中科院大连化物所“优秀青年博士人才”申请表

姓　名	杨丽霞	性　　别	女	出生年月	1990.02	
出生地	福建	婚姻状况	未婚	政治面貌	群众	
毕业学校及专业		法国图卢兹国立应用科学学院/过程与环境工程		学历/学位	博士	
工作单位及职务		瑞士苏黎世联邦理工学院，博士后				
联系方式						

学习及工作经历：

（从高中开始填起，内容包括时间、单位、学位、所学专业、从事专业、专业技术职务情况，时间段要连续，准确到月份，在职学习请注明）

起止年月	院校（专业及学位）
2004.09 - 2007.06	福建省莆田市第一中学（理科，高中）
2007.09 - 2011.06	福州大学（化学工程与工艺，工学学士）
2011.09 - 2013.09	天津大学 （化学工程，硕博连读）
2013.10 - 2017.03	法国图卢兹国立应用科学学院（过程与环境工程，博士）
2017.06 - 2019.01	瑞士苏黎世联邦理工学院（化学工程，博士后）

如内容较多，本栏目填不下时，可另纸接续（下同）。

主要学术成就、科技成果及创新点：

申请人从事微化工技术领域的应用基础研究。博士课题为微通道内气-液两相流传质特性，主要研究内容为采用一种自主提出的比色法进行微/毫米级反应器内泰勒气泡的传质过程的可视化表征，研究流动参数和通道结构等因素对传质的影响机制。博士后期间主要致力于实现微流体平台上液-液相界面反应及分离一体化，提出了一种在线回收利用催化剂的方法，对实现微化工系统内有机合成反应的连续化和自动化具有重要指导意义。

博士课题期间：

集成紧凑型热交换器的微/毫米级反应器（HEX）是化工过程强化技术的重要组成部分。气-液反应（例如氢化、光氧化、氟化反应）在工业生产上具有重要地位，而阐明气液传质过程和反应动力学之间的耦合机制是优化反应器结构的重要基础。

针对这一背景，本课题旨在通过可视化表征技术，对直/曲折毫米级通道反应器内泰勒气泡流动过程中的浓度场、传质及其演变过程进行在线表征，从而深层次揭示多相传递过程基础。研究采用了一种自主提出的比色法（colorimetric method），该法是基于氧气敏感型染料和氧气之间的可逆氧化还原反应：（a）碱性条件下，染料与氧气发生极快速（~1.5毫秒）氧化反应，由无色变为粉色（颜色强度和传递的氧气量成线性关系）；（b）同时粉色的氧化态染料慢慢（~若干分钟）还原变回无色。其创新性在于可于**无任何激光或物理传感器介入的情况下实现气泡周围的等效溶解氧浓度场的实时可视化，十分方便且用户友好**。主要学术成就、科技成果及创新点如下：

（1）证实该比色法所涉及的化学反应（氧气和染料的快速反应）在微通道反应器内（传质系数数量级~10^{-4} m·s^{-1}）几乎不增强/减弱气-液传质（增强因子 $E \approx 1$）。由于文献中缺乏该比色反应的动力学数据，申请人采用两种独创的光学方法在特定的共流微通道装置中实验测定扩散过程，并结合理论建模来确定二氢呋喃和氧气的扩散系数。获得相关参数后计算 *Hatta* 数和增强因子，进而建立了使用该比色法在微反应器乃至传统反应器中表征气液传质的指导准则，即根据实验测得的传质系数计算增强因子，进而校正实验值得到本征传质系数。（*AIChE J*, 2017, 63, 2272-2284）

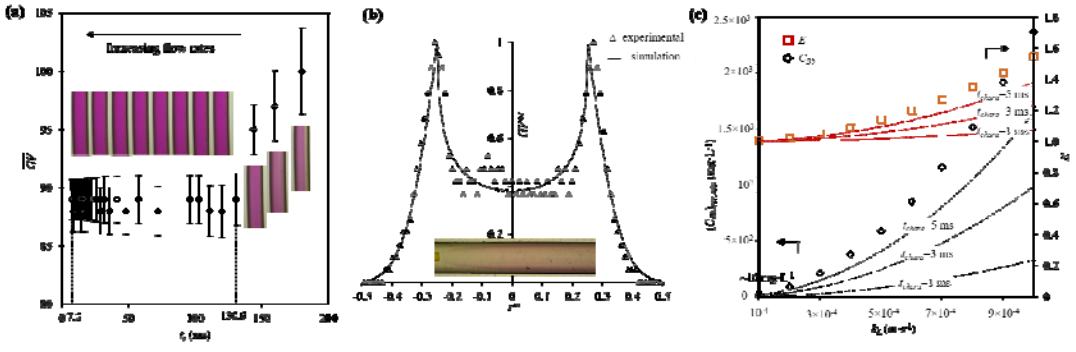

图 1. （a）微混合器内测定反应速率常数；（b）毛细管内测定氧气扩散系数；（c）使用比色法在其他类型反应器内表征气液传质时的使用指导图。

（2）重点研究了十字形聚焦微通道内泰勒气泡生成阶段中的气-液传质。结果表明，气泡生成阶段对整个气-液传质的贡献非常重要（贡献比例高达 45%-90%）。表明气泡生成

过程是个动态过程，并且能很大程度上强化传质。这部分的研究也对建立和完善气-液传质模型和过程模拟具有重要意义。（*Chem Eng Sci*, 2016, 143, 364-368）

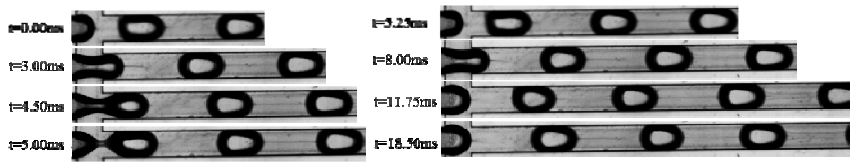

图 2. 十字聚焦型微通道内气泡生成阶段气液传质演变过程。

（3）定量研究了直通道和弯折微通道内的气-液传质。首次通过实验手段获得弯折通道内清晰的氧气传质浓度场。阐释了液弹经过一个弯道和数个弯道时等效氧浓度场的演化过程。观察到液弹内的流动结构（再循环区）被周期性弯道（离心效应）扭曲和分裂，直至浓度场变均匀的过程，揭示了弯折结构对传质的强化作用。结果表明在相同的实验条件下，使用曲折通道可以传质能力提高 12%。（*Chem Eng Sci*, 2017, 165, 192-203）

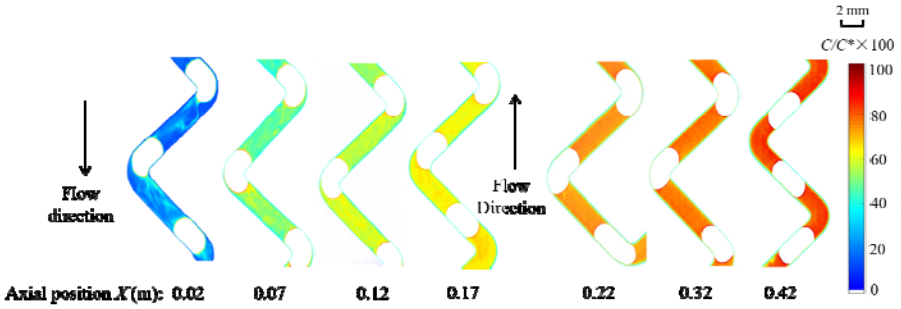

图 3. 曲折通道内气液氧气传递浓度场演变过程。

（4）提出了用无量纲准数描述直/曲折通道内气液传质随轴向位置变化演变过程的预测方程。该预测方程与文献中的传质经验方程不同点在于将传质的贡献分为两部分：（a）气泡生成过程阶段（进口端效应对传质的影响）；（b）远离进口端效应的传质。在微通道反应器内该方程具有普适性。该部分成果拟投稿至 Chemical Engineering Science。

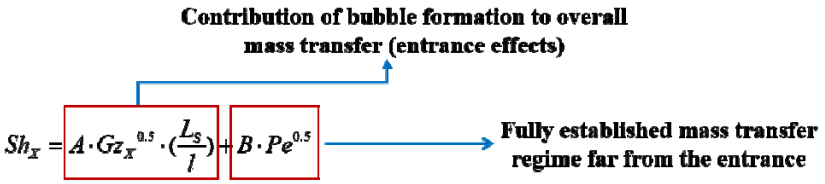

图 4. 通道内气液传质随轴向位置变化演变过程的无量纲准数预测方程。

博士后期间：

近年来，流动化学逐渐成为合成精细化工品、功能高分子材料以及药物目标分子的一种重要手段。流动化学过程的趋势之一就是发展集成化系统，即把不同的操作单元（如反应过程、分离过程、后处理分析等）进行整合、调控，从而实现过程自动化。相比于间歇反应系统，流体化学过程有着其无法比拟的优势，例如能更好的控制反应条件以及传质效

率，从而更好的控制产品质量。

微通道内不互溶液-液 Taylor 流具有高单一分散性、液滴内部可控混合、易于独立调控、便于高通量筛选或者制备等独特优点，逐渐形成了流动化学应用过程的重要形式之一。申请人针对液-液 Taylor 流，主要研究微流体平台上的液-液（水/油）相界面反应及分离的一体化，实现在线循环利用催化剂。研究内容包括微通道反应器的设计与制备、苯酚和苄基溴亲核反应（四正丁基溴化铵为相转移催化剂）和液液相分离与循环。由于微反应器具有良好的传质传热特性，30s 内反应转化率达 95%以上；反应后油相液滴产物和水相催化剂相通过集成在微通道反应器内的毛细管分离器进行分离，实现水相催化剂的循环回收再利用。该研究的主要创新性在于实现了单个微流体芯片上反应与分离的集成化以及催化剂回收，进而为实现微反应器内有机合成反应的连续化和自动化提供了重要指导意义。该部分成果正在整理中。

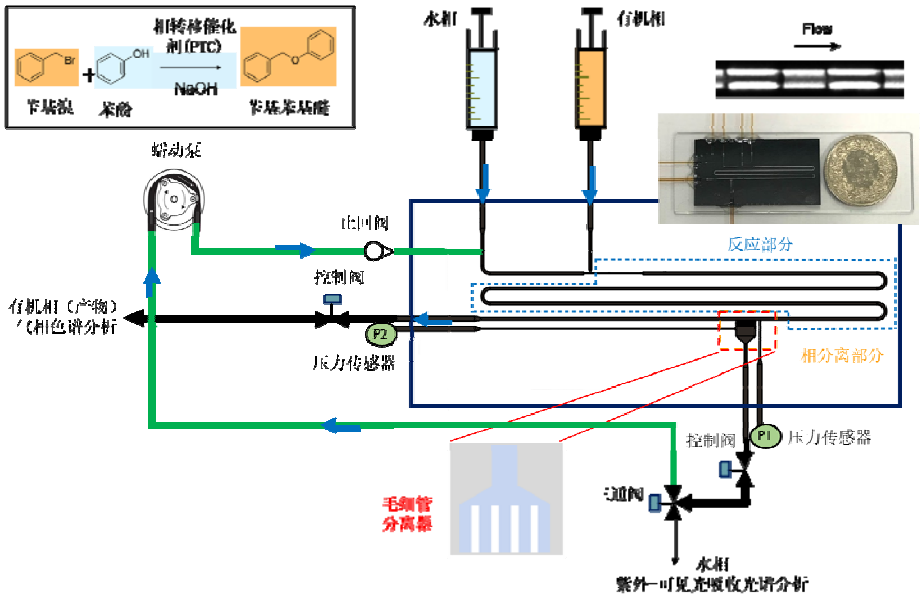

图 5. 可在线循环利用催化剂的微流体平台上的液液（水/油）相界面反应及分离一体化示意图。

主要论著目录：

（1.论文作者、题目、期刊名称、年份、卷期、页、总引次数、他引次数、期刊影响因子；2.著作：著者、书名、出版社、年份）

目录列表最后请注明论文总引次数、他引次数、期刊影响因子的查询截止时间和查询数据库。

共发表第一作者学术论文 3 篇，其中化工顶级期刊 *AIChE J* 1 篇、*Chem Eng Sci* 2 篇。

1. **Lixia Yang,** Nicolas Dietrich, Karine Loubière, Christophe Gourdon, Gilles Hébrard; Visualization and characterization of gas–liquid mass transfer around a Taylor bubble right after the formation stage in microreactors; ***Chemical Engineering Science***, 2016, Volume 143, Pages 364-368, 总引次数：26；他引次数：21，影响因子：3.306;

2. **Lixia Yang,** Nicolas Dietrich, Gilles Hébrard, Karine Loubière, Christophe Gourdon; Optical methods to investigate the enhancement factor of an oxygen-sensitive colorimetric reaction using microreactors; ***AIChE J,*** 2017, Volume 63, Issue 6, Pages 2272-2284, 总引次数：6；他引次数：3，影响因子：3.326;

3. **Lixia Yang,** Karine Loubière, Nicolas Dietrich, Claude Le Men, Christophe Gourdon, Gilles Hébrard; Local investigations on the gas-liquid mass transfer around Taylor bubbles flowing in a meandering millimetric square channel; ***Chemical Engineering Science,*** 2017, Volume 165, Pages 192-203,总引次数：6；他引次数：4，影响因子：3.306;

   论文总引数：38，他引次数：28

   查询截止时间：2019.02.25

   查询数据库：Google Scholar

主持(参与)科研项目及申请专利：

(项目来源、项目名称、经费、个人在其中的作用)

获科技奖情况：

（项目名称、奖项、获奖时间、本人在其中的作用及排名、获奖总人数）

获各类荣誉奖情况：

2008/06	福州大学校二等奖学金
2008/12	福州大学校二等奖学金
2009/06	福州大学校二等奖学金
2009/12	福州大学校二等奖学金
2015/08	“李王十二妹”奖学金欧洲地区
2013/09-2017/03	国家留学基金委员会奖学金