

## 发现·进展

## 中国科学院工程热物理研究所

## 利用石墨烯提升非硅基导热胶性能

本报讯(记者陈欢欢)近日,中国科学院工程热物理研究所的研发团队提出一种石墨烯增强非硅基导热胶新策略,通过构建石墨烯-氮化铝协同导热网络,显著提升了非硅基导热胶的综合传热性能。相关成果发表于《应用热工程》。

针对传统非硅基导热胶导热性能不足、界面热阻较高等难题,研发团队创新性地利用石墨烯优异的面内导热能力及其对填料的界面吸附特性,通过溶液共混工艺实现了球形氮化铝颗粒在石墨烯表面的均匀包覆,并进一步引入石墨烯包覆氮化铝颗粒构建多尺度协同导热网络。该结构有效改善填料之间的界面接触与热传输路径,大幅降低声子散射和界面热阻,从而显著提升了材料整体导热能力。

实验结果表明,该石墨烯增强非硅基导热胶的导热系数达14.03瓦特每米开尔文,明显优于目前多数商业导热胶产品;同时,黏接强度达13.39兆帕,在实现高导热性能的同时兼具优异机械稳定性。研究还发现,该材料具有良好的电绝缘性能,无硅油渗漏特性以及较高的触变指数,可满足复杂电子封装与高功率器件长期稳定运行需求。此外,得益于真空干燥与固化工艺的优化,材料内部气泡显著减少,进一步增强了热传导效率与结构致密性。

研究表明,该非硅基导热胶在电子芯片、功率器件、先进封装、航空电子及高热流密度散热系统等领域具有广阔的应用前景,可为高性能电子设备的小型化、高集成化和高可靠运行提供重要支撑。同时,该工作也为二维材料在高性能热界面材料中的应用提供了新的研究思路。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2026.130995>

## 中国科学院生物物理研究所

## 揭示枸杞最佳服用方式

本报讯(记者李晨阳)“保温杯里泡枸杞”,不仅是风靡已久的网络热梗,更是很多人的养生日常。但这种方法真的管用吗?

中国科学院生物物理研究所研究员陈畅团队长期致力于研究枸杞子的保健功效和机制机理。他们系统研究了几种典型的枸杞子日常食用方式对自然衰老小鼠骨骼和肌肉的保护效果,并明确了“怎么吃”能最大程度发挥枸杞子“强筋骨”的功效。相关论文近日发表于《营养学杂志》。

研究人员取一小把(约15粒)枸杞子,并采用了3种典型的枸杞子日常食用方式:泡水当茶饮、泡水当茶饮并吃掉泡过的枸杞子、作为果脯食用,进而探究这3种方式是否对衰老小鼠具有骨骼和肌肉的保护效果。结果显示,上述3种食用方式均未显著改善自然衰老小鼠的骨密度、骨微结构及肌肉耐力衰退。

与此同时,研究人员同步设置了一组阳性对照。用前期课题组已证实具有骨肌保护效应、制备工艺明确的枸杞子提取物饲喂衰老小鼠,发现这些小鼠的骨密度、骨微结构及肌肉耐力均有显著改善。

由此可见,大众常用的少量枸杞子泡水当茶饮的方法,可能仅具有象征意义。要想真正发挥枸杞子“药食同源”的“强筋骨”功效,还需要在“怎么吃”上多下功夫。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1016/j.gjnut.2026.101645>

## 暨南大学

## 小动物全脑功能成像技术获进展

本报讯(记者朱汉斌)近日,暨南大学教授关柏鸥团队研发的双频光纤阵列光声计算机断层扫描(PACT)技术,为全脑尺度血管结构解析与血氧代谢评估开辟了新路径。相关成果发表于《光:科学与应用》。

团队发明了双频光纤阵列PACT技术。这是一种光学激发、超声探测的新型成像范式,突破了传统压电换能器的固有局限。团队在自主首创的自外差光纤激光超声传感器基础上,创新构建了聚合物涂覆层耦合超声频带调控方法。同时,团队还开发了无透镜光纤超声聚焦技术。

基于上述技术突破,团队有效化解了光声成像穿透深度与空间分辨率长期矛盾。利用该传感器对小鼠大脑进行连续冠状截面断层扫描,沿前后轴采集5个不同位置的冠状截面光声图像,其融合影像不仅精细呈现大脑皮层微血管分支,还清晰展示了海马、丘脑等深部脑区的血管网络。

团队进一步结合双波长光激发与光谱线性解混,实现了小鼠全脑血氧饱和度的实时定量测量,在氧浓度挑战实验中,成功捕捉到小鼠大脑在缺氧、常氧和高氧状态下的血氧动态响应,验证了该系统在多深度层面的功能成像可靠性。

团队还将该系统应用于原位胶质母细胞瘤小鼠模型。成像结果表明,系统能够清晰分辨肿瘤内部紊乱的新生血管网络,并精准显示肿瘤区域的异常高氧合状态;所得图像与T2加权磁共振影像高度吻合,肿瘤边界分明。相较于传统手段,该系统可同步提供肿瘤的解剖结构与功能代谢信息,为早期筛查和疗效评估提供了更全面的多维依据。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1038/s41377-026-02324-3>

## 雌蟑螂为何“丢掉”翅膀

■本报记者 朱汉斌

当我们看到一只无翅的雌土元静伏土中,也许不会想到,在它体内,一个古老的基因刚刚完成了一次精妙的折叠,删除了一个关于飞翔的故事。

6月17日,《自然-生态与演化》在线发表了由华南师范大学教授李胜、研究员任充华团队和北京大学研究员张蔚团队合作完成的研究成果。他们首次在分子和细胞层面揭示了雌性昆虫翅膀退化的普适机制,不仅解释了这一广泛存在的生态适应现象,还为理解动物器官的“获得与丢失”提供了全新的理论框架。

“我们以多种蟑螂为模型,解析了雌性特异性翅退化背后的转录调控机制。”李胜对《中国科学报》表示,团队发现性别分化核心因子Doublesex(Dsx)与变态发育关键因子E93通过演化中“重新接线”的基因线路,构成了决定翅膀命运的核心开关——DSX-E93调控轴。

审稿人指出,该研究最精彩之处在于,它不仅发现了机制,还证明这一机制是不同昆虫类群趋同演化的结果,而非偶然。

## 为什么要“丢掉”翅膀

在自然界中,同一物种的雌性和雄性长得不一样是很平常的事。比如,雄孔雀拖着华丽的大尾巴开屏炫耀,雌孔雀只有朴素的灰褐色羽毛。长久以来,科学家的目光大多聚焦在雄性那些夸张特征是如何演化而来的,毕竟它们太显眼,太好观察了。

然而一个反向问题始终困扰着演化生物学家:雌性特有的特征为什么会“变少”甚至“消失”?比如,在蟑螂、蟋蟀等许多昆虫类群中,雌性长着正常的翅膀,能够自由飞翔,雌性却完全没有翅膀或翅膀严重退化。这种被称为“雌性特异性翅退化”的现象,在昆虫界中广泛存在且经历了多次独立演化。但背后的分子机制像一个“黑箱”。

“研究首先要回答一个根本问题,即雌性昆虫为什么要‘丢掉’翅膀?”论文共同第一作者、华南师范大学博士生陈昕懿说。

## 洪德元院士捐赠档案专题展览举行

本报讯(记者田瑞颖)近日,中国科学院植物研究所“洪德元院士捐赠档案专题展览”开展。

中国科学院院士洪德元淡泊名利、潜心治学,年届九旬仍坚守科研一线,为植物科学发展和人才培养作出了突出贡献。本次专题展览展出文书、科研、科学家、声像四大类档案,囊括科考手记、学术手稿、科研项目材料、获奖证书、往来信函、老照片等实物,全面记录了洪德元的科研生涯与人生轨迹。

洪德元在现场分享了自己的科研人生。他讲述了几时在农村的成长经历,回顾了深耕植物科学六十余年的历程,既有翻山越岭开展野外外科考的艰辛过程,也有编撰学术专著、推进重大国际合作的点滴过往。他寄语在场的青年科研人员,要真正热爱科研事业,沉下心来钻研学问,以国家需求为己任,推动我国植物科学事业不断发展进步。



洪德元讲述自己的科研人生。

研究表明,雄性特异的DSX蛋白能够激活E93表达,进而开启翅形态建成的基因网络;而雌性特异的DSX蛋白则抑制E93表达。干扰雄性中的E93会导致翅发育畸形;而同时干扰雌性中的Tra和E93,则雌性无法长出翅膀。

DSX-E93就这样构成了一条决定翅膀有无的关键调控轴。

## 基因组的“三维地图”如何重排

如果说找到DSX-E93调控轴是发现了“开关”本身,那么这项研究的真正突破在于揭示了这一开关背后的“黑科技”——染色质三维结构的重排。

论文共同第一作者、华南师范大学博士后廖明韬表示,基因的表达不仅取决于DNA序列,还取决于DNA在细胞核内是如何“折叠”的。团队利用先进的ATAC-seq和4C-seq技术,绘制了翅发育过程中的基因组“三维地图”。

他们发现,在雄蟑螂的翅发育细胞中,雄性特异的DSX蛋白发挥类似“先锋转录因子”的功能,打开了E93基因附近紧密的染色质结构,使其变得松散开放。更重要的是,DSX将距离E93启动子约16kb处的一个增强子通过空间折叠“拉”到启动子附近,形成了一个特异的“增强子-启动子环”。

这种三维结构的改变极大促进了E93基因的转录,从而启动翅发育程序。这一发现得到审稿人的高度评价;该研究在技术和概念上都具有很强的优势,在清晰描绘这一演化现象的同时解释了背后的巧妙机制。

而在雌性细胞中,由于缺乏雄性特异的DSX蛋白,这一环状结构无法形成,E93基因持续低表达,最终导致翅退化。

“这就像两个原本独立的电路模块通过演化被重新布线,连接在一起。”李胜这样比喻。DSX和E93都是昆虫体内非常古老的保守基因,但通过演化上的“重新布线”,形成了一条新的调控轴,创造了全新的表型。

## 从细胞命运到应用前景

这一机制是某个物种的偶然现象,还是具有普遍意义?

团队对包括不同蟑螂及蟋蟀在内的多种昆虫进行跨物种分析,发现无论完全还是部分退化,其分子机制高度一致。统计分析显示,E93基因的性别表达差异与雌性翅退化程度呈显著正相关。

这表明,不同昆虫类群在演化中虽已分化,却独立采用了同一策略——通过Dsx基因“重新布线”调控E93,实现雌性特异性翅退化。这是趋同演化的典型实例:亲缘较远的物种在相似的生态压力下,独立演化出相似的分子解决方案。

在最后环节,团队利用单细胞测序技术,将视野聚焦到具体的细胞类型上。他们锁定了两个关键的翅细胞亚型。在雄性中,由于E93被激活,这两群细胞大量增殖、分化并特化,最终构建出复杂的翅结构;而在雌性中,由于E93被抑制,这两群细胞的数量显著减少,且未能启动分化程序,导致翅无法形成。从宏观的生态适应到微观的染色质折叠,最终都汇聚在对这几类关键细胞命运的精准控制上。

任充华指出,该研究不仅在分子与细胞水平上解答了自达尔文以来关于退化器官如何演化的经典科学问题,更深刻揭示了生物体如何通过简单的遗传开关“重接”,创造出复杂的适应性表型。

在应用层面,这一发现为害虫防治提供了全新思路。许多农业害虫存在类似的性二态性。如果能开发出干扰DSX-E93调控轴的小分子药物,或许就能特异性地阻断雌性害虫的飞行能力或改变其交配行为,从而实现绿色、精准的害虫防控。

任充华表示,目前团队正在进一步拓展这一发现的普适性,探索该机制在其他昆虫类群中的作用,并深入解析激素信号如何与这一通路相互作用,以期更全面地揭示生物多样性的演化之谜。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1038/s41559-026-03107-0>

## 第20届北京发明创新大赛收官

本报讯(记者沈春蕾)近日,第20届北京发明创新大赛总结大会在北京举行。

本届大赛于2025年10月15日启动,2026年1月5日报名工作截止,共评选出发明创新奖500项,其中特等奖1项、金奖29项、银奖70项、铜奖130项,优秀奖奖270项。

清华大学“高端数控机床精度智能控制关键技术及应用”项目获特等奖,北京工业大学“≤20微米激光二极管显示器(MicroLED)芯片激光精准巨量转移技术”、北京显芯科技有限公司“28纳米内阻型存储器存取存储器-有源矩阵液晶显示器(RRAM-AML-CID)高清图质调节芯片”、中国科学院自动化研究所“外骨骼式智能康复机器人关键技术与应用”、北京邮电大学“面向灾害现场的无人机集群长距离高可靠应急通信平台”等29个项目获金奖。

为进一步引导创新方向、激发科创活力,大赛继续实施“1+N”奖励体系,即主奖项(发明创新奖)+N项专项奖。本届大赛共设立13类特色专项奖,其中首都创新大联盟新设场景应用创新专项奖,立足产业实际需求实施发明创新,推动科技创新与产业发展深度融合。

## 大模型时代,网络攻防“游戏规则”已改写

■云晓春

大模型时代背景下,网络安全形势发生了深刻变化。一言以蔽之,网络攻防的“游戏规则”已经被改写。例如,以前写病毒程序的,是编程高手;现在,一个没有多少技术背景的人,通过跟大模型聊天就能生成高风险的攻击工具。

大模型技术正以“一日千里”的速度重塑网络安全的一切:攻击门槛指数级降低,防御自动化大幅跃升,威胁主体多元智能,甚至大模型自身也会成为“靶子”。统计显示,仅需250条恶意指令就能对大模型“投毒”并完成后门植入。

当我们跟人工智能(AI)的交互越来越多,对AI的依赖性越来越强,它无意识的“欺骗”对社会的危害就越来越大。未来,唯有主动拥抱范式变革,才能在攻防不对称持续加剧的时代构建真正的安全韧性。

## 不懂编程也能当“黑客”

AI时代,网络攻击除了门槛从“专家级”降到“聊天级”外,攻击效能也发生了质的飞跃。2025年已有案例表明,在很多场景下,网络攻击效能比2021年快了3倍多。

开发周期也大大缩短。在大模型辅助下,定制化攻击工具的平均开发时间,从以往的8-10周缩短到5-7天;一名操作员同时并行操控的攻击会话数量,从传统模式下的3-5个暴增到50-200个。

更值得注意的是,以往对特定目标发起长期、隐蔽性强的持续高级持续性威胁(APT)攻

击,要靠很多黑客,人力密集型是一个核心特征。但引入大模型后,APT能力呈现“规模化定制”特征,并行目标数量增多,行动节奏显著加快。

大模型时代,安全事件的规模和影响发生了质变。以往一个“漏洞”被发现后,人们有一段时间的修复窗口期。但现在“漏洞”从披露到大规模利用,窗口期急剧缩短,被利用的覆盖面和成功率反而急剧上升,危害非常大。

好消息是,防守方也在用AI。当前,大模型正推动网络安全防御自动化水平的跃升。同时,响应决策的自动化也大大提速。由于大模型可以代替人类完成初步判断和响应,最终人类将逐步退居幕后扮演“监督者”的角色。

决策效率的提升,直接缩短了系统暴露于风险的窗口期。在溯源能力上,AI也能显著增强对攻击链路的预测和还原能力。

然而,攻防是一场竞速赛。尽管防御自动化在进步,攻击节奏的压缩却更加惊人。人们还没反应过来,攻击已经完成。按照传统的防御思路根本防不住。

## 大模型成了“新靶子”

更让人防不胜防的是,大模型技术本身也存在高风险。

大模型以基础设施层、模型层到应用层都存在大量脆弱点,模型供应链和数据管道尤其危险。以“数据投毒”为例,Anthropic等机构2025年进行的一项研究发现,仅需250条恶意指令就能完成对一个大型模型的后门植入。而

且这与模型大小无关,小模型同样易受攻击。

用户使用大模型同样风险高企。随着人们对AI的依赖性越来越强,大模型随时可能变成“无意识共犯”。原因很简单,攻击者可以通过操纵AI系统,诱导或欺骗使用者。

## 告别僵化规则,重构“新防线”

面对如此严峻的威胁态势,静态防御、单点安全产品、低自动化的人工运营流程、封闭生态的专有安全架构等传统技术方向的价值正在“断崖式下降”。未来的安全防御应告别僵化规则,转向“AI自治+弹性网络+开放生态”,重构大模型时代下的“新防线”。

网络安全领域还有哪些方向值得我们进一步发力?目前来看,我认为至少有3个方向值得深入研究。

一是大模型“原生安全”。不能只在外套一层规则,而要把安全能力“内嵌”到模型里。这包括研究安全对齐与模型能力的协同优化,建立对“涌现能力”的预警机制;提升可解释性,让模型的推理过程透明化,摆脱“黑箱”;保护模型权重和推理过程的完整性,防止模型被窃取或蒸馏。

二是AI自主安全运营体系。要构建端到

端的闭环架构,让威胁检测、遏制、溯源全流程由机器自主完成,人类只负责策略监督和异常“仲裁”。同时,要研究韧性的网络安全系统——即便部分防线被攻破,系统仍能维持关键功能。此外,需要建立动态策略生成的对抗系统,对攻击者持续建模,让防御策略实时演化,而不是静态等待。

三是重新审视和构建新的供应链安全。大模型催生了新的供应链风险,数据投毒防御要从“事后检测”转向“全过程免疫”,从数据采集、清洗到训练各环节都要设防。要建立模型生态软件的物料清单和动态风险评估机制,管理好第三方插件。应发展联邦安全协议,让分散的力量协同应对威胁。

最后,网络安全界要进行“研究范式与资源分配的战略调整”。传统安全工具的开发要跃迁到智能体的构建,创造能够自主感知、认知、决策、行动的软件实体;网络安全研究必须走向多学科融合,认知科学、法学、伦理学、经济学等不再是旁支,而应成为常设组成部分;要常态化开展AI化的“红蓝对抗”,持续、规模化地进攻式演练;同时设立治理理论框架,关注自主武器化、算法问责、偏见公平等核心议题。

大模型技术正在重构网络安全的一个个维度。唯有主动拥抱范式变革,聚焦前沿方向,果断调整资源分配,才能在攻防不对称持续加剧的时代构建真正的安全韧性。

(作者系中国工程院院士、中关村实验室首席科学家,本报记者赵广立根据其在北京网络安全大会上的演讲整理)