



## 物理所高温铁基超导体超导机理研究取得新进展

文章来源: 物理研究所

发布时间: 2009-12-03

【字号: 小 中 大】

高温超导电性一直是凝聚态物理学领域的热点研究课题之一。作为新型高温超导体的铁基超导体, 由于其丰富的物理性质大大拓宽了人们对凝聚态物质研究的视野, 但相关的超导机理却是凝聚态物理领域的难题之一。

去年中科院物理所极端条件实验室丁洪小组、王楠林小组和日本东北大学高桥隆小组合作利用角分辨光电子能谱技术, 发现了铁基超导体中依赖费米面的无节点的超导能隙 (*EuroPhysics Letters* 83, 47001, 2008), 该文章被引用次数已超过160次, 于2009年8月被ScienceWatch评为在科学领域内的Fast Breaking Paper, 被国际同行认为是铁基超导体的s-波对称性的建立具有奠基性意义的工作。

在此后的一年多来, 丁洪小组和多个研究小组合作对铁基超导体进行了更深入的研究, 并取得了一系列重要的研究成果, 其中最突出的是用多个有说服力的实验结果揭示了反铁磁波矢相连的带间散射 (antiferromagnetic interband scatterings) 和费米面近似嵌套 (Fermi surface quasi-nesting) 是导致铁基超导的最根本原因。

在最佳空穴掺杂的 $\text{Ba}_{0.6}\text{K}_{0.4}\text{Fe}_2\text{As}_2$ 样品中, 他们发现超导配对强度随着两个费米面, 即内部的空穴型费米面 ( $\alpha$ ) 和电子型费米面的近似嵌套而增加 ( $2\Delta/T_c \sim 7$ ), 但外部非嵌套的空穴型费米面 ( $\beta$ ) 的配对强度却相对较弱 ( $2\Delta/T_c \sim 3.6$ ) (*EuroPhysics Letters* 85, 67002, 2009)。然而在最佳电子掺杂的 $\text{BaFe}_{1.85}\text{Co}_{0.15}\text{As}_2$ 样品中, 由于电子掺杂费米面与空穴掺杂样品有相反的变化趋势, 费米面近似嵌套条件从 $\alpha$ 变到了 $\beta$ , 从而 $\beta$ 费米面上的配对强度也变大了 ( $2\Delta/T_c \sim 6$ ), 这表明费米面近似嵌套和超导配对有着密切的联系 (*Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 106, 7330, 2009)。

紧接着他们又对过空穴掺杂的 $\text{KFe}_2\text{As}_2$  ( $T_c = 3\text{K}$ ) 样品进行了研究, 发现和 $\text{Ba}_{0.6}\text{K}_{0.4}\text{Fe}_2\text{As}_2$  ( $T_c = 37\text{K}$ ) 相比, 该样品的两个电子型费米面由于过量的空穴掺杂而完全消失, 表明通过反铁磁波矢相连的带间散射的存在与否直接影响到超导转变温度的高低 (*Physical Review Letters* 103, 047002, 2009)。 *Physics Today* 的资深编辑 Charles Day 在2009年8月为铁基超导体撰写的专题文章中将此成果作为超导机制的重要实验证据进行了报道。与此相对应, 在过掺杂的电子型非超导铁基样品  $\text{BaFe}_{1.7}\text{Co}_{0.3}\text{As}_2$  ( $T_c = 0\text{K}$ ) 中, 他们发现该样品的两个空穴型费米面消失, 这进一步表明了由反铁磁波矢连接的空穴和电子型费米面的共存对于铁基超导电性的存在具有决定性的作用 (*New Journal of Physics* 11, 025020, 2009)。

他们还发现 $\text{Ba}_{0.6}\text{K}_{0.4}\text{Fe}_2\text{As}_2$  样品在25meV处有个能带色散反常, 该反常结构在温度高于超导转变温度后基本消失。此色散弯折在动量空间中的位置能够被反铁磁波矢相连。该结果表明该模式以及铁基超导体中的超导配对来源于反铁磁涨落, 并支持反相位s-波配对对称性 (*Physical Review Letters* 102, 047003, 2009)。

上述一系列工作引起了国际同行的广泛关注和重视, 他们应邀在多个有关铁基超导的国际重要会议上作大会邀请报告, 其中包括APS March Meeting, Gordon Research Conference, International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity, International Conference on Spectroscopies in Novel Superconductors。

上述研究工作得到中国科学院、国家自然科学基金委和科技部相关项目的资助。

