
北京高压科学研究中心团队成功发明“金刚石纳米高压舱”

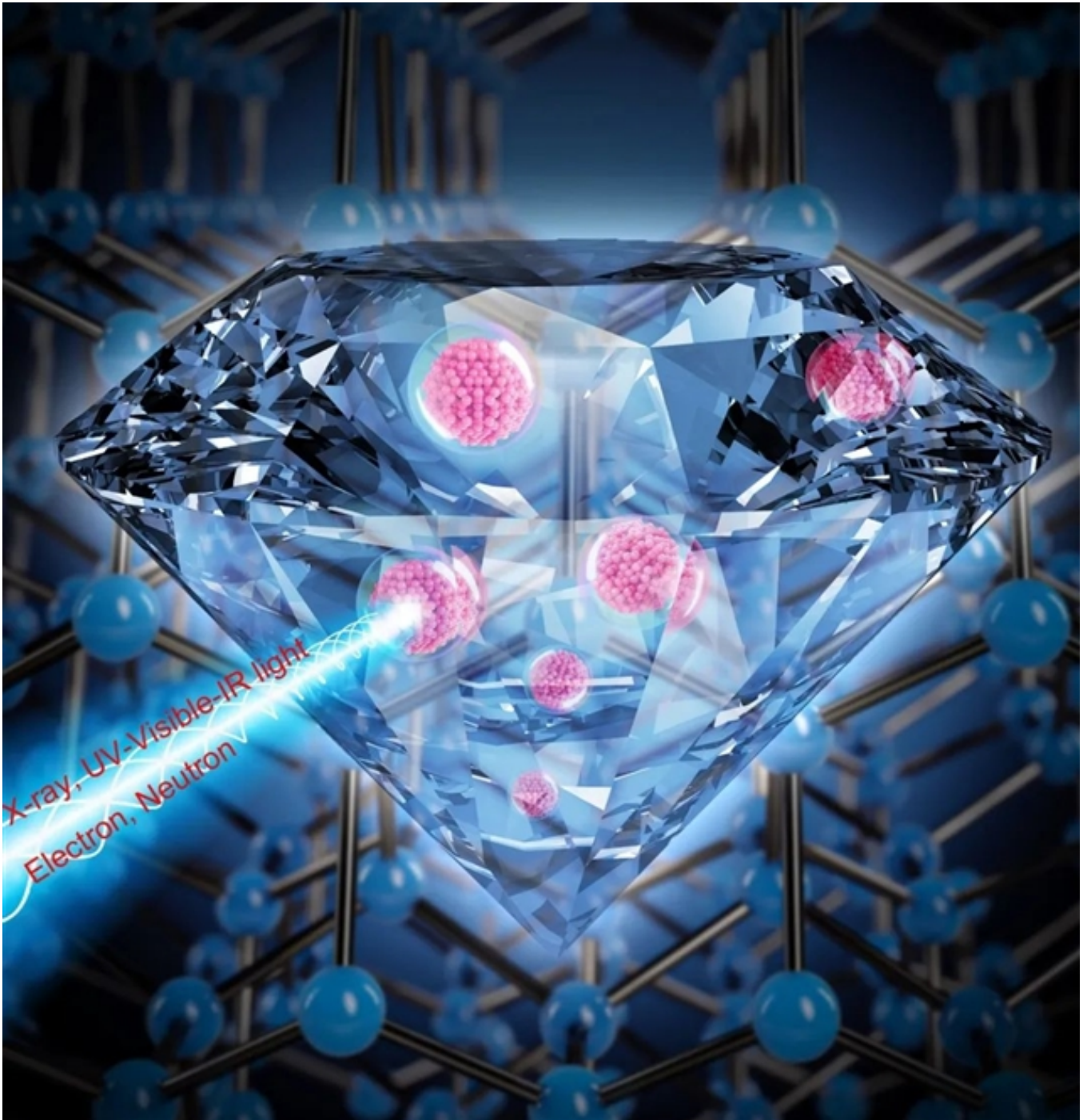
作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/19654.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

北京高压科学研究中心团队成功发明“金刚石纳米高压舱”。把物质在极高压力下的状态保留到常压一直是基础研究和材料应用领域的一个长期追求的梦想。最近，北京高压科学研究中心曾桥石研究员带领的研究团队朝着这一梦想取得了重要突破。他们制备了一种由金刚石构成的纳米压力舱，能够把具有极高压力状态的物质永久地、安全地封存在其中。这一突破使高压态物质成功摆脱了传统复杂压力装置的束缚而能如普通材料一样独立存在，扫除了高压态物质基础研究和应用的一个主要障碍。

这一最新成果于2022年8月17日在国际顶级学术期刊《自然》上发表，题为Preservation of high-pressure volatiles in nanostructured diamond capsules。

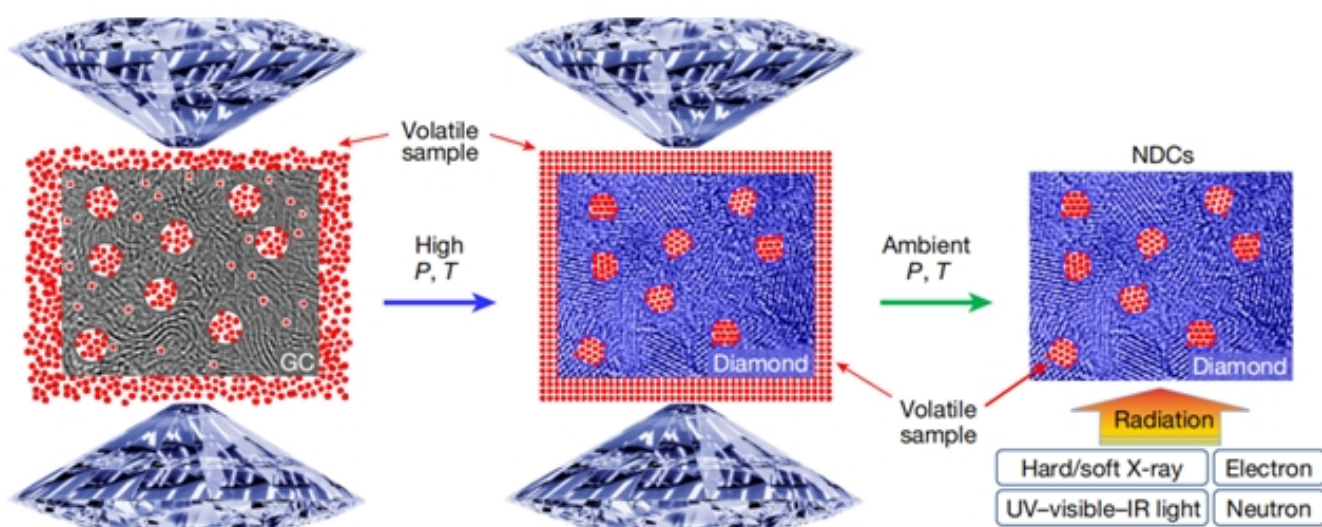


图片来源：北京高压科学研究中心

材料是现代科技的基石。因此，科技的进步和革新往往严重依赖新的、具有特殊性能的先进材料的开发。对于特定的一种材料，只需要改变它承受的外加压力，往往就能够显著地改变材料的各种性质，从而给探索优化的、甚至全新的材料性质提供广阔的空间和可能。然而，让人遗憾的是，大部分在压力下发现的优异性质只能在高压下存在。因此为了产生和维持压力的坚固厚实的加压装置成为了高压材料和人们之间不可逾越的阻隔。在过去的一个世纪里，科学家做了各种努力试图克服这种困难。他们广泛研究不同的材料体系，发现存在一类特殊的高压合成的亚稳材料能

够保留到常压。典型的例子就是高压条件下利用普通的碳材料制造的金刚石能够在外部压力卸掉后仍然在常压下存在，并且保持其闪亮的外观和各种卓越的性质。遗憾的是，这种幸运的例子很少。因此，高压物质更多还是实验室里开展基础研究的对象，而很少能够大规模地进入工业应用，在人们日常生活中发挥广泛作用。

北京高压科学研究中心和美国斯坦福大学以及阿贡国家实验室的合作研究团队发明了一种新的方法。利用这种方法，他们成功地把通常难束缚气体的极端高压态及其性质保留到常压环境。他们首先把一种名为玻璃碳的碳材料和氩气一起加压到大约50 GPa（50万个大气压）的高压状态，再把玻璃碳加热到大约1800摄氏度。在常压下的玻璃碳是一种气密性很好的材料，然而他们发现在高压下，玻璃碳可以犹如海绵吸水一样吸纳氩气。高温高压促使高压态玻璃碳转变为金刚石。而后，当把整个样品从压力装置中取出置于常压环境时，意外地发现氩被永久封存在了坚固、密封的金刚石的纳米孔中；更重要的是，纳米孔中的氩样品内部的压力并没有随外部压力的卸去而消失，而是保持了极高的高压状态，形成了一种由纳米金刚石基体包裹高压纳米氩颗粒的复合材料——金刚石纳米高压舱。该实验条件获得的氩颗粒内的压力高达22 GPa，约是地球海洋最深的马里亚纳海沟底部压力的220倍。在这种复合材料中，包裹高压氩颗粒的金刚石的厚度被惊讶地发现只需要几十纳米。因此，大多数要求在常压或者真空环境工作的现代材料先进研究探测手段，例如电子显微镜，都可以对其进行直接的探测和研究。



图片来源：Nature

我们通过高分辨的电子显微镜可以直接看到纳米尺寸的高压态的氩晶粒镶嵌在纳米金刚石的基体中；因此，我们给这种特殊的高压复合材料取名为金刚石纳米高压舱。该工作的第一作者、北京高压科学研究中心（上海分中心）的曾徽丹研究员介绍，实现金刚石纳米高压舱这个革新概念的关键之一是选择合适的前驱体碳材料。例如，前驱体的碳原子之间不是致密的三维网络连接，并且含有大量分立的纳米孔洞可以作为存储高压物质的样品腔。只要满足这两个条件，很多碳材料，包括晶态、非晶态、低维碳材料等都可以成为金刚石纳米高压舱的前驱体材料，从而给进一步优化金刚石纳米高压舱材料的合成过程和产物提供了广阔的空间。

曾桥石研究员解释道：利用具有互补性的多种先进探测手段去获得自洽的结果是现代材料研究的一个重要特征。然而，对于高压物质科学的研究来说，由于‘厚实’的传统高压腔体壁的阻隔，要探测物质在高压下的结构和性质，往往需要具有高穿透性的探针，例如高能量的硬X射线。因此，许多穿透能力弱，需要接近真空工作环境的先进探测技术，例如电子显微镜、真空紫外光谱、软X射线光谱等，往往不能用于高压物质研究，这严重阻碍了高压物质科学的发展。曾桥石补充说，而金刚石纳米高压舱的创造发明让我们找到摆脱这个长期困境的一个有效途径。我们现在可以不依赖传统的高压装置来维持压力，同时材料的压力也可以按设计进行调控。由于没有额外的压力装置的限制和束缚，一切以前用于常压材料研究的技术和方法也将可以直接用于高压态的材料研究。很多以前难以获得的高压材料的结构、成分、成键等关键信息也将不再是问题。我期待很多以前没有解决的高压材料难题能因此获得突破，更期望我们的成果能促使在高压材料的广阔未知空间中产生大量颠覆现有知识的意外发现。

除了我们已经尝试的气体，金刚石纳米高压舱的概念可以应用到各种形态的初始材料，包括固体。美国斯坦福大学的Wendy Mao教授说，另外，金刚石纳米高压舱材料在原则上可以通过多次合成，聚集成为大块材料，从而让高压材料可以像常压材料一样在日常生活中获得广泛的应用；而不是像以前一样只是束缚在高压装置内部的微小样品，仅供科学家用于基础研究。所以，我认为我们的工作是实现大量通常不能卸压保留的高压材料获得可能应用的至关重要的第一步。

该研究成果得益于来自北京高压科学研究中心、美国斯坦福大学和阿贡国家实验室的研究人员组成的国际团队的多年密切合作，并获得了国家重点研发计划和国家自然科学基金委的大力支持。
(来源：科学网)

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41586-022-04955-z>

作者：曾桥石等 来源：《自然》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发