

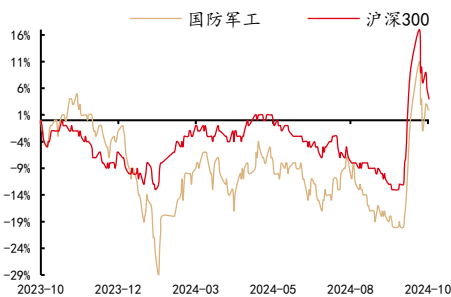
行业投资评级

强于大市|维持

行业基本情况

收盘点位	1428.91
52周最高	1557.78
52周最低	999.45

行业相对指数表现（相对值）



资料来源：聚源，中邮证券研究所

研究所

分析师: 鲍学博
SAC 登记编号: S1340523020002
Email: baoxuebo@cnpsec.com
分析师: 马强
SAC 登记编号: S1340523080002
Email: maqiang@cnpsec.com

近期研究报告

《中邮军工周报 10 月第 2 周：中航电测调整 2024 年度日常关联交易预计金额，第十五届中国航展将于 11 月 12 日开幕》 - 2024. 10. 15

碳纤维复材深度之一：航空航天牵引需求增长，供应能力提升推进国产替代

● 投资要点

碳纤维复合材料由基体材料和碳纤维增强材料复合而成。碳纤维力学性能优异，比重不到钢的 1/4，碳纤维复合材料抗拉强度一般都在 3500MPa 以上，是钢的 7-9 倍，是目前已大量生产的高性能纤维中具有最高比强度和最高比模量的纤维。碳纤维复合材料具有重量轻、力学性能好、结构设计灵活、性能可调控、来源广、成本低等特点，在国防军事的发展中有着重要地位，已广泛应用于各类飞机、无人机、导弹、运载火箭、卫星中。

目前，碳纤维复合材料主要应用于航空航天军工、风电叶片、体育休闲、压力容器等领域。2023 年，全球树脂基碳纤维复材需求约 17.69 万吨，其中，航空航天军工领域 3.38 万吨，占比 19%，风电叶片领域 3.08 万吨，占比 17%，体育休闲领域 2.89 万吨，占比 16%。航空航天军工领域，碳纤维复材性能要求高，价值量高。从市场规模看，2023 年，全球树脂基碳纤维复材市场规模 229.6 亿美元，其中，航空航天军工领域市场规模 146.2 亿美元，占比 64%，体育休闲领域市场规模 35.9 亿美元，占比 16%，风电叶片领域市场规模 6.2 亿美元，占比 3%。

军用装备复材用量持续提升，国内商用大飞机量产及其对国产碳纤维复材的采购、应用有望带动碳纤维复材需求增长。与全球市场结构相比，国内碳纤维复材市场结构中，航空航天领域占比相对小。从需求量看，2023 年全球航空航天军工领域碳纤维复材需求占比 19%，而国内航空航天领域碳纤维复材需求占比 11%。从市场规模看，2023 年全球航空航天军工领域碳纤维复材市场规模占比 64%，而国内航空航天领域碳纤维复材市场规模占比 48%。碳纤维复材用量已成为衡量军用装备先进性的重要标志，装备中复合材料用量有望持续提升，国内先进武器装备量产有望推动碳纤维复材市场需求较快增长。商用飞机是碳纤维复材重要应用方向，国内商用大飞机量产及其对国产碳纤维复材的采购、应用也有望带动碳纤维复材市场需求增长。此外，低空经济领域有望成为碳纤维复材新的需求增长点。

国内碳纤维自主供应能力不断加强，国产替代或将加速推进。根据《2023 全球碳纤维复合材料市场报告》，2023 年，中国碳纤维的总需求为 6.91 万吨，其中，进口量为 1.61 万吨，占总需求的 23%，同比减少 45%，国产碳纤维供应量为 5.30 万吨，占总需求的 77%，同比增长 18%。展望未来，随着国内碳纤维供应能力不断提升，国产替代或将加速推进。

从供给端看，碳纤维复材产业链各环节分工明确。碳纤维复材以聚丙烯腈（PAN）基为主，产业链包括：丙烯腈、原丝、碳纤维、复合材料、消费品等几个环节。碳纤维厂商包括：1) 航空航天军工应用企业，包括光威复材、中简科技、太钢钢科等，光威复材和中简科技 2023 年相关产品毛利率 65%左右；2) 高性能工业应用企业，包括中复神鹰、恒神股份等，中复神鹰和恒神股份 2023 年相关产品毛利率分别为 30%和 1%；3) 低成本工业应用企业，包括吉林化纤、宝旌、上海石化等，吉林化纤 2023 年相关产品毛利率为-34%，2022 年为 2%。预浸料厂商包括中航高科、恒神股份、光威复材等，2023 年中航高科和光威复材的预浸料业务毛利率在 35%左右，恒神股份预浸料业务毛利率 48%。复材零部件厂商包括佳力奇、航天环宇、广联航空等，2023 年佳力奇飞机复材零部件业务毛利率 34%。

产业链相关上市公司包括：1) 碳纤维环节：光威复材、中简科技、中复神鹰、恒神股份、吉林化纤、上海石化等；2) 预浸料环节：中航高科、光威复材、恒神股份等；3) 复材结构件环节：佳力奇、航天环宇、广联航空等。

● 风险提示

航空航天、风电、体育休闲等行业对碳纤维复材的需求不及预期；原油价格大幅波动；产品降价超出市场预期等。

目录

1 碳纤维复合材料.....	6
1.1 碳纤维复合材料以聚丙烯腈基碳纤维加树脂基基体为主，性能优势显著.....	6
1.2 历经两次发展浪潮，应用领域不断拓宽.....	8
1.3 我国碳纤维发展起步早，进入 21 世纪以来国内碳纤维产业实现快速发展.....	11
2 需求：应用领域以航空航天、风电叶片、体育休闲等为主，航空航天市场规模占比超 50%.....	12
2.1 碳纤维复材主要应用于航空航天、风电叶片、体育休闲等领域.....	12
2.2 国内碳纤维复材需求量约 10 万吨，武器装备、商用航空和低空经济领域成长空间广阔.....	18
3 供给：产业链各环节分工明确，航空航天碳纤维生产环节毛利率相对较高.....	21
3.1 碳纤维复材产业链.....	21
3.2 原丝及碳纤维：碳纤维的主要生产成本为制造费用.....	23
3.3 碳纤维复材成型：热压罐为航空复材零部件制造主流工艺，预浸料是复材成型的主要成本.....	26
4 相关上市公司.....	30
5 风险提示.....	31

图表目录

图表 1: 聚丙烯腈 (PAN) 基碳纤维生产工艺示意图	6
图表 2: 碳纤维按原丝类型分类	7
图表 3: 碳纤维按纤维数量和力学性能分类	7
图表 4: 常用碳纤维复合材料与部分金属材料性能对比	8
图表 5: 碳纤维复合材料的分类	8
图表 6: 波音 767 和波音 787 应用材料对比	10
图表 7: 碳纤维材料的需求	10
图表 8: 全球树脂基碳纤维复材需求 (千吨)	12
图表 9: 2023 年树脂基碳纤维复材需求量 (万吨)	13
图表 10: 2023 年树脂基碳纤维复材市场规模 (亿美元)	13
图表 11: 航空航天领域不同机型碳纤维需求 (吨)	14
图表 12: 国内外民用客机先进复合材料应用情况	14
图表 13: 复合材料在军机上的应用	15
图表 14: 复材在无人机机体中的应用	15
图表 15: 部分中、美无人机复合材料的使用情况	15
图表 16: 2023 年体育休闲领域分市场碳纤维需求 (吨)	16
图表 17: 体育休闲领域树脂基碳纤维复材的需求	16
图表 18: 随叶片长度增加碳纤维主梁叶片的占比变化	18
图表 19: 2023 年中国树脂基碳纤维复材需求量 (万吨)	19
图表 20: 2023 年中国树脂基碳纤维复材市场 (亿元)	19
图表 21: C919 全机材料使用示意图	20
图表 22: eVTOL 对于复材结构件的应用	20
图表 23: 国内碳纤维需求量 (吨)	21
图表 24: 聚丙烯腈 (PAN) 基碳纤维复材产业链	22
图表 25: 国内主要碳纤维厂商 (2023 年)	23
图表 26: 碳纤维原丝生产工艺	24
图表 27: 吉林碳谷原丝平均售价和成本 (元/kg)	24
图表 28: 吉林碳谷主营业务成本率	25
图表 29: 不同厂商碳纤维单价 (元/kg)	25
图表 30: 各公司碳纤维产能投入情况	26
图表 31: 各公司碳纤维生产成本率 (2023 年)	26
图表 32: 碳纤维复材成型工艺	27
图表 33: 2023 年不同工艺树脂基碳纤维复合材料需求 (万吨)	28
图表 34: 佳力奇采购的预浸料均价 (元/平方米)	28
图表 35: 各公司预浸料生产成本率 (2023 年)	29

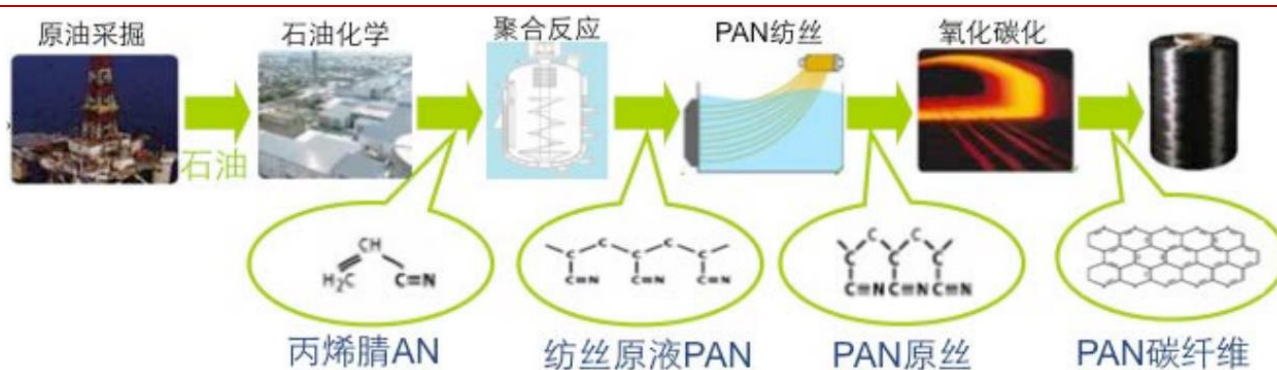
图表 36: 国内航空复材零部件相关企业	29
图表 37: 佳力奇材料成本 (亿元) 及成本率	30
图表 38: 佳力奇的直接材料成本结构	30
图表 39: 相关上市公司	31

1 碳纤维复合材料

1.1 碳纤维复合材料以聚丙烯腈基碳纤维加树脂基基体为主，性能优势显著

碳纤维 (Carbon Fiber) 是一种丝状碳素材料，由聚丙烯腈 (或沥青、粘胶) 等有机母体纤维采用高温分解法在 1000 摄氏度以上高温的惰性气体下碳化 (其结果是去除碳以外绝大多数元素) 制成，直径 5-10 微米，是一种含碳量高达 90% 以上的无机高分子纤维。

图表1：聚丙烯腈 (PAN) 基碳纤维生产工艺示意图



资料来源：中简科技招股书，中邮证券研究所

碳纤维力学性能优异，比重不到钢的 1/4，碳纤维复合材料抗拉强度一般都在 3500MPa 以上，是钢的 7-9 倍，是目前已大量生产的高性能纤维中具有最高比强度和最高比模量的纤维，并具有低密度、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，是发展国防军工与国民经济的重要战略物资，广泛应用于军工、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。

碳纤维可以按照原丝类型、制造方法、性能等不同维度进行分类。按原丝类型，碳纤维可以分为聚丙烯腈 (PAN) 基、沥青基、粘胶基碳纤维，其中，聚丙烯腈基碳纤维具有成品品质优异、工艺简单、产品力学性能优秀等优势，自 20 世纪 60 年代问世以来，迅速占据主流地位，占碳纤维总量的 90% 以上。目前碳纤维一般指 PAN 基碳纤维。

图表2：碳纤维按原丝类型分类

项目	聚丙烯腈 (PAN) 基	沥青基	粘胶基
抗拉强度	>3000Mpa	1800Mpa	2000-3000Mpa
抗拉模量	>250GPa	350GPa	410-560GPa
密度	1.75-1.98g·cm ⁻³	1.6g·cm ⁻³	2.0g·cm ⁻³
断后延伸率	0.5-1.5%	1.0%	0.6%
优势	品质优异，工艺相对简单，产品力学性能优异，碳化效率高	原材料来源丰富，碳化效率高	高耐温性
劣势	成本较高	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
应用现状	已经为碳纤维市场主流	应用规模较小，主要用于体育用品、工业滚轴、航空航天	主要用于耐烧蚀材料及隔热材料

资料来源：艾瑞咨询，中邮证券研究所

按纤维数量可以将碳纤维分为小丝束和大丝束，按力学性能可以将聚丙烯腈基碳纤维分为高强型、高强中模型、高模型、高强高模型四类。小丝束碳纤维初期以 1K、3K、6K 为主，逐渐发展为 12K 和 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。大丝束碳纤维通常指 48K 以上碳纤维，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。

图表3：碳纤维按纤维数量和力学性能分类

分类方式	类别	具体用途/性能
按碳纤维数量分类	小丝束	丝束数量小于 24K 的碳纤维，主要用于国防军工、航空航天领域
	大丝束	丝束数量大于等于 48K 的碳纤维，用于工业领域
按力学性能分类	高强型	拉伸强度 3500~<5000MPa，拉伸弹性模量 220~<260GPa
	高强中模型	拉伸强度 4500~<7500MPa，拉伸弹性模量 260~<350GPa
	高模型	拉伸强度 3000~<3500MPa，拉伸弹性模量 350~<400GPa
	高强高模型	拉伸强度 3500~<7000MPa，拉伸弹性模量 350~<700GPa

资料来源：光威复材招股书，中复神鹰招股书，中邮证券研究所

碳纤维复合材料由基体材料和碳纤维增强材料复合而成，通过基体材料和碳纤维在性能上互相取长补短，产生协同效应，碳纤维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。碳纤维复合材料具有重量轻、力学性能好、结

构设计灵活、性能可调控、来源广、成本低等特点，在国防军事的发展中有着重要地位，已广泛应用于各类飞机、无人机、导弹、运载火箭、卫星中。

图表4：常用碳纤维复合材料与部分金属材料性能对比

材料名称	密度/(g·cm ⁻³)	比强度/(10 ⁷ cm)	比模量/(10 ⁹ cm)	抗拉强度/MPa	拉伸模量/GPa
铝	2.64	0.12	0.27	400	72
钢	7.81	0.09	0.26	1000	210
钛	4.50	0.20	0.25	900	116
玻璃钢	2.0	0.53	0.20	1060	40
碳纤维 (IM6)	1.80	0.27	127.8	4900	230
高强碳纤维/环氧	1.56	0.91	0.81	1420	126
高模碳纤维/环氧	1.60	0.66	1.47	1050	235

资料来源：《树脂及其复合材料在导弹中的失效机理》-杜玉章等，中邮证券研究所

碳纤维复合材料中，基体材料以树脂基为主，市场份额占比 90%以上。基体材料分为金属和非金属两大类，金属基体常用的有铝、镁、铜、钛及其合金，非金属基体主要有合成树脂、橡胶、陶瓷、石墨、碳等。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。

图表5：碳纤维复合材料的分类

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 (酚醛树脂基)、航空航天结构材料
	热塑性树脂 (TP)	耐湿热、强韧、优良的成型加工性	(环氧树脂基)、钓鱼竿、建筑补强等
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)	铜、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：光威复材招股书，中邮证券研究所

1.2 历经两次发展浪潮，应用领域不断拓宽

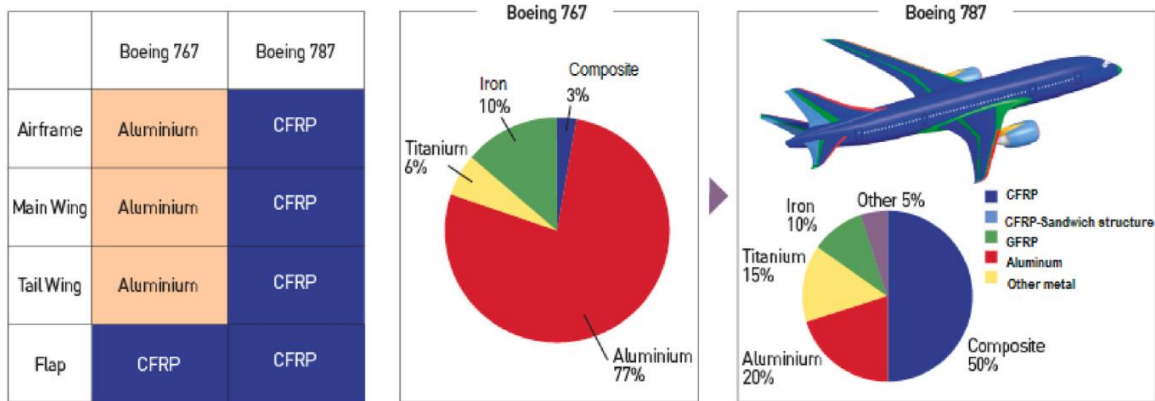
碳纤维发展起源于 20 世纪 50-60 年代，美国、日本、英国等最早开发碳纤维生产工艺。1958 年，美国联合碳化物公司的 Roger Bacon 在氩气中加热人造

丝，意外地生产出了碳纤维，从此，碳纤维材料的潜力逐渐得到认识。1960年，H. I. Thompson 纤维玻璃公司（美国）的 Richard Millington 开发了将人造丝纤维中含碳量提高到 99wt% 的方法。20 世纪 60 年代，日本和英国公司领导了聚丙烯腈（PAN）基碳纤维生产的实验室技术开发。1959 年，日本大阪工程技术研究所的 Akio Shindo 成功使用低成本方法生产了碳含量约 55wt% 的碳纤维；日本东丽工业于 1964 年试验生产 PAN 碳纤维，并于 1970 年与大阪工程技术研究所签订了 PAN 工艺的许可协议。英国皇家飞机公司的 W. Watt、L. N. Phillips 和 W. Johnson 于 1963 年为使用 PAN 纤维的碳纤维制造工艺申请了专利；随后，英国国家研究发展公司向 Rolls Royce、Morganite 和 Courtaulds 授予了该工艺许可。

碳纤维复合材料工业开端于 20 世纪 70-80 年代。碳纤维制造工艺发展过程中，美国、英国和日本进行了密切的合作。1970 年，东丽与美国联合碳化物公司签署合作协议，获得美国联合碳化物公司的碳化技术，美国联合碳化物公司则代理东丽的碳纤维产品。1971 年，东丽公司建立了 12 吨碳纤维生产线，并开始生产 T300 碳纤维，并且在 1972 年推出了第一个商业碳纤维复材产品——鱼竿。1973 年石油危机使得飞机迫切需要减少机身重量以减少燃料消耗，随后，波音、空客等飞机制造商开始探索碳纤维复材的应用。1982 年，波音 757、波音 767 和航天飞机开始使用 T300 碳纤维。CFRP 进入了航空航天结构的工程应用，包括军用和民用飞机。20 世纪 80 年代，凭借 1000 吨/年的单线生产能力，东丽已基本实现其现有产品系列的大部分，即初期的 T300、中期的 T800 和 T1000 以及后期的 M60J。随着碳纤维复材在飞机部件中的广泛应用，到 1988 年东丽碳纤维累计产量已超过 1 万吨。

碳纤维复材历经两次需求浪潮，第一次由航空航天领域带动。碳纤维复合材料的第一次应用浪潮出现在 20 世纪 90 年代至 00 年代，民航飞机制造商成功并逐步使用更多的碳纤维复合材料制造飞机机身，从而满足航空公司对降低燃油消耗、降低 CO₂ 排放和降低维护成本、延长设计寿命、通过零件集成降低工具和装配成本的要求。1990 年，东丽的 CFRP 预浸料被波音公司用于波音 777 的主要机身结构。2003 年，波音公司启动波音 787 项目，在机身和主要结构中大量使用 CFRP(50wt%)；2005 年，空客公司推出了 A350 XWB 项目，也大量使用 CFRP(53wt%)。

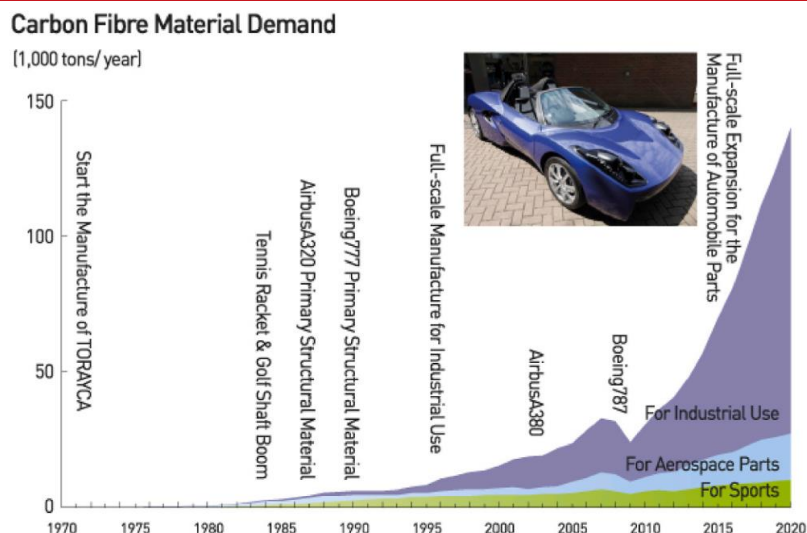
图表6: 波音 767 和波音 787 应用材料对比



资料来源:《Past, present and future prospective of global carbon fibre composite developments and applications》-Jin Zhang 等, 中邮证券研究所

碳纤维复材的第二次需求浪潮由非航空航天工业领域带动。21 世纪 10 年代以来, 碳纤维复合材料的应用从航空航天向非航空航天工业用途急剧扩展, 并以大批量、低成本为特点。2007 年, Zoltek 与风力机 OEM 厂商维斯塔斯合作, 在风机叶片中使用碳纤维。与玻璃纤维复合材料制成的叶片相比, 在 60 米长叶片中采用碳纤维复合材料预计可减重 38%, 成本降低 14%, 并延长叶片寿命。2014 年, 东丽收购了 Zoltek, Zoltek 是全球领先的大丝束(>50K)碳纤维供应商, 其碳纤维产能将增加至 3.5 万吨/年。

图表7: 碳纤维材料的需求



资料来源:《Past, present and future prospective of global carbon fibre composite developments and applications》-Jin Zhang 等, 中邮证券研究所

1.3 我国碳纤维发展起步早，进入 21 世纪以来国内碳纤维产业实现快速发展

国内碳纤维产业发展起步与国外大致处于同一时期，但起步后发展缓慢，进入 21 世纪以来，国内碳纤维研发和应用实现快速发展。国内碳纤维产业发展大致经历了三个阶段：

第一阶段（20 世纪 60-70 年代）：我国碳纤维的研究开发始于 20 世纪 60 年代。碳纤维作为重要的军工产品，被国外进行严格技术封锁。因此，我国碳纤维技术以自主研发为主。在我国碳纤维产业的起步阶段，代表性的企业及工艺主要有：1) 吉林石化的硝酸法，代表了我国当时的最高水平；2) 兰州化纤的硫氰酸钠法；3) 榆次化纤的二甲基亚砷法。1974 年 7 月，中国科学院山西煤炭化学研究所开始设计我国第一条碳纤维生产线，并于 1976 年建成，生产出的碳纤维拉伸强度 2.8GPa，拉伸模量 250GPa，断裂伸长率 1.5%。该中试生产线通过国家鉴定和验收后，荣获 1978 年全国科技大会奖。随后，整体搬迁到中国石油吉林石化公司生产碳纤维，之后的研制工作缓慢向前，没有取得突破性进展。

第二阶段（20 世纪 70-90 年代）：20 世纪 70 年代，国产碳纤维质量比国外差，但差距不是很大，原国防科委主任开始主持碳纤维研发工作，先后组织了二十多名科研和企事业单位，组成原丝、碳化等五个专业组进行相关研究。但由于知识产权归属问题没有得到妥善解决、各部门之间利益难以协调，进展缓慢。在此之后的 80 年代中期，我国也陆续尝试走引进开发之路，但均以失败告终，差距愈来愈大，同期国外碳纤维质量得到大幅度提高，并进入大批量生产阶段，国内在 80 年代、90 年代和 21 世纪初，一直在攻坚原丝质量和批量生产技术。

第三阶段（21 世纪以来）：进入 2000 年，两院院士师昌绪提出要大力发展碳纤维产业，引起了政府的重视。至此，我国开始采取措施大力支持碳纤维领域的自主创新，在 863、973 计划中也将碳纤维作为重点研发项目。2005 年，当时国内的碳纤维行业企业仅有 10 家，合计产能仅占全球的 1%；2008 年，以国有企业为代表的企业开始进入碳纤维行业，但大部分企业在核心关键技术上还无任何突破，无论是生产线的运行还是产品质量都极不稳定；进入 2010 年，国内碳纤维生产能力占世界高性能碳纤维总产量的 0.5%；2010 至 2014 年期间，我国碳纤维

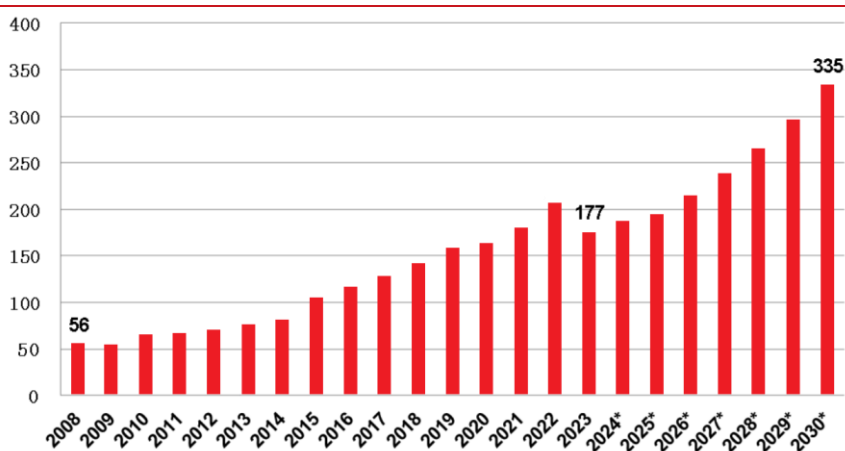
产能从 6445 吨增至 15000 吨，产量从 1500 吨增至 3700 吨。2017 年，中国大陆碳纤维产能 2.60 万吨，仅次于美国和日本，占比 18%；中国台湾碳纤维理论产能达到 0.88 万吨。但国内碳纤维大部分是小丝束，单条线产能仅有百吨级，规模效应无法发挥，导致国产碳纤维成本甚至高于国外市场售价，行业普遍处于亏损状态。根据中国复合材料工业协会，至 2021 年，江苏恒神产值产量双提升，实现恒神创建以来首次盈利，也迎来了国产纤维首次全行业盈利。截至 2021 年，我国在军用领域已基本实现碳纤维的国产化。

2 需求：应用领域以航空航天、风电叶片、体育休闲等为主， 航空航天市场规模占比超 50%

2.1 碳纤维复材主要应用于航空航天、风电叶片、体育休闲等领域

全球碳纤维复材需求量呈持续增长趋势，2023 年需求量短期下滑。2023 年，全球碳纤维复材需求 17.69 万吨，较 2022 年 20.77 万吨下滑 15%；全球碳纤维复材收入 229.6 亿美元，较 2022 年 262.1 亿美元减少 12%。需求量下滑主要由于风电叶片和体育休闲等领域需求减少，2023 年，风电叶片领域碳纤维复材需求 3.08 万吨，同比下降 42%；体育休闲领域碳纤维复材需求 2.89 万吨，同比下降 22%。航空航天军工领域，碳纤维复材需求复苏、价格上涨，2023 年需求 3.38 万吨，同比增长 9%。

图表8：全球树脂基碳纤维复材需求（千吨）

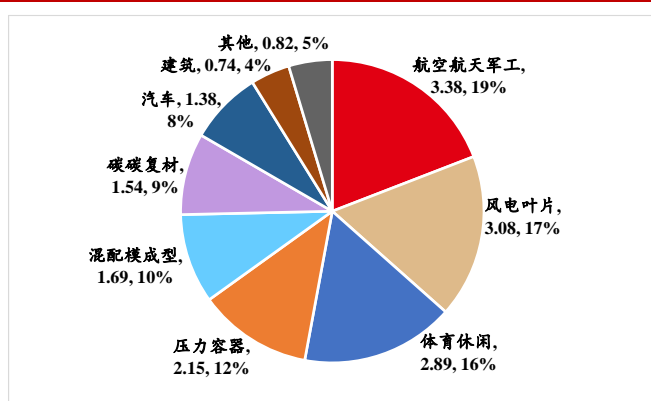


资料来源：《2023 全球碳纤维复合材料市场报告》-林刚，中邮证券研究所

注：包括碳碳复材

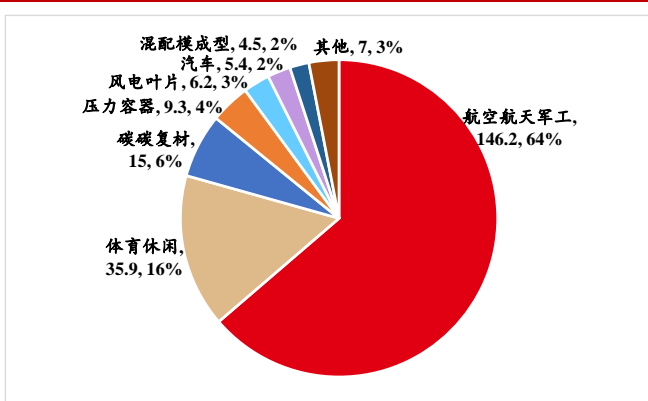
碳纤维复合材料主要应用于航空航天军工、风电叶片、体育休闲、压力容器等领域。2023年，全球树脂基碳纤维复材需求约17.69万吨，其中，航空航天军工领域3.38万吨，占比19%，风电叶片领域3.08万吨，占比17%，体育休闲领域2.89万吨，占比16%。航空航天军工领域，碳纤维复材性能要求高，价值量高。从市场规模看，2023年，全球树脂基碳纤维复材市场规模229.6亿美元，其中，航空航天军工领域市场规模146.2亿美元，占比64%，体育休闲领域市场规模35.9亿美元，占比16%，风电叶片领域市场规模6.2亿美元，占比3%。

图表9：2023年树脂基碳纤维复材需求量（万吨）



资料来源：《2023全球碳纤维复合材料市场报告》-林刚，中邮证券研究所
 注：包括碳碳复材

图表10：2023年树脂基碳纤维复材市场规模（亿美元）

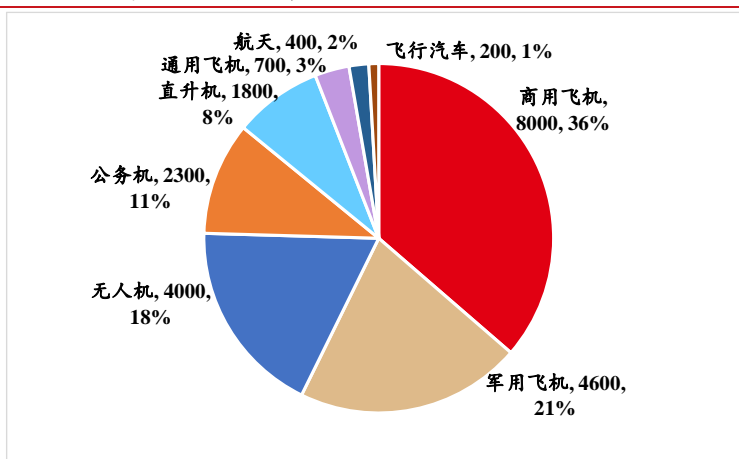


资料来源：《2023全球碳纤维复合材料市场报告》-林刚，中邮证券研究所
 注：包括碳碳复材

1) 航空航天领域

碳纤维复合材料在航空航天领域的应用包括用于商用飞机、无人机、军用飞机以及公务机、直升机等各类飞机。根据《2023全球碳纤维复合材料市场报告》，碳纤维复材在航空航天领域的应用中，商用飞机应用占主要份额，占比达到36%，军用飞机应用占比21%，无人机应用占比达18%。

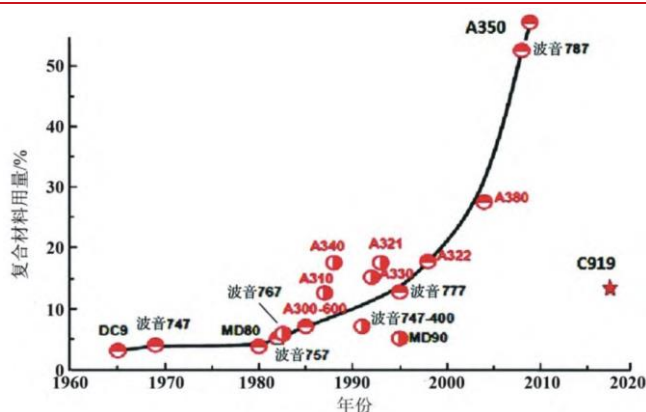
图表11：航空航天领域不同机型碳纤维需求（吨）



资料来源：《2023 全球碳纤维复合材料市场报告》-林刚，中邮证券研究所

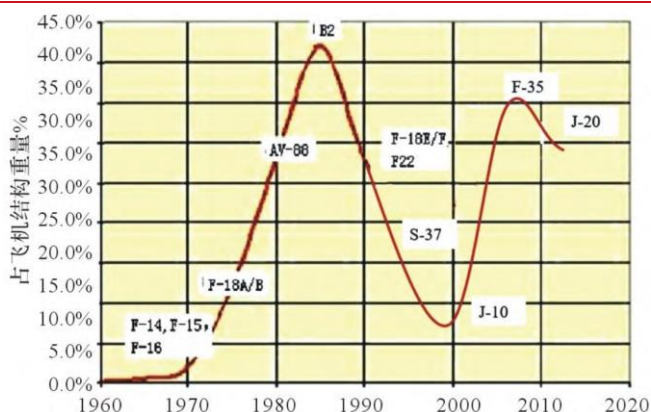
商用飞机方面，复合材料已在商用飞机最主要受力部件包括机翼、机身部位得到应用，并伴随着客机的升级换代，用量逐步提升。波音 787 和空客 A350 的碳纤维复材用量超过 50%。国内，大飞机 C919 上，碳纤维复材的结构重量占比 12%，宽体客机 C929 碳纤维复材用量或将超过 50%，达到世界先进水平。

图表12：国内外民用客机先进复合材料应用情况



资料来源：《碳纤维增强复合材料在航空航天领域的应用》-黄亿洲等，中邮证券研究所

军用飞机方面，上世纪七十年代中期，碳纤维复材在军机尾翼的垂直尾翼、水平尾翼等部件开始逐步使用，如 F-15、F-16、Mig-29、幻影 2000、F/A-18 等军机。之后，开始在机翼、机身等主要受力构件上使用碳纤维复材，如 AV-8B、B-2、F/A-22、F/A-18E/F、F-35、阵风、JAS-39、台风、Su-37 等。我国第三代战机歼-10 的鸭翼结构，歼-11B 的机翼外翼段、水平尾翼和垂直尾翼及歼-20 的机身、机翼、垂直尾翼、进气口以及鸭翼上均使用了碳纤维复合材料。我国歼-20 战机复材用量占比 27%。

图表13：复合材料在军机上的应用


资料来源：《碳纤维增强复合材料在航空航天领域的应用》-黄亿洲等，中邮证券研究所

无人机方面，碳纤维复材在各类型无人机中已有广泛应用。例如，美国先进RQ-4全球鹰无人侦察机的机翼、尾翼、发动机短舱、后机身都是由碳纤维复合材料制造；AAI公司影子无人机的机身使用碳纤维增强环氧树脂复材，尾翼使用碳纤维或芳纶纤维增强环氧树脂复材，机翼由碳纤维增强环氧树脂复材面板-蜂窝夹层结构制造。我国彩虹4无人机除主梁外都是由复合材料制成的，复合材料用量占比达80%；翼龙-1E的复合材料用量占比也达到80%以上。

图表14：复材在无人机机体中的应用

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、玻璃纤维等
无人战斗机(翼身融合布局)	碳纤维(ACM)
小型低速无人机	玻璃纤维、纸蜂窝、木质材料
微小型无人机	碳纤维、Kevlar

资料来源：《碳纤维增强复合材料在航空航天领域的应用》-黄亿洲等，中邮证券研究所

图表15：部分中、美无人机复合材料的使用情况

国家	公司	机型	复合材料占比
美国	诺·格	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	云影	60%
中国	航天彩虹	彩虹4	80%

资料来源：《碳纤维增强复合材料在航空航天领域的应用》-黄亿洲等，中邮证券研究所

2) 碳碳复材

碳碳复材主要有飞机刹车盘、航天零部件以及光伏热场部件三大下游市场。

飞机刹车盘的全球市场随着民航飞机转运量提升而稳步增长，国内市场有望随着民航飞机刹车盘国产化实现更快增速。飞机刹车盘制造商包括法国的Messier-Bugatti公司、美国的Honeywell公司、B. F. Goodrich公司、Goodyear

公司和英国的 Dunlop 公司，国内飞机刹车盘制造商包括北摩高科、西安制动、博云新材等。

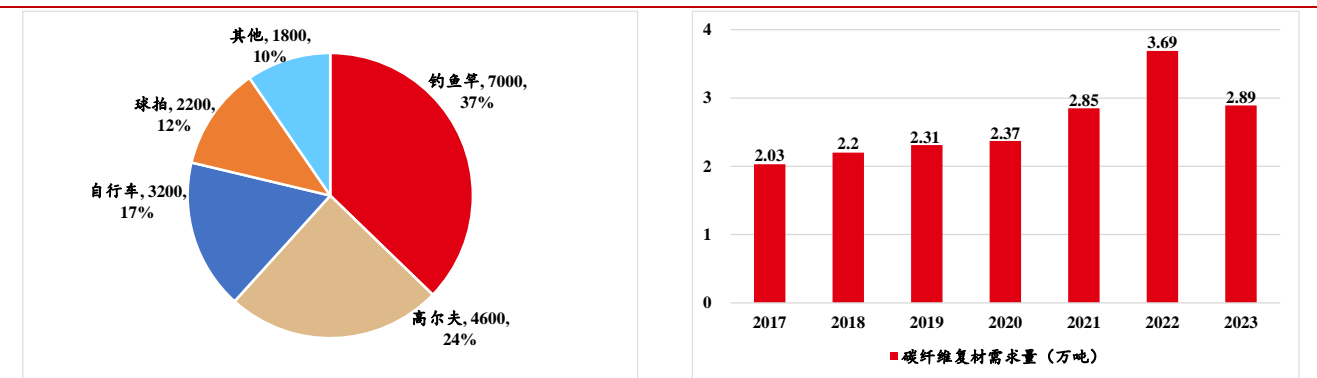
航天零部件市场上，碳碳复材以其耐高温性能，用于大型固体火箭喉衬、发动机的喷管、扩散段、端头帽等，以及战略导弹弹头端头、空气舵等关键热端部件。

光伏热场领域，碳碳复合材料用于单晶长晶、拉制中的热场部件，主要包括坩埚、导流筒、保温筒、加热器等部件。从事碳碳复合热场材料的企业包括德国的 SGL 公司、日本的东海碳素公司、国内的金博股份、天宜上佳、西安超码、美兰德、隆基绿能等。

3) 体育休闲

体育休闲领域是碳纤维复合材料的重要市场。近年来，钓鱼竿、高尔夫球杆、自行车、球拍、曲棍球棍、滑雪板、赛艇等各类中高端体育休闲用品中碳纤维的应用呈增加态势。在体育休闲领域中，对碳纤维需求量最大的方向为钓鱼竿，其次为高尔夫球杆，两者占体育休闲领域碳纤维需求量的 60% 左右。2022 年，全球体育休闲领域碳纤维复材需求量 3.69 万吨，2023 年需求量受降库存影响降至 2.89 万吨。

图表16：2023 年体育休闲领域细分市场碳纤维需求（吨） 图表17：体育休闲领域树脂基碳纤维复材的需求



资料来源：《2023 全球碳纤维复合材料市场报告》-林刚，中邮证券研究所

资料来源：《2023 全球碳纤维复合材料市场报告》-林刚，中邮证券研究所

4) 压力容器

碳纤维复合材料压力容器以轻量化、耐疲劳、耐腐蚀、强度高为优点，大量应用在储气、储能装置领域。与传统的全金属压力容器相比，碳纤维复合材料压

力容器可设计性强的同时，质量更轻、承载力更强，能够使用自动化纤维缠绕设备实现批量生产。目前，航天航空领域中，航天飞船及其系统的各种复合材料压力容器已成为火箭发动机的液体储存装置和空间站宇航员的生命保证气体供应系统。民用领域中，上世纪 90 年代以来，复合材料压力容器已逐步成为民用压力容器的主流产品，在加氢站已广泛利用复合材料压力容器进行高压储氢。

东丽预测，到 2025 年压力容器领域碳纤维需求量将突破 2 万吨，到 2030 年全球压力容器领域碳纤维需求将超过 8 万吨，增长趋势强劲。

5) 风电叶片

风力机叶片是风能发电机的核心部件，在工作中要承受多种外部环境的影响，因此要求叶片材质具有良好的强度、刚度和韧性以及抗风沙、抗冲击、耐腐蚀等性能。目前，纤维增强复合材料在风力机叶片上得到了广泛的应用，包括玻璃纤维增强热固性树脂复合材料和碳纤维增强复合材料。

碳纤维在风电叶片中的主要应用部位为主梁。与玻璃纤维相比，碳纤维密度小、强度高、模量高出 3-8 倍，在风力发电机叶片中的应用，能够提高叶片刚度、降低重量；提高抗疲劳性能；使风机的输出功率更平滑更均衡，风能利用效率提高；可制造低风速叶片和自适应叶片。在满足刚度和强度要求下，相比玻璃纤维复合材料，碳纤维复合材料在可减轻 30%左右。但是，碳纤维复材价格昂贵，是玻璃纤维的 10 倍，限制了其在风力发电上的应用范围。

据美国 Sandia 国家实验室预测，随着叶片长度增长，碳纤维主梁的渗透率提升。当叶片长度大于 70m 时，碳纤维的渗透率达到 55%。随着叶片向大型化发展，碳纤维的市场渗透率有望进一步提高。

图表18：随叶片长度增加碳纤维主梁叶片的占比变化



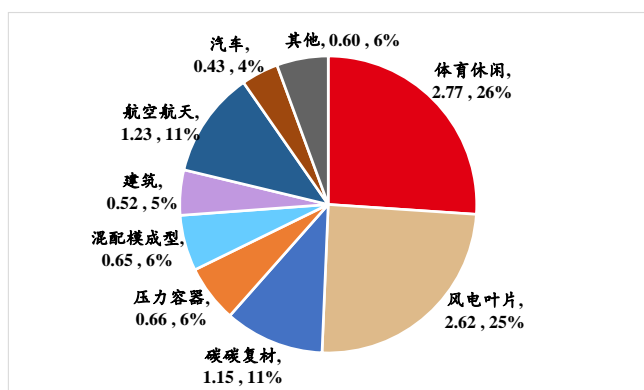
资料来源：《碳纤维在风电叶片中的应用进展》-年书香等，中邮证券研究所

2.2 国内碳纤维复材需求量约 10 万吨，武器装备、商用航空和低空经济领域成长空间广阔

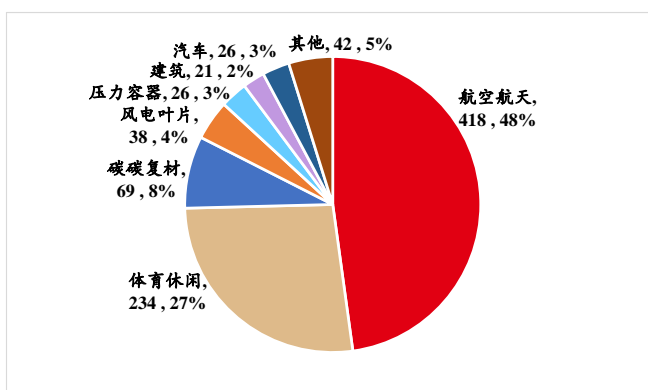
2023 年，中国碳纤维复合材料总需求量 10.63 万吨，较 2022 年的 11.45 万吨下降 7.2%，全国碳纤维复合材料产值 875 亿元。从需求量看，体育休闲和风电叶片为国内碳纤维复材需求量最大的两个领域，合计需求占比超过 50%，航空航天领域碳纤维复材需求量占比 11%，达到 1.23 万吨。从市场规模看，航空航天是碳纤维复材最大的市场，2023 年市场规模 418 亿元，体育休闲领域碳纤维复材市场规模 234 亿元。

与全球市场结构相比，国内碳纤维复材市场结构中，航空航天领域占比相对小。从需求量看，2023 年全球航空航天军工领域碳纤维复材需求占比 19%，而国内航空航天领域碳纤维复材需求占比 11%。从市场规模看，2023 年全球航空航天军工领域碳纤维复材市场规模占比 64%，而国内航空航天领域碳纤维复材市场规模占比 48%。

图表19：2023年中国树脂基碳纤维复材需求量（万吨） 图表20：2023年中国树脂基碳纤维复材市场（亿元）



资料来源：《2023全球碳纤维复合材料市场报告》-林刚，中邮证券研究所
注：包括碳碳复材

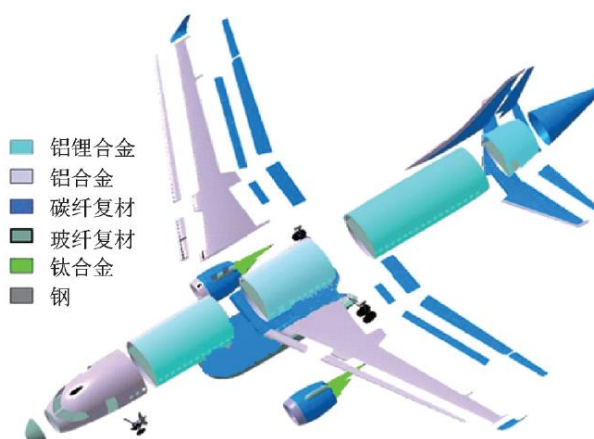


资料来源：《2023全球碳纤维复合材料市场报告》-林刚，中邮证券研究所
注：包括碳碳复材

军用武器装备复合材料用量持续提升，带动碳纤维复材需求增长。碳纤维复材用量已成为衡量军用装备先进性的重要标志。在航空航天领域，降低装备重量、改善武器装备的机动性能、提高战斗力、以及降低成本，是使用复合材料最直接的目的。在飞机上，碳纤维复合材料的应用从非承力部件，过渡到垂直尾翼、水平尾翼及方向舵等一些非主要承力部件，到目前可以应用于主要承力部件。航天领域，导弹提高复合材料用量可以实现轻量化，从而可以提高有效载荷或增加导弹射程，战术导弹每减轻1kg，可使射程提升15km。国内四代机歼-20的复合材料用量已经达到27%，无人机彩虹4和翼龙-1E的复合材料比重达到80%左右。装备中复合材料用量有望持续提升，国内先进武器装备量产有望推动碳纤维复材市场需求较快增长。

商用飞机是航空航天军工领域碳纤维复材主要的需求方向，国内航空航天碳纤维复材需求有望随国产商用大飞机量产及其对国产碳纤维复材的采购、应用实现快速增长。国产大飞机C919机体复合材料结构重量占比达12%。根据光威复材，国产大飞机应用的碳纤维主要是T300级和T800级。根据《碳纤维增强复合材料在航空航天领域的应用》，C919客机是我国首款使用T800高强碳纤维增强复合材料的民用飞机，在后机身和平垂尾等使用了T800碳纤维增强复合材料。国产宽体客机C929复合材料使用比例或将超过50%，有望达到世界先进水平。2023年1月，中国商用飞机有限责任公司党委常委、副总经理张玉金接受采访时介绍，预计C919在5年内年产能规划将达到150架。

图表21：C919 全机材料使用示意图



资料来源：《大飞机引领先进材料发展》-吴光辉，中邮证券研究所

低空领域有望成为碳纤维复材需求增长点。eVTOL 几乎无一例外选用碳纤维复合材料作为主要机体结构。eVTOL 的复材用量占比达 70%以上，用于包括机身、电池盒、桨叶、座椅等结构件。其中，超 90%的复材为碳纤维复材，约 10%的复材以保护膜的形式使用玻璃纤维增强。小鹏汇天 X2 整机重 560 千克，机身部分由 100 多个碳纤维零件制成，重量仅为 85 千克。

图表22：eVTOL 对于复材结构件的应用

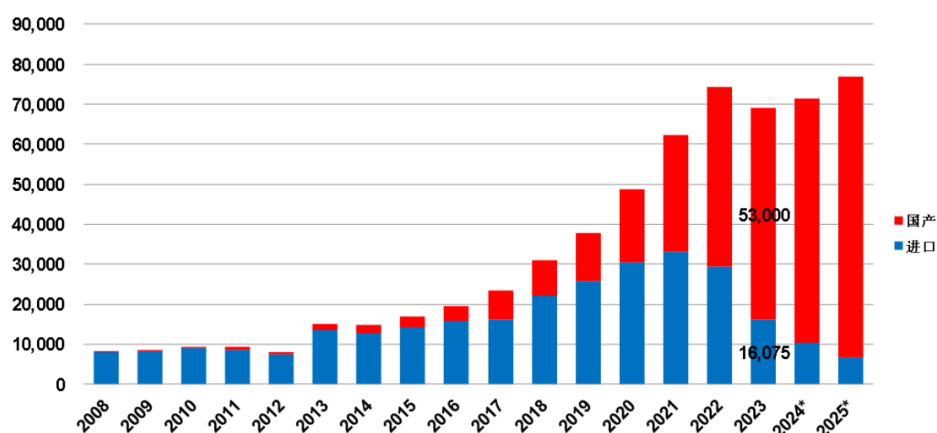


资料来源：中国复合材料工业协会，中邮证券研究所

注：图示飞行器为亿航智能 EH216-S

国内碳纤维自主供应能力不断加强，国产替代仍有一定空间。根据《2023 全球碳纤维复合材料市场报告》，2023 年，中国碳纤维的总需求为 6.91 万吨，其中，进口量 1.61 万吨，占总需求的 23%，同比减少 45%，国产碳纤维供应量 5.30 万吨，占总需求的 77%，同比增长 18%。展望未来，随着国内碳纤维供应能力不断提升，国产替代或将加速推进。

图表23：国内碳纤维需求量（吨）



资料来源：《2023 全球碳纤维复合材料市场报告》-林刚，中邮证券研究所

3 供给：产业链各环节分工明确，航空航天碳纤维生产环节毛利率相对较高

3.1 碳纤维复材产业链

聚丙烯腈（PAN）基碳纤维是碳纤维的主流，占市场份额的 90% 以上。聚丙烯腈（PAN）基碳纤维复材产业链包括：丙烯腈、原丝、碳纤维、复合材料、消费品等几个环节。

产业链上游采购丙烯腈，并通过聚合和纺丝生产原丝。丙烯腈为石油化工产品，价格受国际石油价格波动影响，国内供应商包括中石化、中石油、江苏斯尔邦石化等。产业链中游生产碳纤维及碳纤维复合材料，包含碳纤维生产、预浸料生产、碳纤维复合材料结构件生产等各个环节。产业链下游将碳纤维复合材料应用于航空航天、风机叶片、体育休闲等各个领域。

图表24：聚丙烯腈（PAN）基碳纤维复材产业链



资料来源：中简科技招股书，中邮证券研究所

根据《2023 全球碳纤维复合材料市场报告》，国内碳纤维生产企业可以划分为三类：航空航天军工应用企业、高性能工业应用企业、大丝束工业应用企业。

航空航天军工应用企业，主要针对航空航天兵器海工及核工军品市场，以及商用航空航天、通用航空等市场，供应商包括光威复材、中简科技、太钢钢科等，此外，也包括中复神鹰及恒神股份的部分产能、煤化所扬州基地、西安康本、河南永煤、中油吉化、吉研高科和吉林神舟等。

高性能工业应用企业，主要针对高端体育器材、飞行汽车、高性能热场材料、先进电子、先进高压容器等先进工业领域，以中复神鹰、江苏恒神、长盛科技为代表。

低成本工业应用企业，主要针对是风电叶片、新能源汽车、轨道交通、常规体育器材、常规热场材料、新型功能材料等，以吉林化纤、宝旌、上海石化、蓝星为代表，也包括新创碳谷、新疆隆矩等。

2023 年，中国碳纤维的运行产能为 14.08 万吨，相比 2022 年的 11.21 万吨增长了 26%，国产纤维供应量为 5.30 万吨，占总需求的 77%，同比增长 18%。中复神鹰是国内产量最大的碳纤维厂商，截至 2023 年末总产能达 2.85 万吨，2023 年碳纤维产量 1.98 万吨；光威复材和中简科技的碳纤维产品主要用于航空航天

领域，毛利率较高，2023 年光威复材和中简科技碳纤维及织物的毛利率分别为 61.85%和 67.70%。

图表25：国内主要碳纤维厂商（2023 年）

公司	相关产品	产能	产量	营收和毛利率
光威复材	碳纤维、碳梁、预浸料	碳纤维 3685 吨，碳梁 1190 万米，预浸料 1453 万平方米	碳纤维及织物 2587.21 吨，碳梁 446.64 万米，预浸料 517.61 万平方米	碳纤维及织物 16.67 亿元，毛利率 61.85%；碳梁 4.26 亿元，毛利率 18.12%；预浸料 2.68 亿元，毛利率 33.98%
中简科技	碳纤维、碳纤维织物	1500 吨/年(12K) 或 400 吨/年(3K)	碳纤维及织物 244.93 吨	碳纤维及织物 5.59 亿元，毛利率 67.70%
中复神鹰	碳纤维	2.85 万吨	碳纤维 19813.84 吨	碳纤维 22.43 亿元，毛利率 30.21%
恒神股份	碳纤维、织物及预浸料、复合材料制件	碳纤维 5000 吨，织物及预浸料 1500 万平方米，复合材料制件 5000 吨	碳纤维产能利用率 93%	碳纤维及其他 4.55 亿元，毛利率 1.26%；预浸料 3.60 亿元，毛利率 48.47%
吉林化纤	小丝束碳纤维、碳纤维复材	小丝束碳纤维 600 吨，碳纤维复材 12000 吨	碳纤维产品 8740 吨	碳纤维产品 3.66 亿元，毛利率-33.83%
宝武碳业	碳纤维	1 万吨	碳纤维 9159.62 吨	2022 年，碳纤维及其复合材料收入 13.03 亿元，毛利率 12.00%

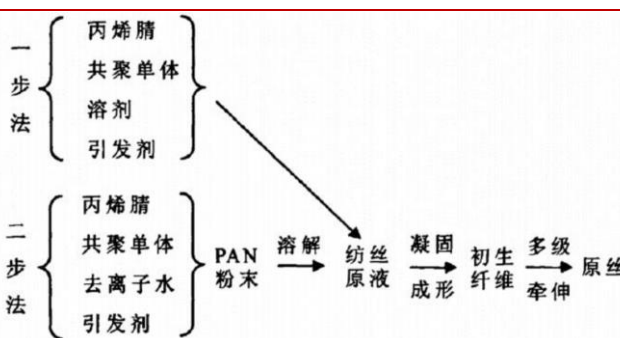
资料来源：各公司公告，中邮证券研究所

3.2 原丝及碳纤维：碳纤维的主要生产成本为制造费用

碳纤维原丝制备是碳纤维产业链的核心环节，碳纤维的强度显著地依赖于原丝的微观形态结构及其致密性。

原丝生产按照聚合和纺丝的连续性主要分为一步法和两步法。与一步法相比，两步法生产工艺通过水洗过滤方式去除聚合物中的杂质和各种金属离子，聚合物纯度较高。此外，两步法生产工艺可解决一步法在聚合反应后期粘度增大导致换热和脱单困难、以及单个聚合釜生产能力较小等问题。

图表26：碳纤维原丝生产工艺

项目	两步法	一步法
特点	工艺相对复杂，水相沉淀聚合得到 PAN 固体粉末后粉碎、烘干，再进行溶解产生原液。水相聚合可以获得溶液聚合不能得到的高分子量 PAN，溶解得到的原液可用于纺丝的范围广，提高了原液聚合物分子量和浓度上限	均相溶液聚合工艺，流程较短，工序较少，操作性强，可控性好，利于获得高质量的 PAN 原丝。溶剂介质既能溶解单体又能溶解聚合物，聚合纺丝一条线
工艺区别		
溶剂	DMSO、DMF、DMAC	DMSO、DMF、DMAC、NaSCN、ZnCl ₂
主要厂商	陶氏、三菱丽阳、吉林碳谷	东丽、中简科技、光威复材、恒神股份

资料来源：吉林碳谷招股书，中邮证券研究所

原丝生产按照纺丝方法主要分为湿法纺丝和干湿法纺丝。干喷湿纺工艺具有碳纤维表面缺陷少、拉伸性能和复合材料加工工艺性能优异、纺丝速度快等优点，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，形成了成熟的干喷湿纺碳纤维产品。国内光威复材、中简科技、中复神鹰、恒神股份等企业已实现干喷湿纺工艺技术的突破。

小丝束碳纤维原丝售价和成本均明显高于大丝束。碳纤维原丝价格方面，根据吉林碳谷，2021H1 小丝束碳纤维原丝平均售价 279.08 元/kg，中小丝束和大丝束碳纤维原丝平均售价分别为 30.35 元/kg 和 26.51 元/kg。

图表27：吉林碳谷原丝平均售价和成本（元/kg）

产品类别	2019 年		2020 年		2021H1	
	平均售价	平均成本	平均售价	平均成本	平均售价	平均成本
小丝束 (1/3/6K)	240.31	104.47	164.24	53.25	279.08	57.20
中小丝束 (12K/S)	26.55	24.83	26.63	18.13	30.35	17.38
大丝束 (24/25/48/50K)	23.23	22.32	23.74	16.32	26.51	16.33

资料来源：吉林碳谷招股书，中邮证券研究所

注：12S 与 12K 丝束差异很小。

碳纤维原丝生产的主要成本为直接材料成本。成本端，2021H1，吉林碳谷主营业务的直接材料成本率、直接人工成本率和制造费用成本率分别为 43.60%、2.54%和 9.92%，原材料成本为原丝生产的最主要成本。2019-2021H1，吉林碳谷成本率降低、毛利率提升，主要由于 2019 年大丝束系列产品完成定型、市场逐步开拓，2020 年产品价格稳定、规模效应体现同时原材料丙烯腈价格有所下降，2021H1 国内市场需求增长、整体销售价格提升。

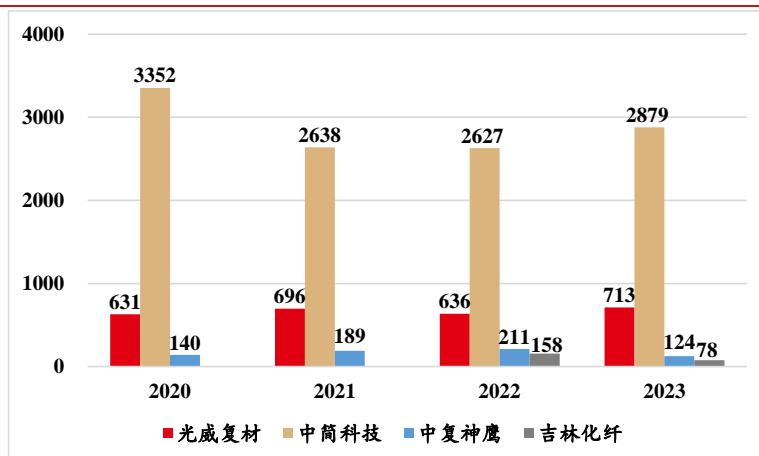
图表28：吉林碳谷主营业务成本率

年份	直接材料成本率	直接人工成本率	制造费用成本率	毛利率
2019	69.83%	2.62%	17.49%	10.06%
2020	50.53%	2.21%	12.16%	35.10%
2021H1	43.60%	2.54%	9.92%	43.93%

资料来源：吉林碳谷招股书，中邮证券研究所

在不同应用领域，碳纤维价格差异显著。中简科技的碳纤维及织物产品绝大部分用于航空航天领域，2023 年均价为 2879 元/kg；光威复材的碳纤维及织物产品中大部分收入来自航空航天领域，2023 年均价为 713 元/kg，2023 年光威复材碳纤维业务 16.67 亿元收入中，航空应用占比 68%，航天应用占比 14%，其他领域占比 18%；中复神鹰的碳纤维产品主要为民用，2023 年均价为 124 元/kg，相比 2022 年均价明显下降反映了普通民用产品需求放缓下市场竞争激烈。

图表29：不同厂商碳纤维单价（元/kg）



资料来源：光威复材公告，中简科技公告，中复神鹰公告，吉林化纤公告，中邮证券研究所

注：光威复材和中简科技产品为“碳纤维及织物”，中复神鹰产品为“碳纤维”，吉林化纤产品为“碳纤维产品”

碳纤维生产需要固定资产投资较大。中复神鹰的“西宁 14000 吨高性能碳纤维及配套原丝项目”、“年产 3 万吨高性能碳纤维建设项目”、光威复材的“内蒙古光威碳纤维产业化项目”每万吨碳纤维产能预算投入达 20 亿元左右。上海石化的“2.4 万吨/年原丝、1.2 万吨/年 48K 大丝束碳纤维项目”单位产能投入达 29.08 亿元/万吨。中简科技“高性能碳纤维及织物产品项目”将形成小丝束碳纤维产能，12K 丝束 1500 吨/年或 3K 丝束 400 吨/年，按 1500 吨/年的产能核算单位产能投入达 124.48 亿元/万吨。

图表30：各公司碳纤维产能投入情况

公司	项目	项目预算 (亿元)	单位产能投入 (亿元/万吨)
中复神鹰	西宁 14000 吨高性能碳纤维及配套原丝项目	29.48	21.06
	年产 3 万吨高性能碳纤维建设项目	57.56	19.19
光威复材	内蒙古光威碳纤维产业化项目	21.00	21.00
中简科技	高性能碳纤维及织物产品项目 (产能 1500 吨 (12K) 或 400 吨 (3K))	18.67	124.48
上海石化	2.4 万吨/年原丝、1.2 万吨/年 48K 大丝束碳纤维项目	34.90	29.08

资料来源：中复神鹰公告，光威复材公告，中简科技公告，上海石化公告，中邮证券研究所

制造费用为碳纤维生产的主要成本，规模化是降本关键。在碳纤维的生产成本上，制造费用为主要成本。从成本率角度看，2023 年，光威复材的碳纤维及织物产品制造费用成本率在 25%左右；中复神鹰由于民品价格相对较低，制造费用成本率达 35.85%。

图表31：各公司碳纤维生产成本率（2023 年）

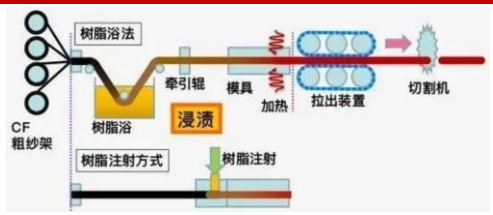

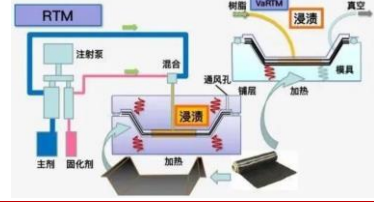
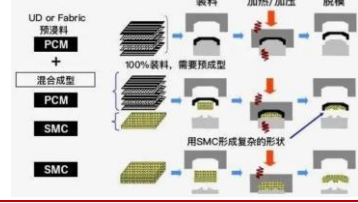
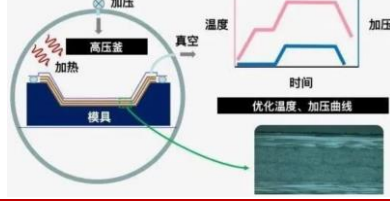

公司及产品	直接材料成本率	直接人工成本率	制造费用成本率	毛利率
光威复材 (碳纤维及织物)	7.25%	5.00%	25.90%	61.85%
中复神鹰 (碳纤维)	20.35%	13.07%	35.85%	30.21%

资料来源：光威复材公告，中复神鹰公告，中邮证券研究所

3.3 碳纤维复材成型：热压罐为航空复材零部件制造主流工艺，预浸料是复材成型的主要成本

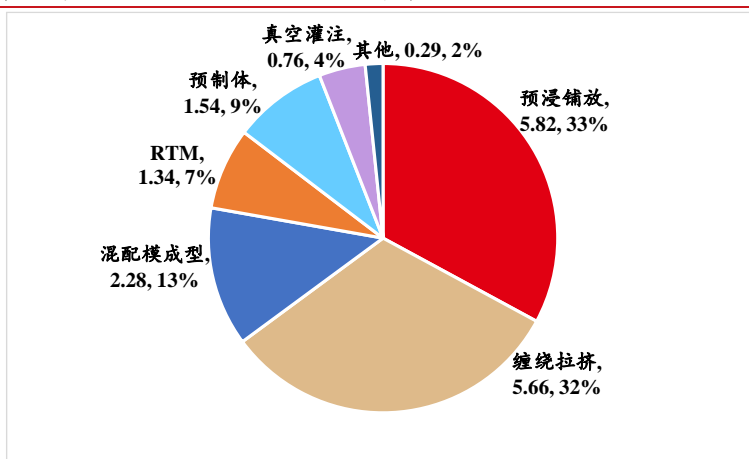
树脂基碳纤维复合材料成型工艺主要包括拉拔成型、缠绕成型、树脂传递模塑 (RTM) 成型、冲压成型、热压罐成型和注射成型等。

图表32：碳纤维复材成型工艺

工艺	优点	缺点	示意图
拉挤成型	适合大批量连续生产；工艺过程易于实现自动化控制；可以获得较高的纤维含量，制品强度较高。	主要适用于制造简单形状制品，如棒材、管材等；需要拉挤设备和模具的投入，设备投资较大。	
缠绕成型	纤维取向可控，能够获得较高的纤维含量和较好的力学性能，特别适用于制造管状或柱状的制品。	需要专门的缠绕设备和芯模，设备投资大；受到芯模尺寸的限制，不适用于大型制品。	
RTM（树脂传递模塑成型）	成型效率高；树脂的利用率高，成本相对较低；适用于制造大型复杂结构的制品。	对模具要求高，模具需要具备良好的密封性能和导热性能；工艺控制要求严格。	
冲压成型	适合大规模生产，成型速度较快；制品性能稳定；模具和设备投资较小，成本相对较低。	难以制造复杂形状的制品；纤维的取向相对较难精确控制。	
热压罐（AC）成型	温度和压力场均匀；适用于多种先进复合材料的生产；生产效率高；产品质量可靠；工艺自动化程度高。	设备成本高；生产周期较长；技术要求高。	
注射成型	生产效率高，适合大规模生产；制品的精度和表面质量较高；可以制备各种形状和大小的制品。	需要使用高性能的注射机和模具，设备成本较高；对于某些高性能复合材料，成型工艺参数需要精确控制；废料处理和回收利用难度大。	

资料来源：中国复合材料工业协会官网，中邮证券研究所

从成型工艺看，预浸铺放（具体包括热压罐成型、冲压成型等工艺）和缠绕拉挤（具体包括缠绕成型、拉挤成型等工艺）为碳纤维复材成型最主要的工艺类型。2023年，由于航空航天军工市场的增长以及风电市场的疲软，预浸铺放工艺超过缠绕拉挤工艺，回到业界第一大工艺的地位，全球树脂基碳纤维复材需求量中，约33%采用预浸铺放工艺，约32%采用缠绕拉挤工艺。

图表33：2023年不同工艺树脂基碳纤维复合材料需求（万吨）


资料来源：《2023全球碳纤维复合材料市场报告》-林刚，中邮证券研究所

热压罐工艺是航空航天复材零部件生产的通用工艺，预浸料生产是其中关键环节。热压罐成型工艺是目前航空航天系统最为常用的复合材料结构、蜂窝夹芯结构及金属或复合材料胶接结构的成型方法，生产的产品具备刚度强度高、内部质量优良、性能稳定、可适用各种大型工装模具等特性。热压罐成型工艺主要应用于结构效率高、尺寸较大、性能要求稳定、制造难度大的飞机复材零件或整体构件。预浸料是指用树脂基体在严格控制条件下浸渍连续纤维或织物，制成树脂基体与增强体的组合物，是制造复合材料的中间材料。根据佳力奇，其采购用于航空航天零部件生产的预浸料均价约 1000 元/平方米和 700 元/平方米。2023 年，光威复材的预浸料销售均价约 53 元/平方米，价格较低或由于其预浸料主要用于渔具、体育休闲等领域。

图表34：佳力奇采购的预浸料均价（元/平方米）

规格型号	2021 年	2022 年	2023 年
型号 A	1156.91	1098.00	1098.00
型号 B	1054.77	965.39	965.39
型号 C	703.89	703.89	703.89
型号 D	715.49	715.49	715.49

资料来源：佳力奇招股书，中邮证券研究所

国内航空航天预浸料厂商主要包括中航高科（子公司航空工业复材）、恒神股份、光威复材等。中航高科和光威复材的预浸料业务毛利率在 35%左右，恒神股份预浸料业务毛利率达 48%。从成本端看，直接材料成本是预浸料生产的主要成本，材料成本率在 50%左右。

图表35：各公司预浸料生产成本率（2023年）

公司及产品	直接材料成本率	直接人工成本率	制造费用成本率	毛利率
中航高科 (新材料行业)	43.31%	4.41%	14.73%	36.79%
光威复材 (预浸料)	53.64%	6.49%	5.89%	33.98%
恒神股份 (预浸料)	—	—	—	48.47%

资料来源：中航高科公告，光威复材公告，恒神股份公告，中邮证券研究所

航空复材零部件定制化程度较高，如机体制造涉及机翼、机身、尾翼等多个部件，不同型号飞机的不同部件在选材、技术等方面要求各不相同。目前，军用航空零部件制造企业的数量较少，主要包括军用飞机主机厂内部配套企业、航空航天科研机构 and 具备相应资质的民营企业，其中民营企业包括佳力奇、航天环宇、广联航空、四川新万兴、成都泰格尔等。

图表36：国内航空复材零部件相关企业

公司	概况
佳力奇	航空复材零部件核心供应商，目前收入主要来自飞机复材零部件和导弹复材零部件，2023年，公司营收4.63亿元。
航天环宇	公司成功研制了多型号的复合材料零部件并实现批产列装，2023年，航天环宇航空产品收入0.45亿元。
广联航空	全国多地布局生产基地，2023年，公司“航空航天零部件及无人机”业务收入4.89亿元。
成都泰格尔	2019年，成都泰格尔收入0.46亿元，2022年7月，成都泰格尔IPO备案。
江西九由航空	2022年，九由航空预计实现产值6000万元。
浙江西子航空	C919大型客机机体结构一级供应商，并为空客、波音、庞巴迪、中国商飞、中航工业等提供优质的产品与服务。
四川新万兴	2024年8月，完成近10亿元股权融资。

资料来源：iFinD，景德镇高新区微信公众号，中国宝安公告，西子联合官网，财联社，中邮证券研究所

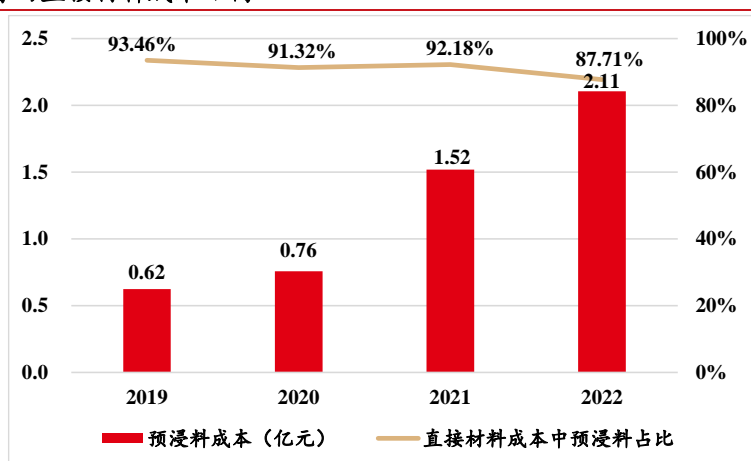
航空航天复材结构件生产中，主要成本为材料成本。以佳力奇为例，直接材料成本占公司成本的70%左右。2023年，佳力奇“飞机复材零部件”毛利率34.04%，“导弹复材零部件”毛利率18.73%。佳力奇的收入结构中“制造和技术服务”基本不消耗原材料，按直接材料成本与飞机和导弹复材零部件的合计收入比值看，2023年材料成本率51%。佳力奇的直接材料成本中，以预浸料为主，占比90%左右。

图表37：佳力奇材料成本（亿元）及成本率

项目	2021	2022	2023
直接材料	1.65	2.40	2.01
飞机和导弹结构件收入	4.04	5.47	3.93
材料成本率	40.82%	43.91%	51.22%

资料来源：佳力奇招股书，中邮证券研究所

图表38：佳力奇的直接材料成本结构



资料来源：佳力奇公告，中邮证券研究所

4 相关上市公司

碳纤维复合材料主要用于航空航天、风电叶片和体育休闲等领域，从市场规模看，航空航天军工为碳纤维复材的第一大市场，2023 年全球碳纤维复材市场份额中，航空航天军工领域占比 64%，国内碳纤维复材市场份额中，航空航天领域占比 48%。从需求量看，2023 年全球航空航天军工领域碳纤维复材需求占比 19%，国内航空航天领域碳纤维复材需求占比 11%。

军用装备复材用量持续提升，国内商用大飞机量产及其对国产碳纤维复材的采购、应用有望带动航空航天碳纤维复材需求增长。碳纤维复材用量已成为衡量军用装备先进性的重要标志，随着国内先进武器装备量产，装备中复合材料用量有望持续提升，从而推动市场需求保持较快增长。商用飞机是航空航天军工领域碳纤维复材主要的需求方向，国产商用大飞机量产及其对国产碳纤维复材的采购、

应用也有望带动航空航天碳纤维复材需求增长。此外，低空经济领域有望成为碳纤维复材的新增长点。

产业链相关上市公司包括：1) 碳纤维环节：光威复材、中简科技、中复神鹰、恒神股份、吉林化纤、上海石化等；2) 预浸料环节：中航高科、光威复材、恒神股份等；3) 复材结构件环节：佳力奇、航天环宇、广联航空等。

图表39：相关上市公司

产业链环节	相关公司	相关业务经营情况
碳纤维	光威复材	2023年，公司碳纤维及织物销量2340吨，收入16.67亿元，毛利率61.85%，其中，航空应用贡献收入11.26亿元，航天应用贡献收入2.40亿元，气瓶应用贡献收入1.12亿元。
	中简科技	2023年，公司碳纤维及织物销量194.64吨，收入5.59亿元，毛利率67.70%，其中，ZT9H收入1.50亿元。
	中复神鹰	2023年，公司碳纤维销售量18039.35吨，收入22.43亿元，毛利率30.21%。
	恒神股份	2023年，公司碳纤维业务收入4.55亿元，毛利率1.26%。
	吉林化纤	2023年，公司碳纤维产品销量4724吨，收入3.66亿元，毛利率-33.83%。
	上海石化	2023年，2.4万吨/年原丝、1.2万吨/年48K大丝束碳纤维项目（一阶段）完成竣工验收。
预浸料	中航高科	子公司航空工业复材是国内预浸料龙头企业。2023年，公司“新材料产品”收入46.16亿元，毛利率36.79%，其中，子公司航空工业复材营收45.15亿元，净利润10.88亿元，净利率24.11%。
	光威复材	2023年，公司预浸料销量505.92万平方米，收入2.68亿元，毛利率33.98%。
	恒神股份	2023年，公司预浸料业务收入3.60亿元，毛利率48.47%。
复材结构件	佳力奇	2023年，公司主营业务收入4.62亿元，毛利率32.88%，其中，飞机复材零部件收入3.64亿元，导弹复材零部件收入0.29亿元。
	航天环宇	2023年，公司“航空产品”收入0.45亿元，毛利率43.50%。
	广联航空	2023年，公司“航空航天零部件及无人机”业务收入4.89亿元，毛利率49.60%。

资料来源：各公司公告，中邮证券研究所

5 风险提示

航空航天、风电、体育休闲等行业需求不及预期；原油价格大幅波动；产品降价超出市场预期等。

中邮证券投资评级说明

投资评级标准	类型	评级	说明
报告中投资建议的评级标准： 报告发布日后的 6 个月内的相对市场表现，即报告发布日后的 6 个月内的公司股价（或行业指数、可转债价格）的涨跌幅相对同期相关证券市场基准指数的涨跌幅。 市场基准指数的选取：A 股市场以沪深 300 指数为基准；新三板市场以三板成指为基准；可转债市场以中信标普可转债指数为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以标普 500 或纳斯达克综合指数为基准。	股票评级	买入	预期个股相对同期基准指数涨幅在 20%以上
		增持	预期个股相对同期基准指数涨幅在 10%与 20%之间
		中性	预期个股相对同期基准指数涨幅在-10%与 10%之间
		回避	预期个股相对同期基准指数涨幅在-10%以下
	行业评级	强于大市	预期行业相对同期基准指数涨幅在 10%以上
		中性	预期行业相对同期基准指数涨幅在-10%与 10%之间
		弱于大市	预期行业相对同期基准指数涨幅在-10%以下
	可转债评级	推荐	预期可转债相对同期基准指数涨幅在 10%以上
		谨慎推荐	预期可转债相对同期基准指数涨幅在 5%与 10%之间
		中性	预期可转债相对同期基准指数涨幅在-5%与 5%之间
		回避	预期可转债相对同期基准指数涨幅在-5%以下

分析师声明

撰写此报告的分析师（一人或多人）承诺本机构、本人以及财产利害关系人与所评价或推荐的证券无利害关系。

本报告所采用的数据均来自我们认为可靠的目前已公开的信息，并通过独立判断并得出结论，力求独立、客观、公平，报告结论不受本公司其他部门和人员以及证券发行人、上市公司、基金公司、证券资产管理公司、特定客户等利益相关方的干涉和影响，特此声明。

免责声明

中邮证券有限责任公司（以下简称“中邮证券”）具备经中国证监会批准的开展证券投资咨询业务的资格。

本报告信息均来源于公开资料或者我们认为可靠的资料，我们力求但不保证这些信息的准确性和完整性。报告内容仅供参考，报告中的信息或所表达观点不构成所涉证券买卖的出价或询价，中邮证券不对因使用本报告的内容而导致的损失承担任何责任。客户不应以本报告取代其独立判断或仅根据本报告做出决策。

中邮证券可发出其它与本报告所载信息不一致或有不同结论的报告。报告所载资料、意见及推测仅反映研究人员于发出本报告当日的判断，可随时更改且不予通告。

中邮证券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头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或者计划提供投资银行、财务顾问或者其他金融产品等相关服务。

《证券期货投资者适当性管理办法》于 2017 年 7 月 1 日起正式实施，本报告仅供中邮证券客户中的专业投资者使用，若您非中邮证券客户中的专业投资者，为控制投资风险，请取消接收、订阅或使用本报告中的任何信息。本公司不会因接收人收到、阅读或关注本报告中的内容而视其为专业投资者。

本报告版权归中邮证券所有，未经书面许可，任何机构或个人不得存在对本报告以任何形式进行翻版、修改、节选、复制、发布，或对本报告进行改编、汇编等侵犯知识产权的行为，亦不得存在其他有损中邮证券商业性权益的任何情形。如经中邮证券授权后引用发布，需注明出处为中邮证券研究所，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节或修改。

中邮证券对于本申明具有最终解释权。

公司简介

中邮证券有限责任公司，2002年9月经中国证券监督管理委员会批准设立，注册资本50.6亿元人民币。中邮证券是中国邮政集团有限公司绝对控股的证券类金融子公司。

公司经营范围包括：证券经纪；证券自营；证券投资咨询；证券资产管理；融资融券；证券投资基金销售；证券承销与保荐；代理销售金融产品；与证券交易、证券投资活动有关的财务顾问。此外，公司还具有：证券经纪人业务资格；企业债券主承销资格；沪港通；深港通；利率互换；投资管理人受托管理保险资金；全国银行间同业拆借；作为主办券商在全国中小企业股份转让系统从事经纪、做市、推荐业务资格等业务资格。

公司目前已经在北京、陕西、深圳、山东、江苏、四川、江西、湖北、湖南、福建、辽宁、吉林、黑龙江、广东、浙江、贵州、新疆、河南、山西、上海、云南、内蒙古、重庆、天津、河北等地设有分支机构，全国多家分支机构正在建设中。

中邮证券紧紧依托中国邮政集团有限公司雄厚的实力，坚持诚信经营，践行普惠服务，为社会大众提供全方位专业化的证券投、融资服务，帮助客户实现价值增长，努力成为客户认同、社会尊重、股东满意、员工自豪的优秀企业。

中邮证券研究所

北京

邮箱：yanjiusuo@cnpsec.com

地址：北京市东城区前门街道珠市口东大街17号

邮编：100050

上海

邮箱：yanjiusuo@cnpsec.com

地址：上海市虹口区东大名路1080号邮储银行大厦3楼

邮编：200000

深圳

邮箱：yanjiusuo@cnpsec.com

地址：深圳市福田区滨河大道9023号国通大厦二楼

邮编：518048