
中国科大在笼目超导体的竞争电子序研究中取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/20999.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！

中国科大在笼目超导体的竞争电子序研究中取得进展

中国科学院院士、中国科学技术大学合肥微尺度物质科学国家研究中心、物理学院、中科院强耦合量子材料物理重点实验室教授陈仙辉团队教授吴涛等，在笼目超导体（kagome superconductor）的竞争电子序研究中取得重要进展。利用高压下的核磁共振技术，科研团队在笼目超导体CsV₃Sb₅中观察到一种由压力诱导的电荷有序态，并发现该电荷有序态与超导态之间存在强烈的相互竞争。这一发现为探究笼目超导体中复杂的演生物理现象提供了重要的实验依据，并为进一步在笼目超导体中探索新奇超导态提供了新方向。11月24日，相关研究成果以Emergent charge order in pressurized kagome superconductor CsV₃Sb₅为题，发表在《自然》（Nature）上。

在以往的非常规超导体研究中，科学家发现超导态与竞争电子态之间总是存在错综复杂的竞争现象，且超导态可与竞争电子态相互交织，进一步形成新奇的超导态，例如高温铜氧化物超导体中的配对密度波态。探索超导态与竞争电子态之间复杂的演生现象及其物理机制是目前超导研究领域的关键问题之一。最近，具有笼目结构的新型超导材料AV₃Sb₅（A = K, Rb, Cs）的发现为剖析上述问题提供了新颖的材料平台。

二维笼目结构由于特殊的几何结构，具有非常丰富的能带结构特征，包括平带（flat band）、狄拉克点（Dirac points）以及范霍夫奇点（van Hove singularities）。早期理论预测在范霍夫奇点掺杂附近，二维笼目体系可呈现出新奇的超导电性和丰富的电荷有序态，但长期以来缺乏合适的材料体系来实现相关的竞争电子态。近年来，笼目超导体CsV₃Sb₅的发现为该方向的探索提供了新的研究体系。此前，陈仙辉团队揭示了该体系中的三重调制（triple-Q）的电荷密度波态【Phys. Rev. X 11, 031026 (2021)】以及新奇的电子向列相【Nature 604, 59 – 64 (2022)】，并通过压力实验观察到电荷密度波与超导电性在压力下的反常竞争关系【Nat. Commun. 12, 3645 (2021)；Phys. Rev. Lett. 128, 077001 (2022)】。

在上述研究基础上，陈仙辉团队吴涛等进一步利用核磁共振谱学技术对压力下笼目超导体CsV₃Sb₅中电荷密度波态和超导态的演化开展了系统研究。实验结果表明：当静水压下高于临界压力 $P_{c1} = 0.58\text{ GPa}$ 时，体系出现了新的电荷密度波态（图1），同时超导电性被剧烈地压制。核磁共振谱学分析发现，该电荷密度波态具有单向的条纹状电荷调制，类似于之前在高温铜氧化物超导体中发现的一种竞争电子序-电荷条纹序。当进一步增加压力至临界压力 $P_{c2} = 2.0\text{ GPa}$ 时，新的电荷密度波态被完全压制，超导转变温度也同时提升至最高值，这表明超导与新的电荷密度波态存在强烈的竞争（图2）。

科研团队通过测量原子核的自旋-晶格弛豫率发现，当新的电荷密度波在压力下被完全抑制后，体系在低温下呈现出强烈的电荷涨落，表明笼目超导体具有显著的电子关联效应，这或是来源于笼目晶格中电子-电子之间非局域的相互作用（图3）。此外，在压力下的超导态与常压下的超导态具有显著不同的自旋-晶格弛豫率随温度的演化行为。传统超导体通常会在超导转变温度之下表现出一个特征的Hebel-Slichter相干峰，而这一特征在之前笼目超导体常压下的核磁共振研究中已被观察到，表明常压下的超导态是一种传统超导态。然而，在压力下的核磁共振研究表明，压力下的超导态未表现出类似的Hebel-Slichter相干峰行为（图3），这表明笼目超导体CsV3Sb5在压力下的超导态可能是一种非常规的超导态。

上述实验揭示了笼目超导体中新奇的电子关联效应以及丰富的演生现象，为厘清超导态与竞争电子态之间复杂的相互机制提供了新契机，并为在笼目超导体中探索新奇超导态提供了新方向，这将有助于推动该领域理论与实验的进一步研究。研究工作得到科技部、国家自然科学基金、中科院、安徽省等的支持。

论文链接

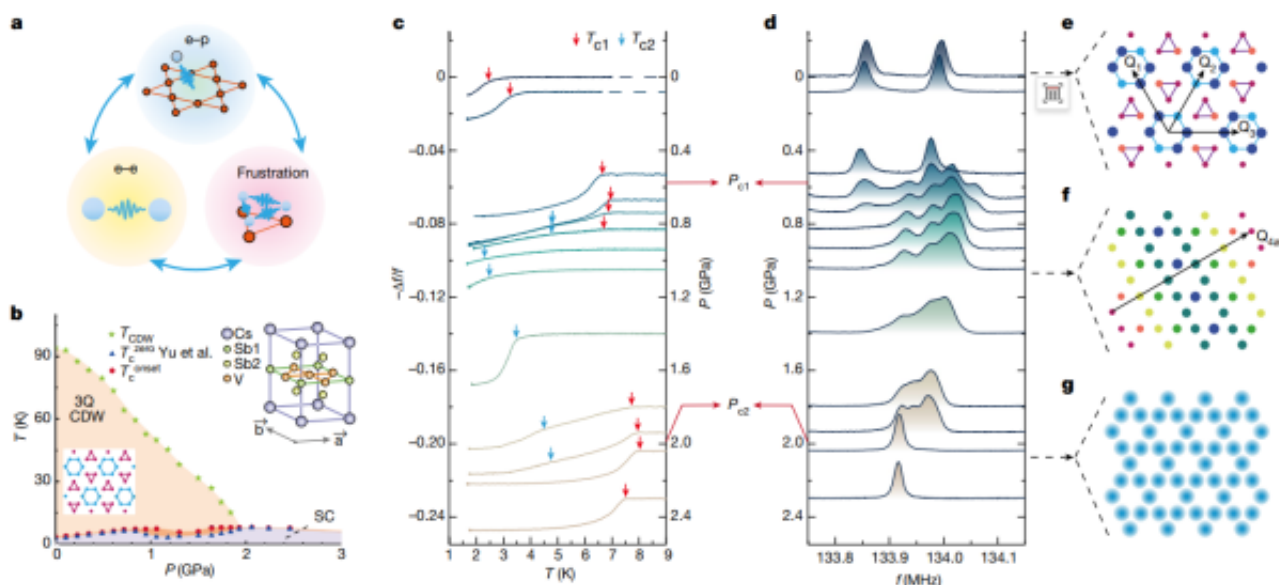


图1.笼目超导体CsV3Sb5中电荷密度波态与超导态在静水压下演化的实验证据以及物理演示图

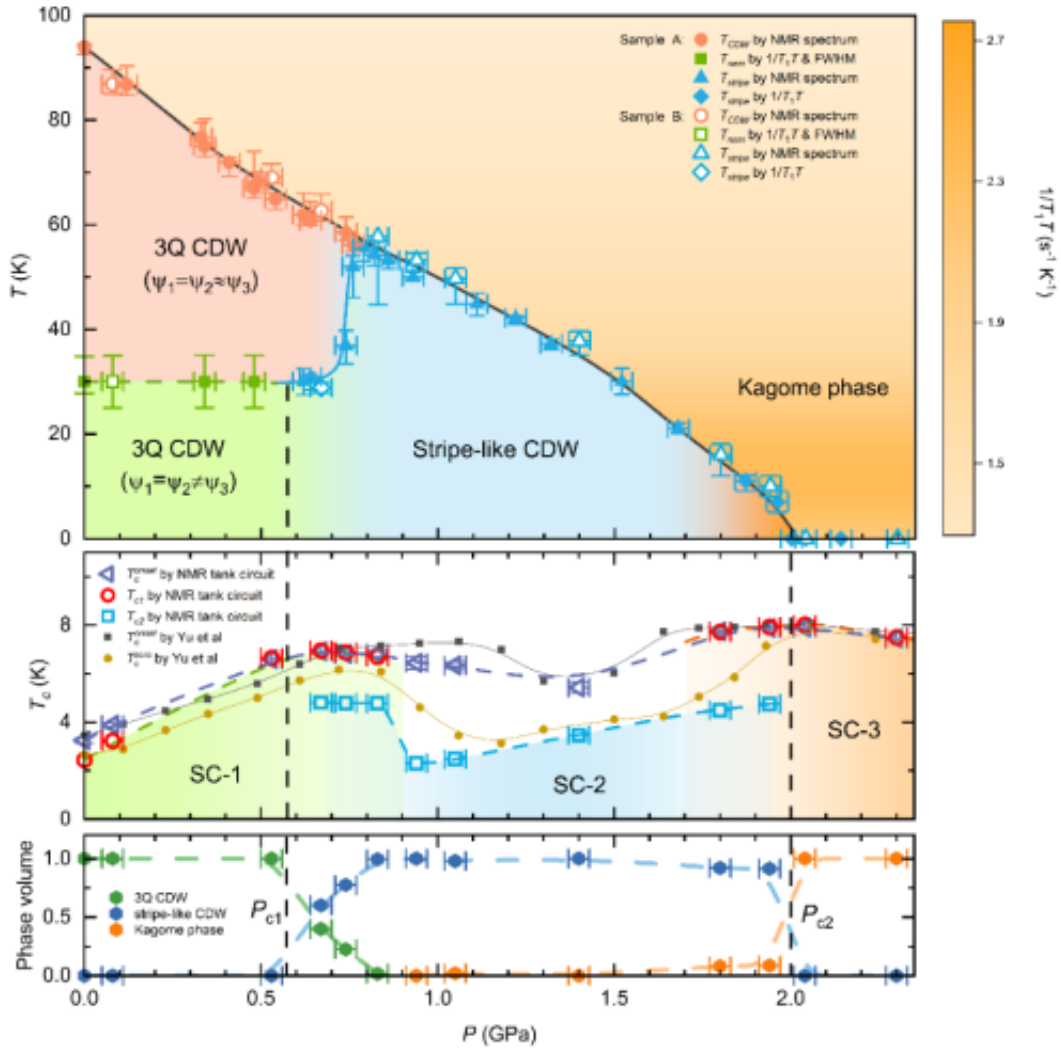


图2.笼目超导体CsV3Sb5中电荷密度波态与超导态随压力演化的竞争物理相图

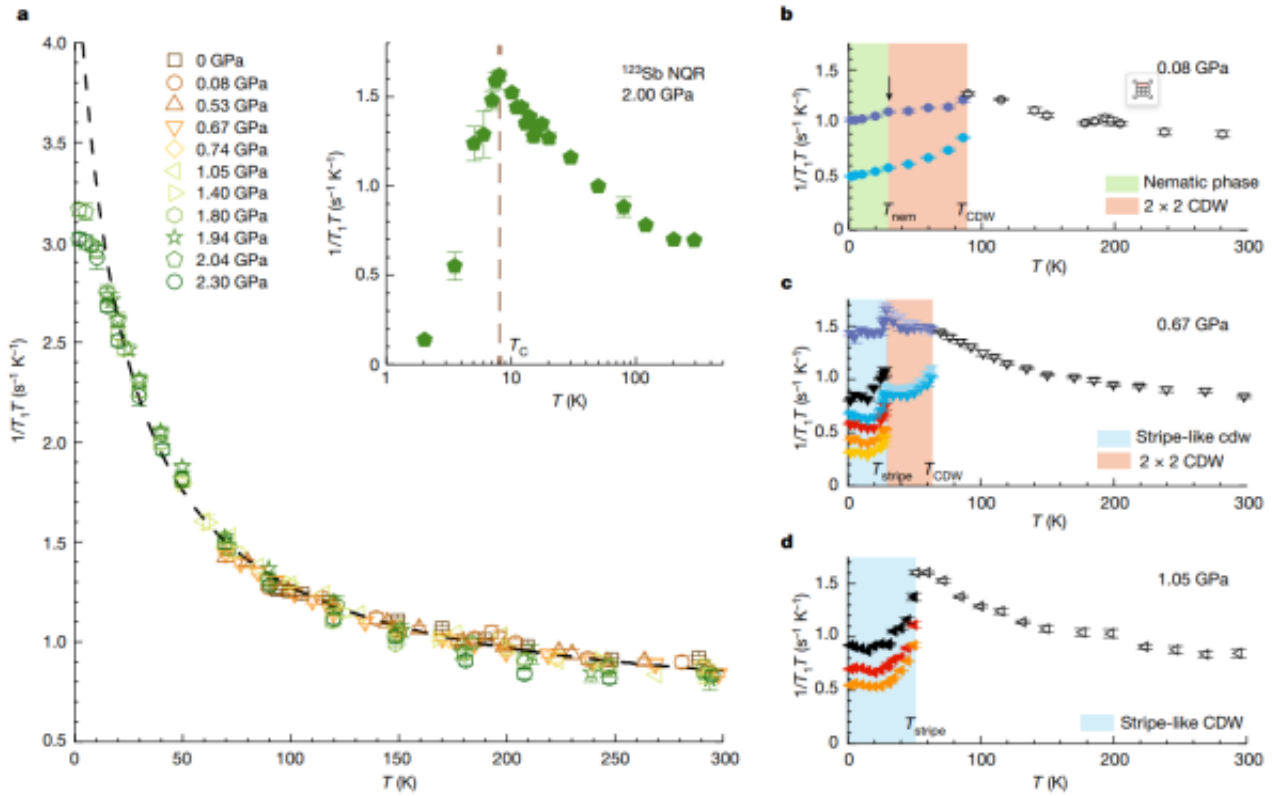


图3.层状超导体CsV3Sb5中电荷涨落以及非常规超导配对的实验证据

研究团队单位：中国科学技术大学

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