

无机-无机纳米复合材料的构筑与性能

博士研究生 蒋仲杰 导师 刘春艳

(学位授予单位 中国科学院 理化技术研究所, 北京 100101)

无机-无机纳米复合材料以其独特的光学、电学、催化性能和广泛的应用受到人们的关注, 成为纳米材料领域的研究热点. 本文主要研究了核壳结构的二氧化硅/银复合材料的制备和性能.

1) 运用层层组合法(LbL)和种核辅助生长法制备了核壳结构的二氧化硅/银复合材料. 结果显示, 银壳的包覆均匀, 壳的厚度可以通过改变沉降次数来调节.

2) 研究了核壳结构的二氧化硅/银复合粒子的光学性质. 研究表明, 二氧化硅/银复合粒子的光学性质能够通过改变核的尺寸和壳的厚度调节.

3) 研究了分布在二氧化硅表面的银粒子的电化学性质. 将银颗粒分布在二氧化硅颗粒表面能够有效地防止银颗粒在支持电解质溶液中的聚沉, 确保了银颗粒在溶胶溶液中氧化还原电位的测定. 初步探索了溶液中, 金属颗粒氧化还原电位的直接测定.

4) 研究了支撑在二氧化硅颗粒表面银颗粒的催化性质. 同时调查了表面活性剂和支持电解质对支撑的银颗粒活性的影响. 研究发现, 将银颗粒支撑在二氧化硅颗粒表面能够有效地防止银颗粒催化反应过程中的聚沉. 表面活性剂的加入, 减慢了银催化的染料还原速率. 这是由于表面活性剂在金属颗粒表面的优先吸附影响了染料与催化剂的直接接触. 支持电解质一方面加快了溶液中电荷的迁移速度, 提高染料的还原速率, 另一方面可能会在金属颗粒表面吸附, 影响染料与催化剂的直接接触, 并导致染料还原速率的降低.

5) 研究了 Ag^+ 离子在酸性催化反应中获得的二氧化硅颗粒表面的成核过程. 研究发现, 在含有乙醇的 SiO_2 溶胶中, Ag^+ 离子不论在碱性、中性或是在弱碱或弱酸情况下都能自发还原得到金属 Ag 颗粒. 二氧化硅基质在离子的成核过程中起了十分重要的作用. 相对于纯的银溶胶, 支撑在二氧化硅颗粒表面的银颗粒的等离子体共振吸收峰明显红移. 红移可能是二氧化硅与银颗粒之间的相互作用以及尺寸效应和银颗粒的不规则形状的结果.