



物理所铁基超导体中反铁磁序与超导微观共存研究获进展

文章来源：物理研究所

发布时间：2012-11-29

【字号：小 中 大】

磁性与超导都是突出的量子现象，它们之间的关系是当今凝聚态物理中重要的研究对象。在最近发现的铁基高温超导体中，超导相和反铁磁有序相邻接，吸引了科学研究者极大的兴趣。磁有序与超导能否微观共存与超导能隙的对称性以及配对机制有紧密的关联。目前，铁基高温超导体中的超导能隙究竟是有符号变化的 S_{\pm} 对称性，还是常规的 S_{++} 对称性，国际上还有争论。理论工作指出，若反铁磁有序和超导有序能微观共存，则 S_{++} 不稳定，而 S_{\pm} 对称性极易实现。此外，反铁磁有序和超导有序是否微观共存，关系凝聚态物理中的另一个重大科学问题：量子临界点以及量子临界现象。

近两年，中科院物理研究所/北京凝聚态物理国家实验室（筹）郑国庆研究组与德国马普研究所林成天小组合作，就以上问题对 $Ba_{1-x}K_xFe_2As_2$ 体系开展了深入的核磁共振研究。最近，他们首次得到了铁基高温超导体中反铁磁序与超导序微观共存的确凿证据。他们发现，铁的3d电子同时导致反铁磁和超导现象。他们还发现，共存区超导态的性质反常，值得今后更加深入的研究。

在这个工作中，该组的李政副研究员和周睿同学利用 ^{75}As 核磁共振对 $Ba_{0.77}K_{0.23}Fe_2As_2$ 高质量单晶进行了详细的研究，发现当温度降低到反铁磁转变温度 $T_N = 46$ K时，核磁共振谱产生劈裂（ $H \parallel c$ 轴）或平移（ $H \parallel a$ 轴）；接着，对感受到内部磁场的核自旋进行了自旋晶格弛豫率 $1/T_1$ 的测量，发现当温度刚降到 $T_c = 15$ K时， $1/T_1$ 明显下降并呈 T^3 变化。这是反铁磁序与超导序微观共存的直接的证据。

他们还发现， $1/T_1$ 的行为与最佳掺杂样品 $Ba_{0.68}K_{0.32}Fe_2As_2$ 截然不同【Z. Li et al. *Phys. Rev. B* 83, 140506 (R) (2011).】， $1/T_1$ 在刚进入超导后态的下降随温度的变化远慢于最佳掺杂样品。这说明与反铁磁有序微观共存的超导态是一种新奇的超导态，值得今后更加深入的研究，特别是理论分析。

该工作已作为“两点文章”，以rapid communication形式发表在*Physical Review B*杂志【*Phys. Rev. B* 86, 180501 (R) (2012)】上。该研究工作得到了国家自然科学基金青年基金项目、科技部973项目的支持。

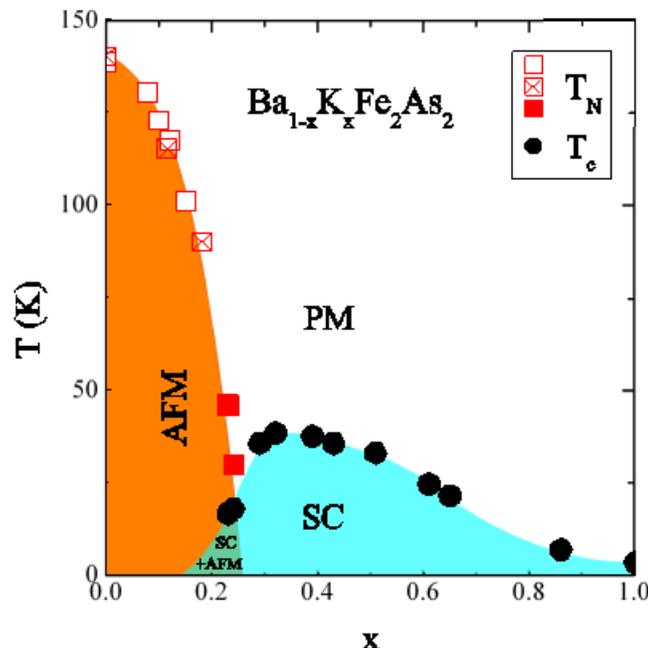


图-1：核磁共振实验得到的 $Ba_{1-x}K_xFe_2As_2$ 相图。方形符号为Néel温度 T_N ，圆形符号为超导转变温度 T_c 。黄色区

域为反铁磁相，蓝色区域为超导相，中间交叠的绿色区域为超导与反铁磁微观共存相。

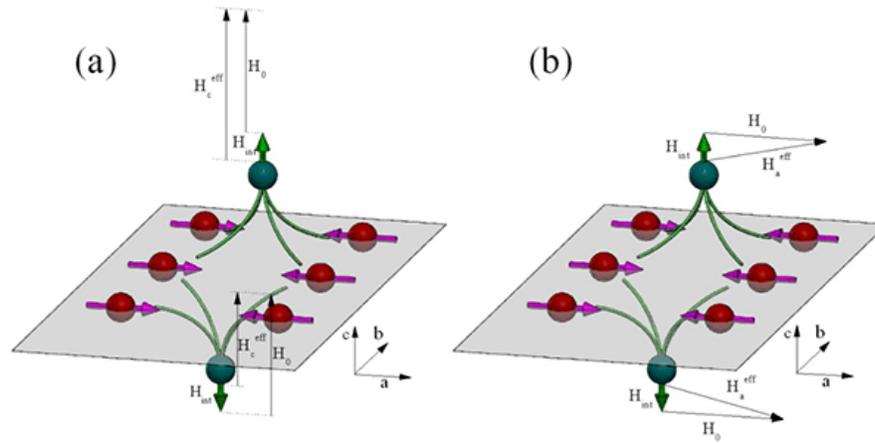


图-2: (a) 和 (b) 分别是外加磁场 H_0 平行于 c 轴和 ab 面时, TN之下反铁磁有序相中 ^{75}As 核所感受到的有效磁场的示意图。红色箭头表示的是Fe磁矩的方向, 磁矩平躺在 ab 面内, 绿色箭头表示的是内部磁场的方向, 内部磁场平行于 c 轴方向, 但Fe平面上下的 ^{75}As 核所感受到的内部磁场方向相反。

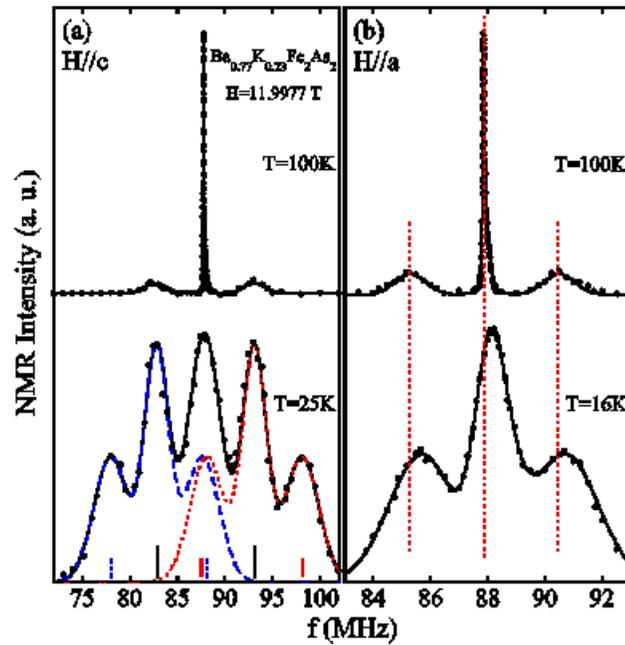


图-3: (a) 和 (b) 分别是当外加磁场 $H//c$ 和 $H//a$ 时TN之上和之下 ^{75}As 的核磁共振谱。(a) 当 $H//c$ 时, 核磁共振谱上所有的峰发生了明显的劈裂。(b) 当 $H//a$ 时, 核磁共振谱上所有的峰发生了明显的移动。

T (K)

图-4: $1/T_1$ 的温度依赖关系。直线为 T^3 温度关系。由于反铁磁相变, $1/T_1$ 在TN处形成了一个峰, 然后紧接着在 T_c 处再次下降, 说明反铁磁有序与超导有序微观共存。

打印本页

关闭本页