



面向世界科技前沿, 面向国家重大需求, 面向国民经济主战场, 率先实现科学技术跨越发展,
率先建成国家创新人才高地, 率先建成国家高水平科技智库, 率先建设国际一流科研机构。

——中国科学院办院方针



官方微博



官方微信

首页 组织机构 科学研究 人才教育 学部与院士 资源条件 科学普及 党建与创新文化 信息公开 专题

搜索

首页 > 科研进展

兰州化物所基于硅烷和硅酸盐黏土矿物的特殊润湿性材料研究获进展

文章来源: 兰州化学物理研究所 发布时间: 2017-12-12 【字号: 小 中 大】

我要分享

近年来, 仿生超疏水、超双疏和超滑涂层等特殊润湿性涂层、材料快速发展。然而, 上述仿生特殊润湿性材料普遍存在机械稳定性差、制备方法复杂昂贵、低表面能液体易粘附和基底材料性质依赖性强等问题, 成为其实际应用的瓶颈因素。

在硅烷聚合物特殊润湿性涂层、硅酸盐黏土矿物及其纳米复合材料方面的研究基础上, 中国科学院兰州化学物理研究所甘肃省黏土矿物应用国家重点实验室研究员张俊平团队, 在基于硅烷和硅酸盐黏土矿物的特殊润湿性材料研究取得系列进展, 制备了性能优异的硅烷聚合物纳米纤维(SNFs)超双疏、超滑涂层, 粗糙表面硅烷聚合物稳定超疏水涂层, 硅烷聚合物/黏土纳米复合超疏水、超双疏涂层和硅烷聚合物超疏水、超双疏3D泡沫材料。

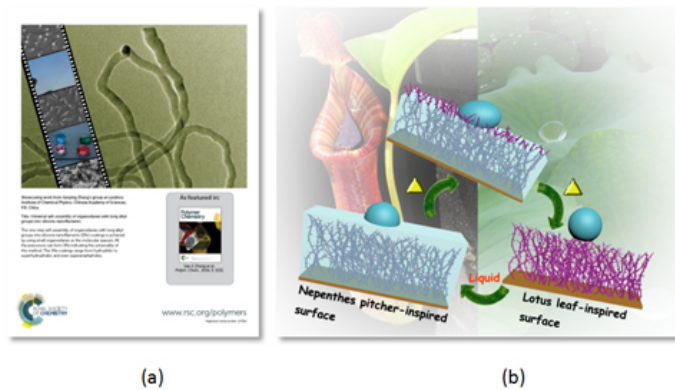


图1. (a) 基于长链硅烷的SNFs透明超双疏涂层和(b) 蒸发导致的仿猪笼草超滑表面向仿荷叶超双疏表面的转变

SNFs超双疏、超滑涂层

通过简单地控制甲基二氯硅烷的气相沉积或液相聚合, 可在各种表面上(如棉布、羊毛、丝绸、聚氨酯纤维、木材、醋酸纤维素、玻璃、石英、硅片、钛合金和铝箔等)形成SNFs超疏水涂层。然而, SNFs的制备局限于小分子硅烷, 由于空间位阻较大, 长链烷基硅烷无法形成SNFs结构。通过引入正硅酸乙酯或四氯硅烷, 减小聚合反应的空间位阻, 首次采用长链烷基硅烷制备SNFs, 一步反应制备了透明超双疏涂层(图1a)。

通过将低表面能全氟聚醚液体铺展于氟化处理的SNFs表面上, 制备仿猪笼草超滑表面。研究表明, 液滴在超滑表面上的运动速度远远小于在超疏水表面上的运动速度, 而且表面的纳米结构和倾斜角度、低表面能润滑剂的黏度和液膜厚度及液滴的理化性能都会对液滴的运动速度产生较大的影响。另外, 对超滑表面上液体膜蒸发引起的仿猪笼草超滑表面向仿荷叶超双疏表面转变的过程进行研究(图1b)。研究发现, 在向超双疏表面转变的过程中存在一个高粘附过渡态, 各种表面能的液滴在该过渡表面上都处于Wenzel状态, 牢固粘附于表面, 导致其丧失自清洁性, 制约实际应用。

粗糙表面硅烷聚合物稳定超疏水涂层

机械稳定性差是限制超疏水表面和超双疏表面实际应用的瓶颈因素。为此, 通过硅烷的筛选并控制反应条件, 制得新型硅烷聚合物; 采用浸涂法制备无氟稳定超疏水织物, 具有优异的耐摩擦、耐机洗和耐干洗性能(图2a)。在此基础上, 通过与磁性纳米粒子、光催化材料和多巴胺等结合, 制备磁性油水分离海绵、光催化油水分离材料和自清洁抗生物粘附材料等(图2b)。

热点新闻

中国科大建校60周年纪念大会举行

中科院召开党建工作推进会
驻中科院纪检监察组发送中秋国庆节期间廉...
中科院党组学习贯彻习近平总书记在全国...
国科大举行2018级新生开学典礼
中科院党组学习研讨药物研发和集成电路...

视频推荐

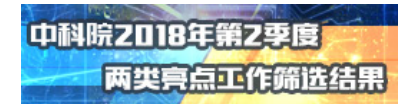


【新闻联播】“率先行动”计划 领跑科技体制改革



【朝闻天下】中科院2018年第三季度新闻发布会: “丝路环境”专项将于近日正式启动

专题推荐



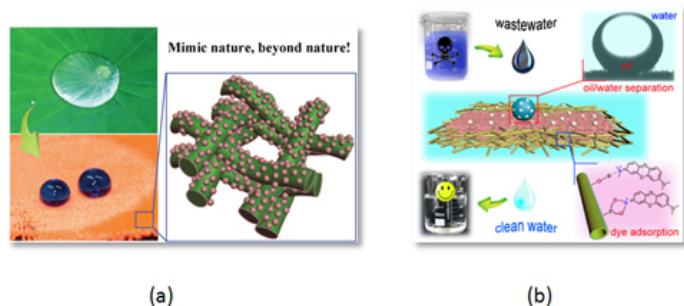


图2. (a) 硅烷聚合物稳定超疏水织物和(b) 特殊润湿性薄膜用于水体净化

硅烷聚合物/黏土矿物纳米复合超疏水、超双疏涂层

在上述研究工作基础上，首次在硅烷聚合反应过程中引入凹凸棒石和碳纳米管等纤维状纳米材料，合成一系列新型硅烷聚合物纳米复合材料，在多种基底材料上制备稳定超疏水、超双疏涂层，涂层表现出优异的机械、化学和环境稳定性和一定的自修复性。研究表明，凹凸棒石在构筑超疏水、超双疏涂层方面优于膨润土、海泡石和高岭石等其他黏土矿物。在此基础上，拓展了其在药物控释和液体弹珠（图3a）等领域的应用，实现了空气层调控的药物控释和不同表面能液体弹珠的可控制备。此外，通过控制硅烷在凹凸棒石表面的水解缩合反应，制备水性超疏水涂层，表现出优异的综合性能（图3b）。

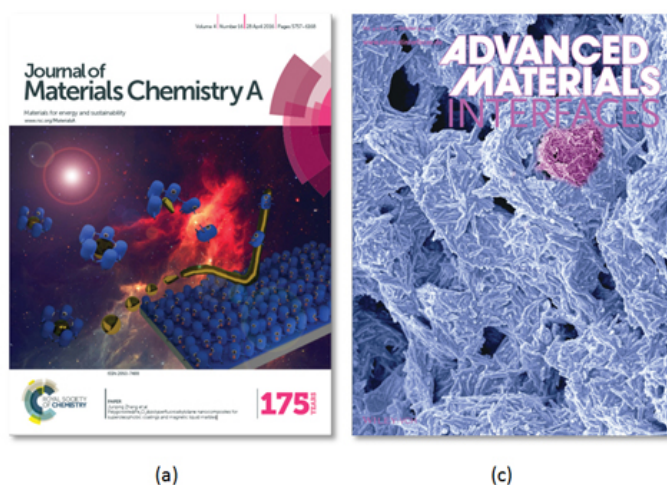


图3. 基于凹凸棒石的(a) 超双疏涂层和(b) 水性超疏水涂层

玛雅蓝是一种具有艳丽色彩的有机-无机复合颜料，由凹凸棒石和一种来自植物的靛蓝分子复合而成，古代玛雅人将其广泛应用于壁画、陶器和雕刻中。玛雅蓝具有优异稳定性，长年累月的气温变化和潮湿的空气也无法使它褪色。在前期类玛雅蓝颜料和仿生自清洁涂层的研究基础上，研究人员首次将类玛雅蓝颜料与超疏水、超双疏涂层相结合，制备了色彩丰富的自清洁（刺激-变色）类玛雅蓝颜料和涂层（图4）。超疏水、超双疏涂层的引入，显著提高了类玛雅蓝颜料的稳定性，并赋予其自清洁性能。

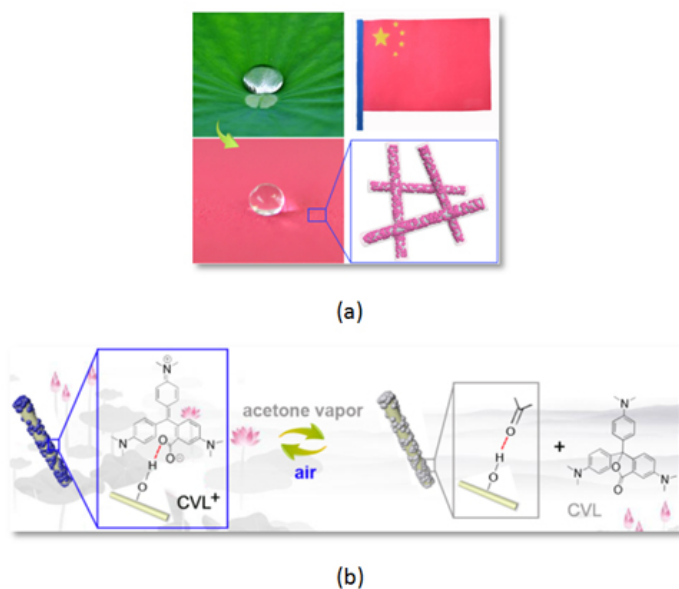


图4. (a) 基于类玛雅蓝颜料的彩色超疏水涂层和(b) 溶剂致变色自清洁类玛雅蓝颜料

硅烷聚合物超疏水、超双疏3D泡沫材料

与超疏水、超双疏涂层不同，超疏水、超双疏3D泡沫材料具有独特的3D多孔结构，结合仿生涂层的特殊润湿性和3D泡沫材料的多孔结构，在油水分离等诸多领域具有广泛的应用前景。目前，普遍采用表面涂覆的方式在传统3D泡沫材料表面（如聚氨酯、三聚氰胺海绵等）引入超疏水涂层，超双疏3D泡沫材料报道极少。为此，通过控制硅烷的水解缩合，经一步反应或模板法制备了超疏水硅烷聚合物3D泡沫材料，表现出优异的超疏水性、稳定性和弹性（图5a）。在此基础上，通过氟硅烷的进一步水解缩合，将其转变为超双疏硅烷聚合物3D泡沫材料，并进一步提高其力学性能和耐温性（图5b）。另外，通过NaCl模板法制备了PDMS高强度3D泡沫材料。

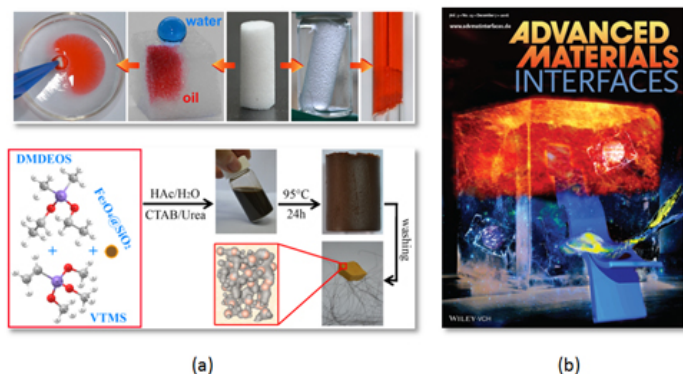


图5. (a) 超疏水和 (b) 超双疏硅烷聚合物3D泡沫材料

研究工作得到了中科院百人计划、国家自然科学基金和江苏省科技支撑项目的资助。

(责任编辑：侯茜)



© 1996 - 2018 中国科学院 版权所有 京ICP备05002857号 京公网安备110402500047号 联系我们
地址：北京市三里河路52号 邮编：100864