合成频率维度中的高维能带测量

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/24285.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！

合成频率维度中的高维能带测量。 合成维度

维度是物理学的基本概念，很多独特的物理现象只存在于高维系统中。为了研究这些高维系统，研究者提出了光学合成维度的概念：将光子的内秉自由度作为额外的维度。这些内秉自由度可以是频率、空间模式、轨道角动量等。它们在物理上等效于我们熟知的空间维度。因此，我们可以引入这些额外的合成维度，使用更简单的实验平台，探索高维系统中的物理现象。

能带测量

在高维系统的能带结构当中，蕴含着丰富的物理信息。通过能带测量，我们可以预测、调控系统的物理特性。然而，在合成频率维度的研究当中，现有的能带测量方法都有其局限性。研究者只能测量一维系统的能带结构，或者对高维能带结构进行一维采样。这不利于解读高维能带结构中的完整信息。

近日，斯坦福大学Shanhui Fan教授团队提出了一种新的方法，能够在光学合成频率维度中实现完整的高维能带测量。这一发现有助于深化对高维系统中独特物理现象的理解，同时有望在光学器件设计、量子信息处理等领域中取得应用。

相关成果以Multi-dimensional band structure spectroscopy in the synthetic frequency dimension为题发表于Light: Science Applications。Dali Cheng为论文的第一作者，Shanhui Fan教授为论文的通讯作者。

团队使用的实验平台是一个动态调制的光学谐振环，如图1所示。如果调制信号中包含多个频率，谐振环中的频率模式可以形成高维晶格。谐振环由波长可调的激光器激发。通过改变激光波长、分析谐振环的透射谱，研究者可以获取晶格的能量。团队提出通过调节调制信号中不同频率的相对相位，可以测量晶格完整的高维能带结构。这是该方法的主要创新点。

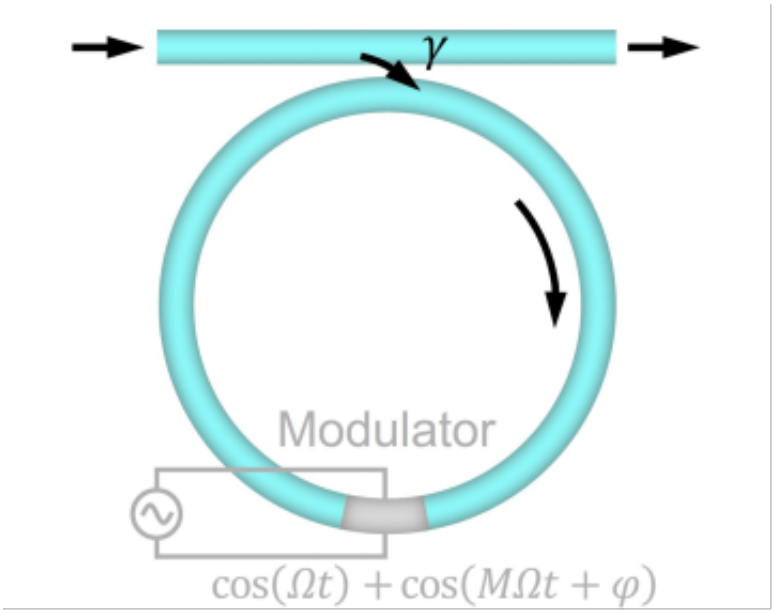


图1：高维能带测量的实验平台。激光从左侧输入，右侧输出的透射谱用于提取能带结构。

团队使用这一新方法测量了一个非厄米系统的二维能带结构，如图2所示。该系统的能带结构中蕴含了非平凡的拓扑性质，这些性质与非厄米趋肤效应有关。非厄米趋肤效应是一种新奇的物理现象，是指在非厄米系统中，能量本征态可以不是周期布洛赫波的模式，而是局域在系统的边界上。这些测量结果加深了我们对非厄米系统的理解。

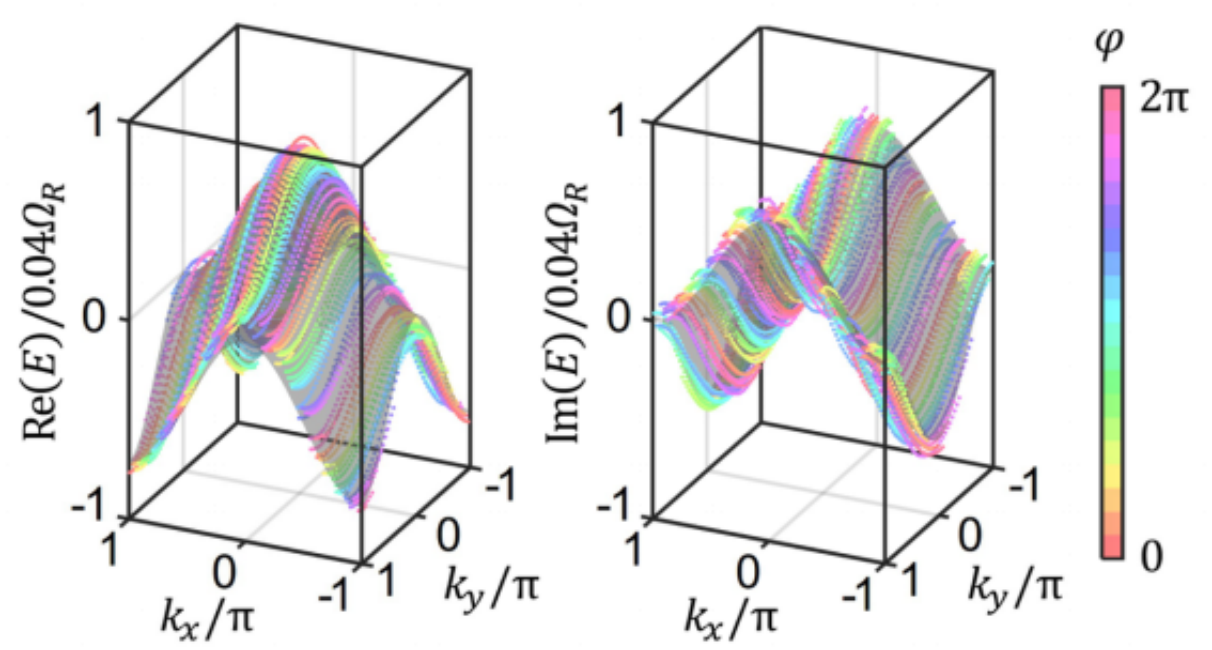


图2：非厄米能带结构的测量结果。左侧为能量实部，右侧为能量虚部。实验（彩色数据点）与理论（灰色曲面）结果一致。

前景展望

在物理学和光学工程研究中，高维能带测量是一项重要工具，同时具有基础研究价值和实际应用意义。今后，团队希望将这项工具应用于更复杂的晶格系统，加深我们对高维系统中物理规律的理解。同时，这一工具有望在光学器件设计、量子信息处理等领域中大展拳脚。（来源：中国光学）

相关论文信息：https://doi.org/10.1038/s41377-023-01196-1

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等事宜，请与我们接洽。
作者：Shanhui Fan 来源：《光：科学与应用》

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