

抵御暴雨冲击、承受上万次摩擦、扛住“冰火两重天”——

# 布料“扛造”，冲锋衣不再“一洗就废”

■本报记者 倪思洁

冲锋衣洗几次就“失效”？这种糟心时刻，迎来了终极解决方案。

受量子启发，中国科学院理化技术研究所研究员董智超团队研发出一种“黑科技”，可以不依赖含氟化学品，让普通棉、麻、羊毛乃至化纤织物，变成能抵御暴雨冲击、承受上万次摩擦、扛住“冰火两重天”极端考验的超级防水面料。

向量子取经

这项研究的灵感，源自一种不起眼的“防水大师”——跳虫。跳虫，学名“弹尾虫”，是节肢动物门中的一个古老类群。这种体长仅毫米级的微小昆虫，在地球上生存了4亿年，能弹跳至自身高度200倍以上。

当董智超在中国科学院西双版纳植物园的石缝里看见它时，惊讶极了：“这种虫子生活在潮湿泥泞的土壤和岩石缝隙中，不仅能保持身体凉爽，还在反复弹跳中与岩石的碰撞中保持表皮完好无损。它是怎么做到的？”

研究团队利用高倍电子显微镜发现，跳虫尾部表皮上覆盖着精妙的微型蘑菇状结构和纳米级脊线，这套天然的“防沾湿盔甲”让它在剧烈摩擦和极端潮湿的环境中“滴水不沾”。这让一直师从中国科学院院士王雷开展超疏水材料研发工作的董智超有了一个新想法。“传统的防水涂层就像在馒头上面涂油，抖一抖，洗几次就掉了。向跳虫取经，我们能获得既防水又耐磨的材料吗？”

他介绍，过去让织物防水，要么涂蜡，要么涂含氟化学物质(PFAS)。然而，涂蜡会让衣服不透气，含氟材料虽然效果显著，却因环境污染问题，在全球面临越来越严格的禁令。更重要的是，一旦遭遇摩擦或洗涤，这些涂层就会脱落失效。



用超疏水纤维做出的棉T恤。中国科学院理化技术研究所供图

模拟跳虫尾部的表皮结构，团队提出了一种全新的思路——不再依赖“贴”上去的涂层，而是直接在纤维表面“长”出一层有着跳虫尾部表皮结构特点的保护壳。他们通过“一步分子自组合法”，在单根纤维表面原位构建了有序、共价键合的二氧化硅网络，并引入长链烷基降低表面能。这层被称为“MARS”(分

子组装的耐久超疏水壳层)的“分子装甲”与纤维本体通过化学键永久性结合。

“我们的方法好比把容易掉落的面粉揉进面团里，再一起煮熟，就再也分不开了。”董智超介绍，这种方法不挑材质，无论是吸水性极强的棉，还是天然的羊毛、麻，或是涤纶、尼龙等合成纤维，都能实现稳定的超疏水改性。

“残酷”实验验证“扛造”极限

为了检验这层“分子装甲”的性能，研发团队对MARS织出的布料进行了一系列堪称“残酷”的实验室测试。

模拟暴雨冲击环境，他们让水滴以2.4米/秒的速度连续撞击同一点，布料足足承受了8万次冲击，之后又将水滴速度提升至11.6米/秒，相当于时速41公里的暴雨级冲击。结果织物依然能有效反弹水滴，保持完好。

模拟真实穿着中的磨损，团队动用了多种测试织物起毛起球及耐磨性能的检测设备，让布料与自身布料摩擦了8万次，经受2万次砂轮打磨、100次落沙冲击、2万次反复拉伸、8000次刷子猛刷和500次强力胶带反复粘撕。面对这一连串“拷打”，布料的超疏水性依然保持良好。

他们还做了各种各样“折磨”布料的实验。例如，实验人员反复用零下196摄氏度的液氮与95摄氏度的热水冲洗布料，把用这种布料做成的衣服放到露天环境下风吹日晒一整年。结果对照组的布料不堪重负开始吸水或变黄，而MARS布料的防水效果和状态几乎没有变化。

董智超介绍，针对消费者最关心的洗涤问题，研发团队还将MARS织物放入家用洗衣机，使用普通洗涤剂进行了20次标准洗涤。结果显示，其防水等级依然稳定在行业高

标准，远超传统防水涂层几次洗涤后就失效的表现。

环保、耐用的“黑科技”

在董智超看来，这项成果不只是一项实验室里的科学突破。“我们的目标从一开始就不是为了‘自嗨’，而是希望解决产业界的真实需求。”他告诉《中国科学报》。

在研发过程中，团队深入走访了多家运动品牌企业、纺织企业和供应链厂商，针对它们提出的“能否兼容现有产线”“增重多少”“手感是否发硬”等实际问题，逐一进行优化。“最终，MARS处理后的织物增重控制在5%以内，远低于传统10%至12%的水平，这意味着它更轻、更透气，也不会让衣物变得硬邦邦。”董智超说。

此外，研发之初，科研团队就考虑了成本控制和生产线兼容等问题。“原材料成本可控，且处理每平方米棉布约170克的材料成本与工艺成本都控制在十几块钱的较低水平。”董智超说，“该技术采用一步浸涂法，完全兼容现有的纺织工业连续化生产流程，无需企业大规模改造产线。”

他介绍，从应用场景看，在户外运动领域，它可以制成真正能扛住暴雨、耐磨耐穿的冲锋衣和瑜伽裤；在医疗健康领域，它可用于制造更可靠、可反复消毒的防护服和手术布草；在工业领域，它能为工作服、帐篷，甚至安全气囊提供持久的防水防污保护。此外，用MARS纱线还能在普通织物上绣出超疏水图案，为智能纺织品、可穿戴设备和时尚设计提供了可能。

“我们希望，未来大家提到超疏水面料时想到的不再是‘含氟’‘不耐洗’，而是真正环保、耐用的中国‘黑科技’。”董智超说。

发现·进展

中国电建集团等

## 首颗能源工程专用卫星“电建一号”通过出厂评审

本报讯(记者王昊昊、李思辉)近日,我国首颗能源工程专用卫星“电建一号”在湖南长沙顺利通过出厂评审。这意味着该卫星已完成全部研制工作,即将运抵发射场,近期择机发射。

“电建一号”由中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司、中国地质大学(武汉)与天仪空间科技股份有限公司联合研制,是我国首颗专门服务于能源工程的X波段合成孔径雷达(SAR)卫星,主要应用于恶劣环境和复杂地形地质条件下的大型工程结构变形监测、地质灾害识别与预警。

该卫星于2025年12月10日下线,填补了我国大型工程地基监测装备空白,标志着重大工程质量监测与安全预警能力实现从传统地面模式向“天空地一体化”协同监测的战略跨越,重大战略性工程数据资产实现独立自主。

“电建一号”取得多项技术突破。首先是轻量化。研制团队通过整星机、电、热一体化集成设计,将卫星质量控制在300千克以下。更轻的重量意味着更低的发射成本、更灵活的轨道部署,为后续组网观测打下基础。

其次是精准定位。卫星采用创新的轨道设计方法,实现了150米级别的高精度轨道重访控制。这相当于让卫星拥有“肌肉记忆”,每次经过同一区域都能从相同位置和角度观测,确保前后数据精确可比,从而发现毫米级形变,提前预警工程风险。

最后是“看得清”。运用低轨X波段SAR技术,卫星可对工程结构进行亚毫米级形变监测。这意味着无论是西部深山中的水电站大坝,还是穿越崇山峻岭的铁路路基,哪怕只有头发丝直径级别的位移变化,都逃不过它的“眼睛”。

据介绍,“电建一号”将直接服务于国家重大能源工程项目,提升勘察设计、施工建造、运营维护全周期安全管控水平;通过提供精准的工程及地质环境数据,支撑新能源开发,赋能基础设施数字化转型。

西安交通大学第一附属医院

## 揭示肠道菌失衡通过代谢物诱发房颤机制

本报讯(记者李媛)近日,西安交通大学第一附属医院教授袁祖贻、吴岳、李挺团队首次揭示了肠道共生菌通过代谢产物异戊酸调控心房细胞焦亡,进而影响房颤进展的全新机制,为房颤干预提供了潜在的微生物靶点和代谢干预策略。相关成果发表于《细胞—代谢》。

心房颤动(房颤)是临床最常见的心律失常之一,显著增加脑栓塞和心力衰竭风险,严重威胁健康。近年来,肠道菌群及其代谢产物被证实与心血管疾病密切相关,但在房颤发生发展中的具体作用机制尚不明确。

研究团队从临床队列的多组学数据入手,系统分析了房颤患者的肠道菌群和血清代谢物特征。结果发现,房颤患者肠道中活梭状芽胞杆菌显著减少,血清中代谢产物异戊酸水平也明显降低。通过无菌小鼠模型和菌群移植实验证实,补充活梭状芽胞杆菌或基因工程菌,可显著提高血清异戊酸水平,降低房颤易感性。机制研究揭示,异戊酸通过结合心房肌细胞表面的GPR109A受体,抑制cAMP/PKA/CREB信号轴,进而减少STAT3磷酸化及其向细胞核的转位,最终下调关键执行蛋白的表达,阻断心房肌细胞焦亡。

该研究首次系统阐明了肠道菌群来源的异戊酸通过GPR109A-STAT3-GSDME信号轴抑制心房肌细胞焦亡、延缓房颤进展的分子机制,为房颤防治提供了新的生物标志物和干预靶点,也为基于肠道微生物的精准治疗策略开辟了新方向。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1016/j.cmet.2025.12.017>

东北林业大学等

## 受青蛙脚掌启发 开发新型热能储存人造板

本报讯(记者孙丹宁)近日,东北林业大学教授谢廷军、王永贵团队联合芬兰奥博学术大学教授徐春林、博士后张昊团队,提出了一种嵌段共聚和氢键作用协同提升热能储存木材防泄漏性能的策略。在此基础上,团队受青蛙脚掌微纳结构和多极性黏液的启发,基于木材单板表面的多层级结构和相变体系引入的极性单体,开发了一种兼具可胶合和防泄漏性能的热能储存人造板,在被动节能木质复合建筑材料领域展现广阔的应用前景。相关成果发表于《储能材料》。

团队通过将马来酞酸改性的聚乙二醇与甲基丙烯酸羟乙酯在木材细胞腔内嵌段聚合,形成交联网络,有效提升了热能储存木材的防泄漏性能,并且该样品在室温下具有高热稳定性和高循环稳定性。同时,经过表面施胶热压制备的胶合板具有优异的剪切强度,在高温、潮湿、反复温度循环条件下以及使用不同种类胶黏剂粘接时,其强度均达到国家人造板标准。

建筑节能模拟表明,该胶合板年平均节能率可达6%以上,在高纬度地区使用节能效果更佳。整个生产制备流程简单,可工业化,且对环境友好。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1016/j.enm.2026.104948>

近日,在江西农业大学的油菜花实验基地,一株株色彩鲜艳的油菜花傲然盛开。据了解,该校研究员付东辉团队今年新选育出虎皮橙、绛玫红、金属闪光紫、血糯米红、薰衣草紫等5种花色,彩色油菜花总数增至80种。今年的彩色油菜花具有颜色深、色泽饱满和综合性状优良的特点,观赏价值实现了全面升级。

团队在观赏油菜育种领域还取得3项进展:一是选育出茉莉香超大花油菜新品系,不仅拥有浓郁持久的茉莉花香,还具备超大花型优势,可长时间保持最佳观赏状态;二是培育出矮化盆栽彩色油菜系列,色彩丰富且性状稳定,拓展了油菜的多功能应用场景;三是选育出彩叶品系及彩色茎秆品系,为拓宽油菜观赏类型、延长观赏周期提供了坚实资源支撑。这些品系打破了传统油菜观赏维度单一的局限,形成立体观赏效果且保留核心农艺性状,适配多元应用场景,将推动油菜向多功能作物转型,为乡村振兴特色产业提供新路径。

本报记者张晴丹报道



今年新选育出的①虎皮橙、②绛玫红、③金属闪光紫、④血糯米红、⑤薰衣草紫5种花色的油菜花。江西农业大学供图

一 所 一 人 一 事

## 胡丽天：“我们的工作不容易被看见，但特别关键”

■本报记者 叶满山

在中国科学院兰州化学物理研究所(以下简称兰州化物所)的实验室内,有这样一位女性科研工作者。她带领团队扎根航空航天特种润滑密封材料领域,以数十年如一日的执着潜心攻关,为我国航天事业高质量发展提供了坚实可靠的技术支撑。

她就是胡丽天。从江南鱼米之乡到西北黄河之滨,这位来自江苏的女科学家以实际行动践行科技自立自强,用坚守与奉献书写了新时代女性科技工作者的使命担当。

结缘冷门学科 扎根西北热土

“摩擦化学和润滑材料看似冷门,却是所有运动部件的‘必需品’。”胡丽天笑着解释自己的研究领域。1990年,从兰州大学现代物理系毕业的她,放弃了回到南方城市的机会,选择了兰州化物所。“这里的工作平台在国内首屈一指,能接触到航空航天等国家重大需求项目,这样的机会太难得了。”

这个选择背后,既有对科研事业的执着,也有传承的力量。胡丽天的硕士生导师是兰州化物所研究员陈建敏,博士生导师是中国工程院院士薛群基,均为润滑材料领域的顶尖专家。而兰州化物所自1958年建所以来,就肩负着特种润滑材料研发的使命。上世纪60年代,东北边境零下45摄氏度的极寒环境中,润滑油凝固导致武器装备无法运转,正是兰州化物所的科研前辈攻坚克难,研发出低温适用的特种润滑材料。“前辈们用一生坚守奠定了学科基础,我们没有理由不接续奋斗。”胡丽天说。初到兰州时,尽管生活上的落差让她



胡丽天 兰州化物所供图

有些不适,但看着实验室里先进的设备,想着正在推进的国家项目,她渐渐安下心来。“现在生活条件越来越好,更重要的是,在这里能实现科研抱负,这种成就是无法替代的。”如今,她早已习惯了兰州的生活,只是骨子里仍保留着南方人的细腻,而这份细腻恰恰成了科研工作中不可或缺的品质。

细节里藏着标准

胡丽天至今记得2000年到2003年那段攻坚岁月。当时,团队承接了飞机发动机用双密封材料研发项目,要求材料既能耐高温滑油,又能防水。在实验室里反复测试都达标的材料,送到用户单位却屡屡出现开裂问题。“我们反复检查配方和工艺都没找到问题所在,用户也怀疑是材料性能不达标。”

为了破解谜团,胡丽天带着团队成员驻扎到用户单位,全程跟踪实验过程。终

于,一个被忽略的细节浮出水面:“我们在实验室里重复使用航空滑油,而用户每次都换新油。”原来,润滑油在高温下会发生成分变化,多次使用后部分有害物质挥发,对材料的影响减小,而新油中的完整成分则会暴露材料的耐受短板。

找到问题根源后,团队没有调整材料配方,而是与用户共同建立了统一的评价标准。“这件事给了我们深刻教训,科研不能只关注研发环节,从材料研制、工艺优化到性能评价,每个细节都不能放过。”胡丽天说,正是这样的经历,让团队越来越重视评价平台建设。

薪火相传的创新力量

“现在的年轻人思维活跃,敢于提出新想法,他们是团队的未来。”如今的胡丽天不仅是科研带头人,更是年轻科研人员的引路人。她带领的团队从最初的7人发展到60人。团队氛围融洽,学习风气浓厚。

在可重复使用火箭密封材料研发中,正是团队里的年轻人提出了创新思路。“传统石墨密封材料耐高温但脆性大,容易掉块泄漏,无法满足重复使用要求。”胡丽天回忆道,年轻人大胆设想用金属做三维网络,将石墨嵌入其中,既保留耐高温特性,又增强韧性。这个想法提出后,她全力支持:“只要方向可行,就给他们提供充分的实验条件和经费支持。”

团队前后试验了好几年,尝试过不同的金属材料、填料和工艺,终于研发出三维金属网络石墨密封材料。这款材料在地面模拟实验中实现20次无故障使用,磨损

量完全达标,为我国可重复使用火箭提供了关键材料支撑。胡丽天说:“鼓励年轻人创新,既要给他们试错的空间,也要帮他们把握方向。”

坚守与开拓并行

随着我国航空航天水平的不断提升,胡丽天的科研工作从“跟跑”转向“并跑”甚至“领跑”。“过去我们可以学习国外先进技术,现在在很多领域我们已经没有参照物,必须靠自己创造。”

当前,团队的研究重点聚焦3个方向:满足国家装备不断发展的新需求,特别是可重复使用火箭等装备对材料的多次使用要求;发挥年轻人的创新力量,研发更多原创性新材料;建立完善的评价体系,打通从实验室到工程应用的“最后一公里”。

对于女性科研工作者的身份,胡丽天有着自己的感悟。“现在中国女性科研工作者占比达到45%,远高于国际平均水平。”她认为,女性的细腻、坚韧在科研中具有独特优势。“科研是长期事业,坚持往往比聪明更重要。只要方向正确,持续投入,就一定能够取得突破。”

“我们的工作不容易被看见,但特别关键。”如今,胡丽天依然保持着饱满的工作热情,每天在实验室和办公室之间奔波,指导学生实验,参与项目讨论,关注行业动态。谈及这份“不容易被看见但特别关键”的事业,胡丽天说:“我在海南文昌航天发射场看着我们研发的材料助力火箭升空,这种自豪感成就感让我觉得所有的付出都值得。”