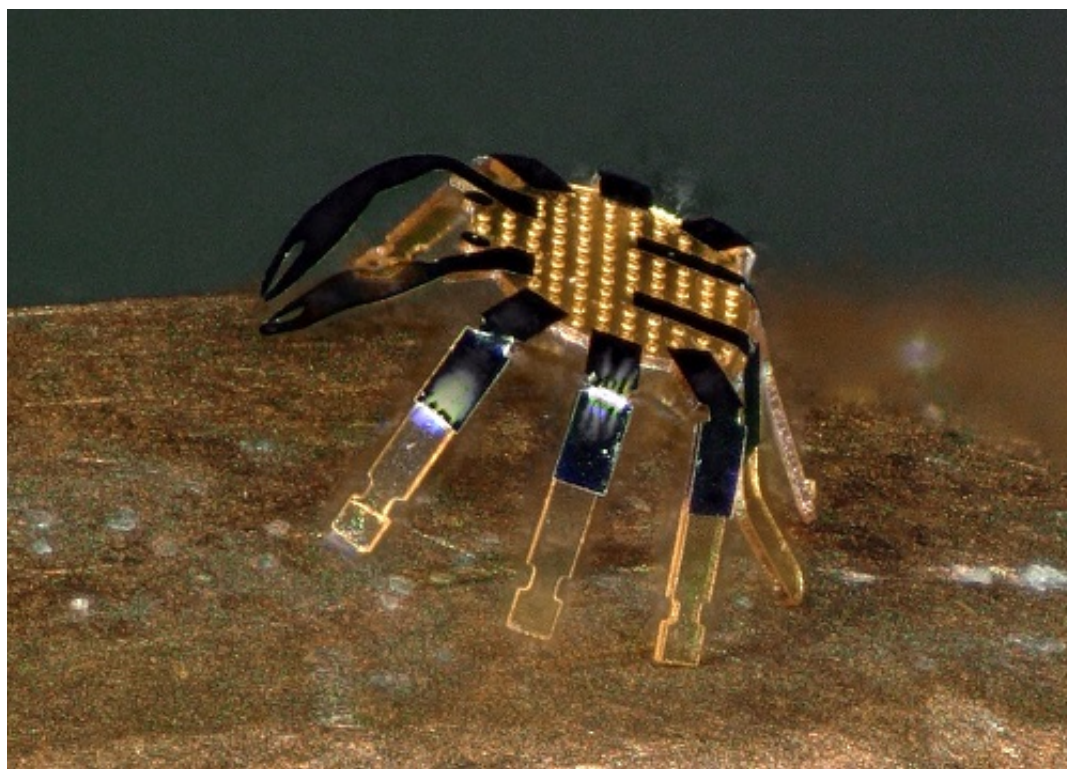

新型机器人比跳蚤还小！组装技术获多篇顶刊封面

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/18601.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！

新型机器人比跳蚤还小！组装技术获多篇顶刊封面。



外形像螃蟹的微型机器人 受访者供图



一个比跳蚤还小的螃蟹机器人站在硬币的侧边上。受访者供图

史上最小的遥控步行机器人来了，它们只有半毫米宽，体积还不及一个跳蚤，可以行走、弯曲、扭曲、拐弯和跳跃。

这些小可爱们能在狭窄空间内执行重要任务。比如在微创手术中扮演手术助手角色，由于体型非常小，它们可以轻而易举进入人体开展工作——清除阻塞的动脉、止血或消除恶性肿瘤等等。

这种微型机器人的创造者，是同为美国西北大学冠名讲席教授的黄永刚、John A. Rogers，以及清华大学航天航空学院教授张一慧带领的国际合作团队。这个研究组合堪称豪华，其中黄永刚是中国科学院外籍院士，美国国家科学院、美国国家工程院、美国艺术与科学学院三院院士；John A. Rogers则是美国四院院士。相关研究发表在5月25日的Science子刊Science Robotics。

运动模式多样，动作十分敏捷

大自然给了人类无限启发，科学家通过小鸟发明了飞机、根据鱼的身体结构发明潜水艇……这项

研究的灵感也来源于一些爬行类小动物或者昆虫，例如螃蟹、蜘蛛、尺蠖、蟋蟀和甲虫。

我们做了很多种不同形态的微型机器人，大家印象最深的是长得像螃蟹一样的机器人，它们爬行起来的确很有趣。论文通讯作者张一慧在接受《中国科学报》采访时介绍。

最令人惊讶的是，这些微型机器人动作十分敏捷，快速变形可以达到每秒10次，行走的平均速度是每秒走一半的身体长度。

在黄永刚看来，要在如此小的机器人身上实现这一点极具挑战性。

因此，研究团队在选材上做了很多考量，最终使用了一种形状记忆合金材料，把它与二氧化硅和一款骨架材料共同作用，能够把形状记忆下来，帮助达到塑形的目的。

和常规的机器人不同，这款微型机器人并非由复杂的硬件、液压或电力驱动。它的力量在于身体的弹性，靠的是热驱动。张一慧介绍，用激光扫描机器人，因为其组装材料热膨胀系数各不相同，加热后材料间的热学失配可以驱动小机器人不断变换形态，从而产生运动。

正是由于这些结构非常小，所以热量传播发生在瞬间，其冷却速度也非常快，冷却后微型机器人又会恢复如初。John A. Rogers解释说，这就是为什么它们能做出快速响应的原因。

激光不仅能远程控制机器人动起来，激光扫描的方向还决定了机器人行走的方向。例如，你从左往右扫描，机器人就会从右向左行走。

而且，每款形态的机器人，做出的动作也千差万别。通过不同的形态设计，依赖腿的协调和变形的控制，能让机器人拥有不同的运动模式，比如爬行、跳跃、拐弯、走路等运动模式。张一慧说。

小机器人将有大作用。它们可以在微创手术中扮演手术助手角色，由于体型非常小，它们可以轻而易举进入人体开展工作——清除阻塞的动脉、止血或消除恶性肿瘤等等。John A. Rogers说。

基于一套方法的N次创新

让有腿的机器人能够跳跃和爬行，已不是什么难事，然而要在这么小的尺度上开展，之前根本做不到。

这个团队之所以能够实现，是基于一种微尺度三维结构组装方法。这种方法最早在2015年以封面论文的形式发表于Science，黄永刚、John A. Rogers和张一慧是论文的通讯作者。

论文一经发表引起了学术界的广泛关注，成果很快被Science、Nature等期刊在专栏中报道，同时得到Chemistry Views、IOP Physics World、Nano Today等专业机构追踪，还受到BBC、Discovery News等媒体报道。

这套方法一炮而红，这也是国际上首次将可控力学屈曲引入至微尺度的复杂三维结构组装，实现了从二维微纳米薄膜到三维细微观结构的高精度组装。

其原理听起来并不复杂。与传统操作不同，我们并不是直接把三维形态制作出来，而是先制作一

些二维形态的结构，也就是平面的薄膜图案，然后给它施加一些力学载荷，让它很巧妙地变成目标三维结构。张一慧介绍，就像折叠立体圣诞卡，打开之后三维结构会弹起来。

在这个过程中，还有一个重要角色，即一个由非常柔软的弹性聚合物（比如硅胶、橡胶等）做的组装平台。这种材质拉伸性很强，可以拉到很大，便于将平面薄膜图案在上面进行压缩。

张一慧说，之前提到的制作微型机器人的三种材料，就是在这样的组装平台上，通过压缩力的作用，从二维结构变成三维结构，并在材料本身特殊记忆能力的加持下，成功固形。只有复杂的三维结构才能做出复杂的动作，就像我们研制出的‘螃蟹’机器人一样。

鉴于在三维微结构组装领域的贡献，2017年，Nature Reviews Materials专门邀请这一国际研究团队撰写关于三维细微观结构成形方法的综述论文，介绍了这一套力学组装方法，也让科学界更加了解这些方法的应用范围、最新进展和发展趋势。

该方法适用的材料范围非常广，比如半导体硅、金属、陶瓷、聚合物、塑料等各种材料类型，而且适用于各个特征尺度下的材料组装，比如从纳米到分米，轻松打造微小结构造型。

也就是说，通过这种制造方法，我们可以开发出各种形状和大小的步行机器人，这是一个有趣的突发奇想。张一慧说。

兴趣使然，不停探索

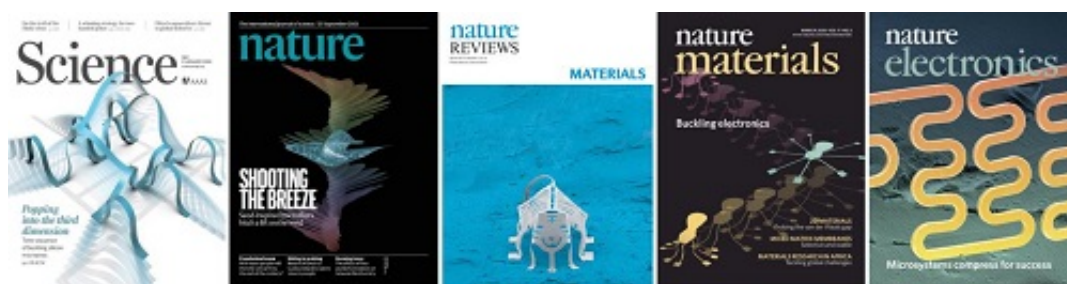
走上科研这条路，完全是兴趣使然。张一慧一直对科研抱着崇敬和严谨的态度，他想结合国家和社会的需求开展一些有用的研究，希望利用自己的学科背景知识，去解决一些技术难点和关键科学问题。

他出生在安徽芜湖市南陵县，本科毕业于南京航空航天大学，在清华大学航天航空学院工程力学系取得硕士和博士学位，这个时期主要研究先进材料与结构的变形和失效行为。

2011年，张一慧来到美国西北大学，先后任博士后和研究助理教授。在这期间，黄永刚对张一慧的影响很大。我很幸运能进入黄永刚老师课题组学习。黄老师是无机柔性电子技术的开创者之一。张一慧说。

他刻苦钻研的精神和卓越的才华受到导师的赏识。在黄永刚的指导下，他逐渐介入柔性电子技术，迸发出一些灵感，并与John A. Rogers课题组合作发展出屈曲力学引导的微尺度三维结构组装技术。

除了这篇论文里的微型机器人，研究团队还将这套组装技术拓展用于研制可重构三维微电子器件、低频振动能量收集器、仿生微电子飞行器等新型微器件，相关系列成果陆续在顶级刊物作为封面文章发表。



研究团队在三维微结构组装方向发表的代表性封面文章。受访者供图

例如，去年9月发表在Nature期刊封面上的一种带翼微芯片，就是该团队研发出的有史以来最小的人造飞行结构。正如美国佐治亚理工大学教授V.V. Tsukruk评价的那样，该组装技术在生医器件、微电子等领域有重要应用前景。

能与顶尖的科学家一起做科研，我倍感荣幸。因为长时间合作，我们已经有了默契，跟着他们学习，我也积累了很多宝贵的经验。张一慧表示。

目前，这项微型机器人研究还处于探索阶段，下一步研究团队还会做些工作让它们能与人更好地交互，融入智能化，赋予机器人更多的智慧。(来源：中国科学报张晴丹)

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1126/scirobotics.abn0602>

<https://doi.org/10.1038/s41586-021-03847-y>

<https://doi.org/10.1038/natrevmats.2017.19>

<https://doi.org/10.1126/science.1260960>

版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。

作者：黄永刚等 来源：《科学—机器人》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://iikx.com)转发