



Research and
Development Center

碳纤维：高成长、广空间的新材料优质赛道

碳纤维行业深度报告

2021年7月8日

证券研究报告

行业研究

行业深度报告

碳纤维 行业

投资评级 看好

上次评级 -

张润毅 军工行业分析师

执业编号: S1500520050003

联系电话: +86 15121025863

邮箱: zhangrunyi@cindasc.com

信达证券股份有限公司

CINDA SECURITIES CO., LTD

北京市西城区闹市口大街9号院1号楼

邮编: 100031

碳纤维：高成长、广空间的新材料优质赛道

2021年7月8日

本期内容提要：

碳纤维是航空航天新装备必选的材料“黑金”，行业技术壁垒高，产品附加值大。1) 碳纤维质量轻，强度大，兼具抗疲劳、耐腐蚀特点，作为航空航天材料可使结构质量减轻30%-40%；2) 高端碳纤维生产难度大、成本高，原丝生产是核心，碳化氧化是关键，各环节精度、温度和控制都将影响最终成品质量；3) 据江苏恒神招股书统计，碳纤维产业链下游产品附加值更高，航空领域碳纤维复材价格达8000元/公斤，较原丝翻200倍。

如何降本增效：提高各环节工艺，批量化生产将带来规模效应，显著降低生产成本。1) 碳纤维是新兴材料，更是“贵族”材料，制造费用通常占生产总成本的70%以上，而原丝投入与碳纤维产出比仅为2.2:1，高端型号成本更是居高不下；2) 据《碳纤维企业如何夸过高成本这道坎》统计，原丝/碳化/氧化环节占制造费用比重近90%，通过采用新纺丝技术、缩短预氧化时间、更新炭化炉材料等手段可有效降低成本；3) 提升产量可带来规模效应，据《碳纤维产业化发展及成本分析》统计，原丝和碳纤维的产能与生产成本呈反比关系，千吨级碳纤维产线每年成本较百吨级产线降幅达18%。

正视差距，师夷长技，探究日本东丽与美国赫氏的崛起之路。1) 我们将“技术创新、政策扶持、应用升级”总结为驱动碳纤维产业发展的核心要素，而现阶段国内碳纤维行业仍存在基础科学尚未探明、核心技术亟待突破、下游“不会用”且“用不好”等问题；2) 日本东丽为全球碳纤维龙头，2019年碳纤维收入突破130亿元。半个世纪前，东丽以体育休闲领域切入碳纤维市场，并不断加大研发投入，实行“全球布局”战略，促进产能与需求进一步匹配，最终依靠为波音、空客等厂商供货，率先实现高端碳纤维批量化、规模化生产；3) 美国赫氏侧重复材应用，2019年碳纤维复材收入超120亿元，其聚焦复合材料应用70余年，依托美国军/民用航空航天的高速发展，通过外延并购叠加内生增长，一跃成为美国航空航天碳纤维标杆。

新装备“数量爬坡+单机用量大幅提升”，航空航天催生超300亿元增量市场。1) 2019年我国碳纤维市场需求虽达3.8万吨但航空航天需求仅占4%，较国际水平（超20%）仍有巨大提升空间；2) “新一代机型放量+单机利用量大幅提升”叠加，碳纤维需求“乘数效应”尽显：据我们测算，我国航空装备升级换代，未来将新增碳纤维需求或将超过300亿元。3) “十四五”将是国防建设关键期，我们预计未来碳纤维在无人机、导弹、卫星等航空航天新领域应用也有望迎来爆发拐点。

国产化替代提速，核心企业强者恒强。1) 除航空航天外，近年来风力发电、新能源汽车等高端领域碳纤维需求均增速强劲；2) 2019年我国碳纤维国产化率为32%，国内碳纤维供应量已连续两年增幅超过30%，国产化替代步伐正不断提速；3) 现阶段我国从事碳纤维材料研制及生产的单位近百家，但能够生产符合航空航天标准的高性能碳纤维企业屈指可数，以中简科技、光威复材为代表的行业龙头具有技术、产能等方面优势，叠加其下游客户粘性高，议价能力较强，未来龙头地位有望不断稳固，强者恒强。

受益标的：中简科技、光威复材、中航高科等。

风险提示：新装备放量不及预期、碳纤维新品研发不及预期。

目 录

与众不同的观点.....	6
1.碳纤维——材料“黑金”，行业壁垒高、产品附加值大.....	7
1.1 碳纤维刚柔并济，下游应用广泛.....	7
1.2 高壁垒带来高附加值，提升工艺、实现批量化生产可显著降本增效.....	9
1.2.1 行业技术壁垒高，原丝生产是核心，碳化氧化是关键.....	9
1.2.2 碳纤维生产成本高，提高工艺、批量化生产均为降本良策.....	12
1.3 我国碳纤维产业方兴未艾，潜力巨大.....	14
2、师夷长技，详解美、日碳纤维崛起之路.....	16
2.1 正视与国外差距，是短板亦是上升空间.....	16
2.2 他山之石：技术创先机、政策育土壤、应用拓市场.....	18
2.3 航空为先——东丽与赫氏的腾飞之路.....	21
2.3.1 日本东丽：积淀 50 余年，航空布局终迎开花结果.....	21
2.3.2 美国赫氏：深耕复材应用，打造美国航空航天碳纤维标杆.....	23
3.全球市场极速扩张，国内航空航天需求潜力巨大.....	25
3.1 国际市场：航空航天占据主导，风电叶片增速强劲.....	25
3.2 国内市场：航空航天占比不足，体育休闲、风电叶片为需求主要来源.....	26
3.3 碳纤维为航空航天必备新材料，未来增量需求有望破万吨.....	27
3.3.1 碳纤维正推动航空航天迈入轻量化时代.....	27
3.3.2 装备升级放量、民航需求爬坡，碳纤维新增需求破万吨.....	29
4.高端民用多点开花，国产替代迎成长风口.....	32
4.1 风力发电将成碳纤维行业新驱动.....	32
4.2 碳纤维，引领新能源汽车材料革命.....	33
4.3 我国碳纤维进口替代特征初显，未来可期.....	34
4.4 国内供给格局：高端聚焦技术创新，低端发力降本增效.....	35
4.4.1 高端品供应商屈指可数，核心企业强者恒强.....	35
4.4.2 传统市场直面国际巨头竞争，降本增效是关键.....	37
分析师声明.....	40
免责声明.....	40
评级说明.....	40
风险提示.....	40

图表目录

图表 1 : 材料发展史与人类发展史紧密相连.....	7
图表 2 : 碳纤维性能显著优于其他材料.....	8
图表 3 : 我国碳纤维与东丽碳纤维分类标准.....	9
图表 4 : 各牌号碳纤维对应拉伸模量和拉伸强度.....	9
图表 5 : 碳纤维生产流程.....	9
图表 6 : 碳纤维产业链全景图.....	10
图表 7 : 目前湿法纺丝应用最为广泛.....	11
图表 8 : 碳纤维纺丝工艺流程.....	11
图表 9 : 碳化氧化过程须对温度进行严格控制.....	11
图表 10 : 碳纤维碳化氧化流程.....	11
图表 11 : 同一品种碳纤维每经一级深加工价格都将实现飞跃.....	12
图表 12 : 2016-2019 年制造费用为中简科技碳纤维产品主要成本.....	12
图表 13 : 2016-2019 年制造费用为光威复材碳纤维产品主要成本.....	12
图表 14 : 碳纤维各生产环节成本情况.....	13
图表 15 : 原丝占碳纤维成本比重达 51%.....	13
图表 16 : 原丝/碳纤维生产成本随产能扩大而显著降低.....	13
图表 17 : 降低碳纤维生产成本路径.....	14
图表 18 : 历经半个世纪发展, 国内碳纤维产业方兴未艾.....	15
图表 19 : 政策扶持加快碳纤维产业化进程.....	15
图表 20 : 碳纤维产业发展逻辑.....	16
图表 21 : 工艺、设备核心技术未有本质突破, 有产能无产量现象严重.....	17
图表 22 : 国内、外碳纤维龙头企业产业链覆盖情况.....	17
图表 23 : 我国碳纤维产业发展的主要瓶颈.....	18
图表 24 : 碳纤维始于白炽灯灯丝.....	18
图表 25 : 美苏军备竞赛, 碳纤维重登材料舞台.....	18
图表 26 : 1970-1990 年是碳纤维技术突破、应用场景持续拓宽的时期.....	19
图表 27 : 1990-2000 碳纤维迎并购浪潮, 世界寡头格局初步形成.....	19
图表 28 : 号称碳纤维飞机的 A350.....	20
图表 29 : 日本政府支持碳纤维领域技术研发的主要项目.....	21
图表 30 : 东丽公司碳纤维收入 15 年增长, 2019 年收入达 2369 亿日元.....	21
图表 31 : 东丽全业务版图.....	22
图表 32 : 2019 年赫氏碳纤维复材收入 18.6 亿美元, 同比增长 5%.....	23
图表 33 : 2006-2019 年赫氏碳纤维复材营业利润 CAGR 为 10%.....	23
图表 34 : 2019 年赫氏航空航天业务占比达 87%, 2005-2019 年商业航空航天强势崛起.....	23
图表 35 : 2019 年全球碳纤维需求达 10.4 万吨, 同比增长 12%.....	25
图表 36 : 2019 年全球碳纤维下游需求量结构.....	25
图表 37 : 2019 年全球碳纤维需求产值结构.....	25
图表 38 : 2019 年我国碳纤维需求达 3.8 万吨, 同比增幅 22%.....	26
图表 39 : 2019 年风电叶片、体育休闲为国内碳纤维主要需求来源.....	27
图表 40 : 2019 年我国与世界碳纤维需求结构差异较大(千吨).....	27
图表 41 : 世界范围内先进战斗机已大量使用碳纤维复合材料.....	27
图表 42 : 碳纤维在 F-22 战斗机上的应用.....	28
图表 43 : 碳纤维复合材料在美国战略导弹上的应用实例.....	28
图表 44 : 飞行器减重可带来极大经济效益.....	29
图表 45 : 民航飞机碳纤维复合材料需求强烈.....	29

图表 46 : 2019 年我国军机数量仅为美国的四分之一 (架)	30
图表 47 : 我国三、四代战斗机数量落后于美国	30
图表 48 : 我国各机型数量均小于美国	30
图表 49 : 军机迭代将新增 8210 吨碳纤维需求, 市场规模达到 328 亿元	31
图表 50 : 国产客机在手订单兑现将产生 1383 吨碳纤维复材需求, 市场规模超 55 亿元	31
图表 51 : 风力发电系统结构	32
图表 52 : 叶片长度相同时碳纤维复合材料重量更低	32
图表 53 : 2019 年全球风电累计装机容量突破 650GW	32
图表 54 : 2019 年各国全球陆上风电新增装机容量占比	33
图表 55 : 2019 年全球各国海上风电新增装机容量占比	33
图表 56 : 宝马 i3 中碳纤维材料的应用	34
图表 57 : 碳纤维助力汽车产业实现轻量化蜕变	34
图表 58 : 2014-2019 年我国新能源汽车产量 CAGR 达到 71.4%	34
图表 59 : 2014-2019 年我国新能源汽车销量 CAGR 达到 100.3%	34
图表 60 : 2019 年大陆从日本、台湾进口量最大 (按量)	35
图表 61 : 2019 年大陆总日本、美国进口金额最大 (按金额)	35
图表 62 : 中简科技、光威复材、江苏恒神及中复神鹰为我国高端碳纤维赛道主要玩家	36
图表 63 : 2013-2019 年中简科技研发支出增长近 3 倍	36
图表 64 : 2014-2019 年光威复材研发支出增长超 2 倍	36
图表 65 : 中简科技营收与利润基本均来自航空航天领域	36
图表 66 : 光威复材碳纤维及织物主要应用于航空航天领域	36
图表 67 : 日本提供全球 49% 的小丝束碳纤维产能	37
图表 68 : 美国提供全球 89% 的大丝束碳纤维产能	37
图表 69 : 2019 年以来企业纷纷宣布扩产计划	38
图表 70 : 2019 年传统领域国内部分企业原丝及碳纤维运行产能	38

与众不同的观点

我们认为，目前市场对碳纤维产业所关注的点主要集中于以下五个方面：1) 碳纤维行业如何降本增效？2) 当前国内外碳纤维产业发展差距在哪？3) 国外龙头的成长对国内企业有和借鉴？4) 碳纤维赛道未来市场空间有多大？5) 国内企业竞争格局未来将如何演变？

本报告详细梳理了国内外碳纤维发展脉络，总结行业特征、测算市场空间，并对未来竞争格局做出了明确的预判：

碳纤维是航空航天新装备必选的材料“黑金”，行业技术壁垒高，产品附加值大。1) 碳纤维质量轻，强度大，兼具抗疲劳、耐腐蚀特点，作为航空航天材料可使结构质量减轻 30%-40%；2) 高端碳纤维生产难度大、成本高，原丝生产是核心，碳化氧化是关键，各环节精度、温度和控制都将影响最终成品质量；3) 据江苏恒神招股书统计，碳纤维产业链下游产品附加值更高，航空领域碳纤维复材价格达 8000 元/公斤，较原丝翻 200 倍。
如何降本增效：提高各环节工艺，批量化生产将带来规模效应，显著降低生产成本。1) 碳纤维是新兴材料，更是“贵族”材料，制造费用通常占生产总成本的 70%以上，而原丝投入与碳纤维产出比仅为 2.2:1，高端型号成本更是居高不下；2) 据《碳纤维企业如何夸过高成本这道坎》统计，原丝/碳化/氧化环节占制造费用比重近 90%，通过采用新纺丝技术、缩短预氧化时间、更新炭化炉材料等手段可有效降低成本；3) 提升产量可带来规模效应，据《碳纤维产业化发展及成本分析》统计，原丝和碳纤维的产能与生产成本呈反比关系，千吨级碳纤维产线每年成本较百吨级产线降幅达 18%。

正视差距，师夷长技，探究日本东丽与美国赫氏的崛起之路。1) 我们将“技术创新、政策扶持、应用升级”总结为驱动碳纤维产业发展的核心要素，而现阶段国内碳纤维行业仍存在基础科学尚未探明、核心技术亟待突破、下游“不会用”且“用不好”等问题；2) 日本东丽为全球碳纤维龙头，2019 年碳纤维收入突破 130 亿元。半个世纪前，东丽以体育休闲领域切入碳纤维市场，并不断加大研发投入，实行“全球布局”战略，促进产能与需求进一步匹配，最终依靠为波音、空客等厂商供货，率先实现高端碳纤维批量化、规模化生产；3) 美国赫氏侧重复材应用，2019 年碳纤维复材收入超 120 亿元，其聚焦复合材料应用 70 余年，依托美国军/民用航空航天的飞速发展，通过外延并购叠加内生增长，一跃成为美国航空航天碳纤维标杆。

新装备“数量爬坡+单机用量大幅提升”，航空航天催生超 300 亿元增量市场。1) 2019 年我国碳纤维市场需求虽达 3.8 万吨但航空航天需求仅占 4%，较国际水平（超 20%）仍有巨大提升空间；2) “新一代机型放量+单机利用量大幅提升”叠加，碳纤维需求“乘数效应”尽显：据我们测算，我国航空装备升级换代，未来将新增碳纤维需求或将超过 300 亿元。3) “十四五”将是国防建设关键期，我们预计未来碳纤维在无人机、导弹、卫星等航空航天新领域应用也有望迎来爆发拐点。

国产化替代提速，核心企业强者恒强。1) 除航空航天外，近年来风力发电、新能源汽车等高端领域碳纤维需求均增速强劲；2) 2019 年我国碳纤维国产化率为 32%，国内碳纤维供应量已连续两年增幅超过 30%，国产化替代步伐正不断提速；3) 现阶段我国从事碳纤维材料研制及生产的单位近百家，但能够生产符合航空航天标准的高性能碳纤维企业屈指可数，以中简科技、光威复材为代表的行业龙头具有技术、产能等方面优势，叠加其下游客户粘性高，议价能力较强，未来龙头地位有望不断稳固，强者恒强。

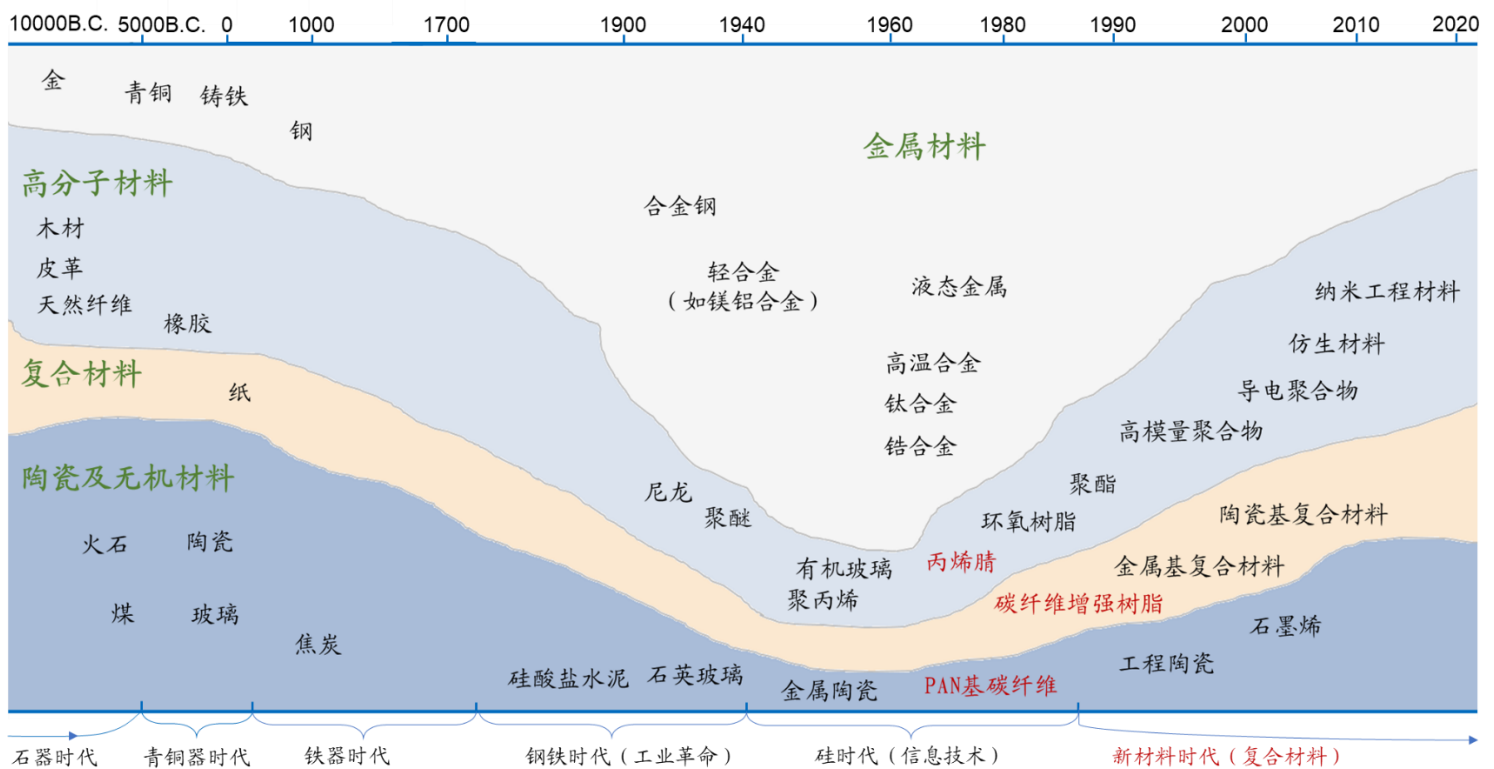
1.碳纤维——材料“黑金”，行业壁垒高、产品附加值大

1.1 碳纤维刚柔并济，下游应用广泛

材料发展史与人类发展史紧密相连，而新材料更是推动人类从“自然王国”走向“自由王国”的强大动力。材料通常被定义为用来制作有用物件的物质，人类对材料的认知和利用能力直接决定了社会形态与人类生活水平。在当代，材料、能源和信息已经成为构成社会文明和国民经济的三大支柱，而其中材料更是科学技术发展的物质基础和技术先导。

纵观整个材料发展史，以时间为维度可将其归纳为石器/青铜器/铁器/钢铁/硅/新材料这六个发展时期。其中，随着 20 世纪下半叶新技术革命的开启，新材料已然成为各高新技术领域发展的助推器，例如计算机技术依赖于半导体材料的工业化生产，宇航工业则需要大量高温高强度结构材料与之配套，而现代光纤通信更是以低消耗的光导纤维为基石。

图表 1: 材料发展史与人类发展史紧密相连



资料来源: 中国腐蚀与防护网, 信达证券研发中心

碳纤维被誉为 21 世纪新材料之王，是材料皇冠上的一颗璀璨明珠。碳纤维 (Carbon Fiber, 简称 CF) 是一种含碳量高于 90% 的无机纤维。由有机纤维 (粘胶基、沥青基、聚丙烯腈基纤维等) 在高温环境下裂解碳化形成碳主链机构而制得。作为新一代增强纤维，碳纤维具有出色的力学性能和化学性能，既具有碳材料固有的本性特征，又兼备纺织纤维的柔软可加工性，因此被广泛应用于航空航天、能源装备、交通运输、体育休闲等领域：

- **质量轻:** 作为一种性能优异的战略新材料，碳纤维密度与镁和铍基本相当，不到钢的 1/4，采用碳纤维复合材料作为结构件材料可使结构质量减轻 30%-40%。
- **高强度、高模量:** 碳纤维的比强度比钢高 5 倍，比铝合金高 4 倍；比模量则是其他结构材料的 1.3-12.3 倍。
- **膨胀系数小:** 大多数碳纤维在室温下的热膨胀系数为负数，在 200-400℃ 时为 0，在小于 1000℃ 时仅为 $1.5 \times 10^{-6}/K$ ，不易因工作温度高而膨胀变形。
- **耐化学腐蚀性好:** 碳纤维纯碳含量高，而碳又是最稳定的化学元素之一，导致其在酸、碱环境中表现均十分

稳定，可制成各类化学防腐制品。

- **抗疲劳能力强：**碳纤维结构稳定，据高分子网统计，其复合材料经应力疲劳数百万次循环试验后，强度保留率仍有 60%，而钢材为 40%，铝材为 30%，玻璃钢则只有 20%-25%。

碳纤维复合材料是碳纤维基础上的再次强化。虽然碳纤维可单独使用并发挥特定功能，然而其终究属于脆性材料，只有与基体材料结合形成碳纤维复合材料，才能更好地发挥力学性能，承载更多负荷。

图表 2: 碳纤维性能显著优于其他材料

材料	密度 (g/cm ³)	拉伸强度 (Mpa)	比强度 (MPa/(g/cm ³))	拉伸模量 (Gpa)	比模量 (Gpa/(g/cm ³))	材料特点	应用场景	
碳纤维复合材料	树脂基复合材料 (CFRP)	1.5	1548	1068	135	93	强度高、刚度高、耐湿热、强韧、优良的成型加工性	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
	碳/碳复合材料 (C/C)						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)						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
玻璃纤维/聚酯	7.9	1197	153	206	26	轻质、高强、耐腐蚀、电绝缘、透微波等	电子、轨道交通和建筑是其最主要的三大应用领域	
结构钢	7.9	1197	153	206	26	强度高、自重轻、整体刚度好、抵抗变形能力强、耐热不耐火、抗腐蚀性差	工业厂房、市政基础设施、文教体育建设、电力、桥梁、海洋石油工程、航空航天等	
金属	铝合金	2.8	393	141	72	26	可塑性好、铸造性好、导热导电性强、耐腐蚀、可焊接性好	通常作为结构材料使用，广泛应用于航天、航空、交通运输、建筑、机电轻化和日用品等领域
钛合金	4.5	712	158	117	25	耐热性、强度、塑性、韧性、成形性、可焊性、耐腐蚀性和生物相容性均较好	主要应用于航空航天、医疗、化工、海洋工程等领域，航空航天领域要用于制作飞机发动机压气机部件，其次为火箭、导弹和高速飞机的结构件	

资料来源：中国腐蚀与防护网，光威复材招股书，百度百科，信达证券研发中心

碳纤维可按照原丝类型、制造方法、性能等不同维度分类：

- **按原丝类型分类：**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）。其中，聚丙烯腈（PAN）基碳纤维占据主流地位，产量占碳纤维总量的 90%以上，粘胶基碳纤维还不足 1%。
- **按照制造条件和方法分类：**碳纤维（800-1600℃）、石墨纤维（2000-3000℃）、活性碳纤维、气相生长碳纤维。
- **按力学性能可分为通用型和高性能型：**通用型碳纤维强度在 1000MPa、模量在 100GPa 左右；高性能型又分为高强型（强度 2000MPa、模量 250GPa）和高模型（模量 300GPa 以上），其中强度大于 4000MPa 的又称为超高强型，模量大于 450GPa 的称为超高模型。

■ **按丝束大小可分为小丝束和大丝束：**小丝束碳纤维初期以 1K、3K、6K 为主，逐渐发展为 12K 和 24K，主要应用于航空航天、体育休闲等领域。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。

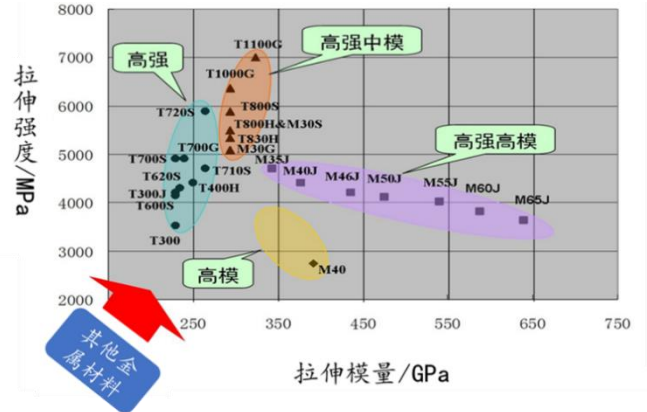
拉伸强度和拉伸模量是衡量碳纤维性能最主要的两大指标。以此为依据，我国 2011 年颁布了《聚丙烯腈（PAN）基碳纤维国家标准（GB/T26752-2011）》。同时，由于日本东丽在全球碳纤维行业具有绝对领先优势，国内厂商大多也同步采用日本东丽的分类标准作为参考。

图表 3：我国碳纤维与东丽碳纤维分类标准

按力学性能分类	国家标准牌号	日本东丽牌号
高强型	GQ3522	T300
	GQ4522	T700
高强中模型	QZ5526	T800
	QZ6026	T1000
高模型	GM3040	M40
高强高模型	QM4035	M40J
	QM4040	M46J
	QM4045	M50J
	QM4050	M55J
	QM4055	M60J

资料来源：光威复材招股书，信达证券研发中心

图表 4：各牌号碳纤维对应拉伸模量和拉伸强度



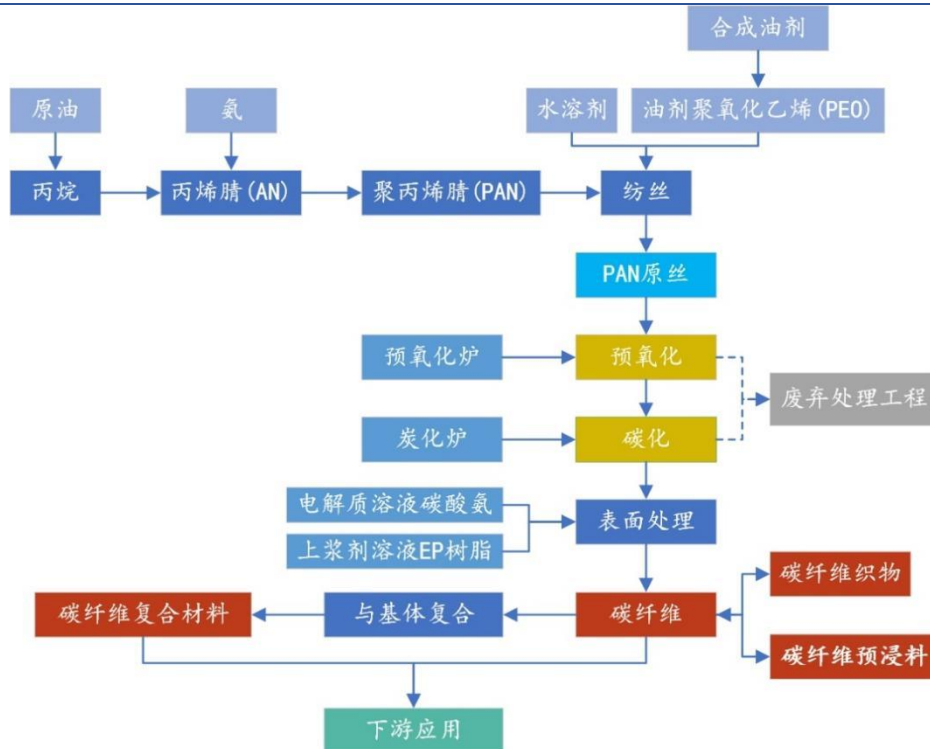
资料来源：《中国高性能碳纤维产业的创新发展》，信达证券研发中心

1.2 高壁垒带来高附加值，提升工艺、实现批量化生产可显著降本增效

1.2.1 行业技术壁垒高，原丝生产是核心，碳化氧化是关键

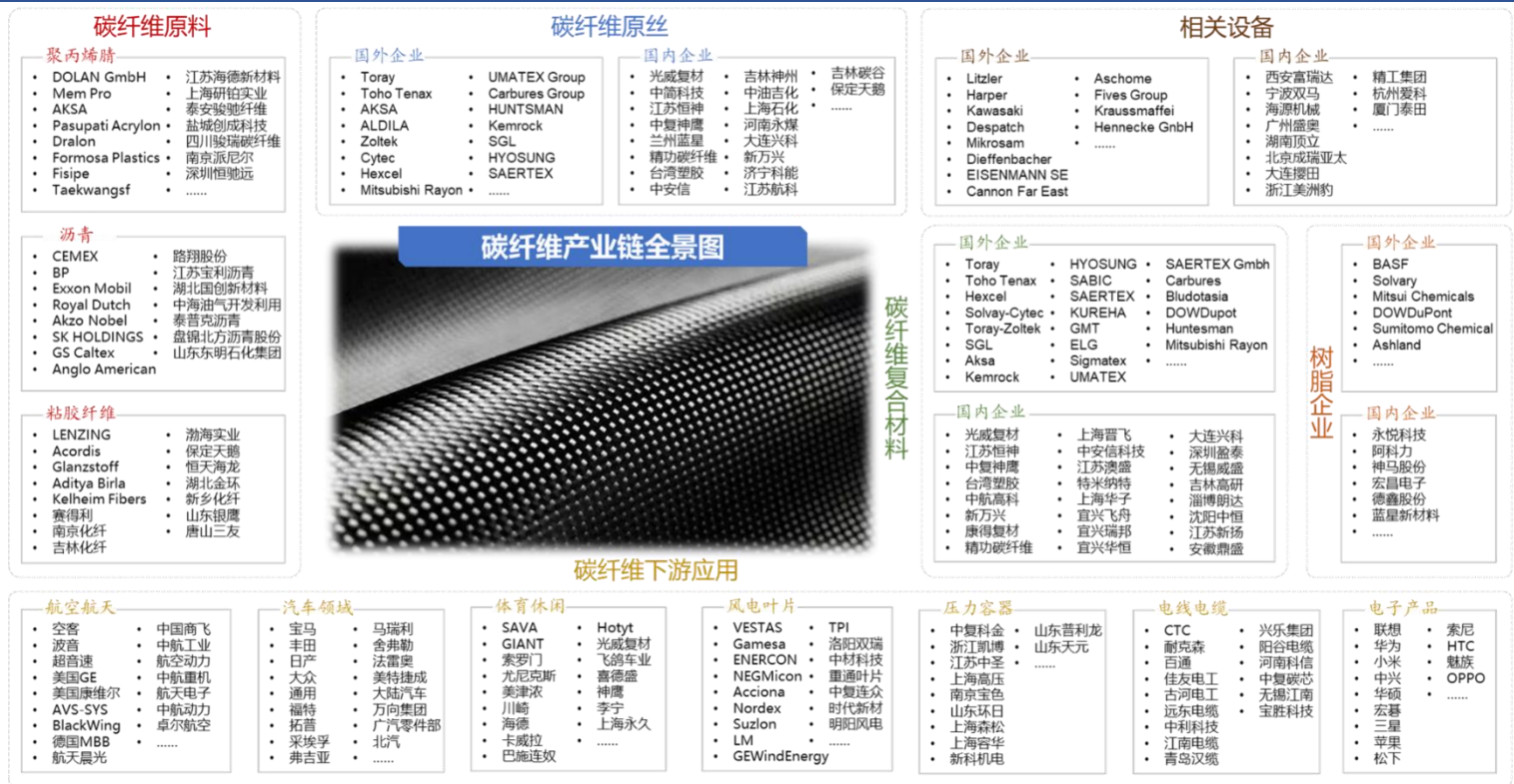
碳纤维生产流程复杂，对设备和技术要求极高。各环节精度、温度和控制都将极大影响最终成品质量。聚丙烯腈碳纤维因制备流程相对简单、生产成本低、三废处便捷等特点成为现阶段应用领域最广、产量最高的碳纤维。其主要原料丙烷可从原油中制得，聚丙烯腈碳纤维产业链包含从一次能源到终端应用的完整制造过程。

图表 5：碳纤维生产流程



资料来源：《我国碳纤维工业现状和碳纤维应用》，信达证券研发中心

- 从原油中制得丙烷后，丙烷经选择性催化脱氢(PDH)可得到丙烯；
- 丙烯经氨氧化后得到丙烯腈，丙烯腈聚合和纺丝之后得到聚丙烯腈（PAN）原丝；
- 聚丙烯腈经过预氧化、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，用于生产碳纤维复合材料；
- 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应用需要的最终产品；

图表 6：碳纤维产业链全景图


资料来源：新材料在线，信达证券研发中心

原丝质量、性能水平直接决定了碳纤维的最终性能。因此，提高纺丝液的质量，优化原丝成型的各项因素成为制备高品质碳纤维的关键节点。

据《聚丙烯腈基碳纤维原丝生产工艺研究》描述，纺丝工艺主要包括三大类：湿法纺丝、干法纺丝和干湿法纺丝。目前，国内外生产聚丙烯腈原丝的工艺主要采用湿法纺丝和干湿法纺丝，其中湿法纺丝的应用最为广泛。

湿法纺丝首先将纺丝液从喷丝孔挤出，纺丝液以细流的形态进入到凝固浴中。聚丙烯腈纺丝液的成丝机理是：纺丝液中与凝固浴中 DMSO（二甲基亚砜）的浓度存在较大差距，而凝固浴和聚丙烯腈溶液中水的浓度也存在巨大差距。在以上两种浓度差的相互作用下，液体之间开始双向扩散，通过传质、传热、相平衡移动等过程最终凝结成原丝。

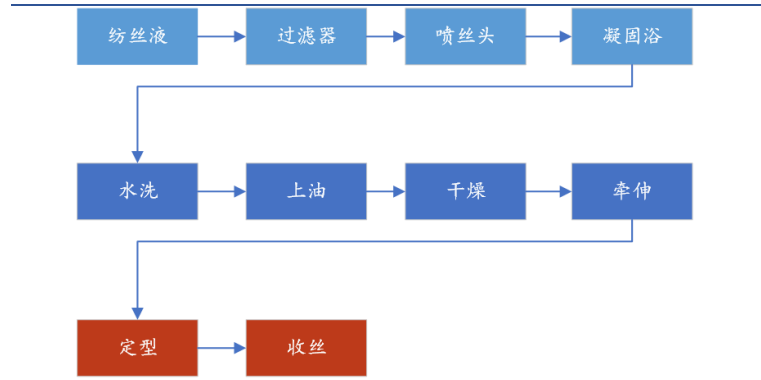
原丝生产中 **DMSO 残余量、纤度、单丝强度、模量、伸长率、含油率、沸水收缩率**成为影响原丝质量的关键因素。以 DMSO 残余量为例，其对原丝外观性状、截面状态、最终碳纤维产品的 CV 值等均有影响，DMSO 残余量越低，产品的性能越高。生产中主要通过水洗的方式去除 DMSO，因而如何控制水洗温度、时间、脱盐水用量和水洗循量等因素就成为重要的环节。

高质量的聚丙烯腈原丝应具有以下特征：**高密度、高结晶度、适当的强度、圆形截面、较少的物理缺陷**，同时具有光滑的表面和均匀致密的皮芯结构。

图表 7：目前湿法纺丝应用最为广泛

企业名称	国家	溶剂	纺丝方法
东丽	日本	DMSO	湿法、干湿法
东邦	日本	ZnCl 水溶液	湿法
三菱	日本	DMF	湿法
Hexcel	美国	NaSCN	湿法
Bluestar	美国	NaSCN	湿法
台湾台塑	中国	DMSO	湿法
蓝星集团	中国	NaSCN	湿法
吉林奇峰化纤	中国	DMAC	湿法
吉林石化	中国	DMSO	湿法
中简科技	中国	DMSO	湿法、干喷湿法
光威复材	中国	DMSO	湿法、干喷湿法

资料来源：《聚丙烯腈基碳纤维原丝生产工艺研究》，信达证券研发中心

图表 8：碳纤维纺丝工艺流程


资料来源：《聚丙烯腈基碳纤维原丝生产工艺研究》，信达证券研发中心

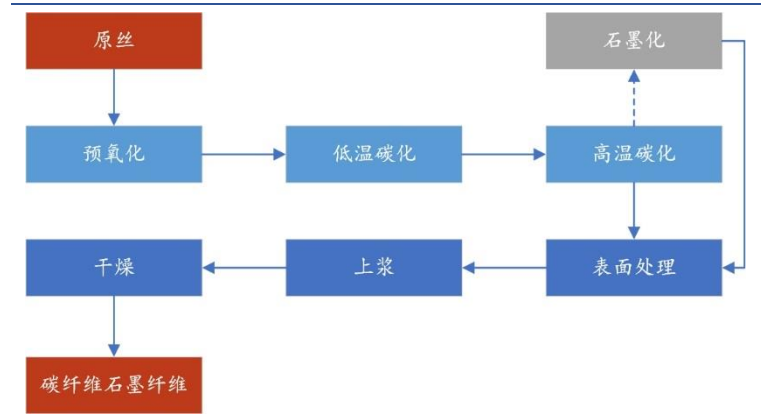
碳化、氧化环节温度控制是关键。碳化氧化是原丝制作成碳纤维最终产品的必备环节，该环节需对温度的精度、范围进行准确控制，否则将显著影响碳纤维产品的拉伸强度，甚至造成断丝现象：

- **预氧化(200-300℃)：**预氧化环节通过在氧化性气氛中施加一定张力，对 PAN 原丝进行缓慢温和的氧化，在 PAN 直链的基础上形成大量环装结构，从而达到可以耐受更高温度处理的目的。
- **碳化(最高温度不低于 1000℃)：**碳化过程需在惰性气氛中进行。碳化初期 PAN 直链断裂，开始进行交联反应；随着温度逐渐上升，热分解反应开始，释放出大量小分子气体，石墨结构开始形成；温度进一步上升后，碳元素含量迅速提高，碳纤维开始成型。
- **石墨化(处理温度 2000℃以上)：**石墨化并非碳纤维制作必备过程，为可选环节。若期望碳纤维拥有高弹性模量，则需进行石墨化；若期望碳纤维获得高强度，则无需进行石墨化。石墨化环节中，高温使纤维内部形成发达的石墨网面结构，通过牵伸对结构进行整化从而得到最终产品。

图表 9：碳化氧化过程须对温度进行严格控制

工序	工程温度/℃	气氛	主要反应	得到的产品
预氧化过程	200-300	空气	脂肪族碳原子的氧化，氨基聚合，环化构造的形成	预氧化纤维
	300-400		PAN直链断裂，交联反应开始	-
碳化过程	400-900	氮气	热分解反应开始，放出大量小分子气体，开始形成石墨结构	-
	900-1500		脱除氮元素，石墨构造中缩合环的数量迅速增大	碳纤维
石墨化过程	≥2000	氮气	形成发达的石墨网面构造	石墨纤维

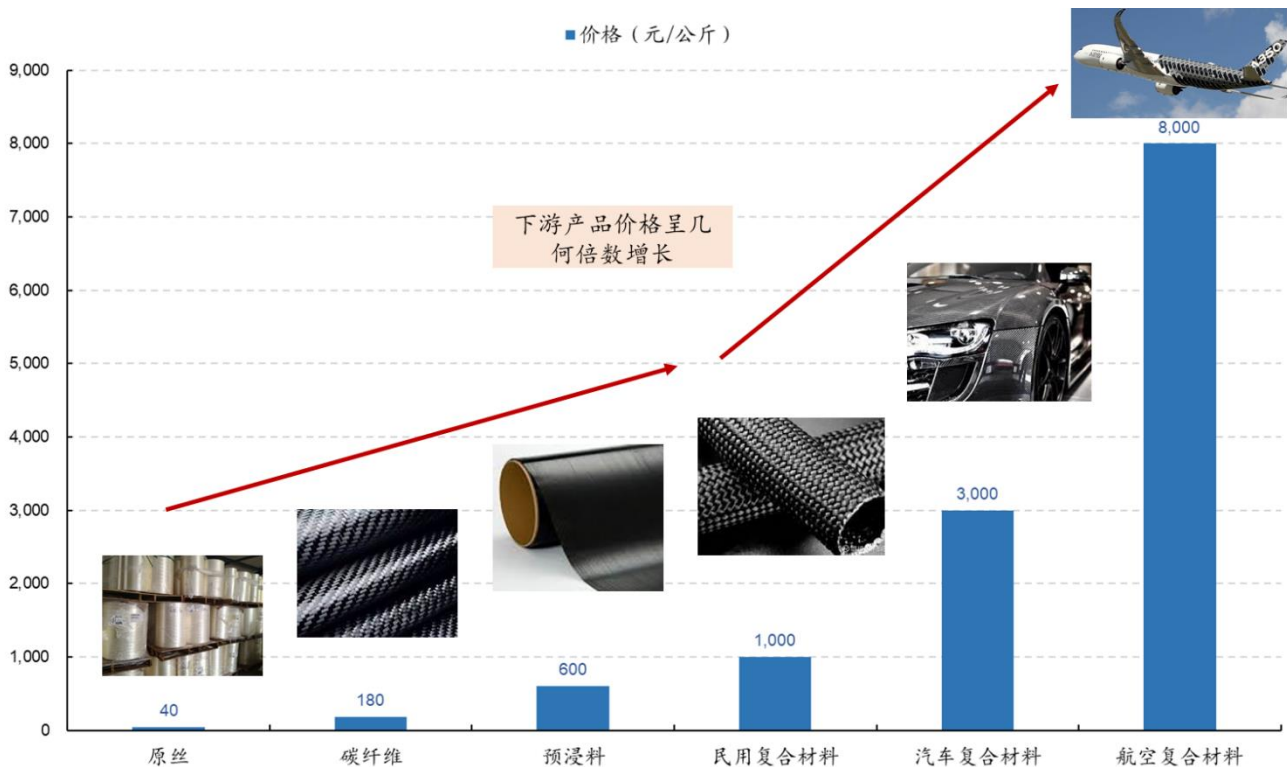
资料来源：《PAN 基碳纤维的生产与应用》，信达证券研发中心

图表 10：碳纤维碳化氧化流程


资料来源：中简科技招股书，信达证券研发中心

高技术壁垒赋予下游产品高附加值，航空复材价格较原丝翻 200 倍。由于碳纤维制备难度高，工艺复杂，因此其产品越往下游附加值越高，尤其是应用于航空航天领域的高端碳纤维复材，因下游客户对其可靠性、稳定性要求十分严苛，产品价格也较普通碳纤维呈几何倍数增长。

据江苏恒神公开转让说明书（2015 年）统计，同一品种原丝、碳纤维、预浸料、民用复材、汽车复材和航空复材每公斤价格分别约为 40 元、180 元、600 元、不到 1000 元、3000 元和 8000 元，每经一级深加工产品价格都将实现飞跃，航空复材价格较原丝更是翻了 200 倍。

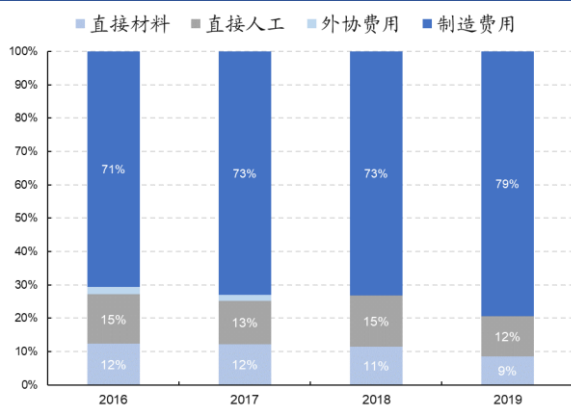
图表 11：同一品种碳纤维每经一级深加工价格都将实现飞跃


资料来源：江苏恒神公开转让说明书，信达证券研发中心

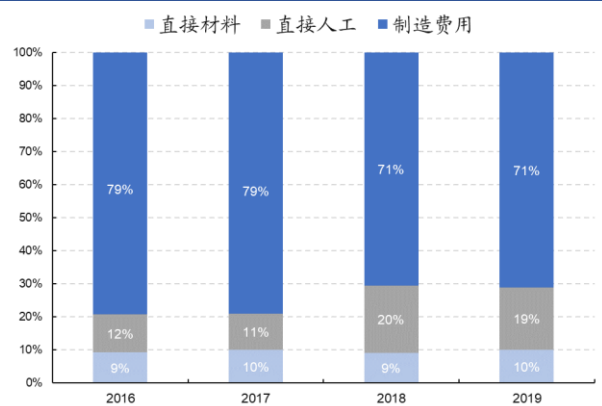
1.2.2 碳纤维生产成本高，提高工艺、批量化生产均为降本良策

碳纤维生产成本较高，是新兴材料，更是“贵族”材料。可设计性较强的碳纤维属于新兴材料，但较高的原丝生产成本、环保投入及生产运输费用为其贴上了“贵族材料”的标签。据《碳纤维产业化发展及成本分析》论述，较高质量的 PAN 原丝投入与碳纤维产出比约 2.2:1，较低质量的原丝与碳纤维产出比约 2.5:1，叠加聚合、喷丝、碳化氧化等过程对环境、综合技术等要求较高，进一步导致碳纤维生产成本居高不下。

制造费用通常占碳纤维生产总成本的 70%以上。根据中简科技、光威复材公司年报，其碳纤维生产成本主要由材料、人工、制造费用等构成，2016-2019 年上述两公司碳纤维产品制造费用占其成本均在 70%以上，成为生产过程中的主要开支。

图表 12：2016-2019 年制造费用为中简科技碳纤维产品主要成本


资料来源：中简科技招股书、年报，信达证券研发中心

图表 13：2016-2019 年制造费用为光威复材碳纤维产品主要成本


资料来源：光威复材招股书、年报，信达证券研发中心

以生产流程为维度，聚合、纺丝和碳化氧化是其生产成本的主要构成：

- 聚合：该阶段主要包括由原料和生产物资消耗构成的直接生产成本、由纯化与输送原料、聚合、过滤/输送

原液、回收单体 / 溶剂等成本构成的生产过程成本，以及由蒸汽、电力、水、配套设施运维等成本构成的综合生产成本。

- 纺丝：生产成本集中在过滤 / 输送聚合液、纺丝、净化等。产业链中，原丝一般在碳纤维成本中占比 51%，
- 碳化氧化过程：成本主要集中在处理所需原材料（包括上浆剂、电、氮气、循环水）、配套设施运维、车间洁净化，及炭化废气处理等成本。

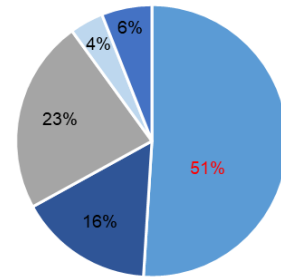
图表 14: 碳纤维各生产环节成本情况

工序	成本 (美元/公斤)	占比
原丝	11.1	51%
氧化	3.4	16%
碳化	5.1	23%
表面上浆	0.8	4%
烧卷	1.4	6%
合计	21.8	100%

资料来源:《碳纤维企业如何夸过高成本这道坎》，信达证券研发中心

图表 15: 原丝占碳纤维成本比重达 51%

■ 原丝 ■ 氧化 ■ 碳化 ■ 表面上浆 ■ 烧卷



资料来源:《碳纤维企业如何夸过高成本这道坎》，信达证券研发中心

提高纺丝、碳化氧化等环节工艺可显著降低成本。具体方法包括:

- 1) 采用干喷湿法代替传统湿法纺丝：干喷湿纺为纺丝液从喷丝孔出来后先经过干段空气层或氮气层后才进入凝固液中进行凝固的工艺技术。对比传统湿法纺丝，该方法可将纺丝速度从每分钟 100 米提高至 300 米，并使固含量提高至 22% 以上。据《PAN 基碳纤维生产成本分析及控制措施》表述，新纺丝工艺的使用可在降低碳纤维原丝成本（降低 75%）的同时提高产量(2-8 倍左右)。
- 2) 采用新技术缩短预氧化时间：美国能源部橡树岭国家实验室（ORNL）研发的等离子体预氧化法可使预氧化时间缩短至 25-35 分钟（一般需要 80~120 分钟），该方法可使能耗下降 75%，生产成本降低 20%，并适用于所有规格的碳纤维生产。此外，采用流态化加热、热辊接触式干燥等新技术均可有效降低生产成本。
- 3) 更换炭化炉材料、提高碳化环节热利用率：美国哈泊公司生产的炭化炉使用绝缘或耐火材料替代传统水冷却操作，持续降低设备的热量损失；此外，据《PAN 基碳纤维制备成本构成分析及其控制探讨》表述，采取余热多级利用等新技术可有效降低设备能耗，使碳纤维每吨成本降低 9500 元。

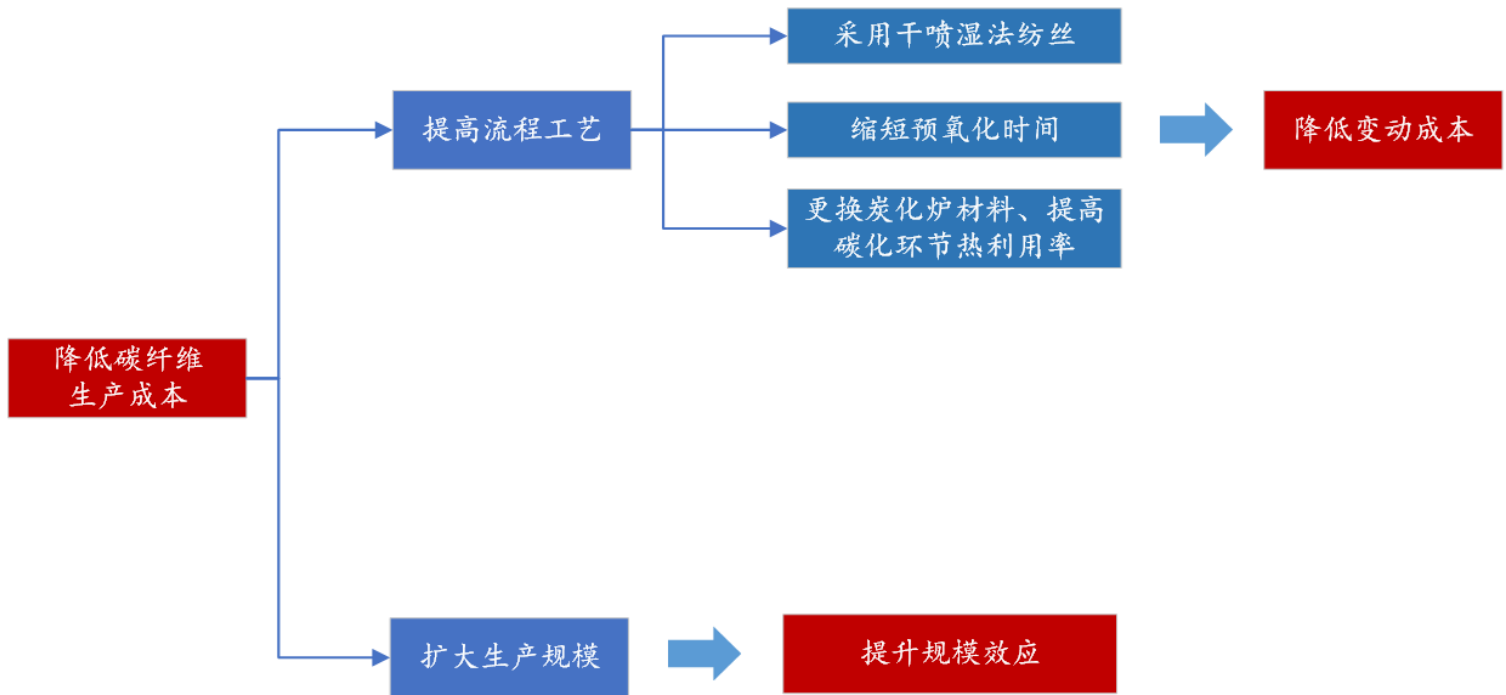
提升产量可带来规模效应，有效降低碳纤维生产成本。据《碳纤维产业化发展及成本分析》统计，原丝和碳纤维的产能和生产成本呈反比关系。随着产能的扩大，原丝和碳纤维产线直接生产成本的增幅显著小于单耗成本、固定资产折旧和流动费用等成本的降幅，千吨级碳纤维产线每年成本较百吨级产线下降 18%。

图表 16: 原丝/碳纤维生产成本随产能扩大而显著降低

成本费用 (万元)	原丝		碳纤维	
	产能250吨/年	产能3000吨/年	产能100吨/年	产能1000吨/年
直接成本	79.6	86	77.4	85.1
单耗成本	10.3	5.8	47.1	20.7
固定资产折旧	11.1	7.7	13	8.6
流动费用	8.9	6.2	9.6	6.2
合计	109.9	105.7	147.1	120.6

资料来源：《碳纤维产业化发展及成本分析》，信达证券研发中心

图表 17：降低碳纤维生产成本路径



资料来源：信达证券研发中心整理

1.3 我国碳纤维产业方兴未艾，潜力巨大

技术创新助推碳纤维性能提升，国产化替代是行业不变“旋律”。我国自 20 世纪 60 年代后期便开始 PAN 基碳纤维研究，历经半个世纪发展，现阶段虽仍与国外有显著差距但已可自主制备以 T700、T800、M55J 等为代表的一系列高端碳纤维，成功打破国外的技术封锁，成绩斐然。

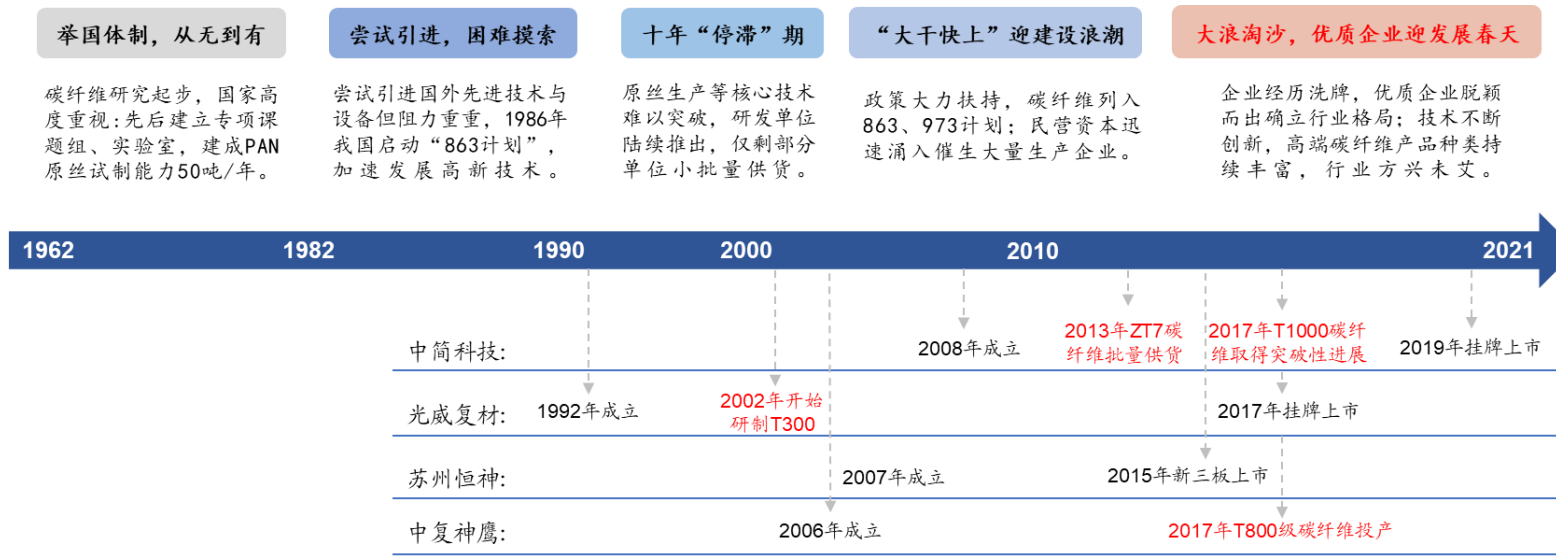
纵观国内碳纤维发展史，我们将其归纳为以下五个阶段：

- **举国体制，从无到有（1962-1982）**：该阶段我国碳纤维研究刚起步，国家高度重视碳纤维研发工作，PAN 基碳纤维研制课题组、高分子复合材料物理研究室相继成立，建成 PAN 原丝试制能力约 50 吨/年，碳纤维长丝试制能力 1.5-2.0 吨/年，解决了碳纤维从无到有的问题。
- **尝试引进，于困难中摸索（1983-1990）**：该时期国家科委鼓励引进国外先进技术并承诺将给予资金支持，但由于碳纤维技术涉及国防等领域，叠加“巴黎统筹条约”的限制，引进过程举步维艰，经多次谈判考察，我国最终以 450 万美元从英国 RK 公司购入生产能力 100 吨（12K）/年的碳化设备，但运行效率较低。
- **“停滞”的十年（1990-2000）**：由于碳纤维生产的复杂性和国外对我国的技术封锁，国家虽积极组织各研究单位合力攻关但关键技术依旧难以突破，该时期只有吉化公司、吉林碳素厂和北京化工学院在维持小批量供货，其他研发单位陆续退出该领域。
- **“大干快上”，碳纤维迎来建设浪潮（2000-2010）**：在师昌绪院士的动员和国家大力支持下，科技部决定设立碳纤维专项，并成立专家组，将碳纤维列入 863 计划新材料领域。此外，大量民间资本的涌入也催生出一批碳纤维生产企业，据《2019 全球碳纤维复合材料市场报告》统计，2000-2010 年，拥有碳纤维项目的科研院所和生产单位达 40 家以上，投资规模超过 300 亿元，全世界碳纤维设备制造厂也迎来了中国盛宴。
- **大浪淘沙，优胜劣汰（2010 年至今）**：前期虽有众多碳纤维生产企业但大多未掌握核心技术，叠加碳纤维生产制造投入大、建设周期久等特点，部分企业难以存活，行业开始经历“洗牌”，企业数量缩减至 10 余家。

此外，该时期优质企业迎来春天：光威集团与中简科技成功上市，中复神鹰扭亏为盈，吉林化纤成为国内原

丝龙头，行业实现了 T700 级碳纤维批量化生产和 T800 级碳纤维、M40J 石墨纤维的工程化制备，突破 T1000 级碳纤维、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。

图表 18: 历经半个世纪发展，国内碳纤维产业方兴未艾



资料来源: 信达证券研发中心整理

政策扶持加快研发与产业化进程，产品竞争力不断提高，碳纤维行业进入发展快车道。我国政府从 70 年代即开始大力支持国产碳纤维的发展，由张爱萍将军组织召开的“7511”会议奠定了国家扶持国产碳纤维发展的基础，而“863”计划更是在政策层面为碳纤维国产化替代指明了前进方向；通过“十五”、“十一五”、“十二五”三个五年计划，国家强力支持了国产碳纤维的技术攻关、工程产业化和应用牵引，使国产碳纤维的发展取得长足进步。

我们认为，碳纤维作为新材料的“无冕之王”，今后将进一步受到国家政策的长期扶持，行业环境有望不断改善，为技术突破、产品性能升级的注入源源不断的强大动力。

图表 19: 政策扶持加快碳纤维产业化进程

政策名称	颁布日期	颁布主体	主要内容及影响
《中国制造2025》	2015年5月	国务院	将碳纤维等先进复合材料列为发展重点，加强基础研究和体系建设，突破产业化制备瓶颈
《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》	2016年9月	国务院	加强碳纤维产业链上下游协作配套，开展协同应用试点示范，搭建协同应用平台
《新材料产业发展指南》	2017年1月	工业和信息化部、国家发改委、科学技术部、国家财政部	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”材料领域科技创新专项规划》	2017年4月	科学技术部	大力发展高性能碳纤维于复合材料，满足国家重大工程与国防建设的材料需求
《增强制造业核心竞争力三年行动计划（2018-2020年）》	2017年4月	科学技术部	解决碳纤维的重大科学问题，突破碳纤维制备及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
《新材料标准领航行动计划（2018-2020年）》	2017年11月	国家发改委	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
《重点新材料首批次应用示范指导目录（2018年版）》	2018年11月	国家统计局	将高强、高强中模、高模碳纤维等列为战略新兴产业中高性能碳纤维及制品制造领域的重点产品
《产业结构调整指导目录（2019年版）》	2019年10月	国家发改委	降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结构调整指导目录的鼓励类项目

资料来源: 头豹产业研究院，信达证券研发中心

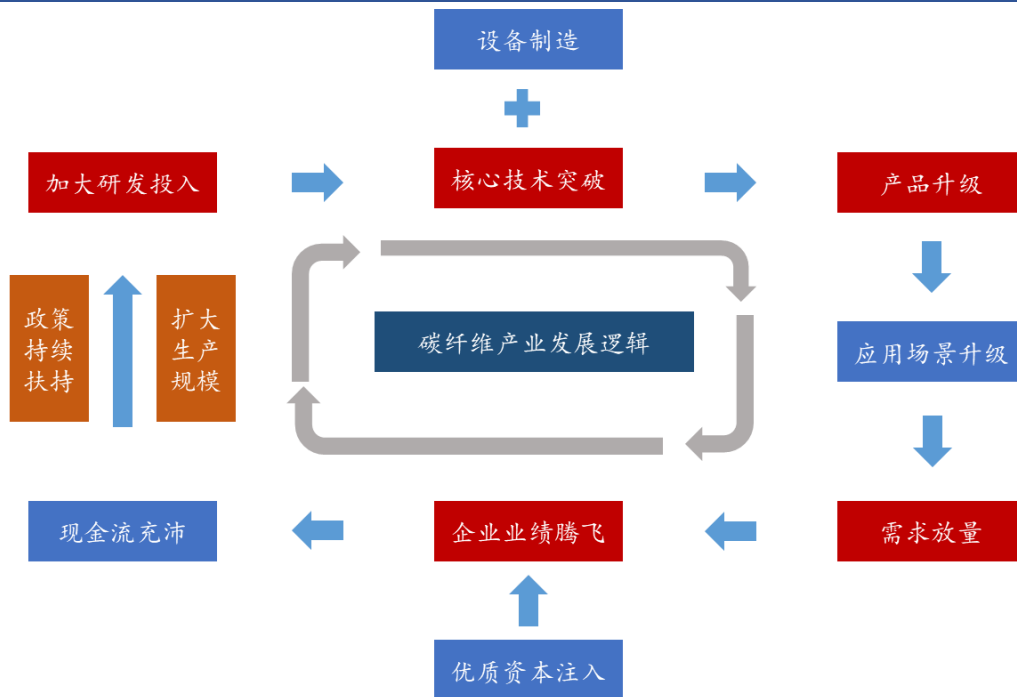
2、师夷长技，详解美、日碳纤维崛起之路

2.1 正视与国外差距，是短板亦是上升空间

技术创新、政策扶持、应用升级是驱动碳纤维产业发展的三大动力。通过归纳梳理碳纤维生产流程与产业链我们将产业发展逻辑总结为四点：

- 1) 大量研发投入促进核心技术突破，迅速提高碳纤维性能与竞争力，加快产品升级换代；
- 2) 高端产品满足并进一步培育下游需求，应用端不断向高端领域延展，实现需求的“质”“量”齐升；
- 3) 旺盛且持久的订单显著提升企业业绩，改善其现金流，并吸引优质资本持续注入；
- 4) 政策倾斜叠加现金流充沛，企业将投入更多研发资源并扩大生产规模，有效降低生产成本。

图表 20: 碳纤维产业发展逻辑



资料来源：信达证券研发中心整理

以上述产业发展逻辑作为框架，现阶段我国碳纤维产业在核心技术装备、产品性能、生产成本与规模等方面较美、日仍有较大差距，具体表现为以下三点：

1) 碳纤维研制、应用等基础科学问题尚未探明，高端碳纤维及其复材较国外仍有代差。我国碳纤维研究虽起步早，但由于早期缺乏腈纶等纤维制品的工业生产基础，叠加国外严格的技术封锁，导致我国在碳纤维工艺、成分、结构、性能等技术领域仍有认知盲点。

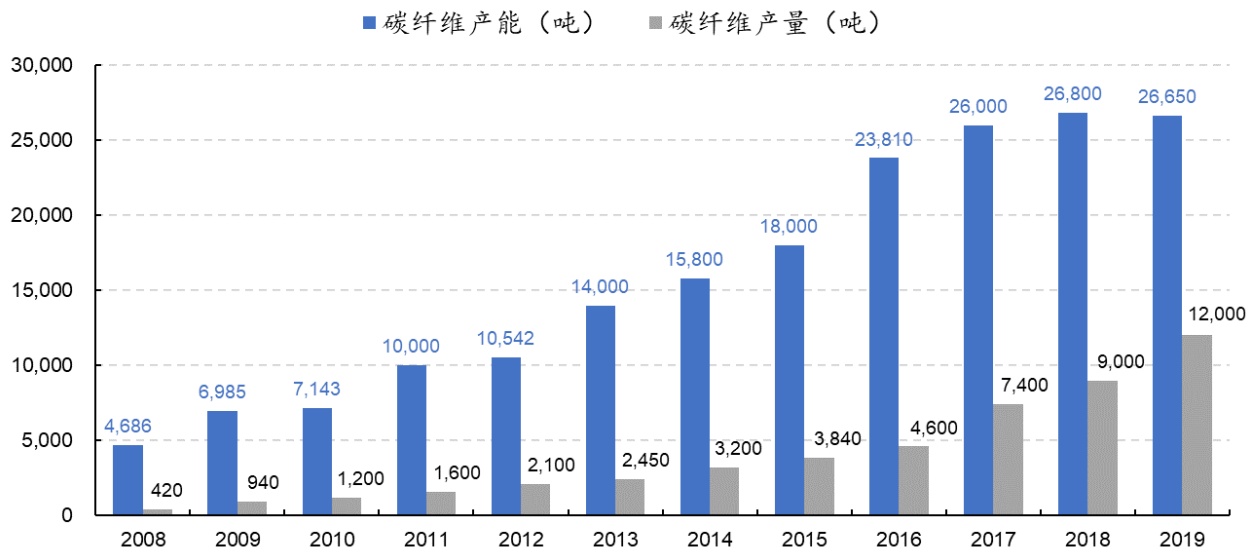
据《中国高性能碳纤维产业的创新发展》论述，国外航空航天等领域已经大规模应用以 T800 级碳纤维为主要增强体的第 2 代先进复合材料，而中国总体上仍处在第 1 代先进复合材料扩大应用阶段，T800 级碳纤维的工程化应用尚处研制阶段。中国高性能纤维及其复合材料与国外先进水平存在代差。

2) 产业化工艺与装备核心技术仍未有本质突破，导致企业有产能无销量，进口依赖严重。现阶段国产碳纤维仍以小丝束产品为主，高质量、大丝束、低成本、大规模碳纤维工业化生产技术尚未突破，而国外已开始将大丝束低成本与小丝束高质量碳纤维工业化生产技术融合，提升碳纤维品质的同时进一步降低成本。

据《2019 全球碳纤维复合材料市场报告》统计，2019 年我国碳纤维需求约 3.8 万吨，其中进口量占 68%；此外，2019 年我国碳纤维运行产能为 2.6 万吨而销量仅为 1.2 万吨，销量/产能比仅为 34%（国际通常在 65%-

85%)。

图表 21: 工艺、设备核心技术未有本质突破, 有产能无产量现象严重



资料来源: 奥赛碳纤维, 前瞻产业研究院, 信达证券研发中心

我们认为, 碳纤维产业化程度不高一方面归因于前述基础科学未完全探明, 另一方面则由于企业与科研院所尚未建立有效合作机制导致“产”与“研”相分离。此外, 因装备国产化不足、对引进装备二次改造能力弱, 只能使工艺去迎合装备条件, 从而失去以工艺为核心的产业化准则, 进一步导致产品质量稳定性差、产能释放率低。

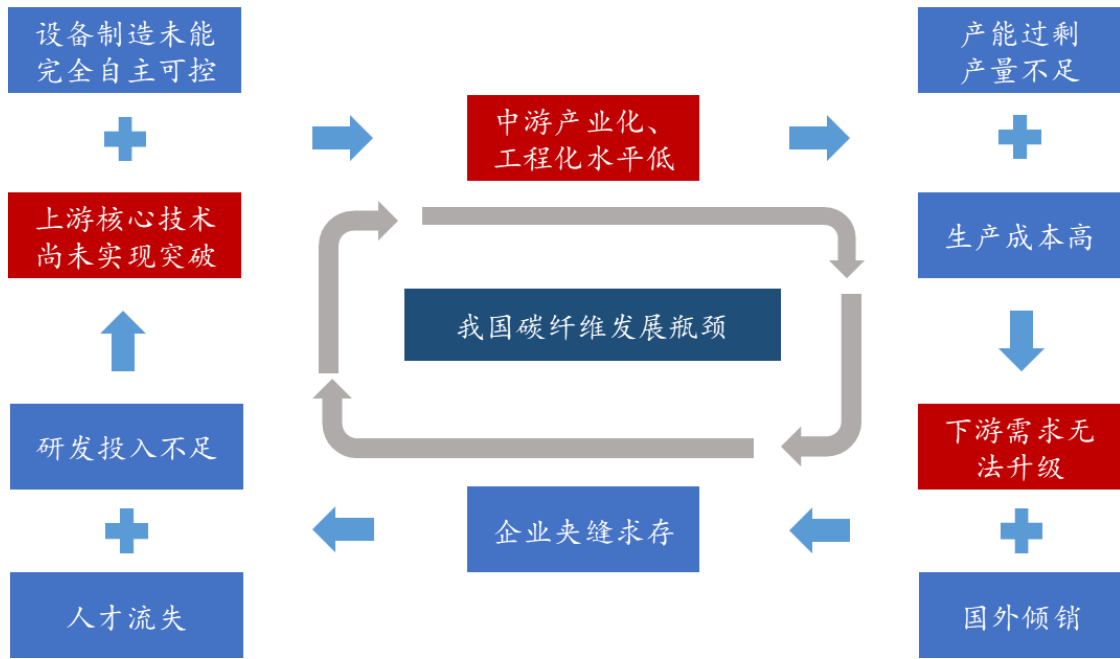
3) 性能不足、产业化程度低等问题导致下游“不会用”、“用不好”问题突出, 未对需求升级形成有效牵引。据《2019 全球碳纤维复合材料市场报告》统计, 2019 年国内来自体育休闲领域的碳纤维需求占比达 37%, 而航空航天高端需求占比仅为 4%, 反观全球航空航天领域高端碳纤维需求占比则高达 23%。

我们认为, 我国碳纤维下游需求结构失衡的主要原因在于国内大多数企业未形成碳纤维生产的全流程覆盖, 产业链各环节较为分散, 导致企业缺乏对碳纤维从设计到制造再到下游应用的集成能力, 最终使得下游应用难以升级, 未对需求产生持续的拉动作用。

图表 22: 国内、外碳纤维龙头企业产业链覆盖情况

公司	原丝及碳纤维	碳纤维织物	预浸料	碳纤维复合材料
中简科技	✓	✓	-	-
光威复材	✓	✓	✓	✓
中航高科	-	-	✓	✓
中复神鹰	✓	✓	-	-
江苏恒神	✓	✓	✓	✓
美国赫氏	✓	✓	✓	✓
日本东丽	✓	✓	✓	✓
德国SGL	✓	✓	✓	✓

资料来源: 各公司官网, 信达证券研发中心

图表 23: 我国碳纤维产业发展的主要瓶颈


资料来源: 信达证券研发中心整理

2.2 他山之石：技术创新机、政策育土壤、应用拓市场

碳纤维始于美国，兴于日本，产业整合、应用场景不断扩大是现阶段行业发展主题：

- 碳纤维始于白炽灯发光体，日本、英国率先开始 PAN 基碳纤维研发。1879 年爱迪生发明了以碳纤维为发光体的白炽灯并于美国取得初步成功，但随后因被钨丝取代而陷入沉寂。

20 世纪 50 年代，美苏争霸期间，美国为研发大型火箭和人造卫星以及全面提升飞机性能，急需新型结构材料和耐烧蚀材料，碳纤维又重新出现在材料科学舞台。

1959 年，日本大阪工业试验所近藤昭男博士发明 PAN 基碳纤维制备技术，随后 60 年代日、英率先开始 PAN 基碳纤维技术攻关，而同时期美国还在攻克粘胶基技术，导致其 PAN 基碳纤维研究起步较晚。

图表 24: 碳纤维始于白炽灯灯丝


资料来源: 纺织导报, 信达证券研发中心

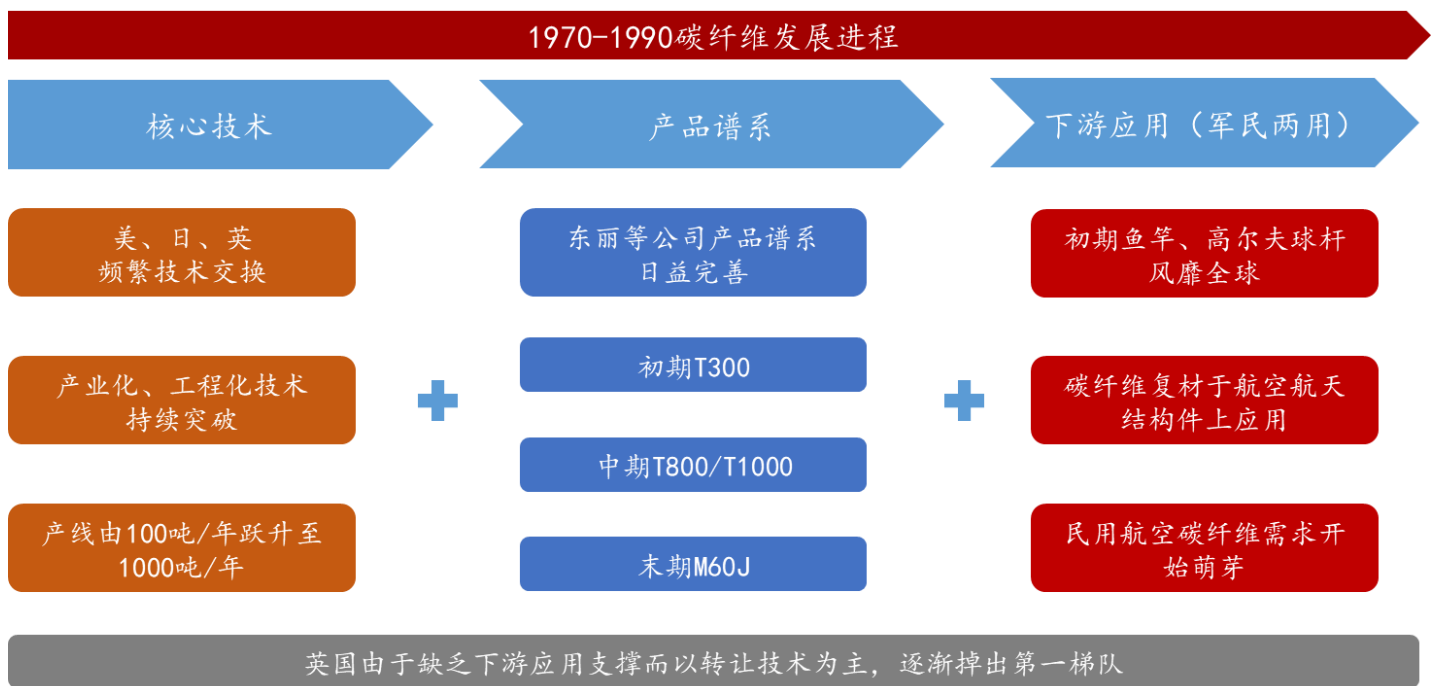
图表 25: 美苏军备竞赛，碳纤维重登材料舞台


资料来源: 纺织导报, 信达证券研发中心

- 1970-1990 年，碳纤维工程化、工业化技术先后被攻克，产品逐渐系列化，应用场景取得重大突破。20 世纪 70 年代，日、美、英开始频繁技术合作，美国从英国获得碳化技术并与日本东丽、东邦和三菱展开技术转让，随后美国与日本于 1972 年制得碳纤维高尔夫球杆和鱼竿，风靡全球。同时期，碳纤维复材实现了于航空航天（军、民用）结构件上的工程化应用，并率先在军机上实现批量化生产，成为碳纤维腾飞的基石。

跨入 80 年代，世界碳纤维单产线产能突破千吨/年，东丽产品谱系日益丰富（T300、T800、T1000、M60J），以波音、空客为代表的民用航空对碳纤维需求萌芽，1982 年 T300 率先于 B757、B767 及航天飞机上得到应用。然而，英国由于缺乏应用支撑开始以转让技术为主，将技术分别转让给中国、印度、俄罗斯和巴西。

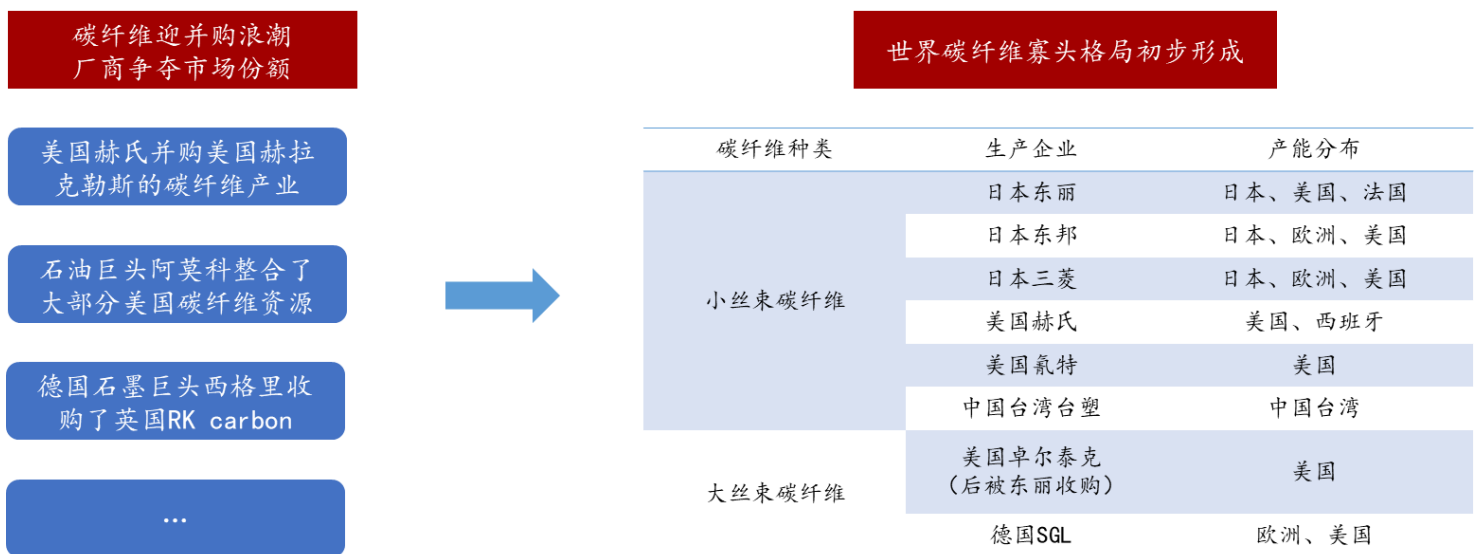
图表 26：1970-1990 年是碳纤维技术突破、应用场景持续拓宽的时期



资料来源：《碳纤维产业释放良机》，信达证券研发中心

■ **1990-2000 年，碳纤维迎并购浪潮，美、日地位进一步稳固，寡头局面初步形成。**该时期各大碳纤维厂商开始抢占市场份额，美国赫氏并购了美国赫拉克勒斯的碳纤维产业；美国石油巨头阿莫科整合了大部分美国的碳纤维资源，不仅包括美国联碳公司还有东邦与美国塞兰尼斯公司合作的碳纤维资产（2001 年变更为氰特 CYTEC）。德国石墨巨头西格里收购了英国考陶尔兹留下的 RK carbon，至此碳纤维拓荒者——英国考陶尔兹退出历史舞台。

图表 27：1990-2000 碳纤维迎并购浪潮，世界寡头格局初步形成

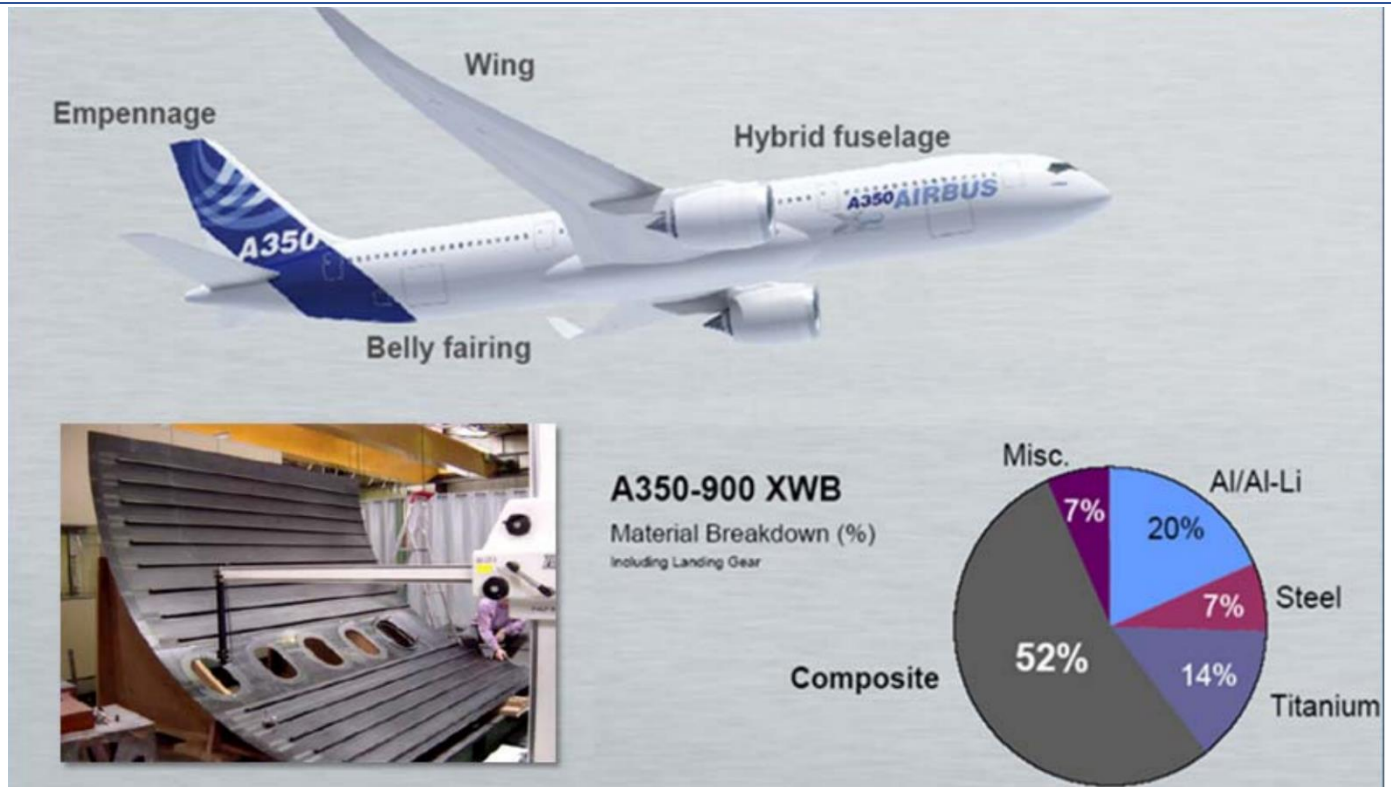


资料来源：《碳纤维产业释放良机》，赛迪研究院，信达证券研发中心

■ **进入 21 世纪，碳纤维产业整合仍在继续，下游应用向风电、汽车等新兴领域加速延展。**进入 21 世纪，行业整合仍在延续，SGL 从阿尔笛处拉收购了合资碳纤维的股份、日本东邦收购了美国福塔菲尔碳纤维、日

本东丽收购了卓尔泰克；与此同时航空航天、汽车、风力发电等领域碳纤维应用急剧扩大，号称碳纤维飞机的 B787 和 A350 于 2011 年和 2014 年完成首架交付，2010 年宝马与西格里合资建碳纤维厂试图彻底实现电动汽车轻量化，由于拉挤板成功应用于叶片梁帽，风电巨头维斯塔斯对碳纤维需求空前增长。

图表 28：号称碳纤维飞机的 A350



资料来源：《复合材料力学》，信达证券研发中心

以史为镜，我们认为技术革新、政策护航与应用拓展是世界碳纤维发展的最核心变量：

- **技术驱动产品性能升级，是碳纤维发展的第一动力。**美、日在碳纤维发展初期便已意识到核心技术工艺是实现性能提升的基础，随后便纷纷进行战略布局，直到现阶段依然在大力推动碳纤维材料的研发。以日本为例，自 20 世纪 60 年代开始 PAN 基碳纤维技术攻关后，其每间隔 5-10 年便会推陈出新，实现技术与产品性能的全面升级。

与此同时，日本国内较早实现了产业联盟，成员覆盖了完整的碳纤维产业链，如新构造材料技术研究联盟（ISMA），其共有 39 个成员，37 家为企业，1 家为国立研究所，剩余 1 家为国立大学。通过产、学、研的深度结合，日本在碳纤维中间材料技术、成型技术、连接技术与回收技术领域均实现了重大突破，成为世界碳纤维强国。

- **政策为研发单位、企业保驾护航，为碳纤维发展提供优质土壤。**20 世纪以来，美、日均在政策层面推波助澜，促进碳纤维产业的发展。如日本在包括“能源基本计划”、“经济增长战略大纲”和“京都议定书”等多项基本政策中都将碳纤维作为重点推进项目，在政策支持下，日本碳纤维行业得以更有效集中各方资源，推动产业共性问题的解决。此外，美国国防部高级研究计划局在 2006 年启动了先进结构纤维项目，美国能源部 2014 年也为多个碳纤维项目提供了高达 1130 万美元的资助。

企业层面，美、日亦提供政策“方便”以不断优化行业环境。例如 20 世纪 80 年代，美国碳纤维公司大多采用外部治理模式，但由于碳纤维材料的特殊性其发展往往受到别国技术的制约，美国国内公司一度濒临倒闭。1988 年美国国防部推出了以碳纤维等关键材料本土化为核心的国家战略，指出碳纤维等国防工业关键材料必须自给自足，从而帮助国内碳纤维企业走出了困境。

图表 29：日本政府支持碳纤维领域技术研发的主要项目

时间	部门/机构	主要内容	资助规模
2007年起	经济产业省、NEDO	自2007年起首次将“纤维领域”纳入《技术战略地图》，并为碳纤维列出了技术地图。	-
2008-2012年	NEDO	可持续超级复合材料技术开发项目：对提升碳纤维复合材料的已加工性与强度的基础技术进行研发。	项目共计投入25.26亿日元
2013-2023年	经济产业省、NEDO	革新型新构造材料技术研发项目：研发高性能低成本的材料技术，通过新材料的使用实现运输工具轻量化从而减少能耗及排放。其中包括了碳纤维及碳纤维增强复合材料的相关研究。	全周期预计投入429亿日元

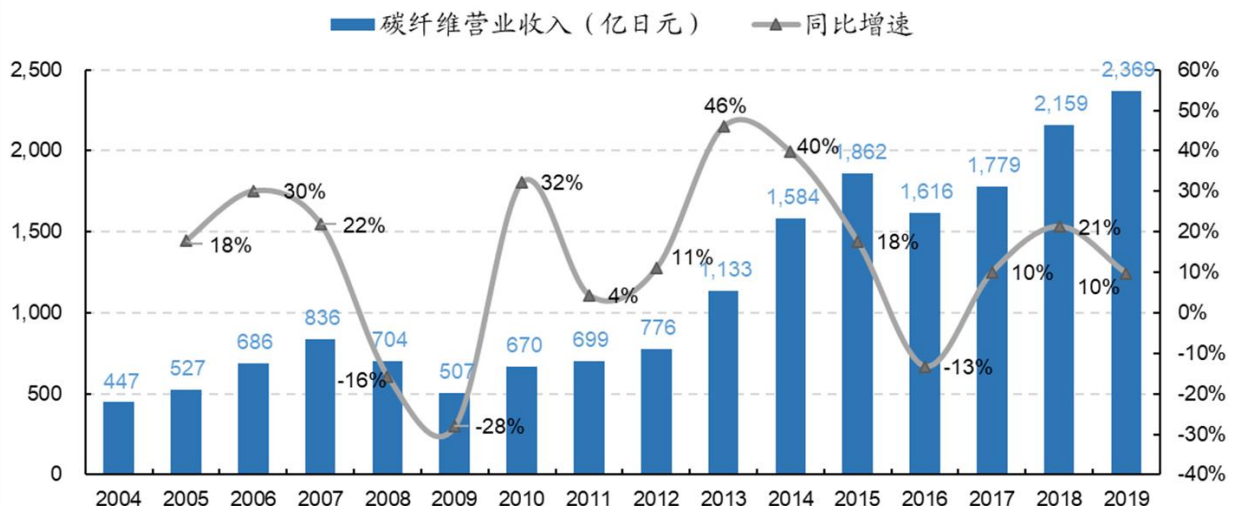
资料来源：中国腐蚀与防护网，信达证券研发中心

- **应用领域持续拓宽是行业发展的“永动机”。**碳纤维最初被用于白炽灯灯丝，而后由于美、苏军事争霸，碳纤维开始在军用航空航天领域发光发热，成为武器装备的减重利器。此后，随着 PAN 基碳纤维技术的突破、叠加产能提升带来的规模效应，碳纤维生产成本大幅降低，碳纤维开始在民用航空、体育休闲等领域大放异彩。现阶段，以风力发电、压力容器、新能源汽车等新为代表的新兴产业轻量化需求旺盛，成为碳纤维行业发展的新驱动。我们认为，应用领域的持续拓宽一方面将倒逼碳纤维产业化、工程化技术进步，另一方面也将吸引更多优质企业的涌入，为行业发展提供不竭动力。

2.3 航空为先——东丽与赫氏的腾飞之路

2.3.1 日本东丽：积淀 50 余年，航空布局终迎开花结果

15 年增长 5 倍，东丽碳纤维业务规模突破 2300 亿日元。2019 年东丽碳纤维业务收入 2369 亿日元，同比增长 9.7%，实现营业利润 210 亿日元，营业利润率为 8.9%。2004-2019 年，东丽碳纤维业务收入 CAGR 达 12%。

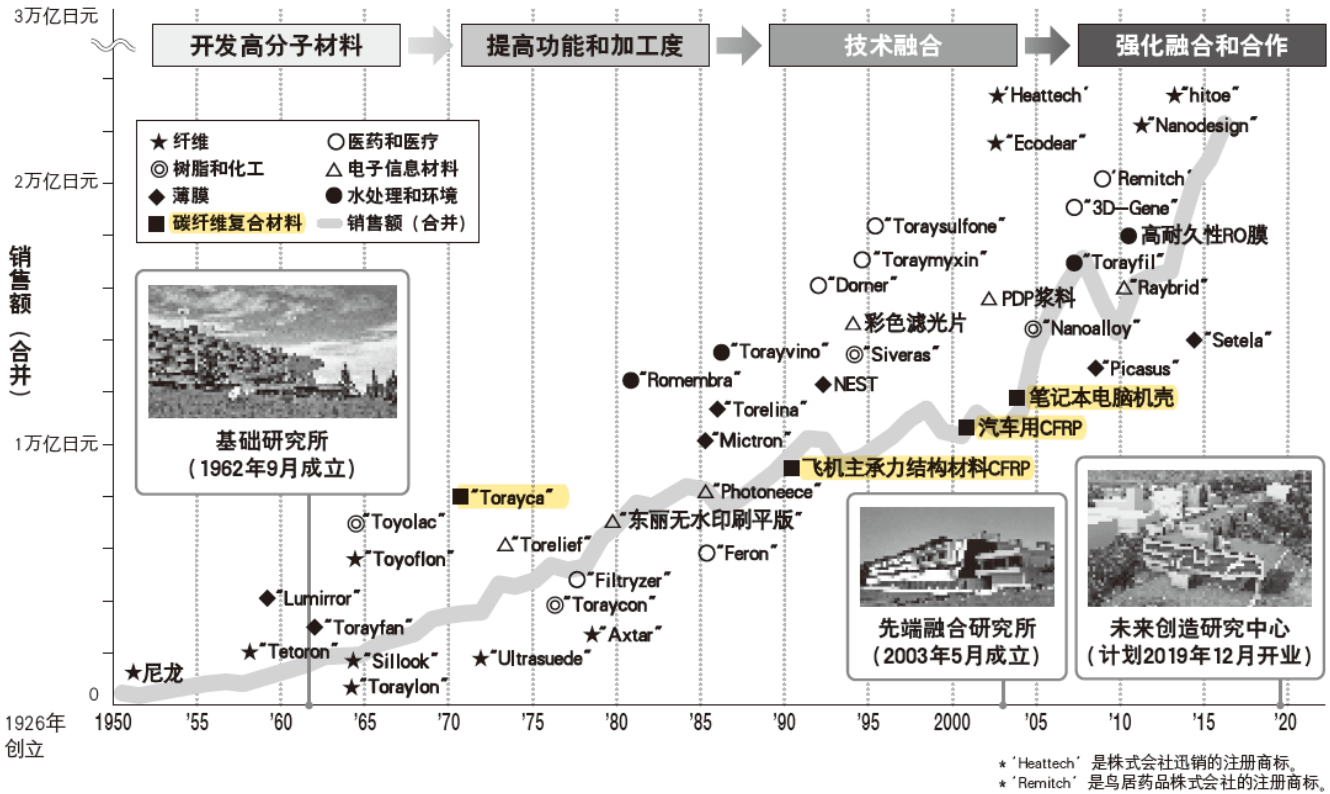
图表 30：东丽公司碳纤维收入 15 年增长，2019 年收入达 2369 亿日元


资料来源：东丽年报，信达证券研发中心

洞悉材料价值，“超长期”战略成就全球碳纤维龙头：日本东丽公司 1926 年创立之初仅是一家人造丝制造公司，随后根据市场需求不断丰富自身产品体系，在深谙各类材发展价值的前提下陆续研发了合成纤维，树脂、薄膜等尖端材料，并将产品推广至全球，成为世界材料领域无可争议的“领头羊”。

纵观东丽碳纤维业务发展史，我们将其成功因素总结为三点：1) 提前洞悉碳纤维潜在应用价值，并维持高研发投入，为公司未来厚积薄发奠定基础；2) 乘航空发展之风，率先实现高端碳纤维批量化、规模化生产，同时在全球范围内积极扩充产能，不断提升公司市场占有率；3) 以航空为基，横向布局风力发电、汽车等高端民用领域，真正实现多点开花。

图表 31：东丽全业务版图



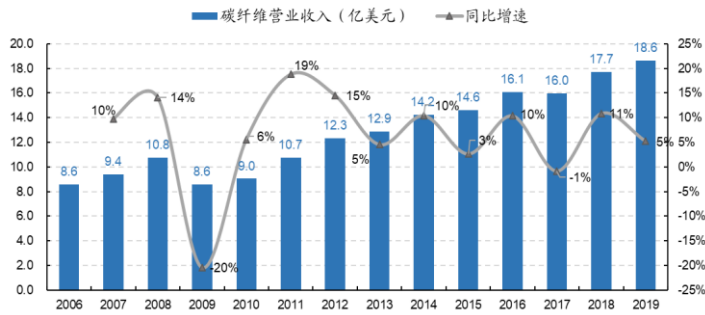
- 从体育休闲领域切入碳纤维市场，实现工业化生产。东丽 1961 年启动碳纤维研发，1971 年开始生产。公司早期试图进军航空碳纤维领域，但彼时欧美主要公司都聚焦该市场，订单竞争激烈，尚属小公司的东丽无法进入。于是公司另辟蹊径，通过开发鱼竿、球杆等体育用品，实现碳纤维的商业化应用和工业化生产。
- 乘航空之风，铸行业巨头：20 世纪 70 年代后期，石油价格飙升，民航公司急需轻量化增强材料以减少机身重量，1975 年和 1987 年，东丽碳纤维分别应用于波音 737 的辅助承重结构和空客 A320 的主承力部件中。据波音公司“高拉伸强度和弹性条件下较铝轻 30%”的需求，东丽开发出 T800 等高端碳纤维并于上世纪 90 年代起陆续用于波音 767、777、787 及空客 A350 上。航空需求的爆发加速东丽千吨产线的构建和万吨产量的释放，公司实现由前期亏损至稳定盈利的转变。
- 产能扩张叠加横向布局，碳纤维生产体系持续完善：
 - 1) 为应对航空等领域碳纤维需求的攀升，东丽一直致力于全球布局以实现供需匹配。1972 年东丽在爱媛工厂新设月产 6 万吨的生产设备，并通过 UCC 公司构建美国市场的售渠道；1982 年设立 Soficar 公司，该公司 1985 年于西班牙设立工厂投产；1992 年于西雅图市郊成立 TCA 公司，1997 年在美国迪凯特成立 CFA 公司并建设工厂。东丽由此确立了横跨日本、欧洲和美国 3 大地区的全球运营体制。2012 东丽决定年产量增加 6000 吨，集团年产量扩大至 2.71 万吨，2014 和 2015 年也分别实现了增产。
 - 2) 东丽亦利用自身技术与市场优势拓展高端民用领域，稳固全球碳纤维龙头地位。汽车方面，2010 年，东丽与德国 Daimler 公司签订了汽车零部件碳纤维复材共同开发合同；此外，丰田与本田分别于 2014 和 2016 年发布了氢燃料汽车，车身均采用了东丽碳纤维材料；风电方面，东丽 2014 年收购了 Zoltek

公司，发力以风电涡轮机叶片为主要用途的大丝束领域。

2.3.2 美国赫氏：深耕复材应用，打造美国航空航天碳纤维标杆

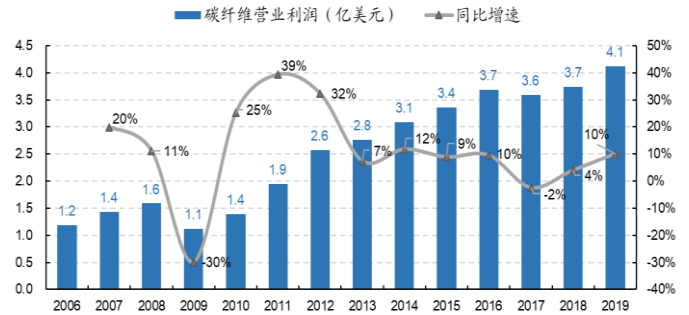
碳纤维复材为主要收入来源，盈利能力持续增长。赫氏是美国最大的碳纤维生产商和复合材料供应商，2019年赫氏总营收23.6亿美元，其中碳纤维复材收入为18.6亿美元，占比近80%；2006-2019年赫氏碳纤维复材营业利润由1.2亿美元上升至4.1亿美元，CAGR达10%，营业利润率由15%上升至22%，盈利能力不断增强。

图表 32：2019 年赫氏碳纤维复材收入 18.6 亿美元，同比增长 5%



资料来源：赫氏年报年报，信达证券研发中心

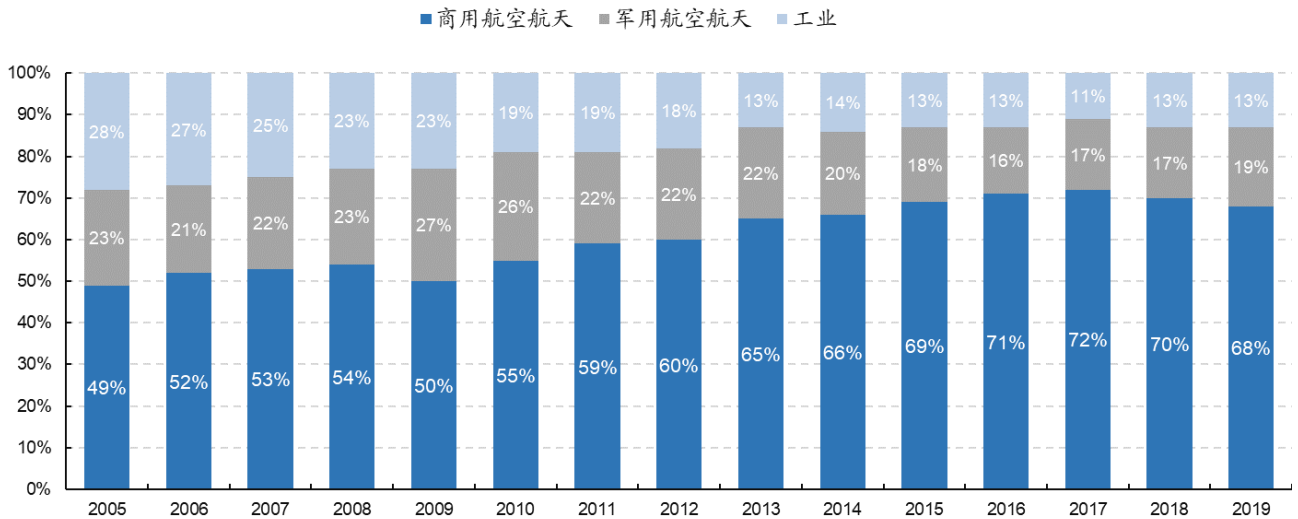
图表 33：2006-2019 年赫氏碳纤维复材营业利润 CAGR 为 10%



资料来源：赫氏年报，信达证券研发中心

航空航天占比超 85%，民用领域强势崛起。赫氏自身将其整体业务分为商业航空航天、军用航空航天及工业用品三类，2005-2019年其航空航天板块业务（军用+民用）占比由72%上升至87%，商业航空航天占比由49%上升至68%，增幅显著。

图表 34：2019 年赫氏航空航天业务占比达 87%，2005-2019 年商业航空航天强势崛起



资料来源：赫氏年报，信达证券研发中心

与东丽多元化的材料业务不同，赫氏聚焦复合材料应用 70 余年，公司发展史亦是美国航空航天历史的缩影：

- **发展初期便致力于复材研发，扎根航空航天。**赫氏成立于 1946 年，1953 年其产品便用于复合材料制造的第一架轰炸机和战斗机，在 1961 年经历了军费削减导致销售下滑后，1965 年美越战争重新推动公司蜂窝结构复合材料业务发展。1993 年由于经营问题，公司申请破产保护，多方筹资筹得 5000 万美元后于 1995 年 2 月摆脱破产保护。
- **通过收购切入碳纤维及其复合材料领域，公司获得“二次生命”。**1996 年赫氏收购 Ciba-Geigy 和 Hercule 的复合材料业务，获取了关键的航空产品生产资格和碳纤维生产能力，为后续承接多项军民航空、航天业务打下基础。
- **洛马、波音、空客等军民机项目纷至沓来，赫氏进入稳定盈利期。**民品方面，空客 A380、A320、H160 直

升机、波音 787 Dreamliner、747-8 等机型均采用了赫氏碳纤维复合材料；军品方面，赫氏为 F35、V-22（鱼鹰）倾斜旋翼飞机、UH60M 黑影、AH-64 阿帕奇、A400M 军事运输机、大黄蜂战机等军机提供碳纤维复合材料；此外，赫氏也参与了多项美国国家空探索计划如阿波罗登月、哥伦比亚航天飞机制等，如正是航空航天领域业务的不断增长，使得赫氏稳坐美国碳纤维及其复材制造商龙头地位。

总结东丽、赫氏的发展可再次得出：1) 持续的研发投入、不懈的应用实践为碳纤维制造企业发展的基石；2) 航空航天是碳纤维制造的试金石，批量化生产带来的规模效应是企业蜕变的关键；3) 后期高端民用领域的横向扩张是保持业务常青的良药。

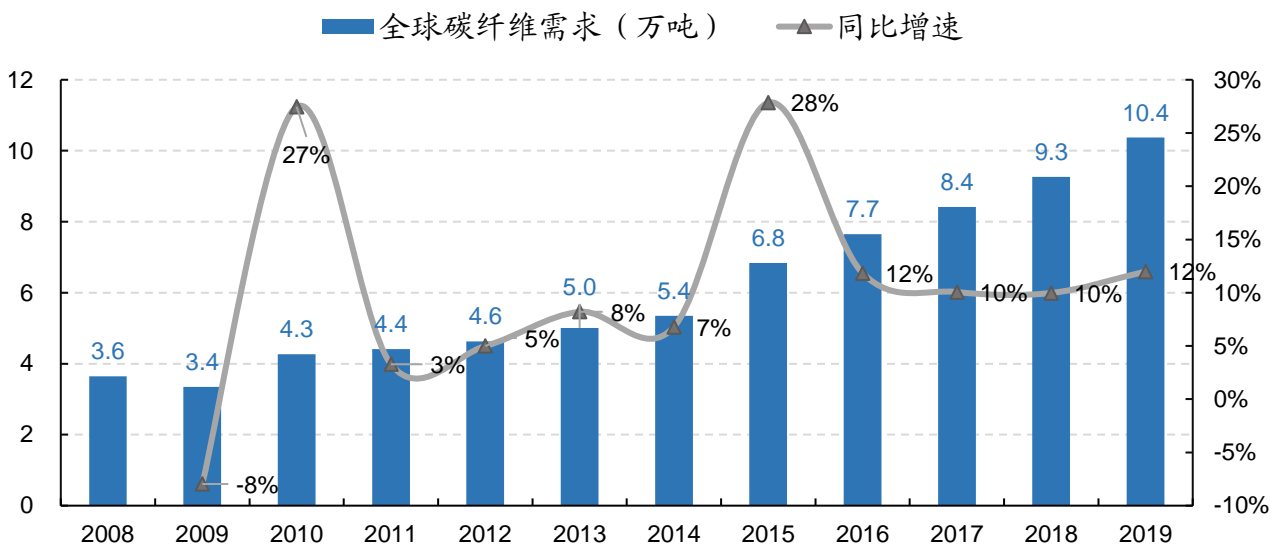
3.全球市场极速扩张，国内航空航天需求潜力巨大

3.1 国际市场：航空航天占据主导，风电叶片增速强劲

2019年全球碳纤维需求首次突破10万吨。据《2019全球碳纤维复合材料市场报告》测算，2019年全球碳纤维需求总量达10.4万吨，同比增长12%，金额达到28.7亿美元，同比增幅11.6%。2008-2019年全球碳纤维需求量CAGR为10%。

这是全球碳纤维发展60余年来需求量首次突破10万吨大关，其直接反映了碳纤维下游需求的持续扩张。随着各国对碳纤维投入加大，核心技术将不断突破，当绝大部分核心技术被掌握后，下一个10万吨需求增长的用时将急剧缩短，据《2019全球碳纤维复合材料市场报告》预测，**2025年全球碳纤维需求量将达到20万吨，2030年将达到40-50万吨。**

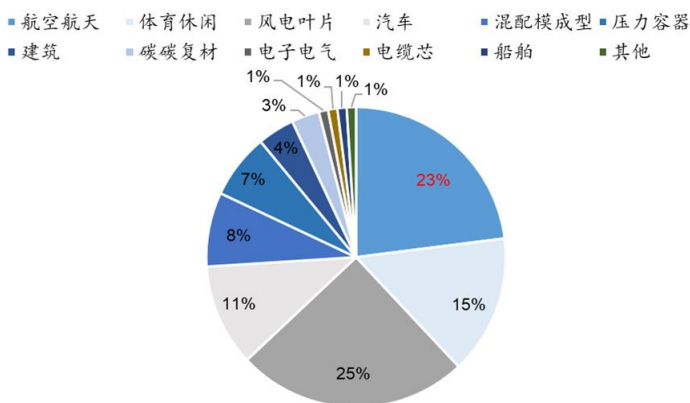
图表 35: 2019 年全球碳纤维需求达 10.4 万吨，同比增长 12%



资料来源:《2019全球碳纤维复合材料市场报告》，信达证券研发中心

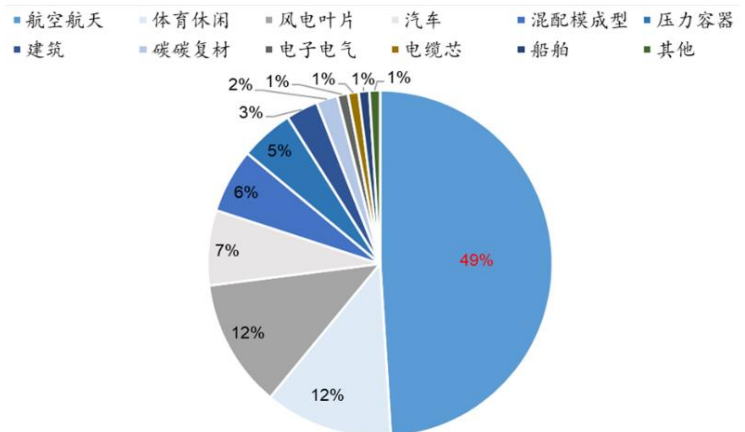
航空航天依旧稳占碳纤维需求主体地位。2019年航空航天领域碳纤维需求量2.35万吨，同比增长12%，占总需求量的23%。由于航空航天高端碳纤维单价较高，因此该领域2019年需求金额达到14.1亿美元，占需求总金额的49%。据《2019全球碳纤维复合材料市场报告》披露，2019年航空航天领域碳纤维需求的增加主要来源于波音787和空客A350产能的扩张。

图表 36: 2019 年全球碳纤维下游需求量结构



资料来源:《碳纤维产业释放良机2019》，信达证券研发中心

图表 37: 2019 年全球碳纤维需求产值结构



资料来源:《碳纤维产业释放良机2019》，信达证券研发中心

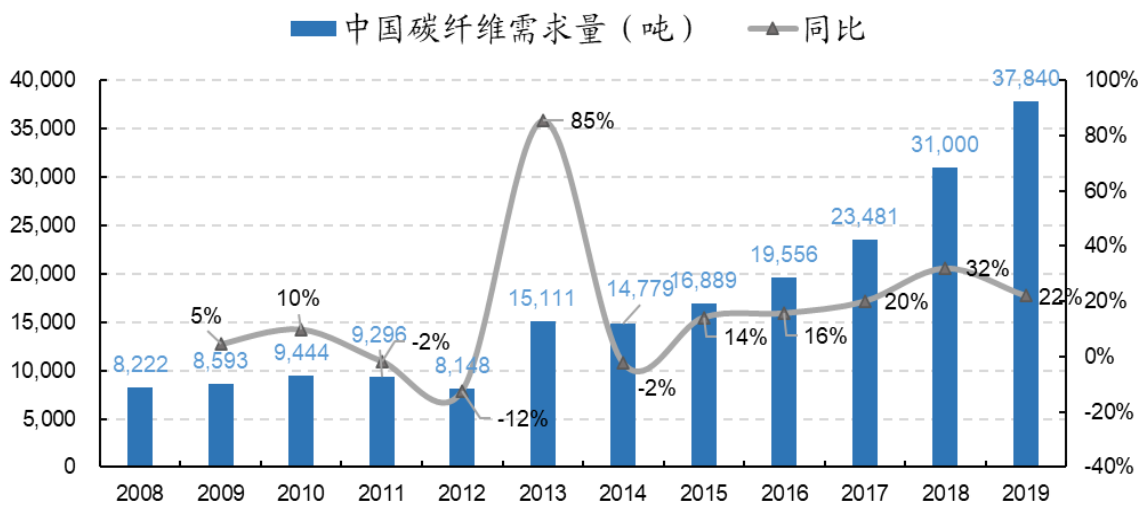
5年翻4倍，风电叶片需求增速强劲。据赛奥碳纤维技术统计，2014-2019年全球来自风电叶片领域的碳纤维需求由0.6万吨上升至2.55万吨，CAGR达33.6%，增速强劲。2019年来自风电叶片领域的碳纤维需求占总量的25%，然而由于该领域碳纤维单价较低，对总体金额贡献不显著，仅占总需求价值量的12%。

其他领域碳纤维需求增速稳定。据《2019全球碳纤维复合材料市场报告》统计，2019年汽车、压力容器、混配模成型、建筑补强、电子电气等领域碳纤维需求与总需求量协同增长，同比增速维持在12%左右。其中，体育休闲领域需求增速较慢，每年维持4-5%左右的增幅。

3.2 国内市场：航空航天占比不足，体育休闲、风电叶片为需求主要来源

我国碳纤维需求12年增长近5倍。据赛奥碳纤维技术统计，2008-2019年我国碳纤维需求量已经由0.8万吨上升至3.8万吨，占全球总需求量的36%，CAGR达15%，超过全球平均增速。预计到2025年，我国碳纤维需求总量将达到11.9万吨。

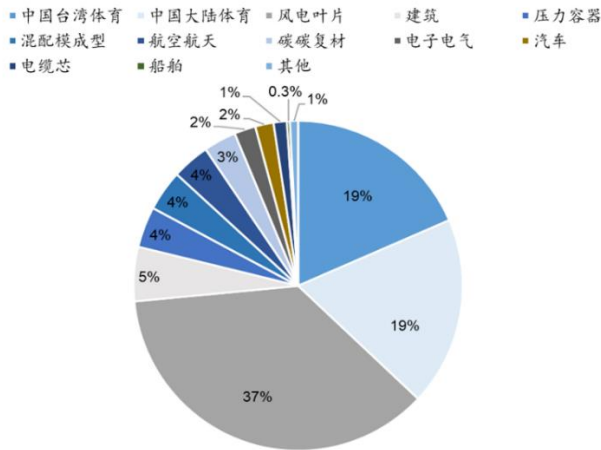
图表 38：2019年我国碳纤维需求达3.8万吨，同比增幅22%



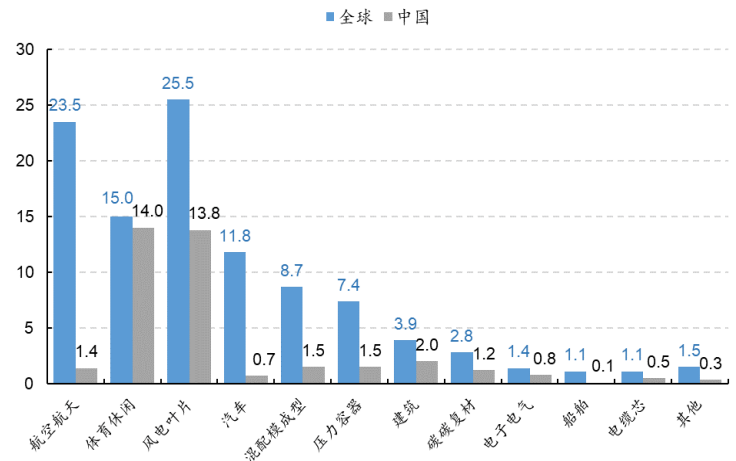
资料来源：《碳纤维产业释放良机 2019》，信达证券研发中心

风电叶片、体育休闲领域为主要需求来源，航空航天需求严重不足：

- 2019年风电叶片高增长拉动行业整体需求。2019年我国风电叶片碳纤维需求量为1.38万吨，同比增长达72.5%，占总需求量的36.5%。其中，国产碳纤维约1000吨，相较2018年的完全进口，迈出了国产替代的第一步。
- 体育休闲领域为国内碳纤维需求最大来源。2019年中国大陆与台湾体育休闲领域碳纤维需求合计1.4万吨，同比增幅4%，占总需求量高达37%，2014-2019年体育休闲领域一直是我国碳纤维需求最大来源。
- 航空航天占比仅为3.7%，较世界平均水平差距显著。2019年我国航空航天碳纤维需求1400吨，较2018年上升400吨。2014-2019年我国航空航天领域碳纤维需求占比维持在2%-4%，较世界平均的22%-24%（2014年为29%）差距显著。

图表 39: 2019 年风电叶片、体育休闲为国内碳纤维主要需求来源


资料来源:《碳纤维产业释放良机 2019》, 信达证券研发中心

图表 40: 2019 年我国与世界碳纤维需求结构差异较大 (千吨)


资料来源:《碳纤维产业释放良机 2019》, 信达证券研发中心

3.3 碳纤维为航空航天必备新材料, 未来增量需求有望破万吨

3.3.1 碳纤维正推动航空航天迈入轻量化时代

当前, 由于碳纤维性能的不断提高和基体树脂增韧性技术的突破, 碳纤维复合材料正逐步取代传统金属材料被广泛应用于航空制造业中, 特别是高强中模、大伸长碳纤维, 能够显著提高冲击后的压缩强度和耐热/湿性, 成为飞机结构材料的不二之选。

碳纤维复合材料在航空领域的应用大致可分为三个部分: **1) 应用在受力不大或非承力构件阶段**(如舵面、口盖等); **2) 应用在次承力或承力较大构件阶段**(如机翼等); **3) 应用在主承力构件或复杂受力构件阶段** (如机身、中央翼盒)等;

世界范围内各类型军用飞机均大量使用碳纤维复合材料:

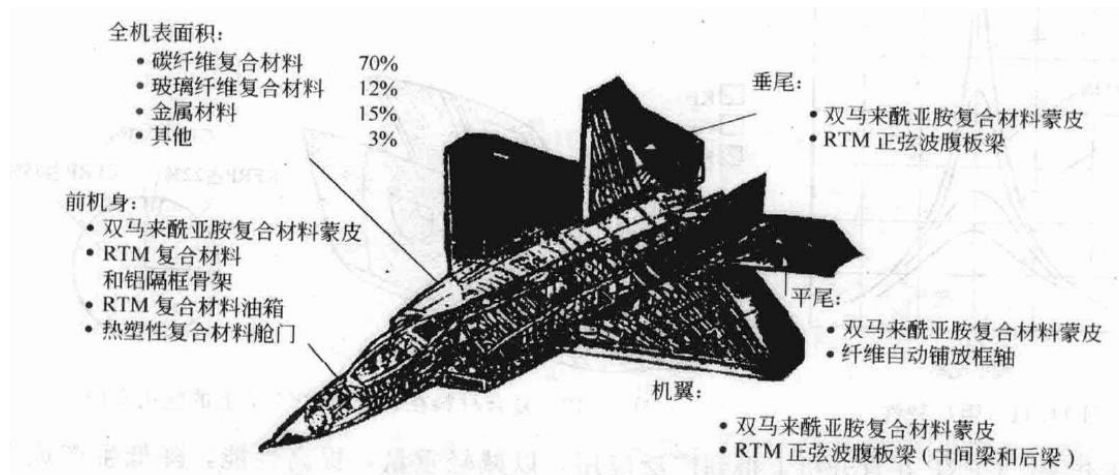
- **战斗机:** 先进机型碳纤维复材占比正逐步提升, 据《碳纤维及石墨纤维》统计, 美国 F-14A 的复合材料仅占 1%, 到英国生产的战机“台风”EP2000 时复合材料含量已达 40%。

图表 41: 世界范围内先进战斗机已大量使用碳纤维复合材料

机型	设计年代	战机代际划分	各种战斗机结构材料用量				
			铝合金	钛合金	钢	碳纤维复合材料	其他
F-14A	1969	第三代战斗机	39%	24%	17%	1%	19%
F-15A	1972		36%	27%	6%	2%	29%
F-16A	1976		64%	3%	9%	2%	22%
F-18A	1978		49%	13%	17%	10%	11%
F-22	1989	第四代战斗机	11%	41%	-	24%	24%
幻影2000	1978		-	23%	-	7%	70%
JAS39	1982		30%	-	-	-	70%
阵风	1986		-	-	5%	24%	71%
AV813	1982		-	44%	9%	-	26%
EP2000	1993	-	25%	12%	-	40%	23%

资料来源:《碳纤维及石墨纤维》, 信达证券研发中心

对于战斗机而言, 采用复合材料不仅可实现轻量化和设计过程的自由化, 且可整体成型, 减少零件和禁铜件的数目, 降低生产成本, 提高生产效率。例如某战斗机采用复合材料去取代金属后, 零件和禁铜件数目均减少 61.5%。

图表 42: 碳纤维在 F-22 战斗机上的应用


资料来源:《碳纤维及石墨纤维》, 信达证券研发中心

- **直升机:** 理论上 1kg 碳纤维复合材料可代替 3kg 的铝合金, 对于直升机而言, 碳纤维不仅具有高比强度和比模量, 且具有优异的阻尼特性, 即不易起振, 起振后能迅速吸收动能并停止下来, 这可降低飞行载荷在直升机悬翼上产生的交变动值。此外, 碳纤维复合材料具有突出的耐疲劳性, 静强度与疲劳强度比为 0.6-0.7, 而玻璃纤维仅为 0.3, 芳纶纤维为 0.5。

以 MBB 公司研制的 BK117 直升机为例, 该机型碳纤维复合材料占比高达 75%, 于使用复合材料的构件, 平均减重 33%, 平均零件数目减少 79%。同时, 我国由哈尔滨飞机制造公司生产的直-9 型直升机复合材料用量也超过了 60%, 该机不仅武装了驻港部队, 而且参加了上海合作组织在俄罗斯举行的反恐演练。

耐热+减重, 碳纤维助力火箭、导弹飞得更高, 打得更远。 在 2000℃ 以上高温环境中碳材料是唯一强度不降的物质, 且军用碳纤维可在 3000℃ 以上环境保持稳定, 耐高温性远超钛金属及其合金, 因而被广泛应用于火箭的助推器、防护罩、发动机罩和导弹壳体、发射筒等结构。此外, 碳纤维复合材料亦可减轻火箭和导弹的质量, 加大其射程, 提高落点精度。

以导弹为例, 据《碳纤维及石墨纤维》表述, 美国、日本、法国的固体发动机壳体主要采用碳纤维复合材料。美国 MK 型、SICBM 型、三叉戟 I 型机动洲际弹道导弹鼻锥和发动机喷管喉衬都采用了 3D C-CFRP (以碳纤维 3 向编织物为胚体的碳纤维复合材料), 卫兵型、SPI 型反弹道导弹鼻锥采用了 3D C-CFRP, 民兵 III 鼻锥也采用了细编穿刺 C-C 复合材料。MX 弹道导弹第三级发动机喷管及三叉戟 II 型(D-5)的第一、二级发动机喷管都采用了 C-CFRP。美国“北极星”、“战斧”、三叉戟 II 型(Trident-II, D-5)导弹的固体发动机壳体采用了 CFRP。法国 M51 导弹的一级发动机外壳由碳纤维复合材料编织而成。

图表 43: 碳纤维复合材料在美国战略导弹上的应用实例

导弹型号	使用部位	材料结构	使用军种
民兵 III	MK-12 鼻锥	细边穿刺 C/C 复合材料	空军
MK		3D C/CFRP 或细编穿刺品	空军
SICBM	发动机喷管喉衬	3D C/CFR	空军
三叉戟 I 型	MK-5 鼻锥	3D C/CFRP 或 4D C/CFRP	海军
	发动机喷管喉衬	3D C/CFRP	海军
卫兵	反弹道导弹鼻锥	3D C/CFRP	陆军
SPI	反弹道导弹鼻锥	3D C/CFRP	陆军

资料来源:《碳纤维及石墨纤维》, 信达证券研发中心

碳纤维可为民用航空带来显著经济效益。据《碳纤维及石墨纤维》描述，利用碳纤维及其复合材料替代钢或者铝减重效率可达 20%-40%，对客机而言，减重可有效节省燃油、提高航程和净载能力，具有显著的经济效益。

图表 44: 飞行器减重可带来极大经济效益

种类	经济效益/ (美元/kg)	种类	经济效益/ (美元/kg)
轻型民航机	60	超声速民航机	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
干线飞机	450		

资料来源: 《碳纤维及石墨纤维》，信达证券研发中心

在早期 A310、B757 和 B767 上，碳纤维复合材料占比仅为 4%-7%，随着技术的不断进步，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。至 A380 时，复合材料占比达到 25%，具体应用于客机主承力结构部件如主翼、尾翼、机体、中央翼盒、压力隔壁等和次承力结构部件如辅助翼、方向舵及客机内饰材料等，开创了先进复合材料在大型客机上大规模应用的先河。

在最新的 B787 和 A350 机身上，复合材料的用量达到 50% 以上，有更多部件使用碳纤维，例如机头、尾翼、机翼蒙皮等，使碳纤维需求量极大提升。

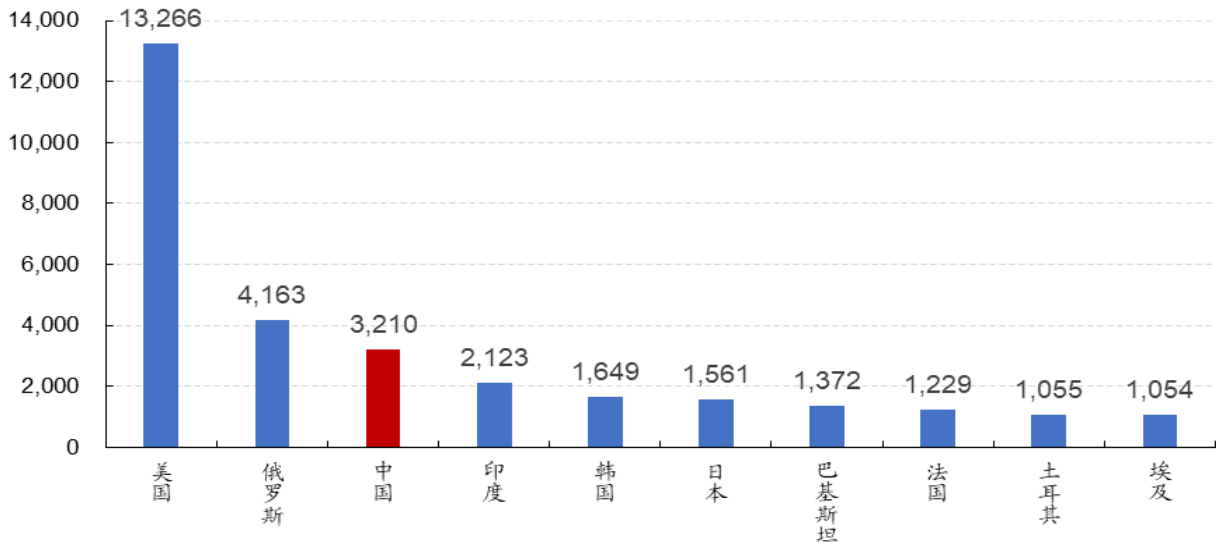
图表 45: 民航飞机碳纤维复合材料需求强烈

民航机型号	空重(吨)	结构重量(吨)	碳纤维复合材料占比	碳纤维重量(吨)
波音747	174	52.2	1%	0.5
波音757	58	17.3	4%	0.7
波音767	82	24.7	4%	1.0
波音777	139	41.8	10%	4.2
波音787	118	35.4	50%	17.7
空客A310	80	24	7%	1.7
空客A320	42	12.7	10%	0.0
空客A340	129	38.7	14%	5.4
空客A380	277	83	25%	20.8
空客A350	134	40.2	52%	20.9

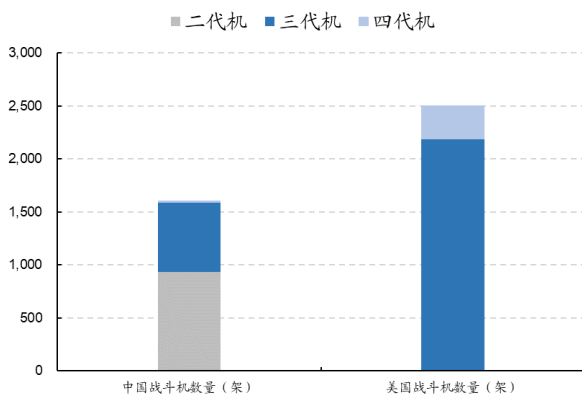
资料来源: 《先进材料在航空航天中的应用》，《复合材料在新一代大型民用飞机中的应用》，维基百科，信达证券研发中心

3.3.2 装备升级放量、民航需求爬坡，碳纤维新增需求破万吨

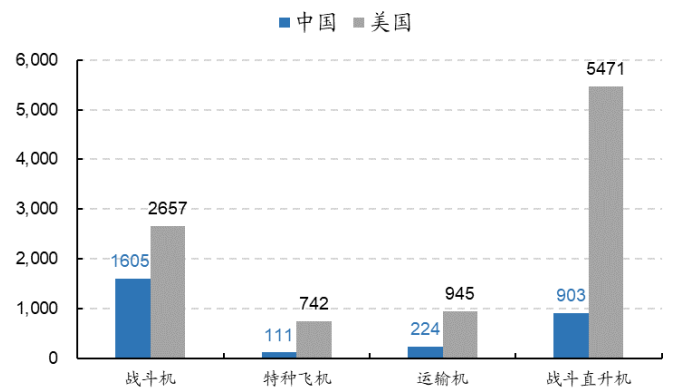
我国军机总数仅为美国四分之一，高端战机占比不足，军机迭代迫在眉睫。据《World Airforces 2020》统计，2019 年我国军机总量为 3210 架，虽位列世界第三但仅为美国的四分之一。目前我国以歼-7、歼-8 为代表的二代战斗机仍是主力，占比达到 58%，四代机占比仅为 1%，而美军现役已无二代战斗机，其三、四代机型占比分别为 87% 和 13%。我们认为，未来我国军机升级换代将是大势所趋。

图表 46: 2019 年我国军机数量仅为美国的四分之一（架）


资料来源:《World Airforces 2020》, 信达证券研发中心

图表 47: 我国三、四代战斗机数量落后于美国


资料来源:《World Airforces 2020》, 信达证券研发中心

图表 48: 我国各机型数量均小于美国


资料来源:《World Airforces 2020》, 信达证券研发中心

经我们测算, 未来军机碳纤维复合材料需求规模将超过 300 亿元:

- 我国军机单机重量和碳纤维复合材料含量同步提升, 放量后将产生乘数效应。据《复合材料在航空战机上的应用》表述, 以歼击机为例, 我国歼-7 空重 5.3 吨, 碳纤维复材含量约 2%, 新一代战机空重 17 吨, 碳纤维复合材料含量约 25-30%, 相比老旧机型, 新机型单机重量与碳纤维复材含量均显著提升, 未来将产生乘数效应支撑碳纤维需求增长。
- 军机迭代将新增 8210 吨碳纤维需求, 市场规模达到 328 亿元。

主要假设: 1) 军机持续迭代, 新机型不断亮相; 2) 据《先进战斗机结构选材与制造工艺需求分析》内容, 将军机结构系数设为 31%-34%。3) 军用碳纤维复合材料成材率大约为 70%。

图表 49: 军机迭代将新增 8210 吨碳纤维需求, 市场规模达到 328 亿元

军机型号	空重 (吨)	结构系数	结构重量 (吨)	碳纤维复材含量	对标美国缺口 (架)	未来碳纤维复材需求 (吨)	碳纤维复材下游市场 (亿元)
三代战斗机	15.6	31%	4.8	8-12%	1572	1086	43
四代战斗机	20	28%	5.6	25-30%	393	849	34
新一代运输机	100	31%	31.0	8-12%	215	952	38
新一代直升机	10	31%	3.1	40-45%	2862	5323	213
合计	-	-	-	-	5042	8210	328

资料来源: 环球武器网, 《航空航天复合材料发展现状及前景》, 《先进材料在航空航天中的应用》, 《航空航天工程材料》, 信达证券研发中心

国产 C919、ARJ21 订单不断增加, 支撑民用碳纤维复材市场未来需求。 国产大型客机 C919 于 2008 年启动研制, 2017 年成功首飞并计划在 2021 年取得适航证。此外, 国产 ARJ21 新支线飞机投入运营后销量也保持良好。

据中国之声 2020 年 5 月披露, C919 当前累计客户 28 家, 订单总数已有 815 架; 商飞亦收到来自 22 家客户合计 596 架 ARJ21-700 飞机订单。经测算, 当前国产客机在手订单兑现将产生 1383 吨碳纤维复材需求, 市场规模超过 55 亿元。

图表 50: 国产客机在手订单兑现将产生 1383 吨碳纤维复材需求, 市场规模超 55 亿元

型号	空重 (吨)	结构重量 (吨)	碳纤维复材重量 (吨/架)	在手订单量 (架)	未来碳纤维复材需求 (吨)	市场规模 (亿元)
C919	44	13	2	815	1294	52
ARJ21	25	8	0.2	596	89	4
合计	-	-	-	-	1383	55

资料来源: 中国商飞, 《复合材料在新一代大型民用飞机中的应用》, 《航空复合材料技术》, 信达证券研发中心

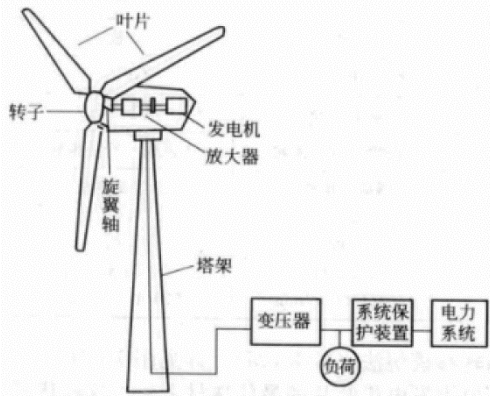
据中国航空工业发展研究中心发布的《2020-2039 年民用飞机中国市场预测年报》预测, 为满足运量增长和替换退役飞机需求, 至 2039 年中国客机机队规模将达 8854 架, 其中因运量需求而新增的客机 5208 架, 替换退役客机 2368 架, 剩余 1278 架为存量客机, 市场价值超万亿美元。我们判断, 未来以 C919、ARJ21 为代表的国产民用飞机订单将继续增长, 进一步提振碳纤维下游需求。

4. 高端民用多点开花，国产替代迎成长风口

4.1 风力发电将成碳纤维行业新驱动

碳纤维可有效降低风电叶片重量，促进风力发电向大功率方向发展。风力发电系统主要由发电机、叶片、塔架和控制系统组成。其中，复合材料叶片是发电机的核心部件之一，叶片成本约占发电机系统成本的18%-22%。由于风力发电机的电能与叶片长度成正比，故此为提高发电功率需要增加叶片长度，叶片重量也随之增加，为更好地平衡叶片重量与长度，碳纤维复合材料成为风电叶片的理想选择。

图表 51: 风力发电系统结构



资料来源:《碳纤维及石墨纤维》，信达证券研发中心

图表 52: 叶片长度相同时碳纤维复合材料重量更低

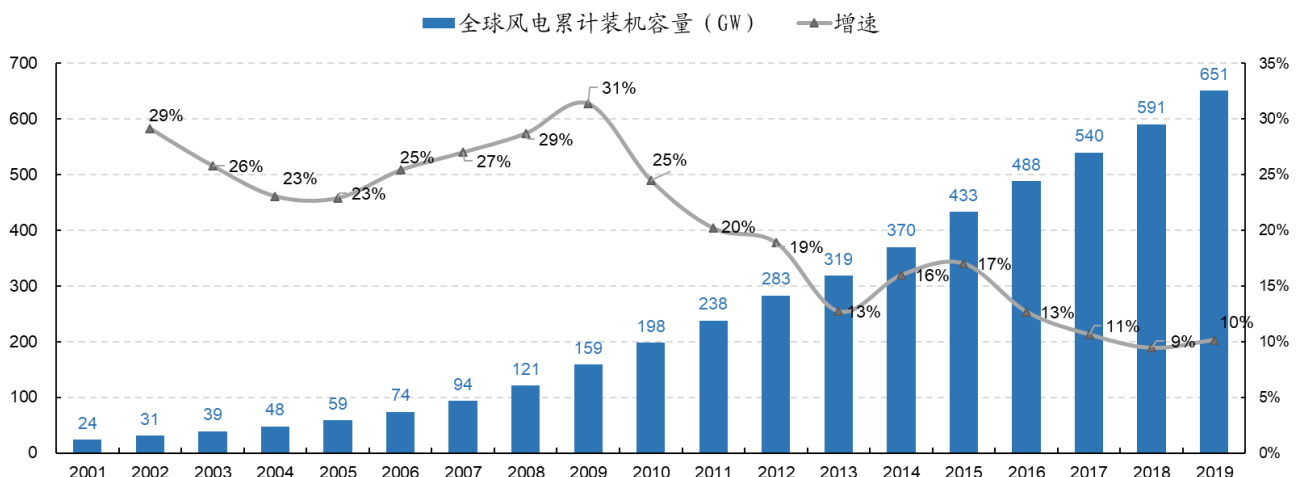
叶片长度/m	不同材料叶片质量/kg		
	玻璃纤维聚酯	玻璃纤维/环氧	碳纤维/环氧
19	1800	1000	-
29	6200	4900	-
34	5800	5200	3800
38	10200	-	8400
43	10600	-	8800
52	21000	-	-
54	-	-	17000
58	-	-	19000

资料来源:《碳纤维及石墨纤维》，信达证券研发中心

5年翻4倍，风电叶片碳纤维需求增速强劲。据赛奥碳纤维技术统计，2014-2019年全球来自风电叶片领域的碳纤维需求由0.6万吨上升至2.55万吨，CAGR达33.6%，增速强劲。2019年来自风电叶片领域的碳纤维需求占总量的25%，然而由于该领域碳纤维单价较低，对总体金额贡献不显著，仅占总需求价值量的12%。

风力发电市场规模迅速扩张，中国为全球重要市场。据GWEC发布的《全球风电发展报告2019》统计，2019年全球风电新增装机容量达到60.4GW，同比增长19%；2019年全球风电累计装机容量突破650GW，同比增长10%，2001-2019年全球风电累计装机容量由24GW上升至651GW，CAGR达20%，规模增速显著。

图表 53: 2019年全球风电累计装机容量突破650GW

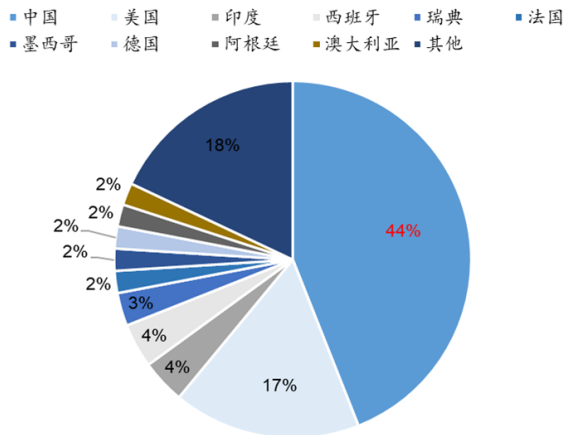


资料来源:《全球风电发展报告2019》，信达证券研发中心

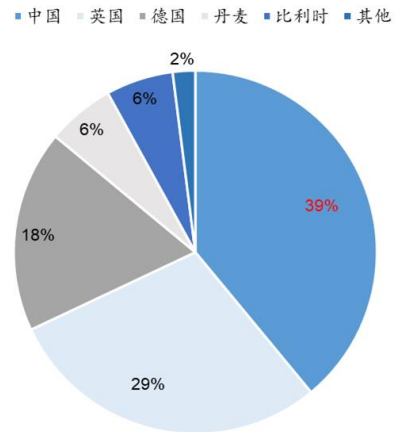
国家层面，2019年新增装机容量排名前五的是中国、美国、英国、印度和西班牙，合计占全球的70%。就累计装机而言，中国、美国、德国、印度和西班牙位列第一至第五，合计占全球的72%。

我国陆上与海上新增装机规模均位列世界第一:

- 2019年，全球陆上风电新增装机容量为54.2GW，同比增长17%；累计装机规模迈过600GW这一新的里程碑，达到621GW。其中，我国陆上风电新增并网容量为23.8GW，占全球比重44%，累计并网容量达到230GW。
- 2019年，全球海上风电新增装机容量超过6GW，是有史以来表现最好的一年。其中，我国的新增规模达到创纪录的2.3GW，居全球第一。英国的新增规模接近1.8GW，依然是全球重要的海上风电市场。德国的新增规模超过1.1GW，居全球第三。

图表 54: 2019 年各国全球陆上风电新增装机容量占比


资料来源:《全球风电发展报告2019》，信达证券研发中心

图表 55: 2019 年全球各国海上风电新增装机容量占比


资料来源:《全球风电发展报告2019》，信达证券研发中心

据 GWEC 预测，2020-2024 年，全球有望新增 355GW 风电装机，年均增长接近 71GW，CAGR 将达到 4%。海上风电新增装机规模将从 6GW 增至 15GW，其在全球年度风电新增装机中的占比相应由 10%提高至 20%。

就中国市场而言，由于存量项目需赶在 2020 年 12 月 31 日前并入电网，以拿到核准电价，故此 2020 年有望成为中国陆上风电市场有史以来表现最好的一年，从 2021 年开始，中国陆上风电市场发展主要受平价上网项目驱动，继续引领世界风电市场。

我们判断中国风电行业的蓬发展将成为碳纤维市场有力驱动器，促进民用碳纤维需求走高。

4.2 碳纤维，引领新能源汽车材料革命

未来已来，碳纤维助力新能源汽车实现轻量化蜕变。据新能源汽车网测算，在同样续航里程下，电动汽车重量比传统汽车重 200-300kg 甚至更多。因此为保证电动汽车有较好续航里程和可承受成本，电动汽车车身须减重 50% 以上。在所有轻量化材料中，碳纤维复合材料是唯一能在钢质零部件基础上减重 50-60% 却能够提供同等强度的先进材料。

碳纤维及其复合材料在新能源汽车轻量化领域的优势突出表现在以下方面：

- 车身轻量化：碳纤维密度小，较低碳钢结构减重 50%，较镁/铝合金结构减重 30%；
- 颠覆生产流程：模压和粘结工艺代替冲压和焊接，节约生产线及模、夹具的投入；
- 集成度高，造型自由：可设计性强，可实现流线型曲面成本低，可减少零部件种类和工装投入；
- 提升汽车安全性：汽车轻量化后中心下降，提升操作稳定性，碰撞吸能能力为钢的 6-7 倍，铝的 3-4 倍；
- 提升汽车舒适性：更高的振动阻尼，对汽车整体降噪效果提升显著，舒适性更加。

据中国汽车工程学会发布的《节能与新能源汽车技术路线图》预测，2026-2030 年，我国将实现整车比 2016 年

减重 35%，将重点发展镁合金和碳纤维复合材料技术，实现碳纤维复合材料混合车身及碳纤维零部件的大范围应用。

图表 56: 宝马 i3 中碳纤维材料的应用

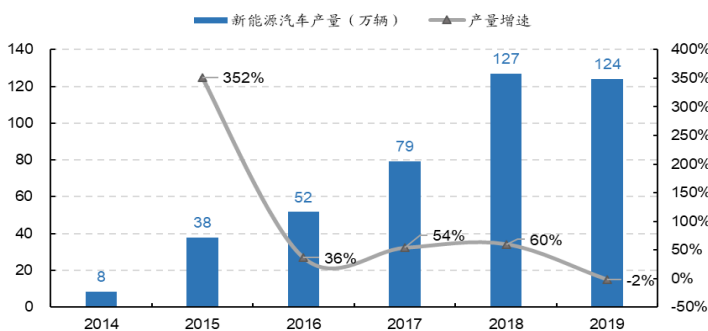


资料来源: 中简科技招股书, 信达证券研发中心

除车身减重外, 碳纤维亦可应用于新能源汽车电池箱体。动力电池作为新能源汽车能量供给的核心零部件, 其性能直接影响新能源汽车的性能表现。其对材料有高强度、轻量化和优良的耐腐蚀性要求; 碳纤维在这 3 方面具有极大优势, 其具有较高的比强度和比模量, 同时还具有优良的耐蚀性和阻燃性, 因此能在满足上述条件的同时, 做到动力电池箱的轻量化。

我国新能源汽车市场增速强劲, 未来将成为碳纤维下游市场的中流砥柱。据中汽协和工信部统计, 2014-2019 年我国新能源车年产量由 8.4 万辆上升至 124.2 万辆, CAGR 为 71.4%, 2019 年产销量略下滑主要因行业补贴退坡。

图表 58: 2014-2019 年我国新能源汽车产量 CAGR 达到 71.4%



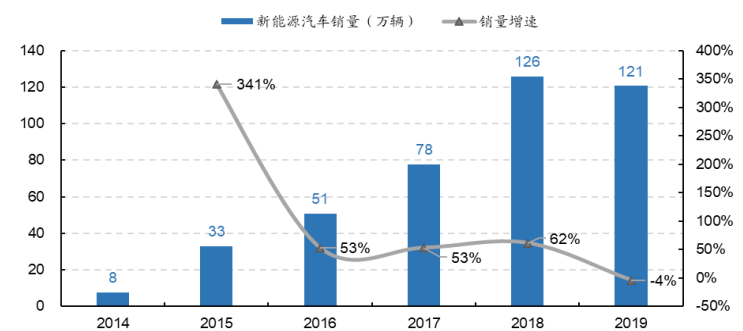
资料来源: 工信部, 中汽协, 信达证券研发中心

图表 57: 碳纤维助力汽车产业实现轻量化蜕变

	2020年	2025年	2030年
车辆整备质量	较2015年减重10%	较2015年减重20%	较2015年减重35%
高强度钢	强度600MPa以上的AHSS应用达到50%	第三代汽车钢应用比例达到白车身重量的30%	2000MPa级以上刚才有应用
铝合金	单车用铝量超过190kg	单车用铝量超过250kg	单车用铝量超过350kg
镁合金	单车用镁量超过15kg	单车用镁量超过25kg	单车用镁量超过45kg
碳纤维增强复合材料	碳纤维有一定使用量, 成碳纤维使用量占车重2%, 成本比2015年降低50%	成碳纤维使用量占车重5%, 成本比上阶段降低50%	碳纤维使用量占车重5%

资料来源: 《节能与新能源汽车技术路线图》, 信达证券研发中心

图表 59: 2014-2019 年我国新能源汽车销量 CAGR 达到 100.3%



资料来源: 工信部, 中汽协, 信达证券研发中心

我们认为, 伴随着 2020 年汽车减重 10%, 2025 年减重 20%, 2030 年减重达到 30% 目标的临近, 以及新能源汽车出货量的持续提升, 碳纤维复合材料在新能源汽车行业中的运用范围与运用比例将会继续扩大, 使中国成为全球最大的碳纤维轻量化新能源汽车市场, 引领全球碳纤维产业的未来。

4.3 我国碳纤维进口替代特征初显, 未来可期

我国碳纤维国产化率为 32%, 进口部分主要依赖日本、中国台湾。据《碳纤维产业释放良机 2019》阐述, 2019 年我国 3.8 万吨碳纤维需求中进口量为 2.6 万吨, 同比增长 68%; 国产供应量为 1.2 万吨, 同比增长 33%, 国产化率达 31.5%。

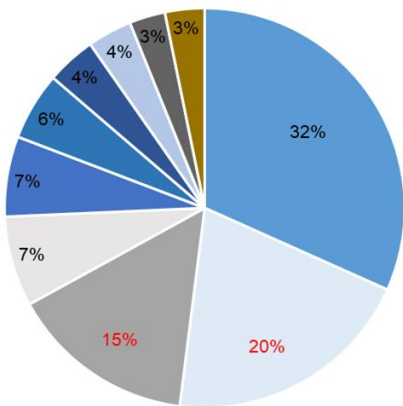
以传统大小丝束市场来分，我国小丝束市场容量约 1.8 万吨，其中国产约 0.7 万吨；大丝束市场容量约 1.4 万吨，其中国产 0.1 万吨；另有接近 0.5 万吨左右国产碳纤维横跨两个市场。

目前我国国产碳纤维供应量已连续两年增幅超过 30%，体现出国有碳纤维企业生产技术和管理水平的巨大提升，预计在 2025 年左右，我国碳纤维国产量将超越进口量。

2019 年大陆从日本进口碳纤维 0.8 万吨，占总需求的 20.3%；从台湾进口碳纤维 0.6 万吨，占总需求的 15.0%，台湾与日本成为除大陆本土以外的碳纤维最大供应地。

图表 60: 2019 年大陆从日本、台湾进口量最大 (按量)

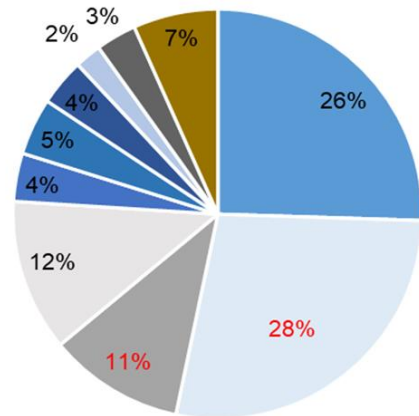
■ 中国大陆 ■ 日本 ■ 中国台湾 ■ 美国 ■ 墨西哥
 ■ 韩国 ■ 英国 ■ 土耳其 ■ 匈牙利 ■ 其他进口



资料来源:《碳纤维产业释放良机 2019》，信达证券研发中心

图表 61: 2019 年大陆总日本、美国进口金额最大 (按金额)

■ 中国大陆 ■ 日本 ■ 中国台湾 ■ 美国 ■ 墨西哥
 ■ 韩国 ■ 英国 ■ 土耳其 ■ 匈牙利 ■ 其他进口



资料来源:《碳纤维产业释放良机 2019》，信达证券研发中心

4.4 国内供给格局：高端聚焦技术创新，低端发力降本增效

4.4.1 高端品供应商屈指可数，核心企业强者恒强

产品性能决定核心竞争力，先发优势持续积累最终形成卡位优势。对于航空航天等高端市场，产品性能是首要因素，据中简科技招股书表述，现阶段我国从事碳纤维材料研制及生产的单位近百家，但能够生产符合航空航天标准的高性能碳纤维企业屈指可数，大量企业集中在体育休闲领域，绝大多数碳纤维厂家仍处在亏损状态。随着市场经济优胜劣汰，碳纤维行业将面临洗牌，拥有自主知识产权和持续创新能力的企业必将在未来竞争中占得先机。

目前国内能够生产高端碳纤维的厂商主要有中简科技、光威复材、江苏恒神及中复神鹰，其中中简科技和光威复材更是高端碳纤维赛道领跑者。我们认为，中简科技与光威复材的优势主要集中在以下三个方面：

- **较早切入高端碳纤维领域形成先发优势：**1) 中简科技 2008 年为承担科技部“863 聚丙烯腈基碳纤维工程化”重点项目而成立，随后便扎根高端碳纤维的研发与工程化制备，在国产化替代的理念下产品不断填补国内相关领域空白；2) 光威复材 2002 年便开始碳纤维研发，承担两项 863 碳纤维专项的同时于 2008 年建成国内首条千吨级碳纤维产线，成为国内首家实现碳纤维工程化的企业。
- **强大的科研能力与持续的研发投入不断拓宽企业护城河：**1) 中简科技实控人均均为业内顶尖专家，董事长杨永岗与总经理温月芳均来自我国最早从事新型碳材料研发的机构——中科院山西煤炭化学研究所，2013-2019 年研发投入 6 年增长近 3 倍，授权专利总数超 20 项；2) 光威复材深耕碳纤维研发近 20 年，期间作为行业龙头主持了两项碳纤维国家标准的制定，产品覆盖了 T300/T700/T800/M40J 等一些列高端碳纤维，且拥有核心设备的研发制造能力，是目前国内生产品种最全、技术最先进、产业链最完整的碳纤维行业龙头企业之一。

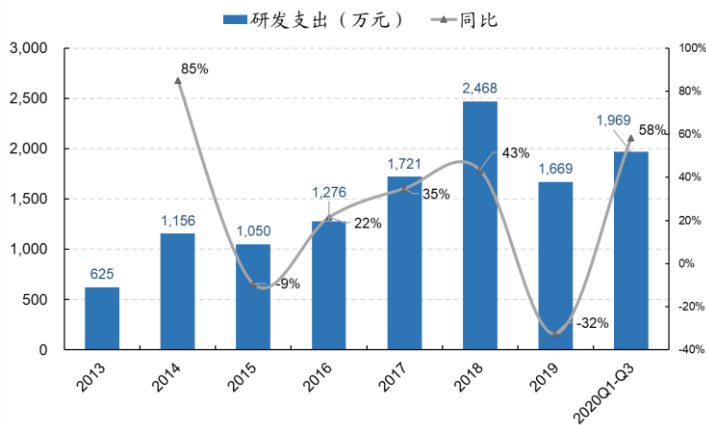
■ **与下游客户形成稳定供求关系，成为特种领域核心供应商：**中简科技 T700 级和光威复材 T300 级碳纤维已被批量化用于我国航空航天领域，成为特种领域核心供应商；由于特种领域对材料质量及稳定性要求极高，故此一旦对应型号定型批产，供应关系和材料价格一段时间内将保持平稳。

图表 62：中简科技、光威复材、江苏恒神及中复神鹰为我国高端碳纤维赛道主要玩家

公司	2020年收入 (亿元)	收入同比	2020年净利润 (亿元)	净利润同比	对标东丽产品型号						
					T300	T700	T800	T1000	M40J	M55J	M60J
中简科技	3.9	66%	2.3	70%	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓
光威复材	21.2	23%	6.4	23%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
江苏恒神	2.9 (2019)	73%	-2 (2019)	-	✓	✓	✓	-	✓	-	-
中复神鹰			未披露		-	✓	✓	✓		未知是否有M系列	

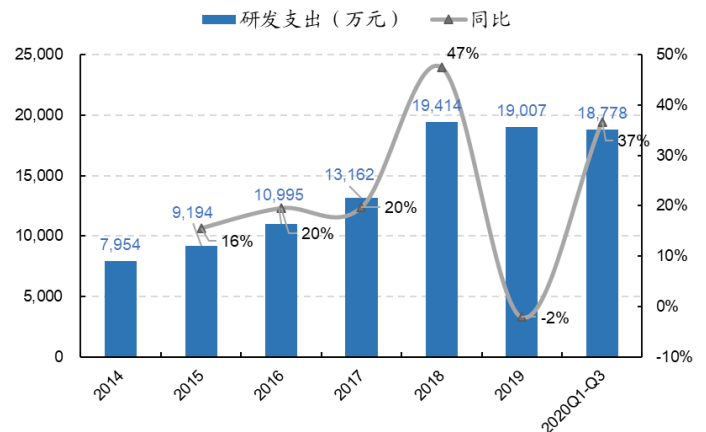
资料来源：Wind，公司官网，中简科技招股书，光威复材招股书，信达证券研发中心

图表 63：2013-2019 年中简科技研发支出增长近 3 倍



资料来源：Wind，信达证券研发中心

图表 64：2014-2019 年光威复材研发支出增长超 2 倍



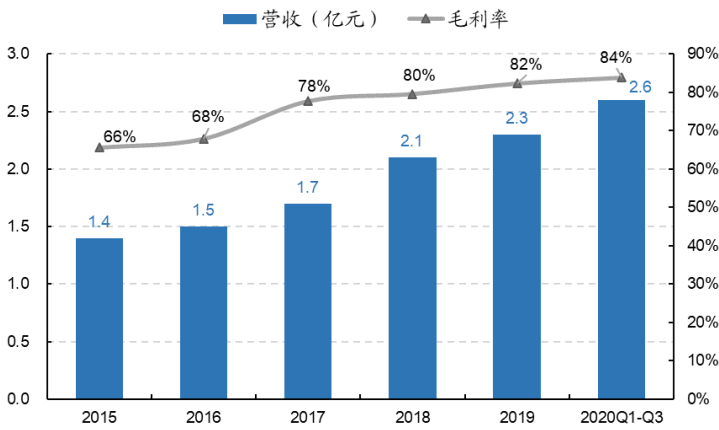
资料来源：Wind，信达证券研发中心

航空航天领域竞争格局趋于稳定，核心供应商强者恒强。当前航空航天领域核心供应商主要为中简科技、光威复材和中航高科，其中中航高科主要提供预浸料、蜂窝及航空复合材料，为中简科技和光威复材下游企业。**我们认为，今后航空航天领域竞争格局将企稳，头部企业行业地位将进一步稳固：**

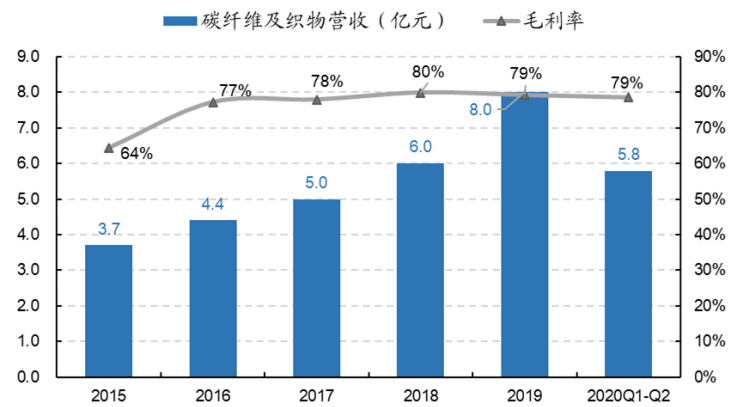
- 1) 航空航天领域国外对我国实行技术与产品封锁政策，叠加新材料核心技术国产化趋势的持续演绎，头部企业将获得更多发展空间和机遇；
- 2) 航空航天等高端领域对产品性能要求严苛，而国内仅有中简科技、光威复材等少数企业掌握核心技术可生产出满足要求的材料，不可替代性不断增强；
- 3) 头部上市企业相较其竞争对手可从资本市场获得更多的支持，同时政策资源也必然将向头部有追赶国际巨头潜力的公司倾斜，领跑者将获得更多卡位优势。

图表 65：中简科技营收与利润基本均来自航空航天领域

图表 66：光威复材碳纤维及织物主要应用于航空航天领域



资料来源: Wind, 信达证券研发中心



资料来源: Wind, 信达证券研发中心

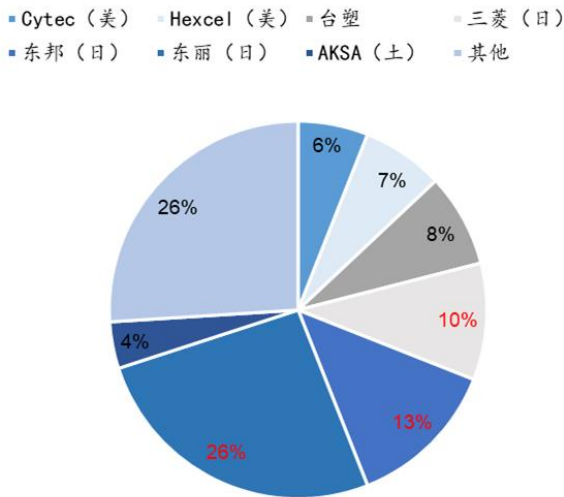
4.4.2 传统市场直面国际巨头竞争，降本增效是关键

美、日几乎垄断全球碳纤维市场，国内传统领域面临极大竞争压力。据《碳纤维产业释放良机 2019》统计，2019 年全球碳纤维运行产能约为 15.5 万吨，其中日本碳纤维产能约为 2.9 万吨，占全球产能的 18.8%；美国产能约为 3.7 万吨，占全球产能的 24.1%。

日本是全球最大的碳纤维生产国，日本东丽、日本东邦和日本三菱丽阳拥有全球丙烯腈基碳纤维 50% 以上市场份额，掌握世界顶尖碳纤维生产技术，产品的质与量均处于世界领先地位，而美国是继日本之后掌握碳纤维生产技术的少数国家之一，同时又是世界上最大的丙烯腈基碳纤维消费国，约占世界总消费量的 1/3。

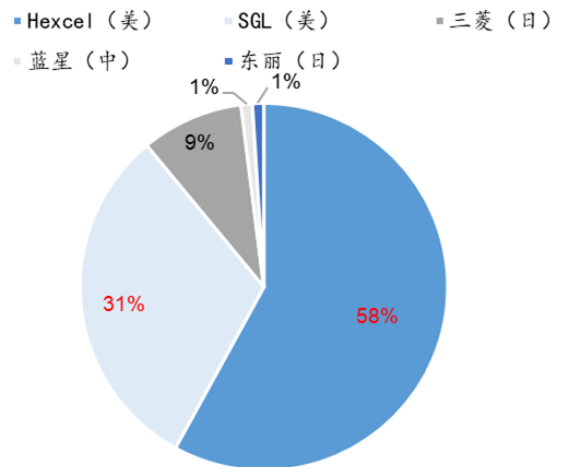
据中国化学纤维工业协会统计，在小丝束碳纤维市场，日本企业所占全球产能的 49%；在大丝束碳纤维市场上，美国企业所占全球产能的 89%。

图表 67: 日本提供全球 49% 的小丝束碳纤维产能



资料来源: 中国化学纤维工业协会, 信达证券研发中心

图表 68: 美国提供全球 89% 的大丝束碳纤维产能



资料来源: 中国化学纤维工业协会, 信达证券研发中心

对于国内企业而言，由于美、日在技术领域处于领先地位，同时日本东丽、美国赫氏这类老牌企业由于产线折旧等方面压力较小，成本端亦存在极大优势，导致国内企业面临巨头价格打压、产品倾销，生存空间紧张。

国内企业主要通过扩充产能提升规模效应以应对激烈的竞争。无论是传统民用市场（包含航空航天），还是具有大规模需求潜力的市场，如风电、汽车、轨道交通等，价格和性价比始终是企业考虑的首要因素，由此催生出各

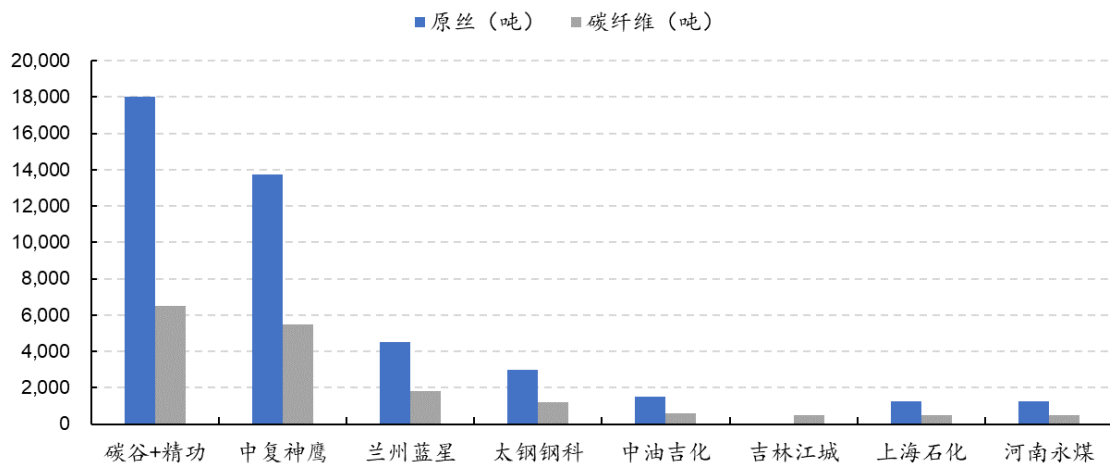
具商业价值的碳纤维品种。2019 年来，企业纷纷宣布扩产计划，我们预计产能将在未来几年逐步释放，中国碳纤维有望真正走进低成本时代。

图表 69：2019 年以来企业纷纷宣布扩产计划

时间	企业	扩产计划
2019年2月	中复神鹰	中复神鹰宣布投资50亿元在西宁建设20000吨碳纤维重大扩建工程。
2019年7月	光威复材	光威复材与内蒙古包头九原区政府、丹麦维斯塔斯公司等签署协议，将投资20亿元在包头建设“万吨级碳纤维产业化项目”。
2019年	吉林精功	吉林精功集团扩建一条2000吨碳化线，预计2020年年中投产。
2020年3月	兰州蓝星	兰州蓝星碳纤维与山东省沂源县签订框架协议，开始碳纤维二期项目建设，其中原丝50000吨，碳纤维25000吨。
2020年3月	上海石化	上海石化投资35亿元，建设24000吨原丝、12000吨大丝束碳纤维项目。

资料来源：《碳纤维产业释放良机 2019》，信达证券研发中心

图表 70：2019 年传统领域国内部分企业原丝及碳纤维运行产能



资料来源：《碳纤维产业释放良机 2019》，信达证券研发中心

低成本与高性能协调统一是产业未来进步方向，也是国内企业赶超良机。低成本是不同性能碳纤维均需要的基础技术：1) 对于高端产品而言，当解决了“从无到有”的阶段性问题后，降低生产与获得成本将成为行业下一阶段的主题；2) 对于传统民用市场，低成本技术更是企业在激烈竞争中存活的关键。

此外，据《碳纤维产业释放良机 2019》表述，**在碳纤维生产过程中低成本、高效率、高质量可以实现并存**，目前，国际上的干喷湿法的速度已经高达 600-700 米/分钟，国内也达到了 500 米/分钟，速度地提升会带来成本的降低，但并不影响纤维的高性能；同理，对于湿纺工艺，东丽公司对卓尔泰克的原丝生产线提速一倍，国内的一些企业也可以实现 250-300 米/分钟的速度，对碳纤维的性能无不良影响，反而促进了性能的提升。**我们认为，未来国内碳纤维产业必然会在降低成本与提高性能方面同步发力，依次实现低端领域低成本、高端领域低成本与低端领域高性能低成本的跨越式发展。**

研究团队简介

张润毅 (S1500520050003)，信达证券军工行业首席分析师，上海交通大学硕士，证券从业经验 8 年。2020 年 4 月加盟信达证券，2013-2020 年先后供职于国泰君安证券、国盛证券，担任军工首席分析师；曾荣获 2014 年新财富最佳分析师第 4 名、金牛奖第 1 名；2015 年新财富第 2 名、金牛奖第 3 名；2016 年新财富第 4 名、金牛奖第 1 名、第一财经最佳分析师第 1 名；多次入围新财富、水晶球等奖项，具备扎实的航空航天+金融数学复合专业背景、机械/能源/军工等行业研究经验，善于把握行业发展趋势和重大拐点。

机构销售联系人

区域	姓名	手机	邮箱
全国销售总监	韩秋月	13911026534	hanqiuyue@cindasc.com
华北副总监 (主持工作)	陈明真	15601850398	chenmingzhen@cindasc.com
华北	卞双	13520816991	bianshuang@cindasc.com
华北	阙嘉程	18506960410	quejiacheng@cindasc.com
华北	刘晨旭	13816799047	liuchenxu@cindasc.com
华北	欧亚菲	18618428080	ouyafei@cindasc.com
华北	祁丽媛	13051504933	qiliyuan@cindasc.com
华北	魏冲	18340820155	weichong@cindasc.com
华东副总监 (主持工作)	杨兴	13718803208	yangxing@cindasc.com
华东	吴国	15800476582	wuguo@cindasc.com
华东	国鹏程	15618358383	guopengcheng@cindasc.com
华东	李若琳	13122616887	liruolin@cindasc.com
华东	孙斯雅	18516562656	sunsiya@cindasc.com
华东	张琼玉	13023188237	zhangqiongyu@cindasc.com
华南总监	王留阳	13530830620	wangliuyang@cindasc.com
华南	陈晨	15986679987	chenchen3@cindasc.com
华南	王雨霏	17727821880	wangyufei@cindasc.com
华南	王之明	15999555916	wangzhiming@cindasc.com
华南	闫娜	13229465369	yanna@cindasc.com
华南	焦扬	13032111629	jiaoyang@cindasc.com
华南	江开雯	18927445300	jiangkaiwen@cindasc.com
华南	曹曼茜	18693761361	caomanqian@cindasc.com

分析师声明

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

免责声明

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

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

本报告是基于信达证券认为可靠的已公开信息编制，但信达证券不保证所载信息的准确性和完整性。本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告最初出具日的观点和判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会出现不同程度的波动，涉及证券或投资标的的历史表现不应作为日后表现的保证。在不同时期，或因使用不同假设和标准，采用不同观点和分析方法，致使信达证券发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告，对此信达证券可不发出特别通知。

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

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

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

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

评级说明

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

风险提示

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

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