

73 限域热转化策略合成 Pd 单原子催化剂技术

项目负责人：王光辉

技术联络人：王光辉

联系方式：0532-58782895

电子邮箱：wanggh@qibebt.ac.cn

关键词：碳载 Pd 单原子、催化

技术成熟度：完成小试 (TRL=5-6)

■ 项目简介

氮掺杂碳载金属单原子催化剂被广泛应用于多相催化、环境治理等领域。碳载体独特的物理化学性质能够实现金属单原子的高效负载，同时氮原子的掺杂可以修饰单原子的配位环境，提高催化性能。然而，在碳载单原子催化剂合成过程中，大量单原子被嵌入到碳基底或微孔孔道中，使其失去活性。另外，传统的合成方法会造成金属的流失。为了提高金属原子利用率，提高催化剂性能，同时降低合成成本，开发新的合成策略，制备具有介孔孔道的氮掺杂碳负载金属单原子催化剂具有重要意义。

本项目开发了一种限域热转化策略合成了氮掺杂介孔碳球负载的Pd单原子催化剂。此策略首先合成了以金属纳米簇为核、介孔聚合物为壳的核-壳型介孔聚合物球，随后经限域热转化过程将其转化为氮掺杂介孔碳球负载的单原子催化剂。由于金属的热转化过程发生在氮掺杂介孔碳球的内部，因此避免了金属的损失。从材料合成的角度来看，该合成过程简单易操作，具有放大生产的潜力，可以成功制备出具有高孔隙度、高氮含量的Pd单原子催化剂。所得催化剂中的介孔结构有利于反应传质和活性位点的暴露，同时丰富的氮物种可以作为锚定位点捕获和稳定金属原子。该策略具有普适性，可以合成含其他金属的氮原子催化剂。

性能指标：

催化剂单原子负载量为1wt%，N含量为9.3wt%，比表面积为 $595\text{m}^2\text{g}^{-1}$ ，孔体积为 $0.46\text{cm}^3\text{g}^{-1}$ ；在喹啉加氢反应中，4MPa氢气和 140°C 下反应9h，转化率和选择性均可达到99%以上。

■ 项目阶段与进展

此项目已完成催化剂的合成、表征及放大生产，具有继续放大的潜力。

■ 知识产权情况

已申请专利保护。

■ 应用前景

单原子催化剂具有较高的原子利用效率和独特的催化性能，在多相催化领域受到了广泛的关注，被认为是多相催化和均相催化之间的桥梁。氮掺杂碳负载的单原子催化剂中，碳载体由于具有比表面积大、孔隙率大、稳定性高等优点，能够最大限度负载、分散和暴露金属原子；碳载体中掺杂N原子可以有效地调控单原子周围的配位环境，可以提高催化反应的活性、选择性和稳定性。因此在有机物降解、选择性加氢、氧化、光催化、电催化、重整反应等方面有着巨大的应用潜力。

■ 合作方式

共同开发、技术许可/转让