科学家揭示松塔湿度响应的超慢运动机制

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/20863.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！

科学家揭示松塔湿度响应的超慢运动机制
。响应性驱动器因在柔性机器人、传感器、能量转换等领域的潜在应用受到关注。自然界中，许多植物或组织展现出多种形式的外场响应性运动，这为人工驱动器的设计和制备提供了较多灵感和物理模型，成为构筑功能性人工驱动器的有效途径。对植物原型的探索是较为漫长的过程，同时，随研究视角、手段和技术的进步而逐渐深入。松塔是最具代表性的植物原型之一，相关研究已持续了一个多世纪。

松塔的鳞片在干燥环境中张开，在潮湿环境中闭合（图1a）。由于这一独特的湿度响应特征，松塔为人工驱动器的设计和制备提供了灵感和思路。然而，较少有研究注意到松塔的湿度响应运动是超慢的。长期以来，松塔的这种湿度响应的运动机制被归因于鳞片外层的“肉”（石细胞，sclerids）和内层的“筋”（维管束，vascular bundle）上纳米纤维排列方向不同造成的吸湿膨胀差异，而这一机制较难解释单独的维管束也具有湿度响应特征。因此，松塔的超慢湿度响应机制尚不清楚。

近日，中国科学院理化技术研究所研究员王树涛团队和北京航空航天大学教授刘欢团队合作，揭示了松塔湿度响应的超慢运动的奥秘。研究发现，松塔鳞片运动由维管束驱动，而保水性好的石细胞组织减缓了其运动速度（图1a-c）。其中，维管束是由平行排列的弹簧状微管和方形微管组成的典型的异质结构。如图1d，弹簧状微管聚集在维管束外侧方向，方形微管分布在维管束内侧方向。原位动态分析显示，弹簧状微管展示出更大程度的吸湿膨胀，使得在高湿度条件下维管束向方形微管方向弯曲（图1e-f）。受此启发，科研人员利用3D打印技术制备了由弹簧状管和方形管构成的异质结构的基本单元，在管中填充吸湿聚合物，以模拟鳞片中的“肉”，制备了具有类松塔湿度响应的超慢运动的人工驱动装置。该装置其运动速度比现有的湿度响应驱动器低两个数量级，几乎不影响周围环境，且整个运动过程难以察觉（图2）。

相关研究成果以*Unperceivable motion mimicking hygroscopic geometric reshaping of pine cones*为题，发表在*Nature Materials*上。该工作为探究松塔和其他植物组织的湿度响应形变提供了新的思路和结构基础，并为开发刺激响应驱动器提供了新的物理模型。这种具有超慢动作的驱动装置或可应用于伪装和侦察设备的构建。研究工作得到国家自然科学基金的支持。关于这一成果，同期*Nature Materials*的News Views专栏发表了新加坡国立大学教授Cecilia Laschi与意大利理工学院教授Barbara Mazzolaixx撰写的题为*Move imperceptibly*的专题报道。

论文链接

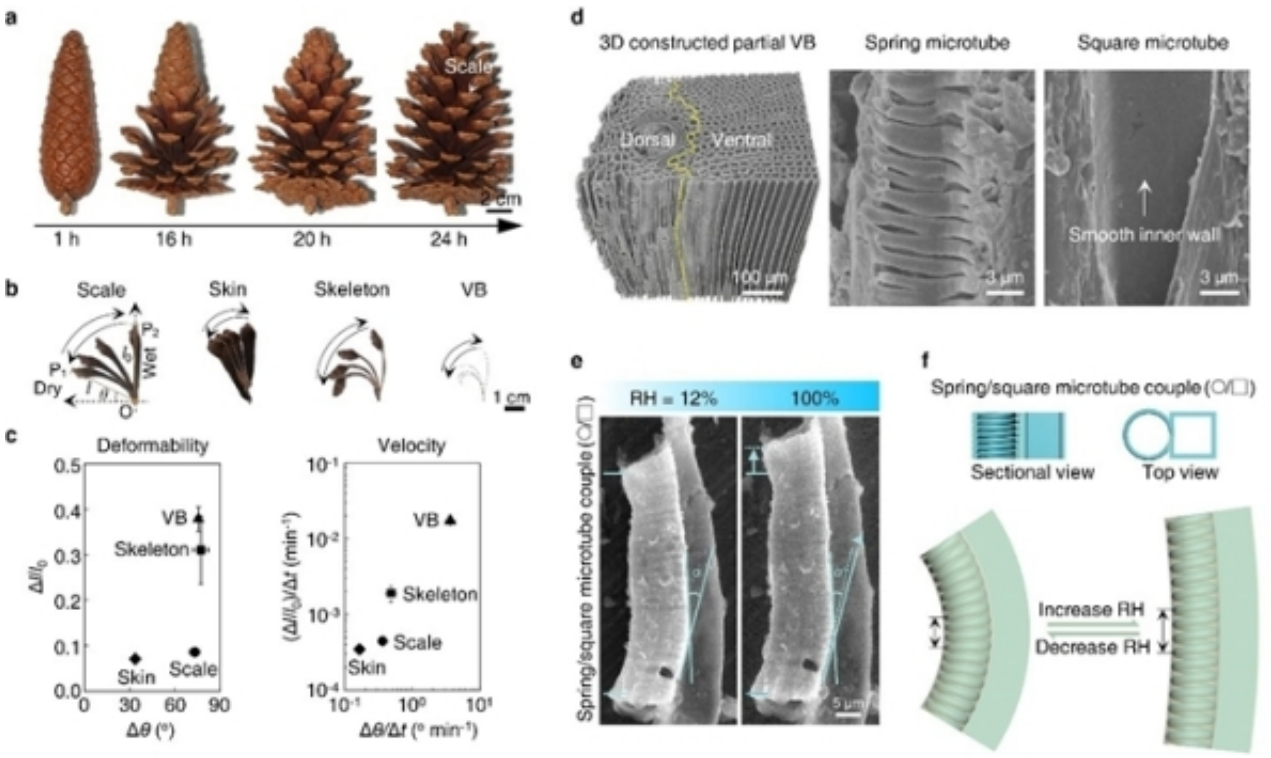


图1.松塔鳞片的湿度响应可逆张合是超慢的。（a-c）鳞片及其组成部分的运动行为；（d）维管束的典型的异质结构：平行排列的弹簧状微管和方形微管；（e-f）维管束的湿度响应形变机制。

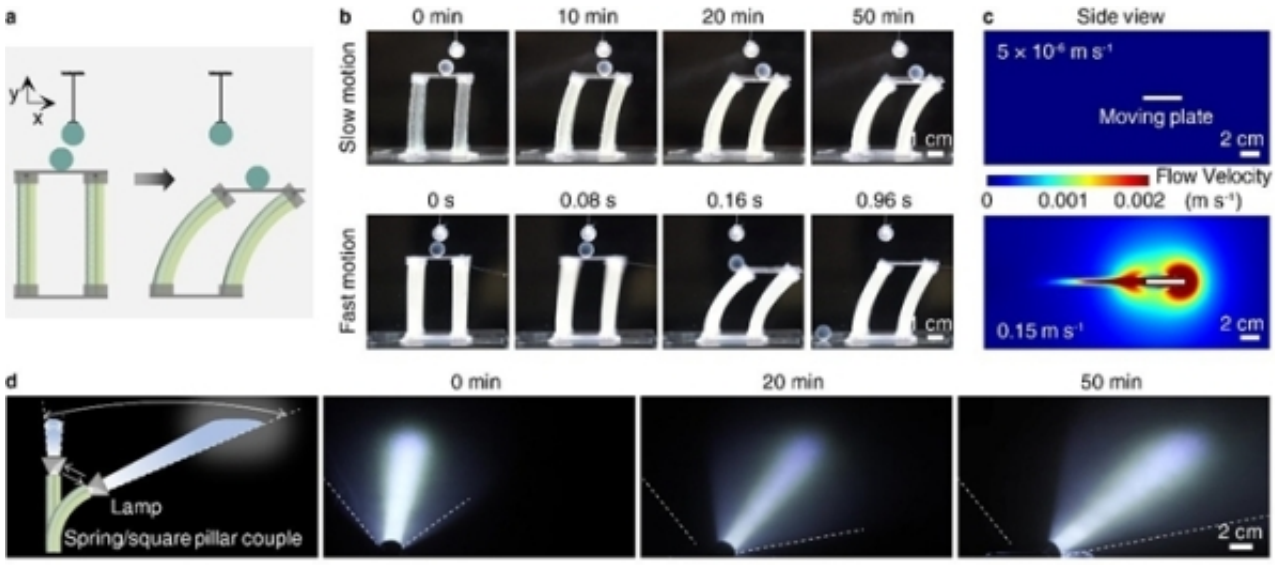


图2.仿松塔结构的超慢驱动装置

研究团队单位：理化技术研究所

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