
理论物理所等关于远离平衡态流体的研究获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/19043.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！

远离平衡态的系统展示出丰富有趣的现象。远离平衡态系统的研究涉及多个领域，从超冷气体到重离子碰撞，从湍流到凝聚态体系中的各种淬火动力学过程等。流体力学是多体体系在时间和空间尺度足够大时普适的有效描述，那么远离平衡态的流体存在某些普适性质？近日，中国科学院理论物理研究所和上海交通大学合作，发现这种普适性质可能是存在的。

研究发现，在平衡态附近的强耦合流体会展现出较多普适的性质，最著名的是剪切粘度和熵密度的比值会存在一个普适性的最小值，由光速、普朗克常数等一些基本常数给出，称为Kovtun-Son-Starinets (KSS) 下限。KSS下限最初由全息对偶计算得到。全息对偶来是引力全息性质的具体实现，可把难以处理的低维时空的物理问题映射到易处理的高维的引力系统，尤其是黑洞，反之亦然。近些年，全息对偶作为强有力的工具，得到了广泛应用。

研究考虑剪切形变将黑洞推至远离平衡态，通过数值模拟黑洞的实时动力学演化发现其对应的强耦合流体在远离平衡态时具备一些普适性质，这在某种程度上说明流体力学在超出一般的适用范围时仍具有“难以置信的有效性”。研究表明，即使存在外源驱动使强耦合流体远离了平衡态，它的粘度和熵密度的比值最终仍趋于一个常数。这一性质和剪切的形式是完全无关的，且与有无共形对称性无关。此外，当剪切率和特征能量标度相比较小时，末态的剪切粘度和熵密度的比值和平衡态附近的流体力学给出的结果一致，这说明存在一个远离平衡态的流体力学吸引子。而当剪切率足够大（与特征能量标度相比）的情况下，这个常数比近平衡态情况下给出的结果（KSS下限）要小一些，这展示出了新现象。上述成果揭示远离平衡态的强耦合流体行为中可能存在一种普适性的机制，这或对很多系统的动力学如夸克胶子等离子体和复杂流体等产生重要影响，这些理论预言也可能在未来的实验中被观察到。

相关研究成果发表在Physical Review Letters【129, 011602(2022)】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。

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](https://www.iikx.com)转发