



研究生课程教学大纲（模板）

| | | | |
|-------------------|-------------------------------------------------------------|----------|-------------|
| 课 程 名 称： | 新能源材料创新设计与评价 | | |
| | Innovative Design and Evaluation of New Energy Materials | | |
| 课 程 编 号： | ZX14423T | | |
| | | | |
| 开 课 单 位： | 材料科学与工程学院 | 开 课 学 期： | 2 |
| 课 内 学 时： | 32 | 学 分： | 2 |
| 适 用 学 科 专业及层次： | 材料科学与工程、材料工程专业 硕士生 | | |
| 授 课 语 言： | 中文 | | |
| 先 修 课 程： | 新能源材料与器件概论、能量储存与转化材料 | | |
| 负 责 人： | 邢伟 | 团 队 成 员： | 王兆杰、杨广武、康文裴 |

一、课程简介

本课程为材料科学与工程专业、材料工程专业等材料类专业硕士研究生的专业选修课。课程着重介绍锂离子电池工作原理及基本组成、电极材料、电解质、固态电子结构与离子输运以及锂离子电池的工艺技术及生产应用；钠离子电池工作原理及基本组成，钠硫电池、钠空气电池的电极材料，以及碱金属电池的研究前沿；太阳能电池的类型和原理，硅太阳能电池、薄膜太阳能电池、钙钛矿太阳能电池及相关材料；超级电容器的工作原理及分类，水系和有机电解液超级电容器电极材料，以及锂离子电容器电极材料等。本课程着重引导学生深刻理解不同储能器件对电池关键材料的设计要求，加深同学们对新能源材料基本原理的领会和掌握；通过归纳和分析各类新能源器件关键材料的创新设计策略和研究方法，培养学生在新能源材料领域的创新意识和思维能力。

二、课程大纲

（一）课程目标

目标 1：深刻领会关键材料与其应用性能之间的内在联系，深刻理解各类新能源器件对电极材料设计的基本要求。

目标 2：在掌握新能源材料基础知识和设计基本方法的基础上，能够对本领的关键材料进行自主创造性设计。

（二）课程内容

第 1 章 锂离子电池电极材料

本章重点难点：锂离子电池结构组成及工作原理，负极材料材料的储锂机制，正极材料的结构性能特点，电极材料的优化改性，固态电子/离子输运过程，锂电池的设计原则与步骤

1.1 锂离子电池工作原理及基本组成

锂离子电池的基本组成；锂离子电池的关键性能参数；锂离子电池的测试技术。

1.2 锂离子电池负极材料

软碳，碳碳，天然石墨，嵌入型石墨烯，嵌入型钛酸锂，合金类 Si、Sn、P，转化型过渡金属氧化物，Li 合金。

1.3 锂离子电池正极材料

锂离子电池正极材料性能，钴酸锂，镍酸锂，镍钴锰酸锂，镍钴铝酸锂，橄榄石型正极材料，尖晶石型正极材料，富锂锰基正极材料，发展趋势及展望。

1.4 锂离子电池电解质

电解液的要求，电化学稳定窗口，改善 SEI 膜，电解质盐，有机电解液溶剂。

1.5 锂离子电池的工艺技术及生产应用

动力电池的主要类型与型号，锂电池的设计原则与步骤，锂电池性能机理的相关概念，锂电池主要性能指标及影响因素。

第 2 章 钠离子电池电极材料

本章重点难点：钠离子电池电极材料性能评价方法；钠离子电池正极材料优缺点及改进方法；钠离子电池负极材料的种类、优缺点及改进策略

2.1 钠离子电池工作原理及其基本组成

钠离子电池的发展历程；与锂离子电池相似的“摇椅”式工作原理；钠离子在电池的基本组成简介；电池的组装方法；钠离子电池材料性能的评价方法：恒电流充放电、循环伏安、阻抗、恒电流间歇滴定等。

2.2 钠离子电池的优势与不足

钠离子电池与锂离子电池相比存在的优势；钠离子电池存缺陷的原因；钠离子电池改进的方法。

2.3 钠离子电池电极材料

钠离子电池正极材料的合成方法；钠离子电池负极材料的合成方；钠离子电池材料的特点；层状氧化物、聚阴离子类、普鲁士蓝类、及有机类正极材料的特点及改进策略以及常用的合成方法；钠离子电池负极材料的要求；基于插入反应、合金化反应、转化反应的三类负极材料的常见材料介绍、及性能改进策略。

2.4 钠硫电池电极材料

钠硫电池的工作原理及存在的问题

2.5 钠空气电池电极材料

钠空气电池的构造、及所涉及相关反应、充放电曲线

2.6 发展中的碱金属二次电池

钾离子电池、镁离子电池等的研究现状

第3章 太阳能电池电极材料

本章重点难点：S-Q 极限；基本能量损失过程；转换原理；各类晶硅太阳能电池的结构与原理

3.1 太阳能利用的基础理论、电池技术的基本原理

太阳能发电的能量转换过程；p-n 结太阳能电池工作原理；太阳能电池能量损失途径及原因；降低能量损失的方法、技术及原理。

3.2 太阳能电池的发展现状

太阳能电池分类；硅基太阳能电池；薄膜太阳能电池；各种新型太阳能电池。

3.3 晶硅太阳能电池——技术与产业

单晶硅、多晶硅的生产技术；单晶硅棒生产工艺；硅片的切割方法；从硅片到电站。

3.4 聚光发电技术、原理、应用

塔式太阳能聚光发电技术；蝶式太阳能聚光发电技术；蝶式太阳能聚光发电技术；菲涅尔式太阳能聚光发电技术。

第4章 超级电容器电极材料

本章重点难点：超级电容器的工作原理

4.1 超级电容器的工作原理

双电层的概念，电容，比电容，比电容的测量方法，电容器的能量密度，电容器的功率密度。

4.2 超级电容器的分类

双电层电容器与法拉第电容器，对称电容器与非对称电容器，锂离子电容器

4.3 水系电解液超级电容器电极材料

负极材料（多孔碳材料、过渡金属氧化物），正极材料（多孔碳、过渡金属

氧化物、导电聚合物、带有特性官能团的有机分子)

4.4 有机电解液超级电容器电极材料

负极材料(多孔碳), 正极材料(多孔碳、导电聚合物、带有特性官能团的有机分子)

4.5 锂离子电容器电极材料

负极材料(石墨、软碳、硬碳), 正极材料(多孔炭、复合正极材料)

三、教学安排及要求

| 内容 | 课内学时 | 教学方式 | 课外学时 | 课外环节 | 课程目标 |
|-----|------|------|------|-----------|---------|
| 1.1 | 2 | 理论讲授 | 2 | 文献阅读 | 目标 1, 2 |
| 1.2 | 2 | 理论讲授 | 2 | 文献阅读/专题调研 | 目标 1, 2 |
| 1.3 | 2 | 理论讲授 | 2 | 文献阅读/专题调研 | 目标 1, 2 |
| 1.4 | 1 | 理论讲授 | 1 | 文献阅读 | 目标 1, 2 |
| 1.5 | 1 | 理论讲授 | 1 | 案例分析 | 目标 1, 2 |
| 2.1 | 2 | 理论讲授 | 2 | 文献阅读 | 目标 2 |
| 2.2 | 0.5 | 理论讲授 | 0.5 | 文献阅读 | 目标 1 |
| 2.3 | 4 | 理论讲授 | 4 | 专题调研 | 目标 2 |
| 2.4 | 0.5 | 理论讲授 | 0.5 | 文献阅读 | 目标 1 |
| 2.5 | 0.5 | 理论讲授 | 0.5 | 文献阅读 | 目标 1 |
| 2.6 | 0.5 | 理论讲授 | 0.5 | 文献阅读 | 目标 1 |
| 3.1 | 2 | 理论讲授 | 2 | 文献阅读 | 目标 1, 2 |

| | | | | | |
|-----|---|------|---|-----------|---------|
| 3.2 | 2 | 理论讲授 | 2 | 文献阅读/专题调研 | 目标 1, 2 |
| 3.3 | 2 | 理论讲授 | 2 | 文献阅读/专题调研 | 目标 1, 2 |
| 3.4 | 1 | 理论讲授 | 1 | 文献阅读 | 目标 1, 2 |
| 4.1 | 2 | 理论讲授 | 2 | 文献阅读 | 目标 1, 2 |
| 4.2 | 1 | 理论讲授 | 1 | 文献阅读 | 目标 1, 2 |
| 4.3 | 2 | 理论讲授 | 2 | 文献阅读/专题调研 | 目标 1, 2 |
| 4.4 | 1 | 理论讲授 | 1 | 文献阅读/专题调研 | 目标 1, 2 |
| 4.5 | 2 | 理论讲授 | 2 | 案例分析 | 目标 1, 2 |

四、考核内容、方式及评分标准

(一) 考核环节

| 考核环节 | | 总成绩占比 | 支撑课程目标 |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|
| 课堂表现 | 1. 本课程要求学生以团队形式呈现课堂报告（专题报告/案例分析报告）。 2. 成绩采用百分制，主要根据 PPT 准备、讲述表现、综合应用知识分析问题解决问题的能力、创新性等评分。 | 20% | 目标 1, 2 |
| 期末考核 | 1. 以完成课程论文或思维导图的形成进行考核，成绩采用百分制，成绩总分 100 分。 2. 主要考核学生综合运用所学知识对其所研究材料进行创新设计和评价的能力，将根据报告创新性、系统性、严谨性等综合评价。 | 80% | 目标 1, 2 |

(二) 评分标准

| 考核环节 | <60 | 60-75 | 75-90 | 90-100 |
|------|--------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|
| 课堂表现 | 课堂报告不流畅，PPT 制作较差、离题，报告混乱、难以理解。 | 课堂报告基本完整，PPT 制作一般，报告内容基本切题，能够回答部分提问。 | 课堂报告较流畅，PPT 制作较好，报告内容较完整、基本切题，能够对提问进行回 | 课堂报告流畅，PPT 美观整洁，报告深入浅出、切题，对提问的回答充分。 |

| | | | | |
|------|-----------------------------|-------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| | | | 答。 | |
| 期末考核 | 报告中没有对课程的理解和思考，报告不规范、内容不完整。 | 报告中有少量的思考和分析，报告内容和格式一般。 | 报告包含了学生的部分思考和理解，报告内容较完整、格式较规范。 | 报告体现出学生对课程的思考和深刻理解，报告内容详实、格式规范。 |

五、教材与参考资料

（一）教材

无

（二）主要参考资料：

1. 胡国荣，杜柯，彭忠东. 锂离子电池正极材料. 化学工业出版社，2017.
2. 丁玉龙、来小康、陈海生. 储能技术及应用. 化学工业出版社，2018.
3. 戴松元. 太阳能转换原理与技术. 中国水利水电出版社，2018 年
4. 袁国辉. 电化学电容器. 化学工业出版社，2006.

六、其它说明

大纲执笔人：邢伟

审核人（学位点负责人）：

分管院长签字：