

物理所实验观察(Li,Fe)OHFeSe超导体与单层FeSe薄膜超导电性的共同电子结构起源

铁基超导体作为继铜氧化物超导体之后的第二类高温超导体，其超导机理是凝聚态物理研究的重要课题。绝大多数铁基超导体具有位于布里渊区中心的空穴型费米面和位于布里渊区顶角的电子型费米面。一种普遍的超导机理（费米面“嵌套”）认为，电子在电子型与空穴型费米面之间的散射，是铁基超导体中电子配对和超导电性产生的主要原因。

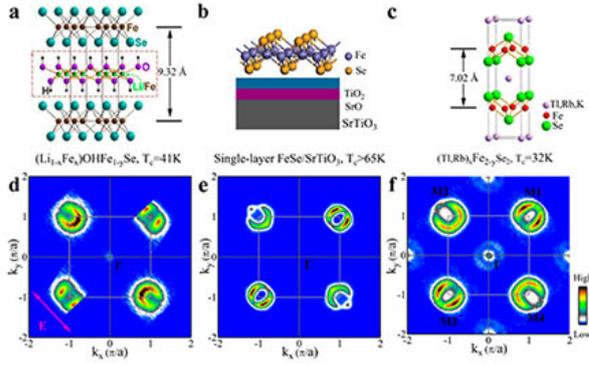


图1. (Li,Fe)OHFeSe, 单层FeSe/SrTiO₃薄膜和(Tl,Rb)₂Fe_{2-y}Se₂的晶体结构和费米面。

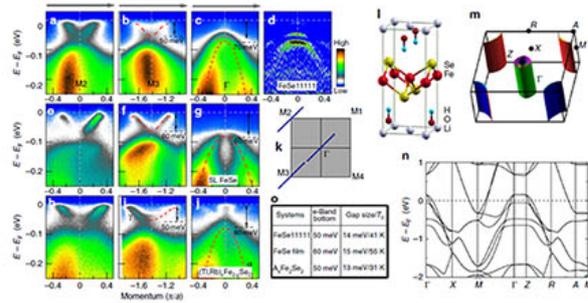


图2. (Li,Fe)OHFeSe, 单层FeSe/SrTiO₃薄膜和(Tl,Rb)₂Fe_{2-y}Se₂ 沿着布里渊区高对称方向上的能带对比, 以及(Li_{1-x}Fe_x)OHFe_{1-y}Se能带计算的电子结构。

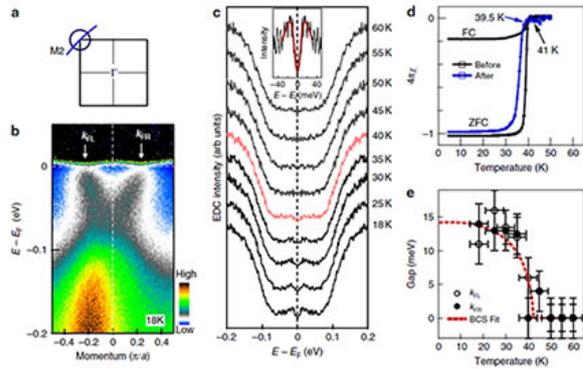


图3. (Li,Fe)OHFeSe 超导体的超导能隙随温度的依赖关系。

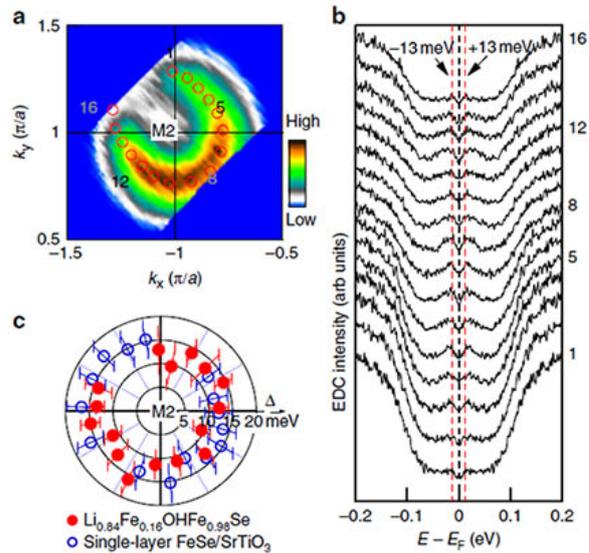


图4. (Li,Fe)OHFeSe 超导体的超导能隙的动量依赖关系。

2012年初，清华大学薛其坤研究组和中国科学院物理研究所表面实验室马旭村研究组报道了在SrTiO₃衬底上生长的单层FeSe薄膜中可能存在液氮温区高温超导电性的结果【Chin. Phys. Lett. 29 (2012) 037402】。单层FeSe/SrTiO₃薄膜中高温超导电性的起源，尤其是界面对超导增强的作用，成为超导研究的另一个热点问题。中科院物理研究所/北京凝聚态物理国家实验室(筹)超导国家重点实验室周兴江研究组，随后从单层FeSe/SrTiO₃超导薄膜的能隙测量上观察到65K的超导转变迹象，并发现了其简单、独特的电子结构：不存在布里渊区中心的空穴型费米面，只具有布里渊区顶角处的电子型费米面【Nature Communications 3 (2012) 931; Nature Materials 12 (2013) 605】。这些结果，结合之前在A_xFe_{2-y}Se₂超导体中观察到的类似费米面的结果，对铁基超导体超导机理的费米面嵌套理论提出了严重挑战。但是，单层FeSe/SrTiO₃薄膜和A_xFe_{2-y}Se₂超导体这两类材料中牵涉到的界面效应和相分离等的复杂性，使得一些人认为它们有可能具有有别于绝大多数块材铁基超导体的特殊超导机理，进而质疑它们是否构成排除费米面嵌套理论的充分证据。

周兴江研究组的副研究员赵林、何少龙，博士生梁爱基、胡勇和刘德发等人，与中科院院士赵忠贤、研究员董晓莉以及中国人民大学教授卢仲毅和刘凯等合作，利用高分辨角分辨光电子能谱技术，率先对新近发现的(Li,Fe)OHFeSe超导体电子结构和超导能隙展开了研究，获得了重要结果，对理解铁基超导体的超导机理和单层FeSe/SrTiO₃薄膜的高温超导电性的起源，提供了重要信息。

他们的研究结果发现，(Li,Fe)OHFeSe超导体的电子结构与单层FeSe/SrTiO₃超导薄膜和A_xFe_{2-y}Se₂超导体非常相似（如图1）：围绕布里渊区中心点没有空穴型的费米面，而只在布里渊区的顶角M点存在电子型的费米面。进一步的对比表明，三者的能带结构也显示出惊人的相似性（图2）。(Li,Fe)OHFeSe的超导能隙表现为近各向同性，不存在能隙为零的节点（图3，图4），这也与单层FeSe/SrTiO₃超导薄膜和A_xFe_{2-y}Se₂超导体的超导能隙特征类似。

(Li,Fe)OHFeSe新超导体与单层FeSe/SrTiO₃超导薄膜和A_xFe_{2-y}Se₂超导体表现出相似的电子结构及超导能隙结构，预示了它们可能具有共同的超导机理，这为理解单层FeSe/SrTiO₃超导薄膜的高温超导电性的产生及界面效应提供了重要信息。与单层FeSe/SrTiO₃超导薄膜和A_xFe_{2-y}Se₂超导体不同的是，(Li,Fe)OHFeSe超导体为单一纯相的体材料，并且具有相当高的超导温度(~42K)，这与绝大多数块材铁基超导体的直接比较提供了可能。在(Li,Fe)OHFeSe超导体中观察到仅有电子型费米面存在这样独特的电子结构，可以彻底排除以空穴型费米面与电子型费米面之间的电子散射作为铁基超导体中超导电子配对起源的费米面嵌套理论。

相关研究结果发表在近期的Nature Communications上【Lin Zhao et al., Common Electronic Origin of Superconductivity in (Li,Fe)OHFeSe Bulk Superconductor and Single-Layer FeSe/SrTiO₃ Films, Nature Communications 7, 10608 (2016)】。

上述研究工作获得了国家自然科学基金委、科技部和中科院先导B项目等基金的资助。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/90527.html>