人民日报海外版

2026年10月30日 星期五

责编：康 朴 邮箱：kabuldi@yeah.net

中国是碳纤维产能最大的国家，产品性能达到国际先进水平——

微米纤丝，牵动工业之变

康 朴 王怡同

在吉林化纤集团的生产车间，一句标语随处可见：“宁可黑发变白发，也要把白丝变黑丝”。

“黑丝”，说的是碳纤维，“白丝”指的是碳纤维原丝。因具备重量轻、强度高、耐高温、耐腐蚀等特性，碳纤维素来有“黑色黄金”之称，应用领域广阔。

“黑色黄金”，得之不易。这句标语，是一代又一代科研人员和技术工人埋头攻关、矢志创新的生动写照。

2006年前后，中国开启碳纤维产业化进程。20年间，不知多少人用自己的“黑发变白发”，换得“白丝变黑丝”。如今，中国已是碳纤维产能最大的国家，高强度碳纤维实现稳定量产，推动工业领域开启轻量化变革。

▲位于连云港经济技术开发区的中复神鹰碳纤维股份有限公司，科研人员通过扫描电子显微镜，进行碳纤维微观表面形貌分析。 王健民摄（人民图片）

▲吉林化纤集团碳纤维生产车间。 受访企业供图

▲山东泰山瑞豹复合材料有限公司生产车间，工人在组装碳纤维自行车。 贾 鹏摄（人民视觉）

筚路蓝缕
从“买不来”到“做得出”

走进吉林化纤集团碳谷公司的生产车间，细如发、白如雪的碳纤维原丝束，正从喷丝板孔隙倾泻而下，顺着400米长的自动化流水线前行。原丝经预氧化、碳化等数百道工序，在高温淬炼中褪去杂质，最终变成一轴轴乌黑发亮的碳纤维。

“这碳纤维单根比头发丝还要细，相对密度不到钢的1/4，强度却能达到钢的7至9倍。”公司高性能车间副主任陈浩介绍，大到飞机火箭，小到车架、运动器材，都能见到它的身影。

吉林化纤集团原本是一家生产纺织品原料的传统化纤企业。依托原有人造丝的管理经验和腈纶的工艺技术，2006年，企业开始碳纤维原丝研发。

为何下此决心？“碳纤维太重要、太稀缺。”吉林化纤集团公司副总经理孙小君告诉记者，“当时国内碳纤维基本依赖进口，在诸多前沿领域，我们的研发进展被这一关键原材料的匮乏严重制约。”

中国建材集团董事长周育先也曾坦言，T800级及以上高端碳纤维，海外企业根本不对外售卖。

在国家863计划碳纤维专项影响下，实验室的突破带动市场力量参与，一批本土碳纤维龙头企业纷纷在2006年前后萌芽：2006年，神鹰新材料成立 ，并于次年加入中国建材集团，更名中复神鹰，主攻T300级碳纤维产业化；2008年，一批科研人员走出研究所，创立中简科技，主攻航空航天高性能碳纤维；光威复材、恒神股份等主体也在军工配套、航空复材构件等高价值赛道埋头深耕……

“起步阶段，研发团队仅有七八人，研发人员长期驻守生产线，反复调试各项参数。”孙小君说，“‘宁可黑发变白发，也要把白丝变黑丝’，这句车间里的标语，就是当时研发团队的真实写照。”

2007年，吉林化纤集团制造出第一批碳纤维原丝。然而，从实验室做出样品，到真正实现稳定量产，依然困难重重。“数万根细丝要同步经受牵伸、高温，既要保证不断丝、不松散，还要做到整束性能均匀一致，数百道工序、上千个工艺控制点需要不断调整优化。”孙小君说，直至2015年，公司大丝束碳丝才实现稳定量产，成为国内最早实现大丝束产业化的企业之一。

中复神鹰的追赶之路同样漫长而艰辛。企业刚成立时，连续74天，董事长张国良吃住在车间。没人知道产业化还要熬多久，大家只认准一件事：每一次断丝，都在离稳定量产更近一步。

今年9月，中复神鹰连云港基地千吨级生产车间内机器轰鸣，工人紧盯着屏幕上跳动的工艺曲线。6月底刚刚投产的全球首条SYT70（T1100级）高性能碳纤维千吨级生产线，经过两个多月磨合，已经进入稳定试运行状态。这条全长1200米的产线，依次排布聚合、纺丝、碳化三大工序，单线年产能提升至5000吨。

高端碳纤维生产线很长，可达数百米甚至上千米。顺着漫长的产线回溯，是中国碳纤维产业走过的艰辛来路。一次次技术突破，推动着国产碳纤维形成了产能规模跃居全球前列、全产业链自主可控的发展格局。孙小君感慨：“实现国产化自主可控，才能保障国家关键材料供应安全，支撑民族高端制造业稳步向前。”

“量”足“质”顶
从“做得出”到“做得好”

众多企业里，走出两条差异化的发展路径。

吉林化纤集团选的是一条“规模换空间”的路。

2015年吉林化纤集团实现T300级碳纤维的稳定量产；2022年，1.2万吨碳纤维项目第一条碳化线开车成功；2025年，碳纤维销量提升至5.6万吨，领先众多国际碳纤维企业，位居全球第一。今年上半年，吉林化纤集团态势依旧，碳纤维销量同比增长24%。

为啥要拼规模？

规模的意义，在孙小君看来，在于让高端材料“用得起”。

在工业场景中，碳纤维的意义，远不止“换个材料”那么简单。比如造船。船行水中，需要各类能源提供动力。碳纤维密度不到钢的1/4，拉伸强度却是钢的数倍，还比金属材料船体更耐腐蚀。用碳纤维造船体或关键结构件，减重效果很明显。更重要的是，国际航运的碳强度目标正在逐年收紧，替代燃料的体积能量密度普遍低于传统重油，船舶需要额外空间和载重来容纳动力系统。

“船体轻量化，本质上是在为绿色动力‘腾地方’。公司今年3月投产的船用专用大丝束碳纤维产线，单线产能4000吨，瞄准的正是这个正在打开的蓝海。”孙小君说，“大丝束的性价比优势，把碳纤维拽进了风电、船舶、低空经济的工业级市场。今年公司三条单线产能4000吨级的大丝束碳化线相继投产，单线规模全球最大，分别服务海上风电、船舶制造和低空经济等不同应用领域。”

中复神鹰走的是另一条路：向性能天花板不断冲刺。

今年3月，中复神鹰T1200级超高强度碳纤维实现百吨级量产，拉伸强度突破8000MPa，这让中国成为全球首个实现该级别工程化量产的国家。T300到T1200，中复神鹰用近20年时间站上了行业高地。

在碳纤维领域，T代表的是拉伸强度，后面的数字越大，强度越高。T300是民用门槛，T800产品广泛应用于各类工业领域，T1000已是顶尖水准，而T1200，则是当前人类材料工程的“珠穆朗玛峰”。

T1200级碳纤维有多强？中复神鹰研发团队的一个实验很直观：12万根T1200级碳纤维细丝拧成直径不足2毫米的绳索，拴在2辆大巴车之间，后车坐满54个成年人。前车启动，绳子拉紧，后车被稳稳拖动。

高强度碳纤维的研发，可不是为了炫技。T1200级碳纤维的应用场景，几乎覆盖所有战略性新兴产业。拿航空航天来说，机身材料减重1公斤，就能节省数万美元的燃料成本——用T1200级碳纤维制造的飞机部件，比现有T800级材料可再减重15%。

两条赛道，齐头并进。扩规模、降成本，打通新能源海量市场；磕技术、攀高峰，补齐高端装备短板。“量”足“质”顶，两条路径曲线交汇出国产碳纤维产业的壮阔版图。

打开增量
从“做得好”到“用得广”

企业发展路径不同，但有一个细节是共通的：核心装备的铭牌上，国产厂商的名字越来越多。中复神鹰连云港基地核心装备国产化率达95%以上；吉林化纤的双工艺路线原丝制备技术完全自主，并与国内设备供应商合作，自主设计了大丝束碳纤维放丝机、收丝机等关键装备，打破了国外对生产设备的技术封锁。

这不是巧合。碳纤维的突围从来不是某一个环节的胜利，而是从原丝制备、装备自研到应用验证的全链条协同。

微米纤丝的全产业链突破，正推动多个工业领域的升级与变革。

先从最贴近普通人日常的场景说起。比如新能源汽车，车身减重，将直接提升续航里程。中国汽车工程学会数据显示，纯电车每减重100公斤，百公里电耗会下降5%—7.5%，对应续航提升幅度约6%—8%。“当前，续航里程是消费者决策的重要参考因素，碳纤维在汽车领域的应用即将迎来快速放量。”孙小君说，“此外，轨道交通、船舶制造也是重要应用领域。”

再如体育器材。在吉林化纤集团展厅，一辆碳纤维自行车静静陈列。“不到7公斤，一只手就能轻松举起，骑起来很轻松。”孙小君说，“在体育器材领域，碳纤维正广泛替代传统材料——羽毛球拍、网球拍、高尔夫球杆、滑雪板等，基本实现碳纤维化，消费者正以更优惠价格享受更好产品。”

碳纤维对新能源产业发展具有不可估量的价值。“新能源是碳纤维目前用量最大的领域。”孙小君说，风电叶片轻量化需要大量碳纤维，光伏板要利用碳纤维耐光、耐高温的特性，氢能储气瓶必须使用碳纤维——金属材料既过重，强度也达不到要求。

而在航空航天等战略性新兴产业，碳纤维更是不可或缺的关键材料，是国之重器的核心支撑。拿C919来说，其碳纤维复合材料应用率约11.5%，而在研发中的国产大飞机C929上，碳纤维用量有望超50%。

见证中国碳纤维产业从无到有，由弱渐强，孙小君十分感慨：“20年前，碳纤维以进口为主，产业发展受制于人，今天，进口占比已大幅降低，还大批量走出国门，这是民族工业发展的底气。”

从“做不出”到“做得好”，从“用不起”到“用得广”，从“跟跑者”到“并跑者”再到部分领域的“领跑者”——一根细细的黑色纤维，承载着中国新材料产业自立自强的梦想，也见证着中国制造向中国创造跨越的坚实步伐。

浙江杭州五常街道：

在真实场景里，帮创业者拿订单

李文燕 徐凌琳

“有技术，如何找到场景、拿到订单？”对这个困扰许多青年创业者的难题，浙江省杭州市余杭区五常街道给出了自己的对策。

一个半月，30万元订单，这是创业者师圆圆入驻五常街道青橙国际OPC（一人公司）社区的收获。

前不久，五常发布FDE（前沿部署工程师）精英培育计划，并推动亿道信息、实在智能、比特润湾与青橙国际OPC社区四方签署FDE系统底座共建协议，标志着五常OPC社区从“孵化个体”迈向“交付产业”的关键一步。

过去，不少帮扶措施旨在解决“一个人能不能创业”的问题，此次五常街道推出FDE精英培育计划，瞄准的则是“一个人如何进入产业、完成交付”的更深层命题。

前沿部署工程师，既要懂技术，也要懂场景，能够深入制造、电商等企业一线，将模糊需求拆解为具体任务，再整合智能体、算力、终端等资源，推动方案真正落地。围绕这一定位，五常街道聚焦辖区优势产业智能化改造需求，梳理形成人才需求清单，首期对接不少于30个来自电子商务、制造业等领域的真实场景需求，以真场景、真项目、真订单为载体，构建“实训—实战—认证—复用”的完整链条，推动青年技术人才从“会开发”向“能交付”转变。

通过一场场恳谈会，订单持续释放，截至目前已累计撮合科创订单45笔、金额超百万元。不少创业者表示，这样的生态联动让他们对接到更多真实需求，也看到了技术落地的更多可能。

从“给一个工位”到“找到一个场景”，再到“交付一个项目”，五常街道正以顾问式服务架桥铺路，让更多OPC在真实产业需求中找到自己的成长坐标。

河南省地矿二院拓展“探、采、工、贸”矿业服务链条——

助推矿业合作行稳致远

本报记者 赵帅杰 人民网记者 时 岩

清晨5点，非洲几内亚的热带丛林中，钻声隆隆。来自河南省第二地质矿产调查院（以下简称“河南省地矿二院”）的技术人员，已在这里深耕近20年。

“在海外，我们有黄金、石墨等近30处矿业权。”河南省地矿二院党委书记刘加灿介绍，河南省地矿二院积极延伸产业链条，惠及上下游企业，带动当地就业、培养人才，推进矿业南南合作高质量发展。

谁能想到，如今“家里有矿”的河南省地矿二院，也曾“穷得发不起工资”。上世纪60年代，河南省地矿二院在豫北山区支起帐篷，国家需要什么，他们就背着锤子进山勘探什么。后来，随着勘查任务量减少，发展也面临瓶颈，最紧张的时候，员工工资一度发不出来。

2006年，不少单位“走出去”到海外谋求进一步发展，河南省地矿二院也决定试试水。“最早向海外拓展时，想法很简单，就为奔个出路。”刘加灿回忆，当时给中外矿业公司做勘探服务，出人、出设备、出技术。

那些年，工程师们白天跑野外，晚上对着矿石化验结果琢磨研究，不断优化工程布置，将见矿率逐渐提升到了九成。2009年参加工作的几内亚分院副院长张泽夏，勘察金矿区时，冒着多重风险，在缺水断电情况下画出图纸。找矿时，国内常用勘查思路难以适配当地地质条件，他带队开展找矿理论研究，优化技术方案，开办属地工人培训班，把地勘标尺、工艺、规矩等，分享给当地一线勘探人员，帮助本土队伍掌握了标准化勘查能力。

靠着这股拼劲，河南省地矿二院逐渐在海外赢得口碑、站稳脚跟。在坦桑尼亚，团队把石墨矿的开矿成功率，提升到约10%，大大领先行业平均线。“我们总结60年的找矿经验，通过保护性磨剥工艺，适配当地矿藏资源埋藏浅、鳞片大等特点，为后续产出一批批高质量精粉打下良好基础。”刘加灿说。

海外发展，要算好三本账：资源账、经营账、民生长远账。河南省地矿二院在坦桑尼亚莫罗戈罗地区牵头修建了超90公里的高压输电专线——矿山开采用一半，沿线村庄用一半。“项目到期后，我们把电网无偿移交给当地政府。交通、水利等民生工程也留在当地。”刘加灿说，与非洲伙伴共享发展成果，助推矿业合作行稳致远。

在河南省豫地科技集团支持下，河南省地矿二院赞比亚金精粉首个合作项目落地，蒙古国煤炭上游预结算9.1万吨、肯尼亚锰矿发运1.28万吨、南非铬精粉首批规模化进口……截至目前，国内金精粉全年入库约1.1万吨、出库约0.75万吨，形成稳定周转体系。

“为做强贸易链条，我们还将旗下子公司迁往海南，定位从进出口贸易平台转向国际矿业综合服务平台，借自贸港优惠政策，将技术、资源和贸易同步做深做精。”刘加灿说，公司将持续加强长协定价、分批采购、货权全流程管控等节点管理，持续推进探、采、工、贸一体化发展，让产业链越来越牢固。

河南省地矿二院向矿区附近学校捐赠。 受访单位供图