
浙大学者开发“睡美人”型智能材料，能按时按需变形

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/24237.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！

浙大学者开发“睡美人”型智能材料，能按时按需变形。变形在我们生活中随处可见，有的一触即发，有的循序渐进。浙江大学化工学院教授谢涛与赵骞团队利用热致相分离水凝胶构建了可按需自发变形的形状记忆高分子，阐明了该类变形行为的机理及调控方法，并结合4D打印技术初步展现了该类材料用做医疗手术器件的独特潜力。相关成果以起始回复时间可编程的形状记忆高分子为题，于9月13日在线发表于《自然》杂志。

具有形状记忆潜伏期的形状记忆高分子材料。从风车形状（临时记忆）变回正方形（原始记忆）。（课题组供图）

2020年，一种新材料进入了浙大团队的视野——日本北海道大学教授龚剑萍开发出一类新型水凝胶，受热会变得坚硬。团队发现，这类材料具有延时变形特质。它具有复杂的变形行为：不仅具有形状记忆，而且知道什么时候要恢复记忆，它的回弹不仅延迟，而且是定时发生的。

经过研究，研究团队发现其背后有一套独特的变形机制：材料在从热变冷时，内部有两股力量在竞争：一方是保持临时形状的力，一方是恢复原始形状的力。开始时，保持临时形状的力占绝对优势，双方的力量差会达到1000倍以上。就像小兔子拔萝卜，开始时萝卜埋得很深，土又很硬，拔不动。赵骞介绍，在很长一段时间内，材料会停留在临时形状，纹丝不动；而随着时间的推移，泥土发生松动，也就是保持临时形状的力持续不断下滑，当双方的差异不再显著时，材料就会出现肉眼可见的变形。研究显示，在力量差缩小到20倍时，材料会出现5%的变形。

研究团队通过磁共振成像对这种按需自发变形行为的内在机理进行了深入探究，证明该现象受控于材料内部的水分子扩散过程，而非普通SMP的热传导。基于机理的把握，科学家得以利用延时来创造定时：操作方法非常简洁，只需调控一个参数——热编程时间。目前能实现的最长的休眠期为46分钟。

有了这样的调控手段，研究团队就能让变形金刚做体操了：在一段视频中，躯体、左手、右手依次展开，顺滑流畅。科学家只是事先对材料的不同位置设置了不同的热编程时间，这样，它们的休眠期就各有长短，发生形变的次序由此产生。

触发-响应是自然与社会之中一种基本的交互关系。我们既需要材料受到‘刺激触发’后按需响应，又希望它‘无刺激’自发变形，这是一对矛盾，也是需求。谢涛认为，这一需求在生物医疗器件中尤为突出：比如，有的器件需要在光照或加热的触发条件下响应，但触发信号往往到达不了人体深部，阻止了响应的发生；另一种情况是自发变形太快，器件还未植入到目标位点，其变形就已经发生了，这也是许多植入式生物器件的瓶颈。

研究团队认为，具有定时变形效应的器件有望在生物医学工程、深空深海探测等方面表现出独特的优势。在论文中，他们概念性地展示了4D打印制备的延时变形血管支架：支架从进入体内到输送到目标部位需要一定的时间，如果依赖人体温度的触发，普通的形状记忆支架材料在到达目的地之前就会发生形变；而定时变形器件得益于它的休眠期，能够在到达目标位置后再启动形变。

我们不妨展开想象，派这样的变形金刚去太空探测——在遥远的外太空，我们可以不必受限于指令的传达，而是先为变形金刚写好剧本，待他经过一段长途冬眠到达目的地后，它再开机工作，实现人类安排的工作任务。（来源：中国科学报 崔雪芹 周炜）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41586-023-06520-8>

作者：谢涛等 来源：《自然》

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](https://www.iikx.com)转发