

# 碳纤维复材：低空经济“起飞”的关键材料

## ——低空经济系列报告之七

行业评级：看好  
2024年8月5日

|      |                           |      |                          |      |                         |
|------|---------------------------|------|--------------------------|------|-------------------------|
| 分析师  | 邱世梁                       | 分析师  | 王华君                      | 分析师  | 吴天佑                     |
| 邮箱   | qiushiliang@stocke.com.cn | 邮箱   | wanghuajun@stocke.com.cn | 邮箱   | wutianyou@stocke.com.cn |
| 证书编号 | S1230520050001            | 证书编号 | S1230520080005           | 证书编号 | S1230524010002          |

# 并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费

# 碳纤维复合材料：低空经济“起飞”的关键材料

## 低空经济为碳纤维复材带来新的增长驱动力，在eVTOL结构中的使用占比远超传统飞行器

- 1) 碳纤维复合材料是一种低密度、高强度、高模量的轻量化材料，在同等重量下拉伸强度可达到钢、铝合金、钛合金的9倍以上，弹性模量可以达到钢、铝合金、钛合金的5倍以上，使用碳纤维复合材料可以大量减少飞行器的重量，并且增强结构的强度和安全性，因而广泛应用于航空航天领域。
- 2) 低空经济的飞行器主要有小型无人机、直升机、固定翼轻型飞机和eVTOL（电动垂直升降飞行器）等。由于eVTOL是由电机驱动，对轻量化的要求更高，因此碳纤维复合材料在eVTOL中的使用占比远超传统航空器，占到机身结构重量的70%以上。当前，低空经济被定义为国家大力发展的新质生产力，有望在持续的政策驱动下加速产业化。我们预测，若eVTOL在政策催化下加速落地，到2030年，航空航天领域碳纤维需求中来自eVTOL的部分，占比将超过24.2%，eVTOL将成为航空航天碳纤维需求量的重要来源。

## 碳纤维生产流程复杂、技术壁垒高，目前我国已打破美日垄断，实现了工艺的完全国产化

## 碳纤维下游应用广阔，国产替代空间大，航空航天将成为其未来几年最重要的一条赛道

- 1) 2023年，不同于往年的全球10%的增长规律，碳纤维全球需求为11.5万吨，对比2022年的13.5万吨同比降低了14.8%。需求结构中，最大的变化是22年排第一的风电叶片占比由25.7%下滑到17.4%，下滑为第二应用，绝对值由3.5万吨下滑至2万吨，同比下降42.4%。体育休闲用品由第二应用下滑为第三，绝对值由2.4万吨下滑至1.9万吨，同比下降21.7%。
- 2) 航空航天军工是全球需求较大的应用领域之一，占比为19.1%，绝对值同比增加9.5%。预计随着低空经济、国产航空飞机、全球商用航天及宇航探索活动的繁荣发展，有望加速增长。若风电叶片的需求情况没有好转，航空航天有望占据更重要的地位。
- 3) 2023年，中国碳纤维的总需求为6.9吨，对比2022年的7.4万吨同比降低了7.2%。中国市场需求历年增长率：2015(13.4%)，2016(16.5%)，2017(20%)，2018(32%)，2019(22%)，2020(29%)，2021(27.7%)，2022(19.3%)，2023(-7.2%)。市场第一次出现负增长。其中，国产碳纤维由4.5万吨增加至5.3万吨，同比增长17.8%，进口碳纤维由2.9万吨大幅下滑至1.6万吨，同比下滑45.4%，国产化率由60.5%提升至76.7%。可以说虽然短期行业总的需求下滑，但国产化率持续不断提升，表明随着成本、性能持续优化，国产碳纤维竞争力不断加强，有望不断取得更高的市场份额。虽然增速下滑至2017年水平，但仍不低。
- 4) 近年来国内碳纤维企业不断扩产，2023年，国内运行产能达到14.1万吨，同比增长了25.7%，是当年总需求6.9万吨的接近两倍，短期已经产能过剩。

5) 国内碳纤维厂商应放缓产能建设，避免过度内卷、盲目扩张。但产能的提升有望进一步加强规模效应，碳纤维成本、价格的不断下降有望打开许多新的下游市场，如汽车、轨道交通、深海油田、各种拉索、各类高速旋转件、高速往复零件等。同为轻质化材料，玻璃纤维每年的市场容量为1000万吨，铝合金的市场容量为7000多万吨，木材的用量数亿吨，塑料用量也是数亿吨。如此纷繁复杂的产业体系中，有太多可以采用碳纤维复合材料的领域。

6) 航空航天领域使用的碳纤维复合材料在价值量上远超其它领域，**由于安全性要求高、技术壁垒深、认证周期长等特点，航空航天碳纤维相对独立，不太受“量升价降”的影响。**我国当前航空航天领域碳纤维的应用与全球相比仍有巨大差距。随着低空经济、国产大飞机、卫星互联网的发展以及国产碳纤维成本、性能的优化，国产替代空间巨大。

## 低空经济eVTOL的发展有望带动航空航天碳纤维需求

据StratviewResearch预测，eVTOL行业对复合材料的需求将在未来六年内大幅增长，预计将从2024年的约110万磅（约500吨）激增至2030年的2590万磅（约11750吨），增长幅度约22.5倍，年化增长率69%。我们预测，**若eVTOL在政策催化下加速落地，到2030年，航空航天领域碳纤维需求中来自eVTOL的部分，占比将超过24.2%，eVTOL将成为航空航天碳纤维需求量的重要来源。**

碳纤维价格去年一路下探，年初触底反弹，当前已企稳。碳纤维行业格局有望不断优化，头部公司的盈利能力有望逐渐回升。

**建议关注光威复材、中复神鹰、吉林化纤。**

## 风险提示

低空经济政策落地不及预期；碳纤维的国产替代不及预期；国产碳纤维性能提升不及预期；国内碳纤维厂商继续盲目扩产，毛利率大幅下滑

# 目录

CONTENTS

- 01 低空经济带来碳纤维新的增长极
- 02 碳纤维：轻量高强高模的“黑色黄金”
- 03 碳纤维下游应用广阔，国产替代空间巨大
- 04 投资建议与风险提示

01

低空经济带来  
碳纤维新的增  
长极

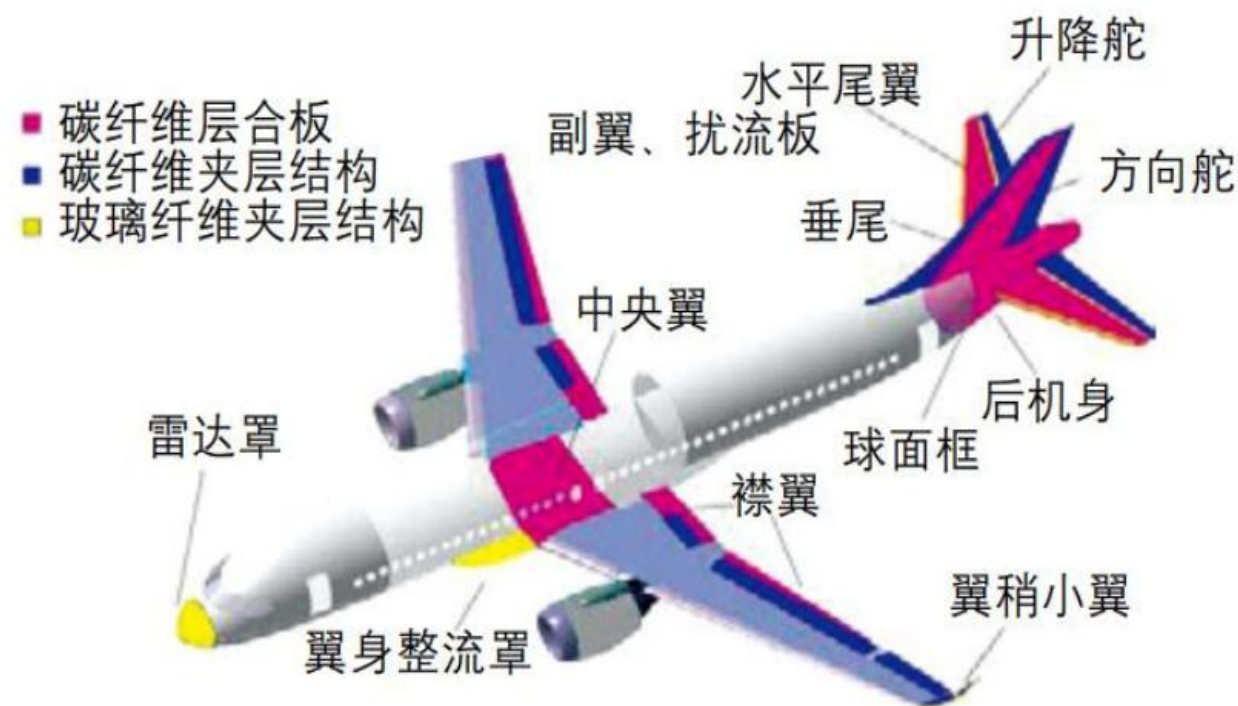
# 碳纤维复合材料是航空航天飞行器实现轻量化的关键材料

碳纤维是一种含碳量在90%以上的纤维结构材料，具有密度低、比强度大、比模量大等诸多特性，在同等重量下拉伸强度可达到钢、铝合金、钛合金的9倍以上，弹性模量可以达到钢、铝合金、钛合金的4倍以上。这些优点使得碳纤维成为航空航天飞行器轻量化的理想选择。通过将碳纤维复合材料应用于制造飞行器的机身结构和内部零部件，可以有效减轻机身重量，降低能耗，同时增强结构强度和安全性。**将碳纤维复合材料用于打造eVTOL，能够帮助机身整体重量减少30%-40%。**

各种材料的力学性能对比

| 材料种类    | 弹性模量<br>Gpa | 抗拉强度<br>Mpa | 密度<br>g/cm3 | 比刚度<br>Gpa/<br>(g/cm3) | 比强度<br>Mpa/<br>(g/cm3) |
|---------|-------------|-------------|-------------|------------------------|------------------------|
| 45号钢    | 210         | 600         | 7.85        | 27                     | 76                     |
| 铝合金     | 72          | 420         | 2.80        | 26                     | 151                    |
| 钛合金     | 117         | 1000        | 4.50        | 26                     | 222                    |
| 镁合金     | 45          | 220         | 1.80        | 25                     | 123                    |
| ABS塑料   | 23          | 40          | 1.04        | 23                     | 40                     |
| 玻璃纤维    | 86          | 2800        | 2.54        | 34                     | 1102                   |
| T300碳纤维 | 230         | 3530        | 1.76        | 131                    | 2006                   |
| T700碳纤维 | 230         | 4900        | 1.80        | 128                    | 2722                   |
| T800碳纤维 | 294         | 5490        | 1.81        | 162                    | 3035                   |

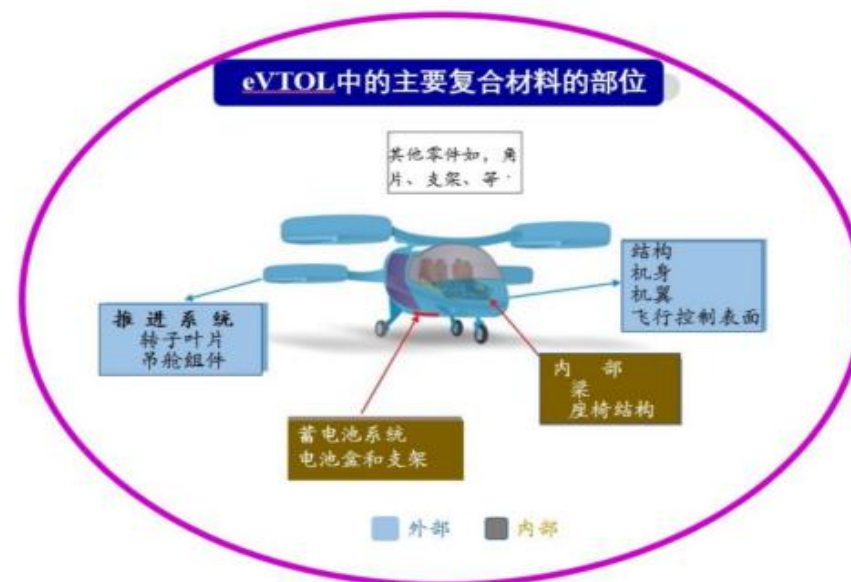
碳纤维复合材料在C919结构上的应用



# 低空经济为碳纤维复合材料带来新驱动

## 复合材料在eVTOL结构占比在70%以上，远高于传统飞行器

- 由于eVTOL、小无人机、部分轻型飞机是由电机驱动，因此对轻量化的要求更高。碳纤维复合材料在eVTOL的结构、部件中占比远超传统航空器。民机领域，波音787的结构中有约50%是由复合材料制成。而据StratviewResearch数据，复合材料占eVTOL机身结构使用的全部材料的占比高达70%以上。复合材料中90%以上使用碳纤维增强，大约10%采用玻璃纤维增强。可推算得到，碳纤维复合材料在eVTOL的材料中占到63%以上。
- eVTOL使用的复合材料中，约有75%-80%将应用于结构部件和推进系统，有12%-14%在内部结构应用，如横梁、座椅结构等；剩余的8%-12%在电池系统、航空电子设备和其他小型应用。



eVTOL中复合材料应用情况

## 碳纤维复材在主流eVTOL机型上有大量应用

当前国内eVTOL最主流的三家厂商为亿航智能、小鹏汇天、峰飞航空，这三家旗下设计参数较为公开的机型是亿航智能的EH216-S、小鹏汇天的旅航者X2和峰飞航空的盛世龙。

对于传统商用客机，最大起飞重量=空机重量+燃料重量+最大载荷，由于eVTOL是纯电驱动，因此，**最大起飞重量=空机重量+最大载荷**。我们可以由公布的最大起飞重量减去最大载荷得到空机重量。根据披露，旅航者X2的人均最大载荷=  $(560-360) / 2 = 100$ 公斤。又由中国恒瑞HRC公司披露，小鹏汇天X2机身部分由HRC独家承制，其碳纤维部分重量仅为85KG。可计算得碳纤维复材的占比=  $85/360 = 23.6\%$ 。假设亿航智能和峰飞航空的eVTOL使用碳纤维占比也为23.6%。



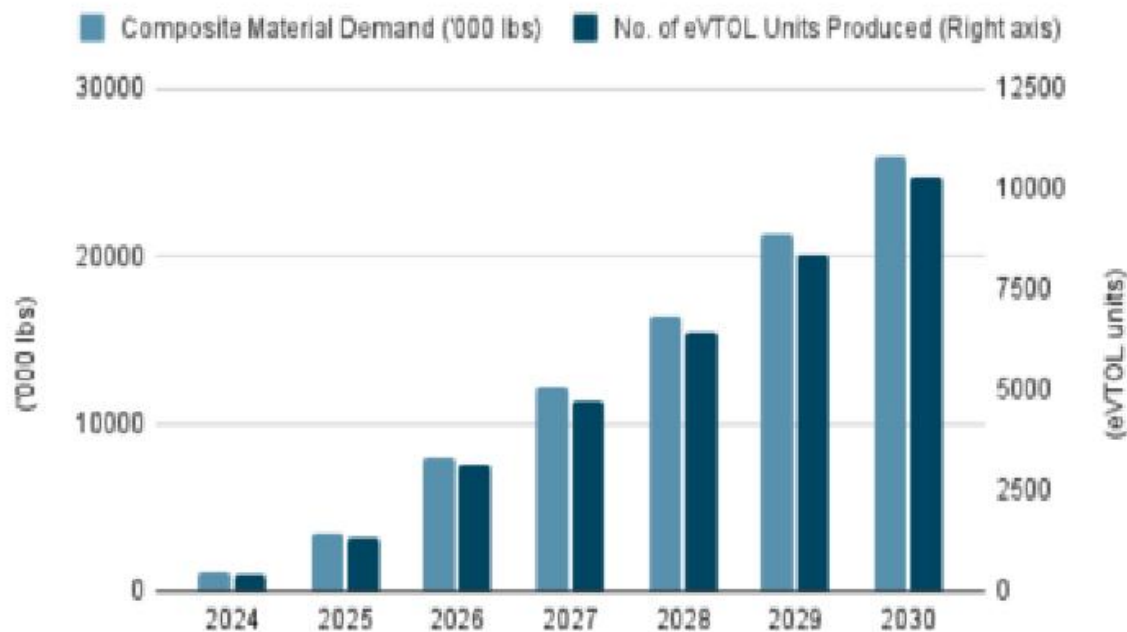
# 碳纤维复材在主流eVTOL机型上有大量应用

| 机型           | 主要参数                                                                                                | 最大人均载<br>荷 (KG) | 空机重量 (KG) | 碳纤维复材占机身<br>重量的比例 | 复材用量 (KG)<br>(计算结果) |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------|-------------------|---------------------|
| 亿航智能—EH216-S | 两座，最大起飞重量：650KG；<br>机身高度：1.86m，宽度：<br>5.63m；长度：5.63m。<br>最大航程：30KM；最大航时：<br>25分钟；最大飞行速度：<br>130km/h | 110             | 430       | 假设均为23.6%         | ≈101                |
| 小鹏汇天—旅航者X2   | 两座，最大起飞重量：560KG；<br>最大续航：35分钟<br>最大飞行速度：130km/h                                                     | 100             | 360       |                   | ≈85                 |
| 峰飞航空—盛世龙     | 五座，最大起飞重量：2000KG；<br>最大载荷：350KG<br>最大航程：250KM<br>最大航速：200km/h                                       | 70              | 1650      |                   | ≈390                |

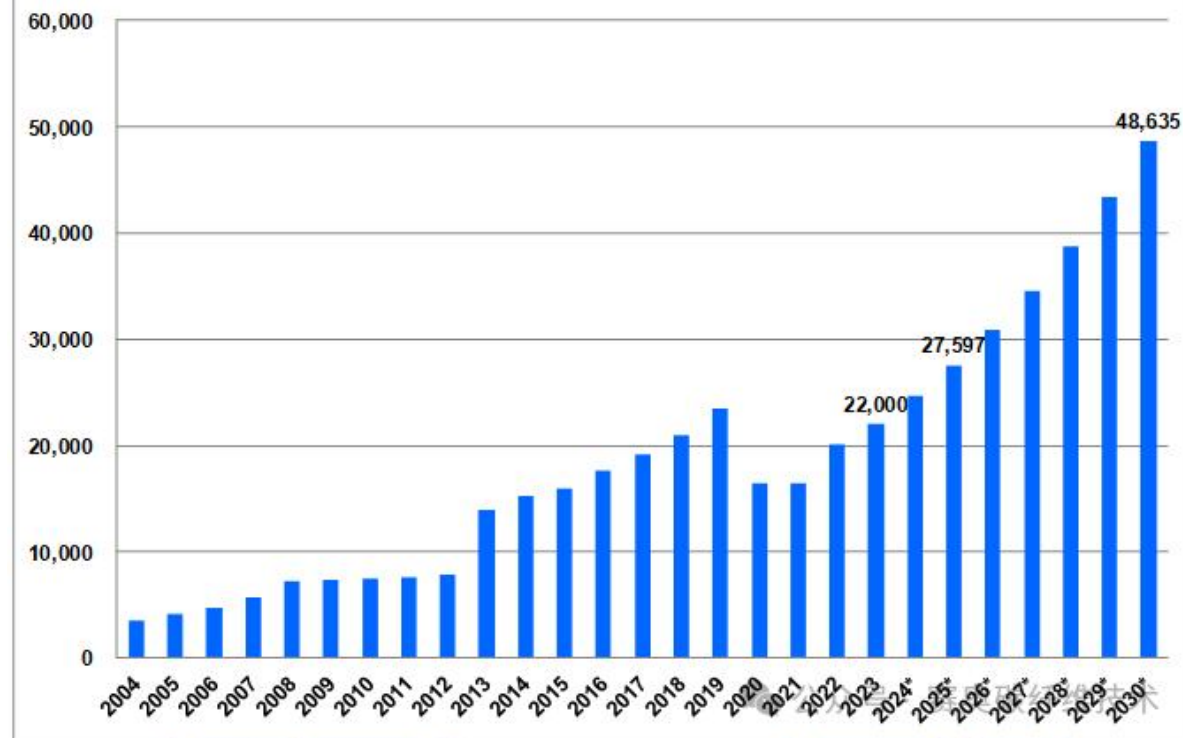
## eVTOL将成为航空航天领域碳纤维的新增长极

据StratviewResearch预测，eVTOL行业对复合材料的需求将在未来六年大幅增长，预计将**从2024年的约110万磅（约500吨）激增至2030年的2590万磅（约11750吨），增长幅度约22.5倍，年化增长率69%**。而据赛奥碳纤维预测，航空航天碳纤维需求量将从2023年的22000吨增长到2030年的48635吨，年化增长率为12%，其中尚且未考虑今年政策加大支持力度将对eVTOL行业发展带来的促进作用，**若参照上述两个静态预测计算，2030年，航空航天领域碳纤维需求中来自eVTOL的部分，占比为24.2%，若eVTOL在政策催化下加速落地，占比未来会更高，可以看出eVTOL将成为航空航天碳纤维需求量的重要来源。**

Composite Material Demand & eVTOL Production Volumes:  
2024-2030



航空航天碳纤维需求-趋势 (吨)  
Carbon fiber demand in Aerospace-Trend (MT)

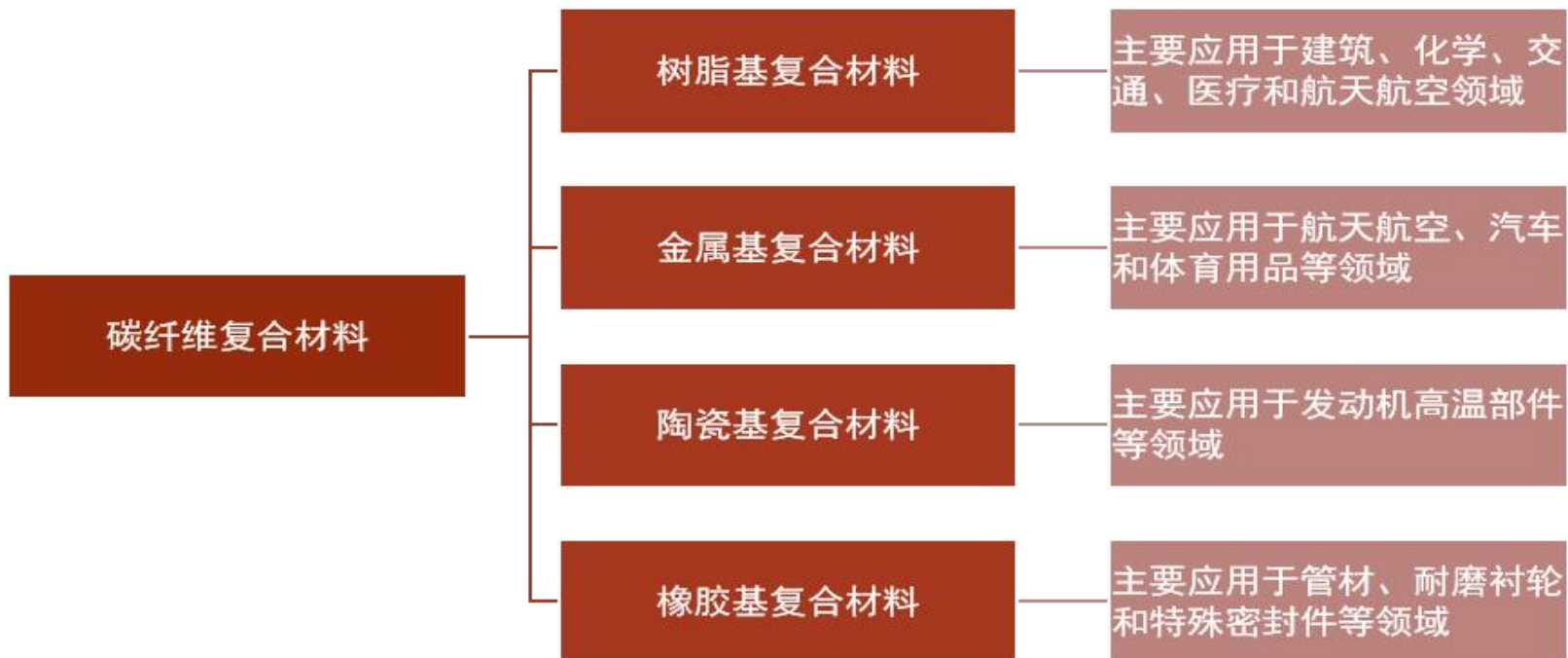


02

碳纤维：轻量  
高强高模的  
“黑色黄金”

碳纤维复合材料是指以树脂、金属、陶瓷和橡胶等材料为基体，以碳纤维为增强材料，经过复合制成的结构或功能材料。根据基体材料的不同，碳纤维复合材料可分为树脂基复合材料、金属基复合材料、陶瓷基复合材料和橡胶基复合材料。树脂基复合材料主要应用于建筑、化学、交通、医疗和航空航天等领域；金属基复合材料主要应用于航空、航天、汽车和体育用品等领域；陶瓷基复合材料主要应用于发动机高温部件等领域；橡胶基复合材料主要应用于管材、耐磨衬轮和特殊密封件等领域。

## 碳纤维复合材料分类及用途



**弹性模量**指的是材料在拉伸时的弹性程度，其数值表示单位长度材料在拉伸时所需的力与其横截面积的比值（以 M 值表示）。拉伸弹性模量越大，表明材料对拉伸的抵抗能力越强，即在外力作用下，材料的形状不易改变，能够承受更大的拉伸力，因此抗拉性能越好。

**拉伸强度**则是在拉伸试验中，样品承受的最大拉伸应力，通常以 MPa（T 值）表示，直至样品发生断裂为止。

国内碳纤维技术升级主要集中在更高强度（如 T1100 级别）和更高模量（如 M55 级别）碳纤维制备工艺的研发和工程化应用。

### 碳纤维力学性能分类

| 力学性能分类 | 拉伸强度范围/MPa   | 拉伸弹性模量范围/GPa |
|--------|--------------|--------------|
| 高强型    | 3,500~<5,000 | 220~<260     |
| 高强中模型  | 4,500~<7,500 | 260~<350     |
| 高模型    | 3,000~<3,500 | 350~<400     |
| 高强高模型  | 3,500~<7,000 | 350~<700     |

资料来源：中复神鹰科技招股说明书、浙商研究所

### 中国企业碳纤维产品力学性能对标日本东丽

| 日本东丽   |             |            | 中复神鹰   |            |            | 光威复材    |            |            | 恒神股份  |             |            | 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) | 牌号    | 拉伸强度 (MPa) | 拉伸模量 (GPa) |
| T300   | 3,530       | 230        | SYT45  | 4,000      | 230        | TZ300   | 3,530      | 230        | HF10  | 3,850~4,200 | 230~240    | -     | -          | -          |
| T700S  | 4,900       | 230        | SYT45S | 4,500      | 230        | TZ700S  | 4,900      | 230        | HF20  | 4,450~4,600 | 235~240    | ZT7   | ≥4,900     | 235~265    |
|        |             |            | SYT49  | 4,700      | 230        | TZ700G  | 4,900      | 255        | HF30  | 4,900~4,950 | 235~245    |       |            |            |
|        |             |            | SYT49S | 4,900      | 230        |         |            |            |       |             |            |       |            |            |
| T800S  | 5,880       | 294        | SYT55S | 5,900      | 295        | TZ800S  | 5,880      | 294        | HF40  | 5,500~5,700 | 295        | ZT8   | ≥5,500     | 290±10     |
|        |             |            |        |            |            | TZ800H  | 5,490      | 294        | HF40T | 6,000       | 295        |       |            |            |
| T1000G | 6,370       | 294        | SYT65  | 6,400      | 295        | TZ1000G | 6,370      | 294        | HF50  | 6,500       | 295        | ZT9   | ≥5,800     | 330±10     |
| M35J   | 4,510、4,700 | 343        | SYM35  | 4,900      | 340        | -       | -          | -          | -     | -           | -          | -     | -          | -          |
| M40J   | 4,400       | 377        | SYM40  | 4,700      | 375        | TZ40J   | 4,410      | 377        | HM37  | 4,900~5,000 | 380        | ZM40J | ≥4,400     | 380±10     |

资料来源：中复神鹰科技招股说明书、浙

更多免费行业报告

并购家

www.ipoipo.cn

碳纤维根据纤维数量的不同可分为小丝束和大丝束。小丝束碳纤维力学性能等指标已经达到很高水平，制法工艺难、成本高。主要用于航天军工等高科技领域以及体育用品中附加值较高的产品类别，如飞机、导弹、火箭、卫星、钓鱼杆、高尔夫球杆和网球拍等。相反，大丝束碳纤维性能相对较低，但制备成本也较低，因此通常用于基础工业领域，包括风电叶片、建筑补强、汽车和储氢瓶等。

相对于小丝束，大丝束碳纤维的主要优势在于可以在相同的生产条件下大幅提高碳纤维的单线产能，进而降低生产成本。其在复合材料制备中的铺层效率也更高，生产成本降低约30%以上，这有助于克服碳纤维高价限制应用领域的局限，为碳纤维复合材料的更广泛应用打下基础。大丝束碳纤维作为原料成本降下来后，下游制作加工终端产品时，加工成本也就降下来了，盈利能力上去了，所以大丝束碳纤维上下游产业链的竞争优势就在于此。

### 大丝束和小丝束碳纤维性质对比

|      | 小丝束碳纤维        | 大丝束碳纤维       |
|------|---------------|--------------|
| 丝束数量 | ≤24k          | > 48K        |
| 拉伸强度 | 3500-7000 MPa | 3500-5000MPa |
| 拉伸模量 | 230-680 GPa   | 230-290 GPa  |
| 价格   | 较高            | 一般           |
| 应用领域 | 国防军工、航空航天     | 工业领域         |

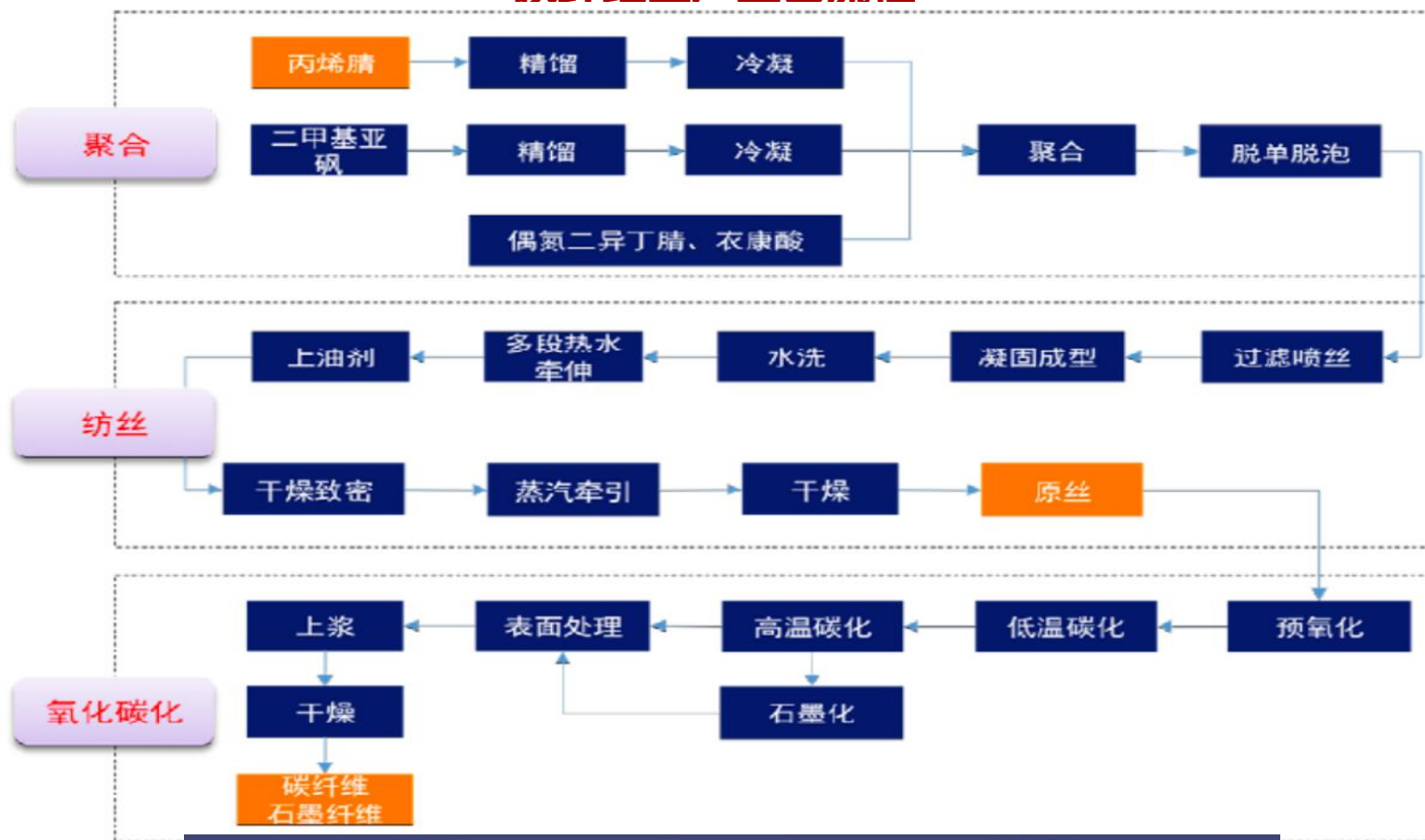
### 大丝束成本更低，小丝束工艺更复杂

|      | 大丝束碳纤维                 | 小丝束碳纤维              | 小丝束成本高的原因    |
|------|------------------------|---------------------|--------------|
| 聚合组分 | 纯度要求一般                 | 纯度要求高               | 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<br>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、<br>需控制放热集中 | 高AN含量致使氧化慢          | 长时间高耗能致使成本增加 |
| 碳化工艺 | 碳化温度相对较低               | 有时需要较高温度，<br>石墨化温度高 | 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     |

## 碳纤维工艺流程：聚合 - 纺丝 - 预氧化&碳化 - 表面处理

碳纤维生产工艺流程长且复杂。碳纤维生产过程总体分为四步，**原丝制备（包括聚合与纺丝）、预氧化、碳化/石墨化及表面处理/上浆**。简单来讲，碳纤维的生产过程是将丙烯腈单体聚合制成纺丝原液，然后将原液纺丝成型制成原丝，制成的原丝为碳纤维的前驱体；原丝经过氧化炉，在空气气氛下反应得到预氧丝，预氧丝在氮气保护下，分别经过低温碳化、高温碳化得到碳丝；为了更好地制成碳纤维复合材料，此时还需经过表面处理、上浆，最后烘干得到碳纤维。

### 碳纤维生产工艺流程



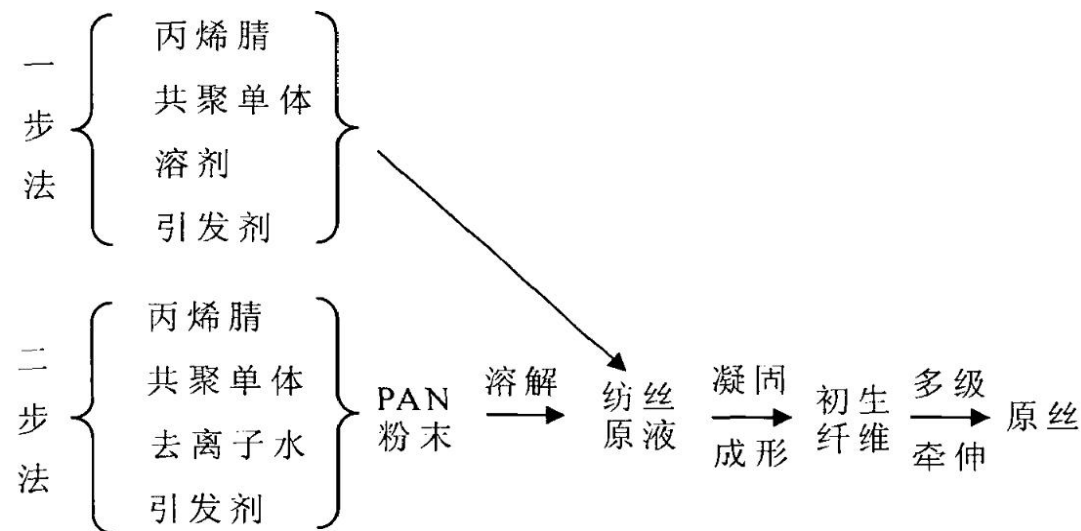
## 一步法&两步法

当下碳纤维企业通常用一步法或两步法来表明自己的技术路线。事实上一步法或两步法是根据聚合反应的连续性来区分，一步法是采用溶液聚合直接制备PAN纺丝原液；而两步法工艺相对比较复杂，要先通过水相沉淀聚合得到PAN固体粉料，然后经过粉碎、烘干等工序，最后利用有机溶剂溶解PAN粉未来生产纺丝原液。

### 一步法与两步法对比

|      | 一步法                                                                  | 两步法                                                                                                                                   |
|------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 特点   | 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 | 工艺相对复杂，水相沉淀聚合得到PAN固体粉末后粉碎、烘干等之后再行溶解产生原液。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                                    |
| 溶剂   | DMSO、DMF、DMAC、NaSCN、ZnCl <sub>2</sub>                                | DMSO、DMF、DMAC                                                                                                                         |
| 主要厂商 | 东丽、中简科技、光威复材、恒神股份、中复神鹰                                               | 陶氏、三菱丽阳、吉林碳谷                                                                                                                          |
| 优点   | 工艺流程短、工序少，可控性好，产品起步性能高，目前主要用于小丝束碳纤维产品                                | 生产工艺额外增加水洗过滤步骤以去除聚合物中的杂质和各种金属离子，进而提高纺丝原液聚合物分子量和浓度上限，其粉末状PAN纯度较高且储存周期长。粉末状PAN更好保存，可实现连续进料、耗时短，并且由于聚合釜大（水相反应更均匀）能实现更大的产量，更适合生产大丝束碳纤维产品。 |
| 缺点   | 胶状聚丙烯腈不易保存，成本较高                                                      | 产品起步性能低                                                                                                                               |

### 一步法&两步法原丝制备过程



目前，商业级的碳纤维主要为PAN基碳纤维，原丝主要采用湿法和干喷湿纺工艺两种技术制备，开展低成本原丝制备技术研究是行业正在攻克的重点方向。

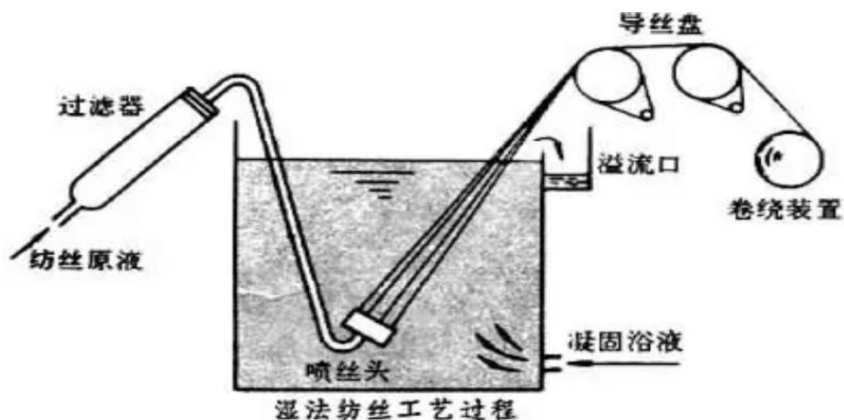
### 湿法纺丝

将纺丝原液经过滤、脱泡，通过计量泵从喷丝头挤出，在凝固浴的作用下，原液细流凝固形成一层膜，凝固剂扩散到细流内部，而细流中的溶剂也通过皮层扩散到凝固浴中，经过双扩散成型，适当的喷丝头拉伸形成初生纤维，湿法成本较低，但纺速较慢。

### 干喷湿法纺丝

干喷湿纺结合了干法和湿法的技术优势，在操作流程上和湿法更相似。纺丝液经过滤和脱泡后至喷丝头。溶液细流从喷丝孔中垂直向下喷出，先经过一段高度约几厘米至(十几厘米)的气体(空气或惰性气体)层，然后进入凝固浴，丝条经脱溶剂和固化后卷绕成筒。该法喷丝头温度不受凝固浴温度的制约特别适于用高分子量、高浓度、高黏度的聚合物溶液的纺丝。

湿法纺丝示意图



干喷湿法纺丝示意图

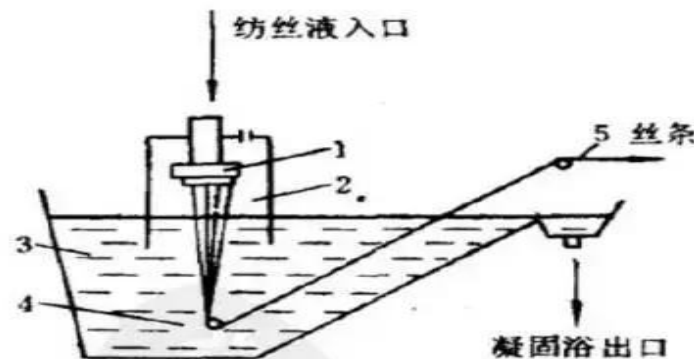


图6-1 干湿法纺丝示意图

1. 喷丝头 2. 溶液细流 3. 凝固浴 4, 5—导丝辊

## 预氧化提高原丝热稳定性，为碳化铺垫

预氧化处理又被称为热稳定化或不熔化处理，通常是指在空气气氛中200~300℃下对PAN原丝进行的热处理，处理过程中需对PAN原丝施加一定的张力，阻碍大分子链段的解取向运动，从而减少纤维的收缩。该过程的目的是使线性的PAN大分子链转化为耐热的含氮梯形结构，这种梯形结构可以使PAN原丝在后续的碳化过程中不熔不燃，并且保持纤维形态，从而得到高质量的碳纤维。

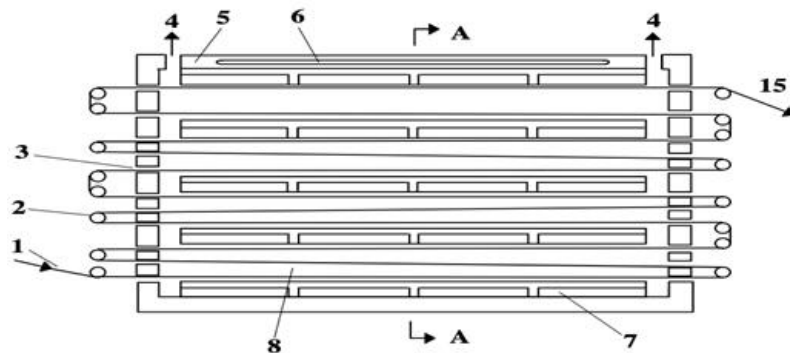
## 预氧化关键设备——氧化炉

预氧化炉大致可分为两大类型，一是外热式预氧化炉，二是内热式预氧化炉。所谓外热式预氧化炉是指炉内温度主要靠加热元件直接加热为主，热空气加热为辅，而内热式预氧化炉的炉膛内温度完全靠循环的热空气维持。这两类炉型各有利弊，但目前大工业装置主要是热循环内热式预氧化炉。预氧化炉大体分为3个板块，一是加热系统，二是送风和排风系统，三是牵伸系统。三者有效组合，构成一个完整的预氧化炉。

## 时间、温度和牵伸张力是关键

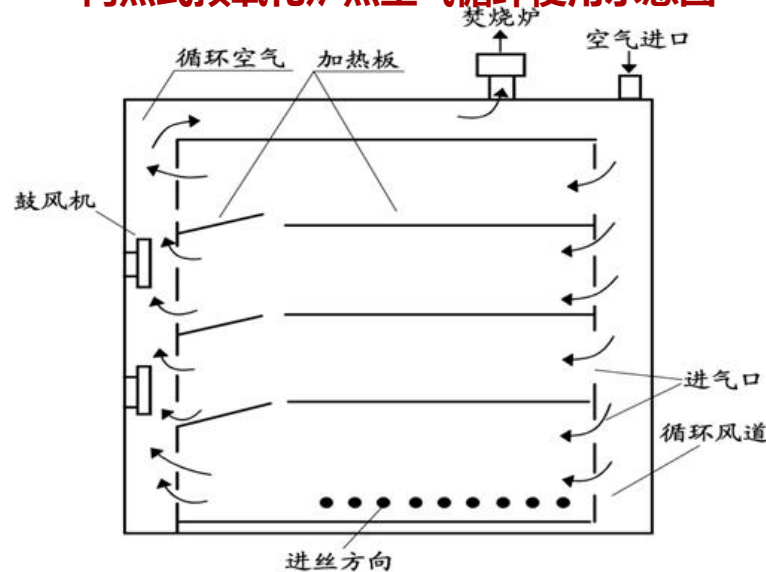
预氧化处理是碳纤维制备过程中至关重要的一步，是联结PAN原丝和碳纤维的纽带，起到承上启下的作用，预氧化炉炉温的调校和标定、预氧化炉温度的控制、停留时间的控制、过程中静电的处理、氧化炉内部风速的控制、牵伸速度的控制等都对预氧丝的性能有非常大的影响。

外放式预氧化炉结构示意图



1 PAN原丝；2 导向辊；3 丝束运行通道；4 废气出口；  
5 隔热保温材料；6 预热空气管；7 加热器；8 预氧化炉膛；  
9 缓冲室；10 隔热材料；11 加热元件；12 热风分配管；  
13 滑道；14 空气入口；15 预氧丝

内热式预氧化炉热空气循环使用示意图



### 预氧丝碳化得到碳丝

- 碳化是在高纯惰性气体中对预氧丝进行进一步的热处理，一般包括300~1000℃的低温碳化和1000~1600℃的高温碳化两个阶段。在这个过程中，预氧丝中的直链状分子和环状分子进一步交联、环化和缩聚，非碳元素（H、O、N）从稳定的聚合物中裂构出来，非碳元素含量减少，C含量不断增加。预氧化形成的梯形结构逐步向乱层石墨结构转化，最终生成含碳量在90%以上的碳纤维，强度和模量大幅提高。
- 要制备高模量的石墨纤维，则要在氩气气氛中对已经碳化的碳纤维进一步进行超高温石墨化处理，约在2600-3000℃。

### 碳化过程影响因素分析

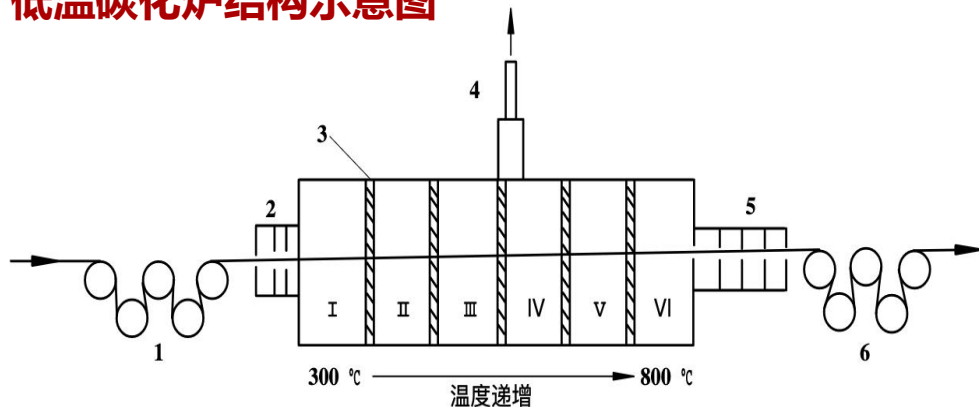
| 序号 | 影响因素    | 影响机理                                                                                                                                                                                             |
|----|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 原丝差异性   | 碳纤维原丝和丝束的直径差别会影响碳化进程和成品质量。不同结构样品的拉伸强度下降的碳化温度拐点不同，纤维内部结构规整度越高，形成的碳纤维的强度和模量也提高                                                                                                                     |
| 2  | 碳化温度    | 碳纤维材料在高温碳化过程中的碳化温度决定了碳纤维的强度、模量、线密度等重要性能指标                                                                                                                                                        |
| 3  | 碳化时间    | 碳化时间的延长，可使石墨化度升高、石墨片层间距增加、片层增大和堆叠厚度降低，从而提高碳纤维力学性能和密度                                                                                                                                             |
| 4  | 碳化张力/牵伸 | 在碳化过程的不同阶段施加适当的正负牵伸，能够提高碳纤维的力学性能。随高温碳化负牵伸率的降低，高温碳化张力逐渐增大。在一定的张力范围内，随着高温碳化张力的增加，纤维的取向度提高，弹性模量增大；当张力增大到一定值时，继续增加张力会引起纤维结构的破坏，引起轴向、径向的裂纹或断丝，从而降低拉伸强度，但是碳纤维的模量却随着负牵伸率的增大而升高。对于不同结构的碳纤维原丝，存在不同的最优牵伸率。 |
| 5  | 其他      | 碳化过程的升温速率很大程度上决定了碳纤维的性能，升温速率过高易导致缺陷含量增大，而升温过慢又导致早期碳元素的过渡损失，因此应合理控制不同温度的变化快慢。                                                                                                                     |

## 碳化关键设备——碳化炉

**低温碳化炉**的炉温一般设计在300~800℃。在这温区预氧丝结构发生了剧烈变化，约有30%~40%的质量（相对于预氧丝）要热解逸走，是结构转化的关键阶段。700℃左右是碳化转化的敏感温度。低温碳化炉的设计重点在于**温度梯度**、**非接触迷宫密封装置**（与碳化炉配套使用，碳化炉中对惰性气体纯度的要求非常严格，密封效果直接影响到碳纤维的质量）、**废气排出口及处理装置**（低温碳化过程中产生大量废气及焦油）、**牵伸机构**（由于在低温碳化区，纤维质量大量热解而导致的原有的取向发生解取向，导致纤维力学性能降低，为了抑制热解而产生的乱向，需要靠牵伸机组实施正牵伸）。

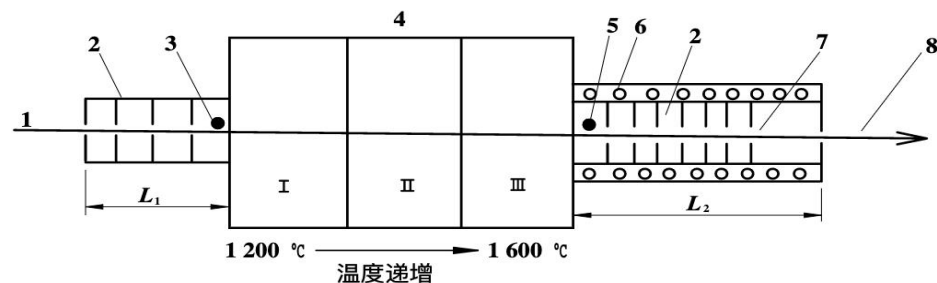
**高温碳化炉**的温度一般在1000~1600℃，多用石墨发热体作为热源，用低电压大电流变压器实施调控。对于高强级碳纤维生产线，不能采用窄口碳化炉，一般采用宽口在1 m以上，以实现不收幅、不扩幅的大通道生产方式。

低温碳化炉结构示意图



1、6 牵伸机构；2、5 非接触式迷宫密封；3 隔热材料；4 废气排出口

高温碳化炉结构示意图



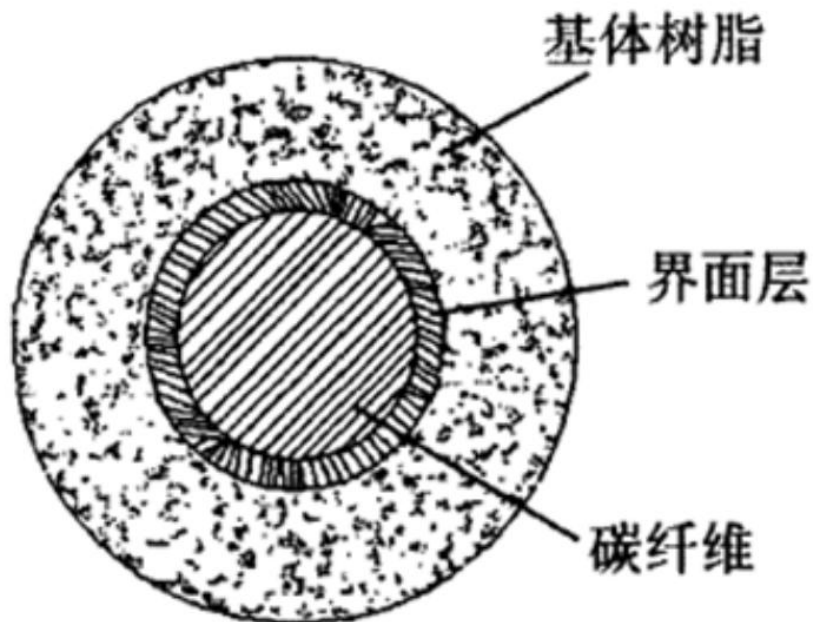
1. 纤维；2. 非接触式迷宫密封；3. 入口侧内压测定法；4. 高温碳化炉；  
5. 出口侧内压测定点；6. 冷却水；7. 走丝通道；8. 碳纤维

资料来源：《生产碳纤维的关键设备——碳化炉》（贺福、李润民），浙商证券研究所

### ■ 表面处理是碳纤维制成复合材料的必要步骤

- 碳纤维因其高比强度、比模量、耐腐蚀、耐磨损等性能被广泛研究与开发，但碳纤维很少单独使用，通常作为增强体来制备碳纤维增强树脂基复合材料(CFRP)。
- 上浆法是最常用的碳纤维表面处理方法，具有简单、快速、高效以及适合工业化应用等优点。原理是上浆剂的存在可以提高碳纤维表面的极性，同时通过对纤维上浆引入过渡层来减小纤维和树脂间的表面能差异，有利于增强纤维/树脂复合材料的界面粘结力。

碳纤维增强树脂基复合材料界面示意图



## 大丝束碳纤维更具性价比

目前，降低PAN基碳纤维成本的有效方法之一是发展大丝束碳纤维。在相同生产条件、相同时间内，采用大丝束（48K及以上）的PAN原丝生产碳纤维，可大幅提高PAN基碳纤维的产量，从而大幅降低其生产成本。大丝束碳纤维与小丝束碳纤维相比，具有更高的性价比，是未来碳纤维发展的重要方向。以美国Zoltek公司生产的PANEX33-0048型大丝束碳纤维和日本东丽公司生产的T300-12000型小丝束碳纤维为例，对其性能价格进行对比，用来说明使用低成本的大丝束民用PAN纤维作为碳纤维原丝的可行性。

**大丝束碳纤维的优势在于性价比。**如图所示，两种碳纤维的各项性能指标相差无几，如拉伸强度、拉伸模量、密度、比强度和比模量等。但是PANEX33-0048（48K）每公斤的价格只有T300-12K的一半。

从制备难度来看，小丝束到大丝束技术难度逐步递增，48K或以上的大丝束甚至巨丝束，无论是聚合纺丝，还是氧化碳化，主要由于高通量导致很多复杂的技术与工程问题。企业选择大丝束品种重要的目标是追求低成本和大规模工业应用。

## 大丝束与小丝束价格对比

| 项目                                                                              | PANEX 33-0048 | T300-12000 |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| 拉伸强度/MPa                                                                        | 3600          | 3530       |
| 拉伸模量/GPa                                                                        | 228           | 230        |
| 密度/ (g/cm <sup>3</sup> )                                                        | 1.78          | 1.76       |
| 比强度*10 <sup>-7</sup> / (m <sup>2</sup> *s <sup>-2</sup> )                       | 2.03          | 2          |
| 比模量*10 <sup>-9</sup> / (m <sup>2</sup> *s <sup>-2</sup> )                       | 1.28          | 1.28       |
| 价格/ (\$*kg <sup>-1</sup> )                                                      | 17.64         | 33.07      |
| 单位美元强度/ (Mpa*\$ <sup>-1</sup> )                                                 | 205           | 107        |
| 单位美元模量/ (Gpa*\$ <sup>-1</sup> )                                                 | 13            | 7          |
| 单位美元比强度*10 <sup>-7</sup> / (m <sup>2</sup> *s <sup>-2</sup> *\$ <sup>-1</sup> ) | 0.11          | 0.06       |
| 单位美元比模量*10 <sup>-9</sup> / (m <sup>2</sup> *s <sup>-2</sup> *\$ <sup>-1</sup> ) | 0.07          | 0.04       |

资料来源：《大丝束碳纤维产业发展现状及面临的问题》、浙商证券研究所

## 碳纤维主要应用领域性能要求

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

### 碳纤维企业技术路径差异明显

碳纤维生产技术路线多样化；事实上，各家企业技术路线（主要集中在原丝的生产）也呈多样化趋势，在聚合阶段的溶剂使用、聚合反应的连续性、纺丝技术的选择等均有所差异。

### 碳纤维国内外公司技术对比

| 公司简称        | 经营模式                | 主要应用领域与市场定位                 | 主要技术及水平                                                        |
|-------------|---------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 日本东丽        | 各类纤维的生产与销售          | 应用比例最高是航空领域，其他工业领域也应用广泛     | T700、T800 和 T1000 采用干喷湿法纺丝，其他为湿法纺丝。行业技术龙头，2014年碳纤维产品即达到T1100水平 |
| 日本东邦        | 碳纤维及其材料的生产与销售       | 优势在于机械臂、高速回转体、铁道车辆等         | ZnCl <sub>2</sub> 为溶剂的一步法；湿法纺丝部分碳纤维产品可达到 T700以上水平              |
| 三菱丽阳        | 合成纤维、合成树脂领域的生产与销售   | 航空航天、工业领域、体育休闲              | DMF为溶剂的一步法、DMAC为溶剂的两步法；湿法纺丝部分碳纤维产品参数可匹敌东丽T1100                 |
| SGL         | 碳纤维及其材料的生产与销售       | 主要是汽车领域                     | 碳纤维产品参数为 T400-T700                                             |
| 赫氏 (Hexcel) | 碳纤维及其材料的生产与销售       | 主要是国防军工及航空航天领域，风电叶片和汽车等工业领域 | 硫氰酸钠为溶剂的一步法                                                    |
| 陶氏          | 碳纤维及其材料的生产与销售       | 风电、轨道交通领域                   | DMAC为溶剂的两步法                                                    |
| 台湾台塑        | 塑胶类、纤维类及电子控制类的生产与销售 | 主要是体育休闲、风电叶片等工业领域           | 部分碳纤维参数可达T800级别                                                |
| 光威复材        | 碳纤维及其材料的生产与销售       | 主要是国防军工，工业领域 (风电叶片)         | DMSO为溶剂的一步法；湿纺、干喷湿法纺丝部分碳纤维产品可达到 T1000级                         |
| 恒神股份        | 碳纤维及其材料的生产与销售       | 重大设备、体育休闲等领域                | DMSO为溶剂的一步法；湿纺、干喷湿法纺丝部分碳纤维参数可达到 T800水平                         |
| 中简科技        | 碳纤维及其材料的生产与销售       | 航空航天                        | DMSO为溶剂的一步法；湿纺、干喷湿法纺丝部分碳纤维产品可达到 T1100 级                        |
| 中复神鹰        | 碳纤维及相关产品的生产与销售      | 航天航空、风电叶片等领域                | DMSO为溶剂的一步法、干喷湿法纺丝；具备T800级碳纤维产品向市场供货能力                         |
| 吉林碳谷        | 碳纤维原丝的生产与销售         | 风电、军工等领域                    | DMAC为溶剂的两步法；湿法纺丝产品碳化后可达到 T400-T700                             |

资料来源：吉林碳谷公开发行说明书、浙

更多免费行业报告

并购家

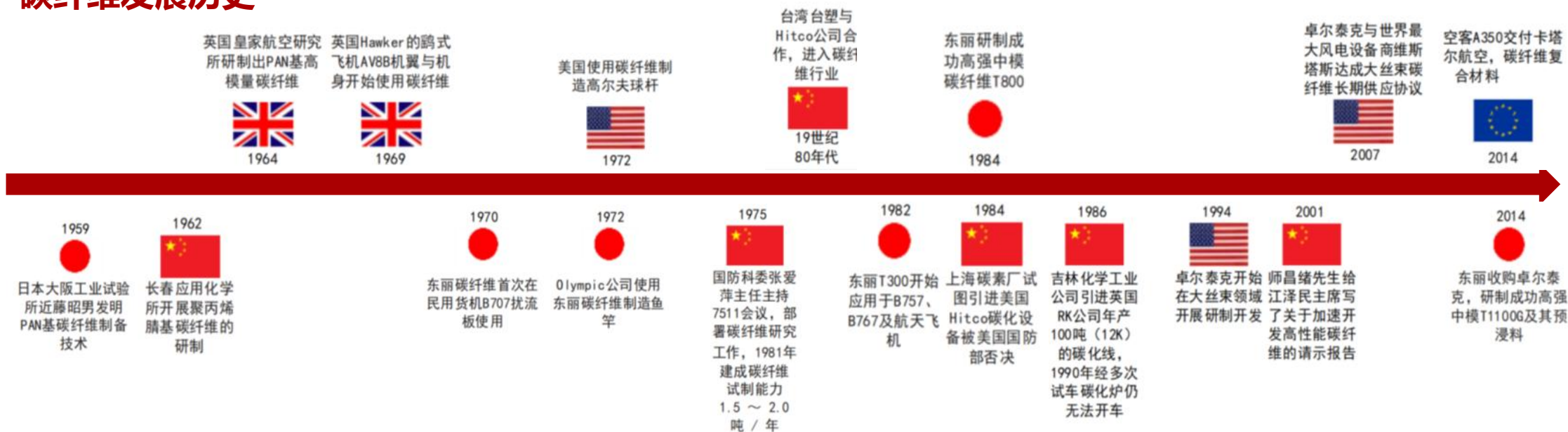
www.ipoipo.cn

我国碳纤维工业总体上与日本碳纤维的研发同步进行，经历了长期低水平徘徊、技术转型和快速发展3个阶段。依靠长期自主研发，打破了国外技术装备封锁，碳纤维产业化目前取得长足进步。

**2008年**组织技术鉴定，中复神鹰千吨级 **T300** 碳纤维项目建成并稳定生产，全部装备**实现了国产化**，打破了国外技术和装备封锁，综合技术达到国际先进水平。于 **2015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。

**2018年**，上海石化成功开发**大丝束碳纤维**的聚合、纺丝、氧化炭化工艺技术；同年，“聚丙烯腈（PAN）基大丝束原丝及碳纤维技术及工艺包开发”项目通过鉴定，意味着我国正式突破大丝束瓶颈。

## 碳纤维发展历史



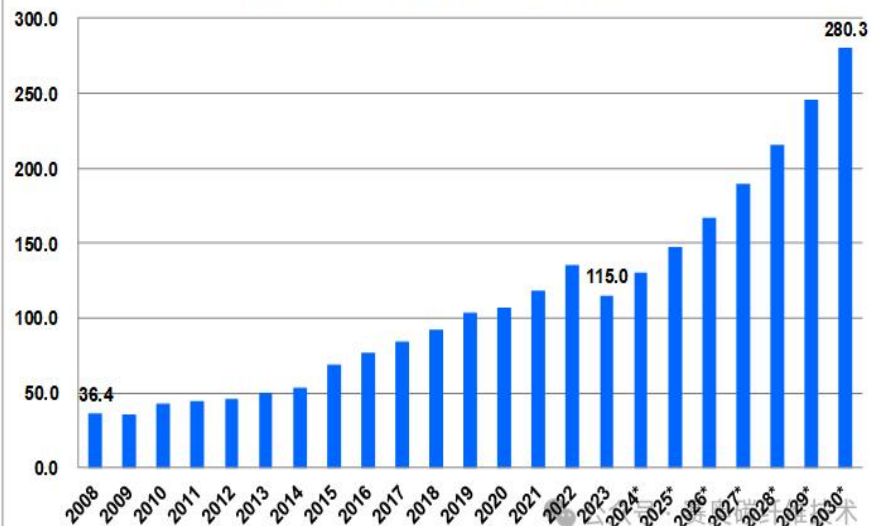
# 03

**碳纤维下游应  
用广阔，国产  
替代空间巨大**

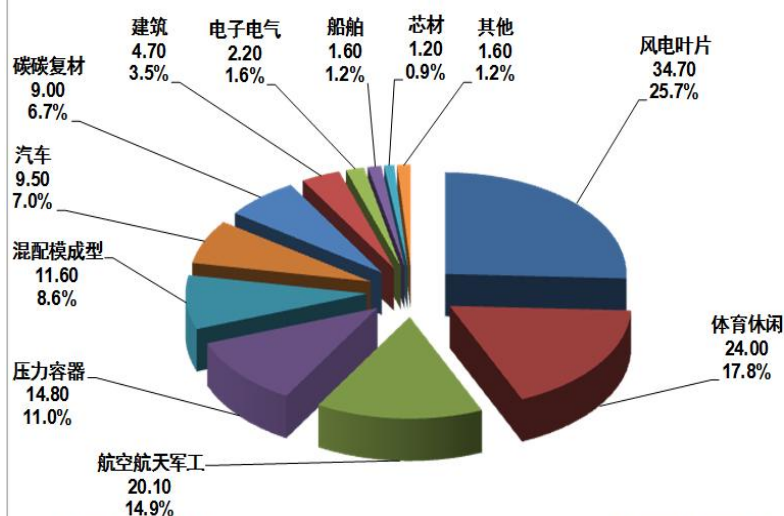
## 2023年碳纤维全球市场增长放缓，航空航天重回龙头应用

- 2023年，不同于往年的全球10%的增长规律，碳纤维全球需求为11.5万吨，对比2022年的13.5万吨同比降低了14.8%。
- 需求结构中，最大的变化是22年占比排第一的风电叶片由25.7%下滑到17.4%，下滑为第二大应用，绝对值由34.7千吨下滑至20.0千吨，同比下降42.4%。体育休闲用品由第二应用下滑为第三，绝对值由24千吨下滑至18.80千吨，同比下降21.7%。航空航天军工则重回龙头应用，占比为19.1%，绝对值同比增加9.5%。
- 风电叶片领域需求量的下滑系风电装机量的放缓以及出于成本考虑碳纤维复材的应用不及预期。
- 体育休闲市场近几年呈现了过山车一样的变化：历史上，该市场是平稳增长的规律，疫情开始，出现了大幅上涨，比如，2022年对比2021年的增幅达到29.7%，除了疫情刺激大众的消费，更多原因是疫情导致的国家海运市场紊乱等因素，导致西方分销商大量库存，2023年全球逐步恢复到正常状态，大量的库存使得销售狂降，对比2022年，2023年的体育休闲降低了21.7%。
- 航空航天军工作为碳纤维曾经的第一大应用领域，未受外部环境的影响，保持稳定增长。预计随着低空经济、国产航空飞机、全球商用航天及宇航探索活动的繁荣发展，有望增长加速。若风电叶片的需求情况没有好转，有望维持第一大应用地位。

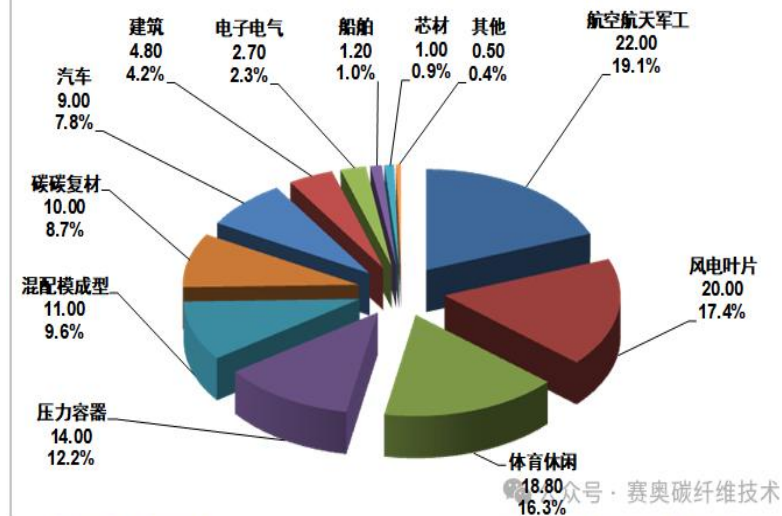
全球碳纤维需求(千吨)  
Global demand for carbon fiber (Kilo-ton)



2022全球碳纤维需求-应用(千吨)  
2022 Global demand for carbon fiber by application (Kilo-ton)

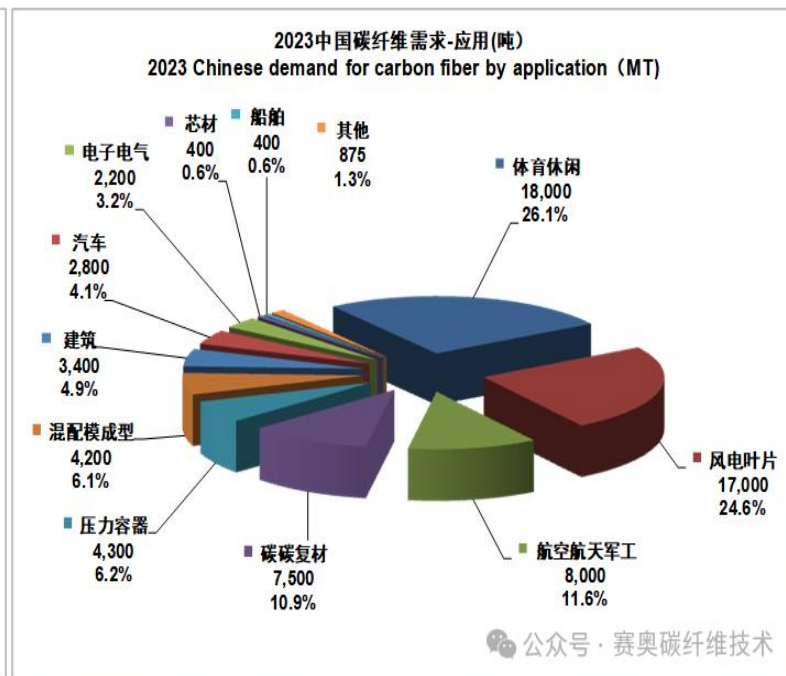
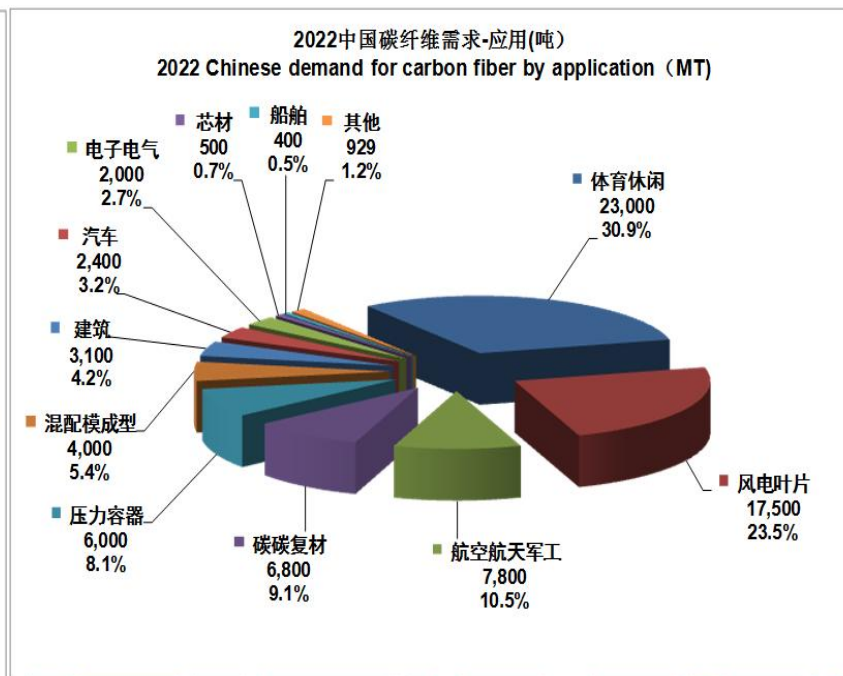
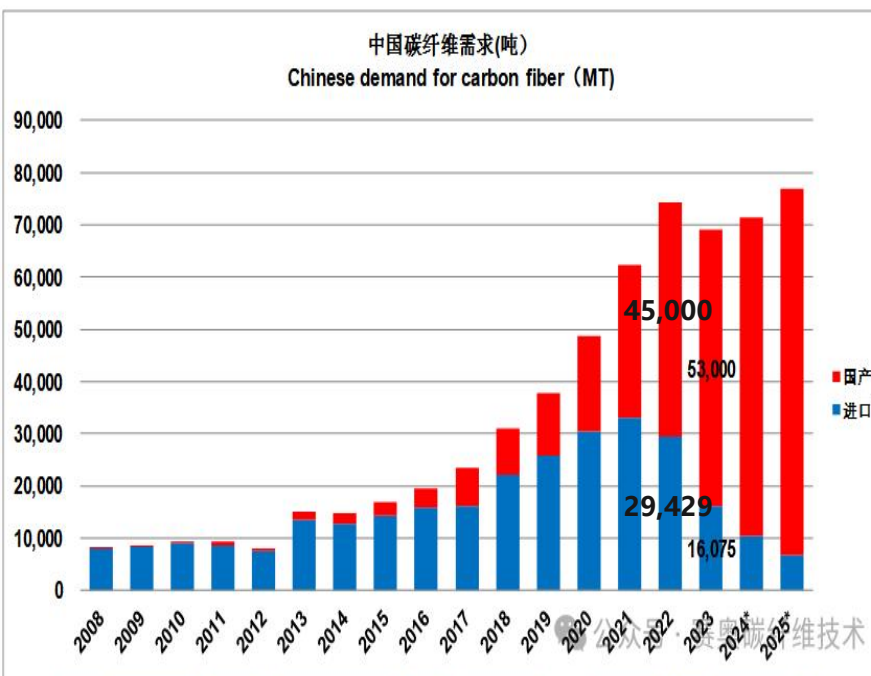


2023全球碳纤维需求-应用(千吨)  
2023 Global demand for carbon fiber by application (Kilo-ton)



## 2023年碳纤维市场增长放缓，但国产化率进一步提高

- 2023年，中国碳纤维的总需求为6.9万吨，对比2022年的7.4万吨同比降低了7.2%。中国市场需求历年增长率：2015(13.4%)，2016(16.5%)，2017(20%)，2018(32%)，2019(22%)，2020(29%)，2021(27.7%)，2022(19.3%)，2023(-7.2%)。市场第一次出现负增长。其中，国产碳纤维由4.5万吨增加至5.3万吨，同比增长17.8%，进口碳纤维由2.9万吨大幅下滑至1.6万吨，同比下滑45.4%，国产化率由60.5%提升至76.7%。可以说虽然短期行业总的需求下滑，但国产化率持续不断提升，表明随着成本、性能持续优化，国产碳纤维竞争力不断加强，有望不断取得更高的市场份额。虽然增速下滑至2017年水平，但仍不低。
- 23年下游需求格局仍维持不变，体育休闲是第一大应用，第二、第三是风电叶片、航空航天军工。体育休闲占比由30.9%下滑至26.1%，下滑明显，主要系疫情影响。风电叶片领域需求绝对值由17.5千吨下降至17千吨，变化不大，说明碳纤维在风电叶片上的应用未如期推进。航空航天军工领域需求绝对值变化不大，预计由于低空经济、国产大飞机的产业化推进，未来将实现可观增长。



| 公司     | 截至年底运行产能<br>(赛奥碳纤维数据) |                     |                      |                       |                       | 产能建设进展与规划                                                                         | 工艺                                                                                                                                                                      | 主力产品                              |
|--------|-----------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
|        | 2019                  | 2020                | 2021                 | 2022                  | 2023                  |                                                                                   |                                                                                                                                                                         |                                   |
| 中复神鹰   | 原丝13760吨<br>碳丝5500吨   | 原丝21250吨<br>碳丝8500吨 | 原丝28750吨<br>碳丝11500吨 | 原丝29000吨<br>碳丝14500吨  | 原丝62700吨<br>碳纤维28500吨 | 西宁2.5万吨项目已投产，2023年初又宣布了连云港新的3万吨扩产计划                                               | DMSO（二甲基亚砜）一步法<br>全线产品干喷湿纺                                                                                                                                              | T700、T800，<br>T1100、M35X、<br>M40X |
| 光威复材   | 原丝7750吨<br>碳丝3100吨    | 原丝12750吨<br>碳丝5100吨 | 原丝12750吨<br>碳丝5100吨  | 原丝12750吨<br>碳丝5100吨   | 原丝11220吨<br>碳丝5100吨   | 内蒙古光威低成本碳纤维项目规划产能 1 万吨，2023年安装了新的碳化线，有望在2024年实现生产                                 | DMSO（二甲基亚砜）一步法<br>GQ3522（T300级，湿法工艺）<br>GQ4522（T700级，湿法工艺/<br>干湿法工艺）<br>QZ5526（T800级，湿法工艺/<br>干湿法工艺）<br>QZ6026（T1000级，湿法工艺）<br>QM4035（M40J级，湿法工艺）<br>QM4050（M55J级，湿法工艺） | T700S，T800S                       |
| 中简科技   | 原丝3125吨<br>碳丝1250吨    | 原丝3125吨<br>碳丝1250吨  | 原丝3125吨<br>碳丝1250吨   | 原丝3125吨<br>碳丝1250吨    | 原丝6160吨<br>碳丝2800吨    | 2023年增长了1,500吨产能                                                                  | DMSO（二甲基亚砜）一步法<br>湿纺+干喷湿纺                                                                                                                                               | ZT7H，<br>ZT9H,ZM40X               |
| 恒神股份   | 原丝11625吨<br>碳丝4650吨   | 原丝13750吨<br>碳丝5500吨 | 原丝13750吨<br>碳丝5500吨  | 原丝13750吨<br>碳丝5500吨   | 原丝10400吨<br>碳丝4600吨   | 2022年4月份恒神对外宣布在陕西榆林投资建设2万吨/年高性能碳纤维生产基地，一期拟先建设5,000，包括一条干喷湿纺碳化线及一条大丝束碳化线           | PAN/DMSO（二甲基亚砜）<br>一步法<br>建成年产量达 5000 吨的干喷湿<br>纺原丝生产线，目前对外销售<br>产品大部分为湿法产品                                                                                              | T1100，M40X                        |
| 吉林化纤集团 | 原丝18000吨<br>碳丝6500吨   | 原丝40000吨<br>碳丝8500吨 | 原丝60000吨<br>碳丝16000吨 | 原丝110000吨<br>碳丝42000吨 | 原丝160000吨<br>碳丝49000吨 | 2023年完成了5万吨原丝的扩产，产能达到16万吨，碳丝产能增加到4.9万吨，世界排名第二。2024年将建设1.5万吨的干喷湿法原丝及相关碳化建设以竞争高性能市场 | DMAC 为溶剂的湿法两步法原<br>丝生产、PAN基碳纤维制备方<br>法                                                                                                                                  | T300,T400<br>24K，25K、碳纤<br>维原丝    |
| 上海石化   | 原丝1250吨<br>碳丝500吨     | 原丝3750吨<br>碳丝1500吨  | 原丝3750吨<br>碳丝1501吨   | 原丝15000吨<br>碳丝7500吨   | 原丝27000吨<br>碳丝7500吨   | 完成了2.4万吨大丝束原丝及相关的6千吨碳化的建设，正在稳步提升纤维的性能，有望在2024年规模生产T700性能的48K大丝束纤维                 | NASCN湿法工艺 为溶剂的湿<br>法两步法生产                                                                                                                                               | T300,48K                          |

资料来源：赛奥碳纤维，巨潮资讯，上海市

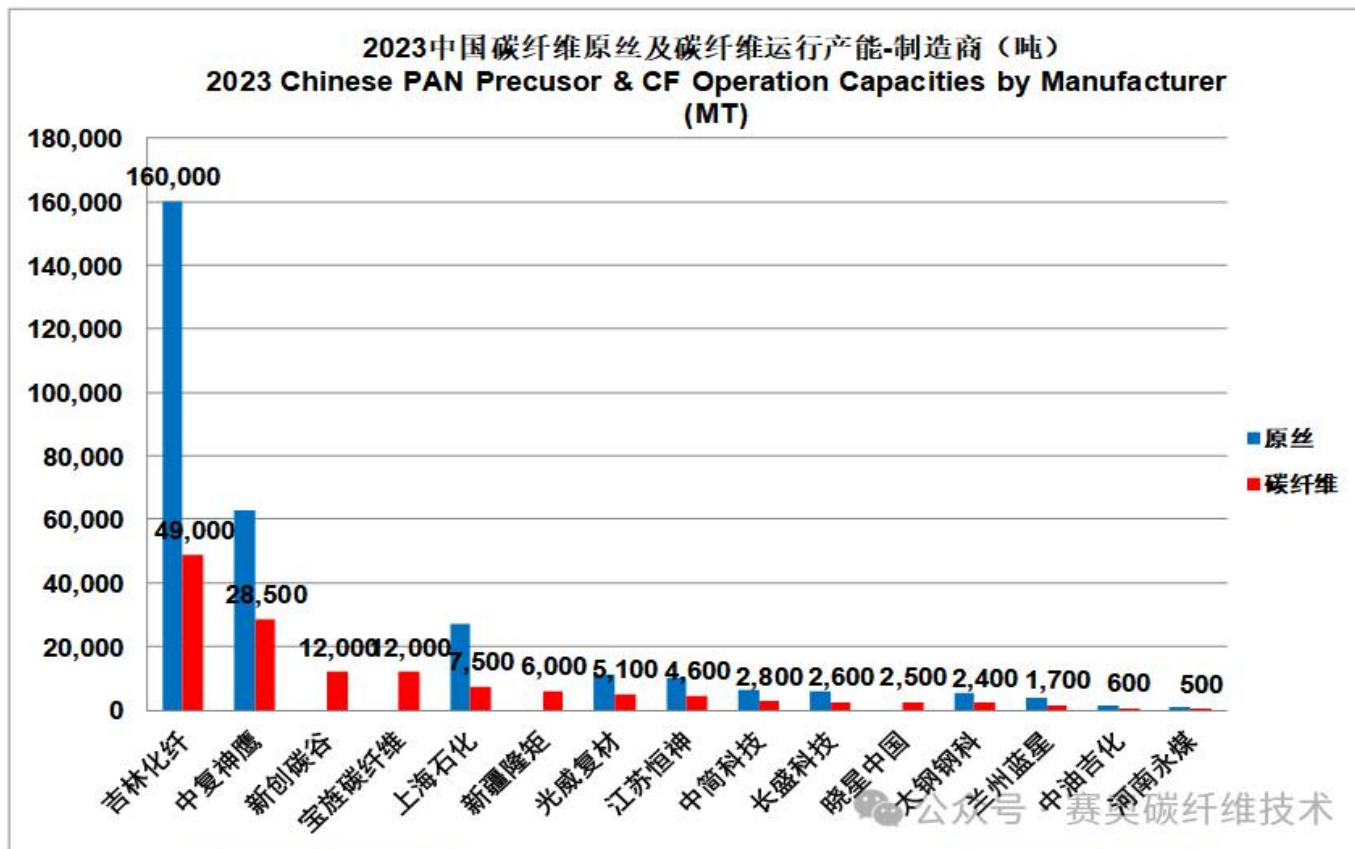
更多免费行业报告

并购家

www.ipoipo.cn

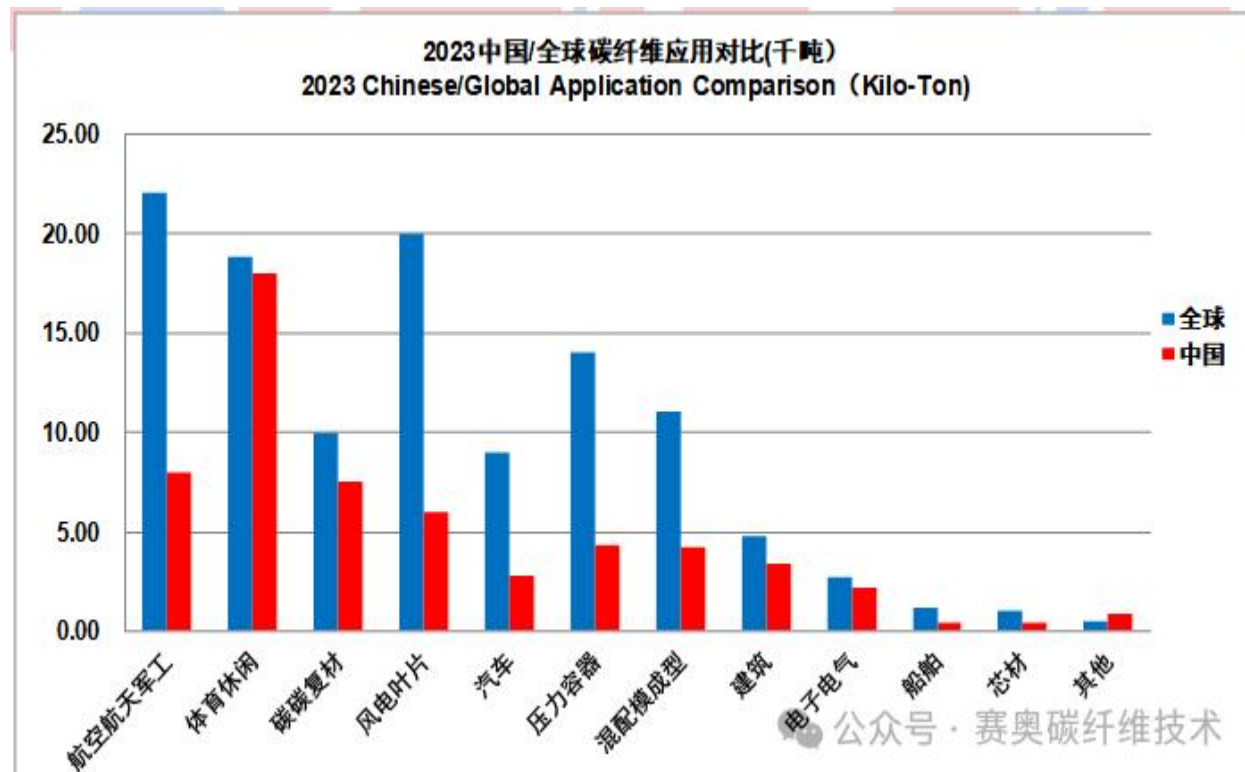
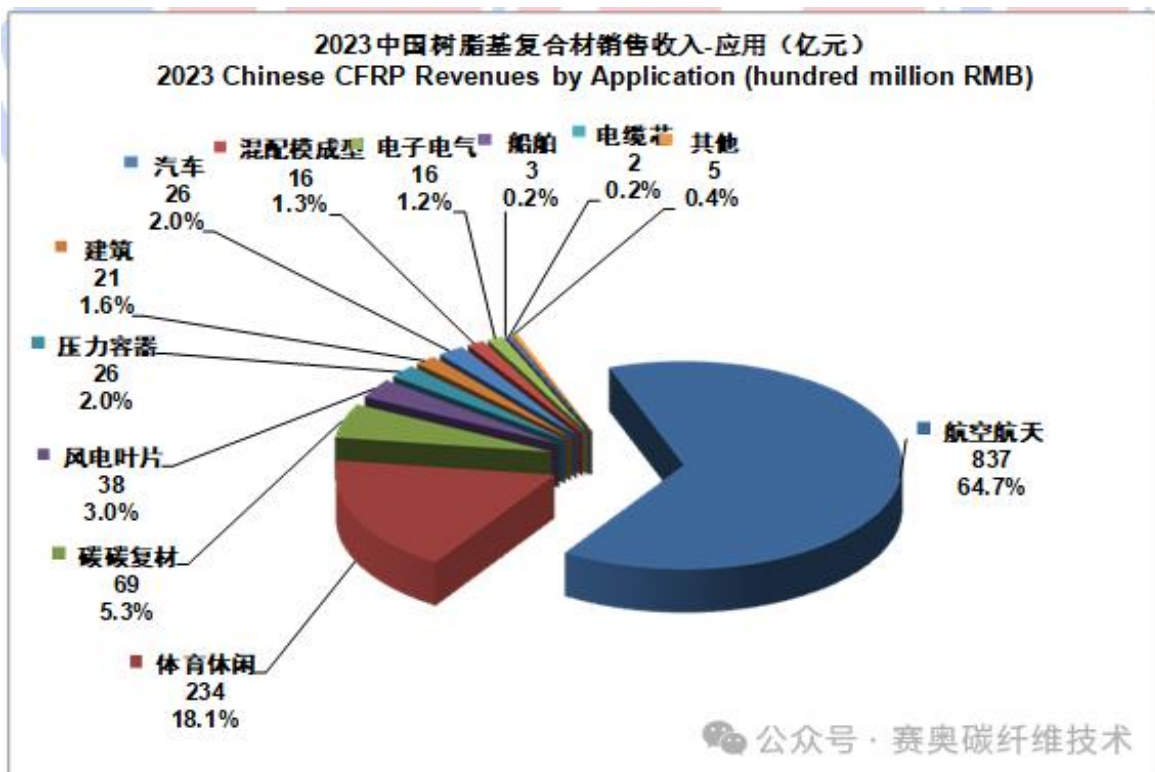
## 短期供大于求，期待成本进一步下降打开需求空间

- 2023年，国内运行产能达到14.1万吨，同比2022年的11.2万吨增长了25.7%，是当年总需求6.9万吨的接近两倍。其中，新增产能的贡献者为：中复神鹰增长14,000吨，吉林化纤集团增长7,000吨，晓星中国新增2,500吨，中简科技增长了1,500吨，等等。
- 产能持续提升，需求阶段放缓，短期供大于求。国内碳纤维厂商或需放缓产能建设，避免过快扩张。但产能的提升有望进一步加强规模效应，碳纤维成本、价格的不断下降有望打开许多新的下游市场，如汽车、轨道交通、深海油田、各种拉索、各类高速旋转件、高速往复零件等。同为轻质化材料，玻璃纤维每年的市场容量为1000万吨，铝合金的市场容量为7000多万吨，木材的用量数亿吨，塑料用量也是数亿吨。如此纷繁复杂的产业体系中，有很多可以采用碳纤维复合材料的领域。



## 航空航天将是未来碳纤维最重要的赛道之一

- 航空航天领域使用的碳纤维复合材料在价值量上远超其它领域。由于安全性要求高、技术壁垒深、认证周期长等特点，军品的航空航天碳纤维相对独立，不太受“量升价降”的影响。
- 我国当前航空航天领域碳纤维的应用与全球相比仍有巨大差距。随着低空经济、国产大飞机、卫星互联网的发展以及国产碳纤维成本、性能的优化，国产替代空间巨大。



资料来源：赛奥碳纤维，浙商证券研究所

# 04

## 投资建议

- 2023年，中国碳纤维的总需求为6.9万吨，同比减少7.2%；国内运行产能达到14.1万吨，同比增加了25.7%，是当年总需求的接近两倍。短期供大于求严重。但国产碳纤维由4.5万吨增加至5.3万吨，同比增长17.8%，增速依然不低。国产化率由60.5%提升至76.7%，随着成本、性能持续优化，国产碳纤维竞争力不断加强，有望不断取得更高的市场份额。
- 低空经济eVTOL的发展有望带动碳纤维下游需求。据StratviewResearch预测，eVTOL行业对复合材料的需求将在未来六年内大幅增长，预计将从2024年的约110万磅（约500吨）激增至2030年的2590万磅（约11748吨），增长幅度约22.5倍，年化增长率69%。我们预测，若eVTOL在政策催化下加速落地，到2030年，航空航天领域碳纤维需求中来自eVTOL的部分，占比将超过24.2%，eVTOL将成为航空航天碳纤维需求量的重要来源。
- 碳纤维价格去年一路下探，年前触底反弹，当前已企稳。碳纤维行业格局有望不断优化，头部公司的盈利能力有望逐渐回升。
- 建议关注光威复材、中复神鹰、吉林化纤。

低空经济政策落地不及预期、产业化不及预期；  
碳纤维的国产替代不及预期；  
国产碳纤维性能提升不及预期；  
国内碳纤维厂商继续盲目扩产，毛利率大幅下滑。

## 行业的投资评级

以报告日后的6个月内，行业指数相对于沪深300指数的涨跌幅为标准，定义如下：

- 1、看好：行业指数相对于沪深300指数表现 + 10%以上；
- 2、中性：行业指数相对于沪深300指数表现 - 10% ~ + 10%以上；
- 3、看淡：行业指数相对于沪深300指数表现 - 10%以下。

我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重。

建议：投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者不应仅仅依靠投资评级来推断结论

## 法律声明及风险提示

本报告由浙商证券股份有限公司（已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格，经营许可证编号为：Z39833000）制作。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但浙商证券股份有限公司及其关联机构（以下统称“本公司”）对这些信息的真实性、准确性及完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不发生任何变更。本公司没有将变更的信息和建议向报告所有接收者进行更新的义务。

本公司的客户作参考之用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告仅反映报告作者的出具日的观点和判断，在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，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。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本公司的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。本公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。本公司的资产管理公司、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。

本报告版权均归本公司所有，未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、发布、传播本报告的全部或部分内容。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明本报告发布人和发布日期，并提示使用本报告的风险。未经授权或未按要求刊载、转发本报告的，应当承担相应的法律责任。本公司将保留向其追究法律责任的权利。

## 浙商证券研究所

上海总部地址：杨高南路729号陆家嘴世纪金融广场1号楼25层

北京地址：北京市东城区朝阳门北大街8号富华大厦E座4层

深圳地址：广东省深圳市福田区广电金融中心33层

邮政编码：200127

电话：(8621)80108518

传真：(8621)80106010

浙商证券研究所：<http://research.stocke.com.cn>