2021 年招生计划

六、预计招收博士生的课题研究方向和研究工作简介

1. 博士论文研究方向：面向高效油水分离技术的超浸润表面的理论、设计、加工与应用研究

选题类别： ■基础性研究 □应用性研究 □工程技术攻关研究 □新开辟的研究方向 ■已有研究方向的继续 □其他

2. 博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介

具有选择超浸润特性的表面近年来备受研究人员的关注，其中超疏油超亲水表面因为具有不沾油特性，被认为有着更为广阔的应用前景。然而，由于从表面能基本理论角度而言，超疏油性与超亲水性无法共存，因此相关成果鲜有报道。此前多数关于超疏油超亲水表面的研究都采用“曲线救国”的方式，例如超亲水/水下超疏油表面或超疏油应激响应超亲水表面等等来获得临时的超疏油超亲水性的共存。这些非直接的方式有着不灵活、响应慢、效率低、耐久性差等问题，使得相关表面很难应用于工程实际。

2018 年，课题组连续发表多篇文章对超疏油性和超亲水性的共存提出了新的理论模型，并建立了较为严密的实验进行了验证。实验证实了通过调整表面能的色散和非色散分量可以控制表面的超疏油性和超亲水性。虽然课题组已解决超疏油性与超亲水性的共存这一核心问题，也有许多学者在此基础之上进行了更为广泛的研究，但针对油水分离这一有着重大社会需求的应用而言，目前仍然存在着以下几个科学与技术问题亟需解决：

（1）超疏油超亲水涂层化学稳定性、机械耐久性相对较差

（2）超双疏表面润湿性转化的机理尚不明确，应用研究尚需细化

（3）超浸润涂层的机械耐久性评价较为混乱，缺乏体系

针对以上问题，拟定博士课题的主要内容围绕以下几个要点展开：

（1）高化学稳定性超疏油超亲水微纳复合结构表面的设计与实现

拟探索采用非金属离子型极性基团进行代替，设计更为合理的表面微纳复合结构，探索超亲水性和化学稳定性之间的平衡。

（2）超双疏表面特殊润湿性转化的机理及其在油水分离上的应用研究

揭示超双疏涂层转化为超亲水/水下超疏油或 Cassie 态超“亲油”/超疏水的机理，并将其在多种类型的超双疏表面上实现。探索基于超双疏表面特殊润湿性转化的“全程据油油水分离技术”，实现全程据油的通油阻水和通水阻油式油水分离。

（3）超浸润表面机械耐久性评估体系的建立和超浸润涂层机械耐久性提高方法研究

利用磨损理论分析超疏油超亲水涂层和超双疏涂层的机械耐久性，建立超浸润表面粘着、磨粒、冲击三维磨损评价体系。分析研究影响涂层机械耐久性的因素，通过改进制备工艺，构造合理结构，提高涂层表面微纳结构的稳定性和涂层与基底间的结合力，进而提高超浸润涂层的机械耐久性。

（4）基于抗油超浸润表面的油水分离技术应用研究

根据不同具体应用背景，如海洋油污处理、工业污水处理等，设计基于超疏油超亲水涂层或超双疏涂层的全程拒油的高效可控油水分离技术。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

1. 国家自然科学基金面上项目（负责人）：(51975145) 耐久超双疏表面特殊润湿性转化及其在油水分离中的应用研究（60 万）

2. 校青年拔尖人才科研启动经费（正高级）：（100 万）

3. 国家自然科学基金面上项目（主要参与人，排名第二）：(51975163)高耐久性和可控润湿性超疏油/超亲水微纳复合结构功能表面的研究