

阅读提示

碳纤维的比重不到钢的1/4,强度却是钢的7-9倍,且耐腐蚀能力超强,被称为“黑黄金”“新材料之王”。棒球棒、网球拍、自行车、汽车、风电叶片、飞机、运载火箭……碳纤维的应用范围十分广泛。

近年来,国家出台多项政策促进碳纤维产业发展。2019年11月,工信部将应用于航空航天、轨道交通、海工、风电装备、压力容器等领域的高强型、高强中模型、高模型等碳纤维列入关键战略材料;2021年3月发布的《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》提出,加强碳纤维等高性能纤维及复合材料的研发应用。2024年1月,工信部、科技部、国务院国资委等七部门联合发布的《关于推动未来产业创新发展的实施意见》明确,发展高性能碳纤维等关键战略材料。本版专题介绍碳纤维的种类及产业化应用情况,并分析我国碳纤维产业特点及未来发展机遇。

本版文字、图表由 中石化(上海)石油化工研究院有限公司 翟勇 提供
图片由 张挺 万敏 提供



碳纤维行业将迎增量市场

上海石化碳纤维事业部员工检查碳纤维质量。

碳纤维百科

什么是碳纤维?

碳纤维(carbon fiber,简称CF),是由聚丙烯腈(或沥青、粘胶)等有机纤维在高温环境下裂解碳化形成的含碳量高于90%的碳主链结构无机纤维,是目前产量高性能纤维中比强度和比模量最高的纤维,广泛应用于航空航天、轨道交通、船舶车辆、新能源等领域。

碳纤维有哪些种类?

按照原丝类型,碳纤维可分为聚丙烯腈基、沥青基、粘胶基等。

聚丙烯腈基碳纤维:

生产工艺简单、原料来源丰富,具有优越的结构和功能特性,全球市场占有率超90%,预计还将进一步提高。

粘胶基碳纤维:

用途单一,目前已基本停产,有可能完全退出碳纤维市场。

沥青基碳纤维:

保持年产量约1000吨,日、美企业平分秋色。

大、小丝束有何区别?

聚丙烯腈基碳纤维根据丝束规格,可分为小丝束和大丝束两类:

小丝束:

碳纤维丝束规格低于24K,单丝数量在1000~24000根之间;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、网球拍等领域。

大丝束:

碳纤维丝束规格达到或超过48K,单丝数量超过48000根,包括48K、60K、80K等,主要应用于工业,包括纺织、医药卫生、机电、土木建筑、交通运输和能源等领域。



碳纤维产业链是如何构成的?

碳纤维生产流程长,工艺、技术和资金壁垒高。完整的聚丙烯腈基碳纤维产业链包含从原油到终端应用的完整制造过程。上游主要为化工原材料供应环节,石油、煤炭、天然气等原料经过提炼、氯化等一系列流程后得到丙烯腈。中游为产业核心,由聚丙烯腈纺

丝之后得到聚丙烯腈原丝,再经过预氧化、低温和高温碳化后得到碳纤维;可制成碳纤维织物和碳纤维预浸料,作为生产碳纤维复合材料的原材料。碳纤维与树脂、陶瓷等材料结合,形成碳纤维复合材料,最后由各种成型工艺得到下游各领域需要的最终产品。

聚丙烯腈基碳纤维产业链



全球碳纤维市场快速增长

碳纤维发展历程多个阶段。1971年至1985年,碳纤维进入“哺育期”,日本东丽公司率先实现工业化生产,应用于钓鱼竿、高尔夫球杆。随后,碳纤维在航空航天领域崭露头角,应用于波音飞机次承力部件。至上世纪90年代初,市场进入“爬升期”,在体育器材及航空航天领域应用。1990年至1995年,航空市场萧条,碳纤维市场发展放缓,进入“蹒跚学步期”。1996年至2002年,随着民用航空市场复苏,受碳纤维在波音B777主承力结构应用推动,市场进入“走步期”。2003年至2022年,碳纤维市场迎来“跑步期”,以波音B787和空客A320XLR飞机计划为标志,碳纤维应用比例大幅提升。同时,风电等工业应用崛起,碳纤维市场预测销量大幅提高,但2023年市场实际表现未达预期。

贡献。目前,全球主要的碳纤维生产企业包括东丽/卓尔泰克、吉林化纤、中复神鹰、赫氏、东邦/帝人、三菱丽阳、西格里、新创碳谷、宝旌、韩国晓星和上海石化等。

中国大陆2023年碳纤维产能达13.8万吨/年,全球占比跃升至47.7%,位居全球第一。

在高性能小丝束领域,东丽/卓尔泰克、东邦/帝人等在产能规模和产品性能上有一定优势,我国以光威复材、中简科技及太钢钢科等为代表的企业近几年也取得了较大的突破。在低成本大丝束领域,东丽/卓尔泰克、三菱丽阳和西格里三大制造商处于世界领先地位,我国吉林化纤、上海石化、宝旌等企业,在产能规模上已与国外相当。

2023年,全球碳纤维市场需求量为11.5万吨,比上年降低了14.8%,主要原因是风电领域市场推广不利,未来随着碳纤维在风电、新能源车和无人机等领域推广,碳纤维需求量将保持快速增长。

碳纤维应用潜力将进一步释放

全球碳纤维应用市场呈现日益多元化的特点。航空航天、风电叶片和体育休闲是三大核心应用领域。此外,碳纤维还在压力容器、混配膜成型、碳碳复材、汽车、船舶和建筑等领域广泛应用。

在航空航天领域,碳纤维凭借其轻质且高强度的显著特性,已成为飞机、导弹等关键部件的首选材料。全球各大航空制造商纷纷加大研发力度,致力于在碳纤维材料的制备和应用技术上实现重大突破。该领域技术门槛高、研发投入巨大,一旦取得重要成果,将显著提升产品的市场竞争力和占有率。

在风电叶片领域,近年来碳纤维的应用面临一些挑战,但随着风电行业蓬勃发展及技术创新,应用前景依然广阔。众多碳纤维生产商积极与风电设备制造商展开合

作,共同研发更适配风电叶片的碳纤维材料。同时,部分新兴企业也通过技术创新和成本控制策略,力图在该领域占有市场份额。

体育休闲领域是碳纤维应用的高附加值市场。随着消费者对运动器材性能要求日益提升,碳纤维因其卓越的力学性能和轻便特性,逐渐在体育器材领域占据重要地位。高尔夫球杆、自行车架、钓鱼竿等产品纷纷采用碳纤维材料。在此领域,竞争主要聚焦于产品设计和品牌影响力,能够精准把握市场趋势、不断创新的企业更有可能脱颖而出。

2023年,在全球航空航天市场中,碳纤维应用占比达19.1%,收入贡献更是高达49.9%,充分印证了航空航天领域对碳纤维的高度需求。在风电叶片市场,碳纤维应用占比达17.4%,尽管其收入贡献相对较低,

仅占7.9%,但应用仍可能持续增长。在体育休闲市场,碳纤维应用占比为16.3%,收入贡献达12.3%。此外,压力容器、混配膜成型、碳碳复材、汽车、船舶和建筑等领域对碳纤维的需求也在不断增长,推动了碳纤维市场的稳健发展。

国内在碳纤维应用领域与全球市场差异显著。我国碳纤维应用的主要优势领域包括体育休闲、碳碳复材(耐火保温毡)、建筑及电子电气等。同时,航空航天及压力容器等领域的应用也正在迅猛发展。然而,在商用航空这一主力需求领域,我国仍处于起步阶段。在风电领域,我国与全球市场的差距依然显著。随着新能源、智能交通等领域快速发展,碳纤维在电动汽车、无人机、轨道交通等领域的应用潜力将进一步释放,展现出广阔的市场前景。

国内企业加快产能、技术布局

国内碳纤维从业者主要分为三大类:一是专注于低成本大丝束碳纤维的生产与研发;二是致力于高性能小丝束碳纤维的制造与创新;三是兼具上述类型特点,实现低成本与高性能双重优势。

以低成本大丝束为主的碳纤维从业者有吉林化纤、上海石化、宝旌、蓝星、新疆隆炬等企业。吉林化纤在2023年完成了5万吨/年原丝的扩产,产能达16万吨/年;碳纤维产能增加到4.9万吨/年,世界排名第二。2024年,该公司将建设1.5万吨/年干喷湿法原丝及相关碳化建设,试图竞争高性能小丝束市场。

上海石化已完成2.4万吨/年大丝束原丝及相关的6000吨/年氧化碳化生产线的建设,正在稳步提升碳纤维性能,有望在2024年规模生产T700性能的48K大丝束碳纤维。虽然大丝束碳纤维在生产中存在诸多难点,但在后续复材及应用中具有诸多优势。

大丝束碳纤维市场生存必须具备低成本的原丝生产技术,还要对纤维生产做大幅度低成本改良创新,更要在应用上开疆拓土,完成对玻纤复材、塑料及铝合金大众材料的替代。

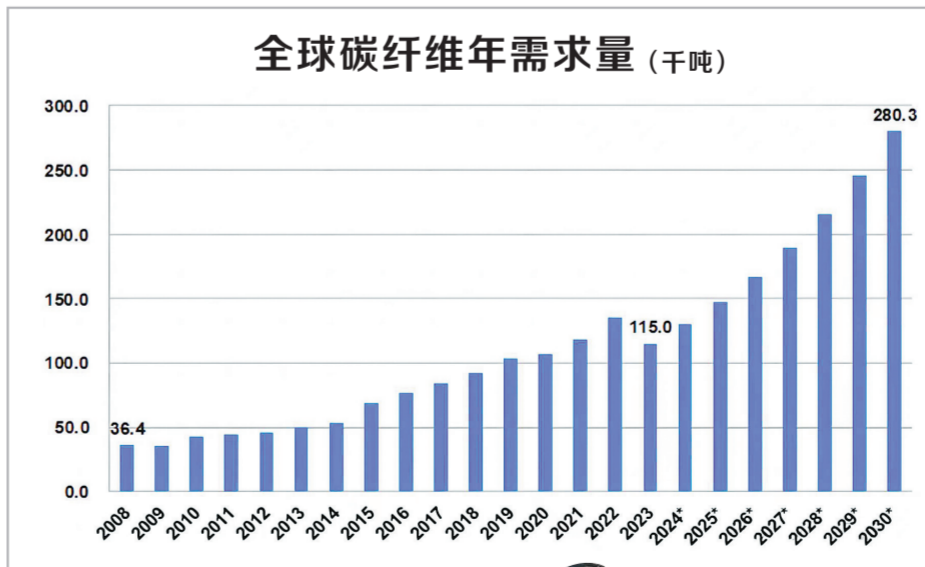
以高性能小丝束为主的碳纤维从业者,主要以光威复材、中简科技及太钢钢科为代表,还包括江苏恒神及中复神鹰部分产能、煤化工扬州基地,以及西安康本、河南永煤、中油吉化、吉研高科和吉林神舟等企业。

光威复材实行“621”发展战略,即布局碳纤维、通用新材料(预浸料)、能源新材料(碳梁等拉挤产品)、航空先进复合材料、航天先进复合材料、精密装备(碳纤维生产设备及工装模具)6个业务板块,在国家工程实验室和国家企业技术中心两个“产学研用”科研平台引擎的带动下,形成一条具有竞争力的全产业链,确立了在国家先进复合材料领域的主导地位,引领产业高质量发展。

中简科技具备高强度ZT7系列(高于T700级)、ZT8系列(T800级)、ZT9系列(T1000/T1100级)和高模型ZM40J(M40J级)石墨纤维工程产业化能力,并已成为国内航空航天领域ZT7系列碳纤维产品的批量稳定供应商。

太钢钢科专注于高性能聚丙烯腈基碳纤维及复合材料研发与制造,目前已建成3条全流程高性能碳纤维生产线,设计产能合计2400吨/年。兼顾低成本大丝束与高性能小丝束的碳纤维从业者以中复神鹰、光威复材、江苏恒神、长盛科技、晓星中国等企业为代表。

中复神鹰实现了2.85万吨/年碳纤维产能,2023年初又宣布了连云港新的3万吨/年扩产计划。光威复材已在内蒙古建设了新的氧化碳化生产线,有望在2024年实现生产。江苏恒神于2022年4月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,包括一条干喷湿法碳化线及一条大丝束碳化线。



48K大丝束碳纤维

加强技术研发 推动产业升级

碳纤维凭借其高强度、高模量、低密度和优良的耐腐蚀性能等特点,在航空航天、风电叶片、体育休闲等领域发挥着不可替代的作用。总体来看,碳纤维的应用市场呈现日益多元化的趋势,不同领域对碳纤维的需求和依赖程度各异。随着技术不断进步和市场持续扩大,碳纤维的应用领域还将进一步拓宽,为人们的日常生活带来更多便利和可能性。

在深入剖析碳纤维在各领域应用的同时,也应关注其背后的技术创新与市场驱动因素。碳纤维之所以能在多个领域得到广泛应用,离不开材料科学的飞速发展及生产工艺的持续创新。此外,市场需求的持续增长也为碳纤维产业的发展提供了强大动力。

各国政府也纷纷出台相关政策,鼓励新材料产业的创新发展,推动碳纤维等高性能材料的研发与应用。这些政策的实施为碳纤维产业的蓬勃发展提供了有力支撑。

与此同时,碳纤维产业的发展也面临着一些挑战,如生产成本较高、回收再利用难度较大等问题。为此,碳纤维研发生产企业需要进一步加强技术研发和产业升级,提高碳纤维的生产效率、降低成本,并探索有效的回收再利用方法,推动碳纤维产业可持续发展。