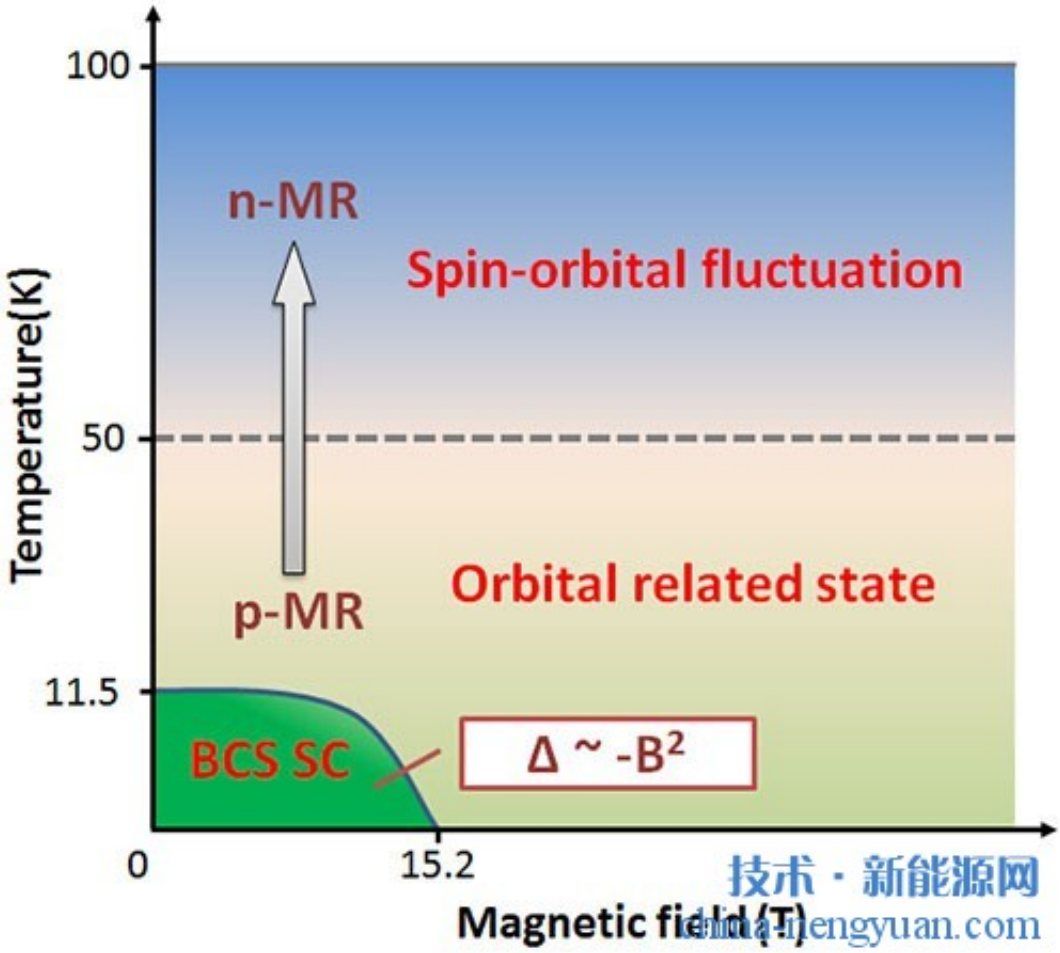
物理所合作研究取得对唯一尖晶石氧化物超导体的最新认识



LiTi2O4（LTO）是迄今发现的唯一具有尖晶石结构的氧化物超导体，它的超导电性主要受Ti原子的3d 电子支配。目前没有高质量的LTO单晶，多晶样品上获得的比热数据以及Andreev反射谱表现出传统BCS电-声相互作用超导体的实验特征，但软X射线散射和核磁共振等测量发现该体系中存在较强的电子-电子关联。那么是否类似于其它高温超导体，自旋/轨道涨落在LTO超导机制中也扮演重要的角色？

LTO的另一个典型特征是它的Ti原子晶格基本单元呈四面体构型，不利于长程反铁磁序的出现。而大家所熟悉的铜基、铁基超导材料中通常是破坏了长程序后获得较高的超导转变温度。因此，对LTO的深入研究从某种意义上说是对铜基、铁基等高温超导体的一个有效补充，有利于全面认识3d电子在超导电性中所起的作用。

最近，中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家实验室（筹）超导国家重点实验室金魁课题组和马里兰大学教授Takeuchi组合作，利用脉冲激光镀膜技术在 (001)- Mg Al2 O4基片上制备出高质量的LTO单晶薄膜，并全面研究了磁场下电输运特性和点接触隧道谱。

在正常态，首次发现在50 K以下LTO表现出明显各向异性的正磁阻，而在50 K以上则表现为趋于各向同性的负磁阻。若沿着面内转动磁场，发现其面内磁电阻在100 K以下出现二重性，并且该二重性的强度在50 K左右存在一个跳变。异常的磁阻行为必然伴随着不同因素间的竞争。在LTO体系中存在着轨道相关序和自旋轨道涨落之间的竞争：磁化率结果进一步支持100 K以下由自旋涨落占主导，磁场压制涨落导致负磁电阻；50 K以下轨道相关序占优势，增大磁场导致正磁电阻。在超导态，隧道谱研究首次给出了LTO超导能隙随磁场平方线性减小，以前的理论模型没有预测该规律。然而，如果LTO中存在电子态的对称破缺，基于GL理论能够得出能隙和磁场平方的依赖关系。这进一步支持50 K以下轨道相关序的存在（如图所示）。

目前，主流观点认为铜氧化物高温超导起源于自旋涨落，而在LTO体系中自旋涨落相区远离超导区，这可能是导致LTO中并没有观察到高温超导电性的原因。共同参与完成该工作的还有超导室研究员单磊，拉夫堡大学教授、理论工作者Kusmartsev以及马里兰大学教授Greene小组。该工作的部分结果发表在Nature Communications 6, 7183(2015)上，并得到国家自然科学基金委员会和中科院B类先导专项的支持。

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/77755.html