中国科大等在准二维kagome晶格新奇电子特性研究中取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/1788.html

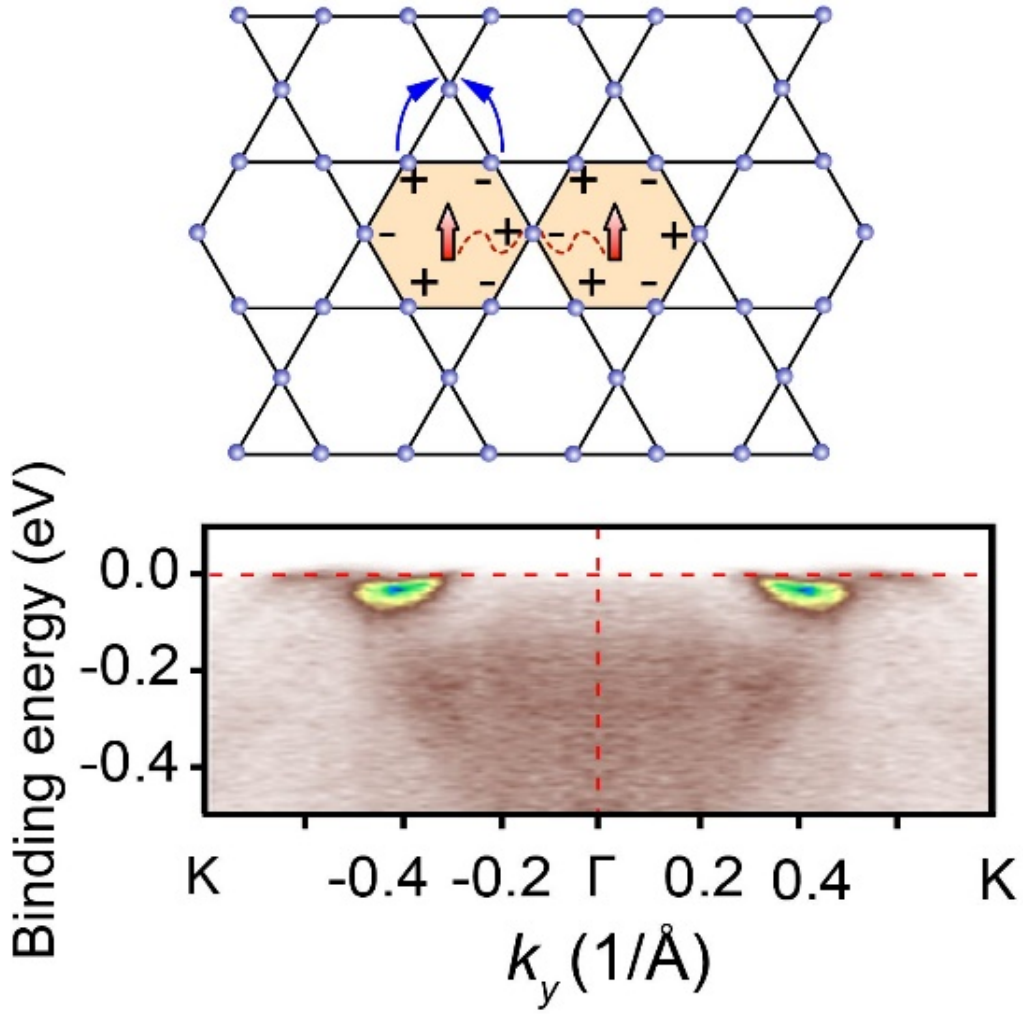
本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

根据固体电子能带理论，通过设计固体中原子的排列可以调控电子的行为，进而实现各种非平庸的能带结构。一个广受关注的例子是通过构造蜂巢晶格可以实现具有线性色散关系的狄拉克能带。而与狄拉克能带形成鲜明对照的是平带，即高简并无色散的电子态。狄拉克能带中电子没有质量，而平带中的电子具有很重的质量。在理想平带中，电子动能淬灭，电子间的库仑相互作用占主导地位。由于其特殊性，理论预言平带可能导致各种激动人心的物理效应，包括铁磁性、高温分数量子霍尔效应、Wigner晶体、玻色-爱因斯坦凝聚以及高温超导等。原则上平带可以通过构造一些特殊晶格使电子布洛赫波局域相消干涉来实现。然而迄今为止，对实际材料平带的实验验证及平带物理效应的展示仍然是一个巨大的挑战。

曾长淦团队与来自韩国汉阳大学的访问学者Jun-Hyung Cho教授、国家同步辐射实验室教授孙喆等合作，结合扫描隧道显微术、角分辨光电子能谱、第一性原理计算等手段，证实准二维kagome化合物Fe3Sn2确实存在平带电子结构。kagome晶格由交错排列的三角形组成，而每个顶点连接了两个相邻六角形(如图所示)。该研究团队对Fe3Sn2的研究表明，在Fe原子所形成的kagome晶格中，电子布洛赫波函数的相消干涉能够有效地将电子束缚在kagome晶格的六角形中，从而导致几近无色散的平带。

另一方面，该研究团队进一步证实了Fe3Sn2具有高温铁磁序，并归因于电子关联和kagome晶格的协同作用：kagome平带导致的高态密度以及较大的在位库仑能使得铁磁序的Stoner判据得以满足。从实空间看，电子间较强的在位库伦相互作用使得束缚在六角形中的电子发生自旋极化，而六角形分子内交换作用产生的局域极化自旋磁矩通过共享Fe原子的六角形网格耦合起来，从而导致长程铁磁序。

该研究不仅在实验上第一次展示了实际kagome晶格确实可以存在平带电子结构，而且为探索晶格驱动的长程铁磁序提供了新思路。未来对平带电子结构的进一步调控，比如调节费米面位置，将有可能实现其它在拓扑量子计算方面有应用前景的新奇量子态。这一研究成果发表在[Phys. Rev. Lett.121, 096401 (2018)]，曾长淦和Jun-Hyung Cho为共同通讯作者。上述研究工作得到国家自然科学基金委、科技部、教育部以及量子信息与量子科技前沿协同创新中心的资助。



kagome晶格上电子态相消干涉导致局域化和自旋耦合导致铁磁性的示意图(上图);角分辨光电子能谱实验观测下的平带(下图)

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