

从冬奥火炬到高速列车“湾区蓝”

中国石化碳纤维应用再获新突破

□ 张小宝

中国石化集团上海石化自主研发生产的碳纤维日前成功应用于广州地铁18号线“湾区蓝”高速列车。运行数据显示，使用碳纤维复合材料的列车车头罩，性能完全符合运行条件，与同等模块的铝合金材料相比，可减轻重量达35%~40%，有效助力列车减重提速。

就在此前，中国石化还为北京2022冬奥会火炬“飞扬”披上了碳纤维“外衣”，这是全球首次实现以碳纤维复合材料制作奥运火炬外壳，解决了氢燃料燃烧时火炬需要耐高温的技术难题，使其具有“轻、固、美”等特点，能够实现高于800℃的氢气燃烧环境中正常使用，相比冰冷的金属火炬外壳，“飞扬”更加让火炬手感到温暖，助力“绿色奥运”。

碳纤维助力“湾区蓝”列车

据上海石化先进材料创新研究院总经理林生兵介绍，碳纤维是一种含碳量在95%以上的高强度新型纤维材料，力学性能优异，质量是钢的1/4，强度却是钢的7倍~9倍，并且还具有耐腐蚀的特性，被称为“新材料之王”，也被称为“黑黄金”，可广泛应用于飞机部件、轨道交通原材料、车身制造等，在各行各业有着广泛的应用前景。

据了解，广州地铁18号线被誉为粤港澳大湾区最快地铁，最高时速可达160公里，担任运营任务的“湾区蓝”列车是国内首列车头罩采用轻质高强度碳纤维复合材料的地铁列车。自2019年起，中国石化和中国中车开展协同创新，攻克了碳纤维复合材料在轨道交通领域规模应用的关键核心技术，建立了完整的技术研发体系，形成了世界领先的“一站式”轻量化技术解决方案，最终实现了此次碳纤维复合材料在“湾区蓝”列车上的成功应用。

下一步，中国石化碳纤维还将在广州地铁22号线列车上应用。此外，中国石化和中国中车的研发团队还正在积极开展应用于时速400公里高速列车、磁悬浮列车等更高性能等级车型的碳纤维复合材料技术攻关，为我国碳纤维及其复合材料的产业链发展开辟更广阔的领域。

碳纤维技术有着森严的技术壁垒，中国石化集团上海石化是国内较早研发碳纤维并进行产业化生产的企业。早在2012年，该公司采用自主研发的碳纤维成套技术，生产出12K小丝束碳纤维。2018年，该公司成功试制出了具有国际先进水平的48K大丝束碳纤维。截至目前，上海石化拥有申请碳纤维相关专利274项、授权165项，目前申请专利居国内第一、全球第三，是国内第一家、全球第四家掌握碳纤维大丝束的企业。

揭秘“黑黄金”的冶炼之旅

被誉为“黑黄金”的神奇碳纤维，背后其实有着很曲折的逆袭历史。碳纤维第一次被提出要追溯到1880年，发明电灯泡的爱迪生首次提出了用碳纤维做电灯的灯丝。然而，由于当时的碳纤维亮度不高、制作方法复杂、寿命比钨丝短，最终被钨丝取代了。

20世纪早期，粘胶和醋酯等人造纤维的出现，把碳纤维技术引入“再发明”时代。20世纪50年代初，美国Wright-Patterson空军基地以粘胶纤维为原料，试制碳纤维成功，产品用作火箭喷管和鼻锥的烧蚀材料，效果很好。到20世纪60年代初，日本大阪工业研究所的近藤昭男发明了以聚丙烯腈(PAN)纤维为原料制取碳纤维的方法，并取得了专利，开启了日本的PAN基碳纤维之路。PAN基碳纤维在军工、航空飞机部件、锂电池、体育用品领域的广泛应用带来了20世纪70年代碳纤维产业的飞速发展。

1969年，日本碳公司开发高性能PAN基碳纤维获得成功。1971年，东丽公司将产品Torayca投放市场。随后，产品的性能、品种、产量不断发展，至今仍处于世界领先地位。1982年起，日本、美国、英国的多家公司先后生产出高强、超高强、高模量、超高模量、高强中模及高强度高模等类型高性能产品，使应用开发进入一个新的高水平阶段。

我国在20世纪六七十年代也开始了碳纤维研究，但是由于技术与装备封锁，长期发展缓慢，工艺流程长、关键控制点多，其难度可想而知。早在20世纪80年代，上海石化作为国内最大的腈纶生



中国石化碳纤维应用再获新突破

近日，中国石化上海石化自主研发生产的碳纤维成功应用于广州地铁18号线“湾区蓝”高速列车。运行数据显示，使用碳纤维复合材料的列车车头罩，性能完全符合运行条件，与同等模块的铝合金材料相比，可减轻重量达35%~40%，有效助力列车减重提速。

(图片由中国石化新闻中心提供)

产企业，依托腈纶产业优势，率先

开展对碳纤维的交流调研和技术研究工作，并积累了一定的经验。2007年，中国石化决策部署PAN基碳纤维的研发和产业化攻关工作，并将建设项目落实在了上海石化。

2012年9月，采用自行开发的国内独有的NaSCN(硫氰酸钠)湿法工艺、自主知识产权的成套技术，上海石化年产3000吨原丝、1500吨碳纤维项目一阶段工程建成投产，形成了每年3000吨聚合物、1500吨原丝、500吨碳纤维的工业化生产能力。

时隔10年后，2021年5月，上海石化1000吨/年碳纤维生产线建成投产，产出合格产品。随后，在建设二阶段项目中，国产装备应用率较一阶段项目提升了10%，进一步增强我国碳纤维关键核心技术，提升我国碳纤维生产的综合竞争力。

在碳纤维行业内，人们通常将每束碳纤维根数大于48,000根(简称48K)的称为大丝束碳纤维。目前，国内每束碳纤维基本处于1000根~12,000根之间，称为小丝束。48K大丝束最大的优势，就是在相同的生产条件下，可大幅度提高碳纤维单线产能和质

量性能，并实现生产低成本化，从而打破碳纤维高昂价格带来的应用局限。

可以说，从12K到48K的成功突破，标志着上海石化碳纤维技术从量变到质变的飞跃，不仅填补了国内空白，而且达到了国际先进水平。

从一滴石油到碳纤维

其实，碳纤维和我们日常戴的口罩“同宗同源”，它们都是亿万年前深埋在岩石地层里的、一坨黑乎乎的——石油。

以最主流的PAN基碳纤维为例，从亿万年前形成的原油到2022北京冬奥会“飞扬”的制备流程十分漫长，也是一次漫长的“飞扬”之旅。

被石油工人开采出来的石油进入炼厂之后，经过常减压装置蒸馏处理，可以从中提取石脑油等组分。接下来将石脑油送到乙烯装置，在温度700℃~900℃的乙烯裂解炉中，将其裂解成丙烯。当丙烯与氨、氧气走到一起，在催化剂的推波助澜之下，发生了丙烯氨氧化反应，得到了碳纤维的原料——丙烯腈。

丙烯腈单体经过聚合反应，不断连接在一起，形成了具有螺

旋结构的聚丙烯腈大分子长链，这些长链卷曲缠绕在一起，形成了聚合物聚丙烯腈。聚丙烯腈不溶于水，需要加入特殊溶剂，而后缠绕在一起的大分子链才能变成流动的纺丝液体。通过机械剪切和管道输送，大分子逐渐有序排列，纺丝液从类似于淋浴花洒一样的喷丝板的喷丝孔里高速挤出，在特制的溶液中凝固成型。经过一系列的机械拉伸后，形成致密规整的白色原丝。白色原丝再经过氧化、高低温碳化等连续工艺，就像生面团烤制面饼，颜色从白变黄，再从黄变黑，纤维也越变越细，最终形成“黑黄金”碳纤维。

“在当今世界高速工业化的大背景下，碳纤维用途正趋向多样化，凭借着轻而强、耐高温、耐腐蚀、耐疲劳、结构尺寸稳定性好及可大面积整体成型等优异性能，碳纤维已在航空航天、国防军工和民用工业的各个领域得到广泛应用。”林生兵介绍说

目前，上海石化正着力打造中高端新材料产业集群，努力打造以碳纤维产业为核心，以聚酯、聚烯烃、弹性体、碳五下游精细化工新材料产业为延伸的中高端新材料产业集群，为“中国制造”产生积极的推动作用。

持续推动绿色低碳发展 中国石油初步完成清洁能源布局

□ 齐慧

中国石油天然气股份有限公司(以下简称“中国石油”)近日公告，预计2021年实现净利润同比增加710亿元~750亿元，增长374%~395%，创7年来最好水平。

持续推动绿色低碳发展，是中国石油取得良好业绩的重要原因。2021年，在确保能源供给保障国家能源安全的前提下，中国石油在清洁能源领域寻求突破，实现了“油气热电氢”协同发展新格局，新增新能源开发利用能力345万吨标煤，总能力接近700万吨标准煤/年，创历史新高。

布局氢能产业链

2021年的最后一天，中国石油上海平霄路氢合建站正式投入运营。这是中国(上海)自由贸易试验区首个油氢合建站项目，占地面积近3000平方米，集加氢、加油、充电、便利店等服务于一体。开业当天，引来不少好奇的司机“尝鲜”。

氢能作为推动全球能源转型的一种可行技术路线，逐渐成为世界能源领域的热点话题。中国石油踊跃参与其中，希望通过技术突破，探索出清洁能源发展新路径。

位于北京冬奥会崇礼赛区的张家口太子城服务区加氢站于2021年2月投入使用。“加氢站建设的背后，是中国石油打造的一条氢供应链。”中国石油河北销售公司崇礼北综合能源新形象站站长秦渊说，前端是北京、河北一批加氢站、综合能源站相继投产，后端是华北石化建成投用的500标准立方米/小时副产氢提纯装置，每天满负荷生产可产出纯度接近100%的氢气4750公斤~5500公斤，为近千辆氢燃料电池车提供服务。

中国石化发展计划部副总经理陈明卓介绍，中国石油目前在北京、河北、重庆等地建成8座加氢站、6座换电站、3座综合能源服务站，在环渤海、陕甘宁等7个区域部署建设19个氢提纯项目，氢气年产能将超过260万吨。

地热跑出加速度

在关注氢能这个“新选手”的同时，中国石油还注重更好发挥其他“老选手”的作用。这个冬季，在全国正式供暖前，从辽河到雄安新区、从唐山到德州，中国石油新投产的6个地热清洁供暖项目全部加入“保供大军”，新增供暖面积900多万平方米。

在地热领域，中国石油发展迅速。毗邻雄安新区的华北油田，高效开采油田深层的地热资源，用于石油新城、万锦新城等小区供暖，坚持100%同层无压回灌，实现地热供暖可持续发展；在辽河油田，锦州采油厂欢三联合站地热应用工程是中国石油典型地热工业应用示范项目，利用10口地热井替代原水套加热炉，实现清洁供热。

“中国石油积极开拓地热产业，加大对内清洁替代、对外清洁供能。”中国石油集团勘探与生产分公司新能源处处长苏春梅说，眼下，中国石油正致力打造京津冀清洁供暖示范、东北用能

替代示范和长三角采暖制冷示范“三大示范区”，受益人口达350万，年替代标煤400万吨，年减排二氧化碳约1000万吨。

光伏发电谋突破

如果说氢能与地热利用的是石油生产副产品和地质资源，还属于石油公司的业务延伸，那么，中石油光伏发电基本已经摆脱对化石能源的依赖，迈向新的领域，开启老油田新能源产业发展的新篇章。

2021年12月27日，对于中国石油新能源业务“六大基地”之一的玉门来说，是一个特殊的日子。这一天，玉门油田200兆瓦光伏并网发电示范项目正式并网发电，这座巨大的光伏发电基地年发电约4亿千瓦时，节约标准煤约11万吨，减排二氧化碳约97吨、二氧化硫28万吨。

这是中国石油第一个获得保障性并网指标、批复立项装机容量最大的光伏发电项目，也是甘肃省最大的单体并网光伏发电项目。

2020年11月，玉门油田第一座太阳能综合利用试点示范项目——老君庙采油厂太阳能综合利用试点示范项目建成投运，年发电总量155万千瓦时，约减少碳排放1545吨，节约标煤626.2吨。其成功投运是玉门油田向新能源业务发展迈出的第一步，也为油田后期光伏项目建设积累了宝贵经验。

同样是在西部，中国石油的绿色清洁发展步伐不断加快。宁夏销售公司建成国内首座BIPV光伏发电油气合建站，相比传统的BAPV光伏发电模式，其效率高、寿命长、成本低。而塔里木油田已有12座泵站建设太阳能光伏发电灌溉示范点，替代柴油机发电灌溉。目前正在建设的塔中沙漠公路太阳能利用工程，完工后将实现全长436公里的沙漠公路光电抽水灌溉全覆盖。

如今，中国石油对外清洁电力新增光伏装机20万千瓦，已有117座加油站开展充电业务，91座加油站开展光伏发电业务，初步完成清洁能源布局。

企事录

中国节能护航“绿色冬奥”

本报讯 为努力践行“绿色办奥”理念，中国节能集团充分发挥主业优势，承担起冬奥会期间北京市部分固体废弃物和污水的处理保障工作。

中国节能所属中环水务小汤山再生水厂与马池口再生水厂利用精确曝气系统、多段式A2O工艺等智慧水务手段提质降耗，预计每日可处理污水8.5万吨，减排COD14.5吨，减排氨氮1.7吨，为冬奥会的顺利举办做好一流“排水保障”。此外，两个水厂还利用污水源热泵技术将蕴藏在污水中的低品位热能提取出来，为厂区供暖，折算下来，每日可节约标准煤136吨，减排二氧化碳339吨。

除了污水，奥运场馆、运动员驻地等产生的大量生活垃圾也需要得到安全高效处理。由于涉奥场所垃圾具有特殊性，因此需要按照医疗废弃物处理标准进行处置。作为涉奥场所生活垃圾接收处置定点单位，中国节能所属北京南宫生物质能源有限公司为了实现垃圾直接入炉焚烧，特地新建了一条50吨/日的自动上料系统，并将原有处理设施与新建系统进行结合、优化，进一步提升垃圾处置能力。冬奥会期间，南宫生物质公司预计可处置涉奥场所生活垃圾超3000吨，为冬奥会的赛事环境提供良好保障。(丽敏)

正泰增亮冬奥会“绿色”底色

本报讯 在北京冬奥会的各个赛场上，各路健儿英姿飒爽正酣战。赛场外，同样有一些靓丽身影奔忙不休，他们来自正泰集团，以“低碳”“智能”等元素，增亮冬奥会“绿色、科技、智慧”底色。

北京冬奥会场馆使用的电力来自可再生能源，也就是绿电。这些风电、光伏等绿电全部来自张家口，正所谓“张北的风点亮北京的灯”。据了解，正泰集团为冬奥会光伏迎宾廊道提供了120MWp光伏发电EPC总承包建设服务。项目以“治理雾霾、申奥、生态、绿色能源、惠民”为立意主题，在规划设计上坚持“绿色文脉”的理念，把光伏与绿化、展示与示范相结合，在绿化城市、美化环境、恢复生态的基础上，充分诠释了中国光伏新能源产业新技术应用和“绿色冬奥”理念。

该项目地处山地丘陵，正泰项目团队对应用环境做了充分系统的评估后，应用多路MPPT技术高效协调光伏面板、蓄电池、负载的工作，并采用60kW和500kW光伏逆变器作为承担整个电站光伏逆变功能的核心设备，确保电站稳定、高效及智能化运行，为奥运迎宾廊道保驾护航。

此外，正泰集团还为冬奥会配套设施——张家口京能尚义同家梁200MW风电项目、京能康保风电项目提供130余台箱式变电站，对冬奥会主干道光源进行了绿色、低碳化改造升级。

京张高速铁路是冬奥会重要配套工程。高速铁路穿过高寒、闯过风沙，穿过八达岭隧道、潜行过古长城，全线共设置10个站点。复杂的环境是对技术迭代的考验，稳定的运行是对技术革新的挑战。正泰集团为其中张家口站、八达岭站、怀来站等7个站点提供了数智产品——NG7-12(Z)充气柜。产品采用全密封结构方案、模块化设计，所有带电部件均置于密封的不锈钢壳体内，不受外部环境的影响，确保高可靠性和安全性要求，全天候保障京张高铁电力供应高品质需求。(陈学谦)

天合光能入选“全球能源转型TOP100创新企业”

本报讯 全球能源转型浪潮下，具备创新引领实力的企业受到关注。路透社日前发布《全球能源转型TOP100创新企业》报告显示，天合光能凭借领先的光伏组件和跟踪支架技术入选“太阳能和风能”领域十大创新引领企业名单，这也是唯一入选“全球能源转型TOP100创新企业”的中国企业。

该报告划分十个领域，包括数字技术、氢能、碳捕集与封存、太阳能和风能、绿色金融、储能、航运与物流、电网系统、特殊技术、深度脱碳，在每个领域各评选出十家最具创新能力的企业。

入选该榜单，是对天合光能创新实力的认可。据悉，1997年该企业创建时就提出“用太阳能造福全人类”的目标。成立25年来，在持续创新战略引领和高比例研发投入投入下，天合光能在光伏领域的科技创新成就突出。

2010年，天合光能获批建立“光伏科学与技术国家重点实验室”，是我国首批获得科技部认定的光伏企业国家重点实验室，依托该国家级创新平台，天合光能逐渐形成一支国际一流的光伏科研队伍，并构建起国际领先的技术创新能力。

2018年，天合光能成为“中国工业大奖”的首个光伏行业获奖企业；2019年，被认定为“国家企业技术中心”。2021年，天合光能主导的“高效低成本晶硅太阳能电池表面制造关键技术及应用”项目荣获我国光伏技术领域首个国家技术发明奖。

2022年2月7日，天合光能被评为江苏省常州市“工业五星企业”并荣获“纳税百强企业奖”“销售规模奖”，董事长高纪凡荣获“工业明星企业家”称号。

据悉，下一步，天合光能将在碳中和大潮中，以持续的创新引领，为全球能源转型注入“天合智慧”和“天合力量”。(张小宝)