

宁波材料所制备出基于刺激响应高分子与石墨烯的纳米复合智能软驱动材料

智能软驱动材料是指在一定的外部刺激下能够将各种能量(光能、热能、化学能及气体的梯度势能)转换为机械能进而发生可逆形变的高分子材料。最近几年,软驱动材料已经在许多高科技领域如软体机器人、传感器和体内手术设备等方面引起了极大的研究兴趣。但通常受限于组成材料自身的成分及其结构,这些驱动材料在驱动效率及速度、机械稳定性、响应灵敏度、形变可控性及复杂性等方面还存在严重不足,限制了软驱动材料的进一步应用。

中国科学院宁波材料技术与工程研究所研究员陈涛带领的智能高分子材料团队前期研发了系列形状记忆型水凝胶软驱动材料,并取得了阶段性进展(Chem. Commun. 2014, 50,12277; Macromol. Rapid Commun. 2015, 36, 533; Polym. Chem. 2016, 7, 5343; Chem. Sci. 2016, 7, 6715; Chem. Commun. 2016, 52, 13292),但这些材料的驱动能力及响应灵敏度还仍显不足;基于该团队在碳基材料与高分子复合方面的研究基础(Chem. Commun., 2013, 49, 11167; Chem. Commun., 2014, 50, 7103; J. Mater. Chem. A, 2014, 2, 15268; ACS Appl. Mater. Interfaces, 2014, 6, 16204; J. Mater. Chem. A, 2015, 3, 4124; Adv. Funct. Mater., 2015, 25, 2428; J. Mater. Chem. A, 2016, 4, 10810; Chem. Mater., 2016, 28, 7125),该团队近期通过协同发挥聚多巴胺对水蒸气的敏感性与碳基材料如石墨烯等独特气体阻隔性,制备了基于刺激响应高分子与石墨烯的纳米复合智能软驱动材料。研究人员通过采用真空抽滤自组装的方法,将原位聚合制备得到的大尺寸还原氧化石墨烯/聚多巴胺(RGO-PDA)纳米复合薄片的分散液组装成宏观尺度的层状结构纳米复合薄膜(图1-A)。在水汽梯度的驱动下,该薄膜具有极高的响应灵敏度(图1-B)、快速运动能力($1000^\circ/\text{s}$)(图1-C)、强驱动力(可以承载自身42倍重量)(图1-D)以及连续自发运动(图1-E)等优良性能。这种材料突破了只有双层结构的材料才能进行驱动的限制,可以实现现在外部刺激的过程中均一薄膜原位形成双层结构,进而进行驱动,这为制备新型快速、高灵敏驱动材料提供了一种新思路(Adv. Mater. Interfaces, 2016, 3, 1600169)。

如果要实现软驱动材料的实际应用,迫切需要开发新的制备方法以获得各种复杂形变,特别是三维(3D)的复杂形变。近期,该团队研究人员采用紫外光原位还原法,将氧化石墨烯-聚(N-异丙基丙烯酰胺)(GO-PNIPAM)复合水凝胶的局部区域的氧化石墨烯还原,从而高度可控地获得了特定的各向异性结构。以其为模板,还可在水凝胶未还原区域引入其他刺激响应的第二网络,进一步实现了多重响应(热、光、离子强度和pH响应)的3D复杂形变(图2, Adv. Funct. Mater., 2016, DOI: 10.1002/adfm.201603448)。利用此方法,研究人员设计了一种具有复杂智能形变的仿生驱动器,可以在多重刺激响应下,准确抓取特定区域的目标物。这为智能软质驱动器器件的设计和开发,特别是远程可控和多重响应的3D复杂驱动,提供了新思路。

该研究工作得到了国家“青年千人计划”、中科院前沿科学与教育局“拔尖青年科学家”(QYZDB-SSW-SLH036)、国家自然科学基金(21304105, 51573203)、浙江省杰出青年基金(LR14B040001)与浙江省石墨烯应用研究重点实验室等的资助。

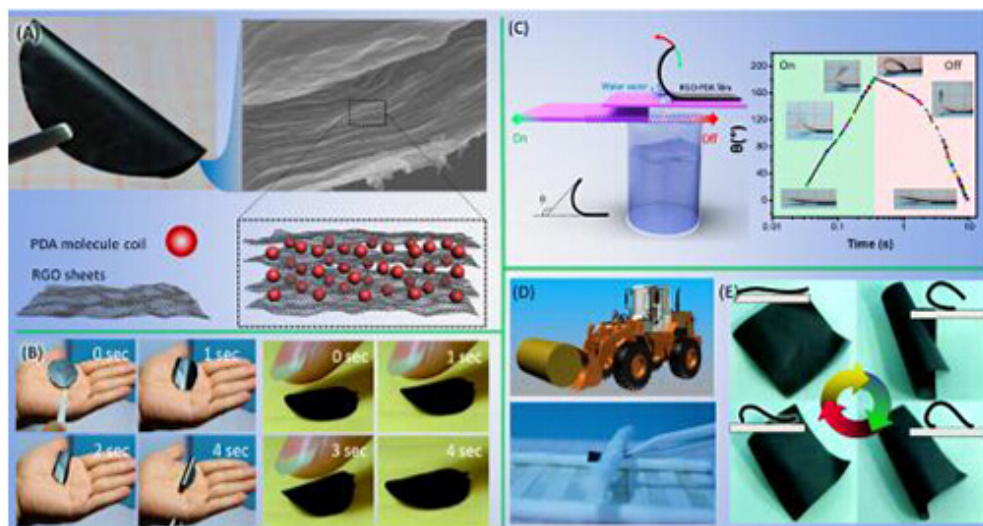


图1 由石墨烯/聚多巴胺自组装成的纳米复合膜 (A) 驱动材料具备极高响应灵敏度 (B) 快速弯曲运动 (C) 大的驱动力 (D) 及湿度梯度连续驱动能力 (E) 等优良性能

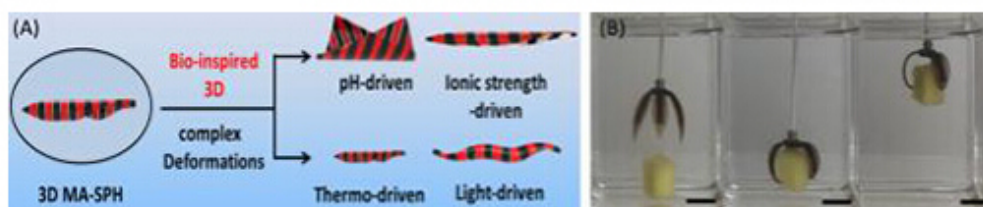


图2 具备多重响应、复杂三维形变能力 (A) 及抓取能力 (B) 的智能软驱动材料

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/101666.html>