

---

# 非晶固体硬球模型的弹性和塑性行为研究获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/3361.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！**

非晶固体硬球模型的弹性和塑性行为研究获进展。在晶体中，原子有序地排列而形成晶格。当受到较小的外力作用时，晶体产生可逆的弹性形变：外力去除后，晶体的应力和应变等宏观量以及微观原子排列都恢复到初始状态。只有当外力超过弹性极限的时候，晶体才会呈现不可逆的塑性形变。塑性形变发生时，原子位置发生重排。基于晶体的弹性行为，物理学家发展了声子模型等描述晶格动力学的理论。

和晶体不同，在非晶固体中，原子呈无序排列。非晶固体包括了大量日常生活中常见的物质：如玻璃、塑料、颗粒材料、泡沫、凝胶、胶体等。这类物质在外力作用下的反应是怎样的？基于晶体的弹性理论是否适用于非晶固体？

为理解这些问题，中国科学院理论物理研究所副研究员金瑜亮及其合作者用计算机模拟的方法研究了非晶固体硬球模型的弹性和塑性行为。研究结果已发表于Science Advances, Vol. 4, no. 12, eaat6387(2018)。其结果展示，传统弹性图像不适用于非晶固体。当非晶固体受到微扰时，只有应力和应变等宏观量是可逆的，原子的微观排列并不一定可逆。热力学极限下，只需要无穷小的功就可以使非晶固体从一种原子排列的无序构型转变为另一种无序构型。因此，这类非晶固体处于边际稳定状态。该研究揭示了非晶固体的边际稳定态和理论物理学家最近提出的Gardner相变有关。

此工作的研究者们进一步建立了一个统一地描述硬球非晶固体模型的弹性、塑性、屈服和阻塞等性质的相图(见下图)。根据该相图，非晶固体在体积应变和剪切应变下存在两种典型反应。在相图的稳定区(stable)，非晶固体具有和晶体类似的弹性。在相图的边际稳定区(marginal)，非晶固体不具有纯粹的弹性——在任意大小的微扰下，体系都不可避免地发生塑性形变。

该工作揭示了非晶固体和晶体的力学性质在微观机制上存在本质不同。物理学家有待于发展一套更普适的固体力学理论。同时，此研究成果也对开发新一代力学材料(如金属玻璃等)有一定启示作用。

论文合作者包括日本大阪大学教授Hajime Yoshino(吉野元)，法国巴黎Saclay大学研究员Pierfrancesco Urbani，以及法国巴黎高等师范学院教授Franceco Zamponi。

该研究得到中科院率先行动“百人计划”的资助。

文章链接

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