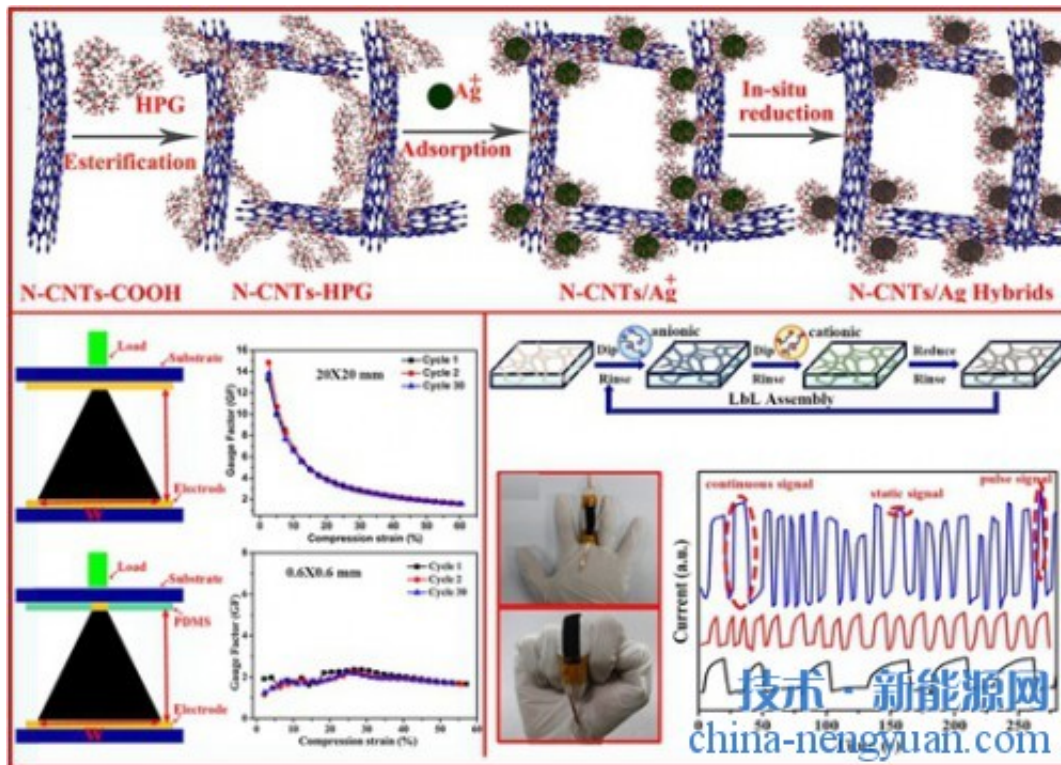


## 深圳先进院碳纳米管基三维结构材料研究获系列进展



随着电子元器件及消费类电子产品向着小型化、智能化和可穿戴方向发展，要求基于高密度电子封装的微纳器件须具备柔性及可延展化等特点，以促进人与信息的高效交换，这对构成器件的导电基元材料提出了更加严苛的挑战。除了满足基本的电气互联外，导电基元材料还需具备优异的力学强度、压阻特性以及循环稳定性等特点。因此，将纳米尺度的导电基元进行合理、有效的宏量组装，是未来制备高性能柔性电子器件的发展趋势，具有重要的科学意义和应用前景。

近年来，基于一维碳纳米管（CNT）材料和零维金属纳米颗粒杂化的三维结构材料制备的柔性或弹性电子器件因兼备优良的电性能、机械柔韧性和压阻特性等特点而受到广泛关注。如何有效地提高三维杂化材料的结构稳定性和应变灵敏度，发展可实际应用的应变式传感器（Strain-gauge Sensors）吸引了众多科研工作者的关注。

针对此问题，中国科学院深圳先进技术研究院先进材料研究中心研究员孙蓉、副研究员张国平和博士研究生赵松方等组成的科研团队针对三维杂化材料的结构设计和组装方面开展了系列研究工作，以期获得卓越性能三维碳纳米管基结构材料。

研究人员首先采用超支化聚缩水甘油醚(HPG)作为桥梁，通过酯化反应将酸化的氮掺杂碳纳米管（N-CNTs）以酯键形式进行连接，同时以HPG为模板吸附Ag<sup>+</sup>，原位还原得到共价键连接的N-CNTs/Ag杂化材料，借助冰模板法和冷冻干燥技术制备出共价键链接的三维N-CNTs/Ag柔性海绵，且内部孔径大小可调。共价键设计赋予该三维材料优异的力学性能以及多次循环形变下的稳定性，均匀分散的银纳米颗粒可显著提高电荷在形变条件下的传输通道和器件灵敏度（Carbon,2015, 86, 225-234）。

在以上工作基础上，通过多级微观结构和金字塔状模具设计，制备基于N-CNTs/Ag导电基元的金字塔状三维结构材料；同时根据逾渗理论，通过调节杂化导电基元与粘合剂的比例，实现该三维结构材料在应变作用下电阻突变。当其在3%形变条件下，应变式传感器的GF值高达15（ACS Appl. Mater. Interfaces 2014, 6, 22823-22829）。近来，基于氮掺杂碳纳米管和金属纳米粒子的协同效应并通过层层自组装（LbL）技术在聚氨酯（PU）海绵骨架上成功制备了三维多孔氮掺杂碳纳米管基杂化材料(CHAs)。

研究结果表明制备的CHAs在多次循环形变过程中具有优异的电阻稳定性和高的导电性，同时可实时监测人体运动模式差别，如弯曲速度、弯曲程度、状态保持时间等。该制备方法具有普适性，可以发展不同维度杂化的三维多孔材

料以满足器件制备对不同功能材料的需求。（ACS Appl. Mater. Interfaces 2015, 7 (12), 6716 – 6723）。

以上研究和前期该团队在三维杂化结构材料组装及应用研究中取得的一系列成果均由深圳先进院独立完成。该研究先后得到国家自然科学基金（Grant No. 21201175）、广东省引进创新科研团队（No.2011D052）、深圳市孔雀计划团队(KYPT20121228160843692)等项目的资助。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/75819.html>