

# 产业用纺织品

## TECHNICAL TEXTILES

2025年  
2月

■ 不惧万里，不负日月！ 2025，以奋斗回应时代

■ 前沿织物与人间冷暖

■ 2024年1～11月产业用纺织品行业运行简况

cinte  
techtextil  
CHINA

## 第十八届中国国际产业用纺织品及非织造布展览会

The 18<sup>th</sup> China International Trade Fair for Technical Textiles and Nonwovens

始于  
Since 1994

2025.9.3 – 5

上海新国际博览中心  
Shanghai New International  
Expo Centre, China

PERFORMANCE.

FUTURE.

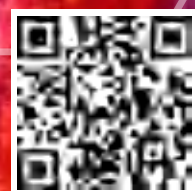
FUNCTION.



CNITA



messe frankfurt



cinte官方网址



cinte官方微信



### 核心技术

- 锥形齿技术
- 柔性分梳、保护纤维
- 表面强化处理
- 具有自主创新性
- 具有自主知识产权
- 整体水平达到国际先进



# 纺粘熔喷非织造布设备

全球安装超**1000**条 最高速度达**800**米/分钟

SSMMSS · SSMMMS · SSSMS · SMMSS · SSMS · SMMS · SMS  
SSSS · SSS · SS · S · PET · PLA · M · PET/PET · PE/PP



**昌隆非织造**  
了解我们更多信息，请访问  
[www.clchina.com](http://www.clchina.com)

180 5773 1588   
0577 8608 8788   
[cl@clchina.com](mailto:cl@clchina.com) 



**CLNONWOVEN**  
**昌隆非织造**

浙江朝隆纺织机械有限公司



# 擦拭领域全新材料 禾纺非织造布

柔软

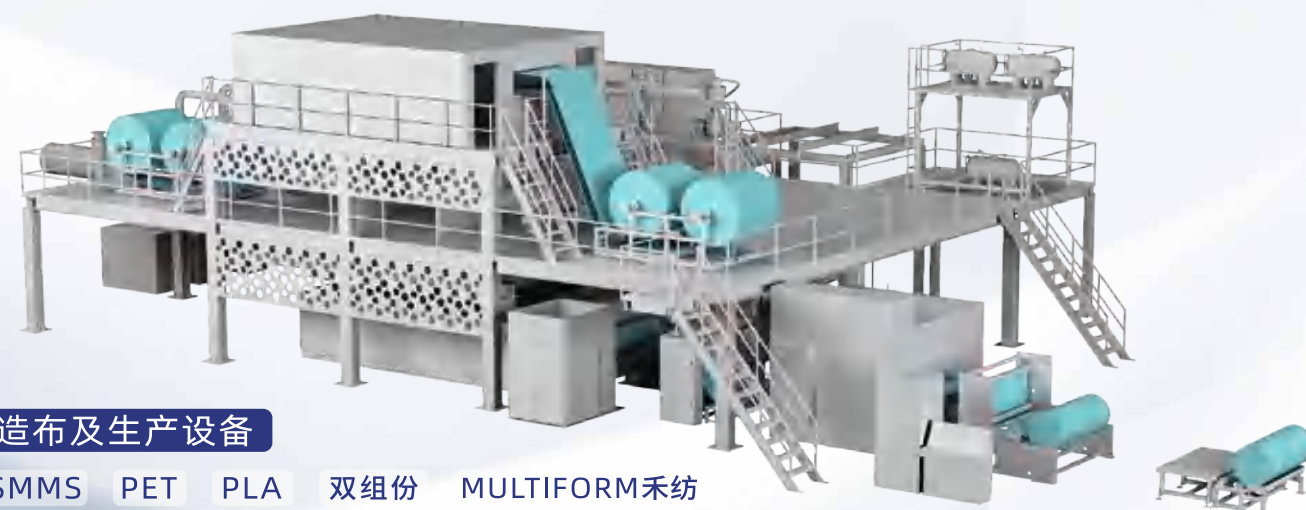
细腻

蝴蝶压花处理

## 25<sup>+</sup>年行业经验 全新推出 禾纺非织造布生产线

自主研发

多项专利



销售非织造布及生产设备

SMMS SSMMS PET PLA 双组份 MULTIFORM禾纺

上海泰慈康实业有限公司坐落于上海市金山区，具有深厚的纺粘非织造布设备制造经验以及高端产品的研发生产能力，中国产业用纺织品行业协会纺粘法非织造布分会会长单位。

☎ 13858875588/13918282169

✉ czf@kfnonwoven.com

🌐 www.chinakingfo.com

上海市金山区亭林镇林盛路28号

a Sateri brand

同肌肤 天然亲近

EcoCosy® 优可丝® Lyocell By Sateri

赛得利是全球高品质纤维素纤维行业领导者之一，纤维广泛应用于各类纺织品和亲肤卫生用品（婴儿湿巾、美容面膜、医用敷料和其他一次性卫生用品等应用），以卓越性能为客户提供舒适的体验。

赛得利在中国拥有 14 家制造工厂，年产能可达 180 万吨，是目前世界最大的纤维素纤维制造商之一。



Pure  
纯净

天然吸湿，源自 100% 种植林木  
温和亲肤，100% 生物基认证  
完全生物降解，无有害物质残留



Caring  
体贴

柔软贴肤，平滑透气  
从种植到环境保护，全程责任关注



Safe  
安心

悉心构建全过程可追溯体系  
权威国际认证



更多资讯请访问: [www.sateri.com](http://www.sateri.com)

联系电话: (86-21) 3861 6888

赛得利官方微信

优可丝®官方微信

赛得利莱赛尔官方微信



## 卫材用无纺布

Nonwoven Fabrics For Hygiene Application



必得福一直为卫材行业的生产供应优质的拒水SSMMS、亲水SSMMS、超柔软系列SSS、压花打孔无纺布、亲水SSS、左右贴基布以及弹力无纺布,全面应用于卫生巾、婴儿纸尿裤以及成人失禁裤。车间配有完善专业的检验室,即时检验现场生产产品的所有技术指标,为客户提供稳定可靠的保证。

Beautiful Health has been consistently supplying high-quality hydrophobic SSMMS, hydrophilic SSMMS, super soft series SSS, embossed & perforated SSS, hydrophilic SSS, hook base S/SSS and elastic non-woven fabric etc., which are fully used in Sanitary napkin, baby diapers, and adult incontinence diapers. Our well-equipped facilities and excellent quality control throughout all stages of production enable us to guarantee total customer satisfaction.

## SSMMS医疗用无纺布

Nonwoven Fabrics For Medical Application



必得福的医用SSMMS无纺布拥有一个独特的多层纺粘/熔喷组合结构,在拥有高阻隔性的同时兼具良好的透气性。这是医疗、防护用产品的上佳原材料,真正为医护工作者和病人带来福音。

Beautiful Health's SSMMS medical barrier fabric has a unique multi-layer spunmelt construction that provides superior barrier protection and excellent breathability. It is an ideal fabric for a variety of medical and protective products. It has become a preferred choice due to its performance, protection and cost effectiveness for many healthcare staff and patients.

用于制作手术衣、手术铺单、手术包、灭菌包布、防护服

Used for making Surgical Gowns / Surgical Drapes / Surgical Packs / Sterilization Wraps / Protective Coveralls Application.

## 一次性医疗用品

Disposable Medical Products



专业生产手术衣、手术铺单、手术包、隔离衣、防护服、口罩

Specializing in the production of Surgical Gowns / Surgical Drapes / Surgical Packs / Isolation Gowns / Protective Coveralls / Face Mask

广东必得福医卫科技股份有限公司  
GUANGDONG BEAUTIFUL HEALTH CO.,LTD.

地址:广东省佛山市南海区九江镇沙龙路一号  
1 Shalong Rd, Jiujiang Town, Nanhai, Foshan City, Guangdong, China(528208)

☎+86-757 8691 0199 ☎+86-757 8691 6230 ✉info@btf.top 🌐www.btf.top



必得福官网

# 技术领先的 aXcess 系列产品

助您抢占先机

安德里茨是全球知名的非织造解决方案的整线设备提供商,产品覆盖针刺和水刺工艺。安德里茨一贯以满足持续增长的市场和客户需求为使命,不断驱动技术革新。整线及其独立组件由安德里茨非织造与纺织欧洲技术中心研发,在中国无锡的安德里茨工厂生产和组装。

整线解决方案包含及时响应的售后服务,及产品全生命周期的技术支持。稳定运行的产线降低运营成本,显著提高生产效率。产线的高度自动化和数据同步,安德里茨可为客户提供优秀的产品质量与稳定的运行安全。整个过程只需极少的手动调整,整条产线彰显卓越性能。



nonwoven@andritz.com andritz.com/nonwoven

安德里茨恭候  
您的莅临  
2025年4月16-18日  
武汉,中国

展馆A5,展位C25

ANDRITZ



奥特发非织造机械科技(无锡)有限公司  
AUTEFA SOLUTIONS WUXI CO., LTD.

# 奥特发--

拥有非织造领域的经验、技术和能力

## · 奥特发一路领先 ·

作为一个系统性的供应商,奥特发这一品牌代表了数家有着悠久历史传承和长期成功市场经验的公司。通过整合奥特发、菲勒、FOR以及STRAHM的成功经验,奥特发以其设备的高品质、高能效和耐久性,成为欧洲制造的典范。

奥特发拥有着专业技术和实际经验的雇员,可以提供非织造产品的创新性技术。我们的动态灵活性和来自德国、奥地利、意大利和瑞士主要技术基地的专业技术诀窍使我们的客户受益无穷。



STRAHM

· 江苏省无锡市梁溪区人民中路139号恒隆广场办公楼1座15层1503单元 · 邮编: 214000  
· 电话: +86 51082855222 · 网址: WWW.AUTEFA.COM · 邮箱: CHINA@AUTEFA.COM



恒翔企业

# 刺针



刺 针 FELTING NEEDLE  
精雕细琢 精益求精

## 纤维填充料生产线的常用选针

当今世界范围内最大的针刺无纺应用业,也是大批量生产的当属填充料领域。其产品包括床垫及家具装饰填充物、汽车隔音材料、纤维填充物以及地毯填充材料。可使用的原料范围也很广,无论是黄麻、剑麻、椰壳纤维等天然类纤维,还是再生棉或废棉以及合成纤维都可以。成品的厚度和克重范围也很大。对此,宇星公司专门研发的适用于填充料领域的宇星品牌的各种刺针,其中锥形针就是使用较普遍的一种针型,它可以提高刺针的工作效率但不会增加刺针的断针率。在加工废纤时,显得尤为突出。另有一个刺针是采用渐进式钩刺,这种针离针尖的距离越近钩刺越少,越远的钩刺越大,这样可以很好地平衡刺针的承重量并减少断针率。



台州宇星制针有限公司

TAIZHOU YUXING NEEDLE-MAKING CO.,LTD

电话TEL: +86-576-88817299 - 传真FAX: +86-576-88887097

网址WEBSITE: www.cnyuxing.cn - 邮箱EMAIL: yuxing@cnyuxing.cn



GERON

Card Clothing+Service  
针布+技术服务



# BLUE DIAMOND HEART OF BLOWING-CARDING

蓝钻针布 清梳联的心脏



2024年10月14-18日 中国上海  
中国国际贸易中心展览场馆ITMA亚洲展览会

棉纺展位: H7D24 / 起毛展位: H6E20

金轮针布(江苏)有限公司  
GERON CARD CLOTHING(JIANGSU)CO.,LTD.

地址: 江苏省南通市海门区四甲工业园区富强路86号  
Add: No.86 Fuqiang Road, Sijia Industrial Park,  
Haimen District, Nantong City, Jiangsu Province  
Tel: (+86)513-82683301 / Fax: (+86)513-81018555 82812686  
网址: www.geron-card.com / E-mail: Sales@geron-china.com



## 浙江宝仁和中科技有限公司

地址: 浙江省绍兴市柯桥区夏履镇

电话: 0575-84066598

专业生产交叉、直铺水刺无纺布, 可冲散水刺无纺布, 木浆PP复合水刺无纺布。

# Deeyeo 德佑

## 臻造高品质一次性卫品

河南逸祥卫生科技有限公司是一家集产品设计、研发、生产、销售及服务为一体的专业卫生用品公司；旗下核心品牌“Deeyeo 德佑”创立于2010年，从一家专注于高品质一次性卫品品牌，逐渐成为拥有新质生产力、科学领航未来护理的健康品牌。

德佑品牌定位于为全家人群带来全方位全周期的健康护理解决方案，成为健康洁净生活方式的创新者。

德佑湿厕纸全国销量第一  
全网累计爆卖超2亿包

德佑湿厕纸全国销量第一，全网累计爆卖超2亿包。德佑湿厕纸采用进口原生木浆，柔软亲肤，不含酒精、荧光剂、漂白剂，安全卫生，呵护您的健康。德佑湿厕纸采用先进的生产工艺，确保每一包湿厕纸的品质。德佑湿厕纸是您家庭卫生用品的首选。

爱干净 更健康



德佑品牌代言人 张若昀

张若昀



业务咨询:155-3829-2800



# 肥城联谊工程塑料有限公司

Feicheng Lianyi Engineering Plastics Co., Ltd

## 天下联谊·谊结九洲

肥城联谊工程塑料有限公司是国内土工格栅制造行业的龙头企业、国家高新技术企业、国家制造业单项冠军企业、国家重点小巨人企业、国家知识产权示范企业、山东省中小企业隐形冠军、山东省瞪羚企业、山东省“专精特新”中小企业，拥有山东省企业技术中心、山东省工业设计中心、山东省“一企一技术”研发中心，产品产能规模、市场占有率及品牌影响力均位居国内同行业首位。先后荣获山东民营企业创新100强，山东省高端品牌及山东省优质品牌、山东知名品牌等荣誉称号。

我们的主要产品包括双向土工格栅、玻璃纤维土工格栅、自粘玻璃纤维土工格栅、涤纶土工格栅，聚乙烯单向土工格栅，焊接土工格栅，玻璃纤维土工格栅和涤纶土工格栅与热轧无纺土工布复合或针刺无纺土工布粘合，玻璃纤维土工格栅与涤纶土工格栅针织纺粘无纺土工布或针刺无纺布浸渍沥青，双向塑料土工格栅复合土工布，无纺土工布，聚乙烯土工格室，聚丙烯机织土工布玻纤土工格栅缝合聚酯纺粘热轧无纺布、涤纶土工格栅缝合聚酯纺粘热轧无纺布、玻纤土工格栅复合针刺无纺土工布、涤纶土工格栅复合针刺无纺土工布，矿用土工格栅等。产品种类齐全，为客户提供一站式采购服务。产品广泛应用于公路、铁路、水利等工程建设领域，是中铁、中交、中建等企业的优秀供应商。企业经过了ISO9001等质量、环境、职业健康等体系认证，产品经过欧盟CE认证、铁路CRCC认证和煤矿安全认证，产品市场竞争力强、市场占有率更高，品牌影响力大。

地址/Add: 山东省泰安市肥城市高新技术开发区孙牛路与肥料路交汇处

联系人、电话/Tell: 周经理 86-13854820689

邮箱/Email: chgeogrid@163.com; lianyiallen@126.com

网址/Web: www.lianyigeosynthetics.com





**山东路德新材料股份有限公司**  
SHANDONG ROAD NEW MATERIALS CO., LTD.

## 企业介绍 Company Profile

山东路德新材料股份有限公司坐落于雄伟壮丽的泰山脚下，系中国产业用纺织品行业协会副会长单位，是国家级制造业单项冠军示范企业。主要经营基础设施专用新材料，包括：拉伸塑料土工格栅、经编涤纶土工格栅、经编玻纤土工格栅、矿用格栅、聚丙烯长丝土工布、涤纶长丝土工布、短纤土工布、土工膜、复合土工膜、高强土工格室等土工合成材料，产品主要用于铁路、高速公路的路基增强加筋，高铁轨道板隔离减震，水利堤坝除险加固，隧道、机场、港口、环保市政、矿山支护等工程领域，被国家发改委节能中心认定为首批15个重点节能技术应用典型案例产品之一，入选生态环境部第四批国家重点推广的低碳技术目录。产品已广泛应用于京沪高铁、京台高速改扩建、成都天府机场、张家口冬奥会工程、雄安新区建设工程等上千项国家重点工程；产品远销三十多个国家和地区；企业生产规模、技术装备水平及综合实力在同行业中均位居前列。

Shandong Road New Materials Co., Ltd. is located next to the majestic Mount Tai. It is the vice president unit of China Industrial Textile Industry Association and is a state-level manufacturing individual champion demonstration enterprise. It mainly produces and operates special new materials for infrastructure construction, including: stretched plastic geogrid, warp-knitted polyester geogrid, warp-knitted glass fibre geogrid, mining geogrid, polypropylene filament geotextile, polyester filament geotextile, short fiber geotextile, geomembrane, vb composite geomembrane, high-strength geocell and other geosynthetics. The products are mainly used for strengthening and reinforcing the roadbed of railway and motorway, high-speed rail track plate isolation and shock absorption, water conservancy embankment reinforcement, tunnels, tunnels, airports, ports, environmental protection, municipal management, mine support and other engineering fields. It was recognized by the Energy Conservation Center of the National Development and Reform Commission as one of the first 15 typical case products of key energy-saving technology applications, and was selected as the fourth batch of low-carbon technology catalogs promoted by the Ministry of Ecology and Environment. The products have been widely used in thousands of national key projects, such as the Beijing-Shanghai high-speed railway, Beijing-Taiwan high-speed railway renovation and expansion, Tianfu Airport, Zhangjiakou Winter Olympics project, Xiong'an New Area construction project, etc.; the products are exported to more than 30 countries and regions; the production scale, technical equipment level and comprehensive strength of the enterprise are all at the forefront of the same industry.

电话: 0538-6619088

传真: 0538-6610886

邮编: 271000

邮箱: sldxcl@163.com

网址: www.ludexc.com

地址: 山东省泰安高新区隆基街9号

Tel: 0538-6619088

Fax: 0538-6610886

Postcode: 271000

Email: sldxcl@163.com

Website: www.ludexc.com

Address: 9 Longji Street, Taian hi-tech industrial development zone, Shandong province

**天鼎丰**

## 公司介绍 / COMPANY PROFILE

天鼎丰成立于2011年，公司总部位于安徽滁州，是一家致力于各类高技术非织造材料研发和生产的大型企业。经过多年快速发展，天鼎丰现已成长为中国非织造布行业10强企业，全球领先的聚酯胎基布供应商。主营业务涉及防水卷材聚酯胎基布、玻纤增强型胎基布、高强粗旦聚丙烯土工布和高性能非织造土工合成材料等多个领域。公司坚持为客户提供个性化产品和专业解决方案，是众多大型防水企业以及国家级大型机场、水利工程、铁路、高速公路等工程的材料供应商。

TianDingFeng(TDF), founded in 2011, located in Chuzhou City, is a large business group dedicated to the development and production of all kinds of high-tech nonwovens. After years of rapid development, TDF has grown into TOP 10 enterprises of Chinese nonwovens industry, and the world's leading WBM(waterproofing bitumen membranes) carriers supplier. Our main business involves WBM carriers, high tenacity coarse denier polypropylene spunbond needle-punched nonwoven geotextiles, glass filament reinforced Polyester spunbond mat, and many other industrial nonwovens. The company insists on providing personalized products and professional solutions for customers, and has become an important material supplier for many large Waterproofing enterprises and important infrastructures, such as airports, water conservancy projects, railways and highways.

## 联系我们 / CONTACT

电话(Phone): 0550-3809878

邮编(Postcode): 239000

网站(Website): www.tdf.com.cn

地址(Address): 安徽省滁州市天鼎丰路1号

NO.1 TIANDINGFENG ROAD, CHUZHOU CITY, ANHUI PROVINCE



盐城瑞泽色母粒有限公司  
致力于化纤超细纤维着色  
户外和服用高性能功能母粒



扫码加微信

瑞泽  
RUIZE

## 产品分类 / Product Categories



专业生产PET、PA、PLA、PP、PE纤维高色牢度色母粒  
抗老化、抗静电、抗菌、高回潮率、高效阻燃等功能母粒



联系人：王总 手机：15005109233 官网：<http://www.rzmb.cn>

# 产业用纺织品 Technical Textiles

2025年2月



双月出版

内部资料 免费交流

主办：中国产业用纺织品行业协会

### 《产业用纺织品》编委会

顾问委员会：杜钰洲 王天凯 许坤元 高 勇 孙瑞哲 李陵申

专家委员会（院士）：周 翔 蒋士成 孙晋良 姚 穆 俞建勇 王玉忠  
朱美芳 陈文兴 徐卫林 孙以泽

编委会主任：李桂梅

编委会副主任：祝秀森

编委会委员（姓氏笔画排序）：丁 彬 丁军民 于捍江 王 屹 王 栋 王 锐  
王旭光 付少海 向 锋 刘日兴 刘 雍 孙润军  
严华荣 杨红英 沈 明 沈 荣 张 伟 张 芸  
张克勤 陈立东 周 骏 夏东伟 郭玉海

总编：韩 竞

主编：徐 瑶

特约编辑：符 芬

美术设计：王 铮

地址：北京市朝阳区朝阳门北大街18号8层

电话：010-85229483

电子邮箱：[info@cinta.org.cn](mailto:info@cinta.org.cn)

# 目录 | Content

## 新年贺词 /4

不惧万里, 不负日月! 2025, 以奋斗回应时代

## 行业要闻 /6

会议 | 中国纺联 2024 年度工作总结大会在京召开, 中产协获先进单位称号

会议 | 中产协召开第五届七次常务理事会

会议 | 中产协 2024 年度工作总结会暨内部培训会在京召开

会议 | 产业用纺织品行业军民两用技术对接交流会在重庆召开

会议 | 中产协衬布材料分会五届四次理事会在嘉兴召开

会议 | 筛网滤材行业发展论坛在安徽阜阳举办

调研 | 中国纺联副会长李陵申调研华南医卫纺织品产业发展

## 前沿探索 /15

军用服装: 探索保护我们部队的面料

用于自适应个人热管理的高度集成的辐射冷却相变纤维膜

集成纺织显示系统

集成针织导汗和涂层导热的辐射制冷超织物

耐用粒子流纺织物用于电磁干扰屏蔽与焦耳加热

热湿响应型羊毛纱线基人造肌肉

## 产业运行 /45

2024 年 1 ~ 11 月产业用纺织品行业运行简况

## 科技进步 /47

天鼎丰: 攻克卡脖子技术难题, 满足国家重大

陕西元丰: 高品质个体热防护装备领跑者

可溶性核防护材料支撑核电产业绿色发展

## 绿色低碳 /55

产业用纺织品领域磁悬浮变频离心式冷水机组

水刺非织造生产线烘干机温湿度控制的项目

全棉水刺非织造布臭氧脱漂低碳前处理关键技术

## 技术市场 /59

新疆首个纺熔非织造布项目生产线启用

全球首个以聚氨酯复合材料边框 / 支架一体化光伏电站并网发电

全国最大载客量碳纤维船舶正式交付

中复神鹰针对国内碳纤维及企业进展的介绍

锡林郭勒盟首家碳玻混合风电叶片高端制造项目正式下线

世界首例 100% 可回收的浮桥推出

首款碳纤维智能电助力公路车 G01-Sport 发布

先进结构技术助力柔性复合材料传感器性能设计与应用探索

药物洗脱覆膜支架: 血管再狭窄发生率降低 90%

## 政策法规 /71

《国家数据基础设施建设指引》重点支持传统行业转型升级

## 行业风采 /72

CNITA 会员新力量



# 不惧万里，不负日月！ 2025，以奋斗回应时代

——中国产业用纺织品行业协会会长 李桂梅



时序更替，岁物丰成。值此辞旧迎新之际，我谨代表中国产业用纺织品行业协会，向行业同仁和长期关心支持行业发展的社会各界人士，致以衷心的感谢和新年的祝福！

时光如织，今朝尘尽光生。世界变局洪流激荡，行业之舟在时代的洪流中破浪前行，不觉间又驶过一个奋斗的春秋，迈向充满机遇与挑战的新纪元。

回望来时路，产业用纺织品行业产业体系的完整性、安全性、先进性稳步提升，巨量的内需市场和多元的应用方向有力支撑着行业的可持续发展。科技创新、人才培养、产品开发方面的持续投资增强了行业拓展新领域、新赛道，抵御市场风险的内生动力。

不以万里为远  
强基固本  
——积跬步，至千里

筑牢信仰之基，高扬信念之帆，党建工作常抓不懈，是中产协高效服务行业的基石。2024年，协会党支部在中央社会工作部和中国纺联党委领导下，深入学习贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想，扎实开展党纪学习教育，坚持“五经五纬”工作法，不断提高工作质量。促学、促干、促进，坚持将党建工作与行业发展紧密结合；联学、联建、联创，坚持将党建工作与业务工作紧密结合；青学、青思、青行，坚持将党建工作与青年成长紧密结合。召开第六届全国产业用纺织品行业党建工作

交流会，在党建引领中强根铸魂。制作“不忘初心经纬永续”2019-2023党建会纪录片视频和优秀党建案例成果展板，展示行业党建工作成果。持续开展特色行业主题党日、特色行业党建交流活动、特色行业党建交流会和特色党课，以“党建促纺织标准化高质量发展”“以青春之姿，奋楫新征程”等联学联建活动搭建双向交流平台，巩固支部特色党建活动矩阵。

加快高水平科技自立自强，实现行业绿色可持续发展是产业用纺织品行业的战略性任务。2024年，协会积极探索行业科技、绿色发展新模式和新路径，参与中国工程院《生物医用纤维制品及其产业发展战略研究》《纺织产业减污降碳协同增效实施路径研究》等课题研究，加快形成对产业发展具有战略性、前瞻性和指导意义的路径方案。2024年度中国纺织工业联合会科学技术奖中，产业用纺织品领域共有17项成果获奖；2024年度十大类纺织创新产品名单中，产业用纺织品领域共有43个产品上榜。协会还通过了绿色制造公共服务平台第三方评价机构自我声明，并持续推进“可生物降解”“可冲散”等认证标识落地，加快行业绿色制造体系建设，助力实现“双碳”目标。

“获得最佳秩序，促进共同效益”，是促进行业科技进步的重要途径，是掌握话语权的重要工具。产业用纺织品行业始终积极打造科技、标准双轮联动创新发展模式，以标准化工作为依托，引导行业高质量发展。2024年，协会积极围绕行业标

准技术组织建设、标准化人才队伍建设、标准体系完善等方面，系统推进行业标准化工作。全国产业用纺织品标准化技术委员会（SAC/TC606）的成立，对产业发展发挥着基础性、支撑性、引领性作用。国际标准化组织土工合成材料技术委员会（ISO/TC 221）第21届全体会议等系列活动成功举办，推动了该领域全球标准化工作的联动发展。《厕用湿巾》标准的发布，标志着湿巾产品进入新的发展阶段。

党建引领、科技驱动、绿色发展、标准支撑……2024年，行业同仁不以万里为远，强基固本，紧紧抓牢市场的通行证、产业的话语权！

不以日月为期  
激发活力  
——岁序易，华章新

锻造产业“长板”，跨界融合创新，实现无限替代是产业用纺织品行业的发展愿景。2024年，第十七届中国国际产业用纺织品及非织造布展览会（CINTE24）在精准对接与商贸洽谈硕果累累的收获中，在边界延伸与万物可织的应用创新中，在数智赋能与价值创造的转型升级中，圆满交出“三十而立”答卷。协会组织出版的《土工建筑材料和建筑工程应用实例》图书，对推动各国土工建筑用纺织材料产业创新发展和互利合作，共创行业繁荣作出新的贡献。“高性能建筑膜材创新论坛”进一步深化产业链协作，共同服务与推动篷帆类材料产业发展。“第十二届‘金三发·当盛’杯全国大学生非织造材料开发与应

用双创大赛”“2024年全国行业职业技能竞赛——全国纺织行业‘阜宁杯’缝纫工（滤袋）职业技能竞赛”持续加强行业人才培养，深化产业与市场的深度融合。

为推动非织造擦拭行业的可持续发展，2024年，协会携手11家非织造擦拭产业链重点企业，共同向行业发出“中国非织造擦拭行业可持续发展行动倡议”，这是对可持续发展理念的共同承诺和对行业长期价值的坚守。为推动产业科技与创新、文化与时尚的双向奔赴，展示行业的技术进步和市场发展，体现对社会责任和可持续发展的深刻理解，协会发布“华昊·中国非织包装流行趋势2025/2026”，以“尚有可循”这一主题，倡导“以循环造就时尚，让非织包装的专属时尚有迹可循”。

在全球化经济背景下，为推动行业的国际合作与交流，2024年，中产协代表团先后到访欧洲非织造布协会（EDANA）、哈佛大学、麻省理工学院、魁北克市医院-拉瓦尔大学联合研究中心图林根纺织与塑料研究所（TITK）、迪逻集团（DILO）和加拿大天鼎丰公司等国际组织、院校、企业及机构，深入了解国际行业发展趋势，以及非织造装备和功能性纺织材料的研究现状。第三届亚欧土工合成材料大会（EAGS·2024）、亚洲擦拭材料大会以及第十二届中国国际非织造布会议的召开，为探讨行业未来可持续发展之路，把握全球行业发展动态提供了互通平台。

多元赋能、时尚拓展、国际交流、社会责任彰显……2024年，行业同仁不以日月为期，激发活力，积极打造创新的风向标，合作的连通器。

2025，共赴山海！  
以奋斗回应时代

岁序常易，华章日新。2024年，产业用纺织品行业服务国计民生、强国建设，在推进产业高端化、智能化、绿色化发展进程，孕育发展动能，增进文化认同等方面作出建设性贡献。

奋勇向前，无惧千里之遥；迎风破浪，不以时光为限。天地开阔，大有可为。

2025年，行业将着力面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求、面向人民生命健康，全面落实中国式现代化要求，在科技创新、产业升级、新业态培育、智能制造、绿色发展和质效提升等方面发力，以战略性新兴产业和未来产业为导向，加快发展产业用纺织品领域的新质生产力。

加强重点领域技术攻关，不断释放创新主体创新活力和协同创新能力，聚焦新材料、新能源、人工智能、生物科技等领域的先进纺织材料开发和应用推广，保障重点领域技术自主可控，产业链、供应链安全可靠，不断向科学技术广度和深度进军，持之以恒塑造新动能、新优势，开辟新领域、新赛道，营造新生态、新业态，持续推动产业用纺织品行业高质量发展，为建设现代化纺织产业体系奋力前行！

千帆竞发，山遥水阔。  
2025，让我们结伴而行，  
共赴山海，以奋斗回应时代！



# 会议 | 中国纺联 2024 年度工作总结大会 在京召开，中产协获先进单位称号

1月8日，中国纺织工业联合会2024年度工作总结大会在北京召开。会议对2024年纺织行业经济运行情况进行了深入分析，对2025年行业走势进行了预测和展望；各行业协会代表介绍了各自领域2024年行业经济运行情况并对协会重点工作进行了总结，各部门代表介绍了相关工作经验和下一步发展规划。

中国纺织工业联合会会长孙瑞哲，原会长杜钰洲，会领导夏令敏、陈伟康、王久新、徐迎新、陈大鹏、李陵申、端小平、杨兆华、阎岩、梁鹏程，专家咨询委员会委员贺燕丽、曹学军，监事会成员，以及各部门和成员单位的主要负责人参加了本次大会。上午的会议由中国纺联副会长端小平主持。下午会议由中国纺联秘书长夏令敏主持。

中国纺联产业部主任刘欣从2024年行业面临的宏观背景、运行主要指标情况以及2025年趋势展望三个方面，对我国纺织行业经济运行进行分析并展望未来趋势。中国纺织经济研究中心主任、中国纺联产业经济研究院院长华珊就纺织行业“十五五”规划前期研究情况进行了汇报。中国棉纺织行业协会副会长景慎全、中国毛纺织行业协会会长刘家强、中国麻纺织行业协会会长董春兴、中国丝绸协会副会长刘文全、中国化学纤维工业协会副会长兼秘书长关晓瑞、中国印染行业协会会长林琳、中国针织工业协会副会长张希成、中国家用纺织品行业协会会长朱晓红、中国长丝织造协会副会长兼秘书长黄潇瑾、中国产业用纺织品行业协会会长李桂梅、中国纺织机械协会会长顾平、中国服装协会副会长杨晓东、中国纺联流通分会副会长兼秘书长王水元分别作各领域行业经济运行分析及重点工作总结。

中国纺联党委办公室主任、纪委办公室主任周腊权通报介绍中国纺联党建、纪检工作。2024年，中

国纺联党委坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，以全面贯彻落实党的二十大和二十届二中、三中全会精神为主线，以巡视工作为契机，深入开展党纪学习教育，扎实开展了各项工作。

中国纺联信息化部主任殷强以“行业数字化转型推进及人工智能的应用”为题进行分享。中国纺联科技发展部主任张传雄就行业科技创新及科技成果转化情况进行分享。中国纺联社会责任办公室副主任胡柯华以“发达国家ESG政策影响与中国纺织服装产业应对实践”为题进行分享。中国服装设计师协会执行主席杨健以“以文化为引领，以设计为核心积极培育时尚创意产业新质生产力”为题，从四个方面介绍了中国服装设计师协会的重点工作。中



国纺织工程学会理事长伏广伟以“以会员为中心 强化平台作用 建设世界一流科技社团”为题，介绍了纺织工程学会开展的一系列工作，并提出了建设一流学会的相关看法。

中国纺联秘书长夏令敏着重强调说，中国纺联需进一步强化内部管理建设与规范化运行，确保所有行动均遵循法律章程。回顾过去一年，联合会在加强自身建设方面取得了一系列成绩，可以总结为以下几个“度”：协会内部管理有制度、联合舰队协同有温度、人才队伍建设有力度、行业现代化建设工作有深度。未来，联合会将继续加强制度建设，以期在服务行业中不断壮大自身。

中国纺联会长孙瑞哲以“守正创新，勇毅前行，共赴锦绣未来”为题，作2024年度工作报告。2024年是充满压力挑战的一年，更是承载希望与机遇的一年，纺织行业在不确定中树立确定的信念，实现恢复性增长态势。这一年，中国纺联始终坚持党的领导，按照习近平总书记对社会工作的重要指示精神，全面贯彻落实党的二十大和二十届二中、三中全会精神，以党纪学习教育为契机，统一思想意志、统一目标行动，落实改革、开展服务、增进价值。纺织现代化产业体系建设取得积极进展，在稳定宏观经济中发挥了建设性作用。

孙瑞哲表示，2024年的工作卓有成效。中国纺联通过加强内部建设，协会更加团结有力；做好分析研判，研究能力不断提升；化解主要矛盾，产业价值充分彰显；提升创新效能，内生动力更加强劲；完善产业体系，转型升级卓有成效；促进国际合作，全球发展打开局面；优化空间布局，服务国家区域战略。接下来，中国纺联将团结高效、合作共赢作为成事之基，在主题关联、场景关联、产业链关联中深化合作，实现资源共享，价值协同。

当前，行业服务面临着新的规制和要求，协会要加快形成新的认识论与方法论，要与时俱进，在市场环境、产业质态、空间格局变化中思考行业服务。适应市场主体、消费内容变化，把握科技规律、深挖时

尚内涵、擦亮绿色底色、树立健康理念，以“圈”的思维提升区域协同性，以“点”的思维强化城市引领性，以“链”的思维培育集群专业性。今后，中国纺联要牢牢把握新时代社会工作中协会工作的方向，强化党建引领，更加突出协会的政治属性；强化群众路线，更加突出协会的为民情怀；强化服务意识，更加突出协会的专业优势；强化纪律约束，更加突出协会的组织建设。

2025年是“十四五”规划的收官之年，“十五五”规划的谋划之年，也是将进一步全面深化改革推向纵深的关键之年。中国纺联要认真落实稳中求进、以进促稳、守正创新、先立后破、系统集成、协同配合的工作要求，不断提升行业工作的前瞻性、整体性、协同性，围绕科技、时尚、绿色、健康，以钉钉子精神推动行业高质量发展。孙瑞哲强调，要完善协会管理水平，全方位扩大国内需求，推进全面创新发展，建设现代产业体系，融入全球产业生态，构建区域发展空间，提升研究服务能力，引导企业健康发展。

最后，大会举行了隆重的表彰仪式。中国纺联副会长徐迎新宣读《关于表彰中国纺织工业联合会2024年度先进单位优秀集体和先进工作者的决定》。中国产业用纺织品行业协会等7家单位获先进单位称号，中国棉纺织行业协会市场发展部等14个部门获优秀集体称号，周晓松等59名同志获先进工作者称号。



## 会议 | 中产协召开第五届七次常务理事会

文/韩竞



2024年12月24日下午,中国产业用纺织品行业协会第五届七次常务理事会召开线上会议。中国纺织工业联合会副会长李陵申,中国产业用纺织品行业协会会长李桂梅以及协会副会长、常务理事、监事等参会。

李桂梅从五个方面作中产协2024年工作总结,主要包括:坚持党建引领、增强行业凝聚力,聚焦顶层设计、夯实协会发展根基,完善服务体系、协同推进科技创新,强化平台建设、激发行业发展动能,加强合作交流、发挥桥梁纽带作用,并且介绍了2025年的协会工作重点。一年来,协会聚焦行业技术进步和高质量发展主题,针对行业重点难点作了大量工作,圆满完成各项任务。

会上审议了协会2024年工作报告及相关工作事项,并围绕产业用纺织品高质量发展的实践与经验,邀请泰和新材集团股份有限公司董事长宋西全、广东必得福医卫科技股份有限公司董事长兼总经理邓伟雄、浙江云中马股份有限公司董事长叶福忠、湖北金龙新材料有限公司董事长饶金才等四家重点企业负责人,进行了交流发言。

宋西全建议,推动优势企业转移,深化产业链

协同发展,助力中国产业用纺织品产业参与全球深度竞争。推动下游应用领域标准带动作用。邓伟雄给出了市场有回暖、价格愈竞争的感受。他表示,在非织造产业艰难前行的形势下创新是最大的机遇,企业要走出舒适区,内强管理、外拓市场。叶福忠分享企业以降本增效、绿色低碳为目标,围绕主链向上下游延伸和提升,围绕创新作可持续发展和布局,希望未来产业规划给予进一步指导。饶金才介绍面对发展环境变化、客户需求多样,企业聚焦主责主业,精准把脉向军民融合突破、向国际市场转型,希望加强创新驱动,提升本行业乃至跨行业的协同发展。

李陵申在总结讲话中表示,代表中国纺联对与会代表表示感谢,代表中产协监事会对协会年度工作表示肯定。他强调行业当下要重点关注AI科技革命带来的影响,增强制造业韧性为高质量发展添后劲,协会要重点优化创新要素,研判新质生产力方向。着力于布局未来纺织产业,以科技创新和产业创新培育新质生产力,在新业态、新环境下因势而为、因时而动。CNITA

## 会议 | 中产协 2024 年度工作总结会暨内部培训会在京召开

文/徐瑶



1月3日,中国产业用纺织品行业协会2024年度工作总结会暨内部培训会在京召开。中国纺织工业联合会副会长、中产协监事会监事长李陵申,中国产业用纺织品行业协会会长李桂梅等领导以及协会全体员工参加会议。

2024年,中产协在中国纺联的指导下,以习近平新时代中国特色社会主义思想为指引,通过深入开展行业调查研究,聚焦行业技术进步和高质量发展主题,针对行业重点难点做了大量工作,得到各方面肯定,圆满完成各项任务。

会上,中产协各部门负责人分别就2024年工作亮点及2025年工作计划进行汇报。同时,各专业板块负责人分别就会员服务、行业宣传、国际交流、标准化建设以及纺织领域军用标准化工作等专题展开交流与培训。

2024年,协会坚持党建引领,增强行业凝聚力;聚焦顶层设计,夯实协会发展根基;完善服务体系,协同推进科技创新;强化平台建设,激发行业发展动能;加强合作交流,发挥桥梁纽带作用。

2025年,协会将持续加强党建工作和队伍建设,进一步提高党建质量;强化科技引领,激发行业创新活力;完成会员管理ERP建设,进一步提升会员服务质量;发挥协会链接政府和企业的桥梁纽带作用,积极反映行业诉求;深入开展行业统计和运行分析工作;继续办好行业重点活动;持续推动国际合作。

李桂梅回顾了协会一年来开展的重点工作,并对2025年协会工作进行部署。李桂梅表示,新的一年,协会要适应新要求,迈出新步伐,强基固本,不断加强基础能力建设;向新求变,不断丰富创新手段;勇开新局,不断探索新路径,推动行业实现更高质量的发展。

李陵申对中产协一年来取得的成绩表示高度认可,并建议在未来工作中,要以锲而不舍的精神开展工作;以革故鼎新的思维拓展工作;以励志不惜的态度对待工作;以更高的格局和眼界面对工作。

会上对2024年度中产协先进集体、优秀员工和先进个人进行了表彰。会议同期还进行了中产协2025新春智谷低碳健步走活动。CNITA

## 会议 | 产业用纺织品行业军民两用技术对接交流会在重庆召开

文/白晓

2024年12月17日,中国产业用纺织品行业协会特种纺织品分会第三届四次理事会暨纺织军民两用技术对接交流会在重庆召开,中国纺织工业联合会副会长李陵申,中国纺织工业联合会特邀副会长、成渝双城经济圈时尚产业联盟总顾问马明媛,中国产业用纺织品行业协会会长李桂梅、副会长季建兵,中产协特种纺织品分会会长王旭光,以及来自军队、军工企业、高校、研究机构、特种纺织品生产企业的代表参加本次会议。本次会议由重庆三五三三印染服装总厂有限公司承办、华夏特纺(北京)新材料研究院有限公司协办。

李陵申在致辞中表示,纺织行业在服务国防军工方面具有制造、创新和组织优势,是国防现代化建设的重要力量。中产协特种纺织品分会在市场经济条件下构建了涵盖科学研究、质量标准、高效生产和高端应用的工作体系和产业链合作交流平台,为纺织和国防军工的深度融合发挥了重要重用。他希望特种纺织品分会不忘服务国防军工的初心使命,进一步完善分会会员体系建设、加强纺织军民两用技术创新、充分发挥现有军民对接交流平台和合作机制的作用、围绕核心能力促进军民两用技术双向转化。

王旭光在分会工作报告中分析了特种纺织品行业当前面临的形势,挑战压力,以及在军工配套、安全防护、应急救援、纺织新材料等领域内的潜在市场机会,他希望大家要敏锐的找到细分市场,深耕细分市场。王旭光在报告中还介绍了分会在党建、会员服务、科技创新等方面的主要工作。

在主题报告环节,专家们分别围绕国家军用标

准的体系及制修订,新型防护技术、材料及装备的应用与发展,热防护服装设计机理与应用,新型防寒材料,自适应可逆反应温致变色伪装材料,纳米纤维气凝胶的三维构建和应用,航天柔性展开系统的关键技术与新材料、纤维增强复合材料在船舶领域内的应用,危化品应急处置人员防护装备体系、液晶聚芳酯纤维的特点与应用等特种纺织品行业内的重点课题分享了各自的研究成果,这些报告对特种纺织品行业的新材料研发、工艺创新、应用场景拓展、标准质量管理都具有非常强的指导意义。

本次会议还设置了桌面展示环节,中科海势、泰和新材等11家企业展示了在特种纺织品领域内的最新技术和产品,参会嘉宾与展示企业进行可深入的交流。

在重庆期间,李陵申一行前往中国人民解放军陆军勤务学院进行座谈,与学院相关教研室、中心的专家就军需被装、油料管线、军事工程建设、救灾应急等领域内的主要工作开展了充分交流,双方表示将在军民两用纺织新材料的需求论证、技术研发、产业化、应用验证和标准化等方面开展合作,共同推动纺织与军需后勤的深度融合。



## 会议 | 中产协衬布材料分会五届四次理事会在嘉兴召开

文/王宁

2024年12月19~20日,中国产业用纺织品行业协会衬布材料分会第五届四次理事会在嘉兴召开,中国纺织工业联合会副会长李陵申,中国产业用纺织品行业协会会长李桂梅、副会长季建兵,中产协衬布材料分会会长沈荣,以及来自衬布行业产业链企业、高校、研究机构的代表等150人参加本次会议。



本次会议得到了维柏思特衬布(南通)有限公司、上海天强纺织有限公司、南通协鑫热熔胶有限公司、浙江澳宇新材料科技有限公司的大力支持。

李陵申在致辞中表示,纺织行业作为实体经济的重要组成部分,在保障民生福祉和稳定宏观经济中的关键作用。当前,尽管面临复杂多变的国际环境和市场起伏,衬布行业在2023年仍取得了显著成绩。展望未来,李陵申提出衬布行业要固本培元,坚定高质量发展的信心,积极培养专业人才巩固产业创新基础,优化产业结构,打造行业品牌,做出“小”行业的精彩。

沈荣会长在工作报告中分析了衬布行业面临的形势,全面总结了2023年衬布行业在技术创新、市场拓展和环保可持续发展方面的显著进步,主要表现在以下三个方面:在技术进步与创新方面,新型衬布材料和数字化技术应用推动了行业发展;在市场拓展与品牌建设方面,企业积极开拓国内外市

场,注重品牌建设和推广;在环保和可持续发展方面,行业采用环保材料和生产工艺,参与循环经济和绿色供应链建设。

在主题报告环节,会议邀请浙江纺织服装学院纺织服装研究院院长夏建明、东华大学纺织化学系徐壁博士和赛得利莱赛尔下游市场拓展总监潘燕华分别介绍新型纺织染整技术与纺织面料开发方法,先进纺织材料研发与创新,莱赛尔纤维的优势和在衬布、里布领域中的应用。这些报告对衬布行业的新产品研发、品牌建设、绿色智能化发挥在那都具有非常强的指导意义。

李桂梅会长在会议总结中介绍了产业用纺织品行业运行情况,点评了衬布分会的重点、亮点工作,希望分会秘书处强化服务意识,加强与会员单位的沟通,做好会员服务和行业调研、统计、运行分析等基础工作,积极落实总会在绿色发展、智能制造、科技标准等方面的工作要求,将衬布分会建设成协会分支机构标杆。她希望衬布行业要高度数字化改造和绿色发展,加强产品开发创新,用心做好服装鞋帽行业的服务配套工作。

同期还召开了中产协衬布材料分会2024年副会长会,衬布领域的专家、企业家等在会上就行业目前现状,未来的发展机遇展开了充分的讨论。



# 会议 | 筛网滤材行业发展论坛在安徽阜阳举办

文/赵东瑾

2024年12月10日,以“科技创新助力创造新质生产力”为主题的筛网滤材行业发展论坛在安徽阜阳举办。中国纺织工业联合会副会长李陵申、安徽省纺织行业协会执行会长叶梁、中国产业用纺织品行业协会造纸分会名誉会长杨金魁等嘉宾,阜阳市太和县委副书记、太和县工业滤布产业链链长海治国等有关单位、太和县筛网滤材及绳网企业主要负责人参会。

论坛上,李陵申作了题为“科技创新助力我国纺织产业创造新质生产力”的主旨报告,介绍了以科技、时尚、绿色和健康为发展目标的纺织现代化产业体系,指出到2035年我国纺织工业要实现科技高水平自立自强,建立全球先进的纺织科技创新体系,成为世界纺织科技创新主导力量和主要引领者。结合本次论坛主题他强调,纺织行业要从以高端转型助推基础产业优化升级、以数字智能技术赋能产业提质增效、以绿色低碳技术实现行业绿色持续发展、以跨界协同创新持续拓展产业边界等四个方面探索科技新质生产力。报告后,李陵申还对参会企业代表提出的滤料

行业发展热点、难点以及进口设备税费减免等相关问题进行了解答。

论坛期间,叶梁从行业协会对推动县域经济发展和产业建设作用等方面和参会代表进行了交流;杨金魁针对当前滤料行业发展现状建议相关高校设立滤材相关专业,以便更好推动我国滤材领域实现基础技术和研发理论等方面的突破;安徽太平洋特种网业有限公司总经理、阜阳太和县筛网滤材协会会长刘林对太和县筛网滤材行业发展概况进行了汇报。

海治国总结表示,本次论坛的举办让大家收获颇丰、受益匪浅,更为太和县筛网滤材事业如何推进、产业如何拓展、规律怎样遵循、市场如何把握、改革创新如何深化等提供了思考。

会后,李陵申一行先后调研了安徽太平洋特种网业有限公司、安徽昊华环保科技有限公司、安徽屹翔滤材有限公司、安徽贝特滤材有限公司、安徽利通达纤维新材料有限公司等企业。



## · 调研企业简介 ·

### 安徽太平洋特种网业有限公司

安徽太平洋特种网业有限公司是国家高新技术企业、国家知识产权优势企业、国家专精特新“小巨人”企业,公司紧跟传承千年造纸的工业化发展步伐,成立20年来,一直专注造纸网研发、生产,满足千米高速纸机需求,供钞票纸厂、理文造纸、山鹰控股和永丰余等造纸企业,其干网质量达到国际先进水平,特别是高强扁丝干网代替德国福伊特,美国致睿、阿斯顿·强生和奥伯尼的部分产品。

### 安徽昊华环保科技有限公司

安徽昊华环保科技有限公司是一家专业生产各种环保除尘滤袋和洗煤网的高新技术企业,国家工信部第四批“专精特新小巨人”企业。公司主营各类环保除尘滤布滤袋和金属矿筛等节能环保过滤产品,广泛适用于各大煤矿、钢铁、电力、水泥、石油化工、垃圾焚烧和制药制粉等大中型工业企业。

### 安徽屹翔滤材有限公司

安徽屹翔滤材有限公司是国家级高新技术企业,拥有市级企业技术中心,主要生产不锈钢网、筛板、滤布、滤袋等滤材产品,且均通过ISO质量管理体系认证。目前,公司产品主要用于洗煤、化工、钢铁、电力等行业。创立至今,公司获得了安徽省专精特新中小企业等多项荣誉,拥有市级企业技术中心,企业商标18个、发明专利5项、实用新型专利25项、省级新产品4个、阜阳市工业精品1个。

### 安徽贝特滤材有限公司

安徽贝特滤材有限公司是一家专业生产、研发各种工业滤材的高新技术企业。公司现有整经机、进口织机、定型机、压光机、切割机及配套设施共50余台,主要产品有各种材质单丝,复丝,单复丝滤布、带式机滤布等过滤产品,广泛适用于钛白、化工、洗煤、环保、冶金、冶炼、选矿、水泥、造纸等行业。

### 安徽利通达纤维新材料有限公司

安徽利通达纤维新材料有限公司积极引进先进的工艺技术和装备,建立针刺无纺布自动化生产线,建立非织造布针刺生产数字化车间,具备年产环保除尘滤袋,两百万条的生产规模,公司通过组建企业技术中心,强化技术创新,用高新技术、高附加值产品优化产品结构;同时,该公司加强与高等院校合作,引进高新技术消化吸收,增加企业技术储备,不断开发新产品,做到提高产品质量的同时增加企业的产品种类。





## 调研 | 中国纺联副会长李陵申 调研华南医卫纺织品产业发展

焕新提质  
谋动未来

### 栏目导读

# 前沿织物与人间冷暖



2024年12月11日，中国纺织工业联合会副会长李陵申、中国产业用纺织品行业协会副秘书长孙蓓蓓一行受邀前往佛山参加南海区医卫用产品行业协会会员大会。

李陵申首先祝贺邓伟其当选南海区医卫用产品行业协会会长，高度评价了南海区医卫协会10年来在参与起草制定标准、组织会员参加国内外展会和交流、促进会员企业协作、参与社会公益等方面取得的成就，并从纺织现代化产业体系及科技创新情况、非织造布及一次性卫生用品创新

发展、纺织行业新质生产力与绿色发展展望三个方面分析医卫纺织品产业的形势和机会，希望企业家坚持创新驱动，重视绿色制造，丰富产品结构，加强产业链链式创新，共同为医卫用品产业高质量发展做出新贡献、开创新篇章。

在佛山期间，李会长一行参观了Magnera九江工厂，与Magnera亚太区总经理崔彦昭先生就非织造布及其应用市场发展进行了交流。

12月13日，李会长一行前往福建分别与晋江兴泰无纺制品有限公司、远致集团、厦门当盛新材料有限公司等企业开展了参观和交流。 

# 军用服装： 探索保护部队的面料

文/范业萌

本文聚焦美军军事制服面料领域，探寻其历史沿革、材料特性、关键需求以及未来发展方向等内容。期望借此译文，让读者深入了解军事制服面料背后的科学与技术，感受到其在保障国家安全和军人生命安全方面的重要作用。

从战场到军营，军装是士兵生活中不可或缺的一部分。这些服装不仅外观独特，而且经过精心设计，旨在在最具挑战性的环境中提供舒适性、保护性和功能性。

军装使用的面料并非如想象中的那么简单，但可以简言描述为通常由合成纤维和天然纤维混合制成。其中棉涤混纺最为常见，具体成分可能因军队不同部门和角色的特定要求而有所不同。

本文将深入探究军装面料的世界，探索材料从传统的棉花到尖端的合成混纺的演变，研究军装必须满足的具体要求，以及不同面料如何满足这些需求，还有不同军种以及不同类型的军装在面料选择上的差异。

无论是军事爱好者、纺织专业人士，还是仅仅对部队穿着感到好奇，这篇文章都将让你全面了解保护那些保护我们的人的织物，了解构成现代军装的纤维、编织和技术。

## 1. 军装面料的演变

### 1.1 历史视角：从天然纤维到合成混纺

军装面料的发展历程是一个跨越世纪的迷人故事。部队军装见证了从粗糙的羊毛和硬挺的棉布时代到如今的高科技合成混纺的演变。

在早期，羊毛、棉花和亚麻等天然纤维是军装的首选材料。这些面料容易获得，并可以提供抵御自然环境的保护性能，但也并非没有缺点。羊毛会让人发痒且沉重，棉花遇水则会湿透，而亚麻布起皱的速度很快。

随着时间的推移，军队开始探索使用合成纤维。20世纪30年代变革性的引入尼龙，使制服在突然间变得更轻、更耐用且干得更快。

到了20世纪60年代，聚酯加入行列中，并且提供了抗皱和易护理的特性。天然纤维和合成纤维的混纺结合了两者的优点，成为新的标杆。如今的军装通常采用棉花、尼龙和其他先进合成材料的混合材质，提供了舒适性、耐用性和功能性，让我们前辈羡慕不已。

### 1.2 军装面料发展的关键里程碑

快速回顾军装面料发展的关键里程碑：

20世纪40年代：引入防撕裂面料，减少撕裂并提高耐用性。

20世纪50年代：戈尔特斯（Gore-Tex）的开发革新了防水透气面料。

20世纪80年代：吸湿性织物的出现，让军装更加凉爽和干燥。

21世纪初：阻燃材料整合其中以增强保护。

**军用服装：探索保护我们部队的面料：**深入探究军装面料的世界，探索材料从传统的棉花到尖端的合成混纺的演变，研究军装必须满足的具体要求，以及不同面料如何满足这些需求，还有不同军种以及不同类型的军装在面料选择上的差异。无论是军事爱好者、纺织专业人士，还是仅仅对部队穿着感到好奇，这篇文章都将让你全面了解保护那些保护我们的人的织物，了解构成现代军装的纤维、编织和技术。

**用于自适应个人热管理的高度集成的辐射冷却相变纤维膜：**通过同轴静电纺丝开发的C18@TEOS/PHBV相变纤维膜显著提高了个人热调节能力。通过采用正十八烷作为核心相变材料和PHBV/TEOS复合外壳，该膜有效地将相变储能与被动辐射冷却结合起来。0.3 mL/h C18@TEOS/PHBV纤维膜表现出卓越的光学性能，在紫外—可见—近红外光谱（0.3~2.5  $\mu\text{m}$ ）上的反射率为95.0%。这项工作通过将相变储能与被动辐射冷却无缝集成，引入了一种新颖的个人热管理方法，为未来提供了一种有前景的纺织品设计策略。

**集成纺织显示系统：**尽管纺织显示技术具有巨大的潜力，但仍然存在若干亟待解决的瓶颈。高性能发光材料的使用、新型纺织驱动系统和微米到纳米级集成方法的发展、连续生产工艺的建立、穿戴安全的保障以及跨学科应用的探索，都是实现纺织显示实际应用的重要步骤。这个新兴领域需要不同领域之间的合作，以探索可能性并优化纺织显示的性能。实现这种集成不仅将推动显示技术的进步，还将促进智能纺织品的演变，使功能性与美学相融合。

**集成针织导汗和涂层导热的辐射制冷超织物：**清华大学化工系张如范副教授团队开发了一种集成优异排汗性能、热传导性能和辐射制冷降温性能于一体的超织物，该织物正面采用聚甲醛（POM）纳米纤维纺织品作为选择性辐射制冷发射体，反面采用亲肤导热硅胶作为热导体，并采用图案化的竹纱线作为汗液传输通道。这种超织物能够迅速（几秒钟内）从皮肤表面吸收汗水并传输至织物外侧，同时，织物导热系数高达1.5W/（m·K），防止人体在高温户外出现过热现象，表现出优异的人体降温效果（比没有汗液时的超织物低10.9℃）。此外，即使不排汗，相比商用棉布超织物，仍能够降温9.6℃，这项研究为设计具有实际应用价值的个人热管理纺织品提供了一种新的思路。

**耐用粒子流纺织物用于电磁干扰屏蔽与焦耳加热：**武汉纺织大学徐卫林院士、唐文杨讲师团队采用独特的粒子流纺丝方法（该方法能够连续大量生产功能纱线，并保持纱线的良好力学强度和柔韧性，且能将其编织成织物），采用芯鞘纱结构，将聚丙烯（PP）条带高度嵌入Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/聚吡咯（PPy）屏蔽层，保护内部功能组件免受环境泄漏或损坏，制备一种可扩展的Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/PPy嵌入棉花/聚丙烯（FP@CP）织物，用于EMI屏蔽和焦耳加热。

**热湿响应型羊毛纱线基人造肌肉：**东华大学王妮团队通过将MXene/纤维素纳米纤维（CNF）复合材料掺入加捻自合股的羊毛纱线，制造出具有高收缩驱动的双响应纱线基肌肉。MXene/CNF复合材料可用作光热剂和吸湿剂，以加速近红外光下的水分蒸发和从环境空气中吸收水分，当受到水分和光热的刺激时，可以提升超过自身重量3400倍的负载。此外，纱线肌肉以同手或异手方式盘绕以产生弹簧状肌肉，在光热刺激下产生超过550%的伸长率或83%的收缩，对智能纺织品（如自适应纺织品、软机器人）的开发具有指导意义。

21世纪初,近红外(NIR)技术的引入是最重要的技术进步之一。这项创新有助于制造出能够有效使士兵在夜视设备下隐形的织物,堪称一场高科技捉迷藏游戏。

据美国陆军纳提克士兵系统中心(U.S. Army Natick Soldier Systems Center)称,这些科技进步显著提高了士兵在战场上的生存能力和效能。

1.3 技术进步对制服材料的影响

技术对军装的影响令人惊叹,不仅因为出现了更好的伪装图案和更耐用的线,现代军装也逐渐融入尖端技术:带有内置传感器的织物,可以监测士兵的生命体征,能够改变颜色以适应不同环境的材料,甚至还有可以从太阳能或穿着者的运动中收集能量的纺织品。这就像拥有一套个人的钢铁侠战衣,但只是目前还没有飞行能力。

根据Grand View Research研究公司的一份报告,2020年全球军事个人防护装备市场规模估值为151.2亿美元,预计从2021年到2028年将以5.4%的复合年均增长率增长,这种增长在很大程度上是由面料技术的进步推动的。

展望未来,军装面料将会有更多惊人的创新:自我修复材料,能适应极端温度的制服……但有一件事是肯定的,部队将持续受益于面料技术的不断进步。

2. 现代军装中常用的面料

军装面料的选择对于保护部队军人至关重要,下文将深入军事纺织品的世界,探索那些在各种条件下使我们的士兵保持安全和舒适的材料。

2.1 棉涤混纺: 军装的支柱

棉涤混纺面料长期以来一直是军装的首选。这些面料在舒适性、耐用性和功能性之间提供了完美的平衡,这种组合成功结合了棉花的天然透气性与聚酯的强度和快干性能。

根据美国陆军纳提克士兵研究、开发与工程中心的一项研究,50/50的棉和聚酯混纺面料对于大多数军事应用来说是最佳选择,增强了吸湿排汗能力并且减少了褶皱。

许多军装之所以应用标志性的橄榄绿颜色,是因为这种颜色是人类眼睛在远处最难察觉的颜色之一,以此达到伪装的目的。

2.2 尼龙及其在军事装备中的作用

尼龙是一种坚韧且用途广泛的合成纤维,在军事装备中起着至关重要的作用。由于其强度重量比出色,常用于背包、承重背心和降落伞等装备中。美国国防后勤局报告称,尼龙是靴带到战术背心等许多军事装备中的关键组成部分。

但尼龙不仅强度大,还具有防水和速干的特性,非常适合雨中任务,在保持干燥的同时也能保证服装的外观帅气。

2.3 芳纶纤维: 增强保护和耐用性

谈及防护功能时,像凯夫拉(Kevlar®)和诺梅克斯(Nomex®)这样的芳纶纤维算是军事织物中的真正佼佼者。这些高性能材料具有出色的耐热和阻燃性能以及防弹保护作用。根据美国国家标准与技术研究院的数据,芳纶纤维可以在高达932° F (500° C)的温度下不降解。一件凯夫拉尔背心可以阻挡以每秒1400英尺速度飞行的9毫米子弹。

2.4 极端条件下的专用面料

现代战争需要适应性,这也是专用面料发挥作

用的地方。对于极端寒冷的环境,戈尔特斯(Gore-Tex®)和其他防水透气膜必不可少。这些面料使战士们在北极冻原和雨林等恶劣环境中可以保持干燥和舒适。

另一方面,对于酷热的沙漠条件,类似酷迈克斯(Coolmax®)的面料有助于调节体温并吸走汗水。美国海军陆战队甚至开发了一种特殊的沙漠制服,采用轻质、透气的防撕裂面料,使部队在超过120° F (49℃)的高温下保持凉爽。

| 面料类型      | 主要优点       | 常见应用      |
|-----------|------------|-----------|
| 棉涤混纺      | 舒适、耐用、吸湿排汗 | 标准制服、战斗衬衫 |
| 尼龙        | 强度高、防水     | 背包、背心、降落伞 |
| 芳纶纤维      | 耐热、防弹保护    | 防弹衣、阻燃装备  |
| Gore-Tex® | 防水、透气      | 寒冷天气装备、雨衣 |

随着技术的进步,保护部队军人的面料也在不断发展。从出色的棉涤混纺到防弹芳纶纤维,这些材料是军装中无闻的英雄,士兵穿着军装的背后有大量的科学和创新。

3. 军装面料的关键要求

并非任何一种布料都可被选择为部队配备装备,军用制服面料必须满足一系列严格要求,以确保在战场上发挥最佳性能。下文将深入探讨使这些面料成为卓越选择的关键因素。

3.1 耐用性和持久性

军装需要能够承受极端条件和严格的使用,因此耐用性是重中之重。这些面料经过设计,能够抵抗普通衣物会很快被损坏的撕裂、磨损和损耗。据美国陆军纳提克士兵系统中心称,现代军用面料的耐磨次数比标准民用纺织品高出200%。通常使用

高强度纤维如尼龙和聚酯混纺,可以确保制服能够经受住战斗和训练的要求而不会损坏。

3.2 舒适性和透气性

因为没有人想穿着不舒服的衣服战斗,所以面料的舒适性和透气性对于在各种气候条件下保持士兵的士气和表现至关重要。军装面料必须允许足够的空气流通和吸湿排汗,以保持部队凉爽和干燥。

一些制服中采用了相变面料等先进材料,可以根据需要吸收或释放热量。例如,美国海军陆战队开发了一种热带制服,使用了速干、轻质的面料,可以在炎热潮湿的环境中带来不同感觉。

3.3 伪装和隐蔽性能

有效的伪装图案和材料对于在各种地形中的隐蔽至关重要。现代军用面料采用了先进的印刷技术和特殊染料,可帮助士兵融入周围环境。

美国陆军的作战迷彩图案(OCP)于2015年推出,它也是织物技术和设计协同工作以增强隐蔽性的一个重要例子。一些前沿织物甚至融入了红外反射特性,以减少被夜视设备探测到的可能性。

3.4 防火和隔热保护

战斗区域可能会变得炎热,而其影响因素不仅只有天气。阻燃织物对于保护士兵免受烧伤和热伤害至关重要。像诺梅克斯(Nomex)和凯夫拉(Kevlar)这样的材料由于其出色的阻燃性能而常用于军服中。据美国国防部称,在某些战斗场景中,阻燃制服的使用已经将烧伤伤害降低了50%以上。

3.5 化学和生物制剂抵抗力

最后,军队防范无形的威胁也同样重要。军服面料必须能够抵御在战争或恐怖袭击中可能遇到的化

学和生物制剂。在面料上应用特殊的涂层和处理工艺可以排斥或中和有害物质，一些先进面料甚至加入了活性炭或其他吸附材料来捕捉危险颗粒。

美军使用的联合军种轻型综合防护服技术（JSLIST）就是这一领域取得巨大进步的一个较好范例，能提供长达24小时的化学和生物制剂防护。

4. 不同军种在面料选择上的差异

说到军装，绝对没有一种尺码可以适合所有人，武装部队的每个分支都有其独特的要求和挑战，也导致了在面料选择上的有趣变化。下文将讨论军事纺织品的世界，探索陆军、海军、空军和海军陆战队如何为其部队配备装备。

4.1 陆军军装面料

以多功能性和适应性著称的美国陆军需要能够承受各种环境的制服。陆军作战服（ACU）主要使用50/50的棉和尼龙混纺，在舒适性和耐用性之间提供平衡。这种面料选择是陆军纳提克士兵系统中心广泛研究和测试的结果，并非随意而定。

陆军一直在试验用于制服的阻燃织物。阻燃陆军作战服（FR ACU）采用了诺梅克斯（Nomex）和凯夫拉（Kevlar）等材料，增强了对火和热的防护，这种服装类似一套迷你消防员服，但要相较要时尚得多。

4.2 海军军装面料

海军的制服面料旨在承受海上生活的独特挑战。用于岸上行动的海军工作服（NWU）III型由50/50的尼龙和棉混纺制成，与陆军的作战服（ACU）类似。然而在船上工作时，海军选择了阻燃的NWU I型，使用了尼龙、棉花和阻燃粘胶的混合材料。

另外，海军标志性的蓝色礼服和白色礼服分别由100%羊毛和聚酯制成，既外观鲜明，又能在潮湿的条件下保持整洁的外观。

4.3 空军军装面料

一直追求高标准的空军有自己独特的面料选择。空军作战服（ABU）使用50/50的尼龙和棉防撕裂面料，为地面和空中人员提供耐用性和舒适性。但有趣的是，空军一直在向作战迷彩服（OCP）过渡，这种制服使用了粘胶纤维、对位芳纶、尼龙和间位芳纶纤维的阻燃混合物。

空军飞行服也被称为“袋子”，由诺梅克斯（Nomex）制成。这种高科技面料具有出色的阻燃性能，对飞行员的安全至关重要，就像在天空翱翔时穿着一保护茧。

4.4 海军陆战队军装面料

海军陆战队总是自豪于与众不同，他们对待制服面料也有自己的选择。海军陆战队战斗实用服（MCCUU）使用50/50的棉和尼龙防撕裂面料，与其他军种类似，但带有独特的MARPAT（海军陆战队图案）迷彩印花。这种面料在耐用性、舒适性和防火性之间提供了平衡。

海军陆战队的蓝色礼服可以说是最容易辨认的军服，是由100%羊毛制成的。这种传统面料的选择可以追溯到海军陆战队的成立时期，象征着海军陆战队与其传奇历史的联系。

正如所见，每个军种都会精心选择满足其特定需求的面料，平衡耐用性、舒适性、安全性和传统等因素。从高科技阻燃材料到历史悠久的羊毛，这些面料选择在保护和识别部队军种方面起着至关重要的作用。

5. 特殊制服及其独特的面料要求

军队面临着不同的角色和环境，这就需要有特殊的制服，对面料也有独特的要求。下文将深入了解它们是如何被设计来保护和服务那些身着制服的男女军人的。

5.1 作战服

作战服是军装中的主力，旨在承受战场条件的严酷考验，同时提供伪装和保护。此类制服通常使用棉花和合成纤维（如尼龙或聚酯）的混纺，以平衡舒适性、耐用性和吸湿排汗性能。

例如，美国陆军的作战伪装图案（OCP）制服由50%的棉花和50%的尼龙制成，提供了透气性和强度的完美结合。

现代作战服通常采用阻燃（FR）处理。在爆炸环境中，这个关键特性可能意味着生与死的区别。美国海军陆战队的增强型阻燃战斗服（EFRCE）更进一步使用类似间位芳纶和对位芳纶这样的本质阻燃纤维，在不影响舒适性的情况下提供卓越保护。

5.2 礼服

礼服展现了军事自豪感和传统的结合。虽然礼服可能不会出现在战场上，但也有其独特的面料要求。礼服在正式场合和仪式中需要优先考虑外观、舒适性和耐用性。它们通常使用如羊毛或棉花等高质量天然纤维制成，有时也会与合成纤维混纺以提高抗皱性和易护理性。

例如，标志性的美国海军陆战队蓝色礼服制服由100%羊毛制成，以其出色的垂坠感和能保持清晰折痕而闻名；美国海军的白色礼服使用聚酯和棉花的混纺面料，整体呈现清爽、干净的外观，相对容易

保养，非常适合于在海上漫长的日子。

5.3 飞行服

当谈到高空飞行时，飞行员需要专门的装备来确保他们的安全和舒适。飞行服旨在保护飞行员免受潜在危险，同时需要在驾驶舱内提供功能性。这些连体服通常由阻燃材料制成，如诺梅克斯（Nomex）——一种由杜邦公司开发的间位芳纶纤维。

美国空军的最新飞行服（即空军作战服ABU）则更上一层楼，它不仅具有阻燃性，还经过了驱虫处理，并设有许多口袋和连接点用于放置必要装备。

5.4 寒冷天气装备

当气温下降时，部队需要有效的防护来抵御自然环境。寒冷天气的军用装备依靠先进的织物技术来提供隔热、防潮和防风功能。这些制服通常采用分层系统，每一层都有特定的用途。

美国陆军的扩展寒冷天气服装系统（ECWCS）就是这种方法的一个典型例子，它由从吸湿排汗基层到防风外层共七层组成。该系统使用的各种高科技织物包括：

用于防潮的Polartec® Power Dry®。

用于保暖的Polartec® Thermal Pro®。

用于防水透气保护的Gore-Tex®。

有了这套先进装备，部队在低至-60°F（-51°C）的温度下也能保持温暖和干燥，使士兵能够在环境压力下保持冷静。

6. 军装面料的未来

6.1 智能纺织品和可穿戴技术

智能纺织品和可穿戴技术正在彻底改变部队

的保护和装备方式。这些创新面料可以监测生命体征、调节体温，甚至向指挥官提供实时数据。能够检测士兵何时脱水或遭受热应激的制服不再仅存在于科幻小说中。

根据市场研究机构MarketsandMarkets的一份报告，到2025年，军用智能纺织品市场规模预计将达到26.7亿美元。这些面料不仅看起来漂亮，还在保护士兵的同时为他们提供战术优势。

6.2 纳米技术在面料开发中的应用

纳米技术正在将军事织物带入微观层面。通过在原子和分子尺度上操纵材料，科学家们正在创造具有超级英雄般特性的织物——能够抵御化学和生物制剂、自清洁甚至自行修复小裂口的制服，类似有一支小型织物修复大军可以全天候工作。美国陆军研究实验室一直在研究纳米技术增强织物，可以从穿着者的运动中产生电力。

6.3 可持续和环保的军装面料

谁说穿着迷彩服就不能环保，部队着装也向着可持续发展迈进，环保面料正在引领潮流。在不影响耐用性或使用性能的同时，研究人员正在开发由可再生资源制成的可生物降解制服，对部队应用和环境保护来说是双赢的局面。

美国国防部已经设定了长远目标来减少部队着装对环境的影响。作为这一举措的部分工作，他们正在探索由回收材料制成的织物，甚至在研究使用寿命结束后可以堆肥的制服，即所谓的“制服退役”。

6.4 自适应伪装和变色材料

自适应伪装和变色材料将使我们的部队几乎隐形，可以改变颜色和图案以匹配从沙漠沙地到城市景观等任何环境。这就像使战士拥有了变色龙的超能力，但更加酷！

加利福尼亚大学欧文分校的科学家们开发了一

种在拉伸和松弛时会变色的材料。虽然仍处于早期阶段，但其在军事应用方面的潜力仍令人惊叹。想象一下，一种制服能在士兵穿越不同地形时自动调整其伪装，这才是我们所说的时尚融入！

展望军装面料的未来，有一件事是肯定的——我们的部队服装将比以往任何时候都更安全、更舒适、更有效。随着智能纺织品、纳米技术、环保材料和自适应伪装的出现，下一代军装面料注定出现革命性变革。也许有一天会出现能传送士兵或让他们隐形的制服，随着技术进步的速度，一切皆有可能！

7. 结论

正如我们在这篇全面综述中所探讨的，军装中使用的面料比许多人想象的要复杂且技术先进得多。从传统的棉涤混纺到前沿的智能纺织品，军装面料的演变不仅反映了纺织技术的进步，也反映了战争和军事行动性质的变化。

军装面料的选择是一个关键决策，需要平衡耐用性、舒适性、保护和功能性等多个因素。每个军种都有其特定要求，导致不同制服和角色的面料选择存在差异。

此领域正在进行的研究和开发有望在未来带来例如自适应伪装、集成可穿戴技术等更多创新解决方案。

了解军用制服所使用的面料，让我们更加深刻体会到为武装部队配备装备所蕴含的思考和工程设计。这是人类创造力的证明，也是对能够更好地保护和服务那些为我们的安全而奋不顾身的人的材料的持续探索。

随着技术的不断进步，我们可以期待在军装面料方面看到更多卓越发展，进一步提高全球部队的能力和安全性。 

# 用于自适应个人热管理的高度集成的辐射冷却相变纤维膜

辐射冷却技术通过反射太阳辐射和发射红外辐射，已成为一种高效、被动的热调节解决方案。无需外部能量输入即可实现冷却，使其成为缓解全球能源和环境挑战的一种有前景的方法。辐射冷却符合绿色和低碳发展原则，为各种应用（包括建筑、纺织品和个人热管理系统）的温度控制提供可持续的替代方案。然而，辐射冷却材料（RCM）的实际部署常常受到环境因素的阻碍，例如，热量积累、对流传热和显着的昼夜温度变化。这些挑战会降低 RCM 的冷却效率，导致特定气候条件下出现过冷或过热等潜在问题。

人们提出将相变材料（PCM）与 RCM 集成作为解决这些限制的有效策略。相变材料具有高潜热和稳定的相变温度，使其能够在相变过程中吸收和释放热量。这种固有的能力可以稳定温度波动，从而提高辐射冷却系统的整体效率。例如，PCM 可以在高温时吸收多余的热量，并在温度下降时释放热量，从而减轻环境热流入的影响，缓解热不适。此外，具有适合人体热舒适水平的相变温度的相变材料，在提高辐射冷却系统在可穿戴和个人热管理技术中的适用性方面表现出巨大的潜力。人们对 PCM 与辐射冷却系统的集成进行了广泛的研究，这些系统涉及一系列应用，例如，太阳能蒸馏器、光伏热系统、空调装置和节能型屋顶。这些研究强调了将 PCM 的热存储特性与 RCM 的光学和热发射特性相结合的显著优势，然而，依然存在挑战，如有限的潜热、对人体舒适度而言次优的相变温度，以及由于黏度增加和可

加工性降低而导致 PCM 集成材料加工困难。

近日，深圳大学陈大柱教授团队介绍了一种通过辐射冷却相变（RC-PC）纤维膜进行个人热管理的创新解决方案。这些膜通过同轴静电纺丝制造，结合了聚（3- 羟基丁酸酯-co-3- 羟基戊酸酯）（PHBV）和正硅酸四乙酯（TEOS）复合壳，封装正十八烷作为核心相变材料。该膜表现出卓越的光学性能，在大气窗口内太阳反射率为 95.0%，发射率为 88.6%，有效减少了环境热吸收。注入正十八烷的纤维（0.3 mL/h C18@TEOS/PHBV）表现出 88.3 J/g 的相变焓，在黎明时降低了加热速率，并提高了约 1℃的冷却。在典型的太阳辐射（939.5 W/m<sup>2</sup>）下，膜提供的平均冷却功率为 89.0 W/m<sup>2</sup>，峰值为 95.3 W/m<sup>2</sup>。值得注意的是，它们在 550.2 W/m<sup>2</sup> 下实现了 5.1℃的冷却降低，保持的温度明显低于传统织物，与医用防护服相比，温度差异为 4.4℃。这些发现强调了 RC-PC 纤维膜在可持续、高效的个人热管理方面的潜力。

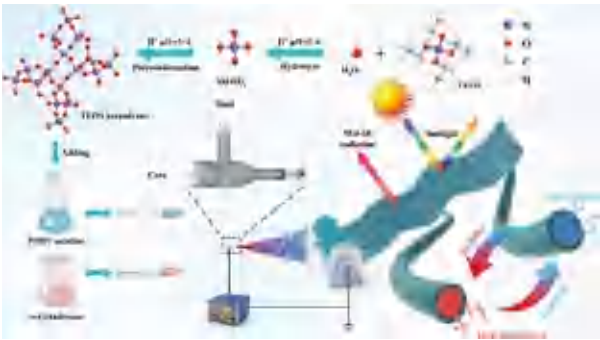


图1 C18@TEOS/PHBV纤维膜制备流程

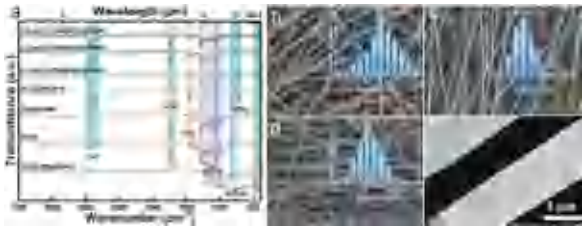


图2 纤维膜的表征: a) 纤维膜、TEOS预聚物和正十八烷的FTIR光谱; b) PHBV的SEM图像和纤维直径分布; c) 50wt% TEOS/PHBV的SEM图像和纤维直径分布; d) 0.3mL/h C18@TEOS/PHBV纤维膜的SEM图像和纤维直径分布; e) 0.3mL/h C18@TEOS/PHBV纤维膜的TEM图像。

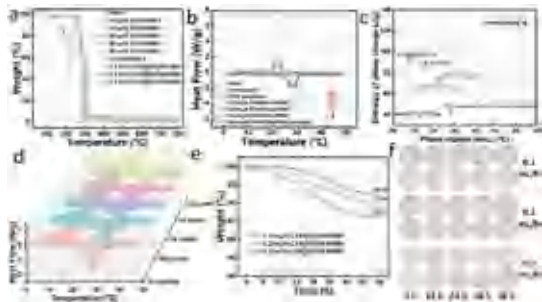


图3 纤维膜的热性能: 纤维膜的a) TGA和b) DSC曲线; c) 本研究工作与已报道的相关工作进行比较; d) 0.3mL/h C18@TEOS/PHBV纤维膜超过50个循环的DSC循环曲线; 连续加热48h的C18@TEOS/PHBV纤维膜随时间的e) 质量变化和f) 外观变化。

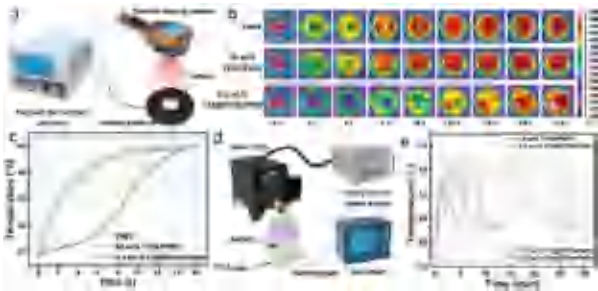


图4 a) 加热台升温试验示意图; b) 纤维膜的红外热成像; c) 升温曲线; d) 氙灯光源照射示意图; e) 纤维膜的升降温曲线。

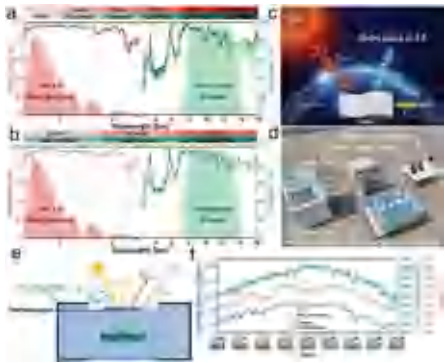


图5 纤维膜的光学和冷却性能: a) PHBV、TEOS/PHBV的太阳辐射光谱(红色)和中红外发射光谱(绿色); b) C18@TEOS/PHBV纤维膜; c) 白天辐射冷却材料的能量流图; d) 室外冷却温度测试环境; e) 自制对流屏蔽装置示意图; f) 2024年10月5日上午10:00至下午2:00中国深圳0.3mL/h C18@TEOS/PHBV纤维膜的制冷功率、环境温度和太阳辐射强度。

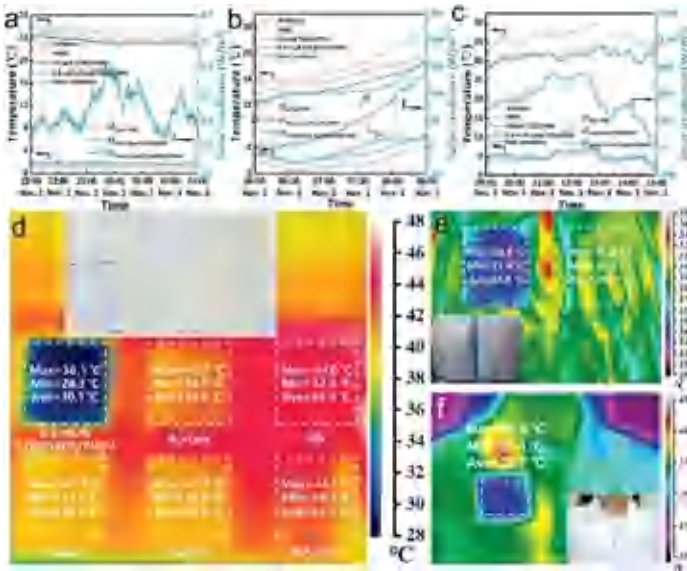


图6 周围环境、50wt% TEOS/PHBV 和0.3mL/h C18@TEOS/PHBV 纤维膜在 a) 夜间、b) 黎明和 c) 白天的温度曲线; d) 纤维膜 0.3mL/h C18@TEOS/PHBV 与普通商业织物在阳光直射下的红外热分析图和物理图; e) 医用防护服和 f) 白色日常服装表面 0.3mL/h C18@TEOS/PHBV 纤维膜的红外热分析图和实物图。

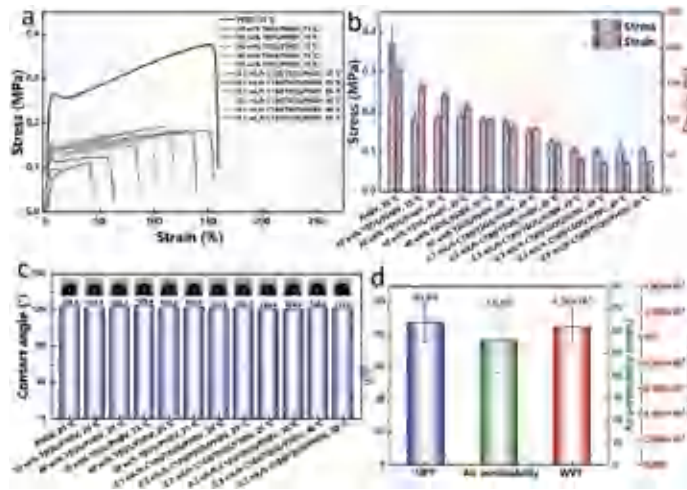


图7 纤维膜的力学和疏水性能: a) 纤维膜的应力—应变曲线; b) 纤维膜的平均拉伸强度和断裂应变; c) 纤维膜与水的接触角; d) 0.3mL/h C18@TEOS/PHBV 纤维膜的 UPF、透气度和 WVT。

结论

总之, 通过同轴静电纺丝开发的 C18@TEOS/PHBV 相变纤维膜显著提高了个人热调节能力。通过采用正十八烷作为核心相变材料和 PHBV/TEOS 复合外壳, 该膜有效地将相变储能与被动辐射冷却结合起来。0.3 mL/h C18@TEOS/PHBV 纤维膜表现

出卓越的光学性能, 在紫外—可见—近红外光谱 (0.3 ~ 2.5  $\mu\text{m}$ ) 上的反射率为 95.0%。这项工作通过将相变储能与被动辐射冷却无缝集成, 引入了一种新颖的个人热管理方法, 为未来提供了一种有前景的纺织品设计策略。



# 集成纺织显示系统

人们通过视觉获取约 80% 的外部环境信息，这使得显示技术成为现代生活中不可或缺的组成部分。设备结构的演变促使显示技术从刚性材料向柔性薄膜的迭代发展。最近，下一代显示器将电致发光单元直接编织到聚合物复合纤维中以形成纺织显示器。这种显示器像衣服一样灵活且透气，可用于可穿戴设备和智能纺织品等应用。特别是，用户可以通过触摸服装与电子设备进行交互。总结了纺织显示器的发展历程，并讨论了该领域的最新成就，包括纺织显示器的应用、活性材料的进展、活性层与纤维电极之间界面的设计、显示模块的发展以及纺织显示器与多种电子功能的集成。最后，总结了纺织显示器在实际应用中可能面临的挑战，并提出了未来研究的方向。

在现代社会中，显示屏作为一种不可或缺的平台应运而生，它使得信息能够在个体与机器之间得以有效传递。鉴于日常生活对显示设备无缝集成的需求日益增长，显示技术的配置正朝着适应可穿戴设备的方向逐步转型。随着时间推移，设备结构与材料的进步推动了显示技术的迭代发展，使其从笨重的刚性形态逐步过渡至轻薄的柔性薄膜形态。

通过多功能电子元件的集成，纺织显示技术在电子纺织品、人机界面、智能医疗、物联网及运动表现等多个应用领域中展现出良好的前景，而传统的显示器可能难以满足这些应用领域的要求。纺织显示技术的发展激发了一个引人入胜的研究方向，涉及电气工程、材料科学、化学、物理学及生物医学科学等多个学科的跨学科合作。例如，更高性能的发光材料和新兴的发光方法能够显著简化设备

制造过程中的封装步骤，从而提升纺织显示的设计性。交流和直流发光系统需要完全不同的设备结构和驱动电路设计。此外，具有复杂变形特征的可穿戴应用场景需要高度稳定的纺织电极和活性材料。该领域的跨学科特性促进了新兴材料、制造技术和设计方法的探索，最终目标是提升用户体验并扩展纺织显示的潜在应用。讨论了纺织显示器的要求，并强调了它们在主动材料、电极界面、显示模块和功能集成方面有前景的应用与进展，总结了实现实际应用所面临的剩余障碍，并展望了推动这一激动人心领域的未来研究方向。

## 1. 纺织品显示器的应用

从革命性的信息技术到变革医疗保健，再到实现智能家居和办公室，纺织显示技术有潜力重塑我们的生活、工作和与电子技术互动的方式。随着我们不断探索，纺织显示技术有望提升我们的日常生活体验，并解锁更高层次的功能性和互动性（图 1）。

## 2. 纺织品显示技术的演变

与纺织显示器相比，过去的显示设备在满足特殊可穿戴应用的需求方面表现出困难。阴极射线管显示器需要具有真空空间的三维显像管，以允许电子偏转（图 2a）。这种体积结构不仅在图像质量差方面带来了挑战，而且在很大程度上限制了便携性。液晶显示器通过引入平面层压结构（图 2b）彻底改变了显示技术，该结构由夹在透明电极和起偏器之间的液晶层组成。通过调整液晶上的电压，可以控制每个子像素的亮度以形成图像。

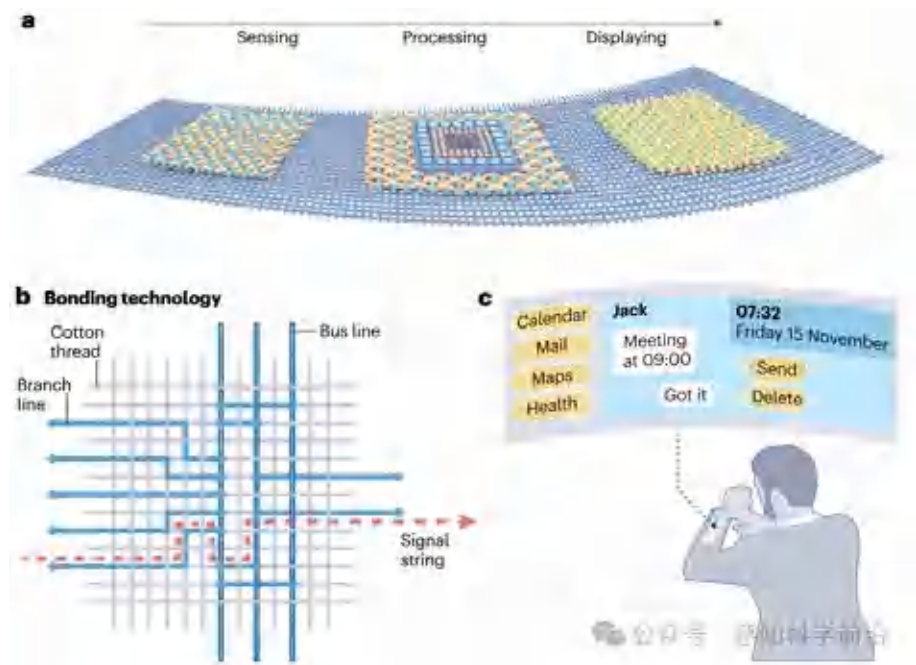


图1 集成与应用; a) 传感、处理和显示的多功能集成,目标是在实际纺织应用实现闭环系统;b) 微米到纳米尺度的处理,以实现有效且稳定的电气互连电路(互连技术是集成纺织品的基石);c) 纺织显示的示意图,促进可穿戴设备信息技术的演变发展,用户可以通过触摸服装与电子系统进行交互。

这种机制转变导致重量减轻和整体尺寸的大幅改善，使显示器更加便携和多功能。然而，背光照明的使用使得液晶显示器不灵活。有机电激光显示（OLED）通过用有机发光材料取代液晶显示器的液晶层和起偏器，使显示技术向前迈出了一大步，消除了对复杂滤色器和背光设备的需求（图 2c）。尽管 OLED 的制造过程涉及复杂和严格的接口要求，但它们在图像质量和能源效率方面的不断进步进一步增强了显示技术的能力。显示技术的这些进步实现了多项显著的性能改进。一是与阴极射线管显示器相比，液晶显示器和 OLED 的图像质量、色彩还原、对比度和能效不断提高。二是通过集成触摸和手势感应功能，OLED 和纺织品显示器的加入增强了交互性，从而促进了非凡的用户体验和更广泛的适用性。三是从阴极射线管显示器到纺织显示器的演变大大减少了显示器的重量和尺寸，从而提高了便携性和可穿戴性。四是纺织品展示具有前所未有的灵活性，类似于普通纺织品，符合不规则的形状并使佩戴舒适。

## 3. 发光材料的发展

构成制造显示器基础的发光材料已经经历了长足的进步，以满足不同的应用要求。将发光材料集成到纺织品中以实现可穿戴应用是一项挑战。除了基本的光电特性外，发光材料还必须具有良好的可加工性，以促进纺织品显示器的高通量甚至工业规模生产。此外，发光装置中制造的发光材料层需要足够耐用和可靠，以承受编织过程中的磨损和拉伸。对于实际的可穿戴应用，发光材料还必须具有化学稳定性和机械柔韧性。因此，人们付出了大量努力通过利用有机或无机发光材料来开发各种纺织显示器（表 1）。

## 4. 有效界面的设计

显示器的可靠运行依赖有效的电连接和界面处均匀的电场分布，因此，在制备和应用过程中设计功能层之间的有效界面至关重要（图 3）。对于通过将薄膜显示单元附加到纺织品上制造的纺织显示器，不同层之间有效界面的设计遵循

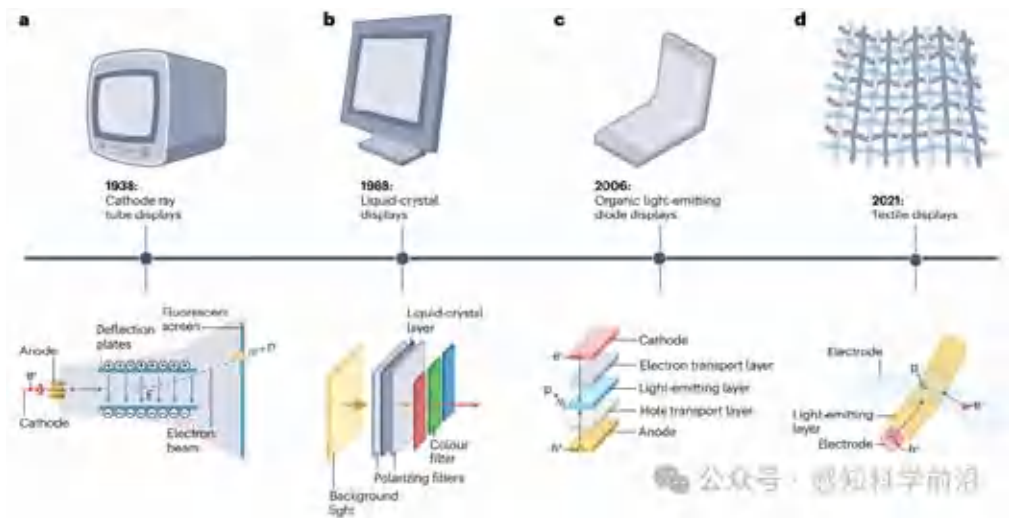


图2 纺织品显示屏的演变：显示屏的结构设计从三维体块转变为二维薄膜，以满足日益长的灵活性要求。a) 阴极射线管显示器的结构和机理；b) 液晶显示器的结构和机理；c) 有机发光二极管的结构和机理；d) 纺织显示器的结构和机理。

与平面器件相似的原则。对于通过交织光电纤维制造的纺织显示器，实现交织区域与曲面之间的稳定界面具有挑战性。在具有明显曲面结构的纺织显示器中，达到有效界面比在具有平面多层结构的传统显示器中更具挑战性。广泛应用于平面器件的方法，如物理气相沉积、化学气相沉积和旋涂，很少能适用于结合具有高度弯曲表面的一维纤维以获得高质量的界面，因为活性材料往往会在纤维基底的不平坦表面上部分聚集或稀疏，容易导致薄膜粗糙和接触效率低下。此外，纺织显示器中功能薄膜之间的接触界面应足够坚固，以承受在生产和使用过程中产生的机械变形。因此，由发光纤维和透明导电纤维编织而成的纺织品显示器需要在每个交织工作点处都有有效的界面。

5. 纺织显示模块的进展

生产柔性纺织显示器的最简单方法是直接在纺织品基板（图 4b）上制造平面 LED（图 4a）。虽然它们的整体发光性能与平面薄膜相当，但它们的透气性有限，并且面临着与连续大规模生产相关的挑战。更为重要的是，薄膜显示器与纺织品基材的模量不匹配会导致膜层破裂，容易导致性能下降甚至设备故障（图 4c）。纺织品主要由相互交织的纤维组成（图 4d）。上述纺织品模块很大程度上依赖平面显示器的制备方法，而这种方法未能充分考虑纺织品的结构特性。因此，实现纺织品显示器的另一种潜在方法是将发光纤维直接编织到纺织品中作为显示器（图 4e）。有机 LED 和无机交流 LED 均可用于发光纤维。因此，可以通过缝纫和刺绣将发光纤维集成到纺织品中，

| 表 1 基于不同发光材料的纺织品显示器性能 |                             |                                  |                             |                             |
|-----------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 纺织品显示器                | OLED基纺织品显示器                 | LEC基纺织品显示器                       | LED基纺织品显示器                  | ACEL基纺织品显示器                 |
| 沉积技术                  | 真空沉积，浸渍涂层                   | 浸渍涂层，挤压                          | 热拉伸，微成型                     | 浸渍涂层，挤压                     |
| 亮度                    | 高 (>1000cd/m <sup>2</sup> ) | 中等 (500~1000 cd/m <sup>2</sup> ) | 高 (>1000cd/m <sup>2</sup> ) | 低 (<300 cd/m <sup>2</sup> ) |
| 工作电压                  | 中等 (5~10V)                  | 中等 (5~20V)                       | 低 (<5V)                     | 高 (>100V)                   |
| 弯曲性能                  | 中等 (半径为3.5mm的弯曲1000次)       | 低 (半径为5.0mm的弯曲100次)              | 高 (半径为2.5mm的弯曲100000次)      | 中等 (半径为4.0mm的弯曲1000次)       |
| 可洗性                   | 低 (浸泡1440min)               | 中等 (加洗涤剂，搅拌10次)                  | 中等 (日常清洗40min)              | 高 (快速洗涤100次)                |

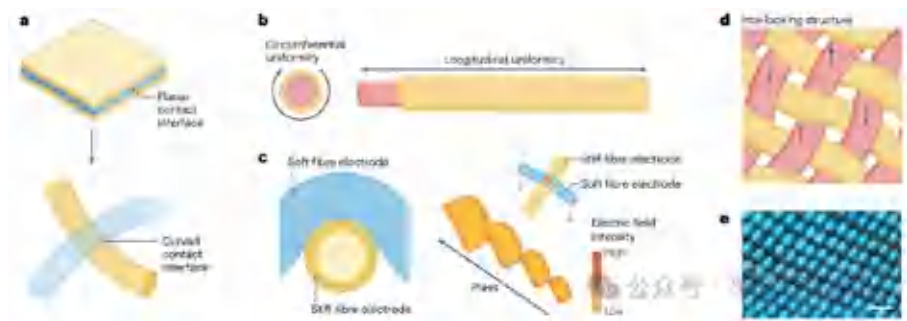


图3 高效界面设计：a) 从平面显示器到纺织品显示器的不同接触界面示意图；b) 均匀发光层，显著增强纤维电极间的界面接触与稳定性；c) 纤维电极之间的机械和电气匹配，提升界面接触稳定性及载流子传输效率；d) 采用互锁结构的平纹编织纤维电极，为多个电致发光单元提供均匀接触界面；e) 平纹织物显示器中具有均匀亮度的电致发光单元照片。

从而创造出多样化的显示图案（图 4f）。这些发光纤维可以连续生产，编织成纺织品后具有耐磨、耐弯曲、耐洗涤等优点。然而，这种基于发光纤维的纺织品显示器只能呈现预先设计的图案，很难用作人机交互平台。虽然这些系统可以通过实施先进的电路或直接使用 LED 灯带部分实现动态图像播放，但 LED 的刚性封装和松散分布不仅导致性能不佳，例如，图像分辨率低、无法播放视频，而且灵活性差且重量重。平面显示器通过提供行和列的电信号来控制单个微发光单元（称为显示像素）的编程照明，从而实现动态显示功能。用编织方法制成的纺织品本身具有数千个经纬交织点（图 4h）。通过适当控制编织工艺、纤维厚度和纤维间距离，纺织品可以承受复杂的变形并提供透气性。动态像素显示可以以灵活透气的纺织品形式实现，其中微发光单元构建在这些经纬交织点上（图 4i）。例如，通过将装有交流电致发光浆料的经纱与作为纬纱的透明导电纤维交织在一起，已经创建了这种与纺织品高度集成的显示器。通过将离子液体加入透明弹性聚合物中并随后使用熔融纺丝，获得了低模量弹性透明导电纤维。在这些交织界面中，经向和纬向纤维电极产生紧密接触，从而在它们之间产生均匀的电场。因此，在经向和纬向交织点处形成稳定的发光像素单元（图 4g）。该方法依赖连续纤维制备工艺和连续编织工艺，使发光单元均匀发光，并通过

微电子电路设计使其可编程用于动态显示。此外，将这些显示器制成纺织品可以与能量供应、传感模块、无线通信系统和其他功能设备集成，促进智能纺织系统作为可穿戴人机交互平台的发展。

6. 集成纺织系统

无论是采用无源矩阵还是有源矩阵技术驱动，显示设备和驱动模块的无缝集成对于构建纺织显示系统都至关重要。无源矩阵驱动模块具有与纺织品编织结构兼容的固有交叉条配置，使其非常适合应用于纺织显示系统。最初的尝试是将纺织显示器内的所有导电纬线和发光经线互连到显示驱动器，然后将电信号逐行传输到显示阵列上以生成图像。虽然无源矩阵驱动模块具有电路结构简单、能耗低的优点，但它们只能满足二进制、灰度和低分辨率显示的需求。为了实现高分辨率和全彩色显示，有源矩阵驱动模块已通过集成光纤效应晶体管、线电化学晶体管和光纤忆阻器等信息处理设备被引入纺织显示系统。这些信息处理设备可以无缝地整合到纺织显示器中，通过先进的制造技术（例如，圆柱投影光刻、同轴光纤控制和光纤混合工艺）来增强显示器的功能。例如，通过在系统级调整与之连接的光纤晶体管的栅极电压来调节光纤 LED 的亮度，因为它们的阳极与光纤晶体管的源电极相连。此外，还采用了一种替代电路配置，每八个光纤 LED 配备一个专用控制器，通过连接两条电源线和一条数

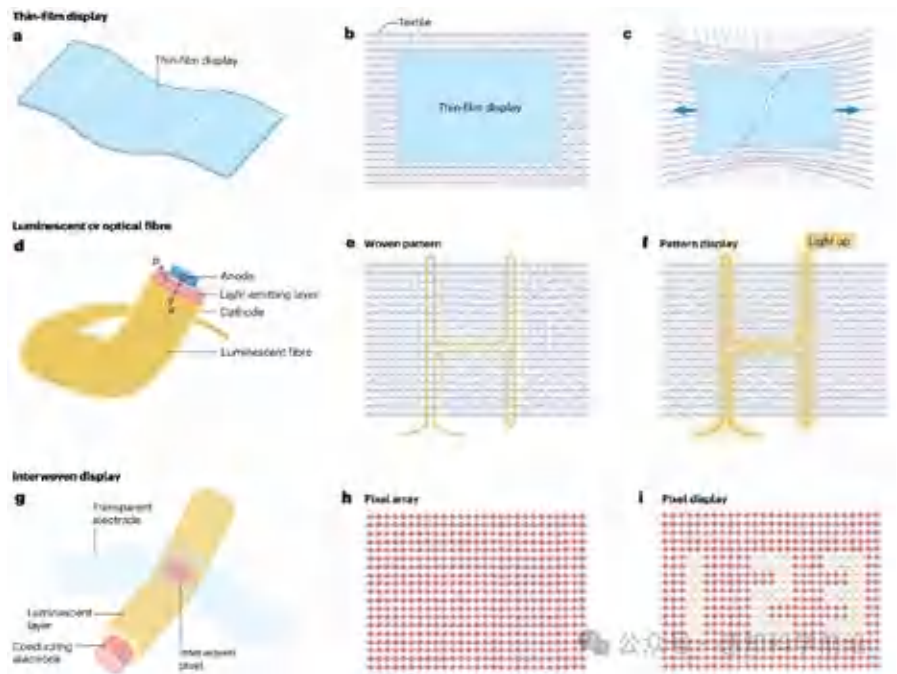


图4 显示模块的进展: a) 薄膜显示器; b) 通过将薄膜显示器附加到纺织品上实现的纺织显示器; c) 纺织品上附着的薄膜显示器变形后性能失效; d) 发光纤维; e) 通过将发光或纤维编织进纺织品中实现的纺织显示器; f) 通过预先编织的发光纤维图案实现的图案显示; g) 交织显示像素; h) 通过交织显示像素实现的纺织显示器; i) 能够显示任意输入图案的像素显示器。

据线即可实现高达 700 个像素的显示。总之，可控和动态纺织显示器的实现需要为每个发光单元集成单独的处理设备或微控制器，这不可避免地会增加电路的复杂性。同时，这些设备的有效封装对于确保有源矩阵驱动系统的整体工作可靠性至关重要。

7. 挑战与机遇

纺织显示技术的出现标志着显示技术领域的一项重大进展，可能引领视觉传播的新纪元。然而，纺织显示的实际应用目前受到若干未解决的挑战的制约，包括实现全彩显示、高显示分辨率、短刷新延迟和高集成度的困难。对这些瓶颈进行了深入分析，并提出了潜在的解决方案（表 5）。

首先，高性能发光材料和稳健设备结构的发展有望提升纺织显示器的性能。当前的困境在于如何在提高对比度、色域和分辨率的同时，确保在多种应用中实现持续的制造和可靠的操作。例如，将量子点技术集成到纺织基材中，可能使得显示器能够

实现生动且高分辨率的色彩显示。通过利用量子点独特的光学特性,如窄发射光谱和优良的色彩纯度，纺织显示器能够实现更广泛的色域和更高的色彩准确性。同时，优化纤维和纺织结构可以显著提升显示器的分辨率。提高纤维的细度和增强织造结构的密度，可以有效地实现更高的显示分辨率。与传统的有源显示器不同，无源显示器赋予纺织显示器低功耗和自然光反射等吸引人的特性。然而，尚未生产出具有令人满意的使用寿命和工艺可扩展性的无源纺织显示器。由于形态统一和模量匹配，开发纤维驱动电路板可能是提高纺织品寿命的一种可能解决方案。同时，现有的用于纤维的连续刮涂生产线可以用来封装驱动模块。解决这些问题将有助于释放无源纺织显示器的潜力，并为其在可穿戴设备中的互动应用铺平道路。

其次，纺织品驱动系统和微米级至纳米级集成方法的开发是克服纺织品显示器现有刷新率和集成度限制的关键策略。导电纱线、印刷电子技

|      | 2023       | 2026      | 2029      | 2032         |
|------|------------|-----------|-----------|--------------|
| 性能   |            |           |           |              |
| 色域   | 单色         | 25%NTSC   | 72%NTSC   | sRGB         |
| 纤维直径 | 200 μm     | 100 μm    | 75 μm     | 50 μm        |
| 分辨率  | 50 ppi     | 75 ppi    | 100 dpi   | 150 dpi      |
| 刷新率  | 15 Hz      | 30 Hz     | 50 Hz     | 75 Hz        |
| 集成   |            |           |           |              |
| 驱动模块 | 外部无源矩阵驱动   | 外部有源矩阵驱动  | 内置有源矩阵驱动器 | 集成于纺织品的纤维驱动器 |
| 多功能  | 纺织品电源      | 实时健康监测传感器 | 数据传输纺织品模块 | 数据处理纺织品模块    |
| 应用   |            |           |           |              |
| 可穿戴  | 触摸控制纺织品显示器 | 健康监测纺织品   | 纺织品电话     | 纺织品计算机       |
| 配件   | 装饰性纺织品覆盖物  | 智能地毯      | 智能家具      | 服装—家具互联      |

图5 实现纺织显示技术的十年路线图: 高性能发光材料、新型纺织驱动系统以及跨学科应用的研究都是纺织显示技术实际应用的关键步骤，这个新兴领域需要来自不同领域的共同努力，以探索可能性并优化纺织显示的性能。

术和柔性电路等技术使得嵌入显示功能的智能纺织品的创建成为可能。在未来，柔性电路互连的自动化程度提高、用于复杂表面形态的光刻技术的进步以及微米尺度至纳米尺度组装的新方法将协同推动纺织电子系统中结构与功能维度的融合。例如，在纤维上制造微米尺度或纳米尺度的设备，如传感器和驱动系统，将允许在柔性纤维内实现感知—处理显示的闭环功能，这可能大大增强可穿戴设备的功能。此外，当纺织品被按压、扭转或拉伸时，纺织品中的接触点往往会在一定程度上变形，从而导致显示亮度的不均匀变化。针织等弹性编织方法可以有效解决此问题。

最后，连续生产技术的发展对于确保纺织显示器的实际应用至关重要。连续制造过程，如纤维挤出或纺纱、卷对卷印刷和喷墨打印，使得能够以经济高效的方式生产大规模的纺织显示器，并保持一致的性能。这些生产技术提高了产品的均匀性，降低了平均生产成本，并为未来将纺织显示产品融入日常生活奠定了基础。在连续生产过程中开发灵活且轻便的封装材料也是增强耐用性的有效途径。毫无疑问，进一步提高纺织显示器在使用过程中的安全性是至关重要的考虑因素。采用高生物相容性的材料将确保设备在既定的人

体安全电压范围内运行，并增强设备在多种环境条件下的稳定性和耐用性。所有这些都是未来将纺织显示器融入日常生活的优化方向。

作为显示器的重要技术指标之一，目前纺织显示器的分辨率（30 ~ 50 像素 / 英寸）能够满足文本显示的基本要求。相比之下，图像显示应用则需要更高的图像分辨率（100 像素 / 英寸）。由于交流发光系统需要高驱动电压（数百伏特），通常采用无源矩阵驱动技术。有源驱动技术的发展有望提高纺织显示器的刷新率（30Hz），以实现高质量视频的播放。同时，随着全彩色显示需求的进一步增长，得益于单色发光材料色纯度的提高和多像素编织方法的优化，纺织显示器的色域有望达到国家电视标准委员会的色域标准 72% NTSC。

总之，尽管纺织显示技术具有巨大的潜力，但仍然存在若干亟待解决的瓶颈。高性能发光材料的使用、新型纺织驱动系统和微米到纳米级集成方法的发展、连续生产工艺的建立、穿戴安全的保障以及跨学科应用的探索，都是实现纺织显示实际应用的重要步骤。这个新兴领域需要不同领域之间的合作，以探索可能性并优化纺织显示的性能。实现这种集成不仅将推动显示技术的进步，还将促进智能纺织品的演变，使功能性与美学相融合。CITA

# 集成针织导汗和涂层导热的辐射制冷超织物

辐射制冷是一种新兴的零能耗热管理技术，对高温天气户外场景中的人体降温具有重要意义。然而，现有的辐射制冷纺织品受限于固有降温功率低、疏水性高和导热性差等问题，难以在实际应用中实现令人满意的降温效果。

近期，清华大学化工系张如范副教授团队开发了一种集成优异排汗性能、热传导性能和辐射制冷降温性能于一体的超织物，该织物正面采用聚甲醛（POM）纳米纤维纺织品作为选择性辐射制冷发射体，反面采用亲肤导热硅胶作为热导体，并采用图案化的竹纱线作为汗液传输通道。这种超织物能够迅速（几秒钟内）从皮肤表面吸收汗水并传输至织物外侧，同时，织物导热系数高达 $1.5\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，防

止人体在高温户外出现过热现象，表现出优异的人体降温效果（比没有汗液时的超织物低 $10.9^{\circ}\text{C}$ ）。此外，即使不排汗，相比商用棉布超织物，仍能够降温 $9.6^{\circ}\text{C}$ ，这项研究为设计具有实际应用价值的个人热管理纺织品提供了一种新的思路。

研究团队首先对超织物进行了合理的模型模拟和光谱设计以满足夏季高温户外实际场景下的使用（图1a和d）。为了发挥人体多种散热途径的优势

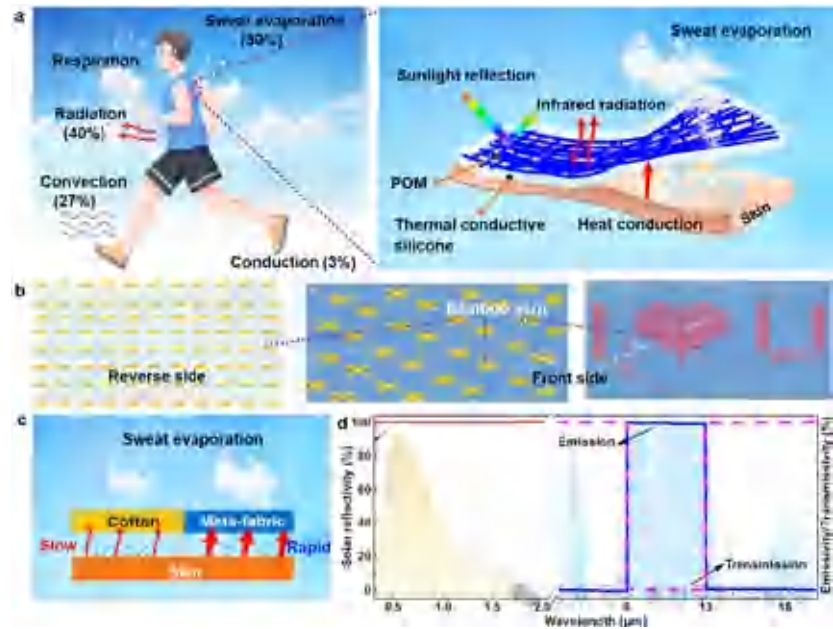


图1 超织物的模型和光谱设计

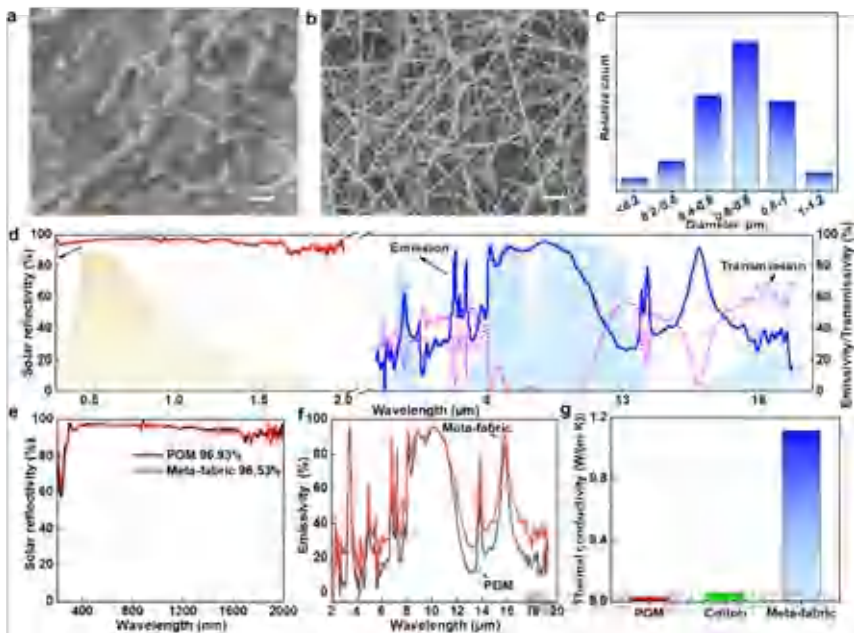


图2 超织物的结构、光谱和热传导系数测试表征

（图1a），团队精心设计了一种将选择性热辐射、排汗和热传导合理相结合的超织物材料，超织物的正面主要基于POM纳米纤维膜，实现在 $0.3\sim2.5\mu\text{m}$ 波段内较高的太阳光反射率，并在中红外区域表现出选择性发射和透过性能，在大气透明窗口（ATW  $8\sim13\mu\text{m}$ ）具有较强的热辐射。同时，为了增强汗液的传输和蒸发，采用针织不对称结构的天然竹纱线作为汗液传输通道（图1b），其不对称设计提供了一个浓度梯度，加速了汗液的传输，并增强了蒸发散热。此外，为了获得更好的可穿戴性和生物相容性，织物反面使用了亲肤导热硅胶作为热传导材料，从而提高了超织物在实际应用中的热通量（图1c），使人体在炎热户外时及时散热，避免过热现象出现。

研究团队按照设计思路制备出了辐射制冷超织物，对结构、光谱和热传导性能进行了测试表征，导热硅胶和POM两侧的微观结构分别如图2a和图2b所示，导热硅胶在POM薄膜表面形成了一个连续层，填充了纤维之间的空隙，POM一侧呈现出典型的静电纺丝纤维膜形态，纤维直径在 $0.4\sim1.0\mu\text{m}$ （图2c），与主要的太阳光波长密切相关，根据米氏散射原理，这些POM纳米纤维表现出较高的太阳光

反射率。竹纱线作为纤维素纤维的一种，含有大量亲水性羟基，增强了织物的吸汗能力，其扫描电镜图像显示结构疏松、纤维束数量多、比表面积高，有利于吸汗排汗。在 $0.2\sim2.5\mu\text{m}$ 波段，超织物和POM薄膜的太阳光反射率分别为96.53%和96.93%，表明竹纱线对太阳光反射率的影响很小。此外，在 $8\sim13\mu\text{m}$ 的大气窗口，超织物的中红外发射率高达80.3%，高于POM薄膜的75.1%，归因POM和竹纱线中的C—O—C键以及硅胶中的Si—O键的红外吸收振动峰都位于 $8\sim13\mu\text{m}$ 的ATW光谱区域内。在炎热的室外环境中，提高热传导以及时增加皮肤表面的热通量，防止人体过热也很重要。然而，大多数织物，尤其是辐射制冷织物，导热系数通常低于 $0.1\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，而且普遍是隔热的，相比之下，超织物的热传导系数在 $1.0\sim2.0\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，超过了商用棉布和POM纤维膜，进一步增强了人体散热。

在炎热的夏季，人体出汗是一种常见现象，尤其是人们在参加户外活动时，因此，织物具有良好的排汗性对于保持人体舒适度至关重要。如图3a所示，无论水滴落在超织物哪一面，只要接触竹纱线，接触角都会迅速减小并接近 $0^{\circ}$ ，表明织物的

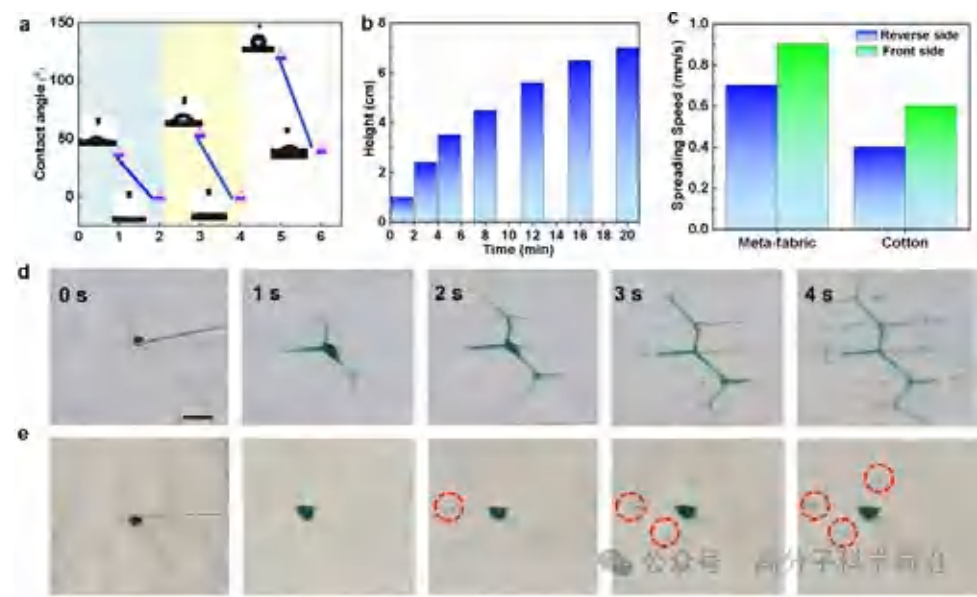


图3 模拟汗液传输性能

疏水性很容易通过竹纱线的分布来调节。将超织物垂直悬挂并浸入水中,由于渗透现象,水会在重力作用下向上扩散,即使竹纱线的用量远少于POM和硅胶,但由于竹纱线通道的存在,水的扩散速度较快,开始时大约为1.0cm/min,20min后达到7cm的高度(图3b),这表明超织物在垂直方向上具有出色的汗液传输性能。以商用棉布作为对比样品,用9g/L的NaCl溶液作为模拟汗液,对面料的正反面进行了扩散测试,如图3c所示,汗液在超织物两面的扩散速度都优于棉布。模拟汗液在超织物正面和反面竹纱线的扩散和渗透过程如图3d和3e所示,汗液在几秒内在超织物正面沿着竹纱线迅速扩散,在反面,则渗透是主要过程,这有利于汗液通过毛细作用从皮肤侧传输至织物的外表面,表明超织物具有优异的导汗性能,并且通过竹纱线在正反面的不对称图案化设计实现了单向导汗。

在模拟皮肤和真实人体皮肤表面,研究团队对超织物进行了户外降温测试,如图4d和e所示,在炎热的晴天(10:00至15:00,太阳辐照功率 $>700\text{ W/m}^2$ ,  $T_{\text{amb}}=35.1^\circ\text{C}$ ),超织物表现出优异的降温性能。超织物覆盖的模拟皮肤的平均温度约为 $44.2^\circ\text{C}$ ,是所有测试面料中温度最低的,与裸皮肤、

棉布覆盖的模拟皮肤和POM纳米纤维膜覆盖的模拟皮肤之间的温差分别为 $15.4^\circ\text{C}$ 、 $9.6^\circ\text{C}$ 和 $1.6^\circ\text{C}$ 。由于竹纱线在POM表面的稀疏分布,超织物和POM膜的太阳光反射率几乎相同,而在 $8\sim13\mu\text{m}$ 的大气窗口,超织物的红外发射率略高于POM,因此,具有更好的降温性能。同时,考虑到人体作为热源,超织物中的导热硅胶层能及时有效地将皮肤表面的热量散发出去,增强了制冷效果,给皮肤带来清爽的凉感,与纯POM膜相比,超织物的冷却效果更强,使超织物有望应用于对热舒适度要求更高的领域。研究团队测试了超织物在出汗情况下的降温性能,如图4f和4g所示,在环境温度为 $26.8^\circ\text{C}$ 、太阳辐照度大于 $500\text{ W/m}^2$ 的晴天,从11:30到14:30,研究团队将模拟汗液均匀地洒在皮肤模拟器上,模仿人体出汗的现象,从11:40到12:20,随着模拟汗液的排出和蒸发,被超织物覆盖的模拟皮肤的平均温度仅为 $27.7^\circ\text{C}$ ,比裸皮肤和超织物无汗液时的温度分别低 $26.2^\circ\text{C}$ 和 $10.9^\circ\text{C}$ ,这些结果表明,具有汗液蒸发功能的超织物更适合在炎热天气下的人体降温。此外,研究团队还测试了真实人体皮肤出汗时的降温情况,如图4h和图4i所示,在太阳辐照度为 $500\sim900\text{ W/m}^2$ 的炎热晴天,从12:15至12:45,人在阳光下曝

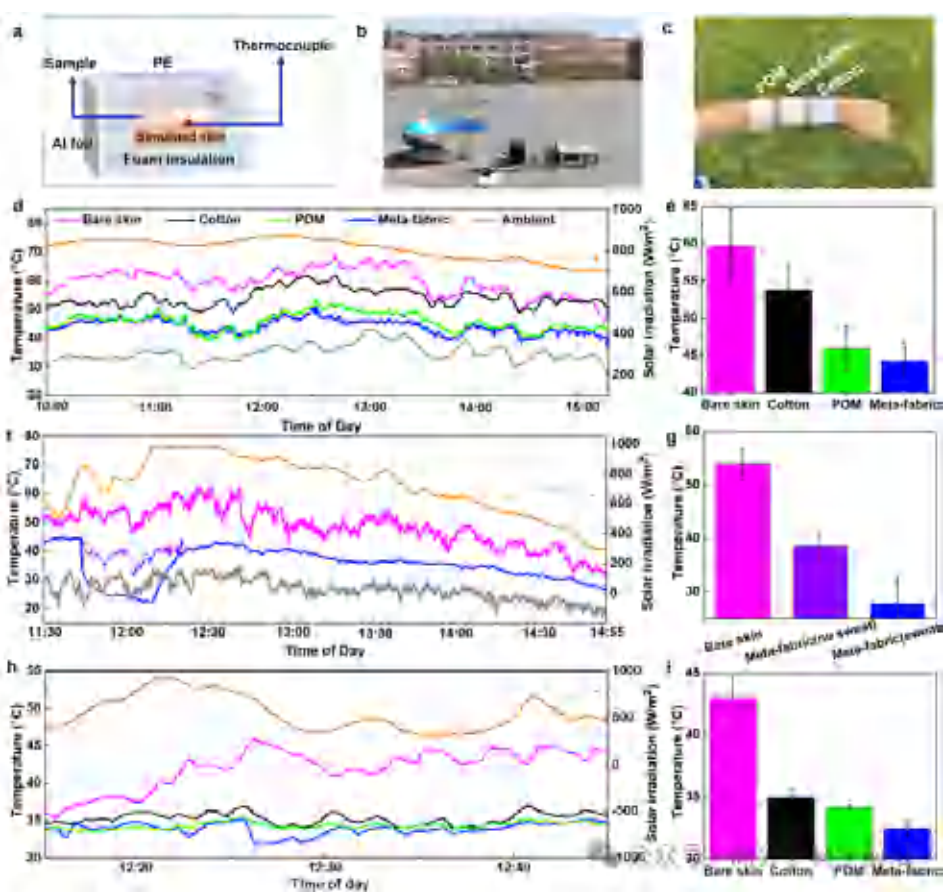


图4 超织物的户外降温测试

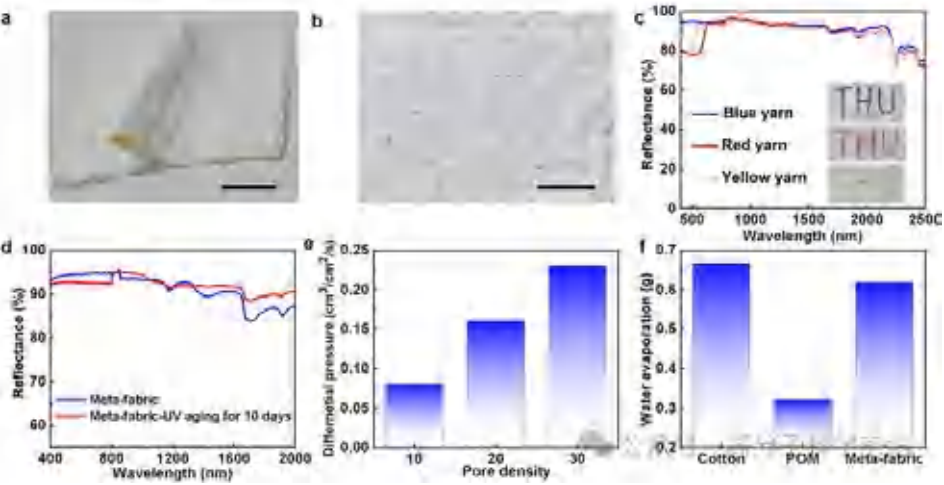


图5 超织物的可穿戴性测试

晒10min后开始出汗,12:26到12:32,被超织物覆盖的皮肤平均温度为 $32.5^\circ\text{C}$ ,分别比裸皮肤、棉布和POM纤维膜覆盖的皮肤温度低 $10.5^\circ\text{C}$ 、 $2.5^\circ\text{C}$ 和 $1.7^\circ\text{C}$ ,具有重要的实际应用前景。

此外,超织物还具有较好的可穿戴性和易实现的多色彩化(只需简单替换不同颜色的竹纱线),有望实现实际场景下的应用。

CVTA

# 耐用粒子流纺织物 用于电磁干扰屏蔽与焦耳加热

当前电磁 (EM) 污染日益严重, 对可穿戴电磁干扰 (EMI) 屏蔽设备的需求极高。但柔性EMI可穿戴设备面临的主要障碍是耐用性不足和规模化生产能力有限。

武汉纺织大学徐卫林院士、唐文杨讲师团队采用独特的粒子流纺丝方法 (该方法能够连续大量生产功能纱线, 并保持纱线的良好力学强度和柔韧性, 且能将其编织成织物), 采用芯鞘纱结构, 将聚丙烯 (PP) 条带高度嵌入 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ /聚吡咯 (PPy) 屏蔽层, 保护内部功能组件免受环境泄漏或损坏, 制备一种可扩展的 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ /PPy嵌入棉花/聚丙烯 (FP@CP) 织物, 用于EMI屏蔽和焦耳加热。

结果表明, 与大多数报道的EMI设备相比, 所得织物表现出更高的耐用性 (50次洗涤和465次磨损循环)。通过实验和模拟方法研究EMI屏蔽机制, 表明EMI反射和吸收模式的组合协同增强了所得织物的EMI屏蔽性能, 达到最大总屏蔽效能 (SET) 47 dB。该复合织物在3V电压下能够在10s内达到105℃的高温, 具有高效的电热性能。

此项研究为多功能EM防护纺织品的规模化生产提供了一条经济、高效的途径, 可应用于日常、军事和航空航天领域。因为所得织物不仅具有EMI屏蔽性能, 还具有焦耳加热性能, 可用于热管理, 适用于电子设备和用户。



图1 a.  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ /PPy涂层棉条的制备过程; b. 聚丙烯/聚乙烯醇缩丁醛 (PP/PVB) 条带的制备过程; c. FP@CP纱线的粒子流纺丝工艺; d. 通过编织工艺生成FP@CP织物的过程; e. FP@CP织物的电磁干扰 (EMI) 屏蔽机制; f. 展示EMI屏蔽织物实际应用的示例; g. 一包FP@CP纱线的照片; h. 使用工业编织机编织的总长度为1.5m的FP@CP织物的照片; i. 基于FP@CP纱线的背心照片及其焦耳加热性能展示。

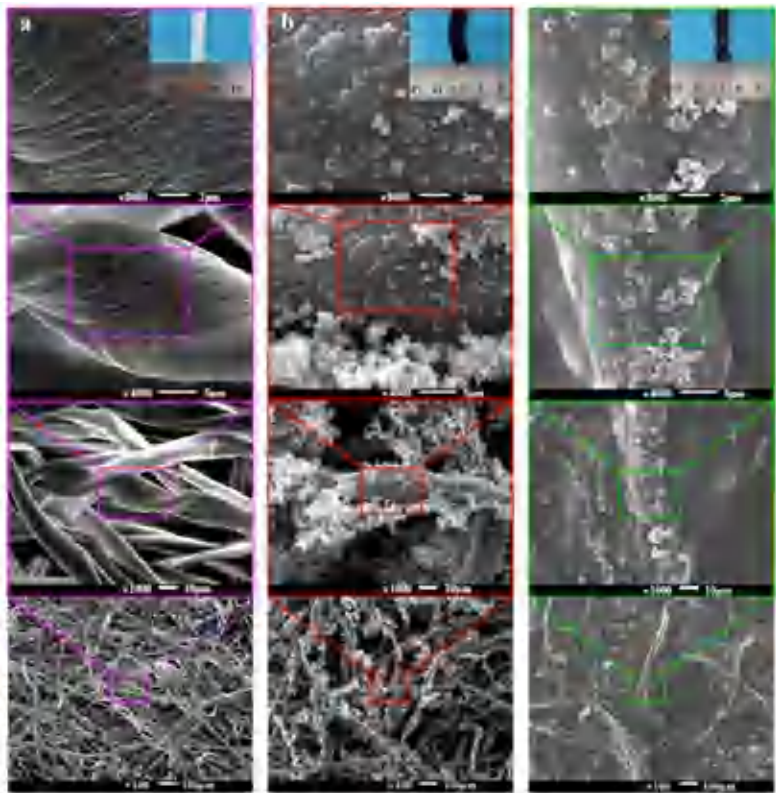


图2 a. 原始棉条的表面截面扫描电子显微镜 (SEM) 图像; b. 经过PPy处理的棉条的SEM图像, 展示不同放大倍数下的形态; c. 经过 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ /PPy处理的棉条的SEM图像, 同样展示不同放大倍数下的形态。

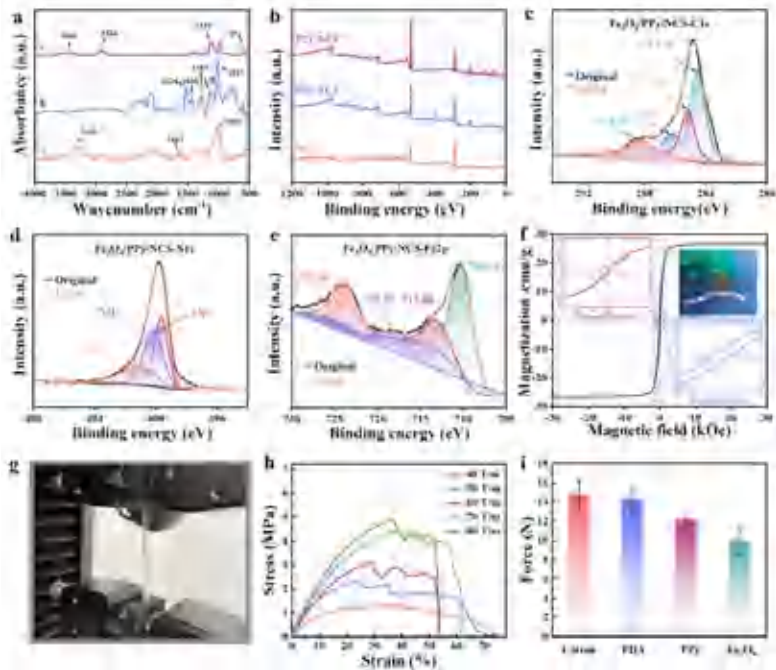


图3 a. 原始棉条 (曲线a) PPy处理棉条 (曲线b) 和 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ /PPy处理棉条 (曲线c) 的傅里叶变换红外光谱 (FTIR) 图; b. 上述三个样品的X射线光电子能谱 (XPS) 全谱图; c-e.  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ /PPy处理棉条的高分辨率XPS谱图的曲线拟合结果 (C1s、N1s、Fe2p); f.  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ /PPy处理棉条的振动样品磁强计 (VSM) 研究结果; g. 拉伸强度测试的装置设置; h. 不同捻度 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ /PPy处理棉条的应变—应力曲线; i. 不同处理条件下棉条的最大断裂力。

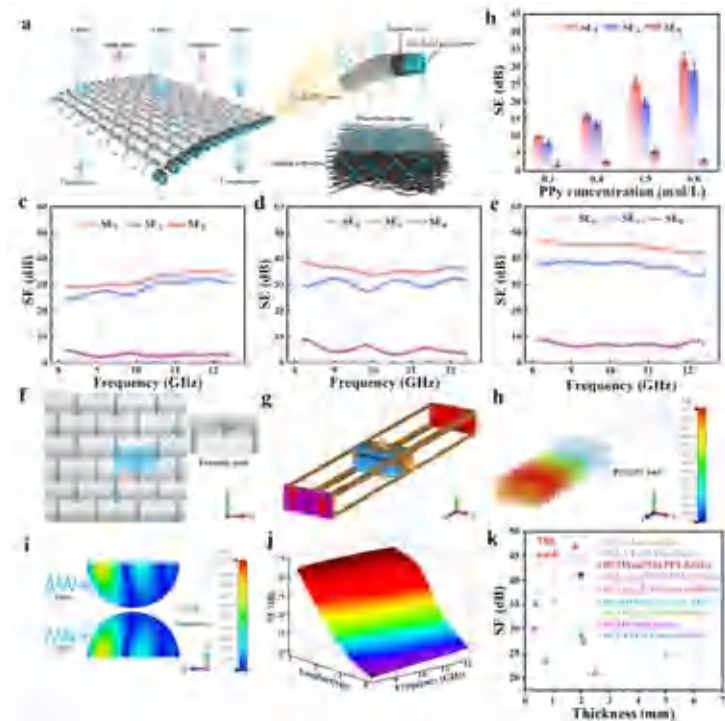


图4 a.多层织物的EMI屏蔽机制; b.PPy单体浓度对织物屏蔽效能(SE)值的影响; c-e.在8.2~12.4 GHz频段内,PPy涂层条带、Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/PPy涂层条带和FP@CP纱线的屏蔽效能(SE)值; f-j.模拟结果; k. FP@CP织物屏蔽效能(SE)值与一些先驱工作的比较,作为样品厚度的函数。

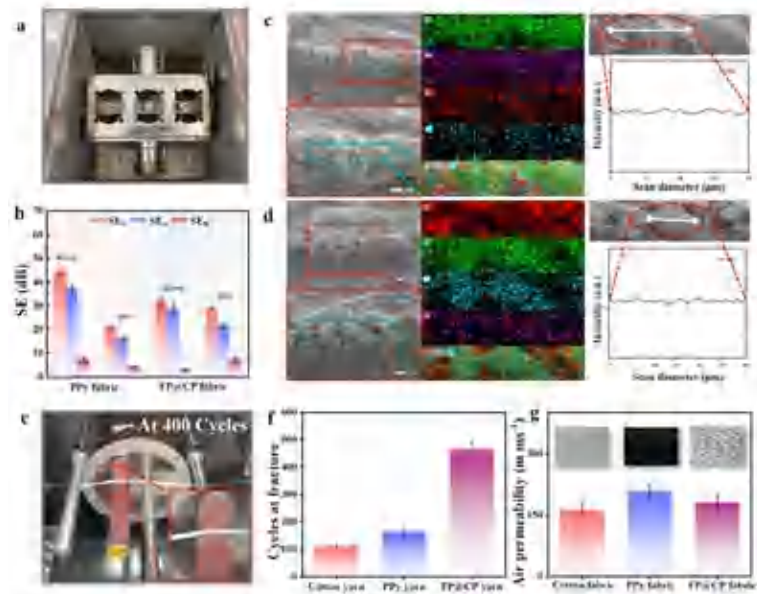
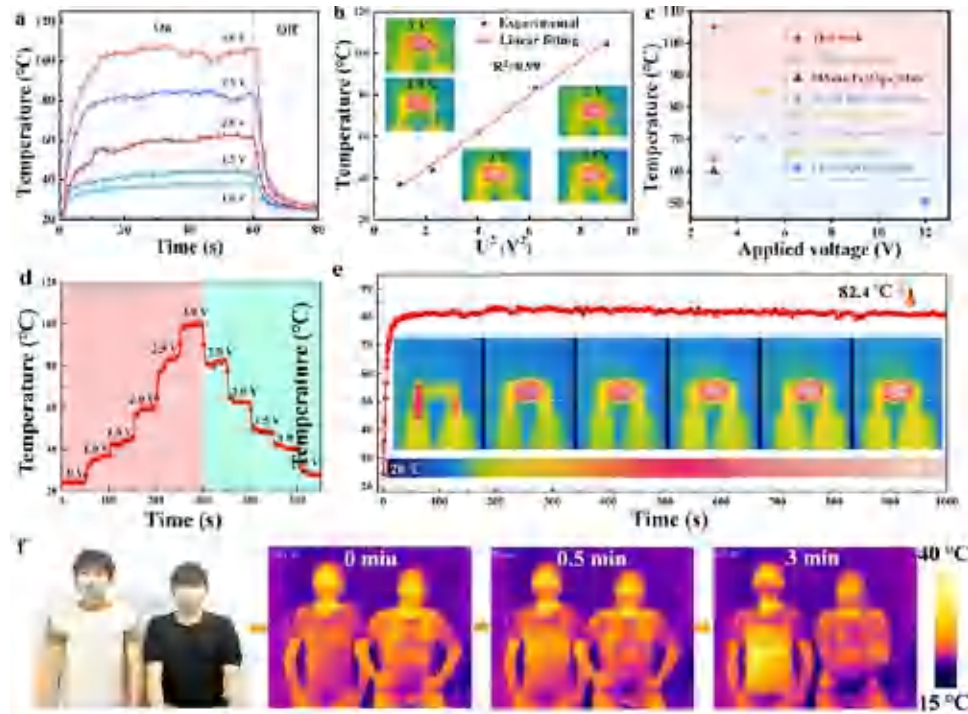


图5 a.洗涤耐久性测试机器的数字照片,这张照片展示了用于评估材料在多次洗涤后性能变化的设备; b.样品洗涤前后的屏蔽性能测试比较,此比较旨在量化洗涤对样品EMI屏蔽性能的影响; c.未洗涤PPy织物的扫描电子显微镜(SEM)图像及相应的能量散射光谱(EDS)映射,这些图像和映射提供了织物表面的微观结构和元素分布信息; d.洗涤后PPy织物的SEM图像及EDS映射,与c部分相比,这部分展示了洗涤对织物表面结构和元素分布的影响; e.经过400次磨损循环后的FP@CP纱线的数字照片,这张照片显示了纱线在经历大量磨损后的外观状态; f. FP@CP纱线与控制样品在断裂前的循环次数,此数据比较了不同样品在承受重复机械应力时的耐久性; g. FP@CP纱线与控制样品的透气性,透气性是衡量材料允许空气通过的能力的指标,对于服装和纺织品等应用至关重要。



图6 不同织物(包括帆布织物、PPy织物和FP@CP织物)的电磁干扰(EMI)屏蔽效能: a-c 使用不同织物隔断屏蔽电磁以熄灭LED灯泡的摄影演示; d-e 使用金属唇和FP@CP织物屏蔽手机信号的摄影演示。



基于FP@CP的焦耳加热器的特性与应用: a.在1~3V驱动电压下,FP@CP织物的温度随时间变化的情况; b. FP@CP织物的平衡温度与应用电压的平方( $U^2$ )之间的关系; c.在一定应用电压下,FP@CP织物与已报道的电热材料在稳定温度方面的比较;

d. FP@CP织物在逐步增加功率输入下的温度演变情况; e.在2.5V电压下,FP@CP织物的温度随时间变化的情况,以及不同时间点的对应红外图像; f.数字照片展示了两位志愿者,以及对应的红外图像显示了热量的分布情况。

# 热湿响应型羊毛纱线基人造肌肉

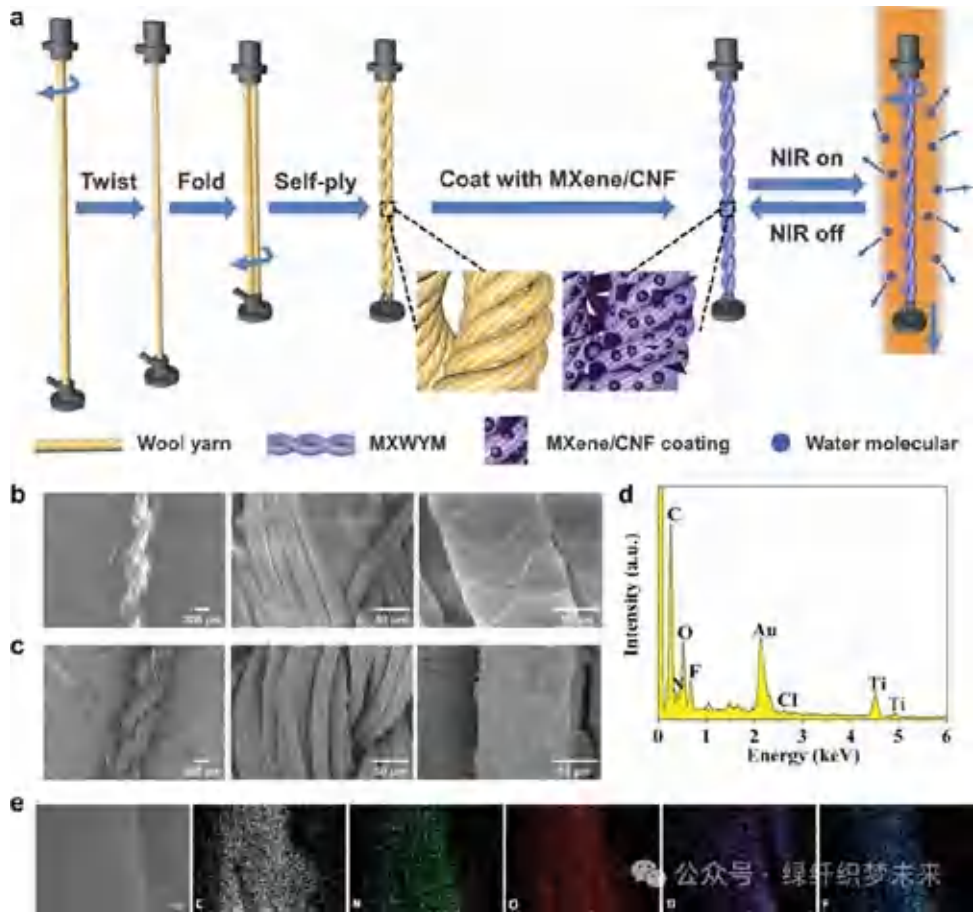
基于纤维的人造肌肉在能够感应、交互和适应环境刺激的智能纺织品中前途光明。然而，由于变形有限、刺激受限且舒适性不佳等，目前，基于人工肌肉的纺织品在可穿戴和工程领域的应用在很大程度上仍然是一个制约因素。东华大学王妮团队通过将MXene/纤维素纳米纤维（CNF）复合材料掺入加捻自合股的羊毛纱线，制造出具有高收缩驱动的双响应纱线基肌肉。MXene/CNF复合材料可用作光热剂和吸湿剂，以加速近红外光下的水分蒸发和从环境空气中吸收水分，当受到水分和光热的刺激时，可以提升超过自身重量3400倍的负载。此外，纱线肌肉以同手或异手方式盘绕以产生弹簧状肌肉，在光热刺激下产生超过550%的伸长率或83%的收缩，对智能纺织品（如自适应纺织品、软机器人）的开发具有指导意义。

智能纺织品发展迅速，传感、驱动、通信、记忆、学习、能量收集、温度和湿度调节等领域大放异彩。纤维和纱线可以通过施加捻度加工成人造肌肉（致动器），通过纺织技术进一步制造成具有1D、2D或3D变形的多功能织物致动器。各种类型的加捻纤维人造肌肉被开发，可以在多种刺激条件下产生外部功并产生变形，包括热、湿度、pH、压力、电流、光等。基于光驱动纤维/纱线致动器因远程精确控制性和灵活的可调性引起研究人员的兴趣，光驱动主要归因于光热效应（由于键长、聚合物构象或水分含量的变化而引起的热膨胀或收缩）或光化学效应引起的体积变化。通过使用光热材料（如氧化石墨烯、碳纳米管和液晶弹性体），可以产生一些基于光驱动的纤维人造肌肉。然而，复杂的工艺、有限

的变形和较差的耐磨性以及无法管理人体的热量和水分等限制了它们在智能纺织品制造和商业化方面的应用潜力。选择合适的纺织材料与新型响应材料相结合，合理设计构型是开发智能纺织品高性能人造肌肉的关键策略。

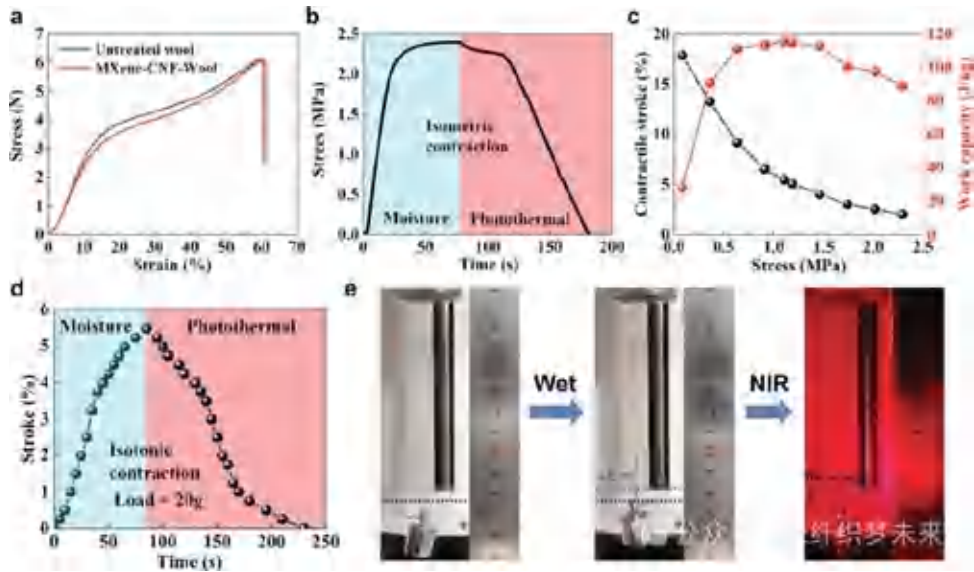
羊毛是一种基于角蛋白的动物纤维，角蛋白中的亲水性氨基酸残基和羊毛纤维聚集体的多孔结构有助于羊毛纱线的吸湿性能。羊毛纤维显示出明显的从干到湿的吸湿膨胀，即径向膨胀16%，体积膨胀超过40%。为了在可逆吸水和解吸过程中增强羊毛基纱线肌肉（WYM）的驱动，给纱线加捻，随后折叠和自捻合以形成扭矩平衡结构，同时消除解捻的趋势。值得注意的是，自捻合的捻度方向与单根纤维的初始捻度相反，因为最初加捻的纤维部分松弛，为自捻合提供一些捻度，从而产生扭矩平衡的WYM。如果单根纤维具有S（左旋）捻度，则自捻合WYM将具有Z（右旋）捻度。在WYM上涂覆了MXene/CNF复合材料以增强吸水率和光热响应，从而产生双响应MCWYM。MXene薄片沉积在纤维的间隙中，羊毛纤维表面出现的一些圆形颗粒聚集体，归因于其与羊毛纤维的强氢键作用。MXene/CNF涂层中MXene片材之间的亲水表面和扩展通道可以在光照射打开/关闭时为超快水扩散和可逆水解吸/吸收提供许多亲水位点，有利于产生高驱动行程/应力。

当MCWYM暴露在潮湿环境中时，可以达到最大收缩应力2.4MPa，并且只要 MCWYM保持湿润，就可以保持该收缩应力。当水雾停止并开始近红外光照射时，收缩力开始缓慢减小，然后急



剧下降归零。值得注意的是，MCWYM的最大收缩应力远低于其屈服点，意味着最大收缩应力不超过弹性极限，因此，MCWYM可以进行可逆驱动。在1.11MPa（20g）的外加应力下，工作容量增加到

最大值115.34J/kg，并随着外加应力的进一步增加而降低。在20g负载下，WCWYM在潮湿暴露下可以实现5.47%的收缩行程，并在NIR光下迅速完全恢复。

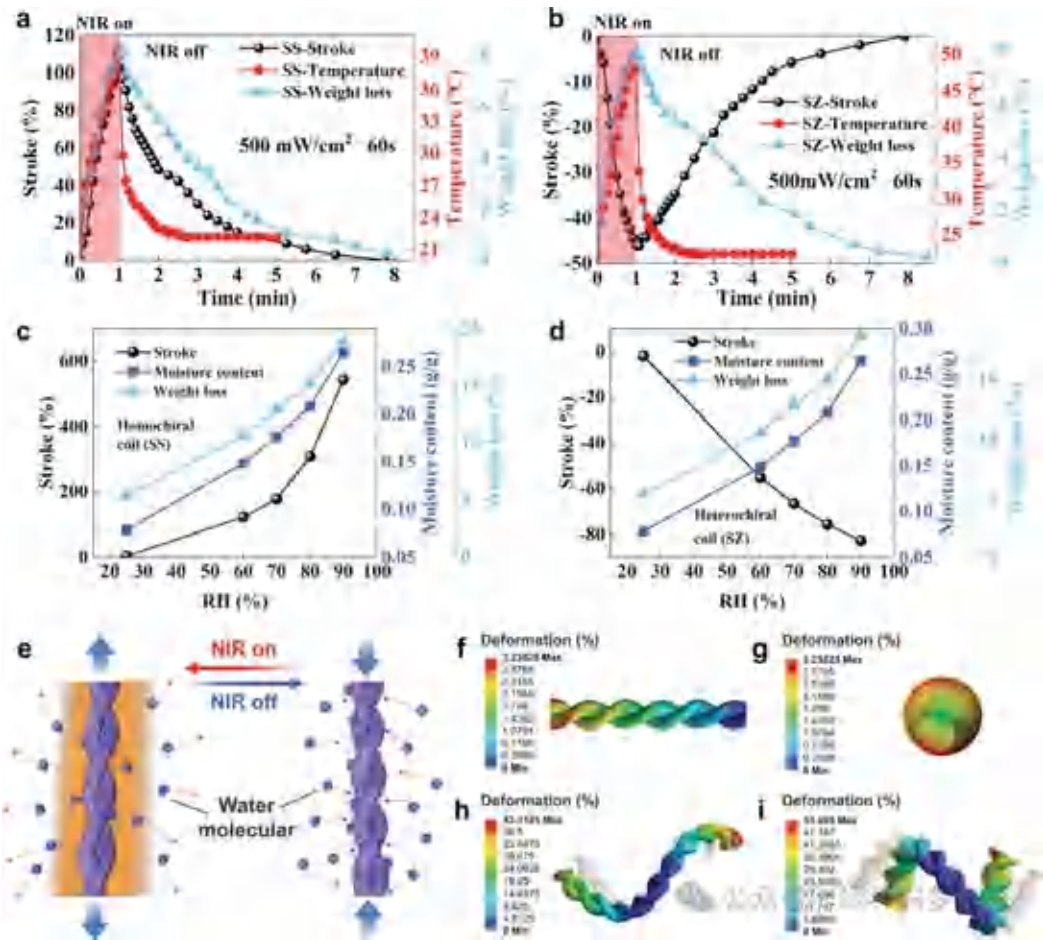
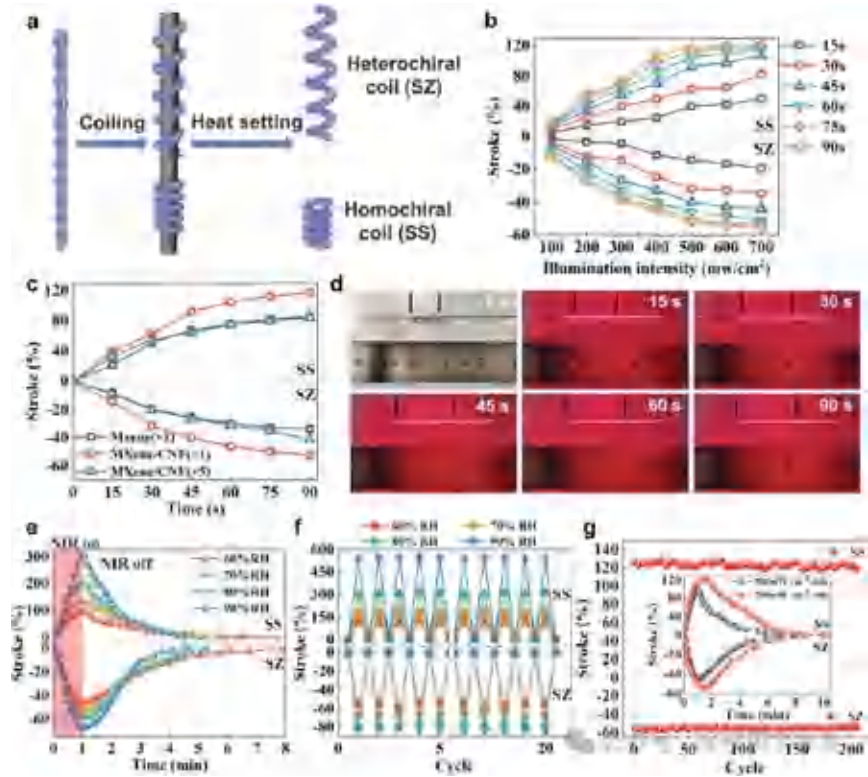


MCWYM的这种收缩驱动可归因于羊毛纤维的吸湿体积膨胀和WYM的扭曲自层结构。单根羊毛纤维吸收水分后可产生16%以上的径向膨胀,相当于约40%的体积膨胀。当羊毛纤维变湿时,它们的体积膨胀导致自捻合WYM的径向膨胀,代表了纤维螺旋路径的增加。在具有稳定机械自锁特性的自捻合结构中,未轴向拉长的湿纤维必须与较大的螺旋路径相匹配,导致纱线在长度方向上的收缩并提供收缩力。同时,单根纤维将通过吸湿膨胀解捻,单根纤维和自捻合羊毛纱线的方向相反,将使捻度施加到自捻合结构中,因而纱线肌肉在收缩过程中也会旋转,这种旋转也可能导致收缩驱动。相反地,在NIR光照射下,MCWYM中的快速水分流失导致收缩松弛和驱动释放。除了高应力驱动外,大行程驱动对于MCWYM的应用也很重要。通过盘绕进一步将自捻合MCWYM加工成弹簧状结构,以获得具有大行程光热驱动的卷曲MCWYM。单根纤维和线圈之间的手性匹配决定弹簧状人造肌肉的驱动方向,当单根纤维的手性与弹簧线圈的手性相同(同手性:SS)

或相反(异手性:SZ)时,线圈将分别发生光热伸长或收缩。卷曲MCWYM两端允许在近红外光照射下轴向移动,表现出较大的膨胀或收缩行程。MXene/CNF一次涂层的WYM执行比MXene涂层的WYM执行更高的驱动行程,因为添加的CNF可以在MXene纳米片之间产生许多纳米通道,并在NIR光照射下导致涂层中更多的水分吸收和更快的水分从纱线中解吸,从而提高纱线肌肉的驱动速度和行程。经过NIR照射60s后,同手和异手卷曲的纯WYM(无MXene/CNF涂层)分别仅实现了16.67%的伸长率和12.62%的收缩率,远低于相同条件下同手和异手卷曲的MCWYM(分别为103.03%的伸长率和46.15%的收缩率)。考虑不同的大气湿度以及水分在MCWYM光热驱动中的重要作用,异手和同手卷曲MCWYM的驱动行程都随着相对湿度的增加而单调增加。在较高湿度的环境中,纱线肌肉可以吸收更多的水以达到平衡状态,之后需要更长的时间才能吸收更多的热能来去除水分。此外,通过增加NIR照明强度和持续时间,可以进一步增强卷曲MCWYM的行程。

在驱动过程中,重量、温度和行程变化均以相似的趋势随时间快速增加,在恢复过程中,NIR关闭后温度下降更快,重量变化趋势与行程变化基本相同。与温度变化相比,水损失是影响驱动更大的因素,这种重量变化与同手/异手盘绕MCWYM的驱动同步性证明了纱线肌肉的光热驱动是完全可逆的。卷绕MCWYM的可逆驱动机制可能为光热转换效应以及羊毛纤维和MXene/CNF涂层的吸湿性引起的水分损失和增加。在近红外光下,水分子解吸后致使纤维体积收缩,每根具有S捻度的纤维会增加扭转,自

捻合方向与纤维捻度方向相反,将产生扭矩并导致两根纱线在Z方向上的捻合减少,这种扭转会驱动线圈结构根据线圈的同手性或异手性而伸长或收缩。从有限元模拟来看,沿轴向的宏观光热驱动是由体积变化引起的解扭旋转的结果,自捻合结构的变形和旋转进一步引起了线圈结构的扭转,导致同手性/异手性线圈发生宏观膨胀/收缩。卷绕MCWYM的可逆伸长或收缩主要归因于NIR辐照引起的纤维和合捻纱的体积变化,意味着可以通过调整相对体积膨胀或收缩来控制驱动。



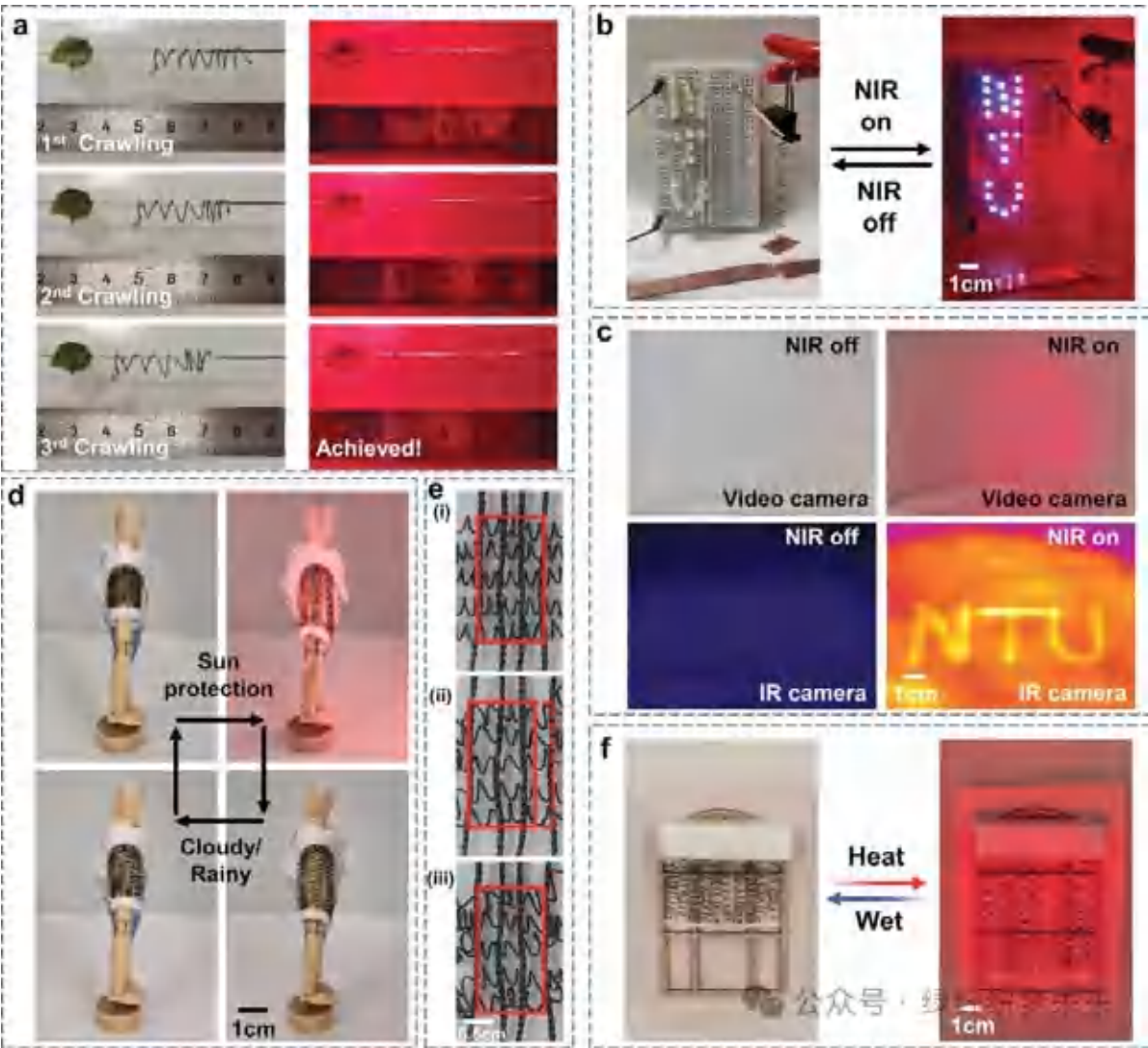
MCWYM的无线NIR响应特性可以进一步展示潜在的最终应用。通过集成这些MCWYM执行器,开发了各种智能设备,例如,智能开关、类似爬行的毛毛虫机器人、智能袖子、智能窗帘和信息加密纺织品。在NIR光和水分雾的连续偏置刺激下,机器毛毛虫反

复膨胀和收缩以逐渐接近叶片。NIR照射偏向靠近叶子的毛毛虫末端,而湿雾偏向另一端。因此,每当机器毛毛虫受到近红外光或水分的刺激时,它就会爬向叶子。MCWYM同手性线圈构造为光热电开关,它在NIR照明下连接电路,并在NIR灯关闭后断开电路。

MCWYM同手性线圈开发的智能窗帘可以在阳光明媚的日子里摊开在窗户上,以防止灼热的阳光进入温室。在阴雨天光线较弱的情况下,可以将智能遮阳帘卷起,让更多的阳光照射进来。

天气变化会直接影响人体的热湿舒适度,而羊毛纺织品提供了出色的风格和舒适度。由MCWYM制成的智能纺织品可以响应环境中的天气变化,这些袖子在近红外光照射下伸展起到防晒作用(阳光明媚模式),当近红外光关闭并遇到湿气时,袖子会自动卷起并恢复到半袖(阴天或雨天模式)。除了外部天气变化外,人类生理状态的变化(如运

动、睡眠、兴奋等)也需要不同的热/湿舒适要求。为了应对这一挑战,团队开发了一种使用异手性卷绕MCWYM的智能纺织品,它可以自适应地调节孔径以适应个性化的热/湿舒适管理。织物的孔隙在吸湿时变大,湿润90s后,孔隙面积增加了27%以上,模拟了人体出汗的场景,通过扩大毛孔来增强对流、辐射和蒸发,从而促进身体热量的消散。随着湿气的停止,毛孔逐渐恢复到原来的大小。这种自适应智能纺织品通过动态改变其微观结构,有效实现热/湿舒适管理,增强人体皮肤和织物之间的舒适度。CNITA



## 2024年1~11月产业用纺织品行业运行简况

文 / 中产协产业研究部

2024年全球经济保持中低速增长,复苏进程仍面临地缘政治紧张、贸易保护主义风险上升等诸多不稳定和不确定性因素;我国经济运行总体平稳、稳中有进,存量政策和增量政策组合效应的持续释放,对经济发展形成有力支撑。2024年,我国产业用纺织品行业经济运行呈恢复性增长和稳步复苏态势,多项主要经济指标回升向好。根据协会对重点会员企业的调研,2024年1~11月我国产业用纺织品行业的景气指数为68.4,在经历2023年的低潮期后,企业对2024年的经营情况普遍较为满意。

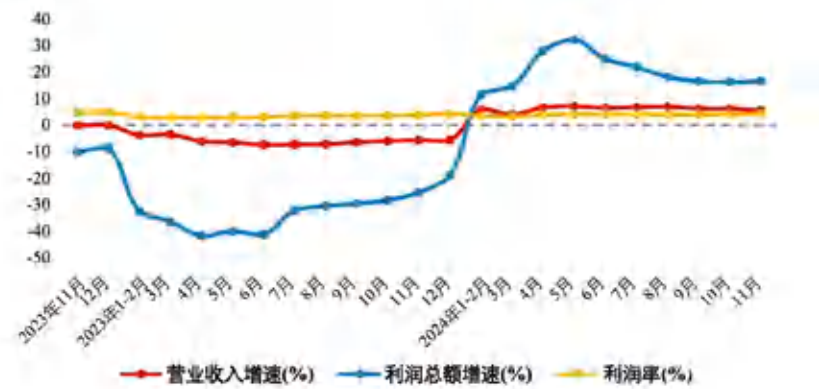
生产方面,根据国家统计局数据,2024年1~11月规模以上企业的非织造布产量同比增长4.7%;汽车市场消费潜能的持续释放带动帘子布产量同比增长7.6%,生产增速相较上半年有所回落。

经济效益方面,根据国家统

计局数据,2024年1~11月产业用纺织品行业规模以上企业的营业收入和利润总额分别同比增长5.5%和16.4%,营业利润率为4.2%,同比增加0.4个百分点,行业盈利状况有所改善,但与疫情前相比仍有较大差距。

分领域看,1~11月非织造布行业规模以上企业的营业收入和利润总额分别同比增长3.1%和26.5%,营业利润率为3.3%,同比增长0.6个百分点;绳、索、缆行业规模以上企业的营业收入和利润总额分别同比增长13.9%和21.8%,营业利润率为3.4%,同比增长0.2个百分点;纺织带、帘子布行业规模以上企业的营业收入和利润总额分别同比增长9.8%和17.2%,营业利润率为3.2%,同比增长0.2个百分点;篷、帆布行业规模以上企业的营业收入同比增长1%,利润总额同比下降9.6%,营业利润率为4.8%,同比下降0.6个百分点;过滤、土工用纺织品所在的其他产业用纺织品行业规模以上企业的营业收入和利润总额分别同比增长8.3%和

2024年1~11月产业用纺织品行业主要经济指标增速



数据来源:国家统计局,中国产业用纺织品行业协会

17.7%，目前6.4%的营业利润率已经基本恢复到疫情前水平，同比增长0.5个百分点。

国际贸易方面，根据中国海关数据（海关8位HS编码统计数据），2024年1~11月产业用纺织品行业出口额为374.3亿美元，同比增长5.9%；进口额为46.1亿美元，同比下降3.6%。

分产品来看，产业用涂层织物保持行业出口额领先地位，1~11月出口额达到46亿美元，同比增长11.6%；非织造布的出口额跃升至行业第二，达到36.6亿美元，同比增长5.5%，出口量137.1万吨，同比增长14.7%；毡布/帐篷的出口额为36.1亿美元，同比增长2.6%；一次性卫生用品（尿裤、卫生巾等）的出口额达到32.3亿美元，同比增长7.1%；传统产品中，帆布、产业用玻纤制品和线绳（缆）带纺织品的出口额分别同比增长9.2%、8.2%和2.3%，包装用纺织品、革基布的出口额分别同比下降1.7%和3.4%；擦拭布（不含湿巾）和湿巾的出口额分别达到15.7亿美元和8.4亿美元，分别同比增长22.3%和25.4%。



| 2024年1~11月产业用纺织品行业及主要产品出口情况 |          |          |
|-----------------------------|----------|----------|
| 产品名称                        | 出口额（亿美元） | 出口额增速（%） |
| 产业用纺织品（海关8位HS编码）            | 374.3    | 5.9      |
| 产业用涂层织物                     | 46.0     | 11.6     |
| 非织造布                        | 36.6     | 5.5      |
| 毡布、帐篷                       | 36.1     | 2.6      |
| 一次性卫生用品                     | 32.3     | 7.1      |
| 线绳（缆）带纺织品                   | 28.8     | 2.3      |
| 帆布                          | 28.3     | 9.2      |
| 合成革、革基布                     | 20.1     | -3.4     |
| 产业用玻纤制品                     | 19.4     | 8.2      |
| 擦拭布                         | 15.7     | 22.3     |
| 包装用纺织品                      | 15.4     | -1.7     |
| 医用敷料                        | 9.9      | 5.8      |
| 安全气囊                        | 8.6      | 7.2      |

数据来源：中国海关、中国产业用纺织品行业协会

# 天鼎丰：攻克卡脖子技术难题，满足国家重大

“我们研制的高强粗旦聚丙烯纺粘针刺土工布可以在pH值4~9的土壤环境中最少使用100年。”2024年“纺织之光”中国纺织工业联合会科技进步奖一等奖——“高强粗旦聚丙烯纺粘针刺土工布制备关键技术及产业化”项目主要完成单位负责人——东方雨虹控股副总裁兼天鼎丰控股有限公司董事长向锋这样表示。

高强粗旦聚丙烯纺粘针刺土工布具有高强度、高延伸、耐腐蚀、耐磨损等优势，是海防岛礁、航母军港、边防工事、军事隧道、战机起降跑道等尖端国防领域，以及海洋港口、堤岸防护、高铁、公路、民航机场、垃圾填埋场等国计民生领域急需的关键土工建设材料。项目研发的成功使天鼎丰控股有限公司（以

下简称“天鼎丰公司”）成为国内首家规模生产高强粗旦聚丙烯纺粘针刺土工布的企业，实现了产品的生产规模与差别化、高性能与高附加值的统一，有力推



动了行业技术进步,是产业用纺织品在土工建设领域应用的典范。

耐老化是百年工程的基础

从天安门出发,沿中轴线向南46公里,是我国最大的机场——北京大兴国际机场。在机场跑道和停机坪的建设中,铺设了300万平方米由天鼎丰公司研制的道面隔离高强粗旦聚丙烯纺粘针刺土工布。该项目成果突破了国外技术的垄断,为大兴机场建设创造98%的国产化率贡献了纺织力量。

“千年大计,首先必须夯实基础。”回想起立项7年来,在**高强粗旦聚丙烯纺粘针刺土工布**的原料开发及研制中经历的技术挑战,向锋感慨良多。多年来,天鼎丰公司攻克了聚丙烯材料中叔碳原子因紫外光引发的不稳定性而导致土工布使用寿命急剧衰减的工程安全隐患难题;摆脱了聚丙烯熔体固化成纤过程中传统侧吹风气流冷却的弊端,实现了长丝**高强与粗旦**的协同优化,从而解决了长丝摆丝铺网过程中,聚丙烯土工布产品纵/横向强度差异大的问题;攻克了因聚丙烯长丝表面携带大量静电荷所导致的针刺固结率下降的难题,大大提高了土工布的力学强度;攻克了拉幅定型机在热定型过程中难以确保热量均匀分布的难题,避免了高幅宽土工布在拉伸作用下形成结构性缺陷,满足了重大工程应用的严苛环境服役要求。



北京大兴国际机场的建设中,铺设了300万平方米由天鼎丰公司研制的高强粗旦聚丙烯纺粘针刺土工布



聚丙烯长丝针刺土工布



天鼎丰公司研发生产的高强粗旦聚丙烯纺粘针刺土工布应用在引江济淮工程中

7年来,在国家重点研发计划课题“**高强抗老化土工材料多重结构复合加工关键技术研究**”和中国纺织工业联合会科技指导性项目“**高强粗旦聚丙烯纺粘针刺土工布制备关键技术及产业化**”的加持下,天鼎丰公司在聚丙烯微量改性、长丝缓冷固化—多级复合牵伸及其动态铺网、长丝高效润滑及低损固结、高均匀性双向拉伸热定型等关键技术和装备上取得了重大突破,形成了一整套具有自主知识产权的高强粗旦聚丙烯纺粘针刺土工布生产技术体系,彻底改变了完全依赖进口的局面。

“聚丙烯分子链中存在大量不稳定叔碳原子,在紫外光下易脱氢生成叔碳自由基,引发连锁化学反应,是导致聚丙烯土工布使用寿命无法满足机场、铁路等重大工程服役要求的主因。”谈到项目首要的创新点,向锋表示,天鼎丰公司在对高纯度聚丙烯专用紫外吸收剂自主研发的基础上,研发出耐老化聚丙烯微量聚合协同改性关键技术,制备出紫外光稳定的改性聚丙烯母粒,并开发出耐老化改性聚丙烯土工布。

“实验室测试显示,与普通聚丙烯土工布相比,我们研制的耐老化土工布纵横向断裂强度保持率由0.07%提升至99%;将二者直接暴露在室外自然环境进行老化测试,9个月后普通聚丙烯土工布已完全粉化,而改性聚丙烯土工布纵横向断裂强度保持率仍高达95%。”向锋说。

高强度是坚固工程的核心

2022年7月,引江补汉工程开工,拉开了我国南水北调后续工程建设的序幕。迄今为止,天鼎丰公司已为南水北调这个世界规模最大的调水工程提供了175万平方米的河道防渗反滤**高强粗旦聚丙烯纺粘针刺土工布**,为南水北调高质量建设提供了安全保障。

“**纺粘长丝力学强度和长丝纤度粗旦**确保了土工布优异的高承载力和透水与反滤性能,防止水流的冲刷与淤堵,是工程坚固安全稳定的必要条件和核心要

素。”谈到产业化制备**高强粗旦聚丙烯长丝**及其各向同性土工布时,在牵伸和铺网工艺中的创新点,向锋告诉记者,天鼎丰公司开发了长丝纤度粗旦化的缓冷固化技术,研制出气流均匀缓冷固化系统,攻克了粗旦聚丙烯长丝在牵伸工序中过冷断头的难题,产业化制备出直径不匀率小于10%的粗旦聚丙烯长丝;研发了粗旦长丝结晶可控的多级复合牵伸增强技术,研制了倍数及温度可控机械牵伸及气流牵伸的多级复合系统,产业化制备出纤度为4~14旦、强度≥3.5cN/dtex的**高强粗旦聚丙烯长丝**;创建了长丝各向同性分布的动态摆丝铺网系统,开发了高精度调控长丝铺网均匀性的摆幅动态摆丝装置,产业化制备出聚丙烯长丝取向度均匀分布、纤网纵横向强度均匀性高度各向同性的土工布。“与传统工艺相比,我们研发的创新工



天鼎丰公司研发的聚丙烯长丝防裂基布应用于新疆公路大中修项目中



项目成果应用于东营港10万吨航道工程中

艺和设备可实现侧吹风冷却能耗降低28%、同强度下长丝用量减少23%、同强度下产品克重降低15%等指标。”向锋说。

粗旦聚丙烯长丝比表面积大且携带大量电荷，在静电释放热量作用下，极易在牵伸和铺网的后续固结加工过程中与针刺摩擦造成长丝断裂，导致针刺固结率下降、产品质量降低。为此，项目团队通过润滑、针刺工序的创新来提高长丝铺网后的固结增强，研发了粗旦聚丙烯纺粘长丝高效润滑技术，研制了磷酸酯润滑助剂，在长丝外部构筑了稳态减阻界面，有效减少了静电热量积聚，避免了长丝熔融断裂；开发了粗旦PP纺粘长丝低损润滑固结技术，创建了低损柔性化针刺固结体系，研发了雾化喷淋—扩散浸渍协同式润滑技术，使长丝柔性缠结抱合。“我们研发的粗旦聚丙烯纺粘长丝高效润滑及低损柔性化固结技术实现了100~1000克/平方米全系列聚丙烯土工布断裂强度均高于75N·m/g，同克重下产品强度提升35%，充分满足了各类重大工程需求。”向锋说。

产业化是重大工程的保障

从世界最长贯穿流动沙漠等级公路——新疆公路490万平方米聚丙烯长丝防裂基布到北海白水塘生活垃圾处理36万平方米防渗膜增强隔离聚丙烯土工布的铺设；从东非吉布提港240万平方米边坡防护、隔离排水聚丙烯土工布到东南亚首条高铁——雅万高速铁路184万平方米轨道隔离聚丙烯土工布的铺设……天鼎丰公司开发的高强粗旦聚丙烯纺粘针刺土工布系列产品已推广至23个国内外重大工程，总计应用面积超1亿平方米。

“我们攻克了高强粗旦聚丙烯纺粘针刺土工布产业化技术瓶颈，建成了国内首条产能达8000吨/年的高强粗旦聚丙烯纺粘针刺土工布生产线；土工布幅宽达6米。”谈到以高均匀性双向拉伸热定型关键技术来提升宽幅土工布在产业化拉伸热定型工序中的结构稳定性与力学强度这个创新点，向锋表示，项

目团队研发了风温高均匀性热空气导流技术，创建了热空气导流系统，通过燃烧器交叉配置和异形导流孔结构设计，提高了空气流动与传热效率，实现土工布幅宽方向受热均匀且各区段拉伸比例一致，热定型温度偏差<1℃，开发出全幅宽均匀扩展的土工布产品；开发了大分子重排结晶热定型技术，提高了长丝结晶完整性，攻克了热定型后土工布力学强度降低、离散性大的难题，实现各向同性的土工布产业化制备。

“近3年来，项目新增产值14.69亿元，利润2.31亿元，为国家节省了大量外汇。”谈到聚丙烯纺粘针刺土工布项目的经济效益和成就，向锋表示，在机场领域，薄型产品可作为机场跑道隔离层应用于机场建设，通过定制化研发生产，公司还开发出超薄、高抗拉强度的产品，可完全满足机场水泥道面的技术指标要求；在铁路领域，厚型产品常作为铁路轨道隔离反滤层应用于铁路建设，产品已在贵南高铁、池黄高铁、雅万高铁、孟加拉国铁路、亚吉铁路等工程项目中进行了示范应用，总计使用面积为2100余万平方米；在水利领域，得益于优异的耐酸碱、垂直渗透和抗冻融特性，产品在护坡、护底、防冲蚀等方面发挥关键作用。公司开发的相关产品还在南水北调、引江济淮工程、东营港10万吨航道、东非吉布提自由港、上海临港河道治理等重点工程中进行应用推广，总计使用面积为900余万平方米；在公路领域，产品以其优异的力学性能在减少公路反射裂缝、延长公路服役寿命方面起关键作用。项目开发的聚丙烯长丝防水防裂基布已广泛应用于新疆公路、湖北随岳高速、武黄高速、山西长晋高速、安徽天长天汉一级公路等数十条公路维护工程，累计用量超5000万平方米。“实践证明，高强粗旦聚丙烯纺粘针刺土工布完全满足了重大工程需求，打破了我国高强粗旦聚丙烯纺粘针刺土工布长期依赖进口的局面，为现代化基础设施体系建设提供有力支撑。”向锋说。



陕西元丰：高品质个体热防护装备领跑者

由陕西元丰新材料科技有限公司（原陕西元丰纺织技术研究有限公司）、西安工程大学、泰和新材集团股份有限公司、优普泰（深圳）科技有限公司、四川大学、天津工业大学共同完成的“个体热防护纺织品及其检测仪器研制与产业化”项目荣获中国纺织工业联合会科学技术奖一等奖。

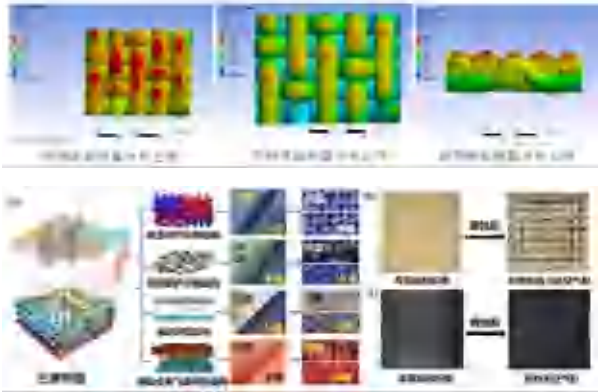


该项目在个体热防护纺织品制备多项关键技术上取得突破，完成了个体热防护纺织品及其检测仪器研制与产业化，形成了热防护面料及服装性能评价体系，研发出多种热防护性能评价与检测设备，形成了

一系列专利和标准，建成多条生产线。研制的金属熔融飞溅测试仪填补了国内空白；研发的系列热防护面料和防护服，显著提升了热防护效能与穿着舒适度，实现了高等级个体热防护服的国产化替代。

揭示高等级热防护机理，构建织物传热数值模型

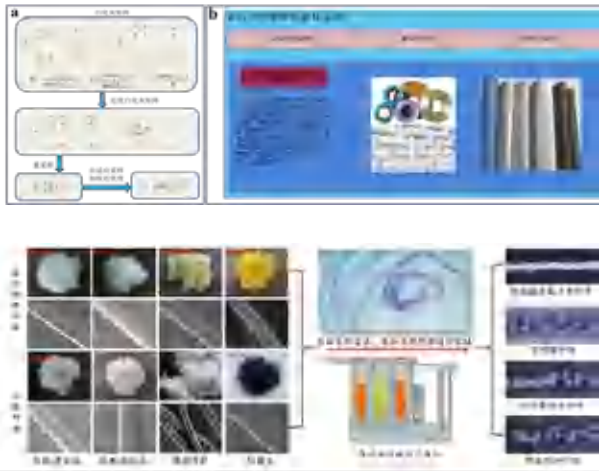
针对不同的热防护场景，项目通过解析冶金、电力、焊接、消防场景下的热防护机理，建立了特定热环境下基于纱线交织结构的织物传热数值模型，揭示织物组织结构及纱线性能参数对其传热性能的影响规律，为开发新型热防护面料提供理论支撑；同时，创制了特种作业下的舒适型高防护等级热响应双层织物，其热防护值是传统叠层防护织物的2倍；研发出的高效无卤膨胀型阻燃剂并对织物表层进行阻燃整理，突破了传统阻燃整理剂恶化织物透气透湿性能的技术壁垒。



建立纤维材料配伍准则，开发纤维分布调控技术与装备

针对高强高热应用环境的不同要求，项目通过建立不同性能纤维复配纱线性能的数据库，并基于多元化结构数据开发了多组分纤维的自适应采

样加权灰色近优综合评价系统,使得热防护产品的开发周期缩短了50%以上;开发出了高性能混纺纱线低比例纤维均匀分布调控技术与装备,可有效解决多组份纤维复合纱线中小比例纤维易团聚、难以混匀的行业共性技术难题,实现了低成本、高舒适性、高品质阻燃纱线的规模化制备。



建立性能评价系列标准,研发热防护性能检测仪器

针对热防护纺织品测试及评价系统不完善的问题,项目制定了5项个体热防护面料及服装性能评价国家标准,为热防护纺织品的开发、生产、销售及使



为特种作业人员保驾护航,推动产业高质量发展

项目研发的系列个体热防护服与国外高端产品相比,性能更优,价格降低20%,完成国产化替代,产品在满足国内需求的同时远销海外,经济效益显著。项目成果提升了我国在安全防护领域的竞争力与影响力,显著提升特种热环境下从业人员安全防护水平,降低事故发生率,保障人民群众生命财产安全,维护社会安定。



“千锤百炼始成钢,百折不挠终成才”,陕西元丰新材料科技有限公司深耕个体安全防护领域二十余载,始终紧跟国家战略,坚持创新驱动,连续参与到国家“十二五”“十三五”“十四五”重点研发计划,攻克了多项行业“卡脖子”关键技术。公司目前已发展成为国内安全防护纺织品领域排头兵企业,是中国安全与防护用纺织品研发检测基地、国家专精特新“小巨人”企业、国家知识产权优势企业。通过自主创新和协同创新研制的每款特种功能面料都是企业深挖市场需求后的对症下药和精准定位,也是创新驱动下的反复研究和精细设计。陕西元丰新材料科技有限公司将始终致力于为消防、电力、冶金、焊接、石化等领域特种作业产业工人守好生命安全的最后一道防线。



可溶性核防护材料支撑核电产业绿色发展

由浙江理工大学、杭州路先非织造股份有限公司、世源科技(嘉兴)医疗电子有限公司、东纶科技实业有限公司、中纺标检验认证股份有限公司等单位共同完成的项目“可溶性聚乙烯醇非织造防护材料研发及其在核防护中的典型应用”荣获 2024 年度中国纺织工业联合会科学技术奖科技进步奖一等奖。

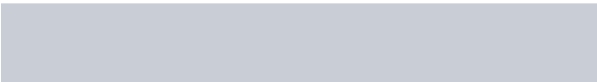
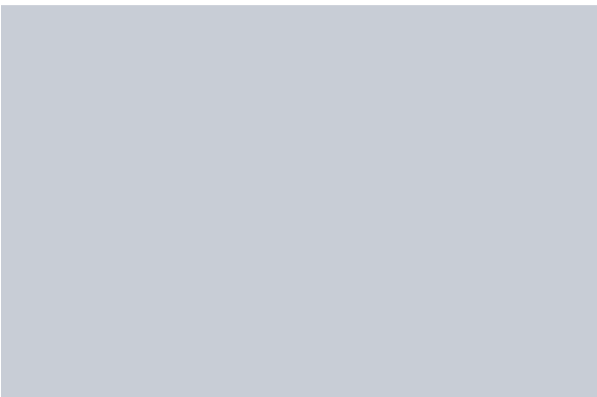
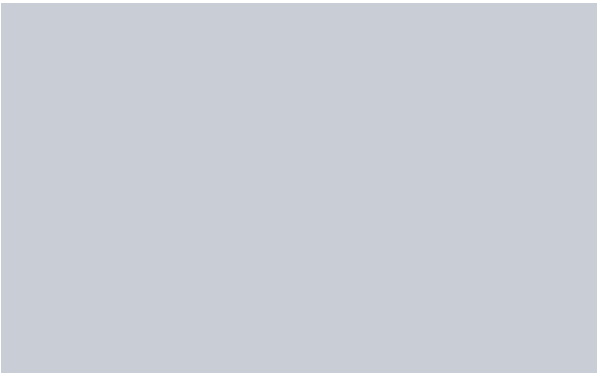
核电是国家能源战略的重要组成,中国核电已经成为世界核电发展的生力军(仅次于美国)。核电安全关乎公共安全和人类生存环境。作为一种典型的核放射性颗粒污染物,核尘埃防护至关重要。当前核电站普遍使用的核放射性颗粒防护材料为一次性非织造聚烯烃,使用后易产生难以降解的巨量废弃物,填埋处理耗费大量土地资源,焚烧处理易产生废气污染。聚乙烯醇(PVA)具有纯水溶、溶解温度可调控、易降解等典型特征,易与核放射性颗粒污染物分离,为发展可降解核放射性颗粒防护材料及废弃物高效清洁减量化处理提供了思路。

项目提出制备水溶性PVA水刺非织造材料和水溶性PVA微孔薄膜2种防护材料,创制1套核防护废弃物高减容比减量化处理装备,解决了PVA纤维水溶性和水刺成形间的突出矛盾,突破了PVA薄膜难以热塑加工的局限,破解了核防护废弃物难以超高减容比减量化处理的难题,形成了核防护用可溶性PVA非织造防护材料产业化加工技术体系。项目在水刺材料和薄膜成形及废弃物减容的关键设备与工艺技术等方面取得突破,整体技术达到国际先进水平。项目产品逐步替代不可降解的聚烯烃防护服,有力推动核放射性颗粒污染物防护材料行业的技术进步,对保卫国家能源安全、支撑核电高质量发展意义重大。

创制关键设备,为材料均匀成形奠定基础

PVA纤维吸水性强、易溶胀,使得其难以完全适应常规的水刺加工,尤其是先预刺再主刺极易导致纤维板结,纤维在常规高压水刺摩擦下甚至会产生溶解,造成加工不匀,进而影响非织造材料的成形。项目创





新性研制喷淋辊压转鼓,通过喷淋预湿代替常规的预刺,避免纤网内的PVA纤维发生流失、位移;创制预除水装置,将常规的“主刺-烘干(>120℃)”工序改为“主刺-预除水-低温烘干(100℃)”工序,通过预除水既能解决烘干过程中PVA纤维的溶解黏连问题,还能实现低温烘干。

#### 研发新工艺,提升防护水平

PVA分子链上含有大量的强极性羟基,容易形成分子内和分子间氢键,使分子链堆积规整、结晶度高,导致其熔融温度(220~230℃)和分解温度(230~250℃)接近,难以进行热塑加工。基于“相似相溶”原理,项目采用分段增塑策略制备宽熔融加工窗口PVA熔体,并创制熔体均匀分配模头,形成了热塑加工成型的水溶性PVA薄膜。

#### 开展核防护废弃物无害化处理研究,实现超高减容比消减

针对高醇解度PVA分子量大、高浓溶液粘度高,导致核尘埃不易分离、燃烧时溶液难以喷淋和燃烧不充分的问题,项目研究PVA溶解-降解-分解机制,发明高浓溶液降黏技术,形成包括溶解降粘、热燃烧分解、尾气催化净化等装置的一体化减容设备,研发的可溶性PVA核防护材料(PVA水刺非织造材料和PVA薄膜)在废弃后可实现高减容比减量化处理,填埋土地总量降低2个数量级,比常规焚烧相比节约投资成本90%。

项目获授权发明专利6件、实用新型专利9件;发表论文5篇;制定国家标准1项、行业标准2项。建成PVA水刺非织造材料生产线4条、PVA薄膜生产线2条、超声波复合生产线2条,工艺技术成熟,设备运行稳定,通过水刺材料和薄膜的选择性搭配形成的2类核防护服产品应用于国内外核电站。



## 产业用纺织品领域磁悬浮变频离心式冷水机组

#### 技术(项目)简介

利用磁场使压缩机的运动部件悬浮,实现无接触、无摩擦的运转,从而减少机械损耗,提高效率。由于磁悬浮技术的应用,机组的能效比(COP)显著提高,与传统冷水机组相比,可实现更高的制冷效率和节能效果。磁悬浮冷水机组无需润滑油,减少了因油路系统故障导致的停机风险,提高了系统的可靠性和稳定性。压缩机转速4800r/min,10%~100%变频无级调节,保证机组的高综合能效,机组在不同空调负荷下精准计算容量输出,实现大范围精确恒温控制。航天气动技术,降噪结构设计,转子悬浮运行,无结构性振动,噪声低至73dB(A),R134a环保冷媒应用,ODP值为0。

#### 应用领域及效果

应用领域:在纺织业中,磁悬浮冷水机组以其高效的制冷性能和出色的能效比。(1)生产过程降温。为纺织机械如纺纱机、织布机等提供稳定的低温循环水,保证生产过程中的冷却需求,防止因高温导致的设备故障和产品质量下降。(2)染整工序。在染色和定型过程中,精确的温控对色彩鲜艳度和布料手感至关重要,磁悬浮冷水机组能有效维持染缸温度,提高染色均匀性和效率。(3)空调系统。在大型纺织车间内,作为中央空调系统的冷源,为工人提供舒适的工作环境,同时保持设备室的恒温状态,确保电子设备稳定运行。

相较于传统冷水机组,磁悬浮冷水机组的能效比(COP)更高,一般可节省能耗40%~50%,显著降低纺织企业的能源成本。由于能效的大幅提升,磁悬浮冷水机组的使用能大幅度减少碳排放量,助力纺织企业实现其环保目标,对环境保护产生积极影响。

长期看,由于节能效果显著,企业的电费支出明显减少,加之维护成本低(磁悬浮无油运转减少了维护频率和费用),整体运营成本得到控制。虽然初期投资可能较高,但由于能效高和维护成本低,磁悬浮

冷水机组的投资回收期相对较短,为企业带来长期的经济效益。

通过高效能源利用,减少煤炭、天然气等化石燃料的燃烧,间接减少温室气体排放,对抗气候变化。配合先进的热交换技术,磁悬浮冷水机组能减少冷却水的消耗,有助于水资源的保护。

采用先进技术践行绿色生产,有助于提升企业社会形象,增强品牌价值,吸引更多注重可持续发展的客户和合作伙伴。推动纺织行业向高端化、智能化、绿色化转型,为行业树立技术革新和节能减碳的标杆,带动整个产业链的环保意识和技术进步。

#### 单位或团队介绍

浙江青风环境股份有限公司是一家致力于现代化工农业能源整合和定制化智能环境系统一站式解决方案的国家高新技术型企业。建有标准的水冷冷水测试装置试验台、焓差实验室等先进的检测设备,达到年产21万套工艺空调的生产规模。

公司积极倡导技术创新,现已拥有50多项专利;先后获得国家高新技术企业、浙江名牌及浙江省科技型企业、省装备制造业重点领域首台(套)产品“浙江省级研究院”等荣誉,多次主持担任浙江省重点研发计划工作,并主导编制了JB/T 14074—2022《食用菌环境调节机组》行业标准及GB/T18430.1《蒸汽压缩循环冷水(热泵)机组 第1部分工业或商业用及类似用途的冷水(热泵)机组》的国家标准。

公司深度了解客户需求,为客户做到产品模块化,需求定制化;不仅在全国设立了20多个办事处,同时还运用物联网+技术对设备实行实时监控,实现远程预警、诊断并提出解决方案,为客户提供最便捷的服务,最大程度的为客户实现成本控制;目前,产品远销欧美65多个国家和地区,受到了客户的一致认可及好评。



# 水刺非织造生产线烘干机温湿度控制的项目

## 技术（项目）简介

项目针对水刺非织造生产线上的天然气直燃式穿透烘缸进行了全面优化。通过一系列创新技术与措施，不仅显著提升了烘干效率，还实现了能源消耗的大幅下降。项目成果包括温湿度智能控制系统的开发与应用、生产工艺的精细化调整、热能回收利用系统的构建等。

技术特征：（1）智能温控与能效提升。通过对烘干机控制系统进行深度优化，如降低进入烘干的含水率、提高补充新鲜空气的温度、精准控制循环风量和烘干温度等，成功将天然气吨耗由170~180立方降至130立方，实现了能效的显著提升。（2）生产工艺细化。根据产品性能和品质要求，对生产工艺进行了精细化调整。通过合理调节水刺抽吸风机的功率和水刺高压泵的压力，保证产品性能同时，有效减少了压力和风量的浪费，系统功率得到降低，生产用电吨耗下降5%，进一步提升了生产线的整体效率。（3）热能回收再利用。创新性地引入了热能回收利用系统，通过增加轴流风机、管道等设备，成功地把生产过程中多余的热能，重新引入产品烘燥的前端，显著提高了产品进入烘干设备前的温度，通过预烘过程，从而减少了烘干设备的整体能耗。（4）专利技术创新。公司自主研发了水刺非织造布生产线热量回收利用装置专利，该专利有效解决了传统烘干工序中高温热空气作为废气排放导致能源浪费问题。

研发阶段：（1）需求分析与方案设计。项目初期，技术团队深入生产线调研，明确烘干效率提升与节能降耗的具体需求，制定详细的技术改造方案。（2）技术攻关与软硬件开发。组织技术骨干进行技术攻关，设计并开发了包括传感器、数据采集模块、智能

控制算法在内的软硬件系统，确保系统性能达到设计要求。（3）系统集成与调试。完成软硬件系统集成后，进行多轮次调试与优化，确保系统稳定运行，实现对烘干过程的精准控制。（4）现场实施与效果评估。通过实际运行验证系统效果，收集数据进行评估，并根据反馈进行微调，确保达到预期目标。

## 应用领域及效果

项目主要应用于水刺非织造布生产行业，通过优化烘干机的控制系统，提升烘干效率和能源利用率，从而改善生产过程中的温湿度精准控制，确保产品质量和生产效率。

节能减碳方面：（1）使能源消耗降低。通过优化烘干机的控制系统，项目成功降低了天然气和电力等能源的消耗。天然气吨耗从170~180立方降至130立方，降幅显著。（2）使热能回收再利用。项目引入了热能回收利用系统，将生产过程中产生的多余排放掉的热能重新引入烘干过程，提高了能源利用效率，减少了废热排放。

经济效益方面：（1）降低了生产成本。通过节能降耗和减少不必要的浪费，项目为企业带来了直接的经济效益。（2）提升了生产效率。优化后的控制系统提高了烘干效率和生产线的整体运行效率，缩短了生产周期，提高了产品产量。（3）增强市场竞争力。由于产品质量的提升和成本的降低，企业在市场中的竞争力得到显著增强。

环境效益方面：项目通过减少能源消耗和热能回收等措施，降低了废气、废水等污染物的排放量，对改善环境质量具有积极作用。

社会效益方面：有助于水刺人才培养，通过技术创新和产业升级，同时有助于推动水刺非织造行业的

升级和发展，为企业的可持续发展和社会的绿色发展做出了积极贡献。

## 单位或团队介绍

杭州路先新材料科技股份有限公司前身是杭州路先非织造股份有限公司，成立于1996年，是一家专业研发、生产水刺非织造材料的新材料高科技企业，总部位于浙江省杭州市，在湖州德清设有分公司及子公司。

路先新材料是中国产业用纺织品行业协会副会长单位；中国产业用纺织品行业协会水刺非织造布分会会长单位；浙江省产业用纺织品和非织造布行业协会会长单位；国家先进技术纺织品创新中心监事长单位；国家标准和行业标准的制定单位；自2002年起连续二十多年被认定为国家级高新技术企业，

# 全棉水刺非织造布臭氧脱漂低碳前处理关键技术

## 技术（项目）简介

该技术采用臭氧作为水刺非织造布脱漂工艺的核心技术，解决了传统脱漂工艺中大量使用化学品、大量耗水、大量耗能、耗时长、不均匀等固有问题。该技术不仅仅是传统批处理方式向连续生产方式的进步，更重要的是水和能源以及化学品的使用消耗、污染的产生与排放等均产生显著优化。其中，水消耗可降低约90%，化学品使用可降低约50%，能耗可降低约50%。臭氧代替过氧化物漂白棉织物，大幅度降低了水和能源消耗，废水中COD、总溶解固体TDS、总悬浮固体TSS和浊度均极低。例如，臭氧漂白废水的COD约为100mg/L，而常规过氧化物漂白出水的COD 4600mg/L。该技术对于臭氧处理技术在非织

荣获工信部专精特新“小巨人”企业（第三批）、全国纺织行业思想政治工作先进单位、全国纺织行业节水型企业、首届中国产业用纺织品行业突出贡献奖等多项殊荣。

路先新材料先后通过了ISO9001、ISO14001、ISO45001及GRS全球再生标准认证，现有三条法、德全进口水刺非织造布生产线，已开发合成革基布、汽车内饰、过滤材料、装饰材料、医用材料、卫生材料等六大系列，200多个品种规格的产品。产品性能优越，品质稳定可靠，广泛应用在汽车零部件、医疗卫生、过滤分离、安全防护等重要领域，畅销全国各地，在过滤材料领域及合成革基布领域等国内细分行业中市场占有率排名一直保持第一，同时远销欧美、东南亚等国，深受国内外用户青睐。



造布生产工艺中的成功研究，将对非织造布产业的进步与提升产生巨大推动作用。臭氧技术及成套设备属于颠覆性低碳染整技术，极大提高生产效率和产品质量，大幅降低能耗和成本，推动中国纺织业从“大而不强”中蜕变，服务国家“一带一路”和双碳战略，进一步巩固和提升中国纺织业。

## 应用领域及效果

应用领域：全棉水刺非织造布臭氧脱漂低碳前处理技术是一种创新的纺织工艺，它通过使用臭氧替代传统的化学品进行脱漂工艺，有效解决了传统工艺中化学品大量使用、水资源和能源消耗高、生产周期长以及产品质量不稳定等问题。该技术相较

于传统染整工艺,能够实现水资源消耗与污水产生下降95%,助剂使用减少50%,用电量降低50%,碳排放下降95%,生产总成本下降70%。这一技术的应用不仅大幅降低了生产成本,还显著提升了生产效率和产品质量,对环境保护具有重大意义。产业化前景方面,该技术已经从实验室走向市场,具备了产业化的条件。随着环保意识的提升和绿色生产需求的增加,预计该技术将在纺织行业中得到更广泛的应用,推动纺织产业向智能化、绿色化、融合化发展,具有广阔的市场前景和应用潜力。

**经济效益:** 全棉水刺非织造布采用臭氧脱漂低碳前处理技术开发,可带来显著的经济效益。首先,该技术能够显著降低水和能源的消耗,减少生产成本。其次,臭氧处理的高效性有助于提高生产效率,增加产量。此外,作为一种环保技术,臭氧脱漂减少了化学药品的使用和污水排放,降低了对环境的影响,提升了产品的市场竞争力。同时,高质量的产品满足了消费者对绿色、健康生活的追求,为企业开拓了高端市场。最后,符合国家节能减排政策的技术改造,可能获得政府的支持和补贴,进一步提升企业的经济效益。

**社会效益:** 拟发展臭氧技术及成套设备属于颠覆性低碳染整技术,极大提高生产效率和产品质量,急剧降低能耗和成本,推动中国纺织业从“大而不强”中蜕变,服务国家“一带一路”和双碳战略,进一步巩固和提升中国纺织业的世界领先地位。以智能化、绿色化、服务化、高端化、集群化为导向,推动纺织服装等传统产业焕发新活力、新动能、新优势,打造全国传统产业转型升级样板区。服务构建“双循环”格局,聚焦“碳达峰、碳中和”目标任务,

按照“一主引领、两翼驱动、全域协同”区域发展布局,加快推动产业转型升级,提升制造业发展的质量和效益。

**环境效益:** 全棉水刺非织造布的臭氧脱漂低碳前处理技术通过采用节能技术、循环用水、优化工艺流程、低温处理和生态脱脂漂白等措施,有效降低了能源消耗、减少了水资源浪费和污染排放,同时提高了生产效率和产品质量。这种技术的应用不仅减少了生产成本,而且对环境保护具有积极影响,实现了经济效益和环境效益的双重提升。

#### 单位或团队介绍

湖北裕纺经纬科技有限公司(简称“裕纺经纬”)是以国家经济社会发展的重大需求为导向,响应“强化绿色低碳发展,深入实施节能降碳改造”的政策号召,依托武创院现代纺织研究所,由武汉产业创新发展研究院、武汉纺织大学项目团队及产业代表作为运营主体,于2024年2月正式注册成立。

裕纺经纬致力于纺织印染领域低碳关键技术研发与产业推广应用,旨在通过为纺织印染行业提供具有前瞻性、颠覆性、绿色低碳的技术方案,促进中国纺织业成为世界纺织印染行业标准制定者。

作为纺织印染领域先进科技研发型企业,裕纺经纬始终秉承“科技助力企业发展,创新改变行业格局”的理念,业务目前涵盖以臭氧处理为主的先进印染前处理及相关技术、设备研发,行业关键共性问题研发,企业技术及设备升级迭代服务,技术咨询、技术转化、推广服务等。



## 新疆首个纺熔非织造布项目生产线启用



2024年12月28日,新疆凯沃科技有限公司投资兴建的高性能纺熔非织造布产业项目,引进的莱芬五型(RF5)高性能纺熔非织造布生产线投用,首批出口新产品正式下线。

这条生产线的投用,标志着我国西北地区已拥有全球领先水平的纺熔非织造布生产线和技术,突破了我国西北地区高端功能性非织造布行业零的空白。在新疆凯沃科技生产车间,聚丙烯原料通过SSMMMS技术,生产出不同规格和用途的纺熔非织造布,这批产品订单将出口中亚,提供给下游婴儿尿不湿、纸尿裤生产线。

新疆凯沃科技有限公司办公室主任于俊婷说,高性能纺熔非织造布主要应用在高端卫材、高端医疗用品和高效过滤用品等领域,卫材领域有女性护理用品、婴儿尿不湿、纸尿裤、成人和老年人护理用品等,医疗领域有医疗防护服、吸血布、手术室全套防护用布等。企业利用全球领先技术生产多种超柔

超蓬松非织造布,可以达到棉花、丝绸质感,最低克重可以达到8克。目前同类配置的生产线在全球有三台,装备和技术处于全球领先水平。

该生产线年产量达20000吨,集高性能、智能化、自动化等非织造布领域的顶尖技术于一体,可生产超细旦、超低克重的纺熔非织造布,专业的工业4.0非织造布生产技术平台为产品提供低克重高强度、差异化的亲水性能等优势,双组份技术在高蓬松、超柔软及弹性非织布方面实现创新突破,将生产工艺与技术提升到新高度,充分满足出口及国内高端卫生材料和医疗用品行业的客户需求,丰富产品应用领域,增强了企业在非织造布行业的市场竞争力。

于俊婷说,2025年公司计划持续拓展市场份额,加强与专业院校和科研机构合作,研发更多创新型产品,不断提升产品性能,满足更多下游市场需求。未来企业将依托全球领先装备和技术,不断提升科技水平,积极吸引下游产业布局,延伸产业链。



# 全球首个以聚氨酯复合材料边框/支架 一体化光伏电站并网发电

近日，由江阴复睿技术有限公司下属单位—苏州复睿电力科技股份有限公司自主设计、研发，并实现聚氨酯复合材料边框（图1a）、支架（图1b）自主生产的10MW光伏电站项目正式建成并网发电，这也是全球首个该类型的一体化光伏电站项目，标志着光伏产业在复合材料应用与系统集成方面取得重大突破，为行业发展树立了新的标杆。

该项目突破性地采用了聚氨酯复合材料，相较



图1 (a) 聚氨酯复合材料边框



图1 (b) 聚氨酯复合材料支架

于传统金属材质的边框和支架，展现出诸多显著优势（图2）。首先，聚氨酯复合材料具有出色的耐腐蚀性，能够在各种恶劣的自然环境下长期稳定运行，极大地延长了光伏电站的使用寿命，降低了维护成本。其次，其质轻的特性不仅便于运输和安装，减少了物流成本和施工难度，还有效降低了对光伏支架结构强度的要求，从而进一步节约了材料和建设成本。此外，这种材料的高强度和良好的绝缘性能，保障了电站在复杂气候条件下的安全性和稳定性，确保发电过程不受干扰，持续稳定地为电网输送清洁能源。

值得关注的是，该项目采用了SUNOVA SOLAR等合作伙伴的高品质光伏组件，与复睿技术自主研发的聚氨酯复合材料边框和支架完美配合，通过优化系统集成，最大程度地提升了电站的发电效率和整体性能，为实现高效清洁能源生产提供了有力保障，进一步增强了项目的市场竞争力和示范效应。

从项目的设计到生产，江阴复睿技术有限公司实现了全流程自主掌控，这不仅充分彰显了企业卓

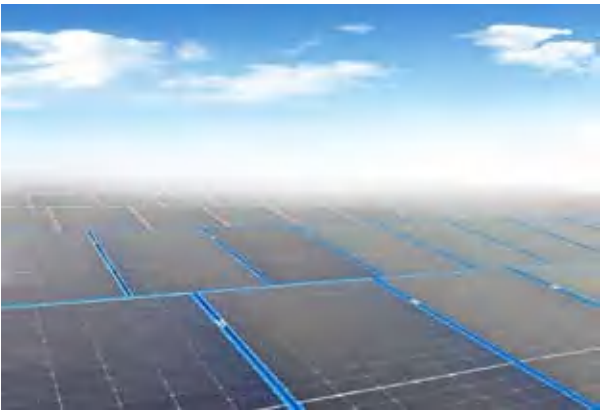


图2 聚氨酯复合材料应用于光伏电站

越的研发实力和强大的产业链整合能力，更是中国企业在全球清洁能源技术创新浪潮中的生动实践，体现了中国企业在推动全球能源结构转型进程中的责任担当和智慧引领作用。

此项目的成功落地，有望成为行业内复合材料边框、支架光伏电站一体化应用的“灯塔”，为聚氨酯复合材料在光伏领域的应用提供了有力的实践支撑。

其复合材料边框/支架一体化技术成果和经验，能够为后续光伏项目在材料选择、系统集成等方面，提供具有重要价值的参考借鉴，有助于推动光伏产业进一步降低成本、提高效率、增强环保性能。同时，也将吸引更多光伏产业参与者关注和探索聚氨酯复合材料的应用，促进产业链上下游的协同创新与发展，为全球新能源事业的发展贡献积极力量。 



# 全国最大载客量碳纤维船舶正式交付

2024年12月31日，由中国船舶集团广州船舶工业有限公司承接、广东省港航集团旗下广东中威复合材料有限公司建造的香港新渡轮500客位碳纤维高速客船“新明珠3”号在香港正式签字交付。据介绍，该船是目前全国载客量最大的碳纤维船舶。

客船是香港地区市民游客的重要交通工具。以香港长洲为例，岛上3万余名居民进出长洲需要靠船，如遇飘色会景巡游等活动，中环至长洲航线的单日载客量最高可达7万人次。

“新明珠3”号是中国船舶集团广州公司批量承接的中国香港新渡轮离岛项目共11艘船舶的第8艘。该船为碳纤维常规动力推进高速客渡船，船长为44.75m，船宽为11m。该船采用碳纤维材料，与金属材料相比，碳纤维材料有重量轻、耐腐蚀等优势；相比传统船舶，碳纤维船航行时噪声更低，同时，能进一步节省燃油、降低维护费用，具备显著的节能减排、低碳环保优势。



在成熟母船型的基础上，该船针对香港离岛航线特点进行了优化升级，有效增强结构强度，满足了船舶在各种工况下对结构强度的要求；提升了船舶适航性和操作性，可在8级风况下安全航行；船上配备有锂电池组及太阳能储能电池板，在船舶停靠码头时可保障各项基本用电设施的运行，有效降低日常燃油消耗，减少日常排放，环境友好度高。CMTA



# 中复神鹰针对国内碳纤维及企业进展的介绍

2024年12月20日，中复神鹰碳纤维股份有限公司（以下简称“中复神鹰”）发布了投资者关系活动记录表，此前中复神鹰接受了北京源峰、国海富兰、国泰基金等14家特定机构调研，针对国内碳纤维及企业进展进行了介绍。

## 1.目前价格压力比较大的应用领域

主要还是集中在风电叶片、碳碳复材等对成本更为敏感的下游应用领域。目前，公司在西宁基地



的成本已做到行业领先，所以面对这些易受到碳纤维价格影响的下游应用领域，在供给与售价方面也能承压。

## 2.同行企业相继都在扩产，2025年碳纤维行业内产能

基于近几年碳纤维行业整体都在扩产，而下游市场个别领域也存在阶段性过剩，需求与供给仍处于不平衡阶段的情况下，整个碳纤维行业内产能较为充足。但乐观的是，随着碳纤维成本的下降，下游也新增其他新兴的应用领域，碳纤维的需求整体仍在增长，其中风电领域预计2025年的增量相对可观。

## 3.公司前三季度不同领域的销量占比情况

截至前三季度末，公司新能源领域（氢能、风电、热场）销量占比达50%，体育休闲领域销量占比



约30%，交通建设领域销量占比超10%。

4.公司3万吨投产情况

目前，神鹰连云港3万吨碳纤维项目建设进度正有序推进，到2025年末会保证部分产线具备投产能力，但是具体投产安排将根据下游需求端发展来看。

5.西宁公司的产品结构

目前，西宁基地生产的产品型号以SYT45S、SYT49S级别为主，规格涉及3K~48K。西宁基地产品的目标应用市场主要有氢能、光伏以及风电等新能源领域，以及高端体育用预浸料和织物等。

6.当前碳纤维价格

近年来，国内碳纤维市场竞争持续加剧，碳纤维价格在需求不及预期和供给冲击下回落。从目前来看，碳纤维价格仍处于底部震荡，相信随着行业逐步向健康可持续发展，碳纤维价格也会进入一个良性发展的阶段。同时，行业的发展离不开技术的进步、成本的降低以及质量的进一步提升，最后各企业竞争的是其产品性价比与综合解决方案的能力。

7.公司未来业务

为用户提供更好的解决方案、更高性价比的产品，是中复神鹰的市场开发宗旨。目前，公司与国内外主要的风电主机厂以及碳纤维拉挤板生产企业均有业务往来，未来如何把公司具有交付能力的竞争力产品进一步融入下游风电领域是公司针对拉挤板应用场景的重点课题。而在与投资者进行交流时，中复神鹰指出：近年碳纤维价格回落，公司一直在积极应对行业供需格局变化，并调整销售策略，优化产品结构，推出适配高端领域的高附加值产品，加速推进海外市场业务等一系列举措，进一步提高自身盈利能力。而在低空领域，依托中复神鹰上海航空预浸料项目的建成，以及公司多个牌号的高性能碳纤维在航空领域多种型号的成熟应用基础，公司持续推广碳纤维及其复合材料在电动垂直起降航空器（EVTOL）、低空货运无人机、低空载人飞行器等低空场景的应用验证评价，目前已经与小鹏、亿航等国内数家知名飞行汽车（飞行器）的研制生产单位进行测试评价与试验，进展顺利。



锡林郭勒盟首家碳玻混合风电叶片  
高端制造项目正式下线

2024年12月20日，由明阳智慧能源集团股份公司自主研发的碳玻混合叶片在锡林郭勒盟智能制造基地正式下线。



据了解，此次下线的碳玻混合叶片直径达233m，采用高性能、低粗糙敏感度的专用翼型族，整体采用流线型设计，通过合理优化厚度分布，保证高发电效率和高可靠性，有效提高叶片在“沙戈荒”恶劣环境下抗风蚀、沙石和高温的能力，保障机组叶片在“沙戈荒”地区可靠稳定运行。

据明阳集团锡盟基地负责人介绍，叶片借鉴航空机翼弯扭耦合降载技术，压力面主梁采用全新一代碳纤维材料，并创造性引入预扭抗振设计技术，有效改善陆上长柔叶片气弹稳定性问题，抗疲劳性能提高50%以上，相比同级别叶片重量轻7%，使叶片具有轻量化和高可靠性的特点，适用于三北地区以及沙、戈、荒等区域，可搭载于单机容量10MW的陆上机型。

当天，明阳集团与区内外7家企业就塔筒、电缆、



机舱罩、电气柜、运营维护以及光伏预制桩部件和光伏支架项目签订了采购框架协议。

明阳锡林郭勒盟智能制造基地年产300台套风机叶片高端制造项目总投资2亿元，占地面积185亩，计划建设生产线2条。该项目自2024年4月中旬开工建设以来，已建设完成风机叶片生产厂房及2条生产线。预计年产百米以上陆上超长碳玻混叶片150套，提供就业岗位约500个。

近年来，锡林浩特市立足丰富的风光资源，加快规划建设新型能源体系，着力发展新能源装备制造产业。目前，已逐渐形成了一整套完整的新能源装备制造产业链条，装备制造产业链逐步壮大完善，产品辐射周边盟市，并远销东北、西北等地区，为地区经济高质量发展，实现国家“碳达峰、碳中和”战略目标及全国新能源产业发展增添了强劲动力，助推全盟打造“辐射三北、面向全国”的新能源装备制造产业高地。



# 世界首例100%可回收的浮桥推出

据悉，可持续复合材料技术的领导者Exo Technologies公司和英国最大的浮桥系统供应商bundle&dock公司共同推出了世界上首例100%可回收的浮桥。这是一项采用Exo Technologies专有的不含苯乙烯的树脂和可持续的纤维（DANU）复合材料技术实现的革命性创新。

这一创新突破将于2025年启动，在约克郡、苏格兰、汉普郡和诺福克的四个主要水上住宅开发项目中首次亮相，提供97%的可回收房屋，也将提供给英国、爱尔兰、西班牙、葡萄牙和意大利的制造商和供应商，这标志着全球海事基础设施的环保变革浪潮，宣告着一个全新时代的来临——一个海事与自然和谐共生的美好时代。

可回收的浮桥代表了可持续设计的一次飞跃，解决了混凝土、聚苯乙烯和塑料等传统材料造成的长期损害。

这一突破的核心是DANU复合材料技术，这是

一种重新定义创新的材料。DANU由不含苯乙烯的树脂和可持续的纤维组成，这种材料据说比玻璃纤维更强、更轻，比碳纤维更有韧性，所用的芯材是天然的，在其生命周期结束时，组成成分可以逆转到他们的原始状态，而不会丢失任何技术属性。DANU不仅耐用，而且可无限回收、可替代玻璃纤维和碳纤维，这种可持续的复合材料在每次回收后都能保持其技术性能和强度。其无与伦比的性能和可持续性组合解决了海事领域最紧迫的挑战之一：如何在保持功能的同时减少对环境的影响。

Exo Technologies是一家来自英国的“绿色科技”游艇初创公司，是格拉斯哥Ultimate Boats的母公司。该公司于2020年向苏格兰警方寻求合作，希望共同设计一艘定制船艇，以用于运营的研发租赁模式为其提供服务，2022年向苏格兰警察局交付第一艘用DANU材质建造的商用船艇，这是该公司700万英镑研发投资的巅峰之作。 



# 首款碳纤维智能电助力公路车 G01-Sport发布

绿源集团轻出行智库于2024年12月28日在北京大学举行成立仪式。来自北京大学、北京师范大学、北京体育大学等高校的专家共同见证了“轻出行智库”的成立。

绿源集团轻出行智库首批专家共10人，汇聚了运动健康、心理学、人工智能、智能制造等多领域的专家。智库的工作主要聚焦两个方面：其一，深入挖掘 AI 技术在轻出行中的应用潜力，推动科技创新与成果转化；其二，深度钻研电动骑行运动对不同人群身心健康的改善方案，促进产业融合与发展。

同时，绿源集团透露，将以“全球领先的智能健康轻出行”机构为目标，在 2025年成立“绿源集团智能健康出行研究院”。在智库成立仪式上，绿源集团推出了高端智能轻出行品牌——LYVA，并推出LYVA首款碳纤维智能电助力公路车G01-Sport，在北京、杭州等城市开设品牌体验中心。

G01-Sport由LYVA与瑞豹—中国国家公路自行车队的官方器材赞助商联合开发，采用日本进口东丽 T700 碳纤维材质车架。 



# 先进结构技术助力柔性复合材料传感器性能设计与应用探索

近日，北京理工大学先进结构技术研究院杨恒副教授团队和清华大学的姚学锋教授系统地总结了传感监测方面的研究进展，并展望了未来的发展方向。



图1 柔性应变/压力传感器的应用领域

研究指出，柔性复合材料应变及应力传感器因其灵敏度高、应变范围大、形式多样等显著优点，在可穿戴电子、智能机械、结构健康监测等领域具有广阔的应用前景。然而，这些应用领域往往伴随着大变形、高低温等极端环境，对柔性传感器的性能提出了更为苛刻的要求。如何建立导电橡胶类复合材料的力电传感模型，揭示结构—性能的依赖关系，进而实现传感器灵敏度、量程、线性度和稳定性的协同提升，成为了该领域亟待解决的关键问题。

在这一背景下，杨恒副教授团队在方岱宁院士先进结构技术新思想的启发下，开展了深入细致的研究工作。他们通过揭示导电橡胶类复合材料的结构—性能关系，发展出相应的力电传感模型，并设计实现了该类型传感器在灵敏度、量程、线性度和稳定性方面的协同提升。

团队的理论研究取得了重要突破，建立了基于

隧道效应和导电网络的应变电阻模型，以及考虑黏弹性的应变电阻模型和力电耦合数值预测模型。这些模型为柔性传感器的性能设计提供了坚实的理论基础。

在传感性能设计方面，团队提出了基于内部导电网络设计、宏观复合结构设计及表面导电层结构设计的传感性能调控方法。他们通过交联网络、互联网络、隔离网络等多种内部导电网络设计，以及纤维、多孔结构、负泊松比结构等聚合物结构设计，实现了传感器性能的精准调控。同时，团队还提出了多层级结构与变形控制协同设计方法，为同时提升传感器灵敏度和量程提供了新思路。

在应用方面，团队初步实现了橡胶类传感器在人机交互界面、人体运动状态监测及航天航空结构健康监测等方面的应用验证。特别是在大型客机舱门密封结构界面监测和柔性变体飞行器变形监测方面，团队的研究成果展现出了巨大的应用潜力。

对于未来，团队表示将继续在传感机理模型、性能协同设计方法及应用探索等方面开展深入细致的研究。他们将致力于构建大变形导电复合传感器的宏微观传感机理模型，揭示多层级结构与力电性能的内禀关联机制，并探索结构驱动传感器逆向设计方法和结合人工智能算法的多点全场参量解耦及实时反馈技术。

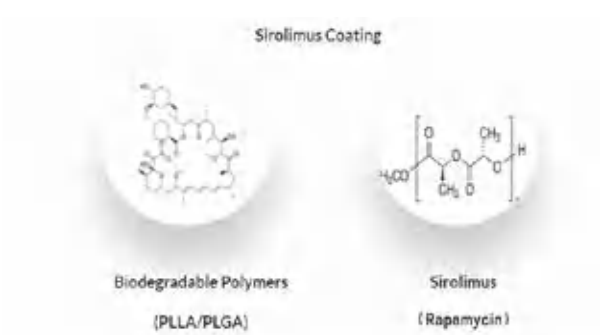
此次研究成果的取得，不仅展示了北理工在柔性复合材料传感器领域的科研实力，也为智能制造和先进装备的发展提供了有力的技术支撑。相信在方岱宁院士先进结构技术新思想的引领下，北理工团队将在该领域取得更多创新性的研究成果，为国家的科技进步和产业升级做出更大的贡献。CIVITA

# 药物洗脱覆膜支架：血管再狭窄发生率降低90%

全球有超过300万晚期肾病患者需要接受透析治疗。其中血液透析是用于透析的主要方法，这需要患者建立长期的血管通路，往往通过手术创建动静脉内瘘（AVF）和动静脉移植植物内瘘（AVG）来实现。然而，并发症，例如，AVF或AVG的透析流出回路内的狭窄或闭塞，会损害血管通路，从而使得透析效率降低甚至血管通路报废。

但是，超过50%建立血管通路的患者在第一年内就会经历血管通路失败，并到医院进行住院治疗，同时，需要反复接受介入或者外科手术干预措施（这些干预手段是昂贵的），以恢复其透析的生命线，这极大地影响了患者的生活质量、生存期限。

血管通路失效主要是由于内膜增生相关导致的狭窄以及不良的血管重塑，一般通过介入方式对血管通路进行“拯救”来延长血管通路寿命。尽管传统的PTA手术能够获得一定的治疗效果。但是，由于血管的弹性回缩，PTA术后再狭窄率较高。对于



复发性狭窄病变，支架植入术是一项不错的选择。但是，传统的覆膜支架的跨壁细胞生长仍可导致新生内膜增生，造成再狭窄。

为此，麦瑞通开发了首款不透细胞覆膜支架——Wrapsody，来解决现有治疗技术不足（术后再狭窄）。不过，经Wrapsody治疗后，6个月的AVF和AVG患者的累计通畅率分别为89.8%和82.0%，依旧还有很高的血管通路失效。因此，还需要对覆膜支架进行优化改进。Solaris Endoangio在“不透细胞



# 《国家数据基础设施建设指引》 重点支持传统行业转型升级

日前，国家发展改革委、国家数据局、工业和信息化部联合发布《国家数据基础设施建设指引》，提出力争在当前情况下，说清楚数据基础设施的概念、发展愿景和建设目标，指导推进数据基础设施建设，推动形成横向联通、纵向贯通、协调有力的国家数据基础设施基本格局，打通数据流动动脉，畅通数据资源循环，促进数据应用开发，培育全国一体化数据市场，夯实数字经济发展基础，为数字中国建设提供有力支撑。

工业经济时代，公路、铁路、港口、机场、电力系统等成为关键基础设施。数字经济时代，网络设施、算力设施、应用设施等构建了数字基础设施。当前，数据成为关键生产要素，催生新的技术—经济范式，重塑产业发展方式，推动数字基础设施向数据基础设施延伸和拓展。建设和运营国家数据基础设施，进一步促进数据“供得出、流得好、用得安全”，对于支撑数据基础制度落地、构建全国一体化数据市场、培育发展新质生产力具有重要意义。

国家数据基础设施是从数据要素价值释放的角度出发，面向社会提供数据采集、汇聚、传输、加工、流通、利用、运营、安全服务的一类新型基础设施，是集成硬件、软件、模型算法、标准规范、机制设计等在内的有机整体。国家数据基础设施在国家统筹下，由区域、行业、企业等各类数据基础设施共同构成。网络设施、算力设施与国家数据基础设施紧密相关，并通过迭代升级，不断支撑数据的流通和利用。

国家数据基础设施是数据基础制度和先进技术落地的重要载体。《建设指引》提出主要目标，在数据流通利用方面，建成支持全国一体化数据市场、保障数据安全自由流动的流通利用设施，形成协同联动、规模流通、高效利用、规范可信的数据流通利用公共服务体系。在算力底座方面，构建多元异构、高效调度、智能随需、绿色安全的高质量算力供给体系。在

网络支撑方面，构建泛在灵活接入、高速可靠传输、动态弹性调度的数据高速传输网络。在安全方面，构建整体、动态、内生的安全防护体系。在应用方面，支持传统行业转型升级，赋能人工智能等新兴产业发展。总体实现“汇通海量数据、惠及千行百业、慧见数字未来”的美好愿景。

2024 ~ 2026 年，利用两三年左右时间，围绕重要行业领域和典型应用场景，开展数据基础设施技术路线试点试验，支持部分地方、行业、领域先行先试，丰富解决方案供给。制定统一目录标识、统一身份登记、统一接口要求的标准规范，夯实数据基础设施互联互通技术基础。完成国家数据基础设施建设顶层设计，明确国家数据基础设施建设的技术路线和实践路径。

2027 ~ 2028 年，建成支撑数据规模化流通、互联互通的数据基础设施，数网、数算相关设施充分融合，基本形成跨层级、跨地域、跨系统、跨部门、跨业务的规模化数据可信流通利用格局，实现全国大中型城市基本覆盖。

到 2029 年，基本建成国家数据基础设施主体结构，初步形成横向联通、纵向贯通、协调有力的国家数据基础设施基本格局，构建协同联动、规模流通、高效利用、规范可信的数据流通利用体系，协同构筑数据基础设施技术和产业良好生态，国家数据基础设施建设和运营体制机制基本建立。

在国家数据基础设施建设重点方向上，《建设指引》提出建设行业数据应用体系。加强场景牵引，建设面向工业制造、现代农业、数字金融、智慧医疗、智慧交通、跨境物流、航运贸易、卫生健康、绿色低碳、气象服务、数字文化等重点行业领域的数字应用体系，发挥企业主体作用，促进行业数据应用创新。培育基于数据要素的新产品和服务，促进数据多场景应用、跨主体复用，实现知识扩散、价值倍增。



覆膜支架——Solaris SX”基础上开发出首款药物洗脱覆膜支架——Solaris DE。Solaris SX已经在海外上市，并且已经在13000台商业手术中使用，证实了Solaris SX的安全性和有效性。当然Solaris SX和Wrapsody一样虽然降低再狭窄发生率，但是，这种发生率还是太高。因此，Solaris Endoangio根据药物洗脱支架治疗原理，将抗增生药物负载到Solaris SX上，开发出首款药物洗脱覆膜支架Solaris DE。

Solaris DE是基于Solaris SX开发的全球首款药物洗脱覆膜支架。Solaris SX是一款外周覆膜支架，其采用静电纺丝聚四氟乙烯（PTFE）不透水、不透

细胞，可防止组织向内生长，最大限度地提高通畅性，并减少再狭窄。Solaris DE即在Solaris SX的基础上，涂覆一层西罗莫司药物涂层。西罗莫司作为心血管抗增生药物已经有20多年历史，无论在冠脉还是在外周都被证实安全有效。

根据Solaris Endoangio介绍，Solaris DE有可能取得像冠脉药物洗脱支架一样，将再狭窄发生率从30%降低到3%。因此，Solaris DE有可能将为终末期肾病（ESKD）和外周动脉疾病（PAD）患者带来类似革命性效果。



## CNITA会员新力量

### 凯米拉化学研究(上海)有限公司



该公司成立于2018年,主要从事化学科技领域的技术研发、技术咨询、技术转让、技术服务、商务信息咨询,杀菌剂、有机絮凝剂、消泡剂、施胶剂等助剂的研发、相关性功能测试以及纸张样品分析,并提供与销售、进出口、佣金代理相关的配套服务。

### 无锡泛博智能饰件股份有限公司



该公司成立于2006年,主要从事汽车内饰件的研发、生产和销售,是一家专注于内饰纹理美学设计、工艺开发与面料性能研究的高新技术企业。公司主要产品为仿麂皮、织物及纹饰件,纹饰件产品以仿麂皮为主要材料,基于自主纹理设计,通过多重运用加工工艺,使汽车内饰材料达到预期的展现效果,可广泛用于汽车座椅、立柱、门板、顶棚等部位。

### 山西新华防化装备研究院有限公司



该公司是1953年由前苏联援建,是国防工业防化装备科研、生产唯一“双保军”企业,拥有国家防毒面具和集体防护器材动员中心、国防科技工业防化一级计量站,装备覆盖诸军兵种,并为神舟系列飞船、天宫空间站提供先进的空间净化与应急防护装备,为国防建设作出重要贡献。研究院积极履行社会责任,形成了民用防护、净化与环保、活性炭及催化剂三大民品系列,覆盖有害气体防护、空气及水体净化、环境污染治理、应急救援等领域。

### 义乌市倩挥日用百货有限公司



该公司成立于2020年,主营倩挥牌厨房抹布、功能湿巾、压缩巾、暖手片、四件套以及各种日用功能性非织造布制品。作为倩挥日用非织造布制品产业链体系品牌运营公司,公司在江西婺源建有自有供应链。

### 浙江百浩工贸有限公司



该公司成立于2012年,主要从事医用薄膜、医用复合材料及成品的生产,其前身是成立于2007年的浙江义乌华源塑料薄膜公司。公司主要产品包括PE流延膜、防护服、手术衣、覆膜非织造布及特殊功能性面料,可应用于医疗卫生、个人防护、工业包装、农业植保等多个领域。

### EMS-GRILTECH 事业部



事业部是EMS-CHEMIE HOLDING AG旗下EMS-CHEMIE AG的组成部分。公司位于瑞士,成立于1936年。自1950年开始,公司开始制造并销售纤维,至今约75年历史,主要品牌有Grilon、Nexylon、Nexylene纤维,还包括Griltex热熔粘合剂、Grilbond增粘剂、Primid粉末涂料交联剂以及Grilonit活性稀释剂。其中EMS-GRILTECH 事业部所负责的主要产品包括PA66高强度阻燃纤维、PA66高强度纤维、PA6纤维、TPU纤维、PPS纤维。



# 产业用纺织品

TECHNICAL TEXTILES

2026