烟台海岸带所在海洋防污损聚合物膜电位型传感器研究中取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/20319.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

烟台海岸带所在海洋防污损聚
合物膜电位型传感器研究中取得进展
。开展海洋环境要素及环境污染物长期原位监测，对于海洋生态环境评价与可持续发展具有重要意义。聚合物敏感膜电位型传感器具有体积小、操作简单、不受样品颜色及浊度影响等优点，在海洋环境长期原位监测中展现出应用前景。然而，聚合物敏感膜的表面疏水性强，在海洋环境中易吸附蛋白质、油类、微生物等物质，从而在电极膜表面引发污损，导致检测信号失真、使用寿命缩短等问题。中国科学院烟台海岸带研究所研究员秦伟课题组对防污损传感器开展研究，并取得系列进展。

为了减少亲脂性有机物质(如蛋白质、油等)在传感器表面的附着，科研团队开发了基于亲水性涂层的防污损策略。科研人员采用贻贝仿生多巴胺表面修饰方法，将亲水性的聚多巴胺修饰于聚合物敏感膜表面，改善聚合物敏感膜的表面亲水性，降低蛋白质在传感器表面的附着，提高了传感器的防污损性能(Anal.Chem., 2019,91(10),6424-6429)。此外，科研团队进一步采用多巴胺辅助共沉积表面修饰方法，将两性离子聚合物-聚甲基丙烯酸二甲基丙基磺酸胺乙酯(PSBMA)修饰到聚合物敏感膜表面(图1)，借助PSBMA结合水分子的能力，提高聚合物敏感膜的水下疏油角(达到141.5 o)，所构筑的传感器对油类污染物展现出自清洁能力(Anal.Chem., 021, 93(18), 6932-6937)。

微生物污染物具有生长和繁殖能力。即使有少量的微生物附着在传感器表面，它们也能够通过不断地生长和繁殖，形成遍布整个传感器表面的生物膜，造成严重的传感器污损。为解决这一问题，科研人员研发了具释放杀菌功能的聚合物敏感膜电位型传感器。研究以环境友好且有杀菌性能的有机小分子6-氯吲哚作为防污活性材料，采用掺杂法将防污材料引入聚合物敏感膜中，构建了具有自灭菌功能的传感器(图2A)。研究显示，6-氯吲哚能够有效杀灭附着于传感器表面的微生物，达到缓解微生物污损的效果;聚合物敏感膜中的6-氯吲哚释放缓慢，传感器对微生物的灭杀性能可保持45天(图2B)。该防污损方法在传感器原位、长期监测中具有应用前景(Anal.Chem., 2020,92(18),12132-12136)。

为提高传感器的防污损能力，研究发展了防附着与杀菌相结合的防污损策略。该策略通过将具有亲水性和抗菌性的纳米材料同时引入传感器表面，构建了既防止污染物附着又抑制生物膜形成的双重功能聚合物敏感膜电位型传感器。科研人员采用层层自组装法将氧化石墨烯(GO)修饰于聚合物敏感膜表面(图3)，利用GO的亲水性提高聚合物敏感膜的表面亲水性，从而降低海洋微生物在传感器表面的附着量。此外，GO还具有接触杀菌性，突破了防附着屏障的少量微生物能够被GO灭杀，抗菌率达到53.1%(Anal.Chem., 2019, 91(20), 13268-13274)。为提高传感器表面抑制生物

膜形成的能力，科学家利用亲水性的聚多巴胺将具有更强杀菌能力的银纳米颗粒修饰于传感器表面。研究发现，修饰的电极表面细菌粘附数量降低了31.5%，抗菌率达到93.3%(Sens.Actuators,B, 2021,328,129014)。考虑到传感器表面防污活性材料流失以及生物膜逐渐堆积对传感器的防污损能力带来的不利影响，科研人员研制了可更新式防污损聚合物敏感膜电位型传感器，合成了具亲水性和抗菌性的磁性纳米颗粒作为防污活性材料，利用磁控自组装技术将防污活性材料修饰于聚合物敏感膜表面(图4)，通过调控外加磁场实现防污活性材料的快速更新(Anal.Chem., 2022,94,34,11916 – 11924)。

近期，基于在防污损聚合物膜电位型传感器领域的研究积累，研究团队在《分析化学趋势》(Trends in Analytical Chemistry)上，发表了题为Anti-fouling polymeric membrane ion-selective electrodes的综述论文。该论文介绍了聚合物膜离子选择性电极在复杂环境中的污损机理，讨论了电极的防污损策略，归纳总结了防污损电极的制备方法，并对展望了未来防污损电极的发展。该综述对于防污聚合物膜离子选择性电极的研制及促进电极在复杂环境样品中的应用具有一定的指导意义。

研究工作得到国家重点研发计划、国家自然科学基金委-
山东省联合基金、中科院海洋大科学中心重点部署项目等的支持。

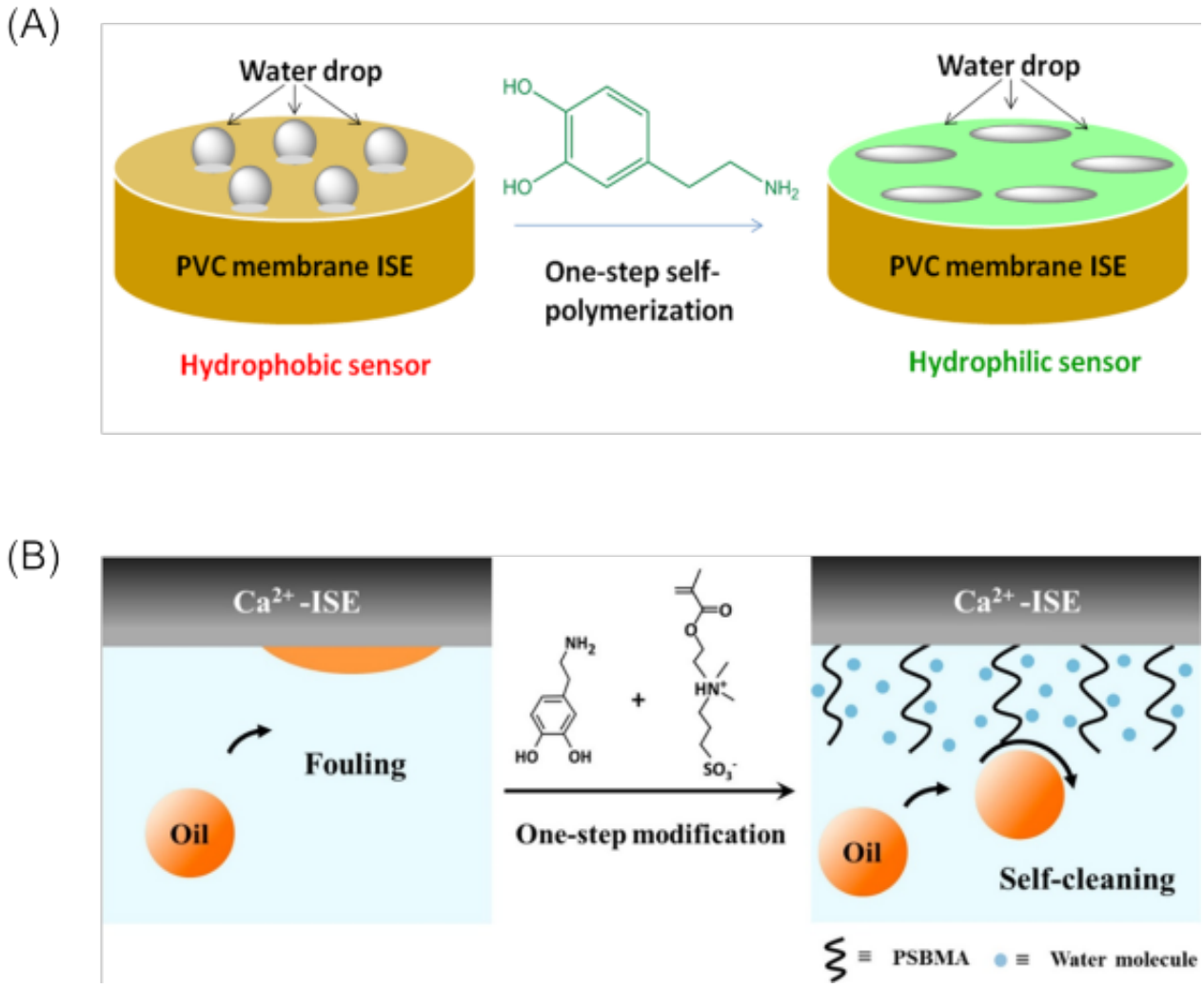


图1.基于两性离子聚合物修饰的自清洁防油污聚合物敏感膜电位型传感器

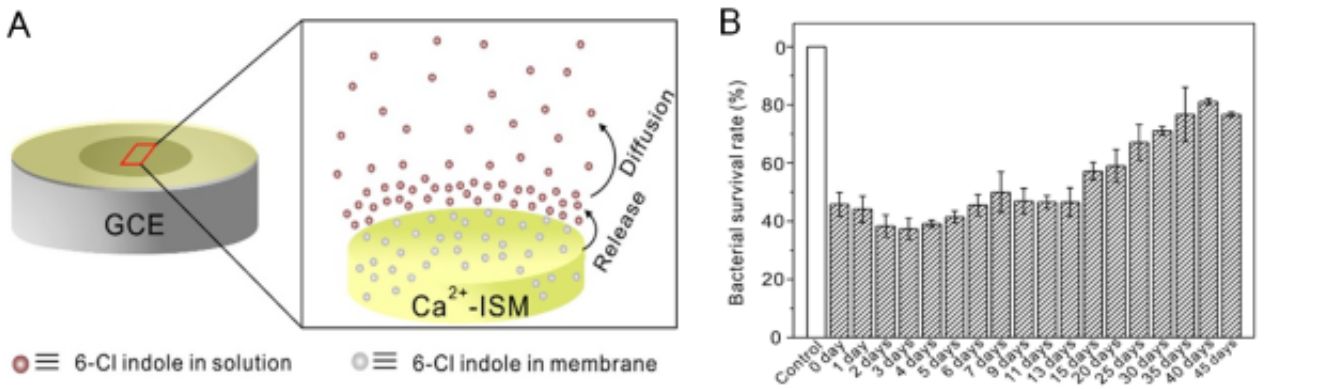


图2.基于6-氯吲哚缓释的防污损聚合物膜电位型传感器的结构(A)和长期防污损效果(B)

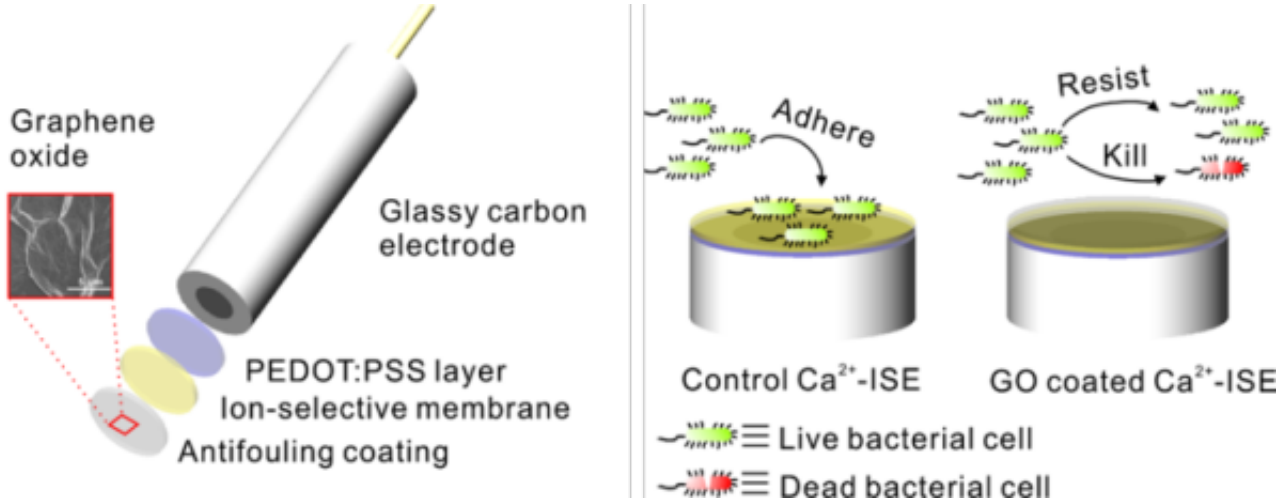


图3.基于氧化石墨烯的聚合物敏感膜电位型传感器的构建和防污原理示意图

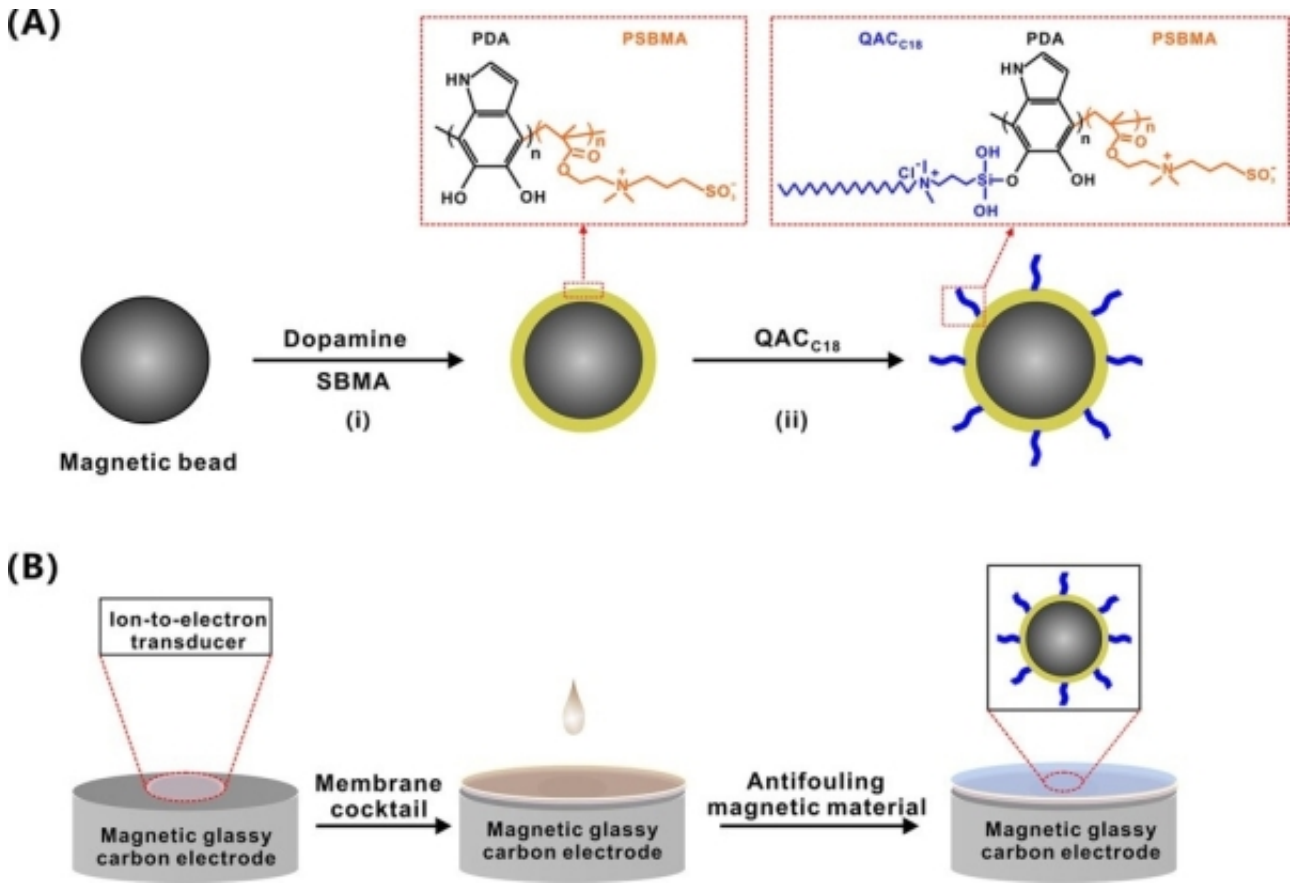


图4.磁性双功能纳米材料的合成(A)及可更新式防污损传感器的构建(B)示意图

研究团队单位：烟台海岸带研究所

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发