科研人员通过“庄子”号观测到量子泵浦中拓扑与无序的相互影响

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/32184.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！

科研人员通过“庄子”号观测到量子泵浦中拓扑与无序的相互影响。

泵浦是周期性改变状态来输运物质的机械设备。1983年，英国物理学家David J. Thouless提出量子泵浦概念。随后，他提出的量子泵浦现象被称为Thouless泵浦。近年来，由于Thouless泵浦与整数量子霍尔效应具有相同的拓扑性质，引起了实验和理论物理学家的关注。即使在引入无序情况下，Thouless泵浦会受到拓扑保护，具有一定的鲁棒性。近期，拓扑安德森绝缘体被提出。该物相给出反直觉的物理，即无序也可以将拓扑平庸系统诱导为拓扑非平庸系统。因此，无序是否同样能够诱导拓扑泵浦这一问题便出现了。

前期，中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心研究员范桁、副研究员许凯、研究员郑东宁、副主任工程师相忠诚等，在超导量子芯片制备、超导量子计算和量子模拟领域取得系列进展。近期，该团队自主设计并制备了“庄子”号一维43比特量子芯片，并利用此芯片实现展示了霍夫施塔特蝴蝶能谱。科研人员在“庄子”号上构建了固态量子系统中的Thouless泵浦，探讨了Thouless泵浦中拓扑与无序的竞争和相互影响。

该研究运用弗洛凯周期调控技术构建了Rice-Mele模型，通过绝热调制模型参数观测到不同参数调控轨迹下的Thouless泵浦过程。研究验证了单位调控周期粒子的输运位移取决于参数调控轨迹的拓扑数。进一步，研究通过引入格点势能无序观测到输运鲁棒性。研究还通过调制拓扑平庸双圈参数调控轨迹，观测到格点势能无序诱导的量子泵浦过程。同时，实验观测到Thouless泵浦在引入相互作用无序情况下的鲁棒性。特别是，通过调控拓扑平庸的不包含原点的单圈参数调控轨迹，实验观测到准周期相互作用无序诱导的拓扑泵浦。这一成果可看作是拓扑安德森绝缘体的动力学版本，亦是实验上的首次观测。

相关研究成果以*Interplay between disorder and topology in Thouless pumping on a superconducting quantum processor*为题，发表在《自然-通讯》（*Nature Communications*）上。研究工作得到国家自然科学基金委员会、科学技术部、中国科学院等的支持。

a、“庄子”号一维43比特量子处理器；b、弗洛凯周期调控技术构建Rice-Mele模型示意图；c、不同参数调控轨迹对应的不同Thouless泵浦过程；d、格点势能无序下Thouless泵浦的鲁棒性；e、格点势能无序诱导的量子泵浦；f、相互作用无序下Thouless泵浦的鲁棒性；g、准周期相互作用无序诱导的量子泵浦

研究团队单位：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转发