
科学家为定向移动波调控提供新手段

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/18057.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！

科学家为定向移动波调控提供新手段。上海交通大学物理与天文学院教授叶芳伟课题组的一项最新研究，将Thouless泵浦推进到非线性范畴，并发现了分数阶Thouless泵浦现象。相关研究近日发表于《物理评论快报》。

在一些特定的周期系统里，波包在横向跨越晶格时，其跨越的方向和位移仅决定于系统的某种全局特性——拓扑性——而与其所处系统的局部细节无关。该现象最早由物理学家David Thouless在1983年发现，后被称为Thouless泵浦，又名量子输运。

Thouless泵浦在很多物理系统中都得到了验证。由于很多物理系统具有非线性物理响应，一个很自然的问题是：非线性如何影响Thouless泵浦？

该课题组以自聚焦非线性响应为例，研究了非线性作用下，波包在拓扑系统中的演化行为。他们发现，当波包振幅慢慢增加时，由于非线性效应，波包会形成孤子态，但其质心的位移依然和纯线性时的情形一致。有趣的事情在当波包的振幅继续增加时出现：波包的移动方向忽然发生了反转，移动距离也发生了明显的跃变！

在这个阶段，非线性不仅起到了局域波包、形成孤子的作用，还耦合了各个能带，将前三个能带均匀地激发了出来。叶芳伟说，因此，波包的传输由这三个激发带的平均拓扑陈数决定。即，Thouless泵浦在较强非线性作用下，由于耦合了多个拓扑能带，出现了分数阶泵浦现象。

进一步研究发现，波包的移动最终归于冻结。这是因为更多的能带在非线性作用下参与进来。有趣的是，尽管此时的孤子没有宏观上的定向移动，但出现了原地不断抖动的现象，反映了相关拓扑能带之间的耦合和竞争。

发现非线性Thouless泵浦意味着，通过调节波包的振幅这一参数，就可以控制孤子波的移动方向和移动距离。叶芳伟补充说，这一研究从理论上将孤子的动力学行为和系统拓扑性联系起来，也为各类波（物质波、光波、声波等）定向移动的控制提供了一种新的调控手段。（来源：中国科学报 张双虎 黄辛）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.128.154101>

作者：叶芳伟等 来源：《物理评论快报》

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