



复旦大学物理系 Colloquium

Time: 14:00, Tuesday, 2023.10.17

Location: C108, Jiangwan Physics Building

金刚石纳米高压舱：高压物质研究新机遇

曾桥石 研究员

北京高压科学研究中心（上海分中心）

上海市极端环境新材料重点实验室，上海前瞻物质科学研究院

摘要: 压力是决定物质结构和性质的一个重要的基本物理参量。极端的高压条件可以大范围改变原子之间的间距，电子云的空间分布、电子轨道杂化方式、能带结构及元素电负性等，从而产生大量在其他条件下往往不易甚至不能得到的新奇物理、化学现象。但是大部分的这类新奇的高压现象和材料性质只能存在于由坚固厚实的高压机械装置约束的高压环境下。因此，高压态材料而无法如其他普通材料一样在常压环境存在，给其基础研究和实际应用都造成了巨大障碍。在本报告中，报告人将介绍一种全新的方法来克服该长期困难：以挥发物质为研究对象，首先将挥发物质和一种富含闭合纳米孔的玻璃碳材料一起在压力装置中加压到预定的目标压力，使得挥发物质在高压下扩散进入纳米孔洞，然后通过加热诱导玻璃碳转变为坚硬密实的金刚石，接下来就可以去掉外部压腔提供的压力，获得在常压下能稳定、独立存在，且包含大量处于高压环境下的高压态纳米物质的一种“金刚石纳米高压舱（NDCs）”复合材料。这种特殊复合材料包含的纳米高压态物质只由纳米级别厚度的金刚石包裹，将可以直接用于需要真空环境的各种低穿透能力的探测手段的表征，例如，基于透射电子显微镜的各种技术。作为这一概念的演示，报告人团队成功获得了包含高压氩的“金刚石纳米高压舱”复合材料，并且开展了高压氩的电镜和同步辐射x射线的多技术系统表征，证实氩的保留压力能高达22 GPa，并且以纳米颗粒的形式分布在纳米金刚石的基体中。而要调控高压氩所保持的压力，只需要改变其加温合成金刚石时的压腔压力即可。进一步通过另外一种氙气的重复实验，说明了该方法的具有通用的可能性。从原理上，基于NDCs概念的方法能够应用到包括液体和固体的多种形态的目标材料体系中。因此该方法将有望帮助克服高压物质研究和应用面临的最大的一个障碍，从而使得高压态物质可以像常规的常压样品一样被方便的表征和应用，有望开启高压态材料基础研究和应用的一扇新的大门。



报告人简介: 曾桥石于2005年和2010年先后在浙江大学材料科学与工程专业获得工学学士和博士学位。2007年到2009年在美国卡内基研究院和美国阿贡国家实验室联合培养，2011年至2014年在美国斯坦福大学从事博士后研究，2014年至2015年在美国卡内基研究院担任研究科学家。曾桥石现任北京高压科学研究中心——上海分中心主任、终身研究员，同时兼任上海前瞻物质科学研究院副院长，上海市极端环境新材料重点实验室主任。曾桥石长期致力发展和应用先进的高压-高温原位研究技术(包括x射线衍射、散射、成像和光谱技术等)，用于理解无序材料的结构、性质演化规律以及结构性质关联。近年来通过极端条件调制——原位精确检测的基本研究思路，在非晶和无序材料的结构和相变研究领域取得了一系列创新成果。目前已发表SCI论文110余篇，其中包括3篇Science，3篇Nature，5篇PNAS，6篇Nat. Commun., 5篇PRL等；也长期担任众多国际权威学术期刊的审稿人，例如Nature Materials, Nature communications, PRL, JACS, Matter, Acta Materialia等。近几年来在国际学术会议做主旨、邀请报告、担任分会主席近三十余次。曾入选国家海外高层次人才项目；获教育部全国优秀博士论文、全国高压科学卓越青年学者、非晶态合金杰出青年科学家等荣誉。