
引力全息对偶在颗粒物质中的应用研究获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/18616.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！

中国科学院理论物理研究所和上海交通大学合作发现，颗粒物质（如沙子）和一些黑洞模型，具有类似的非线性效应，而这两者之间的桥梁就是“引力全息对偶”。

1997年，物理学家Maldacena具体提出引力全息对偶（也称规范/引力对偶、AdS/CFT对应），这是现代物理中最深刻的理论进展之一。该对偶性可把难以解决的低维空间的物理问题映射到易处理的高维引力体系，反之亦然。这种不同维度空间的对应类似“全息投影”技术，因而得名。虽然最初来自超弦理论，全息方法目前已被广泛应用到量子色动力学、凝聚态物理和量子信息等领域的研究，并取得了重要成果，例如全息对偶从理论上得到的强耦合的夸克-胶子等离子体的粘滞系数与熵密度的比值与实验值十分接近。

本研究中，全息对偶思想被推广应用到一种无热、宏观的无序固体——颗粒材料。由于颗粒往往具有宏观尺寸，温度引起的热涨落和量子效应都可以忽略。另外，由于颗粒材料是一种典型的无序系统（即粒子分布不存在晶格结构），传统的晶体固体理论不再适用。目前，理解和描述颗粒物质物性（如复杂的力学响应）仍是理论上的挑战。

作为无序固体，颗粒材料能在一定程度上抵抗变形，并维持结构的完整性；而当形变超过其承受极限后，材料就会被破坏，这种现象称为屈服。此外，在某些情况下（如通过循环剪切使颗粒体系变得超稳定），剪切可以导致颗粒体系的硬化（剪切模量增加）——这是一种外力下的非线性响应。基于全息对偶的原理，研究从理论上预测了颗粒物质的非线性弹性、屈服和体系熵变化的内在关联。这些理论预测得到了计算机模拟结果的验证。该研究拓展了引力全息的应用范围，揭示了黑洞物理和非晶材料潜在的联系，并为探究复杂体系性质提供了新思路。

近日，相关研究成果发表在Science Advances

（DOI：10.1126/sciadv.abm8028）上。研究工作得到国家自然科学基金、中科院、上海市科技重大项目等的支持。该工作的主要模拟计算在理论物理研究所的高性能计算平台完成。

研究团队单位：理论物理研究所

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