

---

# 科学家成功构建石墨烯泡沫孔片网络拓扑模型

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/3075.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！*

科学家成功构建石墨烯泡沫孔片网络拓扑模型。近期，中国科学院合肥物质科学研究院先进制造技术研究所仿生机器人与智能材料实验室研究员王晓杰团队博士潘斗兴与中科院力学研究所博士王超合作，通过细致研究石墨烯泡沫铰链和缺陷的SEM镜像，在准二维石墨片模型基础上，成功构建了一种同时含有本征孔和铰链键的三维孔片网络拓扑模型。他们通过引入铰链键力场参数和孔片比特征几何量，借助粗粒化动力学方法，合理地实现了对拟真实石墨烯泡沫力学行为的有效评估。

石墨烯泡沫，是以准二维石墨烯作为基本组件，以无序堆砌为主要建构方式铰接而成的三维多孔材料，属于碳海绵的一种典型形式；其孔洞类型主要包含宏观结构孔和微观缺陷孔两种，尺度上可以小到纳米级，大至毫米级。由于兼备了石墨烯与多孔材料的优点，石墨烯泡沫受到了国内外科技界越来越多的关注。但就已有的大量实验研究来看，该泡沫优异性能背后的物理机制尚不清楚，准二维石墨烯重组为三维网络的应力传递特性也缺乏理解，石墨烯泡沫受外载时的介观动力学演化过程更是无法原位再现。在这样的背景下，近三年来，一些微纳米尺度的理论研究也渐次展开。

由于泡沫材料本身的结构复杂性限制了理论研究手段的施展，已有的计算模型皆由完美的石墨烯堆砌而成，而实际石墨烯泡沫是由含有本征缺陷或孔洞的真实石墨片通过化学或物理铰链固结而成的层级多孔结构，这就造成了理论与实验的严重脱节。

研究人员借助孔片网络(图1)，不仅对各种工况下的单轴超压缩与回复行为做了系统的预测，还用相关文献资料中的力学测试数据做了辅助检验；在此基础上，他们用动态分析的方式揭示了局部微结构的动力学演化过程，并结合Virial应力云图从连续统的角度深入分析了这种拟真实体系的应力传递细节(动画可从官网直接下载)。另外，研究人员还进一步构建了一种新型的石墨环泡沫，并与完美石墨烯泡沫和拟真实多孔泡沫进行了系统的比较分析，发现这种全新的线团结构和完美的泡沫骨架在超弹性性能，特别是回复行为上皆不如拟真实的泡沫体系，这从理论上告诉实验工作者，无须担忧石墨烯泡沫中石墨烯的本征孔洞，而应将工作重点放在调控该泡沫的孔片比以及孔的形态或数目等方面(在材料学上实现“变废为宝”)。值得指出的是，该研究也发现了泡沫内部有趣的介观互锁现象(图2)，并据此对塑性变形和残余变形从微结构演化机制上做了细致的区分，丰富了连续介质力学的内涵；同时，还发现粗粒键平均长度随外载的变化曲线存在反常的转变点，该转变点大约在压缩应变的70%~80%之间，这从介观尺度上对超压缩这一抽象概念做了科学上的定量界定。

相关研究成果发表在近期微纳领域国际期刊《纳米》(ACS Nano, 2018, 12 (11), 11491 – 11502)上。潘斗兴为论文第一作者兼通讯作者，王超为第二作者，王晓杰为共同通讯作者。该工作得到国家

自然科学基金和中科院“引进杰出技术人员计划”项目的资助。

文章链接

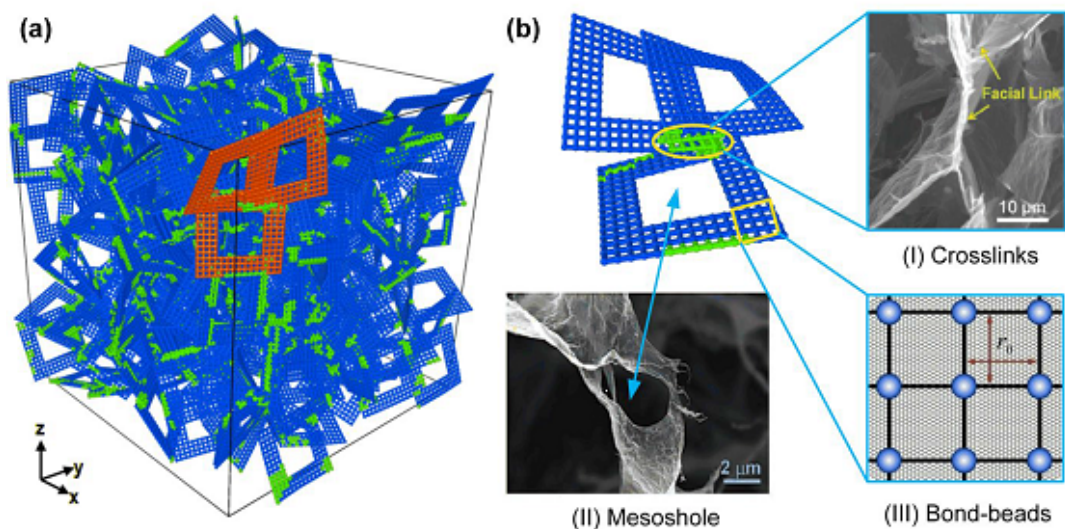


图1：含有本质孔与铰链键的孔片拓扑网络模型，其中，b-I,II是与SEM镜像的对照图

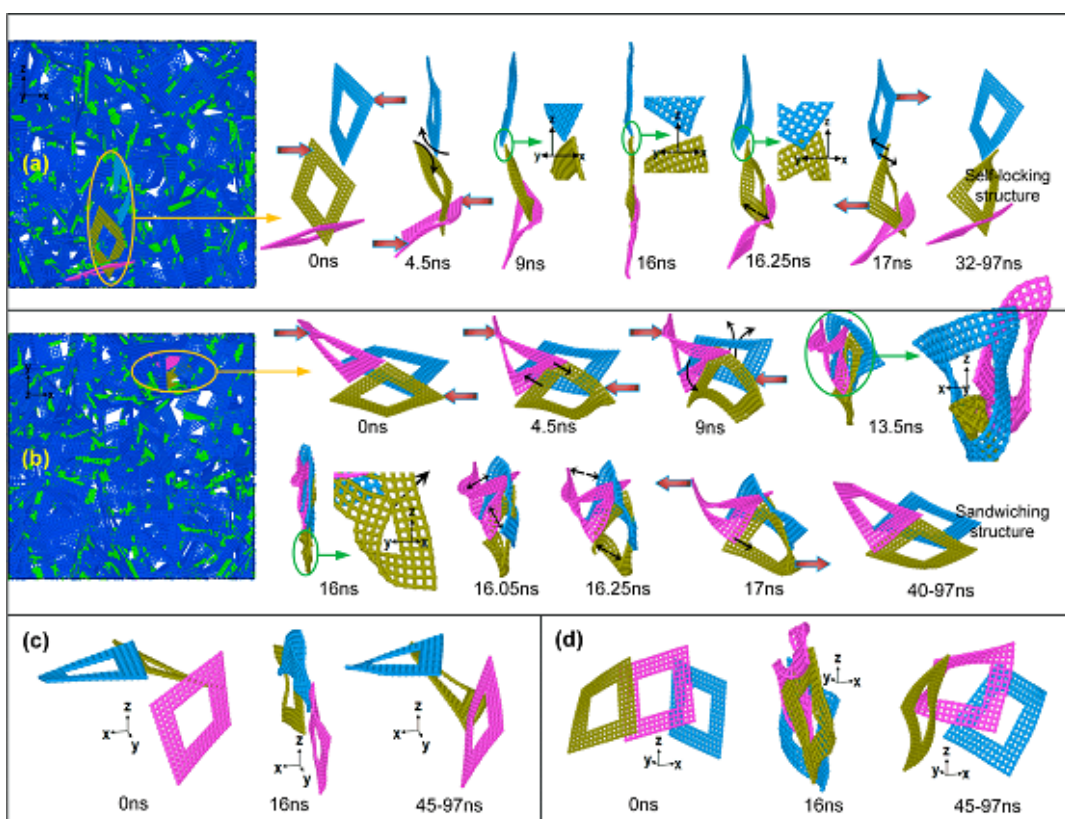


图2：超压缩与回复过程中，局部微结构动力学演化细节及其蕴含的介观机械互锁现象

---

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