

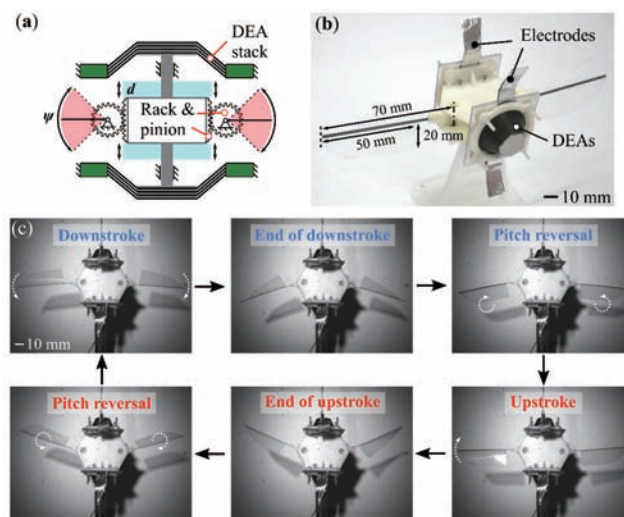
高兴团队在高功率输出介电弹性体人工肌肉研究 取得进展

中国科学院深圳先进技术研究院医疗机器人与微创手术器械研究中心高兴团队与英国布里斯托大学机械工程系 Stuart Burgess、Andrew T. Conn 团队在共振介电弹性体执行器方面的研究取得进展。相应成果为“Cao CJ, Gao X, Burgess SC, et al. Power optimization of a conical dielectric elastomer actuator for resonant robotic systems [J]. *Extreme Mechanics Letters*, 2020, 35: 100619, 10.1016/j.eml.2019.100619(共振机器人系统中锥形介电弹性体执行器的功率优化)”。

相较于传统的电机等刚性驱动器，软体驱动器具有更好的顺应性和变形性，因此能够更加安全地实现人机交互。然而，当前的软体驱动器输出功率密度低，这导致了软体机器人负载能力差、运动速度慢，极大地限制了其在医疗康复、灾后搜救等重要领域的应用。介电弹性体 (Dielectric Elastomer, DE) 驱动器作为一种新型电活性聚合物驱动器，具有响应速度快 (<0.1 ms)、驱动带宽高 (>1 kHz) 等优良特性，有望通过其共振驱动原理弥补上述软体驱动器的性能缺陷。DE 驱动器可利用材料固有的弹性特点实现共振驱动，从而使得输出功率最大化，实现超越生物肌肉和其他类型软体驱动器的输出功率密度。

该研究采用一种双锥型介电弹性体驱动器 (DCDEA) 结构，通过运用非线性机电耦合动力学模型与实验验证的方法，对驱动器结构进行了全面优化。通过对弹性体薄膜的预拉伸比例和耦

合结构件高度的优化，该驱动器可实现最高相对于其高度 257% 的共振行程以及 ~ 50 W/kg 的输出功率密度。该型基于共振驱动原理的驱动器已经达到与动物肌肉组织相当的输出功率密度，为展示其在高性能仿生机器人中的潜在应用，研究人员利用该驱动器成功驱动了一款微型仿生扑翼飞行器结构，如下图所示。该飞行器在 30 Hz 左右具有最大 30 度的行程，有力地示了该型驱动器的优异输出性能。该研究首次系统分析了软体驱动器功率输出性能，揭示了介电弹性体在阻尼负载中的共振驱动机理，其成果有望在医疗康复、灾后搜救、振动控制等领域发挥重要作用。



(a) 扑翼仿生飞行器结构，基于共振驱动的介电弹性体驱动器带动机翼扇动；(b) 飞行器实物图；(c) 高速摄像机下捕捉的飞行器运动