

纺织基驱动器的多尺度结构设计及其在智能纺织品中的应用

Hierarchically Structured Textile Actuators for Smart Textiles

杨梦馨 1、彭阳阳 1、胡霄睿 2、孙丰鑫 1*

Meng-Xin Yang 1, Yang-Yang Peng 1, Xiao-Rui Hu 2, Feng-Xin Sun 1*

1 江南大学纺织软材料实验室

2 江南大学设计学院

*孙丰鑫：fxsun@jiangnan.edu.cn

摘要

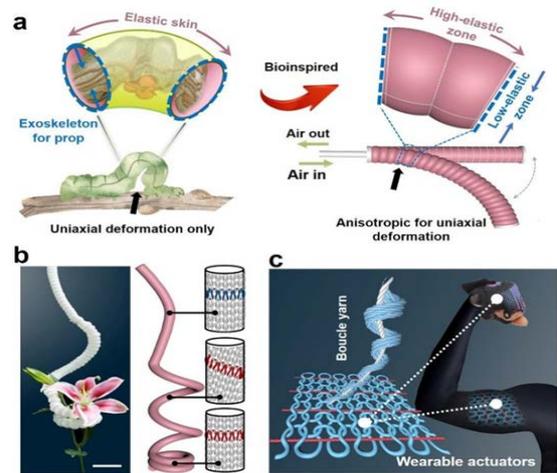
柔性驱动器以其独特的灵活性、柔韧性、与人体和脆弱的物品交互中更具安全性，在软体机器人、智能可穿戴设备等领域具有可观的应用前景。为了解决目前气动驱动器存在可扩展性差、制备工艺复杂、驱动性能和自身柔性矛盾等问题，本研究通过简单低成本的各向异性纺织分级结构设计，实现了高性能弯曲气动驱动器的制备与编程，有望促进软体机器人在医疗康复、理疗设备和人机交互等领域的发展与应用。

关键词：纺织分级结构、柔性驱动器、软体机器人、智能纺织品、非线性力学

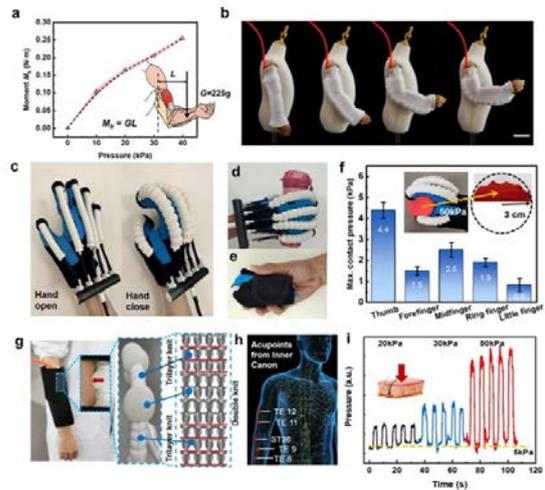
内容摘要：

目前普遍应用于气动驱动器的柔性膜材料存在多向大变形、非线性弹性、亲肤性差以及制备工艺复杂等问题，因而限制了气动软体机器人的体积比功率、致动速度、可操控性、可扩展性及其在可穿戴领域的应用。以细观排列与多级结构为基础，以结构演化、多尺度耦合为特征的纺织结构材料，在柔性驱动器可编程设计方面展现出独特的魅力。

本研究通过各向异性纺织分级结构设计，借助花式圈圈纱的双模量弹性和衬垫针织结构的几何构形转变与力学各向异性，实现了仿毛毛虫结构的新型纺织基弯曲驱动器的制造和编程。该驱动器同时具备高弯曲响应速度 ($1100^\circ \text{ s}^{-1}$)、大驱动应变 ($1080^\circ \text{ m}^{-1}$)、高体积比功率 (272 W m^{-3})、力学鲁棒性、可编程的运动行为以及优良的接触舒适性；同时，借助驱动器变形过程中的双模量效应，有效解决了软体机器人领域面临的一个共性问题，即柔软性与输出力值两方面的难以平衡的矛盾。该项工作可为源自结构和几何设计的软体机器人的功能开发提供新思路，有望促进软体机器人在医疗康复、理疗设备和人机交互等领域的发展与应用。



软体驱动器的仿生设计理念



软体驱动器在辅助医疗与健康护理领域的应用