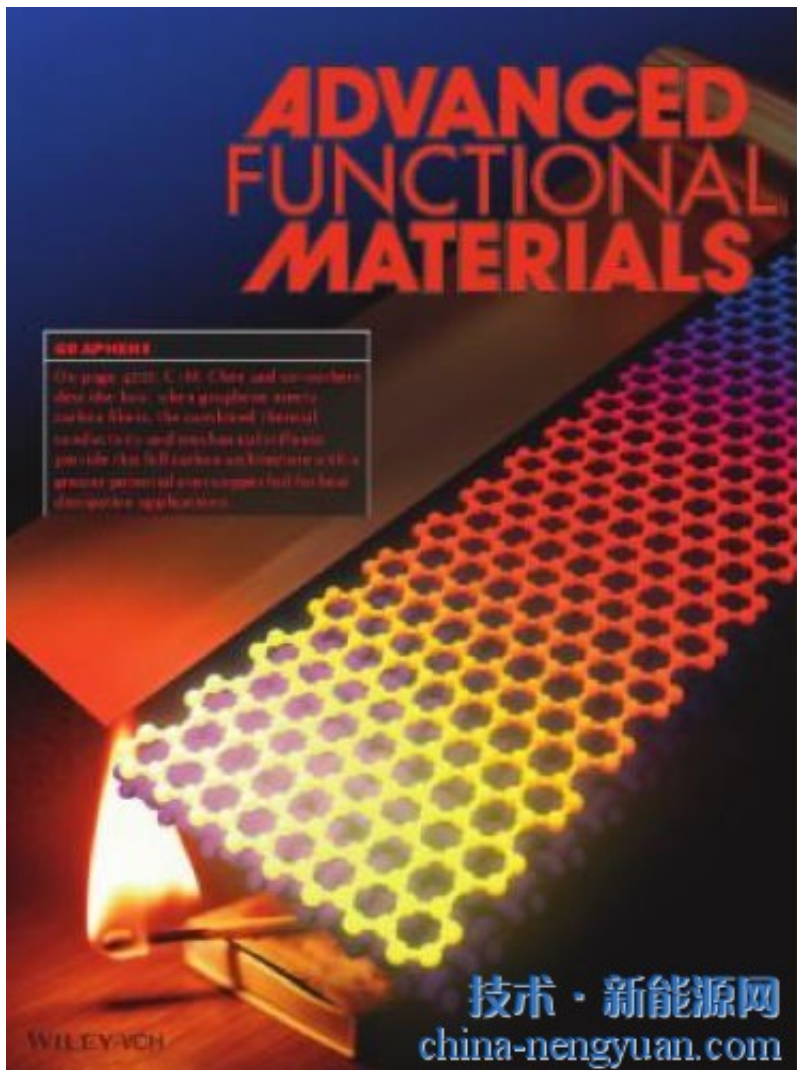


山西煤化所石墨烯导热研究取得进展



2014年以来，中国科学院炭材料重点实验室在石墨烯柔性散热体领域先后取得重要进展。中科院山西煤炭化学研究所709组与清华大学和中科院金属研究所相关团队合作，结合石墨烯和碳纤维领域的学科优势，成功研制出高导热石墨烯/碳纤维柔性复合薄膜，相关成果于3月20日发表于《先进功能材料》（*Adv.Func.Mater.*,2014,24:4222-4228），并被选为杂志内插页进行重点报道。同时，山西煤化所708组与709组合作，系统研究了氧化石墨烯薄膜在炭化过程中的导热性能演变机制，并获得高性能热还原氧化石墨烯薄膜，相关成果于7月16日在线发表于《材料化学杂志》（*J.Mater.Chem.A*,2014,DOI:10.1039/C4TA02693D）。

石墨烯是二维 sp^2 键和的单层碳原子晶体，与三维材料不同，其低维结构可显著削减晶界处声子的边界散射，并赋予其特殊的声子扩散模式。研究表明，室温下石墨烯的热导率（K）已超越块体石墨（ $2000W/m \cdot K$ ）、碳纳米管（ $3000\sim 3500W/m \cdot K$ ）和钻石等同素异形体的极限，达到 $5300W/m \cdot K$ ，远超银（ $429W/m \cdot K$ ）和铜（ $401W/m \cdot K$ ）等金属材料。优异的导热和力学性能使石墨烯在热管理领域极具发展潜力，但这些性能都是基于微观的纳米尺度，难以直接利用。因此，将纳米的石墨烯宏观组装形成薄膜材料，同时保持其纳米效应是石墨烯规模化应用的重要途径。

一般来讲，氧化石墨烯薄膜在退火后热导率会提升，但也变得脆而易碎。但如果把一维的碳纤维作为结构增强体，把二维的石墨烯作为导热功能单元，通过自组装技术，就可构建结构/功能一体化的炭/炭复合薄膜。这种全炭薄膜具有类似于钢筋混凝土的多级结构，其厚度在 $10\sim 200\mu m$ 之间可控，室温面向热导率高达 $977W/m \cdot K$ ，拉伸强度超过 $15MPa$ 。这项研究解决了石墨烯导热应用的实际难题，是山西煤化所在石墨烯领域的一项突破。

以氧化石墨烯为前驱体很容易获得薄膜材料，但这种材料需通过热处理才能恢复其导热/导电性能。研究结果表明1

000oC是薄膜性能扭转的关键点，薄膜的性能在该点发生质变，面向热导率由 $6.1\text{W/m}\cdot\text{K}$ 迅速跃迁至 $862.5\text{W/m}\cdot\text{K}$ ，并在1200oC时提升到 $1043.5\text{W/m}\cdot\text{K}$ 。这一发现不仅解决了石墨烯热化学转变的基础科学问题，也为石墨烯导热薄膜的规模化制备提供了依据。

石墨烯基薄膜可作为柔性面向散热体材料，满足LED照明、计算机、卫星电路、激光武器、手持终端设备等高功率、高集成度系统的散热需求。这些研究成果为结构/功能一体化的炭/炭复合材料的设计提供了一个全新视角。

该研究工作得到了国家自然科学基金青年基金、中科院知识创新工程前瞻项目、山西省自然科学基金、太原市科技局一流自主创新基地项目的资助。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/65124.html>