宁波材料所在绳驱动连续体机器人感知用类皮肤水凝胶传感器研究中获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/18878.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！

绳驱动连续体机器人（CDCR）是重要的软体机器人，具有结构轻巧、安全和自由度高等特点，能够基于其自身的柔性和可拉伸性产生大幅度弯曲、扭转变形等动作，因此它可在狭窄和复杂的环境中很好地工作。目前，CDCR系统中常用的光纤布拉格光栅传感器模量高、伸长率极低、缺乏粘附机制，限制了软体机器人的运动且易与机器人分层，这使这种刚性的传感器不适合集成系统。如何设计柔性可黏附传感器，用于CDCR的自感知及其运动监控仍是挑战。

中国科学院宁波材料技术与工程研究所智能高分子材料团队研究员陈涛、副研究员高国荣，与精

Adv. Mater, 2020, 32, 2004290；*Nano Energy,* 2021, 90, 106614等）与CDCR领域（*IEEE Access,* 2019, 11, 174236；*Symmetry*, 2019, 11, 1158等）的研究成果，运用由离子导电聚丙烯酰胺/海藻酸盐/纳米粘土聚合物复合水凝胶制成的类皮肤状水凝胶传感器，实现了CDCR柔性自我感知（图1）。

非共价交联动态网络结构的引入，使水凝胶具有良好的可拉伸性（1840%）、自粘附性（6.6 kPa粘附强度）及自修复性能（图2），同时，能够对多种形变（拉伸、压缩、弯曲、扭转）进行宽范围的敏感响应（图3），将其作为类皮肤传感器粘附在CDCR表面，CDCR能够获得感知运动的本体感觉和感知障碍物及陷阱的外感知（图4）。进一步仿人类的感觉系统，研究构建了用于调节CDCR弯曲的闭环控制系统，可构建“驱动-传感-反馈”指导后继驱动的闭环控制（图5）。该研究为设计应用于绳索驱动的连续体软机器人的传感器和闭环系统建立了有效途径。

相关研究成果以*Cable-Driven Continuum Robot Perception Using Skin-Like Hydrogel Sensors*为题，发表在*Advanced Functional Materials*
上。研究工作得到国家自然科学基金、国家重点研发计划、浙江省自然科学基金、宁波市科技创新2025重大项目、宁波市自然科学基金、中科院前沿科学重点研究计划、中德合作国际交流项目及王宽诚教育基金等的支持。

论文链接

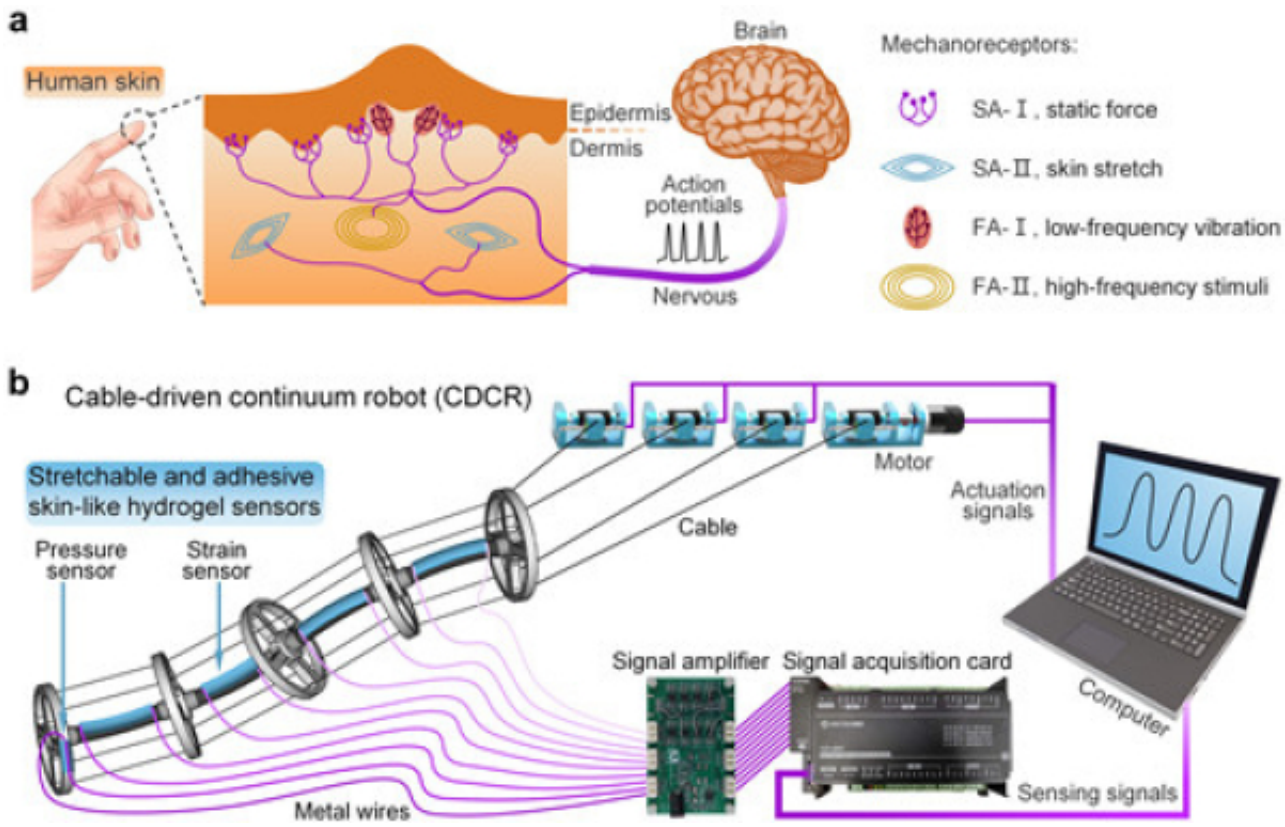


图1.类皮肤水凝胶传感器用于绳驱动连续体机器人的感知

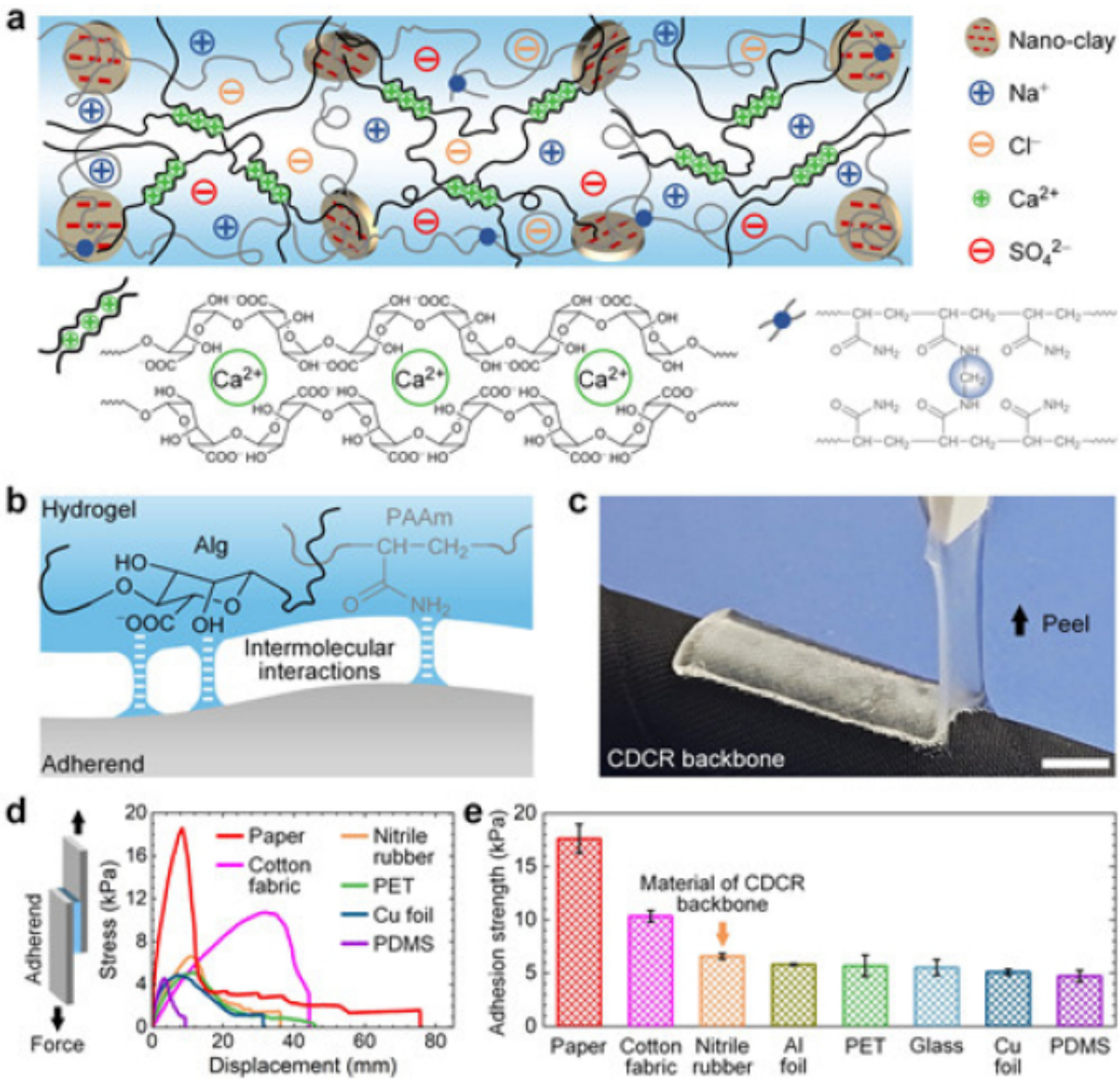


图2.类皮肤水凝胶传感器的构建、修复与黏附等性能调控

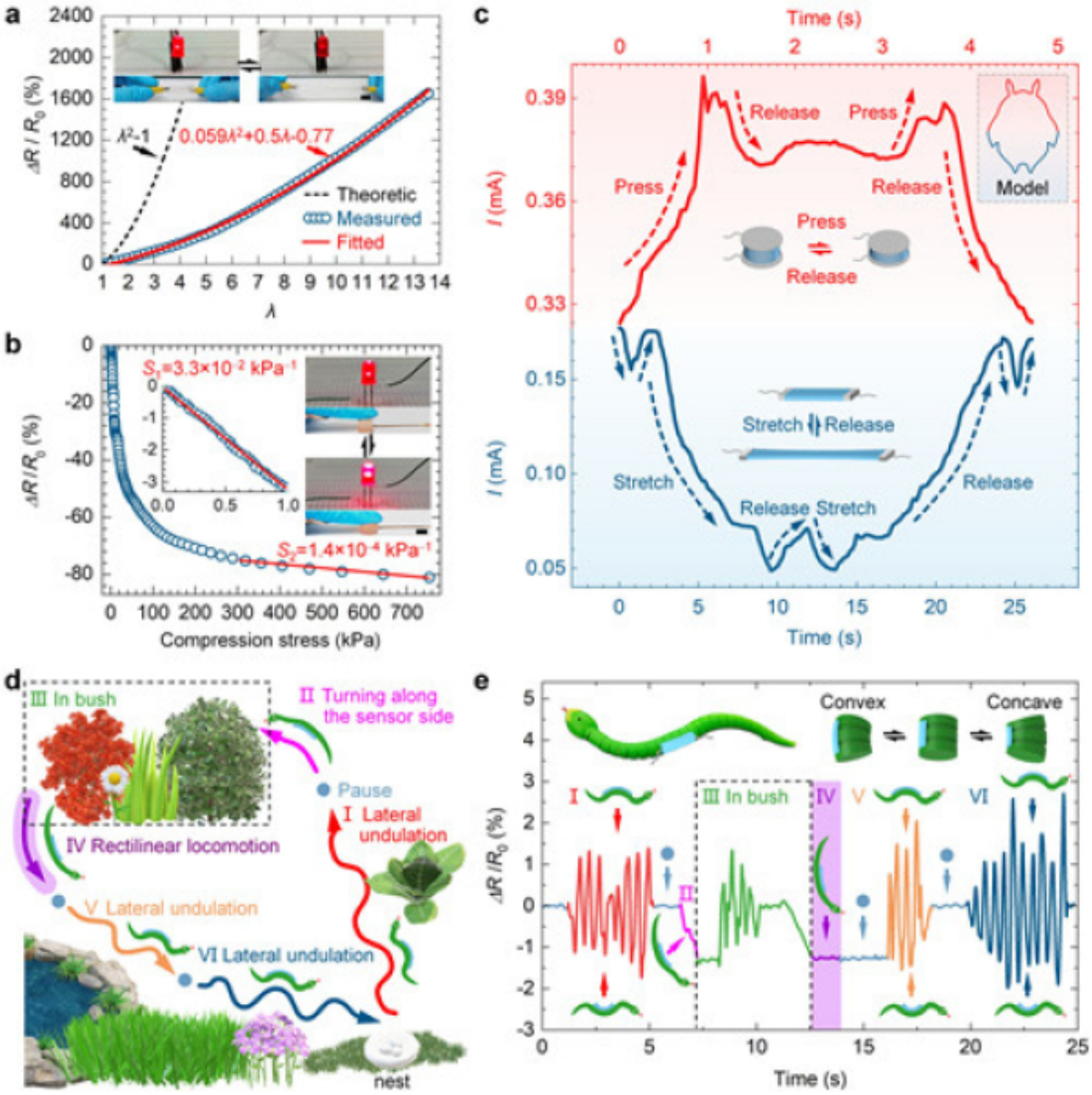


图3.类皮肤水凝胶传感器的感知性能调控

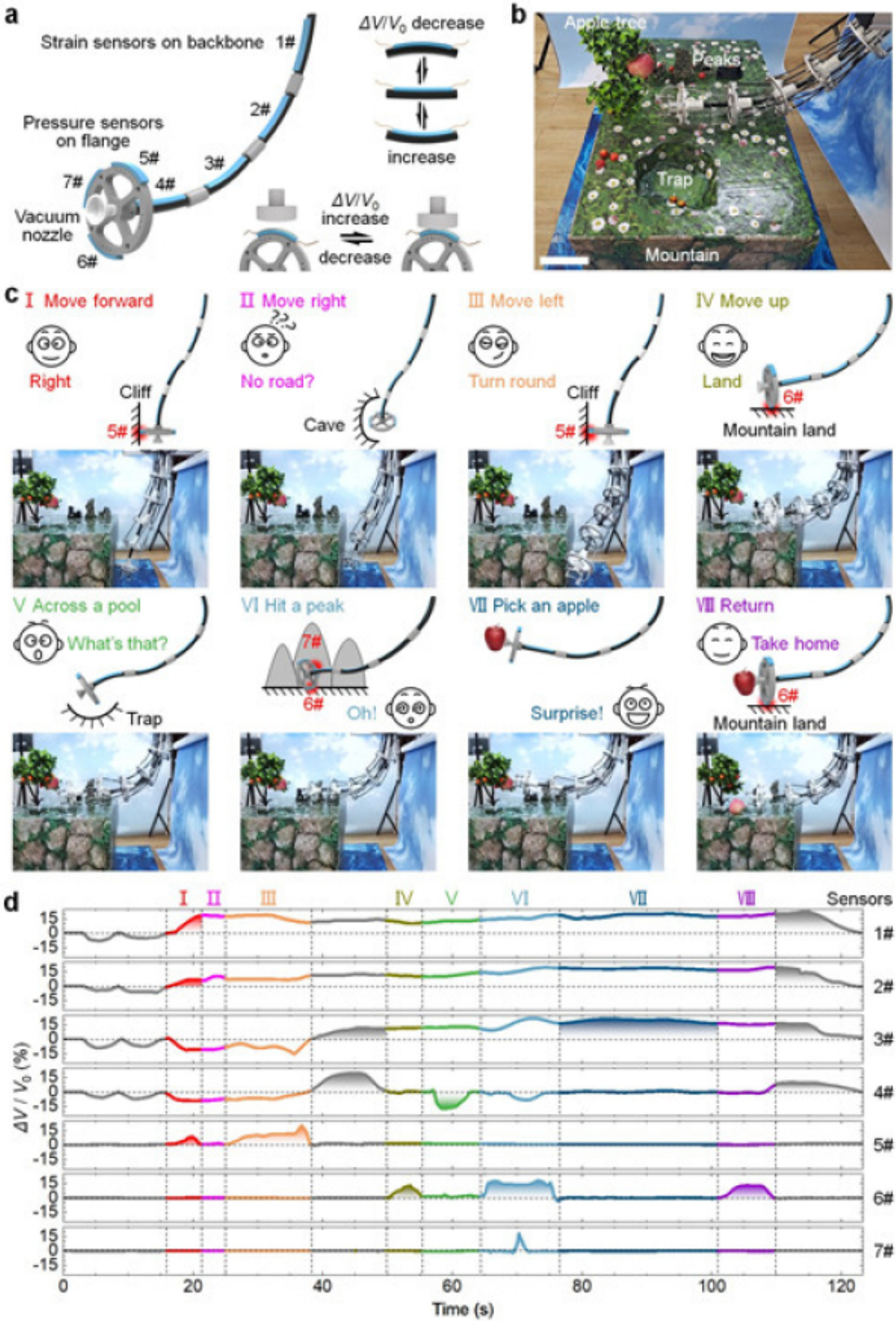

a
Strain sensors on backbone 1#
2#
3#
4#
5#
6#
7#
Pressure sensors on flange
Vacuum nozzle
ΔV/V0 decrease
increase
ΔV/V0 increase
decrease
b
Apple tree
Peaks
Trap
Mountain
c
I Move forward
Right
Cliff
5#
II Move right
No road?
Cave
III Move left
Turn round
Cliff
5#
IV Move up
Land
6#
Mountain land
V Across a pool
What's that?
Trap
VI Hit a peak
7#
6#
Oh!
VII Pick an apple
Surprise!
VIII Return
Take home
6#
Mountain land
d
I II III IV V VI VII VIII
Sensors
1#
2#
3#
4#
5#
6#
7#
15
0
-15
ΔV / V0 (%)
0 20 40 60 80 100 120
Time (s)

图4.绳驱动连续体机器人感知用类皮肤水凝胶传感器

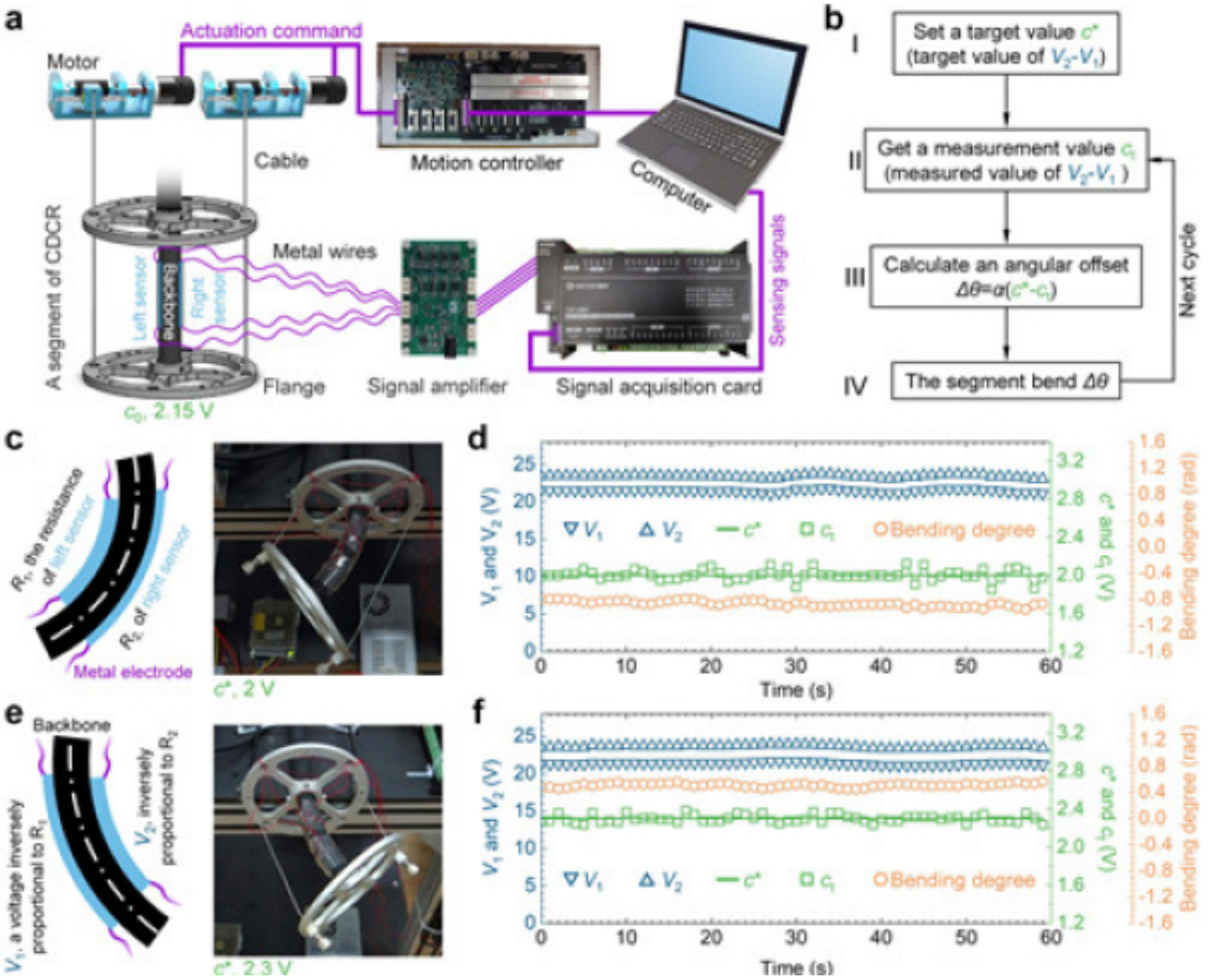


图5.绳驱动连续体机器人水凝胶传感器感知系统的闭环控制

研究团队单位：宁波材料技术与工程研究所

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转发