

# 创制纤维新材料 织就美好新生活

朱美芳

2024年6月，嫦娥六号着陆器携带的五星红旗在月球背面成功展开，这一抹亮眼的“中国红”由玄武岩拉成的细丝织就，代表了国际纤维材料技术前沿。早在远古时期，人类就开始利用动物皮毛、树皮和草叶等天然纤维材料制成衣物抵御寒冷。与人类社会同步发展的纤维材料，正借助一系列新技术焕发新貌，从缝制衣服的布料演进为服务于衣食住行和生产生活方方面面的先进基础材料。

## 从提取天然纤维到合成纤维高速发展

纤维材料是指具有足够的细度（直径<100微米）和长径比（长度/直径>1000），具有定向导向性、可编程性、可柔性加工的物质。纤维材料技术诞生于实用需要。伴随体毛逐渐退化，人类学会了从亚麻、棉花、羊毛和蚕丝等动植物中提取纤维，将其精制成为柔软和耐用的布料。在古印度，棉花被织成布料，由此传遍世界各地；古埃及人用亚麻制作衣物；中国的丝绸不仅实用与美感兼具，也以此为纽带形成了沟通世界的丝绸之路，推动了贸易发展与文化交流。这些天然纤维来自大自然，从原有材料或人工饲养培植的动植物身上直接取得，普遍具有较好的吸湿性、透气性、亲肤性和环境友好特性，主要应用于纺织工业。

天然纤维细度和长度不均匀、伸长能力弱，化学纤维技术应运而生。早在1664年，科学家提出设想：对天然高分子或人工合成高分子材料进行加工处理，制成纤维材料。但由于当时人们对纤维的基本结构知之甚少，这一想法直到200多年后的19世纪才得以实现。1891年，人造丝（粘胶纤维）首次制造成功，标志着人类开始有能力制造化学纤维。1935年，聚酰胺纤维的发明，开创了合成纤维的历史。这种纤维材料还有一个人们熟悉的俗称：尼龙。尼龙的耐磨性是棉花的10倍，强度比棉花高1—2倍，比羊毛高4—5倍，能经受上万次弯折而不断裂，化学稳定性强，是衣物、绳索等的理想材料，在多个领域迅速取代天然纤维。紧随其后，由有机二元酸和二元醇通过化学缩聚得到的合成高分子制成的聚酯纤维（涤纶）、以石油精炼副产物丙烯为原料制成的聚丙烯纤维（丙纶）等合成纤维相继问世。



朱美芳肖像画。

张武昌绘

身手。又如芳香族聚酰胺纤维（芳纶），以其防弹、防火和耐化学腐蚀的特性，在工业防护和军事领域占据重要地位。还有超高分子量聚乙烯纤维，以其极高的强度和优异的耐磨性能，成为高强度绳索的首选。

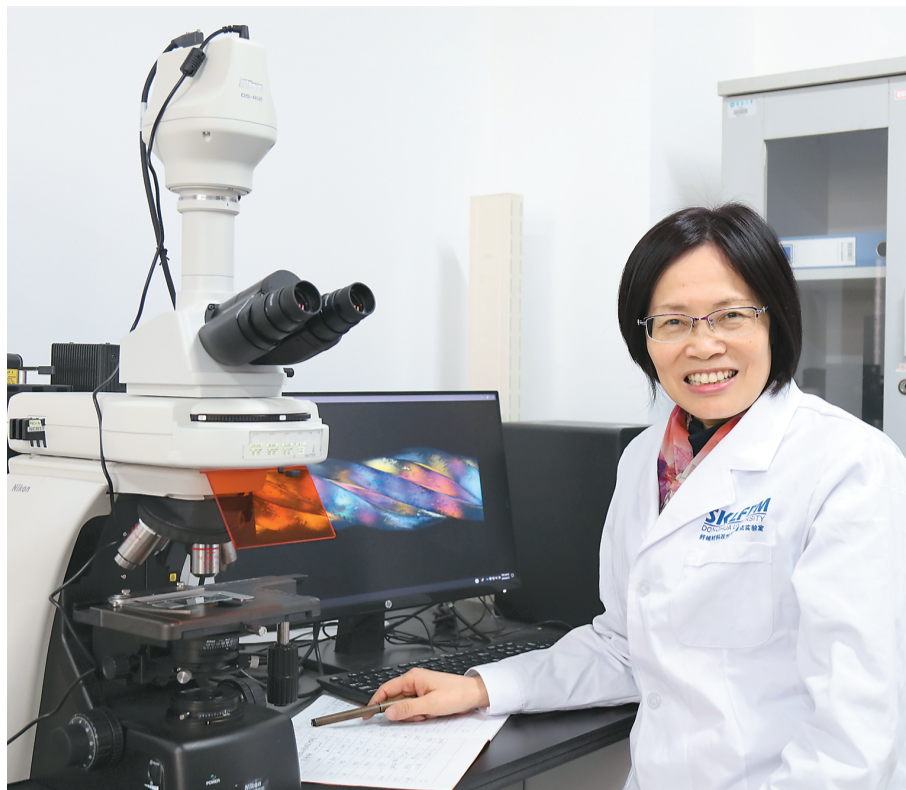
## 新型纤维材料的研究应用正迈上新台阶

单就材料性能而言，合成纤维似乎已经达到极限，但科技发展永远需要想象力。在不少科幻电影里，人们身上的衣服不仅可以“七十二变”，还集成了各种电子产品，像一位智慧超群的得力助手。随着材料科学不断发展并与光学、电磁学、信息技术等其他学科交叉融合，智能纤维材料有望让科幻场景变成现实。

智能纤维材料集成传感器和各种功能材料，能够敏锐感知并响应外界环境

的微妙变化。这样的特性源自其多尺度精细结构，独特的光、电、力、热、磁性能以及柔性功能。由此，便携式电子产品、人机接口电极、能量存储和转换设备等都能够集成于纤维状智能材料，并被编织成可穿戴、可响应、可美化的柔性纺织品，在智慧监测、智慧医疗、智慧交通、智慧生活等领域发挥重要作用。

以一种新型“不插电”智能纤维为例，它基于与人体相匹配的能量交互机制，集无线能量采集、信息感知与传输等功能于一身。这种纤维编织成的智能纺织品，无需依赖传统的芯片和电池，便能实现发光显示、触控等人机交互功能，有效简化可穿戴设备和智能纺织品的硬件结构，有望解决目前可穿戴设备“不舒服”的难题。这一突破性成果，为人与环境的智能交互开辟新的可能，展现了智能纤维材料的广泛应用前景。未来，智能纤维将在与生产生活各领域的



朱美芳在实验室。

资料图

融合发展中，伴随我们走进更加智能、便捷和舒适的未来生活。

在交叉融合以外，新型纤维材料也在最基础、最本质的材料来源上努力实现突破。科学家们将目光投向遥远的月球，创制一种神奇的纤维材料——月壤纤维。月壤，这层覆盖在月球表面的神秘面纱，由细小的岩石、矿物颗粒和微小的玻璃珠组成。它的主要成分包括硅酸盐、氧化物和少量金属元素，通过高温熔融和拉丝技术，这些成分可以转化为具有卓越性能的纤维材料。在地球上，玄武岩纤维以其优异的力学性能、耐腐蚀性、宽广的工作温度范围和低热导率，成为建筑、交通等领域的重要材料。月壤与地球的玄武岩矿石在成分和性质上有着惊人的相似之处。借鉴地球上玄武岩纤维的制备技术，利用月壤拉制的纤维有望成为月球基地建设材料，满足原位取材需求。有了“造房子”的材料，到地球外长期居住并进行能源开发也许会成为现实，进而打开人类通往宇宙深处的大门。

随着科技不断进步，新型纤维材料的研究应用正迈上新的台阶。目前，科研工作者正充分利用材料科学、物理化学、电子信息、系统科学等多学科知识，不断创制新型纤维材料，赋予其前所未有的性能和功能。直径更细、链取向更

加工特性，其应用已经超越了传统织物和纺织品，在战略性新兴产业如人工智能、电子信息、航空航天、新能源、生物医药等领域具有更广泛的应用。纤维新材料的发展具有高科技、高效能、高质量特征，亟须与物理、化学、生物、医学和信息技术等融合，开发具有高性能、多功能、更智能和可持续发展的纤维材料与器件，实现多功能耦合与杂化，满足未来产业的应用需求。随着基础研究的发展和纤维制造技术的进步，中国化纤行业稳步增长，世界上大约70%的合成纤维产自中国。然而，国内基础理论与高性能纤维及其复合材料的产业发展仍然落后于发达国家。一些关键技术的工业化仍未解决，因此部分高性能纤维和复合材料仍然依赖进口。纤维材料，特别是高性能、生物基和可持续纤维材料，在“十四五”规划中被列为亟须改进和发展的关键战略性新兴产业。

与此同时，人工智能正在影响着每个人的生活，具有交互式功能的智能纤维被认为是下一代纤维。随着纳米技术和材料科学的发展进步，我们团队通过有机-无机杂化策略，引入多功能单元，设计构筑跨尺度（包括分子、纳米、微米级）结构，并建立功能耦合和传递机制，将智能功能融入纤维中，以实现光电转换、力学响应和生物兼容性等多种功能。基于多尺度精细结构及独特的光、电、力、热、磁性能的一维材料体系成为“F (Functional) + I (Intelligence) + B (Brainy) + E (Electronic) + R (Responsive)”闭环系统的重要组成部分。基于智能纤维的便携式电子产品、人机接口电极、能量存储和转换设备可以被编织成可穿戴纺织品，未来将在智慧监测、智慧医疗、智慧交通、智慧生活等领域发挥关键作用。

总体而言，纤维制备的挑战是如何制备具有更细直径、更好链取向、更少结构缺陷并以最小的能量实现更复杂功能的纤维。纤维科学已经成长为一个多学科交叉的研究前沿，纤维技术也成为影响和引导现代工业发展方向的重要技术领域。纤维材料作为新质生产力的典型代表，其发展目标是通过技术创新和突破，充分利用材料科学、物理化学、电子信息、系统科学等多学科知识，基于耦合和杂化理念，创制纤维新材料，服务国家战略产业和产业转型升级。

一根根纤维，见证了人类的发展，连接着未来生活。从天然纤维的质朴，到合成纤维的多样，再到智能纤维的奇妙，纤维材料每一次技术革新和发展，都不断为人类生活增添新的色彩，带来新的惊喜。

如今，纤维材料科学已成为多学科交叉的研究前沿，纤维技术也成为现代工业发展的重要组成部分。我们期待，更多先进纤维材料为生产生活带来便利，为中国产业转型升级注入强劲动力。

（作者为中国科学院院士，东华大学材料科学与工程学院院长、纤维材料改性国家重点实验室主任；长期从事纤维材料的复合化、功能化和智能化研究，提出并建立了热塑性聚合物纤维功能化设计思路 and 全流程功能化技术体系，创建了介观诱导制备智能纤维的新方法；获国家技术发明奖二等奖、国家科技进步奖二等奖、何梁何利科学与技术青年创新奖、全国创新争先奖状等）

据新华社北京电 长久以来，人们普遍认为学习和记忆通常只与大脑有关。美国一项新研究表明，身体中的其他组织细胞也具有类似功能。这为了解记忆形成过程开辟了新途径，并为治疗与记忆有关的疾病等带来新可能。

美国纽约大学研究人员研究了人类的两种非脑细胞：一种来自神经组织，一种来自肾脏组织。他们让这些非脑细胞接触不同模式的化学信号，就像我们在学习新信息时脑细胞接触神经递质这种化学物质一样，以模拟随时间推移的学习过程。作为回应，非脑细胞会产生跟脑细胞相同的模式，开启一种“记忆基因”。

为更直观地监测非脑细胞的记忆和学习过程，研究人员对这些细胞进行改造，使其产生一种发光的蛋白质，这种蛋白质能够显示“记忆基因”何时开启、何时关闭。

研究人员发现，这些非脑细胞能够识别化学脉冲（用以模拟大脑中神经递质的激增）的重复模式。当脉冲以间隔方式发送时，它们会比一次性发送相同数量的脉冲更强烈地激活“记忆基因”，激活持续时间也更长。这一现象与大脑中神经元的记忆和学习能力相似，表明非脑细胞同样具备学习和记忆功能。

研究人员认为，这表明学习能力并不是脑细胞所独有的，可能是所有细胞的基本特性。这一发现为了解记忆的工作原理打开一扇新大门，并可能带来更好的方法来提高学习能力和治疗与记忆有关的疾病。

该研究成果近日发表在新一期英国《自然·通讯》杂志上。

新研究发现记忆不只存在于大脑中

## 天峨龙滩特大桥摘得 IABSE 大跨公路与铁路桥最高奖

本报电（记者张保淑）在近日举行的2024年度国际桥梁及结构工程协会（International Association for Bridge and Structural Engineering，简称：IABSE）颁奖典礼上，由中国广西大学郑皆连院士团队负责设计和施工技术的天峨龙滩特大桥摘得 IABSE 大跨公路与铁路桥最高奖。

天峨龙滩特大桥是广西南丹至天峨下老高速公路的控制性工程。大桥主桥为上承式劲性骨架混凝土拱桥，计算跨径600米创拱桥跨径世界纪录，且比上一个混凝土拱桥跨径世界纪录一次性大幅提高155米。大桥建造过程中，在劲性拱骨架强度选择、外包混凝土浇筑、外包混凝土材料、降低混凝土应力水平和拱肋纵向配筋优化等方面实现了系列重大技术创新，取得了显著的技术和经济效益。

国际桥梁与结构工程协会成立于1929年，现有4200名会员，来自100多个国家和地区，是会员国最多的国际土木类协会。在本次评选中，天峨龙滩特大桥从众多国际大跨桥梁中脱颖而出，摘得 IABSE 大跨公路与铁路桥最高奖。

## 货运航天飞机“昊龙”全面开展工程研制

据新华社广州电（记者洪泽华、顾天成）中国航空工业集团副总经理张继超近日表示，我国自主设计研制的货运航天飞机“昊龙”已完成方案设计，正全面开展工程研制，力争早日实现首次空间站货物运输任务。

张继超是在第十五届中国航展新闻发布会上作出上述表示的。

“昊龙”货运航天飞机采用商业运载火箭发射，能够与我国空间站交会对接。完成货物上下行之后，可无动力自主返回，并水平着陆于指定机场。”张继超说，“昊龙”货运航天飞机具备突出的可重复使用能力，能再入大气层飞行、水平着陆，兼顾空间站上行和下行运输，实现航天器航班的回收处置和重复使用，大幅降低货运飞行器的重复使用周期和单次任务成本，相比传统货运飞船具有更好的经济性和下行运输能力。

发布会现场，航空工业集团播放了“昊龙”货运航天飞机与中国空间站交会对接并返回自主着陆的演示动画。

中国航空工业集团新闻发言人吴基伟表示，“昊龙”货运航天飞机是中国航空工业集团发挥航空技术优势，开发商业航天产品的新起点。

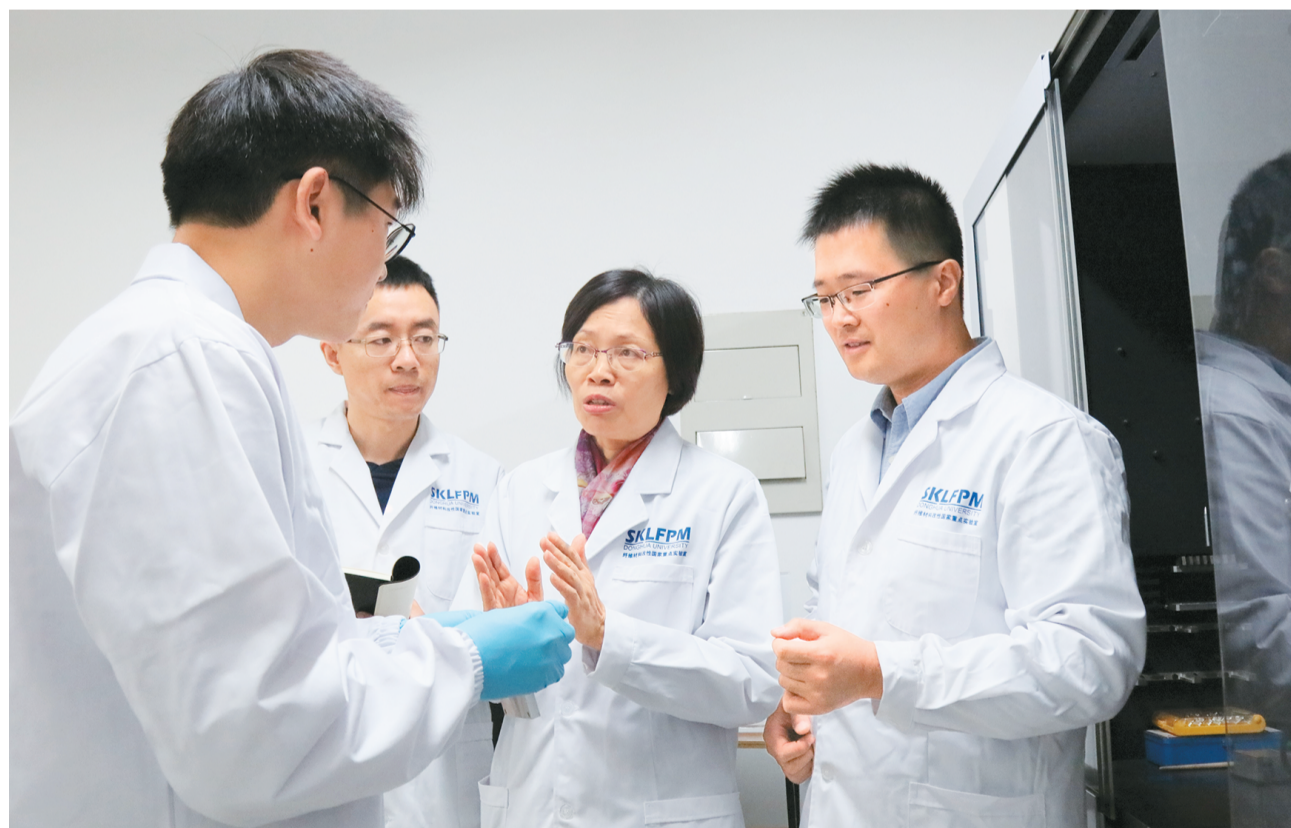
“分隔大气层和宇宙空间的‘卡门线’不是我们的分界线，宇宙空间足够广袤，容得下世界各国足够的技术路线去探索、去拓展、去成功。”吴基伟说。



近日，安徽省淮北市首府实验小学举行“校园科技节”。学生们在老师的指导下体验趣味科学实验、参观无人航展、人工智能机器人趣味赛等项目。

图为小学生在参加科普大篷车VR体验。

万善朝摄



朱美芳（右二）与团队成员在讨论实验中遇到的问题。

资料图

好、结构缺陷更少，以最小能量实现更复杂功能及更高性能，成为新型纤维材料的发展方向。除了性能上的飞跃，未来的纤维材料还将对自然更加友好。基于人类的可持续发展，生物基纤维和生物可降解纤维的创新开发，将为我们解决环境污染问题提供新的思路。

## 服务国家战略产业和产业转型升级

由于纤维材料的柔性和多样化的可

科技名家笔谈·75年家国

中国科协科学技术传播中心、陈家庚科学奖基金会与本报合作推出