

碳基溶胶凝胶及相关新型纳米材料的基础研究

A Study of Carbonaceous Sol-gel and the Related Nano-materials

项目编号: 59872047

中国科学院山西煤炭化学研究所 朱珍平*、吴卫泽、刘振宇

碳基溶胶和凝胶的发现开拓了应用液相方法制备纳米碳基材料的新途径。特别是对于金属-碳复合材料的合成,传统方法(如气相沉积方法)很难达到金属和碳相的均匀混合以及金属物相的定向调节,而利用金属和碳的杂溶胶和凝胶,可使二者在分子水平上混合,并在后续的处理过程中定向控制金属物相的形式。另外液相方法有利于工业化控制、成型(如形成膜材料、块体材料和纤维材料等)。但是,目前有关碳或金属-碳凝胶的干燥和炭化采用常规方法,这导致碳或金属微粒发生严重的颗粒或分子间缩合和聚集,从而使所得材料的颗粒度较大($>1000\text{nm}$)。因此,采取新的技术以缓解或阻止颗粒或分子间缩合和聚集,制备纳米级碳或金属-碳材料,具有重要的科学和实际意义。

本项目之目的是利用焦油沥青为原料,通过碳基溶胶和凝胶液相途径制备纳米级碳基材料和金属-碳复合纳米材料。此类材料在高性能催化剂、吸附剂、电极材料、磁性材料、防护材料和功能陶瓷等方面具有潜在的应用前景。

● 主要研究成果

1. 碳凝胶中的水经乙醇交换后,利用乙醇超临界技术干燥,有效克服了碳微粒干燥过程中的聚集,同时缓解了炭化过程中的缩合作用,从而成功得到粒度为 $10\text{-}40\text{nm}$ 的纳米碳粉体。
2. 采用乙醇添加方法,达到碳凝胶化 pH 值可控化,从而实现了碳溶胶和不同金属溶胶有效杂化和共凝胶化的目的,并制备得到粒度均匀的分别含过渡元素、碱(碱土)金属元素的金属-碳纳米粉体(如图1)。
3. 创造性地通过沥青分子功能化,使之在 $150\text{-}300^\circ\text{C}$ 的温度下快速热解,发生连锁放热反应,使颗粒表面温度迅速升至极高温度,然后冷却形成纳米级碳粉体;并通过掺加金属盐得到具有新型结构的碳包裹金属的金属-碳复合纳米粉体(如图2)。

二项国家发明专利(已申请)

● 代表性论文

- [1] Weize Wu, Zhenping Zhu, and Zhenyu Liu, Preparation of metal-containing carbon nanomaterials using carbonaceous sol-gel method, submitted to Carbon.
- [2] Weize Wu, Zhenping Zhu, and Zhenyu Liu, A new endohedral metal-carbon nanomaterial, submitted to J. Am. Chem. Soc.
- [3] 吴卫泽, 朱珍平, 刘振宇, 溶胶凝胶法制备碳纳米粉体的研究, 已投“新型碳材料”



图1. Ni-C纳米粉的TEM像



图2. Fe-C纳米粉的TEM像

工程与材料科学部、国际合作局 主办
数理科学部、化学科学部 协办