

重庆科技学院  
硕士研究生创新计划项目

任 务 书

项目名称: CNTs@Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>材料的构筑及其对锂

硫电池电极反应过程的控制机理

项目负责人: 胡章涛

学 号: 2022202139

所在学院: 冶金与材料工程学院

指导教师: 望军

专业名称: 资源与环境

研究方向: 先进储能材料

填报日期: 2022 年 12 月 16 日

重庆科技学院研究生处 印制

# 简 表

项目名称		CNTs@Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 材料的构筑及其对锂硫电池电极反应过程的控制机理				
起止时间		2022 年 12 月 至 2023 年 12 月				
申请人	姓 名	胡章涛	性 别	男	出生年月	2000. 10
			入学年月	2022. 9	攻读学位	硕士学位
	所在学院	冶金与材料工程学院		学科专业	资源与环境	
	联系电话	15623570809		E-Mail	1974612239@qq. com	
校内导师	姓 名	望军		职称	副教授	
	学 位	博士研究生		研究方向	先进储能材料	
	联系电话	15123926065		E-Mail	wangjuncq@126. com	
项目组成员	姓 名	年级	学科专业	攻读学位	项 目 分 工	
	唐传顺	2020	无机非金属材料	学士	显微结构检测与分析	
	刘林峰	2020	无机非金属材料	学士	电化学性能检测与分析	
	吴宇卓	2020	无机非金属材料	学士	电极材料制备	

项目 主要 研究 内容 (限 300 字)	<p>(含研究内容的原创点或创新点)</p> <p>构筑异相结构 CNTs@Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 载硫材料, 使得极性 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 与非极性碳纳米管网络在空间上有明确的分级结构。利用亲硫特性的极性 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 电催化剂与疏硫的非极性碳纳米管网络对极性可溶 Li<sub>2</sub>S<sub>n</sub> (n≥4) 的吸附强弱差异, 促进放电初期可溶性 Li<sub>2</sub>S<sub>n</sub> (n≥4) 在极性 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 电催化剂吸附作用下转化为短链 Li<sub>2</sub>S<sub>n</sub> (n≤2) 而开始沉积; 控制放电中后期, 绝缘性短链 Li<sub>2</sub>S<sub>n</sub> (n≤2) 沉积之后, 构建的垂直于沉积层的长程碳纳米管导电网络使得电极导电性不受影响, 而保证充足的高活性三相界面/线, 从而提高活性沉积层厚度, 提升锂硫电池的能量密度与可逆比容量。 总之, 为解决锂硫电池不同放电阶段其活性物质的差异及存在的不同问题, 本项目设计空间上相分离的载体材料, 实现锂硫电池在不同放电(时间)阶段上的高效控制。</p>	
	主题词	CNTs@Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; 锂硫电池; 正极; 穿梭效应

## 一、项目总体目标与研究思路

### 总体目标：

本项目的总体目标是设计出兼具催化多硫化锂快速转化和具有优良导电性的材料作为储硫载体，结合系统物理表征、电化学测试技术及理论计算，揭示两相的三维结构对硫化锂溶解/沉积过程的影响规律，明确  $\text{CNTs@Fe}_2\text{O}_3$  化学信息与三维结构对电催化活性、稳定性与固硫特性的内在影响，平衡硫含量、硫载量、电解液用量与电化学性能之间的关系，获得低成本与长循环寿命锂硫电池正极材料的设计与调控等关键技术。

### 研究思路：

基本思路：前期查阅相关文献，为实验提供理论基础，并制备出主要研究对象  $\text{CNTs@Fe}_2\text{O}_3$  复合材料。再选用合理的实验方法和路线进行实验。最后使用科学的测试方法检验实验结果是否达到预期。

技术路线：第一阶段，通过水热法制备出  $\text{CNTs@Fe}_2\text{O}_3$  复合材料；第二阶段，将硫负载到  $\text{CNTs@Fe}_2\text{O}_3$  获得正极材料；第三阶段，通过系统的物理表征与电化学性能测试，结合理论计算，揭示  $\text{CNTs@Fe}_2\text{O}_3$  表面对硫元素电化学转化过程的影响机制，为锂硫电池的电催化剂制备与调控提供理论指导；最后，通过第三阶段的理论指导反馈前期材料制备与调控工艺，获得高性能储硫材料，实现锂硫电池的长循环稳定性。

研究方法：使用水热法、高温煅烧、抽滤清洗等方法制备  $\text{CNTs@Fe}_2\text{O}_3$  正极复合材料。使用循环伏安法（CV）、交流阻抗法（EIS）等方法进行性能测试。利用充放电测试与恒电流间歇滴定技术获得硫的动力学特征。通过多种物理表征手段获得材料对多硫化锂的电催化机理。

## 二、项目实施计划与步骤

2022.12~2023.01

查阅相关文献，并制备出 CNTs@Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 复合材料。

2023.02~2023.04

(1) 配制 Li<sub>2</sub>S<sub>n</sub> (n≥4) 溶液，测试 Li<sub>2</sub>S<sub>n</sub> (n≥4) 在 CNTs@Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 表面的电化学活性；

(2) 制备 CNTs@Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/S 复合正极材料并组装扣式电池，测试电极材料的倍率性能并计算锂离子扩散系数等，研究硫元素在 CNTs@Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 表面转化的动力学特性。

2023.05~2023.10

(1) 完善 CNTs@Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/S 正极复合材料的电化学性能测试；

(2) 完成极限条件电化学测试后 CNTs@Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 材料的结构与形貌表征，研究 CNTs@Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 材料的物理化学稳定性；

(3) 总结数据，完善 CNTs@Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 材料的调控手段与电催化机制，丰富相分离结构储硫载体的电化学理论研究。

2023.11~2023.12

撰写结题报告并发表科研论文。

### 三、项目研究的预期阶段成果和最终成果

预期阶段成果：实现形貌规整 CNTs@Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 材料的控制合成以及以其为储硫载体的正极复合材料的可控制备，明确 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 表面对不同链段长度多硫化锂的吸附能力，建立锂硫电池在 CNTs@Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 材料相分离结构中的反应机制，获得高硫含量、高硫载量的高性能锂硫电池硫正极。

预期最终成果：发表研究论文 1 篇。提交结题报告 1 份。

#### 四、经费管理

1、经费及来源：本项目共需要经费\_\_1\_\_万元，其中：

1) 申请学校经费\_\_1\_\_万元；

2) 其他 \_\_\_\_\_万元。

2、经费使用：

购买电解液、铝箔、锂片、氩氢混合气体等共 0.3 万元；

进行 SEM 测试、TEM 测试、XRD 测试、XPS 测试共 0.5 万元；

所需版面费共 0.2 万元；

合计 1 万元。

## 五、导师意见

本项目以  $\text{CNTs@Fe}_2\text{O}_3$  为储硫载体制备锂硫电池的正极材料，可以克服单质硫电子导电率低、穿梭效应等缺点。该项目契合未来能源材料与器件的发展方向，具有很强的科学价值。申请人所在实验室具备研究所需的实验条件，为项目的实施奠定了坚实的基础。申请人勤奋好学，富有创新精神，在导师的指导下能够按期完成研究任务。

校内导师（签字）：望 军  
年 月 日

## 六、学院意见

学院（盖章）：

负责人（签字）：

年 月 日