

## 苏州纳米所等在石墨烯气凝胶智能纤维领域取得进展

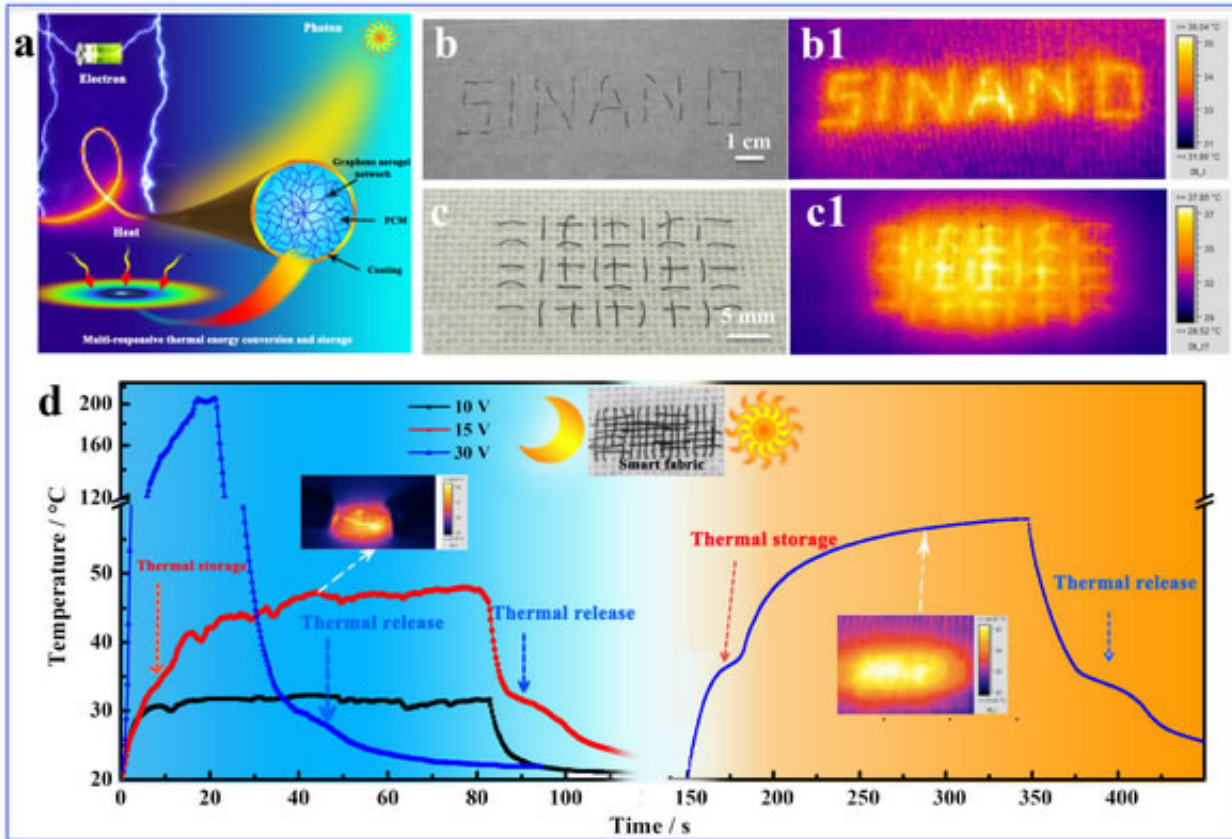
智能纤维，通常指可感知环境变化或刺激（如光、电、温度、湿度、pH、机械等）并能够做出反应的纤维，是智能可穿戴织物中重要的基本组成单元。智能纤维可通过智能织物形式，整合到臂带、袖套、服装、头盔、腰带等部位之中，并作为可穿戴传感器、制动器、能源器件、调温织物及加热器等功能器件的核心单元应用于柔性可穿戴智能系统中。然而，目前大多数织物纤维以天然高分子或合成高分子为主。这些高分子具有本征的热绝缘及电绝缘性能，使其难以与微型化电路进行有机整合，因而不但限制织物纤维在传统电子器件中的应用，还束缚着新型可穿戴电子器件及智能机器人的发展。此外，如何实现智能纤维在面对复杂环境及人机交互中多重刺激响应的功能集成，依旧是一个重大挑战，也是未来新型多功能智能可穿戴系统发展的重要机遇。

基于智能纤维多重刺激响应的功能集成这一需求，中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所气凝胶团队将石墨烯气凝胶纤维、相变材料及超疏水涂层巧妙复合，得到一种柔性、自清洁的石墨烯气凝胶智能相变纤维，实现了复合纤维的能量转换与存储、自清洁、智能调温、加热等多重刺激响应功能于一身。具体制备工艺如下：首先通过湿法纺丝工艺，将氧化石墨烯液晶纺入特定凝固浴中，经化学还原-超临界干燥等技术手段制备得到具有规整、连续、多孔的石墨烯气凝胶纤维；然后通过浸渍填充，将有机相变材料（如石蜡、聚乙二醇、高级脂肪酸等）引入到气凝胶纤维的多孔网络结构中，获得石墨烯气凝胶相变复合纤维；最后在复合纤维上包裹氟碳疏水涂层，获得具有自清洁功能、多重刺激响应行为的柔性石墨烯气凝胶智能纤维。

研究表明，这种新型的智能纤维具有可调的相变焓值（0-186 J/g）、优异的力学/电学性能、自清洁及多重刺激响应（光、电、温度）的热能转换与存储/释放功能，且纤维可被加捻、编织。针对单根纤维、纤维束及织物等形式，分析并探究了复杂环境下的刺激响应行为：当纤维弯曲或打结时，纤维的电热响应行为不受影响，当纤维集结成束时，纤维之间发生热交换，能够减少纤维向环境的热流失，从而表现出更为快速的电热响应及更高的响应温度；纤维织物在室温及低温环境下均具有光-热响应行为，且随着纤维织物的密集程度的增加，光热响应具有更快、更高的温度响应。进一步地，通过热电偶及数据记录仪，详细分析了单根纤维、纤维织物的电热、光热响应历程，并详细研究了纤维种类（不同相变材料的纤维混编织物）、纤维织物的密集程度、外部环境（温度、湿度及应力）对热能捕获及释放的影响，实现智能织物的多温度区间的热能存储、释放及调温功能（如图所示）。

通过石墨烯气凝胶纤维、相变材料及氟碳树脂巧妙复合得到的石墨烯气凝胶智能纤维实现了多重刺激响应下的多功能集成，且可再现于纤维加捻而成的纱线及编织成的织物之中，在新一代智能可穿戴织物及便携式电子器件领域具有广阔应用前景。相关研究成果以 *Multiresponsive Graphene-Aerogel – Directed Phase-Change Smart Fibers* 为题，已在线发表于国际期刊《先进材料》（*Advanced Materials*, 2018, 30, DOI: 10.1002/adma.201801754）。

博士生李广勇（北京理工大学与苏州纳米所联合培养）为论文第一作者，苏州纳米所研究员张学同为论文通讯作者，合作者包括澳门大学教授洪果，英国伦敦大学学院教授宋文辉。该工作是在国家重点研发计划（2016YFA0203301）、国家自然科学基金（51572285）、英国牛顿高级学者基金（NA170184）和江苏省自然科学基金（BK20170428）的共同资助下完成的。



图：石墨烯气凝胶智能纤维的多重刺激响应示意图(a)、其编织图案的光学照片(b, c)与光-热响应时的红外照片(b1, c1)、其智能织物 (d内插图) 在光/电刺激响应下的热能转换与存储/释放的历程(d)。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/125818.html>