
自旋流体力学的超导量子模拟

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/29495.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！

自旋流体力学的超导量子模拟。在经典物理中，流体的输运现象一般满足流体力学的扩散方程，它展现了时间演化后期流体密度的自相关函数随时间的幂级数规律。幂律衰减的速率，称为输运指数（符号记为 ν ），表征流体力学中扩散运动的一般特性。通过进一步研究，人们发现在微观量子系统的动力学中也会出现类似经典流体力学的现象，比如自旋量子系统在无穷温度下的自旋可观测量在数学上也满足类似的扩散方程，因此自旋自相关函数的长时间演化也会展现出扩散运动的幂律衰减。对于一个d维量子系统，正常扩散的输运指数 ν 在非可积系统中为d/2，而反常的超扩散和亚扩散的输运指数则分别大于和小于d/2。

中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心超导量子团队利用梯子型超导量子芯片模拟了自旋流体力学的扩散和亚扩散行为。他们使用的超导量子芯片是一个包含30个比特的梯子型样品，由上下两条耦合的链组成，每条链有15个比特（详见下图），此次实验中使用了最左边的24个比特。通过对共振相互作用的比特同时施加微波驱动，制备了多比特赝随机态，并结合一种特殊设计的量子线路测量了无穷温自旋自相关函数来表征自旋输运的动力学特性。更进一步，通过对每个比特on-site势能施加无序，本工作观测到了自旋自相关函数衰减变慢的现象，随着无序强度的增加，系统逐渐进入反常亚扩散区域，输运指数逐渐偏离1/2。值得注意的是，此前对多体局域化的实验研究主要集中在不平衡度的动力学。与无序诱导的亚扩散格里菲斯区域的不平衡度幂律衰减不同的是，对于线性势系统中的斯塔克多体局域化，没有实验证据支持不平衡度的幂律衰。通过测量无穷温自旋关联函数，本工作为斯塔克线性势系统中由希尔伯特空间碎片化引起的亚扩散行为提供了坚实的实验证据。

本工作受到国家自然科学基金项目、国家量子科技2030项目、北京市自然科学基金项目和中国科学院相关项目的资助。物理所研究生时运豪（现物理所博士后）、孙政杭（现德国奥格斯堡大学博士后）、王永逸（现日本理化所博士后）为该研究的共同第一作者，物理所范桁研究员、许凯副研究员、相忠诚副主任工程师和北京量子信息科学研究院黄凯旋助理研究员为共同通讯作者。相关成果以基于超导量子模拟器的自旋流体力学探测（Probing spin hydrodynamics on a superconducting quantum simulator）为题，于2024年8月31日发表在Nat. Commun. 15, 7573 (2024)。（来源：中国科学院物理研究所）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41467-024-52082-2>

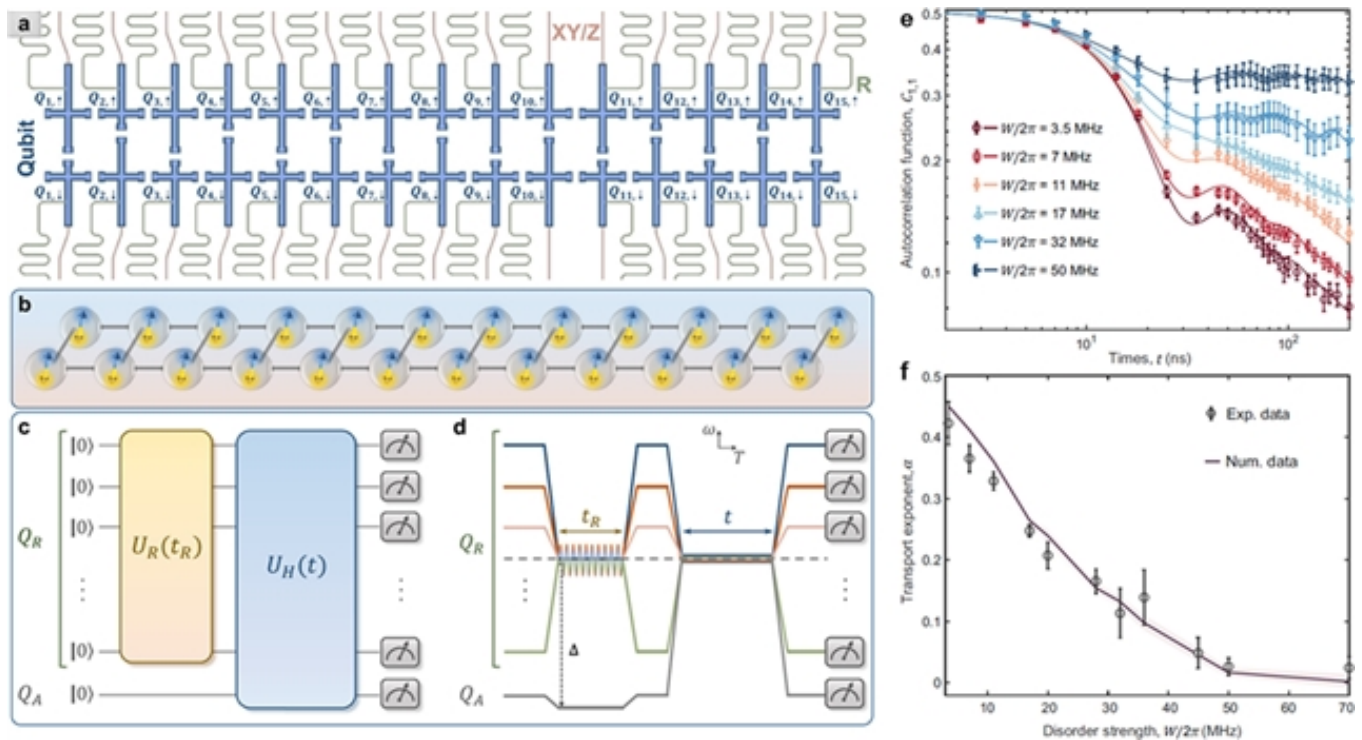


图: 梯子型超导量子模拟器和实验脉冲序列示意图。(a) 包含30个比特的梯子样品。(b) 用于模拟的24个自旋在梯子上耦合的示意图。(c) 测量无限温自相关函数的量子线路图。(d) 对应的实验脉冲序列。(e)不同无序强度下自相关函数的时间演化。(f)输运指数和无序强度的关系。

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性；如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“来源”，并自负版权等法律责任；作者如果不希望被转载或者联系转载稿费事宜，请与我们联系。
作者：范桁等 来源：《自然—通讯》

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