

宁波材料所研发出多功能油水分离材料

海上原油泄漏以及在石化、机械、皮革、纺织等工业生产过程中产生大量的含油废水，使得油类通过各种途径进入水体。为了保护生态平衡和人类健康，保护有限的水资源，有必要对含油污水进行有效分离。具有特殊表面润湿性的复合材料可以简便有效实现油水分离功能，但目前大部分这类材料只能对油水混合物进行分离，不能对油水乳液、尤其是表面活性剂稳定的油水乳液进行有效分离。另外，油污水中也常常含有有机污染物或有害细菌等微生物，油水分离后的水质不能直接排入水体系统，目前还缺少有效手段净化分离后的油污水质。因而，构建新型油水分离材料，进而有效分离油污水，同时实现对水质的净化对保护生态具有重要的意义。

中国科学院宁波材料技术与工程研究所高分子事业部研究员陈涛带领的智能高分子材料团队长期致力于二维高分子纳米复合油水分离材料的研究，通过表面接枝高分子刷和多级组装技术，获得多种新型复合材料，可实现高效分离油水乳液和净化水质。科研人员采用多孔陶瓷作为衬底，抽滤纳米碳管（CNTs）成膜，采用自引发的光接枝光聚合（self-initiated photografting and photopolymerization, SIPGP）的方法接枝疏水性的高分子聚苯乙烯（PS）到CNTs的表面，进而协同利用CNTs薄膜的高粗糙度表面，获得超疏水性的二维杂化薄膜材料。该膜可用于微米和纳米级油包水乳液的大通量、高效分离（J. Mater. Chem. A, 2014, 2, 15268-15272, 图1上，内封面）。在此基础上，将得到的超疏水性的PS/CNTs薄膜反转并转移到另一个基底上，再次通过SIPGP将亲水性的聚甲基丙烯酸二甲胺乙酯（PDMAEMA）单向接枝到CNTs膜的表面，从而得到具有亲水/疏水结构的双面（Janus）复合薄膜（PDMAEMA/CNTs/PS），实现对油包水和水包油乳液进行选择分离的效果（ACS Appl. Mater. Interfaces, 2014, 6, 16204, 图1下）。针对现有油水分离材料不耐腐蚀的问题，该团队在CNTs表面接枝修饰较低表面能的全氟癸基三乙氧基硅烷（PFDTs），从而简便制备了形貌、流速可控的PFDTs/CNTs薄膜，实现高效、快速的乳化油水分离。该薄膜具有较好的耐酸碱、耐高温低温和阻燃性能，为提高油水分离材料的实用性奠定了良好的基础（J. Mater. Chem. A, 2015, 3, 4124）。

为快速有效去除油污水中的有害污染物，该团队通过表面接枝分子刷和层层组装技术，获得一种新型多级复合材料，实现高效分离油水乳液和净化水质。利用抽滤的方法，使得高密度负载金纳米颗粒的聚苯乙烯复合微球（PS@AuNPs）紧密堆积，组装形成复合微球催化薄膜，进而将亲水性碳纳米管薄膜沉积在微球薄膜表面，从而获得一种水下超疏油、具有催化功能的多级复合薄膜（J. Mater. Chem. A, 2016, 4, 10810, 图2）。分离过程中，油相被上层碳管薄膜阻截，水相则通过微球间弯曲孔道穿过下层复合微球薄膜，从而实现油水分离功能。水相绕流经过微球孔道的同时，水相中模型有机污染物（硝基苯酚和硼氢化钠混合溶液）与孔道内壁上的高密度金纳米颗粒充分接触，被快速催化分解，实现快速有效催化降解水中有机污染物。这种新型复合薄膜材料，首次同时实现了油水乳液分离和催化分解水溶性有机污染物，处理通量达到 $3500\text{ L m}^{-2}\text{ h}^{-1}\text{ bar}^{-1}$ ，催化效率最高可达92.6%，并具有良好的力学和催化稳定性，可多次重复使用，并适于连续性操作，为工业化废水处理提供了一种新的分离技术。当负载银纳米颗粒（Ag NPs）到超亲水CNTs分离薄膜中，利用银纳米颗粒的杀菌性能，可在油水分离的同时杀死水质中的有机污染物或细菌（RSC Adv., 2016, 6, 73399-73403），从而同时实现油水分离和快速有效净化水质。

以上工作得到了国家自然科学基金（51303195，21304105）、浙江省杰出青年基金（LR14B040001）、宁波市自然科学基金（2014A610127，2015A610022）、中科院海洋新材料与应用技术重点实验室开放课题（2016Z01）以及浙江省公益技术应用研究计划（2015C33031）等项目的资助。

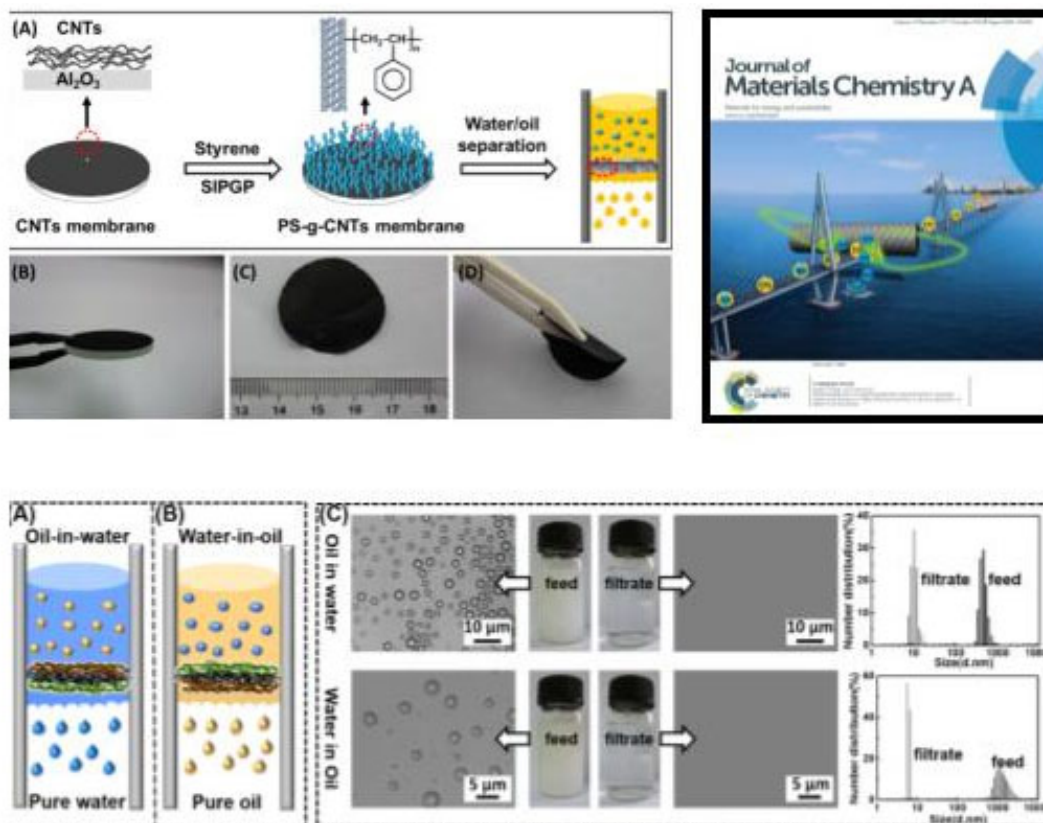


图1. (上)超疏水性PS/CNTs薄膜的制备以及分离油水乳液，(下)Janus碳基薄膜分离油水乳液

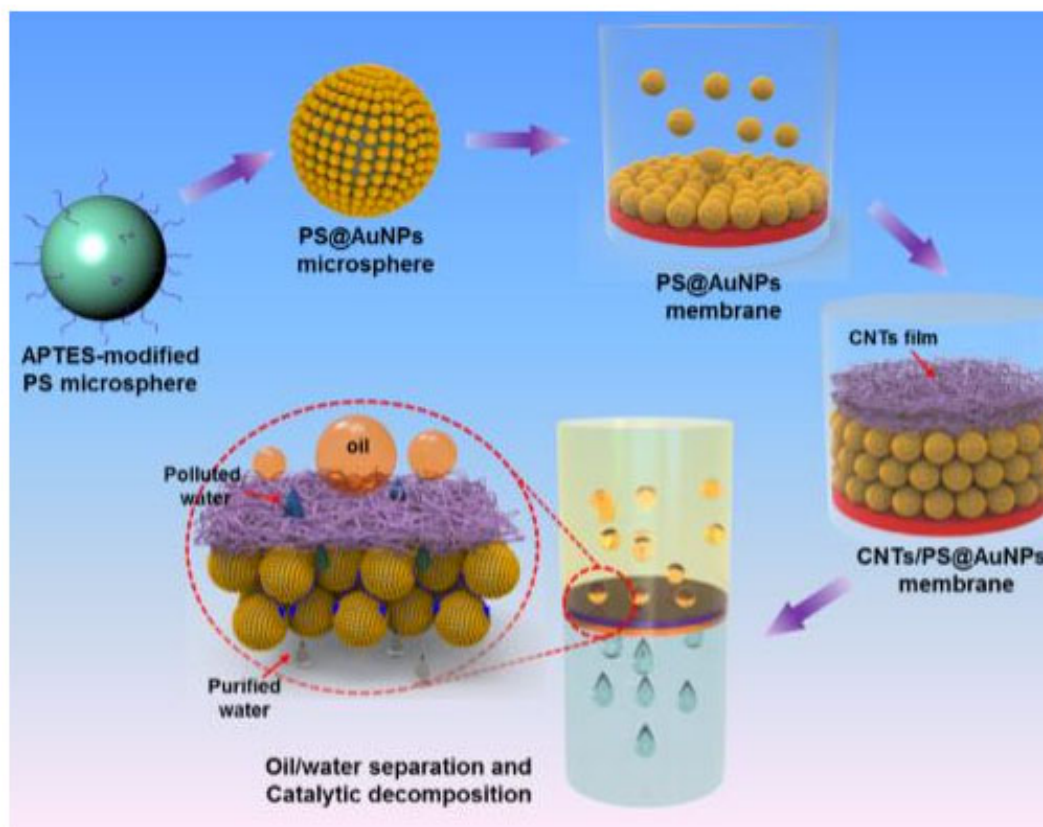


图2. CNTs/PS@AuNPs多级复合薄膜的催化降解和油水分离功能

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/98037.html>