

物理所观测到呼吸笼目半导体中的拓扑平带

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/18579.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！

晶格结构、拓扑和磁性之间的相互作用会赋予材料丰富的物性，一个典型的案例是二维笼目（kagome）晶格。若采取简单的紧束缚模型计算，只考虑最近邻格点间的电子跳跃，可得到其特征性的能带结构——狄拉克锥与拓扑平带并存。该平带起源于kagome晶格中近邻格点间电子跃迁波函数的相位相消，并且受镜面对称性的保护。由于平带中存在大量能量简并的电子，因此电子关联效应非常强，可诱导出多种奇特的物态，如关联绝缘态、超导、分数量子霍尔效应等。近年来，人们利用角分辨光电子能谱（ARPES）技术，在一系列kagome金属中观测到了拓扑平带和狄拉克电子态，例如 Fe_3Sn_2 、 FeSn 、 CoSn 、 YMn_6Sn_6 。然而，这些材料均为金属，费米能级附近不存在能隙，因此无法应用于逻辑和光电器件。另一方面，真正意义的kagome晶格为单层材料，而此前发现的kagome材料均为体材料，其层间作用较强，难以通过剥离方式获得单层或少层。分子束外延法的生长条件较为苛刻，比如仅适用于特定的衬底、单畴的面积较小（通常只有几十纳米）等。因此，实现具有大能隙并且可剥离的kagome材料具有重要的理论和实用价值。

近日，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人员首次实现了具有半导体特性、可剥离到单层的kagome材料 Nb_3Cl_8 ，并且利用ARPES观测到了拓扑平带。

Nb_3Cl_8 中的Nb原子形成的是呼吸笼目（breathing kagome）晶格，相较于传统的kagome晶格，这种晶格不具有空间反演对称性，打开了狄拉克锥的能隙，形成半导体性的基态。另一方面，呼吸笼目晶格仍然保留镜面对称性，受它的保护拓扑平带仍然存在（图1）。通过改变光子能量和偏振依赖的ARPES测量，研究人员观测到一条跨越整个布里渊区的平带（图2），与计算结果吻合。进一步的理论计算表明该能带具有拓扑性。

由于 Nb_3Cl_8

单晶层间相互作用很弱，可以很容易地被剥离至少层和单层（图3）。实验通过差分透射谱的测量，证实了该材料具有约1.1

eV的

光学带隙

，且单层样品在空

气中非常稳定（图3）。此外，第一性

原理计算表明，单层 Nb_3Cl_8

具有铁磁性和高阶拓扑性。这些奇特的物性有待进一步的理论和实验研究。

相关成果以Observation of topological flat bands in the kagome semiconductor Nb_3Cl_8 为题发表在Nano Letters

上。该工作得到了国家自然科学基金委、科学技术部、北京市自然科学基金、中科院国际合作项

目以及中科院战略性先导科技专项等项目的资助。

[论文链接](#)

图1 传统kagome晶格和breathing kagome晶格的结构模型和电子结构

图2Nb₃Cl₈的ARPES测量结果

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/>

本文版权归作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发