山西煤化所利用原子层沉积技术设计制备出新型纳米催化剂

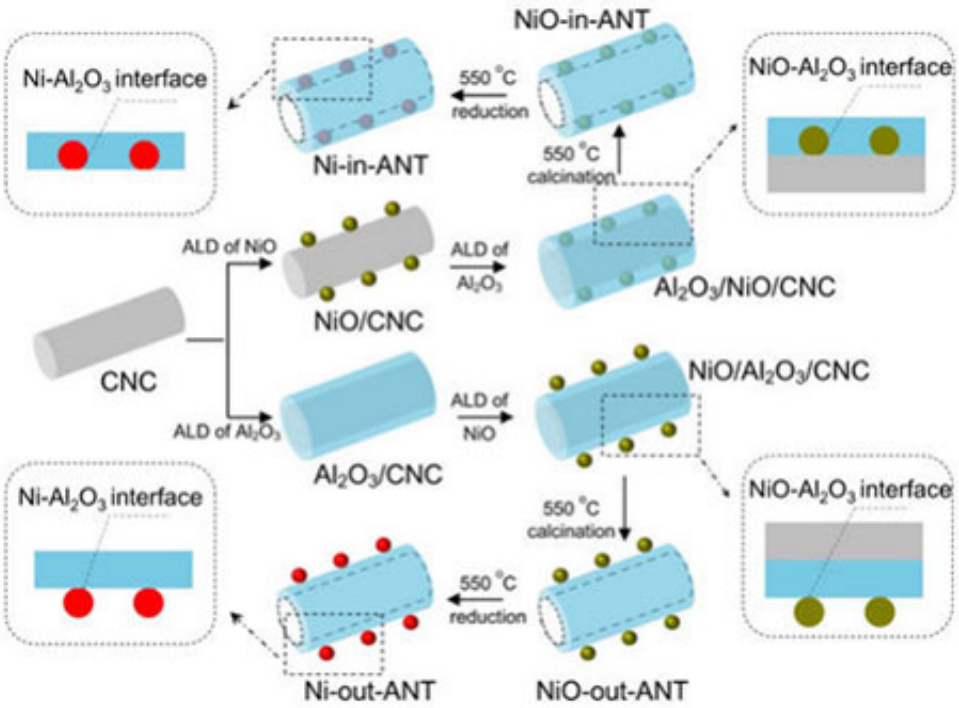

图1 催化剂制备过程示意图

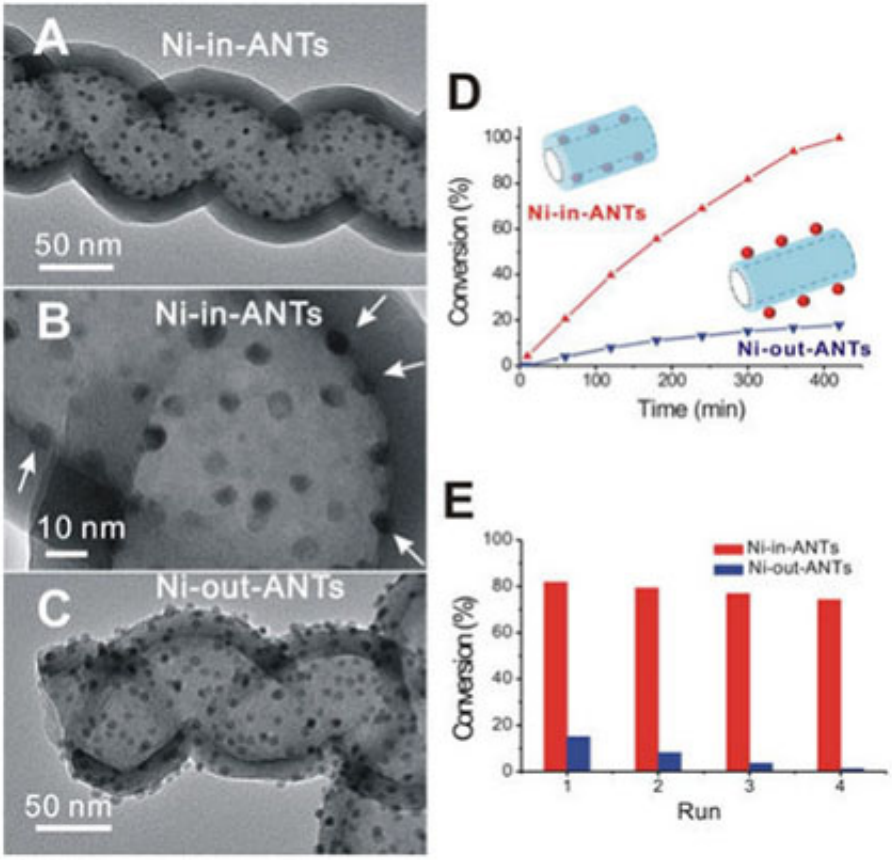

图2 多重限域（A、B）和未限域（C）催化剂的TEM照片，及其催化肉桂醛加氢反应的活性（D）、稳定性（E）。

原子层沉积（atomic layer deposition，ALD）是一种先进的薄膜沉积技术。利用ALD的技术特点和优势，可设计合成新型高效纳米催化剂，并可精确地调控催化剂的表界面结构。中国科学院山西煤炭化学研究所煤转化国家重点实验室研究员覃勇带领的研究团队，利用ALD技术设计制备出一种多重限域的Ni基加氢催化剂。与未限域的催化剂相比，多重限域的Ni基催化剂对于肉桂醛以及硝基苯的加氢催化反应的活性、稳定性得到显著的提高。相关工作近日发表在Angew. Chem. Int. Ed.。

金属—氧化物载体的界面结构强烈影响多相催化剂的性能。精确地设计、调控界面结构，对于新型高效催化剂的制备非常重要。该研究团队利用ALD技术，以碳纳米螺旋或者碳纳米管为模板，在模板表面首先沉积NiO纳米粒子，然后再沉积Al2O3纳米薄膜，经过煅烧、还原处理后，得到氧化铝纳米管（ANT）包覆的Ni催化剂（Ni-in-ANTs）。这样的途径使得Ni粒子不仅被限域在氧化铝纳米管中，还被嵌在氧化铝纳米管内壁的凹坑中，称之为多重限域。改变NiO纳米粒子和Al2O3纳米薄膜的沉积顺序，经过煅烧、还原处理，制备出Ni粒子负载在纳米管外壁的未限域催化剂（Ni-out-ANTs）。

大量的表征结果证明，二者具有相同的Ni含量、Ni纳米粒子尺寸、氧化铝纳米管管壁厚度、孔道结构以及Ni还原度。然而，对于肉桂醛以及硝基苯催化加氢反应，Ni基多重限域催化剂的活性远远高于未限域的催化剂。这是由于限域催化剂中的Ni粒子被限域在氧化铝纳米管内壁的凹坑中，具有了更多的Ni-Al2O3界面位点，其金属-载体之间的相互作用更强，促进了氢溢流现象，从而提高了催化剂的加氢反应活性。另外，氧化铝纳米管可以保护限域在其中的Ni粒子，阻止其在反应中脱落、溶释，使得多重限域催化剂比未限域的催化剂具有更好的循环使用稳定性。

该方法具有普适性，可以用来合成其他体系的限域催化剂，用于催化不同的反应，为未来高效纳米催化剂的设计提供了重要的科学参考。

该研究得到了国家自然科学基金委（21173248、21403272、21227002、21376256、51362010）、中科院百人计划、山西省百人计划等项目资助。

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/81737.html