

五邑大学于晖课题组《Chem. Eng. J》：可编织、可大面积检测、快速响应、长期稳定监测汗液钾离子的服装用电化学织物传感器

目前电化学传感器多数以薄膜、单根纤维或纱线等作为传感单元，在可编织、大面积检测、快速响应、长期稳定监测等方面依然存在着挑战。近日，五邑大学于晖教授课题组通过简便新颖的电辅助芯纺技术（EACST）研发了一种基于皮芯结构纳米纤维感应纱的电化学织物传感器，用于原位监测人体汗液中的 K^+ 浓度。该传感器舒适性、透气性，对 K^+ 的监测仅需 2.1 s 即可做出响应并稳定传感，具有高度选择性、低噪声和信号漂移、良好的长期监测稳定性以及再现性，可实现实时原位监测人体汗液中钾离子的生理信号。该研究工作以题目为 “Weavable, large-scaled, rapid response, long-term stable electrochemical fabric sensor integrated into clothing for monitoring potassium ions in sweat” 发表于《Chemical Engineering Journal》期刊。

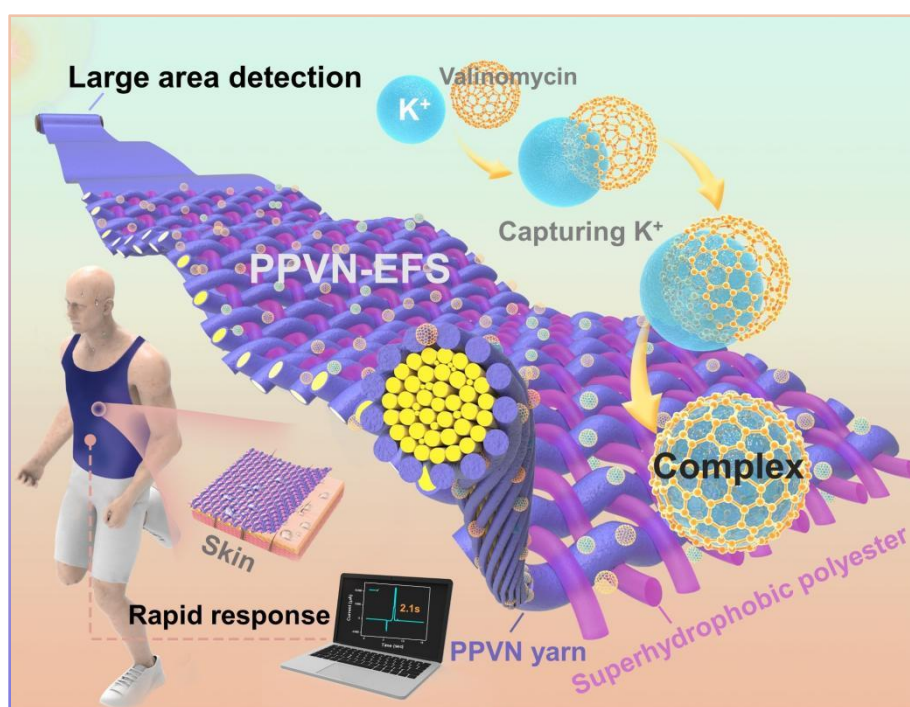


图 1 可快速响应、大面积检测汗液钾离子的服装用电化学织物传感器(PPVN-EFS)。

本文亮点

- 采用 EACST 可连续生产皮芯结构 PPVN yarn，以制备 PPVN-EFS (55 cm×35 cm)，可监测大规模汗钾整合到服装中。
- PPVN-EFS 的经纬纱之间显著的亲疏水性差异，能够实现汗液在皮层传感区域限域吸收；皮层纳米纤维具有大量相互连通的纳米孔结构以及高比表面积，可为汗液的吸收提供快速渗透和扩散通道。
- 传感器对 K^+ 的监测不但表现出了极强的抗干扰性、迅速的响应时间 (2.1 s) 和优异的低噪声和信号漂移 ($3.6 \times 10^{-2} \text{ mV/s}$)，而且具有良好的长期监测稳定性 (6000 s 以上) 与再现性。

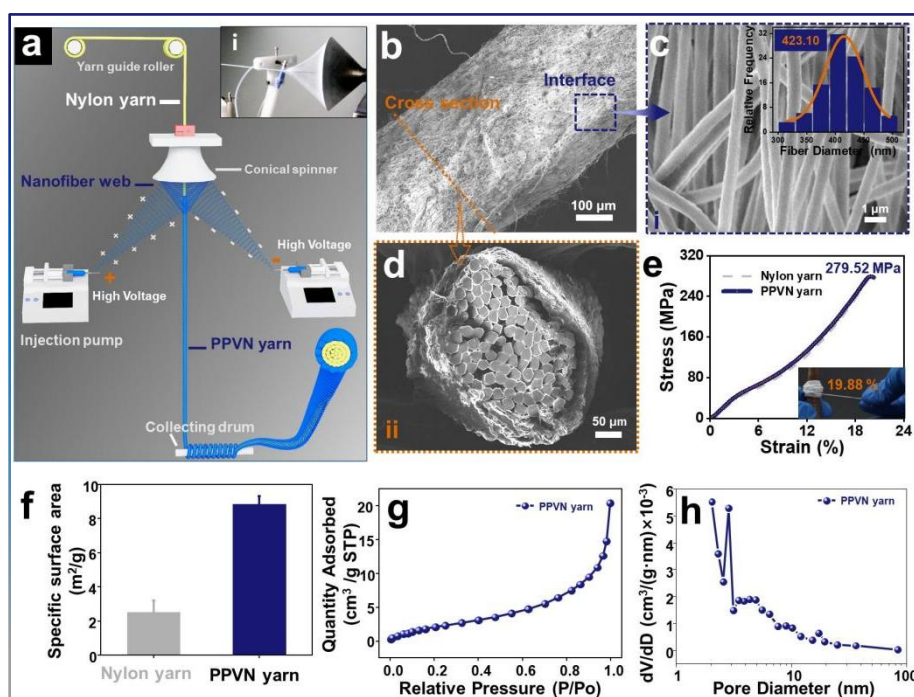


图 2 皮芯结构 PPVN yarn 的制备和力学性能及皮层纳米纤维的形态结构表征。

PPVN yarn 界面皮层纳米纤维均匀有序，具有良好的取向性；相互连通的纳米孔和高比表面积，为汗液的吸收提供了渗透和扩散通道。EACST 为 PPVN yarn 保留了芯纱的力学性能，赋予了 PPVN yarn 可编织成织物的特性以及应用于可穿戴传感器领域的可能性。

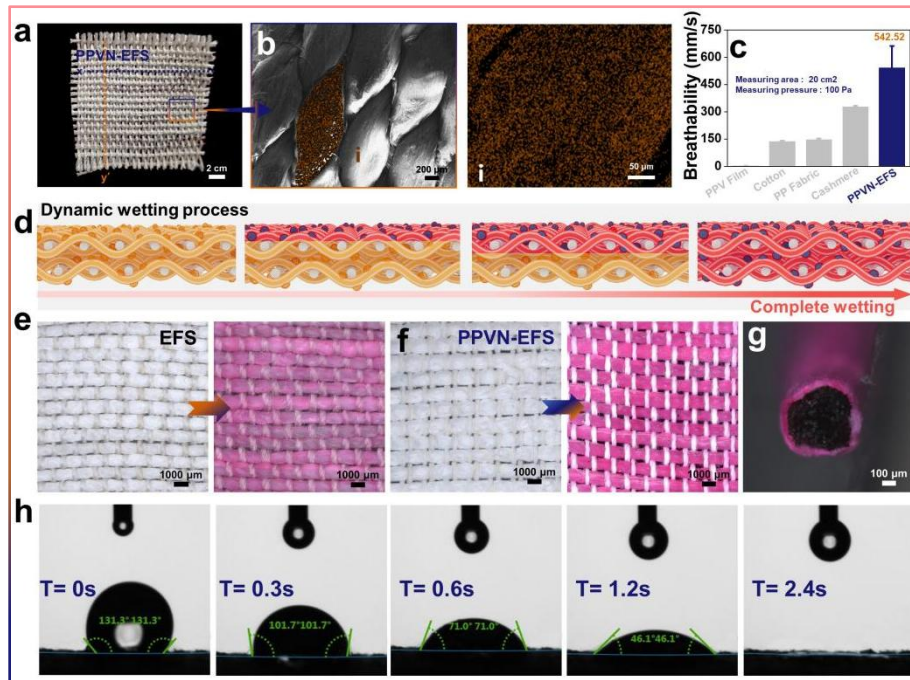


图 3 PPVN-EFS 的吸汗能力。

PPVN-EFS 经纬纱之间表现出显著的亲疏水性差异，汗液被限域富集在感应纱上，被其皮层亲水性纳米纤维吸收，实现了 PPVN-EFS 在皮层传感区域限域吸汗的能力，有助于获得稳定、准确的传感信号。

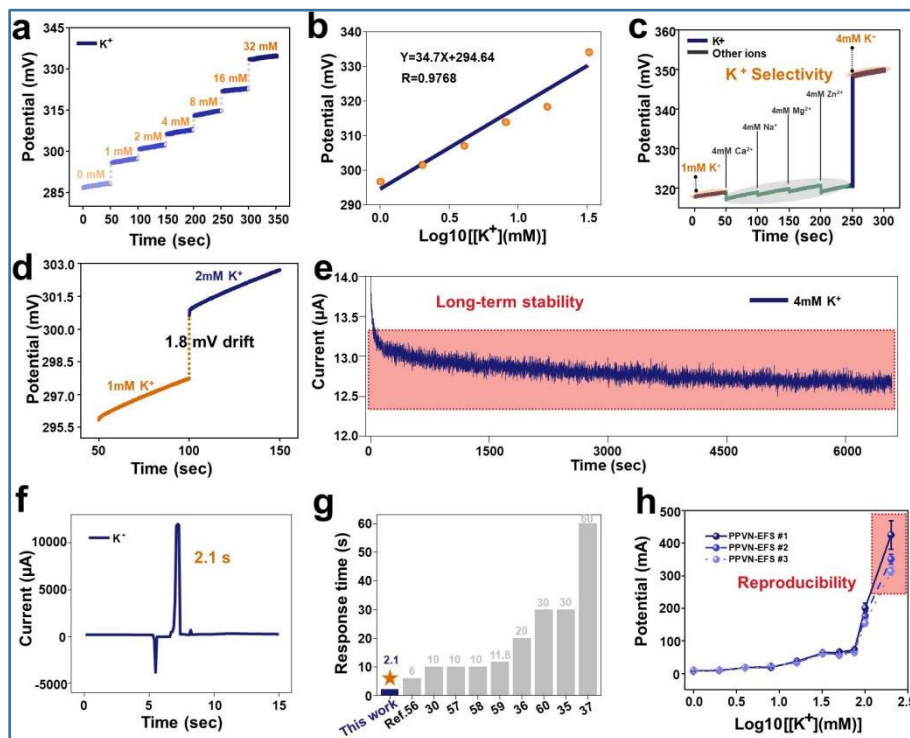


图 4 PPVN-EFS 的电化学传感性能。

PPVN-EFS 独特的限域吸汗能力以及纳米孔结构，既保障了快速吸汗又提供了锁汗保湿作用，减小检测误差，从而对 K^+ 具有良好的快速响应性、选择性、低噪声和信号漂移抑制特性，实现传感器长时间的稳定传感。

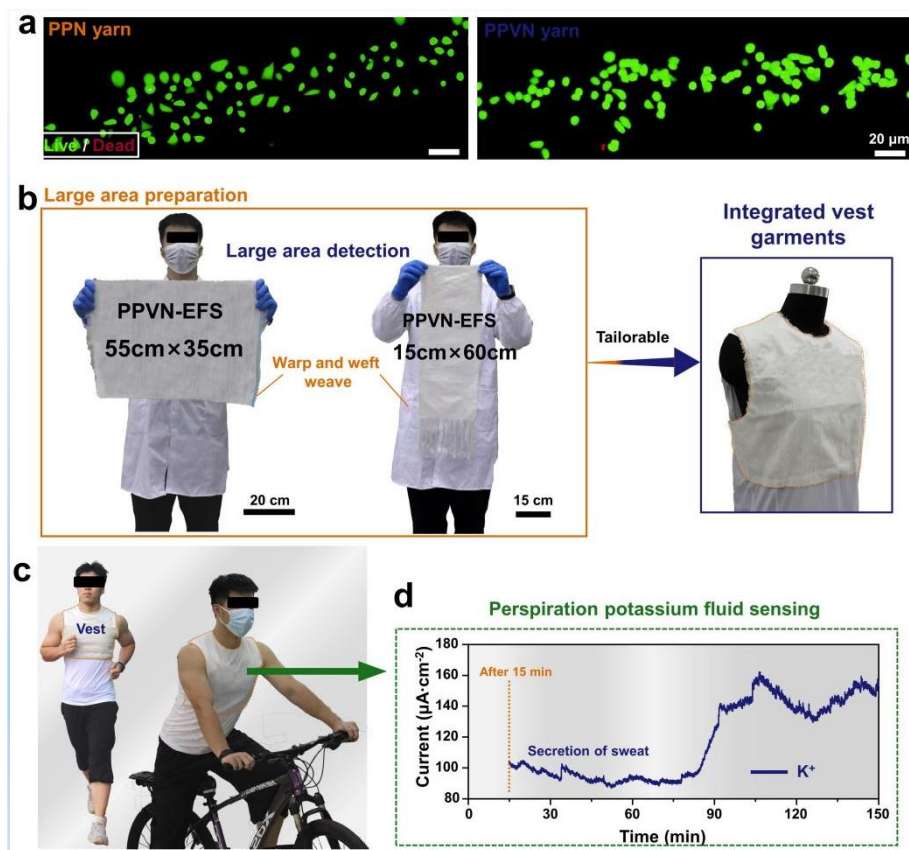


图 5 服装用电化学传感器的穿着性能。

该传感器可裁缝成背心服装集成在人体上，通过检测峰值电流作为传感信号，为用户提供实时监测汗液钾离子生理信息。这项工作有望为开发大面积制备汗液可穿戴传感智能纺织品提供一个新思路。

论文第一作者是五邑大学硕士研究生莫莉莉，通讯作者为五邑大学于晖教授。本项工作得到香港理工大学忻浩忠教授的指导。

全文链接：

<https://doi.org/10.1016/j.cej.2022.140473>

详见课题组主页：

https://www.x-mol.com/groups/yu_hui