

FeSe超导体中强烈各向异性超导能隙的轨道起源研究获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/2063.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！

铁基高温超导体属于典型的多轨道体系，Fe的5个3d轨道(d_{xz} , d_{yz} , d_{xy} , $d_{x^2-y^2}$, d_{z^2})上的电子都可能参与低能电子结构的形成和超导电性的产生。这种多轨道特征导致众多的现象和奇异物性，如向列相、轨道有序、轨道选择莫特转变等。确定导致超导电性的决定性轨道特征，以及超导电性与向列相和轨道选择之间的关系，对理解铁基超导体的高温超导电性的起源至关重要。在铁基超导体中，块材FeSe超导体具有最简单的晶体结构，在90K附近存在向列相转变，低温下没有长程磁有序结构，因而成为研究向列相、超导及其相互关系的理想体系。然而，不同实验手段对FeSe的超导能隙结构和轨道特性的确定一直存在争议。角分辨光电子能谱技术是测量超导能隙结构和电子态轨道特性的最直接的实验手段。但块材FeSe较低的超导转变温度(~8K)对角分辨光电子能谱的精度和样品温度提出了极高的要求。

中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心超导国家重点实验室周兴江研究组博士刘德发(现为德国马普微结构物理研究所博士后)，博士生李聪、黄建伟等人，与博士吴贤新(现为德国维尔茨堡大学博士后)、研究员胡江平、中科院院士向涛以及研究员石友国和中国科学技术大学教授、中科院院士陈仙辉合作，利用最新一代基于时间飞行能量分析器的激光角分辨光电子能谱仪，系统研究了块材FeSe中的超导电性和轨道之间的关系，获得了重要的结果，为理解铁基超导体的超导机理提供了重要信息。

研究发现，在低温下当FeSe处于向列相时，布里渊区中心只存在一个强烈各向异性的空穴型费米面(图1)。这是所有铁基超导体中观察到的各向异性最强的费米面，长轴和短轴的比值达到了3。对该费米面的超导能隙的精确测量发现，超导能隙同样存在强烈的各向异性(图2)。在费米面的短轴方向超导能隙最大，沿费米面的长轴方向超导能隙趋于零。这也是所有铁基超导体中观察到的各向异性最强的超导能隙结构。这样的超导能隙对称性可以由各向异性的s波和d波形式来描述，也可以用简单的p波形式来描述。

利用不同偏振光对轨道的选择性，对FeSe能带的轨道特性研究发现，空穴型的费米面主要由 dxz 轨道组成，而 d_{yz} 轨道则被推到费米能级以下20meV处，与能带计算相符(图3)。这些结果表明，超导能隙是在由 dxz 轨道形成的费米面上产生的，而 d_{yz} 轨道位于费米能级以下，不参与超导电性的形成。进一步研究超导能隙和 dxz 轨道的关系发现， dxz 轨道的谱重以及有效质量在费米面上也呈现出各向异性的行为，沿长轴方向最大，在短轴方向最小，和超导能隙表现出反相关的关系(图4)。

这一研究直接测量了块材FeSe的超导能隙结构以及费米面的轨道特性，揭示了FeSe中超导电性、

向列相的形成和轨道的对应关系，为理解FeSe超导电性的起源提供了关键的信息。相关研究结果发表在近期的Physical Review X上(Defa Liu et al., Orbital Origin of Extremely Anisotropic Superconducting Gap in Nematic Phase of FeSe Superconductor, Phys. Rev. X8, 031033 (2018))。

上述研究工作获得国家自然科学基金委、科技部和中科院先导B项目等的资助。

文章链接

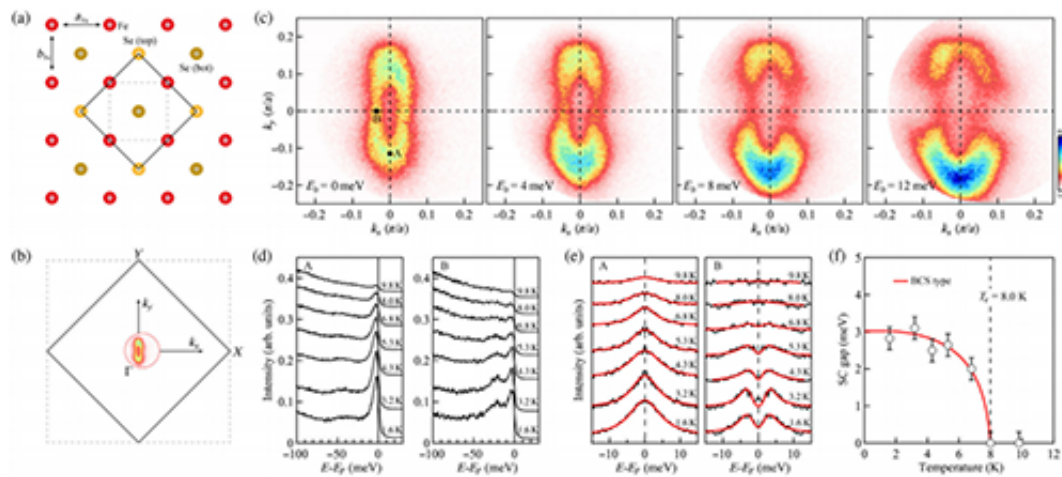


图1. 单畴FeSe在1.6K下测量的费米面以及超导能隙。

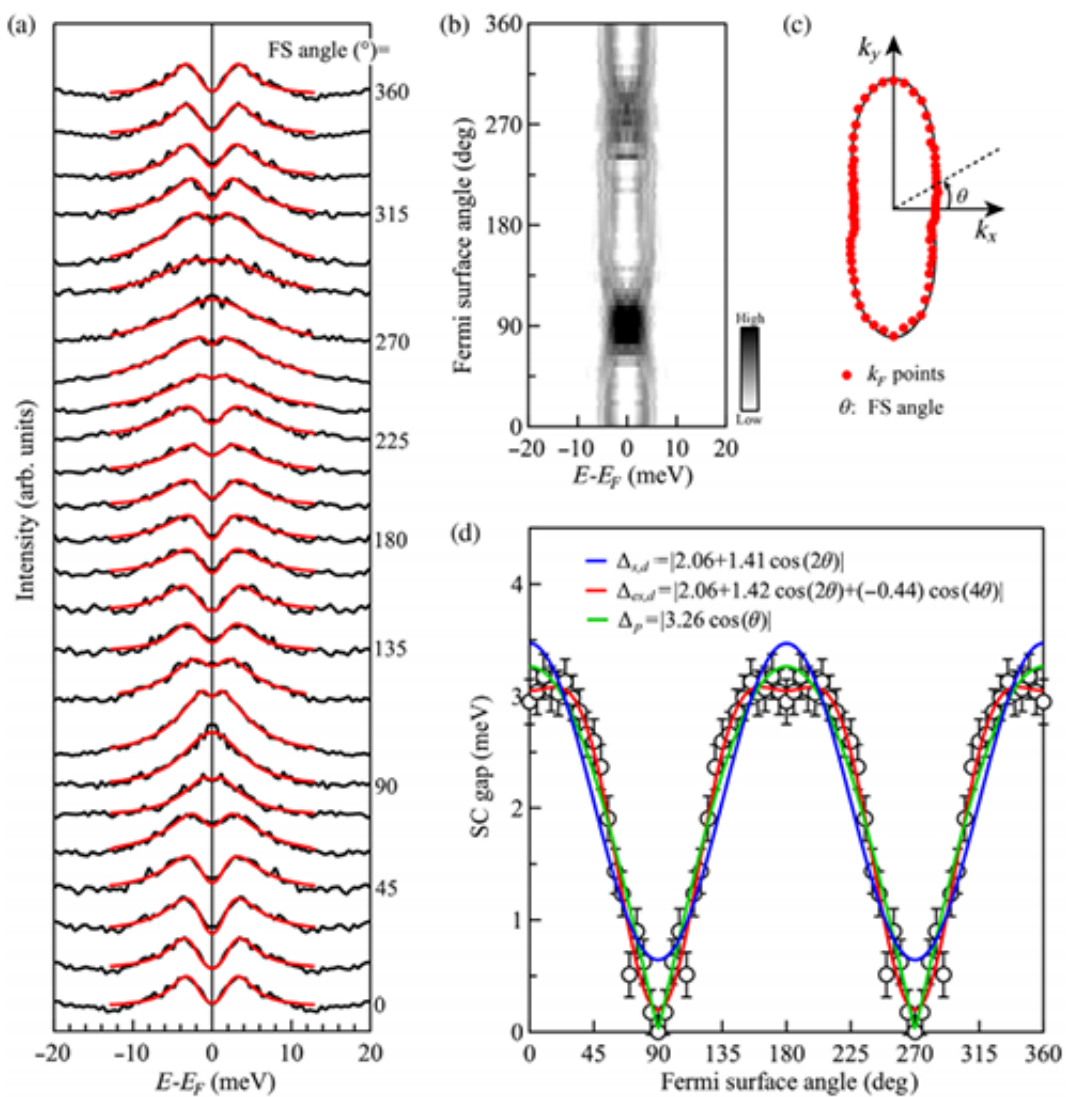


图2. FeSe超导能隙的强烈各向异性。

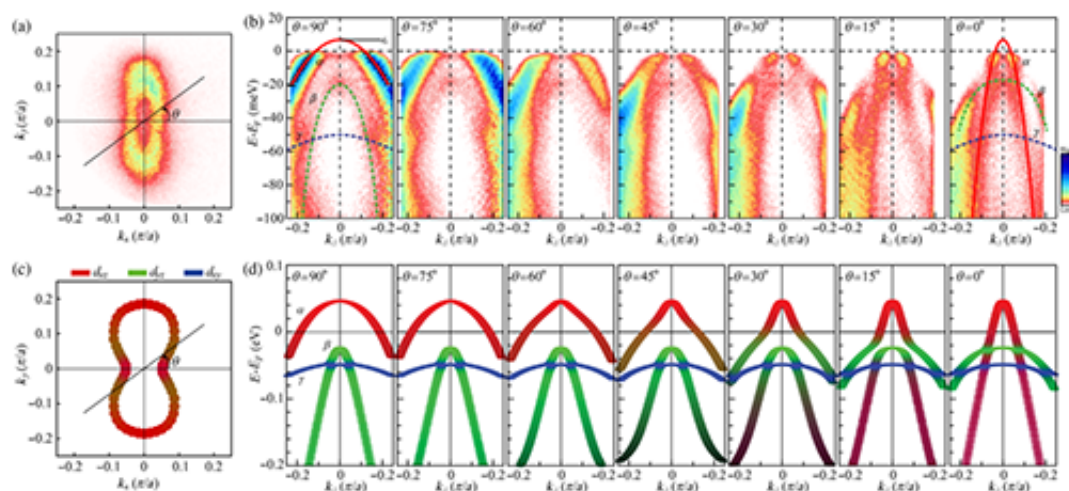


图3. FeSe的能带结构以及轨道特性。

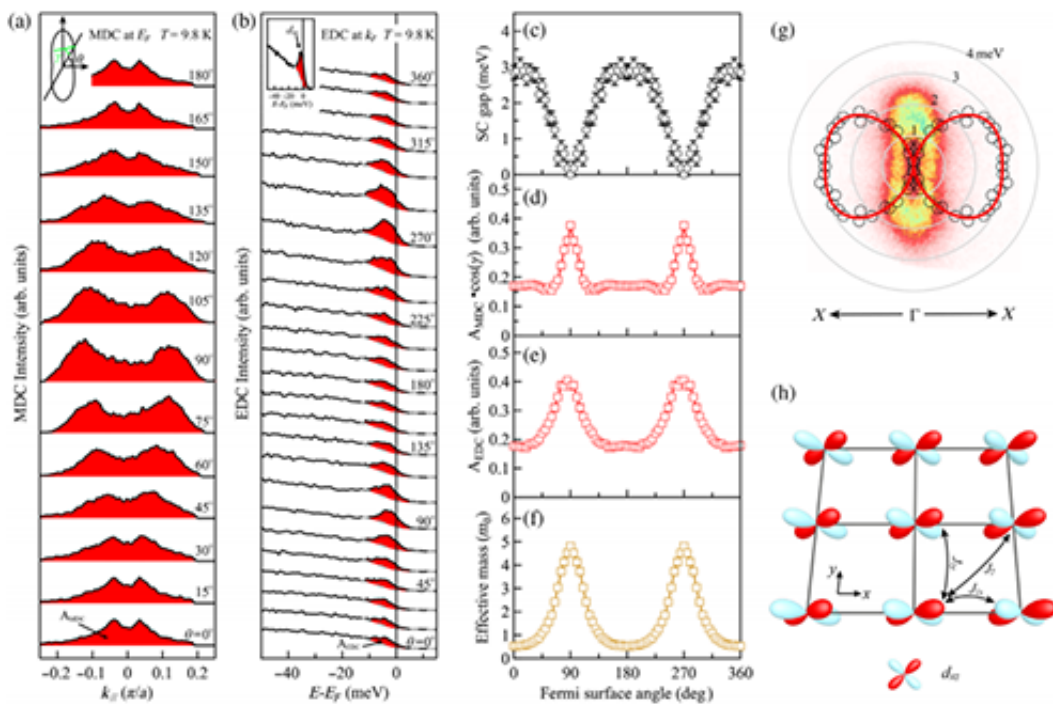


图4. FeSe中超导能隙与 dxz 轨道谱重的反相关关系。

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