

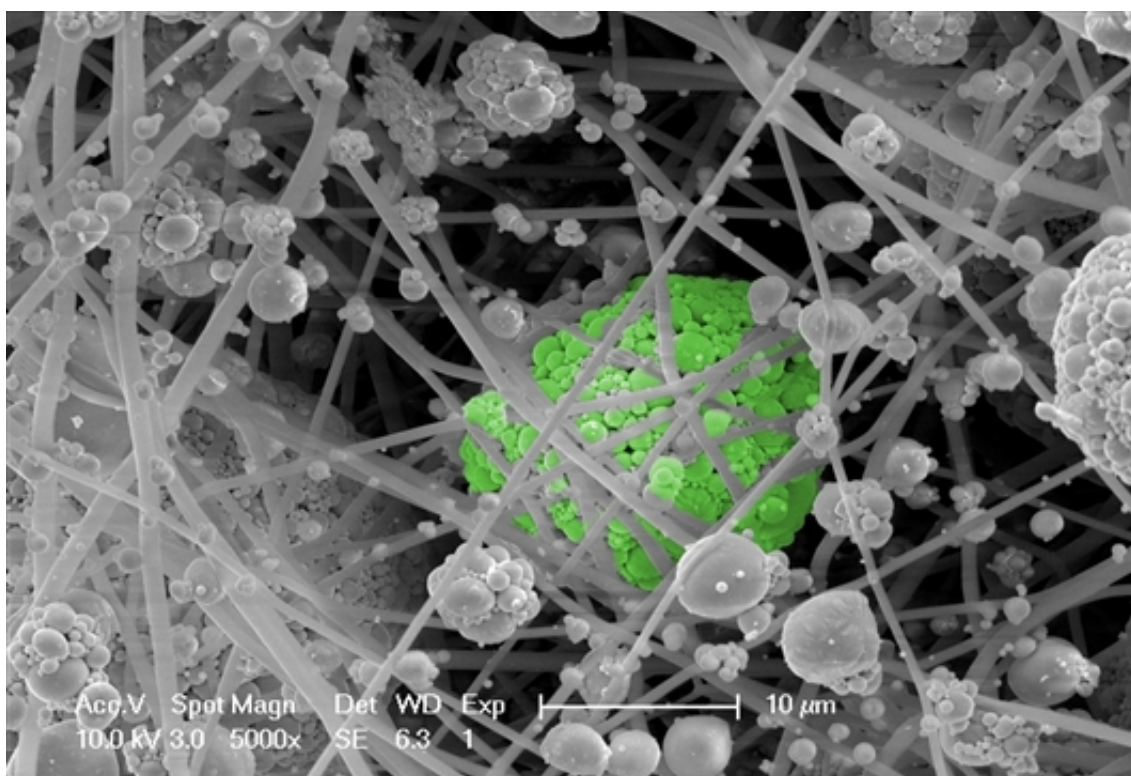
新型柔性电极：低电阻、高稳定、可拉伸

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/17993.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！

新型柔性电极：低电阻、高稳定、可拉伸。



电子显微镜下的静电纺丝和静电喷雾原位组装复合材料。该图曾以《积极抗疫、层层把关》为名在参加宁波市以物观物——在材料艺术与科学图像之间展览上展出。曹晋玮/摄



《信息材料》期刊封面。曹晋玮提供

渔网是如何从水产业跨界到可穿戴人机交互领域的？

受到人工渔网启发，中科院宁波材料技术与工程研究所李润伟团队联合宁波诺丁汉大学朱光团队，设计了具有柔性自适应导电界面的超稳定、可拉伸电极。该电极经过33万次100%拉伸应变循

环，电阻仅变化5%，面对冷热、酸碱、浸水等环境变化，依旧表现出稳定的电性能，解决了柔性电极领域导电率和拉伸率不可兼容、循环变形下电性能不稳定的问题。

该电极可以应用在全天候心电监测、智能人机交互系统及人体热疗等方面，有望助力基于万物互联的可穿戴健康监护系统及电子皮肤人机交互界面的持续发展。

4月7日，相关论文《用于电子皮肤的超耐用可拉伸电极：以纳米纤维支架和液态金属原位自组装来模拟水膜-鱼网结构》作为《信息材料》封面文章刊发。

打渔拉网时的水膜让材料学家着迷

在智能可穿戴电子领域，稳定耐用的柔性可拉伸导体仍是巨大的挑战。尤其是在人体表皮生理信号的收集过程中，稳定的可拉伸电极可以实现长时间精准的信号收集。目前的柔性电极主要分为三个类型：表面结构设计型、导电材料复合型和本真可拉伸型电极，但均难以实现在动态变形下稳定的电性能。

论文第一作者、两个团队联培博士曹晋玮告诉《中国科学报》，为了攻克这个挑战，他们最初考虑过模拟窗纱的结构，但是窗纱的柔性不足，在后续观察、寻找中，最终发现人工渔网是上佳的模拟对象——渔夫拉网出水时，网上会附着有一层水膜，这个水膜—渔网结构能够很好地适形，可以跟随基体变动却又不失去自身连续的形貌。

这正是稳定可拉伸电极所需要的特性。

该团队提出，利用聚氨酯（TPU）静电纺丝与液态金属（LM）微纳颗粒，经静电纺丝和静电喷涂进行原位复合，随后进行机械激活，形成液态金属TPU二维仿水膜—渔网结构薄膜，制备出了的具有柔性自适应导电界面的超稳定可拉伸电极（NHSE）。

实现低电阻、高稳定、可拉伸

该电极实现了 $52\text{m}\Omega/\text{sq}$ 的极低初始方阻，应变下通过TPU网孔束缚液态金属的对外扩展和在网孔内的自适应流动，解决了可拉伸电极曾面临的导电率和拉伸率不可兼容、循环变形下电性能不稳定的问题，具备优越的动态循环稳定性，经过33万次100%拉伸应变循环，电阻仅变化5%。

你可以理解为，我们用液态金属替代水，用TPU静电纺丝替代渔网线，制出的TPU液态金属复合材料不仅薄，而且具有出色的柔性、拉伸性，以及处于行业领先优势的耐久性。曹晋玮介绍，面对冷热、酸碱、浸水等服役环境的变化，该电极依旧表现出稳定的电性能。

适用于多类场景

论文中介绍列举了数种应用途径，例如通过局部激活和激光切割，可以将TPU液态金属复合材料制备成多层多功能人机交互系统。

上层电容传感阵列连接在集成电路和蓝牙模块上，可以实现无线信号传输，在拉伸和弯曲状态下均可以对计算机输入无线指令，可应用在智能可穿戴游戏控制等方面。下层蛇形加热器展现出良好的电热稳定性，可以实现 $45\sim 90^\circ\text{C}$ 稳定加热，并展现出优异的加热循环性能，可用于人体加热治疗。

该电极良好的生物相容性和极低毒性，还可以实现人体表皮全天候心电信号检测。研究团队根据人的活动场景，为电极设计了静态、运动、水冲等3个工作场景，极低的初始电阻使该电极收集心电信号的信噪比达到0.43，尤其在水冲场景中依然能够收集到稳定、清晰的心电信号。

《信息材料》审稿人认为，对于可穿戴电子设备来说，其电性能的稳定性、耐久性至关重要，而论文作者通过精心设计，实现了超稳定可拉伸电极的制备，在动态拉伸、浸水、酸碱、冷热等服役环境变化中，均证明了NHSE具有良好的应用前景。（来源：中国科学报张楠）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1002/inf2.12302>

版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。

作者：李润伟等 来源：《信息材料》

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