

**编者按** 中科院重点实验室(含国家实验室、国家重点实验室、院重点实验室)是中科院从事基础研究和高新技术前沿探索的核心力量,是国家科技创新体系的重要组成部分,是国家组织高水平基础研究和应用基础研究、聚集和培养优秀科技人才、开展高水平学术交流、科研装备先进的重要基地。近年来,各重点实验室在学科建设、创新成果产出、人才培养、实验室管理体制建设等方面取得了突出的成绩和大量的经验,为全面展示其近年来的工作进展和在学科建设上的引领骨干作用,在前沿科学与教育局的指导下,以《院刊》为平台,从本期开始以国家重点实验室和院重点实验室为序、分学科选择优秀实验室予以报道,以飨读者。

## 催化基础国家重点实验室\*



中国科学院大连化学物理研究所 大连 116023

催化基础国家重点实验室是我国首批建设的国家重点实验室之一。经过30年的学术积累、人才培养和广泛而卓有成效的国内外合作,持续取得了一批在国内外有重大影响的基础研究成果和重大产业化技术,已成为国际知名的催化研究中心。建室以来,获得国家技术发明奖一等奖1项、国家技术发明奖二等奖3项、国家自然科学基金二等奖2项、国家科技进步奖二等奖1项,省部级二等奖以上奖励13项。2004年、2009年和2014年,实验室连续3次在国家重点实验室评估中被评为优秀实验室。

实验室现有科研人员与研究生约260人。研究员41人(包括中科院院士3人、国家杰出青年科学基金获得者11人、国家“千人计划”3人),副研究员24人,高级工程师5人,助理研究员13人,工程师12人,博士后30人,研究生178人。

实验室根据催化学科的发展趋势和我国能源、化工、环境等发展的实际需求,明确定位“以催化基础研究为立足点、应用基础研究为结合点,瞄准国际前沿方向和我国重大应用过程的关键基础科学问题,开展深入系统的研究工作”。主要研究方向包括:新催化材料及其制备新技术、环境友好和资源优化利用的新催化反应过程、原位动态表征技术和催化理论计算。近年来在催化基础和应用基础方面取得了一系列创新性成果和突破性进展,其中部分内容简述如下。

### 1 纳米催化

大约70%的化工过程用到固体催化剂,其效率很大程度上取决于催化剂在纳米尺度上的作用机制。自2000年起,实验室系统研究催化剂纳米结构与反应性能的本质关系,从纳米乃至原子层次剖析催化剂活性位结构,提出了单原子催化、形貌效应、纳米界面限域新概念,为创制高效纳米结构催化

\* 收稿日期:2015年9月1日

剂奠定了科学基础,并引领纳米催化研究新方向。

## 2 太阳能光催化

太阳能光催化是地球上最重要且最具挑战的化学反应,涉及材料、物理、化学等学科。实验室围绕高效宽光谱吸光、光生电荷高效分离、电子/空穴有效参与催化反应等关键基础科学问题,探索高效光催化剂的设计原理和方法。研制了多个宽光谱响应的可见光催化剂体系,发现了“异相结”光生电荷分离和晶面光生电荷分离效应,提出了氧化和还原双助催化剂协同促进新策略,为提高太阳能到化学能转换效率、认识光化学转化的动态过程与微观机制提供了科学基础。

## 3 多相手性催化

多相手性催化是合成手性药物中间体的重要策略之一,也是化学领域的前沿方向。实验室围绕高效和高选择性地构建手性化学键,多相催化与均相催化交叉结合,发展了纳米反应器内均相手性催化反应的新策略。通过化学微环境修饰、纳米尺度封口等技术将一系列均相手性分子催化剂封装在纳米笼中,构筑了纳米手性反应器,观察到纳米反应器内手性催化剂的双分子耦合反应加速效应,实现了多相催化、材料化学和手性催化的交叉融合。

## 4 生物质催化转化

生物质催化转化为化学品和液体燃料是其合理且高效利用的重要途径,但涉及复杂的固-固-液-气反应动力学和C-O、C-C的活化的选择性问题。实验室采用均相催化和多相催化相结合的策略,设计多种新型高效脱氧、加氢多功能催化剂体系,实现了生物质平台化合物催化转化制航空煤油、纤维素制乙二醇、木质素制酚类化合物等重要反应的高活性和高选择性。通过设计和制备均相-多相复合结构催化剂和调变两类活性中心的协同作用,实现了纤维素一步高选择性生成乙二

醇的新反应途径。

## 5 无机膜及膜催化

反应分离一体化是现代化工发展方向之一,反应与分离的合理匹配可大幅度提高过程效率。实验室针对分子筛膜分离材料结构调控的技术难点,利用气-液界面辅助取向自组装技术和对晶种层二次成核过程的调控,发展出一种新的制备高性能分子筛膜的方法,实现了具有高度取向的MFI型分子筛薄膜的可控制备,膜材料表现出精确的分子尺寸筛分性能,完成了5万吨/年异丙醇分子筛膜脱水的工业示范。近期,还发展了单层MOFs超薄分子筛膜材料制备新技术,实现了快速而精确地筛分尺寸差异仅为0.04 nm的氢气和二氧化碳分子,是目前唯一能达到二氧化碳燃烧前捕获应用要求的膜材料。

## 6 甲醇制烯烃(DMT0)技术

基于我国煤代油的能源战略需求,实验室通过长期开拓性研究,突破了小孔磷酸硅铝分子筛合成技术,实现了SAPO-34分子筛工业放大合成和工业生产,开发出具有自主知识产权的甲醇制烯烃(DMT0)成套技术。于2011年完成了世界首套甲醇制烯烃工业化装置(60万吨烯烃/年)商业化运营,使我国在国际上率先拥有设计和建设百万吨级甲醇制烯烃工业装置的技术能力,居全球领先地位。目前已有7套甲醇制烯烃工业化装置投入商业运行,烯烃产能近400万吨/年。

在国际合作方面,实验室基于“开放、流动、联合、竞争”的理念,与德国、法国、荷兰、美国和日本等国的催化科研机构开展了广泛的合作研究。先后成立了中法催化联合实验室、中德“催化纳米技术”伙伴小组、BP大连能源创新实验室;实施了中荷战略合作计划项目、中美电子化学和表面催化研究项目和日本JST先进科学技术项目。

(相关图片请见彩插一)