

# 兰州化物所实现超高强韧水凝胶3D打印

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/12151.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！**

高性能结构化水凝胶3D打印因具有良好的理化性能和可个性化设计制造结构等特征，在组织工程、软体驱动、柔性传感、工程承载等许多领域具有巨大的潜在应用价值。目前，无论是化学交联还是物理交联3D打印水凝胶，因所制备的3D打印结构体在力学性能方面表现不佳致使其应用严重受限。因此，高强韧水凝胶3D打印对满足实际应用需求具有重要意义，是增材制造领域具有挑战的前沿研究。

中国科学院兰州化学物理研究所固体润滑国家重点实验室研究员王晓龙带领的团队，通过构筑双物理交联网络策略实现了超高强韧水凝胶3D打印。如图1所示，该3D打印超高强韧水凝胶由两步法实现：（1）基于聚乙烯醇（PVA）和可溶性短链壳聚糖（CS）水凝胶前驱体墨水的直书写（Direct Ink Writing）3D打印成形。（2）依次进行冷冻-解冻循环和柠檬酸钠溶液浸泡配位交联后处理，形成PVA物理结晶网络和CS离子交联网络的双物理交联网络超高强韧水凝胶。

研究首要任务是复杂三维水凝胶结构打印成形，主要通过调控由PVA和CS组成的水凝胶墨水体系流变学性能，如剪切变稀行为以及优异的粘弹性能和触变性能等实现。随后依次进行冷冻-解冻循环和柠檬酸钠溶液浸泡配位交联分别构建PVA物理结晶网络和壳聚糖离子交联网络，赋予3D打印水凝胶超高强韧性能。研究表明，采用优化条件得到的3D打印双物理网络水凝胶在拉伸应变为 $302.27 \pm 15.70\%$ 下，拉伸强度达到 $12.71 \pm 1.32$  MPa，杨氏模量为 $14.01 \pm 1.35$

MPa，断裂伸长功为 $22.10 \pm 2.36$  MJ  $m^{-3}$

。与已报道的所有3D打印化学和物理交联水凝胶相比，该研究报道的双物理网络水凝胶相关性能处于优势地位（图2）。撕裂实验显示其断裂能为 $9.92 \pm 1.05$  kJ  $m^{-2}$ ，表现出优异的韧性。

采用DIW方法，该高强韧水凝胶实现包括木堆晶格、蜂巢以及螺旋等三维复杂结构的成形制造（图3a），通过局部双重物理网络强化策略，还实现了鲸鱼、章鱼以及蝴蝶等形状的再次塑形（图3b），表明其在4D打印领域具有较大应用潜能。高强韧水凝胶3D打印将高性能水凝胶材料与先进制造技术有机结合，为智能机械、软体机器人等新兴领域提供新的设计思路和解决方案。

相关研究成果发表在[Chemistry of Materials](#)

上。兰州化物所博士生蒋盼为论文第一作者，王晓龙为论文通讯作者，该研究由兰州化物所作为第一单位与安徽工业大学和三峡大学合作完成。研究工作得到国家自然科学基金和中科院前沿科学重点研究计划项目的支持。

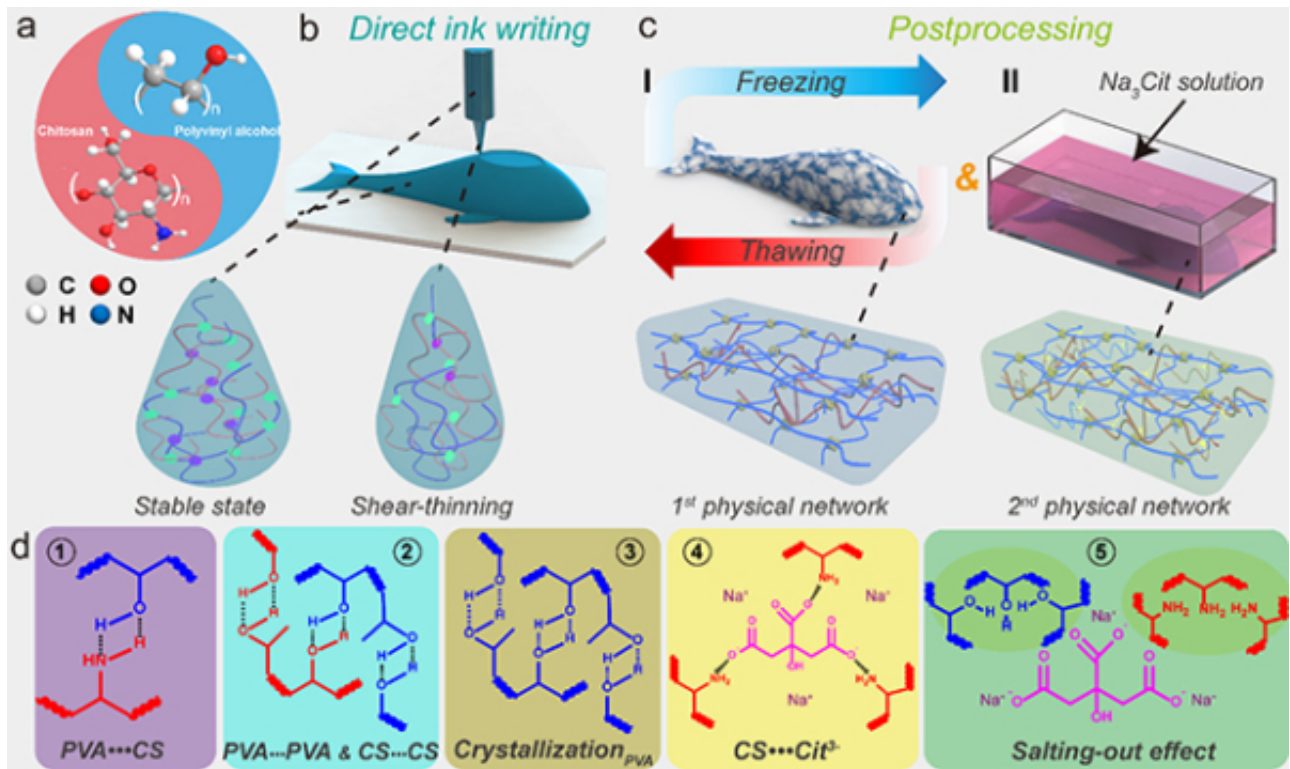


图1. 双物理交联策略构筑3D打印超强韧水凝胶示意图

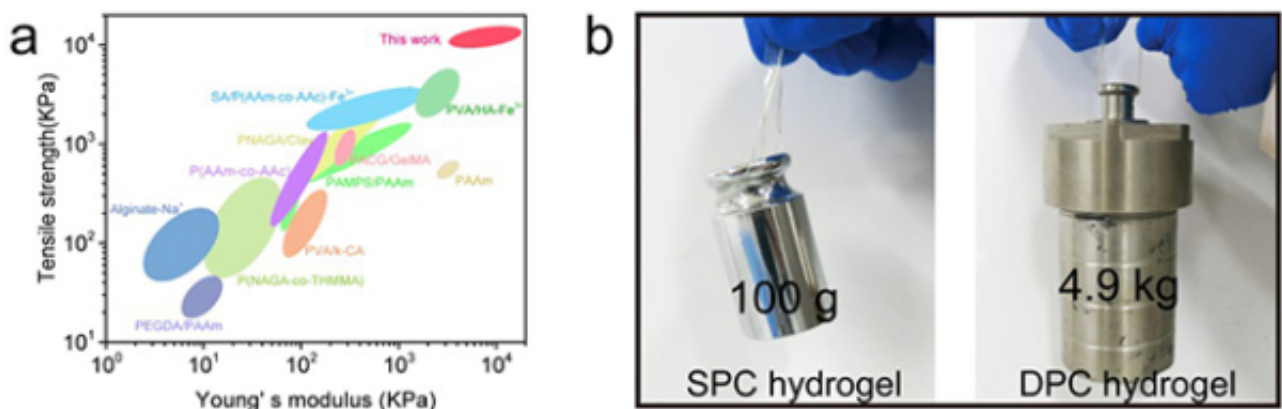


图2. 3D 打印双物理交联水凝胶力学性能与展示

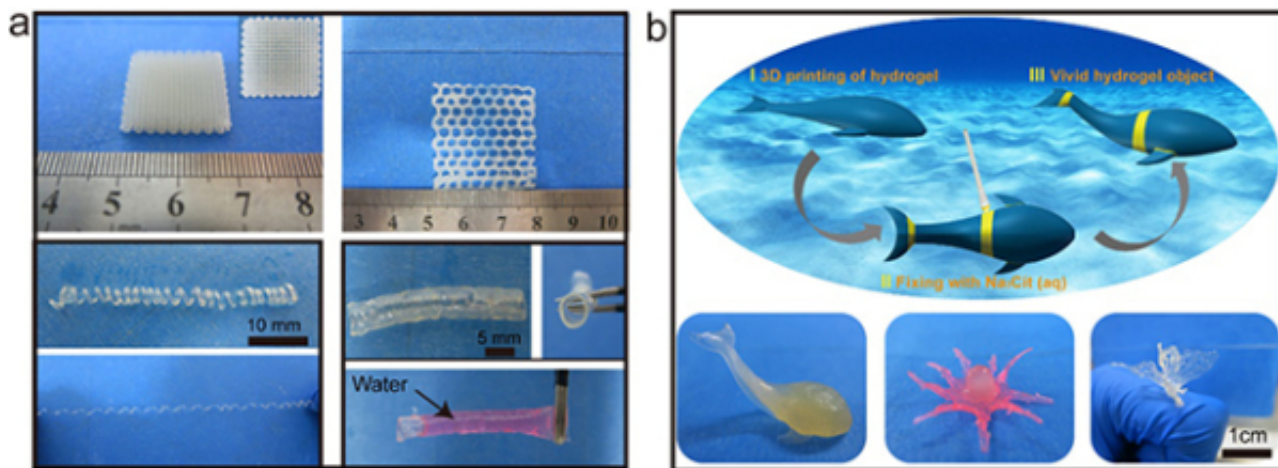


图3. (a) 3D 打印水凝胶精细结构；(b) 3D打印水凝胶二次塑形

研究团队单位：兰州化学物理研究所

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](http://www.iikx.com)转发