

材料之王—碳纤维发展概况

01 产品介绍

碳纤维（Carbon Fiber，简称 CF）是指含碳量在 90%以上的高强度高模量纤维，是由有机纤维（粘胶基、沥青基、聚丙烯腈基纤维等）在高温环境下裂解碳化而成。碳纤维分类方法较多，如按原料来源可分为聚丙烯腈（PAN）基碳纤维、沥青基碳纤维、粘胶基碳纤维等；按性能可分为通用型、高强型、中模高强型、高模型和超高模型碳纤维等；按状态可分为长丝、短纤维和短切纤维；按产品规格的不同可分为小丝束和大丝束，通常把 48K 以上碳纤维称为大丝束碳纤维，小丝束碳纤维初期以 3K 为主，逐渐发展为 12K 和 24K。市场上所谓的 T300、T700、T800、T1000、M35J、M40J 等都是日本东丽公司的产品牌号，显示每种产品的每束单丝数目、抗拉强度、弹性模量、延伸率、线密度、体密度、单丝直径等指标。

从用途看，小丝束碳纤维主要应用于国防军工和高技术，以及体育休闲用品，像飞机、导弹、火箭、卫星和钓鱼杆、球杆球拍等。从 20 世纪 60 年代 PAN 基碳纤维的技术突破开始到现在，市场一直以小丝束碳纤维为主要产品。大丝束碳纤维虽然过去就有生产，但是由于其抗拉强度不高，与小丝束有较大差距，所以一直没有得到重视。直至 20 世纪 90 年代中期以后，大丝束碳纤维技

术取得重大突破，生产成本也不断降低，其应用的整个产业链技术也取得突破性进展。与小丝束碳纤维相比，大丝束碳纤维具备生产原料来源广、价格低的优势。PAN 基大丝束碳纤维原丝的原料可以采用民用 PAN 纤维，来源广且价格远远低于 PAN 基小丝束碳纤维专用的 PAN 原料。大丝束碳纤维由于生产成本低，一般用于工业与民用产品，近年来随着大丝束碳纤维性能提升及具有价格优势，市场对大丝束碳纤维逐渐认可，在汽车、风电、建筑领域应用越来越广泛。

02 生产工艺

碳纤维生产主要为纺丝单元和碳化单元，具体生产工艺流程如下。

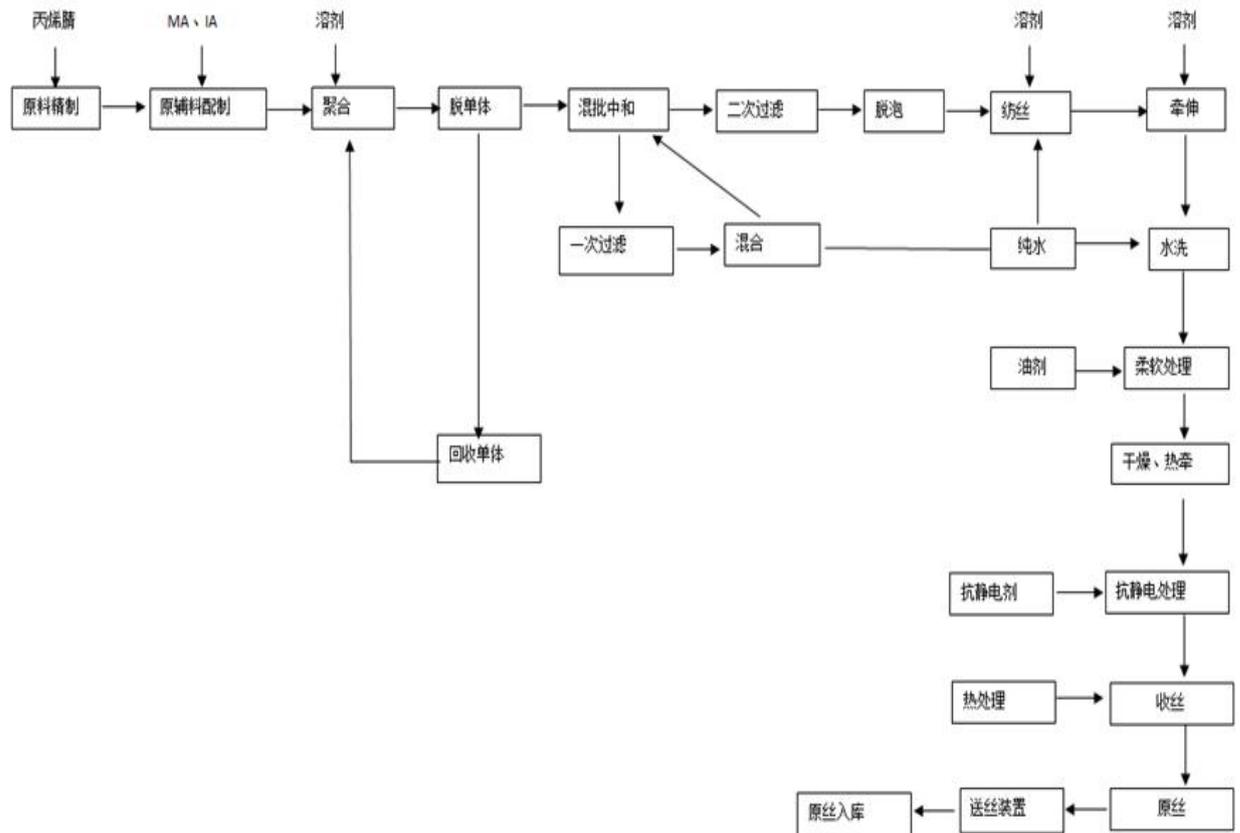


图 1 碳纤维纺丝工艺流程

(2) 碳化

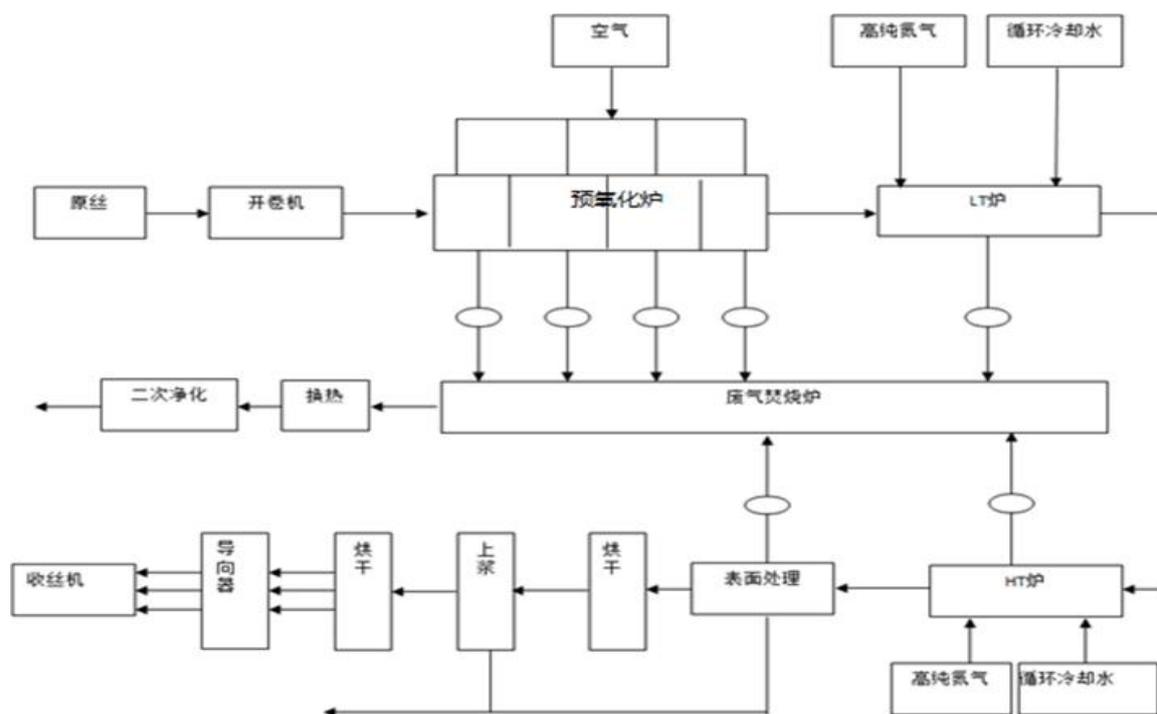


图 2 碳纤维碳化单元工艺流程

- 1) 预处理单元
- 2) 预氧化单元
- 3) 高低温碳化单元
- 4) 产品处理单元
- 5) 废气焚烧单元

技术来源：国外美国赫氏公司、德国西格里公司、日本三菱公司三家企业基本垄断了整个大丝束碳纤维市场；日本东丽公司、日本三菱公司、日本东邦公司占据了大部分小丝束碳纤维市场。

目前国内小丝束碳纤维以中复神鹰碳纤维股份有限公司为典型代表；大丝束碳纤维由于最近几年市场需求快速增长，特别是在风机叶片领域需求旺盛，我国大丝束碳纤维获得较大突破，典型代表有中国石化上海石油化工股份有限公司、吉林化纤集团有限责任公司和兰州蓝星纤维有限公司等。

03 我国供应分析

我国碳纤维研究始于 20 世纪 60 年代初，但由于当时国际环境恶劣，且西方对于碳纤维这样的军民两用技术对中国进行高度技术封锁，加上国内资源紧张，碳纤维的相关研究工作进展相对有限。直到 1975 年，在中央军委的部署下，联合 20 多家研究所和企业共同攻关，终于解决了有无的问题。不过，这批产品也存在一定瑕疵，比如力学性能相对国外同类产品较为有限，成本方面相对国外同类产品偏高等。之后几年，国家累计投入 2000 多万元用于碳纤维的研发和生产，一定程度上满足了部分国防军工的需求。随后的十几年间，由于引进技术的失败，导致和日本的技术差距越拉越大。直到 2000 年，我国碳纤维进入发展快车道，实现从技术研发到小规模产业化。特别是 2005 年以后，在政策和市场

的双重推动下，我国碳纤维产业进入了快速发展期，形成了从原丝到预浸料到复合材料的完整产业链。碳纤维产能也从 2017 年的约 2 万吨/年提高到 2022 年超过 8 万吨/年，2017~2022 年年均复合增长率达到 35%。

2022 年在全球碳纤维行业普遍受到新冠疫情影响的情况下，我国碳纤维企业发展整体向好，一些长期亏损企业开始扭亏为盈。中复神鹰西宁生产基地和新创碳谷的建成投产将我国碳纤维行业推向了一个新高度。未来我国碳纤维仍需深耕产品工艺以及生产装备核心技术，在我国碳纤维行业自主研发有所突破的前提下，我国碳纤维产能利用率或将有所提升，工业领域的应用占比将逐步扩大。我国碳纤维工业产业化将迎来黄金时代，碳纤维产业发展前景广阔。

我国碳纤维生产企业正在由分散走向集中。2022 年我国碳纤维理论产能超过 8 万吨/年，已经有部分企业开始朝规模化方向迈进，预计未来 5 年行业整合的力度将进一步加大。

04 我国消费分析

近年我国碳纤维消费量增长很快。2017 年，国内碳纤维表观消费量约为 2 万吨；2022 年已经达到 7 万吨，2017~2022 年年均复合增长率超过 20%。

我国碳纤维主要应用领域包括：体育休闲、风机叶片、建筑、压力容器、航空航天等领域；其他领域如电子电气、电缆、船舶、汽车等领域碳纤维的应用还处于起步阶段，用量较少。风电叶片仍是我国碳纤维最大下游消费领域，约占我国碳纤维总消费量的30%以上。

随着中国碳纤维供应量增长，价格有所下降，碳纤维在工业领域的消费量增长较快，占比约为27%，其中增速最快的细分领域是压力容器和光伏领域的碳/碳复合材料，消费量同比增长均接近40%。

体育休闲领域碳纤维消费量占比27%，得益于欧洲体育产品特别是自行车补贴政策的推动，以及其他体育用品制造国的生产能力降低等原因，中国体育休闲领域碳纤维消费火爆。

轻量化发展仍是材料发展的主流方向，中国碳纤维进一步加大了在高档汽车、航空航天等领域的应用，但目前消费占比仍然不高。

未来几年在双碳政策下，全球风电、氢能、新能源汽车等行业高速发展，带动风电叶片、航空航天、压力容器、汽车等领域对碳纤维的需求快速提升，同时碳纤维作为军民两用战略物资，在航

空航天、体育休闲、建筑等领域的需求持续增长，**预计未来 5 年我国碳纤维市场需求年均复合增速将维持在 5% 以上**。此外，近年来碳纤维行业国产化率从 2017 年的 30% 提升至 2022 年的 70%，但仍有超过 30% 的国产替代空间，尤其是国内具有高性能、高质量和低成本的优质产能依然比较稀缺。随着国家政策持续加码、下游需求增长以及国内企业技术水平的不断提高，国产替代进程有望加速推进。

综上所述，**预计到 2027 年全国碳纤维消费量将达到 15 万吨，2022~2027 年年均增长率为 16%**。

05 结语

碳纤维具备出色的力学性能和化学稳定性，密度比铝低、强度比钢高，是目前已大量生产的高性能纤维中具有最高的比强度和最高的比模量的纤维，同时具有导电、导热、耐腐蚀等一系列其他材料所不可替代的优良性能。碳纤维在航空航天、风电叶片、体育休闲、压力容器、碳/碳复合材料、交通建设等领域广泛应用。

从政策方面分析，近年来国家及地方政府出台了一系列关于碳纤维及碳纤维复合材料的产业支持政策，推动了碳纤维行业蓬勃发展，持续引导并进一步提升碳纤维材料重点品种的关键生产和应用技术，促进碳纤维及其复合材料的开发，提升行业产业化水平，

推进产能的提升，进一步拓展碳纤维材料的应用领域。其中，国家工信部于 2019 年发布的《重点新材料首批次应用示范指导目录（2019 年版）》中，将高强、高强中模、高模型碳纤维等列为关键战略材料，为碳纤维生产技术的提升和产业化的推进提供了保障；国家发改委、科技部、工信部、财政部四部委于 2020 年发布的《关于扩大战略性新兴产业投资培育壮大新增长点增长极的指导意见》，提出聚焦重点产业投资领域，围绕保障大飞机等重点领域产业链供应链稳定，加快在高性能纤维材料等领域实现突破，为碳纤维等战略性新兴产业高质量发展、发挥重要引擎作用提供了政策支持；十三届全国人大四次会议于 2021 年发布的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》中，提出要加强碳纤维等高性能纤维及其复合材料的研发应用，为未来碳纤维行业的技术进步提供了良好的政策环境。

从生产技术分析，我国目前已实现多个系列和级别的碳纤维国产化，解决了高性能碳纤维自主保障问题，成为继日本、美国之后第三个掌握高性能碳纤维技术的国家。

从需求领域分析，碳纤维行业应用领域广阔。受益于下游风电叶片、航空航天、汽车制造、体育休闲、压力容器、碳/碳复合材料等市场的发展，碳纤维需求市场不断扩大，市场前景广阔。