

纳米网络粒子的结构设计及原位形成

Design and In-situ Formation of Nano-composite Structure

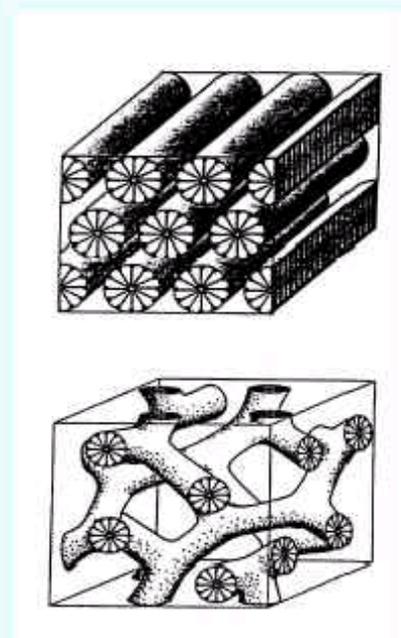
项目批准号: 59973004

北京化工大学 何静

制备无机-有机纳米复合材料的传统方式是在聚合物中添加粒子大小为纳米级尺寸的无机填料。但因纳米粒子表面能较高易聚集,不易均匀分散于有机相中,且由于无机分散相性质与有机连续相性质的巨大差异,不利于无机-有机界面作用。鉴于这种情况,本项目提出了"无机-有机纳米网络粒子"的设想。无机-有机纳米网络粒子内部的无机相和有机相以纳米尺寸均匀分布,完全不同于粒子内部为整体式无机相的性质,孔口处的有机相可与聚合物基体产生较强的界面相互作用,增加二者的相容性;可根据需要设计网络粒子孔内聚合物的种类或分子量分布,精确调变复合材料的性能;纳米网络粒子既可以以共混方式分布于聚合物基体中,也可以通过网络粒子外引发基质相聚合,形成复合材料。以纳米网络粒子作为高聚物基体的填充剂,可制备全新结构的有机-无机纳米复合材料。

● 主要研究成果

本项目设计了无机基体孔内原位聚合和无机-有机原位自组装两种方式实现所提出的设想。利用纳米尺寸孔道内允许大体积分子参与反应的特点,并考虑较温和的反应条件有利于保持MCM-41的结构稳定,将MCM-41作为无机基体、在已分散乙烯聚合催化活性中心的MCM-41孔内进行乙烯原位聚合,形成了MCM-41基无机-有机纳米网络粒子。该无机-有机纳米网络粒子的结构在甲苯萃取过程中保持稳定。除采用将聚合催化活性中心引入介孔材料内孔表面、在孔内原位聚合形成无机-有机纳米网络粒子的方法外,本项目还通过有机模板剂与无机物种的协同作用、原位自组装形成MCM-41和MCM-48基无机-有机纳米网络粒子。以模板剂直接作为有机相,不仅可降低成本,还可避免模板剂脱除过程可能造成的环境污染。结合无机基体MCM-41和MCM-48的结构特征,可描绘纳米网络粒子的结构模型:无机基体孔内有机相沿孔道呈一维或三维发展(如图所示),无机相为孔壁($<1\text{nm}$),有机相充满孔道($1.5\text{-}3.0\text{nm}$),二者以纳米尺寸相隔;网络粒子的外表面均匀分布的孔口内为有机相,网络粒子尺寸和孔径尺寸均可控制为纳米量级。研究纳米网络粒子的分散性发现,纳米网络粒子在极性介质和非极性介质中均可实现较好的分散;纳米网络粒子内的有机相含量可在 $0\sim 51\%$ 之间变化,有机相含量越高,纳米网络粒子的分散性越好;有机相含量对纳米网络粒子在非极性介质中分散性的影响尤为明显。



纳米网络粒子的结构示意图

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