物理所实现过渡金属硫属化合物的拓扑表面态及其朗道量子化的调控

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/23136.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！

物理所实现过渡金属硫属
化合物的拓扑表面态及其朗道量子化的调控。
调控电子的多种量子自由度，例如自旋、谷、轨道、旋度等是构筑新型功能器件的物理基础。拥有自旋轨道锁定拓扑表面态的拓扑量子材料是一个研究调控拓扑保护量子态多自由度的理想材料体系。二维的拓扑表面态在强磁场下将会发生朗道量子化现象，利用朗道能级谱学，可以精细测量拓扑表面态量子自由度的变化，从而进一步调控量子自由度。近年来，研究人员发现，过渡金属硫属化合物(TMDs)是一个含有丰富拓扑物性的体系。例如，TMDs材料NiTe2和PdTe2具有双拓扑性质，它们既有一个第二类狄拉克锥，又有拓扑表面态。因此TMDs提供了一个调控拓扑保护量子态自由度的理想平台。然而，基于TMDs的多量子自由度的调控，尚未实现。

中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心高鸿钧研究团队长期致力于探索新型低维层状材料的原子级精准构筑与新奇量子态的调控。团队研究人员利用极低温强磁场扫描隧道显微镜，在三分之一氢化石墨烯精准构筑、石墨烯“ 折纸术 ”、磁性外尔半金属自旋轨道极化子、“ 笼目 ”超导体配对密度波等研究方向上取得了重要进展。

近日，该研究团队研究了TMD拓扑半金属材料NiTe2在应力调控下的多重朗道量子化现象。研究人员生长了高质量的NiTe2单晶，利用极低温强磁场扫描隧道显微镜/谱对NiTe2单晶表面进行了系统研究。他们发现，强磁场下在没有应力的表面区域，NiTe2的自旋极化拓扑表面态发生朗道量子化，产生一套清晰的朗道能级(图1)。在有应力的区域，他们观测到朗道能级发生劈裂，出现多套朗道能级。通过分析发现，在单轴应(uniaxial strain)的NiTe2表面区域，存在两套朗道能级(图2);更进一步，他们发现在剪切应力(shear strain)的NiTe2表面区域，存在三套朗道能级(图3)。朗道能级的劈裂预示着NiTe2拓扑表面态的谷自由度受表面应力的调控。为了进一步探究应力调控拓扑表面态谷自由度的原理，研究人员进行了第一性原理计算。结果表明，NiTe2单晶中应力破坏了晶格旋转对称性，导致拓扑表面态的谷简并被打破。拓扑表面态的谷分支不再简并，从而朗道量子化衍生出多套朗道能级(图4)。其中，单轴应力将会部分打破NiTe2晶格的三重对称性，导致拓扑表面态谷简并被部分打破，产生两套能级。剪切应力则将完全打破三重对称性，导致拓扑表面态谷简并被完全打破，产生三套朗道能级。

该工作在实验上首次观测到TMDs材料应力调控的拓扑表面态谷极化及其多套朗道量子化。有望在谷电子学、旋度极化器件和约瑟夫森二极管效应器件领域发挥重要作用。应力调控多自由度的方式可以拓展到其他拥有类似丰富拓扑物性的TMDs材料，实现新奇量子态的调控。相关成果以Tuning multiple Landau Quantization in Transition-Metal Dichalcogenide with

Strain为题发表在《纳米快报》(Nano Letters)上。研究工作得到国家自然科学基金、科学技术部和中国科学院的支持。
论文链接

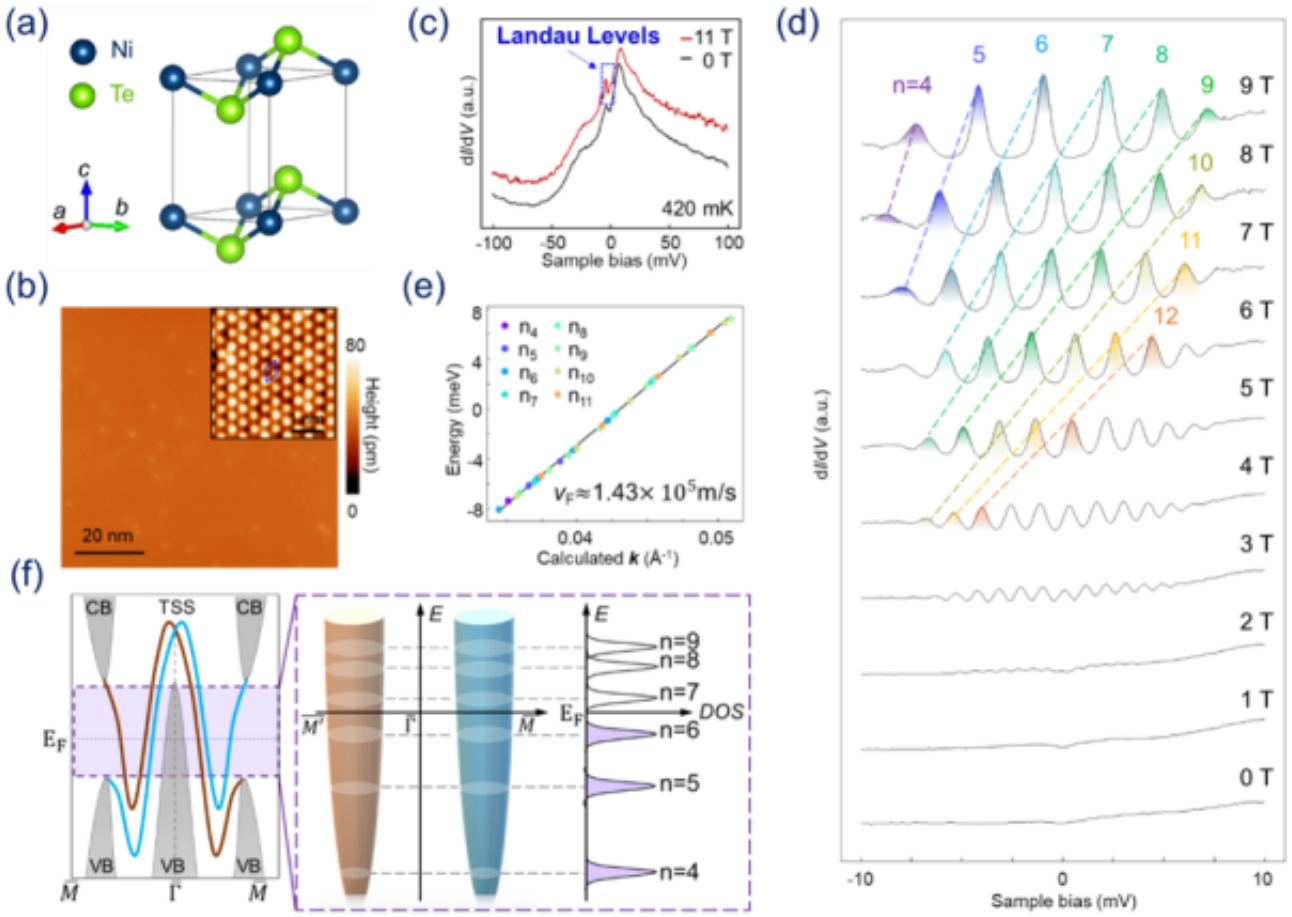


图1 磁场条件下NiTe2单晶无应力表面区域拓扑表面态的朗道量子化

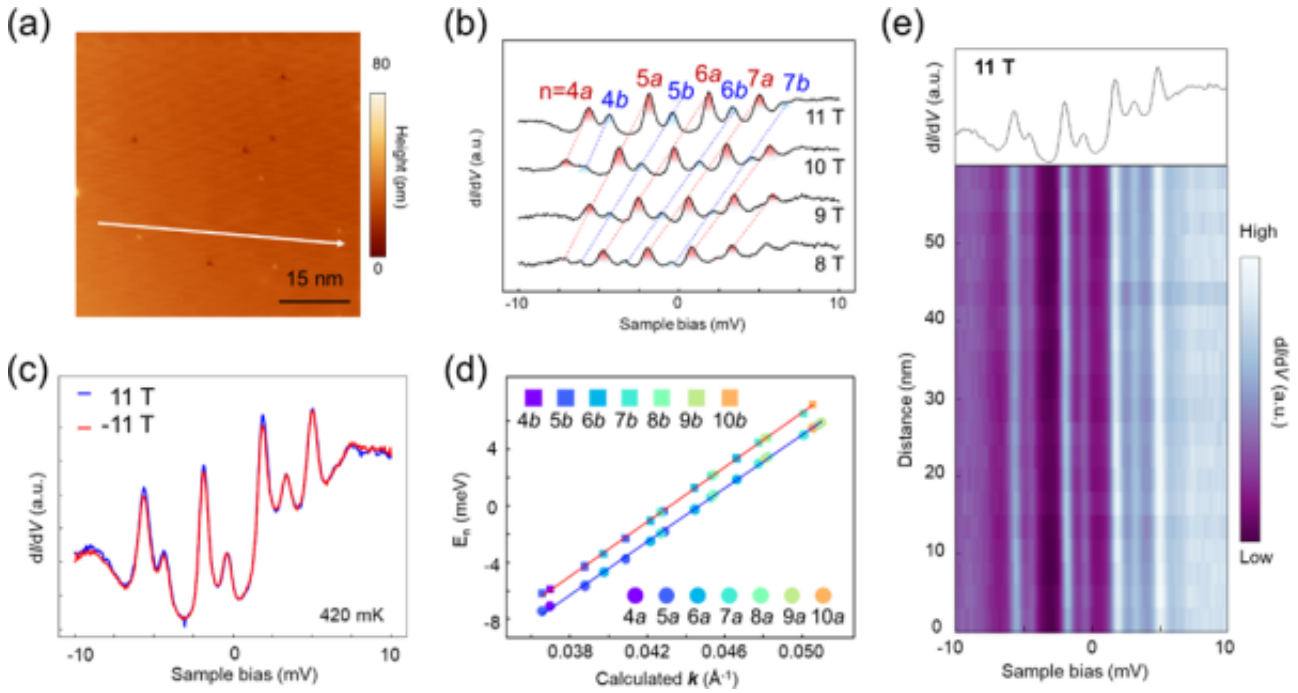


图2 NiTe2单晶单轴应力表面区域观测到两套朗道能级

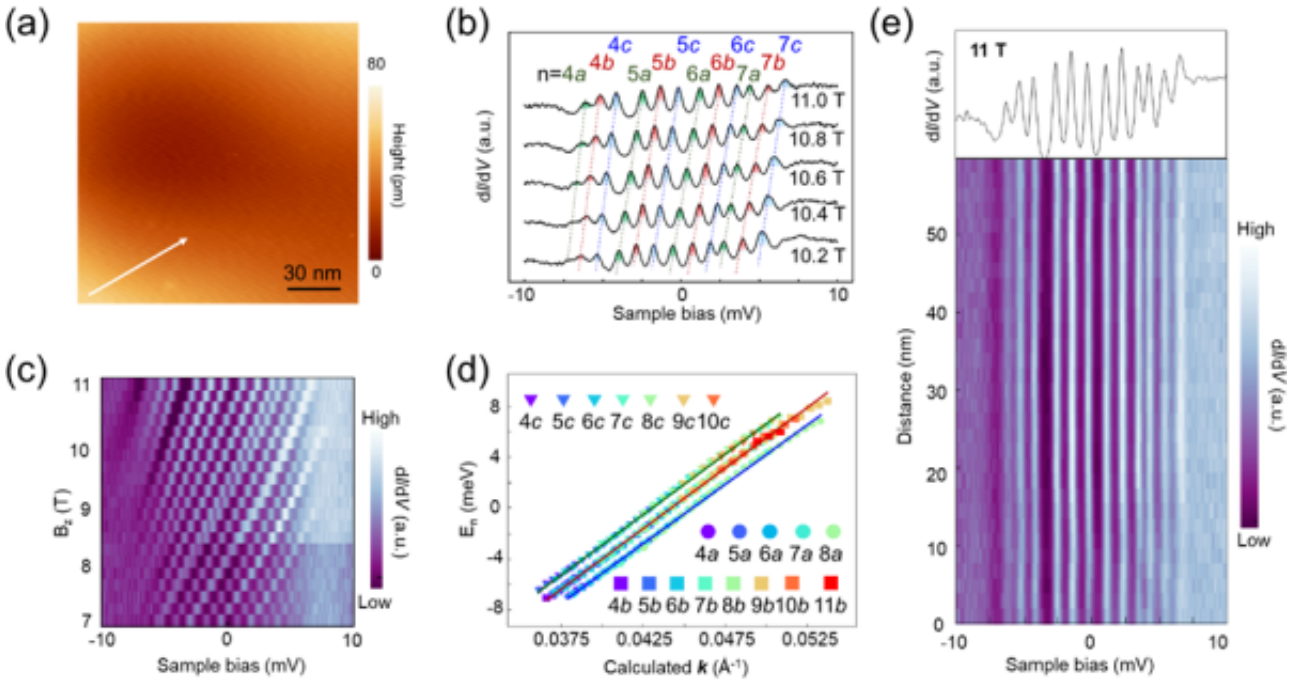


图3 NiTe2单晶剪切应力表面区域观测到三套朗道能级

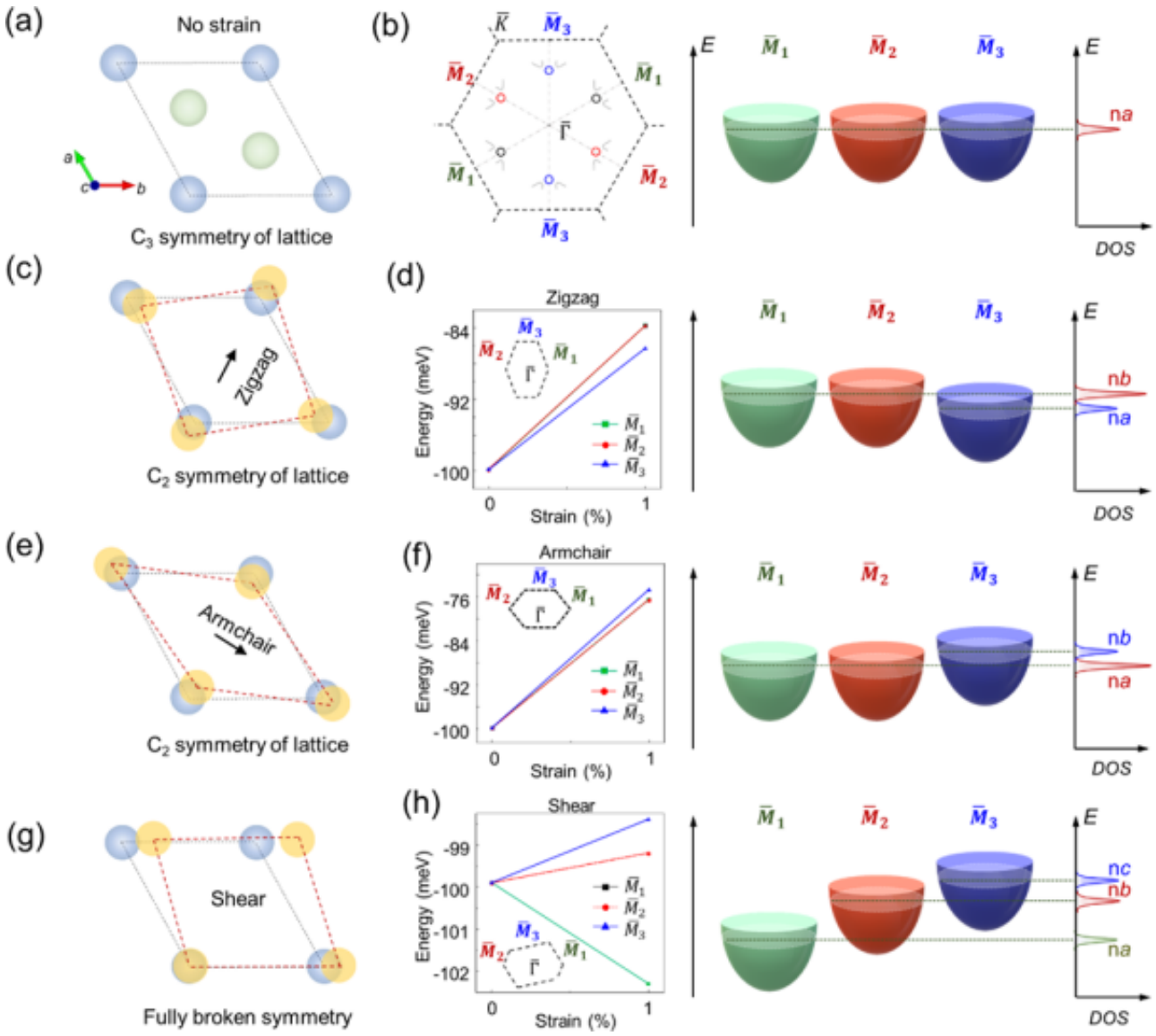


图4 应力调控的拓扑表面态谷极化导致出现多套朗道能级

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/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发