

## 机电转换纤维及其织物的能量与湿热管理功能调控

主要完成单位：东华大学

主要完成人：王宏志、侯成义、龚 维、李耀刚、张青红、李克睿

获奖等级：自然科学奖一等奖

机电转换是基于摩擦起电与静电感应耦合效应，面向体域机械能收集的新型能量采集技术。该团队聚焦纤维材料，历时 10 年开发机电转换纤维宏量制备方法，探究了机电转换纤维及其织物的新奇拓扑结构、双模态光电响应传感新功能、以及双重极化提升输出功率的新机制，获得了机电转换纤维能量调控新策略，并深入挖掘了机电转换织物对人体的主动湿热管理功效。主要科学发现如下：



1. 提出了可规模化制备的新型拓扑纤维结构。设计了纳米加捻方法用于构筑机电转换纤维表面的拓扑变形微结构，自主研发了连续化的挤出纺丝与封装方法，实现了光电响应型机电转换纤维的万米级制备，突破了机电转换纤维材料规模化加工的壁垒，为此类新型纤维的工程化奠定了基础。

2. 建立了纤维的摩擦电 / 压电耦合极化新机制，突破了机电转换纤维性能瓶颈。提出了纳米纤维表面电荷与体相铁电电荷泵的协同增益新机制，实现了纤维材料中的高效电荷转移，突破了同类纤维产品  $1\text{Wm}^{-2}$  功率密度的瓶颈，将其性能提高了 5 倍 ( $5.2\text{Wm}^{-2}$ )，进一步推动了机电转换纤维的实际应用。

3. 发展了机电转换纤维的湿热管理功能。基于主动式摩擦静电场对被动式芯吸织物中水分子团簇结构的调控作用，提出了调控汗液和体温的新模式，为织物湿热管理提供了新的解决方案，开发了具有智能传感与湿热管理功能的新型服装，用于医院和解放军某部队，被认为“满足 XXX 特定任务”。

该项目成果发表在 Nature Communications、Advanced Materials 等期刊，5 篇代表论文被 SCI 他引 404 次，其中被 Nature、Science 及子刊引用 26 次。