



物理所“111”型铁基超导体高压相变研究取得系列进展

文章来源：物理研究所

发布时间：2011-06-22

【字号： 小 中 大 】

2008年，日本Hosono研究组发现了 $T_c=26\text{K}$ 的 $\text{LaFeAs}(\text{O}, \text{F})$ 超导体，从而掀起了新一轮全球超导研究的热潮。中国科学家研究群体在铁基超导研究中做出重要贡献，中科院物理研究所/北京凝聚态物理国家实验室（筹）的铁基超导研究尤其引人注目。

物理所极端条件实验室靳常青研究组长期从事高压新材料和物理研究，他们在2008年铁基超导研究热潮中发现了“111”型 LiFeAs 超导体【*Solid State Communications* 148, 538 (2008)】，成为继“1111”体系和“122”体系又一个铁砷超导体体系。他们的工作得到国际同行认可，铁基超导的发现者Hosono教授在综述文章介绍“111”体系时引用了他们的工作【*J. Phys. Soc. Jpn.* 78, 62001 (2009)】，美国《今日物理》【*Physics Today*, 62, 36 (2009)】介绍铁基超导的专栏文章在谈到“111”体系时也介绍了他们的贡献。

与“1111”及“122”相比，“111”体系的组分和结构相对简单，对该体系的物相和结构研究有助于对铁基超导机理的认识和新材料设计。继发现 LiFeAs 超导，靳常青研究组相继发现了“111”型 LiFeP 超导体【*Europhys. Lett.* 87, 37004 (2009)】，在“111” NaFeAs 中加压得到了 31K 的“111”系统最高的超导转变【*Europhys. Lett.* 88, 47008 (2009)】。在“111” NaFeAs 中观察到超导转变随压力先上升再下降的现象，而对同结构的 LiFeAs ，加压导致 T_c 单调下降【*Phys. Rev. B* 80, 14506 (2009)】。

为了在结构上认识压力对“111” NaFeAs 的作用特征，他们开展了压力调控的晶体结构的演化研究，先后在美国Brookhaven和Argonne实验室的同步辐射光源高压站进行了数轮在位衍射实验。通过系统的实验研究，对采集的实验数据进行结构精修，刘清青等人得到了“111” NaFeAs 的晶体结构随压力的演化规律。研究发现，随着压力上升，“111” NaFeAs 出现压力诱导的等结构相变，从一个常压四方相过渡到“坍塌”高压四方相。早在2008年铁基超导体中，靳常青研究组和王楠林研究组合作，在“1111”体系 $\text{NdFeAs}(\text{O}, \text{F})$ 中也发现了压力诱导的四方相的等结构相变【*J. Amer. Chem. Soc.* 130, 13828 (2008)】。该工作成为在铁基超导体中最早发现的压力诱导的等结构相变，研究工作作为年度亮点，入选美国Brookhaven实验室同步辐射光源(NSLS) 2009年的年度进展报告。

此后，其他研究组相继在“1111”体系其它组分化合物及“122”体系发现了类似的压力诱导的等结构相变。而他们新近在“111” NaFeAs 发现的等结构相变表明，这应该为铁基超导体体系的共有的压力诱导的晶体演化规律。他们进一步通过对衍射谱的结构精修，得到了“111” NaFeAs 特征晶体结构参量 $\text{As}\sim\text{Fe}\sim\text{As}$ 键角和 As 到 Fe 面距离随压力的演化规律，发现这些结构参量的突变和压力诱导的等结构相变及超导转变温度的变化密切相关。最高超导转变温度对应常压和高压四方相的转变点以及最佳 $\text{As}\sim\text{Fe}\sim\text{As}$ 键角和 As 到 Fe 面距离，这为寻求“111” NaFeAs 压力调控的超导物性演化的结构起源提供了重要实验依据，也为从结构设计上探寻新的铁基超导提供了重要信息。以上结果发表在近期美国化学学会会志上【Q. Q. Liu et al., *J. Am. Chem. Soc.* 133, 7892 (2011)】。

以上工作得到科技部国家重点基础研究发展计划和基金委国际合作项目的资助。

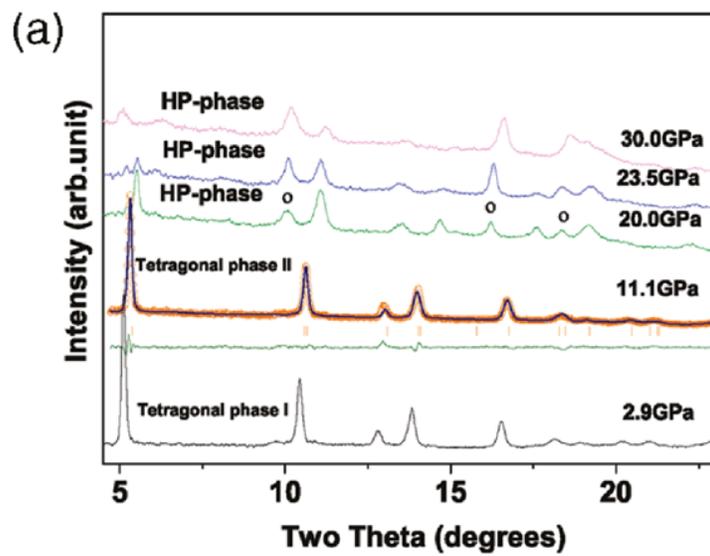


图1: "111" NaFeAs的衍射谱随压力的演化: 随压力上升结构从常压四方相向高压坍塌四方相 (~3GPa)和超高压相 (>20GPa)转化。

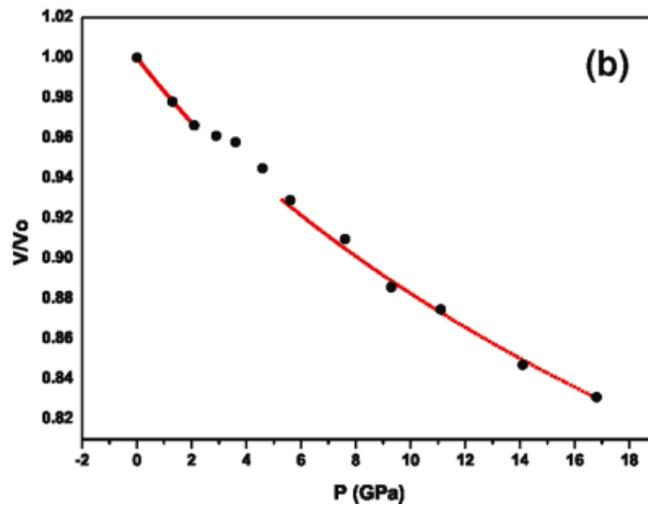


图2: "111" NaFeAs的晶胞体积随压力演化, 图中实线为根据Birch二级状态方程的拟合结果, 常压四方相和高压坍塌四方相具有不同的体弹模量。

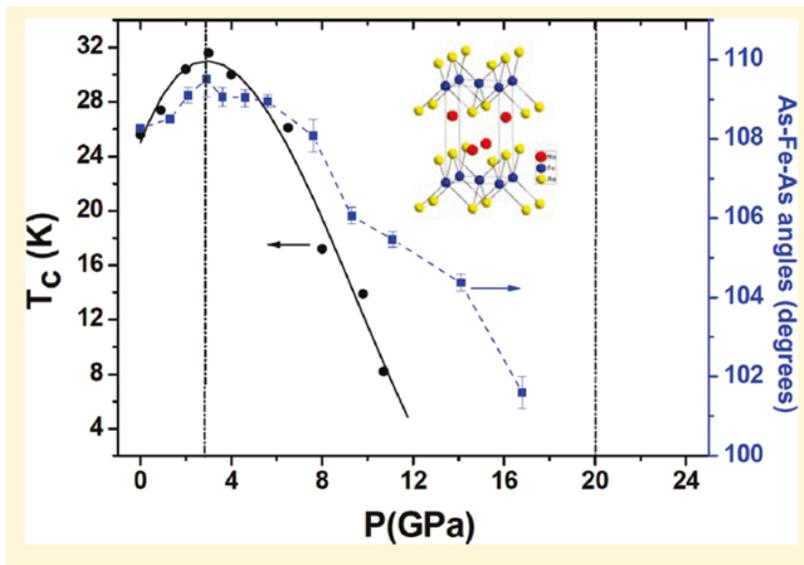


图3: "111" NaFeAs的超导转变温度和结构随压力的演化。超导转变温度极大值发生在常压四方相至高压四方相的转变处, 对应FeAs配位的理想构型。

