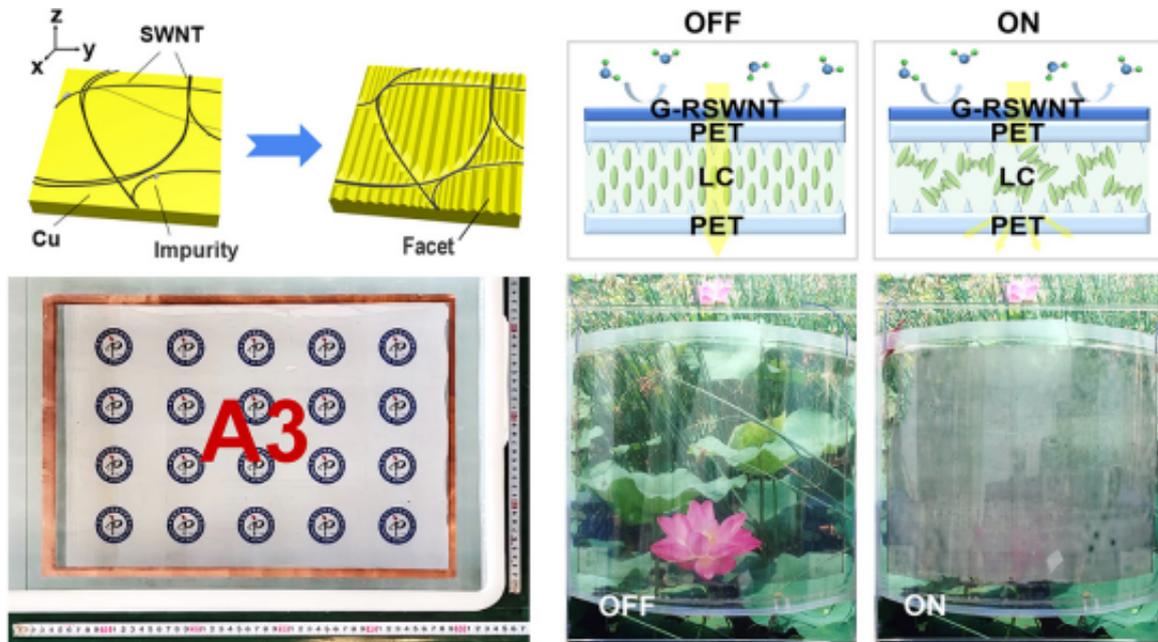


物理所实现柔性碳纳米薄膜的透明导电协同提升和大规模制备



未来，电子、光电、能源等领域需要大面积柔性透明导电薄膜（TCF）。由于锡是不可再生资源且价格昂贵以及氧化锡固有的脆性，现代技术广泛应用的氧化锡TCF难以满足科技发展尤其是新一代柔性电子器件的需求。目前，科学家已开发出碳纳米薄膜、金属纳米线、导电高分子等替代氧化锡的透明导电材料。其中，碳纳米薄膜被认为是最有潜力的候选材料之一。然而，实现柔性透明导电薄膜广泛应用不仅要求其克服透光率和导电性之间的相互制约，而且要能够实现大面积甚至规模化制备。这是困扰碳纳米材料领域乃至TCF领域的难题。

中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心先进材料与结构分析实验室纳米材料与介观物理研究组，基于自支撑透明导电碳纳米管薄膜，提出了先进的碳纳米管网络重组（CNNR）策略，设计并研发出创新性的刻面驱动CNNR（FD-CNNR）技术，突破了碳纳米薄膜关键性能之间相互制约的瓶颈，实现了大面积制备和无损转移，为解决大面积柔性TCF问题提供了方案。

该工作基于FD-CNNR技术的独特机制，在单壁碳纳米管（SWNT）和Cu-O重构之间引入一种相互作用，使SWNT网络重组为更高效的导电路径。该研究利用FD-CNNR技术，设计并制备出A3尺寸甚至米级长度的大面积柔性自支撑重组碳纳米透明导电薄膜（RNC-TCF），包括重组SWNT（RSWNT）薄膜和石墨烯与重组SWNT（G-RSWNT）复合薄膜。后者的面积是现有该种自支撑复合薄膜的1200多倍。这些轻质薄膜表现出优异的柔韧性，具有协同增强的高力学强度、出色的透光率和导电率以及显著的FOM值。研究发现，大面积RNC-TCF能够在水面自支撑，并能够无损转移至其他目标基底上而不受污染。进一步，该研究基于大面积G-RSWNT TCF结合液晶层，制作了A4尺寸的新型柔性智能窗。这一柔性智能窗具有快速加热、可控调光和除雾等功能。研究提出，FD-CNNR技术可以扩展到大面积甚至规模化制造TCF，并可为TCF和其他功能薄膜的设计提供新思路。

该工作弥补了大面积石墨烯-碳纳米管复合薄膜领域研究的短板，有望推动大面积、柔性、自支撑、轻质、透明导电碳纳米薄膜的规模化制备。

相关研究成果以Large-Area Flexible Carbon Nanofilms with Synergistically Enhanced Transmittance and Conductivity Prepared by Reorganizing Single-Walled Carbon Nanotube Networks为题，发表在《先进材料》（Advanced Materials）上，并申请了中国发明专利。研究工作得到国家自然科学基金委员会、科学技术部和中国科学院等的支持。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/211781.html>