

“穿”在身上的电池 登《自然》主刊

# 彭慧胜团队实现纤维聚合物锂离子电池新突破

出门不需要带充电器和充电宝,通过身上穿的衣服,就可以对手机进行无线充电。听起来像科幻片的场景,正在逐步成为现实。

这是高分子科学系彭慧胜团队的研究方向之一。相关研究成果以《高性能纤维锂离子电池的规模化构建》(“Scalable production of high-performing woven lithium-ion fibre batteries”)为题,9月1日发表于《自然》(Nature)主刊。审稿人评价这项工作是“储能领域和可穿戴技术领域的里程碑研究”(“landmark research not only in energy storage but also in wearable technology”)和“柔性电子领域的一个里程碑”(“a milestone towards the prevalence of flexible electronics”)。该研究得到科技部、国家自然科学基金委、上海市科委等项目支持。

## 转换思维 严谨求证

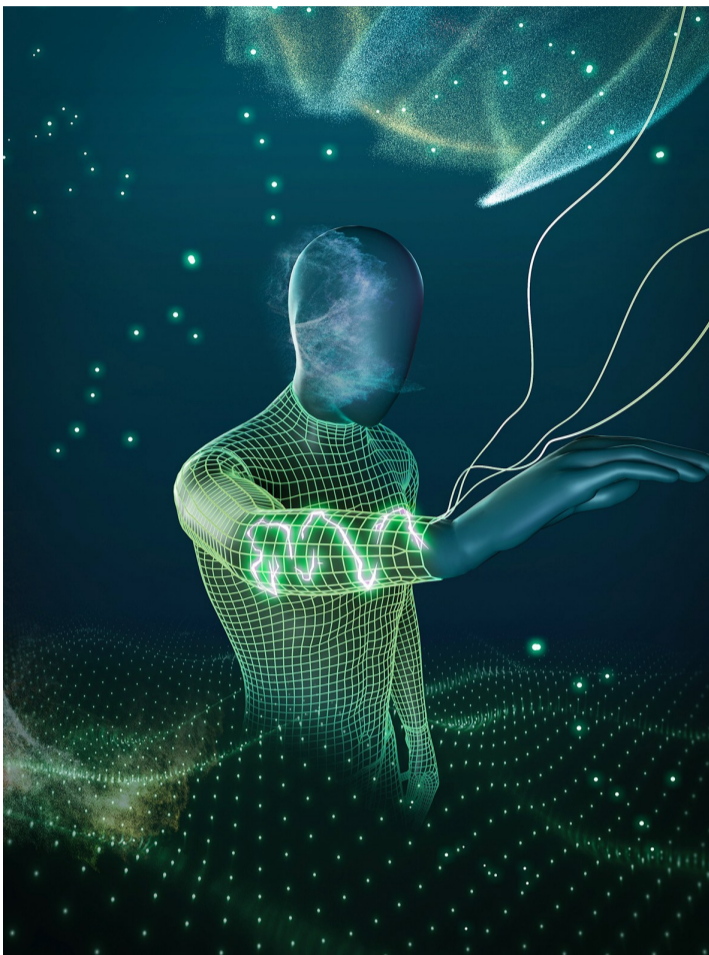
作为现代电子设备的“心脏”,以锂离子电池为代表的储能器件是现代电子工业和人们生活不可或缺的组成部分。彭慧胜团队从2008年开始研究新型柔性电池系统,在2013年提出并实现了新型纤维锂离子电池,为有效满足智能电子织物等可穿戴设备能源供给需求提供了新路径。

经过最近几年国际学术界的共同努力,纤维锂离子电池研究取得了系列积极进展,但仍然面临一些重大难题,限制了其实际应用。其关键挑战在于,面向块状锂离子电池的成熟生产体系很难适用于纤维锂离子电池,而国际上纤维锂电池的连续化制备研究几乎是空白。迄今为止报道的纤维锂离子电池长度往往在厘米尺度,并且基于整体质量的能量密度也比较低。“纤维锂离子电池就如同毛线,要织成一件可以充电的毛衣,必须保证有足够长的毛线。”这篇论文的共同第一作者、高分子科学系博士生何纪卿和路晨昊形容道。

研究团队突破以往的研究思路,通过大量的预实验筛选,广泛尝试了不同电学特性的纤维集流体材料,最终发现并揭示出纤维锂离子电池内阻随长度增加先减小后逐步趋于稳定的变化规律,为纤维锂离子电池的连续构建提供了有力的理论支撑和依据。

## 自主设计 创新路线

要实现高效负载纤维锂离子电池活性材料的高效连续制备,必须有效解决活性材料与导电纤维集流体的界面稳定性难题。“在纤维表面进行涂覆时很容易产生串珠等涂覆不均匀的现象,就像糖葫



彭慧胜团队通过系统揭示纤维锂离子电池内阻随长度的变化规律,有效解决了聚合物复合活性材料和纤维电极界面稳定性难题,连续构建出兼具良好安全性和综合电化学性能的新型纤维聚合物锂离子电池。

芦一样,严重影响了纤维电极制备的连续性和电池的电化学性能。”何纪卿解释道,经典的平面涂覆方法很难适用于高曲率的纤维。

为此,团队发展出了高效负载纤维锂离子电池活性材料的连续化方法,有效解决了聚合物复合活性材料与导电纤维集流体的界面稳定性难题,自主设计和建立了面向纤维锂离子电池连续构建的标准化装置,获得到了高负载量、涂覆均匀和容量高度匹配的正、负极纤维电极材料。最终实现了高性能纤维聚合物锂离子电池的连续化制备。

## 用途广阔 大展身手

彭慧胜/陈培宁团队自主研发的全柔性织物显示系统,可紧贴人体不规则轮廓,像普通织物一样轻薄透气,确保良好的穿着舒适度。论文《大面积显示织物及其功能集成系统》(“large-area display textiles integrated with functional systems”)今年3月发表于《自然》(Nature)主刊。

谈起这一成果,彭慧胜表示:“前者是用电,我们现在的这个研究是供电,二者完全不同但又紧密相关。”

该纤维聚合物锂离子电池表现出了良好的综合性能,显示了

广阔的应用前景。进一步通过纺织方法,团队获得了高性能的大面积电池织物。“如果将电池织物和无线充电发射装置集成,可安全、稳定地为智能手机进行无线充电。”何纪卿说。

## 守正创新 任重道远

从新现象到新规律,到连续构建关键技术的突破,到几乎所有核心设备的自主研发,再到工程化连续制备路线的不断提高……团队从未止步。通过十多年的深入研究,已经把纤维电池从实验室样品发展到了产品模型,特别是实现了高安全性纤维聚合物锂离子电池的连续化构建,并致力于推动纤维电池和织物系统的规模化应用研究。

“可穿戴纤维锂离子电池的很多功能已经实现,但对于真正的推广普及来说,依然任重道远。”彭慧胜说。

在很多应用方面如可穿戴领域,还需要更加先进的编织技术,将纤维锂离子电池高效地编织到各种衣物中,使穿着更舒适、更美观。彭慧胜表示,期待锂离子电池领域产业界的合作者加入,共同探索解决新型电池体系在生产中实际应用面临的各种问题。

文/吕京笏

## 生命科学学院聂明团队揭示水位变化对湿地温室气体排放温度敏感性的影响

生命科学学院生态学科聂明团队的研究发现,在全球尺度上湿地甲烷(CH<sub>4</sub>)排放的温度敏感性大小主要取决于水位变化,而二氧化碳(CO<sub>2</sub>)排放的温度敏感性不受水位影响。这一发现为精准预测湿地碳循环与气候变化间的反馈方向及强度提供了重要的科学依据。国际气候变化顶级期刊《自然-气候变化》(Nature Climate Change)8月9日以研究长文发表了该成果。

大气温室气体浓度升高是导致气候变暖的直接元凶。CH<sub>4</sub>是重要的温室气体之一,在百年尺度上的增温潜势为CO<sub>2</sub>的34倍。湿地作为地球上最为重要的碳库,也是CH<sub>4</sub>最大的自然排放源。全球湿地水位变化如何影响温室气体排放的温度敏感性,仍是当前悬而未决的重要科学问题,制约了人们对未来地球气候系统变化的准确预测。

聂明团队的最新研究成果表明,在考虑全球湿地多样的水位情景下,湿地CH<sub>4</sub>与CO<sub>2</sub>排放具有相似的温度敏感性(图1),而非以往普遍认为的CH<sub>4</sub>高于CO<sub>2</sub>。通过分析不同水位情景发现,湿地水位与CH<sub>4</sub>排放温度敏感性呈正相关关系,而对CO<sub>2</sub>排放的温度敏感性没有显著影响。这些发现表明,未

来温度升高对湿地CH<sub>4</sub>排放的刺激作用并不总强于CO<sub>2</sub>,而是取决于湿地水位变化;同时,这也意味着未来气候变暖对湿地土壤CH<sub>4</sub>排放的促进作用低于当前的预计强度,而这将对预测未来大气CH<sub>4</sub>浓度变化产生深刻影响。

聂明团队近三年在“陆地碳循环与碳中和”领域取得了系列突破,发现了湿地温室气体排放的热敏感性及其成因(Nature Communications 2020; Soil Biology & Biochemistry 2018等),阐明了我国森林生态系统土壤碳分解特征与趋势(Advanced Science 2020; Science Bulletin 2021; Global Change Biology 2020 and 2021等),揭示了火灾、土地利用方式改变、植物入侵等全球变化因子对生态系统生物地球循环的影响(Global Change Biology 2021; Environmental Research Letters 2020; Soil Biology & Biochemistry 2020等)。复旦大学生态学博士后陈鸿洋为本文的第一作者,聂明教授为本研究通讯作者。

原文链接:

<https://www.nature.com/articles/s41558-021-01108-4>

来源:生命科学学院

## 《复旦学报》(社会科学版)获第五届中国出版政府奖期刊奖



《复旦学报》(社会科学版)荣获期刊界国家级最高奖——第五届中国出版政府奖期刊奖。学报坚持正确的政治导向,全面落实意识形态工作责任制,坚定地以马克思主义为指导,深入贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想,坚守学术本位,坚持基础性研究与应用性研究并举、本土研究与域外研究兼收的方针,在确保基础理论优势的同时,昌明与兼容新的学术理念

与方法,传承文明、引领学术和创新理论。学报不断创新办刊举措,积极回应党和国家重大战略需求,设置重要专题专栏,积极开展主题宣传,将习近平新时代中国特色社会主义思想的研究引向深入。

《复旦学报》(社会科学版)在全国高校文科学报中最早推行栏目主持人制度,覆盖文、史、哲、经、法、政全学科,并延请专家担任主持人。接续复旦文科的优良传统,开辟“青年学者论坛”,给青年教师和研究生提供科研成果的肥沃土壤,助力哲学社会科学发展。

《复旦学报》(社会科学版)创刊于1935年,现任编委会主任为葛兆光教授,现任主编为汪涌豪教授。学报同仁将继续认真学习领会习近平总书记给《文史哲》编辑部的重要回信精神,并借此获奖契机,以更积极开放的心态,迈开大步走出去,为弘扬制度自信、道路自信、理论自信和文化自信作出更大贡献。

来源:文科科研处