



# 彭慧胜走通纤维锂离子电池“最后一公里”

衣物可以快速充电，背包化身移动电源，手机、电脑从此告别电量焦虑……一个柔性能源的时代即将到来。

近日，中国科学院院士、复旦大学高分子科学系教授彭慧胜课题组取得最新突破，建立起纤维电池织物的应用示范，打通从实验室到实用化的“最后一公里”。这些新型纤维电池有望革新未来的能源供给方式，提供一种灵活、可靠、高效的电源解决方案，逐渐使科幻成为现实。

该成果于北京时间4月24日晚以《基于高分子凝胶电解质的高性能纤维电池》为题，发表于最新一期的《自然》(Nature)上。

## “爬山虎”带来灵感，突破瓶颈

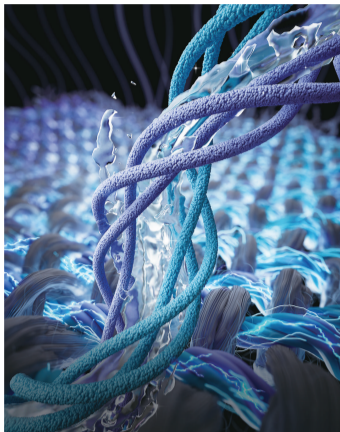
是否可以通过设计纤维结构获得柔软的锂离子电池？如何制备高能量密度的纤维锂离子电池？怎样实现高安全性纤维锂离子电池？作为能源领域的一个全新研究方向，纤维锂离子电池在发展过程中面临着以上三个难题。

经过十多年探索，彭慧胜团队相继攻克了前两个难题。然而，高分子凝胶电解质难以与纤维电极形成紧密稳定的接触界面，导致纤维锂离子电池储能性能非常低。因此，解决第三个难题的关键在于，要解决高分子凝胶电解质与纤维电极界面不稳定的难题。

彭慧胜团队围绕这一问题开展攻关，但前沿研究不免遇到质疑。“最开始的研究动机就是基于个人兴趣，而非随波逐流。我们没有模仿任何参考文献，而是选择没有参考文献的全新领域，放手去做。”在彭慧胜看来，做研究就要有创新、有突破。

突破的关键，源于对自然的观察与思考。某天，彭慧胜访问中国科学院上海硅酸盐研究所，注意到爬山虎可以紧密而稳定地缠绕在另一根植物藤蔓上。他细心察看，回去后查阅资料，了解爬山虎与被缠绕的植物藤蔓“如胶似漆”的秘密：爬山虎能分泌出一种具有良好浸润性的液体，渗透到两者接触表面的孔道结构中，使液体中的单体发生聚合反应，将爬山虎和被缠绕的植物藤蔓粘在一起。其中，孔道结构是实现重要生物功能的普适策略。

学习自然，超越自然。受此启发，团队同时设计了具有多层



▲ 纤维锂离子电池概念图

次网络孔道和取向孔道的纤维电极，并设计单体溶液，使之渗入到纤维电极的孔道结构中。单体发生聚合反应后，生成高分子凝胶电解质，从而与纤维电极形成紧密稳定的界面，进而实现高安全性与高储能性能的兼顾。

## 发展连续化制备方法，建成中试生产线

更进一步，团队发展出基于高分子凝胶电解质纤维电池的连续化制备方法，实现了纤维电池的规模制备。

基于连续化制备方法，团队实现了数千米长度纤维锂离子电池的制备，其能量密度达到128瓦时/公斤，实现5C大电流供电，可有效为无人机等大功率用电器供电。高性能纤维电池具有优异的耐变形能力，在经历10万次弯折变形后容量保持率大于96%。

通过自主设计关键设备，团队建立了纤维电池中试生产线，实现每小时300瓦时的产能。这相当于每小时生产的电池可同时为20部手机充电。目前，该成果的中试物料成本约为每米5角；纤维电池直径最细仅为约500微米。

团队成员展示了一款集成了纤维锂离子电池制作的可充电手提包：“手机放在这个包里面就能充电，半小时左右，手提包能给一部正常手机充进20%到30%的电量。”未来，团队还将尝试进一步集成纤维太阳能电池并与纤维锂离子电池结合，使衣物、包等日常穿戴物品可利用自然能源直接充电，更加环保高效。

彭慧胜认为，这一研究思路具有良好的普适性，可应用于不同材料体系纤维电池的制备，得到的纤维电池均显示出稳定的充放电性能。团队努力让制备过程高度可控，得到的

纤维电池电化学性质具有良好的的一致性，为进一步大规模应用提供支持。

## 制备高性能电池织物，探索多元应用场景

如今，团队正在纤维电池的应用之路上进行探索。

他们使用工业编织方法，制备了大面积纤维电池织物，并系统研究了织物的安全性。对于典型的50 cm × 30 cm大小的电池织物，容量可达到2975毫安时，与常用手机电池相当，可满足多种设备的用电需求。

为了更直观地展示纤维锂离子电池的应用潜力，团队率先试制了一款可充电概念背包，其在变形、水洗、强紫外照射后仍能稳定供电。

团队还进一步制作了多功能消防服，在模拟高温火场的环境中，电池织物在即使被磨损剪断后仍没有发生着火、爆炸等安全事故，并能稳定地为对讲机、传感器等随身设备供电，也可以将特殊衣物在几分钟内加热到60℃。相关成果还有望应用于极地科考、航空航天等领域。

“纤维电池的应用场景拥有非常广阔的想象空间，比如应用于软体机器人、虚拟现实设备等等。希望我们的这些尝试可以为其他科研团队提供一些经验。”彭慧胜说。

复旦具有良好的基础学科和基础研究优势，如何让源头创新成果变成有用的技术、产品和商品，走出一条具有复旦特色的发展路径，是十多年来彭慧胜带领团队一直试图回应的问题。

“目前产线上的核心零配件，都是我们自己设计和定制的。”接下来，他希望能与业界加强合作，邀请专业厂商参与打造生产线，进一步提升新型纤维锂离子电池性能，同时降低成本，推动纤维电池的广泛应用。

该论文是彭慧胜团队在高性能纤维电池研究领域发表于《自然》(Nature)的第三篇成果。彭慧胜为该论文通讯作者，复旦大学高分子科学系博士后路晨昊、博士研究生江海波、博士研究生程翔然为共同第一作者。研究得到科技部、国家自然科学基金委、上海市科委等项目支持。

论文链接：

<https://www.nature.com/articles/s41586-024-07343-x>

本报记者 李斯嘉  
实习记者 丁超逸

## 探究运动认知风险综合征

近日，国际权威学术期刊《阿兹海默病与痴呆症》(Alzheimer's & Dementia, 影响因子14.0)在2024年第4期杂志上正式发表了由复旦大学人类表型组研究院王笑峰教授和金力院士团队完成的最新研究成果“老年人中社会衰弱与运动认知风险综合征发病的关系(Social frailty and the incidence of motor-cognitive risk syndrome in older adults)”。

运动认知风险综合征(Motoric cognitive risk syndrome, MCR)是痴呆的早期危险因素，约30%的MCR患者可能发展为痴呆，老年人中MCR患病率高达9%。识别可改变的MCR风险因素以实施早期和有效的预防策略异常重要。社会衰弱是在生命周期中正在失去或已经失去满足一种或多种基本社会需求很重要资源的风险连续体。

团队根据多种社会因素评

估了社会衰弱状态，并首次发现了社会衰弱增加了运动认知风险综合征(MCR)的发生风险，而且这种关联独立于社会经济状况、生活方式、慢性疾病和精神健康。此项研究结果提示，抑制个人的社会衰弱(一个简单的方法，即增强个人与家庭成员、亲朋好友的互动往来)可能是一个早期预防运动认知风险综合征(MCR)及后续痴呆发生的有效策略。此外，由于社会衰弱是通过简单的问题进行评估的，该评估方式可在社区及医院用于识别MCR风险较高的个体。

复旦大学人类表型组研究院的张辉博士和人工智能创新与产业研究院的胡子欣青年副研究员为本文的共同第一作者，王笑峰教授、金力院士为论文的共同通讯作者。同济大学的蒋晓燕教授、复旦大学的李轶青年副研究员等对本文亦有贡献。

来源：人类表型组研究院

## 《元宇宙医学》正式创刊

随着人工智能技术的蓬勃发展，传统医疗模式正迎来前所未有的革新。历经五年多的精心布局与积累，元宇宙医学的概念逐渐崭露头角，受到社会各界的广泛关注。4月25日至28日，第19届国际呼吸病研讨会(ISRD)暨第3届国际元宇宙医学协会(IAMM)联合会议在复旦大学附属中山医院召开，在杨雄里、钟南山、樊嘉三位院士及众多医学界精英的共同支持和见证下，复旦大学附属中山医院携手国际元宇宙医学协会正式推出了全新的季刊《元宇宙医学》。此举标志着医学领域与前沿科技——元宇宙的深度

融合迈出了坚实的步伐。

据介绍，《元宇宙医学》是一本严格同行评议的开放获取中文学术季刊，旨在通过发表原创研究、综述和技术报道，为医学与元宇宙技术的融合开辟新道路，打造世界一流科技期刊，为未来医学提供前瞻性的见解和解决方案。杂志将致力于服务广大元宇宙医学科技人员，促进医学进步，实现医工交叉融合发展。

创刊仪式上，复旦大学附属中山医院还发布了两项人工智能医学重要成果——“医界智圣”“医学数字人GPT”，充分展示了医院在智慧医疗领域的创新实力。来源：附属中山医院

## 共话抗衰科技新篇章

4月24日下午，由复旦大学张江研究院主办的“首届系统抗衰老前沿科技论坛”开幕。本次论坛旨在汇聚国内外抗衰老领

域的专家学者、科研人员、产业精英等，共同探讨抗衰老科技的新趋势、新技术、新成果。

来源：张江研究院

## 创新三维角度光探测

近日，复旦大学材料科学系教授梅永丰课题组在《自然通讯》(Nature Communications)上发表题为《用于三维角度光电探测的自卷曲纳米薄膜结构设计》的研究成果。

研究发现，结合深度神经

网络及纳米薄膜组装三维光探测器可以实现对入射光角度的精准分析。该技术具有良好的应用潜力，并为未来的光电子、微机电系统和微机器人设计提供一类有效的方法。

来源：材料科学系

## 首份全球生物基经济技术报告发布

4月22日是世界地球日，联合国环境规划署发布《全球生物基经济评估：为绿色未来协同推进政策、创新与可持续发展》技术报告。该报告由复旦大学与联合国环境规划署

国际生态系统管理伙伴计划(UNEP-IEMP)牵头撰写，为联合国环境规划署发布的首份关于全球生物基经济评估的技术报告。复旦大学环境科学与工程学院教授、上海能源与碳中和战

略研究院副院长王玉涛，中国科学院地理科学与资源研究所副研究员、UNEP-IEMP高级研究员孙明星，UNEP-IEMP主任张林秀为该报告的共同作者。

本报记者 李斯嘉 等