



## 复旦大学物理系赵俊课题组揭示电子掺杂铁硒超导体中“扭曲”的磁激发结构

来源: 物理学系 发布时间: 2017-07-25 中字体

近日, 复旦大学物理系赵俊课题组发现新型铁基超导体 $\text{Li}_0.8\text{Fe}_0.20\text{DFeSe}$ 中存在扭曲的磁激发结构, 为理解高温超导机理提供了新的线索。相关研究论文“Structure of spin excitations in heavily electron-doped  $\text{Li}_0.8\text{Fe}_0.20\text{DFeSe}$  superconductors”于2017年7月25日在国际权威杂志《自然·通讯》(Nature Communications)上发表(DOI: 10.1038/s41467-017-00162-x)。物理系博士后洋内营(现为复旦大学青年研究员)和直博生沈瑶为该论文的共同第一作者。

超导电性指的是材料在低温下电阻完全消失的现象, 这一现象的发现已有超过百年的历史。大多数传统超导体的超导转变温度较低(一般低于40 K, 即-233 C), 其机理可以用基于电子-声子耦合的BCS理论来解释。1986年和2006年相继发现的铜氧化物和铁基高温超导体的超导转变温度都可以超过40 K, 这不能用简单的BCS理论解释。到目前为止, 高温超导电性的形成机理仍然是凝聚态物理研究的重要难题之一。由于这两类高温超导电性都发生在反铁磁不稳定的附近, 因此确定高温超导体的磁相互作用以及自旋动力学行为是理解超导机理的关键问题之一。

铁基超导体可以粗略的分成铁砷和铁硒族两大类, 其中铁硒类超导体因其奇异的磁性, 向列性和超导特性成为了目前最受瞩目的体系。例如, 通过对铁硒进行加压、电子掺杂或者做成单层薄膜, 其超导转变温度会得到迅速提升, 其中单层铁硒薄膜的超导转变温度可能可以超过65 K, 这将高于铁砷类超导体。更重要的是, 与大部分铁基超导体同时具有空穴和电子费米面不一样, 重电子掺杂的 $\text{FeSe}$ 超导体和 $\text{FeSe}/\text{STO}$ 单层薄膜都没有空穴费米面, 只有电子费米面, 这对基于电子和空穴费米面相互作用而形成的 $s_{\pm}$ 配对模型提出了挑战, 因此电子掺杂铁硒的超导机理是目前备受关注的问题。

$\text{Li}_0.8\text{Fe}_0.20\text{HFeSe}$  (超导转变温度为41 K) 是新发现的电子掺杂铁硒类超导体, 与过去研究的存在相分离的碱金属铁硒超导体以及单层铁硒薄膜不同,  $\text{Li}_0.8\text{Fe}_0.20\text{HFeSe}$ 没有相分离, 而且可以生长单相的大块单晶, 这为研究其磁性及超导电性的关系提供了理想的条件。赵俊教授课题组最近用水热离子交换的方法成功的生长了大尺度、高质量的 $\text{Li}_0.8\text{Fe}_0.20\text{DFeSe}$ 单晶, 并用中子散射技术对其进行了磁激发谱的测量。结果发现该体系在布里渊区中以 $(\pi, \pi)$ 为中心形成了罕见的环形自旋共振峰, 这种共振峰与相邻的两个布里渊区边界上的电子费米面之间的散射吻合。更奇异的是, 随着能量的升高, 磁激发出现了由向外色散到向内色散的转变, 使得激发谱的色散关系呈现扭曲形状, 拐点发生在60 meV附近, 并且在拐点能量之上和之下自旋激发谱的动量结构旋转了90度。这些结果首次完整揭示了电子掺杂铁硒类超导体在动量-能量空间中的磁激发结构, 这些新奇的磁激发结构无法用已有的理论计算结果完全重复。

更有趣的是,  $\text{Li}_0.8\text{Fe}_0.20\text{DFeSe}$ 中的磁激发结构与空穴型铜氧化物超导体中著名的沙漏型磁激发结构有许多相似之处, 后者的磁激发色散曲线上也有拐点, 并且在拐点能量之上和之下发生了磁激发动量结构的旋转。这与铁砷类超导体和电子型铜氧化物超导体中的类自旋波的向外色散磁激发结构有明显区别。因为电子型铁硒超导体和空穴型铜氧化物超导体有相对较高的超导转变温度, 这暗示扭曲的磁激发结构可能更有利于形成更高的超导转变温度。这些结果可以为建立可能存在的统一的高温超导理论提供新的实验依据。

[推荐](#) [收藏](#) [打印](#) [关闭](#)

本周新闻排行

相关链接

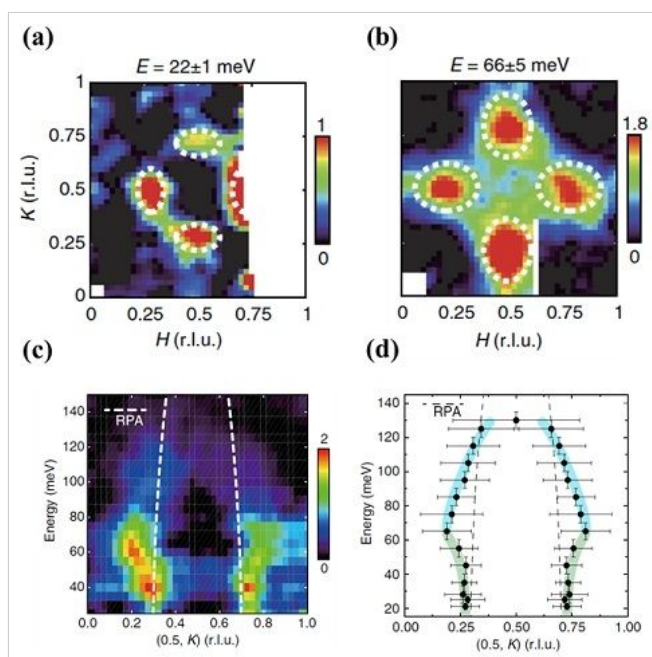


图1  $\text{Li}_{0.8}\text{Fe}_{0.20}\text{DFeSe}$ 中的磁激发结构。a, b, 拐点能量上下(22和66 meV)磁激发谱的椭圆长轴方向发生了90度旋转。c, d, 沿 $k$ 方向的磁激发色散关系及RPA计算结果, 60meV附近的色散关系出现了明显的“扭曲”现象。RPA计算与低能( $< 40$  meV)磁激发色散关系吻合较好, 但不能解释高能“扭曲”的色散关系。

该项研究的中子散射实验在德国海因茨·迈尔-莱布尼兹中心的FRM-II中子源和美国橡树岭国家实验室的SNS中子源完成, 实验过程得到了相关仪器科学家J. T. Park和A. D. Christianson的协助; 其他合作人员包括美国橡树岭国家实验室的T. A. Maier博士和北京师范大学的殷志平教授。该研究得到了国家自然科学基金面上项目和国家重点研发计划的共同资助。

相关文章

已有0位网友发表了看法

[查看评论](#)

我也来说两句!

验证码:  [发表评论](#)