
准一维晶格中的平带和关联电子态

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/32397.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！

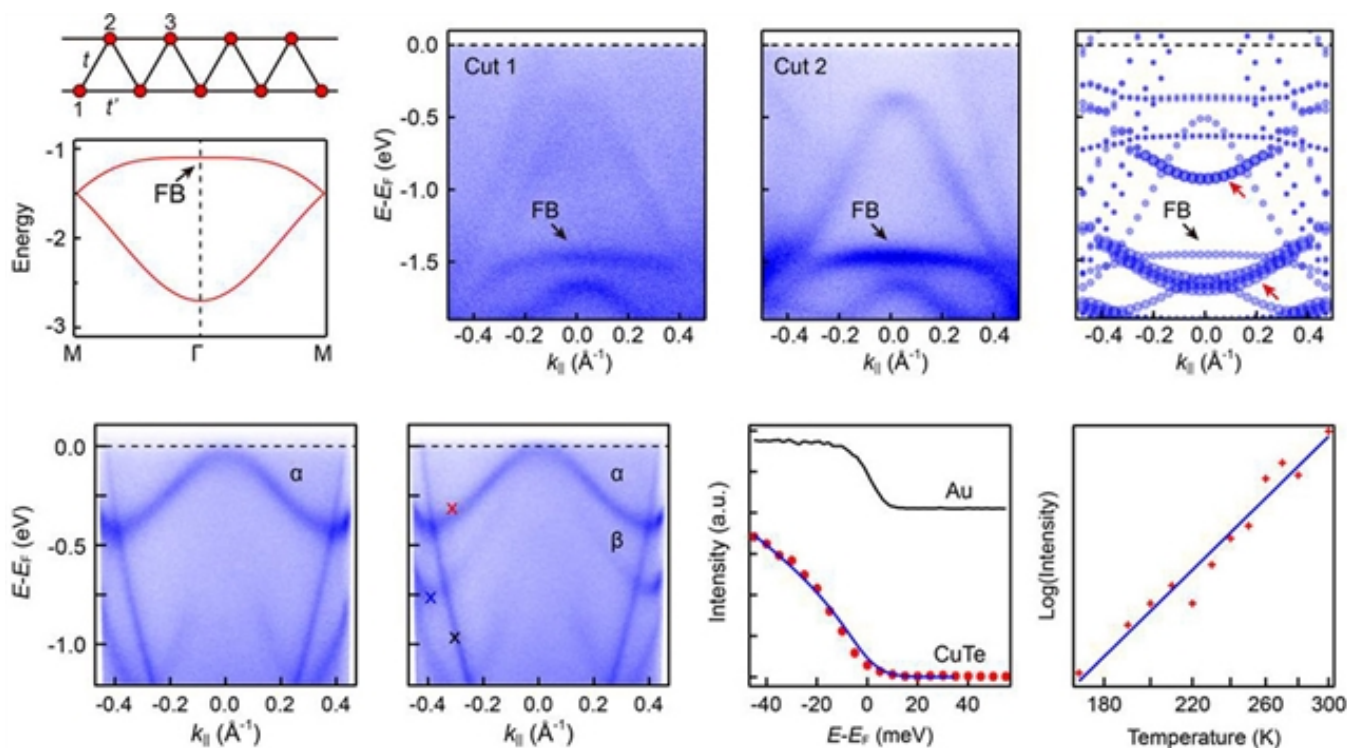
准一维晶格中的平带和关联电子态。平带材料由于电子的能量不随动量变化而备受关注，这种特殊的色散关系导致了高度简并的态密度和电子动能的淬灭。这些独特的电子结构引发了一系列由电子关联效应驱动的物理现象，例如高温超导、分数量子霍尔效应和维格纳晶格等。迄今为止，仅有少数二维体系被证实具有平带，包括笼目晶格和莫尔体系。由于器件小型化的趋势，一维材料（如碳纳米管和石墨烯纳米带）在近几十年中引起了广泛关注。然而，一维材料中是否存在结构阻挫导致的拓扑平带仍然是个未解之谜。尽管理论上构筑了几种可能的模型，但实际材料的预测和合成仍然具有挑战性。此外，即使没有平带，一维材料本身的电子的库仑相互作用较强，可能存在丰富的关联电子行为，如Tomonaga-Luttinger液体行为、电荷和自旋密度波、Peierls不稳定性、分数量子霍尔效应以及自旋-电荷分离现象。因此，在一维材料中加入平带可以进一步增强关联效应，可能引发更奇异的性质。因此，具有平带的一维材料可以为研究电子关联效应、晶格对称性和量子限域效应之间的相互作用提供理想的平台。

中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心表面国家重点实验室SF09组的冯宝杰、吴克辉和陈岚研究员长期从事低维拓扑材料的制备和物性调控，近几年发现了多种具有晶格阻挫效应的平带材料，比如呼吸笼目晶格Nb₃Cl₈ [Nano Lett. 22, 695 (2022)]、二维棋盘晶格Cu₂N [Nano Lett. 23, 5610 (2023)]、Coloring-Triangle晶格Cr₈Se₁₂ [Nat. Commun. 22, 695 (2022)]以及由磷原子构筑的Lieb晶格 [Adv. Mater. 37, 2411182 (2024)]等。

最近，他们指导博士生高纪松，与SF10组孟胜研究员指导的博士生曹海军、日本广岛大学岛田贤也教授等合作，首次发现了具有拓扑平带的准一维材料，并且在其中观测到了强关联效应导致的Tomonaga-Luttinger液体行为和自旋电荷分离现象。他们利用分子束外延技术在Cu(111)表面生长了高度有序的一维CuTe链，并通过角分辨光电子能谱、扫描隧道显微镜、第一性原理计算和紧束缚模型分析等手段，证实了CuTe链中存在一维平带。该平带的存在源于Cu原子形成的锯齿晶格结构，其电子态主要来源于Cu的原子轨道。此外，他们在250K左右处观察到了一个温度驱动的奇特相变。通过详细的变温ARPES测量，他们发现该相变是可逆的，并且在低温下伴随着自旋-电荷分离效应，同时满足Tomonaga-Luttinger理论描述的幂律行为。

该研究首次在一维材料中实现了平带，并揭示了温度驱动的关联电子相变现象，为研究强关联电子行为、自旋-电荷分离以及拓扑性质提供了新的实验平台。相关研究成果以Flat Bands and Temperature-Driven Phase Transition in Quasi-One-Dimensional Zigzag Chains为题，发表在近期的Physical Review Letters上。该研究工作受到了国家重点研发计划、国家自然科学基金、北京市自然科学基金、中国科学院青年团队等项目的支持。（来源：中国科学院物理研究所）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.134.086202>



图：一维CuTe链中的拓扑平带、Tomonaga-Luttinger液体行为和自旋电荷分离现象。

作者：冯宝杰等 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](https://www.iikx.com)转发