

14 高温超导和纳米材料

“十二五”期间，中科院在高温超导方面取得了一系列突出成果。中科大陈仙辉教授首次在铁基超导体（常压下）突破传统超导体的麦克米兰极限，证实了铁基超导体是除铜氧化合物之外的又一类非常规高温超导体。相关论文已

被他引 1 085 次，为 2002—2012 年期间我国被引用次数最高的 10 篇论文之一，在物理领域排名第一。被 *Science* 评

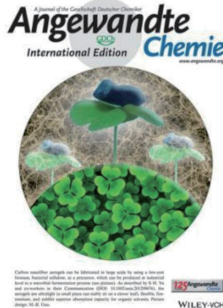
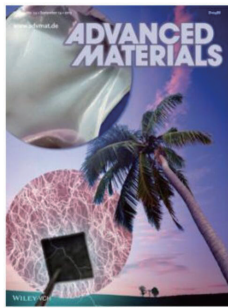
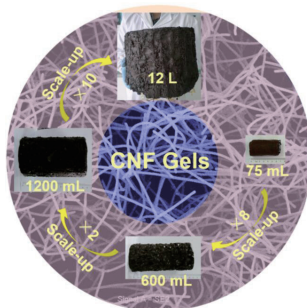
为“2008 年度十大科技进展”、被美国物理学会评为“2008 年度物理学重大事件”、被欧洲物理学会评为“The best of 2008”，并入选 2008 年度“中国基础研究十大新闻”。这标志着我国在铁基高温超导方面的研究处在世界前列。中科大铁基超导体研究团队与中科院物理所的研究同行一起引领了高温超导研究在世界范围内的第二次研究热潮。在此之后，中科大超导研究团队又继续在探索新型高温超导材料领域做出了一系列原创性工作：首次利用水热法发现铁硒类新型高温超导材料，超导温度超过 40 K，为相关体系新超导体的探索提供了新的思路；首次在碱金属掺杂菲中发现了 5 K 温度的超导电性，开辟了稠环芳香烃超导体研究的新领域。另外，中科大超导研究团队还在相关超导材料的机理研究中取得了一系列的重要进展，产生了广泛的国际影响。

陈仙辉教授因在新超导材料探索领域的杰出贡献，与中科院物理所赵忠贤院士以及美国超导材料专家

Zachary Fisk 教授一起荣获 2015 年马蒂斯奖（Bernd T. Matthias Prize），该奖主要奖励在超导材料方面取得的重大创新成果，代表了国际超导材料研究领域的最高水平。相关铁基超导研究成果获得香港求是科技基金会求是杰

出科技成就集体奖和 2013 年度国家自然科学奖一等奖。

纳米材料方面也硕果累累。2010—2015 年，中科大纳米材料研究团队系统



开展具有不同维度的重要纳米结构单元的可控、宏量制备方法学研究。在一系列纳米线、二维纳米片的可控合成化学及宏量制备技术、纳米结构单元的可控组装及宏观组装体制备、新型纳米能源转换材料的制备及器件特性研究等方面取得突破性进展。已成功实现硅纳米晶、亚千克级碳纳米线、10 升碳纳米纤维凝胶、碳-过渡硫族化合物、有机金属骨架纳米线等纳米材料的宏量制备。

纳米团队负责人俞书宏等因在“复杂形态和结构的无机功能材料的构筑、自组装原理及性能研究”中的贡献，获国家自然科学奖二等奖（2010 年），因在“纳米材料的宏量制备与组装体功能研究”中的贡献，获安徽省自然科学奖一等奖（2014 年）；纳米团队核心成员谢毅等因在“特征结构导向构筑无机纳米功能材料”中的贡献，获得国家自然科学奖二等奖（2012 年）。团队成员得到了相关领域同行的较高评价，反映了该团队较强的创新性和较大的影响力。

专家点评

Michael R. Buchmeiser 教授点评：宏量制备 10 升以上碳纳米线水凝胶和气凝胶的工作被“欧洲化学观点”以“大规模制备水凝胶和气凝胶”为题亮点报道，称“这种灵活的合成方法可轻易实现大规模制备，并能调控碳

纤维的直径、凝胶的孔隙率和机械强度”；被 *Angewandte Highlights* 评述报道，称“俞组展示了一种高效的模板诱导水热法制备碳纤维水凝胶和气凝胶”；Michael R. Buchmeiser 教授在以碳纤维为主题的综述论文（*Angew. Chem. Int. Ed.* 2014, 53, 5262–5298）中，对碳纤维定义时引用俞书宏项目组发表的 12 篇有关碳纳米纤维的论文，用以阐明新型碳纤维的定义；英国伦敦大学玛丽女王学院 Maria–Magdalena Titirici 教授与国际绿色化学创始人 James H. Clark 教授等在德国 *ChemSusChem* 2014, 7: 670–689 上联合发表的有关“可持续的碳气凝胶”评述中以“从碳纳米线 / 葡萄糖得到的碳水凝胶和气凝胶”为专题，用 216 个单词图文并茂引述了俞书宏项目组有关宏量制备碳纤维气凝胶及其结构和功能调控的 10 篇系列工作，指出“这种方法非常灵活，也被用来制备掺氮超电容电极材料和自支持薄膜”；该碳纳米纤维被国际同行用作模板制备了一系列先进能源转换与存储材料。项目组有关碳纤维凝胶结构和功能调控相关系统性研究受到《英国自然指数 2014》的关注（*Nature* 2014, 516, S68）。

张富春教授点评：超导体是一种同时具有零电阻和完全抗磁性的特殊材料，它具有极高的应用价值，可以在能源、医疗、基础科学等领域发挥不可替代的作用。然而，自从超导体第一次发现以来，它的特殊性能只能在接近绝对零度的极低温环境下才能显现，因而极大地限制了超导体的应用。即便如此，超导体也已经被应用到一些特殊领域，并发挥了巨大的作用，例如医院的核磁共振成像、高能粒子加速器等。探索高温乃至室温的超导材料成为了超导研究领域的核心问题之一。“十二五”期间，中科大超导研究团队在高温超导领域取得了重大突破，成功发现了一种铁基高温超导材料（ $\text{SmO}_{1-x}\text{F}_x\text{FeAs}$ ），并在相关的物理机制的实验研究方面取得重要成果。这一研究成果标志着第二类高温超导体家族的诞生，为高温超导的物理机制研究提供了新的材料平台，极大地推动了高温超导体研究。中科大超导团队的工作得到了国际同行的高度认可，其领军科学家陈仙辉院士与中科院物理所赵忠贤院士以及美国超导材料专家 Zachary Fisk 教授一起荣获 2015 年马蒂亚斯奖（Bernd T. Matthias Prize），该奖主要奖励在超导材料方面取得的重大创新成果，代表了国际超导材料研究领域的最高水平。这一殊荣表明，我国的高温超导材料研究已经处于世界领先水平。

点评专家

Michael R. Buchmeiser 国际著名高分子化学家，德国纺织化学和化学纤维研究所所长，斯图加特大学高分子化学与化学纤维系主任。2010 年 Otto Roelen Medal 获得者，担任 *Macromol. Rapid Commun.*, *Macromol. Chem. Phys.*, *Macromol. Mater. Eng.* 等国际期刊顾问编委。

张富春 浙江大学光彪讲座教授，国家“千人计划”专家，长期从事凝聚态物理理论的研究，在高温超导与重费米子等领域具有卓越的贡献。他导出的高温超导铜

氧化合物的数学模型已成为国际上研究高温超导广泛采用的微观哈密顿量；他在分数量子霍尔效应的研究中所预言的 $2/5$ 填充时的量子相变目前也已被实验验证；同时他还是研究 Kondo 和重费米子问题中大 N 展开方法的创始人之一，该方法已成为研究强关联的标准方法之一；1996 年，稀土氢化物的光学开关特性被发现后，他率先建立了解释该现象的理论，并也被后来的进一步实验所证实。