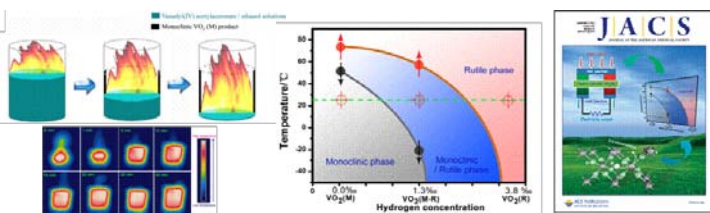




钒氧化物设计合成与结构构筑研究取得系列进展

谢毅教授、吴长征副教授课题组持续关注如何实现钒氧化物金属绝缘体相变材料的可控构筑与性能调控研究，并在此基础上设计新型钒氧化物功能材料体系。尽管金红石型和单斜型二氧化钒都是具有热力学稳定的结构，但是其合成却仍然面临诸多困难，这成为长期以来二氧化钒合成问题上一个矛盾的焦点。为了解决问题，他们提出限域空间燃烧法来实现 $\text{VO}_2(\text{M})$ 的合成，通过乙醇燃烧既提供了足够的热能，同时也提供了还原性/惰性的气氛，这样能克服能垒形成稳定结构同时又能防止四价钒被氧化成五价钒氧化物结构。该方法首次实现将 $\text{VO}_2(\text{M})$ 的合成带入常规实验室合成时代，且反应过程所需时间短，绿色，不需要任何复杂的操作和设备。 $\text{VO}_2(\text{M})$ 的方便合成显然为解决传统金属绝缘体转变机制中是电子驱动的相变抑或是通过结构相变驱动的相变理论机制提供了新的可能。该研究结果发表《德国应用化学》上 [Angew. Chem. Int. Ed. 49, 134(2010)]。



在实现钒氧化物可控性合成的基础上，该研究组提出调控关联电子作用实现载流子浓度控制从而改变材料的导电性这种新的调控方式。即通过调控电子与电子强相关联特性来改变无机功能材料的电子结构，从而实现钒氧化物材料载流子浓度梯度变化。调控二氧化钒的关联效应而得到的载流子浓度变化，对于热电效应材料的应用具有重要的意义，调控得到的电子结构以及与电荷迁移相关的性质使得金属态的 $\text{VO}_2(\text{R})$ 材料在较宽的温度范围内存在，特别是在近室温的温度区间里具有较高的热电优值。该研究成果表明，有效的控制强相关联作用以提高载流子浓度为热电材料的设计提供了新的新途径。相关结果发表在《美国化学会志》杂志上[J. Am. Chem. Soc. 133, 13767 (2011)]，并被选为封面文章。

近年来，谢毅教授、吴长征副教授课题组还设计性地合成系列钒氧化物新结构来系统研究钒氧化物结构特点与电子结构之间的关联性，系列新结构的化学合成为钒氧化物的功能化应用奠定了基础，对推动电子关联体系的理论研究及功能化应用具有重要意义。由于钒氧化物设计合成与结构构筑的系列创新性进展，该课题组应邀为英国皇家化学会的《Chem. Commun.》、《Energy & Environmental Science》，美国科学出版社的《J. Nanosci. Nanotech.》，和 Wiley出版集团的国际著名材料期刊《Adv. Mater》等期刊撰写多篇综述和展望性论文。

系列工作得到了科技部重大研究计划、国家自然科学基金委、教育部和科学院相关研究项目的资助

实验室简讯

■ 微尺度实验室四篇博士论文入选2011年中科院优秀博士学位论文

近日，中国科学院发文公布了2011年度院优秀博士学位论文和优秀研究生指导教师奖评选结果（科发人教字[2011]116号），共评选出优秀博士论文100篇，优秀研究生指导教师97人。其中微尺度实验室4位博士毕业生及其导师获优秀博士学位论文奖和优秀研究生指导教师奖。获奖情况见下表。

中国科学院优博论文评选工作于2004年启动，每年进行一次，每次评选出的优秀博士学位论文一般不超过50篇。从今年开始，为进一步引导院属各单位重视博士生培养质量，提高中科院系统博士生教育的竞争力，营造博士生培养创新的生态环境，院优博论文评选数提升到100篇。

博士姓名	二级学科	指导教师	博士学位论文题目
高炜博	原子与分子物理	潘建伟	多量子比特纠缠态及其应用
吴刚	凝聚态物理	陈仙辉	铁基高温超导体和过渡金属二硫化物新材料的合成和输运性质研究
陈绍锋	材料物理与化学	俞书宏	几种矿物的低温液合成、生长机理及其性能研究
江鹏	细胞生物学	吴缅	p53蛋白在细胞凋亡和细胞代谢中的作用机制研究



微尺度实验室在有机超导体领域取得重大突破：在碱金属掺杂菲中发现了5开尔文温度的超导电性

近日，合肥微尺度物质科学国家实验室低维物理与化学研究部陈仙辉教授课题组在碱金属掺杂菲中发现了5开尔文温度的超导电性，在有机超导体领域取得重大突破。相关成果以“Superconductivity at 5 K in alkali-metal-doped phenanthrene”为题刊登在2011年10月18日的《Nature • Communications》上。

有机超导体的研究一直是凝聚态物理研究中的热点，人们一直期待在有机材料中发现高温超导电性。目前有机超导体主要有两类：准一维的(TMTSF)₂X和二维的(BEDT-TTF)₂X。然而这两类有机超导体的超导转变温度较低并且其中有些只在高压下表现为超导电性。有机超导体具有许多有趣的性质，具有低维性、强的电子-电子相互作用和电子-声子相互作用。有机超导体中 π 分子轨道中未配对电子对电子态起主要作用。有机超导体的相图与铜氧高温超导体、重费米子超导体和铁基超导体等其它非常规超导体相图相似，超导电性毗邻磁有序态。有机超导体提供了一个很好的体系让人们来研究低维体系的电子-电子相互作用和电子-声子相互作用。这些具有 π 电子的超导体不能简单地利用传统的BCS超导理论来解释。 C_{60} 和石墨中掺杂的超导体也具有 π 电子，这些 π 分子轨道对其超导电性起着非常重要的作用。

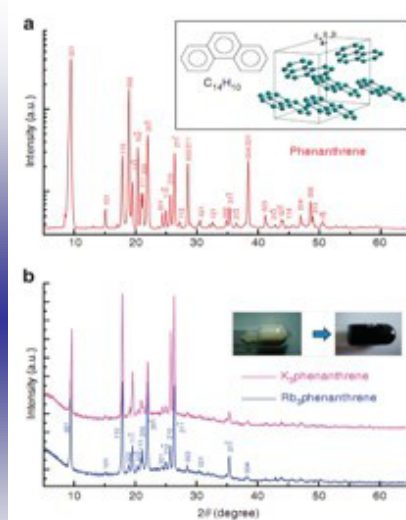


图1 母体菲和碱金属掺杂菲的X-射线衍射图

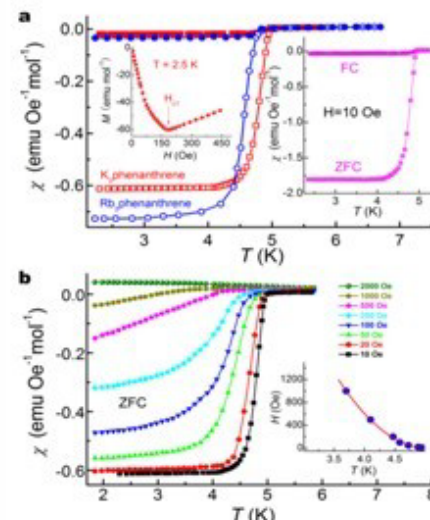


图2 碱金属掺杂菲超导体的磁化率曲线

对于具有 π 分子轨道的有机超导体，由于相邻分子间轨道的重叠使得电子去局域化从而增加导电性。陈仙辉课题组通过在具有 π 分子轨道的菲（菲是具有三个苯环的稠环芳香烃）中掺入碱金属实现了5开尔文温度的超导电性。同时发现通过施加1万个大气压的压力使得超导转变温度有20%的提高，并且超导体具有局域磁矩，这些结果说明这种新发现的超导体可能具有非常规的超导电性。这类超导体的发现对非常规超导体机理的研究是非常有意义的。稠环芳香烃可以由不同数量的苯环组成，有一个很大的家族，其超导电性的发现表明又一类新的有机超导体家族诞生。这类新超导体的发现开辟了具有 π 电子稠环芳香烃超导体的领域。

该项研究受到国家自然科学基金委、科技部国家基础研究计划和中国科学院创新项目的资助。