法纺丝	干法纺丝	干喷湿纺
纺速	纺丝纺速速度慢，一般 80 米/分左右	纺丝速度一般，200~500 米/分	纺丝纺速速度快，一般 600 米/分
纤维质量	纤维表面有沟槽，体密度一般	耐氯性较差	纤维表面光亮平滑，纤维致密，密度较高
生产成本	较高	居中	较低

资料来源：公开资料整理，首创证券

湿法纺丝是 PAN 基碳纤维生产中应用最早和最广泛的一种。这种纺丝方法是喷丝板浸入在溶液中，纺丝细流由于浓度差异、产生由表及里的剧烈凝固过程。但是由于外层与内层扩散的剧烈程度不同，开始扩散的时间存在差异，通常会使得纤维内部和表层结构差异性比较大，表皮结构致密、芯层结构松散，化学结构杂乱。这些缺陷会遗传给碳纤维，且速度受溶剂和凝固剂双扩散速度和凝固浴的流体阻力等限制较低，工艺流程复杂，生产成本较高。

干法纺丝和湿法纺丝一样，都是溶液纺丝中的一种。若成纤高聚物可以找到一种沸点较低、溶解性能又好的溶剂制成纺丝液，此时可以将纺丝溶液从微细的小孔吐出，进入加热的气体中；纺丝液中的溶剂挥发，高聚物丝条逐渐凝固，经拉伸定型洗涤干燥等后处理过程便可得到成品纤维。干法纺丝可以进行连续生产，且纺丝速度高、产量大、对环境污染少，并且纤维质量及耐化学性和染色性能比湿纺纤维好。缺点在于生产的纤维耐氯性较差、工艺技术难度较大，生产成本比干湿法高，比湿法低。

图 6：湿法纺丝示意图

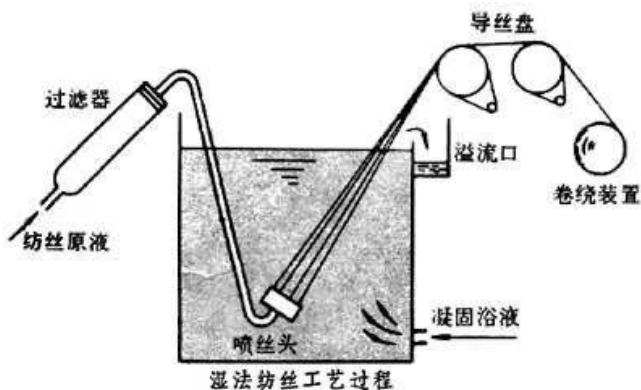
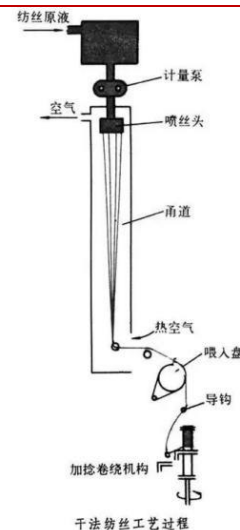


图 7：干法纺丝工艺过程

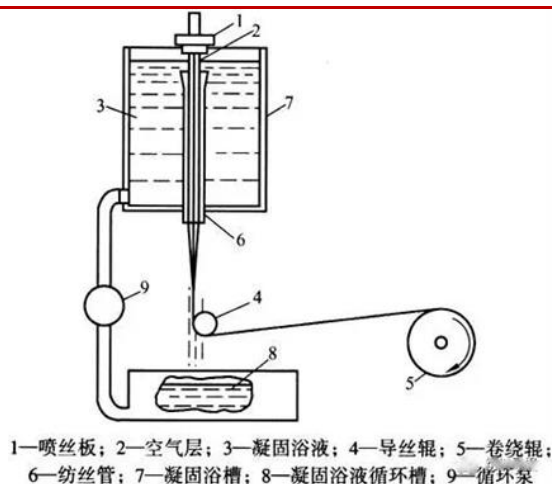


资料来源：《干湿法与湿法 PAN 基碳纤维制备过程中纤维结构性能的差异性研究》，首创证券

资料来源：赛奥碳纤维，首创证券

干喷湿纺工艺有效结合了干法和湿法，将成纤高聚物溶解在某种溶剂中制备成具有适宜浓度的纺丝溶液，再将该纺丝溶液从微细的小孔吐出。首先经过一段很短的空气夹层，在此处由于丝条所受阻力较小，处于液晶态的高分子有利于在高倍拉伸条件下高度取向；而后丝条再进入低温的凝固浴完成固化成型，并使液晶大分子处于高度有序的冻结液晶态，制得的成品纤维，具有高强度、高模量的力学性能。干喷湿纺在纺丝速度和原丝性能方面均具有明显优势，具有生产效率高、碳纤维品质好、生产成本低等优点。目前国际高端牌号碳纤维主要采用干喷湿纺技术，如 T700、T800、T1000。

图 8：干喷湿纺工艺过程



资料来源：光威复材招股说明书，首创证券

国际上日本东丽和美国赫氏率先实现了干喷湿纺工艺的突破，纺丝速度高达 600~1200 米/分。我国干喷湿纺工艺由中复神鹰于 2013 年突破，使纺丝速度达到每分钟 400 米/分以上，是传统湿法纺丝的 5 倍。但由于干喷湿纺工艺技术难度较大，仅有少量企业掌握该生产技术并形成成熟的碳纤维产品，目前国内大部分碳纤维制造企业仍以湿法纺丝工艺为主。

表 9：国内公司干喷湿纺技术及产业化水平汇总

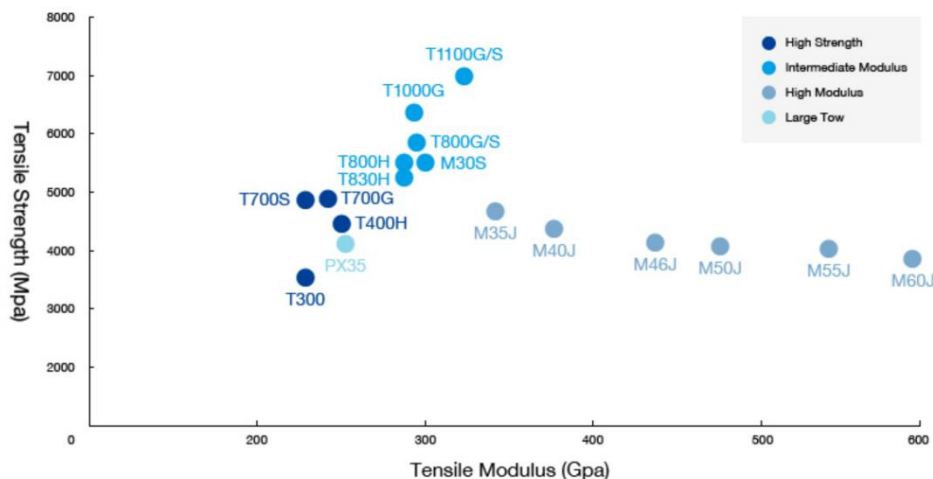
公司	干喷湿纺技术水平及对应产业化水平的对比
中复神鹰	在国内率先实现了千吨级干喷湿纺关键技术突破，建成了国内首条千吨级干喷湿纺碳纤维产业化生产线，已实现成熟的干喷湿纺碳纤维工业化生产，产品覆盖 T700、T800、T1000、M30、M35、M40 等级别，现对外销售碳纤维均为干喷湿纺产品。
光威复材	2020 年实现了干喷湿纺原丝线全纺位高速运行，对外销售干喷湿纺碳纤维产品主要为 T700 级别。
中简科技	目前规模化生产产品为 ZT7 系列湿法产品，曾受让取得山西煤化所“干喷湿纺高性能 CCF-3 制备技术”。
恒神股份	已掌握碳纤维原丝干喷湿纺产业化技术，建成年产量达 2200 吨的干喷纺原丝生产线，目前对外销售产品大部分为湿法产品。

资料来源：中复神鹰招股说明书，首创证券

1.3 航空需求牵引高性能碳纤维发展

拉伸强度和拉伸模量是衡量碳纤维性能最主要的两大指标。2011 年我国《聚丙烯腈基碳纤维》标准正式发布实施，对标日本东丽产品性能将高性能碳纤维按拉伸模量和强度分为高强型（GQ）、高强中模型（QZ）、高模型（GM）、高强高模型（QM）四种类型。

图 9：日本东丽高性能碳纤维产品



资料来源：日本东丽官网，首创证券

在航空需求的牵引下，国产碳纤维高性能化技术不断研发成功，已进入有序化发展阶段。目前国内碳纤维企业已实现了国产 T300 级和 T700 级碳纤维规模化生产与稳定供应，性能均已达到甚至高于国际水平，例如光威复材的 GQ3522（T300 级）、中简科技的 ZT7 系列（高于 T700 级）均为国内航空航天领域稳定供货产品。还实现了 T800 级、M40J 级碳纤维的工程化生产，T1000 级、T1100 级、M55J 级高性能碳纤维也已经突破关键制备技术，批量化生产与应用指日可待。

表 10：国内主要企业产品与日本东丽性能对比

类别	日本东丽			中复神鹰			光威复材			中简科技		
	牌号	拉伸强度 (MPa)	拉伸模量 (GPa)	牌号	拉伸强度 (MPa)	拉伸模量 (GPa)	牌号	拉伸强度 (MPa)	拉伸模量 (GPa)	牌号	拉伸强度 (MPa)	拉伸模量 (GPa)
T300级	T300	3530	230				TZ300	3530	230			
T700级				SYT45	4000	230						
				SYT45S	4500	230						
				SYT49	4700	230						
T800级	T700S	4900	230	SYT49S	4900	230	TZ700S	4900	230	ZT7	≥4900	235~265
							TZ700G	4900	255			
	T800S	5880	294				TZ800H	5490	294	ZT8	≥5,500	290±10
T1000级							TZ800S	5880	294	ZT9	≥5,800	330±10
				SYT55S	5900	295						
	T1000G	6370	294				TZ1000G	6370	294			
高强高模				SYT65	6400	295						
	M35J	4510、4700	343	SYM35	4900	340						
	M40J	4400	377	SYM40	4700	375	TZ40J	4410	377	ZM40J	≥4,400	380±10

资料来源：中复神鹰招股说明书，首创证券

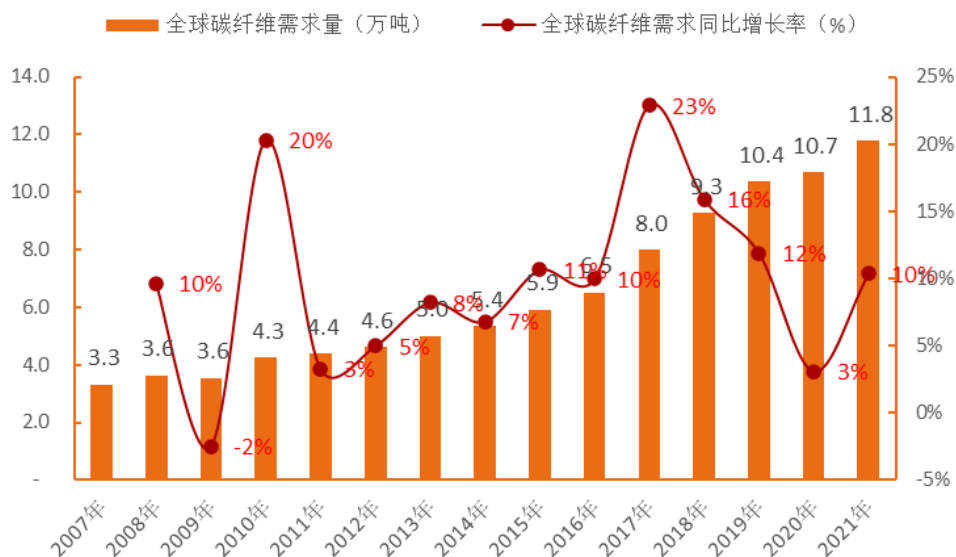
2 碳纤维市场需求

碳纤维具有目前其他任何材料无可比拟的综合性能，被广泛应用于国防工业以及高性能民用领域，涉及航空航天、海洋工程、新能源装备、工程机械、交通设施等行业，是一种国家亟需、应用前景广阔的战略新材料。

2.1 全球市场需求稳定增长

全球碳纤维需求稳步增长。2020 年全球碳纤维需求在疫情影响仍然突破 10 万吨级，达到 10.69 万吨，同比增长 3%；2021 年又同比增长 10.4%、需求达 11.8 万吨。从 2015 年至 2021 年，全球碳纤维需求量 CAGR 为 12.2%。

图 10：2007-2021 年全球碳纤维市场需求及增长率



资料来源：《2021 全球碳纤维复合材料市场报告》，首创证券

全球市场看，2021 年碳纤维需求前三领域依次为风电叶片、航空航天和体育休闲，三者总计占比 57.7%。其中，风电叶片需求量为 3.3 万吨、占比 28%，占比较 2020 年下降 0.6 个百分点；风电叶片被普遍认为是碳纤维最重要的增长市场，特别是制造超大型风电机组所需叶片，必须使用质量轻、强度高、刚性好的碳纤维。体育市场对比 2020 年有强劲的增长、增幅高达 20%，回到了全球第二大市场地位。第三为航空航天，需求量与 2020 年持平、均为 1.65 万吨，占比 15%、较 2020 年下降 1.4%，主要是因为民航业受疫情冲击影响较大。

从需求金额来看，2021 年全球碳纤维的销售金额为 34 亿美元，同比 2020 年的 26.15 亿美元增长了 30%；一方面需求量增长 10.4%，另一方面由于供不应求、碳纤维总体价格上涨 20% 左右。其中，航空航天领域需求金额连续居于首位，2021 年销售金额高达 11.88 亿美元、占全球碳纤维销售金额的 34.9%，该领域碳纤维价格约为其他领域均价的 3 倍。金额占比第二和第三的分别为风电叶片和体育休闲领域。

图 11：2021 年全球碳纤维下游需求量及比重（万吨）

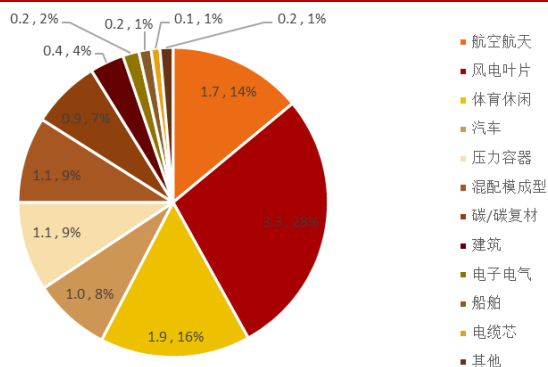
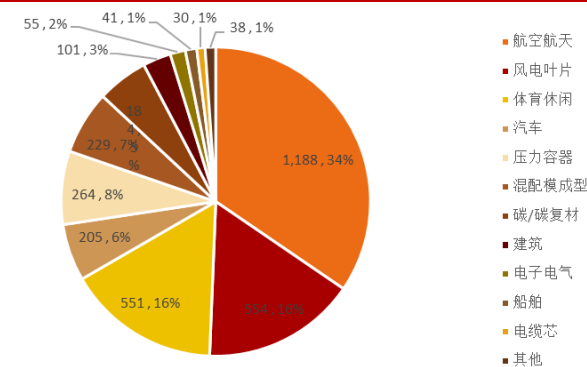


图 12：2021 年全球碳纤维下游需求金额及比重（百万美元）

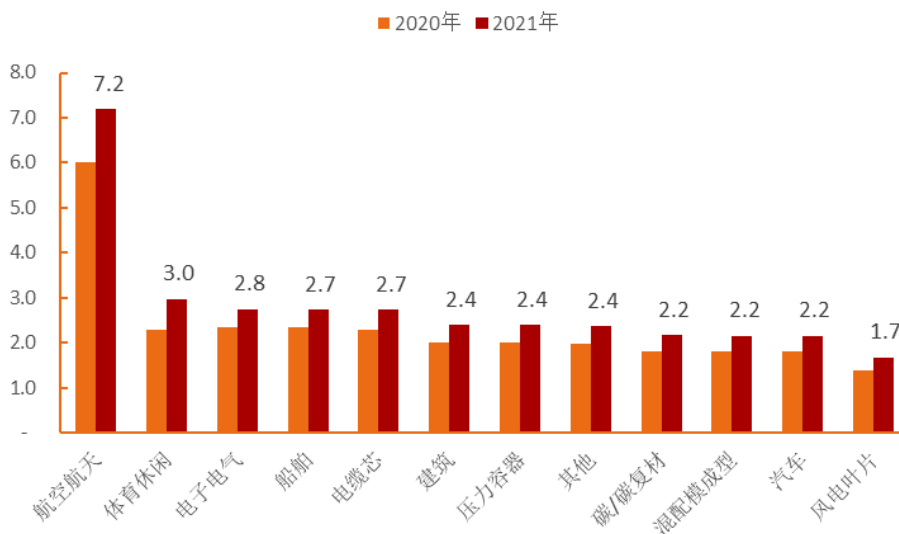


资料来源：《2021 全球碳纤维复合材料市场报告》，首创证券

资料来源：《2021 全球碳纤维复合材料市场报告》，首创证券

2021 年由于整个碳纤维市场的紧缺，价格行情在 2020 年基础上持续走高，均价总体上涨 20% 左右。细分来看，除航空航天领域外，碳纤维的单价相差不大、基本在 2.5 万美元/吨上下浮动。航空航天领域价格高达 7.2 万美元/吨，这与航空航天领域整体较高的技术壁垒以及旺盛增长的需求有关。

图 13：2020-2021 年全球碳纤维不同下游应用单价（万美元/吨）

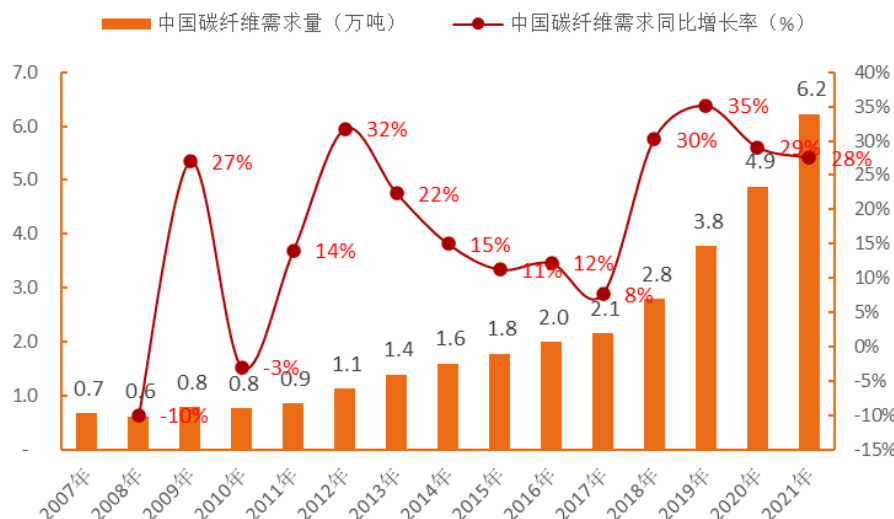


资料来源：《2021 全球碳纤维复合材料市场报告》，首创证券

2.2 中国市场近年需求提速

2006~2011 我国碳纤维的需求量呈波动状态，主要原因是在全球碳纤维供应不足的情况下，美国、日本对中国实行出口限制，导致中国碳纤维需求长期被抑制。尤其是 2008 年和 2010 年，国内碳纤维市场的需求量甚至出现负增长。2011 年开始，国内碳纤维需求量快速增长，并在 2018 年以来保持 25% 以上增速，2015~2021 年国内碳纤维需求量 CAGR 达 23.2%。

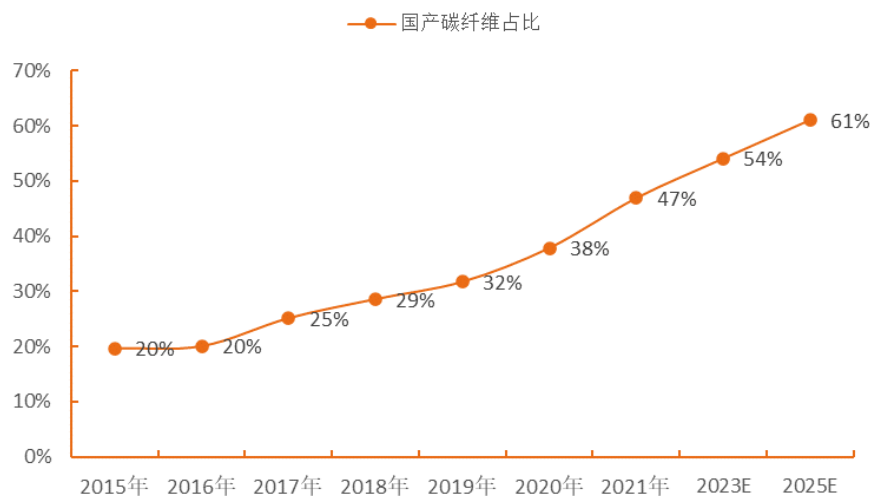
图 14：2007-2021 年中国碳纤维市场需求



资料来源：《2021 全球碳纤维复合材料市场报告》，首创证券

2021 年，我国碳纤维需求为 6.24 万吨，较 2020 年增长 27.7%，远超同期全球市场 10.4% 的增幅。一方面因为全球风电叶片对碳纤维需求大幅增长，国际风电叶片代工由欧洲转向国内，带来国内该领域的碳纤维需求激增；另一方面，国内民航领域的需求占比远小于全球民航领域需求占比，因此受疫情负面影响相对较小。

图 15：碳纤维国产化率水平



资料来源：《2021 全球碳纤维复合材料市场报告》，首创证券

长期以来，国内碳纤维市场中进口碳纤维的供给量远超国产碳纤维，2009 年国产率仅有 12.7%；但随着我国碳纤维技术升级和产业化发展，国产碳纤维已逐渐打破了日本、

美国长期对我国的技术封锁和市场垄断。2021 年国产碳纤维销量为 2.9 万吨，相比 2020 年的 1.85 万吨增长 58.1%；连续多年超 30% 的增长率，说明国产碳纤维的巨大进步。2021 年国产化比率已达 46.9%，较 2020 年提升 9.1 个百分点。赛奥碳纤维之前预计 2025 年国产能超过进口，现在基本可以确认 2022 年就会提前完成。

从碳纤维供应来看，日本和韩国仍为我国主要碳纤维进口地区。2021 年，我国从日本、中国台湾、美国、墨西哥等地区的碳纤维进口量均有不同程度的降低，尤其日本与韩国，进口量占比从 2020 年的 15% 降至 11%；除了日本对中国碳纤维出口管制的原因，碳纤维国产化步伐的加快也是关键的因素。由于国内进口小丝束主要供应商为日本东丽和韩国晓星，2020 年 8 月日本开始限制出口，韩国进口量增长较大，占比从 2020 年的 5% 增长至 8.5%。

2021 年，由于整个碳纤维市场的供不应求，价格行情在 2020 年基础上持续走高；进口碳纤维及其制品数量同比仅增加了 9.2%，而金额增加了 26%。国产碳纤维也呈现相同情况，数量同比增加 58.1%，但金额同比增加了 105.5%。

图 16：2020-2021 年中国碳纤维需求量来源

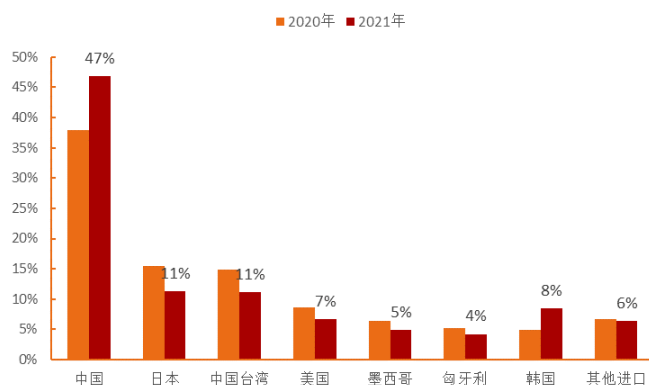
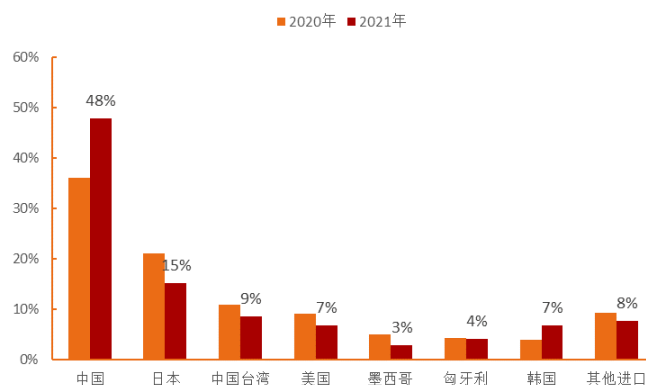


图 17：2020-2021 年中国碳纤维需求金额来源

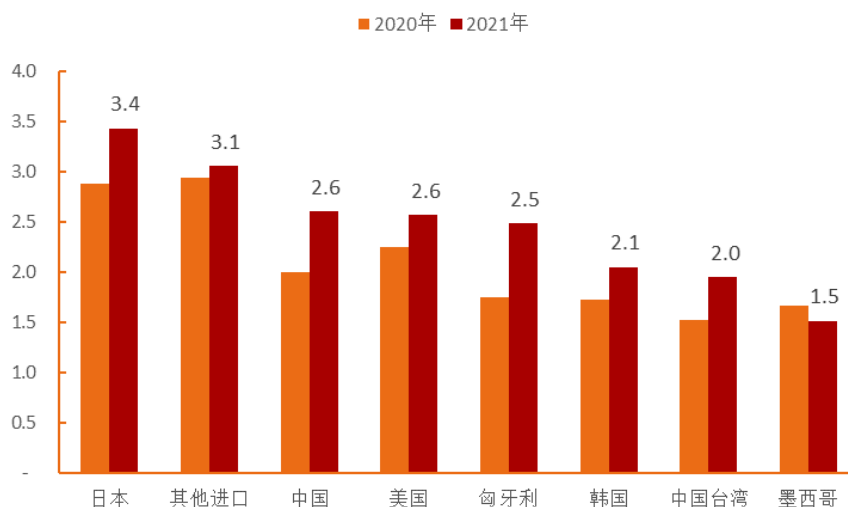


资料来源：《2021 全球碳纤维复合材料市场报告》，首创证券

资料来源：《2021 全球碳纤维复合材料市场报告》，首创证券

从碳纤维单价来看，日本的碳纤维进口价格最高，3.4 万美元/吨，主要由于从日本进口的碳纤维主要是应用于航空航天领域的高端碳纤维，且以小丝束产品为主；美国、墨西哥、匈牙利则主要提供大丝束产品。

图 18：2020-2021 年中国不同需求来源碳纤维单价（万美元/吨）



资料来源：《2021 全球碳纤维复合材料市场报告》，首创证券

与国际需求结构不同的是，国内碳纤维需求主要集中在风电叶片和体育休闲领域，在航空航天领域应用占比较低，2021 年仅为 3.2%。碳/碳复合材料需求占比较 2020 年提升 5.1 个百分点，碳/碳复合材料主要应用于光伏领域，航天部件也是其重要应用场景，如火箭发动机喷管及其喉衬等。未来随着国内碳纤维技术的提升以及我国航空航天的发展，碳纤维及其复合材料的需求存在进一步增长的空间。

图 19：2021 年中国碳纤维下游需求量及比重（万吨）

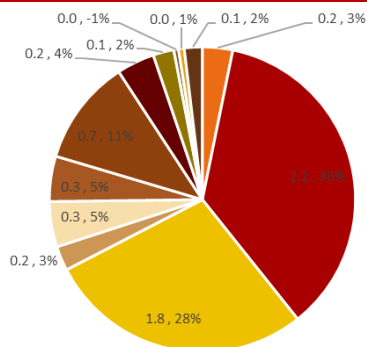
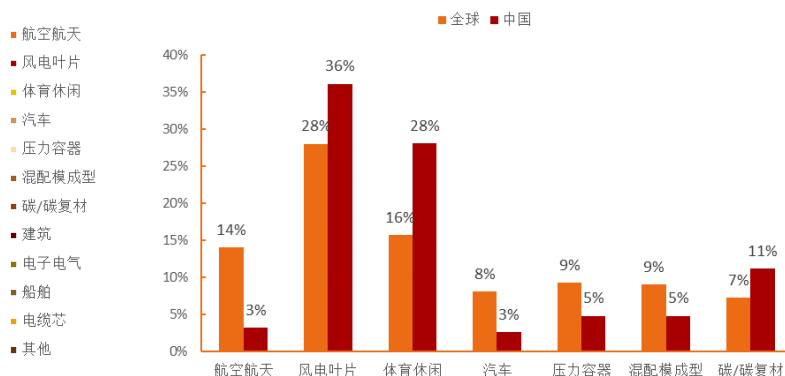


图 20：2021 年全球与中国主要碳纤维下游需求领域比重



资料来源：《2021 全球碳纤维复合材料市场报告》，首创证券

资料来源：《2021 全球碳纤维复合材料市场报告》，首创证券

随着国际风电主机厂将碳纤维拉挤板代工由欧洲转向国内，风电叶片成为国内第一大碳纤维应用领域。2021 年国内风电叶片领域碳纤维需求量为 2.25 万吨、同比增长 12.5%；但由于国内整体需求增长幅度较大，风电叶片需求占比 36.1%，较 2020 年下降 4.8 个百分点。风电叶片市场需求以国外风电主机应用为主，国内主机用量相对较少，使用产品主要以国内外 T300 级 24K、48K、50K 等产品为主。近年来风电叶片对碳纤维需求量的高速增长为国内碳纤维企业带来了快速发展机遇。

体育休闲用品市场保持较高份额，全球近 90% 的碳纤维体育器材加工是在国内完成，2021 年国内体育用品领域碳纤维需求量为 1.75 万吨，占国内需求总量的 28.1%、占比较 2020 年下降 1.9 个百分点。体育休闲领域产品类别广泛，对碳纤维的需求呈现高低端并存的局面，主要以 T300 级、T700 级为主，包括少量的 T800 级和高模量产品，规格以 3K、12K 为主。

3 高端需求领域以航空航天和风电为主

碳纤维很少直接应用，大多是经过深加工制成中间产物或复合材料使用。碳纤维以其质轻、高强度、高模量、耐高低温和耐腐蚀等特点最早应用于航天及国防领域，如大型飞机、军用飞机、无人机及导弹、火箭、人造卫星和雷达罩等，且航空航天领域用碳纤维的性能等级相对而言是最高的。近些年，随着风电行业的迅猛发展，大叶风电叶片对碳纤维的需求激增，形成了航空航天驱动与风电用驱动的双引擎驱动模式。

图 21：碳纤维主要应用领域

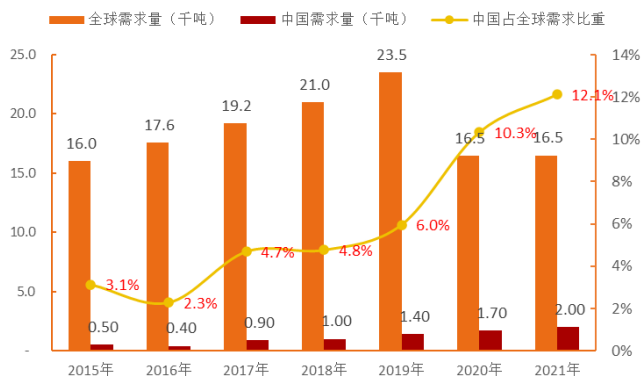


资料来源：中简科技招股说明书，首创证券

3.1 航空航天领域

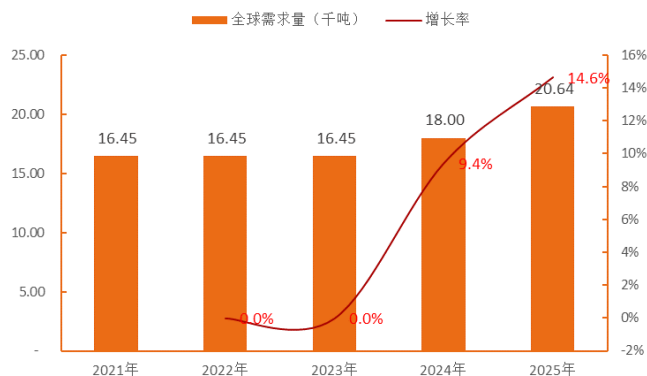
2015~2019 年全球航空航天领域碳纤维需求 CAGR 达 10%，需求量稳步增长。但自 2020 年全球新冠疫情爆发以来，航空航天市场遭受重挫，尤其是民用航空、公务机等领域碳纤维用量急剧降低。2020 年全球航空航天领域碳纤维需求仅为 1.65 万吨，较 2019 年大幅下降了 30%，2021 年相较其他领域仍呈低迷态势，需求持平。与全球市场相比，中国由于军机更新换代需求强劲、国产商用航空市场发展，航空航天领域碳纤维需求持续稳健增长；2015~2019 年 CAGR 高达 29%，2020 年在疫情影响下仍同比 2019 年增长 21%。

图 22：2015-2021 年全球及中国航空航天领域碳纤维需求增长情况



资料来源：《2021 全球碳纤维复合材料市场报告》，首创证券

图 23：2021-2025 年全球航空航天领域碳纤维需求增长趋势



资料来源：《2021 全球碳纤维复合材料市场报告》，首创证券

根据赛奥碳纤维的数据，预计民用航空的恢复期会延迟到 2025 年，因此会使该领域碳纤维需求持续低迷。军机、无人机以及航天市场仍将保持增长态势，预计到 2025 年全球航空航天领域碳纤维需求量将达 20.64 千吨。

全球航空航天领域细分来看，商用飞机碳纤维需求量占比最大，2019 年占比达 69.1%；但 2020 年来受疫情影响，该领域需求持续低迷，2021 年仅占全球航空航天领域的 35%。相较之下，无人机领域的需求急剧增长，2020 年需求量仅为 750 吨，2021 年增长至 3450 吨，需求量占比也从 4.6% 增长至 21%，一跃成为航空航天中第二大应用领域。航天领域的需求基本持平，2020、2021 年均约为 300 吨左右。

图 24：2021 年全球航空航天领域碳纤维分市场需求占比

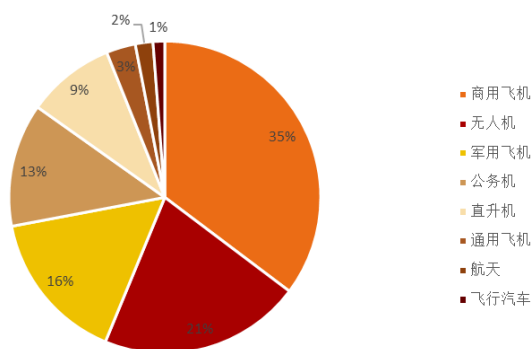
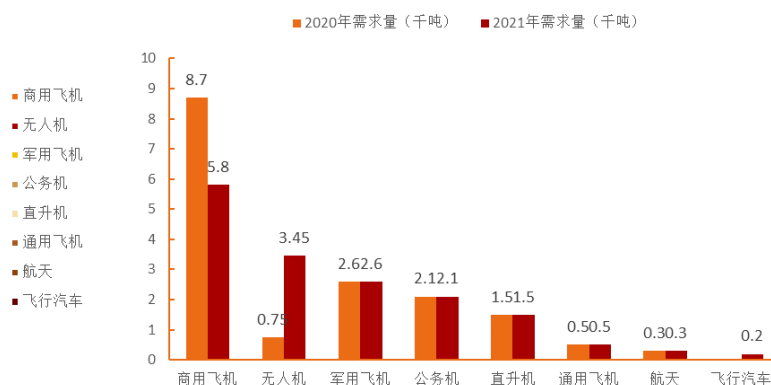


图 25：2020-2021 年全球航空航天领域碳纤维分市场需求量（千吨）



资料来源：《2021 全球碳纤维复合材料市场报告》，首创证券

资料来源：《2021 全球碳纤维复合材料市场报告》，首创证券

3.1.1 先进战机碳纤维用量提升

在航空领域，碳纤维复合材料主要应用于飞机的结构材料（占飞机重量的 30% 左右），碳纤维的使用能使飞机结构材料减重 20% 至 40%，飞机整体重量减轻 6% 至 12%。减轻结构材料的重量可以带来许多好处，对军用飞机而言，减重在节省燃油的同时扩大了作战半径，提高了战场生存力和战斗力；对于客机而言，减重节省了燃油、提高了航程和净载能力，具有显著的经济效益。

表 11：各种飞行器减重的经济效益

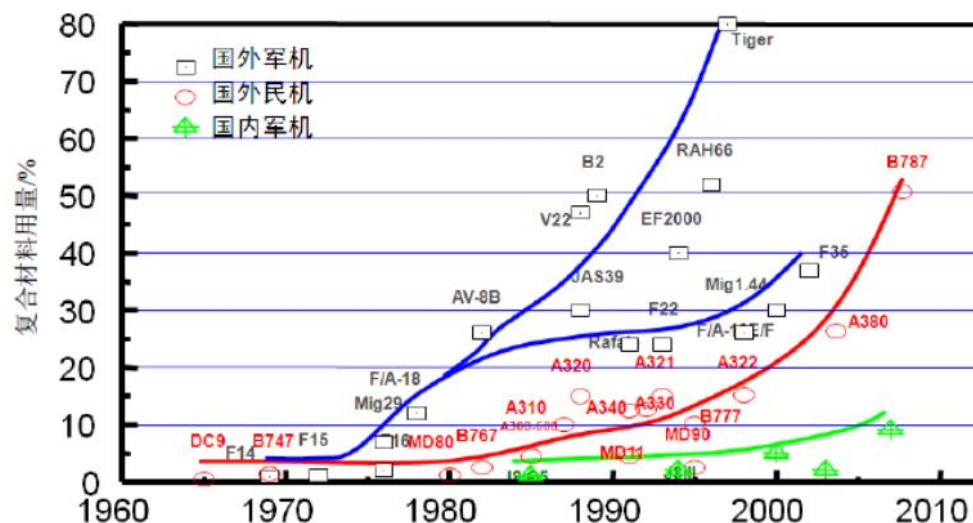
种类	效益（美元/KG）	种类	效益（美元/KG）
轻型民航机	60	超音速民航机	1000
直升机	100	近地轨道卫星	2000
航空发动机	450	同步轨道卫星	20000
战斗机	450	航天飞机	30000
航天飞机	30000		

资料来源：中简科技招股说明书，首创证券

由于碳纤维复合材料在结构轻量化中无可替代的材料性能，在军用航空的应用领域得到了广泛应用和快速发展。自 20 世纪 70 年代至今，国外军用飞机从最初将复合材料用于尾翼级的部件制造到今天用于机翼、口盖、前机身、中机身、整流罩等。

从 1969 年起，美国 F14A 战机碳纤维复合材料用量仅有 1%，到美国 F-22 和 F35 为代表的第四代战斗机上碳纤维复合材料用量达到 24% 和 36%，在美国 B-2 隐身战略轰炸机上，碳纤维复合材料占比更是超过了 50%。

图 26：碳纤维复合材料在航空产品应用比例图

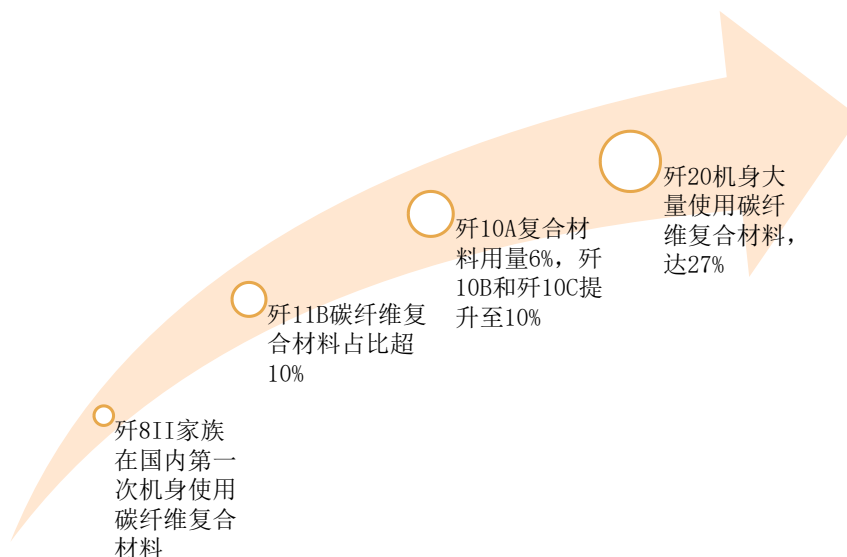


资料来源：中简科技招股说明书，首创证券

我国军用飞机的复合材料应用也呈现逐年递增的趋势，歼-8II 是我国首次在歼击机机身中使用碳纤维复合材料，歼-11B、歼-10B 碳纤维用量都达到 10% 左右，而最先进的第四代战斗机歼-20 碳纤维的使用比例为 27%；直 10 和直 19 武装直升机也大量使用由碳纤维材料制的机身框架结构、直升机旋翼、机翼蒙皮和直升机尾翼部件。

先进复合材料的使用，不仅满足了军机对材料的各种特殊要求，而且降低了制造成本，还改进军机的综合作战性能。

图 27：我国战斗机中碳纤维的应用

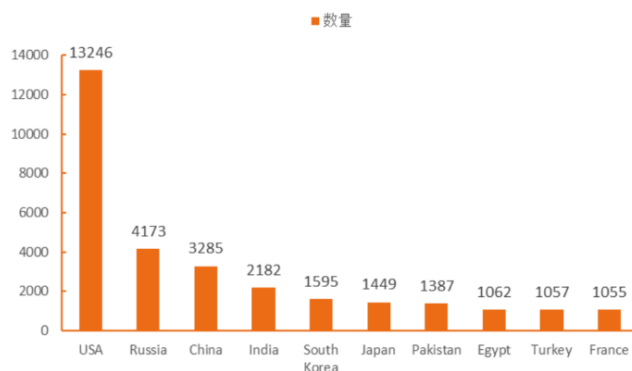


资料来源：《碳纤维复合材料在航空领域的应用与发展展望》，首创证券

我国军机与美国相比，数量和代际都存在较大差距，结构性升级换代需求强烈。并且随着我国新型战机的换代升级，军用碳纤维使用比例也不断增加。目前我国第四代战斗机歼-20 碳纤维使用比例 27%，相比之下第三代战斗机歼-10 和歼-11 仅为 6% 和 10%。

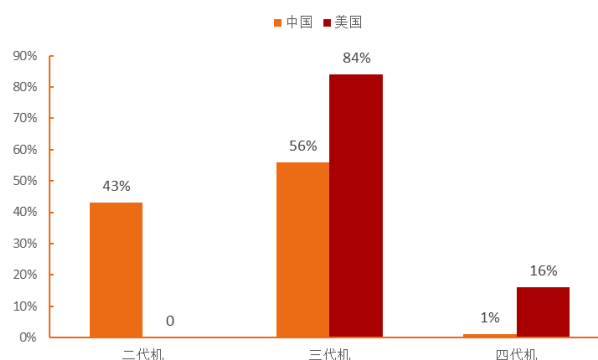
根据 FlightGlobal 统计数据，从各国现役军机数量来看，美国军机总数 13246 架、中国 3285 架，美军机数量约为中国的 4 倍。根据 WorldAirForces2021 的数据，美国空军二代战斗机基本退役，目前以 F-15、F-16 等三代机为主，F-22 和 F-35 等四代机为辅的格局，三代机和四代机占比分别为 84%和 16%；而我国战斗机主要以歼-7、歼-8 代表的二代机占比仍达 43%，以歼-10、歼-11 和歼-15 为代表的三代机占比 56%，歼-20 和歼-31 为代表的四代机尚未大规模投入使用。“十四五”期间将是我国军机结构性升级的重要时期，三、四代机将基本完成对二代机的替代。新机型列装将推动军用碳纤维规模增长。

图 28：全球军机数量前十国家



资料来源：《WorldAirForces2021》，首创证券

图 29：中美战斗机代际对比



资料来源：《WorldAirForces2021》，首创证券

根据《军机+航天航空+风电，让碳纤维派上大用场》中预测，按照未来 15 年军机数量达到美国 70%测算，未来 15 年我国新增战斗机、运输机、特种飞机、加油机、教练机和直升机预计达到 6500 架，各型军机数量与美国对标。按照各型军机空重和碳纤维复合材料占比计算、碳纤维占比计算（碳纤维在碳纤维复材中占比约为 60%），未来军机碳纤维需求量将达到 14154 吨，年均需求为 944 吨。随着碳纤维复合材料在军用航空领域上应用比例的增加和军机换代更新需求带来的数量增长，我国军机碳纤维需求将持续呈现递增趋势。

3.1.2 国产大飞机带来商用航空巨大市场

民用飞机结构也逐步走向材料复合化，碳纤维复合材料在飞机结构中已高达 50%以上。复合材料在大型客机上的使用，是从尾翼等次承力结构，向机身、机翼等主承力结构不断扩展。在早期的 A310、B757 和 B767 上，碳纤维复合材料的占比仅为 5%-6%，随着技术的发展，碳纤维复合材料逐渐作为次承力构件和主承力构件应用在客机上，其质量占比也开始逐步提升，在 A380 中占比达到 23%，开创了先进复合材料在大型客机上大规模应用的先河。最新的 B787 和 A350，有更多部件使用碳纤维复合材料，如机头、尾翼、机翼蒙皮等，用量达到了 50%以上。

国产大飞机 C919 和中俄宽体机项目 CRJ929 都大量使用了复合材料。C919 是民用大型客机首次大面积使用碳纤维材料，机身近 15%为树脂基碳纤维材料，而 ARJ21 在建造的过程当中采用的碳纤维复合材料只有 2%。CRJ929 的机身、机翼和尾翼都计划使用碳纤维复合材料，预计用量占比约为 50%。

国产民机的发展将给航空碳纤维带来重大发展机遇。一方面，C919、CRJ929 等型号重量更大、复材用量占比更多，随着 C919 在 2022 年开始交付，国产民机领域碳纤维需求将呈倍数的提升；另一方面，未来以 C919、ARJ21 为代表的国产民用飞机订单将继续增长，进一步提振碳纤维下游需求。

表 12：碳纤维复合材料在民机中的应用情况

机型	部位	质量占比
A310、B757、B767	尾翼等	5%-6%
A380	主翼、尾翼、机体、中央翼盒、压力隔壁	23%
B787、A350	机头、尾翼、机翼蒙皮	50%
C919	副翼、襟翼、中央翼、尾翼	15%
CRJ929	机身、机翼和尾翼	50%

资料来源：中简科技招股说明书，首创证券

根据波音公司和中国商飞的预测，未来 20 年我国民航客机规模将超过 8000 架。我国自主研发的 C919 后期碳纤维占比将提升至 25%，与俄罗斯共同研制的 CRJ929 机型中复合材料的用量将超过 50%。预计未来 20 年将生产 2500 架 C919 和 500 架 CRJ929，按照 C919 空重 42 吨、CRJ929 空重 110 吨测算，我国国产大飞机碳纤维需求量达到 28950 吨，年均需求为 1612.5 吨。

表 13：碳纤维复合材料在民机领域的需求预测

机型	空重 (吨)	新增数量 (架)	碳纤维复合 材料占比	碳纤维复合材 料需求量(吨)	碳纤维 占比	总需求 (吨)	年需求量 (吨)
C919	42	2500	25%	26250			
CRJ929	110	500	50%	27500	60%	32250	1612.5

资料来源：《军机+航天航空+风电，让碳纤维派上大用场》，首创证券

3.1.3 无人机发展迅速

近年来无人机（UAV）包括无人作战机（UCAV）发展迅速，由于其低成本、轻结构、高机动、大过载、高隐身、长航程的技术特点，减轻质量成为各国无人机科技工作者们的研究热点之一。只有将机体结构质量降下来，才能节约出更多的质量空间来增加燃油和有效载荷，延长飞行距离和续航时间。

图 30：美国“全球鹰”无人侦察机

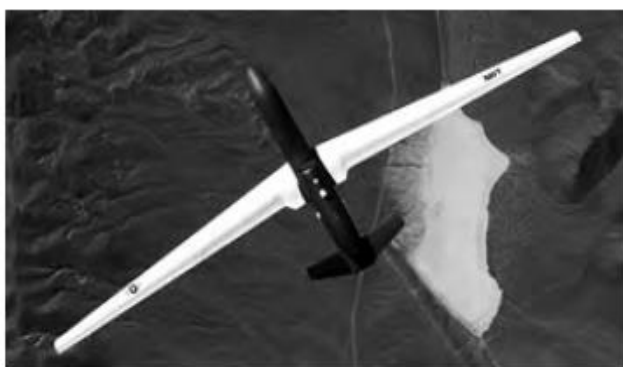


图 31：我国“雷鸟”碳纤维复合材料无人机



资料来源：《碳纤维复合材料在无人机上的应用》，首创证券

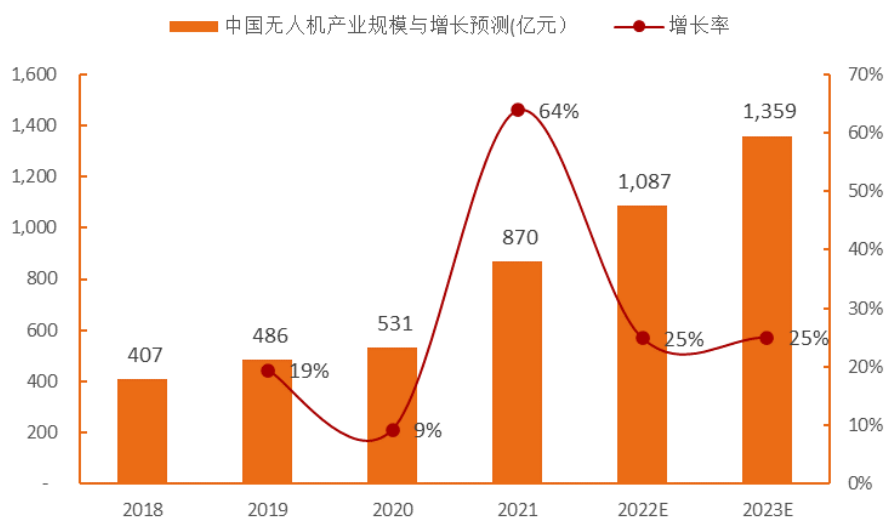
资料来源：《碳纤维复合材料在无人机上的应用》，首创证券

随着碳纤维复合材料在大型民用客机上的广泛应用，其在无人机上也被认为是解决减轻质量难题的最佳选择。目前世界各国都在无人机上大幅度使用以碳纤维复合材料为主的先进复合材料，占到了结构总质量分数的 60%~80%，使机体减质量 25% 以上。例如美国“全球鹰”无人侦察机复合材料达 65%，机翼由轻质高强的碳纤维复合材料制成，翼梁和翼盒由高模碳纤维环氧预浸料制造；X-45C、X-47B 运用了 90% 的复合材料；2013 年，中国首架应用碳纤维复合材料和燃料电池动力的“雷鸟”无人机首次亮相，其机身和机翼为全碳纤维复合材料。

无人机除广泛用于军事用途外，在灾情巡逻、环境监控、大地测量空中摄影及气象观察等民用领域的用途越来越广，随着这些飞机逐渐形成批量生产，复合材料在无人机上的用量会继续增加。

2022 年国内无人机产业规模有望达到千亿元。根据《2020—2021 年中国无人机产业发展研究年度报告》的数据，未来几年我国无人机产业规模将保持 25% 左右的增长速度，2021 年我国无人机产业产值达 870 亿元，预计 2022 产业规模将突破 1000 亿元。碳纤维复合材料作为无人机上最主要的先进复合材料，其用量及需求也会呈高速增长态势。

图 32：2018—2023 年我国无人机产业规模及增长预测



资料来源：《2020—2021 年中国无人机产业发展研究年度报告》，首创证券

3.1.4 导弹与航天应用增长

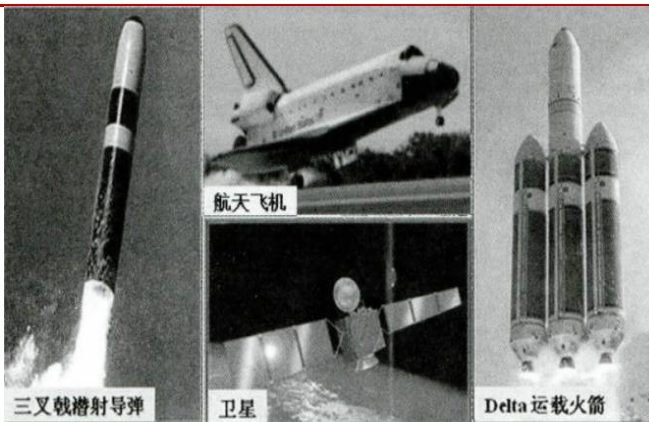
碳纤维复合材料作为结构功能一体化构件，在导弹、运载火箭和卫星飞行器上也发挥着不可替代的作用。碳纤维复合材料的应用水平和规模已关系到武器装备的跨越式提升和型号研制的成败。

图 33：碳 / 碳复合材料用于火箭发动机喷管



资料来源：《碳纤维复合材料在航空航天领域的应用研究》，首创证券

图 34：碳纤维在航天飞行器中的应用



资料来源：《聚丙烯腈基碳纤维在航天领域应用及发展》，首创证券

导弹发射筒采用先进复合材料保守估计可降低重量 30%，对于提高地面生存能力至关重要。同时，复合材料的耐环境腐蚀、耐疲劳等优点，可以显著提高发射筒的重复使用寿命，降低发射成本。如美国的战略导弹 MX 洲际导弹，俄罗斯战略导弹“白杨”M 导弹均采用先进碳纤维复合材料发射筒。

表 14：各种飞行器减重的经济效益

航天领域	具体应用
卫星	卫星本体包括卫星外壳、中心承力筒和各种仪器安装结构板、太阳能电池阵结构
导弹	导弹弹头、弹体箭体和发动机壳体
运载火箭	排气锥体、发动机的盖、壳体、燃烧室、发动机喷管、喉衬、扩散段以及整流罩

资料来源：《碳纤维复合材料在航天领域的应用》，首创证券

运载火箭方面，美国、日本、法国的固体火箭发动机壳体主要采用碳纤维复合材料。例如美国三叉戟-2 导弹、战斧式巡航导弹、大力神-4 火箭、法国的阿里安-2 火箭改型、日本的 M-5 火箭等的发动机壳体，其中使用量最大的是美国赫氏公司生产的抗拉强度为 5.3GPa 的 IM-7 碳纤维，性能最高的是东丽 T-800 纤维。

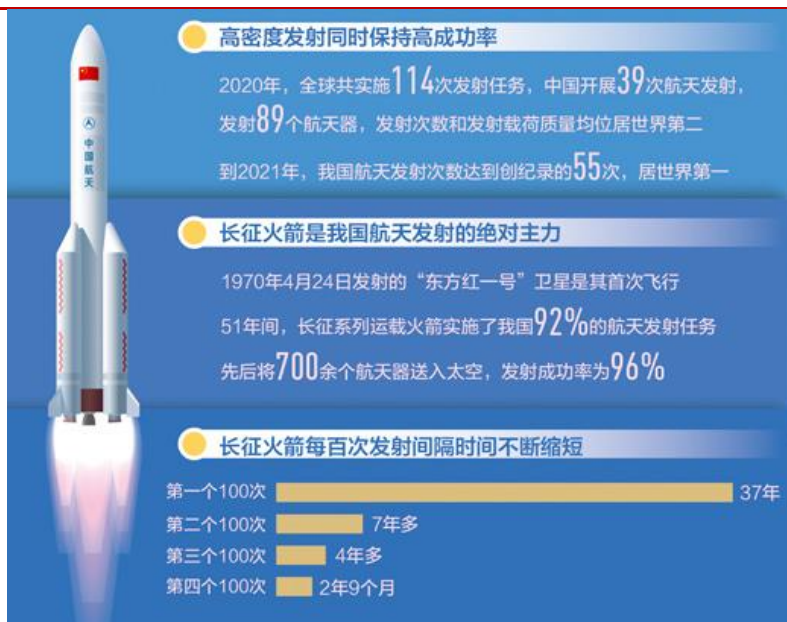
表 15：国外部分固体火箭发动机壳体应用碳纤维材料的情况

发动机	壳体所用纤维
“大力神 4”运载火箭助推发动机	IM7 碳纤维
“德尔它 7925”运载火箭助推发动机	IM7 碳纤维
“三叉戟 2”（D5）潜地弹道导弹一、二级	IM7 碳纤维
“侏儒”小型地对地洲际弹道导弹	IM7 碳纤维
M51 一、二级发动机	IM7 碳纤维
日本“M-5”火箭第三级发动机	T1000 碳纤维
织女星火箭 II、III 级发动机	T1000G 碳纤维
织女星火箭 I 级发动机	IM7 碳纤维

资料来源：《聚丙烯腈基碳纤维及其在固体火箭发动机壳体上的应用》，首创证券

我国 2021 年全年共实施 55 次发射任务，发射次数创新高，包括长征系列火箭、快舟系列火箭等，将上百颗航天器送入太空。根据中国航天科技集团的计划，2022 年将有 40 次以上航天发射任务。未来，空间站进入运营阶段后，长征二号 F、长征七号运载火箭将保持每年 2 次发射的频率。碳纤维作为火箭发动机壳体的主要材料，未来也会有更广阔的应用前景。

图 35：2020-2021 我国火箭发射情况

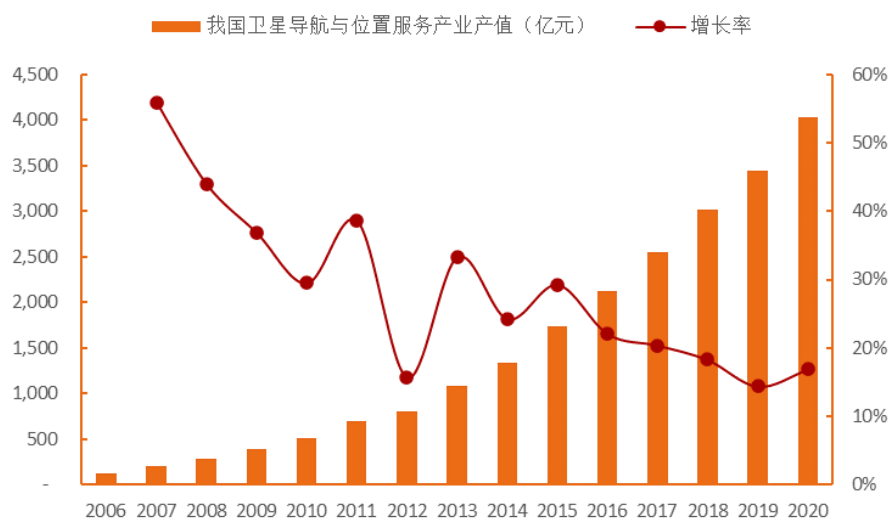


资料来源：人民网，首创证券

卫星及空间站应用方面，高模量碳纤维质量小，刚性大，尺寸稳定性和导热性好，很早就应用于人造卫星结构体、太阳能电池板和天线中。现今的人造卫星上的展开式太阳能电池板、空间站和天地往返运输系统上的一些关键部件也往往采用碳纤维复合材料作为主要材料。

十八大以来，国家发出“发展航天事业，建设航天强国”的动员令，我国航天事业进入高速发展时期，碳纤维作为航空航天领域的重要支柱，其性能要求和应用需求也将进一步提升。2020年6月北斗三号全球组网完成，低轨道卫星建设快速推进。2020年我国卫星导航与位置服务产业规模达4033亿元，2006~2020CAGR达28%。卫星产业规模的进一步增长也会带动碳纤维需求的增长。

图 36：2006—2020 年我国卫星导航与位置服务产业产值

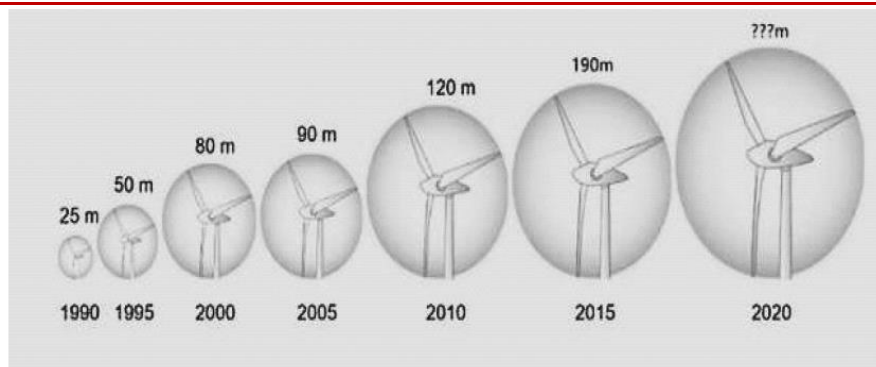


资料来源：《军机+航天航空+风电，让碳纤维派上大用场》，首创证券

3.2 风电领域：中国需求占全球比重超过 60%

风力发电中，大尺寸的风电叶片可以提高风能利用小时数，但发电量每增加 1 倍，直径增加 1.4 倍，重量增加 2.8 倍，因此对材料的性能要求苛刻。碳纤维复合材料作为风机叶片的制造材料具有以下优势：提升叶片整体刚度，减轻叶片质量，其弹性模量与玻璃纤维相比，增加了 2~3 倍，重量与玻璃纤维相比，也减少了 70%~80%左右；提高叶片的抗疲劳性能；使风机输出更平稳均衡，提高效率。碳纤维复合材料优质的力学性能，在风力机叶片制作领域具有良好的应用前景。

图 37：风电叶片直径发展趋势



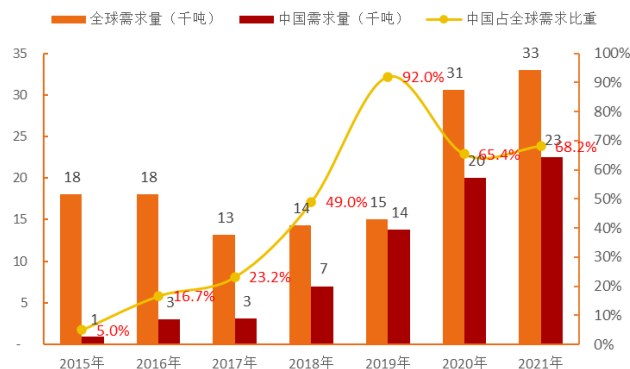
资料来源：《碳纤维复合材料产业化发展和应用》，首创证券

根据 GWEC（全球风能协会）的数据，目前直径在 111~130 米的叶片占比较大，达到 57%，取代了直径为 91~110 米的叶片，叶片大型化的不断推进，对碳纤维的需求提升，但相应的叶片成本也显著提升，因此目前采用碳纤维和玻璃纤维混合使用的方案，碳纤维主要应用于叶片中的关键部件，如碳梁梁帽。

中国是全球第一大风电市场，尤其海上风电发展快速，这为碳纤维及其复合材料在风电叶片领域的广泛应用提供了前提。根据 GWEC 的数据，2021 年全球风电装机新增 93.6 GW，中国的陆上风电新增安装量为 30.7 GW，海上风电增量为 16.9 GW，占全球的 80%，中国的风电市场大约为全球的一半。

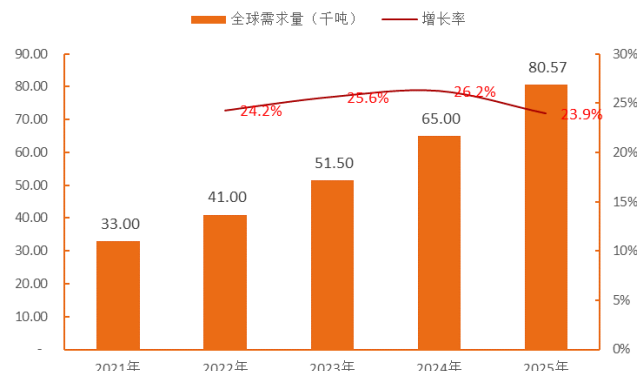
根据赛奥碳纤维的数据，2020、2021 年中国风电领域碳纤维需求量分别为 2 万吨和 2.25 万吨，占全球该领域需求量的 65%和 68%。随着全球对碳排放的限制以及对清洁能源的积极推动，风电装机量将持续增长，其对碳纤维及复合材料的需求将持续提升。根据赛奥碳纤维的数据，预计到 2025 年全球风电领域碳纤维需求量将达 8.1 万吨，按照中国占全球比重 60%测算，中国在该领域的需求将达到 4.8 万吨左右。

图 38：2015-2021 年全球及中国风电叶片碳纤维需求增长情况



资料来源：《2021 全球碳纤维复合材料市场报告》，首创证券

图 39：2021-2025 年全球风电叶片碳纤维需求增长趋势

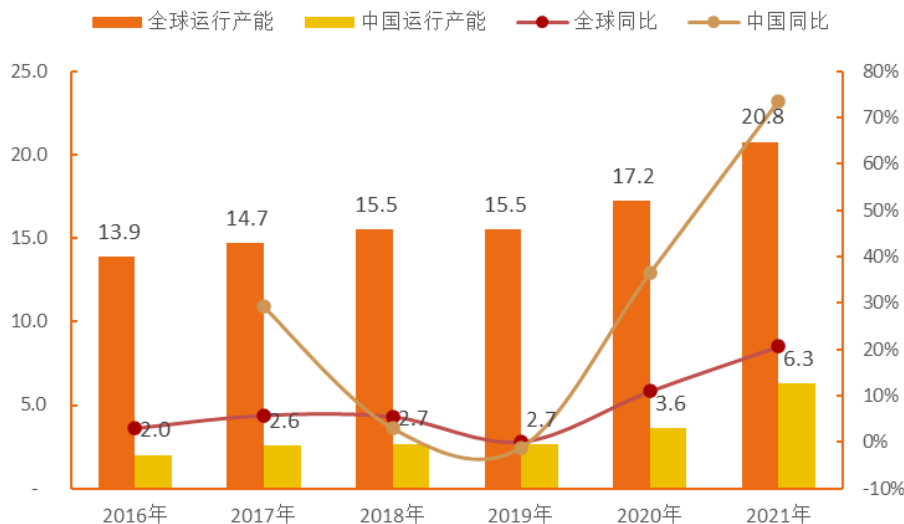


资料来源：《2021 全球碳纤维复合材料市场报告》，首创证券

4 高性能碳纤维市场供给格局

根据赛奥碳纤维的数据显示，2015 年~2021 年，全球碳纤维运行产能呈逐年增长状态。2021 年全球碳纤维运行产能 20.7 万吨，同比增长 20.7%，2015~2021 年 CAGR 为 7.4%。

图 40：2015-2021 年全球及中国运行总产能（万吨）及增速

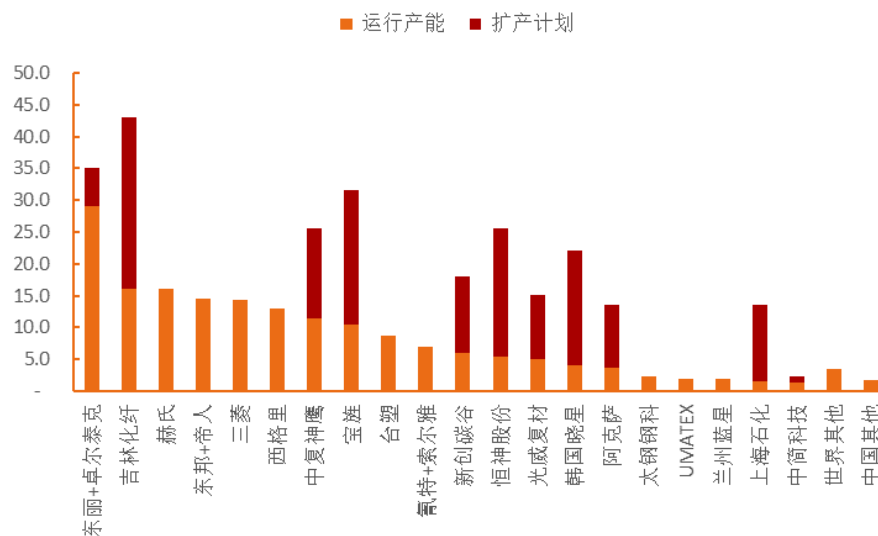


资料来源：赛奥碳纤维，中国化学纤维协会，首创证券

从企业角度来看，全球碳纤维企业大致可分为三个梯队：一梯队为兼具规模和技术优势的企业，日本东丽、日本东邦等为典型代表；二梯队是在特定领域具备较强竞争力的企业，如德国西格里集团在汽车领域竞争力较强；三梯队则是具备成本优势的企业，如台湾台塑、土耳其阿克萨、韩国晓星等。

从产能来看，2021 年日本东丽运行产能 2.9 万吨，目前是全球唯一一个碳纤维产能超过 2 万吨的企业，占全球产能的 14%。日本、中国和美国运行产能位列前三，三者合计占到了全球超过 60% 的产能。

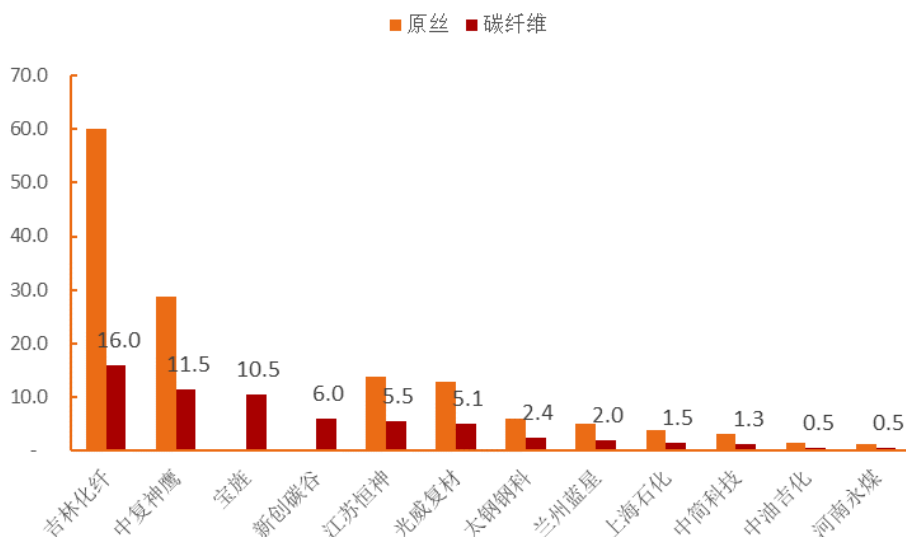
图 41：2021 年全球碳纤维主要生产企业运行产能及扩产计划（千吨）



资料来源：《2021 全球碳纤维复合材料市场报告》，首创证券

目前我国碳纤维生产企业有近 30 家,2021 年首次超过美国,成为全球最大产能国,运行产能为 62750 吨,销量为 29250 吨。通过这几年的技术发展,中国已经跨越了低达产率的历史阶段,达产率已经趋近国际水平。

图 42: 2021 年中国主要生产企业原丝及碳纤维运行产能(千吨)

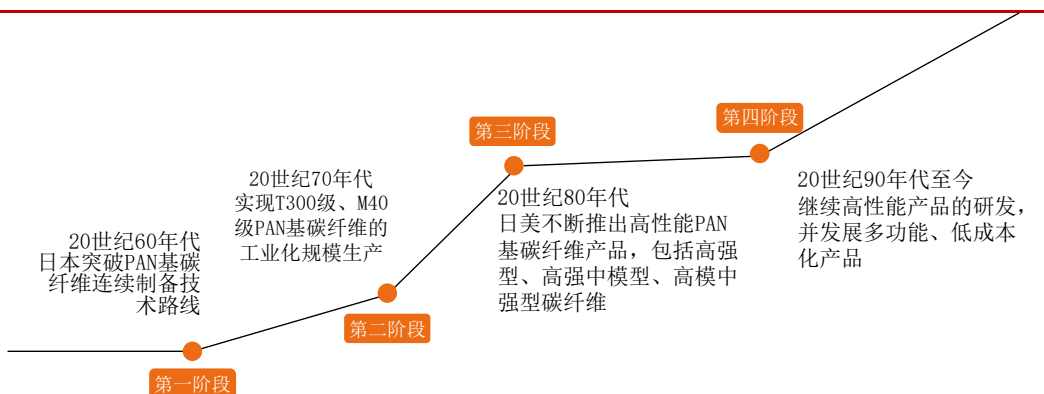


资料来源:《2021 全球碳纤维复合材料市场报告》,首创证券

4.1 日美技术领先

碳纤维制备技术发源于日本,经过漫长的技术改进和市场培育,日本、美国实现了对碳纤维核心技术和产业的垄断。20 世纪八九十年代,波音公司对碳纤维的需求带动了日本东丽公司的大发展;20 世纪 90 年代,美国国防发展对关键材料碳纤维国产化的要求推动了美国赫氏公司的发展。日本东丽、东邦和三菱丽阳三家企业碳纤维从标准模量、中模量到高模量,产品的力学性能品级齐全,品种规格丰富,产品设计紧紧围绕应用领域,成为引领世界碳纤维发展的“三驾马车”。

图 43: PAN 基碳纤维的主要发展历程



资料来源:《高性能 PAN 基碳纤维及其复合材料在航天领域的应用》,首创证券

当前,全球碳纤维主流生产技术掌握在日美等少数国家,主要代表厂商有日本东丽(Toray)、东邦(Toho)及三菱(Mitsubishi Rayon)、美国赫克塞尔(Hexcel)、卓尔泰克(Zoltek)(已被日本东丽并购)和德国 SGL 等公司。主要产品包括以美国为代表的大丝束碳纤维和以日本为代表的小丝束碳纤维两大类。

日本是碳纤维的主要生产国，而且是全球高质量 PAN 基碳纤维的供应国，日本东丽更是世界上高性能碳纤维研究与生产的“领头羊”，业内一般对标日本东丽的产品标准进行研发。

表 16：日、美主要碳纤维材料性能

纤维种类	抗拉强度/MPa	抗拉模量/GPa	产地
IM6	5200	276	美国
IM7	5379	276	美国
IM8	5447	303	美国
IM9	6343	290	美国
P30	4000	210	日本
T300	3500	230	日本
T700	4800	230	日本
T800	5490	294	日本
T1000	7060	294	日本

资料来源：《高性能 PAN 基碳纤维及其复合材料在航天领域的应用》，首创证券

在小丝束碳纤维市场上，日本企业所占有的市场份额占到全球的 49%；在大丝束碳纤维市场上，美国企业所拥有的市场份额占全球产能的 59%，日美两国在市场上份额上处于明显的主导地位。

图 44：全球小丝束碳纤维的市场分布

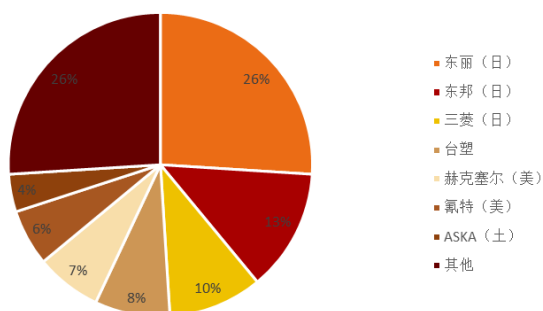
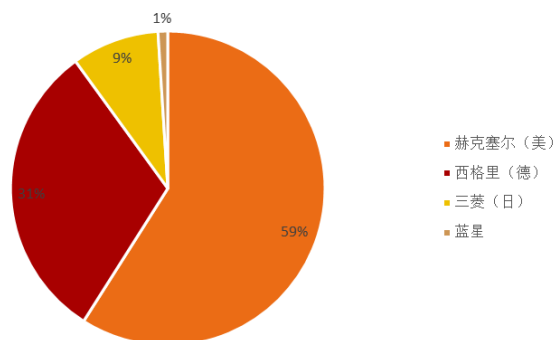


图 45：全球大丝束碳纤维的市场分布



资料来源：《PAN 基碳纤维的国内外发展现状及趋势》，首创证券

资料来源：《PAN 基碳纤维的国内外发展现状及趋势》，首创证券

原丝工艺方面，干喷湿纺工艺相比于湿法工艺有明显的优势，是先进的碳纤维原丝技术路线，但由于干喷湿纺技术难度高，国内外具有干喷湿纺碳纤维生产技术的企业较少。2010 年以前，仅日本东丽和美国赫克塞尔两家具具有成熟的干喷湿纺碳纤维产品面世，其产品是国际市场主流的工业领域及航空航天领域碳纤维，而我国目前主流仍为湿纺工艺。

技术研发水平上，日本东丽于 2014 年已开发出 TORAYCA®T1100G 高拉伸强度和高弹性模量碳纤维，而我国企业近年来才逐步实现 T700 级碳纤维批产供应。并且由于 T1000 级和 T1100 级碳纤维各项技术参数全面超越 T700 级和 T800 级碳纤维，目前世界范围内实现 T1000 级和 T1100 级高性能碳纤维工业化生产的只有日本东丽和美国赫克塞尔，几乎垄断着航空航天高性能碳纤维市场。随着中简科技生产的 T700 级碳纤维和光威复材、恒神股份为代表的国内企业生产的 T300 级碳纤维在航空航天领域应用的逐步扩大，一定程度上削弱了日本及欧美等国在高性能碳纤维领域的垄断地位。

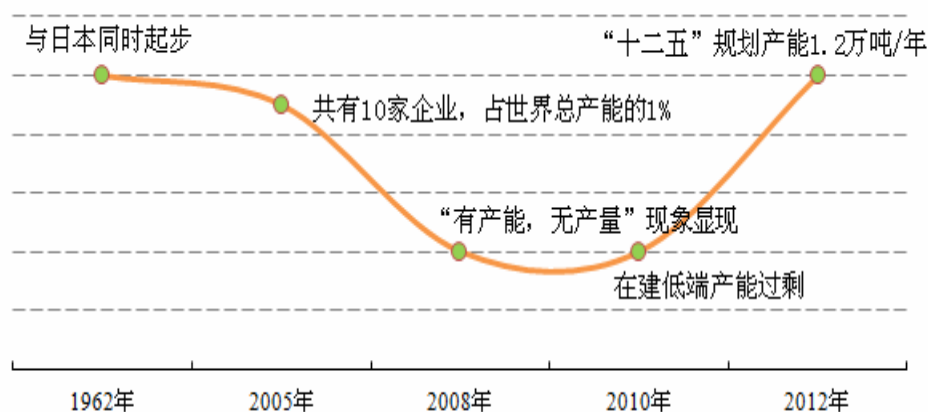
4.2 中国企业追赶与突破

碳纤维及其复合材料是重要的国防物资，其战略地位是不可取代的。中国从 20 世纪 60 年代末开始研发碳纤维技术，几乎和日、美同步；但西方国家从 20 世纪 70 年代就对中国实行技术封锁和产品禁运，中国就是在国际封锁的恶劣环境中进行碳纤维的研发。

20 世纪 60 年代末，中石油吉化、中科院山西煤化所、北京化工大学等单位开展 PAN 基碳纤维国产化技术研发，建立了硝酸法、硫氰酸钠法、二甲基亚砷法等多种原丝制备工艺。但由于工艺基础薄弱、装备技术落后等原因，产品质量低、性能差，PAN 基碳纤维国产化技术长期徘徊在较低水平，无法满足国家重大装备等高端领域的需求。

2005 年以来，经过政府有关部门和企业通力合作，我国碳纤维产业走过了吨级小试线、百吨中试线、千吨产业化线多个阶段，在产业规模、核心技术、产品质量、应用拓展和经济效益等方面取得了令人瞩目的成就，有效缓解了国民经济和国防建设对国产碳纤维的迫切需求。在地区上已形成以江苏、山东和吉林等地为主的，创新能力强、特色鲜明、产业链完善的碳纤维产业聚集地，数家具有国际竞争力的碳纤维大型企业集团也已出现。

图 46：中国碳纤维发展历程



资料来源：光威复材招股说明书，首创证券

尤其近几年，我国碳纤维产业进入大爆发时期，先后突破了 T700、T800 等高性能碳纤维的千吨级产业化，产品可覆盖高强、高强中模、高模、高强高模型碳纤维（主要品种相当于 T300 级、T700 级、T800 级、T1000 级、M40 级、M40J 级、M55J 级等），产能居世界第二位。

2019 年，中复神鹰实现了干喷湿纺 T1000 级超高强度碳纤维工程化，标志着我国碳纤维生产技术水平又上了一个台阶。经过近几年的追赶，国产 T700S-12K 小丝束碳纤维的复丝拉伸强度与模量达到同级别东丽碳纤维性能，与世界碳纤维先进技术水平差距在逐渐缩小。

4.2.1 政策引导与碳纤维国产化之路

碳纤维作为军民两用新材料，属于技术密集型和政治敏感的关键材料。尤其 T700 级以上碳纤维由于在国防军工领域具有重要应用，国外对国内采取严格的军事禁运管理。因此高性能碳纤维的国产自主化生产是唯一途径。

近年来，国家有关部门陆续出台《中国制造 2025》《关于加快新材料产业创新发展的指导意见》《新材料产业发展指南》等政策文件，多次强调新材料产业的战略地位。其中碳纤维作为国家“十三五”期间战略性新兴产业的发展重点之一，是《中国制造 2025》提出的诸多重点领域发展的物质基础，大力开展碳纤维材料技术与产业应用是增强我国综合国力的重大工程，是转型期推进制造强国战略的重要支撑。

《“十三五”材料领域科技创新专项规划》提出，要加强以高性能碳纤维与复合材料等为核心的材料体系建设，满足我国重大工程与国防建设的材料需求，力争关键材料的自给率超过 80%。

表 17：碳纤维相关政策梳理

政策法规/会议名称	时间	主要内容
《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 年 3 月	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 年 9 月	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。
《重点新材料首批次应用示范指导 目录（2019 年版）》	2019 年 11 月	将应用于航空、航天、轨道交通、海工、风电装备、压力容器等领域的高强型、高强中模型、高模型等碳纤维列入关键战略材料。
《产业结构调整指导目录（2019 年 本）》	2019 年 10 月	将碳纤维等高性能纤维及制品的开发、应用和生产列为国家产业架构调整指导目录的鼓励类项目。
《产业发展与转移指导目录（2018 年本）》	2018 年 12 月	1. 鼓励上海、江苏、浙江、山东和天津等地加快发展先进无机非金属材料、碳纤维、高性能复合材料及特种功能材料、战略前沿材料等产业； 2. 鼓励江苏省优先承接发展高性能碳纤维及其复合材料、碳/碳复合材料、无机非金属高性能纤维、新型纤维。
《战略性新兴产业分类（2018）》	2018 年 11 月	1. 将高性能碳纤维及制品制造列入战略性新兴产业分类； 2. 将高强碳纤维、高强中模碳纤维、高模碳纤维、高强高模碳纤维、碳纤维织物预制体、碳纤维预制体等列入重点产品和服务。
《新材料标准领航行动计划 （2018~2020 年）》	2018 年 3 月	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。
《增强制造业核心竞争力三年行动 计划（2018-2020 年）》	2017 年 11 月	解决碳纤维的重大科学问题和技术难关，突破碳纤维制备与应用的关键共性技术，提升碳纤维复合材料的保障能力和国际竞争力。
《产业关键共性技术发展指南 （2017 年）》	2017 年 10 月	提出优先发展的产业关键共性技术 174 项，涉及原材料工业、装备制造、电子信息与通信业、消费品工业、节能环保与资源综合利用等领域。其中，碳纤维产业部分覆盖了碳纤维全产业链。
《“十三五”材料领域科技创新专 项规划》	2017 年 4 月	加强我国材料体系的建设，大力发展高性能碳纤维与复合材料、高温合金、军工新材料、第三代半导体材料、新型显示技术、特种合金和稀土新材料等，满足我国重大工程与国防建设的材料需求。初步建立我国自主的基础材料与新材料体系，关键材料的自给率超过 80%。

《新材料产业发展指南》	2017 年 1 月	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。
《江苏省“十三五”战略性新兴产业发展规划》	2016 年 11 月	高性能纤维材料重点发展 T800、T1000 和 M55J 等级别高性能碳纤维及其复合材料、碳化硅纤维及其复合材料、超高分子量聚乙烯纤维及其复合材料、高性能芳纶纤维及其复合材料等，突破高性能纤维/树脂复合材料的高效低成本成型技术、高效自动化成型技术、低温固化及新型固化成型技术等关键技术。 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。
《“十三五”国家科技创新规划》	2016 年 7 月	大力发展高性能碳纤维与复合材料等技术，满足国家建设和经济发展需求。
《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》有关碳纤维及其复合材料部分	2016 年 3 月	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。
《中国制造 2025》	2015 年 5 月	

资料来源：中复神鹰招股说明书，公开资料整理，首创证券

国家及各地政府专项资金支持碳纤维及复合材料产业化生产及应用，已累计支持碳纤维及复合材料产业化项目百余项，支持范围覆盖了碳纤维、碳纤维复合材料及制品应用的全产业链；奠定了我国碳纤维产业从无到有、从弱到产业壮大的发展基础，保障了国产碳纤维在国防军工、民用领域的自主供应，为我国碳纤维产业发展壮大，提高关键材料自主保障能力给予了重要支撑。

表 18：碳纤维部分国家专项支持项目

研发项目	支持专项	部门
高性能 T700 聚丙烯腈原丝及碳纤维研发项目	中央国有资本经营预算重大技术创新及产业化专项	财政部
千吨级碳纤维智能制造新模式应用	工业转型升级专项	工信部
高性能 CNTs/PAN 复合纤维工程化制备关键技术、性能表征及应用研究	江苏省国际科技合作计划项目	江苏省科技厅
SYT55（T800 级）高性能碳纤维工艺技术研发及产业化	江苏省科技成果转化专项资金项目	江苏省科技厅
高速干喷湿纺碳纤维和其航空级预浸料的研发及产业化	江苏省科技成果转化专项资金	江苏省科技厅
高强高模碳纤维表征及应用技术	科技部高技术研究发展中心国家高技术研究发展计划（863 计划）	科技部
对大丝束碳纤维关键技术研发等 4 个项目进行立项，支持资金 170 万	碳纤维创新专项	吉林市科技局

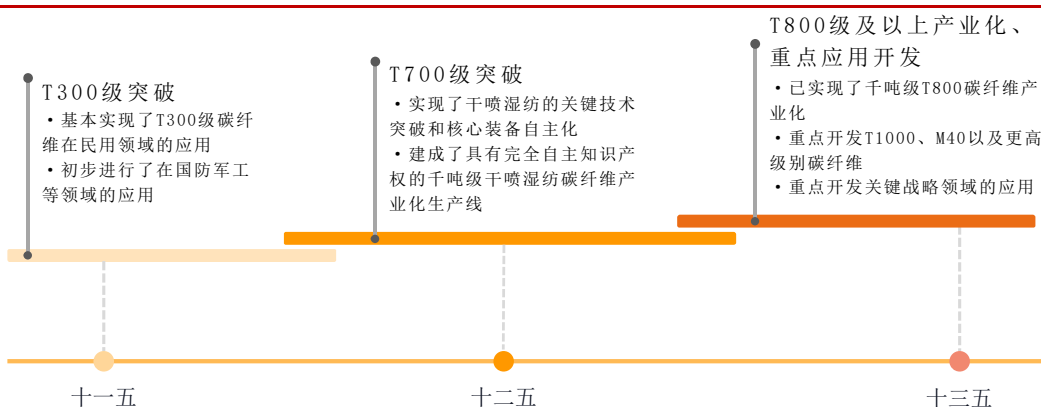
资料来源：中复神鹰招股说明书，中简科技招股说明书，公开资料整理，首创证券

高性能碳纤维及其复合材料是实现卫星平台、运载火箭、大飞机、兵器舰船等国家重大工程建设的物质基础，随着大国竞争的持续演进，高性能碳纤维及其复合材料的原材料、装备、技术封锁将进一步加剧，自主研发保障是突破“受制于人”问题的关键，也是实现“中国制造 2025”发展计划的必由之路。

4.2.2 高端领域研发相继取得突破

经过近 50 多年的发展，国产碳纤维在性能、工程化和应用研究等方面均取得了可喜成绩。攻克了国产 T300 级碳纤维、国产 T700 级碳纤维的工程化和应用问题，满足了航空航天等武器装备和民用领域的应用急需；突破了国产 T800 级碳纤维和国产 M40J 石墨纤维的关键制备技术，M40 级碳纤维已应用于航天领域，M40J 级碳纤维进入地面考核验证阶段；突破了国产 T1000 级碳纤维和 M50J、M55J、M60J 石墨纤维实验室制备技术，具备开展下一代纤维研发的基础。

图 47：我国碳纤维产业化情况



资料来源：《碳纤维复合材料产业化发展和应用》，首创证券

兰州蓝星“千吨级 NaSCN 法 50K 大丝束碳纤维产业化关键技术及装备研究”通过技术成果鉴定，填补了国内 50K 碳纤维产品的市场空白；中科院宁波材料所成功研制出 QM65(M65J 级)高强高模碳纤维；恒神股份高性能碳纤维通过国际权威机构认证；光威复材自主研制的碳纤维复合材料已应用于无人机；中简科技实现高性能碳纤维产品在国家航空航天关键装备的稳定批量供应；中复神鹰在国内率先突破高性能碳纤维干喷湿纺技术。众多成果使得我国碳纤维产业整体技术水平进入国际先进行列，用约 15 年的时间缩短了与发达国家 30 多年的差距。

表 19：国内厂商/研究机构近年来技术突破

厂商/研究机构	技术突破	时间
兰州蓝星	“千吨级 NaSCN 法 50K 大丝束碳纤维产业化关键技术及装备研究”通过技术成果鉴定，填补了国内 50K 碳纤维产品的市场空白	2020 年
中科院宁波材料所	成功研制出 QM65(M65J 级)高强高模碳纤维，纤维拉伸强度和拉伸模量分别高达 3857MPa、639GPa	2020 年
恒神股份	通过国际权威认证机构 DNV·GL 颁发的 24K 碳纤维、碳纤维织物和碳纤维拉挤板认证	2021 年
光威复材	自主研制的碳纤维复合材料，已应用于 AR-500C 无人机	2019 年
中简科技	实现 ZT7 系列（高于 T700 级）高性能碳纤维产品在国家航空航天关键装备的稳定批量供应	2014 年
中复神鹰	在国内率先突破 T700 级、T800 级、T1000 级干喷湿纺技术	2013 年

资料来源：《先进纤维复合材料研发热点回眸》，中简科技招股说明书，首创证券

4.3 积极扩产加速进口替代

长期以来，国内碳纤维及复材都高度依赖海外供应商，2017 年以前进口碳纤维占比一直都维持 80% 以上。2021 年中国碳纤维的总需求为 6.2 万吨，对比 2020 年的 4.9 万吨、同比增长了 27.7%。其中进口量为 3.3 万吨、占总需求的 53.1%，国产碳纤维供应量为 2.9 万吨、占总需求的 46.9%。中国市场目前的总体情况仍是供不应求。

随着我国高端碳纤维技术的不断突破以及生产向规模化和稳定化发展，企业逐渐向高附加值的下游应用领域延伸，多厂商积极布局低成本高性能碳纤维研发及扩产项目，有望尽早实现进口替代。根据《2021 年全球碳纤维复合材料报告》预计，2022 年我国国产碳纤维产能将达 7 万吨。

扩产项目中，上海石化于 2021 年投资建设年产 1.2 万吨 48K 大丝束碳纤维项目，计划 2024 年全部建设完成，以满足我国轨道交通、汽车轻量化、无人机、大飞机等领域对大丝束碳纤维的迫切需求。

随着国产大飞机 C919 对碳纤维的需求释放，以及 CRJ929 研发的推进，国内航空航天市场对高性能碳纤维的需求将跨越式增长。中复神鹰募投建设航空航天高性能碳纤维及原丝试验线项目，主要进行下一代 T1100 级碳纤维的研发，以满足下游市场对高性能碳纤维的需求。

表 20：碳纤维核心生产商扩产计划

公司	现有产能	项目	新增设备	预计新增产能	达产时间
中复神鹰	碳纤维 3500 吨 +2000 吨 +8000 吨	西宁年产万吨高性能碳纤维及配套原丝项目	新建车间、厂房等	10000 吨（有 2000 吨已于 2021 年上半年建成并投产）	2022 年 3 月
		年产 14000 吨高性能碳纤维及配套原丝项目	建设 7 条单线年产 4300 吨聚丙烯腈碳纤维原丝生产线、1 条单线年产 2000 吨高性能碳纤维生产线、4 条单线年产 3000 吨高性能碳纤维生产线	14000 吨	
		航空航天高性能碳纤维及原丝试验线项目	购置设备、增加原丝试验装置一套、碳纤维工程研究线一条、高纯氩气装置一套	200 吨中高模碳纤维（T1100）	
		碳纤维航空应用研发及制造项目	本项目配备 1 条单线满负荷产能 100 万平方米/年的航空预浸料中试线，1 条单线满负荷产能 200 万平方米/年的高模预浸料生产线		
光威复材	碳纤维 2655 吨	军民融合高强度碳纤维高效制备技术产业化项目	新建 PAN 原丝高效制备生产线和与之配套的预氧化碳化生产线	2000 吨（12K 碳纤维 T700S、T800S）	2021 年上半年已投产
		高强高模型碳纤维产业化项目	新建石墨化生产线一条	30 吨高强高模型碳纤维 QM4035/QM4050（M40J 级/M55J 级）	原预计 2020 年，但因项目承担了国家研发项目，暂未达产
		内蒙古光威低成本碳纤维项目规划产能 1 万吨	内蒙古光威低成本碳纤维项目规划产能 1 万吨 115 台（套）、新增公用设施 7 台（套）	10000 吨大丝束碳纤维（一期 4000 吨，预计 2022 年建成投产）	2022 年下半年
	碳梁 8500 千米			碳梁 1700 千米	

	预浸料 1375 万平 方米			预浸料 85 万平方米	
中简科技	碳纤维 120 吨+300 吨	1000 吨/年国产 T700 级 碳纤维扩建项目	新建一条千吨级规模的氧 化碳化生产线	1000 吨（12K）或 300 吨（3K）	已达到预定可使用 状态，目前正在验 证过程
		高性能碳纤维及织物产品 项目	1500 吨氧化碳化车间、 3000 吨原丝车间及配套 设施	1500 吨（12K）或 400 吨（3K）	2022 年募集，建设 期预计 4 年
中航高科	蜂窝 4500 立方米	先进航空预浸料生产能力 提升项目			
		南通大尺寸蜂窝生产线建 设二期项目		4500 立方米	2021 年已完成验收
		炭/炭复合材料刹车盘副 中试生产线建设项目			2021 年已完成验收

资料来源：各公司公告整理，首创证券

5 主要上市企业

5.1 中航高科：航空复材龙头

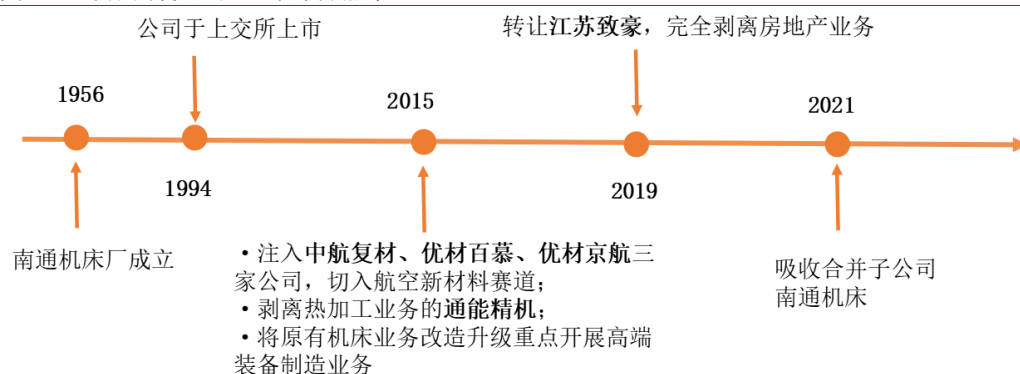
中航高科是航空工业集团旗下 A 股上市公司，是主要从事航空新材料研发生产、高端智能装备研发制造的综合性大型国有控股上市企业，当前是国内航空新材料行业的龙头企业。

5.1.1 资产重组进入航空新材料赛道

公司前身为 1956 年成立的南通机床厂，1994 年 5 月在上海证券交易所挂牌上市。2015 年公司进行了重大资产重组，以非公开发行股票方式购买中航复材、优材京航、优材百慕 3 家公司 100% 股权，自此主营业务延伸到了航空新材料领域。

原公司本部机床业务改造升级为高端智能制造业务，加之重组注入的新材料业务，公司成为新材料及装备制造领域具有相当规模和行业竞争优势的上市公司。2019 年剥离房地产业务，形成以航空新材料、高端智能装备制造等为主业的业务发展格局，致力于成为“具有国际竞争力的航空新材料和高端智能装备制造企业”。

图 48：中航高科公司及业务发展历程



资料来源：公司公告，首创证券

公司各业务领域以子公司形式发展，目前有 5 个子公司，主要业务分为航空新材料和高端智能装备两大板块，涵盖航空新材料、高端智能装备、轨道交通零部件、汽车零部件、医疗器械等应用领域。

表 21：中航高科子公司情况及主要业务

业务板块	子公司	行业地位	主营产品
新材料	中航复材	国内航空复合材料原材料的龙头企业	在航空级别的 NORMEX 蜂窝、航空高性能树脂、航空高性能预浸料及其复合材料等市场均具有较高的市场份额，并且在民用飞机、汽车、高铁等民用复合材料构件领域具有良好的发展前景。
	优材百慕	国内民航进口飞机用刹车盘副的主要供应商	主要从事民航飞机用航空器材、轨道车辆制动产品、高温复合材料制品、特种车辆制动产品的研发
	京航生物	致力于骨科人体植入物的研发、生产和销售，是国内最早进入该领域的厂商之一	以人工关节为主，涵盖髋、膝、肩、肘四大类人工关节及脊柱系列产品
	万通新材	承接航空新材料项目南通建设任务的子公司	
高端智能装备	航智装备	经营范围包括数控机床及航空专用装备加工业务	主要产品有普通铣床、数控铣床、数控车床、立式加工中心、卧式加工中心、龙门加工中心及航空专用装备等

资料来源：公司公告，首创证券

公司在高性能树脂及预浸料技术、树脂基复合材料制造技术、先进无损检测技术等方面具有领先优势。复合材料制造设备先进，经验丰富，具备承担大型主承力结构和复杂结构制件的制造能力。随着民用飞机、商用航空发动机等领域的发展，公司复合材料相关技术生产能力将持续增强。

5.1.2 聚焦主业，中航复材盈利能力不断提升

2019 年公司聚焦航空新材料、航空专用装备主业发展，履行 2015 年重大资产重组时五年内有序退出房地产业务承诺，剥离了江苏致豪 100%股权和业务。2019-2021 年，公司营收由 24.7 亿元增长至 38.1 亿元，CAGR 达 11.4%；归母净利润由 4.3 亿元增长至 5.9 亿元。2022Q1 公司营收 11.6 亿元、同比+16.6%，归母净利润 2.9 亿元、同比+22.7%。

图 49：中航高科 2017-2022Q1 营收及增速

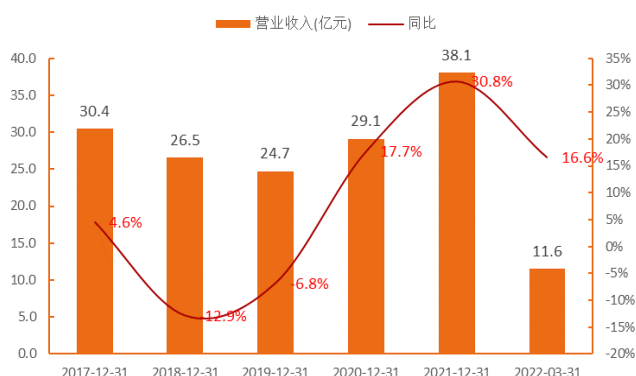
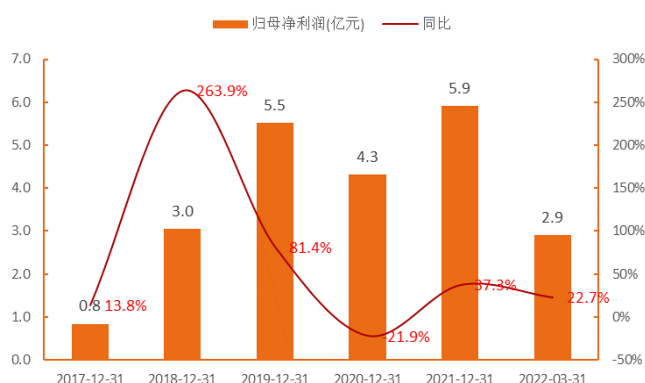


图 50：中航高科 2017-2022Q1 归母净利润及增速



资料来源：Wind，首创证券

资料来源：Wind，首创证券

航空复材产品需求及交付量逐年增长，提升整体盈利水平。2019-2021 年毛利率由 30.0%增长至 37.4%，提升 7.4 个百分点；净利率由 14.8%提升至 25.2%，提升 10.4 个百分点。期间费用率呈下降趋势，研发投入持续增长。2017 年以来公司管理费用大幅下降，公司持续优化产品生产管理，强化全链条质量控制，提高生产效率降低成本卓有成效。

公司以打造领先创新力为目标，不断加大研发投入、促进核心业务拓展和转型升级，提升核心竞争力。2018 年研发投入仅为 0.63 亿元，2021 年达到 1.51 亿元。在航空复材领域，与制造院签署了《先进航空复合材料系列预浸料技术实施许可协议》，为国产 T800 级预浸料产业化发展创造了条件；成功入选中国商飞 CRJ929 前机身工作包唯一供应商，并协同开展 C919、AG600 等民机项目；优材百慕也在持续推进民航飞机刹车盘副的国产化替代和高速列车刹车组件的应用推广，完成多系列高铁制动闸片验证工作。

图 51：中航高科 2017-2022Q1 毛利率与净利率

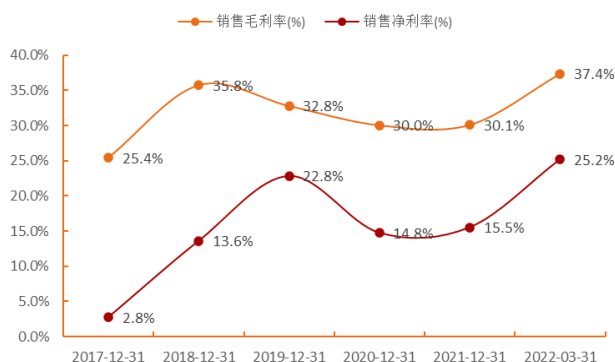
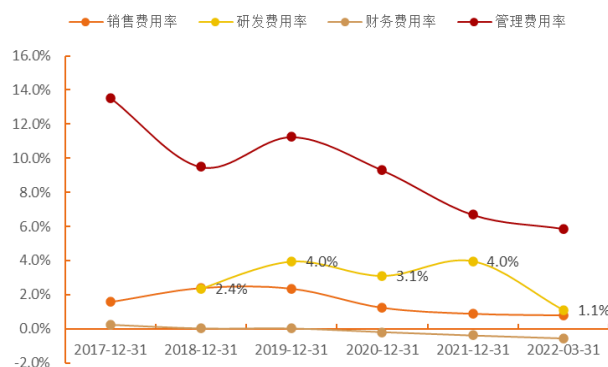


图 52：中航高科 2017-2022Q1 期间费用率

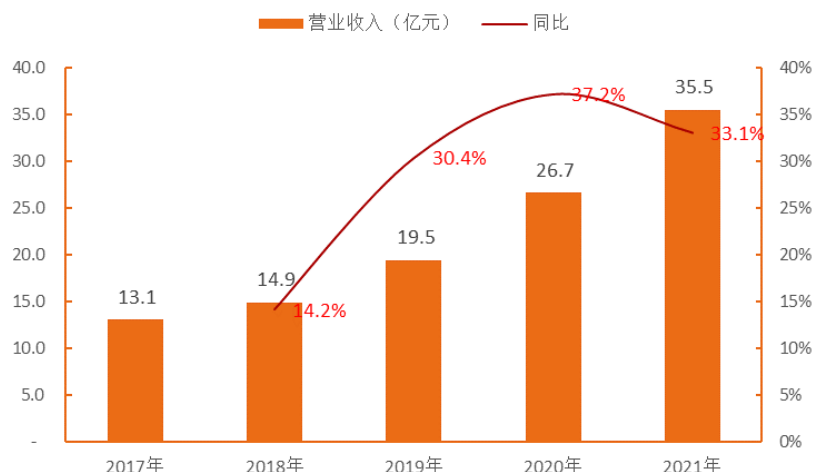


资料来源：Wind，首创证券

资料来源：Wind，首创证券

中航复材贡献公司主要业绩，营收及盈利水平稳步增长。近年来中航复材预浸料和蜂窝产品生产流程持续优化，2021 年预浸料产品生产和交付量创历史新高，蜂窝产品生产计划完成率达 100%。实现营收 35.5 亿元、同比增长 33.1%，2017~2021 年营收 CAGR 高达 28.3%。

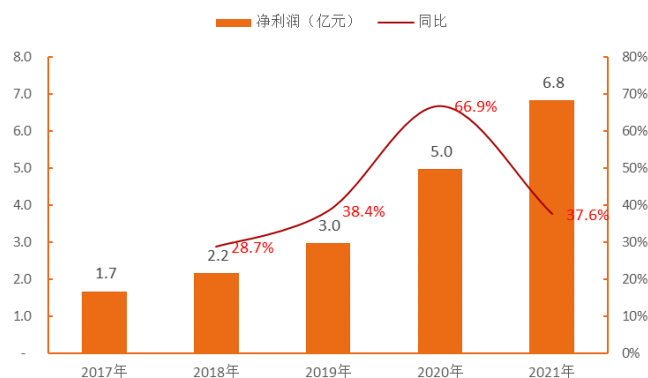
图 53：中航复材 2017-2021 年营收及增长率



资料来源：公司公告整理，首创证券

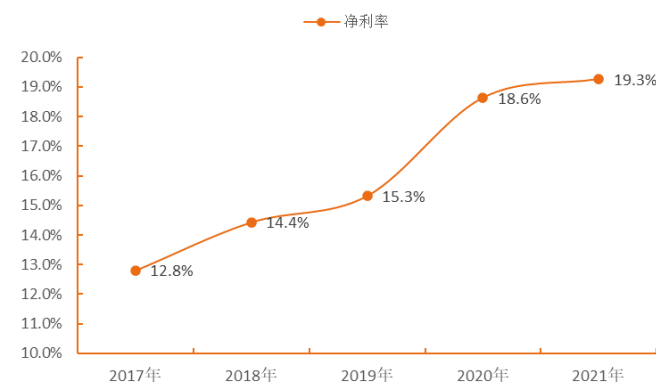
中航复材持续在供应链及生产管理上下功夫，不断提升公司盈利水平。2017~2021 年中航复材净利润由 1.7 亿元增长至 6.8 亿元、CAGR 达 41.4%，净利率也由 12.8% 提升至 19.3%、提升了 6.5 个百分点。中航复材为公司主要业绩来源，2021 年营收占公司总营收的 93%，其盈利水平基本决定了公司整体的盈利水平。

图 54：中航复材 2017-2021 年净利润及增长率



资料来源：公司公告整理，首创证券

图 55：中航复材 2017-2021 年净利率



资料来源：公司公告整理，首创证券

中航高科各子公司在其领域均具有相对优势地位。航空复材在原材料技术和产业规模上处于国内领先水平，优材百慕在民航飞机用刹车装置和摩擦材料国产化研制工作中具有悠久历史，京航生物拥有多项在国内达到领先水平的技术，公司机床相关业务也拥有数十年研发及生产历史，在细分领域内相关机床研制能力具有比较优势。围绕航空新材料和航空专用装备培育形成新动能主体力量，依托航空工业集团背景，凭借各子公司的领先地位，将持续高质量发展态势。

5.2 光威复材：国内碳纤维产业链最完整企业

光威复材是国内最早实施碳纤维国产化事业的民营企业，也是我国碳纤维国产化事业的成功实践者。公司打破了西方国家对我国碳纤维的垄断与封锁，并因此形成了其在我国航空航天领域碳纤维主力供应商地位。随着低成本和高效生产技术的逐步成熟，公司积极开发民用碳纤维及其复合材料产品，业务不断向下游延伸，形成目前的军品优先、军民共用、以民养军、军民品互动发展的军、民融合发展格局。

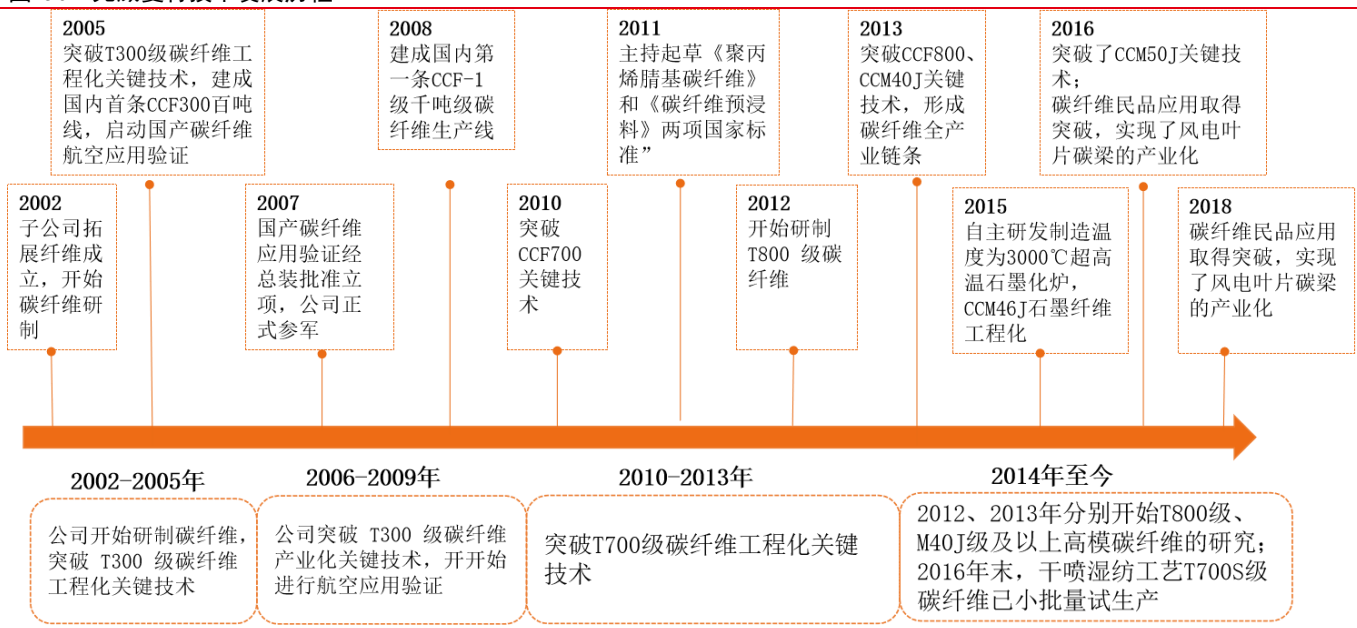
光威复材 1992 年成立，2017 年登陆创业板，以高端装备设计制造技术为支撑，形成了从原丝开始的碳纤维、织物、树脂、高性能预浸材料、复合材料制品的完整产业链布局，是目前国内碳纤维行业生产产品种最全、生产技术最先进、产业链最完整的龙头企业之一。

5.2.1 系列化产品，军民品业务双轮驱动

公司于 2002 年开始碳纤维的研制工作，近二十年来，致力于碳纤维的国产化和碳纤维产品升级和系列化研发，在新项目、新产品和新技术方面取得多项突破，形成了高强、高强中模、高模、高强高模系列化碳纤维产品，并积累了一系列具有自主知识产权的工艺制造技术。

2005 年突破 T300 级碳纤维工程化关键技术，所生产的 GQ3522 碳纤维各项指标达到 T300 级水平，成为国内第一家实现碳纤维工程化企业；2007 年通过“863 计划项目”所生产的 GQ4522 碳纤维各项性能指标达到 T700 级水平；2013 年掌握了 M40J 级碳纤维工程化生产的关键设备与技术；2016 年末，干喷湿纺工艺 T700S 级碳纤维已小批量试生产，形成试运行产能。

图 56：光威复材技术发展历程



资料来源：公司官网，光威复材招股说明书，首创证券

2021 年公司研制的 M55J 级批量生产和交付，标志着我国高强高模类碳纤维关键型号产品成功实现国产化，使 2021 年成为国产高强高模碳纤维元年；T800H 级航空应用项目验证工作碳纤维研制环节的任务也基本完成；同时实现了对标世界先进水平的最新型号 T1100G 级和 M40X 级产品关键技术突破。公司坚持“两高一低”战略，将高模型、高强度碳纤维、低成本生产干湿法纺丝技术等世界领先的碳纤维产品和技术列入下一步的科研攻关目标。

公司发展和整体布局实行“521”发展战略，即：坚持五大产业、两个平台和一个园区的发展战略。

图 57：光威复材“521”发展战略

图 5-11 光威复材“321”发展战略

五大产业	两个平台	一个孵化园区
拓展纤维板块 (碳纤维及织物)	碳纤维研发平台	碳纤维产业孵化园区
通用新材料板块 (预浸料类)		
能源新材料板块 (风电和电缆)		
复合材料板块 (航空航天四随和轨道交通)	复合材料研发平台	
光威精密机械板块 (精密机械和航空航天武器舱体)		

资料来源：公司官网，首创证券

公司依托在碳纤维领域的全产业链布局，成为复合材料业务的系统方案提供商。当前业务主要有五个板块，业务涵盖碳纤维及织物、预浸料、碳梁、复合材料及装备设计制造等上下游。碳纤维及织物主要客户为军工企业，包括航空航天、电子通讯、兵器装备等领域，其中 GQ3522 (T300 级) 已经稳定向军方供货十余年。

公司的风电碳梁业务主要与全球风电巨头维斯塔斯风力技术公司 (Vestas) 进行合作，自 2016 年合作起，碳梁业务成为公司重要的业务支撑。业务规模大、规模效应明显，且碳纤维在风电叶片应用前景良好，该业务有效推动了公司民品业务的快速扩张。

表 22：光威复材主要产品

	型号	丝束规格	原丝工艺	产能	在建产能
碳纤维	GQ3522 (T300 级)	1K/3K	湿法工艺		
	GQ4522 (T700 级)	12K/24K,	湿法工艺、		
	QZ5026/QZ5526 (T800 级)	6K/12K/24K	干湿法工艺		
	QZ6026 (T1000 级)	12K	湿法工艺		
	QM4035 (M40J 级)	3K/6K/12K,	湿法工艺	2655 吨	5030 吨
	QM4050 (M55J 级)	3K/6K	湿法工艺		
经编布	碳纤维经编布 (KWC400)，玻璃纤维经编布 (KT920) 等 50 余种规格牌号				
机织物	缎纹 (CF3052)，斜纹 (CF3031)，平纹 (CF3011) 等 100 余种规格牌号				
预浸料				1375 万平方米	85 万平方米
碳梁	风电碳梁、建筑补强板、支撑杆			1020 万米	170 万米

资料来源：光威复材招股说明书，公司公告，首创证券

截至 2021 年公司碳纤维及织物产能为 2655 吨，预浸料 1375 万平方米，碳梁 1020 万米，同时公司还有多项扩产升级项目进行中。其中内蒙古光威低成本碳纤维项目规划产能 1 万吨，一期在建产能 4000 吨，预计 2022 年建成投产；高性能碳纤维产业化项目在建 M55J 级纤维产能 30 吨；“军民融合高强度碳纤维高效制备技术产业化项目”将进行 T700G/T800H 级高性能碳纤维产品的生产。

5.2.2 应用领域拓展，三大板块共同推进

近年来受益于航空航天及风电领域等下游需求增长，公司营收及净利稳步提升。2017 至 2021 年公司营收由 9.5 亿元增长至 26.1 亿元，CAGR 达 28.7%；归母净利润由 2.4 亿元增长至 7.6 亿元，CAGR 达 33.4%。2022Q1 受定型碳纤维产品降价、疫情导致停工停产、物流中断等影响，公司实现营收 5.9 亿元，同比下降 5.5%，实现归母净利润 2.1 亿元，同比下滑 5.0%。

图 58：光威复材 2017-2022Q1 营收及增速

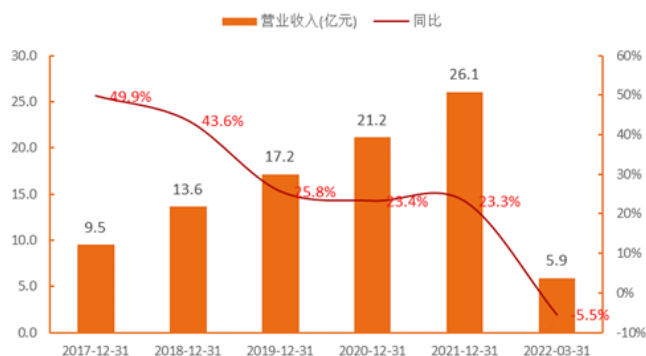


图 59：光威复材 2017-2022Q1 归母净利润及增速

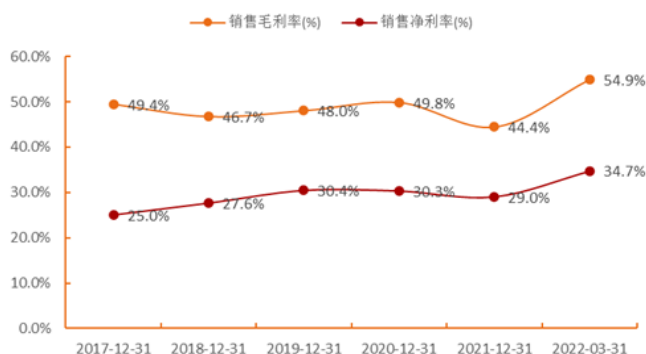


资料来源：Wind，首创证券

资料来源：Wind，首创证券

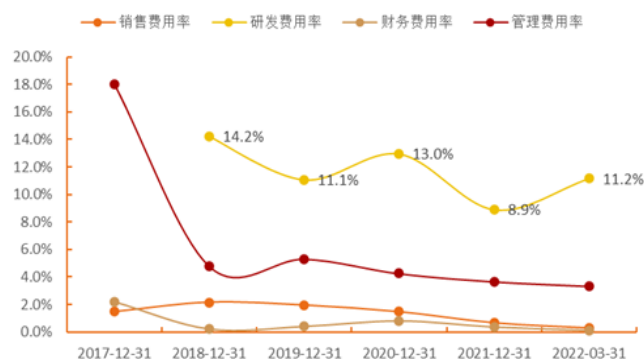
2021 年公司整体毛利率为 44.4%、较 2020 年下降 5.4 个百分点；净利率为 29%、较 2020 年下降 1.3 个百分点。主要受量产定型碳纤维价格下降，及民品业务贡献比例提高双重影响。2022Q1 销售毛利率 54.9%、销售净利率 34.7%，分别较 2021 年底提升 10.5 和 5.7 个百分点；主要是产品价格已趋于稳定，且新产品贡献的增加基本弥补了降价带来的不利影响。

图 60：光威复材 2017-2022Q1 毛利率与净利率



资料来源：Wind，首创证券

图 61：光威复材 2017-2022Q1 期间费用率



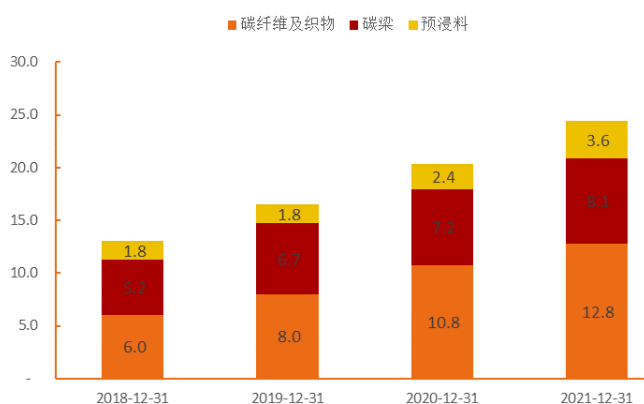
资料来源：Wind，首创证券

近年来公司费用管控良好，期间费用持续下降。公司在围绕订单积极组织生产经营和产品交付的同时，持续投入较高的研发支出，针对各应用领域开展新产研发和应用开发或应用验证工作。近年来主要进行 T800 级、T1000 级、M40J 级、M55J 级及以上高端碳纤维产品或项目的研发及认证，2021 年研发投入因前期 T800H 及 M40J 级研发项目基本完成有所下降。

2021 年公司碳纤维业务毛利率为 70%、较 2020 年下降 5.2 个百分点。其中量产定型碳纤维由于价跌量增，贡献毛利润额基本稳定，而以 T700 级、T800 级和高强高模 MJ 系列纤维为代表的其他非定型碳纤维产品贡献比例增加。

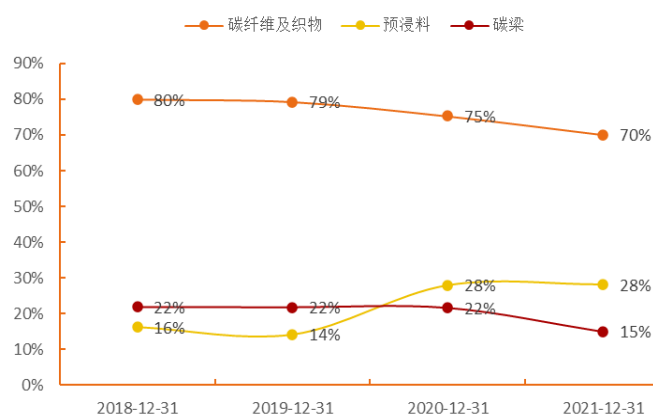
碳梁业务受成本快速上涨及原材料短缺造成订单交付不足的影响，毛利率为 15.1%、较 2020 年下降 6.6 个百分点。预浸料方面，2021 年公司通过产品结构调整，高附加值产品占比不断提高，实现了销售收入和利润贡献的较大增长。

图 62：光威复材 2018-2021 年三大板块收入（亿元）



资料来源：Wind，首创证券

图 63：光威复材 2018-2021 年三大板块毛利率



资料来源：Wind，首创证券

光威复材拥有碳纤维的全产业链布局，拥有系列化的树脂体系，在核心技术的消化吸收、新产品的应用开发、工艺的成熟稳定以及产品质量的跟踪反馈、装备保障等方面拥有综合技术能力。公司还与国内航空航天领域所属企业、国外风电领域企业建立了长期稳定的客户关系。未来随着我国航空航天事业的建设速度加快以及“双碳”背景下新能源领域的快速发展，公司作为碳纤维全产业链供应商将持续受益。

5.3 中简科技：专注航空航天，高性能碳纤维主力供应商

中简科技是具有完全自主知识产权的国产高性能碳纤维及相关产品研发制造商，具备高强型 ZT7 系列（高于 T700 级）、ZT8 系列（T800 级）、ZT9 系列（T1000/T1100 级）和高模型 ZM40J（M40J 级）石墨纤维工程产业化能力，公司生产的高性能碳纤维已通过航空航天型号验证，成为了国内大型航空航天企业集团的主要供应商。

5.3.1 发源并深耕于航空航天领域

2008 年 4 月 28 日，公司为承担科技部“863 聚丙烯腈基碳纤维工程化”重点项目而成立。自成立以来，公司始终坚持高性能碳纤维的研发和生产。公司主要产品随着公司研发的持续投入、生产技术的稳步提升而不断升级完善。

表 23：中简科技碳纤维技术发展历程

时间段	阶段	具体
2008 至 2011 年	完成 T700 级碳纤维工程产业化	2010 年 8 月建成了一条 150 吨/年（12K）或 50 吨/年（3K）高性能碳纤维生产线
		2010 年 10 月第一批高性能碳纤维原丝正式下线，开始了自制原丝的氧化碳化调试工作
2011 至 2012 年	ZT7 系列（高于 T700 级）碳纤维通过航空领域试验验证 ZT8 系列（T800 级）碳纤维规模化产品率先通过科技部评价	2011 年 2 月，制备出了符合航空航天指标要求的 T700 级碳纤维产品
		2012 年 ZT7 系列转入工程应用验证阶段
2012 至 2014 年	ZT7 系列（高于 T700 级）碳纤维通过航空航天产品定型转入批量稳定供货 成功研制高模型 ZM40J（M40J 级）石墨纤维	2012 年 6 月，公司实现 ZT8 系列碳纤维稳定生产
		2012 年 12 月至 2014 年 3 月，完成型号工程应用阶段的多批次评审，标志着公司生产的 ZT7 系列国产高性能碳纤维首次真正应用在我国自主研发的航空航天装备上
2014 年 4 月至今	进行更高性能碳纤维的研发	2013 年 4 月，国内率先研制成功高模型 ZM40J（M40J 级）石墨纤维
		2014 年 4 月，ZT7 系列进入稳定供货阶段
		2015 年 7 月，高强型碳纤维研制取得突破，采用湿法纺丝技术研制成功 T1000 级碳纤维
		2015 年 8 月，国内率先研制成功 ZT9 系列（T1000/T1100 级别）高强中模型碳纤维
		2017 年，着手进行 T1100 碳纤维技术开发，并已取得突破性进展。
		2017 年 4 月，突破了 M55J 和 M60J 高强高模碳纤维制备技术
		2018 年 5 月 M55J 高强高模碳纤维通过科技部组织的课题验收

资料来源：中简科技招股说明书，首创证券

公司主要产品为高性能碳纤维及碳纤维织物，目前主要应用于航空航天领域，主要客户为国内大型航空航天企业集团，产品最终用户为军方。公司生产的高强型 ZT7 系列（高于 T700 级）碳纤维及碳纤维织物在质量、性能等方面已超过国外同类产品先进水平，批量稳定应用于航空航天主要型号产品。

具体来看，公司拥有一条 150 吨/年（12K）或 50 吨/年（3K）高性能碳纤维生产线，系柔性生产线，可在同一条生产线中生产不同规格和级别的聚丙烯腈（PAN）基碳纤维。目前，可生产高强型 ZT7 系列（高于 T700 级）、ZT8 系列（T800 级）、ZT9 系列（T1000/T1100 级）和高模型 ZM40J（M40J 级）石墨纤维，其中，已规模化生产的产品为 ZT7 系列（高于 T700 级）高强型碳纤维；碳纤维织物主要为 ZT7 系列碳纤维对应的碳纤维织物。

表 24：中简科技主要碳纤维产品

中简牌号	与日本东丽产品比较	与国家标准比较
ZT7-3K/12K	整体性能高于 T700 级，拉伸强度与 T700 相当，拉伸模量高于 T700	属于 GQ4522 性能范畴，但拉伸模量接近上限
ZT8-6K/12K	与 T800H 相当	属于 QZ5526 性能范畴
ZT9-6K/12K	与 T1000/T1100 性能相当，拉伸模量高于 T1000/T1100	属于 QZ5526 性能范畴，但拉伸强度和拉伸模量接近上限
ZM40J-6K/12K	与 M40J 性能相当	拉伸强度高于 GM3040，拉伸模量低于 GM3040

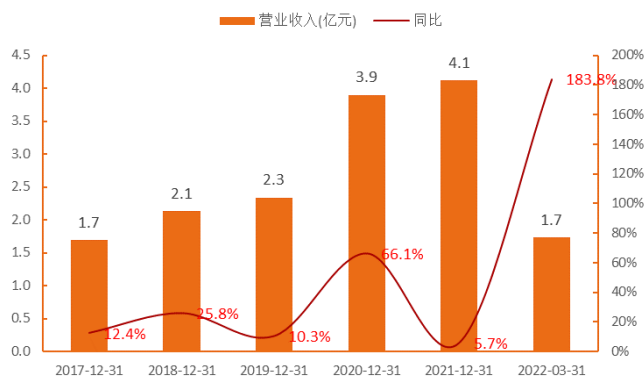
资料来源：中简科技招股说明书，首创证券

5.3.2 高技术壁垒带来高盈利能力

公司碳纤维产品的产销量和销售收入处于较稳定的增长水平。2017~2020 年公司营业收入由 1.7 亿元增长至 3.9 亿元、CAGR 达 31.9%，归母净利润由 1.1 亿元增长至 2.3 亿元、CAGR 为 27.9%。2021 年营收 4.1 亿元、同比增长 5.7%，归母净利润 2 亿元，受产品价格下降影响同比下降 13.4%。

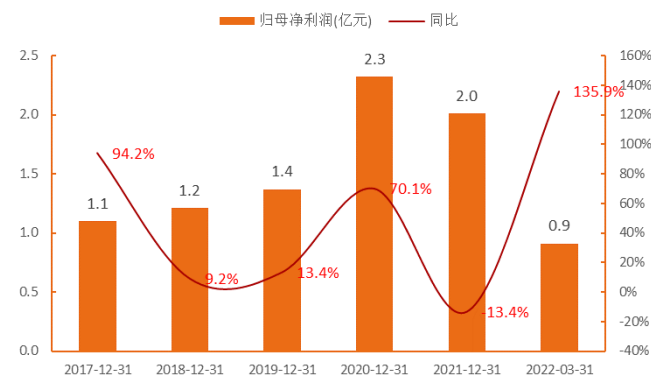
营收和归母净利润的快速增长主要得益于航空航天应用领域的不断拓展和快速发展，特别是 2020 年 8 月以来，日本限制碳纤维对我国的碳纤维销售，高端碳纤维供不应求；2021 年公司碳纤维产量 146 吨，销量达 156 吨。2022Q1 由于客户需求量及发货量增加，营收同比增长 183.8%，归母净利润同比增长 135.9%。

图 64：中简科技 2017-2022Q1 营收及增速



资料来源：Wind，首创证券

图 65：中简科技 2017-2022Q1 归母净利润及增速

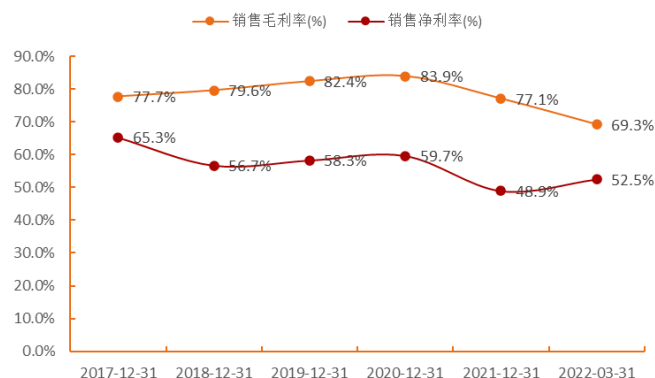


资料来源：Wind，首创证券

高毛利是公司产品高技术壁垒的体现。公司销售毛利率逐年提升，2020 年达到 83.9%，销售净利率 59.7%，远高于行业平均水平。主要是因为公司 ZT7 系列产品在基础研发、技术要求、工艺规范等方面与一般民用产品有所不同，高壁垒决定了高附加值。2021 年公司毛利率下降 6.8 个百分点至 77.1%，净利率下降 10.8 个百分点至 48.9%，主要是公司与主要客户经协商对产品价格下调所致。

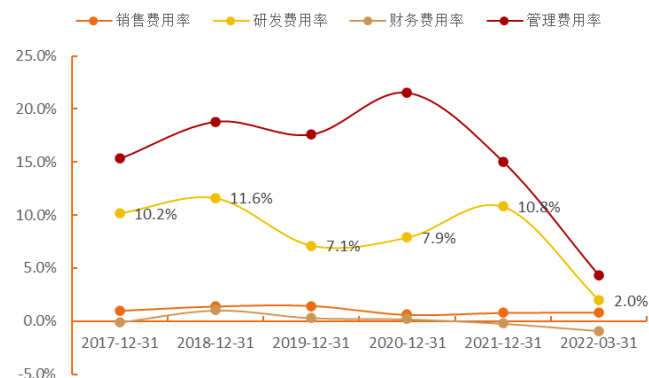
公司在保证现有产品稳定供应的基础上，持续加大研发投入，耕耘具有高技术壁垒的应用领域，开发具有高技术门槛和具有持续竞争力的产品。2019~2021 年公司研发费用依次为 1668 万元、3068 万元和 4449 万元，研发费用率由 7.1%增长至 10.8%。

图 66：中简科技 2017-2022Q1 毛利率与净利率



资料来源：Wind，首创证券

图 67：中简科技 2017-2022Q1 期间费用率



资料来源：Wind，首创证券

公司是我国高性能碳纤维技术研发和工程产业化稳定生产的领跑者，在我国率先实现 ZT7 系列碳纤维稳定批量生产并应用于航空航天高端领域，且由于军品研发投入大及认证周期长的特点，公司在 T700 级碳纤维批量供应方面处于绝对领先地位。

随着航空航天领域的进一步发展，对高性能碳纤维的需求将进一步提升，高性能碳纤维未来发展空间巨大。公司 ZT7 系列及以上级碳纤维在航空航天领域的应用有望进一步扩大，随着公司更高性能碳纤维逐步实现产业化，公司产品谱系将更为完善，有利于公司在高性能碳纤维市场的进一步拓展。

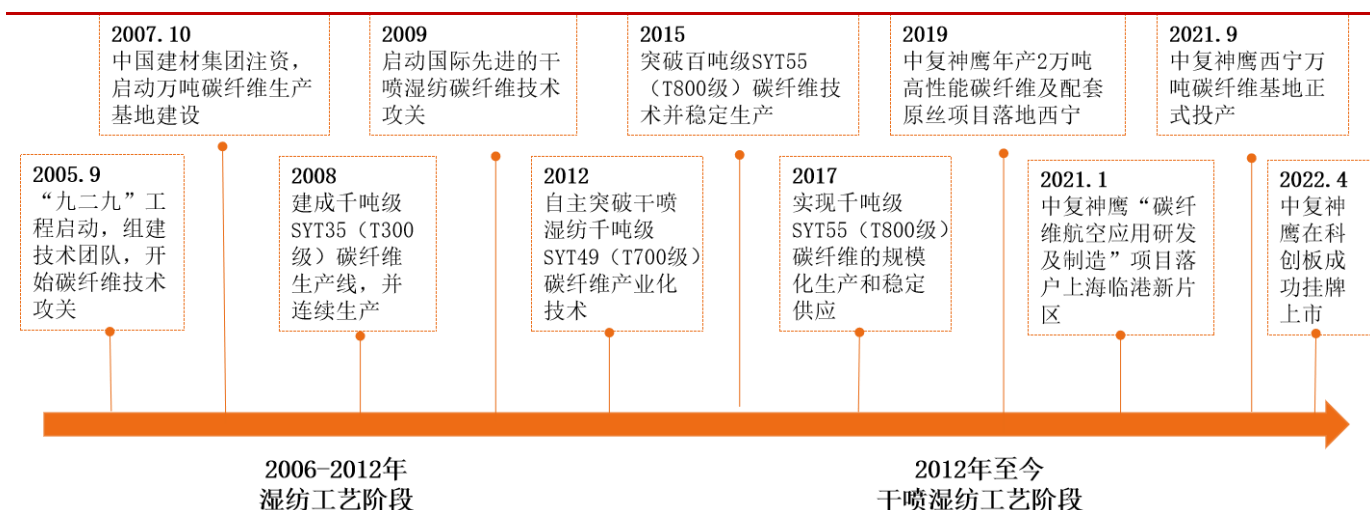
5.4 中复神鹰：国内干喷湿纺工艺领导者

中复神鹰是集碳纤维及复合材料研发、生产、销售为一体的国家级高新技术企业。公司建有连云港、西宁生产基地和上海研发基地，产能规模超万吨，位居国内前列。公司自主建成了全流程碳纤维生产系统，在关键技术、核心设备方面具有完全自主知识产权，率先突破先进的干喷湿纺工艺并实现产业化。SYT49S及以上高端产品连年在国产碳纤维市场占有率达50%以上，下游客户达500余家，成为国内外具有影响力的碳纤维供应商之一。

5.4.1 高性能产品全覆盖，产能优势显著

公司于2006年成立，2022年4月6日上市，公司自成立之时起就专注于碳纤维产品的研发、生产与销售。公司碳纤维的研制主要经历了湿纺工艺和干喷湿纺工艺两个阶段，设立之初至2012，主要从事湿法T300碳纤维的研发。自2009年起开展干喷湿纺技术的自主研发，并于2013年在国内率先突破了千吨级碳纤维原丝干喷湿纺工业化制造技术，建成了国内首条千吨级干喷湿纺碳纤维产业化生产线。之后公司继续通过自主研发，逐步形成了以T700级、T800级干喷湿纺产品为主，覆盖高强、高模中强、高模高强等不同类别的高性能碳纤维。

图 68：中复神鹰发展历程



资料来源：公司官网，中复神鹰招股说明书，首创证券

公司经过多年自主研发与技术积累，形成了四个核心技术体系，分别为大容量聚合与均质化原液制备技术、高强/中模碳纤维原丝干喷湿纺关键技术、PAN 纤维快速均质预氧化、碳化集成技术和干喷湿纺千吨级高强/百吨级中模碳纤维产业化生产体系构建技术。

表 25：中复神鹰核心技术

核心技术	环节	技术特点
大容量聚合与均质化原液制备技术	原丝制备	开创了高分子量、窄分布的共聚新技术，同时开发了快速预热混合的方法，确保了聚合原液的均质性 研发了大容量 60m3 聚合釜热交换技术，解决了大容量、高粘度聚合系统均质化调控的工程化难题
高强/中模碳纤维原丝干喷湿纺关键技术	成型	开发了高粘度原液多级垂直分配及高压挤出纺丝技术，实现了多纺位的稳定挤出纺丝 突破了干喷湿纺成型技术，使纤维凝固过程均一化 开发了高压蒸汽高倍牵伸技术，实现了高速化、高取向化、细旦化原丝制备

PAN 纤维快速均质预氧化、碳化集成技术	预氧化、碳化	研发了高效预氧化技术，预氧化时间由传统的 60-70min 缩短至 35min 以内
		开发了低温碳化排焦和快速碳化技术，解决了传统排焦方式炉腔内气氛不均匀的难题
干喷湿纺千吨级高强/百吨级中模碳纤维产业化生产体系构建技术	生产体系	明确了拉伸强度和模量的调控机制，优化了碳化工艺，实现了高强型碳纤维和中模型碳纤维性能与国际同类产品相当
		创建了碳纤维全流程数字化生产控制和品质管理系统，简化了生产流程，产品 A 级品率大幅提高
		建立了高效的碳纤维生产能效及排放管理系统，实现了千吨级碳纤维的节能化生产
		建成了首套具有完全自主知识产权的千吨级干喷湿纺碳纤维生产线，单位产能投资大幅降低

资料来源：中复神鹰招股说明书，首创证券

中复神鹰突破了超大容量聚合、干喷湿纺纺丝、快速均质预氧化碳化等核心技术工艺，系统掌握了 T700 级、T800 级、M30 级、M35 级千吨级技术以及 T1000 级、M40 级百吨级技术，实现了高强型、高强中模型、高强高模型等类别的全覆盖。

公司的主要产品为碳纤维，产品型号包括 SYT45、SYT45S、SYT49S、SYT55S、SYT65 和 SYM40 等，广泛用于航空航天、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。

表 26：中复神鹰主要产品

公司碳纤维型号	与日本东丽碳纤维型号的比较	与国家标准比较	产品类型
SYT45	拉伸强度高于 T300	GQ3522	
SYT45S	拉伸强度大幅高于 T300	GQ4522	高强型
SYT49	拉伸强度略低于 T700S, 拉伸模量与 T700S 相当	GQ4522	高强型
SYT49S	拉伸强度与拉伸模量与 T700S 相当	GQ4522	高强型
SYM30	拉伸强度与 T700S 相当，拉伸模量优于 T700S	QZ4526	
SYM35	拉伸强度高于 M35J, 拉伸模量与 M35J 相当	QZ4526	
SYM40	拉伸强度高于 M40J, 拉伸模量与 M40J 相当	QM4035	
SYT55S	拉伸强度略高于 T800S, 拉伸模量与 T800S 相当	QZ5526	高强中模型
SYT65	拉伸强度与拉伸模量与 T1000G 相当	QZ6026	

资料来源：中复神鹰招股说明书，首创证券

公司产能及产销量水平均居于国内碳纤维企业前列。本部位于连云港的生产基地现有产能 3500 吨/年，并正在建设西宁年产 10000 吨高性能碳纤维及配套原丝项目及年产 14000 吨高性能碳纤维及配套原丝等多项扩产项目，同时也在积极研发航空航天高性能碳纤维。

5.4.2 下游应用广泛，业绩跨越式增长

公司的碳纤维产品型号丰富，能够满足下游不同领域的市场需求，广泛应用于航空航天、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。2021 上半年，公司在体育休闲领域的销售量及收入占比最高，销售量为 496 吨、占总销量的 25%，收入 1.03 亿元、占总收入的 27%。

近年来公司积极拓展航空航天等高端应用领域，2018 年航空航天领域收入仅为 1539 万元、占比为 5.08%，2021 上半年该领域实现收入 5303 万元、占总收入比达 14%。公司的 SYT55S（T800 级）碳纤维已实现批量生产，且正与中国商飞展开合作。同时，公司拟在上海设立研发中心，主要围绕航空碳纤维应用及下游复合材料方向进行研发，持续完善碳纤维产业链布局。

图 69：中复神鹰 2021H 下游销售量（吨）

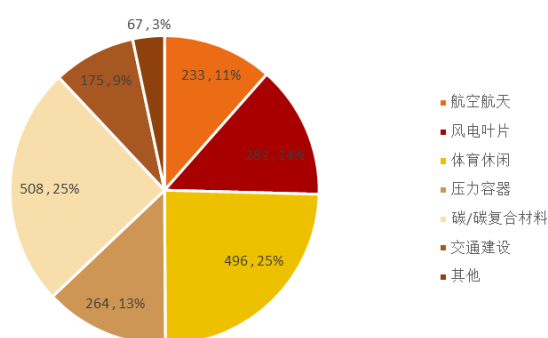
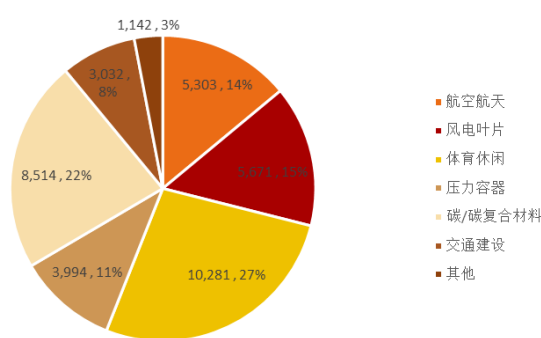


图 70：中复神鹰 2021H 下游销售收入（万元）

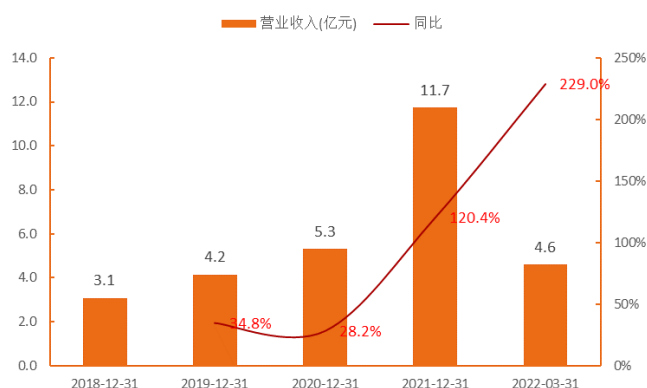


资料来源：公司公告整理，首创证券

资料来源：公司公告整理，首创证券

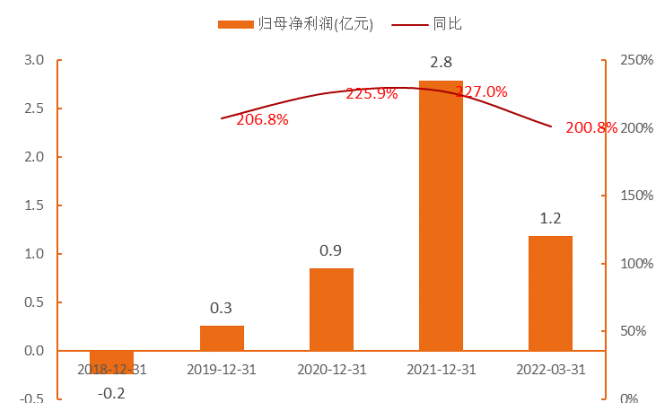
量价齐升带来公司业绩高速增长态势。2018~2021 年公司营业收入由 3.1 亿元增长至 11.7 亿元，CAGR 达 55.7%，归母净利润由-0.3 亿元增长至 2.8 亿元。公司业绩高速增长的主要原因是近年来国内下游客户对碳纤维的需求持续增长，碳纤维及其复合材料应用领域快速拓展，带动公司相关产品的销售数量和销售单价不断提高。同时，随着 2021 年西宁万吨碳纤维项目的陆续投产，公司碳纤维产品的产销量同比持续增加，带动销售收入进一步增长。2022Q1 实现营收 4.6 亿元、增速高达 229%，归母净利润 1.2 亿元、同比增长 200.8%。

图 71：中复神鹰 2018-2022Q1 营收及增速



资料来源：Wind，首创证券

图 72：中复神鹰 2018-2022Q1 归母净利润及增速



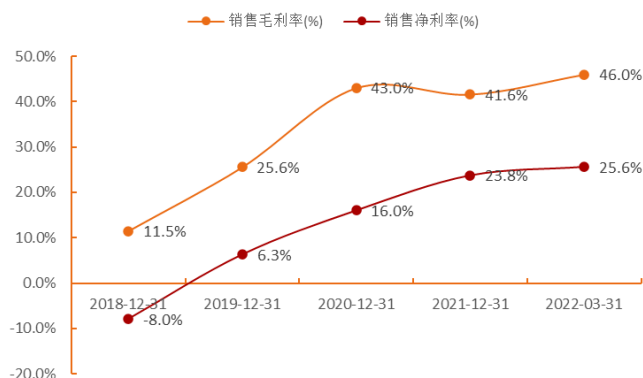
资料来源：Wind，首创证券

2018 年~2020 年期间,公司毛利率水平提高较快,由 11.5%提升至 43%、提升了 31.5 个百分点,受益于产品的销售单价上升以及单位成本下降。

销售价格方面,由于高强型碳纤维的应用范围较广,随着碳纤维及其复合材料应用领域快速拓展、下游客户的市场需求快速增长,航空航天及风电领域销售占比增加,带动公司产品销售单价不断提高。成本方面,2018 年~2020 年期间公司主要原材料丙烯腈的市场价格降幅较大,且随着公司产量的提高带来的规模效益,使公司碳纤维产品的单位成本有所下降。2021 年公司碳纤维产品的销售单价进一步上升,但由于丙烯腈涨价导致单位成本同时增加,毛利率略有下降。

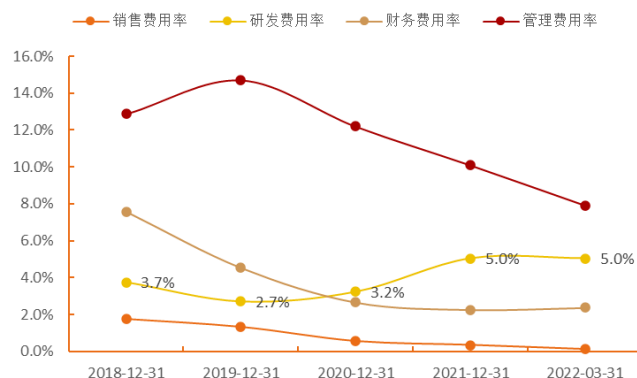
随着公司业务规模扩大和营业收入的增长,2018~2021 年期间费用率逐渐下降。管理费用率由 2018 年的 12.9%下降至 2021 年的 10.1%、下降了 2.8 个百分点,销售费用率和财务费用率也分别下降 1.4 和 5.3 个百分点。公司研发费用相对稳定,主要原因是公司自成立以来,一直专注于碳纤维产品的研发,主要的研发投入和关键技术突破均发生于 2018 年之前。

图 73: 中复神鹰 2018-2022Q1 毛利率与净利率



资料来源: Wind, 首创证券

图 74: 中复神鹰 2018-2022Q1 期间费用率



资料来源: Wind, 首创证券

中复神鹰公司凭借十余年在行业的深耕和技术积淀,形成的四大的核心技术和万吨级产量使其成为国内技术领先的碳纤维企业,产品性能在行业内处于领先地位。未来公司将持续依托优秀的产品质量、充足的产能和优质的服务等优势,在维系原有客户的基础上集中优势资源,聚焦航空航天等中高端市场,以实现业务高质量增长。

6 风险提示

疫情影响宏观经济、下游需求不及预期的风险；产能提升及消化不及预期的风险；军品降价导致毛利率降低的风险；新型号研制批产进度不及预期的风险。

分析师简介

曲小溪，首创证券研究发展部机械及军工行业首席分析师，曾先后进入华创证券、方正证券、长城证券研究部从事机械及高端装备行业的研究相关工作，曾获得第九届新财富最佳分析师电力设备新能源行业第二名；第九、第十、第十一届水晶球最佳分析师机械行业分别获得第四、第三、第四名。

黄怡文，研究助理，中央财经大学金融硕士，2021年8月加入首创证券。

分析师声明

本报告清晰准确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，作者将对报告的内容和观点负责。

免责声明

本报告由首创证券股份有限公司（已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格）制作。本报告所在资料的来源及观点的出处皆被首创证券认为可靠，但首创证券不保证其准确性或完整性。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专业财务顾问的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，首创证券及/或其关联人员均不承担任何法律责任。投资者需自主作出投资决策并自行承担投资风险，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。

本报告所载的信息、材料或分析工具仅提供给阁下作参考用，不是也不应被视为出售、购买或认购证券或其他金融工具的要约或要约邀请。该等信息、材料及预测无需通知即可随时更改。过往的表现亦不应作为日后表现的预示和担保。在不同时期，首创证券可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。

首创证券的销售人员、交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。首创证券没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。首创证券的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的意见或建议不一致的投资决策。

在法律许可的情况下，首创证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行业务服务。因此，投资者应当考虑到首创证券及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突。投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一信赖依据。

本报告的版权仅为首创证券所有，未经书面许可任何机构和个人不得以任何形式转发、翻版、复制、刊登、发表或引用。

评级说明

1. 投资建议的比较标准

投资评级分为股票评级和行业评级

以报告发布后的6个月内的市场表现为比较标准，报告发布日后的6个月内的公司股价（或行业指数）的涨跌幅相对同期的沪深300指数的涨跌幅为基准

2. 投资建议的评级标准

报告发布日后的6个月内的公司股价（或行业指数）的涨跌幅相对同期的沪深300指数的涨跌幅为基准

	评级	说明
股票投资评级	买入	相对沪深300指数涨幅15%以上
	增持	相对沪深300指数涨幅5%-15%之间
	中性	相对沪深300指数涨幅-5%-5%之间
	减持	相对沪深300指数跌幅5%以上
行业投资评级	看好	行业超越整体市场表现
	中性	行业与整体市场表现基本持平
	看淡	行业弱于整体市场表现