# 山西煤化所在锂离子电池负极用碳及硅/碳材料研发方面取得进展

在加速能源使用形式由化石能源向清洁能源转变的战略背景下，锂离子电池（LIB）凭借其高能量密度、高功率、长循环寿命、较高的工作电压、放电平稳、宽工作温度范围、无记忆效应和安全性能较好等综合优势，在实现环保而高效的能量存储及转化方式方面显得尤为重要。作为锂离子电池的重要组成部分，负极自身的性能直接影响着整个电池体系的性能。

近年来，中国科学院山西煤炭化学研究所研究员宋燕及其带领的科研团队，通过对碳基及硅基负极材料进行结构设计，有效构筑了一系列电极材料，实现了材料比容量、循环稳定性和倍率性能的显著提升。基于商业负极材料石墨在结构以及容量方面的局限性，团队进行了多方尝试，如图1。以天然石墨鳞片以及沥青焦炭为原料，通过热压烧结的方式制备了石墨碳与多孔纳米碳共存的镍掺杂中空纳米碳负极材料（Carbon,2013,64:537-556; Electrochimica Acta, 2013,112:394-402；专利授权号201210363338.4）。随后，团队以沥青为原料通过加压缩聚的方式制备了类石墨片层碳，此材料作为负极材料时不仅具备石墨的强稳定性，其容量值也得到了提升（专利申请号202010121400.3）。针对硅基负极材料循环稳定性差的特性，团队利用静电作用在硅纳米颗粒表面吸附阳离子表面活性剂来实现核壳双层保护，减弱并限制硅膨胀时应力对材料结构造成的破坏（Chemistry-A European Journal,2017,23:2165-2170；专利授权号 201610580560.8和201610580586.2）。为进一步调控硅基双包覆结构的性能，采用硬模板法引入空腔来缓和硅的体积变化，实现提高容量以及循环稳定性双层目标（Electrochimica Acta,2019,295:75-81），如图2。

鉴于石墨材料高稳定性以及硅高比容量的特性，制备了膨胀石墨与硅的复合电极，硅纳米颗粒与石墨片层之间形成典型的三明治结构，改善了材料的电子传导特性，其表现出较为良好的性能（Carbon,2014,72:38-46）。在此基础上，对膨胀石墨酸化并加入硅烷偶联剂，实现硅纳米颗粒在石墨片层之间的均匀分散，制备的复合电极片在0.4 A/g电流密度下循环450次后依然有接近800 mAh/g的比容量（Journal of Power Sources, 2018, 385:84-90；专利授权号201610993853.9）。

以上工作得到国家自然科学-山西省低碳联合重点基金以及山西省自然科学基金的支持。

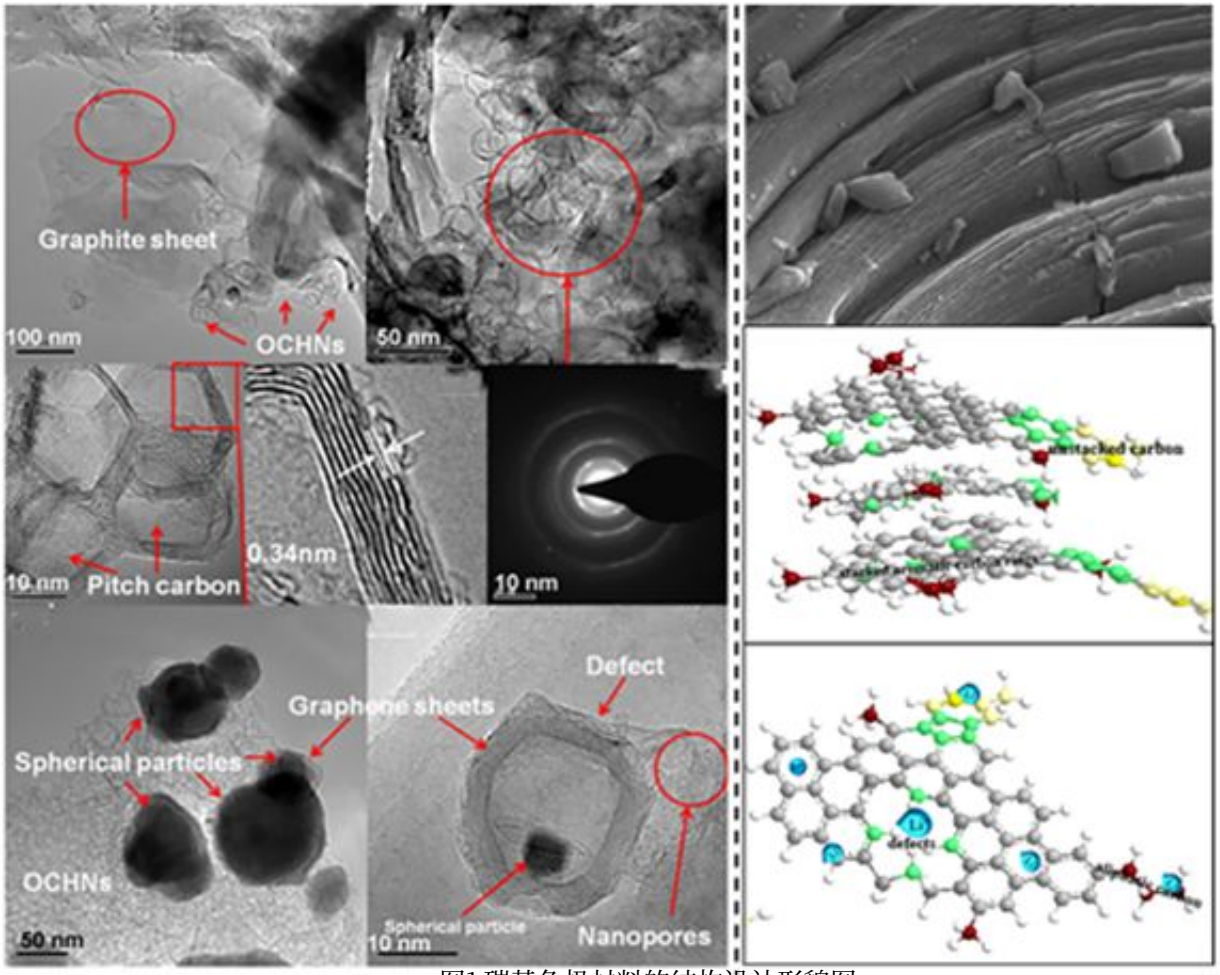


图1 碳基负极材料的结构设计形貌图

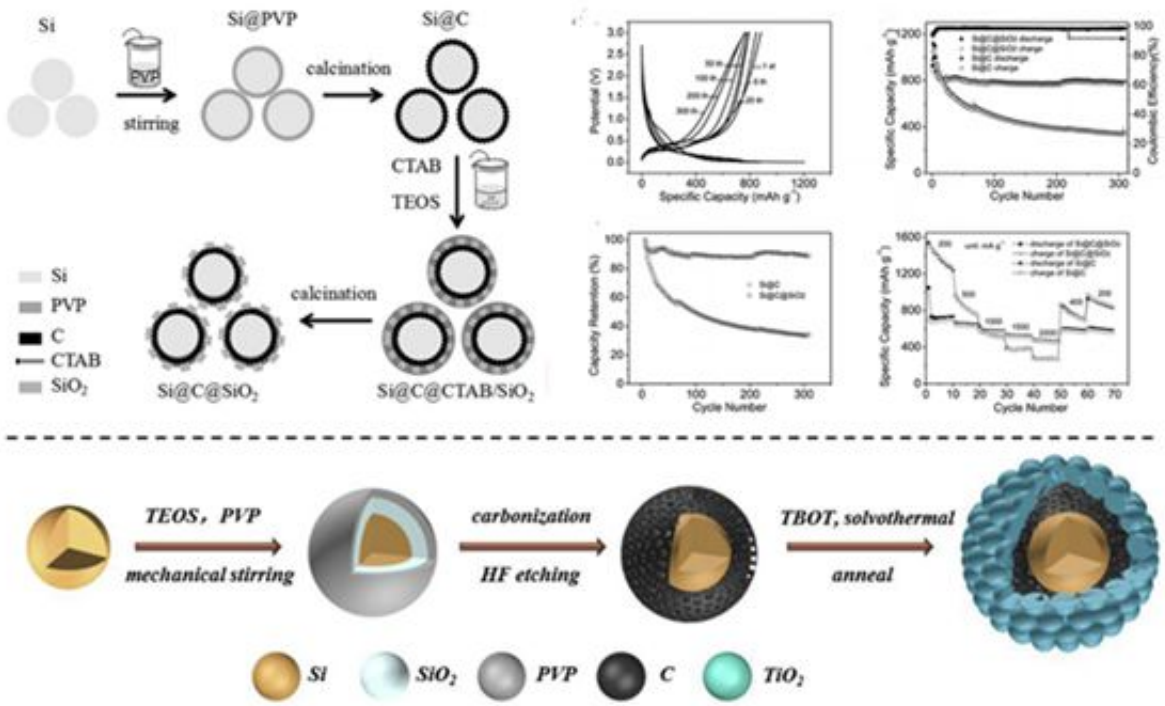


图2 硅基负极材料的结构设计示意图及电化学性能图

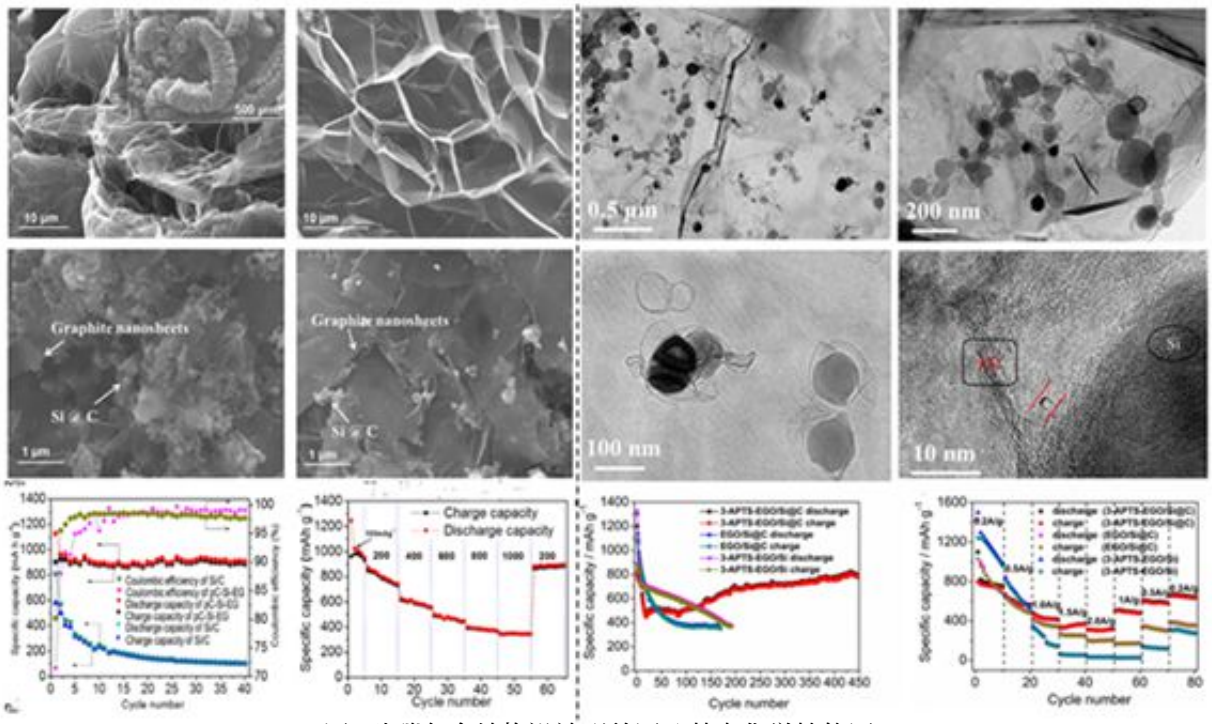


图3 硅碳复合结构设计形貌图及其电化学性能图

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/154108.html