

中国科大研制仿北极熊毛发的隔热气凝胶

与人类或其他哺乳动物的毛发不同，北极熊的毛发是中空的。在显微镜下放大后，每一根毛发都存在空腔结构，这种中空的管状结构不仅降低了北极熊毛的密度，而且有利于减小热导率，阻隔热量从北极熊的皮肤表面扩散到周围的低温环境中，值得设计新型人工隔热材料效仿。

中国科学技术大学教授俞书宏领导的研究团队受北极熊毛发中空结构的启发，发展了一种人工合成类北极熊毛的中空碳管气凝胶(CTA)的方法，该碳管气凝胶表现出超弹性和低的热导率。相关研究成果以Biomimetic Carbon Tube Aerogel Enables Super-Elasticity and Thermal Insulation 为题，于6月6日发表在《化学》上 (Chem 2019, CHEMJOURNAL-D-19-00185R1)。论文的第一作者为博士研究生詹慧娟。

大自然历经了亿万年的发展和进化，其丰富的结构与种类值得人们去学习和借鉴。该团队利用一维纳米线作为模板，通过模板法制备宏观尺度的碳管气凝胶(图1)。由于其独特的微观结构，使该气凝胶材料表现出优异的轻质、隔热、疏水和机械性能(图2)。其密度最低可达到 8 kg/m^3 ，低于绝大多数已报道的隔热材料；它的接触角为 146° ，在56%的相对湿度下放置120天，仍然能保持热导率基本不变；由于中空碳管的内径(35纳米)远小于空气的平均自由程(75纳米)，管内的空气几乎不会传递热量，因此碳管气凝胶具有很好的隔热性能，其最低热导率仅为 $23\text{ mW m}^{-1}\text{ K}^{-1}$ ，低于干燥空气的热导率。

该碳管气凝胶具有宏观尺度的三维网络结构，因而具有超弹性，当自由落体的小钢球落在碳管气凝胶的表面时，高回弹速度(1434 mm s^{-1})，即使在30%应变下压缩一百万次或者90%应变下压缩一万次，碳管气凝胶仍然保持结构完整。研究人员还探究了其作为压阻式传感器的相关性质，在30%应变下压缩一万次以后，它的相对电阻值基本不变。

这种受北极熊毛发中空结构启发设计合成的新型碳管气凝胶有望可满足极端条件下对高性能材料的需求，例如航空航天领域中应用的轻质隔热保温材料、弹性体材料等。

该项研究受到国家自然科学基金委创新研究群体、国家自然科学基金重点项目、中科院前沿科学重点研究项目、中科院纳米科学卓越创新中心、苏州纳米科技协同创新中心等的资助。

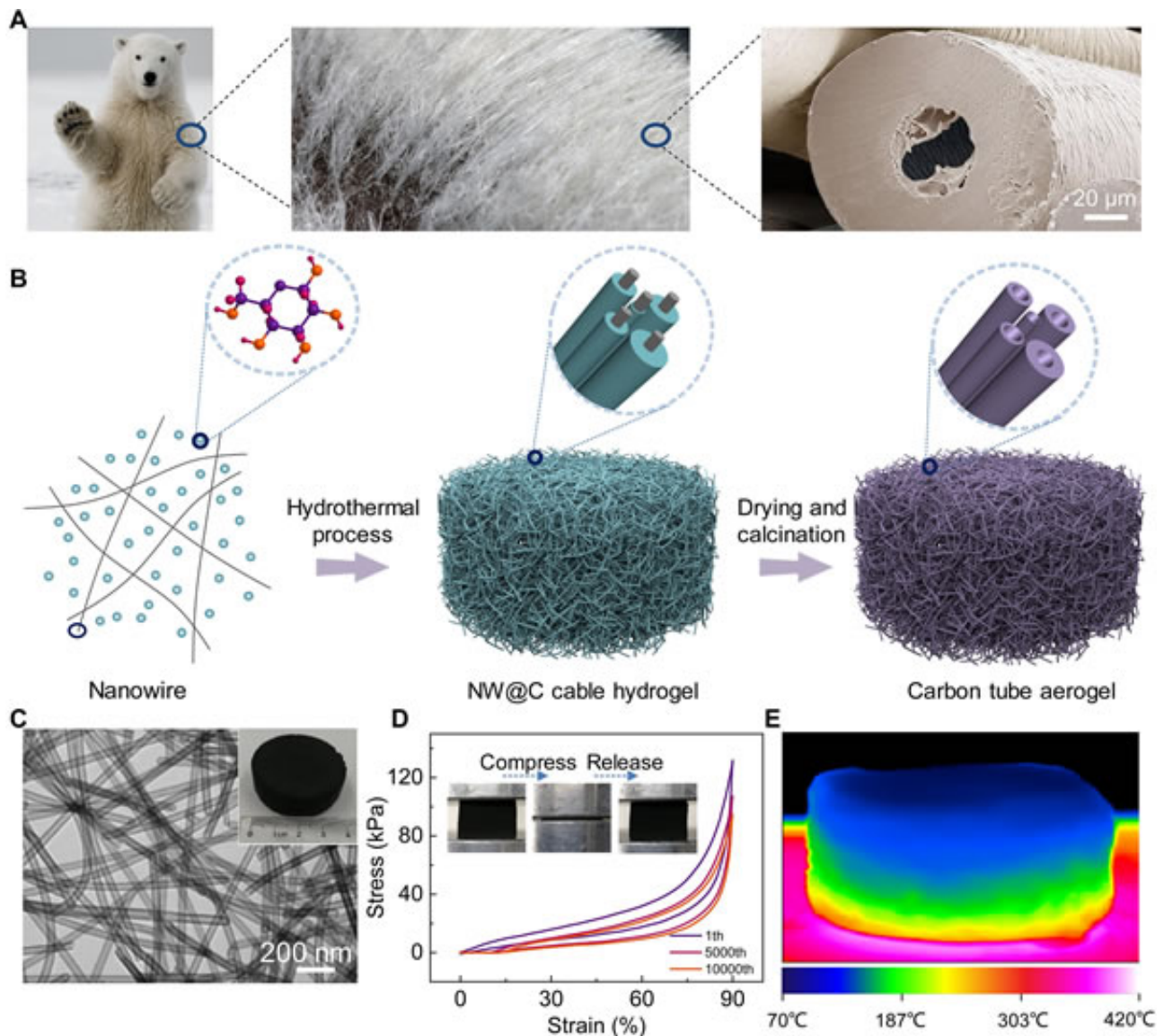


图1.CTA的制备。(A) 北极熊毛的结构；(B) 示意图，表明用一维纳米线作为模板制备CTA的方法；(C) CTA的透射图；(D) CTA在压缩形变为90%的条件下，压缩一万次的应力-应变曲线；(E) CTA在400 °C热台上的热红外图像，表明良好的隔热能力。

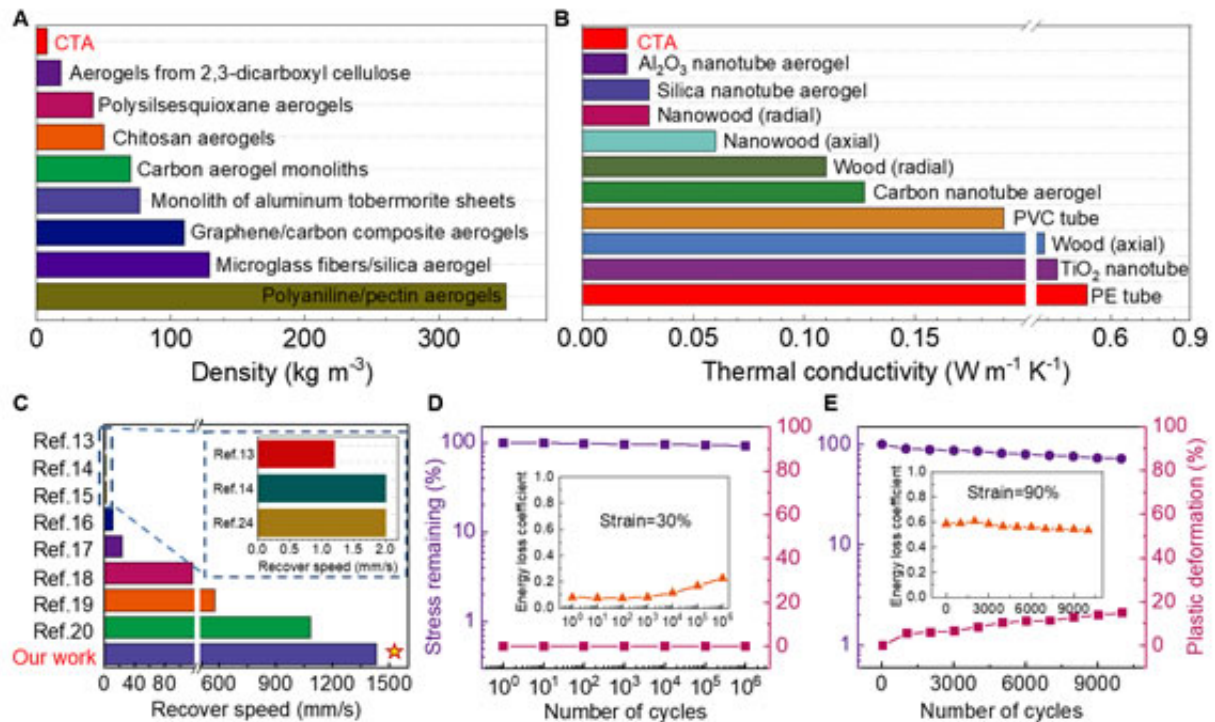


图2.CTA的性能表征。(A)不同材料密度的对比；(B)不同材料热导率的对比；(C)不同材料回复速度的对比；(D)CTA在压缩形变为30%的条件下，压缩一百万次的机械性能变化；(E)CTA在压缩形变为90%的条件下，压缩一百万次的机械性能变化。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/140676.html>