

煤基石墨烯功能材料合成及应用

所属领域：煤炭转化、新型碳材料（系列石墨烯材料）

成果简介：

1. 成果的基本情况

西安科技大学张亚婷教授与大连理工大学邱介山教授合作，于2010年率先提出以资源丰富的煤炭为原料制备石墨烯的新思路，并于2011年联合发表了国际首篇煤基石墨烯制备论文。此后，张亚婷教授课题组专注于煤基石墨的制备及应用研究，先后以中国十余种代表性煤炭为原料，针对煤基石墨烯系列功能材料的可控制备及其在锂离子电池、超级电容器与CO₂光催化转化等应用领域做了系统性创新研究，开辟了煤制石墨烯系列功能材料在能源、环保、储能等领域的应用新技术。研究成果申请发明专利12项，2018年荣获陕西省科学技术二等奖，同年项目团队入选陕西省重点科技创新团队。目前，煤基石墨烯产业化项目正在积极推进，该技术成果将有望实现廉价煤炭的高附加值产业化应用。

2. 主要技术指标

课题组以煤炭为原料，建立了煤基石墨烯材料创制及其功能化的技术新策略，诠释了煤炭石墨微晶结构中芳香层片的剪裁、组装及转化机制；揭示了煤基石墨烯材料与金属或金属氧化物在纳米尺度的复合机制及其结构-性能的构效关系。

(1) 建立了煤基石墨烯材料的可控制备新方法。对中等和高变质程度的煤种，采用高温热处理辅以化学氧化剪裁及等离子体外场强化还原技术，制备得到高品质煤基石墨烯；对低变质程度的煤种，建立了融合“溶碳”及“析碳”二段过程的固体CVD新技术，制备出高品质煤基石墨烯；采用深度“分子剪切”策略及表面还原与稳定化技术，实现了煤基石墨烯量子点（CQDs）的可控制备。

(2) 以煤基石墨烯为载体，建立了物理外场辅助和水热诱导强化可控制备金属或金属氧化物/煤基石墨烯复合材料的新方法，创建了基于化学还原-冷冻干燥协同作用，制备具有发达开放三维网状孔隙结构的煤基石墨烯宏观体复合材料新方法，这种新结构的煤基石墨烯复合材料具有更高的光催化活性，产物易分离，有利于CO₂的资源化和高附加值利用。

(3) 以煤基石墨烯为功能组元基体，建立了构筑性能优异的超级电容储能用复合电极材料的新方法；基于柯肯达尔效应（Kirkendall Effect）的阴离子交换反应机制，建立了精细调控固/液界面反应活性的策略，首次研究并建立了石墨烯负载的边缘高活性镍钴硫化物（Ni-Co-S）复合材料和石墨烯负载的垂直生长的超薄NiCo₂O₄纳米片复合材料的新方法。

3. 应用范围

煤基石墨烯系列材料可广泛应用于能源、环保以及相关的国民经济领域。

4. 市场需求及经济效益分析

本项目为实现廉价煤炭向高附加值战略新兴材料转化提供了理论基础和技术支撑，据前瞻产业研究院发布数据显示，预计2020年中国石墨烯市场规模将达到1000亿元，未来五年（2020-2024）年均复合增长率约为56%，2024年中国石墨烯市场规模将超过4000亿元。可以预见，未来石墨烯在各领域都具有极其重要的应用价值，发展前景广阔，市场潜力巨大。

以年产50吨石墨烯粉体为例，项目设计投资2000万元。其中，设备费包括精煤处理设备（粉碎、筛分）、高温石墨化设备、氧化处理设备、还原处理设备共计1150万元；项目辅助设备费100万元，厂房基建200万元，公用设备100万元，环保设备150万元，原料100万，测试中心200万元。年能耗1000kW×20×300=6GW，成本价约为500万元，生产工人劳务成本约为20×10万=200万元，其它消耗与损耗成本支出约为200万元。当前石墨烯粉体市场价格不同质量约为10~1200元/g，按照本工艺生产的煤基石墨烯产品质量对应市场价格约为30~50元/g，则本项目的年产值为3000~5000万元。

5. 合作方式：技术转让 技术入股 合作开发

6. 联系方式

负责人姓名：张亚婷 电话：13072986360 E-mail: isyating@163.com