

物理所等在铁基超导体中发现类马约拉纳费米子

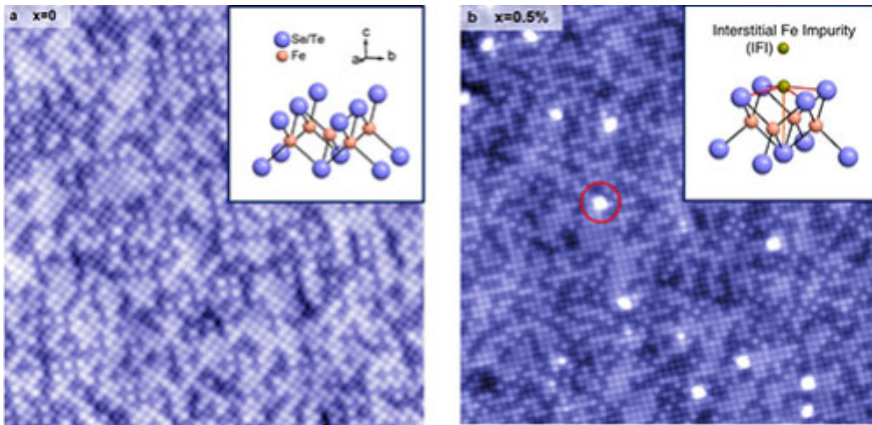


图1. $Fe_{1+x}(Te, Se)$ 样品中观测到的间隙铁杂质。

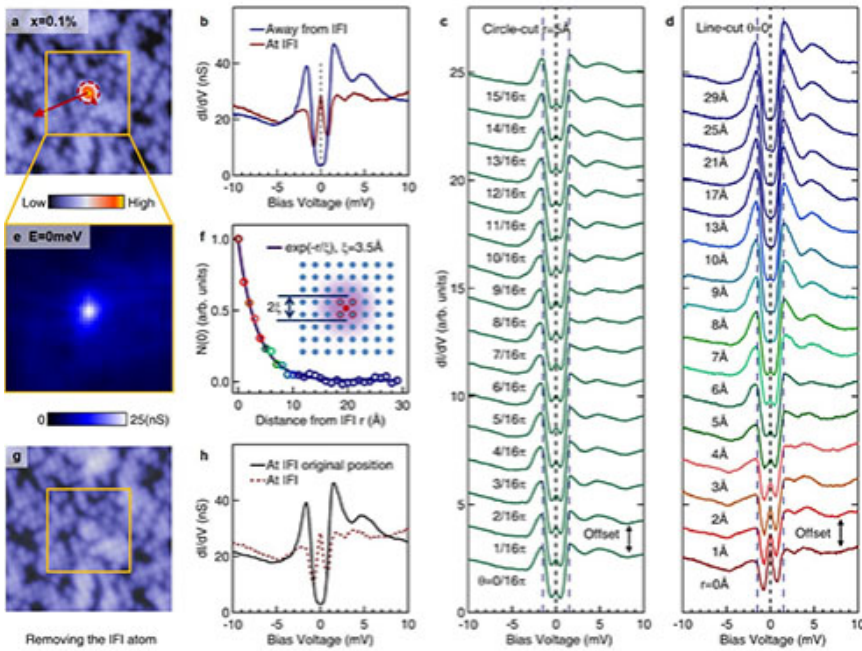


图2. 间隙铁杂质产生的零能束缚态在空间的演变。

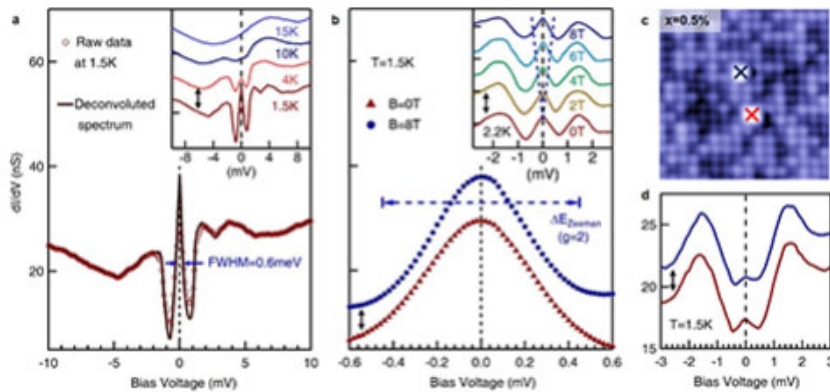


图3. 温度，磁场，杂质相互作用对零能束缚态的影响。

在微观世界里，遵从费米统计的电子通过配对形成玻色子，它们的凝聚形成超导电子基态，使宏观世界中的材料具有超导性。在谱学实验中，电子配对反映为可测量的超导能隙。超导体中的杂质原子可能破坏电子间的配对，并在能隙中形成束缚态。通过观察束缚态的各种特征，包括与其对应的能量及其空间的分布等，人们可以深入研究超导基态的本征属性。最令人关注的是零能束缚态，因为这意味着非寻常的超导配对对称性或特殊的拓扑特性。

最近，中国科学院物理研究所 / 北京凝聚态物理国家实验室(筹)的博士生殷嘉鑫等在EX8组潘庶亨和EX7组研究员丁洪的指导下，利用极低温高分辨率的扫描隧道显微镜，在休斯顿大学超导中心研究员吴诤生长的一系列铁基超导体 $\text{Fe}_{1+x}(\text{Te},\text{Se})$ 中发现处于间隙位置的单原子铁杂质上会产生一个非常尖锐的零能电导峰。通过搬运原子的方法，他们证实了该束缚态确实由铁杂质诱发。这零能束缚态仅仅存在于单个铁杂质原子1纳米范围内，并且是各项同性的。最奇特的是，它的能量非常鲁棒地严格处于零能，即使加上8特斯拉的磁场（普通磁铁磁场的100倍），或使两个独立的零能束缚态互相靠近，也无法使它偏离零能或者产生劈裂。为了验证这个零能束缚态的稳定性，他们还在物理所超导实验室单磊组的仪器上重复了该实验结果，并系统研究了不同磁场的影响以及磁通涡旋和零能束缚态间的相互作用。

通过与物理所胡江平小组、波士顿学院教授汪自强等理论合作者的仔细研讨，他们认为这样的零能束缚态与常规超导体中的杂质态有很大区别。在一般的超导体中，磁性或非磁性杂质一般会产生出一正一负能量上对称的一对束缚态，而且在磁场的作用下即使是恰好在零能的普通束缚态也会发生劈裂。（清华大学薛其坤小组研究FeSe薄膜材料时发现其中过量铁杂质就诱导了一对束缚态，而非一个零能束缚态。）因此，可能因为Te的掺入对该体系产生了很大的影响。Te比Se具有更大的自旋轨道耦合，这样很可能改变材料的拓扑性质。实验中观测到的如此鲁棒的零能束缚态又与理论预言的拓扑超导体中的马约拉纳费米子性质相吻合，推测它有可能是近些年来科学家们孜孜以求的马约拉纳费米子。

该项研究结果于7月1日发表在Nature Physics上（Nature Physics 11, 543 (2015)）。该研究工作得到了中国科学院、科技部“973”项目、国家自然科学基金项目以及美国相关科学基金等项目的支持。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/81493.html>