化学所聚合物导热材料研究获进展

随着电子元器件日趋高复合、高频率和高功率化，电子设备易出现局部过热问题，影响可靠性、安全性和使用寿命。聚合物基导热复合材料具有轻质、柔性、耐腐蚀、易成型加工等优点，常用作电子元器件热管理的界面和封装材料。然而，聚合物基体通常热导率低、耐温性差且易燃；同时，导热填料存在均匀分散困难、增加复合材料密度和显著影响机械性能等问题。

中国科学院化学研究所高分子物理与化学实验室赵宁课题组在本征高导热聚合物及其复合材料研究方面取得进展。聚对苯撑苯并二噁唑（PBO）纤维具有优异的机械、耐热、阻燃和耐溶剂性能，且高度取向及结晶结构使其轴向热导率堪比部分金属和陶瓷，但这种低维材料难以直接用于热管理。该课题组通过剥离PBO纤维获得纳米纤维分散液，以PBO纳米纤维为构筑单元制备薄膜，发展了溶胶-凝胶-薄膜转变与热退火结合的新方法，降低了薄膜内部缺陷、提高了纳米纤维取向程度和纤维间的相互作用力（图1）。该工作所制备薄膜的面内热导率达到36.7 W/mK，比常规聚合物（<0.5 W/mK）提高了两个数量级，是304不锈钢（~ 15 W/mK）的2.4倍。该薄膜保持了优异的电绝缘、耐高温、阻燃、机械等性能，为复杂环境中的高温热管理提供了可靠选择。

进而，该研究以PBO纳米纤维为“泥”、MXene纳米片为“砖”，构筑了仿贝壳“砖泥”结构的复合薄膜。研究发现，通过质子消耗诱导均匀凝胶化，可显著抑制纳米纤维和纳米片自身的聚集，含20 wt% MXene的复合薄膜可形成精细的“砖-泥”取向结构，面内热导率可达42.2 W/mK，复合薄膜的强度、韧性、热稳定和阻燃等性能得到进一步提升。此外，PBO有效阻隔了MXene纳米片间的电子传导路径，所得薄膜保持了优异的电绝缘性能（图2），为使用导电型导热填料制备导热但电绝缘热管理材料提供了新思路。

相关研究成果发表在《自然-通讯》（Nature Communications）上。研究工作得到国家自然科学基金委员会和中国科学院的支持。

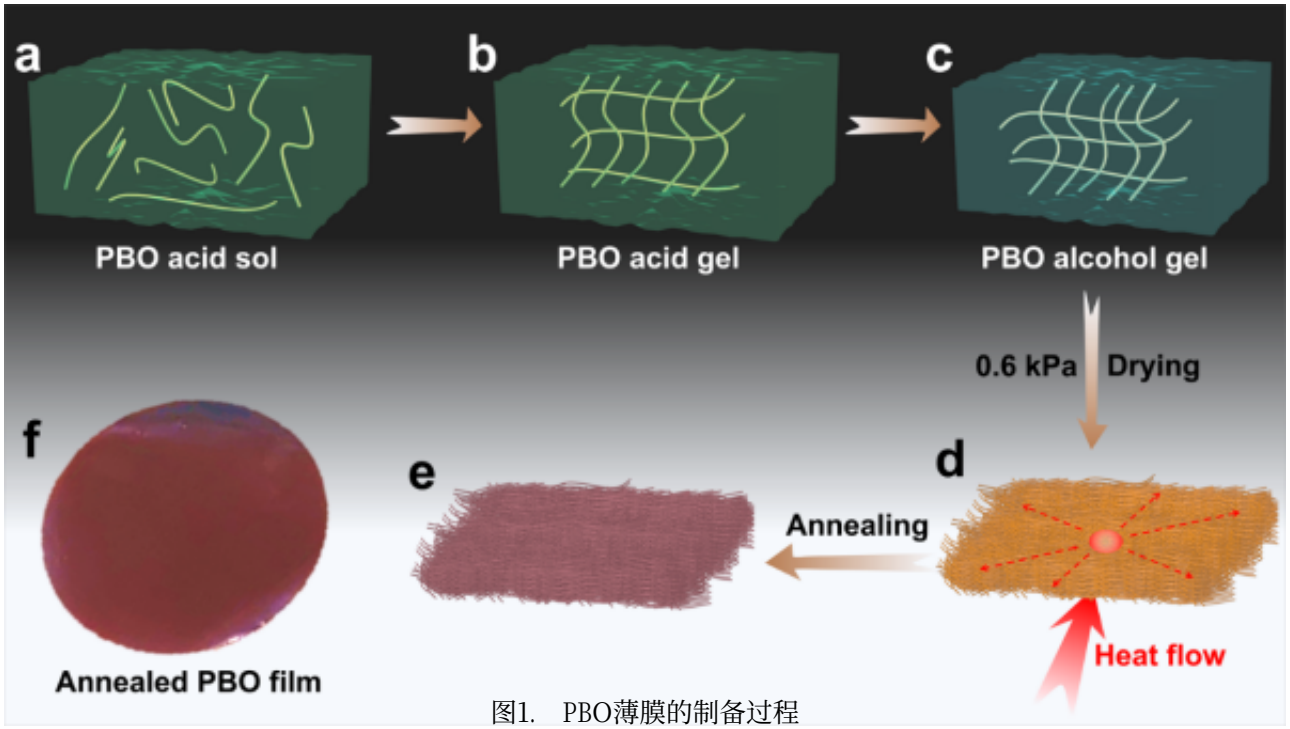

图1. PBO薄膜的制备过程

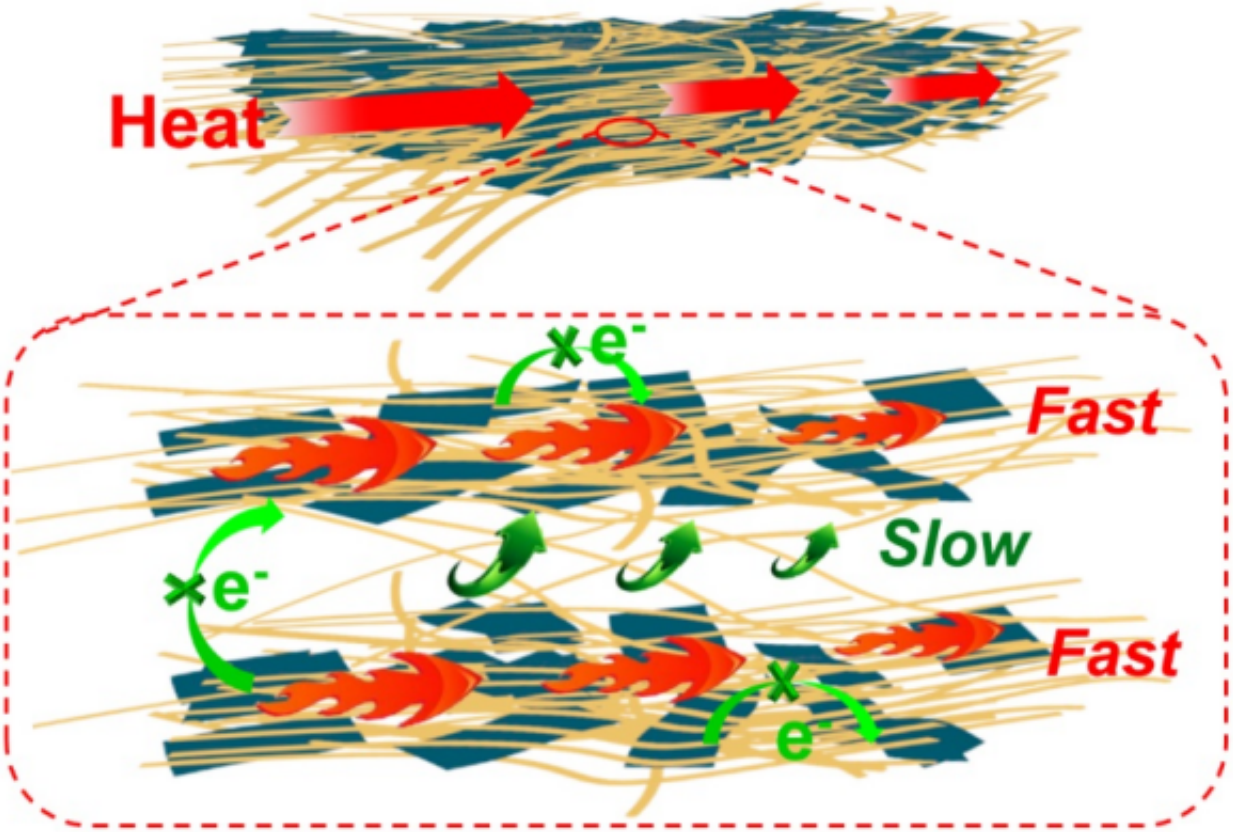

图2.　PBO/MXene复合薄膜的各向异性热传导和电绝缘示意图

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/203089.html