转角双层二碲化钼中多种关联与拓扑量子物态演化规律

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/43043.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！

转角双层二碲化钼中多种关联与拓扑量子
物态演化规律

。上海交通大学教授李听昕课题组、副教授刘晓雪课题组，联合香港科技大学助理教授雷世明课题组、复旦大学教授张远波课题组，系统揭示了转角双层二碲化钼（MoTe2）中多种关联与拓扑量子物态随层间转角变化的演化规律，在同一材料平台中建立了分数拓扑态、对称性破缺态、磁性与超导态之间的联系，为理解半导体莫尔平带中丰富的演生量子物态的形成机理及其相互竞争关系提供了重要实验依据。11月4日，相关研究成果发表于《自然》。

将两层原子级厚度的二维范德华材料以一定角度堆叠，可以形成周期远大于原子晶格常数的莫尔超晶格。通过调节层间转角，研究者能够有效调控莫尔超晶格的电子能带结构及电子关联效应，使其成为探索和研究演生量子物态的理想平台。近年来，莫尔体系中相继涌现出关联绝缘态、超导态和量子反常霍尔态等一系列新奇量子现象，其中分数量子反常霍尔效应的实验实现是最具代表性的突破之一。

研究团队基于15个高质量转角双层MoTe2器件开展了系统的低温精密电学输运测量，覆盖3.79°至5.76°的转角范围，并通过栅极调控载流子浓度和垂直位移电场，揭示了该体系不同转角下的量子相图。随着转角增大，体系从以自发能谷极化和分数拓扑态为主要特征的区域，逐步演化为能谷极化受到抑制、支持关联绝缘态和超导态的区域，呈现出清晰的转角调控规律。

在较小转角下，研究团队观察到莫尔空穴填充因子ν h=2/3、3/5和4/7处的分数量子反常霍尔态；在半填充ν h=1/2附近，输运上表现出符合反常复合费米子液体的特征。随着转角增大，分数量子反常霍尔态和反常复合费米子液体逐渐受到抑制，并逐渐演化为ν h=1/2附近的对称性破缺陈绝缘体。它们的反常霍尔响应呈整数量子化，是与分数量子反常霍尔态不同的关联拓扑态。这一结果揭示了半填充陈能带中不同关联拓扑物态之间的竞争及其随转角变化的演化规律，并提示能带量子几何在不同关联基态的选择与稳定性中发挥重要作用。

在每个莫尔晶胞对应一个空穴填充的ν h=1处，研究团队进一步揭示了整数量子反常霍尔态向拓扑平庸关联绝缘态的演化。在较小转角下，体系在零位移电场附近形成稳健的整数量子反常霍尔绝缘态；转角增大后，该态需要有限位移电场才能稳定，并伴随铁磁转变温度降低。当转角超过约5°时，整数量子反常霍尔态和自发能谷极化导致的铁磁性受到抑制，但由电子关联效应导致的拓扑平庸绝缘态仍然存在。在转角约5.6°以上的器件中，研究团队在ν h=1关联绝缘态附近观察到超导电性。转角MoTe2中存在两类具有不同形成机理的超导电性，为进一步理解莫尔体系的

超导配对机制及其与磁性、拓扑和电子关联之间的关系提供了新的实验线索。（来源：中国科学报 江庆龄）

相关论文信息：https://doi.org/10.1038/s41586-026-11274-0

作者：李听昕等 来源：《自然》

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