



# “空穴来电”? 智能纤维点亮生活

■本报记者 李晨阳

穿上一身由发光纤维织就的衣服,你就是街头最“亮”仔。但是,传统发光纤维总是离不开芯片和电池,这就让相应的纺织产品体积更大、分量更重,很难做得柔软、轻盈。

近日,东华大学科研团队在《科学》上发表了一篇有趣的论文。他们研发了一款集无线能量采集、信息感知与传输等功能于一体的新型智能纤维。这种“黑科技”纤维能聚集大气中耗散的电磁能量并产生电信号,不需额外电源,只需人体轻轻碰触就能发光发亮。

## 植根传统,结出新果

随着科技的不断发展,智能可穿戴设备逐渐成为人们生活的一部分。这些设备不仅可以作为服饰,还能发挥健康监测、远程医疗和人机交互等功能。

相较于传统刚性半导体元件或柔性薄膜器件等,由智能纤维编织而成的电子纺织品具有更好的透气性和柔软度,是理想的可穿戴设备载体。

位于上海的东华大学,历史可追溯至1912年由实业家张謇创办的纺织染传习所,在纺织、材料等学科领域有着深厚的积累。时代的变迁对“纺织”这个传统学科提出了更高的要求。如今,东华大学正致力于赋予纺织纤维材料崭新的内涵,为航空航天、重大建筑工程、环境保护等领域提供支持。

这次发表于《科学》的成果,也是智能纤维领域结出的一枚硕果。

据研究人员介绍,当前,世界上的智能纤维开发多基于所谓的“冯·诺依曼架构”,即以硅芯片作为信息处理核心开发各种电子纤维功能模块,如信号采集的传感纤维、信号传输的导电纤维、信息显示的发光纤维、能量供应的发电纤维等。尽管这些功能模块可组合制成织物形态,但对芯片和电池的依赖性较强,织物的体积、重量和刚性都比较大,难以同时满足人们对纺织品功能性和舒适性的需求。

而这一次,东华大学科研团队开创性地提出了“非冯·诺依曼架构”的新型智能纤维,将能量采集、信息感知、信号传输等功能集成于单根纤维中,并通过编织制成了不依赖芯片和电池的智能纺织品。

## 无线发电,点亮智慧生活

在记者面前,东华大学材料科学与工程学院

院博士研究生杨伟峰把一小块织物放在电磁波发射装置旁边,织物上有智能纤维制作的格子状刺绣。只要用手指轻轻划过这块刺绣,就能看到像俄罗斯方块一样闪烁的光点。

“不插电”就能发光发电,这背后的奥秘究竟是什么?

在日常生活中,电磁场和电磁波无处不在,散布在环境中的电磁能量就是这种新型纤维的无线驱动力。当人体接触到智能纤维时,就相当于承担了能量交互载体的角色,开辟了一条便捷的能量“通道”,让原本在大气中耗散的电磁能量优先进入纤维、人体、大地组成的回路。

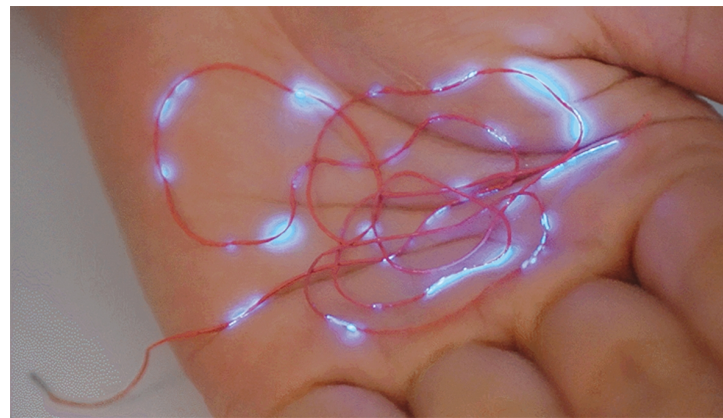
这种“人体耦合”的新型能量交互机制,能在不知不觉中、没有任何额外能耗地让新型纤维发光发电。

杨伟峰介绍,这款新型纤维具有3层鞘芯结构,采用的均是市面上比较常见的原材料——芯层为感应交变电磁场的纤维天线,即镀银尼龙纤维;中间层为提高电磁能量耦合容量的介电层,即BaTiO<sub>3</sub>复合树脂;外层为电场敏感的发光层,即ZnS复合树脂。

由于成本低廉,而且纤维和织物的加工都能够采用成熟的工艺实现,因此,尽管这是一项新技术,却已经具备了量产能力。

纤维材料改性国家重点实验室(东华大学)研究员侯成义介绍:“这种纤维能够应用到服装服饰、布艺装饰等日用纺织品中。当与人体接触时,它们通过发光进行可视化的传感、交互甚至照亮照明,同时还能对人体不同姿态动作产生独特的无线信号,进而对智能家居等电子产品进行无线遥控。这些新颖的功能有望拓展电子产品的应用场景,甚至改变人们智慧生活的方式。”

“这项研究涉及材料、信息、纺织等多个学科。”东华大学材料科学与工程学院研究员张青红说,“学科交叉融合是当前科研创新的新趋势,我们在平时的教学实践中,特别注重鼓励引导学生聚焦学术前沿,开展多学科交叉融合创新研究,这样才能产出更多具有突破性的成果。”



发光纤维。

东华大学供图

## 同行评价:创立新型交互方式

《科学》还邀请美国伊利诺伊大学厄巴纳-香槟分校以及麻省理工学院的专家对该成果进行了评述报道,评述与论文同期刊发。

评述指出,该成果有望改变人与环境以及人与人之间的交互方式,对功能性纤维的开发以及智能纺织品在不同领域的应用具有重要的启发意义。在基础研究方面,因为该智能纤维和纺织品能够在不干扰人们日常活动的情况下不知不觉地大规模采集身体触觉数据,因此能够更高效和便捷地收集人体与外界交互过程中的物理信息,有望促进人体物理交互研究基础模型的发展。

记者了解到,东华大学先进功能材料课题组一直致力于智能纤维材料与器件的研究,从2012年研究石墨烯导电纤维开始,到2016年研发出电致变色纤维,再到2018年搭建成首条电致变色和力致发电纤维生产线,最终实现连续化、规模化制备。随后,团队又相继研发出可连续制备的传感纤维、发光纤维、调温纤维……一系列成果为深化智能纤维领域研究奠定了基础。

“下一阶段工作,我们将深入研究如何让这种新型纤维更有效地从空间收集能量,并以此驱动更多功能,包括显示、变形、运算、人工智能等。相信在不久的将来,智能服装能做得更好,人会变得更加强大,对于环境也会有更好的适应性。”该课题组组长、纤维材料改性国家重点实验室(东华大学)教授王宏志说。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1126/science.adk3755>

## 海洋牧场巨无霸 “恒燧一号”投入使用

本报讯(记者朱汉斌 通讯员陈立志)近日,巨型驳船“黄船030”轮装载深海养殖平台“恒燧一号”在广东惠来前詹港区安全出港,驶往湛江东海岛海洋牧场规划海域进行安装使用,标志着粤东地区先进海工制造业迈出了重要一步。

“恒燧一号”总长101米、总宽47.5米、重量2300吨,设计养殖水体达6万立方米,是粤东海工制造业首次建造的养殖水体规模最大、智能化程度最高的深海养殖平台。该平台配备了柴油燃油系统、光伏系统、吊机起重系统、冷藏系统、养殖投喂系统及8人居住系统,除开展鱼种养殖外,还便于灵活开展各类养殖试验,降低疫病扩散风险。

▶巨型驳船“黄船030”轮及深海养殖平台“恒燧一号”航拍图。 刘杰轩/摄



## 2023 年全球损失 370 万公顷热带森林



本报讯 2023 年,全球热带原始森林的损失有所减少,但与 2030 年停止森林砍伐的目标相比仍有很大差距。近日,根据卫星数据发布的一项研究,强调了为维持生物多样性和减缓气候变化而保护热带森林的必要性。

据《自然》报道,总部位于美国华盛顿特区的世界资源研究所(WRI)与美国马里兰州的研究人员合作进行了这项研究。分析发现,2023 年,热带地区损失了 370 万公顷原始森林。

WRI 全球森林观察主任 Mikaela Weisse 在

近日举行的新闻发布会上说:“为避免碳排放和生物多样性的丧失,代表最重要生态系统之一的热带原始森林尤其需要加以保护。”

通过分析森林覆盖的卫星数据,Weisse 和同事发现,与 2022 年相比,2023 年热带原始森林的损失减少了 9%。

这一减少主要归因于巴西和哥伦比亚领导层的转变,巴西原始森林损失减少了 36%,哥伦比亚则减少了 49%。但研究人员发现,这一进展被玻利维亚、老挝、尼加拉瓜和刚果民主共和国等国家热带原始森林损失的增加抵消。

在全球范围内,2022 年到 2023 年,由于自然和人为原因造成的森林损失增加了 24%,包括人工林和天然林,这完全是加拿大火灾有关的森林损失增加所致。在世界其他地区,森林损失减少了 4%。

研究人员还发现,到 2030 年,全球可能无法实现阻止和扭转因人类活动或森林砍伐造成的森林损失的目标。超过 145 个国家和地区在 2021 年达成了这一目标,它们拥有世界上 90% 的森林。

“要想走上正轨,我们每年至少应减少 10% 的森林砍伐,但目前森林砍伐仍在继续,表明我们离这一目标还很远。”哥伦比亚国立大学生态学家 Dolores Armenteras 说,实现这一目标需要更强的政治意愿来解决森林砍伐问题,同时需要更广泛的国际合作和更多的财政激励措施保护现有森林。

Weisse 说:“留给我们的时间不多了,热带森林即将达到发生不可逆转变化的临界点。这将影响到所有人,无论是区域内的还是全球的。” (王方)

## 全球首例移植基因编辑猪肾患者出院——新一轮异种移植研究时代来了?

■本报记者 张思玮 实习生 阚宇轩

据国外媒体报道,美国麻省总医院于 3 月 16 日实施了一例临床异种移植,患者术后恢复良好,已于美国当地时间 4 月 3 日下午出院。

“这是全球第一例接受基因编辑猪的器官移植并出院的患者。”华中科技大学同济医院器官移植研究所教授陈忠华在接受《中国科学报》采访时说。

器官短缺是全世界面临的共同难题,在我国尤为严重,其中肾脏最为短缺。人的肾脏是最好的移植器官,但来源十分有限。

近年来,科学家一直寻求人工器官以外的解决方案。随着基因编辑技术的进步和完善,沉睡了 30 多年的临床异种移植研究被提上了日程。记者发现,近 3 年来,国内外共检索到 10 例脑死亡遗体用于异种器官移植的亚临床前研究案例报道和 3 例临床尝试性应用报道。

“这些研究预示新一轮异种移植研究时代的到来。”陈忠华说。

## 急性排斥反应仍是关键性障碍

据陈忠华介绍,由海南医学院第二附属医院、华中科技大学同济医院器官移植研究所和四川中科奥格三家研究机构组成的专家团队,在多年大量猪到猴的异种肾移植实验研究工作基础上,严格按照国家卫生健康委员会和器官移植发展基金会制定的“鼓励研究、审慎发展”的专家共识,分别于 2022 年底和 2023 年中成功完成了 2 例基因编辑猪肾到脑死亡器官捐献后遗体的异种肾移植亚临床研究,观察期长达 12 天。

团队成员包括海南医学院第二附属医院教授王毅,华中科技大学同济医院器官移植研究所教授陈刚、郭晖,中科奥格首席科学家潘登科等 40 余人。

研究显示,在第一观察期(1~6 天),现有的多基因组合编辑策略完全能够克服异种移植特有的超急性排斥反应。脑死亡遗体的移植肾功能完全可以恢复到正常水平,包括维持正常的肌酐清除、产生足够尿量和维持水及电解质平衡。超声心动学显示移植肾血流循环良好。

“不过,若采用目前临床同种肾移植常规的免疫抑制治疗方案,不能完全克服第二观察期(7~12 天)中逐步出现的急性排斥反应。”陈忠华解释称,包括抗体介导的排斥反应和细胞介导的排斥反应,其中还有 NK 细胞和巨噬细胞的参与,这提示,超急性排斥反应被克服之后,逐步出现的急性排斥反应仍然是异种移植长期存活的关键性障碍,值得进一步探索和研究。

陈忠华表示,上述国内外系列性、原创性研究工作总体上已经构成一座真正意义上的医学史里程碑。

## 科学研究不能一哄而上

采访中,记者了解到,上述项目于 2021 年立项,并组织召开了全国伦理学专家参与的现

场认证会,最终获得伦理委员会的批准。2021 至 2023 年,该专家团队从 200 多例真实器官捐献者中筛选出两例,其直系亲属同意在当事人完成器官捐献后,遗体参与异种移植前沿性研究。研究获得直系亲属的书面知情同意。

“捐献者和家属才是真正推动重大医学进步的幕后英雄。”陈忠华补充说,器官捐献严格按照脑死亡标准及流程进行。经过多次、反复判定,确认捐献者已脑死亡后,才实施器官捐献。两例捐献者捐出的 4 个肾脏,已成功移植给 4 位终末期肾脏病患者。一年多来,这 4 位病人肾功能均处于正常水平。整个器官捐献、获取和分配环节,严格按照国家标准,并通过中国人体器官分配与共享计算机系统实施。异种移植研究尽量不影响、不干扰正常的器官捐献。

“并且,医用猪管理、肾脏切除、移植手术、术后观察等相关操作,均在独立于医院主体建筑群以外的转化医学中心大楼中实施。该建筑中有一层楼专为防止异种移植人畜共患疾病而设计建造。实验过程中严格按照国家传染病防治法二类传染病防治标准实施封闭式管理,所有生物垃圾予以封闭运输与焚烧。”陈忠华特别强调。

谈到研究的困难与局限性,陈忠华直言,维持脑死亡遗体,尤其是器官捐献和异种器官移植以后遗体的血液动力学稳定,是相当困难和复杂的医疗活动。此项研究观察持续了 12 天,展示了现代临床医学的进步。不过,由于脑死亡遗体不可能长期维持在医学实验室中,因此,研究观察时间非常受限。而且可获得的案例也极其稀少,不可能大规模实施。脑死亡遗体在病理、生理很多方面都与正常人不同,其研究结果不能完全解读为与临床相关。但即便如此,遗体仍然具备排斥异种器官的免疫应答能力。这也是该研究首次观察到的现象。

“异种移植是一个长期探索过程,要防止一哄而上地跟风。”陈忠华透露,因严格遵守科学研究的基本原则和规范,此前该团队一直坚持在研究期间不对外发布任何新闻类消息。新一轮异种移植研究和临床试验应用仍有很多问题没有真正解决。他表示,“美国同行在勇于探索、敢于创新上的智慧和勇气值得我们敬佩和学习。”



研究团队在手术中。

受访者供图

## 液流电池可低温稳定运行 100 小时

本报讯(记者沈春蕾)中国科学院金属研究所研究员李瑛、唐界带领团队在新型低成本铁基液流电池储能技术研究领域取得新进展。近日,相关研究成果分别发表于《化学工程杂志》(Chemical Engineering Journal)和《微尺度》(Small)。

据了解,在诸多新型储能技术路线中,以全铁液流电池为代表的液流电池储能技术,本质安全、可灵活部署,成为长时储能技术中的首选电化学储能技术路线。研发低成本液流电池新体系、新技术,是解决现阶段液流电池产业化发展瓶颈问题的有效途径。

研究发现,全铁液流电池以低成本氯化亚铁作为活性物质,有效避免了正负极交叉污染,但受制于铁负电极化学反应可逆性差的制约,现有性能无法满足应用要求。

为此,研究人员通过在电极界面进行金属刻蚀处理,使得电极纤维表面富含缺陷结构,有效调控了铁离子在电极界面的沉积反应成核特性,促进了铁沉积反应均一性及氧化还原反应动力学,并利用理论计算和仿真分析揭示了铁离子在碳缺陷处的杂化作用增强机制及铁沉积过程演化规律。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1016/j.cej.2024.150592>

<https://doi.org/10.1002/sml.202307354>

## 甲烷减排技术国际共享有待提高

本报讯(记者刁雯蕙)近日,哈尔滨工业大学(深圳)副教授蒋晶晶、助理教授尹德云团队在甲烷减排技术创新与国际扩散领域取得进展。相关成果发表于《自然-气候变化》。

有数据显示,自第一次工业革命以来,大气中的甲烷浓度增长了一倍以上,2022 年达到了有观测记录以来的最大值,由此产生的温室效应造成了全球变暖。

甲烷是一种典型的短生命周期气候污染物,具有升温潜势高、生命周期短的特点,减少甲烷可以通过减少大气丰度获得直接回报。因此,大幅减少人为甲烷排放是遏制短期气候变暖的快速途径。

“甲烷减排技术的创新与扩散是实现大规模甲烷减排的根本条件,但目前针对甲烷治理的技术或专利分类体系尚未建立。”蒋晶晶介绍。

对此,研究团队开发了以甲烷减排和甲烷移除为目标的专利检索和分类方法学,从农业畜牧业、化石能源、废弃物、生物质等领域识别了超过 17.5 万项甲烷减排发明专利,并分析了 1990 至 2019 年间全球甲烷减排技术创新的演变趋势、

部门间区域分布以及国际转移扩散进展。“研究发现,全球高质量甲烷减排发明在 1990 至 2010 年间持续增长,但 2010 至 2019 年间呈年均约 3.5% 的下跌趋势。”尹德云介绍。

研究发现,与总体温室气体减排技术相比,甲烷减排技术的国际扩散率约低 11.1%,且绝大多数的甲烷减排技术转移发生在发达国家之间或者流向中国、巴西等国家,其他发展中国家和最不发达国家极少涉及。

研究还发现,少数几个发达国家持有超过全球半数的高质量甲烷减排发明,因此近年来这些国家的甲烷排放呈增速放缓乃至下降趋势。

蒋晶晶表示,大部分其他发展中国家和最不发达国家的甲烷排放量呈增长趋势,特别是农业畜牧业和废弃物甲烷排放量,将成为未来全球甲烷排放的主要驱动力,但是这些国家和地区很少拥有甲烷减排发明。因此,国际社会迫切需要加强对发展中国家和最不发达国家的甲烷减排技术转让和技术援助。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1038/s41558-024-01947-x>