

分会场十四：先进防水材料分会

仿生智能粘附与驱动材料

张飞龙*

中国科学院理化技术研究所

智能粘附与形变在生物体系中起着至关重要的作用。自然界中的智能粘附和驱动体系研究是智能粘附和驱动研究领域的前沿热点，不仅有助于探究生物体的本质，也对新型智能驱动材料的设计制备提供新策略。近年来，我们重新审视了具有特殊粘附性能的羽毛和具有响应驱动能力的松塔：1) 发现羽毛级联滑锁结构，揭示其可拉伸和自修复机制，提出可拉伸机械修复新概念；2) 发现维管束的吸湿运动是松塔鳞片运动的主要驱动力，而保水性好的石细胞组织（“肉”）减缓运动速度；揭示了维管束的弹簧状微管和方形微管组成的典型的异质结构和驱动机制，并研制了类松塔湿度响应的人工驱动装置；3) 进一步，开发了一种利用剥离诱导非对称塑性应变的方法，实现塑性膜材料可控形状转变策略，实现二维电路向三维的转变，赋予其拓展功能；4) 探究柔性电子在昆虫运动控制和Cyborg昆虫的制备方面的应用。

关键词 仿生；羽毛；松塔；智能驱动；柔性器件

液体活检微球分离材料

宋永杨*

中国科学院理化技术研究所

液体活检作为一种无创诊断技术，通过检测患者体液中的生物标志物，在癌症等重大疾病的早期筛查、动态监测和疗效评估中具有显著优势。其挑战在于复杂体液中标志物丰度极低，导致现有分离技术难以实现标志物的高效分离与精准鉴定，严重制约了临床应用转化。围绕“复杂样品中痕量分子的分离”这一挑战性难题，开展了异质结构分离材料的创制与分离应用研究，取得了如下创新性成果：1) 提出了异质结构分离材料模型，发展了乳液界面聚合制备方法，创制了系列异质分离微球材料，解决了表面修饰缺陷带来的非特异性吸附难题；2) 提出了分形结构表面设计模型，创制了系列纳米分形异质微球，实现了快速、高效、高纯分离；3) 构筑了系列基于新型分离微球的样品前处理装置，发展了代谢组分析耦合机器学习的检测技术，突破了早期胃癌的临床精准诊断难题。

关键词 异质微球；分离；乳液界面聚合

复合相变材料中的庞压卡效应

双佳翼、王永刚、邹如强*

北京大学

压卡冷却作为一种新兴的冷却技术，为传统蒸汽压缩制冷提供了环保的替代方案。关于压卡材料的研究目前主要集中在固-固相变材料（PCMs）上，石蜡基固-液PCMs也表现出巨大的压卡效应，然而，它们的潜力往往因泄漏问题而被掩盖。在这项工作中，我们展示了一种策略：将固-液PCMs封装到多孔碳材料中获得复合压卡材料，从而扩展压卡材料的研究范围。通过将石蜡与石墨烯泡沫、碳纳米管泡沫和碳泡沫材料进行组合，我们可以获得一系列复合材料。石蜡-20@石墨烯泡沫具有高达 $570\text{ J K}^{-1}\text{ kg}^{-1}$ 的熵值，表现出庞压卡效应。此外，与碳泡沫复合的相变材料具有高达 $89.9\text{ W m}^{-1}\text{ K}^{-1}$ 的热导率，并且随着石蜡碳链的不同，其工作温度可在 $270\sim 330\text{ K}$ 的范围内进行调控。最为重要的是，这一策略仅仅是个开端。通过探索更多材料，这一策略能够开发出一个庞大的固-液相变材料封装家族，这些材料具有巨大的压卡制冷性能，能够为现代冷却技术提供支持。

关键词 固液相变材料；石蜡；庞压卡效应；复合材料

仿生抗粘附界面材料

孟靖昕*

中国科学院理化技术研究所

自然中有许多迷人的抗粘附、润滑现象，如肾表面可以抑制结石的粘附。通过研究这些生物体独特的抗粘附行为，不但有助于深入理解其抗粘附机理，而且对设计和研发新型仿生抗粘附界面材料提供指导。基于此，我们通过引入界面阻隔层，设计了系列仿生抗粘附界面材料，改变了污染物界面接触模式，有效的抑制其界面沉积与粘附。具体如下：1) 构筑了仿贝壳抗油污粘附界面材料，首次实现了水下透明、高强度、防油污三种功能，为含油污水环境下实时观测提供高性能涂层材料；2) 构建仿生抗矿物粘附界面材料，抑制管道内水垢沉积利用协同仿生策略，增强了阻隔层（气、液、固）稳定性，延长涂层抗垢能力，实现了长期稳定的高效抑/除垢，有望用于火电、锅炉、管道等热交换系统；3) 发展了疾病的早诊新技术，将PSA灰区前列腺癌诊断率从58.3%提高到91.7%，并搭建了检测试剂盒与自动化检测设备，成功地解决了临床PSA灰区难以检测的难题。

关键词生物启发；抗粘附；浸润性；阻隔层；界面材料

报告人简介：



孟靖昕，中国科学院理化技术研究所，研究员，博导。入选北京市杰青，担任中国化学会高级会员，中国科学院青年创新促进会会员，国际仿生工程学会青年委员，北京整合医学会泌尿外科分会委员，《Biomimetics》编委，《Frontiers in Bioengineering and Biotechnology》副主编，《Nano Materials Science》青年编委，《Chinese Chemical Letter》青年编委，北京市、山东省科技专家库专家。

研究兴趣：通过模仿自然界生物的特殊功能，设计并构筑抗粘附界面材料，并用于防污节能以及疾病诊断等领域。发表SCI论

文80余篇，其中第一或通讯作者50余篇，其中包括Nat. Protoc., Adv. Mater. 等，Google引用4100余次，H-index指数35。申请专利13项，其中授权3项，获批软件著作权2项。并先后受邀在Chem. Soc. Rev. 等国际著名杂志发表综述，英文著作1章。主持或参与北京市杰青，国家自然科学基金，科技部重点研发，中科院先导B等项目。研究成果多次被新华社，中国日报，央视新闻客户端、科学网Nanowerk, XMOL, MaterialViews等中外媒体亮点报道。

液态环境中的高效粘附与抗粘附材料

万茜子、王树涛*

中国科学院理化技术研究所

摘要：液态环境中的高效粘附与抗粘附材料在海洋防污、植入医疗、能源装备及仿生科技等领域具有关键应用意义。在应对海洋漏油问题方面，提出了界面不稳定诱导粘附的概念，通过引入两相互溶的“媒介溶剂”，制备了一系列高强度的水下粘附材料，实现了对破损输油管道的快速、高效封堵[1]。针对海洋污染难题，提出了仿生浸润诱导转移策略，制备了即贴即用、兼具粘附与防污性能的“粘滑蒙皮”，实现了对原油及粘性物质的高效、稳定抗粘附[2, 3]。针对海洋资源的开发与回收，从界面化学的角度总结了传统功能性水凝胶涂层制备方法的优缺点[4, 5]，提出了共晶溶剂辅助的亲水涂层修饰技术，在不规则填料表面构建了厚度可控、超稳定的复合涂层，实现了长时间、高效率的油水分离。

关键词：油/水下粘附、“粘滑蒙皮”、界面浸润诱导、亲水涂层、油水分离

参考文献

[1]Wan, X., Jiang, L., Wang, S. *etal. Interfacial Instability-Induced (3I) Adhesives through “Mediator” Solvent Diffusion for Robust Underoil Adhesion. Adv. Mater. 2023, 35, 2208413.

[2]Wan, X., Wang, S. *etal. A Wetting - Enabled - Transfer (WET) Strategy for Precise Surface Patterning of Organohydrogels. Adv. Mater. 2021, 33, 2008557.

[3]Wan, X., § Jia, L., § Jiang, L., Wang, S. *etal. WET-Induced Layered Organohydrogels as Bioinspired “Sticky-Slippery Skin” for Robust Underwater Oil-Repellency. Adv. Mater. 2022, 34, 2110408.

[4]Wan, X., Xu, L.-P., *Wang, S. *etal. Interfacial Chemistry in Functional Hydrogel Coatings. Angew. Chem. Int. Ed. 2025, 64, e202425552.

[5]Wan, X., Wang, S. *etal. Bioinspired structural adhesives: A decades-old science but emerging materials. Matter 2024, 7, 1710.

关键词油/水下粘附、“粘滑蒙皮”、界面浸润诱导、亲水涂层、油水分离

“一石二鸟”：以富锌金属有机框架为前驱体制备具有多级孔结构的高熵锌空气电池电催化剂

苏润雯¹、王永刚²、钟瑞琴¹、邹如强^{*2}

1. 中国石油大学（北京）化学工程与环境学院

2. 北京大学材料科学与工程学院

廉价过渡金属电催化剂的活性位点稀少且单一，因此由非贵金属组成的高熵合金因其多组分协同效应而备受关注。然而，高熵合金复合材料的简易合成仍是一个挑战。本文报道了一种“一石二鸟”的方法，利用富锌（Zn）金属有机框架（MOF）作为前驱体。凭借锌的低沸点（907℃）及其在合金中的高挥发性，最终合成了具有层状孔结构的高熵合金碳纳米复合材料。实验结果表明，锌的挥发可以防止金属团聚，并在较慢的热解和冷却速率下促进形成均匀分散的高熵合金纳米颗粒。同时，锌的挥发在构建多级孔结构中起着至关重要的作用。与不含锌的样品HEA/NC-1相比，由含有0.8份锌的前驱体制备的HEA/NC-5展现出大量的微孔和介孔。所得纳米复合材料实现了高度分散的金属催化中心与多级吸附位点之间的协同效应，从而在较低催化剂负载量下，实现了优于商业Pt/C的优异电催化氧还原性能。这种便捷的富锌前驱体方法可推广至更多高熵合金的制备及其它多种应用领域。

关键词 高熵；分级孔结构；富锌金属有机骨架；锌空电池

仿生绕流界面材料

董智超*

中国科学院理化技术研究所

绕流现象普遍存在于生活和生产的各个领域，例如茶壶倒水时的勾水现象和农药液滴的喷洒沉积。1956年，研究者首次提出了绕流的概念，并将其定义为“茶壶效应”。然而，由于研究工作者对材料化学在绕流操控技术方面的理解不足以及设计的固体曲率结构模型过于简化，现有研究未能有效调控实际的绕流状态。在实际应用中，液体在固体曲率结构表面普遍出现绕流和分离现象，包括流动、铺展和迸溅等行为。对这些影响因素的研究不足限制了人们对绕流操控原理的理解和应用。针对这些问题和挑战，我们课题组提出了一套新方法，通过在宏观尺度利用固体曲面的超浸润性来操控液体绕流，在介观尺度利用边缘曲率来操控绕流，在微观尺度通过调控动态浸润性来操控液体的绕流和分离状态。本报告将重点介绍抑制和利用绕流效应在高效滴灌和农药靶向喷洒的新方案。

关键词 仿生材料、界面、绕流

高性能环氧基化学灌浆材料

张广照*、张国梁、马春风

华南理工大学

水电大坝、高铁、道路、桥梁、民用建筑等工程通常具有混凝土结构。在建设使用过程中，它们经常会出现裂缝、孔隙等缺陷，从而造成渗水、漏水和腐蚀，形成安全隐患。利用反应性溶剂，我们研制了系列高性能环氧基化学灌浆材料，其渗透性和力学性能可通过反应性溶剂进行调控。它们能够渗入这些裂缝和缺陷中并固化，与混凝土形成一个整体，使之得到加固修复，目前材料已在一些重大工程的混凝土微细裂缝修补和防腐中应用。

关键词环氧；渗透性；固结；润湿；化学灌浆

结冰环境界面相互作用机制及材料研究

刘杰*

中国科学院化学研究所

冰在气候、地质和生命中扮演着至关重要的角色。了解其行为对于预测地球的未来和解析宇宙中生命的起源至关重要。冰云汇集了空气中的化学物质，并成为大气化学的发生地。此外，在全球变暖的背景下，极端低温、冰冻和降雪等天气现象频繁发生，我国每年因冰雪冷冻灾害造成的直接经济损失平均高达126.1亿元人民币。为了应对上述复杂问题，迫切需要在分子尺度上深入研究冰的化学和物理特性。我们团队聚焦低温复杂环境下的水分子调控与界面化学，从三个维度开展系统性研究：在基础理论层面，深入探究微环境对冰晶成核与生长的调控机制[1]，揭示极端条件下水结冰的分子动力学规律，为防冰材料、气象预测和冷冻工程提供理论支撑；在材料开发层面，致力于研制面向低温雨雪冰冻灾害防护的先进材料体系[2]，包括低冰黏附防冰涂层、耐寒高分子、高效保温材料及可控融冰材料，显著提升装备在极端气候下的环境适应性；在应用拓展层面，创新性地发展冰模板辅助组装技术，通过精确调控分子在固相界面的定向排列，实现纳米颗粒、薄膜及多孔材料的结构可控制备，为能源存储、工业催化和生物医学等领域提供新型功能材料解决方案。

关键词冰；界面粘附；防冰材料；界面反应

仿生摩擦学：表面张力与表面力学

郭志光*

湖北大学

大自然中的植物和生物经过几亿年的进化，在这一过程中通过不断的进化，演化和优化，其结构和功能为了适应环境而不断地发生着演变，有些生物体为了适应其生存环境，表面已逐步形成各种规则的粗糙结构，且呈现出优异的功能，如超滑，自修复，耐磨，超润湿等。这些性能对于摩擦学的发展提供了研究基础和仿生思路。但是仿生摩擦学发展至今，虽然取得了长足的进步，如超滑表面在实验室重现，且其润滑机理基本确定；仿生荷叶性能的超润湿表面也在近20年得到高速的发展，等等。但是与自然相比，我们所构造的仿生摩擦学材料依然存在着一定差距，如生命自修复性，原子级别的上摩擦机理还有待进一步探讨。作者结合自己这20多年的仿生摩擦学研究经历，同时着眼于世界仿生摩擦学研究的最前沿研究，提出了当今世界和中国仿生摩擦学存在的机遇及挑战，探讨了表面张力与材料所呈现性能的对应关系，制备出了一系列具有特殊表面张力和力学性能的功能材料，并实现了一定的应用，寄希望能够为未来10年仿生摩擦学发展提出自己的观点和看法，为未来仿生摩擦学的发展贡献自己的力量。

关键词 仿生;摩擦学;表界面;润湿;表面张力;表面力学

自泵（self-pumping）敷料

时连鑫*

中国科学院理化技术研究所

伤口表面过量渗出液持续堆积会导致伤口泡软、水肿，阻碍愈合。受限于传统敷料本身的亲水性，无法有效移除过量渗出液，湿润的敷料会持续浸渍皮肤，易引起伤口扩大溃烂。聚焦伤口过度湿润阻碍愈合问题，我们首次提出了自泵（self-pumping）模型，发展了系列自泵功能敷料，如非对称浸润性纤维，浸润性、结构双不对称织物，取向孔道水凝胶，分型孔道油水凝胶敷料，多重分形孔道油水凝胶等。实现了高粘度渗出液的连续、快速单向导出，有效加速高渗出切除伤口、烫伤伤口、糖尿病伤口等的愈合。所发展的系列自泵功能材料有望为体表湿热管理、组织修复材料、医用引流器件的设计提供新模型、新思路。

关键词 自泵；单向导液；伤口愈合；油水凝胶；静电纺丝

报告人简介：



时连鑫，副研究员，中科院青促会会员。2019年7月毕业于中国科学院理化技术研究所，获高分子化学与物理博士学位，导师王树涛研究员。同年加入中科院理化所工作，目前主要从事单向导液相关研究。创新性地提出自泵（self-pumping）织物模型，并将其应用于敷料、服装等，解决传统织物润湿后持续浸润皮肤导致的浸渍、湿冷、湿粘等问题。共发表SCI论文20余篇，包括Adv. Mater. 5篇，ACSNano1篇，NanoToday1篇，Matter1篇，SmallMethods1篇。

仿生粘附界面材料

王树涛*

中国科学院理化技术研究所

生物界面粘附是界面化学研究中的前沿热点之一，不仅有助于我们了解生命的奥秘，还对发展新型功能界面材料和相关技术有着重要意义。向自然学习，为发展新材料源源不断的提供新原理和新模型。近年来，我们研究了几种生物界面上的特殊粘附现象，并受此启发发展了系列仿生粘附可控界面材料。1) 揭示了松塔的超慢吸湿运动是由维管束中弹簧/方形(○/□)异质结构驱动，纠正了传统认知的由维管束和石细胞组织双层结构共同驱动机制，并研发了具有超慢运动的软体驱动器；2) 提出结构匹配和分子识别的协同仿免疫界面识别理念，构筑了系列仿免疫CTC捕获芯片，解决前列腺癌PSA灰区诊断率低，将之从58%提高到91.7%；提出界面乳液聚合方法，构筑了系列形状可控（从Janus到多孔）与表面化学可控的仿生异质微球，实现细胞、蛋白、糖肽、染料等高效分离；3) 提出表面浸润诱导转移策略，实现从2D到3D，从宏观到微观的高精度凝胶表面图案化；提出仿嗅觉受体-粘附传感一体整合设计，解决传感单元与基底粘附问题；4) 提出了生物流体“自泵”模型，发展了生物流体粘附可控界面材料，促进了功能布料和伤口愈合敷料升级换代。

关键词生物启发；粘附；界面材料

仿生多微纳米结构的控湿表面及材料

郑咏梅*

北京航空航天大学

生物和动物在自然环境中经过数千年的进化，已经实现了独特的润湿控制系统。随着科学技术的发展，尤其是纳米技术的进步，这些天然的生物特性从基础研究到应用研究都受到了更多的关注。研究表明，自然界中的生物展示了生物润湿控制功能，例如植物叶子和鸭羽毛具有超疏水性，蝴蝶翅膀具有方向性防水性，蜘蛛丝能够捕捉空气中的微小水滴，仙人掌针刺的凝结液滴传输，树蛙的脚趾具有湿润粘附性，甲虫具有热湿管理能力等[1-6]。近年来，越来越多具有润湿控制能力的生物表面被发现，这激发了研究人员和科学家开发具有自清洁、防水、超滑、水收集、防覆冰等功能的新颖表面系统[3-6]。仿生润湿控制表面和材料为工程、农业、工业、建筑等领域开辟了许多更有前景的应用。基于蜘蛛丝和仙人掌的集水效应，仿生设计了多尺度微纳米结构，构筑了多复合结构的功能材料，揭示了在不同湿度环境下仿生材料的高新能大气集水特性，通过设计集水系统，实现了雾水收集及大气集水性能的调控，获得了高性能的集水效率，为淡水采集应用提供储备[2-4]。从荷叶及蝴蝶翅膀超疏水结构效应出发，设计了多尺度仿生结构表面，揭示了界面防覆冰可控特性机理，开发了多灵感仿生耐磨性防覆冰表面，并引入光热纳米效应，实现了低温高湿度下仿生材料的防覆冰及高效除冰性能，为工程表面低温防覆冰提供储备[5-6]。

关键词 仿生结构；仿生功能；大气集水；防覆冰；湿控

仿生超浸润传感芯片

许利苹*

北京科技大学

生物芯片是一种基于生物分子特异性相互作用实现生物信息分析处理的微型化平台，在疾病筛查、精准医疗、临床诊断等领域具有重要应用价值。然而，针对少量临床样本中低浓度生物标志物的精准灵敏检测仍是生物芯片面临的重要挑战。生物芯片的传感分析性能与材料表界面性质密切相关，基于特殊浸润表面材料的开放式芯片，因其具有优异的液滴操控性，为开放式生物芯片的应用注入了新的活力。

受自然界特殊浸润性材料的启发，通过纳米材料构筑和表面浸润性调控，本课题组构建了一系列超亲水/超疏水图案化表面，并将其用于核酸、蛋白质等生物标志物传感分析。这些基于超浸润图案化表面的生物芯片具有以下优点：（1）优异的微液滴锚定能力：利用超疏水基底抑制液滴扩散，结合超亲水微区的强毛细作用，实现微升级液滴的精确锚定，为检测反应提供稳定的微环境。（2）富集浓缩效应：超疏水边缘的非浸润特性可有效限制液滴扩散。随着溶剂蒸发，亲水区域内分析物浓度可实现30倍以上的浓缩富集，显著提升检测灵敏度。（3）样本消耗量小，大幅降低珍贵临床样本和昂贵试剂的使用量。（4）灵活的液滴操纵能力。支持实时动态加样和反应过程调控，赋予检测流程高度灵活性。（5）多模式检测兼容性：可适配荧光、电化学等多种检测方法，并能与信号放大策略协同使用，优化检测性能。（6）高通量检测：基于紫外/等离子体刻蚀等简易工艺，可实现大面积亲疏水图案化阵列的规模化制备，满足高通量检测需求。

关键词超浸润，图案化表面，生物芯片，生物传感

仿生超分子润滑半转换水凝胶

宋文龙*

吉林大学

生物优异的活性润滑功能是一个非常复杂的动态过程，如何有效的模拟生物动态润滑行为一直是设计合成人工润滑材料的关键难题。由于超分子水凝胶的非共价网络在外界刺激条件下具有凝胶-溶胶转换的能力，使其在构建智能润滑材料方面显示出前所未有的潜力。另一方面，液体润滑剂是改善表面润滑的重要手段之一。基于以上两点，我们小组通过复合具有响应特性的非共价超分子网络和共价聚合网络构筑一种称为半转换水凝胶（Semi-convertible hydrogel）的仿生智能润滑材料(图1)。作为验证，实验中选择聚乙烯醇和聚丙烯酰胺互穿网络作为力学支撑的框架，将剪切响应、光、电和磁响应超分子体系，分别复合形成响应半转换水凝胶[1-5]。在剪切、光和电场的作用下水凝胶发生部分凝胶-溶胶转换，在表面形成润滑层从而实现润滑调控，同时共价的聚合物网络使整个水凝胶保持在凝胶态。我们相信这种半转换水凝胶会显示出远超润滑的一些更有前景的可能应用，将发展成为集超分子化学、水凝胶和表面科学于一体的跨学科材料体系的一个新兴分支。

关键词半转换水凝胶；超分子润滑；凝胶-溶胶转换

报告人简介：

本课题组多年来致力于仿生高分子材料与界面研究工作，在通过仿生策略构筑高分子功能材料方面积累了丰富的研究基础和经验。近些年来受人体关节软骨润滑机制的启发，我们小组与中科院理化所王树涛教授合作设计合成一系列具有响应润滑特性的超分子润滑材料。随着研究的深入，逐步发展为可以在外界刺激条件下发生固态和液-固态之间转换的新型超分子功能材料，这为探索具有可逆部分固液转化能力的智能润滑材料提供了新的方向。

仿生离子液体超浸润界面材料

刘洪亮^{1,2}

¹烟台大学化学化工学院，山东省烟台市黄渤海新区四平路1号，265699

²烟台先进材料与绿色制造山东省实验室，山东烟台经济技术开发区长江路300号，265699

*Email: liuhongliang@ytu.edu.cn

液体在固体表面的超浸润行为往往会产生奇异特性的表界面材料，已成为材料科学领域的研究热点。离子液体作为一种特殊功能流体，在化学和材料科学领域受到越来越多的关注。不管是从催化、合成化学到分析、电化学；从功能流体到清洁能源；还是从纳米技术到功能材料都不难发现离子液体的身影。其中，离子液体在相关界面材料上的浸润性对于充分发挥离子液体的性能至关重要。然而，离子液体浸润性的研究才刚刚起步，缺乏系统深入的研究。而且离子液体超浸润行为与功能界面的材料性能的之间的关系更是无从得知。因此，设计制备能够精确调控离子液体浸润性行为的多尺度界面材料，进而构建离子液体超浸润与功能界面材料之间的关系具有重要的科学意义和迫切的应用需求。基于此，我们将功能性聚合物分子的设计与多尺度界面材料有机结合起来，在分子层次上调控功能聚合物分子与离子液体之间的多重弱相互作用，借助多尺度微纳米结构的协同作用，系统研究离子液体在固体表面的超浸润行为。以此为指导，设计制备了一系列基于离子液体超浸润的功能聚合物界面材料，在柔性透明导电薄膜，离子液体连续分离、纯化领域展现了极大的应用前景。

Bio-Inspired Superwetting Interfacial Materials by Ionic Liquids

Hongliang Liu^{1,2*}

¹College of Chemistry and Chemical Engineering, Yantai University, Yantai, Shandong Province, 265699

² Shandong Laboratory of Advanced Materials and Green Manufacturing at Yantai, Yantai, Shandong Province, 265699

*Email: liuhongliang@ytu.edu.cn

The superwetting behavior of liquids on solid surfaces often leads to surface and interface materials with singular properties, which has become a research hotspot in the field of materials science. As a special functional fluid, ionic liquids have attracted increasing attention in the fields of chemistry and materials science. Ionic liquids can be found in various applications, ranging from catalysis, synthetic chemistry, analysis, and electrochemistry to functional fluids, clean energy, and from nanotechnology to functional materials. Among them, the wettability of ionic liquids on related interface materials is crucial for fully exploiting the properties of ionic liquids. However, research on the wettability of ionic liquids is still in its infancy, lacking systematic and in-depth studies. Moreover, the relationship between the superwetting behavior of ionic liquids and the material properties of functional interfaces remains unknown. Therefore, designing and preparing multi-scale interface materials that can precisely regulate the wettability of ionic liquids, and further establishing the relationship between the superwetting of ionic liquids and functional

interface materials, are of great scientific significance and urgent application needs. Based on this, we combine the design of functional polymer molecules with multi-scale interface materials, regulate the multiple weak interactions between functional polymer molecules and ionic liquids at the molecular level, and systematically study the superwetting behavior of ionic liquids on solid surfaces with the help of the synergistic effect of multi-scale micro-nano structures. Guided by this, we have designed and prepared a series of functional polymer interface materials based on the superwetting of ionic liquids, which show great application prospects in the fields of flexible transparent conductive films, continuous separation, and purification of ionic liquids.

关键词：离子液体；超浸润

参考文献

- [1] Shen, S*.; Li, J.; Liu, H.* et. al. *Chem. Commun.*, **2024**, **60**, 7363-7365.
- [2] Ma, C.; Wei, J.; Liu, H.* et. al. *Adv. Funct. Mater.*, **2023**, **33**, 2211771.
- [3] Chang, L.; Wang, D.; Liu, H.* et. al. *Matter*, **2022**, **5**, 1251-1262.

报告人/墙报展示人简介:

刘洪亮，烟台大学教授，烟台先进材料与绿色制造省实验室团队负责人，山东省泰山学者青年专家，山东省级领军人才，中科院青年创新促进会会员。主要从事仿生超浸润基础理论及应用研究，开展了离子液体浸润性研究及其在导电薄膜、超浸润分离膜等领域的应用探索。近年来在Matter, Chem, J. Am. Chem. Soc., Adv. Mater., Adv. Funct. Mater.等共发表SCI论文90余篇，SCI引用6000余次；申请发明专利8项，授权6项；受邀撰写英文专著、章节2章。先后主持国家自然科学基金、国防科技创新特区等科研项目。



风电叶片涂层防酸雨侵蚀研究

冯杰

浙江工业大学

风力发电机叶片在高速旋转工作状态下易受酸雨侵蚀，严重影响叶片的使用寿命。为解决这一问题，本研究以封闭型聚异氰酸酯为交联剂，通过交联氟化羟基丙烯酸(FHA)乳液和聚醚多元醇(PPG)，制备出具有优异耐模拟酸雨侵蚀性能的高弹性、高度疏水涂层。为了对比研究，同时制备了不含氟的羟基丙烯酸涂层(HA涂层)。系统研究了两种涂层的力学性能、模拟酸雨浸泡、冲击测试及表面形貌特征。实验结果表明，相较于HA涂层，FHA涂层因其高弹性和疏水特性，更能有效阻隔模拟酸雨渗透和侵蚀。随着FHA涂层中PPG含量的增加，抵抗模拟酸雨侵蚀性能呈现先升高后降低的趋势。在高速模拟酸雨冲击下，FHA涂层表现出更稳定的形貌并保持疏水特性。这种弹性高度疏水FHA涂层有望在风力发电机叶片防护领域展现出重要实际应用价值。

仿生纳米纤维超浸润材料

赵勇¹

¹北京航空航天大学，化学学院，北京100190

*Email: zhaoyong@buaa.edu.cn

多相混合液体分离在工业生产、污水排放处理、油污泄漏处理等领域具有广泛需求。与其它分离方式相比，膜分离材料在液体分离方面具有装置简单、成本低、能耗少、适用范围广等优点，近年来受到广泛关注。静电纺丝技术是一种制备高分子纳米纤维膜材料的有效手段。我们采用静电纺丝法制备了一系列纳米纤维分离膜。通过设计多流体纺丝装置，结合微相分离造孔、乳液造孔等方法，构筑了具有不同直径和不同表面和内部多级孔结构的纳米纤维材料(Figure 1)，进一步结合表面接枝、共混掺杂等手段，可以进一步调节纳米纤维的多级结构及对不同种类液体的可调浸润性。这些膜材料被成功用于油污高效吸附、连续化高通量油水分离、乳液分离及非水体系多相有机液体分离等。

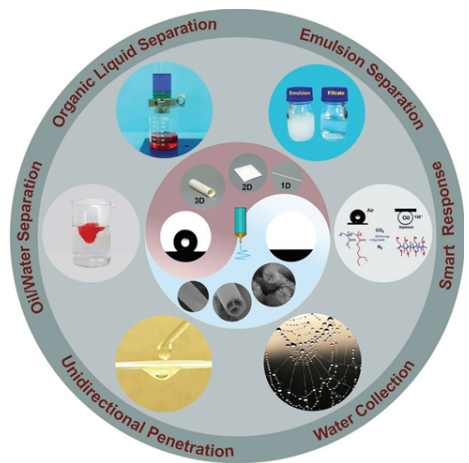


Fig. 1 Nanofibrous superwetting materials

关键词：超浸润；纳米纤维；液体分离；单向透液

Bioinspired nanofibrous superwetting materials

Yong Zhao*

¹Department of Chemistry, Beihang University, Beijing, China, 100190

*Email: zhaoyong@buaa.edu.cn

The separation of multiphase mixed liquids is widespread needed in fields such as industrial production, sewage discharge treatment, and oil spill treatment. Compared with other separation methods, membrane separation materials have the advantages of simple equipment, low cost, low energy consumption, and a wide range of applications in liquid separation, which have received extensive attention in recent years. Electrospinning technology is an effective means to prepare polymer nanofiber membrane materials. We have prepared a series of nanofiber separation membranes using the electrospinning method. By designing a multi-fluid spinning device and combining methods such as microphase separation or microemulsion methods, we have constructed nanofiber materials with different diameters and different surface and internal hierarchical pore structures. Further combining methods such as surface grafting and blending doping, the hierarchical structure of nanofibers and the adjustable wettability to different types of liquids can be further regulated. These membrane materials have been successfully applied to efficient oil adsorption, continuous high-flux oil-water separation, emulsion separation, and multiphase organic liquid separation in non-aqueous systems, etc.

