

# 中科院兰化所实现类组织层状湿滑凝胶材料的可控制备

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/16845.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！**

中科院兰化所实现类组织层状湿滑凝胶材料的可控制备。2021年12月9日，中科院兰州化物所周峰研究员、麻拴红副研究员团队和美国加州大学洛杉矶分校（UCLA）贺曦敏教授团队合作在Matter上发表了一篇题为Continuously Growing Multi-layered Hydrogel Structures with Seamless Interlocked Interface的新研究。

该研究工作提出了凝胶-单体溶液界面自催化聚合的新思想，发展了一种制备类组织层状湿滑水凝胶材料的新方法，在表面润滑改性、组织工程、智能驱动器件与软体机器人等领域展现出重要的应用前景。论文通讯作者是周峰、麻拴红、贺曦敏；第一作者是徐蓉年。

许多湿滑的天然生物组织具有典型的层状结构，进而赋予其特定的功能特性(例如，高强度、高韧性、高承载、高扩散率或低摩擦等)。水凝胶由于其理化和生物力学性能与组织相似，成为仿生制备层状类组织结构体的关键材料。现阶段，层状水凝胶材料的制备方法报道很多，但大部分依赖于砌墙策略，即每块砖或每层凝胶的特征固定，厚度基于砖块数或凝胶层数的机械累加，且每层结构的可调控性差（图1B）。事实上，天然层状生物组织的形成往往是一个以时间为主导的演变过程；与层数的动态增加相似，每层的网络结构、几何尺寸、厚度、成分和力学性能都能够在时间尺度上得到精细调控（图1A）。因此，如何打破传统制造技术的思维束缚，从界面科学角度出发，提出一种与层状生物组织形成过程相似的化学生长原理仍然具有挑战性。

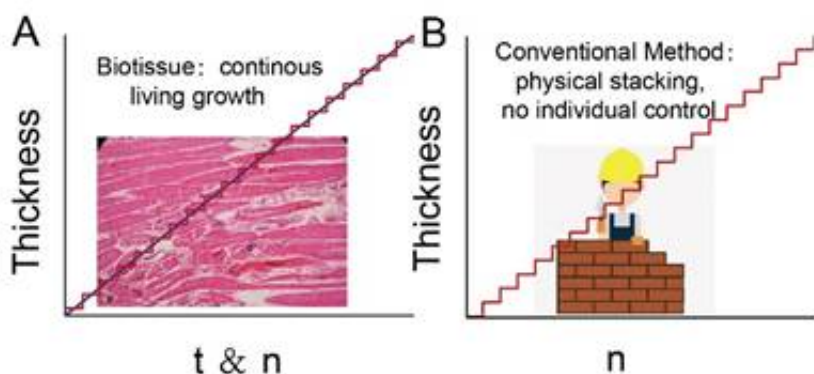


图1：（A）天然层状生物组织的动态形成过程（整体厚度和单层属性与时间的演变正相关性）

---

和 (B) 传统砌墙策略 (层数的机械叠加) 制备层状水凝胶材料。

近日, 中科院兰州化物所周峰研究员、麻拴红副研究员团队和UCLA贺曦敏教授团队提出了一种在凝胶表面原位解离产生金属离子催化剂来引发单体在固液界面快速聚合的化学新原理。具体化学机制如下 (图2): 柠檬酸动态解离双交联高强度水凝胶网络亚表面的 $\text{Fe}^{3+}$ , 形成聚丙烯酸链段和柠檬酸分子与 $\text{Fe}^{3+}$ 之间的竞争配位; 通过紫外光辐照将凝胶亚表面 $\text{Fe}^{3+}$ 原位还原为 $\text{Fe}^{2+}$ 活性催化剂;  $\text{Fe}^{2+}$ 快速催化分解过硫酸盐引发剂, 产生过硫酸根自由基, 从而在室温下引发固-液接触界面单体溶液的交联聚合, 而本体溶液不聚合, 实现水凝胶层的原位可控生长。研究人员将这种方法命名为紫外引发的表面催化引发自由基聚合 (UV-SCIRP)。利用该方法, 可以成功制备具有可控厚度、组分、几何结构和尺寸的层状润滑水凝胶材料。

图2: 采用UV-SCIRP法制备层状结构水凝胶材料的示意图。

类组织层状湿滑水凝胶的可控制备（图3）。通过不断重复UV-SCIRP过程，可以成功制备具有可控组分和网络结构的多层水凝胶，层状特征非常明显，而且各层水凝胶厚度均匀；形成的水凝胶层之间形成了互锁的网络形态，展现出强的界面结合力；通过控制所用单体溶液的化学组分，可以成功制备出组分交替、厚度可调的多层水凝胶材料。

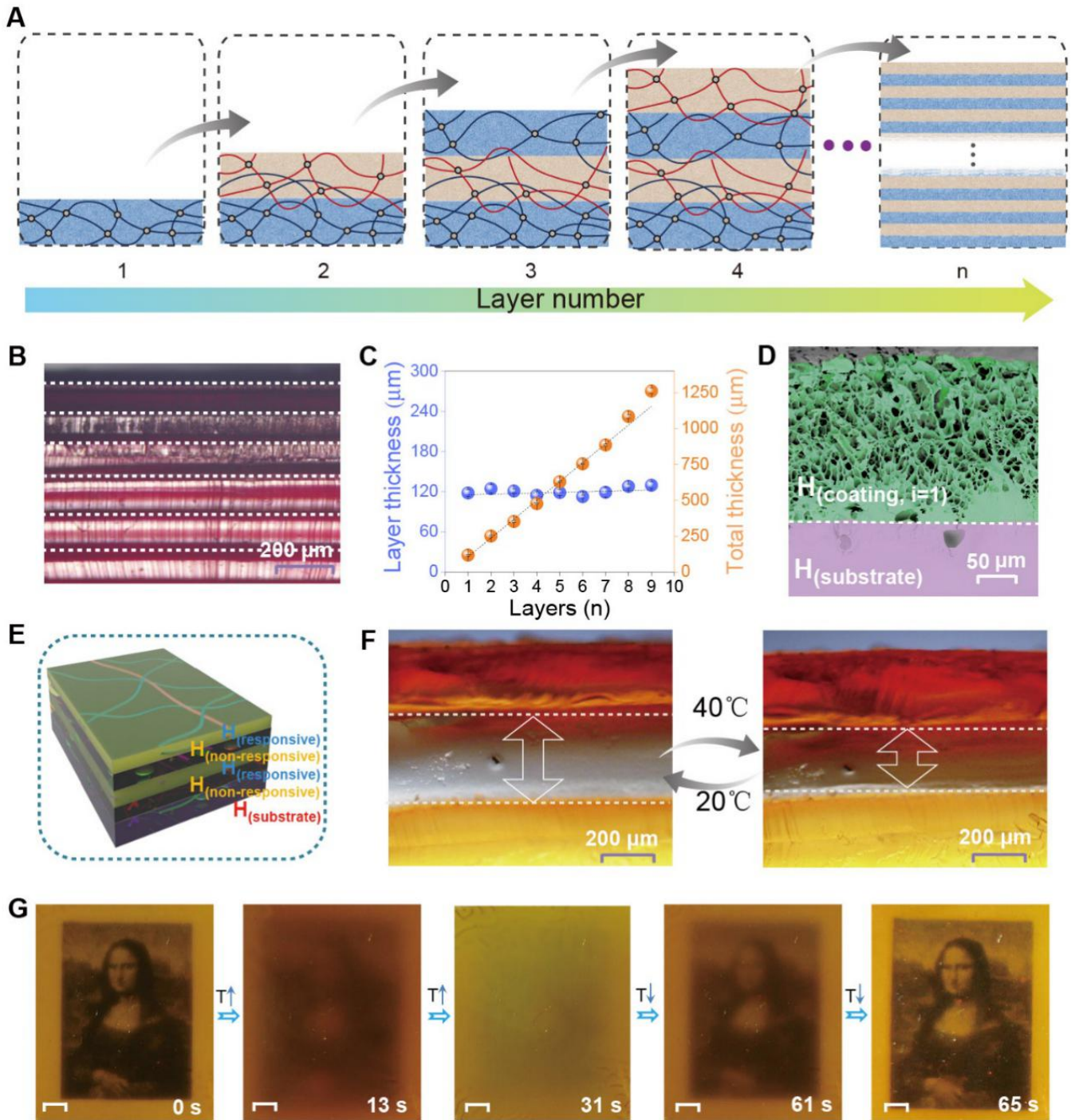


图3：利用UV-SCIRP方法制备多层的层状水凝胶材料。

图案、结构精确调控与形状、尺寸的适用性（图4）。此外，借助紫外灰度曝光技术，利用UV-SCIRP方法可以选择性地构筑图案化或梯度的层状水凝胶材料；利用UV-SCIRP方法不仅可以在平面凝胶基底上修饰涂层，还可适用于各种具有复杂形状的水凝胶结构体，如平面、曲面、通道和球体；特别是，UV-SCIRP方法突破了在球形微凝胶表面成功生长均匀水凝胶润滑涂层的技术难点。

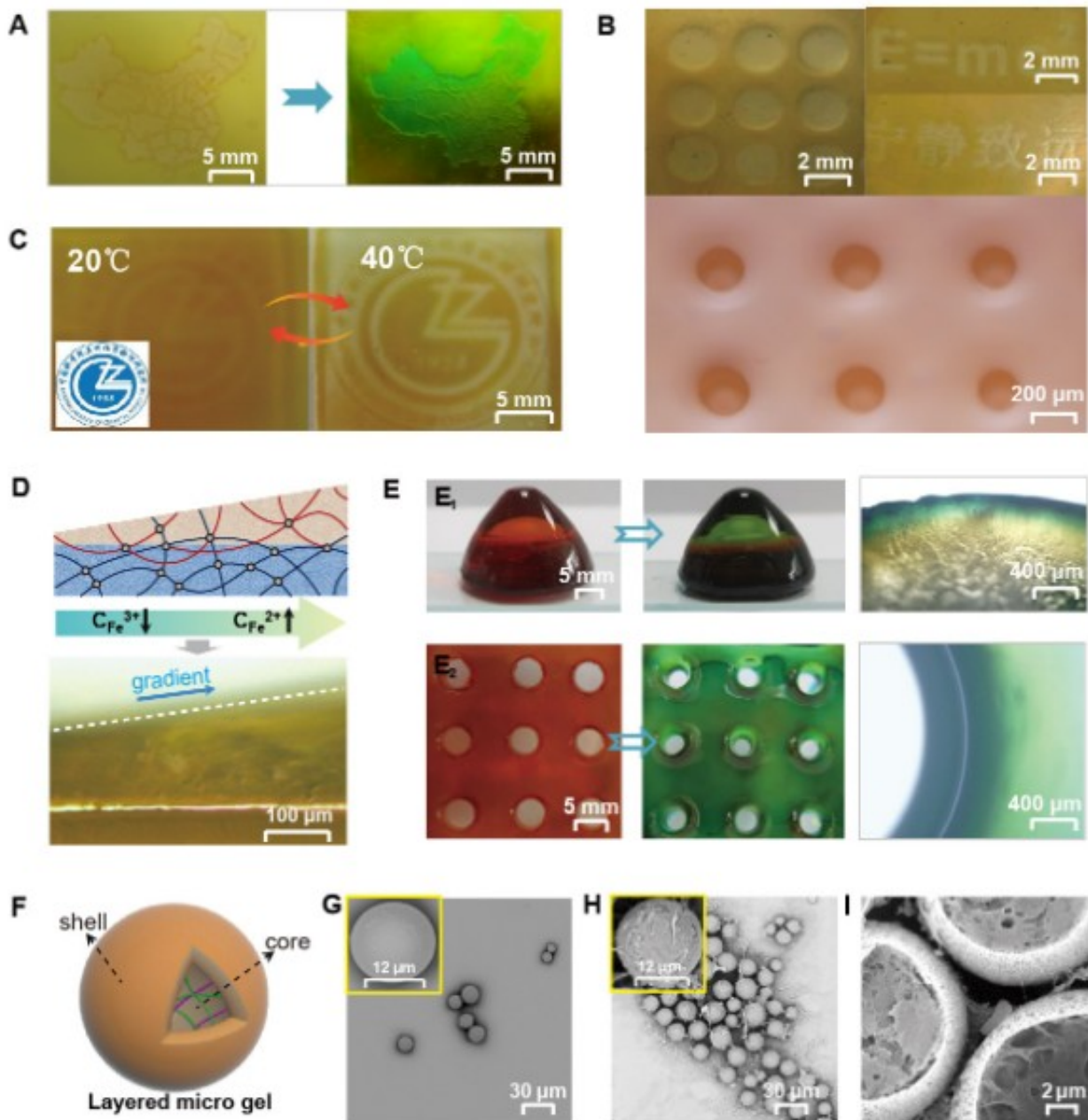


图4：利用UV-SCIRP方法制备各种图案化、梯度和复杂层状结构水凝胶材料。

类血管层状水凝胶结构体的制备（图5）。利用UV-SCIRP方法还可成功制备血管状多层水凝胶管结构，其层状结构明显，层厚均匀，层与层之间形成了致密和互穿的网络；通过控制凝胶涂层的后处理工艺，可以实现每层网络孔隙率和力学强度的精确调控；通过引入响应性单体组分，可在

水凝胶管内嵌网络中生长出响应型水凝胶涂层，制备得到仿生智能型血管模型材料。

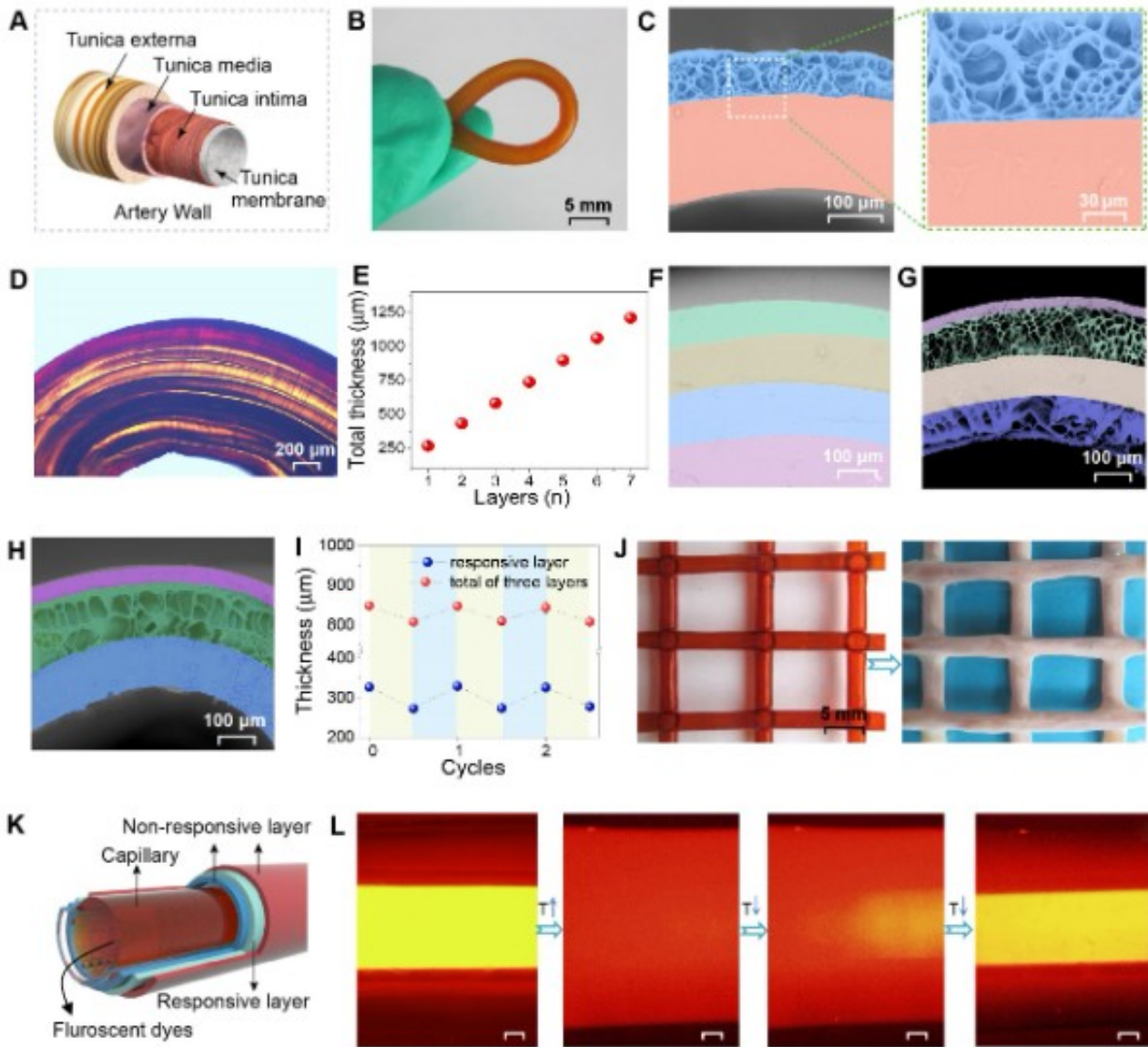


图5：利用UV-SCIRP方法制备血管状多层水凝胶管。

优势和科学价值。UV-SCIRP方法成功模拟了天然生物组织以时间为主导的生长过程。具有以下优点：可在室温下进行原位界面聚合从而快速生长出水凝胶润滑涂层；利用该方法可制备具有无限层数的仿生结构化水凝胶材料，层与层之间结合紧密，每层的组分和厚度都可精确调控；可以构造具有任意形状和尺寸的层状水凝胶结构体；可以构造具有精确图案的水凝胶润滑涂层。UV-SCIRP方法为开发具有广泛应用前景的仿生层状湿滑水凝胶材料提供了一种全新的制造途径，将极大推进界面聚合科学和软物质材料技术的发展。

该研究工作得到了国家自然科学基金重点项目、中科院先导B培育项目和中科院青年创新促进会等资助。（来源：科学网）

---

相关论文信息：<https://doi.org/10.1016/j.matt.2021.11.018>

作者：周峰等 来源：《物质》

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](http://www.iikx.com)转发