科学家首次合成高度有序晶态金刚石结构纳米线

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/18082.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！

科学家首次合成高度有序晶态金刚石结构纳米线。北京高压科学研究中心毛河光院士与郑海燕、李阔课题组，在极端高温高压条件下首次合成具有专一tube(3,0)结构的碳-氮有序间隔排列超细金刚石纳米线，并发现芳香体系在高压下的[1,3,5]协同加成机理，由此提出极端条件下合成有序产物的控制策略，相关成果于4月19日发表在美国《国家科学院院刊》(PNAS)。

金刚石纳米线是一种特殊的金刚石基材料。其中碳原子形成化学键的方式与金刚石类似，因此与金刚石有着相似的性质（硬度、绝缘性、稳定性等）。不同于金刚石的三维网络结构，金刚石纳米线在长度方向可以无限生长，但在另外两个方向却非常细（~0.5纳米），仅相当于一根头发丝（~50微米）的1/100000。这种特殊的结构使该材料具有与碳纳米管相当或更高的拉伸强度，同时还具有极强的柔韧性。2015年，美国科学家首次以苯为原料在20万个大气压下合成了金刚石纳米线。随后科学家通过选择不同的芳香分子作为原料，在高压下相继合成了一系列含有其它元素的金刚石纳米线。然而，这些金刚石纳米线内部原子连接的有序性较差，常形成混合物，阻碍了进一步的研究和应用。

在这项研究中，研究人员发现产物有序性差的原因是合成反应的选择性较差。苯环上的原子全部为碳原子，高压下都可以参与聚合反应，导致反应的混乱度增加。因此，研究人员用均三嗪代替苯作为合成金刚石纳米线的原料，提高了反应物分子中不同位置原子的反应选择性。相比于苯，均三嗪六元环上的1、3、5位置上为氮原子，2、4、6位置上为碳原子。因为氮原子的高压反应活性不如碳原子，氮-氮间难以成键，所以均三嗪分子的反应方式变得单一，最终首次合成得到高度有序的晶化纳米线。研究人员综合利用X-射线衍射、电子衍射等手段并结合理论计算方法，确定了所得到的纳米线具有专一的tube(3,0)结构，纳米线之间具有理想的六方堆积，而沿纳米线方向存在一定的无序。研究人员还通过质谱手段表征了反应中间体，确定了反应单体之间的碳-氮成键方式，并结合理论计算发现三嗪单体在压力下发生了连续的[1,3,5]协同加成反应，最终生成了tube(3,0)结构纳米线。这完全不同于以往普遍认为的芳环分子在高压下发生连续的狄尔斯阿尔德（Diels-Alder）反应。

该研究首次在高压下合成出了高度有序的晶态金刚石结构纳米线，并确定了其具体结构，详细地研究了从三嗪单体到金刚石纳米线的反应路径，揭示了反应选择性对产物有序性的重要意义，对在高压下设计合成结构专一的新型碳材料和理解芳香分子在压力下的聚合反应具有重要意义。（来源：中国科学报赵路）

相关论文信息：https://doi.org/10.1073/pnas.2201165119

版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。
作者：毛河光等 来源：《国家科学院院刊》

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转发