
复旦大学成功制备高性能新型纤维聚合物锂离子电池

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/15533.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

复旦大学成功制备高性能新型纤维聚合物锂离子电池。复旦大学彭慧胜团队在高性能纤维器件领域取得新进展，发现了纤维锂离子电池内阻与长度之间的双曲余切函数关系，有效解决了活性材料和纤维电极界面稳定性难题，连续构建出兼具高安全性和高性能的新型纤维聚合物锂离子电池。

相关研究成果以Scalable production of high-performing woven lithium-ion fibre batteries为题，于2021年9月1日发表在Nature上，审稿人评价这个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）。高分子科学系博士生何纪卿和路晨昊为共同第一作者。

作为现代电子设备的核心，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。近年来，智能电子织物可实现器件功能、纺织方法、织物形态的有机融合，兼具智能、柔软、适应复杂形变、透气导湿等优点，是未来可穿戴等领域的重要发展方向。

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，为满足智能电子织物等可穿戴设备的能源供给需求提供了新的有效路径，有望推动传统纺织制造和物联网、人机交互、大数据、人工智能等新兴领域的快速融合发展。

经过最近几年国际学术界的共同努力，纤维锂离子电池取得了系列积极进展，但仍然面临一些重大难题，限制了它的实际应用。一方面，过去人们通常认为纤维锂离子电池越长其内阻就越大，很难实现较长的纤维锂离子电池；另一方面，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，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，基于整体质量的能量密度也比较低（如 $<1\text{ Wh/kg}$ ）（图1a）。

彭慧胜团队在研究纤维锂离子电池连续化制备的过程中意外发现，纤维锂离子电池内阻随长度增加而降低，进一步探究发现纤维锂离子电池的内阻与长度呈双曲余切函数关系，即随着长度的增加内阻先降低后逐步趋于稳定。使用导电率较高的纤维集流体，有利于降低纤维锂离子电池的内阻（图1

b）。上述关系规律得到了系统的实验验证，为纤维锂离子电池的连续构建奠定了理论基础。

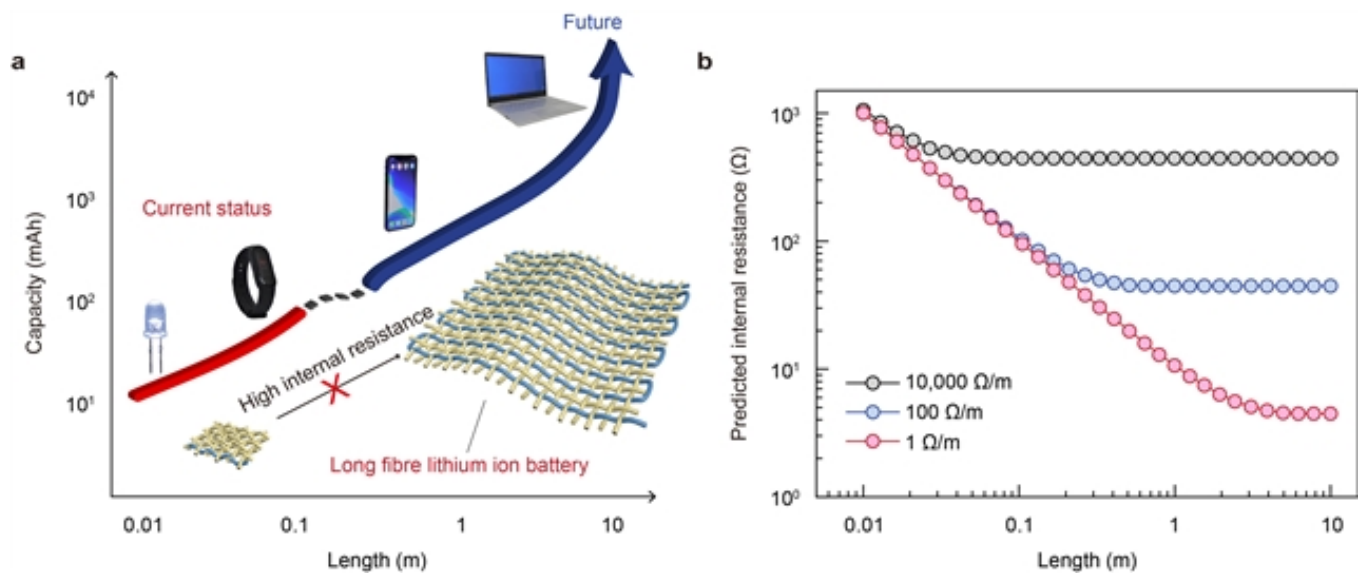


图1：a) 连续的纤维锂离子电池可以有效满足各种电子产品的用电需求；b) 纤维集流体电导率对纤维锂离子电池内阻和长度关系的影响。

进一步，彭慧胜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层与导电纤维集流体的界面稳定性难题，并通过自主设计和建立面向纤维锂离子电池连续构建的标准化装置（图2 a），实现了活性材料在千米级光滑纤维表面的高效负载和精准调控，获得到了高负载量、涂覆均匀和容量高度匹配的正、负极纤维材料（图2 b）。进一步将正极纤维和包覆隔膜的负极纤维进行缠绕组装，并进行有效的封装，最终实现了高性能纤维锂离子电池的连续化制备（图2 c-f）。

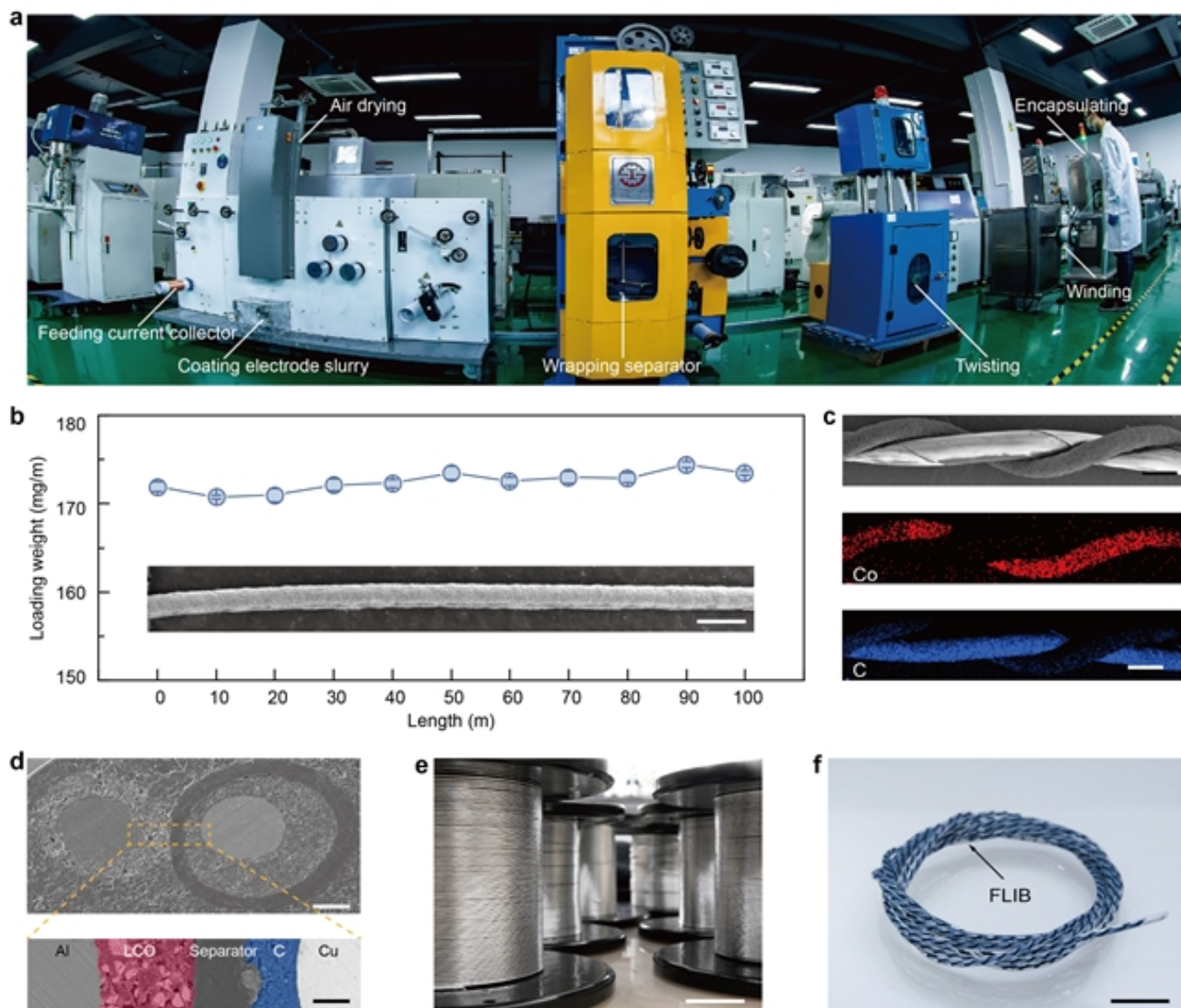


图2：a) 分别为纤维锂离子电池连续化制备装置；b) 纤维锂离子电池中电池活性材料的高效连续涂覆；c-f) 纤维锂离子电池的连续化组装。

纤维锂离子电池的容量随长度线性增加。长度为1米时，纤维锂离子电池容量为25 mAh，可以为心率监测仪和血氧仪等商用可穿戴设备提供超过2天的使用电能。基于整体质量的能量密度超过85 Wh/kg。同时，纤维锂离子电池具有良好的循环稳定性，循环500圈后，电池的容量保持率仍然达到90.5%，库伦效率为99.8%。即使在曲率半径为1厘米的情况下，将纤维锂离子电池弯折10万次后，其容量保持率仍大于80%。进一步通过纺织方法，获得了高性能和高安全性的大面积电池织物（图3 a-e）。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（图3 f-h）。此外，研究团队通过将纤维锂离子电池和纤维传感器与显示织物集成，实现了智能织物系统对人体汗液中钠离子和钙离子浓度的实时监控和信号传输与显示，为后期相关医疗方面的应用提供了可能。



图3：a-e) 通过纺织方法获得高性能和高安全性的纤维锂离子电池织物；f-h) 纤维锂离子电池织物为智能手机进行无线充电。

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。通过十多年持续不断的深入研究，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。我们特别期待锂离子电池领域产业界的合作者加入进来，在较短时间内有效解决新型电池体系在生产和实际应用中面临的各种问题，研发团队对纤维电池的未来发展充满期待。

该研究得到了科技部、国家自然科学基金委、上海市科委等项目支持。（来源：科学网）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41586-021-03772-0>

作者：彭慧胜等 来源：《自然》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发