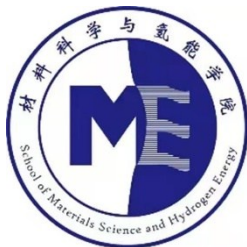




佛山大学

# 储能科学与工程专业 理论课程 教学大纲



材料科学与氢能学院

二〇二四年五月

# 目录

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 《机械设计基础》课程教学大纲 .....    | 1   |
| 《电工与电子技术》课程教学大纲 .....   | 6   |
| 《专业英语》课程教学大纲 .....      | 11  |
| 《材料力学》课程教学大纲 .....      | 17  |
| 《工程伦理学》课程教学大纲 .....     | 24  |
| 《普通化学》课程教学大纲 .....      | 34  |
| 《有机化学》课程教学大纲 .....      | 42  |
| 《物理化学》课程教学大纲 .....      | 53  |
| 《材料科学基础》课程教学大纲 .....    | 67  |
| 《材料研究与测试方法》课程教学大纲 ..... | 72  |
| 《材料物理》课程教学大纲 .....      | 81  |
| 《工程热力学与传热学》课程教学大纲 ..... | 89  |
| 《新能源技术》课程教学大纲 .....     | 98  |
| 《物理化学选论》课程教学大纲 .....    | 105 |
| 《能源化学》课程教学大纲 .....      | 112 |
| 《能源与环境》课程教学大纲 .....     | 120 |
| 《氢能与氢储能》课程教学大纲 .....    | 126 |
| 《电化学原理》课程教学大纲 .....     | 131 |
| 《储能原理与技术》课程教学大纲 .....   | 138 |
| 《储能系统安全》课程教学大纲 .....    | 144 |

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 《锂离子电池原理》课程教学大纲 .....           | 151 |
| 《燃料电池技术》课程教学大纲 .....            | 158 |
| 《锂离子电池材料回收与资源化利用技术》课程教学大纲 ..... | 164 |
| 《氢气储存和输运》课程教学大纲 .....           | 172 |
| 《化工基础》课程教学大纲 .....              | 178 |
| 《碳减排与低碳管理》课程教学大纲 .....          | 183 |
| 《能源经济学》课程教学大纲 .....             | 189 |
| 《储能功率转化与并网技术》课程教学大纲 .....       | 196 |
| 《能源工程管理》课程教学大纲 .....            | 202 |
| 《可再生能源技术》课程教学大纲 .....           | 208 |
| 《储能技术前沿讲座》课程教学大纲 .....          | 214 |
| 《碳基储能材料》课程教学大纲 .....            | 222 |
| 《能源与动力装置基础》课程教学大纲 .....         | 228 |
| 《生物质能转化原理技术》课程教学大纲 .....        | 234 |
| 《流体机械能转化原理与技术》课程教学大纲 .....      | 243 |
| 《储能材料合成与制备》课程教学大纲 .....         | 250 |

# 《机械设计基础》课程教学大纲

## (Basis of Mechanical Design)

执笔者：安军

审核人：常萌蕾

编写日期：2024 年 6 月

### 一、课程基本信息

|      |                                  |       |   |
|------|----------------------------------|-------|---|
| 适用专业 | 储能科学与工程                          |       |   |
| 开课单位 | 机电工程与自动化学院                       |       |   |
| 课程类型 | 工程学科基础课程                         |       |   |
| 课程性质 | 必修课                              | 是否为双语 | 否 |
| 学分数  | 2 学分                             |       |   |
| 学时数  | 总学时 32 ， 其中：实验（实训）0 学时； 课外 32 学时 |       |   |
| 先修课程 | 机械制图                             |       |   |
| 后续课程 |                                  |       |   |

### 二、课程简述

本课程是储能科学与工程专业的学科基础必修课，也是一种通识教育。课程主要研究机构设计、机械零部件设计中的共性问题，内容涵盖了材料力学、机械原理和机械设计的相关基本知识。通过本课程的学习，使学生初步掌握机械设计中的基本概念、基本理论和基本方法，为后续课程的学习和毕业后从事相关的技术工作打下基础。

### 三、考核方式及成绩评定

#### （一）考核目标

命题要按教学的基本要求，结合学生实际情况，即能考核学生掌握知识的程度，又能考核其能力发展水平；即能保证有效、可靠，又能有代表性和辨别力。注意要难度适宜，试题要测试出对该课程基本内容掌握程度。重点突出，覆盖面要广，题量适当，题型多样，答案要准确，评分要客观。

每次考试结束后，都要对考试进行分析，以掌握学生的实际学习情况及测试结果的有效性、实际性程度，是否达到了测试的目的，为今后更好的进行教学和命题积累经验。

#### （二）考核方式

根据期末考试和平时表现（包括出勤和作业）综合评定。期末考试采用闭卷考试方式。

### （三）成绩评定

总评成绩=考试成绩×（50-70）%+ 平时成绩×（50-30）%。

平时成绩和期末考试成绩所占比例采用浮动方式，任课老师可根据实际的教学情况进行选取。平时成绩包括：考勤、作业、课程测试、课堂练习以及回答问题等多种方式。

### 四、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

绪论

第一章 机械零件的常用材料和结构工艺性

（一）基本内容

- 1.机械零件的常用材料及其选用
- 2.机械零件的结构工艺性
- 3.机械设计中的标准化

（二）基本要求

了解常用的材料以及机械设计中的一些常识

第二章 机械零件工作能力计算的理论基础

**重点：**强度、刚度及力学性能指标、几种基本变形的特点和基本的强度条件应用

**难点：**变形特点内力计算和强度条件的应用

**教学方法与手段：**讲授为主

（一）基本内容

- 1.机械零件的工作能力及其变形的基本形式
- 2.轴的拉伸和压缩
- 3.剪切和挤压
- 4.圆轴的扭转
- 5.弯曲
- 6.应力状态理论及强度理论概述
- 7.疲劳强度概述
- 8.接触强度概述

（二）基本要求

- 1.了解表征机械零件的工作能力的性能指标，常用的一些力学性能指标以及强度概念
- 2.了解杆件的基本变形形式及其基本的强度计算。

第三章 机构传动简图及平面机构自由度

**重点：**运动副的概念、简单机构运动简图以及平面机构自由度计算

**难点：**平面机构自由度计算

**教学方法与手段：**讲授为主

（一）基本内容

- 1.机构的组成
- 2.机构平面运动简图
- 3.平面机构的自由度

（二）基本要求

- 1.理解平面运动副的特点以及常见的低副
- 2.初步理解一些简单的机构运动，基本会分析机构运动简图

### 3.初步理解平面机构的自由度的计算

#### 第四章 平面连杆机构

**重点：**常见铰链四杆机构的基本形式以及特征

**难点：**铰链四杆机构的简单设计

**教学方法与手段：**讲授为主

（一）基本内容：

- 1.概述
- 2.铰链四杆机构的基本形式及其演化
- 3.铰链四杆机构的几个特征
- 4.平面四杆机构的设计简介

（二）基本要求：

- 1.了解铰链四杆机构的几种基本形式和特征
- 2.了解平面机构的基本设计方法

#### 第五章 凸轮机构

**重点：**常见铰链四杆机构的基本形式以及特征

**难点：**铰链四杆机构的简单设计

**教学方法与手段：**讲授为主

（一）基本内容：

- 1.凸轮机构的特点、应用和分类
- 2.推杆的常用运动规律
- 3.凸轮轮廓曲线的设计
- 4.凸轮机构的压力角和基圆半径

（二）基本要求：

- 1.了解凸轮机构的特点及应用
- 2.了解凸轮轮廓曲线的反转法设计

#### 第六章 齿轮传动

**重点：**渐开线齿轮的参数与传动特点，齿轮传动及渐开线齿轮的基本知识

**难点：**

**教学方法与手段：**讲授为主

（一）基本内容：

- 1.齿轮传动的特点和类型
- 2.渐开线轮廓
- 3.渐开线标准齿轮各部分的名称和几何尺寸
- 4.渐开线直齿圆柱齿轮的啮合传动
- 5.渐开线齿轮的加工及变位齿轮的概念
- 6.齿轮的失效形式和齿轮材料
- 7.斜齿轮、锥齿轮介绍

（二）基本要求：

基本掌握齿轮传动特点、应用场合以及传动比、渐开线齿轮传动的基本知识

#### 第七章 轮系

（一）基本内容：

- 1.轮系及分类
- 2.定轴轮系的传动比

### 3. 轮系的功用

### 4. 减速器和变速器

#### (二) 基本要求：

基本掌握定轴轮系传动比的计算。

## 第八章 带传动及链传动

#### (一) 基本内容：

### 1. 带传动的类型

### 2. 带传动的工作原理和工作能力分析

### 3. V 传动的标准及传动设计

### 4. 链传动

#### (二) 基本要求：

基本掌握带传动和链传动的特点以及适用场合。

## 第九章 间隙机构简介

#### (一) 基本内容：

常见的间隙机构——槽轮、棘轮机构的特点和应用

## 第十章 连接

#### (一) 基本内容：

### 1. 螺纹链接和传动

### 2. 键连接、销连接及型面连接

### 3. 铆接、焊接、胶接简介

#### (二) 基本要求：

了解常用的连接形式及适用范围；了解螺纹连接的常见类型、特点和应用。

## 第十一章 支承

**重点：**轴承的分类和选用原则

**难点：**滚动轴承的组合设计

**教学方法与手段：**讲授为主

#### (一) 基本内容：

### 1. 概述

### 2. 滑动轴承的结构和材料

### 3. 滚动轴承的结构、类型和代号

### 4. 滚动轴承的选择

#### (二) 基本要求：

掌握滚动轴承的分类和选用；基本掌握滚动轴承的组合设计。

## 第十二章 轴

#### (一) 基本内容：

### 1. 轴的分类和材料

### 2. 轴的结构设计

### 3. 轴的计算

### 4. 机械系统设计简介

#### (二) 基本要求：

基本了解轴的结构设计特点以及简单的设计

## 五、学时分配

| 教学内容 |                 | 各教学环节学时分配 |    |    |    |    |    |     | 作业<br>题量 | 备注 |
|------|-----------------|-----------|----|----|----|----|----|-----|----------|----|
| 章节   | 主要内容            | 讲授        | 实验 | 实训 | 课外 | 讨论 | 习题 | 小计  |          |    |
| 一    | 绪论              | 0.5       |    |    |    |    |    | 0.5 | 0        |    |
| 二    | 机械零件的常用材料和结构工艺性 | 1.0       |    |    |    |    |    | 1.0 | 0        |    |
| 三    | 机械零件工作能力计算的理论基础 | 4.5       |    |    |    |    |    | 4.5 | 3-5      |    |
| 四    | 机构传动简图及平面机构自由度  | 3         |    |    |    |    |    | 3   | 1~3      |    |
| 五    | 平面连杆机构          | 3         |    |    |    |    |    | 3   | 1~3      |    |
| 六    | 凸轮机构            | 2         |    |    |    |    |    | 2   | 0~2      |    |
| 七    | 齿轮传动            | 4         |    |    |    |    |    | 4   | 2-5      |    |
| 八    | 轮系              | 2         |    |    |    |    |    | 2   | 1~3      |    |
| 九    | 带传动及链传动         | 3         |    |    |    |    |    | 3   | 0-3      |    |
| 十    | 间隙机构简介          | 1         |    |    |    |    |    | 1   | 0        |    |
| 十一   | 连接              | 2         |    |    |    |    |    | 2   | 0-3      |    |
| 十二   | 支承              | 2         |    |    |    |    |    | 2   | 0-3      |    |
| 十四   | 轴               | 2         |    |    |    |    |    | 2   | 1-3      |    |
|      | 复习、机动           | 2         |    |    |    |    |    | 2   |          |    |
|      | 合计              | 32        |    |    |    |    |    | 32  | 9-36     |    |

## 六、课程教材及主要参考资料

### （一）教材

李育锡等主编. 机械设计基础(第4版). ISBN 9787040495720. 北京: 高等教育出版社, 2020.

### （二）教学参考书

[1]陈立德. 机械设计基础. ISBN 9787040368345. 北京: 高等教育出版社, 2013, 4 版.

[2]程光蕴. 机械设计基础学习指导. ISBN 9787040072785. 北京: 高等教育出版社, 2005, 3 版.

[3]陈云飞, 卢玉明. 机械设计基础[M]. ISBN: 9787040236170. 北京: 高等教育出版社, 2008.5, 第7 版.

[4]胥红, 同长红. 机械设计基础[M]. ISBN: 9787111246824. 北京: 机械工业出版社, 2008.9, 第1 版.

[5]阮宝湘. 工业设计机械基础(第3 版). ISBN 9787111541530. 北京: 机械工业出版社, 2017.

## 七、其他说明

根据设备和教学情况可适当安排 1-2 次现场教学。

# 《电工与电子技术》课程教学大纲

## (Electrical and Electronic Technology)

执笔者：司利平

审核人：赵凯

编写日期：2024 年 5 月

### 一、课程基本信息

|      |                               |       |     |
|------|-------------------------------|-------|-----|
| 适用专业 | 储能科学与工程                       |       |     |
| 开课单位 | 材料科学与氢能学院                     |       |     |
| 课程类型 | 专业基础课                         |       |     |
| 课程性质 | 必修课                           | 是否为双语 | (否) |
| 学分数  | 2 学分                          |       |     |
| 学时数  | 总学时 32 ，其中：实验（实训）0 学时；课外 0 学时 |       |     |
| 先修课程 | 高等数学、大学物理                     |       |     |
| 后续课程 | 半导体材料与器件                      |       |     |

### 二、课程简述

《电子与电工技术》是高等工科学校本科非电类专业必修的一门学科基础课，是研究电工与电子技术的应用学科。教学内容涵盖面广、信息量大，主要包括直流电路、单相及三相交流电路、磁路与变压器、半导体材料与器件等知识。学生通过本课程的学习，获得电工和电子技术必要的基本理论、基本知识和基本技能。了解电工电子技术应用和发展的概况，为今后的学习及从事与本专业有关的电工与电子技术工作打下一定的基础。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

(一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

本课程所支撑(达成)的毕业要求

| 毕业要求                                                                       | 指标点                                              | 权重 |
|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----|
| 毕业要求 1.工程知识：能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和储能科学与工程专业知识结合，用于解决储氢和电化学储能技术与工程复杂的问题。 | 指标点 1-2.能够运用相关的工程基础和专业 知识辨别材料生产中出现的 技术、工艺、质量等问题。 | M  |

|                                                                                                                    |                                                     |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---|
| 毕业要求 2.问题分析：能够应用能源、化学、材料、机械、工程、计算机科学和动力等学科基本原理，并通过文献研究分析储能科学与技术的复杂工程问题，采取有效的实验技术，以获得正确的结论。                         | 指标点 2-3.能够正确表述一个工程问题解决方案并分析其合理性，采取有效的实验技术，以获得有效的结论。 | H |
| 毕业要求 3.设计/开发解决方案：能够针对储能科学与技术领域的复杂工程问题，提出解决方案，设计满足企业生产实践中工艺设计、科技开发、工程技术的需求，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。 | 指标点 3-2.能够对解决方案的可行性进行初步分析与论证。                       | L |
| 课程达成度要求                                                                                                            |                                                     | 3 |

#### （二）毕业要求指标点在本课程中的实现路径

通过直流电路、单相及三相交流电路、磁路与变压器、三相电动机及其控制、半导体材料与器件等知识的学习，能够运用相关的工程基础和专业知识辨别材料生产中出现的技术、工艺、质量等问题以及能够正确表述一个工程问题并分析其可能性，并能够根据专业理论及研究目标选取适当的原材料与基础工艺并确定可行的研发方案。

### 四、考核方式及成绩评定

#### （一）考核目标

在考核学生对电子与电工技术的基本知识、基本原理和方法的基础上，重点考核学生的分析能力以及对知识的综合应用能力。

#### （二）考核方式

采用闭卷考试。考试内容以所授课程内容为主。

#### （三）成绩评定

考试成绩占总评成绩 70%，平时成绩（包括平时上课考勤情况，课堂讨论情况，作业完成情况）占总评成绩 30%。

### 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

#### 第1章 电路的基本概念与基本定律

**重点：**1. 电路基本物理量的理解；2. 电压、电流的参考方向；3. 基尔霍夫定律及其应用；4. 复杂电路中等效电阻的计算

**难点：**1. 负载与电源的判断；2. 基尔霍夫电压定理的应用

**课程思政：**以基尔霍夫定律为例，讲解基尔霍夫事迹。基尔霍夫取得了许多成就，但这些成就不是轻而易举得到的，它需要科学家付出辛勤的劳动，并具有持之以恒、不畏失败、不畏权贵、敢于挑战的精神。人生路上难免遇到崎岖坎坷，大家要学习伟人的的人格力量 and 努力奋斗的精神，以积极态度对待人生，树立正确的人生观和价值观。

**教学方法与手段：**课堂教学为主，以多媒体加板书方式教学

1.1 电路的组成及其作用

1.2 电路中的基本物理量

1.3 欧姆定律

1.4 电路的工作状态

1.5 基尔霍夫定律

1.6 电阻的串联与并联

第2章 电路的分析方法

**重点：**1. 电源模型及其等效变换；2. 支路电流法、叠加原理；3. 戴维南定理。

**难点：**1. 戴维南定理；2. 二端电路的等效

**课程思政：**向同学们介绍戴维南定理的提出对复杂电路求解的重要意思，从而鼓励同学们要对科学产生兴趣，在此基础上为社会做出贡献

**教学方法与手段：**课堂教学为主，以多媒体加板书方式教学

2.1 电压源和电流源及其等效变换

2.2 支路电流法

2.3 叠加原理

2.4 戴维南定理

第3章 单相正弦交流电路

**重点：**1. 正弦交流电压与电流的相量分析法；2. 单一元件的交流电压与电流的关系；3. 电路阻抗及其分析计算；4. 功率及功率因数计算和串、并联谐振特征。

**难点：**1. 正弦量的相量表示法；2. 电感和电容电路的交流特性；3. 阻抗电路的电压、电流的分析计算。

**课程思政：**让同学们对生活中所用的电源有一定的了解，发电厂发出电是交流还是直流、我国的工频是多少，每个国家的额定电压不一样

**教学方法与手段：**课堂教学为主，以多媒体加板书方式教学

3.1 正弦交流电的基本概念

3.2 正弦量的相量表示法

3.3 单一参数元件（R、L、C）的正弦交流电路

3.4 RLC 串联的正弦交流电路

3.5 阻抗的串联与并联

3.6 正弦交流电路的功率与功率因数的提高

第4章 三相电路及安全用电

**重点：**1. 三相电动势参数及对称特性；2. 三相对称负载系统特性与参数；3. 三相功率

**难点：**三相三线制不对称负载系统

**课程思政：**同学们了解为什么要用三相电源，并通过短视频的方式，让同学们在生活中注意用电安全

**教学方法与手段：**课堂教学为主，以多媒体加板书方式教学

4.1 三相正弦交流电路

（1）三相电源

（2）三相负载

（3）三相功率

4.2 安全用电

第5章 变压器和电动机

|                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>重点：</b>1. 变压器工作原理和变换作用；2. 三相异步电动机的转动原理</p> <p><b>难点：</b>磁路特性和变压器电磁关系以及变压器和电动机的对比分析</p> <p><b>课程思政：</b>通过推导变压器原边、副边电压、电流和阻抗的关系，鼓励同学们追根溯源，要知其然还要知其所以然。</p> <p><b>教学方法与手段：</b>课堂教学为主，以多媒体加板书方式教学</p>                            |
| <p>5.1 磁路的概念和基本定律</p> <p>5.2 直流和交流磁路</p> <p>5.3 变压器</p> <p>5.4 三相异步电动机</p> <p>第6章半导体器件</p>                                                                                                                                         |
| <p><b>重点：</b>1. 半导体及掺杂半导体的特性；2. PN 结及二极管的单向导电性；3. 二极管及晶体管的特性曲线；4. 稳压二极管应用；5. 三极管的三个极的特点。</p> <p><b>难点：</b>1. 二极管的单向导电性和钳位作用；2. 稳压二极管电路分析。</p> <p><b>课程思政：</b>通过课程的学习激发同学们对半导体材料与器件的兴趣</p> <p><b>教学方法与手段：</b>课堂教学为主，以多媒体加板书方式教学</p> |
| <p>6.1 半导体基本特性</p> <p>6.2 半导体二极管</p> <p>6.3 二极管应用电动</p> <p>6.4 半导体三极管及其放大电路</p>                                                                                                                                                    |

## 六、学时分配

| 教学内容 |              | 各教学环节学时分配 |    |    |    |    |    |    | 作业<br>题量 | 备注 |
|------|--------------|-----------|----|----|----|----|----|----|----------|----|
| 章节   | 主要内容         | 讲授        | 实验 | 实训 | 课外 | 讨论 | 习题 | 小计 |          |    |
| 1    | 电路的基本概念与基本定律 | 4         |    |    |    |    |    | 4  | 2-4      |    |
| 2    | 电路的分析方法      | 7         |    |    |    |    | 1  | 8  | 3-6      |    |
| 3    | 单相正弦交流电路     | 5         |    |    |    |    | 1  | 6  | 3-6      |    |
| 4    | 三相电路及安全用电    | 2         |    |    |    |    |    | 2  | 1-2      |    |
| 5    | 变压器和电动机      | 6         |    |    |    |    |    | 6  | 1-2      |    |
| 6    | 半导体器件        | 6         |    |    |    |    |    | 6  | 1-2      |    |
| 合计   |              | 30        |    |    |    |    | 2  | 32 | 11-22    |    |

## 七、课程教材及主要参考资料

### （一）教材

[1]贾贵玺主编. 电工电子技术基础与实践. ISBN: 9787111530220.北京: 机械工业出版社, 2016,第1版.

[2]赵承斌主编. 电工与电子技术. ISBN: 9787111518280. 北京: 机械工业出版社, 2016,第1 版.

[3] 陶彩霞等主编.电工与电子技术. ISBN: 9787519833169. 北京: 中国电力出版社, 2019

#### (二) 教学参考书

[1] 陶桓齐主编 电工与电子技术. ISBN: 9787560948652.华中科技大学出版社. 武汉: 2008年, 第1 版

[2] 靳孝峰等编 电工电子技术. ISBN: 9787302397205 清华大学出版社.北京: 2015

[3] 陈新龙等编电工电子技术基础教程(第2 版) ISBN: 9787302300960, 清华大学出版社. 北京. 2018, 第2 版

#### 八、其他说明

本课程教学大纲尚需说明的事项, 如习题或作业的内容和要求等。

# 《专业英语》课程教学大纲

## (Professional English)

执笔者：顾鄂宁

审核人：赵凯

编写日期：2024 年 5 月

### 一、课程基本信息

|      |                               |       |   |
|------|-------------------------------|-------|---|
| 适用专业 | 储能科学与工程                       |       |   |
| 开课单位 | 材料科学与氢能学院                     |       |   |
| 课程类型 | 工程学科平台课程                      |       |   |
| 课程性质 | 必修课                           | 是否为双语 | 是 |
| 学分数  | 2 学分                          |       |   |
| 学时数  | 总学时 32，其中：实验（实训） 0 学时；课外 0 学时 |       |   |
| 先修课程 | 大学英语、材料科学基础、氢能与氢储能、锂离子电池原理    |       |   |
| 后续课程 | 毕业论文                          |       |   |

### 二、课程简述

《专业英语》课程是在大学英语学习的基础上帮助学生完成从大学基础英语阶段到专业英语的阅读、翻译与写作阶段的过渡。本课程是储能科学与工程、材料科学与工程、材料化学等专业的工程学科平台课程、必修课，旨在为提高学生专业英语水平而开设。通过本课程的学习，了解科技英语的表达方式、方法在英语中的具体体现，为学生继续深造或工作中阅读专业英语文献和英文原著打下良好基础。同时，学生可以进一步提高阅读理解和综合分析能力（如记笔记、信息转换等）；习惯于阅读真实的语言素材；扩大专业词汇量，开阔视野和思路；进一步了解如何书写正式的英文论文、项目规划书，学会如何利用图表、表格等视觉信息，熟悉科技文体的写作规范；练习以不同语言结构、以语言功能为中心的写作练习和翻译练习。科技英语的教学任务是讲授科技英语的语法特点、文体结构以及科技英语文献的翻译方法和技巧，培养学生阅读英语科技资料的能力，使其能以英语为工具获取储能科学与工程专业所需要的信息。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

（一）本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

#### 本课程所支撑(达成)的毕业要求

| 毕业要求 | 课程名称与指标点的对应关系矩阵 | 支撑度 |
|------|-----------------|-----|
|------|-----------------|-----|

|                                                                                                           |                                                     |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---|
| 毕业要求 2.问题分析：能够应用能源、化学、材料、机械、工程、计算机科学和动力等学科基本原理，并通过文献研究分析储能科学与技术的复杂工程问题，采取有效的实验技术，以获得正确的结论。                | 指标点 2-3.能够正确表述一个工程问题解决方案并分析其合理性，采取有效的实验技术，以获得有效的结论。 | L |
| 毕业要求 10.沟通：能够就储能科学与工程等领域的复杂问题，与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令,并具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。 | 指标点 10-1. 掌握技术文件写作方法，理解和撰写效果良好的报告和设计文件。             | M |
|                                                                                                           | 指标点 10-2. 能够通过口头及书面方式表达自己的想法，能够进行有效的陈述发言。           | H |
|                                                                                                           | 指标点 10-3. 基本掌握一门外语，具有外语听说读写能力；了解不同的文化，具有一定的跨文化交流能力。 | H |

#### （二）毕业要求指标点在本课程中的实现路径

对应毕业要求 2、10：本课程将提高学生阅读英语科技资料的能力，提高阅读理解和综合分析能力、扩大科技词汇量，帮助学生更好地使用 Web of Science、SciFinder 等英文科技文献检索工具。

### 四、考核方式及成绩评定

#### （一）考核目标

目标 1：培养学生阅读英语科技资料的能力。

目标 2：提高阅读理解和综合分析能力（如记笔记、信息转换等）、扩大科技词汇量。

目标 3：能以英语为工具获取材料科学与工程专业所需要的信息。

#### （二）考核方式

采取考查、考试的方法，进行化合物的命名、论文翻译、英文摘要写作等项目的考查、考试。

#### （三）成绩评定

平时成绩占 30%，考试成绩占 70%。

### 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

## 第一章 Introduction to Periodic Table

**重点：**元素相关性能的英文表达；

**难点：**化合物的英文命名规则。

**教学方法与手段：**采用 PPT 课件授课，结合课堂讨论

### 第 1 节 Hydrogen and Alkali Metals

### 第 2 节 Alkali Earth Metals and Transition Metals

### 第 3 节 Rare Earth Metals, Precious Metals, Nonmetals

要求：了解化学元素的英文单词以及化合物的英文命名规则；科技英语翻译技巧（一）：化合物的英文命名规则。

## 第二章 Basic Concept in Material Sciences

**重点：**四大材料分类，晶体结构、缺陷、化学键的英文命名规律

**难点：**金属材料类科技论文的理解

**教学方法与手段：**综合教材、PPT 课件授课，结合课堂讨论

### 第 1 节 Classifications of Materials

### 第 2 节 Crystal Structure

### 第 3 节 Point defect

### 第 4 节 Bonding

要求：掌握四大材料英文单词，材料类文献阅读；科技英语翻译技巧（二）：材料科学涉及的基本概念。

## 第三章 Metals and Alloys

**重点：**形成快速阅读的习惯

**难点：**金属材料类科技论文的理解

**教学方法与手段：**综合教材、PPT 课件授课，结合课堂讨论

### 第 1 节 Atomic Arrangements and Imperfects in the Atomic Arrangement

### 第 2 节 Thermal Equilibrium Diagram

### 第 3 节 Casting

### 第 4 节 Nonferrous Alloy

要求：金属材料类文献阅读；科技英语翻译技巧（三）：数词。

#### 第四章 Ceramics

**重点：**熟练掌握快速阅读技巧

**难点：**陶瓷材料类科技论文中各类专业名词的理解

**教学方法与手段：**综合教材、PPT 课件授课，结合课堂讨论

##### 第 1 节 Introduction to Ceramics

##### 第 2 节 Novel Ceramic Processing Routes

##### 第 3 节 Advanced Ceramics

##### 第 4 节 Clean Energy through Ceramics

要求：陶瓷材料类文献阅读；科技英语翻译技巧（四）：常见多功能词 as 的用法

#### 第五章 Polymer Materials

**重点：**精读文献的必要性，与精读技巧

**难点：**高分子材料科技论文中各类专业名词的理解与翻译

**教学方法与手段：**综合教材、PPT 课件授课，结合课堂讨论

##### 第 1 节 Polymers

##### 第 2 节 Methods for Synthesis of Polymers

##### 第 3 节 Processing of Polymers

要求：高分子材料类文献阅读，初步掌握英文文献的精读；科技英语翻译技巧（五）：常见多功能词 it 的用法

#### 第六章 Composites

**重点：**进一步练习文献精读

**难点：**复合材料类科技论文的理解与翻译

**教学方法与手段：**综合教材、PPT 课件授课，结合课堂讨论

##### 第 1 节 Composite Basics—Material System

##### 第 2 节 Introduction to Carbon Fiber Composites

##### 第 3 节 Three-dimensionally Reinforced Preforms and Composites

##### 第 4 节 The Uses of Composite Materials

要求：复合材料类文献阅读，强化英文文献的精读；科技英语翻译技巧（六）：关连词引导的句型翻译技巧（I）

#### 第七章 Hydrogen Energy

|                                                                                                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| <b>重点：</b> 熟练掌握英文文献的精读技巧<br><b>难点：</b> 氢能类科技论文的理解与翻译<br><b>教学方法与手段：</b> 综合教材、PPT 课件授课，结合课堂讨论                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 第 1 节 Backgrounds for Hydrogen Energy                                                                            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 第 2 节 Fuel Cells                                                                                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 第 3 节 Storage and Transportation of Hydrogen                                                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 要求：氢能材料及器件文献阅读，熟练掌握英文文献的精读技巧；科技英语翻译技巧（七）：<br>关连词引导的句型翻译技巧（II）                                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 第八章 Lithium-ion Batteries                                                                                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>重点：</b> 快速阅读与精读的有机结合，有效率地从文献中获取有用的信息<br><b>难点：</b> 锂离子电池类科技论文的理解与信息挖掘<br><b>教学方法与手段：</b> 综合教材、PPT 课件授课，结合课堂讨论 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 第 1 节 Introduction of Lithium-ion Batteries                                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 第 2 节 Fundamentals of Lithium-ion Batteries                                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 第 3 节 Overview of the Lithium-ion Batteries assembly process                                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 第 4 节 The pros and cons of Lithium-ion Batteries                                                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 要求：锂离子电池文献阅读，掌握英文文献快速阅读与翻译的技巧；科技英语翻译技巧<br>（八）：并列句和复合句                                                            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 第九章 Writing                                                                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>重点：</b> 科技英语写作技巧，书写英文摘要<br><b>难点：</b> 科技英语的遣词造句<br><b>教学方法与手段：</b> 综合教材、PPT 课件授课，结合课堂讨论                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 第 1 节 科技论文写作基本注意事项和技巧                                                                                            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 第 2 节 英文摘要写作练习                                                                                                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

## 六、学时分配

| 教学内容 |      | 各教学环节学时分配 |        |        |        |        |        |        | 作业<br>题量 | 备注 |
|------|------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|----|
| 章节   | 主要内容 | 讲<br>授    | 实<br>验 | 实<br>训 | 课<br>外 | 讨<br>论 | 习<br>题 | 小<br>计 |          |    |

|    |                                    |    |  |  |  |  |  |    |    |  |
|----|------------------------------------|----|--|--|--|--|--|----|----|--|
| 一  | Introduction to Periodic Table     | 4  |  |  |  |  |  | 4  |    |  |
| 二  | Basic Concept in Material Sciences | 4  |  |  |  |  |  | 4  | 1  |  |
| 三  | Metals and Alloys                  | 4  |  |  |  |  |  | 4  | 1  |  |
| 四  | Ceramics                           | 4  |  |  |  |  |  | 4  | 1  |  |
| 五  | Polymer Materials                  | 4  |  |  |  |  |  | 4  | 1  |  |
| 六  | Composites                         | 4  |  |  |  |  |  | 4  | 1  |  |
| 七  | Hydrogen Energy                    | 4  |  |  |  |  |  | 4  | 2  |  |
| 八  | Lithium-ion Batteries              | 3  |  |  |  |  |  | 4  | 2  |  |
| 九  | Writing                            | 1  |  |  |  |  |  | 4  | 1  |  |
| 合计 |                                    | 32 |  |  |  |  |  | 32 | 10 |  |

## 七、课程教材及主要参考资料

### （一）教材

范积伟. 材料专业英语, ISBN: 9787111302612, 机械工业出版社, 2010 年, 第一版.

### （二）教学参考书

李洁, 王砚帛, 岳大为. 新能源科学与工程专业英语, ISBN: 9787519808754, 中国电力出版社, 2017 年, 第一版.

## 八、其他说明

无。

# 《材料力学》课程教学大纲

## (Mechanics of Materials)

执笔者：胡特

审核人：赵凯

编写日期：2024 年 5 月

### 一、课程基本信息

|      |                                 |       |   |
|------|---------------------------------|-------|---|
| 适用专业 | 储能科学与工程                         |       |   |
| 开课单位 | 材料科学与氢能学院                       |       |   |
| 课程类型 | 工程学科基础课程                        |       |   |
| 课程性质 | 限选课                             | 是否为双语 | 否 |
| 学分数  | 2 学分                            |       |   |
| 学时数  | 总学时 32 ， 其中：实验（实训）0 学时； 课外 0 学时 |       |   |
| 先修课程 | 数学、大学物理                         |       |   |
| 后续课程 | 材料科学基础、材料物理                     |       |   |

### 二、课程简述

材料力学是储能科学与工程专业的一门主要的工程学科基础课。本课程的教学目的是，通过学习材料力学这门课程，要求学生掌握工程结构中构件的强度、刚度和稳定性问题的基本概念及必要的基础知识，掌握工程结构中构件的承载能力分析和计算。为学生进一步学习后续其他技术基础课和专业课提供必要的理论基础。培养学生在工程设计中有关力学方面的分析计算能力、培养严谨的科学推理、严密的逻辑思维、正确的工程问题表达，掌握解决工程实际问题的一般方法，在力学与工程实际问题的结合中培养创新意识，提高分析问题和解决问题的能力。通过课堂的教学、分析、讨论和辩论等环节培养学生与工程技术人员沟通交流素质，提升对职业道德和责任感的理解，具备较强的专业团队合作精神。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

（一）本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

| 毕业要求                                                                       | 指标点                                            | 支撑度 |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----|
| 毕业要求 1.工程知识：能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和储能科学与工程专业知识结合，用于解决储氢和电化学储能技术与工程复杂的问题。 | 指标点 1-4.能够运用数学、自然科学、工程基础和专业知识解决复杂新能源材料与器件工程问题。 | H   |

|                                                                                                                    |                                                                         |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---|
| 毕业要求 2.问题分析：能够应用能源、化学、材料、机械、工程、计算机科学和动力等学科基本原理，并通过文献研究分析储能科学与技术的复杂工程问题，采取有效的实验技术，以获得正确的结论。                         | 指标点 2-1.能够应用数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术、计算机等学科学知识的<br>基本原理识别和判断材料工程问题的关键环节和参数。 | L |
| 毕业要求 3.设计/开发解决方案：能够针对储能科学与技术领域的复杂工程问题，提出解决方案，设计满足企业生产实践中工艺设计、科技开发、工程技术的需求，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。 | 指标点 3-2.能够对解决方案的可行性进行初步分析与论证。                                           | L |

#### （二）毕业要求指标点在本课程中的实现路径

通过本课程的学习，学生研究构件在力的作用下，内力、应力、变形、强度、刚度及稳定性等问题，能够熟练地掌握材料力学的基本分析计算能力，为解决工程技术问题打好基础。能够就材料制备与研究中出现的问题做出书面和口头的清晰表达，在从事材料生产、研究和开发的团队中承担相应角色。

### 四、考核方式及成绩评定

#### （一）考核目标

目标一：掌握本课程的主要知识与理论。

目标二：掌握本课程中与材料力学分析各环节相关的主要技能。

目标三：掌握使用材料的力学性能，为构件的设计提供理论基础和计算方法。

目标四：具有材料力学的工程分析能力与素质。

#### （二）考核方式

1) 本课程考核采用闭卷考试形式。

2) 考试着重于基本概念和基本方法，考试内容覆盖课程教学大纲的全部内容

#### （三）成绩评定

综评成绩包括期末考试（占 70%）、平时和作业（占 30%）。说明成绩的构成办法等。

### 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

#### 第一章 绪论

**重点：**基本概念和假设的定义与理解，用截面法求构件截面上内力

**难点：**材料内一点受力和变形程度的度量方法——应力、应变的定义方法和物理含义

**课程思政：**讲授绪论课时结合材料力学力学发展史，使学生明确执着、创新、求真、务实、协作的科学精神。

**教学方法与手段：**课堂教学

### 第一节 材料力学的任务

- 一、强度、刚度、稳定性
- 二、材料力学的任务

### 第二节 变形固体的基本假设

- 一、变形固体的概念
- 二、四个基本假设

### 第三节 内力、应力和截面法

- 一、内力的概念
- 二、截面法及其应用
- 三、应力的概念

### 第四节 位移、变形与应变

- 一、变形的概念及位移和变形的差异
- 二、应变的概念

## 第二章 拉伸、压缩与剪切

**重点：**轴向拉压杆内力、应力、变形的计算

**难点：**根据小变形原理计算点的位移

**课程思政：**通过我国古代学者熟练应用“胡克定律”的例子，它比西方科学家早一千多年，培养学生热爱祖国、尊重知识。

**教学方法与手段：**课堂教学

### 第一节 轴向拉伸与压缩时横截面上的内力和应力

- 一、强度、刚度和稳定性
- 二、材料力学的任务

### 第二节 直杆轴向拉伸与压缩时斜截面上的应力

- 一、斜截面的概念
- 二、斜截面上的应力的推导

### 第三节 材料的力学性能

- 一、材料的力学性能
- 二、低碳钢和铸铁拉伸时的力学性能
- 三、低碳钢和铸铁压缩时的力学性能

### 第四节 失效、安全系数和强度计算

- 一、失效和安全系数的概念
- 二、许用应力的概念
- 三、强度计算及其它

### 第五节 轴向拉伸或压缩时的变形

- 一、轴向与横向变形的计算
- 二、胡克定律

## 第六节 轴向拉伸或压缩时的变形能

- 一、变形能的概念
- 二、轴向拉伸或压缩时的变形能

## 第七节 轴向拉伸、压缩静不定问题

- 一、静不定问题的概念
- 二、求解静不定问题的步骤

## 第八节 剪切和挤压的实用计算

- 一、剪切和挤压的概念
- 二、剪切和挤压的实用计算

## 第三章 扭转

**重点：**圆轴扭转时的应力和变形计算

**难点：**综合考虑圆轴扭转的强度和刚度条件设计轴的直径

**课程思政：**在分析空心圆截面对提高构件强度、刚度、稳定性作用时，以“稻杆”为例，说明植物生长的自然规律；引用“喜看稻菽千重浪，遍地英雄下夕烟”之名句，给学生以美的享受，陶冶学生的情操。培养学生追求科学即要有百折不挠的精神，还需要以理服人的态度和方法，以启迪学生明确做人的道理。

**教学方法与手段：**课堂教学

### 第一节 扭转、外力偶矩、扭矩和扭矩图

- 一、扭转的概念和实例
- 二、外力偶矩和扭矩的计算
- 二、扭矩图

### 第二节 纯剪切

- 一、薄壁圆筒扭转
- 二、纯剪切的概念
- 三、剪切胡克定律

### 第三节 圆轴扭转时的应力

- 一、扭转时平面假设
- 二、圆轴扭转时的应力的推导
- 三、圆轴扭转时的应力的计算公式及其使用范围

### 第四节 圆轴扭转时的变形

- 一、扭转角和单位扭转角的概念
- 二、扭转角和单位扭转角的计算公式

## 第四章 弯曲内力

**重点：**剪力方程与弯矩方程；剪力图与弯矩图

**难点：**载荷集度、剪力和弯矩之间的微分关系的理解

**课程思政：**通过绘制内力图技能的训练，培养学生敬业、精益、专注、创新等方面的“工匠”精神，以及认真负责、踏实敬业的工作态度和严谨求实、一丝不苟的职业素养。

## 教学方法与手段：课堂教学

### 第一节 弯曲的概念和实例

- 一、弯曲变形的概念
- 二、对称弯曲

### 第二节 梁的支座和载荷的简化

- 一、支座的几种基本形式
- 二、载荷的简化
- 三、静定梁

### 第三节 剪力和弯矩

- 一、剪力和弯矩的概念
- 二、剪力和弯矩的计算

### 第四节 剪力方程和弯矩方程 剪力图和弯矩图

- 一、剪力方程和弯矩方程的建立
- 二、剪力和弯矩正负号的判别
- 三、梁和刚架的剪力图和弯矩图的绘制

### 第五节 载荷集度、剪力和弯矩间的关系

- 一、推导载荷集度、剪力和弯矩间的微分关系
- 二、载荷集度、剪力和弯矩间的微分关系的几何意义
- 三、利用载荷集度、剪力和弯矩间的微分关系的几何意义直接绘制剪力图和弯矩图

### 第六节 轴向拉伸或压缩时的变形能

- 一、平面曲杆的概念
- 二、平面曲杆的弯曲内力的计算

## 第五章 弯曲应力

**重点：**弯曲正应力及切应力的计算

**难点：**根据弯曲正应力与切应力强度条件进行截面设计

**课程思政：**在解释危险点的应力作为整个构件强度计算的依据时，引用“千里长堤，溃于蚁穴”之警句，培养学生关注细节，养成细致，严谨的科学态度。

**教学方法与手段：**课堂教学

### 第一节 梁的纯弯曲

- 一、横力弯曲的概念
- 二、纯弯曲的概念

### 第二节 纯弯曲时的正应力

- 一、弯曲时平面假设
- 二、纯弯曲时的正应力计算公式
- 三、纯弯曲时的正应力使用说明

### 第三节 弯曲剪应力

- 一、弯曲剪应力计算公式的推导
- 二、几种常见弯曲剪应力计算公式
- 三、弯曲剪应力强度条件

#### 第四节 提高弯曲强度的措施

- 一、提高弯曲强度的根据
- 二、几种常见提高弯曲强度的措施

### 第六章 应力、应变分析和强度理论

**重点：**应力的概念，平面应力状态分析的解析法及图解法。四种常用强度理论及其应用。

**难点：**三向应力状态，广义胡克定律。断裂失效准则和屈服失效准则

**课程思政：**通过讲解强度理论的建立过程，使学生明白在追求科学真理的过程中，既要掌握正确的科学方法和手段，还要有严谨的科学态度和坚持不懈的科学精神。

**教学方法与手段：**课堂教学

#### 第一节 应力状态概述

- 一、一点处的应力状态
- 二、主应力和主平面的概念
- 三、一点处的应力状态的分类：单向、二向、三向应力状态

#### 第二节 二向应力状态分析——解析法

- 一、任意斜截面上的应力的计算公式的推导
- 二、确定主应力大小的计算公式
- 三、确定主平面位置的公式

#### 第三节 二向应力状态分析——图解法

- 一、二向应力状态分析的图解法的推导
- 二、二向应力状态分析的图解法的莫尔圆
- 三、莫尔圆的绘制及其应用

#### 第四节 三向应力状态

- 一、三向应力状态的简介
- 二、三向应力状态的莫尔圆
- 三、三向应力状态中的最大应力

#### 第五节 广义胡克定律

- 一、广义胡克定律的推导
- 二、广义胡克定律的应用

#### 第六节 四种常用强度理论

- 一、强度理论概述
- 二、四种常用强度理论的推导
- 三、四种常用强度理论的使用范围

## 六、学时分配

| 教学内容 |              | 各教学环节学时分配 |    |    |    |    |    |    | 作业<br>题量 | 备注 |
|------|--------------|-----------|----|----|----|----|----|----|----------|----|
| 章节   | 主要内容         | 讲授        | 实验 | 实训 | 课外 | 讨论 | 习题 | 小计 |          |    |
| 一    | 绪论           | 1         |    |    |    | 1  |    | 2  | 2        |    |
| 二    | 拉伸、压缩与剪切     | 4         |    |    |    | 2  |    | 6  | 5        |    |
| 三    | 扭转           | 4         |    |    |    | 2  |    | 6  | 4        |    |
| 四    | 弯曲内力         | 4         |    |    |    | 2  |    | 6  | 4        |    |
| 五    | 弯曲应力         | 4         |    |    |    | 2  |    | 6  | 4        |    |
| 六    | 应力、应变分析和强度理论 | 5         |    |    |    | 1  |    | 6  | 3        |    |
| 合计   |              | 22        |    |    |    | 10 |    | 32 | 22       |    |

## 七、课程教材及主要参考资料

### （一）教材

刘鸿文，林建兴，曹曼玲. 简明材料力学 (第3版). 北京: 高等教育出版社. 2016.

### （二）教学参考书

孙训方，方孝淑，关来泰. 材料力学：I (第5版). 北京: 高等教育出版社. 2009.

武建华，郑辉中，古滨. 材料力学. 重庆: 重庆大学出版社. 2002.

## 八、其他说明

本课程为工科基础课，对工程材料力学分析，需要课堂教学与平时习题训练相结合，提高 学生力学分析计算能力。

本课程研究对象与内容为工程构件的材料力学分析，课程教学体现工程实践特色，重点培 养学生解决工程实践问题的能力

# 《工程伦理学》课程教学大纲

## （Engineering Ethics）

执笔者：彭晔

审核人：常萌蕾

编写日期：2024 年 5 月

### 一、课程基本信息

|      |                               |       |   |
|------|-------------------------------|-------|---|
| 适用专业 | 储能科学与工程                       |       |   |
| 开课单位 | 材料科学与氢能学院                     |       |   |
| 课程类型 | 工程学科基础课程                      |       |   |
| 课程性质 | 限选课                           | 是否为双语 | 否 |
| 学分数  | 2 学分                          |       |   |
| 学时数  | 总学时 32，其中：实验（实训） 0 学时；课外 0 学时 |       |   |
| 先修课程 | 思想道德与法治                       |       |   |
| 后续课程 |                               |       |   |

### 二、课程简述

《工程伦理学》是高等学校工科专业一门学科基础课程，工程伦理学是以工程中的伦理问题为研究对象的工程学与伦理学交叉融合的新学科。教学内容主要包括工程、伦理、责任、风险四大概念及其关系，工程伦理的基本规范，工程师的责任，工程中的利益相关者与社会责任，工程利益相关方的博弈，工程中的诚信与道德，工程与生态责任，工程伦理的应用等。

该课程以增强工科大学生的职业道德敏感性、掌握工程伦理规范、提高职业道德素养为目的，传授工程伦理知识，培养学生的工程伦理意识和社会责任感，增强学生分析和解决复杂工程伦理问题的能力，为工科大学生将来在工程实践中创建造福人类的工程奠定基础。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

（一）本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

| 毕业要求                                                             | 指标点                                                                 | 支撑度 |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>毕业要求 3.设计/开发解决方案：能够针对储能科学与技术领域的复杂工程问题，提出解决方案，设计满足企业生产实践中工</b> | 指标点 3-4.能够针对研发方案提出优化的措施。<br>能够综合考虑经济、环境、法律、安全、健康、伦理等制约因素，并得出可接受的指标。 | L   |

|                                                                                          |                                                                                                                                                                                       |             |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 艺设计、科技开发、工程技术的需求,并能够在设计环节中体现创新意识,考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。                                |                                                                                                                                                                                       |             |
| 毕业要求 6.工程与社会:能够基于储能科学与工程背景知识进行合理分析,评价专业工程实践和复杂工程问题,提出解决针对社会、健康、安全、法律以及文化影响的方案,并理解应承担的责任。 | 指标点 6-2. 能够评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响,并理解应承担的责任。<br>指标点 6-3. 能正确认识储能领域新产品、新技术、新工艺、新材料的开发和应用对于客观世界和社会的影响。                                                                  | M<br>M      |
| 毕业要求 7.环境和可持续发展:能够理解和评价针对储能科学与工程等领域的复杂问题的专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响。                           | 指标点 7-1. 了解国家的环境可持续发展战略及相关的政策和法律、法规。<br>指标点 7-2. 能够正确认识储能科学与工程实践对于环境和社会可持续发展的影响。                                                                                                      | M<br>M      |
| 毕业要求 8. 品德修养与职业规范:具有人文社会科学素养、社会责任感,能够在储能科学与工程领域实践中遵守工程职业道德和规范,履行责任。                      | 指标点 8-2. 具有健康的体魄和良好的心理素质,承担建设祖国与保卫祖国的光荣任务,理解个人对于社会的责任。<br>指标点 8-3. 具有较高的思想觉悟和人文修养和道德水平,树立正确的人生观和世界观。具有科学、严谨、公正的职业道德。<br>指标点 8-4. 在储能科学与工程领域复杂工程问题实践中,具有人文社会科学素养、社会责任感,能理解工程师的职业道德和责任。 | M<br>H<br>H |
| 毕业要求 9.个人和团队:能够在多学科背景下团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色。                                              | 指标点 9-1. 具备基本的人际交往能力,能与团队成员有效沟通。<br>指标点 9-2. 能够理解个人在团队中所处的角色、所应发挥的作用、所应担当的责任,以及个体对团队及团队其他成员的影响。<br>指标点 9-3. 具有团队合作和在多学科背景环境中发挥作用的能力,理解个体、团队成员以及负责人的角色。                                | M<br>M<br>L |
| 课程达成度要求                                                                                  |                                                                                                                                                                                       |             |

## （二）毕业要求指标点在本课程中的实现路径

指标点 3-4.能够针对研发方案提出优化的措施。能够综合考虑经济、环境、法律、安全、健康、伦理等制约因素，并得出可接受的指标。

指标点 6-2. 能够评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。

指标点 6-3. 能正确认识储能领域新产品、新技术、新工艺、新材料的开发和应用对于客观世界和社会的影响。

指标点 7-1. 了解国家的环境可持续发展战略及相关的政策和法律、法规。

指标点 7-2. 能够正确认识储能科学与工程实践对于环境和社会可持续发展的影响。

指标点 8-2. 具有健康的体魄和良好的心理素质，承担建设祖国与保卫祖国的光荣任务，理解个人对于社会的责任。

指标点 8-3. 具有较高的思想觉悟和人文修养和道德水平，树立正确的人生观和世界观。具有科学、严谨、公正的职业道德。

指标点 8-4. 在储能科学与工程领域复杂工程问题实践中，具有人文社会科学素养、社会责任感，能理解工程师的职业道德和责任。

指标点 9-2. 能够理解个人在团队中所处的角色、所应发挥的作用、所应担当的责任，以及个体对团队及团队其他成员的影响。

指标点 9-3. 具有团队合作和在多学科背景环境中发挥作用的能力，理解个体、团队成员以及负责人的角色。

## 四、考核方式及成绩评定

### 1. 考核目标

在考核学生对工程伦理基本规范掌握情况的基础上，重点考核学生的工程伦理意识、社会责任感、分析和解决复杂工程伦理问题的能力。

### 2. 考核方式

平时成绩与课程报告相结合。

### 3. 成绩评定

平时成绩（包括上课考勤情况、作业完成情况、课堂讨论情况）占总评成绩的 40%，课程报告占总评成绩的 60%。

## 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

### 第一章 概论

**重点：**工程，工程师，工程过程中的伦理问题，工程伦理准则，工程师的职业伦理规范。

**难点：**工程过程中的伦理问题。

**课程思政：**培养学生诚信、公正、客观地做好自己的本职工作，坚守道德底线，培养学生的社会责任感。

**教学方法与手段：**采用电子课件对知识点进行课堂讲授。

### 第一节 工程和工程师

#### 1、 工程和工程师

#### 2、 工程师

### 第二节 工程过程中的伦理问题

#### 一、当代工程的新特征

#### 二、工程与伦理

#### 三、工程技术活动的伦理意蕴

#### 四、技术共同体对社会伦理秩序的影响

### 第三节 伦理学及工程伦理学的含义

#### 一、伦理与伦理学

#### 二、工程伦理学的含义

### 第四节 研究工程伦理学的意义及方法

#### 1、 研究工程伦理学的意义

#### 2、 研究工程伦理学的方法

### 第五节 工程伦理准则与工程师的职业伦理

#### 一、工程师个体对社会伦理秩序的影响

#### 二、工程伦理准则

#### 三、工程师的职业伦理规范

#### 四、工程师等科技人才的知识能力结构

## 第二章 伦理学与工程伦理学研究综述

**重点：**伦理学和工程伦理学的基本概念。

**难点：**工程伦理学的基本概念。

**课程思政：**激励和增强学生的使命感和社会责任感。

**教学方法与手段：**采用电子课件对知识点进行课堂讲授。

### 第一节 伦理学研究综述

#### 一、伦理学理论演进的阶段与范式

#### 二、我国伦理学研究的主题与争鸣

#### 三、我国伦理学研究的使命与展望

### 第二节 工程伦理学研究综述

#### 1. 工程伦理课题得以凸显的原因

2. 建立工程伦理学的现实基础
3. 建立工程伦理学的途径和方法
4. 工程伦理学的内容
5. 工程伦理学的基本特征
6. 狭义的工程伦理学与广义的工程伦理学

### 第三章 工程师的责任

**重点：**工程师的职业道德，工程师责任的种类。

**难点：**工程师的职业道德。

**课程思政：**树立学生诚信为本、操守为重的职业素养。

**教学方法与手段：**采用电子课件对知识点进行课堂讲授，对典型案例开展课堂讨论。

#### 第一节 工程观及其演变

- 一、工程和工程观
- 二、工程观的演变

#### 第二节 工程责任观的演变

- 一、强调公司忠诚
- 二、强调技术专家领导
- 三、强调社会责任

#### 第三节 工程技术发展与责任的关系

- 一、工程技术与责任关系的演变
- 二、相关学者观点

#### 第四节 工程师的职业道德

- 一、工程师的职业道德内涵
- 二、工程师个人职业道德发展过程
- 三、工程师职业道德标准规范之间的伦理冲突

#### 第五节 工程师责任的种类

- 一、工程师在产品安全和质量中的责任
- 二、被动性责任与主动性责任
- 三、工程师在国际环境下的责任
- 四、工程师的社会责任
- 五、工程师的责任困境及摆脱困境的途径

### 第四章 工程中的利益相关者与社会责任

**重点：**利益相关者理论，工程建设与社会责任。

**难点：**利益相关者理论。

**课程思政：**引导学生树立和而不同、以和为贵的和谐工作理念。

**教学方法与手段：**采用电子课件对知识点进行课堂讲授，对典型案例开展课堂讨论。

### 第一节 契约理论

- 一、什么是契约
- 二、契约的起源及其理论发展
- 三、订立契约的原则

### 第二节 利益相关者理论

- 一、利益相关者理论的提出
- 二、利益相关者理论的观点

### 第三节 工程及其利益相关者

- 一、工程的社会性
- 二、工程的利益相关者

### 第四节 工程建设与社会责任

- 一、工程师早期的职责
- 二、工程师的职责演变
- 三、工程师的职责演变
- 四、工程师的职责演变——由社会责任延伸到对自然与生态的责任

## 第五章 工程中的诚信与道德问题

**重点：**工程中的人道主义，工程领域的诚信规则。

**难点：**工程中的人道主义。

**课程思政：**社会主义核心价值观传递：平等、公正、敬业、诚信。

**教学方法与手段：**采用电子课件对知识点进行课堂讲授，对典型案例开展课堂讨论。

### 第一节 工程中的人道主义

- 一、人道主义的概念
- 二、工程人员应具有人道主义情怀
- 三、工程中坚持人道主义的伦理要求
- 四、工程中坚持人道主义的主要障碍

### 第二节 工程领域的诚信规则

- 一、不说假话义务
- 二、不故意隐瞒事实真相义务
- 三、最大程度上的信息公开义务
- 四、对相关信息说明解释的义务

### 第三节 工程研究中的诚信、道德和正直

- 一、工程研究中存在的伦理问题
- 二、工程研究中的伦理准则

### 第四节 工程制造与建造中的诚信与道德

- 一、工程制造与建造中的伦理问题
- 二、工程制造与建造中的伦理准则

### 第五节 工程试验中的诚信与道德

- 一、工程试验中的伦理问题
- 二、工程试验中的伦理准则

### 第六节 与商业有关的工程诚信与道德

- 一、与商业有关的工程伦理问题
- 二、与商业有关的工程伦理准则

### 第七节 工程师在公共事务中承担社会角色时的诚信与道德

- 一、工程师在公共事务中承担社会角色时的伦理问题
- 二、工程师在公共事务中承担社会角色时的伦理准则

## 第六章 工程利益相关方的博弈

**重点：**工程决策中的博弈，工程施工中的博弈，解决利益相关方之间冲突的对策。

**难点：**解决利益相关方之间冲突的对策。

**课程思政：**激发学生爱国热情，培养学生包容协作、团结尊重、推己及人的友善理念。

**教学方法与手段：**采用电子课件对知识点进行课堂讲授，对典型案例开展课堂讨论。

### 第一节 工程决策中的博弈

- 一、工程决策中的利益冲突
- 二、工程决策中的利益博弈

### 第二节 工程施工中的博弈

- 一、工程施工中的利益冲突
- 二、工程施工中的利益博弈

### 第三节 工程与商业、工程师与经理之间的博弈

- 一、工程与商业之间的博弈
- 二、工程师与经理之间的博弈

### 第四节 工程师是否应当思考工程项目的道德问题

- 一、关于工程师是否应当思考工程项目道德问题的争议
- 二、工程师应当思考工程项目道德问题的主要依据

### 第五节 社会责任与揭发

一、社会责任与忠实义务

二、揭发与背叛

#### 第六节 对雇主的忠诚与道德

一、雇主的权利与雇员的义务

二、忠诚与批评

三、忠诚与跳槽

#### 第七节 解决利益相关者之间冲突的对策

一、两个重要规则

二、两个重要的理论学说

三、道德妥协问题

### 第七章 工程与生态责任

**重点：**绿色工程，工程师的生态责任意识，可持续消费。

**难点：**可持续消费。

**课程思政：**培养学生以人为本的思想，树立为社会文明和生态文明做贡献的理想信念。

**教学方法与手段：**采用电子课件对知识点进行课堂讲授，对典型案例开展课堂讨论。

#### 第一节 工程的生态观

一、环境污染与工程的生态观密切相关

二、工程生态观的演变

三、现代工程生态观

#### 第二节 工程师的生态责任意识

一、国际规范对工程师生态责任的要求

二、可持续发展

#### 第三节 生态伦理对工程的新挑战

一、生态伦理

二、环境保护与工程伦理

三、动物解放与工程伦理

#### 第四节 绿色工程——工程发展的新方向

一、绿色工程的发展趋势

二、绿色工程的相关术语

#### 第五节 可持续消费

一、消费在工程中的作用

二、可持续消费的概念

三、实现可持续消费的途径

## 第八章 工程伦理的应用

**重点：**工程风险及规避策略，新能源材料工程的伦理问题。

**难点：**工程风险及其规避策略。

**课程思政：**培养学生热爱工作、爱岗敬业的优良品质。

**教学方法与手段：**采用电子课件对知识点进行课堂讲授，对典型案例开展课堂讨论。

### 第一节 工程风险及其规避

- 一、工程、风险与工程风险
- 二、工程的技术评估
- 三、工程的社会评估

### 第二节 基因工程的伦理问题

- 一、基因工程
- 二、基因工程的伦理问题
- 三、基因工程伦理问题的解决策略

### 第三节 信息工程的伦理问题

- 一、信息工程
- 二、信息工程的伦理问题
- 三、信息工程伦理问题的解决策略

### 第四节 土木工程的伦理问题

- 一、土木工程
- 二、土木工程的伦理问题
- 三、土木工程伦理问题的解决策略

### 第五节 储能科学与工程伦理问题

- 一、储能科学与工程
- 二、储能科学与工程的伦理问题
- 三、储能科学与工程伦理问题的解决策略

## 六、学时分配

| 教学内容 |               | 各教学环节学时分配 |    |    |    |    |    |    | 作业<br>题量 | 备注 |
|------|---------------|-----------|----|----|----|----|----|----|----------|----|
| 章节   | 主要内容          | 讲授        | 实验 | 实训 | 课外 | 讨论 | 习题 | 小计 |          |    |
| 一    | 概论            | 2         |    |    |    | 1  |    | 3  | 5        |    |
| 二    | 伦理学与工程伦理学研究综述 | 2         |    |    |    | 1  |    | 3  | 4        |    |
| 三    | 工程师的责任        | 3         |    |    |    | 1  |    | 4  | 6        |    |

|    |                |    |  |  |   |  |    |   |  |
|----|----------------|----|--|--|---|--|----|---|--|
| 四  | 工程中的利益相关者与社会责任 | 3  |  |  | 1 |  | 4  | 4 |  |
| 五  | 工程中的诚信与道德问题    | 3  |  |  | 1 |  | 4  | 3 |  |
| 六  | 工程利益相关方的博弈     | 3  |  |  | 1 |  | 4  | 5 |  |
| 七  | 工程与生态责任        | 3  |  |  | 1 |  | 4  | 5 |  |
| 八  | 工程伦理的应用        | 4  |  |  | 2 |  | 6  | 5 |  |
| 合计 |                | 23 |  |  | 9 |  | 32 |   |  |

## 七、课程教材及主要参考资料

### （一）教材

赵莉、姚立根主编. 工程伦理学（第二版）. 北京：高等教育出版社. 2021.

### （二）教学参考书

- [1] 查尔斯·E.哈里斯、迈克尔·S.普里查德、迈克尔·J.雷宾斯、雷·詹姆斯、伊莱恩·英格尔哈特著，丛杭青、沈琪、魏丽娜等译. 工程伦理：概念与案例（第五版）. 杭州：浙江大学出版社. 2018.
- [2] 刘莉主编. 工程伦理学. 北京：高等教育出版社. 2015.
- [3] 徐泉、李叶青编著. 工程伦理导论. 北京：石油工业出版社. 2019.
- [4] 肖平主编. 工程伦理导论. 北京：北京大学出版社. 2009.
- [5] 李正风、丛杭青、王前等编著. 工程伦理（第二版）. 北京：清华大学出版社. 2019.

## 八、其他说明

课程报告选取新能源材料工程中涉及工程伦理的案例，要求学生独立完成分析报告，考核学生的工程伦理意识、社会责任感、分析和解决复杂工程伦理问题的能力。

# 《普通化学》课程教学大纲

## (General Chemistry)

执笔者：何海英

审核人：赵凯

编写日期：2024 年 5 月

### 一、课程基本信息

|      |                             |       |   |
|------|-----------------------------|-------|---|
| 适用专业 | 储能科学与工程                     |       |   |
| 开课单位 | 材料科学与氢能学院                   |       |   |
| 课程类型 | 学科基础课程                      |       |   |
| 课程性质 | 必修课                         | 是否为双语 | 否 |
| 学分数  | 5 学分                        |       |   |
| 学时数  | 总学时 80，其中：实验（实训）学时 0；课外学时 0 |       |   |
| 先修课程 | 无                           |       |   |
| 后续课程 | 物理化学、材料科学基础等                |       |   |

### 二、课程简述

《普通化学》是储能科学与工程专业的一门主干必修基础课程，在专业课的学习中起着承前启后的作用，是培养储能科学与工程专业人才整体知识结构、能力结构及素质教育的重要组成部分，也是学习有关专业课程的重要基础。通过本课程教学，使学生掌握物质结构的基础理论、化学基础原理和常见元素的基本性质，并进一步了解与储能科学与工程密切相关的社会热点、科技发展、学科渗透交叉等方面的知识，使学生具有全面的基础化学素质和知识水平，培养学生从化学与物质的角度，思考和解决材料学问题的基础能力。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

（一）本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

| 毕业要求 | 指标点 | 权重 |
|------|-----|----|
|------|-----|----|

|                                                                                            |                                                                    |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---|
| 毕业要求 1.工程知识：能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和储能科学与工程专业知识结合，用于解决储氢和电化学储能技术与工程复杂的问题。                 | 指标点 1-3.具有储能科学与工程专业基础知识及其应用能力，并了解新能源行业的前沿发展现状和趋势。                  | M |
| 毕业要求 2.问题分析：能够应用能源、化学、材料、机械、工程、计算机科学和动力等学科基本原理，并通过文献研究分析储能科学与技术的复杂工程问题，采取有效的实验技术，以获得正确的结论。 | 指标点 2-1.能够应用数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术、计算机等学科知识的基本原理识别和判断材料工程问题的关键环节和参数。 | H |
| 毕业要求 8. 品德修养与职业规范：具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在储能科学与工程领域实践中遵守工程职业道德和规范，履行责任。                        | 指标点 8-4. 在储能科学与工程领域复杂工程问题实践中，具有人文社会科学素养、社会责任感，能理解工程师的职业道德和责任。      | L |
| 毕业要求 12.终身学习：具有自主学习和终身学习的意识，并有不断学习和适应发展的能力。                                                | 指标点 12-1.具有自主学习和终身学习的意识。                                           | L |

## （二）毕业要求指标点在本课程中的实现路径

- （1）教会学生初步掌握普通化学基本原理，并将其与能源材料学相关领域建立联系；
- （2）培养学生运用上述原理去解决基础化学问题的能力，培养学生对于基础化学问题进行简单分析计算的能力；
- （3）帮助学生树立初步的材料学科研究思维，使学生在知识实践及理论应用上得到重点提升。

## 四、考核方式及成绩评定

### （一）考核目标

要求学生初步掌握普通化学基本原理；要求学生对于基础化学问题能够进行简单分析计算；要求学生能够在基础化学原理在储能科学中的应用中建立联系。

### （二）考核方式

采用闭卷考试形式。

### （三）成绩评定

期末成绩占 70%，平时成绩占 30%（作业成绩占 20%；考勤成绩占 10%，缺勤一次扣 2%，迟到一次扣 1%）。

## 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

### 第一章 绪论

**重点：**了解和掌握化学在材料学中的发展及社会地位。

**难点：**掌握化学的特征和发展趋势。

**课程思政：**我国在储能技术方面的发展情况

**教学方法与手段：**学生课前预习，教师课堂讲授结合；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生分析问题、解决问题。在此基础上实行翻转课堂教学。

第1节 化学在材料科学中的重要作用；本课程的教学内容、教学要求及学习方法。

### 第二章 物质的状态

**重点：**了解和掌握气体和溶液的基本性质。

**难点：**气体的基本定律和溶液的依数性。

**课程思政：**气体定律发现的历史

**教学方法与手段：**学生课前预习，教师课堂讲授结合；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生分析问题、解决问题。在此基础上实行翻转课堂教学。

第1节 理想气体定律，气体的分压定律。

第2节 气体的液化（临界现象），液体的蒸发（蒸气压），液体的凝固（固体的熔化），水的相图。

第3节 溶液的浓度和溶解度，溶液的依数性。

### 第三章 化学热力学基础

**重点：**理解四个状态函数概念

**难点：**反应焓和反应自由能的计算

**课程思政：**我国原子弹、氢弹爆炸试验的圆满成功

**教学方法与手段：**学生课前预习，教师课堂讲授结合；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生分析问题、解决问题。在此基础上实行翻转课堂教学。

第1节 反应热的测量

第2节 焓与焓变

第3节 热化学方程式

第4节 热化学定律

第5节 生成焓、键焓

第6节 熵

第7节 吉布斯自由能及应用

#### 第四章 化学平衡

**重点：**浓度、分压、总压和温度对化学平衡的影响

**难点：**化学平衡的计算

**课程思政：**满招损、谦得益

**教学方法与手段：**学生课前预习，教师课堂讲授结合；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生分析问题、解决问题。在此基础上实行翻转课堂教学。

##### 第1节 化学平衡的建立及特征

##### 第2节 化学平衡常数与吉布斯自由能

##### 第3节 多重平衡

##### 第4节 化学平衡的移动

#### 第五章 化学动力学基础

**重点：**反应速率概念

**难点：**化学反应速率理论

**课程思政：**透过现象看本质

**教学方法与手段：**学生课前预习，教师课堂讲授结合；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生分析问题、解决问题。在此基础上实行翻转课堂教学。

##### 第1节 反应速率的意义

##### 第2节 浓度与反应速率

##### 第3节 反应级数

##### 第4节 温度与反应速率

##### 第5节 反应机理

##### 第6节 催化

#### 第六章 酸碱平衡

**重点：**弱电解质溶液中的电离平衡

**难点：**弱电解质溶液中的电离平衡的计算、缓冲液 pH 的计算

**课程思政：**酸碱平衡与人体健康

**教学方法与手段：**学生课前预习，教师课堂讲授结合；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生分析问题、解决问题。在此基础上实行翻转课堂教学。

##### 第1节 酸碱质子理论

##### 第2节 水的自耦电离平衡

##### 第3节 弱酸弱碱电离平衡

##### 第4节 酸碱电离平衡的移动

##### 第5节 缓冲溶液

## 第七章 沉淀溶解平衡

**重点：**沉淀溶解平衡的计算及应用

**难点：**难溶物的溶解平衡计算、溶度积规则

**课程思政：**我国著名的喀斯特地貌，保护祖国河山

**教学方法与手段：**学生课前预习，教师课堂讲授结合；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生分析问题、解决问题。在此基础上实行翻转课堂教学。

### 第1节 难溶电解质的溶解度和溶度积

### 第2节 沉淀的生成

### 第3节 沉淀的溶解

### 第4节 沉淀的转化

### 第2节 分步沉淀

## 第八章 氧化还原反应 电化学

**重点：**氧化还原反应方程式的配平和能斯特方程式的有关计算

**难点：**能斯特方程式的应用

**课程思政：**佛山市氢能汽车，国家发展储能产业

**教学方法与手段：**学生课前预习，教师课堂讲授结合；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生分析问题、解决问题。在此基础上实行翻转课堂教学。

### 第1节 氧化数与氧化还原方程式

### 第2节 电池的电动势和电极电势

### 第3节 标准电极电势和氧化还原平衡

### 第4节 电极电势的间接计算

### 第5节 浓度对电极电势的影响——能斯特方程

### 第6节 由电势测定求 $K_{sp}$ 或 pH

### 第7节 化学电源

## 第九章 原子结构

**重点：**确定基态原子电子组态的构造原理，建立元素周期律、周期系、周期表、周期性的基本概念。

**难点：**原子轨道和电子云

**课程思政：**认识事物的本质

**教学方法与手段：**学生课前预习，教师课堂讲授结合；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生分析问题、解决问题。在此基础上实行翻转课堂教学。

### 第1节 经典核原子模型的建立与量子力学概念的提出

### 第2节 氢原子光谱和波尔氢原子理论

### 第3节 微观粒子特性及其运动规律

第4节 氢原子的量子力学模型

第5节 多电子原子结构与周期律

第6节 元素基本性质的周期性变化规律

## 第十章 化学键与分子结构

**重点：**共价键理论和分子间力

**难点：**价层电子对互斥模型和分子轨道模型

**课程思政：**我国原子弹、氢弹的研发过程，增强学生国家荣誉感与民族自信

**教学方法与手段：**学生课前预习，教师课堂讲授结合；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生分析问题、解决问题。在此基础上实行翻转课堂教学。

第1节 离子键理论

第2节 经典路易斯学说

第3节 价键理论

第4节 分子轨道理论

第5节 价层电子对互斥理论

第6节 分子的极性

第7节 金属键理论

第8节 分子间作用力和氢键

## 第十一章 晶体与晶体结构

**重点：**晶体的结构与物质性质的关系

**难点：**晶体基本类型、结构及特点

**课程思政：**科学的研究要求探索精神

**教学方法与手段：**学生课前预习，教师课堂讲授结合；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生分析问题、解决问题。在此基础上实行翻转课堂教学。

第1节 晶体的特征

第2节 晶体结构的周期性

第3节 晶体的基本类型及其结构

第4节 晶体的缺陷

## 第十二章 配位化合物

**重点：**配合物的价键理论和配位平衡的移动及其有关计算

**难点：**晶体场理论

**课程思政：**保护我国稀土资源

**教学方法与手段：**学生课前预习，教师课堂讲授结合；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生分析问题、解决问题。在此基础上实行翻转课堂教学。

第1节 配位化合物及其组成  
 第2节 配合化合物的类型和命名  
 第3节 配位化合物的异构现象  
 第4节 配位化合物的价键理论  
 第5节 晶体场理论  
 第6节 配位平衡及其平衡常数  
 第7节 配位平衡的移动  
 第8节 配位化合物的应用

### 第十三章 元素化学

**重点：**元素性质及变化规律

**难点：**常见元素的特有性质及性质和结构的关系

**课程思政：**我国在半导体领域的发展与技术突破

**教学方法与手段：**学生课前预习，教师课堂讲授结合；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生分析问题、解决问题。在此基础上实行翻转课堂教学。

第1节 s 区元素

第2节 p 区元素

第3节 d 区元素

第4节 f 区元素

## 六、学时分配

| 教学内容 |         | 各教学环节学时分配 |        |        |        |        |        |        | 作业<br>题量 | 备注 |
|------|---------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|----|
| 章节   | 主要内容    | 讲<br>授    | 实<br>验 | 实<br>训 | 课<br>外 | 讨<br>论 | 习<br>题 | 小<br>计 |          |    |
| 1    | 绪论      | 1         |        |        |        |        | 0      | 1      | 0        |    |
| 2    | 物质的状态   | 4         |        |        |        |        | 0      | 4      | 2-4      |    |
| 3    | 化学热力学基础 | 4         |        |        |        |        | 1      | 5      | 2-4      |    |
| 4    | 化学平衡    | 4         |        |        |        |        | 1      | 5      | 2-4      |    |
| 5    | 化学动力学基础 | 4         |        |        |        |        | 1      | 5      | 2-4      |    |
| 6    | 酸碱平衡    | 5         |        |        |        |        | 1      | 6      | 2-4      |    |

|    |            |    |  |  |  |  |    |    |       |  |
|----|------------|----|--|--|--|--|----|----|-------|--|
| 7  | 沉淀溶解平衡     | 4  |  |  |  |  | 1  | 5  | 2-4   |  |
| 8  | 氧化还原反应与电化学 | 8  |  |  |  |  | 1  | 9  | 2-4   |  |
| 9  | 原子结构       | 11 |  |  |  |  | 1  | 12 | 2-4   |  |
| 10 | 化学键与分子结构   | 11 |  |  |  |  | 1  | 12 | 2-4   |  |
| 11 | 晶体与晶体结构    | 2  |  |  |  |  | 0  | 2  | 2-4   |  |
| 12 | 配位化合物      | 8  |  |  |  |  | 1  | 9  | 0     |  |
| 13 | 元素化学       | 4  |  |  |  |  | 1  | 5  | 2-4   |  |
| 合计 |            | 70 |  |  |  |  | 10 | 80 | 22-44 |  |

## 七、课程教材及主要参考资料

### （一）大纲教材：

华彤文, 王颖霞, 卞江, 陈景祖. 普通化学原理 (第 4 版). 北京: 北京大学出版社, 2013。

### （二）教学参考书：

[1] 宋天佑主编. 无机化学 (第四版). 北京: 高等教育出版社, 2019 年。

[2] 傅献彩主编. 大学化学 (第二版). 北京: 高等教育出版社, 2019 年。

## 八、其他说明

无。

# 《有机化学》课程教学大纲

## (Organic Chemistry)

执笔者：陈宛涓

审核人：赵凯

编写日期：2024 年 5 月

### 一、课程基本信息

|      |                                  |       |     |
|------|----------------------------------|-------|-----|
| 适用专业 | 储能科学与工程                          |       |     |
| 开课单位 | 材料科学与氢能学院                        |       |     |
| 课程类型 | 专业学科基础课程                         |       |     |
| 课程性质 | (必修课)                            | 是否为双语 | (否) |
| 学分数  | 4 学分                             |       |     |
| 学时数  | 总学时 64, 其中: 实验(实训) 0 学时; 课外 0 学时 |       |     |
| 先修课程 | 《普通化学》                           |       |     |
| 后续课程 | 有机化学实验、储能材料合成与制备、科研训练、毕业论文       |       |     |

### 二、课程简述

《有机化学》是一门研究有机化合物的基础学科,是储能科学与工程专业的必修专业基础课之一。本课程主要介绍各类有机化合物的命名、结构特征、物理性质、化学性质、用途、来源和制备方法;各类官能团的特性,取代反应等各种类型有机反应的反应原理、反应条件及其影响因素、应用范围;简单的有机合成;有机化合物的分离鉴定等。通过对本课程的学习,使学生对有机化学的内容有比较系统的了解,掌握有机化学的基本理论和基础知识,培养学生分析问题、解决问题的能力,为学生进一步学好后续相关课程打下坚实基础。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

(一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

#### 本课程所支撑(达成)的毕业要求

| 毕业要求                           | 指标点                              | 支撑度 |
|--------------------------------|----------------------------------|-----|
| 毕业要求 1. 工程知识: 能够将数学、物理、工艺设计、工程 | 指标点 1-2. 能够运用相关的工程基础和专业知识辨别材料生产中 | H   |

|                                                                                                                     |                                                                    |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---|
| 科学、计算机科学和储能科学与工程专业知识结合，用于解决储氢和电化学储能技术与工程复杂的问题。                                                                      | 出现的技术、工艺、质量等问题。                                                    |   |
| 毕业要求 2. 问题分析：能够应用能源、化学、材料、机械、工程、计算机科学和动力等学科基本原理，并通过文献研究分析储能科学与技术的复杂工程问题，采取有效的实验技术，以获得正确的结论。                         | 指标点 2-1. 能够应用数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术、计算机等学科学的基本原理识别和判断材料工程问题的关键环节和参数。 | H |
| 毕业要求 3. 设计/开发解决方案：能够针对储能科学与技术领域的复杂工程问题，提出解决方案，设计满足企业生产实践中工艺设计、科技开发、工程技术的需求，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。 | 指标点 3-2. 能够对解决方案的可行性进行初步分析与论证。                                     | M |
| 毕业要求 4. 研究：能够基于科学原理并采用科学方法对储能科学与工程领域的复杂问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。                                      | 指标点 4-3. 能够选用或搭建实验装置安全开展实验并正确采集数据。                                 | M |
|                                                                                                                     | 指标点 4-4. 能够对实验结果进行分析和解释，并通过信息综合得到合理有效的结论。                          | M |
| 毕业要求 6. 工程与社会：能够基于储能科学与工程背景知识进行合理分析，评价专业工程实践和复杂工程问题，提出解决针对社会、健康、安全、法律以及文化影响的方案，并理解应承担的责任。                           | 指标点 6-2. 能够评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。       | M |
| 毕业要求 12. 终身学习：具有自主学习和终身学习的意识，并有不断学习和适应发展的能力。                                                                        | 指标点 12-1. 具有自主学习和终身学习的意识。                                          | M |

## （二）毕业要求指标点在本课程中的实现路径

通过本门课程学习，掌握的主要知识与理论：主要有机化合物的命名、结构、物理性质和主要化学反应及其应用；分析主要有机化合物的分子结构与反应性能之间的关系；了解典型的有机反应历程以及反应环境条件的影响作用。了解与专业有关的重要生物物质和合成产物的基本化学知识。基于有机化学基本原理和基本反应，结合数学、物理、工艺设计、工程科

学、计算机科学等知识，采用科学方法对材料、能源、化学和化工等领域的复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效有机合成反应的结论。同时能够利用有机化学反应原理，针对材料行业实践所出现的问题，提出化学制备与合成的复杂工程问题的解决方案，设计满足企业生产实践的工艺设计、科技开发、工程技术、科学研究的需求，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。改革教学方法，积极调动学生主观能动性，培养学生自主学习和终身学习的能力和意识。

#### 四、考核方式及成绩评定

##### （一）考核目标

目标一、掌握有机化学相关基础知识和基本技能，具备有机合成反应的基本理论及工程技术水平。

目标二、熟悉有机化学合成与制备技术及现代分析测试表征技术专业理论知识。

目标三、具有材料、化学、化工、能源等相关领域从事工艺设计、科技开发、工程技术、科学研究及相关管理等方面的工作能力。

##### （二）考核方式

采用闭卷考试。考试内容以所授课程内容为主。

##### （三）成绩评定

考试成绩占总评成绩 70%，平时成绩（包括平时上课考勤情况，课堂讨论情况，作业完成情况、随堂小测成绩等）占总评成绩 30%。

#### 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

##### 第一章 绪论

**重点：**有机化合物中的共价键；有机分子的构造和构型；有机化合物的物理性质和化学性质。

**难点：**碳原子的杂化轨道与成键方式；共价键的断裂方式。

**课程思政：**培养学习兴趣和科学热情。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

##### 第一节 有机化学发展概况

##### 第二节 有机化合物的结构

##### 第三节 有机化合物的性质

课程思政设计：以有机化学的发展历程为引子，要求学生根据自身具备的知识探讨生活中和自然界中有关有机化学的利用和认识的典型实例，使学生体会到人类的科学认知是一项在实践中产生的能动、复杂并能体现出人类变革世界的活动。由此可见，科学的发展是一个循序渐进的历程，不可能一蹴而就。通过针对有机化学发展的相关探讨，使学生更加坚信科学的伟大力量，也

以此激励学生在学习和生活的过程中不断沉淀和积累，遵循科学发展的规律，认识事物，在科研中由浅入深地探索科学的本质。

## 第二章 饱和烃（烷烃）

**重点：**烷烃的中英文 IUPAC 命名法、化学性质以及自由基取代反应。

**难点：**IUPAC 命名法；自由基取代反应。

**课程思政：**不畏艰难、上下求索。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

### 第一节 烷烃的结构

### 第二节 烷烃的命名

### 第三节 烷烃的物理性质

### 第四节 烷烃的化学性质

### 第五节 自由基取代反应

### 第六节 烷烃的构象\*

### 第七节 构象分析\*

### 第八节 重要化合物

课程思政设计：甲烷的氯化反应，通过反应活化能判断反应的速控步骤，理解多步骤反应中活化能较高的步骤将直接影响整个反应的进行速度。可以启发学生，生活中也会遇到较难达成的目标，某种程度上也是活化能过高，只有通过实践克服阻碍，才有希望达成目标，以此鼓励学生不畏艰难、上下求索。

## 第三章 不饱和烃

**重点：**不饱和烃的 IUPAC 命名和化学性质。

**难点：**亲电加成反应机理；次序规则；马氏规则；反马氏规则。

**课程思政：**现象认识事物的本质，同时辩证地思考现象与本质之间的对立统一关系。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

### 第一节 烯烃

#### 一、烯烃的结构和命名

#### 二、顺反异构及构型表示法

#### 三、烯烃的物理性质

#### 四、烯烃的化学性质

### 第二节 炔烃

## 一、炔烃的结构和命名

## 二、炔烃的物理性质

## 三、炔烃的化学性质

### 第三节 双烯烃

## 一、共轭二烯烃的结构

## 二、共轭体系和共轭效应

## 三、共轭二烯烃的反应

课程思政设计：提出研讨问题：为什么烯烃的稳定性规律与亲电加成活性规律是一致的。引导学生在科学研究实践中把现象作为入门的导向，通过现象认识事物的本质，同时辩证地思考现象与本质之间的对立统一关系。

## 第四章 环 烃

**重点：**脂环烃和芳香烃的命名；苯环上的亲电取代反应及其反应历程；亲电取代反应的定位规律及其应用。用电子效应解释苯环上亲电取代反应的定位规律。芳香性的判据。

**难点：**亲电取代反应历程；定位效应与定位规律。

**课程思政：**理解化学安全的重要性，提高社会责任感。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

### 第一节 脂环烃

## 一、脂环烃的分类和命名

## 二、脂环烃的物理性质

## 三、脂环烃的化学性质

## 四、脂环烃环烷烃的环张力和稳定性

### 第二节 单环芳烃

## 一、苯的结构

## 二、单环芳香烃的异构和命名

## 三、单环芳烃的物理性质

## 四、单环芳烃的化学性质

### 第三节 稠环芳烃\*

## 一、萘

## 二、蒽和菲

### 三、其他稠环芳香烃

#### 第四节 非苯芳烃

##### 一、休克尔 $4n+2$ 规则

##### 二、轮烯

课程思政设计：在学习芳香烃性质应用时，让学生讨论芳香烃衍生物的实验室合成条件及工业化生产条件的不同，演示江苏省盐城市某工业园区苯化学储罐发生爆炸事故现场，讨论合成条件及安全防护，学生既掌握理论知识，又间接理解化学安全的重要性，提高社会责任感。

### 第五章 旋光异构

**重点：**旋光异构现象。对映异构体及非对映异构体的构型及其表示方法。手性的意义。对手性分子，主要讲含手性碳原子的化合物。

**难点：**RS 构型表示法。

**课程思政：**培养学生严谨求实的科学精神

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

#### 第一节 旋光性和比旋光度

##### 一、旋光性

##### 二、比旋光度

#### 第二节 手征性分子和旋光异构体

##### 一、对称性和手性

##### 二、对映体

##### 三、手性分子和手性因素

#### 第三节 构型的确定和构型的表示方法

##### 一、费歇尔（Fischer）投影式

##### 二、相对构型和 DL 表示法

##### 三、绝对构型和 RS 表示法

##### 四、构型和旋光性的关系

#### 第四节 旋光异构体的数目和内消旋体

##### 一、含两个不同手性碳原子的化合物的旋光异构体

##### 二、含两个相同手性碳原子的化合物的旋光异构体

##### 三、外消旋体的拆分

## 第五节 烯烃亲电加成的立体化学

课程思政设计：在教授左旋体和右旋体的知识时，可以将著名的“海豹儿”药物致畸事件讲述给学生听，其主要是由于“反应停”——沙立度胺药物作用所引起，为了阻止孕妇呕吐的一种药物。但由于该药物存在左右旋体，其中右旋对映异构体(R 体)具有镇静、安眠作用，而左旋对映异构体(S 体)不仅无药理作用，反而有致畸胎作用，进而导致了“海豹儿”事件的发生。讲述此类重大事件，可以让学生对左右旋体有进一步的理解，知道不同手性的同种物质化学性质和用途有所不同，借此还可以提高在科研研究中应该保持严谨求实的态度的意识。

## 第六章 卤代烃

**重点：**卤代烃的亲核取代反应历程和消除反应历程。从碳正离子的稳定性来说明 SN1 和 E1 反应历程中的分子重排。从  $p-\pi$  共轭和中间体的稳定性来说明不同卤代烃的化学活性。空间立体效应。

**难点：**亲核取代反应和消除反应中的立体化学；影响亲核取代反应和消除反应的因素。

**课程思政：**培养学生科学精神

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

### 第一节 卤代烷

一、卤代烷结构和命名

二、卤代烷的物理性质

三、卤代烷的化学性质

四、亲核取代反应

五、消除反应

六、亲核取代反应中的立体化学

七、消除反应中的立体化学

### 第二节 卤代烯烃和卤代芳烃

一、卤代烯烃和卤代芳烃的分类

二、乙烯基型和芳基型卤代烃

三、环丙基型和芳基型卤代烃

四、重要的化合物

课程思政设计：卤代烃的亲核取代与消除反应可以说明矛盾的对立与统一。

## 第八章 醇、酚、醚

**重点：**醇酚醚的结构特点与化学性质。多官能团化合物的命名。醇酚醚的化学鉴别方法。醇酚醚的制备方法。

**课程思政：**培养学生科学精神。

**难点：**醇的亲核取代和消除反应机理；醚键的断裂。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

### 第一节 醇

#### 一、醇的结构、分类和命名

#### 二、醇的性质

#### 三、重要的醇

### 第二节 酚

#### 一、酚的分类和命名

#### 二、酚的结构

#### 三、酚的性质

#### 四、重要的酚

### 第三节 醚

#### 一、醚的分类和命名

#### 二、醚的性质

#### 三、环醚\*

课程思政设计：醇酚醚的结构与性质引出官能团异构现象，引导学生思考内因与外因的辩证关系。

## 第九章 醛、酮、醌

**重点：**羰基的结构和化学性质（亲核加成反应；氧化还原反应； $\alpha$ -活泼氢的反应等）。

**难点：**醛酮的亲核加成反应历程与立体化学。

**课程思政：**培养学生的爱国精神和科学精神。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

### 第一节 醛和酮

#### 一、醛酮的结构和命名

#### 二、醛酮的物理性质

#### 三、醛酮的化学性质

#### 四、羰基加成反应的立体化学

#### 五、重要的醛酮化合物

### 第二节 醌\*

#### 一、醌的结构和命名

#### 二、对苯醌的化学性质

课程思政设计：以中国人名命名的第一个有机反应“黄鸣龙还原法”(Kishner-Wolff-黄鸣龙)的贡献者黄鸣龙先生在海外学成之后冲破美国政府的重重阻挠，投身祖国建设，培养学生的爱国精神。

## 第十章 羧酸和取代酸

**重点：**羧酸的命名与化学性质。取代酸的命名与化学性质；取代基对羧酸酸性的影响规律。

**难点：**取代基对羧酸酸性的影响规律。

**课程思政：**培养学生科学精神。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

### 第一节 羧酸

#### 一、羧酸的结构和命名

#### 二、羧酸的物理性质

#### 三、羧酸的化学性质

#### 四、重要的羧酸

### 第二节 羟基酸

### 第三节 羧基酸

课程思政设计：羧酸与酮还原的对比，引导学生思考结构决定性质，内因与外因的辩证关系。

## 第十一章 羧酸衍生物

**重点：**羧酸衍生物的命名与化学性质。

**难点：**羧酸衍生物的亲核取代反应机理，羧酸衍生物反应活性的顺序及解释。

**课程思政：**培养学生爱国精神和科学精神。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

### 第一节 羧酸衍生物

#### 一、羧酸衍生物的结构和命名

#### 二、羧酸衍生物的物理性质

#### 三、羧酸衍生物的化学性质

#### 四、酰基亲核取代反应机理

#### 五、重要的羧酸衍生物

课程思政设计：在讲述有机化学中的羧酸衍生物中的羰基还原知识点时，着重讲述我国著名的有机化学家黄鸣龙对此反应改进后的突出贡献。介绍这些化学家们的优秀事迹，不仅会激起学生们的爱国热情，而且还能提高学习兴趣，增强学习动力，起到提高学生的民族自尊心和自豪感，增强文化自信的作用。

## 第十二章 含氮化合物

**重点：**胺的结构和化学性质。胺的碱性强弱顺序比较。芳香重氮盐着重于生成重氮盐的条件及其在合成上的应用。不同结构胺的化学鉴别。

**难点：**重氮盐在有机合成中的应用。

**课程思政：**理解化学安全的重要性。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

### 第一节 胺

#### 一、胺的分类、命名和结构

二、胺的物理性质

三、胺的化学性质

四、重要化合物

第二节 其他含氮化合物

一、硝基化合物

二、重氮盐和偶氮化合物

三、腈和异腈\*

课程思政设计：讲解重氮盐的合成过程时，设计情境案例“江苏联化科技有限公司重氮盐爆炸事故造成 8 人死亡”的爆炸现场图片，引导学生思考，促使学生对爆炸的起因、反应机理、安全保障进行讨论、交流。以情境体验式融入生产安全、生命至上的理念，显性引导学生在进行化学实验乃至以后从事化工生产工作时始终将规范操作和生命安全放在首位。

## 第十七章 杂环化合物及生物碱

**重点：**五元和六元杂环的结构特点和芳香性，亲电取代反应活性及定位效应。

**难点：**杂环化合物亲电取代反应的定位规律

**课程思政：**培养学生正确的“三观”和职业道德感。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

第一节 杂环化合物

一、杂环化合物的分类和命名

二、杂环化合物的结构与芳香性

三、杂环化合物的化学性质

四、重要杂环化合物

第二节 生物碱

一、生物碱概述

二、生物碱选述\*

课程思政设计：含氮杂环化合物引出“三聚氰胺”毒奶粉事件，培养学生正确的“三观”和职业道德感。

## 六、学时分配

| 教学内容 |      | 各教学环节学时分配 |        |        |        |        |        |        | 作业<br>题量 | 备注 |
|------|------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|----|
| 章节   | 主要内容 | 讲<br>授    | 实<br>验 | 实<br>训 | 课<br>外 | 讨<br>论 | 习<br>题 | 小<br>计 |          |    |

|    |        |    |  |  |  |   |    |    |    |  |
|----|--------|----|--|--|--|---|----|----|----|--|
| 一  | 绪论     | 2  |  |  |  |   |    | 2  |    |  |
| 二  | 饱和烃    | 4  |  |  |  |   | 1  | 5  | 2  |  |
| 三  | 不饱和烃   | 4  |  |  |  |   | 1  | 5  | 2  |  |
| 四  | 环烃     | 4  |  |  |  |   | 1  | 5  | 2  |  |
| 五  | 卤代烃    | 4  |  |  |  |   | 1  | 5  | 2  |  |
| 六  | 旋光异构   | 6  |  |  |  | 1 | 1  | 8  | 1  |  |
| 八  | 醇、酚、醚  | 6  |  |  |  |   | 1  | 7  | 2  |  |
| 九  | 醛、酮、醌  | 7  |  |  |  |   | 1  | 8  | 2  |  |
| 十  | 羧酸及取代酸 | 2  |  |  |  |   | 1  | 3  | 2  |  |
| 十一 | 羧酸衍生物  | 4  |  |  |  |   | 1  | 5  | 2  |  |
| 十二 | 含氮化合物  | 5  |  |  |  |   | 1  | 6  | 2  |  |
| 十七 | 杂环化合物  | 2  |  |  |  |   | 1  | 3  | 1  |  |
|    | 总复习    | 2  |  |  |  |   |    | 2  |    |  |
| 合计 |        | 52 |  |  |  | 1 | 11 | 64 | 23 |  |

## 七、课程教材及主要参考资料

### （一）教材

李景宁，杨定乔，等编. 有机化学（上）. ISBN: 9787040501643. 北京：高等教育出版社，2018，第六版.

李景宁，杨定乔，等编. 有机化学（下）. ISBN: 9787040509014. 北京：高等教育出版社，2018，第六版.

### （二）教学参考书

[1] 邢其毅，裴伟伟，徐瑞秋，等编. 基础有机化学. ISBN:9787301291337. 北京：高等教育出版社，2017，第四版.

[2] 裴伟伟，裴坚. 基础有机化学习题解析. ISBN:9787301291337. 北京：高等教育出版社，2018，第四版.

## 八、其他说明

无

# 《物理化学》课程教学大纲

(Physical Chemistry)

执笔者：常萌蕾、李俊

审核人：赵凯

编写日期：2024 年 5 月

## 一、课程基本信息

|      |                                  |       |     |
|------|----------------------------------|-------|-----|
| 适用专业 | 储能科学与工程专业                        |       |     |
| 开课单位 | 材料科学与氢能学院                        |       |     |
| 课程类型 | 专业学科基础课程                         |       |     |
| 课程性质 | (必修课)                            | 是否为双语 | (否) |
| 学分数  | 6 学分                             |       |     |
| 学时数  | 总学时 96, 其中: 实验(实训) 0 学时; 课外 0 学时 |       |     |
| 先修课程 | 《高等数学》、《大学物理》、《普通化学》、《有机化学》      |       |     |
| 后续课程 | 《物理化学实验》、《物理化学选论》                |       |     |

## 二、课程简述

《物理化学》是材料、化学科学的一个重要分支学科,是材料化学、材料科学与工程、新能源材料与器件、储能科学与工程专业学生必修的学科基础课程。它借助于数学、物理学等基础科学的理论及实验方法,从物质的物理现象和化学现象的联系入手,研究化学反应的规律在科研、生产生活实践中的应用。学生通过该课程的学习,不仅可以掌握有关化学反应的方向和限度,化学反应的能量改变,化学反应的平衡组成,化学反应的机理和速率,多相平衡体系及界面特征等方面的知识。通过课程的各个教学环节逐步培养学生的抽象思维能力和逻辑推理能力。该课程将为各专业学生后继专业课的提高学习提供重要的理论基础,也为他们今后从事储能材料的合成,工程开发,新的工艺过程设计等起重要指导作用。

## 三、本课程所支撑的毕业要求

(一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

### 本课程所支撑(达成)的毕业要求

| 毕业要求                                        | 指标点                                    | 支撑度 |
|---------------------------------------------|----------------------------------------|-----|
| 毕业要求 1. 工程知识: 能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和储能科学 | 指标点 1-1. 能够将储能科学与工程的基本概念运用到工程问题的恰当表述中。 | H   |

|                                                                                                                      |                                                      |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---|
| 与工程专业知识结合,用于解决储氢和电化学储能技术与工程复杂的问题。                                                                                    | 指标点 1-3. 具有储能科学与工程专业基础知识及其应用能力,并了解新能源行业的前沿发展现状和趋势。   | H |
|                                                                                                                      | 指标点 1-4. 能够运用数学、自然科学、工程基础和专业基础知识解决复杂新能源材料与器件工程问题。    | L |
| 毕业要求 2. 问题分析: 能够应用能源、化学、材料、机械、工程、计算机科学和动力等学科基本原理,并通过文献研究分析储能科学与技术的复杂工程问题,采取有效的实验技术,以获得正确的结论。                         | 指标点 2-3. 能够正确表述一个工程问题解决方案并分析其合理性,采取有效的实验技术,以获得有效的结论。 | M |
| 毕业要求 3. 设计/开发解决方案: 能够针对储能科学与技术领域的复杂工程问题,提出解决方案,设计满足企业生产实践中工艺设计、科技开发、工程技术的需求,并能够在设计环节中体现创新意识,考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。 | 指标点 3-2. 能够对解决方案的可行性进行初步分析与论证。                       | L |
| 毕业要求 4. 研究: 能够基于科学原理并采用科学方法对储能科学与工程领域的复杂问题进行研究,包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。                                      | 指标点 4-2. 能够基于专业理论设计针对材料、器件、系统特定需求制定研发的可行实验方案。        | M |

## (二) 毕业要求指标点在本课程中的实现路径

毕业要求 1 工程知识: 通过讲授热力学、化学平衡、电化学、动力学的基本原理,将数学、物理、工艺设计、工程科学和储能科学与工程专业知识结合,掌握材料的制备与改性过程中化学反应的方向和限度,了解材料的成分、结构(组成)、性能之间的关系对化学反应影响及控制步骤,并能够应用于材料工程问题的分析中基本原理,掌握电池的电化学性质及材料之间的储能机理,了解电化学能量存储器件对当下能源应用起着至关重要的作用,并能够根据具体的工程实践做出适当的选择。

毕业要求 2. 问题分析: 能够应用数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术等科学的基本原理,掌握中外文资料查询、文献检索以及运用现代信息技术获取相关信息的基本方法,并通过文献研究分析储能科学与工程的复杂工程问题;掌握储能科学与工程相关材料制备(或合成)、材料加工、材料结构与性能测定等方面的物理化学基础知识、基本原理和基本实验技能。

毕业要求 3 设计/开发解决方案：通过相平衡学习能够针对金属材料在制备与合成的复杂工程问题提出解决方案，通过电化学部分学习，设计满足电池等新能源企业生产实践中工艺设计、科技开发、工程技术的需求，确定具体的研发目标。

毕业要求 4 研究：基于物理化学的基本原理，通过作业，要求学生针对材料制备与应用中的具体问题课外查阅文献，收集相关资料，撰写调查报告，提出针对材料特定需求进行研发的可行实验方案。

#### 四、考核方式及成绩评定

##### （一）考核目标

在考核学生对物理化学基本知识、基本原理和方法的基础上，重点考核学生的分析能力以及对知识的综合应用能力。

##### （二）考核方式

采用闭卷考试。考试内容以所授课内容为主。

##### （三）成绩评定

考试成绩占总评成绩 70%，平时成绩（包括平时上课考勤情况，课堂讨论情况，作业完成情况、随堂小测成绩等）占总评成绩 30%。

#### 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

##### 第一章 热力学第一定律

**重点：**热力学第一定律 可逆过程 热化学

**难点：**可逆过程 状态函数 焓 基尔霍夫定律

**课程思政：**培养学生学习兴趣和科学精神

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

讲授内容：

##### 第 1.1 节 热力学概论

##### 第 1.2 节 热平衡和热力学第零定律——温度的概念

##### 第 1.3 节 热力学的一些基本概念

一、系统与环境

二、系统的性质

三、热力学平衡态

四、状态函数

五、状态方程

## 六、过程很途径

## 七、热和功

### 第 1.4 节 热力学第一定律

### 第 1.5 节 准静态过程与可逆过程

#### 一、功与过程

#### 二、准静态过程

#### 三、可逆过程

### 第 1.6 节 焓

### 第 1.7 节 热容

### 第 1.8 节 热力学第一定律对理想气体的应用

### 第 1.9 节 Carnot 循环

### 第 1.10 节 Joule-Thomson 效应

### 第 1.11 节 热化学

#### 一、化学反应的热效应——等压热效应与等容热效应

#### 二、反应进度

#### 三、标准摩尔焓变

### 第 1.12 节 Hess 定律

### 第 1.13 节 几种热效应

### 第 1.14 节 反应焓变与温度的关系

课程思政设计：介绍物理化学史的演变过程，历代伟大物理化学家的巨大贡献，培养学生的学习兴趣和科学热情。

本章具体要求：

- 1、了解热力学的一些基本概念；
- 2、了解热力学第一定律和内能的概念，掌握功与热正负号的取号惯例；理解准静态过程和可逆过程的意义；
- 3、掌握状态函数的特性， $U$  和  $H$  都是状态函数；
- 4、掌握热力学第一定律计算理想气体在等温、等压、绝热等过程中的  $\Delta U$ 、 $\Delta H$ 、 $Q$  及  $W$ ；

5、掌握生成焓、燃烧焓来计算化学反应热。掌握使用赫斯定律和基尔霍夫定律；

6、理解卡诺循环的意义以及理想气体在几种过程中热、功的计算。

## 第二章 热力学第二定律 .....

**重点：**热力学第二定律 熵变的计算  $\Delta G$  的计算

**难点：**熵的概念 克劳修斯不等式 亥姆霍兹自由能和吉布斯自由能

**课程思政：**引导学生正确人生态度 节约能源和保护环境

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

讲授内容：

第 2.1 节 自发变化的共同特征

第 2.2 节 热力学第二定律

第 2.3 节 Carnot 定理

第 2.4 节 熵的概念

第 2.5 节 Clausius 不等式与熵增加原理

第 2.6 节 热力学基本方程

第 2.7 节 熵变的计算

一、等温过程中熵的变化值

二、非等温过程中熵的变化值

第 2.8 节 熵和能量的退降

第 2.9 节 热力学第二定律的本质

第 2.10 节 Helmholtz 和 Gibbs 自由能

第 2.11 节 变化的方向与平衡条件

第 2.12 节  $\Delta G$  的计算示例

一、等温物理变化中的  $\Delta G$

二、化学反应等温式

第 2.13 节 几个热力学函数间的关系

第 2.14 节 热力学第三定律与规定熵

课程思政设计：在讲授自发过程的不可逆时，把人生比喻为某种意义上的自发过程，解说自然规律，激励学生思考人生意义和个人的人生选择，鼓励积极的人生态度。在讲授熵增加原理时，

通过熵增的不可逆性，解释节约能源保护环境的重要性。

本章具体要求：

- 1、了解热力学第二定律的意义，了解自发过程的共同特征；
- 2、理解克劳修斯不等式的重要性。掌握热力学函数  $U$ 、 $H$ 、 $S$ 、 $F$ 、 $G$  的定义，理解其物理意义；
- 3、理解  $\Delta G$  在特殊条件下的物理意义，判别变化的方向和平衡条件；
- 4、掌握一些简单过程中  $\Delta S$ 、 $\Delta H$  和  $\Delta G$  的计算，以及如何利用范霍夫等温式来判别化学变化的方向；
- 5、能运用吉布斯-亥姆霍兹公式和克劳修斯-克拉贝龙方程计算；

### 第三章 多组分系统热力学及其在溶液中的应用

**重点：**拉乌尔定律 亨利定律 稀溶液的依数性

**难点：**偏摩尔量 化学势 理想溶液

**课程思政：**科学文化修养 科学的世界观和方法论 自主学习能力

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

讲授内容：

第 3.1 节 多组分系统的组成表示法

第 3.2 节 偏摩尔量

一、偏摩尔量的定义

二、偏摩尔量的加和公式

第 3.3 节 化学势

第 3.4 节 气体混合物中各组分的化学势

第 3.5 节 稀溶液中的两个经验定律

一、Raoult 定律

二、Henry 定律

第 3.6 节 理想液态混合物

第 3.7 节 理想稀溶液中任一组分的化学势

第 3.7 节 稀溶液的依数性

第 3.8 节 活度与活度因子

课程思政设计：通过探讨稀溶液的依数性在化学科学研究或工业生产上的应用，培养学生科

学文化修养、科学的世界观和方法论及自主学习能力。

本章具体要求:

- 1、了解理想溶液浓度的各种表示法及其相互关系;
- 2、掌握偏摩尔量和化学势两个概念的重要意义;
- 3、了解理想溶液的定义和通性;
- 4、掌握拉乌尔定律和亨利定律两者的区别与联系;
- 5、了解逸度和活度的概念;
- 6、掌握溶液中各组分化学势的表达方式;
- 7、了解理想溶液、稀溶液和实际溶液三者的区别;掌握稀溶液依数性公式及其计算。

#### 第四章 相平衡

**重点:** 单组分体系相图 二组分体系相图及其应用 最低共熔点混合物

**难点:** 偏摩尔量 化学势 理想溶液

**课程思政:** 严谨、认真的科研态度和大国重器的担当精神

**教学方法与手段:** 采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行,教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

讲授内容:

第 4.1 节 多相系统平衡的一般条件

第 4.2 节 相律

第 4.3 节 单组分系统的相平衡

一、单组份系统的两相平衡——Clapeyron 方程

二、外压与蒸汽压关系

三、水的相图

第 4.4 节 二组分系统的相图及其应用

一、理想的二组分液态混合物

二、杠杆规则

三、非理想的二组分液态混合物

四、简单的低共熔二元相图

五、形成化合物的系统

六、固态部分互溶的二组分相图

第 4.5 节 三组分系统的相图及其应用

课程思政设计：在学习相图知识的同时，引导学生体会老一辈科学工作者在新中国建立初期艰苦奋斗、不屈不挠、永不放弃的科学精神，加深对社会主义制度优越性的认识，引导学生严谨、认真的科研态度和大国重器的担当精神。

本章具体要求：

- 1、掌握相、组分数和自由度的定义及意义；
- 2、理解相律的推导过程及其在相图中的应用；
- 3、掌握单组分体系的相图；掌握杠杆规则在相图中的应用；
- 4、掌握分析双液系的  $p$ - $x$  和  $T$ - $x$  图；了解蒸馏和精馏的基本原理；
- 5、掌握简单低共熔物相图，根据步冷曲线能绘出简单的相图；
- 6、了解二组分固-液相图的绘制及其应用；

## 第五章 化学平衡

**重点：** 化学反应的平衡常数和等温方程式

**难点：** 标准生成吉布斯自由能

**课程思政：** 科学文化修养 科学的世界观和方法论 自主学习能力

**教学方法与手段：** 采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

讲授内容：

### 第 5.1 节 化学反应的方向与限度

一、化学反应的方向与限度

二、化学反应的亲势

### 第 5.2 节 化学反应的平衡常数和等温方程式

### 第 5.3 节 平衡常数的表示式

### 第 5.4 节 复相化学平衡

### 第 5.5 节 标准生成吉布斯自由能

### 第 5.6 节 温度、压力及惰性气体对化学平衡的影响

课程思政设计：通过引入生产实践案例，让学生从合成反应条件考虑，将采取那些措施增大产率，学生角色转化，激发了学习兴趣，并培养学生学以致用能力。

本章具体要求：

1. 掌握标准平衡常数的定义；
2. 掌握用等温方程判断化学反应的方向和限度的方法；

3. 理解温度对标准平衡常数的影响，会用等压方程计算不同温度下的标准平衡常数；

## 第六章 电解质溶液

**重点：**法拉第定律 电导 电导测定应用

**难点：**离子电迁移数

**课程思政：**增强文化自信 树立科学的世界观和方法论

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

讲授内容：

第 6.1 节 电化学的基本概念和法拉第定律

第 6.2 节 离子的电迁移率和迁移数

第 6.3 节 电解质溶液的电导

第 6.4 节 电解质溶液的平均活度和平均活度因子

第 6.5 节 强电解质溶液理论简介

课程思政设计：增强文化自信，介绍我国的电化学研究成果以及我们在化学能源材料等领域取得的成就；鼓励学生将电化学学科与我国新能源战略发展、国防建设等结合起来，强调电化学在新时代的重要性。

本章具体要求：

1. 掌握电化学基本概念和电解定律，离子的电迁移和迁移数。
2. 掌握电导、电导率和摩尔电导率及其与浓度的关系，离子独立移动定律，电导测定的应用。
3. 理解平均活度和平均活度因子。
4. 了解离子弧度，Debye-HcKel 极限公式。

## 第七章 可逆电池的电动势及其应用

**重点：**可逆电池和可逆电极 电池的电动势及其测定的应用

**难点：**电极电势

**课程思政：**碳达峰、碳中和 中国制造 2025 工匠精神

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

讲授内容：

第 7.1 节 可逆电池和可逆电极

第 7.2 节 电动势的测定

第 7.3 节 可逆电池的书写方法及电动势的取号

第 7.4 节 可逆电池的热力学

### 第 7.5 电动势产生的机理

### 第 7.6 电极电势和电池的电动势

### 第 7.7 浓差电池和液体接界电势的计算公式

### 第 7.8 电动势测定的应用

课程思政设计：结合我国在“碳达峰”、“碳中和”大背景下的经济转型走势，让学生了解到电化学研究的前沿领域以及他们肩负的历史使命，激发学生的学习热情。通过引入我院氢燃料电池团队研发的燃料电池电堆支撑了佛山氢能大巴、氢能有轨电车运营线、氢能物流车等新能源交通装备的案例，以榜样的力量激励学生刻苦学习专业技能，促进学生把理论融入工程实践，培养工匠精神。

本章具体要求：

1. 掌握可逆电极的类型和可逆电池的条件，
2. 掌握电动势测定的原理，
3. 掌握可逆电池的书面表示法，理解可逆电池热力学。
4. 掌握电极电势、电池电动势及 Nernst 方程及相关计算。
5. 了解电动势测定的应用。

## 第八章 电解与极化作用

**重点：**法拉第定律 电导 电导测定应用

**难点：**离子电迁移数

**课程思政：**工程伦理教育 工匠精神

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

讲授内容：

### 第 8.1 节 分解电压

### 第 8.2 节 极化作用

### 第 8.3 节 电解时电极上的竞争反应

### 第 8.4 节 金属的电化学腐蚀、防腐与金属的钝化

### 第 8.5 节 化学电源

课程思政设计：开展探究式的讨论，强化工程伦理教育，培养精益求精的大国工匠精神。

本章具体要求：

1. 掌握分解电压与极化作用，极化曲线和超电势。
2. 理解电解时电极上的反应次序。
3. 了解金属的电化学腐蚀和防腐，电势-pH 图的应用。

## 第九章 化学动力学基础

**重点：**反应级数 具有简单级数的反应 温度对反应速率的影响 活化能

**难点：**典型复杂反应 活化能  $E_a$  对反应速率的影响

**课程思政：**工程思维能力 科学的世界观和方法论

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

讲授内容：

第 9.1 化学动力学的任务和目的

第 9.2 化学反应速率表示法

第 9.3 化学反应的速率方程

第 9.4 具有简单级数的反应

第 9.5 几种典型的复杂反应

第 9.6 温度对反应速率的影响

第 9.7 活化能  $E_a$  对反应速率的影响

第 9.8 链反应

课程思政设计：工程应用实例通过将新的研究领域和成果引入课堂教学，讲解将物理化学的基本原理用来解决实际问题的实例，激发学生积极探索，理论联系实际工程思维能力。

本章具体要求：

- 1.掌握化学动力学的基本概念。
- 2.掌握速率方程，基元反应。
- 3.掌握具有简单级数反应的特点，反应级数的测定法，速率常数的计算。
- 4.了解几种典型复杂反应（平行、对峙、连续和链反应）的特点，理解直链反应及反应历程。
- 5.了解稳态近似、平衡假设和速控步近似方法的应用。
- 6.了解温度对反应速率的影响，活化能。

## 第十章 表面物理化学

**重点：**表面张力 弯曲表面下的附加压力和蒸气压， 表面活性剂 吉布斯吸附等温式

**难点：**Langmuir 吸附式

**课程思政：**创新精神 团队精神 自身内涵建设

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

讲授内容：

第 10.1 节 表面张力和表面吉布斯自由能

### 第 10.2 节 弯曲表面下的附加压力和蒸气压

### 第 10.3 节 液体界面的性质

### 第 10.4 节 液-固界面——润湿作用

### 第 10.5 节 表面活性剂及其作用

### 第 10.6 节 固体表面的吸附

课程思政设计：引导和探讨透过现象看本质，勇于突破和创新，稳定和谐促发展，团队合作实现共赢，加强自身内涵建设。

本章具体要求：

1. 掌握表面张力，表面热力学的基本公式。
2. 掌握弯曲表面上的附加压力和蒸气压及相关计算。
3. 理解溶液的表面吸附，了解单分子膜和 L-B 膜简介，。
4. 理解接触角和润湿作用，表面活性剂及其作用，固体表面的吸附。

## 第十一章 胶体分散系统

**重点：**胶体的基本特性 溶胶的电学性质 溶胶的稳定性和聚沉作用 丁铎尔效应

**难点：**溶胶的电学性质

**课程思政：**科学素养 社会责任感 创新能力

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

讲授内容：

### 第 11.1 节 胶体和胶体的基本特性

### 第 11.2 节 溶胶的制备和净化

### 第 11.3 节 溶胶的动力性质

### 第 11.4 节 溶胶的光学性质

### 第 11.5 节 溶胶的电学性质

### 第 11.6 节 溶胶的稳定性和聚沉作用

### 第 11.7 节 乳状液

课程思政设计：通过关注当前社会热点问题，结合所学胶体学科知识，以“爱国主义”为核心，培养良好的科学素养和高度的社会责任感；学会使用唯物辩证法的基本规律看待问题，具备勇于探索，敢于创新的能力。

本章具体要求：

1. 掌握胶体的基本特性、制备和纯化。

2. 掌握溶胶的动力性质，溶胶的光学性质，溶胶的电学性质。
3. 理解溶胶的稳定性和聚沉作用。
4. 了解乳状液，大分子溶液概说。
5. 理解 Donnan 平衡，聚电解质摩尔质量的测定。
6. 了解纳米粒子的制备和特性。

## 六、学时分配

| 教学内容 |                   | 各教学环节学时分配 |        |        |        |        |        |        | 作业<br>题量 | 备注 |
|------|-------------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|----|
| 章节   | 主要内容              | 讲<br>授    | 实<br>验 | 实<br>训 | 课<br>外 | 讨<br>论 | 习<br>题 | 小<br>计 |          |    |
| 一    | 热力学第一定律           | 16        |        |        |        |        |        | 16     | 2-4      |    |
| 二    | 热力学第二定律           | 12        |        |        |        |        |        | 12     | 2-4      |    |
| 三    | 多组分系统热力学及其在溶液中的应用 | 10        |        |        |        |        |        | 10     | 2-4      |    |
| 四    | 相平衡               | 10        |        |        |        |        |        | 10     | 2-4      |    |
| 五    | 化学平衡              | 6         |        |        |        |        |        | 6      | 2-4      |    |
| 六    | 电解质溶液             | 8         |        |        |        |        |        | 8      | 2-4      |    |
| 七    | 可逆电池的电动势及其应用      | 8         |        |        |        |        |        | 8      | 2-4      |    |
| 八    | 电解与极化作用           | 6         |        |        |        |        |        | 6      | 2-4      |    |
| 九    | 化学动力学基础           | 10        |        |        |        |        |        | 10     | 2-4      |    |
| 十    | 表面物理化学            | 6         |        |        |        |        |        | 6      | 2-4      |    |
| 十一   | 胶体分散体系            | 4         |        |        |        |        |        | 4      | 1-2      |    |
| 合计   |                   | 96        |        |        |        |        |        | 96     |          |    |

## 七、课程教材及主要参考资料

### (一) 教材

傅献彩，候文华等编. 物理化学（上）. ISBN: 9787040586046. 北京：高等教育出版社，2022, 第六版.

傅献彩等编. 物理化学（下）. ISBN: 9787040584660. 北京：高等教育出版社，2022, 第六版.

### (二) 教学参考书

[1] 冯霞，陈丽，朱荣娇，等编. 物理化学解题指南(第三版). ISBN: 9787040496321. 北京：高等教育出版社，2018, 第三版.

[2] 天津大学物理化学教研室. 物理化学（上）. ISBN: 9787040479614. 北京：高等教育出版社，2018, 第六版.

出版社, 2017, 第六版.

[3] 天津大学物理化学教研室. 物理化学(下). ISBN: 9787040479621. 北京: 高等教育出版社, 2017, 第六版.

[4] 印永嘉等编. 物理化学简明教程. ISBN: 9787040219357. 北京: 高等教育出版社, 2011, 第四版.

#### 八、其他说明

无。

# 《材料科学基础》课程教学大纲

## (Fundamentals of Materials Science)

执笔者：孙世宽、夏冬生

审核人：赵凯

编写日期：2024 年 5 月

### 一、课程基本信息

|      |                              |       |   |
|------|------------------------------|-------|---|
| 适用专业 | 储能科学与技术                      |       |   |
| 开课单位 | 材料科学与氢能学院                    |       |   |
| 课程类型 | 专业基础课                        |       |   |
| 课程性质 | 必修课                          | 是否为双语 | 否 |
| 学分数  | 3 学分                         |       |   |
| 学时数  | 总学时 48 其中：实验（实训）0 学时；课外 0 学时 |       |   |
| 先修课程 | 大学物理、大学化学、物理化学、无机化学          |       |   |
| 后续课程 | 材料化学、材料结构与性能测试               |       |   |

### 二、课程简述

本课程将简要介绍材料基础理论知识，包括：材料的分类、性能，材料的组成与微观结构、亚观结构、晶体结构；详细讲述金属材料、陶瓷材料、高分子材料、复合材料和新型材料等各种材料的共性规律及个性特征；还将讲述材料的各项性能、材料的制备原理、方法与成型加工。本课程着眼于材料科学和工程基本问题、从材料的基本理论出发，将各种材料等结合在一起，使学生能把握材料科学和工程的共性，熟悉材料的个性，让学生建立组成、结构、性能和加工、功能的系统思维。通过理论教学与实践结合教学，使学生不仅能掌握基本理论，善于分析和解决问题，同时也培养学生的动手能力、验证理论、探索新知识的能力。

### 三、本课程所支撑的毕业要求（本条适用于认证专业）

（一）本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

| 毕业要求                                            | 课程名称与指标点的对应关系矩阵               | 专业任选课程 |
|-------------------------------------------------|-------------------------------|--------|
| 毕业要求 3.设计/开发解决方案：能够针对储能科学与技术领域的复杂工程问题，提出解决方案，设计 | 指标点 3-2.能够对解决方案的可行性进行初步分析与论证。 | M      |

|                                                                                                            |                                                                                                     |                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 满足企业生产实践中工艺设计、科技开发、工程技术的需求，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。                                        |                                                                                                     |                                                                                                          |
| 毕业要求 5. 使用现代工具：能够针对储能科学与工程等领域的复杂工程问题，开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程和信息化技术工具，包括对储能材料结构设计、生产工艺、实验结果等的预测与模拟，并能够理解其局限性。 | 指标点 5-1. 了解储能学科发展现状，能够在实践中初步掌握并使用现代工程技术、方法和工具。<br>指标点 5-2. 能够初步运用现代信息技术工具对储能科学与工程问题进行预测与模拟，并了解其局限性。 | <b>H</b><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><b>M</b> |
| 毕业要求 6. 工程与社会：能够基于储能科学与工程背景知识进行合理分析，评价专业工程实践和复杂工程问题，提出解决针对社会、健康、安全、法律以及文化影响的方案，并理解应承担的责任。                  | 指标点 6-2. 能够评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。                                        | <b>L</b>                                                                                                 |

#### （二）毕业要求指标点在本课程中的实现路径

在学习材料结构、材料组成与结构内容时，涉及数学、自然科学、工程基础和专业基础知识，能表述材料的工程问题；理解本课程核心内容的基本原理，要求学生针对材料制备与应用中的具体工程问题查阅文献，掌握解决方案，并分析其合理性；通过学习材料组成、结构和性能理论知识，分析材料设计、制备和改性的基础工艺，确定原材料和研发方案；在材料的制备工艺设计过程中，多考虑环境和社会可持续发展原则，并评价和制订优化了的材料制备工艺流程。

### 四、考核方式及成绩评定

#### （一）考核目标

主要考核学生的材料科学基础基本理论与相关技能。

#### （二）考核方式

期末采用闭卷考试，平时考核（包括调研展示、课堂讨论和课堂作业等）记为平时成绩。

#### （三）成绩评定

期末考试占 70%，平时成绩占 30%。

### 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

| 第一章 导论                                                                                                                                                                               |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>重点：</b> 了解什么是材料，了解材料的发展历史和选择原则。<br><b>难点：</b> 材料的使用性能与选择原则。<br><b>课程思政：</b> 爱祖国大好河山、爱祖国灿烂文化、爱祖国繁荣昌盛。<br><b>教学方法与手段：</b> 本章作为一般性的概念和基础知识，要求学生进行课前预习，课堂讲授完成；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。 |  |

- 第一节 什么是材料
- 第二节 材料的使用性能
- 第三节 材料的发展历史
- 第四节 材料的选择原则

## 第二章 材料结构的基本知识

**重点：**掌握原子结构的特点以及原子结合键的分类，理解原子的排列方式。

**难点：**原子结合键的分类和排列方式。

**课程思政：**科学思维、科学伦理、探索未知、追求真理、勇攀高峰。

**教学方法与手段：**本章作为一般性的概念和基础知识，要求学生进行课前预习，课堂讲授完成；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

- 第一节 原子结构
- 第二节 原子间的键合
- 第三节 高分子链

## 第三章 材料中的晶体结构

**重点：**掌握晶体学基础知识，了解金属、离子晶体和共价晶体的晶体结构和特点。

**难点：**掌握晶格点阵、晶向、晶面的基础知识。

**课程思政：**精益求精、自主创新、使命担当、锤炼意志、迎难而上。

**教学方法与手段：**本章内容是本课程重点内容之一，要求学生进行课前预习，课堂讲授完成。对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授，结合线上视频，补充习题以巩固知识点。并辅以针对储能材料的调研与展示，将所学晶体结构与实际储能材料相联系，进一步巩固知识要点。

- 第一节 晶体学基础
- 第二节 金属的晶体结构（合金相结构）
- 第三节 离子晶体的结构
- 第四节 共价晶体的结构

## 第四章 晶体缺陷

**重点：**掌握点缺陷和位错的基本概念，了解位错的能量及交互作用。了解晶体中的界面结构和晶界能的概念，掌握表面吸附于境界内吸附原理。

**难点：**理解位错的能量及交互作用。

**课程思政：**工程伦理、实践能力、安全意识、创造意识。

**教学方法与手段：**本章内容是本课程重点内容之一，要求学生进行课前预习，课堂讲授完成。对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授，补充习题以巩固知识点。并辅以针对储能材料的调研与展示，将所学晶体缺陷与实际储能材料相联系，进一步巩固知识要点。

- 第一节 点缺陷
- 第二节 位错
- 第三节 表面及界面

## 第五章 固体的原子及分子的运动

**重点：**了解扩散的基本概念，掌握扩散第一定律、扩散第二定律，理解影响扩散的因素。

**难点：**掌握扩散的第一和第二定律。

**课程思政：**世界物质性、相互联系、量变质变、个性共性、对立统一。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

第一节 表象理论

第二节 影响扩散的因素

## 第六章 材料的变形与回复再结晶

**重点：**了解金属的弹性变形、塑性变形、固态相变等基本概念，熟练掌握塑性变形的影响因素，了解钢铁的热处理技术、调幅分解及其应用。

**难点：**掌握冷塑性变形后金属的组织与性能变化。

**课程思政：**应变能力、工匠精神、科技报国、责任意识。

**教学方法与手段：**本章内容是本课程重点内容之一。利用多媒体教学手段，结合线上视频，采用启发式和参与式教学方式学习。并辅以针对储能材料的调研与展示，将所学材料变形与实际储能材料相联系，进一步巩固知识要点。

第一节 弹性和黏弹性

第二节 晶体的塑性变形

第三节 回复再结晶

## 第七章 单组元相图及纯晶体的凝固

**重点：**了解金属凝固、结晶、共晶、共析等基本概念。

**难点：**掌握固溶体、共晶的凝固过程。

**课程思政：**坚忍不拔、自强不息，锐意进取、敢于创新。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，结合线上视频，采用启发式和参与式教学方式学习。

第一节 相、相平衡与相律

第二节 纯晶体的凝固

## 第八章 二元系相图

**重点：**掌握二元相图分析的基本概念，理解二元、三元相图的构建，并可根据二元相图绘制步冷冷却线。

**难点：**构建二元、三元相图，根据二元相图绘制步冷冷却线，掌握铁碳相图的构建。

**课程思政：**现象本质、实践检验、物质运动、相互制约。

**教学方法与手段：**本章内容是本课程重点内容之一，要求学生进行课前预习，课堂讲授完成。对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授，补充习题以巩固知识点。

第一节 相图热力学的基本要点

第二节 二元相图分析

第三节 铁碳相图

## 六、学时分配

| 教学内容 | 各教学环节学时分配 | 作业 | 备注 |
|------|-----------|----|----|
|------|-----------|----|----|

| 章节 | 主要内容         | 讲授 | 实验 | 讨论 | 习题 | 课外 | 其他 | 小计 | 题量 |                |
|----|--------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----------------|
| 1  | 导论           | 2  |    |    |    |    |    | 2  | 0  |                |
| 2  | 材料结构的基本知识    | 4  |    |    |    |    |    | 4  | 2  |                |
| 3  | 材料中的晶体结构     | 9  |    | 1  |    |    |    | 10 | 3  | 课前预习调研，课间讨论。   |
| 4  | 晶体缺陷         | 5  |    | 1  |    |    |    | 6  | 2  | 课前预习调研，课间展示讨论。 |
| 5  | 固体的原子及分子的运动  | 4  |    |    |    |    |    | 4  | 0  |                |
| 6  | 材料的变形与回复再结晶  | 7  |    | 1  |    |    |    | 8  | 3  | 课前预习调研，课间讨论。   |
| 7  | 单组元相图及纯晶体的凝固 | 6  |    |    |    |    |    | 6  | 1  |                |
| 8  | 二元系相图        | 8  |    |    |    |    |    | 8  | 1  |                |
|    |              |    |    |    |    |    |    |    |    |                |
| 合计 |              | 45 |    | 3  |    |    |    | 48 | 12 |                |

## 七、课程教材及主要参考资料

### （一）教材

胡赓祥 等主编.《材料科学基础》(第3版).上海:上海交通大学出版社,2017年。

### （二）教学参考书

[1] 石德珂主编.《材料科学基础》(第3版).北京:机械工业出版社,2020年。

[2] 张联盟 等主编.《材料科学基础》(第2版).武汉:武汉理工大学出版社,2008年。

## 八、其他说明

无。

# 《材料研究与测试方法》课程教学大纲

## (Material Research and Testing Methods)

执笔者：张玉媛、常萌蕾

审核人：赵凯

编写日期：2024 年 5 月

### 一、课程基本信息

|      |                              |       |   |
|------|------------------------------|-------|---|
| 适用专业 | 储能科学与工程                      |       |   |
| 开课单位 | 材料科学与氢能学院                    |       |   |
| 课程类型 | 专业基础课程                       |       |   |
| 课程性质 | 必修课                          | 是否为双语 | 否 |
| 学分数  | 3 学分                         |       |   |
| 学时数  | 总学时 48，其中：实验（实训）0 学时；课外 0 学时 |       |   |
| 先修课程 | 大学物理、材料科学基础                  |       |   |
| 后续课程 | 科研训练、毕业设计                    |       |   |

### 二、课程简述

《材料研究与测试方法》是储能科学与工程专业的一门专业必修课，是一门理论和实践性都很强的课程，目的在于培养学生掌握材料成分与结构的研究与测试所必需的基本理论、基本技能。本课程教学内容是后继材料类专业课程和进行材料科学研究和工程技术开发的理论和实验基础，是了解材料微观结构和改进性能的不可缺少的课程。该课程覆盖各类材料及其成形领域，主要涉及材料专业主要分析测试仪器的原理与使用、数据处理与分析等重要内容。本课程主要介绍光学显微分析、X 射线衍射、电子显微镜、热分析、光谱分析、核磁共振分析、质谱分析等方法，是材料科学研究的重要工具。本课程的开设为学生以后开展科研训练、毕业设计、科学研究和就业等各方面打下坚实的理论基础。培养尊重事实、严谨认真的科学精神及素养，培养创新精神、综合分析问题、解决问题的能力以及严谨的科学态度。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

（一）本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

本课程所支撑(达成)的毕业要求

| 毕业要求                                                                                                       | 指标点                                                                      | 支撑度 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| 毕业要求 1.工程知识: 能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和储能科学与工程专业知识结合,用于解决储氢和电化学储能技术与工程复杂的问题。                                | 指标点 1-2.能够运用相关的工程基础和专业基础知识辨别材料生产中出现的技术、工艺、质量等问题。                         | M   |
| 毕业要求 4.研究: 能够基于科学原理并采用科学方法对储能科学与工程领域的复杂问题进行研究, 包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。                            | 指标点 4-1.能够对储能科学与工程相关的各类材料特性进行研究和实验验证。                                    | H   |
|                                                                                                            | 指标点 4-2.能够基于专业理论设计针对材料、器件、系统特定需求制定研发的可行实验方案。                             | M   |
|                                                                                                            | 指标点 4-4.能够对实验结果进行分析和解释, 并通过信息综合得到合理有效的结论。                                | H   |
| 毕业要求 10.沟通: 能够就储能科学与工程等领域的复杂问题,与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流,包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令,并具备一定的国际视野,能够在跨文化背景下进行沟通和交流。 | 指标点 10-1. 掌握技术文件写作方法, 理解和撰写效果良好的报告和设计文件。                                 | L   |
|                                                                                                            | 指标点 10-4. 了解储能行业相关学科基本知识和新能源材料与器件领域的发展现状,对储能领域的国际发展现状有基本了解,具有一定的跨文化交流能力。 | L   |
| 课程达成度要求                                                                                                    |                                                                          | 5   |

## (二) 毕业要求指标点在本课程中的实现路径

1、了解光学显微分析、X 射线衍射分析、电子显微分析、热分析、光谱分析、核磁共振分析、质谱分析等方法在材料科学领域中所能解决的问题、基本原理、方法、装备、样品的制备和应用等基本知识。

2、初步具有根据分析的目的，结合各种材料分析测试方法的特点和应用范围，正确选择分析测试方法的能力。

3、能读懂一般中英文专业文献中有关 X 射线衍射分析、电子显微分析、热分析、光谱分析核磁共振分析、质谱分析一般（典型、较简单）的测试图谱和结论（图谱与图像等）的能力。

4、具有与分析测试专业人员共同商讨有关材料分析研究的实验方案和分析较复杂的测试结果的能力；具备专业从事材料分析测试工作的初步基础，具备通过继续学习掌握材料分析新方法、新技术的自学能力。

5、由“以仪器为中心”转化到“以材料为中心”，由“技能培训”转化到“思维能力培养”，以期真正实现学生知识、能力、素质三者的协调发展。

#### 四、考核方式及成绩评定

##### （一）考核目标

使学生了解各种仪器的结构、工作原理，掌握测试试样的制备方法、设备使用方法、实验结果的影响因素及数据分析处理等内容，以期使学生打下一定的科学研究实验基础。同时，培养学生具备通过继续学习掌握材料分析新方法、新技术的自学能力，培养学生正确选用现代分析技术开展材料组成、结构与性能关系的科学研究能力。

##### （二）考核方式

闭卷考试。

##### （三）成绩评定

考试成绩占总评成绩 70%，平时成绩占总评成绩 30%，其中平时成绩包括上课考勤、听课情况和完成作业情况。

#### 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

##### 第 1 章 绪论

**重点：**了解有哪些材料分析研究的方法及其分析目的

**难点：**材料结构与其对应的研究方法

**课程思政：**培养尊重事实、严谨认真的科学精神及素养，培养创新精神、综合分析问题、解决问题的能力以及严谨的科学态度。

**教学方法与手段：**以课堂教学为主，并主要采用多媒体的教学手段，结合启发式教学、主客体互动式教学、参与式教学等多种方法。

第一节 材料研究的意义和内容

第二节 材料结构和研究方法的分类

##### 第 2 章 光学显微分析

**重点：**光学显微分析方法

**难点：**光学显微分析方法、光学显微分析样品的制备

**课程思政：**培养尊重事实、严谨认真的科学精神及素养，培养创新精神、综合分析问题、解决问题的能力以及严谨的科学态度。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，穿插典型案例教学。

#### 第一节 光学显微镜的发展历程

#### 第二节 光学显微镜的成像原理

#### 第三节 光学显微镜的构造和光路图

#### 第四节 显微镜的重要光学技术参数

#### 第五节 光学显微分析样品的制备

##### 一、取样

##### 二、镶嵌

##### 三、磨光

##### 四、抛光

##### 五、浸蚀

### 第3章 X射线衍射分析

**重点：**X射线衍射原理及定性分析、X射线衍射图谱中衍射峰的标定（衍射角度与对应晶面间的关系）

**难点：**X射线衍射图谱的基本分析方法

**课程思政：**培养尊重事实、严谨认真的科学精神及素养，培养创新精神、综合分析问题、解决问题的能力以及严谨的科学态度。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，穿插典型案例教学，注重X射线图谱分析解析。

#### 第一节 X射线的物理基础

##### 一、X射线的性质

##### 二、X射线的产生

##### 三、X射线谱

##### 四、特征X射线

##### 五、X射线与物质的作用

#### 第二节 X射线衍射原理

##### 一、X射线的衍射

##### 二、劳厄方程和布拉格方程

#### 第三节 X射线衍射束的强度

#### 第四节 实验方法及样品制备

##### 一、粉末照相法

## 二、粉末衍射仪

### 第五节 X 射线粉末衍射物相定性分析

### 第六节 X 射线粉末衍射物相定量分析

### 第七节 晶体结构分析

## 第 4 章 电子显微分析

**重点：**SEM 与 TEM 的适用范围、测试目的；SEM 与 TEM 测试结果的基本分析

**难点：**SEM 与 TEM 的原理及应用，测试结果的分析处理（电镜图片与图谱、衍射花样）

**课程思政：**培养尊重事实、严谨认真的科学精神及素养，培养创新精神、综合分析问题、解决问题的能力以及严谨的科学态度。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，穿插典型案例教学，注重图谱分析解析。

### 第一节 概述

### 第二节 透射电镜

#### 一、透射电镜的工作原理和特点

#### 二、透射电镜的结构及其作用原理

#### 三、透射电镜样品制备原理

#### 四、透射电镜像衬形成原理-质厚衬度

#### 五、透射电镜中的电子衍射

#### 六、透射电镜相衬形成原理-衍射衬度

### 第三节 扫描电镜

#### 一、扫描电镜的特点和工作原理

#### 二、扫描电镜成像的物理信号

#### 三、扫描电镜的构造

#### 四、扫描电镜的主要性能

#### 五、扫描电镜的样品制备

#### 六、扫描电镜的像衬度

### 第四节 电子探针仪

#### 一、电子探针仪的特点和工作原理

#### 二、特征 X 射线的检测

#### 三、电子探针仪的实验方法

### 第五节 电镜的近期发展

## 第 5 章 热分析

**重点：**几种热分析方法的原理及应用范围，热分析结果的基本分析方法

**难点：**DTA、DSC、TG 的测试方法与测试结果曲线的初步分析

**课程思政：**培养尊重事实、严谨认真的科学精神及素养，培养创新精神、综合分析问题、解决问题的能力以及严谨的科学态度。  
**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，穿插典型案例教学，注重图谱分析解析。

### 第一节 概述

### 第二节 热分析技术的分类

### 第三节 差热分析

#### 一、差热分析原理

#### 二、差热曲线的影响因素

### 第四节 差示扫描量热分析法

#### 一、差示扫描量热分析的原理

#### 二、差示扫描量热曲线

#### 三、差示扫描量热法的影响因素

### 第五节 热重分析

#### 一、热重分析仪

#### 二、热重曲线

#### 三、影响热重曲线的因素

### 第六节 热膨胀和热机械分析

#### 一、热膨胀分析法

#### 二、静态热机械分析法

#### 三、动态热机械分析

## 第6章 光谱分析

**重点：**紫外和红外吸收光谱、拉曼光谱的基本原理，样品制样的方法

**难点：**各种光谱测试谱图的分析

**课程思政：**培养尊重事实、严谨认真的科学精神及素养，培养创新精神、综合分析问题、解决问题的能力以及严谨的科学态度。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，穿插典型案例教学，注重图谱分析解析。

### 第一节 吸收光谱分类及基本原理

### 第二节 紫外光谱

#### 一、概述

#### 二、紫外光谱的产生

#### 三、发色基团、助色团和吸收带

#### 四、谱图解析

#### 五、紫外光谱仪

#### 六、紫外光谱的应用

### 第三节 红外吸收光谱分析

- 一、概述
- 二、红外吸收光谱的产生条件
- 三、分子振动方程式
- 四、分子振动的形式
- 五、红外光谱的吸收强度和表示方法
- 六、红外光谱的特征性，基团频率
- 七、红外光谱定性分析
- 八、傅里叶变换红外光谱仪
- 九、试样的制备
- 十、红外光谱在材料分析中的应用

### 第四节 激光拉曼散射光谱法

- 一、拉曼散射光谱的基本概念
- 二、试验设备和实验技术
- 三、拉曼光谱在材料研究中的应用

## 第7章 核磁共振分析

**重点：**核磁共振的基本原理，样品制样的方法

**难点：**测试谱图解析

**课程思政：**培养尊重事实、严谨认真的科学精神及素养，培养创新精神、综合分析问题、解决问题的能力以及严谨的科学态度。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，穿插典型案例教学，注重图谱分析解析。

### 第一节 概述

### 第二节 核磁共振的基本原理

### 第三节 质子的化学位移

### 第四节 自旋偶合

### 第五节 核磁共振的信号强度

### 第六节 图谱解释

### 第七节 构造和样品制备

## 第8章 质谱分析

**重点：**质谱技术基本原理

**难点：**质谱定性分析、定量分析和测试谱图的解析

**课程思政：**培养尊重事实、严谨认真的科学精神及素养，培养创新精神、综合分析问题、解决问题的能力以及严谨的科学态度。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，穿插典型案例教

|                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 学，注重图谱分析解析。                                                                                                                                                  |
| 第一节 概述                                                                                                                                                       |
| 第二节 质谱技术基本原理                                                                                                                                                 |
| 第三节 离子的类型                                                                                                                                                    |
| 第四节 质谱定性分析及图谱解析                                                                                                                                              |
| 第五节 质谱定量分析                                                                                                                                                   |
| 第六节 气相色谱-质谱联用技术                                                                                                                                              |
| <b>第9章 材料测试方法的综合应用</b>                                                                                                                                       |
| <b>重点：</b> 结构测试、样品制备方法的选择<br><b>难点：</b> 材料剖析<br><b>课程思政：</b> 培养尊重事实、严谨认真的科学精神及素养，培养创新精神、综合分析问题、解决问题的能力以及严谨的科学态度。<br><b>教学方法与手段：</b> 利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。 |
| 第一节 材料结构的测试                                                                                                                                                  |
| 第二节 材料显微术及其样品制备方法的选择                                                                                                                                         |
| 第三节 材料形成过程研究                                                                                                                                                 |
| 第四节 材料剖析                                                                                                                                                     |

## 六、学时分配

| 教学内容 |             | 各教学环节学时分配 |    |    |    |    |    |    | 作业<br>题量 | 备注 |
|------|-------------|-----------|----|----|----|----|----|----|----------|----|
| 章节   | 主要内容        | 讲授        | 实验 | 实训 | 课外 | 讨论 | 习题 | 小计 |          |    |
| 1    | 绪论          | 2         |    |    |    |    |    | 2  | 1-2      |    |
| 2    | 光学显微分析      | 3         |    |    |    |    |    | 3  | 2-4      |    |
| 3    | X 射线衍射分析    | 8         |    |    |    |    | 1  | 9  | 2-3      |    |
| 4    | 电子显微分析      | 8         |    |    |    |    | 1  | 9  | 1-2      |    |
| 5    | 热分析         | 6         |    |    |    |    |    | 6  | 1-2      |    |
| 6    | 光谱分析        | 8         |    |    |    |    | 1  | 9  | 1-2      |    |
| 7    | 核磁共振分析      | 4         |    |    |    |    |    | 4  | 2-3      |    |
| 8    | 质谱分析        | 4         |    |    |    |    |    | 4  | 2-4      |    |
| 9    | 材料测试方法的综合应用 | 2         |    |    |    |    |    | 2  |          |    |
| 合计   |             | 45        |    |    |    |    | 3  | 48 | 12-22    |    |

## 七、课程教材及主要参考资料

### （一）教材

王培铭，许乾慰. 材料研究方法. 北京：科学出版社. 2020 年 1 月。

### （二）教学参考书

[1] 杜希文，原续波. 材料分析方法. 天津：天津大学出版社. 2014 年 8 月。

[2] 周玉. 材料分析方法. 北京：机械工业出版社. 2011 年 6 月。

[3] 常铁军，刘喜军. 材料近代分析测试方法. 哈尔滨：哈尔滨工业大学出版社. 2010 年 3 月。

[4] 左演声，陈文哲，梁伟. 材料现代分析方法. 北京：北京工业大学出版社. 2000 年 12 月。

## 八、其他说明

1、本课程作业内容为：各章节重点内容所涉及理论知识及图形与数据分析与相关计算。

3、考试着重于基本概念和基本方法，考试范围和要求为本教学大纲对各章教学内容的基本要求，同时，考试命题会覆盖各章，并适当突出重点章节，体现本课程的内容重点。

# 《材料物理》课程教学大纲

## (Materials Physics)

执笔者：熊帮云

审核人：赵凯

编写日期：2024 年 5 月

### 一、课程基本信息

|      |                              |       |   |
|------|------------------------------|-------|---|
| 适用专业 | 储能科学与工程                      |       |   |
| 开课单位 | 材料科学与氢能学院                    |       |   |
| 课程类型 | 专业学科基础课程                     |       |   |
| 课程性质 | 限选课                          | 是否为双语 | 否 |
| 学分数  | 2 学分                         |       |   |
| 学时数  | 总学时 32，其中：实验（实训）0 学时；课外 0 学时 |       |   |
| 先修课程 | 材料科学基础                       |       |   |
| 后续课程 | 材料研究与测试方法                    |       |   |

### 二、课程简述

《材料物理》课程的主要内容是材料中的物理现象及其本质机理和应用，旨在利用物理中的一些学科成果来阐明材料中的各种规律和转变过程，其目的是解决材料中的物理问题。

本课程介绍现代材料物理的研究内容、材料物理基础及方法、新材料与技术，内容涉及材料的晶态结构、晶体缺陷、材料的固态相变、材料的固态扩散，从物理学的一些基本概念、基本原理、基本定律出发，并建立相应的物理模型，从半定量上弄清楚材料宏观性能与其微结构的关系。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

（一）本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

本课程所支撑(达成)的毕业要求

| 毕业要求 | 指标点 | 支撑度 |
|------|-----|-----|
|------|-----|-----|

|                                                                                            |                                                                     |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---|
| 毕业要求 1.工程知识：能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和储能科学与工程专业知识结合，用于解决储氢和电化学储能技术与工程复杂的问题。                 | 指标点 1-2.能够运用相关的工程基础和专业知 识辨别材料生产中出现的技 术、工艺、质量等问题。                    | M |
| 毕业要求 2.问题分析：能够应用能源、化学、材料、机械、工程、计算机科学和动力等学科基本原理，并通过文献研究分析储能科学与技术的复杂工程问题，采取有效的实验技术，以获得正确的结论。 | 指标点 2-1.能够应用数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术、计算机等学科学 识的基本原理识别和判断材料工程问题的关键环节和参数。 | H |
| 毕业要求 4.研究：能够基于科学原理并采用科学方法对储能科学与工程领域的复杂问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。              | 指标点 4-4.能够对实验结果进行分析和解释，并通过信息综合得到合理有效的结论。                            | M |
| 毕业要求 12.终身学习：具有自主学习和终身学习的意识，并有不断学习和适应发展的能力。                                                | 指标点 12-1.具有自主学习和终身学习的意识。                                            | L |

## （二）毕业要求指标点在本课程中的实现路径

材料物理的目是解决材料中的物理问题，它旨在利用物理中的一些学科成果来阐明材料中的各种规律和转变过程。通过学习本课程，使学生理解材料物理研究的主要内容和重要知识，学习现代材料物理思考和探索问题的方法；掌握功能材料的重要物理性质以及研究方法，并能运用材料物理学的基本概念和原理去思考和解决问题。

## 四、考核方式及成绩评定

### （一）考核目标

- 1) 掌握材料物理研究的主要内容和重要知识。
- 2) 能够运用材料物理学的基本概念和原理去思考和解决问题。

### （二）考核方式

- 1) 本课程考核采用闭卷考试的形式。
- 2) 考试着重于基本概念和原理及其运用，考试内容覆盖课程教学大纲的全部内容。

### （三）成绩评定

总评成绩包括期末考试（占 70%）和平时成绩（占 30%），平时成绩包括上课出勤率、课堂表现和作业完成情况等。

## 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

### 第1章 绪论

**重点：**材料物理的研究内容和课程目的。

**难点：**无。

**课程思政：爱国主义教育。**“绪者，丝之头”。绪论课作为一门课程的导入课，不仅对该门课程所学内容进行了综合性的介绍，同时也为接下来学生们顺利进入新课程的学习打下良好的基础。对于《材料物理》这门课程来说，由于其具有独特的学科交叉性，所以在绪论课堂上，要让学生们认识到，本课程不仅仅局限在复杂的物理知识学习，更注重课程知识与实际的科研项目，与电子、信息等多领域密切联系。在绪论课的讲解过程中，可以将材料的发展过程所反映出来的自然规律与辩证唯物主义思想结合，这样不仅可以培养学生正确的世界观和方法论，而且还可以让学生学会通过事物所具有的普遍联系性理解材料，理解科学的发展规律，提高辩证思维能力。同时，如果绪论课从历年的诺贝尔奖中与新材料发现相关的科学家及其科研故事介绍出发，有利于提高学生的学习兴趣，激发学生的爱国热情与学习热情，激励学生为中华民族的伟大复兴而继续努力奋斗。在课程教学过程中，我们以这些科学家为榜样，不断鼓励青年学子们努力奋进，不断进取，最终实现个人梦与中国梦的结合，在实现中国梦的过程中放飞青春梦想，实现个人价值。作为面向本科生的专业基础课，材料物理课程不但要讲好专业知识，也肩负着立德树人的重任。材料物理课程的教学对象为本科生，他们正处于养成习惯、培养价值观的重要时期。相应地，思政教育也应超脱于传统概念上的道德品质和家国情怀，有意识地引导学生树立起正确的科学精神和勤奋刻苦的学习习惯，为未来的学习和工作打下良好的基础。

**教学方法与手段：**本章作为一般性的概念和基础知识，要求学生进行课前预习，课堂讲授完成；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

介绍材料物理、材料学和物理学之间的关系，明确现代材料物理的研究内容、材料物理基础及方法、新材料与技术，从物理学的一些基本概念、基本原理、基本定律出发，阐明材料中的各种规律和转变过程，解决材料中物理问题。

### 第2章 材料的晶态结构

**重点：**晶体学基础、金属材料的结构、陶瓷材料的结构。

**难点：**晶体学基础、陶瓷材料的结构。

**课程思政：大国工匠精神。**由于材料的结构不同，它们的制备方法也不同，但它们也有许多相似之处。通过本课程的学习，使学生们能够在了解材料制备工艺和性能测试方法以及相关大型设备的使用等方面，恰当地引入目前国内最先进的科研进展，使得同学们感触颇深。每个人都应对国家的兴衰负责，努力丰富自己的知识，为国家的发展贡献自己的力量。让学生明白，真正掌握核心技术，离不开勤奋的研究和扎实的工匠精神，以此来增加学生们学习的动力。为实现技术的核心掌控，离不开刻苦钻研，扎实肯干的工匠精神，比如实现了光纤千米传输的“光纤之父”高锟先生。这种精益求精、踏实肯干的大国工匠精神，在材料制备、测试表征和设备研发中同样至关重要，非常值得学生们用心学习。工匠精神是当代学生必须具备的一种职业素养和观念，在教授学生们理论知识的同时合理地渗透大国工匠精神，能够促使学生更加全面地发展。工匠精神的教育意义，在于学生们职业

理想的教育，也在于学生们职业素养的教育。大学的学习，是为国家培养杰出的人才，而这样的人才不仅仅具备扎实的理论基础，熟练的技术能力，卓越的创新精神，更要有踏实劳作的工匠精神。

**教学方法与手段：**本章作为一般性的概念和基础知识，要求学生进行课前预习，课堂讲授完成；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

### 第 2.1 节 晶体学基础

#### 一、点阵和晶胞

#### 二、晶向指数和晶面指数

#### 三、晶面间距

#### 四、非晶态材料的结构

#### 五、准晶体的结构

### 第 2.2 节 金属材料的结构

#### 一、纯金属的典型晶体结构

#### 二、合金相结构

### 第 2.3 节 陶瓷材料的结构

#### 一、特种陶瓷的结构

#### 二、硅酸盐的晶体结构

#### 三、玻璃的结构

### 第 2.4 节 低维材料的结构

#### 一、薄膜的形成过程

#### 二、薄膜的结构

## 第 3 章 晶体缺陷

**重点：**点缺陷、位错、面缺陷。

**难点：**点缺陷、位错、面缺陷。

**课程思政：“质量互变”哲学思想。**首先进行课程知识点的充分关联，如位错缺陷与晶体塑性变形的关系，本课程和先修课程、后续课程之间的关联。在梳理课程知识点的基础上，充分挖掘各知识点及内容蕴含的思想政治元素，将马克思主义哲学和方法论融入教学。哲学是科学之科学，自然科学中许多理论蕴含着哲学道理，如由于晶体缺陷的产生、运动导致材料内部裂纹的产生、扩展及破坏，包含在“质量互变”哲学思想中。总之，要站在马克思主义哲学的高度，运用“润物细无声”的方法体现情感和价值引领，通过专业课程的学习，引导学生用正确的立场观点和方法看待事物，分析问题，认识社会。

**教学方法与手段：**本章作为一般性的概念和基础知识，要求学生进行课前预习，课堂讲授

完成：对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

### 第 3.1 节 晶体缺陷概述

### 第 3.2 节 点缺陷

#### 一、肖特基缺陷和弗兰克尔缺陷

#### 二、点缺陷的特点

#### 三、点缺陷的平衡浓度

#### 四、空位形成能

#### 五、点缺陷对性能的影响

#### 六、过饱和点缺陷

### 第 3.3 节 位错

#### 一、位错的发现

#### 二、位错的概念和柏氏矢量

#### 三、位错的运动

#### 四、位错对晶体性能的影响

### 第 3.4 节 面缺陷

#### 一、晶界

#### 二、堆垛层错

#### 三、孪晶界

#### 四、外表面

#### 五、相界面

## 第 4 章 材料的固态相变

**重点：**多晶型性转变、马氏体转变、贝氏体转变、玻璃态转变。

**难点：**多晶型性转变、玻璃态转变。

**课程思政：公共安全意识。**工程学的本旨是将科学技术应用于发展国民经济，改善国民衣食住行等实际问题，因此公共安全、健康及福利的保障应放在工程道德教育的首位。工程师应将确保公共安全作为自己最重要的责任，这一点在材料工程中尤为重要。金属材料的热处理是通过控制金属的温度、时间及冷却方式等要素来实现金属组织的改变、改善及性能的提升的技术。而热处理中组织的状态是确保金属材料的性能及寿命的关键因素，因此材料工程中，热处理后组织状态的准确对于工程应用，特别是涉及到民生的大型工程的结

构安全，是至关重要的，这是一个公共安全的问题。在“材料的固态相变”这章课程中，最重要的部分就是各类固态相变过程的学习。在授课过程中，说明这些专业知识的学习与公共安全的关系，引导学生意识到学好、做好热处理并不是私德的问题，而是公德，是职业道德。在这个问题上，没有利益与质量的权衡，有的只是对公众安全负责的道德底线。这部分的教学，提出一些因热处理不合格造成危害到公共安全的历史案例，来进行课堂讨论，这些案例说明了严谨、技术精确以及诚实的重要性，而当这些底线无法保障时，后果有多严重。当这样的例子贯穿整个课程时，它们会让学生深刻认识到公共安全意识与专业知识的联系。这些案例往往是触动人心的，生动的，在情感上能吸引人，并且令人难忘，这对工程道德的培养是至关重要的。讲好中国故事，充分介绍中国材料领域著名领军人物的先进事迹，如马氏体相变研究的奠基人徐祖耀先生等，从而树立文化自信，将正确的价值追求和理想信念传承给学生。

**教学方法与手段：**本章作为一般性的概念和基础知识，要求学生进行课前预习，课堂讲授完成；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

#### 第 4.1 节 固态相变的概念及分类

##### 一、相变的基本概念

##### 二、固态相变的一般特点

##### 三、固态相变的分类

#### 第 4.2 节 多晶型性转变

##### 一、多晶型性转变的相变驱动力

##### 二、多晶型性转变的相变过程

#### 第 4.3 节 共析转变

##### 一、共析转变的热力学

##### 二、共析转变的过程

##### 三、共析转变的动力学

#### 第 4.4 节 马氏体转变

##### 一、马氏体的概念

##### 二、马氏体转变的特点

##### 三、马氏体转变的动力学

##### 四、马氏体转变的热力学

##### 五、马氏体的组织形态

##### 六、马氏体的转变机制

##### 七、热弹性马氏体与形状记忆效应

#### 第 4.5 节 贝氏体转变

- 一、贝氏体的组织形态
- 二、贝氏体转变的动力学
- 三、贝氏体转变的特点
- 四、贝氏体转变的机制
- 五、贝氏体的定义

#### 第 4.6 节 玻璃态转变和非晶态合金

- 一、非晶态转变和玻璃化温度
- 二、非晶态合金的形成

### 第 5 章 材料的固态扩散

**重点：**扩散动力学、扩散机制、影响扩散的因素。

**难点：**扩散动力学、扩散机制。

**课程思政：职业道德和敢于质疑的勇气。**材料的固态扩散讲解扩散的宏观和微观机制、利用菲克第二定律解决渗碳渗氮等化学热处理实际问题。在讲解渗碳工艺中，分析渗碳过程的化学变化和时间的关系，溶入的碳量和材料力学性能和组织的变化过程，让学生理解量变到质变的本质，如何降低温度缩短时间，讲解节能的手段和意义，培养学生的工程思维，形成绿色发展的理念。李鹤林院士在他的本科论文期间已经敏锐地认识到：“现实迫不及待地要求金属材料工作者千方百计地寻求符合我国资源情况，又能大大提高钻头使用寿命的中国式的钻头材料。”，并对苏联规定的钻头强韧性指标和渗碳钢含量提出质疑。当时一个仅 23 岁的大学生，对苏联权威提出挑战，他的勇气和胆识可见一斑。他提出了延长钻头使用寿命的新材料和新工艺，在实验上，先解决渗碳工艺问题，再将代用材料做不同处理，通过全面分析苏联规定的工艺规范和性能指标，建立一套新的、适合我国情况的实验方法和性能指标。

**教学方法与手段：**本章作为一般性的概念和基础知识，要求学生进行课前预习，课堂讲授完成；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

#### 第 5.1 节 扩散动力学

- 一、扩散第一定律
- 一、扩散第二定律

#### 第 5.2 节 扩散机制

- 一、间隙扩散
- 二、置换扩散
- 三、晶界扩散和位错扩散

第 5.3 节 上坡扩散

第 5.4 节 影响扩散的因素

一、温度

二、固溶体类型

三、晶体结构

四、溶质浓度

五、第三组元

六、晶体缺陷

六、学时分配

| 教学内容 |         | 各教学环节学时分配 |    |    |    |    |    |    | 作业<br>题量 | 备注 |
|------|---------|-----------|----|----|----|----|----|----|----------|----|
| 章节   | 主要内容    | 讲授        | 实验 | 实训 | 课外 | 讨论 | 习题 | 小计 |          |    |
| 1    | 绪论      | 2         |    |    |    |    |    | 2  |          |    |
| 2    | 材料的晶态结构 | 8         |    |    |    |    |    | 8  | 2        |    |
| 3    | 晶体缺陷    | 8         |    |    |    |    |    | 8  | 2        |    |
| 4    | 材料的固态相变 | 8         |    |    |    |    |    | 8  | 1        |    |
| 5    | 材料的固态扩散 | 6         |    |    |    |    |    | 6  | 1        |    |
| 合计   |         | 32        |    |    |    |    |    | 32 | 6        |    |

七、课程教材及主要参考资料

(一) 课程教材

[1] 李志林. 《材料物理(第二版)》. 北京: 化学工业出版社, 2014 年。

(二) 主要参考资料

[1] 王国梅, 万发荣. 《材料物理(第 2 版)》. 武汉: 武汉理工大学出版社, 2015 年。

[2] 杨尚林. 《材料物理学》. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2004 年。

八、其他说明

无。

# 《工程热力学与传热学》课程教学大纲

## (Engineering Thermodynamics and Heat Transfer)

执笔者：曹军

审核人：赵凯

编写日期：2024 年 5 月

### 一、课程基本信息

|      |                              |       |     |
|------|------------------------------|-------|-----|
| 适用专业 | 储能科学与工程                      |       |     |
| 开课单位 | 材料科学与氢能学院                    |       |     |
| 课程类型 | 专业课程                         |       |     |
| 课程性质 | (限选课)                        | 是否为双语 | (否) |
| 学分数  | 2 学分                         |       |     |
| 学时数  | 总学时 32，其中：实验（实训）0 学时；课外 0 学时 |       |     |
| 先修课程 | 《高等数学》、《物理化学》、《大学物理》         |       |     |
| 后续课程 | 科研训练、毕业论文                    |       |     |

### 二、课程简述

《工程热力学与传热学》是研究能量转换与热能传递规律的学科，是储能科学与工程专业的一门专业限选课。工程热力学属于热力学的工程分支，着重研究热能与其他形式的能量之间的转换规律及其工程应用。传热学则是研究热量传递规律的工程技术学科，着重研究热量传递的基本规律及其工程应用。本课程主要讲授热力学第一、二定律、理想气体和水蒸气的性质与热力过程、内燃机的理论循环、以及导热、对流、辐射等热交换过程的基本规律与工程应用，并说明提高热能利用率的方法措施。本课程体现与能源利用、转换、利用、开发、节能等热点问题密切相关的内容。

通过本课程的学习，学生应掌握热工领域的基本理论知识，能正确运用热力学原理和研究方法分析解决相关工程实际问题，学生应学会独立思考、分析推导问题和简化问题的能力，该课程的学习也为其它相关课程的学习提供必要的理论基础。该课程以讲授为主，适当结合探索研究和讨论式教学。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

#### (一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

本课程所支撑(达成)的毕业要求

| 毕业要求                                                                                                                | 指标点                                                  | 支撑度 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----|
| 毕业要求 1. 工程知识：能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和储能科学与工程专业知识结合，用于解决储氢和电化学储能技术与工程复杂的问题。                                         | 指标点 1-1. 能够将储能科学与工程的基本概念运用到工程问题的恰当表述中。               | H   |
|                                                                                                                     | 指标点 1-3. 具有储能科学与工程专业基础知识及其应用能力，并了解新能源行业的前沿发展现状和趋势。   | M   |
|                                                                                                                     | 指标点 1-4. 能够运用数学、自然科学、工程基础和专业知识解决复杂新能源材料与器件工程问题。      | L   |
| 毕业要求 2. 问题分析：能够应用能源、化学、材料、机械、工程、计算机科学和动力等学科基本原理，并通过文献研究分析储能科学与技术的复杂工程问题，采取有效的实验技术，以获得正确的结论。                         | 指标点 2-3. 能够正确表述一个工程问题解决方案并分析其合理性，采取有效的实验技术，以获得有效的结论。 | M   |
| 毕业要求 3. 设计/开发解决方案：能够针对储能科学与技术领域的复杂工程问题，提出解决方案，设计满足企业生产实践中工艺设计、科技开发、工程技术的需求，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。 | 指标点 3-2. 能够对解决方案的可行性进行初步分析与论证。                       | M   |
| 毕业要求 4. 研究：能够基于科学原理并采用科学方法对储能科学与工程领域的复杂问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。                                      | 指标点 4-2. 能够基于专业理论设计针对材料、器件、系统特定需求制定研发的可行实验方案。        | L   |

#### (二) 毕业要求指标点在本课程中的实现路径

毕业要求指标点 1. 工程知识：通过热力学第一和第二定律、理想气体和水蒸汽热力过程及应用、和热传递方式及应用等内容学习，掌握热力学基本原理与概念，了解热力学在储能科学与技术领域的实际应用与技术瓶颈。

毕业要求指标点 2. 问题分析：通过热工基础知识的学习，掌握热力学基本原理和能量传递与交换过程的基本计算方法，分析工程问题，提出切实可行的传热技术实现方案。

毕业要求指标点 3. 设计/开发解决方案：通过掌握热工基础知识，合理设计满足企业生产实践中工艺设计、科技开发、工程技术的需求，并能够在设计环节中体现科学创新意识，提出研发方案的可行性。

毕业要求指标点 4. 研究：通过热力学基础知识、应用实例、和最新研究成果的学习，了解实现特定储能需求的技术难点，提出可行实验方案。

#### 四、考核方式及成绩评定

##### （一）考核目标

在考核学生对热力学基本知识、基本原理和方法，以及热力学实际应用的基础上，重点考核学生的分析能力以及对知识的综合应用能力。

##### （二）考核方式

采用闭卷考试。考试内容以所授课内容为主。

##### （三）成绩评定

考试成绩占总评成绩 70%，平时成绩（包括平时上课考勤情况，课堂讨论情况，作业完成情况、随堂小测成绩等）占总评成绩 30%。

#### 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

##### 第一章 基本概念

**重点：**热力系统及其分类； 平衡状态及状态参数； 可逆过程与准平衡过程的区别与联系

**难点：**准平衡过程和可逆过程

**课程思政：**培养学习兴趣和科学热情

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、课堂提问与互动讨论、和课后练习。

##### 第一节 热力系统

##### 第二节 平衡状态与状态参数

##### 第三节 状态方程与状态参数坐标图

##### 第四节 准平衡过程与可逆过程

##### 第五节 功量与热量

课程思政设计：介绍热力学发展史及科学家的贡献，培养学生的学习兴趣和科学热情。

## 第二章 热力学第一定律

**重点：**热力学能、焓的概念及其物理意义；推导热力学第一定律应用于闭口系统、稳定流动开口系的能量表达式；稳定流动能量方程式在实际热工设备中的应用

**难点：**稳定流动开口系能量表达式的推导及其在实际热工设备中的应用

**课程思政：**科学文化修养、科学的世界观和方法论、自主学习能力

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、公式推导、案例教学、课堂提问与互动讨论、和课后练习。

### 第一节 热力系统的储存能

### 第二节 热力学第一定律的实质

### 第三节 闭口系统的热力学第一定律表达式

### 第四节 开口系统的稳定流动能量方程式

### 第五节 稳定流动能量方程式的应用

课程思政设计：通过介绍相关的科学史和科学家探索自然规律的经历，增强学生对热学理论形成的认识和理解，激发学生的学习热情、科学探索精神和爱国情怀，树立准确的人生观。

## 第三章 理想气体的性质与热力过程

**重点：**理想气体热容、热力学能、焓和熵的概念及其计算；理想气体热力过程分析及计算

**难点：**运用热力学第一定律和克拉贝隆方程分析理想气体基本热力过程中状态参数的变化及过程能量转换关系。绘制热力过程  $p-v$  图和  $T-s$  图

**课程思政：**科学文化修养、科学思维与研究方法、和自主学习能力

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、课堂提问与互动讨论、和课后练习。

### 第一节 理想气体状态方程式

### 第二节 理想气体的热容、热力学能、焓和熵

### 第三节 理想混合气体

### 第四节 理想气体的热力过程

课程思政设计：通过介绍理想气体模型及其性质与热力学过程，培养学生分析主次矛盾和抓住主要矛盾的能力和科学思维。

## 第四章 热力学第二定律

**重点：**热力学第二定律的文字描述和数学表达式；卡诺定理；孤立系统熵增原理

**难点：**运用热力学第二定律、卡诺定理、孤立系统熵增原理分析各类循环的特点（能否进行、可逆还是不可逆）  
**课程思政：**科学文化修养、科学的思想观和方法论、创新意识、自主学习能力  
**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、课堂提问与互动讨论、和课后练习。

第一节自发过程的方向性与热力学第二定律的表述

第二节卡诺循环与卡诺定理

第三节熵

课程思政设计：通过介绍热力学第二定律的物理含义和内涵，使学生认识到熵减是自然生物的活力之源，个人和社会进步需不断打破因循守旧、锐意革新和与时俱进。

## 第五章水蒸气与湿空气

**重点：**水蒸气的产生过程及状态参数；利用水蒸气热力性质图表对水蒸气热力过程状态参数的查算  
**难点：**利用水蒸气热力性质图表对水蒸气热力过程状态参数的查算  
**课程思政：**培养学生科学思维与研究方法、实事求是和创新精神，  
**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、课堂提问与互动讨论、和课后练习。

第一节 水蒸气的产生过程

第二节 水蒸气的状态参数

第三节 水蒸气的基本热力过程

第四节 湿空气的性质

第五节湿空气的基本热力过程

课程思政设计：通过介绍水蒸气热力过程其实是真实水蒸气热力过程的抽象简化，并介绍该简化体系的热力学规律及其实际应用，培养学生科学思维和科学研究方法，鼓励学生积极探索国家发展所需的“创新性”工程技术。

## 第六章动力装置循环

**重点：**朗肯循环的过程组成及其热力计算；影响朗肯循环热效率的因素；活塞式内燃机理想循环分析  
**难点：**活塞式内燃机理想循环分析及计算  
**课程思政：**培养爱国情怀、责任与创新  
**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、课堂提问与互动讨论、和课后练习。

第一节蒸汽动力装置循环

第二节活塞式内燃机循环

课程思政设计：通过介绍内燃机的热力学分析、中外内燃机发展情况、和对比中外内燃机技术差距，培养学生爱国情怀，提高学生历史责任感和创新意识。

## 第七章制冷装置循环

**重点：**空气和蒸气压缩制冷循环的组成、 制冷系数的计算及提高制冷系数的方法和途径

**难点：**制冷系数的计算； 提高制冷系数的方法和途径

**课程思政：**培养爱国情怀、责任与创新

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、课堂提问与互动讨论、和课后练习。

### 第一节 空气压缩式制冷循环

### 第二节 蒸气压缩式制冷循环

课程思政设计：通过介绍制冷装置的热力学原理和中外现有制冷技术对比，培养学生爱国情怀，提高学生历史责任感意识，增强创新意识。

## 第八章热量传递的基本方式

**重点：**传热基本方式的特点； 传热过程； 热阻的定义

**难点：**传热基本方式的界定及其特点

**课程思政：**培养学生“学以致用”能力、民族自信和责任担当

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、课堂提问与互动讨论、和课后练习。

### 第一节 热传导

### 第二节 热对流

### 第三节 热辐射

### 第四节 传热过程简介

课程思政设计：通过介绍不同热量传递方式及其在青藏铁路工程中的应用，培养学生运用理论知识解决实际工程问题的能力，了解青藏铁路艰辛建设历程，增强历史责任感和民族自信。

## 第九章导热

**重点：**傅里叶导热定律； 导热微分方程的推导及应用； 单值性条件

**难点：**导热微分方程的推导及求解

**课程思政：**培养学生学习兴趣和科学精神

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、课堂提问与互动讨论、和课后练习。

### 第一节 导热理论基础

## 第二节 稳态导热

## 第三节 非稳态导热

课程思政设计：介绍导热基础知识及不同科学家的贡献，培养学生的学习兴趣和科学热情。

## 第十章 对流换热

**重点：**对流换热概述、 对流换热微分方程组； 流动边界层基本概念  
**难点：**对流换热微分方程组； 边界层换热微分方程组； 普朗特数  
**课程思政：**培养学生解决问题能力与方法，增强创新与绿色发展意识  
**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、课堂提问与互动讨论、和课后练习。

### 第一节 概述

### 第二节 对流换热的数学描述

### 第三节 外掠等壁温平板层流换热分析解简介

### 第四节 对流换热的实验研究方法

### 第五节 单相流体强迫对流换热特征数关联式

### 第六节 自然对流换热

课程思政设计：通过介绍对流换热理论知识与应用案例，培养学生灵活应用理论知识解决生产生活复杂问题的综合能力和思维方式，通过介绍我国科学家创造性开发的低温热管技术在青藏铁路工程中的应用，提升学生勇于创新和绿色发展的意识，增强民族自豪感。

## 第十一章 辐射换热

**重点：**对流换热概述、 对流换热微分方程组； 流动边界层基本概念  
**难点：**遮热板原理  
**课程思政：**培养学生解决问题能力与方法，增强创新与绿色发展意识  
**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、课堂提问与互动讨论、和课后练习。

### 第一节 热辐射的基本概念

### 第二节 黑体辐射的基本定律

### 第三节 基尔霍夫定律

### 第四节 辐射换热的计算方法

### 第五节 遮热板原理

课程思政设计：通过介绍辐射换热原理与应用，培养学生灵活应用理论知识解决生产生活复

杂问题的综合能力和思维方式，提升学生勇于创新和绿色发展的意识。

## 第十二章 传热过程与换热器

**重点：**换热器的传热计算； 传热的强化与削弱

**难点：**换热器的传热计算

**课程思政：**培养学生科学精神、增强民族自信

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、课堂提问与互动讨论、和课后练习。

### 第一节 传热过程

### 第二节 换热器

### 第三节 传热的强化与削弱

课程思政设计：通过介绍换热器原理和我国热管在航天和铁路的应用以及介绍我国科学家在该领域的杰出贡献，培养学生科学精神，增强学生对换热器应用的深刻理解和对相关前沿知识的了解，又增强同学们的民族自信感和自豪感。

## 六、学时分配

| 教学内容 |                  | 各教学环节学时分配 |        |        |        |        |        |        | 作业<br>题量 | 备注 |
|------|------------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|----|
| 章节   | 主要内容             | 讲<br>授    | 实<br>验 | 实<br>训 | 课<br>外 | 讨<br>论 | 习<br>题 | 小<br>计 |          |    |
| 一    | 第一章 基本概念         | 2         |        |        |        |        |        | 2      | 0        |    |
| 二    | 第二章 热力学第一定律      | 3         |        |        |        |        |        | 3      | 4-8      |    |
| 三    | 第三章 理想气体的性质与热力过程 | 6         |        |        |        |        |        | 6      | 4-8      |    |
| 四    | 第四章 热力学第二定律      | 3         |        |        |        |        |        | 3      | 4-8      |    |
| 五    | 第五章 水蒸气与湿空气      | 4         |        |        |        |        |        | 4      | 2        |    |
| 六    | 第六章 动力装置循环       | 2         |        |        |        |        |        | 2      | 0        |    |
|      | 第七章 制冷装置循环       |           |        |        |        |        |        |        |          |    |
|      | 第八章 热量传递的基本方式    | 2         |        |        |        |        |        | 2      | 2        |    |
|      | 第九章 导热           | 3         |        |        |        |        |        | 3      | 0        |    |
|      | 第十章 对流换热         | 3         |        |        |        |        |        | 3      | 0        |    |
|      | 第十一章 辐射换         | 2         |        |        |        |        |        | 2      | 0        |    |

|  |           |    |  |  |  |  |    |       |  |
|--|-----------|----|--|--|--|--|----|-------|--|
|  | 热         |    |  |  |  |  |    |       |  |
|  | 第十二章 传热过程 | 2  |  |  |  |  | 2  | 0     |  |
|  | 合计        | 32 |  |  |  |  | 32 | 16-28 |  |

## 七、课程教材及主要参考资料

### （一）教材

张学学主编.《热工基础》. ISBN:9787040422979. 北京：高等教育出版社，2015,第三版.

### （二）教学参考书

[1] 沈维道、童钧耕主编.《工程热力学》. ISBN:9787040446326. 北京：高等教育出版社，2016,第五版.

[2] 杨世铭、陶文铨编著.《传热学》. ISBN:9787040189186. 北京：高等教育出版社，2006，第四版.

[3] 陶文铨编著.《传热学》. ISBN:9787040514223. 北京：高等教育出版社，2019，第五版.

[4] 童钧耕主编.《工程热力学学习辅导及习题解答》. ISBN:9787040475173. 北京：高等教育出版社，2017,第三版.

[5] 何雅玲主编.《工程热力学精要解析》. ISBN:9787560567785. 西安：西安交通大学出版社，2014,第五版.

## 八、其他说明

本课程为专业限选课，是对物理化学课程中热力学部分的深化，需要课堂教学与平时习题训练相结合，提高学生分析计算能力。

本课程研究对象与内容为热力学在储能领域的科学研究及实际应用，课程教学体现工程应用特色，重点培养学生解决工程应用问题的能力。

# 《新能源技术》课程教学大纲

(New Energy Technology)

执笔者：张玉媛

审核人：赵凯

编写日期：2024 年 6 月

## 一、课程基本信息

|      |                                   |       |   |
|------|-----------------------------------|-------|---|
| 适用专业 | 储能科学与工程                           |       |   |
| 开课单位 | 材料科学与氢能学院                         |       |   |
| 课程类型 | 专业基础课程                            |       |   |
| 课程性质 | 限选课                               | 是否为双语 | 否 |
| 学分数  | 2 学分                              |       |   |
| 学时数  | 总学时 32，其中：实验（实训）0 学时；课外 0 学时      |       |   |
| 先修课程 | 普通化学、物理化学、材料科学基础、电化学原理            |       |   |
| 后续课程 | 燃料电池技术、锂离子电池原理、碳基储能材料、生物质能转化原理技术等 |       |   |

## 二、课程简述

储能科学与工程以能量的存储即储能技术为研究对象，储能技术作为新能源发展的核心支撑，也是战略性新兴产业。《新能源技术》基于“双碳”目标和生态文明建设，节能降碳，推进能源革命，优化能源结构的时代背景下，在介绍专业发展和培养目标的同时，系统地介绍有关新能源科学的基本理论、技术进展、新能源经济与政策，以新能源科学的基础知识、新技术前沿等方面的内容为对象，基础知识与发展前沿相结合，内容涉及当前的新能源热点问题，如“碳达峰和碳中和”、新能源和新能源技术，包括太阳能、氢能与燃料电池、生物质能、锂离子电池、超级电容器和其他新能源等的基础与前沿等。通过本课程的学习，激发学生对新能源行业的兴趣，培养新能源科学与技术发展所需的合格和创新性人才，同时通过“双碳”政策背景下的课程思政设计，增强学生的使命感和责任感。

## 三、本课程所支撑的毕业要求

（一）本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

本课程所支撑(达成)的毕业要求

| 毕业要求                                                                                       | 指标点                                                                 | 支撑度 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----|
| 毕业要求 1.工程知识：能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和储能科学与工程专业知识结合，用于解决储氢和电化学储能技术与工程复杂的问题。                 | 指标点 1-3.具有储能科学与工程专业基础知识及其应用能力，并了解新能源行业的前沿发展现状和趋势。                   | H   |
|                                                                                            | 指标点 1-4.能够运用数学、自然科学、工程基础和专业知识解决复杂新能源材料与器件工程问题。                      | M   |
| 毕业要求 2.问题分析：能够应用能源、化学、材料、机械、工程、计算机科学和动力等学科基本原理，并通过文献研究分析储能科学与技术的复杂工程问题，采取有效的实验技术，以获得正确的结论。 | 指标点 2-1.能够应用数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术、计算机等学科学知识的基本原理识别和判断材料工程问题的关键环节和参数。 | H   |
| 毕业要求 7.环境和可持续发展：能够理解和评价针对储能科学与工程等领域的复杂问题的专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响。                             | 指标点 7-1. 了解国家的环境可持续发展战略及相关的政策和法律、法规。                                | L   |
|                                                                                            | 指标点 7-2. 能够正确认识储能科学与工程实践对于环境和社会可持续发展的影响。                            | L   |
| 毕业要求 8. 品德修养与职业规范：具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在储能科学与工程领域实践中遵守工程职业道德和规范，履行责任。                        | 指标点 8-4. 在储能科学与工程领域复杂工程问题实践中，具有人文社会科学素养、社会责任感，能理解工程师的职业道德和责任。       | M   |
| 课程达成度要求                                                                                    |                                                                     | 6   |

## （二）毕业要求指标点在本课程中的实现路径

1、充分了解“碳达峰碳中和”的紧迫性和艰巨性，了解世界及我国的能源利用及气候环境现状，增强能源危机和气候环境危机意识；同时增强学生对我国应对气候变化工作、绿色低碳发展和生态文明建设、加速低碳转型、实现绿色发展各项政策和行动方案的深度理解。

2、通过本课程的学习，学生将了解能源的定义、内涵、特点、分类与评价及能源在社

会文明进步过程中的作用；认识能源利用对地球环境的影响，思考能源的未来发展方向；掌握和了解能源技术相关的概念，了解我国新能源资源储量状况，新能源资源开发的技术现状；掌握太阳能热利用和光伏发电系统的原理和技术现状；掌握和了解储能电池的工作原理，锂离子电池和超级电容器技术的发展方向；掌握和了解生物质转换利用技术，生物质气化、热解工艺及产物的利用，生物质制氢技术及应用；了解和认识氢能制取、存储、利用技术；掌握和了解燃料电池的工作原理和技术发展方向；掌握和了解风能、地热能、海洋能和可燃冰的特点和开发利用技术；了解节能技术及能量的综合利用方法，思考节能减排对建立能源节约型社会的重要意义。正确认识国际能源形势，国家能源安全，了解我国能源相关的政策法规，实现能源、社会、经济、环境的协调发展。

3、通过“双碳”政策背景下课程思政设计，培养学生的职业道德和社会责任感。

#### 四、考核方式及成绩评定

##### （一）考核目标

目标一：考核学生对有关能源/新能源的基本理论和基本知识的掌握程度，对二次能源及新能源的开发、转换与利用技术手段的掌握程度，使学生获得较宽广的能源科学技术知识。

目标二：考核学生对可再生能源/新能源的生成、特点及综合利用方法的了解程度，使学生基本掌握新能源应用研究的技术手段，培养学生的分析判断能力、知识综合利用能力、创新能力及团队合作能力。

##### （二）考核方式

- 1) 本课程考核采用闭卷考试形式。
- 2) 考试着重于基本概念和基本方法，考试内容覆盖课程教学大纲的全部内容。

##### （三）成绩评定

期末闭卷考试成绩占总评成绩 70%，平时成绩占总评成绩 30%（其中包括平时上课考勤情况、听课情况、课堂讨论情况、作业完成情况等）。

#### 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

##### 第一章 概述

**重点：** 能源的概念及分类、新能源概念、各种新能源技术  
**难点：** 能源的划分、各种新能源技术现状  
**课程思政：** “碳达峰碳中和”目标下，加快绿色低碳和生态文明建设，节能降碳，推进能源革命，优化能源结构，大力发展新能源，提高能源利用效率。科学精神，人文素养，使命担当。  
**教学方法与手段：** 利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。

## 第一节 能源的定义与分类

## 第二节 新能源应用的现状与发展前景

### 第二章 太阳能

**重点：** 太阳能光热利用和光伏工作原理、太阳能电池构造

**难点：** 太阳电池基本原理

**课程思政：**“碳达峰碳中和”目标下，加快绿色低碳和生态文明建设，节能降碳，推进能源革命，优化能源结构，大力发展新能源，提高能源利用效率。科学精神，人文素养，使命担当。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。

#### 第一节 太阳和太阳辐射

#### 第二节 太阳能光热转化利用技术

#### 第三节 太阳能光电转化利用技术

### 第三章 生物质能

**重点：** 生物质能的概念、组成和结构、各种生物质转化利用技术

**难点：** 不同生物质转化利用技术的原理

**课程思政：**“碳达峰碳中和”目标下，加快绿色低碳和生态文明建设，节能降碳，推进能源革命，优化能源结构，大力发展新能源，提高能源利用效率。科学精神，人文素养，使命担当。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。

#### 第一节 生物质能概述

#### 第二节 生物质燃烧

#### 第三节 生物质气化

#### 第四节 生物质制氢

### 第四章 其他能源

**重点：** 风力发电、核能发电、地热能发电、潮汐能发电、波浪能发电

**难点：** 其他新能源发电工作原理

**课程思政：**“碳达峰碳中和”目标下，加快绿色低碳和生态文明建设，节能降碳，推进能源革命，优化能源结构，大力发展新能源，提高能源利用效率。科学精神，人文素养，使命担当。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。

#### 第一节 风能

#### 第二节 波浪能

#### 第三节 潮汐能

#### 第四节 地热能

#### 第五节 核能

#### 第六节 其他新能源

### 第五章 氢能与燃料电池

**重点：**各种制氢方法和储氢方法，燃料电池工作原理和关键材料

**难点：**燃料电池工作原理和关键材料

**课程思政：**“碳达峰碳中和”目标下，加快绿色低碳和生态文明建设，节能降碳，推进能源革命，优化能源结构，大力发展新能源，提高能源利用效率。科学精神，人文素养，使命担当。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。

#### 第一节 氢能源概述

#### 第二节 制氢技术介绍

#### 第三节 氢气的储存和运输

#### 第四节 氢燃料电池关键材料与技术

#### 第五节 氢气在其他领域的应用

### 第六章 锂离子电池

**重点：**锂离子电池工作原理、锂离子电池电极材料

**难点：**锂离子电池的工作原理

**课程思政：**“碳达峰碳中和”目标下，加快绿色低碳和生态文明建设，节能降碳，推进能源革命，优化能源结构，大力发展新能源，提高能源利用效率。科学精神，人文素养，使命担当。

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与线上自学相结合的混合式教学模式进行，利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，课堂教学部分对主要知识点采用启发式、讨论式、前沿案例解读等教学方法讲授。

#### 第一节 锂离子电池概述

#### 第二节 商用锂离子电池的种类

#### 第三节 锂离子电池电极材料

#### 第四节 动力电池的设计

#### 第五节 锂离子电池的电动汽车应用

#### 第六节 后锂离子电池时代的电池发展

### 第七章 超级电容器

**重点：**超级电容器的工作原理和关键电极材料

**难点：**超级电容器的工作原理

**课程思政：**“碳达峰碳中和”目标下，加快绿色低碳和生态文明建设，节能降碳，推进能

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>源革命，优化能源结构，大力发展新能源，提高能源利用效率。科学精神，人文素养，使命担当。</p> <p><b>教学方法与手段：</b>采用课堂讲授与线上自学相结合的混合式教学模式进行，利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，课堂教学部分对主要知识点采用启发式、讨论式、前沿案例解读等教学方法讲授。</p> <p>第一节 超级电容器的结构组成及分类</p> <p>第二节 超级电容器的工作原理</p> <p>第三节 超级电容器的性能指标</p> <p>第四节 电解液</p> <p>第五节 EDLC 的电极材料</p> <p>第六节 赝电容的电极材料</p> <p>第七节 超级电容器的应用</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 六、学时分配

| 教学内容 |         | 各教学环节学时分配 |        |        |        |        |        |        | 作业<br>题量 | 备注                      |
|------|---------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|-------------------------|
| 章节   | 主要内容    | 讲<br>授    | 实<br>验 | 实<br>训 | 课<br>外 | 讨<br>论 | 习<br>题 | 小<br>计 |          |                         |
| 1    | 概述      | 2         |        |        |        |        |        | 2      | 2        | 作业采用根据选题进行PPT汇报或调研论文的形式 |
| 2    | 太阳能     | 5         |        |        |        | 2      |        | 7      |          |                         |
| 3    | 生物质能    | 5         |        |        |        |        |        | 5      |          |                         |
| 4    | 其他能源    | 4         |        |        |        |        |        | 4      |          |                         |
| 5    | 氢能与燃料电池 | 6         |        |        |        |        |        | 6      |          |                         |
| 6    | 锂离子电池   | 4         |        |        |        | 2      |        | 6      |          |                         |
| 7    | 超级电容器   | 2         |        |        |        |        |        | 2      |          |                         |
| 合计   |         | 28        |        |        |        | 4      |        | 32     |          |                         |

## 七、课程教材及主要参考资料

### (1) 教材

常萌蕾 陈东初主编.《新能源技术》. 广州：广东教育出版社，2023。

### (2) 教学参考书

- [1] 杨天华. 新能源概论，北京：化学工业出版社，2020.
- [2] 吴其胜，戴振华，张霞，新能源材料，华东理工大学出版社，2017.
- [3] 王革华，艾德生，新能源概论，第二版，化学工业出版社，2012

## 八、其他说明

本课程教学大纲尚需说明的事项，如习题或作业的内容和要求等。

- 1) 作业内容为：学生调研文献撰写相关主题综述或分组讨论整理的 PPT 汇报文档。
- 2) 讨论可以采用针对某一主题进行 PPT 汇报或辩论的形式开展。

# 《物理化学选论》课程教学大纲

## (Physical Chemistry Theory)

执笔者：常萌蕾

审核人：赵凯

编写日期：2024 年 5 月

### 一、课程基本信息

|      |                              |       |     |
|------|------------------------------|-------|-----|
| 适用专业 | 储能科学与工程专业                    |       |     |
| 开课单位 | 材料科学与氢能学院                    |       |     |
| 课程类型 | 专业课程                         |       |     |
| 课程性质 | 限选课                          | 是否为双语 | (否) |
| 学分数  | 2 学分                         |       |     |
| 学时数  | 总学时 32，其中：实验（实训）0 学时；课外 0 学时 |       |     |
| 先修课程 | 《高等数学》、《物理化学》、《物理化学实验》       |       |     |
| 后续课程 | 科研训练、毕业论文                    |       |     |

### 二、课程简述

《物理化学选论》是储能科学与工程专业专业的一门选修课。本课程是在已学过的物理化学课程的基础上，介绍物理化学在材料及能源领域新的学术成就、方法和应用，引用新的材料和实例，了解近代物理化学发展的趋势和特点，增强学术分析问题、解决问题和创新的能力。选择性地介绍和论述物理化学领域的最新发展方向、各研究领域的最新研究动向以及物理化学知识在生产实践中的应用技术，既开拓学生的思维、激发学生的科学研究热情，又在物化知识与生产实践的结合中进一步学习和巩固物化知识的新发展、新应用，并学习和了解物化理论知识在生产实践中具体应用的各种实例。帮助有志于进一步深造读研究生的学生提高和加强理论水平。物理化学选论课以分专题的讲授为主，适当结合研究式、探索讨论式教学。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

#### (一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

本课程所支撑(达成)的毕业要求

| 毕业要求                                                                                                                | 指标点                                                  | 支撑度 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----|
| 毕业要求 1. 工程知识：能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和储能科学与工程专业知识结合，用于解决储氢和电化学储能技术与工程复杂的问题。                                         | 指标点 1-1. 能够将储能科学与工程的基本概念运用到工程问题的恰当表述中。               | H   |
|                                                                                                                     | 指标点 1-3. 具有储能科学与工程专业基础知识及其应用能力，并了解新能源行业的前沿发展现状和趋势。   | H   |
|                                                                                                                     | 指标点 1-4. 能够运用数学、自然科学、工程基础和专业知识解决复杂新能源材料与器件工程问题。      | L   |
| 毕业要求 2. 问题分析：能够应用能源、化学、材料、机械、工程、计算机科学和动力等学科基本原理，并通过文献研究分析储能科学与技术的复杂工程问题，采取有效的实验技术，以获得正确的结论。                         | 指标点 2-3. 能够正确表述一个工程问题解决方案并分析其合理性，采取有效的实验技术，以获得有效的结论。 | M   |
| 毕业要求 3. 设计/开发解决方案：能够针对储能科学与技术领域的复杂工程问题，提出解决方案，设计满足企业生产实践中工艺设计、科技开发、工程技术的需求，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。 | 指标点 3-2. 能够对解决方案的可行性进行初步分析与论证。                       | L   |
| 毕业要求 4. 研究：能够基于科学原理并采用科学方法对储能科学与工程领域的复杂问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。                                      | 指标点 4-2. 能够基于专业理论设计针对材料、器件、系统特定需求制定研发的可行实验方案。        | M   |
| 指标点 12k                                                                                                             | 指标点 12-2. 具有不断学习和适应发展的能力。                            | M   |

#### (二) 毕业要求指标点在本课程中的实现路径

毕业要求指标点 3. 设计/开发解决方案：通过材料化学、材料科学与工程、能源工程中的物理化学学习能够针对材料在制备与合成的复杂工程问题提出解决方案，了解物理化学在现代技术领域中的应用，设计满足企业生产实践中工艺设计、科技开发、工程技术的需求，并能够在设计环节中体现科学创新意识，提出研发方案的可行性。

毕业要求 6. 工程与社会：通过介绍物理化学在新材料及新能源领域的应用，了解与材料生产有关的社会、健康、安全、法律及文化方面的知识，通过电化学、表面活性剂的应用学习，选择有利于社会健康、安全的材料和工艺流程。

#### 四、考核方式及成绩评定

##### （一）考核目标

在考核学生对物理化学基本知识、基本原理和方法的基础上，重点考核学生的分析能力以及对知识的综合应用能力。

##### （二）考核方式

采用闭卷考试。考试内容以所授课内容为主。

##### （三）成绩评定

考试成绩占总评成绩 70%，平时成绩（包括平时上课考勤情况，课堂讨论情况，作业完成情况、随堂小测成绩等）占总评成绩 30%。

#### 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

##### 第一章 绪论

**重点：**物理化学的组成部分及其应用

**难点：**物理化学某一部分最新研究动向的收集

**课程思政：**培养学习兴趣和科学热情

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

第一节 物理化学各主要组成部分及其应用领域简介

第二节 物理化学的作用和任务

第三节 物理化学选论的内容简要介绍

第四节 物理化学最新研究方向的发展信息收集与展望

课程思政设计：介绍物理化学发展史上科学家的巨大贡献，培养学生的学习兴趣和科学热情。

##### 第二章 材料科学与能源工程中的物理化学

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p><b>重点：</b>热力学第二定律的发展及应用</p> <p><b>难点：</b>化学反应动力学基础</p> <p><b>课程思政：</b>科学文化修养 科学的世界观和方法论 自主学习能力</p> <p><b>教学方法与手段：</b>采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。</p>                                                                                                                                                                                                                                                             |  |
| <p>第一节 化学热力学</p> <p>第二节 化学热力学的应用</p> <p>第三节 化学平衡的应用</p> <p>第四节 化学反应动力学基础</p> <p>课程思政设计：通过探讨材料科学与能源工程领域中物理化学热力学、化学平衡、动力学的影响，培养学生科学文化修养、科学的世界观和方法论及自主学习能力。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |
| <p>第三章 材料科学物理化学中相平衡</p> <p><b>重点：</b>低熔点的简单二元系统、一致熔化合物、不一致熔化合物的二元系统相图的结晶路程、三元系统中组成表示方法及相关规则与原理</p> <p><b>难点：</b>二元系统、三元系统相图的特点</p> <p><b>课程思政：</b>科学文化修养 科学的世界观和方法论 自主学习能力</p> <p><b>教学方法与手段：</b>采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。</p> <p>第一节 凝聚态系统相平衡特点</p> <p>第二节 凝聚态系统相律</p> <p>第三节 一元系统</p> <p>第四节 二元系统</p> <p>第五节 三元系统</p> <p>第六节 相图中的计算与应用</p> <p>课程思政设计：通过探讨相平衡学在材料科学研究或工业生产上的应用，培养学生科学文化修养、科学的世界观和方法论及自主学习能力。</p> |  |
| <p>第四章 电化学物理化学专题</p> <p><b>重点：</b>电化学原理的具体应用</p> <p><b>难点：</b>各种应用模式的解析</p> <p><b>课程思政：</b>科学文化修养 科学的世界观和方法论 自主学习能力</p> <p><b>教学方法与手段：</b>采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。</p>                                                                                                                                                                                                                                           |  |

## 第一节 引言：电化学

## 第二节 阳极过程

## 第三节 阴极过程

## 第四节 电化学原理

## 第五节 电化学在环境领域的应用

## 第六节 电化学在金属材料中的应用

## 第七节 电化学在新能源中的应用

课程思政设计：通过探讨稀电化学在化学、新材料、新能源科学研究或工业生产上的应用，培养学生科学文化修养、科学的世界观和方法论及自主学习能力。

## 第五章 表面活性剂的应用

**重点：**乳化原理与减少有机溶剂的使用

**难点：**配伍原理与有效提高表面活性剂的效率

**课程思政：**培养学生学习兴趣和科学精神

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

### 第一节 表面活性剂的配伍原理

### 第二节 洗涤剂原理及其对环境的危害，新型洗涤剂的发展

### 第三节 表面活性剂在工业生产中的应用(矿物浮选、活性剂采油、化学清洗、水基油漆和涂料)

### 第四节 表面活性剂在材料工艺生产中的应用。

课程思政设计：介绍表面活性剂在工业生产活动中的应用，培养学生的学习兴趣和科学热情。

## 第六章 物理化学与现代技术

**重点：**物理化学模型应用于各种现代技术领域的变化

**难点：**用物理化学原理辨别虚伪的高新科技

**课程思政：**培养学生学习兴趣和科学精神

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

### 第一节 物理化学领域新兴技术发展

### 第二节 膜科学在新材料科学中的应用

### 第三节 化学动力学原理与新型材料研制

### 第四节 光化学、电池原理与新能源、节能环保的紧密联系

课程思政设计：介绍物理化学与现代技术领域物理化学家的巨大贡献，培养学生的学习兴趣和科学热情。

## 六、学时分配

| 教学内容 |                 | 各教学环节学时分配 |    |    |    |    |    |    | 作业题量  | 备注 |
|------|-----------------|-----------|----|----|----|----|----|----|-------|----|
| 章节   | 主要内容            | 讲授        | 实验 | 实训 | 课外 | 讨论 | 习题 | 小计 |       |    |
| 一    | 绪论              | 1         |    |    |    |    |    | 1  | 0     |    |
| 二    | 材料科学与能源工程中的物理化学 | 7         |    |    |    | 1  |    | 8  | 4-8   |    |
| 三    | 材料科学物理化学中相平衡    | 6         |    |    |    | 1  |    | 7  | 4-8   |    |
| 四    | 电化学物理化学专题       | 6         |    |    |    | 1  |    | 7  | 4-8   |    |
| 五    | 表面活性剂的应用        | 3         |    |    |    | 1  |    | 4  | 2     |    |
| 六    | 物理化学与现代技术       | 4         |    |    |    | 1  |    | 5  | 2     |    |
| 合计   |                 | 27        |    |    |    | 5  |    | 32 | 16-28 |    |

## 七、课程教材及主要参考资料

### （一）教材

自编《物理化学选论》教材。

傅献彩，候文华等编. 物理化学（上）. ISBN: 9787040586046. 北京：高等教育出版社，2022, 第六版.

傅献彩等编. 物理化学（下）. ISBN: 9787040584660. 北京：高等教育出版社，2022, 第六版.

### （二）教学参考书

[1] 冯霞，陈丽，朱荣娇，等编. 物理化学解题指南(第三版). ISBN: 9787040496321. 北京：高等教育出版社，2018, 第三版.

[2] 天津大学物理化学教研室. 物理化学（上）. ISBN: 9787040479614. 北京：高等教育出版社，2017, 第六版.

[3] 天津大学物理化学教研室. 物理化学（下）. ISBN: 9787040479621. 北京：高等教育出版社，2017, 第六版.

[4] 印永嘉等编. 物理化学简明教程. ISBN: 9787040219357. 北京：高等教育出版社，2011, 第四版.

## 八、其他说明

本课题为专业任选课，是对物理化学的深度学习，需要课堂教学与平时习题训练相结合，提高学生分析计算能力。

本课程研究对象与内容为物理化学在材料与能源工程领域学前沿科学研究及实际应用，课程教学体现工程实践特色，重点培养学生解决工程实践问题的能力。

# 《能源化学》课程教学大纲

## (Energy Chemistry)

执笔者：赵 凯

审核人：陈旻

编写日期：2024 年 5 月

### 一、课程基本信息

|      |                                  |       |   |
|------|----------------------------------|-------|---|
| 适用专业 | 储能科学与工程专业                        |       |   |
| 开课单位 | 材料科学与氢能学院                        |       |   |
| 课程类型 | 专业课程                             |       |   |
| 课程性质 | 限选课                              | 是否为双语 | 否 |
| 学分数  | 2 学分                             |       |   |
| 学时数  | 总学时 32，其中：实验（实训）0 学时；课外 0 学时     |       |   |
| 先修课程 | 大学物理、普通化学、电化学基础、材料科学基础、材料研究与测试方法 |       |   |
| 后续课程 |                                  |       |   |

### 二、课程简述

本课程的教学目标

（1）通过本课程的学习，学生应比较牢固地掌握能源的分类、基本性质、结构及其变化规律，了解和掌握能源加工过程中各种物理、化学、物理化学的反应机理。

（2）锻炼学生理论联系实际的能力，了解能源技术相关设备的构造及运作原理，学习能源转换过程中的效率制约因素。

本课程的主要内容

《能源化学》课程是一门深入探索能源与化学交叉领域的基础知识和基本原理的学科。该课程着重介绍了能源利用过程中相关的化学基础理论，包括能源化学领域重要的应用技术，以及与之相关的交叉学科基础知识。课程内容涵盖了能源与化学的概述，使学生对整个领域有一个全面的认识。接着，课程会深入探讨化学热力学和化学反应动力学的基本原理，为理解能源转换过程提供坚实的理论基础。在物质结构方面，课程将介绍原子、分子和晶体的结构及其与能源转换性能的关系。此外，课程还会详细介绍能源转换过程中的催化原理，包括催化剂的制备与表征，以及碳一催化合成等关键技术。在可再生能源领域，课程将探讨生物

柴油化学、生物质热化学转化和能源生物化学等方面的知识，使学生了解如何利用生物质资源生产清洁能源。同时，课程还会涉及电化学、光化学和等离子体化学等前沿领域，让学生了解能源转换的多种可能性和未来发展方向。通过《能源化学》课程的学习，学生将能够掌握能源化学领域的基础知识和技术，为未来的科研工作和职业发展打下坚实的基础。

老师在教学过程中注重发挥《能源化学》课程的思政育人功能。通过讲述氢能燃料电池的发展故事和介绍学校研究团队的成果，老师引导学生们思考能源问题的重要性，培养他们的环保意识和责任感。同时，老师还鼓励学生们树立正确的人生观和价值观，积极投身科学研究和社会实践，为实现可持续发展和绿色能源目标贡献自己的力量。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

#### （一）本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

| 毕业要求                                                                                                               | 指标点                                                                                     | 支撑度 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 毕业要求 1.工程知识：能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和储能科学与工程专业知识结合，用于解决储氢和电化学储能技术与工程复杂的问题。                                         | 指标点 1-1.能够将储能科学与工程的基本概念运用到工程问题的恰当表述中。<br>指标点 1-2.能够运用相关的工程基础和专业知识辨别材料生产中出现的技术、工艺、质量等问题。 | H   |
| 毕业要求 2.问题分析：能够应用能源、化学、材料、机械、工程、计算机科学和动力等学科基本原理，并通过文献研究分析储能科学与技术的复杂工程问题，采取有效的实验技术，以获得正确的结论。                         | 指标点 2-1.能够应用数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术、计算机等学科知识的基本原理识别和判断材料工程问题的关键环节和参数。                      | M   |
| 毕业要求 3.设计/开发解决方案：能够针对储能科学与技术领域的复杂工程问题，提出解决方案，设计满足企业生产实践中工艺设计、科技开发、工程技术的需求，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。 | 指标点 3-1.能够针对储能科学与工程领域复杂工程问题提出解决方案。<br>指标点 3-2.能够对解决方案的可行性进行初步分析与论证。                     | M   |
| 毕业要求 4.研究：能够基于科学原理并采用科学方法对储能科学与工程领域的复杂问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。                                      | 指标点 4-1.能够对储能科学与工程相关的各类材料特性进行研究和实验验证。<br>指标点 4-4.能够对实验结果进行分析和解释，并通过信息综合得到合理有效的结论。       | M   |
| 毕业要求 6.工程与社会：能够基于储能科学与工程背景知识进行合理分析，评价专业工程实践和复杂工程问题，提出解决针对社会、健康、安全、法律以及文化影响的方案，并理解应承担的责任。                           | 指标点 6-3. 能正确认识储能领域新产品、新技术、新工艺、新材料的开发和应用对于客观世界和社会的影响。                                    | L   |

## （二）毕业要求指标点在本课程中的实现路径

学生学习能源化学后，将系统掌握能源化学领域的基本理论、原理和技术。他们将对能源转换、储存、利用等方面有深入的理解，包括化石能源、生物质能源、核能、太阳能等不同类型的能源。学生在学习过程中将培养创新思维和解决问题的能力，学会独立思考、团队协作和解决问题，这些能力将对他们未来的学习和工作产生积极的影响。学生在学习过程中将了解到能源利用对环境的影响，并学习如何采用绿色、环保的技术和方法来实现能源的高效利用和可持续发展。这将有助于他们形成强烈的环保意识，并在未来的生活和工作中积极践行环保理念。

## 四、考核方式及成绩评定

### （一）考核目标

目标一 掌握能源化学的基本原理、定律规则及其使用条件。

目标二 结合具体条件应用理论分析解决遇到的能源化学问题。

目标三 利用化学资源创新研究，建立资源循环利用、开发绿色新型能源的可持续发展观念。

### （二）考核方式

闭卷考试。

### （三）成绩评定

考试成绩占总评成绩 70%，平时成绩（包括平时上课考勤情况，课堂讨论情况）占总评成绩 30%。

## 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

### 第一章 能源与化学概述

**重点：**理解能源的定义、分类及其在能源转化、储存和利用方面的应用，同时关注国内外在能源化学领域的发展现状和趋势。

**难点：**能源分类与特性的理解。

**课程思政：**强调能源的重要性与战略地位：阐述能源在国家发展、社会进步和人民生活改善中的重要作用，引导学生认识到能源安全是国家安全的重要组成部分，培养学生的责任感和使命感。

**教学方法与手段：**以课堂讲授为主，对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生采用正确的思维分析问题。

#### 第 1.1 节 能源发展概述

#### 第 1.2 节 化学在能源清洁利用和新能源发展中的作用

## 第二章 化学热力学

**重点：**基本概念、重要物理量在化学反应中的应用以及在能源和材料科学中的应用等方面。

**难点：**热力学第一定律和第二定律的理解和应用。

**课程思政：**引入化学热力学领域的杰出人物和典型事迹，如我国科学家在热力学领域的贡献，激发学生的爱国情怀和自豪感。强调化学热力学在国家经济建设、科技进步中的重要作用，增强学生为国家发展贡献力量的责任感和使命感。

**教学方法与手段：**以课堂讲授为主，对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授，引导学生采用正确的思维分析热力学问题。

### 第 2.1 节 基本概念

### 第 2.2 节 热力学第一定律

### 第 2.3 节 热力学第二定律

### 第 2.4 节 化学平衡

## 第三章 化学反应动力学

**重点：**反应速率、反应级数、活化能、反应速率的影响因素以及动力学方程与速率常数。

**难点：**反应速率方程的确定、速率常数和活化能的测定和反应机理的解析。

**课程思政：**化学反应动力学在化学工业中有广泛应用，但某些化学反应可能会产生有害物质。在教学中，应强调环保意识和绿色化学的重要性，引导学生思考如何在工业生产中减少污染、保护环境。

**教学方法与手段：**以课堂讲授为主，对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生采用正确的思维分析反应动力学问题。

### 第 3.1 节 化学反应速率

### 第 3.2 节 速率方程

### 第 3.3 节 温度对反应速率的影响

### 第 3.4 节 典型复合反应

### 第 3.5 节 反应速率理论

### 第 3.6 节 链式反应

### 第 3.7 节 应用案例固体电解质膜

## 第四章 物质结构

**重点：**原子结构、元素和同位素、元素周期表、电子排布规律以及化学键等方面。

**难点：**对原子结构原理的理解、假说与研究模型的掌握、电子排布规律的运用、化学键的识别与理解以及晶体结构的学习。

**课程思政：**物质结构知识在化学工业中有广泛应用，如催化剂的设计、新型材料的开发等。在课程中，可以引导学生思考如何在保证经济效益的同时，降低对环境的污染和破坏，培

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p>养学生的环保意识和社会责任感。</p> <p><b>教学方法与手段：</b>以课堂讲授为主，对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |
| <p>第 4.1 节 经典原子结构模型</p> <p>第 4.2 节 化学键</p> <p>第 4.3 节 有机官能团及其特性</p> <p>第 4.4 节 量子化学计算</p> <p>第五章 能源转换过程的催化原理</p> <div data-bbox="239 651 1358 936"> <p><b>重点：</b>反应机理和反应速率、催化剂的选择性、化剂的表面活性位点、催化剂的作用机制和催化剂的分类。</p> <p><b>难点：</b>催化剂活性位点的确定、反应机理的解析和催化剂的选择性和稳定性优化。</p> <p><b>课程思政：</b>结合具体的能源转换案例，分析催化原理在其中的应用，引导学生深入思考和讨论，培养他们的批判性思维能力。组织学生进行课堂讨论，就催化原理在能源转换中的社会价值和环保意义发表观点，促进学生之间的交流与合作。</p> <p><b>教学方法与手段：</b>以课堂讲授为主，对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。</p> </div> <p>第 5.1 节 催化概述</p> <p>第 5.2 节 固体催化剂的组成</p> <p>第 5.3 节 催化作用原理</p> <p>第 5.4 节 催化剂性能评价</p> |  |
| <p>第六章 催化剂的制备与表征</p> <div data-bbox="239 1312 1358 1675"> <p><b>重点：</b>制备方法的选择（溶解法、沉淀法、共沉淀法、烧结法、溅射法、化学气相沉积法（CVD）和共沉积法（ALD）等）和表征方法的选择（气相色谱技术、热分析法、X 射线衍射分析法（XRD）、光谱法和显微分析法等）。</p> <p><b>难点：</b>制备方法的优化和表征技术的精确性。</p> <p><b>课程思政：</b>强调实验过程的准确性和严谨性，培养学生尊重数据、实事求是的科学精神。通过分析催化剂制备过程中的各种影响因素，引导学生理解科学研究需要细致入微的观察和严谨的实验设计。</p> <p><b>教学方法与手段：</b>以课堂讲授为主，对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生理解催化剂的相关知识。</p> </div> <p>第 6.1 节 催化剂常用制备方法和处理方式</p> <p>第 6.2 节 纳米催化材料</p> <p>第 6.3 节 催化剂表征</p>                                                   |  |
| <p>第七章 碳一催化合成</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div data-bbox="247 197 1345 555" data-label="Text"> <p><b>重点：</b>碳一催化合成涉及由含一个碳原子的化合物（如甲烷、CO、CO<sub>2</sub>、甲醇等）经过催化转化为其他化学品或燃料的过程。理解这一过程中的催化机理，包括激活基团、产生中间体、转移基团和消除副产物等步骤。</p> <p><b>难点：</b>在碳一催化合成中，催化剂的活性位点通常是决定反应性能的关键因素。然而，由于催化剂的复杂性和多样性，准确确定其活性位点是一个难点。</p> <p><b>课程思政：</b>引导学生关注碳一催化合成领域的新技术、新方法，鼓励他们提出创新性的实验方案和解决思路。阐述科研工作者在推动社会可持续发展中的责任和使命，让学生认识到自己的学习和研究不仅是为了个人发展，更是为了社会的进步和繁荣。</p> <p><b>教学方法与手段：</b>以课堂讲授为主，对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。</p> </div> <div data-bbox="247 577 708 976" data-label="List-Group"> <ul style="list-style-type: none"> <li>第 7.1 节 碳一合成的原料——合成气</li> <li>第 7.2 节 甲醇合成</li> <li>第 7.3 节 甲醇下游合成能源化学</li> <li>第 7.4 节 乙醇合成</li> <li>第 7.5 节 费托合成汽油和柴油烃</li> <li>第 7.6 节 甲烷合成</li> <li>第 7.7 节 CO<sub>2</sub> 加氢转化</li> </ul> </div> | <div data-bbox="308 1014 596 1048" data-label="Section-Header"> <h2>第八章 生物柴油化学</h2> </div> <div data-bbox="247 1077 1345 1473" data-label="Text"> <p><b>重点：</b>理解其制备原理、物理化学特性、环保特性和调和性。</p> <p><b>难点：</b>原料的多样性和复杂性、制备工艺的优化、催化剂的选择和制备、环境友好性和经济性以及热值问题。</p> <p><b>课程思政：</b>通过生物柴油化学课程的学习，使学生深入了解生物柴油的制备原理、物理化学特性以及环保特性，培养学生的科学认知能力和对化学知识的兴趣。强调生物柴油作为一种可再生的清洁能源，其应用有助于减少环境污染和温室气体排放，提高学生的环保意识。介绍生物柴油的生产过程中如何降低能耗和减少废弃物排放，培养学生的绿色化学理念。</p> <p><b>教学方法与手段：</b>以课堂讲授为主，对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流。</p> </div> <div data-bbox="247 1500 681 1657" data-label="List-Group"> <ul style="list-style-type: none"> <li>第 8.1 节 生物柴油概述</li> <li>第 8.2 节 生物柴油的制备方法</li> <li>第 8.3 节 转酯化制取生物柴油技术</li> </ul> </div> | <div data-bbox="308 1753 654 1787" data-label="Section-Header"> <h2>第九章 生物质热化学转化</h2> </div> <div data-bbox="247 1816 1345 2016" data-label="Text"> <p><b>重点：</b>理解技术原理、分析产物性质和应用潜力、评估能源效率和环境效益。</p> <p><b>难点：</b>生物质原料的复杂性、转化技术的优化、催化剂的选择与制备、产物分离与提纯以及环境友好性和可持续性。</p> <p><b>课程思政：</b>强调生物质作为可再生能源的重要性，介绍生物质热化学转化在减少化石能源依赖、降低温室气体排放等方面的作用，培养学生的环保意识。</p> </div> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div>教学方法与手段：以课堂讲授为主，对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流。</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <div>第 9.1 节 生物质热解</div> <div>第 9.2 节 生物质水热转化</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <div>第十章 能源生物化学</div> <div><div>重点：生物能源转化的基本原理和机制，以及生物能源的开发和利用。</div><div>难点：生物能源转化过程的复杂性、转化效率的提高、生产的可持续性和技术的经济性。</div><div>课程思政：通过介绍中国在能源生物化学领域取得的突出成就，如中国科学家在生物质能源转化、生物燃料开发等方面的贡献，让学生感受到中国在能源生物化学领域的强大实力和国际地位，从而增强学生的民族自豪感和爱国情怀。</div><div>教学方法与手段：以课堂讲授为主，对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。</div></div> <div><div>第 10.1 节 生物化学概述</div><div>第 10.2 节 生物化学原理</div><div>第 10.3 节 沼气发酵技术</div><div>第 10.4 节 淀粉类生物质发酵制取乙醇技术</div><div>第 10.5 节 木质纤维素类生物质发酵制取乙醇技术</div></div>     |
| <div>第十一章 电化学</div> <div><div>重点：理解其基础概念（电荷、离子和电流之间关系，电解和电池，原电池的工作原理）、原理和应用。</div><div>难点：由于电化学涉及的概念较为抽象，学生需要深入理解其基本原理，包括电流的产生、电子和离子的运动规律等。</div><div>课程思政：结合国家双碳计划这一重大发展目标，阐释电化学在能源转化和环保方面的重要作用，培养学生的环保意识和专业自信心。</div><div>教学方法与手段：以课堂讲授为主，对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流。</div></div> <div><div>第 11.1 节 电化学研究的对象</div><div>第 11.2 节 法拉第定律</div><div>第 11.3 节 电化学热力学基础</div><div>第 11.4 节 电极电位</div><div>第 11.5 节 电镀</div><div>第 11.6 节 腐蚀与防护</div></div> |

## 六、学时分配

| 教学内容 |             | 各教学环节学时分配 |    |    |    |    |    |    | 作业<br>题量 | 备注 |
|------|-------------|-----------|----|----|----|----|----|----|----------|----|
| 章节   | 主要内容        | 讲授        | 实验 | 实训 | 课外 | 讨论 | 习题 | 小计 |          |    |
| 1    | 能源与化学概述     | 2         |    |    |    |    |    | 2  |          |    |
| 2    | 化学热力学       | 4         |    |    |    |    |    | 4  |          |    |
| 3    | 化学反应动力学     | 4         |    |    |    |    |    | 4  |          |    |
| 4    | 物质结构        | 4         |    |    |    |    |    | 4  |          |    |
| 5    | 能源转换过程的催化原理 | 4         |    |    |    |    |    | 4  |          |    |
| 6    | 催化剂的制备与表征   | 4         |    |    |    |    |    | 4  |          |    |
| 7    | 碳一催化合成      | 2         |    |    |    |    |    | 2  |          |    |
| 8    | 生物柴油化学      | 2         |    |    |    |    |    | 2  |          |    |
| 9    | 生物质热化学转化    | 2         |    |    |    |    |    | 2  |          |    |
| 10   | 能源生物化学      | 2         |    |    |    |    |    | 2  |          |    |
| 11   | 电化学         | 2         |    |    |    |    |    | 2  |          |    |
| 合计   |             | 32        |    |    |    |    |    | 32 |          |    |

## 七、课程教材及主要参考资料

- [1] 王树荣, 蒋旭光, 朱玲君. 《能源化学》. 北京: 中国电力出版社, 2024 年。
- [2] 胡俊华 朱利敏 李晶晶. 《能源化学》. 上海: 高等教育出版社, 2021 年。
- [3] 陈军. 《能源化学》. 北京: 化学工业出版社, 2004 年。

## 八、其他说明

无。

# 《能源与环境》课程教学大纲

## (Energy Sources and Environment)

执笔者：王修才

审核人：赵凯

编写日期：2024 年 5 月

### 一、课程基本信息

|      |                             |       |   |
|------|-----------------------------|-------|---|
| 适用专业 | 储能科学与工程                     |       |   |
| 开课单位 | 材料科学与氢能学院                   |       |   |
| 课程类型 | 专业课                         |       |   |
| 课程性质 | 必修课                         | 是否为双语 | 否 |
| 学分数  | 1 学分                        |       |   |
| 学时数  | 总学时 16，其中：实验（实训）学时 0；课外学时 0 |       |   |
| 先修课程 | 无机化学，有机化学，高分子化学，物理化学        |       |   |
| 后续课程 | 创新思维训练，毕业论文                 |       |   |

### 二、课程简述

本课程是一门专业必修课，适合于储能科学与工程、材料化学、材料科学与工程等专业。本课程重点介绍能源环境问题、环境污染治理途径及原理、大气污染物的生成和控制、烟尘的污染及防治、工业节能的分析方法与步骤，能源的供应与经济预测方法等问题。它可以增强学生的环保意识并掌握可持续发展模式。通过学习使学生系统地掌握能源科学的基础知识，了解人口，环境，能源之间的关系；可持续发展与社会制约机制；环境污染监测与控制技术；资源可持续利用技术；环境友好的能源利用技术，为学生以后从事相关专业课程式的学习及从事能源与动力相关工作开启环保与高效的理念。

### 三、本课程所支撑的毕业要求（本条适用于认证专业）

（一）本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

| 毕业要求                                                                       | 课程名称与指标点的对应关系<br>矩阵                            | 专业任<br>选课程 |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------|
| 毕业要求 1.工程知识：能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学与储能科学与工程专业知识结合，用于解决储氢和电化学储能技术与工程复杂的问题。 | 指标点 1-2.能够运用相关的工程基础和专业知识辨别材料生产中出现的技术、工艺、质量等问题。 | <b>M</b>   |

|                                                                                                                    |                                                                        |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---|
| 毕业要求 2. 问题分析：能够应用能源、化学、材料、机械、工程、计算机科学和动力等学科基本原理，并通过文献研究分析储能科学与技术的复杂工程问题，采取有效的实验技术，以获得正确的结论。                        | 指标点 2-1.能够应用数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术、计算机等学科学的基本原理识别和判断材料工程问题的关键环节和参数。      | L |
| 毕业要求 3.设计/开发解决方案：能够针对储能科学与技术领域的复杂工程问题，提出解决方案，设计满足企业生产实践中工艺设计、科技开发、工程技术的需求，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。 | 指标点 3-3.能够设计满足特定需求的新能源材料、储能器件和工艺流程，并能够体现创新意识。                          | L |
| 毕业要求 13.创新能力：具有创新能力，使其能够在未来的储能科学与工程领域具备竞争力。                                                                        | 指标点 13-1.了解储能技术领域前沿知识和发展趋势，掌握基本创新方法。在解决复杂工程问题中具有创新意识，能够提出新颖、有创见性的解决方案。 | M |
|                                                                                                                    | 指标点 13-2.在学习过程中，通过参与科研项目、学术竞赛等活动，培养学生的创新思维和解决问题的能力                     | M |

#### （二）毕业要求指标点在本课程中的实现路径

通过本门课程学习，掌握的主要知识与理论：1、了解和掌握各类能源材料的分类和特点；2、掌握各类常规能源和新能源的应用技术指标和关键参数；3、掌握新能源材料的设计制备和加工生产流程。最终，加强学生对能源与环境的相互联系，了解资源可持续利用技术，拓展学生的视野，提高分析与解决问题的能力，并增强科技创新意识。

### 四、考核方式及成绩评定

#### （一）考核目标

通过本课程的学习，加强学生对能源可持续利用与环境保护方面技术领域的感性认识，拓展学生的知识视野。

#### （二）考核方式

采用撰写课程小论文或者闭卷考试形式。

#### （三）成绩评定

平时成绩占 30%，期末考试成绩占 70%。

### 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

以“章”为单位说明本教学单元的教学内容、教学基本要求、教学安排、重点、难点，以

及为达成教学目标或核心能力培养所采取的教学方法与手段等，格式如下：

## 第一章 绪论

**重点：**了解和掌握能量与能源。

**难点：**能源利用与环境效应。

**课程思政：**青山绿水就是金山银山的环保理念。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

### 第1节 能源与社会发展

### 第2节 能源资源现状与能源问题

### 第3节 环境与环境问题

### 第4节 能源利用与环境效应

## 第二章 能源转换与利用技术

**重点：**了解和掌握光的能源转换基本原理、利用过程及相关技术。

**难点：**掌握激光器和发光二极管的发光过程能量转换的基本原理。

**课程思政：**突破陈规、大胆创新、不甘落后、奋勇争先。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

### 第1节 能量的基本性质

### 第2节 能量转换的基本原理

### 第3节 化学能转换为热能的技术

### 第4节 热能转换为机械能或电能

### 第5节 能量的储存

### 第6节 能源利用的评价

## 第三章 化石燃料能源

**重点：**了解和掌握化石燃料能源种类与起源。

**难点：**掌握各类化石能源的形成机制。

**课程思政：**科学思维、科学伦理、探索未知、追求真理、勇攀高峰。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

### 第1节 煤炭

### 第2节 石油

### 第3节 天然气

### 第4节 21 世纪的化石燃料

## 第四章 可再生能源

**重点：**了解和掌握可再生能源的种类和应用。

**难点：**掌握太阳能电池材料的基本要求。

**课程思政：**应变能力、工匠精神、科技报国、责任意识。

|                                                                                                                                                                        |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p><b>教学方法与手段：</b>利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。</p>                                                                                                                         |  |
| <p>第1节 概述</p> <p>第2节 太阳能</p> <p>第3节 风能</p> <p>第4节 水能</p> <p>第5节 生物质能</p> <p>第6节 地热能</p> <p>第7节 海洋能</p>                                                                 |  |
| <p>第五章 核能</p>                                                                                                                                                          |  |
| <p><b>重点：</b>了解和掌握核燃料的性质和应用。</p> <p><b>难点：</b>掌握核技术的特点和应用。</p> <p><b>课程思政：</b>世界物质性、相互联系、量变质变、个性共性。</p> <p><b>教学方法与手段：</b>利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。</p>                 |  |
| <p>第1节 概述</p> <p>第2节 核燃料和核燃料循环</p> <p>第3节 核技术应用</p> <p>第4节 核反应堆</p> <p>第5节 核电站</p>                                                                                     |  |
| <p>第六章 氢能</p>                                                                                                                                                          |  |
| <p><b>重点：</b>了解和掌握氢的制取与运输。</p> <p><b>难点：</b>了解燃料电池的种类和工作原理。</p> <p><b>课程思政：</b>现象本质、实践检验、物质运动、相互制约。</p> <p><b>教学方法与手段：</b>利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。</p>                 |  |
| <p>第1节 概述</p> <p>第2节 氢的制取</p> <p>第3节 氢的储存和运输</p> <p>第4节 氢的应用</p> <p>第5节 燃料电池</p> <p>第6节 21 世纪的氢能和氢经济</p>                                                               |  |
| <p>第七章 能源利用的环境效应</p>                                                                                                                                                   |  |
| <p><b>重点：</b>了解和掌握有机、微纳米光电材料的种类和应用。</p> <p><b>难点：</b>了解新型光子学材料及人工介质光电材料的设计与性质。</p> <p><b>课程思政：</b>勇攀高峰、精益求精、自主创新、使命担当、锤炼意志。</p> <p><b>教学方法与手段：</b>以课堂讲授为主，再辅以课堂讨论。</p> |  |

第1节 能源开发与利用过程中的环境效应

第2节 中国的主要环境问题

第3节 环境监测与环境评价

## 第八章 节能技术

**重点：**了解和掌握节能技术的种类和应用。

**难点：**了解节能减排的技术经济评价。

**课程思政：**勇攀高峰、精益求精、自主创新、使命担当、锤炼意志。

**教学方法与手段：**以课堂讲授为主，再辅以课堂讨论。

第1节 节能概述

第2节 节能减排的技术经济评价

第3节 高效低污染燃烧技术

第4节 强化传热技术

第5节 余热回收技术

第6节 热泵技术

第7节 热管及其在节能中的应用

第8节 隔热保温技术

第9节 建筑节能

## 第九章 能源环境可持续发展

**重点：**了解和掌握可持续发展观念的由来。

**难点：**了解可持续发展的概念和内涵。

**课程思政：**勇攀高峰、精益求精、自主创新、使命担当、锤炼意志。

**教学方法与手段：**以课堂讲授为主，再辅以课堂讨论。

第1节 可持续发展观念的由来

第2节 科学的发展观

第3节 可持续发展的概念和内涵

第4节 可持续发展对能源的需求

第5节 实现能源与环境可持续发展战略

## 六、学时分配

| 教学内容 |           | 各教学环节学时分配 |        |        |        |        |        |        | 作业<br>题量 | 备注 |
|------|-----------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|----|
| 章节   | 主要内容      | 讲<br>授    | 实<br>验 | 实<br>训 | 课<br>外 | 讨<br>论 | 习<br>题 | 小<br>计 |          |    |
| 一    | 绪论        | 1         |        |        |        |        |        | 1      | 1        |    |
| 二    | 能源转换与利用技术 | 2         |        |        |        |        |        | 2      | 2        |    |

|    |           |    |  |  |  |  |  |    |    |  |
|----|-----------|----|--|--|--|--|--|----|----|--|
| 三  | 化石燃料能源    | 2  |  |  |  |  |  | 2  | 2  |  |
| 四  | 可再生能源     | 2  |  |  |  |  |  | 2  | 2  |  |
| 五  | 核能        | 2  |  |  |  |  |  | 2  | 2  |  |
| 六  | 氢能        | 2  |  |  |  |  |  | 2  | 2  |  |
| 七  | 能源利用的环境效应 | 2  |  |  |  |  |  | 2  | 2  |  |
| 八  | 节能技术      | 2  |  |  |  |  |  | 2  | 2  |  |
| 九  | 能源环境可持续发展 | 1  |  |  |  |  |  | 1  | 1  |  |
| 合计 |           | 16 |  |  |  |  |  | 16 | 16 |  |

## 七、课程教材及主要参考资料

### （一）教材

卢平. 能源与环境概论. 9787508483559 (ISBN).北京: 中国水利水电出版社, 2021 年 3 月.

### （二）教学参考书

[1]周乃君. 能源与环境（第 2 版）. 9787548707714 (ISBN).长沙: 中南大学出版社, 2013 年 2 月.

[2] 曾芳、张盼、齐立强、李晶欣. 电力能源与环境概论. 9787502481940 (ISBN). 北京: 冶金工业出版社, 2019 年 9 月.

## 八、其他说明

无。

# 《氢能与氢储能》课程教学大纲

## (Hydrogen Energy and Hydrogen Storage)

执笔者：陈家辉

审核人：赵凯

编写日期：2024 年 5 月

### 一、课程基本信息

|      |                              |       |   |
|------|------------------------------|-------|---|
| 适用专业 | 储能科学与工程                      |       |   |
| 开课单位 | 材料科学与氢能学院                    |       |   |
| 课程类型 | 专业课程                         |       |   |
| 课程性质 | 必修课                          | 是否为双语 | 否 |
| 学分数  | 2 学分                         |       |   |
| 学时数  | 总学时 32，其中：实验（实训）0 学时；课外 0 学时 |       |   |
| 先修课程 | 普通化学                         |       |   |
| 后续课程 | 燃料电池技术、氢气运输与利用               |       |   |

### 二、课程简述

《氢能与氢储能》基于“双碳”目标和新能源时代背景，既讲述氢能基础理论知识，也涵盖氢能与氢储能相关应用技术。主要内容有氢的发展史、氢的物理化学性质、制氢技术、储氢技术、氢能利用等。重点介绍煤制氢、天然气制氢、石油制氢、可再生能源制氢等制氢技术以及分子态储氢、吸附储氢、金属氢化物储氢等储氢技术。通过本课程的学习使学生对氢能与氢储能涉及的基本理论、关键材料和技术进展等有较全面的认识，培养学生科学抽象和辩证思维能力，强化实践综合分析和解决问题能力，为从事氢能行业研究、开发、生产和应用等工作打下坚实的基础。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

#### (一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

本课程所支撑(达成)的毕业要求

| 毕业要求                                                                                     | 指标点                                                                                        | 支撑度 |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 毕业要求 1.工程知识：能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和储能科学与工程专业知识结合，用于解决储氢和电化学储能技术与工程复杂的问题。               | 指标点 1-1.能够将储能科学与工程的基本概念运用到工程问题的恰当表述中。<br>指标点 1-3.具有储能科学与工程专业基础知识及其应用能力，并了解新能源行业的前沿发展现状和趋势。 | H   |
| 毕业要求 4.研究：能够基于科学原理并采用科学方法对储能科学与工程领域的复杂问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。            | 指标点 4-1.能够对储能科学与工程相关的各类材料特性进行研究和实验验证。                                                      | M   |
| 毕业要求 6.工程与社会：能够基于储能科学与工程背景知识进行合理分析，评价专业工程实践和复杂工程问题，提出解决针对社会、健康、安全、法律以及文化影响的方案，并理解应承担的责任。 | 指标点 6-3. 能正确认识储能领域新产品、新技术、新工艺、新材料的开发和应用对于客观世界和社会的影响。                                       | M   |
| 毕业要求 7.环境和可持续发展：能够理解和评价针对储能科学与工程等领域的复杂问题的专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响。                           | 指标点 7-2. 能够正确认识储能科学与工程实践对于环境和社会可持续发展的影响。                                                   | M   |
| 毕业要求 12.终身学习：具有自主学习和终身学习的意识，并有不学习和适应发展的能力。                                               | 指标点 12-2.具有不断学习和适应发展的能力。                                                                   | L   |

#### (二) 毕业要求指标点在本课程中的实现路径

毕业要求 1.工程知识：通过本课程的学习掌握氢物理化学性质、氢气分离和提纯、制氢储氢用氢技术的基本概念和原理，了解氢能以及氢储能技术的发展现状和趋势，从而为储能科学与技术领域涉及的氢能与氢储能工程问题提供知识储备和工程基础，以达到毕业要求指标点 1-1 和 1-3。

毕业要求 4.研究：通过对制氢技术、储氢技术和氢能利用技术关键材料的学习，掌握各类氢能与氢储能相关材料的结构和性质。结合相关材料的一般性研究方法和手段的学习，掌握各类氢能与氢储能相关材料的研究和验证方法。由此达到毕业要求指标点 4-1。

毕业要求 6.工程与社会：通过学习制氢储氢用氢技术的发展现状和趋势，了解氢能与氢储能技术的最新进展以及新技术发展对社会、健康、安全、法律以及文化的影响。由此达到毕业要求指标点 6-3。

毕业要求 7.环境和可持续发展：通过氢能发展趋势、氢物理化学性质和制氢储氢用氢过程对环境影响的学习，能够正确认识氢能与氢储能实践对于环境和社会可持续发展的影响，从而达到毕业要求指标点 7-2。

毕业要求 12.终身学习：通过了解氢能与氢储能发展现状和趋势，体会技术更迭对知识基础的要求，使学生具有不断学习和适应发展的能力。由此达到毕业要求指标点 12-2。

#### 四、考核方式及成绩评定

##### （一）考核目标

目标一：掌握氢能与氢储能基本理论和技术原理，掌握制氢和储氢技术关键材料的特征、原理和应用场景。

目标二：运用氢能与氢储能专业知识解决材料合成和应用工程问题。

目标三：具有持续学习和创新的能力与素质。

##### （二）考核方式

采用闭卷考试，考试内容覆盖课程教学大纲的全部内容。

##### （三）成绩评定

考试成绩占总评成绩 70%，平时成绩（包括平时上课考勤情况，课堂讨论情况，作业完成情况、随堂小测成绩等）占总评成绩 30%。

#### 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

##### 第 1 章 氢的发展史

**重点：**氢能发展趋势

**难点：**无

**课程思政：**全球视野、可持续发展。

**教学方法与手段：**学生课前预习，教师课堂讲授结合；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

###### 第 1.1 节 氢的发展历史

###### 第 1.2 节 氢能发展趋势

##### 第 2 章 氢的物理化学性质

**重点：**氢的物理和化学性质

**难点：**氢的化学态

**课程思政：**实事求是、探求真理。

**教学方法与手段：**学生课前预习，教师课堂讲授结合；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

###### 第 2.1 节 氢的丰度及同位素

###### 第 2.2 节 氢的物理性质

### 第 2.3 节 氢的化学性质

### 第 2.4 节 氢与固体表面的相互作用

### 第 2.5 节 氢的四种化学态

## 第 3 章 氢气的分离和提纯

**重点：**变压吸附提纯氢气、膜分离提纯氢气

**难点：**氢气提纯和分离原理

**课程思政：**尊重科学、勇于创新。

**教学方法与手段：**学生课前预习，教师课堂讲授结合；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

### 第 3.1 节 变压吸附提纯氢气

### 第 3.2 节 膜分离提纯氢气

### 第 3.3 节 深冷分离

## 第 4 章 制氢技术

**重点：**碳氢化合物氢技术、电解水制氢技术

**难点：**制氢技术原理

**课程思政：**探索未知、追求真理。

**教学方法与手段：**学生课前预习，教师课堂讲授结合；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

### 第 4.1 节 碳氢化合物氢技术

### 第 4.2 节 电解水制氢技术

### 第 4.3 节 生物质能制氢技术

### 第 4.4 节 光催化和光电催化制氢技术

## 第 5 章 储氢技术

**重点：**分子态储氢、吸附储氢、金属氢化物储氢

**难点：**储氢技术原理

**课程思政：**探索未知、追求真理。

**教学方法与手段：**学生课前预习，教师课堂讲授结合；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

### 第 5.1 节 分子态储氢

### 第 5.2 节 吸附储氢

### 第 5.3 节 金属氢化物储氢

### 第 5.4 节 复杂氢化物储氢

### 第 5.5 节 制氢储氢一体化

### 第 5.6 节 富氢液态化合物储氢

## 第6章 氢能利用技术

**重点：**燃料电池

**难点：**燃料电池组成与工作原理

**课程思政：**实践检验，创新意识。

**教学方法与手段：**学生课前预习，教师课堂讲授结合；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

第6.1节 热能利用

第6.2节 燃料电池

第6.3节 氢燃料热机

## 六、学时分配

| 教学内容 |          | 各教学环节学时分配 |        |        |        |        |        |        | 作业<br>题量 | 备注 |
|------|----------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|----|
| 章节   | 主要内容     | 讲<br>授    | 实<br>验 | 实<br>训 | 课<br>外 | 讨<br>论 | 习<br>题 | 小<br>计 |          |    |
| 1    | 氢的发展史    | 2         |        |        |        |        |        | 2      | 0        |    |
| 2    | 氢的物理化学性质 | 2         |        |        |        |        |        | 2      | 2        |    |
| 3    | 氢气的分离和提纯 | 2         |        |        |        |        |        | 2      | 2        |    |
| 4    | 制氢技术     | 10        |        |        |        |        |        | 10     | 4        |    |
| 5    | 储氢技术     | 10        |        |        |        |        |        | 10     | 4        |    |
| 6    | 氢能利用技术   | 6         |        |        |        |        |        | 6      | 2        |    |
| 合计   |          | 32        |        |        |        |        |        | 32     | 14       |    |

## 七、课程教材及主要参考资料

- [1] 吴朝玲，王刚，王倩. 氢能与燃料电池. 北京：化学工业出版社，2022。
- [2] 吴朝玲，李永涛，李媛等. 氢气储存和输运. 北京：化学工业出版社，2020。
- [3] 赵吉诗. 制氢技术与工艺. 北京：机械工业出版社，2024。

## 八、其他说明

无

# 《电化学原理》课程教学大纲

## (Principles of Electrochemistry)

执笔者：夏冬生

审核人：赵凯

编写日期：2024 年 5 月

### 一、课程基本信息

|      |                              |       |     |
|------|------------------------------|-------|-----|
| 适用专业 | 储能科学与工程                      |       |     |
| 开课单位 | 材料科学与氢能学院                    |       |     |
| 课程类型 | 专业课                          |       |     |
| 课程性质 | 必修课                          | 是否为双语 | (否) |
| 学分数  | 2 学分                         |       |     |
| 学时数  | 总学时 32，其中：实验（实训）0 学时；课外 0 学时 |       |     |
| 先修课程 | 《高等数学》、《物理化学》、《物理化学实验》       |       |     |
| 后续课程 | 《电化学基础实验》、《燃料电池技术》           |       |     |

### 二、课程简述

本课程以讲授电化学原理为主。电化学原理是电化学的基础理论课程，是学习电化学测量、现代电化学以及各种电化学工艺课程的基础。本课程主要介绍经典电化学的基本原理、方法与应用，具体包括四个部分：（1）电化学体系的组成以及导体、电解质的基本知识；（2）电化学热力学原理以及电极/溶液界面双电层的结构、性质和研究方法；（3）电极过程动力学基本原理、研究方法以及一些基本的电化学测量方法；（4）电池、腐蚀防护等领域一些实际电极过程涉及的电化学理论知识。以上课程内容设置旨在达到以下教学目标：（1）掌握电化学的基本原理，培养学生具备一定的电化学理论计算与推演能力；（2）掌握电化学测试技术，培养学生具备数据分析能力；（3）培养学生具备利用电化学知识对储能技术工程领域相关问题的分析能力。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

#### (一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

本课程所支撑(达成)的毕业要求

| 毕业要求                                                                                                               | 课程名称与指标点的对应关系矩阵                                   | 权重 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----|
| 毕业要求 1.工程知识：能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和储能科学与工程专业知识结合，用于解决储氢和电化学储能技术与工程复杂的问题。                                         | 指标点 1-3.具有储能科学与工程专业基础知识及其应用能力,并了解新能源行业的前沿发展现状和趋势。 | M  |
| 毕业要求 3.设计/开发解决方案：能够针对储能科学与技术领域的复杂工程问题，提出解决方案，设计满足企业生产实践中工艺设计、科技开发、工程技术的需求，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。 | 指标点 3-1.能够针对储能科学与工程领域复杂工程问题提出解决方案。                | H  |
| 毕业要求 4.研究：能够基于科学原理并采用科学方法对储能科学与工程领域的复杂问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。                                      | 指标点 4-1.能够对储能科学与工程专业相关的各类材料特性进行研究和实验验证。           | H  |
|                                                                                                                    | 指标点 4-2.能够基于专业理论设计针对材料、器件、系统特定需求制定研发的可行实验方案。      | M  |
| 毕业要求 5.使用现代工具：能够针对储能科学与工程等领域的复杂工程问题，开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程和信息化工具，包括对储能材料结构设计、生产工艺、实验结果等的预测与模拟，并能够理解其局限性。            | 指标点 5-3. 掌握储能科学与工程专业重要文献资料的来源和获取方法。               | L  |
| 毕业要求 7.环境和可持续发展：能够理解和评价针对储能科学与工程等领域的复杂问题的专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响。                                                     | 指标点 7-2. 能够正确认识储能科学与工程实践对于环境和社会可持续发展的影响。          | L  |
| 课程达成度要求                                                                                                            |                                                   | 6  |

## （二）毕业要求指标点在本课程中的实现路径

本课程旨在为学生建立系统的电化学理论知识框架,同时结合相关的专业实验课培养学生的电化学实践能力,为其将来从事储能技术工程领域相关专业工作打下扎实的理论与实践基础。课程要求学生掌握的主要理论知识包括:电化学体系的分类、不同电化学体系之间的联系和区别;电解质溶液的描述方法;可逆电极与不可逆电极的联系和区别;电极/溶液界面双电层的结构模型;影响电极反应速率的因素及速率决定步骤,以及电极极化的定义与类型;电化学热力学及动力学等重要理论知识。要求学生深刻理解并熟练运用法拉第定律、Nernst 方程、Butler-Volmer 方程以及 Tafel 公式。掌握如循环伏安法、电化学阻抗谱等重要的电化学研究方法。了解经典电极过程(如氢电极反应和氧电极反应)的反应机制以及影响电催化性能的因素,掌握电催化性能的评估方法。理解金属阳极过程在金属腐蚀与防护领域的应用原理及价值。实践能力培养方面,要求学生针对储能技术工程领域所出现的问题能够提出满足企业生产实践需求的解决方案,并在解决问题的过程中体现创新意识。改革教学方法,积极调动学生主观能动性,培养学生自主学习和终身学习的能力和意识。

## 四、考核方式及成绩评定

### （一）考核目标

目标一:掌握电化学相关基础知识和基本技能,具备从事电化学实验的基本理论及工程技术水平。

目标二:掌握多种电化学测试技术方法的基本原理和使用电化学测试技术从事表征和开展研究的基本技能。

目标三:具有在储能技术、电化学合成、化工、化学电源、金属表面处理、金属腐蚀与防护等相关领域从事工艺设计、科技开发、工程技术、科学研究及相关管理等方面的工作能力。

### （二）考核方式

闭卷考试。

### （三）成绩评定

期末考试和平时成绩的考核方式。期末考试成绩占该门课程的 70%,平时成绩包括:平时作业、出勤率、课堂回答问题,平时成绩占该门课程的 30%,两项合并既为该门课程的成绩。

## 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

以“章”为单位说明本教学单元的教学内容、教学基本要求、教学安排、重点、难点、课程思政，以及为达成教学目标或核心能力培养所采取的教学方法与手段等，格式如下：

### 第一章 绪论

**重点：**电化学的研究领域

**难点：**电化学的科学内涵

**课程思政：**引导学生科学地看待电化学学科的发展与关键科学家的思维方式与抱负

**教学方法与手段：**以多媒体课堂教学为主，结合启发式教学，主客体互动，参与式的教学方式等手段。

#### 第一节 电化学简介

#### 第二节 电化学的历史

#### 第三节 电化学研究领域的发展

### 第二章 导体和电化学体系

**重点：**电化学体系，法拉第定律

**难点：**原电池和电解池的联系和区别，法拉第定律

**课程思政：**引导学生理解电化学的学科特色及电化学体系在实际生活中的重要应用

**教学方法与手段：**以多媒体课堂教学为主，结合启发式教学，主客体互动，参与式的教学方式等手段

#### 第一节 电学基础知识

#### 第二节 两类导体的导电机理

#### 第三节 电化学体系

#### 第四节 法拉第定律

### 第三章 电解质溶液

**重点：**电解质溶液的活度和活度系数

**难点：**活度及活度系数的概念，电迁移数，离子淌度

**课程思政：**激发学生对电化学相关理论知识的学习兴趣，引导学生利用电化学知识投身工业发展的抱负

**教学方法与手段：**以多媒体课堂教学为主，结合启发式教学，主客体互动，参与式的教学方式等手段

#### 第一节 电解质溶液与离子水化

#### 第二节 电解质溶液的活度

#### 第三节 电解质溶液的电迁移

#### 第四节 电解质溶液的扩散

## 第四章 电化学热力学

**重点：**可逆电极、Nernst 方程

**难点：**相间电势与电极电势的区别，Nernst 方程

**课程思政：**引导学生从多角度分析实际问题，利用理论思维解构实际电化学问题的本质要素

**教学方法与手段：**以多媒体课堂教学为主，结合启发式教学，主客体互动，参与式的教学方式等手段

### 第一节 相间电势与可逆电池

### 第二节 电极电势

### 第三节 液体接界电势

## 第五章 双电层

**重点：**氢电极反应的电催化，氧电极反应的电催化

**难点：**氧电极反应的电催化

**课程思政：**通过介绍双电层模型的发展，让学生认识科学发展的规律与科学体系的完善的长期性

**教学方法与手段：**以多媒体课堂教学为主，结合启发式教学，主客体互动，参与式的教学方式等手段

### 第一节 双电层简介

### 第二节 双电层结构的研究方法

### 第三节 双电层结构模型的发展

## 第六章 电化学动力学概述

**重点：**电极过程历程分析

**难点：**极化的概念，速率控制步骤

**课程思政：**引导学生主动建立电化学过程历程的物理图像，培养学生从实际电极过程的实验现象和分析结果提出相关电化学反应机制的能力

**教学方法与手段：**以多媒体课堂教学为主，结合启发式教学，主客体互动，参与式的教学方式等手段

### 第一节 电极的极化

### 第二节 不可逆电化学装置

### 第三节 电极过程与电极反应

### 第四节 电极过程的速率控制步骤

## 第七章 电化学极化

**重点：**Butler-Volmer 方程，Tafel 公式

**难点：**交换电流密度，Butler-Volmer 方程，Tafel 公式

**课程思政：**培养学生对电化学动力学的研究兴趣，引导学生加强理论联系实际的思维能力

**教学方法与手段：**以多媒体课堂教学为主，结合启发式教学，主客体互动，参与式的教学方式等手段

第一节 电化学动力学理论基础

第二节 电极动力学的 Butler-Volmer 模型

第三节 单电子反应的电化学极化

第四节 多电子反应的电极动力学

## 第八章 电化学测试方法

**重点：**循环伏安法，电化学阻抗谱

**难点：**电化学阻抗谱分析方法

**课程思政：**激发学生利用电化学测试技术解决储能工程领域实际生产问题的兴趣

**教学方法与手段：**以多媒体课堂教学为主，结合启发式教学，主客体互动，参与式的教学方式等手段

第一节 电势阶跃法

第二节 电流阶跃法

第三节 循环伏安法

第四节 电化学阻抗谱

## 第九章 实际电极过程

**重点：**电催化概念及基本原理，电化学腐蚀原理

**难点：**氧的阴极还原和阳极氧化机理，电化学腐蚀原理

**课程思政：**理解金属腐蚀的危害，引导学生从事防腐领域的研究

**教学方法与手段：**以多媒体课堂教学为主，结合启发式教学，主客体互动，参与式的教学方式等手段

第一节 电催化概述

第二节 氢电极过程

第三节 氧电极过程

第四节 金属阳极过程

## 六、学时分配

| 教学内容 |          | 各教学环节学时分配 |    |    |    |    |    |    | 作业<br>题量 | 备注 |
|------|----------|-----------|----|----|----|----|----|----|----------|----|
| 章节   | 主要内容     | 讲授        | 实验 | 实训 | 课外 | 讨论 | 习题 | 小计 |          |    |
| 一    | 绪论       | 1         | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0        |    |
| 二    | 导体和电化学体系 | 3         | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 3  | 2        |    |
| 三    | 电解质溶液    | 3         | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 3  | 2        |    |
| 四    | 电化学热力学   | 5         | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 6  | 2        |    |
| 五    | 双电层      | 4         | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 4  | 2        |    |
| 六    | 电化学动力学概述 | 4         | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 4  | 2        |    |
| 七    | 电化学极化    | 5         | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 6  | 2        |    |
| 八    | 电化学测试方法  | 3         | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 3  | 2        |    |
| 九    | 实际电极过程   | 2         | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 2  | 2        |    |
| 合计   |          | 30        | 0  | 0  | 0  | 2  | 0  | 32 | 16       |    |

## 七、课程教材及主要参考资料

### （一）教材

高鹏, 朱永明, 于元春. 电化学基础教程. 北京: 化学工业出版社, 2019 年

### （二）教学参考书

[1]巴德, 福克纳著, 邵元华译. 电化学方法, 原理与应用. 北京: 化学工业出版社, 2005 年

[2]查全性. 电极过程动力学. 北京: 科学出版社, 1990 年

[3]古列维奇, 波利斯科夫著. 半导体光电化学. 北京: 科学出版社, 1989 年

[4]邝生鲁. 应用电化学. 北京: 华中理工大学出版社, 1994 年

[5]吕鸣祥. 化学电源. 天津: 天津大学出版社, 1992 年

[6]贾梦秋, 杨文胜. 应用电化学. 北京: 高等教育社出版, 2004 年

[7]李荻. 电化学原理. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2008 年

## 八、其他说明

本课程为专业必修课, 课程宗旨在于让学生掌握电化学储能相关技术的底层原理、关键概念及重要定律, 帮助学生建立储能技术工程领域的理论知识框架, 为其解决相关工程实践问题提供必要的理论基础。

# 《储能原理与技术》课程教学大纲

## (Principle and Technology of Energy Storage)

执笔者：陈永

审核人：赵凯

编写日期：2024 年 5 月

### 一、课程基本信息

|      |                                |       |   |
|------|--------------------------------|-------|---|
| 适用专业 | 储能科学与工程                        |       |   |
| 开课单位 | 材料科学与氢能学院                      |       |   |
| 课程类型 | 专业类课程                          |       |   |
| 课程性质 | 必修课                            | 是否为双语 | 否 |
| 学分数  | 3 学分                           |       |   |
| 学时数  | 总学时 48 ，其中：实验（实训） 0 学时；课外 0 学时 |       |   |
| 先修课程 | 无                              |       |   |
| 后续课程 | 无                              |       |   |

### 二、课程简述

本课程目标是培养学生通过本课程的学习，获得储能原理与技术的必要基本理论、基本知识和基本技能。了解储能科学技术应用和发展的概况，为今后的学习及从事与本专业有关的储能领域相关工作打下一定的基础。本课程在教学过程中要注意加强学生学习中的积极性和主动性，促使学生树立职业理想以及激发学生民族自豪感和自信心。

本课程主要围绕储能的“本体技术—集成技术—工程应用”思路进行阐述，依次介绍了抽水蓄能、压缩空气储能、电化学储能、氢储能和储热等储能技术。这些储能技术的应用场景与特性各异，涉及物理、化学、材料、机械、电气等多个专业的知识。考虑到本书主要面向储能技术相关专业的本科生，侧重于对其中的基础原理和关键特性进行介绍，并穿插了实际应用案例，帮助读者对这些储能技术形成具象的认识。另外，书中还以储能电站为例，简要概述了储能的集成运行与控制方法。最后，本书还介绍了储能的经济性分析方法，并以退

役电池梯次利用为例阐述储能梯次利用的基本原理与方法。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

#### （一）本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

| 毕业要求                                                                                                              | 指标点                                                | 支撑度 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----|
| 毕业要求1.工程知识：能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和储能科学与工程专业知识结合，用于解决储氢和电化学储能技术与工程复杂的问题。                                         | 指标点1-1.能够将储能科学与工程的基本概念运用到工程问题的恰当表述中。               | M   |
| 毕业要求2.问题分析：能够应用能源、化学、材料、机械、工程、计算机科学和动力等学科基本原理，并通过文献研究分析储能科学与技术的复杂工程问题，采取有效的实验技术，以获得正确的结论。                         | 指标点2-3.能够正确表述一个工程问题解决方案并分析其合理性，采取有效的实验技术，以获得有效的结论。 | M   |
| 毕业要求3.设计/开发解决方案：能够针对储能科学与技术领域的复杂工程问题，提出解决方案，设计满足企业生产实践中工艺设计、科技开发、工程技术的需求，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。 | 指标点3-1.能够针对储能科学与工程领域复杂工程问题提出解决方案。                  | M   |
| 毕业要求6k                                                                                                            | 指标点6-1. 了解与储能科学与工程相关的技术标准、知识产权、产业政策和法律法规。          | L   |

#### （二）毕业要求指标点在本课程中的实现路径

**知识要求：**通过本课程的学习，使学生们学习和掌握储能技术的种类和特点，在储能领域中的应用及其能量存储机理，学习和掌握在电池超级电容器中，在炭材料中电荷存储的形式和电化学反应；学习和掌握在燃料电池中，作为载体的炭材料结构对催化剂结构和性能的影响，及能量转换过程，学习和掌握新关键炭材料及其器件组成、制作方法。

**能力和素质要求：**通过该课程的学习，使学生能够利用储能基本原理分析一般锂离子电池、超级电容器和燃料电池电极材料在电化学反应过程中所涉及的材料结构问题，界面问题，设计实验、分析与解释数据，以获得有效结论，并能够将专业知识用于解决一般有关储能材

料及器件的工程问题，具备一定的设计解决方案以解决一般工程问题的能力。通过该过程的学习，提升理解工程管理与经济决策的基本素质。

四、考核方式及成绩评定

（一）考核目标

通过本课程的学习，达到以下目标：

- （1）总体了解储能科学与技术核心课程和前沿知识的了解程度；
- （2）掌握储能技术的应用场景与特性各异，了解特储能技术的集成运行与控制方法；
- （3）培养储能技术在新能源技术发展中的创新意识和可持续发展观念

（二）考核方式

期末闭卷笔试考试。

（三）成绩评定

考试成绩占总评成绩 70%，平时成绩（包括平时上课考勤情况，听课情况，讨论积极性及课后作业等）占总评成绩 30%。

五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

以“章”为单位说明本教学单元的教学内容、教学基本要求、教学安排、重点、难点，以及为达成教学目标或核心能力培养所采取的教学方法与手段等，格式如下：

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>第一章 储能概述</p> <div><p><b>重点：</b>储能技术与性能关系；</p><p><b>难点：</b>各种不同储能体系的特点及关键技术等</p><p><b>课程思政：</b>热爱祖国悠久历史，热爱祖国灿烂文化、热爱祖国大好河山。</p><p><b>教学方法与手段：</b>利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。</p></div> <p>1.1 储能的概念</p> <p>1.2 储能的作用</p> <p>1.3 储能的分类</p> <p>1.4 储能发展简史</p> <p>1.5 未来储能发展方向</p> <p>1.6 我国储能现状及挑战</p> <p>第二章 抽水蓄能</p> <div><p><b>重点：</b>抽水蓄能工作原理；</p><p><b>难点：</b>抽水蓄能机组的结构及工作原理</p><p><b>课程思政：</b>追求真理、探索未知、科学思维、勇攀高峰。</p><p><b>教学方法与手段：</b>利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，以课堂讲授为主，辅以课堂讨论。</p></div> <p>2.1 抽水蓄能电站概述</p> <p>2.2 抽水蓄能电站原理</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

2.3 抽水蓄能机组运行模式

2.4 抽水蓄能电站应用案例

### 第三章 压缩空气储能

**重点：**压缩空气储能的热力学原理

**难点：**绝热压缩空气储能的优缺点和工作场景。

**课程思政：**自主创新、使命担当、精益求精、迎难而上。

**教学方法与手段：**本章课堂讲授完成，对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生采用正确的思维进行分析。

3.1 压缩空气储能概述

3.2 压缩空气储能热力学基础

3.3 先进绝热压缩空气储能

3.4 压缩空气储能热力学分析

3.5 压缩空气储能应用案例

### 第四章 电化学储能

**重点：**电化学储能类别及特点

**难点：**不同类型电化学储能装置的特点

**课程思政：**另辟蹊径、自主创新、服务国家经济建设。

**教学方法与手段：**本章课堂讲授完成；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

4.1 电化学储能概述

4.2 铅酸电池

4.3 锂离子电池

4.4 液流电池

4.5 钠硫电池

4.6 常用电化学储能的对比

### 第五章 氢储能

**重点：**氢气储能的结构和性能。

**难点：**氢储能的工作原理和电化学反应。

**课程思政：**开拓进取、勇于探索、实践能力、创造意识。

**教学方法与手段：**本章课堂讲授为主；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生采用正确的思维进行分析。

5.1 氢储能的概念

5.2 氢气制备与纯化

5.3 氢气存储

5.4 氢储能应用

## 第六章 储热技术

**重点：**储热技术的结构和性能。

**难点：**储热技术的工作原理。

**课程思政：**健康中国、生态文明、环境保护、青山绿水。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

### 6.1 储热技术概述

### 6.2 储热技术理论基础

### 6.3 显热储能

### 6.4 潜热储能技术

### 6.5 热化学储能技术

### 6.6 储能系统的热力学评价方法

## 第七章 飞轮、超导与超级电容器

**重点：**飞轮、超导和超级电容器的结构特点。

**难点：**掌握不同储能装置的结构和特点。

**课程思政：**科技是第一生产力、工匠精神、科技报国、责任意识。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

### 7.1 飞轮储能

### 7.2 超导储能

### 7.3 超级电容器

## 第八章 储能电站运行控制

**重点：**储能电站的结构与运行方式。

**难点：**掌握储能电站的结构特点和运行方式。

**课程思政：**科技是第一生产力、工匠精神、科技报国、责任意识。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

### 8.1 储能电站运行概述

### 8.2 储能电站运行控制方式

### 8.3 储能电站运行示范工程

## 第九章 储能经济性分析

**重点：**储能装置经济性的结构特点。

**难点：**掌握储能装置在电力系统中的经济性特点。

**课程思政：**科技是第一生产力、工匠精神、科技报国、责任意识。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

### 9.1 储能经济性分析概述

### 9.2 储能经济性分析原理

### 9.3 储能在电力系统的经济性分析

## 9.4 储能的梯次利用

### 六、学时分配

| 教学内容 |             | 各教学环节学时分配 |    |    |    |    |    |    | 作业<br>题量 | 备注             |
|------|-------------|-----------|----|----|----|----|----|----|----------|----------------|
| 章节   | 主要内容        | 讲授        | 实验 | 实训 | 课外 | 讨论 | 习题 | 小计 |          |                |
| 一    | 储能概述        | 2         |    |    |    |    |    | 2  | 1        |                |
| 二    | 抽水蓄能        | 5         |    |    |    | 1  |    | 6  | 1        | 作业采用PPT总结形式完成。 |
| 三    | 压缩空气储能      | 5         |    |    |    | 1  |    | 6  | 1        | 作业采用PPT总结形式完成。 |
| 四    | 电化学储能       | 5         |    |    |    | 1  |    | 6  | 1        | 作业采用PPT总结形式完成。 |
| 五    | 氢储能         | 5         |    |    |    | 1  |    | 6  | 1        |                |
| 六    | 储热技术        | 5         |    |    |    | 1  |    | 6  | 1        |                |
| 七    | 飞轮、超导与超级电容器 | 5         |    |    |    | 1  |    | 6  | 1        |                |
| 八    | 储能电站运行控制    | 5         |    |    |    | 1  |    | 6  | 1        |                |
| 九    | 储能经济性分析     | 4         |    |    |    |    |    | 4  | 1        |                |
| 合计   |             |           |    |    |    |    |    | 48 |          |                |

### 七、课程教材及主要参考资料

#### 1. 课程教材

[1] 梅生伟, 储能技术, 机械工业出版社, ISBN: 9787111702122, 2022 年。

[2] 陈海生, 储能技术发展及路线图, 化学工业出版社, ISBN: 9787122374400, 2020 年。

主要参考资料

### 八、其他说明

学生需按时提交课堂布置的课后作业或进展报告, 才能获得平时成绩。

# 《储能系统安全》课程教学大纲

(Energy storage system safety)

执笔者：余凤

审核人：赵凯

编写日期：2024 年 5 月

## 一、课程基本信息

|      |                              |       |     |
|------|------------------------------|-------|-----|
| 适用专业 | 储能科学与工程                      |       |     |
| 开课单位 | 材料科学与氢能学院                    |       |     |
| 课程类型 | 专业课程                         |       |     |
| 课程性质 | 必修课                          | 是否为双语 | (否) |
| 学分数  | 2 学分                         |       |     |
| 学时数  | 总学时 32，其中：实验（实训）0 学时；课外 0 学时 |       |     |
| 先修课程 | 《电化学原理》、《储能原理与技术》            |       |     |
| 后续课程 | 科研训练、毕业论文                    |       |     |

## 二、课程简述

《储能系统安全》是储能科学与工程专业的一门主干必修基础课程，在专业课的学习中起着承前启后的作用。本课程重点讲述电池储能系统的安全问题和应对方案，具体包括：健全储能标准体系，加强储能标准的贯彻执行；健全储能电站管理制度，加强电池储能系统电站的安全管理；发展电池储能系统安全应用技术研究，探索新材料、新技术在电池储能系统中的应用与工程实践；强化储能系统安全设计，加强储能消防安全技术研究等。使学生了解并掌握当前电池储能系统安全标准化现状、电池储能系统火灾事故、电池储能安全风险、储能安全防护技术专利、储能系统热防护材料、储能系统安全设计、储能消防安全等方面的知识。提升学生在储能安全方面的知识水平，培养学生从储能安全角度去思考材料学问题的基本能力。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

#### (一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

本课程所支撑(达成)的毕业要求

| 毕业要求                                                                                                                     | 指标点                                                                  | 支撑度 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----|
| 毕业要求 2. 问题分析: 能够应用能源、化学、材料、机械、工程、计算机科学和动力等学科基本原理, 并通过文献研究分析储能科学与技术的复杂工程问题, 采取有效的实验技术, 以获得正确的结论。                          | 指标点 2-1. 能够应用数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术、计算机等学科学知识的基本原理识别和判断材料工程问题的关键环节和参数。 | H   |
| 毕业要求 3. 设计/开发解决方案: 能够针对储能科学与技术领域的复杂工程问题, 提出解决方案, 设计满足企业生产实践中工艺设计、科技开发、工程技术的需求, 并能够在设计环节中体现创新意识, 考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。 | 指标点 3-2. 能够对解决方案的可行性进行初步分析与论证。                                       | H   |
| 毕业要求 6. 工程与社会: 能够基于储能科学与工程背景知识进行合理分析, 评价专业工程实践和复杂工程问题, 提出解决针对社会、健康、安全、法律以及文化影响的方案, 并理解应承担的责任。                            | 指标点 6-1. 了解与储能科学与工程相关的技术标准、知识产权、产业政策和法律法规。                           | M   |
| 毕业要求 7. 环境和可持续发展: 能够理解和评价针对储能科学与工程等领域的复杂问题的专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响。                                                         | 指标点 7-2. 能够正确认识储能科学与工程实践对于环境和社会可持续发展的影响。                             | H   |
| 毕业要求 13. 创新能力: 具有创新能力, 使其能够在未来的储能科学与工程领域具备竞争力。                                                                           | 指标点 13-2. 在学习过程中, 通过参与科研项目、学术竞赛等活动, 培养学生的创新思维和解决问题的能力                | M   |

#### (二) 毕业要求指标点在本课程中的实现路径

毕业要求指标点 2. 问题分析: 通过本课程中储能系统安全中储能器件安全风险分析, 能够结合数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术、计算机等科学的基本原理, 去分析储

能科学与工程领域中复杂的工程问题，并采取有效的实验技术，以获得有效的结论。

毕业要求指标点 3. 设计/开发解决方案：通过本课程中电池储能安全设计的学习，能够针对材料在制备与合成中存在的复杂工程问题提出解决方案，设计满足企业生产实践中工艺设计、科技开发、工程技术，并能够在设计环节中体现科学创新意识，提出研发方案的可行性。

毕业要求 6. 工程与社会：通过介绍储能系统安全相关标准制度，以及国内外标准化现状，可以深入了解与储能材料生产有关的社会、健康、安全、法律及文化方面的知识，有利于社会健康、安全的材料和工艺流程。

毕业要求 7. 环境和可持续发展：通过本课程中储能系统安全事故案例分析，可以帮助学生理解和评价针对储能科学与工程等领域的工程实践对环境、社会可持续发展的影响。

#### 四、考核方式及成绩评定

##### （一）考核目标

在考核学生储能系统安全基本概念、储能系统安全标准化情况的基础上，重点考核学生的储能系统安全风险分析能力以及利用专业知识实现储能电池的安全设计。

##### （二）考核方式

采用闭卷考试。考试内容以所授课内容为主。

##### （三）成绩评定

考试成绩占总评成绩 70%，平时成绩（包括平时上课考勤情况，课堂讨论情况，作业完成情况、随堂小测成绩等）占总评成绩 30%。

#### 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

##### 第一章 电池储能系统安全概述

**重点：**电池储能系统的类型以及储能系统安全的基本概念

**难点：**导致电池储能系统安全的内在原因和外在因素

**课程思政：**引发学生对电池储能安全重要性的思考

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与案例分析相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

##### 第一节 电池储能系统安全的概念

##### 第二节 储能系统安全相关政策

##### 第三节 国内外储能系统安全事故及原因分析

##### 第四节 储能系统安全标准化现状及存在的问题

课程思政设计：介绍储能电池安全事故相关案例，引发学生对电池储能安全重要性的深入思

考。

## 第二章 电池储能系统安全风险

**重点：**锂离子电池安全问题的危害性评估和安全风险评价，梯次利用电池储能系统完全分析

**难点：**电池燃烧爆炸温度分析，爆炸冲击波分析，燃烧产烟分析，燃烧烟气危害评估等

**课程思政：**储能科学与工程的实践应用对环境和社会的重要危害。

**教学方法与手段：**课堂教学为主，以多媒体加板书方式教学。

### 第一节 锂离子电池储能系统安全风险源

### 第二节 电池燃烧爆炸稳定分析

### 第三节 锂离子电池爆炸冲击波分析

### 第四节 锂离子电池燃烧产烟性分析

### 第五节 锂离子电池燃烧烟气危害分析

### 第六节 梯次利用电池储能系统安全风险源

### 第七节 新旧电池材料热稳定性研究

### 第八节 新旧电池热失控差异性研究

### 第九节 梯次利用电池燃烧爆炸过程分析

### 第十节 梯次利用电池破坏性与容量保持率的相关性分析

课程思政设计：通过对电池各个具体风险源的分析，让学生认识到储能材料应用实践过程中对环境和社会的危害。

## 第三章 储能系统安全专利分析

**重点：**储能安全专利检索策略，全球专利情况分析以及中国专利申请情况分析

**难点：**几类重点专利分析（电解液泄露检测技术、电池防爆技术和电池防火专利）

**课程思政：**培养学生知识产权意识和法律意识

**教学方法与手段：**课堂教学为主，以多媒体加板书方式教学，结合专利检索软件分析。

### 第一节 专利检索策略

### 第二节 全球专利申请情况分析

### 第三节 中国专利申请情况分析

### 第四节 重点专利分析

## 第五节 重点申请人分析

## 第六节 专利技术脉络和总结

课程思政设计：通过分析国内外储能安全相关专利，分析专利内容和专利申请机构和申请人，认清国内外储能安全领域知识产权分布情况，了解我国在储能安全方面的发展情况。

## 第四章 电池储能系统热防护材料

**重点：**热防护材料的种类及性能分析

**难点：**各类热防护材料的特点及其内在规律，热防护材料的阻燃性以及防止热失控蔓延的热防护材料特征

**课程思政：**培养辩证逻辑思维，认知材料内在结构与表观性能之间的逻辑关系。

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

### 第一节 热防护材料的应用前景和基本要求

### 第二节 热防护材料阻燃性的研究进展

### 第三节 防止电池热失控蔓延的热防护材料

### 第四节 热防护材料在电池模块中的应用效果

课程思政设计：通过探讨热防护材料在防止电池热失控方面的应用机理，培养学生缜密的逻辑思维能力，可以透过现象看材料本质。

## 第五章 电池储能安全设计

**重点：**系统安全设计（产品、电池、软件等）

**难点：**储能系统安全设计的策略（电池平衡策略设计、SOC 修正策略设计）

**课程思政：**培养学生发现问题解决问题的能力

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

### 第一节 系统安全设计

### 第二节 安全使用注意事项

### 第三节 产品安全维护

### 第四节 电池管理系统安全策略设计

课程思政设计：介绍电池储能系统安全设计和使用的相关策略，启发学生自主解决问题的能力。

## 第六章 电池储能消防安全

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>重点：</b>锂离子储能系统本质安全及其火灾特点，储能电站灭火预警系统研究</p> <p><b>难点：</b>电池不同模块火灾特点分析，火灾预警系统与灭火系统的分析与研究</p> <p><b>课程思政：</b>培养学生安全防火意识以及对不同火情的应对策略</p> <p><b>教学方法与手段：</b>采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。</p> <p>第一节 锂离子储能系统本质安全与火灾特点</p> <p>第二节 储能电站火灾预警系统研究</p> <p>第三节 储能电站灭火系统适用性研究</p> <p>第四节 储能电站防护设计要点</p> <p>课程思政设计：通过介绍锂电池及电站消防安全信息，培养学生安全防火意识，以及熟悉各类火情特点和应对策略。</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 六、学时分配

| 教学内容 |              | 各教学环节学时分配 |        |        |        |        |        |        | 作业<br>题量 | 备注 |
|------|--------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|----|
| 章节   | 主要内容         | 讲<br>授    | 实<br>验 | 实<br>训 | 课<br>外 | 讨<br>论 | 习<br>题 | 小<br>计 |          |    |
| 一    | 电池储能系统安全概述   | 2         |        |        |        |        |        | 2      | 1-2      |    |
| 二    | 电池储能系统安全风险分析 | 8         |        |        |        | 1      |        | 9      | 2-3      |    |
| 三    | 储能系统安全专利分析   | 4         |        |        |        |        |        | 4      | 0        |    |
| 四    | 电池储能系统热防护材料  | 6         |        |        |        | 1      |        | 7      | 2-3      |    |
| 五    | 电池储能安全设计     | 6         |        |        |        |        |        | 6      | 2        |    |
| 六    | 电池储能消防安全     | 4         |        |        |        |        |        | 4      | 2        |    |
| 合计   |              | 30        |        |        |        | 2      |        | 32     | 9-12     |    |

## 七、课程教材及主要参考资料

### （一）教材

电力储能系统安全技术与应用，惠东，高飞编著，机械工业出版社，2023-02-01

### （二）教学参考书

电力储能安全蓝皮书，全国电力储能标准化技术委员会，中国电力出版社，2021-11-25；

#### 八、其他说明

本课程为专业必修,本课程的内容为储能科学与工程领域学前沿科学研究及实际应用中面临的储能安全问题和材料安全设计问题,课程教学体现工程实践特色,重点培养学生解决工程实践问题的能力。

# 《锂离子电池原理》课程教学大纲

## Fundamentals of Lithium Ion Battery

执笔者：赵红

审核人：赵凯

编写日期：2024 年 5 月

### 一、课程基本信息

|      |                                 |       |   |
|------|---------------------------------|-------|---|
| 适用专业 | 储能科学与工程                         |       |   |
| 开课单位 | 材料科学与氢能学院                       |       |   |
| 课程类型 | 专业课                             |       |   |
| 课程性质 | 必修课                             | 是否为双语 | 否 |
| 学分数  | 2 学分                            |       |   |
| 学时数  | 总学时 32 学时，其中：实验（实训）0 学时；课外 0 学时 |       |   |
| 先修课程 | 物理化学、材料科学基础                     |       |   |
| 后续课程 | 毕业设计                            |       |   |

### 二、课程简述

锂离子电池原理是一门理论和实践结合较为紧密的课程。本课程重点介绍锂离子电池的电化学原理，电池的组成结构，正、负极材料和电解液的种类与特征，电池的安全问题等。同时，也将具体介绍电极材料的制备工艺，电池的制备工艺及电池回收等与生产相关的知识。

本课程不仅系统阐述了锂离子电池的基本理论、电极材料制备方法和电池工艺，并且吸纳和反映了近年来锂离子电池领域中的一些最新发展，同时结合分析新型电极材料大规模制备及电动车电池安全问题等具体案例分析，突出本课程的知识性与应用性相结合的特点。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

（一）本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

|      |                     |            |
|------|---------------------|------------|
| 毕业要求 | 课程名称与指标点的对应关系<br>矩阵 | 专业任<br>选课程 |
|------|---------------------|------------|

|                                                                                                                    |                                                                                                                                              |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 毕业要求 1.工程知识：能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和储能科学与工程专业知识结合，用于解决储氢和电化学储能技术与工程复杂的问题。                                         | 指标点 1-1.能够将储能科学与工程的基本概念运用到工程问题的恰当表述中。<br>指标点 1-2.能够运用相关的工程基础和专业知识辨别材料生产中出现的技术、工艺、质量等问题。<br>指标点 1-3.具有储能科学与工程专业基础知识及其应用能力，并了解新能源行业的前沿发展现状和趋势。 | M |
| 毕业要求 2.问题分析：能够应用能源、化学、材料、机械、工程、计算机科学和动力等学科基本原理，并通过文献研究分析储能科学与技术的复杂工程问题，采取有效的实验技术，以获得正确的结论。                         | 指标点 2-2.能够通过文献研究寻求工程问题的解决方案及其可替代方案。                                                                                                          | L |
| 毕业要求 3.设计/开发解决方案：能够针对储能科学与技术领域的复杂工程问题，提出解决方案，设计满足企业生产实践中工艺设计、科技开发、工程技术的需求，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。 | 指标点 3-2.能够对解决方案的可行性进行初步分析与论证。                                                                                                                | M |
| 课程达成度要求                                                                                                            |                                                                                                                                              | 3 |

#### （二）毕业要求指标点在本课程中的实现路径

通过本门课程学习，掌握锂离子电池（二次电池）的电化学原理，电池的组成结构，正、负极材料的种类与特征，电池的安全防护等知识。并在此基础上，掌握判断锂离子电池电化学性能的表征方法和分析方法，及电池材料制备工艺。最终，能够综合运用锂离子电池基本原理，材料及电池的表征的方法，具体分析锂离子电池的性能与本质的关系。本课程对于学生在锂离子行业从业，抑或进一步科研创新都具有重要的作用。

### 四、考核方式及成绩评定

#### （一）考核目标

目标一：掌握锂离子电池的工作原理。

目标二：掌握锂离子电池正、负极材料及电解液的种类和特征。

目标三：掌握电极材料及电池性能的表征与分析方法。

#### （二）考核方式

1) 本课程考核采用闭卷考试形式。

2) 考试着重于基本概念和基本方法，考试内容覆盖课程教学大纲的全部内容。

#### （三）成绩评定

综评成绩包括期末考试（占 70%）、平时和作业（占 30%）。

### 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

#### 第 1 章锂离子电池概述

**重点：**锂离子电池概念、特点和分类。

**难点：**无。

**课程思政：**科技兴国，服务社会，建设国家。

**教学方法与手段：**本章作为一般性的概念和基础知识，要求学生进行课前预习，课堂讲授完成；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

## 第1章 电池的历史与技术发展

一、电池的历史

二、电池的种类

三、电池的技术发展

### 第1.2节 锂离子电池的概述

一、锂离子电池的种类

二、锂离子电池的发展现状

三、后锂离子电池时代的特征

## 第2章 电化学基础知识

**重点：**锂离子电池的组成与特征。

**难点：**锂离子电池的组成。

**课程思政：**科学思维、探索未知、追求真理。

**教学方法与手段：**本章作为一般性的概念和基础知识，要求学生进行课前预习，课堂讲授完成；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生采用正确的思维进行分析。

### 第2.1节 锂离子电池的组成

一、电池组件和电极

二、半电池和全电池

三、电化学反应和电势

### 第2.2节 锂离子电池电压和电流

一、电压

二、电流

三、极化

### 第2.3节 锂离子电池性能

一、容量

二、能量密度

三、功率

四、循环寿命

## 五、充放电曲线

### 第3章锂离子电池材料

**重点：**锂离子电池的正极、负极材料及电解液的种类。

**难点：**新型正负极材料。

**课程思政：**温故知新、循序渐进、科学推演。

**教学方法与手段：**本章作为一般性的概念和基础知识，要求学生进行课前预习，课堂讲授完成；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生采用正确的思维进行分析。

#### 第3.1节 正极材料

##### 一、正极材料概述

##### 二、正极材料结构与电化学性质

##### 三、正极材料的制备方法

#### 第3.2节 负极材料

##### 一、负极材料概述

##### 二、负极材料结构与电化学性质

##### 三、负极材料的制备方法

#### 第3.3节 电解液

##### 一、电解液概述

##### 二、电解液的组成

##### 三、电解液添加剂

#### 第3.4节 新型正负极材料

##### 一、硅碳负极

##### 二、无钴正极

##### 三、固态电解质

### 第4章电化学分析与材料性能分析

**重点：**电化学分析原理及材料性能表征方法。

**难点：**电化学分析。

**课程思政：**实事求是、探求真理、技术革命。

**教学方法与手段：**本章作为一般性的概念和基础知识，要求学生进行课前预习，课堂讲授完成；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生采用正确的思维进行分析。

#### 第4.1节 电化学分析

##### 一、线性扫描伏安法

##### 二、恒电流法

##### 三、恒电压法

#### 四、交流阻抗

#### 第 4.2 节 材料性能表征方法

##### 一、X 射线衍射分析

##### 二、红外线光谱和拉曼光谱

##### 三、固态核磁共振光谱

##### 四、透射电镜

##### 五、扫描电镜

##### 六、气相色谱-质谱

##### 七、比表面积测试

### 第 5 章 锂离子电池设计与制造

**重点：**电池组成。

**难点：**正极/负极容量比的设计。

**课程思政：**尊重科学、精益求精、勇于创新。

**教学方法与手段：**本章作为一般性的概念和基础知识，要求学生进行课前预习，课堂讲授完成；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生采用正确的思维进行分析。

#### 第 5.1 节 电池设计

##### 一、电池容量

##### 二、电极电势与电池电压的设计

##### 三、正极/负极容量比的设计

##### 四、电池设计的实际应用

#### 第 5.2 节 电池的制造工艺

##### 一、电极的制造工艺

##### 二、装配工艺

##### 三、化成工艺

### 第 6 章 锂离子电池的电动车应用

**重点：**锂离子电池在电动车的应用。

**难点：**无。

**课程思政：**自主创新、使命担当、迎难而上。

**教学方法与手段：**本章作为一般性的概念和基础知识，要求学生进行课前预习，课堂讲授完成；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生采用正确的思维进行分析。

#### 第 6.1 节 新能源汽车市场发展概述

##### 一、电气化驱动时代来临

##### 二、新能源汽车发展路线之争

##### 三、动力电池中日韩三足鼎立

## 第 6.2 节 动力电池系统概述

- 一、动力电池系统概述
- 二、动力电池技术介绍

## 第 7 章 锂离子电池的化学安全设计

**重点：**锂离子电池的安全问题。

**难点：**无。

**课程思政：**安全意识、责任意识、尊重生命。

**教学方法与手段：**本章作为一般性的概念和基础知识，要求学生进行课前预习，课堂讲授完成；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生采用正确的思维进行分析。

### 第 7.1 节 离子电池安全性分析

- 一、突发事件或滥用原因
- 二、锂离子电池的自身原因

### 第 7.2 节 锂离子电池的安全设计

- 一、选用热稳定高的电极材料
- 二、选用安全型锂离子电解液
- 三、采用热失控阻断添加剂
- 四、采用高稳定性粘合剂
- 五、采用热稳定性隔膜

## 第 8 章 锂离子电池的回收

**重点：**锂离子电池的回收

**难点：**锂离子电池的回收技术

**课程思政：**环保意识、全球视野、可持续发展。

**教学方法与手段：**本章作为一般性的概念和基础知识，要求学生进行课前预习，课堂讲授完成；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生采用正确的思维进行分析。

### 第 8.1 节 废旧锂离子电池回收利用现状

- 一、废旧锂离子电池梯次利用
- 二、废旧锂离子电池放电过程
- 三、电解液回收利用

### 第 8.2 节 废旧锂离子电池回收再利用工艺

- 一、物理回收再利用技术
- 二、化学回收再利用技术
- 三、化学物理联合技术
- 四、生物处理技术
- 五、回收再利用后的物料用于其他领域

## 六、学时分配

| 教学内容 |              | 各教学环节学时分配 |    |    |    |    |    |    | 作业<br>题量 | 备注          |
|------|--------------|-----------|----|----|----|----|----|----|----------|-------------|
| 章节   | 主要内容         | 讲授        | 实验 | 实训 | 课外 | 讨论 | 习题 | 小计 |          |             |
| 1    | 锂离子电池概述      | 2         |    |    |    |    |    | 2  | 1        | 作业采用报告形式完成。 |
| 2    | 电化学基础知识      | 2         |    |    |    |    |    | 2  |          |             |
| 3    | 锂离子电池材料      | 8         |    |    |    |    |    | 8  |          |             |
| 4    | 电化学分析与材料性能分析 | 4         |    |    |    |    |    | 4  |          |             |
| 5    | 锂离子电池设计与制造   | 4         |    |    |    |    |    | 4  |          |             |
| 6    | 锂离子电池的电动车应用  | 4         |    |    |    |    |    | 4  |          |             |
| 7    | 锂离子电池的化学安全设计 | 4         |    |    |    |    |    | 4  |          |             |
| 8    | 锂离子电池的回收     | 4         |    |    |    |    |    | 4  |          |             |
| 合计   |              | 32        |    |    |    |    |    | 32 | 1        |             |

## 七、课程教材及主要参考资料

- [1] Jung-Ki (韩). 《锂二次电池原理与应用》. 北京: 机械工业出版社, 2014 年。  
 [2] 夫义正树 (日) 等. 《锂离子电池-科学与技术》. 北京: 化学工业出版社, 2014 年。  
 [3] 何向明等 《锂离子电池正极材料规模化生产技术》. 北京: 清华大学出版社, 2017 年  
 [4] 王芳等《电动汽车动力电池系统》. 北京: 科学出版社, 2016 年

## 八、其他说明

无。

# 《燃料电池技术》课程教学大纲

## (Fuel Cell Technology)

执笔者：赵 凯

审核人：陈旻

编写日期：2024 年 5 月

### 一、课程基本信息

|      |                                  |       |   |
|------|----------------------------------|-------|---|
| 适用专业 | 储能科学与工程专业                        |       |   |
| 开课单位 | 材料科学与氢能学院                        |       |   |
| 课程类型 | 专业课程                             |       |   |
| 课程性质 | 必修课                              | 是否为双语 | 否 |
| 学分数  | 2 学分                             |       |   |
| 学时数  | 总学时 32，其中：实验（实训）0 学时；课外 0 学时     |       |   |
| 先修课程 | 大学物理、普通化学、电化学基础、材料科学基础、材料研究与测试方法 |       |   |
| 后续课程 |                                  |       |   |

### 二、课程简述

本课程的教学目标

本课程基于佛山科学技术学院广东省氢能技术重点实验室在电化学电池储能技术的重要地位及未来新能源发展的大趋势而开设的。本课程的目标如下：

- （1）通过本课程学习未来重要的清洁能源转换技术—燃料电池技术；
- （2）提高对所学大学物理、普通化学、电化学基础、材料学等基础知识的运用能力；
- （3）了解关键材料及器件的制备和表征方法；
- （4）提高综合运用所学知识分析和解决问题的能力。

本课程的主要内容

《燃料电池技术》主要讲授燃料电池的基本原理、燃料电池类型及发展现状、燃料电池的构成、燃料电池关键材料、燃料电池器件及燃料电池应用等方面的内容，其目的是立足于未来的氢能经济社会，普及燃料电池基础知识，使新能源材料专业的本科生更好地了解燃料电池关键材料及器件的作用及特点。本课程以用途最广的质子交换膜燃料电池和固体氧化物燃料电池为核心，介绍燃料电池基础、燃料电池技术及关键材料和器件相关知识，内容涉及

新能源材料、物理化学、电化学、电学、热力学等相关科学。本课程采用从简单到复杂，由易到难的循序渐进的方式，让学生认识和掌握燃料电池器件的相关知识。

在课程教学过程中，老师向学生讲述佛山氢能燃料电池的发展故事，介绍学校氢能燃料电池研究团队的最新成果，激励同学们学习新能源（氢能）的热情，帮助学生树立正确的人生观和价值观，发挥《燃料电池技术》课程的思政育人功能。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

#### （一）本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

| 毕业要求                                                                                                               | 指标点                                                                                        | 支撑度 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 毕业要求 1.工程知识：能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学与储能科学与工程专业知识结合，用于解决储氢和电化学储能技术与工程复杂的问题。                                         | 指标点 1-1.能够将储能科学与工程的基本概念运用到工程问题的恰当表述中。<br>指标点 1-3.具有储能科学与工程专业基础知识及其应用能力，并了解新能源行业的前沿发展现状和趋势。 | H   |
| 毕业要求 2.问题分析：能够应用能源、化学、材料、机械、工程、计算机科学与动力等学科基本原理，并通过文献研究分析储能科学与技术的复杂工程问题，采取有效的实验技术，以获得正确的结论。                         | 指标点 2-1.能够应用数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术、计算机等学科知识的基本原理识别和判断材料工程问题的关键环节和参数。                         | M   |
| 毕业要求 3.设计/开发解决方案：能够针对储能科学与技术领域的复杂工程问题，提出解决方案，设计满足企业生产实践中工艺设计、科技开发、工程技术的需求，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。 | 指标点 3-1.能够针对储能科学与技术领域复杂工程问题提出解决方案。                                                         | M   |
| 毕业要求 6.工程与社会：能够基于储能科学与工程背景知识进行合理分析，评价专业工程实践和复杂工程问题，提出解决针对社会、健康、安全、法律以及文化影响的方案，并理解应承担的责任。                           | 指标点 6-3. 能正确认识储能领域新产品、新技术、新工艺、新材料的开发和应用对于客观世界和社会的影响。                                       | L   |
| 毕业要求 13.创新能力：具有创新能力，使其能够在未来的储能科学与工程领域具备竞争力。                                                                        | 指标点 13-1.了解储能技术领域前沿知识和发展趋势，掌握基本创新方法。在解决复杂工程问题中具有创新意识，能够提出新颖、有创见性的解决方案。                     | M   |

#### （二）毕业要求指标点在本课程中的实现路径

通过本门课程学习，掌握的主要知识与理论：燃料电池的原理、分类和发展现状；燃料电池的构成、关键材料与器件以及燃料电池的应用。通过本课程的学习，可以使本科生更好

地了解新能源燃料电池材料与器件的作用及特点；基于燃料电池基本原理和基本反应，结合数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学等知识，采用科学方法对材料、能源、化学和化工等领域的复杂工程问题进行研究；通过本课程的学习，为研究开发燃料电池领域应用的新材料和新技术奠定良好的理论基础。

#### 四、考核方式及成绩评定

##### （一）考核目标

目标一 全面系统地掌握燃料电池材料的成分、结构（组成）和性能之间的关系。

目标二 了解燃料电池关键材料与器件的制备和表征方法。

目标三 了解储能科学与工程的理论前沿、应用前景和最新发展动态。

##### （二）考核方式

闭卷考试。

##### （三）成绩评定

考试成绩占总评成绩 70%，平时成绩（包括平时上课考勤情况，课堂讨论情况）占总评成绩 30%。

#### 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

##### 第一章 燃料电池概述

**重点：**燃料电池分类的主要依据；不同类型燃料电池的优缺点及主要用途，其中重点掌握质子交换膜燃料电池的特点及用途。

**难点：**固态电解质的概念。

**课程思政：**通过新能源的开发使用, 低碳发展, 勉励学生爱护环境、节约能源, 为建设美丽中国而努力。

**教学方法与手段：**以课堂讲授为主，对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生采用正确的思维分析问题。

##### 第 1.1 节 燃料电池发展背景

##### 第 1.2 节 燃料电池发展历程

##### 第 1.3 节 燃料电池的分类

##### 第 1.4 节 燃料电池的应用

##### 第二章 燃料电池基础

**重点：**燃料电池热力学问题，如理论电压、开路电压，能量转换效率和三相界面反应的重要性。

**难点：**三相界面反应的概念，需要学生具备一定的电化学知识。

**课程思政：**提出“习近平新时代生态文明思想”指导下新能源及可再生能源的应用。

**教学方法与手段：**以课堂讲授为主，对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授，引导学生采用正确的思维分析电化学问题。

- 第 2.1 节 燃料电池热力学基础
- 第 2.2 节 电化学基础
- 第 2.3 节 电荷、质量和热量传输过程
- 第 2.4 节 三相界面反应

### 第三章 质子交换膜燃料电池关键材料

**重点：**常见的质子交换膜及工作原理；常见的 Pt 等贵金属催化剂材料及催化原理；碳纸等多孔气体扩散层材料及其作用；碳双极板及金属双极板的优缺点；密封材料的选择。

**难点：**质子在质子交换膜中的传递机理；催化剂的氧还原反应过程；水、气在多孔气体扩散层材料中的二相流动问题。

**课程思政：**重点讲述佛山推动氢能产业率先发展的精神：白手起家的谋划精神。

**教学方法与手段：**以课堂讲授为主，对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生采用正确的思维分析传质问题。

- 第 3.1 节 固体电解质膜
- 第 3.2 节 催化剂
- 第 3.3 节 多孔碳材料
- 第 3.4 节 金属双极板、碳复合双极板材料
- 第 3.5 节 其他材料

### 第四章 固体氧化物燃料电池关键材料

**重点：**高温离子导体材料的工作原理；高温电极电化学反应原理；电子-离子混合导体材料的特点。

**难点：**高温电化学反应机理；电池性能衰退机理。

**课程思政：**重点讲述佛山推动氢能产业率先发展的精神：没有最好，只有更好的超越精神。

**教学方法与手段：**以课堂讲授为主，对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生分析高温电化学反应机理。

- 第 4.1 节 固体氧化物燃料电池概述
- 第 4.2 节 氧离子导体材料
- 第 4.3 节 燃料电池阳极关键材料与电化学性能
- 第 4.4 节 燃料电池阴极反应机理及关键材料

### 第五章 燃料电池材料表征技术

**重点：**透射电镜（TEM）、扫描电镜（SEM）、X 射线光电子能谱（XPS）、激光拉曼光谱、X 射线衍射（XRD）、能谱分析（EDS）、红外光谱（IR）等现代测试手段的用途。

**难点：**各种测试方法的原理。

**课程思政：**采用启发式、研讨式和目标激励式教学方式，使学生全面掌握世界前沿的材料表征技术，建立在其科学研究或社会生产中的重要性意识。

**教学方法与手段：**以课堂讲授为主，对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

- 第 5.1 节 材料形貌及结构表征
- 第 5.2 节 材料物相分析

第 5.3 节 化学成分及化学价态表征  
第 5.4 节 功能基团分析

## 第六章 燃料电池性能表征技术

**重点：**掌握简单的电化学动力学分析方法，掌握电极极化的概念，了解燃料电池工作过程中常见的三种类型的极化；能简单地分析燃料电池极化曲线。

**难点：**电极极化的概念以及极化产生的机制，区分电池三种类型的极化。

**课程思政：**介绍我国 20 多年来质子交换膜燃料电池表征技术方面取得了巨大的进步，鼓励学生打好基础，为新能源行业发展做贡献。

**教学方法与手段：**以课堂讲授为主，对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生理解电化学测试原理。

第 6.1 节 极化曲线的测试方法

第 6.2 节 极化曲线的分析方法

第 6.3 节 电化学阻抗谱测试技术

## 第七章 燃料与燃料处理

**重点：**燃料重整技术（包括水蒸气重整、部分氧化重整和自热重整）；电池阳极在不同燃料中的电化学性能以及性能稳定性。

**难点：**不同重整技术的区别和优缺点，以及影响电池运行稳定性的关键因素。

**课程思政：**通过实例介绍我国在大规模甲烷二氧化碳重整技术的完全自主知识产权，鼓励学生学好基础催化知识。

**教学方法与手段：**以课堂讲授为主，对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

第 7.1 节 燃料的种类

第 7.2 节 直接和间接内部重整

第 7.3 节 碳氢燃料重整技术

第 7.4 节 燃料电池阳极催化剂

## 第八章 燃料电池材料及器件的发展前沿

**重点：**燃料电池材料存在的问题和解决的途径，基于新型电池材料开展的电池结构设计。

**难点：**建立合理的模型，开展电池结构设计。

**课程思政：**基于佛山氢能过去 5 年的快速发展历程，重点讲述佛山推动新能源产业率先发展的精神“独行快，众行远”的包容精神。

**教学方法与手段：**以课堂讲授为主，对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生理解燃料电池模型分析方法。

第 8.1 节 燃料电池催化剂材料的研究现状

第 8.2 节 新型电解质材料的研究进展

第 8.3 节 燃料电池膜电极的设计

第 8.4 节 电池系统设计

## 六、学时分配

| 教学内容 |                    | 各教学环节学时分配 |    |    |    |    |    |    | 作业<br>题量 | 备注 |
|------|--------------------|-----------|----|----|----|----|----|----|----------|----|
| 章节   | 主要内容               | 讲授        | 实验 | 实训 | 课外 | 讨论 | 习题 | 小计 |          |    |
| 1    | 燃料电池概述             | 4         |    |    |    |    |    | 4  |          |    |
| 2    | 燃料电池基础             | 6         |    |    |    |    |    | 6  |          |    |
| 3    | 质子交换膜燃料电池<br>关键材料  | 5         |    |    |    |    |    | 5  |          |    |
| 4    | 固体氧化物燃料电池<br>关键材料  | 5         |    |    |    |    |    | 5  |          |    |
| 5    | 燃料电池材料表征技术         | 4         |    |    |    |    |    | 4  |          |    |
| 6    | 燃料电池性能表征技术         | 4         |    |    |    |    |    | 4  |          |    |
| 7    | 燃料与燃料处理            | 2         |    |    |    |    |    | 2  |          |    |
| 8    | 燃料电池材料及器件<br>的发展前沿 | 2         |    |    |    |    |    | 2  |          |    |
| 合计   |                    | 32        |    |    |    |    |    | 32 |          |    |

## 七、课程教材及主要参考资料

[1] 曹殿学. 《燃料电池系统》. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2019 年。

[2] 章俊良. 《燃料电池—原理关键材料和技术》. 上海: 上海交通大学出版社, 2014 年。

[3] 辛格哈尔 (译者: 韩敏芳). 《高温固体氧化物燃料电池—原理设计 and 应用》. 北京: 科学出版社, 2007 年。

## 八、其他说明

无。

# 《锂离子电池材料回收与资源化利用技术》课程教学大纲

## (Recycling and resource utilization technology of lithium ion battery material)

执笔者：彭晔

审核人：赵凯

编写日期：2024 年 5 月

### 一、课程基本信息

|      |                               |       |   |
|------|-------------------------------|-------|---|
| 适用专业 | 储能科学与工程                       |       |   |
| 开课单位 | 材料科学与氢能学院                     |       |   |
| 课程类型 | 工程学科基础课程                      |       |   |
| 课程性质 | 限选课                           | 是否为双语 | 否 |
| 学分数  | 2 学分                          |       |   |
| 学时数  | 总学时 32，其中：实验（实训） 0 学时；课外 0 学时 |       |   |
| 先修课程 | 储能材料与器件，锂离子电池原理               |       |   |
| 后续课程 |                               |       |   |

### 二、课程简述

随着科技的飞速发展，电池作为重要的能源储存和转换设备，在各个领域得到了广泛应用，尤其锂离子电池动力汽车，成为市场上广受欢迎的新能源产品。然而，废旧电池也带来了严重的环境问题。因此，锂离子电池材料回收与资源化利用技术成为当前环保和能源领域的研究热点。

本课程讲授了锂离子电池关键材料失效机理、电池材料回收和再生综合利用技术、电池的生命周期环境足迹评价等基本内容，并通过对典型实例的细致分析和深入讨论，帮助学生了解电池回收和利用的政策、重要性和应用技术，树立环境保护和可持续发展的理念，培养学生在该领域的实践能力和创新精神。通过本课程的学习，学生可以掌握电池材料回收与资源化利用的基本原理、技术和应用，提高职业技能、增强环保意识。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

（一）本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

| 毕业要求 | 指标点 | 支撑度 |
|------|-----|-----|
|------|-----|-----|

|                                                                                                                    |                                                                                                                                              |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 毕业要求 1.工程知识：能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和储能科学与工程专业知识结合，用于解决储氢和电化学储能技术与工程复杂的问题。                                         | 指标点 1-1.能够将储能科学与工程的基本概念运用到工程问题的恰当表述中。<br>指标点 1-2.能够运用相关的工程基础和专业知识辨别材料生产中出现的技术、工艺、质量等问题。<br>指标点 1-3.具有储能科学与工程专业基础知识及其应用能力，并了解新能源行业的前沿发展现状和趋势。 | M |
| 毕业要求 2.问题分析：能够应用能源、化学、材料、机械、工程、计算机科学和动力等学科基本原理，并通过文献研究分析储能科学与技术的复杂工程问题，采取有效的实验技术，以获得正确的结论。                         | 指标点 2-1.能够应用数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术、计算机等学科学知识的基本原理识别和判断材料工程问题的关键环节和参数。                                                                          | L |
| 毕业要求 3.设计/开发解决方案：能够针对储能科学与技术领域的复杂工程问题，提出解决方案，设计满足企业生产实践中工艺设计、科技开发、工程技术的需求，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。 | 指标点 3-1.能够针对储能科学与工程领域复杂工程问题提出解决方案。<br>指标点 3-2.能够对解决方案的可行性进行初步分析与论证。                                                                          | M |
| 毕业要求 6.工程与社会：能够基于储能科学与工程背景知识进行合理分析，评价专业工程实践和复杂工程问题，提出解决针对社会、健康、安全、法律以及文化影响的方案，并理解应承担的责任。                           | 指标点 6-3. 能正确认识储能领域新产品、新技术、新工艺、新材料的开发和应用对于客观世界和社会的影响。                                                                                         | M |
| 毕业要求 7.环境和可持续发展：能够理解和评价针对储能科学与工程等领域的复杂问题的专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响。                                                     | 指标点 7-1. 了解国家的环境可持续发展战略及相关的政策和法律、法规。                                                                                                         | M |
|                                                                                                                    | 指标点 7-2. 能够正确认识储能科学与工程实践对于环境和社会可持续发展的影响。                                                                                                     | H |
| 课程达成度要求                                                                                                            |                                                                                                                                              |   |

## （二）毕业要求指标点在本课程中的实现路径

通过本门课程学习，掌握的主要知识与理论：锂离子电池的关键材料和失效机制；电池回收和资源化驱动因素；锂电池全生命周期环境足迹评价；锂离子电池材料回收和资源化利用方法。通过本课程的学习，可以使本科生更好地了解锂离子电池关键材料在电池中发挥的重要作用；基于材料学和化学工艺的知识，结合数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学等知识，采用科学的方法对电池材料回收在材料、能源、化学和化工等方面的复杂工程问题进行研究；通过本课程的学习，为实现电池材料的回收和资源化利用打下良好的理论基础，并提升学生环境保护、可持续发展的理念。

#### 四、考核方式及成绩评定

##### 1. 考核目标

目标一：掌握锂离子电池的关键材料和失效机制及检测方法。

目标二：掌握锂离子电池正、负极材料及电解液材料的回收和资源化利用方法。

目标三：掌握电池材料回收和资源化利用的可行性分析方法。

##### 2. 考核方式

(1) 本课程考核采用闭卷考试形式。

(2) 考试着重于基本概念和基本方法，考试内容覆盖课程教学大纲的全部内容。

##### 3. 成绩评定

综评成绩包括期末考试（占 70%）、平时和作业（占 30%）。

#### 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

##### 第一章 锂离子电池回收与资源化驱动因素

**重点：**电池回收和资源化利用的重要意义。

**难点：**电池回收和资源化利用的政策分析。

**课程思政：**让学生了解电池材料回收和资源化利用对环境和社会发展的影响，把握国家政策引导的方向。

**教学方法与手段：**采用电子课件对知识点进行课堂讲授。

##### 1.1 环境污染减量

1.1.1 电池回收处理方式

1.1.2 环境污染减量与管控

##### 1.2 经济效益驱动

1.2.1 退役锂离子电池回收的经济性分析

1.2.2 电池回收经济模型与收益评估

1.2.3 资源回收经济效益现状

##### 1.3 战略资源定位

1.3.1 钴

1.3.2 锂

1.3.3 镍

1.3.4 锰

1.3.5 锂离子电池关键电极材料资源性分析

##### 1.4 政策标准引导

1.4.1 国外政策

1.4.2 国内政策

## 第二章 锂离子电池关键材料失效机理分析

**重点：**锂离子电池材料失效的判断标准和方法。

**难点：**锂离子电池材料失效机制分析。

**课程思政：**让学生了解在锂离子电池领域的关键材料、失效原理、失效和回收利用的关系，提升对环保领域的兴趣，树立可持续发展理念。

**教学方法与手段：**采用电子课件对知识点进行课堂讲授。

### 2.1 锂离子电池失效现象及检测分析

#### 2.1.1 失效现象

#### 2.1.2 失效检测分析

#### 2.1.3 失效分析流程设计

### 2.2 电极材料失效机制

#### 2.2.1 正极材料失效机制分析

#### 2.2.2 负极材料失效机制分析

#### 2.2.3 电解液及隔膜失效机制

### 2.3 失效机制与回收利用之间的耦合关联

#### 2.3.1 正极材料的耦合关联

#### 2.3.2 其他材料的耦合关联

## 第三章 锂离子电池正极材料回收处理技术

**重点：**锂离子电池正极材料多种回收方式。

**难点：**锂离子正极材料回收的技术路线和原理。

**课程思政：**培养学生的科学思维、探索未知领域，自主创新。

**教学方法与手段：**采用电子课件对知识点进行课堂讲授。

### 3.1 通用回收技术

#### 3.1.1 火法冶金回收技术

#### 3.1.2 湿法冶金回收技术

### 3.2 可降解有机酸绿色回收技术

#### 3.2.1 螯合功能有机酸

#### 3.2.2 还原功能有机酸

#### 3.2.3 沉淀功能有机酸

#### 3.2.4 其他有机酸

### 3.3 高效复合联用技术

#### 3.3.1 熔盐焙烧法

3.3.2 机械化学法

3.3.3 其他回收技术

#### 第四章 锂离子电池正极材料资源再生综合利用技术

**重点：**锂离子电池正极材料多种资源再生综合利用方式。

**难点：**锂离子电池正极材料资源再生综合利用的技术路线和原理。

**课程思政：**培养学生的科学思维、探索未知领域，自主创新。

**教学方法与手段：**采用电子课件对知识点进行课堂讲授。

##### 4.1 锂离子电池前驱体及材料再生制备技术

4.1.1 固相合成法

4.1.2 水热合成法

4.1.3 溶胶凝胶法

4.1.4 电沉积再生法

##### 4.2 资源高值化综合利用技术

4.2.1 材料精细加工制备

4.2.2 新型功能材料合成

##### 4.3 电池材料短程修复技术

4.3.1 高温原位修复

4.3.2 电化学补锂

4.3.3 其他直接修复技术

#### 第五章 锂离子电池负极材料回收与资源化综合利用技术

**重点：**锂离子电池负极材料多种回收和资源再生综合利用方式。

**难点：**锂离子电池负极材料回收和资源再生综合利用的技术路线和原理。

**课程思政：**培养学生的科学思维、探索未知领域，自主创新。

**教学方法与手段：**采用电子课件对知识点进行课堂讲授。

##### 5.1 引言

##### 5.2 锂离子电池负极材料回收技术

5.2.1 负极材料深度净化技术

5.2.2 负极材料选择性提锂技术

##### 5.3 锂离子电池负极材料资源化再利用技术

5.3.1 再生锂离子电池负极材料

5.3.2 再生超级电容器电极材料

5.3.3 再生环境吸附及功能材料

##### 5.4 总结与展望

## 第六章 锂离子电池电解液回收与无害化技术

**重点：**锂离子电池电解液材料多种回收和利用方式。

**难点：**锂离子电池电解液回收利用技术路线和原理。

**课程思政：**培养学生的科学思维、探索未知领域，自主创新。

**教学方法与手段：**采用电子课件对知识点进行课堂讲授。

### 6.1 锂离子电池电解液的组成和危害

#### 6.1.1 电解液的组成

#### 6.1.2 电解液的危害

### 6.2 锂离子电池电解液回收技术

#### 6.2.1 真空蒸馏法

#### 6.2.2 碱液吸收法

#### 6.2.3 物理法

#### 6.2.4 萃取法

#### 6.2.5 其他方法

### 6.3 总结与展望

## 第七章 锂离子电池全生命周期环境足迹评价

**重点：**锂离子电池对环境影响的评价方法。

**难点：**全生命周期环境足迹分析方法的应用。

**课程思政：**培养学生的科学思维、加强环境保护意识和可持续发展理念。

**教学方法与手段：**采用电子课件对知识点进行课堂讲授。

### 7.1 环境足迹理论体系与评价方法

#### 7.1.1 生命周期评价的基本方法

#### 7.1.2 环境足迹和足迹家族评价体系

#### 7.1.3 锂电池环境性分析及环境足迹评价

#### 7.1.4 锂离子电池环境足迹软件平台设计

### 7.2 锂离子电池足迹家族生命周期评价及应用

#### 7.2.1 目标范围与定义

#### 7.2.2 评价对象清单分析

#### 7.2.3 环境足迹分析：碳足迹

#### 7.2.4 环境足迹分析：水足迹

#### 7.2.5 环境足迹分析：生态足迹

#### 7.2.6 综合分析评价

### 7.3 足迹家族计算的软件实现

## 第八章 动力电池回收效益成本与市场可行性分析

**重点：**动力电池回收利用的经济性分析和可行性分析。

**难点：**对动力电池回收利用的产业和市场分析。

**课程思政：**培养学生的科学思维、加强环境保护意识和可持续发展理念，把握行业发展。

**教学方法与手段：**采用电子课件对知识点进行课堂讲授。

### 8.1 电池回收的经济性分析

#### 8.1.1 废旧锂离子电池的种类与构成

#### 8.1.2 锂离子电池回收的经济性分析

#### 8.1.3 锂离子电池回收经济性分析的总结与补充

### 8.2 电池回收的工业可行性分析

#### 8.2.1 动力电池回收现状分析

#### 8.2.2 动力电池回收的可行性分析

#### 8.2.3 电池回收工业处理现状

#### 8.2.4 电池回收工业的成本分析

### 8.3 锂离子电池回收的市场可行性

#### 8.3.1 动力电池回收供给与需求平衡

#### 8.3.2 动力电池回收市场规模与空间

#### 8.3.3 动力电池回收市场的宏观政策支持

#### 8.3.4 未来动力电池回收市场趋势

### 8.4 锂离子电池回收技术的效益成本核算分析

### 8.5 锂离子电池回收与资源化的机遇挑战和前景展望

#### 8.5.1 政策先行

#### 8.5.2 技术攻关

#### 8.5.3 体系完善

#### 8.5.4 回收模式

#### 8.5.5 环保意识

## 六、学时分配

| 教学内容 |                 | 各教学环节学时分配 |        |        |        |        |        |        | 作业<br>题量 | 备注 |
|------|-----------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|----|
| 章节   | 主要内容            | 讲<br>授    | 实<br>验 | 实<br>训 | 课<br>外 | 讨<br>论 | 习<br>题 | 小<br>计 |          |    |
| 一    | 锂离子电池回收与资源化驱动因素 | 3         |        |        |        |        |        | 3      |          |    |
| 二    | 锂离子电池关键材料失效机理分析 | 4         |        |        |        |        |        | 4      |          |    |

|    |                       |    |  |  |  |  |  |    |  |  |
|----|-----------------------|----|--|--|--|--|--|----|--|--|
| 三  | 锂离子电池正极材料回收处理技术       | 5  |  |  |  |  |  | 5  |  |  |
| 四  | 锂离子电池正极材料资源再生综合利用技术   | 5  |  |  |  |  |  | 5  |  |  |
| 五  | 锂离子电池负极材料回收与资源化综合利用技术 | 4  |  |  |  |  |  | 4  |  |  |
| 六  | 锂离子电池电解液回收与无害化技术      | 4  |  |  |  |  |  | 4  |  |  |
| 七  | 锂离子电池全生命周期环境足迹评价      | 4  |  |  |  |  |  | 4  |  |  |
| 八  | 动力电池回收效益成本与市场可行性分析    | 3  |  |  |  |  |  | 3  |  |  |
| 合计 |                       | 32 |  |  |  |  |  | 32 |  |  |

## 七、课程教材及主要参考资料

### 1. 课程教材

[1] 李丽、姚莹、郁亚娟、陈人杰. 锂离子电池回收与资源化技术. ISBN: 9787030690951. 北京: 科学出版社. 2021, 第一版.

[2] 赵光金、范茂松、王放放. 动力电池梯次利用及绿色技术. ISBN: 9787111717348. 北京: 机械工业出版社. 2023, 第一版.

[3] 胡敏艺、蒋光辉. 动力电池梯次利用技术. ISBN: 9787111730590. 北京: 机械工业出版社. 2023, 第一版.

### 2. 参考资料

[1] 中国工业节能与清洁生产协会、新能源电池回收利用专业委员会. 中国新能源电池回收利用产业发展报告. ISBN:9787111740452. 北京: 机械工业出版社. 2023.

[2] 张德元、吴玉锋、宋国轩、崔璇、范心雨. 中国铅蓄电池回收利用模式研究. ISBN: 9787521842791. 北京: 经济科学出版社. 2023.

[3] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会. 锂离子电池材料废弃物回收利用的处理方法. GB/T 33059-2016.

## 八、其他说明

无。

# 《氢气储存和运输》课程教学大纲

## (Hydrogen Storage and Transportation)

执笔者：陈家辉

审核人：赵凯

编写日期：2024 年 5 月

### 一、课程基本信息

|      |                              |       |   |
|------|------------------------------|-------|---|
| 适用专业 | 储能科学与工程                      |       |   |
| 开课单位 | 材料科学与氢能学院                    |       |   |
| 课程类型 | 专业课程                         |       |   |
| 课程性质 | 限选课                          | 是否为双语 | 否 |
| 学分数  | 2 学分                         |       |   |
| 学时数  | 总学时 32，其中：实验（实训）0 学时；课外 0 学时 |       |   |
| 先修课程 | 普通化学、氢能与氢储能                  |       |   |
| 后续课程 | 燃料电池技术                       |       |   |

### 二、课程简述

《氢气储存和运输》课程基于“双碳”目标和新能源时代背景讲述氢能关键技术概述、氢气高压储存、氢气液化储存、材料吸附储氢、金属氢化物储氢、氢气车船运输、氢气管网输送、氢气储运测评等内容。通过本课程的学习使学生掌握氢气储存和运输的基本概念和技术原理，了解各类储氢和运氢技术的应用场景与发展趋势，具备在氢能行业从事氢气储存和运输及氢气利用等工作的基础知识。通过行业发展史和先进事迹培养学生的工匠精神，理论联系实际解决科学和技术问题能力。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

#### (一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

本课程所支撑(达成)的毕业要求

| 毕业要求                                                                                     | 指标点                                                                                                                           | 支撑度 |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 毕业要求 1.工程知识：能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和储能科学与工程专业知识结合，用于解决储氢和电化学储能技术与工程复杂的问题。               | 指标点 1-1.能够将储能科学与工程的基本概念运用到工程问题的恰当表述中。<br>指标点 1-3.具有储能科学与工程专业基础知识及其应用能力，并了解新能源行业的前沿发展现状和趋势。                                    | H   |
| 毕业要求 4.研究：能够基于科学原理并采用科学方法对储能科学与工程领域的复杂问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。            | 指标点 4-1.能够对储能科学与工程相关的各类材料特性进行研究和实验验证。                                                                                         | M   |
| 毕业要求 6.工程与社会：能够基于储能科学与工程背景知识进行合理分析，评价专业工程实践和复杂工程问题，提出解决针对社会、健康、安全、法律以及文化影响的方案，并理解应承担的责任。 | 指标点 6-3. 能正确认识储能领域新产品、新技术、新工艺、新材料的开发和应用对于客观世界和社会的影响。                                                                          | M   |
| 毕业要求 7.环境和可持续发展：能够理解和评价针对储能科学与工程等领域的复杂问题的专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响。                           | 指标点 7-2. 能够正确认识储能科学与工程实践对于环境和社会可持续发展的影响。                                                                                      | M   |
| 毕业要求 12.终身学习：具有自主学习和终身学习的意识，并有不断学习和适应发展的能力。                                              | 指标点 12-2.具有不断学习和适应发展的能力。                                                                                                      | L   |
| 毕业要求 13.创新能力：具有创新能力，使其能够在未来的储能科学与工程领域具备竞争力。                                              | 指标点 13-1.了解储能技术领域前沿知识和发展趋势，掌握基本创新方法。在解决复杂工程问题中具有创新意识，能够提出新颖、有创见性的解决方案。<br>指标点 13-2.在学习过程中，通过参与科研项目、学术竞赛等活动，培养学生的创新思维和解决问题的能力。 | L   |

#### (二) 毕业要求指标点在本课程中的实现路径

毕业要求 1.工程知识:通过本课程的学习掌握氢气储存和运输技术、氢气储运评测方法、氢气利用技术涉及的基本概念和原理，了解氢气储存和运输技术的发展现状和趋势，从而为储能科学与技术领域涉及的氢气储存和输运工程问题提供知识储备和工程基础，以达到毕业

要求指标点 1-1 和 1-3。

毕业要求 4.研究：通过对氢气储存和输运过程各类关键材料的学习，掌握氢气储存和输运相关材料结构与性质。结合氢气储运评测方法的学习，掌握氢气储运相关材料的研究和验证方法。由此达到毕业要求指标点 4-1。

毕业要求 6.工程与社会：通过学习氢气储运的发展现状和趋势，了解氢气储存和输运技术的最新进展以及新技术发展对社会、健康、安全、法律以及文化的影响。由此达到毕业要求指标点 6-3。

毕业要求 7.环境和可持续发展：通过氢气储存和输运过程对环境和社会影响的学习，能够正确认识氢气储存和输运实践对于环境和社会可持续发展的影响，从而达到毕业要求指标点 7-2。

毕业要求 12.终身学习：通过了解氢气储存和输运技术发展现状和趋势，体会关键材料及技术更迭对知识基础的要求，使学生具有不断学习和适应发展的能力。由此达到毕业要求指标点 12-2。

#### 四、考核方式及成绩评定

##### （一）考核目标

目标一：掌握氢气储存和输运基本理论和技术原理，掌握各类氢气储存的关键材料和原理、氢气输运的主要技术手段以及氢气利用的主要形式与内涵。

目标二：运用本课程专业知识解决氢气储存和输运的应用工程问题。

目标三：具有持续学习和创新的能力与素质。

##### （二）考核方式

平时以团队小组形式根据选题开展课堂 PPT 演讲汇报，并进行讨论。

期末采用撰写课程论文或开卷考试方式。

##### （三）成绩评定

期末考试成绩占总评成绩 60%，平时成绩（包括平时上课考勤情况，听课情况，课堂讨论情）占总评成绩 15%，PPT 演讲汇报及论文占总评成绩的 25%。

#### 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

##### 第 1 章 绪论

**重点：**氢能的关键技术

**难点：**无

**课程思政：**全球视野、可持续发展。

**教学方法与手段：**学生课前预习，教师课堂讲授结合；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

##### 第1.1节 氢与氢经济

第1.2节 氢的物理和化学性质

第1.3节 氢能的关键技术

第1.4节 氢气储运的问题与发展趋势

## 第2章 氢气的物理储存

**重点：**氢气物理储存原理

**难点：**焦耳汤姆森效应

**课程思政：**尊重科学、勇于创新。

**教学方法与手段：**学生课前预习，教师课堂讲授结合；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

第2.1节 氢气高压储存原理

第2.2节 氢气高压储存的关键技术

第2.3节 氢气高压储存应用前景

第2.4节 氢气液化原理

第2.5节 氢气液化储存的关键技术

第2.6节 氢气液化储存应用前景

## 第3章 金属氢化物储氢

**重点：**金属氢化物的结构特征

**难点：**金属氢化物储氢的热力学原理

**课程思政：**实事求是、探求真理。

**教学方法与手段：**学生课前预习，教师课堂讲授结合；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

第3.1节 金属氢化物储氢原理

第3.2节 金属单质储氢

第3.3节 合金储氢

## 第4章 复杂氢化物储氢

**重点：**复杂氢化物的吸放氢机制

**难点：**复杂氢化物的吸放氢机制

**课程思政：**实事求是、探求真理。

**教学方法与手段：**学生课前预习，教师课堂讲授结合；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

第4.1节 铝氢化物储氢材料

第4.2节 硼氢化物储氢材料

第4.3节 金属氨基化合物储氢材料

## 第5章 有机液态储氢

**重点：**有机液态储氢机制

**难点：**脱氢催化剂

**课程思政：**实事求是、探求真理。

**教学方法与手段：**学生课前预习，教师课堂讲授结合；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

第 5.1 节 芳香烃类储氢材料

第 5.2 节 醇类储氢材料

第 5.3 节 甲酸储氢材料

第 5.4 节 水合肼储氢材料

## 第 6 章 氢气运输

**重点：**氢气运输的关键技术

**难点：**氢渗透和氢脆

**课程思政：**实事求是、探求真理。

**教学方法与手段：**学生课前预习，教师课堂讲授结合；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

第 6.1 节 氢气车船运输方法

第 6.2 节 氢气车船运输关键技术

第 6.3 节 氢气管网输送方法

第 6.4 节 氢气管网输送关键技术

第 6.5 节 氢气管网输送的经济性

## 第 7 章 氢气储运评测方法

**重点：**氢气储运评测项目及指标

**难点：**检测方法原理

**课程思政：**探索未知、追求真理。

**教学方法与手段：**学生课前预习，教师课堂讲授结合；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

第 7.1 节 氢气纯度检测

第 7.2 节 材料吸放氢性能检测

第 7.3 节 氢气中颗粒物的检测

第 7.4 节 氢气瓶检测

第 7.5 节 氢气输送管网检测

第 7.6 节 其他相关检测

## 六、学时分配

| 教学内容 |         | 各教学环节学时分配 |        |        |        |        |        |        | 作业<br>题量 | 备注                   |
|------|---------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|----------------------|
| 章节   | 主要内容    | 讲<br>授    | 实<br>验 | 实<br>训 | 课<br>外 | 讨<br>论 | 习<br>题 | 小<br>计 |          |                      |
| 1    | 绪论      | 2         |        |        |        |        |        | 2      |          | 团队小组根据选题进行<br>PPT 汇报 |
| 2    | 氢气的物理储存 | 4         |        |        |        | 1      |        | 5      |          |                      |
| 3    | 金属氢化物储氢 | 4         |        |        |        | 1      |        | 5      |          |                      |
| 4    | 复杂氢化物储氢 | 4         |        |        |        | 1      |        | 5      |          |                      |
| 5    | 有机液态储氢  | 4         |        |        |        | 1      |        | 5      |          |                      |

|    |          |    |  |  |  |   |  |    |  |  |
|----|----------|----|--|--|--|---|--|----|--|--|
| 6  | 氢气运输     | 4  |  |  |  | 1 |  | 5  |  |  |
| 7  | 氢气储运评测方法 | 4  |  |  |  | 1 |  | 5  |  |  |
| 合计 |          | 26 |  |  |  | 6 |  | 32 |  |  |

## 七、课程教材及主要参考资料

- [1] 吴朝玲, 李永涛, 李媛等. 氢气储存和运输. 北京: 化学工业出版社, 2020。
- [2] 郑欣, 郭新良, 张胜寒. 氢能源及综合利用技术. 北京: 化学工业出版社, 2022。

## 八、其他说明

无

# 《化工基础》课程教学大纲

## (Fundamentals of Chemical Engineering)

执笔者：王振兴

审核人：赵凯

编写日期：2024 年 5 月

### 一、课程基本信息

|      |                                |       |   |
|------|--------------------------------|-------|---|
| 适用专业 | 储能科学与工程                        |       |   |
| 开课单位 | 材料科学与氢能学院                      |       |   |
| 课程类型 | 专业类课程                          |       |   |
| 课程性质 | 限选课                            | 是否为双语 | 否 |
| 学分数  | 2 学分                           |       |   |
| 学时数  | 总学时 32 ，其中：实验（实训） 0 学时；课外 0 学时 |       |   |
| 先修课程 | 无                              |       |   |
| 后续课程 | 无                              |       |   |

### 二、课程简述

本课程目标是培养学生通过本课程的学习，获得储能原理与技术的必要基本理论、基本知识和基本技能。了解储能科学技术应用和发展的概况，为今后的学习及从事与本专业有关的储能领域相关工作打下一定的基础。本课程在教学过程中要注意加强学生学习中的积极性和主动性，促使学生树立职业理想以及激发学生民族自豪感和自信心。

本书主要介绍了化工单元操作流体输送、非均相混合物的分离、传热、蒸发、固体干燥、气体吸收、液体的蒸馏、液—液萃取的基本原理、计算方法和典型设备等，工程实用性强，对学习运用基本概念与工程观念分析和解决化工生产中的实际问题很有帮助。每章结束附有小结和习题，题型符合职业技能鉴定要求，便于本科生学习。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

（一）本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

| 毕业要求                                                                                                              | 指标点                                                            | 支撑度 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----|
| 毕业要求1.工程知识：能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和储能科学与工程专业知识结合，用于解决储氢和电化学储能技术与工程复杂的问题。                                         | 指标点1-2.能够运用相关的工程基础和专业知识辨别材料生产中出现的技术、工艺、质量等问题。                  | H   |
| 毕业要求2.问题分析：能够应用能源、化学、材料、机械、工程、计算机科学和动力等学科基本原理，并通过文献研究分析储能科学与技术的复杂工程问题，采取有效的实验技术，以获得正确的结论。                         | 指标点2-3.能够正确表述一个工程问题解决方案并分析其合理性，采取有效的实验技术，以获得有效的结论。             | M   |
| 毕业要求3.设计/开发解决方案：能够针对储能科学与技术领域的复杂工程问题，提出解决方案，设计满足企业生产实践中工艺设计、科技开发、工程技术的需求，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。 | 指标点3-4.能够针对研发方案提出优化的措施。能够综合考虑经济、环境、法律、安全、健康、伦理等制约因素，并得出可接受的指标。 | M   |
| 毕业要求6k                                                                                                            | 指标点6-1. 了解与储能科学与工程相关的技术标准、知识产权、产业政策和法律法规。                      | L   |

## （二）毕业要求指标点在本课程中的实现路径

**知识要求：**通过本课程的学习，使学生们学习和掌握化工单元操作的基本原理和计算。包括绪论、流体输送、流体输送机械、非均相混合物的分离、传热、溶液的蒸发、结晶、蒸馏、吸收、萃取、干燥、冷冻及新型传质分离方法等。

**能力和素质要求：**通过该课程的学习，使学生具备化工实验中的基本操作技能，能够独立进行实验研究和数据分析，熟悉化工过程中的原理、流程和设备，具有分析和解决问题的能力，具有安全意识和责任心，能够遵守化工生产、实验中的安全规范和操作流程。

## 四、考核方式及成绩评定

### （一）考核目标

通过本课程的学习，达到以下目标：

- （1）总体了解化工技术核心课程和前沿知识的了解程度；
- （2）掌握化工技术的基本原理与方法，了解特化工生产技术中的集成运行与控制方法；

(3) 培养化工技术在化学生产技术发展中的创新意识和可持续发展观念

## (二) 考核方式

期末闭卷笔试考试。

## (三) 成绩评定

考试成绩占总评成绩 70%，平时成绩（包括平时上课考勤情况，听课情况，讨论积极性及课后作业等）占总评成绩 30%。

## 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

以“章”为单位说明本教学单元的教学内容、教学基本要求、教学安排、重点、难点，以及为达成教学目标或核心能力培养所采取的教学方法与手段等，格式如下：

### 第一章 绪论

**重点：**化学工业概念与知识；

**难点：**各种不同化工体系的特点及关键技术等

**课程思政：**热爱祖国悠久历史，热爱祖国灿烂文化、热爱祖国大好河山。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

#### 1.1 化学工业概述

#### 1.2 化学工程概述

#### 1.3 化学工艺概述

#### 1.4 化学工程中的一些基本规律

### 第二章 流体流动与输送

**重点：**流体流动工作原理；

**难点：**流体静力学与离心泵原理

**课程思政：**追求真理、探索未知、科学思维、勇攀高峰。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，以课堂讲授为主，辅以课堂讨论。

#### 2.1 流体静力学

#### 2.2 流体流动的基本方程

#### 2.3 流量测量

#### 2.4 离心泵

### 第三章 吸收

**重点：**亨利定律原理

**难点：**吸收速率与吸收塔计算。

**课程思政：**自主创新、使命担当、精益求精、迎难而上。

**教学方法与手段：**本章课堂讲授完成，对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生采用正确的思维进行分析。

#### 3.1 亨利定律

### 3.2 吸收速率

### 3.3 吸收塔计算

## 第四章 精馏

**重点：**多组分物系平衡规律

**难点：**连续精馏物料平衡计算。

**课程思政：**另辟蹊径、自主创新、服务国家经济建设。

**教学方法与手段：**本章课堂讲授完成；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

### 4.1 双组份物系气液相平衡

### 4.2 连续蒸馏

### 4.3 连续精馏物料衡算

### 4.4 板式塔

## 第五章 煤化工

**重点：**煤化工的种类和产物。

**难点：**煤化工的工作原理。

**课程思政：**开拓进取、勇于探索、实践能力、创造意识。

**教学方法与手段：**本章课堂讲授为主；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生采用正确的思维进行分析。

### 5.1 煤的气化

### 5.2 煤的液化

### 5.3 煤的焦化

## 六、学时分配

| 教学内容 |         | 各教学环节学时分配 |        |        |        |        |        |        | 作业<br>题量 | 备注                      |
|------|---------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|-------------------------|
| 章节   | 主要内容    | 讲<br>授    | 实<br>验 | 实<br>训 | 课<br>外 | 讨<br>论 | 习<br>题 | 小<br>计 |          |                         |
| 一    | 绪论      | 2         |        |        |        |        |        | 2      | 1        |                         |
| 二    | 流体流动与输送 | 7         |        |        |        | 1      |        | 8      | 1        | 作业采用<br>PPT 总结<br>形式完成。 |
| 三    | 吸收      | 7         |        |        |        | 1      |        | 8      | 1        | 作业采用<br>PPT 总结<br>形式完成。 |
| 四    | 精馏      | 7         |        |        |        | 1      |        | 8      | 1        | 作业采用<br>PPT 总结<br>形式完成。 |
| 五    | 煤化工     | 5         |        |        |        | 1      |        | 6      | 1        |                         |

|    |    |  |  |  |   |  |    |  |  |
|----|----|--|--|--|---|--|----|--|--|
| 合计 | 28 |  |  |  | 4 |  | 32 |  |  |
|----|----|--|--|--|---|--|----|--|--|

## 七、课程教材及主要参考资料

### 1. 课程教材

- [1] 张四方，化工基础，中国石化出版社，2024 年，ISBN: 9787511474469,第三版  
 [2] 张振坤，化工基础，化学工业出版社有限公司，ISBN: 9787122337665，2019 年，第五版

## 八、其他说明

学生需按时提交课堂布置的课后作业或进展报告，才能获得平时成绩。

# 《碳减排与低碳管理》课程教学大纲

## (Carbon Emission Reduction and Low Carbon Management)

执笔者：江如明

审核人：赵凯

编写日期：2024 年 5 月

### 一、课程基本信息

|      |                              |       |   |
|------|------------------------------|-------|---|
| 适用专业 | 储能科学与工程                      |       |   |
| 开课单位 | 材料科学与氢能学院                    |       |   |
| 课程类型 | 专业课程                         |       |   |
| 课程性质 | 限选课                          | 是否为双语 | 否 |
| 学分数  | 2 学分                         |       |   |
| 学时数  | 总学时 32，其中：实验（实训）0 学时；课外 0 学时 |       |   |
| 先修课程 | 储能原理与技术                      |       |   |
| 后续课程 | 毕业论文                         |       |   |

### 二、课程简述

《碳减排与低碳管理》是储能科学与工程专业的一门选修课。本课程是在已学过的储能原理与技术课程的基础上，介绍低碳的背景，理解低碳的内涵，掌握生产生活中的节能减排技术及其政策，涉及电力、交通、建筑、冶金、化工、石化等部门以及在可再生能源及新能源、煤的清洁高效利用、油气资源和煤层气的勘探开发、二氧化碳捕获与埋存等领域开发的有效控制温室气体排放的新技术。课程可培养学生基于环境保护和可持续发展的复杂工程问题解决能力，理解工程实践对生态环境和社会可持续发展的影响。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

（一）本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

本课程所支撑(达成)的毕业要求

| 毕业要求                                                                                                                | 指标点                                                                  | 支撑度 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----|
| 毕业要求 2. 问题分析：能够应用能源、化学、材料、机械、工程、计算机科学和动力等学科基本原理，并通过文献研究分析储能科学与技术的复杂工程问题，采取有效的实验技术，以获得正确的结论。                         | 指标点 2-1. 能够应用数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术、计算机等学科学知识的基本原理识别和判断材料工程问题的关键环节和参数。 | M   |
| 毕业要求 3. 设计/开发解决方案：能够针对储能科学与技术领域的复杂工程问题，提出解决方案，设计满足企业生产实践中工艺设计、科技开发、工程技术的需求，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。 | 指标点 3-2. 能够对解决方案的可行性进行初步分析与论证。                                       | M   |
| 毕业要求 6. 工程与社会：能够基于储能科学与工程背景知识进行合理分析，评价专业工程实践和复杂工程问题，提出解决针对社会、健康、安全、法律以及文化影响的方案，并理解应承担的责任。                           | 指标点 6-2. 能够评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。         | M   |
| 毕业要求 12. 终身学习：具有自主学习和终身学习的意识，并有不学习和适应发展的能力。                                                                         | 指标点 12-1. 具有自主学习和终身学习的意识。                                            | M   |

## （二）毕业要求指标点在本课程中的实现路径

通过本课程学习能够系统了解低碳经济与低碳技术，认识中国减碳技术与国际水平差距，了解低碳技术内涵及节能城市设计及建设。掌握低碳技术在重点创新领域、煤炭清洁利用、油气资源清洁利用。掌握煤气化技术、煤液化技术、掌握富氧燃烧技术、超超临界燃煤发电技术、了解整体煤气化联合循环技术、燃料电池技术、天然气的脱碳技术、气体净化技术、熟练掌握 CO<sub>2</sub> 捕集技术。了解低碳节能减排政策，掌握低碳城市、节能建筑、环保交通、绿色消费、政府监管、政策扶持及公共治理对节能减排的意义。

## 四、考核方式及成绩评定

### （一）考核目标

目标一：了解低碳节能减排目标的内涵、政策措施和发展趋势；

目标二：了解相关领域低碳节能减排目标实现的机遇、挑战和实施路径。

### （二）考核方式

平时采用撰写调查报告，分组制作 PPT 并展示或课堂讨论等方式考核；期末采用撰写课程论文或闭卷考试方式。

### （三）成绩评定

期末成绩占总评成绩 70%，平时成绩（包括平时上课考勤情况，课堂讨论情况，作业完成情况、随堂小测成绩等）占总评成绩 30%。

## 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

### 第一章 低碳技术概论

**重点：**低碳技术与传统技术，低碳发展意义

**难点：**掌握低碳系统工程

**课程思政：**培养学习兴趣和科学热情

**教学方法与手段：**课堂教学

#### 第一节 低碳经济与低碳技术

#### 第二节 低碳技术与传统技术

#### 第三节 低碳技术的发展范式

#### 第四节 低碳技术的创新效应

### 第二章 低碳能源体系

**重点：**低碳能源定义，传统能源优化

**难点：**掌握绿色能源体系

**课程思政：**科学文化修养、科学的世界观和方法论

**教学方法与手段：**课堂教学

#### 第一节 低碳能源的内涵

#### 第二节 低碳能源的研究现状

#### 第三节 水电开发与太阳能开发

#### 第四节 风电开发与生物质能开发

#### 第五节 地热能开发与海洋能开发

### 第三章 低碳产业结构

**重点：**低碳农业、低碳工业、低碳服务

**难点：**产业低碳化

**课程思政：**科学思维，创新意识

**教学方法与手段：**课堂教学

#### 第一节 低碳产业的产生与发展

#### 第二节 低碳农业发展

#### 第三节 低碳工业振兴

#### 第四节 低碳服务业兴起

#### 第五节 低碳产业规划与布局

### 第四章 低碳技术创新

**重点：**低碳技术重点创新领域

**难点：**低碳技术创新障碍与突破路径

**课程思政：**科学思维，实践检验，创新意识

**教学方法与手段：**课堂教学

#### 第一节 减碳技术内涵与分类

#### 第二节 减碳技术重点创新领域

#### 第三节 减碳技术创新障碍与突破路径

#### 第四节 中国减碳技术与国际水平差距

### 第五章 煤炭清洁利用

**重点：**整体煤气化联合循环技术

**难点：**富氧燃烧技术、超临界燃煤发电技术

**课程思政：**培养学生学习兴趣和科学精神

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

#### 第一节 煤炭利用与环境效应

#### 第二节 整体煤气化联合循环技术

#### 第三节 超临界燃煤发电技术

#### 第四节 富氧燃烧技术

## 第六章 油气资源清洁利用

**重点：**CO<sub>2</sub>捕集技术

**难点：**天然气的脱碳技术、气体净化技术

**课程思政：**培养学生学习兴趣和科学精神

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

### 第一节 CO<sub>2</sub>捕集技术

### 第二节 天然气的脱碳技术

### 第三节 气体净化技术

## 第七章 低碳城市建设

**重点：**绿色消费

**难点：**低碳城市、节能建筑、环保交通

**课程思政：**培养学生学习兴趣和科学精神

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习

### 第一节 低碳城市的内涵与影响因素

### 第二节 低碳城市的评价

### 第三节 我国低碳城市的实践

### 第四节 促进低碳城市发展的对策

## 第八章 低碳政策保障

**重点：**政策扶持

**难点：**政府监管、公共治理

**课程思政：**科学思维，实践检验，对立统一

**教学方法与手段：**课堂教学

### 第一节 政策创新与低碳技术

### 第二节 发达国家低碳技术创新政策借鉴

### 第三节 中国低碳技术创新政策现状分析

### 第四节 中国低碳技术创新政策安排

## 六、学时分配

| 教学内容 |          | 各教学环节学时分配 |    |    |    |    |    |    | 作业<br>题量 | 备注 |
|------|----------|-----------|----|----|----|----|----|----|----------|----|
| 章节   | 主要内容     | 讲授        | 实验 | 实训 | 课外 | 讨论 | 习题 | 小计 |          |    |
| 一    | 低碳技术概论   | 4         |    |    |    |    |    | 4  |          |    |
| 二    | 低碳能源体系   | 5         |    |    |    |    |    | 5  |          |    |
| 三    | 低碳产业结构   | 5         |    |    |    |    |    | 5  |          |    |
| 四    | 低碳技术创新   | 4         |    |    |    |    |    | 4  |          |    |
| 五    | 煤炭清洁利用   | 4         |    |    |    |    |    | 4  |          |    |
| 六    | 油气资源清洁利用 | 4         |    |    |    | 1  |    | 5  |          |    |
| 七    | 低碳城市建设   | 2         |    |    |    | 1  |    | 3  |          |    |
| 八    | 低碳政策保障   | 2         |    |    |    |    |    | 2  |          |    |
| 合计   |          | 30        |    |    |    | 2  |    | 32 |          |    |

## 七、课程教材及主要参考资料

### （一）教材

《低碳技术》(9787010157481)，邹德文、李海鹏，人民出版社，2016年7月。

### （二）教学参考书

[1] 《能源化学工程概论》（9787122242273），李文翠、胡浩权、鲁金明，化学工业出版社，2015年1月。

[2] 《能源环境技术》（9787111342755），杨昭、杨勇平、张旭，机械工业出版社，2011年12月。

[3] 《能源利用及污染物控制》(9787118088205)，罗丹、徐江荣，国防工业出版社，2013年7月。

## 八、其他说明

无。

# 《能源经济学》课程教学大纲

(Energy Economics)

执笔者：顾鄂宁

审核人：赵凯

编写日期：2024 年 5 月

## 一、课程基本信息

|      |                              |       |     |
|------|------------------------------|-------|-----|
| 适用专业 | 储能科学与工程                      |       |     |
| 开课单位 | 材料科学与氢能学院                    |       |     |
| 课程类型 | 专业课程                         |       |     |
| 课程性质 | 任选课                          | 是否为双语 | (否) |
| 学分数  | 2 学分                         |       |     |
| 学时数  | 总学时 32，其中：实验（实训）0 学时；课外 0 学时 |       |     |
| 先修课程 | 能源与环境、概率论与数理统计               |       |     |
| 后续课程 | 无                            |       |     |

## 二、课程简述

《能源经济学》是现代经济学在能源经济系统中的应用，是一个多学科交叉性的综合性学科，课程内容与社会、经济、政治及环境密切相关。本课程首先介绍能源经济学的研究对象、发展历程及与其他相关学科的联系，然后采用经济学的理论和方法对能源供给、能源需求、能源价格、能源效率等基本问题做了深入分析，接下来专门描述传统和新兴能源市场的运行机制和定价机制。同时，本课程对能源投资、纳入环境约束的能源经济学分析、能源战略及政策也有专门介绍。课程强调理论联系实际，注重通过对现实能源经济问题的深入分析来加深学生对所学能源知识的理解，为我国能源经济与管理培养复合型人才。

## 三、本课程所支撑的毕业要求

(一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

本课程所支撑(达成)的毕业要求

| 毕业要求 | 指标点 | 支撑度 |
|------|-----|-----|
|------|-----|-----|

|                                                                                                                     |                                                               |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---|
| 毕业要求 1. 工程知识：能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和储能科学与工程专业知识结合，用于解决储氢和电化学储能技术与工程复杂的问题。                                         | 指标点 1-3. 具有储能科学与工程专业基础知识及其应用能力，并了解新能源行业的前沿发展现状和趋势。            | M |
| 毕业要求 3. 设计/开发解决方案：能够针对储能科学与技术领域的复杂工程问题，提出解决方案，设计满足企业生产实践中工艺设计、科技开发、工程技术的需求，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。 | 指标点 3-2. 能够对解决方案的可行性进行初步分析与论证。                                | M |
| 毕业要求 6. 工程与社会：能够基于储能科学与工程背景知识进行合理分析，评价专业工程实践和复杂工程问题，提出解决针对社会、健康、安全、法律以及文化影响的方案，并理解应承担的责任。                           | 指标点 6-2. 能够评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。  | L |
| 毕业要求 7. 环境和可持续发展：能够理解和评价针对储能科学与工程等领域的复杂问题的专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响。                                                     | 指标点 7-1. 了解国家的环境可持续发展战略及相关的政策和法律、法规。                          | L |
| 毕业要求 8. 品德修养与职业规范：具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在储能科学与工程领域实践中遵守工程职业道德和规范，履行责任。                                                 | 指标点 8-1. 了解我国的基本国情、社会体系和所选择的发展道路，热爱祖国。                        | H |
|                                                                                                                     | 指标点 8-4. 在储能科学与工程领域复杂工程问题实践中，具有人文社会科学素养、社会责任感，能理解工程师的职业道德和责任。 | H |
| 毕业要求 11. 项目管理：理解并掌握工程管理原理与经济决策方法，并能在多学科环境中应用。                                                                       | 指标点 11-1. 理解工程活动涉及的管理学基本知识。                                   | M |
|                                                                                                                     | 指标点 11-2. 理解并掌握工程活动涉及的经济学基本知识。                                | M |
|                                                                                                                     | 指标点 12-2. 具有不断学习和适应发展的能力。                                     | M |

## （二）毕业要求指标点在本课程中的实现路径

本课程以能源经济与管理问题为主线，把经济学中的相关理论贯穿到能源经济复杂系统

中。首先，学习能源经济学的基础知识，明确学习目标。通过讲授“可耗竭资源理论”介绍资源经济学，帮助学生深刻理解、领会能源的稀缺性和资源配置的重要性。此后，让学生理解能源与经济的关系，了解市场的普遍规律，学习能源需求与供给的影响因素、预测方法，掌握能源定价理论和基本定价模型。最后，学习能源与经济、环境协调发展的指导思想及政策措施，培养学生具备国家战略与绿色发展意识、综合国家安全观和社会责任感，激发他们能在未来成为能源领域的专业人才，为国家能源事业的发展与安全作出积极贡献。

四、考核方式及成绩评定

（一）考核目标

通过本课程的学习，达到以下目标：

目标 1：掌握能源经济学的基本理论和分析方法，并能利用这些理论和分析方法对能源供给、需求、价格、效率、市场、投资等问题开展深入分析；

目标 2：了解能源金融的常用工具和发展前景；

目标 3：基于课堂所学知识理性思考中国当前面临的能源经济问题。

（二）考核方式

以撰写小论文或闭卷考试的形式考察。

小论文考察要求学生基于本课程与能源与环境等学科内容，结合当下国内外能源经济局势，总结我国在能源赛道已经取得的成果、能源经济发展存在的问题，思考促进能源经济发展的方法，写出不少于两千字的综述或市场调研文章。

课程的命题考试将根据本大纲所规定的考试内容和考试目标来确定考试范围和考核要求。考试命题会覆盖各章，并适当突出重点章节，体现本课程的内容重点。

（三）成绩评定

小论文考察或考试成绩占总评成绩 70%，平时成绩（包括平时上课考勤情况、听课情况、作业完成情况等）占总评成绩 30%。

五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

|                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 第一章 绪论                                                                                                                                                                                                                                 |
| <div><p><b>重点：</b>能源经济学的研究对象和研究方法</p><p><b>难点：</b>能源经济学的主要问题和理论基础</p><p><b>课程思政：</b>在讨论能源经济学的主要问题时，强调能源经济学作为一门交叉学科，需要综合考量经济、社会、环境等多方面因素，培养学生对社会责任感的理解和意识，引导他们关注能源发展与社会的关系。</p><p><b>教学方法与手段：</b>基于多媒体课件，启发性教学，以文献案例形式讲授知识要点。</p></div> |
| 第一节 能源经济学概述                                                                                                                                                                                                                            |
| 第二节 能源经济学的研究对象和研究方法                                                                                                                                                                                                                    |
| 第三节 能源经济学的形成与发展                                                                                                                                                                                                                        |

## 第四节 能源经济学科与其他相关学科的联系

### 第二章 可耗竭资源理论

**重点：**霍特林法则

**难点：**霍特林法则的应用与扩展

**课程思政：**通过讨论可耗竭资源理论，引导学生思考如何在资源开采和利用中实现可持续发展，培养他们对资源保护和可持续利用的认识，激发对可持续发展理念的思考和实践。在讲解霍特林法则时，可引导学生思考将资源保护与经济发展结合，培养他们的未来思维和长远眼光，激发创新意识和对可持续资源管理的远景规划。

**教学方法与手段：**基于多媒体课件，启发性教学，以文献案例形式讲授知识要点。

#### 第一节 可耗竭资源简介

#### 第二节 霍特林法则

#### 第三节 霍特林法则的扩展

#### 第四节 一般均衡下的霍特林法则

### 第三章 能源与经济

**重点：**能源与现代经济社会的关系

**难点：**能源与经济增长之间的关系

**课程思政：**通过案例分析介绍能源技术创新对经济社会发展的推动作用，引导学生思考在当前的能源转型中，如何促进创新、提高效率，实现可持续发展和经济社会共赢。

**教学方法与手段：**基于多媒体课件，启发性教学，以文献案例形式讲授知识要点。

#### 第一节 能源与经济关系概述

#### 第二节 能源与经济增长

#### 第三节 能源经济学的新发展

### 第四章 能源需求

**重点：**能源需求的主要影响因素

**难点：**能源需求预测方法

**课程思政：**强调能源需求预测中需要考虑环境因素对能源需求的影响，鼓励学生关注环境保护，绿色发展和低碳经济的重要性，引导他们关注能源需求对生态环境的影响，培养环保意识。

**教学方法与手段：**基于多媒体课件，启发性教学，以文献案例形式讲授知识要点。

#### 第一节 能源需求的基本概念

#### 第二节 能源需求的主要影响因素

#### 第三节 能源要素替代

## 第五章 能源效率

**重点：**能源效率的测度

**难点：**能源效率的测度指标与方法

**课程思政：**在讲述能源效率测度指标与方法时，引导学生思考技术创新如何提高能源效率，以及技术进步对可持续发展的促进作用，培养他们对技术创新与可持续发展的认识和实践意识。通过引入国际能源效率标准和跨国合作案例，培养学生具有全球视野和国际化胸怀，关注全球能源效率与可持续发展的挑战与合作，激发学生跨文化交流和合作精神。

**教学方法与手段：**基于多媒体课件，启发性教学，以文献案例形式讲授知识要点。

### 第一节 能源效率的内涵

### 第二节 能源效率的测度

### 第三节 能源效率的测度指标与方法

### 第四节 能源强度的分解

## 第六章 能源市场与价格

**重点：**能源市场分析和定价理论

**难点：**能源价格对市场配置的调节

**课程思政：**通过讨论能源市场的均衡分析和市场规则，引导学生思考市场竞争中的公平与正义问题，培养他们对公平交易、价格公正和市场规则的理解，激发学生对公平交易和市场正义的追求。强调能源价格对市场配置和经济增长的影响，引导学生思考企业的经济责任，以及能源价格政策对社会效益的重要性，培养学生的经济责任感和社会效益意识。

**教学方法与手段：**课堂讲授为主，辅以视频演示；增加课堂讨论，改善课堂气氛。

### 第一节 能源市场的均衡和非均衡分析

### 第二节 税收和能源配置

### 第三节 能源市场规制

### 第四节 能源定价理论

### 第五节 能源价格对市场配置的调节

### 第六节 能源价格与经济增长

## 第七章 能源投融资

**重点：**能源投融资的特点

**难点：**能源投资效益与风险

**课程思政：**通过讨论能源投融资的特点和融资环境，引导学生深入了解诚信经营的重要性，培养他们遵纪守法、诚实守信的商业道德，激发学生意识到在商业活动中遵守法律法规的必要性，注重企业社会责任。在讲解能源投融资效益时，引导学生理解投资活动对公共利益的重要性，培养他们关注环境、人文等多重因素在投融资决策中的考量，注重社会责任

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p>和投资回报的平衡。</p> <p><b>教学方法与手段：</b>课堂讲授为主，辅以视频演示；增加课堂讨论，改善课堂气氛。</p> <p>第一节 能源投融资概述</p> <p>第二节 能源投融资的特点</p> <p>第三节 能源投融资的主要影响因素</p> <p>第四节 能源投资效益与风险</p> <p>第五节 能源融资原则与融资环境</p> <p>第六节 能源融资战略—以中国能源融资模式为例</p>                                                                                                                                                                                                                          |  |
| <p>第八章 能源战略、能源政策和能源安全</p> <p><b>重点：</b>主要国家能源战略和能源政策</p> <p><b>难点：</b>能源政策的定位和目标</p> <p><b>课程思政：</b>通过讨论国家能源战略和政策，引导学生思考国家的绿色发展与可持续能源利用之间的关系，培养他们对国家发展战略的认识和理解，激发对环保与绿色生态文明建设的关注。强调能源安全对国家发展和安全的重要性，引导学生思考能源政策对国家利益的影响，培养他们具备综合国家安全观的意识和能力。</p> <p><b>教学方法与手段：</b>课堂讲授为主，辅以视频演示；增加课堂讨论，改善课堂气氛。</p> <p>第一节 能源战略和能源立法</p> <p>第二节 能源政策的定位和目标</p> <p>第三节 能源安全</p> <p>第四节 主要国家能源战略和能源政策</p> <p>第五节 能源经济政策</p> <p>第六节 可再生能源配额制及绿色证书交易机制</p> |  |

## 六、学时分配

| 教学内容 |         | 各教学环节学时分配 |        |        |        |        |        |        | 作业<br>题量 | 备注 |
|------|---------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|----|
| 章节   | 主要内容    | 讲<br>授    | 实<br>验 | 实<br>训 | 课<br>外 | 讨<br>论 | 习<br>题 | 小<br>计 |          |    |
| 一    | 绪论      | 2         |        |        |        |        |        | 2      | 0        |    |
| 二    | 可耗竭资源理论 | 4         |        |        |        |        |        | 4      | 1-2      |    |
| 三    | 能源与经济   | 4         |        |        |        |        |        | 4      | 0        |    |
| 四    | 能源需求    | 4         |        |        |        |        |        | 4      | 0        |    |
| 五    | 能源效率    | 4         |        |        |        |        |        | 4      | 1-2      |    |

|    |                    |    |  |  |   |  |    |      |  |
|----|--------------------|----|--|--|---|--|----|------|--|
| 六  | 能源市场与价格            | 4  |  |  |   |  | 4  | 1-2  |  |
| 七  | 能源投融资              | 4  |  |  |   |  | 4  | 1-2  |  |
| 八  | 能源战略、能源政策和<br>能源安全 | 4  |  |  | 2 |  | 6  | 1-2  |  |
| 合计 |                    | 30 |  |  | 2 |  | 32 | 5-10 |  |

## 七、课程教材及主要参考资料

### （一）教材

魏一鸣，廖华等编著，能源经济学. ISBN: 9787300278148. 中国人民大学出版社，2019，第三版.

### （二）教学参考书

周东. 能源经济学. ISBN: 9787301260647. 北京大学出版社，2015，第一版.

## 八、其他说明

无

# 《储能功率转化与并网技术》课程教学大纲

## (Energy Storage Power Conversion and Grid Connection Technology)

执笔者：赵连玉

审核人：赵凯

编写日期：2024 年 5 月

### 一、课程基本信息

|      |                              |       |     |
|------|------------------------------|-------|-----|
| 适用专业 | 储能科学与工程                      |       |     |
| 开课单位 | 材料科学与氢能学院                    |       |     |
| 课程类型 | 专业课程                         |       |     |
| 课程性质 | (任选课)                        | 是否为双语 | (否) |
| 学分数  | 2 学分                         |       |     |
| 学时数  | 总学时 32，其中：实验（实训）0 学时；课外 0 学时 |       |     |
| 先修课程 | 《高等数学》、《大学物理》、《电工与电子技术》      |       |     |
| 后续课程 | 科研训练、毕业论文                    |       |     |

### 二、课程简述

《储能功率转化与并网技术》是储能科学与工程专业的一门选修课。本课程是在已学过的大学物理、电工与电子技术的基础上，介绍当前储能系统、储能功率转换系统以及并网技术相关的最新学术成就、方法和应用，通过技术理论学习、应用案例分析相结合的方式，一方面向学生介绍课程基础知识，另一方面介绍最新应用案例，通过理论与实践相结合的方式，增强学术分析问题、解决问题和创新的能力。本课程可以帮助学生深入了解储能行业技术发展及应用现状。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

(一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

本课程所支撑(达成)的毕业要求

| 毕业要求                                       | 指标点                                    | 支撑度 |
|--------------------------------------------|----------------------------------------|-----|
| 毕业要求 1. 工程知识：能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和储能科学 | 指标点 1-1. 能够将储能科学与工程的基本概念运用到工程问题的恰当表述中。 | H   |

|                                                                                                                     |                                                      |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---|
| 与工程专业知识结合，用于解决储氢和电化学储能技术与工程复杂的问题。                                                                                   | 指标点 1-3. 具有储能科学与工程专业基础知识及其应用能力，并了解新能源行业的前沿发展现状和趋势。   | H |
|                                                                                                                     | 指标点 1-4. 能够运用数学、自然科学、工程基础和专业知识解决复杂新能源材料与器件工程问题。      | L |
| 毕业要求 2. 问题分析：能够应用能源、化学、材料、机械、工程、计算机科学和动力等学科基本原理，并通过文献研究分析储能科学与技术的复杂工程问题，采取有效的实验技术，以获得正确的结论。                         | 指标点 2-3. 能够正确表述一个工程问题解决方案并分析其合理性，采取有效的实验技术，以获得有效的结论。 | M |
| 毕业要求 3. 设计/开发解决方案：能够针对储能科学与技术领域的复杂工程问题，提出解决方案，设计满足企业生产实践中工艺设计、科技开发、工程技术的需求，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。 | 指标点 3-2. 能够对解决方案的可行性进行初步分析与论证。                       | L |
| 毕业要求 12. 终身学习：具有自主学习和终身学习的意识，并有不断学习和适应发展的能力。                                                                        | 指标点 12-2. 具有不断学习和适应发展的能力。                            | M |

## （二）毕业要求指标点在本课程中的实现路径

毕业要求指标点 1. 工程知识：通过本课程的学习，能够了解储能行业中，储能系统、功率转换系统及并网技术的最新研究成果，学习储能工程知识。

毕业要求指标点 2. 问题分析：本课程采用工程知识与应用案例结合的方式，通过应用案例的分析讲解，增强学生分析、解决工程问题的能力。

毕业要求指标点 3. 设计/开发解决方案：通过本课程的学习，能够了解储能系统、功率转换系统及其并网技术的最新发展前沿，能够将储能技术的基本概念运用到工程问题的解决中，提出合适的解决方案。

毕业要求指标点 12-2. 具有不断学习和适应发展的能力：本课程介绍了储能行业最新的研究进展、研究动态，激发学生对于最新科研及技术应用的好奇心，并加以引导，培养学生不断学习和适应发展的能力。

#### 四、考核方式及成绩评定

##### （一）考核目标

在考核学生对储能功率转化与并网技术的基本知识、基本原理和方法的基础上，重点考核学生的分析能力以及对知识的综合应用能力。

##### （二）考核方式

采用闭卷考试。考试内容以所授课内容为主。

##### （三）成绩评定

考试成绩占总评成绩 70%，平时成绩（包括平时上课考勤情况，课堂讨论情况，作业完成情况、随堂小测成绩等）占总评成绩 30%。

#### 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

##### 第一章 绪论

**重点：**各种储能技术简介

**难点：**不同储能技术的原理及方法。

**课程思政：**培养学习兴趣和科学热情

**教学方法与手段：**课堂讲授与展示，包含课前预习、课后练习。

##### 第一节 储能系统概述

##### 第二节 各种储能技术简介

##### 第三节 电池储能系统

##### 第四节 电池储能功率变换系统与并网控制简介

课程思政设计：通过储能技术、储能技术简介，穿插介绍能源发展史，培养学生的学习兴趣和科学热情。

##### 第二章 低压电池储能功率转换系统

**重点：**单级、双级式储能功率转换系统

**难点：**扩容技术

**课程思政：**培养学习兴趣和科学热情

**教学方法与手段：**课堂讲授与展示，包含课前预习、课后练习。

##### 第一节 低压储能功率转换系统结构

##### 第二节 单级式储能功率转换系统

##### 第三节 双级式储能功率转换系统

#### 第四节 低压储能功率转换系统扩容技术

### 第三章 高压直挂链式储能功率转换系统

**重点：**链式储能功率转换系统的控制策略及优化设计

**难点：**优化设计关键技术

**课程思政：**结合最新研究进展，提高自主学习能力

**教学方法与手段：**课堂讲授与展示，包含课前预习、课后练习。

#### 第一节 链式储能功率转换系统的控制策略

#### 第二节 二次脉动、共模电流简介及其抑制

#### 第三节 链式储能功率转换系统的优化策略

### 第四章 高压直挂 MMC 储能功率转换系统

**重点：**MMC 储能功率转换系统原理

**难点：**MMC 系统基本控制策略

**教学方法与手段：**课堂讲授与展示，包含课前预习、课后练习。

#### 第一节 基于 MMC 的电池储能系统

#### 第二节 储能型 MMC 换流器

#### 第三节 案例简介

### 第五章 储能功率转换系统的虚拟控制

**重点：**虚拟同步控制策略及其优化

**难点：**虚拟同步控制优化方法及关键技术

**教学方法与手段：**课堂讲授与展示，包含课前预习、课后练习。

#### 第一节 虚拟控制技术发展历程及研究现状

#### 第二节 虚拟同步控制策略及其优化

#### 第三节 基于 SOC 的虚拟同步控制技术

### 第六章 风光储集成功率转换系统

**重点：**风储、光储储能系统功率转换系统

**难点：**风光储综合集成应用平台技术

**教学方法与手段：**课堂讲授与展示，包含课前预习、课后练习。

#### 第一节 风储一体化储能系统功率转换系统

#### 第二节 光储一体化储能系统功率转换系统

#### 第三节 风光储综合集成应用平台技术

## 第七章 储能新技术及其发展、应用现状

**重点：**储能新技术及其原理

**难点：**储能新技术发展应用现状

**教学方法与手段：**课堂讲授与展示，包含课前预习、课后练习。

### 第一节 氢储能技术进展及应用展望

### 第二节 其他储能新技术进展及应用展望

## 六、学时分配

| 教学内容 |                   | 各教学环节学时分配 |        |        |        |        |        |        | 作业<br>题量 | 备注 |
|------|-------------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|----|
| 章节   | 主要内容              | 讲<br>授    | 实<br>验 | 实<br>训 | 课<br>外 | 讨<br>论 | 习<br>题 | 小<br>计 |          |    |
| 一    | 绪论                | 3         |        |        |        | 1      |        | 4      | 1-2      |    |
| 二    | 低压电池储能功率转换系统      | 4         |        |        |        |        |        | 4      | 1-2      |    |
| 三    | 高压直挂链式储能功率转换系统    | 4         |        |        |        |        |        | 4      | 1-2      |    |
| 四    | 高压直挂 MMC 储能功率转换系统 | 4         |        |        |        |        |        | 4      | 1-2      |    |
| 五    | 储能功率转换系统的虚拟控制     | 4         |        |        |        |        |        | 4      | 1-2      |    |
| 六    | 风光储集成功率转换系统       | 4         |        |        |        |        |        | 4      | 2-3      |    |
| 七    | 储能新技术及其发展、应用现状    | 4         |        |        |        | 4      |        | 8      | 2-3      |    |
| 合计   |                   | 27        |        |        |        | 5      |        | 32     | 9-16     |    |

## 七、课程教材及主要参考资料

### （一）教材

蔡旭、李睿、李征著. 储能功率变换与并网技术. ISBN: 9787030613417.北京：科学出版社，2019,第1版.

### （二）教学参考书

[1] 杜忠明，张晋宾，等 著. 电力系统新型储能技术. ISBN: 9787519880958.北京：中国电力出版社，2023,第1版.

[2] 余勇，年珩 著. 电池储能系统集成技术与应用. ISBN: 9787111683353.北京：机械工业出版社，2021,第1版.

[3] 梅生伟, 李建林, 朱建全 等 著. 储能技术. ISBN: 9787111702122. 北京: 机械工业出版社, 2022, 第 1 版.

## 八、其他说明

本课题为专业任选课, 是对储能系统及其功率转换系统的深度学习, 需要课堂教学与平时习题训练相结合, 提高学生分析计算能力。

本课程研究对象与内容为储能工程领域学前沿科学研究及实际应用, 课程教学体现工程实践特色, 重点培养学生解决工程实践问题的能力。

# 《能源工程管理》课程教学大纲

## (Energy Engineering Management)

执笔者：徐少轶

审核人：赵凯

编写日期：2024 年 5 月

### 一、课程基本信息

|      |                              |       |     |
|------|------------------------------|-------|-----|
| 适用专业 | 储能科学与工程                      |       |     |
| 开课单位 | 材料科学与氢能学院                    |       |     |
| 课程类型 | 专业课程                         |       |     |
| 课程性质 | 任选课                          | 是否为双语 | (否) |
| 学分数  | 2 学分                         |       |     |
| 学时数  | 总学时 32，其中：实验（实训）0 学时；课外 0 学时 |       |     |
| 先修课程 | 《材料科学基础》、《氢能与氢储能》            |       |     |
| 后续课程 | 无                            |       |     |

### 二、课程简述

《能源工程管理》是储能科学与工程专业的一门任选课。本课程在已有的材料科学、能源工程知识基础上，进一步探讨能源工程在新材料、新能源领域的应用和管理。本课程将介绍最新的能源工程技术和方法，引用最新的实例，帮助学生了解能源工程的最新发展趋势和特点，提高学生的学术分析、解决问题和创新能力。本课程将选择性地介绍和论述能源工程领域的最新发展方向、各研究领域的最新研究动向以及能源工程知识在生产实践中的应用技术，旨在开拓学生的思维、激发学生的科学研究热情，同时通过项目经济型计算的学习进一步学习和理解能源工程应用。本课程以分专题的讲授为主，适当结合研究式、探索讨论式教学，帮助有志于进一步深造读研究生的学生提高和加强理论水平。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

(一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

本课程所支撑(达成)的毕业要求

| 毕业要求 | 指标点 | 支撑度 |
|------|-----|-----|
|------|-----|-----|

|                                                                                                                    |                                                                 |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---|
| 毕业要求 3.设计/开发解决方案：能够针对储能科学与技术领域的复杂工程问题，提出解决方案，设计满足企业生产实践中工艺设计、科技开发、工程技术的需求，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。 | 指标点 3-1.能够针对储能科学与工程领域复杂工程问题提出解决方案。                              | M |
|                                                                                                                    | 指标点 3-2.能够对解决方案的可行性进行初步分析与论证。                                   | H |
|                                                                                                                    | 指标点 3-4.能够针对研发方案提出优化的措施。能够综合考虑经济、环境、法律、安全、健康、伦理等制约因素，并得出可接受的指标。 | H |
| 毕业要求 6.工程与社会：能够基于储能科学与工程背景知识进行合理分析，评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化影响的方案，并理解应承担的责任。                             | 指标点 6-1. 了解与储能科学与工程相关的技术标准、知识产权、产业政策和法律法规。                      | M |
|                                                                                                                    | 指标点 6-2. 能够评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。    | H |
|                                                                                                                    | 指标点 6-3. 能正确认识储能领域新产品、新技术、新工艺、新材料的开发和应用对于客观世界和社会的影响。            | M |
| 毕业要求 7.环境和可持续发展：能够理解和评价针对储能科学与工程等领域的复杂问题的专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响。                                                     | 指标点 7-1. 了解国家的环境可持续发展战略及相关的政策和法律、法规。                            | H |
|                                                                                                                    | 指标点 7-2. 能够正确认识储能科学与工程实践对于环境和社会可持续发展的影响。                        | H |
| 毕业要求 11.项目管理：理解并掌握工程管理原理与经济决策方法，并能在多学科环境中应用。                                                                       | 指标点 11-1.理解工程活动涉及的管理学基本知识。                                      | H |
|                                                                                                                    | 指标点 11-2.理解并掌握工程活动涉及的经济学基本知识。                                   | H |

## （二）毕业要求指标点在本课程中的实现路径

毕业要求 6.工程与社会：能够基于储能科学与工程背景知识进行合理分析，评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。

毕业要求 11.项目管理：理解并掌握工程管理原理与经济决策方法，并能在多学科环境中应用。

#### 四、考核方式及成绩评定

##### （一）考核目标

目标一：了解能源转换和利用方式；

目标二：掌握各种能源系统与节能关键技术原理、特点及应用现状。

目标三：了解工程项目经济型评价，能够撰写项目可行性研究型报告。

##### （二）考核方式

本课程考核采用论文或开卷考试形式。

##### （三）成绩评定

综评成绩包括论文或考试成绩占 70%、平时成绩（包括平时上课考勤情况，课堂讨论情况，作业完成情况等）占 30%。

#### 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

##### 第一章 概述

**重点：**能量与能源发展概况

**难点：**当今能源与与社会经济发展趋势

**课程思政：**培养学习工程管理兴趣和科学热情

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

第一节 能源工程管理研究的目的和意义

第二节 能量与能源

第三节 世界和中国能源概况

第四节 能源与社会经济发展

第五节 能源与环境

课程思政设计：介绍世界和中国能源概况，培养学生的学习兴趣和科学热情。

##### 第二章 能源的转换与利用

**重点：**各种能源转化技术发展及应用

**难点：**各种能源转化技术原理

**课程思政：**科学的世界观和方法论

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

第一节 煤气化技术

第二节 燃料电池

### 第三节 核能发电

### 第四节 太阳能发电

### 第五节 风能发电

### 第六节 生物质能和城市有机废弃物能源的利用

课程思政设计：通过讲授各种能源转化技术的机理，培养学生科学的世界观和方法论及自主学习能力。

## 第三章 节能技术

**重点：**企业余能管理

**难点：**节能技术

**课程思政：**科学文化修养

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

### 第一节 余能的利用

### 第二节 热能的梯级利用

### 第三节 余热利用新技术

### 第四节 企业能量平衡管理

课程思政设计：通过探讨节能对材料科学研究或工业生产上的影响，培养学生低碳节能观念。

## 第四章 现代管理概论

**重点：**管理学概论

**难点：**从工科生思维到社科思维转变

**课程思政：**科学的世界观和方法论 自主学习能力

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

### 第一节 管理科学的形成和发展

### 第二节 管理的概念与职能

### 第三节 电力企业的管理工作

### 第四节 市场营销管理

### 第五节 全面质量管理

### 第六节 技术创新与工业产权

课程思政设计：通过探讨稀电化学在化学、新材料、新能源科学研究或工业生产上的应用，

培养学生科学文化修养、科学的世界观和方法论及自主学习能力。

## 第五章 技术经济分析基础

**重点：**复利计算

**难点：**复利及等值计算

**课程思政：**培养学生学习经济学兴趣

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

### 第一节 概述

### 第二节 资金的时间价值

### 第三节 普通复利的利率因子及等值计算。

课程思政设计：介绍资本与时间关系，培养学生对经济学兴趣。

## 第六章 工程项目经济效益的评价原理

**重点：**经济效益评价

**难点：**互斥、非互斥方案经济效益计算

**课程思政：**培养学生学习兴趣和科学精神

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

### 第一节 工程建设项目经济评价方法

### 第二节 互斥方案的经济效益评价

### 第三节 非互斥方案的经济效益评价

课程思政设计：介绍工程项目经济效益计算方法，培养学生的工程经济思维。

## 第七章 项目的可行性研究

**重点：**经济效益评价

**难点：**投资回报率计算

**课程思政：**培养学生工程经济思维

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

### 第一节 项目兴建的依据及市场预测

### 第二节 技术方案、设备方案和工程方案

### 第三节 投资及成本估算

### 第四节 工程项目的的环境评价

## 第五节 可行性研究报告编制大纲

课程思政设计：介绍可行性报告撰写方法，培养学生的工程思维。

## 六、学时分配

| 教学内容 |                   | 各教学环节学时分配 |    |    |    |    |    |    | 作业<br>题量 | 备注 |
|------|-------------------|-----------|----|----|----|----|----|----|----------|----|
| 章节   | 主要内容              | 讲授        | 实验 | 实训 | 课外 | 讨论 | 习题 | 小计 |          |    |
| 一    | 概述                | 2         |    |    |    |    |    | 2  |          |    |
| 二    | 能源的转换与利用          | 8         |    |    |    | 1  |    | 9  |          |    |
| 三    | 节能技术              | 6         |    |    |    | 0  |    | 6  |          |    |
| 四    | 现代管理概论            | 4         |    |    |    | 1  |    | 5  |          |    |
| 五    | 工程项目经济效益的<br>评价原理 | 4         |    |    |    |    |    | 4  |          |    |
| 六    | 工程项目经济效益的<br>评价原理 | 4         |    |    |    | 0  |    | 4  |          |    |
| 七    | 项目的可行性研究          | 2         |    |    |    | 0  |    | 2  |          |    |
| 合计   |                   | 30        |    |    |    | 2  |    | 32 |          |    |

## 七、课程教材及主要参考资料

### （一）教材

任有中编. 能源工程管理. ISBN: 9787519818944. 北京：中国电力出版社，2018,第2版.

### （二）教学参考书

李清海，张衍国等编. 能源动力工程项目管理. ISBN: 9787302512523. 北京：清华大学出版社，2017,第1版

## 八、其他说明

本课题为专业任选课,是对物理化学的深度学习,需要课堂教学与平时习题训练相结合,提高学生分析计算能力。

本课程研究对象与内容为物理化学在材料与能源工程领域学前沿科学研究及实际应用,课程教学体现工程实践特色,重点培养学生解决工程实践问题的能力。

# 《可再生能源技术》课程教学大纲

## (Renewable Energy Technology)

执笔者：黄楚强

审核人：赵凯

编写日期：2024 年 5 月

### 一、课程基本信息

|      |                              |       |   |
|------|------------------------------|-------|---|
| 适用专业 | 储能科学与工程                      |       |   |
| 开课单位 | 材料科学与氢能学院                    |       |   |
| 课程类型 | 专业课程                         |       |   |
| 课程性质 | 任选课                          | 是否为双语 | 否 |
| 学分数  | 2 学分                         |       |   |
| 学时数  | 总学时 32，其中：实验（实训）0 学时；课外 0 学时 |       |   |
| 先修课程 | 《物理化学》                       |       |   |
| 后续课程 | 科研训练、毕业论文                    |       |   |

### 二、课程简述

《可再生能源技术》是储能科学与工程专业的一门选修课，旨在深入探讨可再生能源技术在解决能源需求和应对气候变化挑战中的重要性。本课程涵盖太阳能、风能、生物质能、地热能、海洋能、水能和氢能等方面的可再生能源技术，以及当前国内外可再生能源开发利用的现状和新进展。通过本课程的学习，学生将深入了解可再生能源技术的发展趋势和应用前景，将掌握可再生能源技术的核心概念、关键原理和实际应用知识，为未来从事新能源和储能相关领域的研究、工作和创新打下良好的基础，对学生了解我国的能源战略和能源的可持续发展政策具有深远的影响。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

（一）本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

本课程所支撑(达成)的毕业要求

| 毕业要求 | 指标点 | 支撑度 |
|------|-----|-----|
|------|-----|-----|

|                                                                                             |                                                               |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---|
| 毕业要求 1. 工程知识：能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和储能科学与工程专业知识结合，用于解决储氢和电化学储能技术与工程复杂的问题。                 | 指标点 1-3. 具有储能科学与工程专业基础知识及其应用能力，并了解新能源行业的前沿发展现状和趋势。            | H |
|                                                                                             | 指标点 1-4. 能够运用数学、自然科学、工程基础和专业知识解决复杂新能源材料与器件工程问题。               | M |
| 毕业要求 2. 问题分析：能够应用能源、化学、材料、机械、工程、计算机科学和动力等学科基本原理，并通过文献研究分析储能科学与技术的复杂工程问题，采取有效的实验技术，以获得正确的结论。 | 指标点 2-2. 能够通过文献研究寻求工程问题的解决方案及其可替代方案。                          | M |
|                                                                                             | 指标点 2-3. 能够正确表述一个工程问题解决方案并分析其合理性，采取有效的实验技术，以获得有效的结论。          | M |
| 毕业要求 7. 环境和可持续发展：能够理解和评价针对储能科学与工程等领域的复杂问题的专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响。                             | 指标点 7-1. 了解国家的环境可持续发展战略及相关的政策和法律、法规。                          | L |
|                                                                                             | 指标点 7-2. 能够正确认识储能科学与工程实践对于环境和社会可持续发展的影响。                      | L |
| 毕业要求 8. 品德修养与职业规范：具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在储能科学与工程领域实践中遵守工程职业道德和规范，履行责任。                         | 指标点 8-4. 在储能科学与工程领域复杂工程问题实践中，具有人文社会科学素养、社会责任感，能理解工程师的职业道德和责任。 | M |

## （二）毕业要求指标点在本课程中的实现路径

通过本课程的学习，学生将了解可再生能源的定义、特点、分类，及其在解决地球环境污染和能源危机等问题的重要作用；掌握和了解可再生能源技术相关的概念和原理，了解我国各种可再生能源的储量、分布以及相关开发利用的技术；了解和掌握各种太阳能利用方式和技术原理、太阳能发电技术及太阳能电池产业的发展；了解和掌握风力发电对环境的影响及我国风力发电发展趋势，了解风力发电技术特点、局限性及未来研究重点；了解我国的生物质资源状况和特点，掌握生物质燃烧的基本原理、方式和特点；了解海洋能的特点和意义，以及海洋能技术现状、发展趋势；了解和掌握地热能的特点和资源分布，了解地热能技术的现状和发展前景；了解和掌握水资源的特点和我国水资源分布情况，了解水能技术的现状和发展前景；了解和掌握氢能的特点和优势，了解和掌握氢气的制备和储运技术、燃料电池的工作原理，了解氢气利用的技术现状和发展前景。正确认识国际能源形势，了解我国能源战略和能源的可持续发展相关的政策法规，培养学生的社会责任感和环保意识。

## 四、考核方式及成绩评定

### （一）考核目标

通过本课程的学习，学生应达到：

- 1、了解并清楚各种可再生能源技术的作用原理。
- 2、了解当前国内外可再生能源技术的研究现状和发展前景。
- 3、了解可再生能源技术相关的分析评估和设计优化方法等基本知识。
- 4、通过调研国际研究前沿资讯，及时掌握可再生能源技术的最新研究进展。

### （二）考核方式

课程论文：通过调研近 5 年与可再生能源技术相关的科技类文章，结合当时的能源热点，撰写一篇关于某种可再生能源技术的报告或综述性文章。

### （三）成绩评定

课程论文成绩占总评成绩 70%，平时成绩（包括平时上课考勤情况，课堂讨论情况，作业完成情况等）占总评成绩 30%。

## 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

### 第一章 绪论

**重点：**掌握各种可再生能源。

**难点：**能源危机以及环境保护。

**课程思政：**介绍可再生能源技术发展史上科学家的巨大贡献，引导学生认识到可再生能源对环境保护的重要性，通过了解可再生能源的特点和优势，激发学生的环保意识和责任感。

**教学方法与手段：**以多媒体教学为主，结合启发式和主客体互动等多种教学手段，强调研究可再生能源技术的重要性，并通过宣传视频、图片，加深学生对环境破坏、生态恶化、能源危机等问题的印象，培养节能意识。

#### 第一节 能源概述

#### 第二节 可再生能源概述

#### 第三节 可再生能源发展趋势

### 第二章 太阳能

**重点：**太阳能光热利用、光电转换

**难点：**太阳能热利用技术、太阳能光伏电池原理

**课程思政：**引导学生关注清洁能源的发展和应用，通过学习太阳能技术，培养学生的创新精神和环保意识，鼓励他们思考如何将所学应用于环保和可持续发展的实践中。

**教学方法与手段：**以多媒体教学为主，结合启发式和主客体互动等多种教学手段，讲解光热利用技术、太阳能电池技术，以及最新科技成果和行业发展状况，并介绍典型的太阳能利用案例。

#### 第一节 太阳能概述

#### 第二节 太阳能资源分布状况

#### 第三节 太阳能光电技术

#### 第四节 太阳能光热技术

#### 第五节 太阳能其他利用技术

### 第三章 风能

**重点：**风能的特点和资源，风力发电机，风能价值

**难点：**风力发电机原理

**课程思政：**引导学生关注节能减排和可持续发展，通过深入了解风能技术，培养学生的环保意识和责任感，引导他们思考如何在实际生活中倡导节能减排，促进可持续发展。

**教学方法与手段：**以多媒体教学为主，结合启发式和主客体互动等多种教学手段，讲解风能利用技术以及国内外风能应用现状及趋势，并介绍典型的风能利用案例。

#### 第一节 风能概述

#### 第二节 风能资源分布状况

#### 第三节 风能发电技术

#### 第四节 风能其他利用技术

### 第四章 生物质能

**重点：**生物质利用技术

**难点：**沼气技术、生物质燃烧技术及生物燃料、城市生活垃圾处理技术

**课程思政：**引导学生关注生态保护和资源利用，通过学习生物质能技术，培养学生的创新精神和环保意识，激励他们思考如何在生产和生活中推动生态保护和资源循环利用。

**教学方法与手段：**以多媒体教学为主，结合启发式和主客体互动等多种教学手段，讲解各种生物质利用技术以及国内外生物质能应用现状及趋势，并介绍典型的生物质能利用案例。

#### 第一节 生物质能概述

#### 第二节 生物质能资源的生产与再生产

#### 第三节 沼气技术

#### 第四节 生物质燃烧技术及生物燃料

#### 第五节 生物质能其他利用技术

### 第五章 海洋能

**重点：**海洋能利用技术（波浪能发电、潮汐能发电、海流能发电、温差能发电、盐差能发电）

**难点：**潮汐发电技术、盐差发电技术

**课程思政：**引导学生认识到海洋资源的丰富性和重要性，通过学习海洋能利用技术，激发学生的环保意识和责任感，引导他们思考如何将所学应用于实际生产和生活中。

**教学方法与手段：**以多媒体教学为主，结合启发式和主客体互动等多种教学手段，讲解各种海洋能利用技术以及国内外海洋能应用现状及趋势，并介绍典型的海洋能利用案例。

#### 第一节 海洋能概述

#### 第二节 海洋能的类型

#### 第三节 海洋能利用技术

## 第六章 地热能

**重点：**地热能来源、地热能利用、地热发电技术

**难点：**地热发电技术

**课程思政：**引导学生关注能源开发和利用的可持续性，通过学习地热能技术，培养学生的环保意识和责任感，引导他们思考如何利用所学知识和技术解决实际问题。

**教学方法与手段：**以多媒体教学为主，结合启发式和主客体互动等多种教学手段，讲解各种地热能利用技术以及国内外地热能应用现状及趋势，并介绍典型的地热能利用案例。

### 第一节 地热能概述

### 第二节 地热资源类型及地热资源的分布

### 第三节 地热能的利用

## 第七章 水能

**重点：**地热能来源、地热能利用、地热发电技术

**难点：**地热发电技术

**课程思政：**引导学生关注可再生能源的应用和开发，通过探索水能技术，培养学生的环保意识和责任感，引导他们思考如何参与和推动可再生能源领域的应用和发展。

**教学方法与手段：**以多媒体教学为主，结合启发式和主客体互动等多种教学手段，讲解各种水能利用技术以及国内外水能应用现状及趋势，并介绍典型的水能利用案例。

### 第一节 水能概述

### 第二节 水能资源分布状况

### 第三节 水力发电技术

## 第八章 氢能

**重点：**氢能的制备与应用、燃料电池、氢气利用技术

**难点：**氢气制备、燃料电池原理

**课程思政：**引导学生关注清洁能源的发展和应用，通过学习氢能技术，培养学生的环保意识和责任感，鼓励他们思考如何在实际生产和生活中节能减排、推广清洁能源。

**教学方法与手段：**以多媒体教学为主，结合启发式和主客体互动等多种教学手段，讲解各种氢能利用技术以及国内外氢能应用现状及趋势，并介绍典型的氢能利用案例。

### 第一节 氢能概述

### 第二节 氢能的制备储运技术

### 第三节 氢能利用技术

## 六、学时分配

| 教学内容 | 各教学环节学时分配 | 作业<br>题量 | 备注 |
|------|-----------|----------|----|
|------|-----------|----------|----|

| 章节 | 主要内容 | 讲授 | 实验 | 实训 | 课外 | 讨论 | 习题 | 小计 |  |  |
|----|------|----|----|----|----|----|----|----|--|--|
| 一  | 绪论   | 2  |    |    |    |    |    | 2  |  |  |
| 二  | 太阳能  | 6  |    |    |    |    |    | 6  |  |  |
| 三  | 风能   | 4  |    |    |    |    |    | 4  |  |  |
| 四  | 生物质能 | 4  |    |    |    |    |    | 4  |  |  |
| 五  | 海洋能  | 4  |    |    |    |    |    | 4  |  |  |
| 六  | 地热能  | 4  |    |    |    |    |    | 4  |  |  |
| 七  | 水能   | 2  |    |    |    |    |    | 2  |  |  |
| 八  | 氢能   | 6  |    |    |    |    |    | 6  |  |  |
| 合计 |      | 32 |    |    |    |    |    | 32 |  |  |

## 七、课程教材及主要参考资料

### （一）教材

汪建文主编. 可再生能源. ISBN: 9787111357506. 北京: 机械工业出版社, 2012.

### （二）教学参考书

[1]王淑娟主编. 可再生能源及其利用技术. ISBN: 9787302309611. 北京: 清华大学出版社, 2012.

[2]左然等编. 可再生能源概论(第3版). ISBN: 9787111676607. 北京: 机械工业出版社, 2021.

[3]刘建国主编. 可再生能源导论. ISBN: 9787518411474. 北京: 中国轻工业出版社, 2017.

## 八、其他说明

无

# 《储能技术前沿讲座》课程教学大纲

## (Energy storage frontier)

执笔者：陈旻

审核人：赵凯

编写日期：2024 年 5 月

### 一、课程基本信息

|      |                              |       |     |
|------|------------------------------|-------|-----|
| 适用专业 | 储能科学与工程                      |       |     |
| 开课单位 | 材料科学与氢能学院                    |       |     |
| 课程类型 | 专业课程                         |       |     |
| 课程性质 | (任选课)                        | 是否为双语 | (否) |
| 学分数  | 2 学分                         |       |     |
| 学时数  | 总学时 32，其中：实验（实训）0 学时；课外 0 学时 |       |     |
| 先修课程 | 《高等数学》、《物理化学》、《物理化学实验》       |       |     |
| 后续课程 | 科研训练、毕业论文                    |       |     |

### 二、课程简述

《储能技术前沿讲座》课程通过学院名师给学生以主题讲座形式给学生授课：1.介绍储能技术的基本概念、分类、发展历程以及在全球能源体系中的重要地位和作用；2.详细讲解各种储能技术的基本原理，包括物理储能（如抽水蓄能、压缩空气储能等）、化学储能（如电池储能、超级电容器等）和电磁储能（如超导储能、飞轮储能等）等；3.介绍储能系统的设计方法、优化策略以及在实际应用中的案例分析，帮助学生了解如何根据实际需求选择合适的储能系统4.介绍储能技术在电力系统中的应用，探讨储能技术在电力系统中的重要作用，包括平衡能源供需、提高电网稳定性、应对电网突发负荷波动等。同时，还将介绍储能技术在可再生能源开发中的应用，如太阳能电池板和风力发电设备的储能系统。储能技术的经济性与政策环境：分析储能技术的经济成本、市场前景以及政策环境，帮助学生了解储能技术的商业模式和投资价值；6.储能技术发展面临的挑战与机遇，探讨储能技术发展过程中面临

的技术挑战、市场挑战和政策挑战，并分析这些挑战带来的机遇和发展潜力。通过讲座的学习，学生将能够全面了解储能技术的最新前沿进展、应用领域及未来发展趋势，掌握储能技术的基本原理和设计方法，提高解决能源存储和供应不平衡问题的能力。同时，还将培养学生的创新思维和团队合作能力，为其未来的职业发展奠定坚实的基础。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

#### （一）本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

本课程所支撑(达成)的毕业要求

| 毕业要求                                                                                                                | 指标点                                                | 支撑度 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----|
| 毕业要求 1. 工程知识：能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和储能科学与工程专业知识结合，用于解决储氢和电化学储能技术与工程复杂的问题。                                         | 指标点 1-1. 能够将储能科学与工程的基本概念运用到工程问题的恰当表述中。             | H   |
|                                                                                                                     | 指标点 1-3. 具有储能科学与工程专业基础知识及其应用能力，并了解新能源行业的前沿发展现状和趋势。 | H   |
|                                                                                                                     | 指标点 1-4. 能够运用数学、自然科学、工程基础和专业知识解决复杂新能源材料与器件工程问题。    | L   |
| 毕业要求 3. 设计/开发解决方案：能够针对储能科学与技术领域的复杂工程问题，提出解决方案，设计满足企业生产实践中工艺设计、科技开发、工程技术的需求，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。 | 指标点 3-2. 能够对解决方案的可行性进行初步分析与论证。                     | L   |
| 毕业要求 7. 环境和可持续发展：能够理解和评价针对储能科学与工程等领域的复杂问题的专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响。                                                     | 指标点 7-1. 了解国家的环境可持续发展战略及相关的政策和法律、法规。               | M   |
| 毕业要求 10. 沟通：能够就储能科学与工程等领域的复杂问题，与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令，并具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。          | 指标点 10-2. 能够通过口头及书面方式表达自己的想法，能够进行有效的陈述发言。          | M   |

|                                              |                           |   |
|----------------------------------------------|---------------------------|---|
| 毕业要求 12. 终身学习：具有自主学习和终身学习的意识，并有不断学习和适应发展的能力。 | 指标点 12-2. 具有不断学习和适应发展的能力。 | M |
|----------------------------------------------|---------------------------|---|

## （二）毕业要求指标点在本课程中的实现路径

毕业要求指标点 3. 设计/开发解决方案：通过材料化学、材料科学与工程、能源工程中的储能技术前沿讲座学习能够掌握储能技术的基本原理和设计方法，提高解决能源存储和供应不平衡问题的能力，了解储能专业在现代技术领域中的应用，设计满足企业生产实践中工艺设计、科技开发、工程技术的需求，并能够在设计环节中体现科学创新意识，提出研发方案的可行性。

毕业要求 7. 通过介绍储能技术前沿的案例分析与经验分析，了解与储能技术材料生产有关的社会、健康、安全、法律及文化方面的知识，市场规模与增长预测技术进步与市场需求的互动关系，产业链与生态系统的协同发展。

## 四、考核方式及成绩评定

### （一）考核目标

课程考核目标主要是让学生了解、掌握关键前沿储能技术理论知识及技术创新、各领域之间的交叉融合产生的应用需求；同时了解世界和中国储能技术的发展现状和未来趋势。

### （二）考核方式

采用期末大论文。

### （三）成绩评定

期末论文成绩占总评成绩 70%，平时成绩（包括平时上课考勤情况，课堂讨论情况，作业完成情况等）占总评成绩 30%。

## 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

### 主题一 储能技术介绍

**重点：**储能技术的定义和重要性、储能技术的分类与概览

**难点：**储能过程的基础理论与基本概念

**课程思政：**培养学习兴趣和科学热情

**教学方法与手段：**采用名师讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

1. 储能技术的定义和重要性
2. 储能技术在能源领域中的应用场景
3. 储能技术的发展历程和趋势

课程思政设计：介绍储能技术的发展历程，培养学生的学习兴趣和科学热情。

## 主题二 储能技术基础

**重点：**电化学储能、机械储能、热储能、电磁储能

**难点：**电化学储能基础

**课程思政：**科学文化修养 科学的世界观和方法论 自主学习能力

**教学方法与手段：**采用名师讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

1. 储能技术的分类（如电化学储能、机械储能、热储能等）

2. 各类储能技术的基本原理和特点

电化学储能（如锂离子电池、铅酸电池、液流电池等）

机械储能（如抽水蓄能、压缩空气储能、飞轮储能等）

热储能（如显热储能、潜热储能、热化学储能等）

电磁储能（如超导储能、超级电容器等）

课程思政设计：通过探讨储能技术的特点，培养学生科学文化修养、科学的世界观和方法论及自主学习能力。

## 主题三 储能系统设计与优化

**重点：**储能系统设计的关键因素

**难点：**能量密度与功率密度

**课程思政：**科学文化修养 科学的世界观和方法论 自主学习能力

**教学方法与手段：**采用名师讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

1. 储能系统设计的关键因素

能量密度与功率密度

充放电效率与循环寿命

成本与安全性

2. 储能系统的优化配置与集成

储能系统与其他能源系统的协同优化

储能系统的容量规划和布局

课程思政设计：通过探讨储能系统设计与优化，培养学生科学文化修养、科学的世界观和方

法论及自主学习能力。

#### 主题四 储能技术在电力系统中的应用

**重点：**储能技术在电力系统中的作用

**难点：**平抑可再生能源波动

**课程思政：**科学文化修养 科学的世界观和方法论 自主学习能力

**教学方法与手段：**采用名师讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

##### 1. 储能技术在电力系统中的作用

平抑可再生能源波动

提高电力系统稳定性与可靠性

辅助电网调峰调频

##### 2. 储能技术在智能电网与微电网中的应用

需求侧响应与能源管理

分布式能源系统的储能需求

课程思政设计：通过探讨储能技术在电力系统中的作用，培养学生科学文化修养、科学的世界观和方法论及自主学习能力。

#### 主题五 储能技术的经济性与市场分析

**重点：**储能技术的经济效益

**难点：**如何减少能源浪费与损失

**课程思政：**培养学生学习兴趣和科学精神

**教学方法与手段：**采用名师讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

##### 1. 储能技术的成本分析

初始投资成本

运维成本

生命周期成本

##### 2. 储能技术的经济效益

减少能源浪费与损失

提高能源利用效率

储能市场的商业模式与投资潜力

课程思政设计：介绍储能技术的经济效益，培养学生的学习兴趣和科学热情。

## 主题六 储能技术发展面临的挑战与机遇

**重点：**储能效率与能量密度的提升技术挑战

**难点：**储能材料的研发与创新

**课程思政：**培养学生学习兴趣和科学精神

**教学方法与手段：**采用名师讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

### 1.技术挑战

储能效率与能量密度的提升

储能系统的安全性与可靠性

储能材料的研发与创新

### 2.市场挑战

储能市场的竞争与合作

储能技术的市场推广与应用

### 3.政策挑战与机遇

政府对储能技术的政策支持与引导

国际储能市场的合作与交流

课程思政设计：介绍储能技术遇到的挑战，培养学生的学习兴趣和科学热情。

## 主题七 储能技术案例分析与实践经验

**重点：**国内外典型的储能项目案例分析

**难点：**技术选型与方案设计

**课程思政：**培养学生学习兴趣和科学精神

**教学方法与手段：**采用名师讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

### 1.国内外典型的储能项目案例分析

项目背景与目标

技术方案与实现

运行效果与经验教训

### 2.储能技术的实践经验分享

技术选型与方案设计

系统建设与运维管理

经济效益与社会效益评估

课程思政设计：介绍储能技术具体的案例分析，培养学生的学习兴趣和科学热情。

## 主题八 储能技术前沿未来展望与发展趋势

**重点：**国内外储能技术最前沿的发展方向

**难点：**储能市场的未来趋势与机遇

**课程思政：**培养学生学习兴趣和科学精神

**教学方法与手段：**采用名师讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

### 1.国内外储能技术最前沿的发展方向

新型储能技术的研发与创新

储能系统与能源互联网的深度融合

储能技术在全球能源转型中的作用

### 2.储能市场的未来趋势与机遇

市场规模与增长预测

技术进步与市场需求的互动关系

产业链与生态系统的协同发展

课程思政设计：介绍储能技术国内外前沿发展情况，培养学生的学习兴趣和科学热情。

## 六、学时分配

| 教学内容 |                | 各教学环节学时分配 |    |    |    |    |    |    | 作业<br>题量 | 备注 |
|------|----------------|-----------|----|----|----|----|----|----|----------|----|
| 主题   | 主要内容           | 讲授        | 实验 | 实训 | 课外 | 讨论 | 习题 | 小计 |          |    |
| 一    | 储能技术介绍         | 3         |    |    |    | 1  |    | 4  | 1        |    |
| 二    | 储能技术基础         | 3         |    |    |    | 1  |    | 4  | 1        |    |
| 三    | 储能系统设计与优化      | 3         |    |    |    | 1  |    | 4  | 1        |    |
| 四    | 储能技术在电力系统中的应用  | 3         |    |    |    | 1  |    | 4  | 1        |    |
| 五    | 储能技术的经济性与市场分析  | 3         |    |    |    | 1  |    | 4  | 1        |    |
| 六    | 储能技术发展面临的挑战与机遇 | 3         |    |    |    | 1  |    | 4  | 1        |    |
| 七    | 储能技术案例分析与实践经验  | 3         |    |    |    | 1  |    | 4  | 1        |    |

|    |                 |    |  |  |  |   |  |    |   |  |
|----|-----------------|----|--|--|--|---|--|----|---|--|
| 八  | 储能技术前沿未来展望与发展趋势 | 3  |  |  |  | 1 |  | 4  | 1 |  |
| 合计 |                 | 24 |  |  |  | 8 |  | 32 | 8 |  |

## 七、课程教材及主要参考资料

参考书目：

1. 黄志高，林应斌，李传常，《储能原理与技术》，中国水利水电出版社，2018。
2. 饶中浩，汪双凤，教材名称：《储能技术概论(高等教育十三五规划教材)》，中国矿业大学出版社，2017。

主要参考资料：

1. 《储能技术》（美）骆汉明、吴启功编著；《现代电力系统储能》作者张建华等资料。
2. 学术期刊和论文：包括最新的研究论文、综述文章和行业报告，这些资料可以及时反映储能技术的最新进展、应用实例和研究热点。

# 《碳基储能材料》课程教学大纲

## (Carbon Based Energy Storage Materials)

执 笔 者：陈永

审 核 人：赵凯

编写日期：2024 年 5 月

### 一、课程基本信息

|      |                                  |       |   |
|------|----------------------------------|-------|---|
| 适用专业 | 储能科学与工程                          |       |   |
| 开课单位 | 材料科学与氢能学院                        |       |   |
| 课程类型 | 专业类课程                            |       |   |
| 课程性质 | 任选课                              | 是否为双语 | 否 |
| 学分数  | 2 学分                             |       |   |
| 学时数  | 总学时 32 ，其中：实验（实训） 0 学时 ； 课外 0 学时 |       |   |
| 先修课程 | 电化学基础                            |       |   |
| 后续课程 | 无                                |       |   |

### 二、课程简述

本课程目标是培养学生比较全面系统地掌握炭材料的结构与电化学性能的关系；了解炭材料在储能领域应用的现状及其所发挥的重要作用。为研究开发新型炭材料和新技术奠定良好的理论基础。

本课程主要围绕炭材料在储能领域中的应用展开，包括锂离子电池、超级电容器和燃料电池等储能领域。其中，在锂离子电池的负极材料主要是石墨、硬炭和硅炭材料；超级电容器（包括金属杂化电容器）的电极材料是多孔炭材料；燃料电池载体炭材料。此外，还包括新型低维炭材料，石墨烯、纳米碳管和富勒烯等。介绍这些炭材料的制备工艺和技术，物理化学性质、表征方法，以及在锂离子电池、超级电容器、燃料电池、锂-硫和锂-空气电池等新能源领域的应用技术与科学原理。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

#### (一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

| 毕业要求                                                                                                              | 指标点                                                 | 支撑度 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----|
| 毕业要求1.工程知识：能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和储能科学与工程专业知识结合，用于解决储氢和电化学储能技术与工程复杂的问题。                                         | 指标点1-1.能够将储能科学与工程的基本概念运用到工程问题的恰当表述中。                | H   |
| 毕业要求2.问题分析：能够应用能源、化学、材料、机械、工程、计算机科学和动力等学科基本原理，并通过文献研究分析储能科学与技术的复杂工程问题，采取有效的实验技术，以获得正确的结论。                         | 指标点2-3.能够正确表述一个工程问题解决方案并分析其合理性，采取有效的实验技术，以获得有效的结论。  | L   |
| 毕业要求3.设计/开发解决方案：能够针对储能科学与技术领域的复杂工程问题，提出解决方案，设计满足企业生产实践中工艺设计、科技开发、工程技术的需求，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。 | 指标点3-1.能够针对储能科学与工程领域复杂工程问题提出解决方案。                   | M   |
| 毕业要求6k                                                                                                            | 指标点6-1. 了解与储能科学与工程相关的技术标准、知识产权、产业政策和法律法规。           | M   |
|                                                                                                                   | 指标点6-3. 能正确认识储能领域新产品、新技术、新工艺、新材料的开发和应用对于客观世界和社会的影响。 | H   |

#### (二) 毕业要求指标点在本课程中的实现路径

**知识要求：**通过本课程的学习，使学生们学习和掌握炭材料种类、结构、制备方法，在储能领域中的应用及其能量存储机理，学习和掌握在电池超级电容器中，在炭材料中电荷存储的形式和电化学反应；学习和掌握在燃料电池中，作为载体的炭材料结构对催化剂结构和性能的影响，及能量转换过程，学习和掌握新关键炭材料及其器件组成、制作方法。

**能力和素质要求：**通过该课程的学习，使学生能够利用炭材料的结构和储能基本原理分析一般锂离子电池、超级电容器和燃料电池电极材料在电化学反应过程中所涉及的材料结构问题，界面问题，设计实验、分析与解释数据，以获得有效结论，并能够将专业知识用于解决一般有关储能材料及器件的工程问题，具备一定的设计解决方案以解决一般工程问题的能力。通过该过程的学习，建立炭材料设计—开发—材料—器件制作一体的观念，通过课程中

的分析讨论辩论培养分析沟通交流素质，形成炭材料制备及器件开发应用思维模式，提升理解工程管理与经济决策的基本素质。

四、考核方式及成绩评定

(一) 考核目标

通过本课程的学习，达到以下目标：

- (1) 总体了解碳基储能材料与器件核心课程和前沿知识的了解程度；
- (2) 掌握炭材料基本组成、组织结构与性能等关系规律，了解特定炭材料物化性质，制备和应用的能力；
- (3) 培养炭材料在新能源储能材料与器件行业的创新意识和可持续发展观念

(二) 考核方式

期末闭卷笔试考试。

(三) 成绩评定

考试成绩占总评成绩 70%，平时成绩（包括平时上课考勤情况，听课情况，讨论积极性及课后作业等）占总评成绩 30%。

五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

以“章”为单位说明本教学单元的教学内容、教学基本要求、教学安排、重点、难点，以及为达成教学目标或核心能力培养所采取的教学方法与手段等，格式如下：

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>第一章 绪论</p> <div><p><b>重点：</b>炭材料结构与性能关系；</p><p><b>难点：</b>各种不同储能体系中炭材料的结构特点及关键技术等</p><p><b>课程思政：</b>热爱祖国悠久历史，热爱祖国灿烂文化、热爱祖国大好河山。</p><p><b>教学方法与手段：</b>利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。</p></div> <p>第一节 碳的同素异形体</p> <p>第二节 储能用碳基材料介绍</p> <p>第三节 储能用碳基材料的特点</p> <p>第二章 碳基材料在锂离子电池中的应用</p> <div><p><b>重点：</b>锂离子电池工作原理；</p><p><b>难点：</b>锂离子电池石墨及硬炭结构特点及工作原理</p><p><b>课程思政：</b>追求真理、探索未知、科学思维、勇攀高峰。</p><p><b>教学方法与手段：</b>利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，以课堂讲授为主，辅以课堂讨论。</p></div> <p>第一节 锂离子电池简介</p> <p>第二节 锂离子电池中的碳负极材料</p> <p>一、石墨材料</p> <p>二、中间相炭微球</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

三、硬炭材料

四、硅炭材料

### 第三章 超级电容器

**重点：**超级电容器关键材料的结构和性能。

**难点：**两种不同类型超级电容器的优缺点和工作场景。

**课程思政：**自主创新、使命担当、精益求精、迎难而上。

**教学方法与手段：**本章课堂讲授完成，对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生采用正确的思维进行分析。

#### 第一节 碳/碳对称性超级电容器

一、双电层电容

二、超级电容器的原理

三、超级电容器用炭材料

#### 第二节 碳/氧化物非对称超级电容器

一、法拉第准电容

二、金属氧化物材料

三、二氧化锰在超级电容器中的应用

四、基于自支撑电极材料的非对称电容器设计与研究

#### 第三节 锂离子超级电容器

一、锂离子超级电容器分类

二、锂离子超级电容器用炭材料

三、石墨质多孔炭的制备与表征

四、石墨质多孔炭在锂离子超级电容器中的应用

### 第四章 炭材料在燃料电池中的应用

**重点：**催化剂材料的性能要求，炭材料的制备

**难点：**影响燃料电池催化剂载体性能的关键因素

**课程思政：**另辟蹊径、自主创新、服务国家经济建设。

**教学方法与手段：**本章课堂讲授完成；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

#### 第一节 炭材料在燃料电池催化剂载体中的应用

一、多孔炭载体

二、碳纳米管载体

三、纳米碳纤维载体

四、石墨烯载体

#### 第二节 碳基无金属/非贵金属燃料电池催化剂

一、碳基无金属催化剂

二、碳基非贵金属纳米催化剂

### 第三节 碳质扩散层

### 第四节 炭材料双极板

#### 一、燃料电池双极板

#### 二、柔性石墨双极板

## 第五章 炭材料在锂-硫电池中的应用

**重点：**锂-硫电池关键材料的结构和性能。

**难点：**锂-硫电池的工作原理和电化学反应。

**课程思政：**开拓进取、勇于探索、实践能力、创造意识。

**教学方法与手段：**本章课堂讲授为主；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生采用正确的思维进行分析。

### 第一节 锂-硫电池的基本特点

### 第二节 锂-硫电池的工作原理

### 第三节 锂-硫电池存在的主要问题

### 第四节 锂-硫电池碳/硫复合正极材料的研究进展

### 第五节 高性能锂-硫电池用碳/硫复合电极的设计

## 第六章 炭材料在锂-空气电池中的应用

**重点：**锂-空气电池关键材料的结构和性能。

**难点：**锂-空气电池的工作原理和电化学反应。

**课程思政：**健康中国、生态文明、环境保护、青山绿水。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

### 第一节 锂-空气电池

### 第二节 锂-空气电池的分

### 第三节 碳基空气电极

### 第四节 碳基空气电极结构与性能的关联

### 第五节 碳基空气电极发展前景

## 第七章 石墨烯和纳米碳管在储能中的应用

**重点：**石墨烯和纳米碳管的制备和结构特点。

**难点：**掌握石墨烯和纳米碳管的制备和结构特点。

**课程思政：**科技是第一生产力、工匠精神、科技报国、责任意识。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

### 第一节 石墨烯

#### 一、石墨烯的发现历史

#### 二、石墨烯的结构特点

#### 三、石墨烯的制备工艺

四、石墨烯在电极中的应用

第二节 纳米碳管

一、纳米碳管的结构特点

二、纳米碳管的制备工艺

三、纳米碳管在电极中的应用

## 六、学时分配

| 教学内容 |                 | 各教学环节学时分配 |    |    |    |    |    |    | 作业<br>题量 | 备注             |
|------|-----------------|-----------|----|----|----|----|----|----|----------|----------------|
| 章节   | 主要内容            | 讲授        | 实验 | 实训 | 课外 | 讨论 | 习题 | 小计 |          |                |
| 一    | 绪论              | 2         |    |    |    |    |    | 2  | 1        |                |
| 二    | 碳基材料在锂离子电池中的应用  | 6         |    |    |    | 2  |    | 8  |          | 作业采用PPT总结形式完成。 |
| 三    | 超级电容器           | 5         |    |    |    | 1  |    | 6  | 1        | 作业采用PPT总结形式完成。 |
| 四    | 炭材料在燃料电池中的应用    | 3         |    |    |    | 1  |    | 4  |          | 作业采用PPT总结形式完成。 |
| 五    | 炭材料在锂-硫电池中的应用   | 4         |    |    |    |    |    | 4  |          |                |
| 六    | 炭材料在锂-空气电池中的应用  | 4         |    |    |    |    |    | 4  |          |                |
| 七    | 石墨烯和纳米碳管在储能中的应用 | 4         |    |    |    |    |    | 4  |          |                |
| 合计   |                 | 28        |    |    |    | 4  |    | 32 |          |                |

## 七、课程教材及主要参考资料

### 1. 课程教材

- [1] 康飞宇, 储能用碳基纳米材料, 科学出版社, 2020 年
- [2] 吴明铂、邱介山、何孝军, 新型炭材料的制备及应用, 石化出版社, 2017 年。
- 主要参考资料

### 2. 参考资料

- [1] 郑经堂、黄振兴, 多孔炭材料, 化学工业出版社, 2015 年。
- [2] 李永锋, 石墨烯基纳米复合材料制备与应用, 化学工业出版社, 2021 年

## 八、其他说明

学生需按时提交课堂布置的课后作业或进展报告, 才能获得平时成绩。

# 《能源与动力装置基础》课程教学大纲

## (Fundamentals of Energy and Power Plant)

执笔者：王振兴

审核人：赵凯

编写日期：2024 年 5 月

### 一、课程基本信息

|      |                                |       |   |
|------|--------------------------------|-------|---|
| 适用专业 | 储能科学与工程专业                      |       |   |
| 开课单位 | 材料科学与氢能学院                      |       |   |
| 课程类型 | 专业类课程                          |       |   |
| 课程性质 | 任选课                            | 是否为双语 | 否 |
| 学分数  | 2 学分                           |       |   |
| 学时数  | 总学时 32 ，其中：实验（实训） 0 学时；课外 0 学时 |       |   |
| 先修课程 | 无                              |       |   |
| 后续课程 | 无                              |       |   |

### 二、课程简述

本课程目标是培养学生通过本课程的学习，获得能源与动力装置基础的必要基本理论、基本知识和基本技能。了解能源与动力装置应用和发展的概况，为今后的学习及从事与本专业有关的储能领域相关工作打下一定的基础。本课程在教学过程中要注意加强学生学习中的积极性和主动性，促使学生树立职业理想以及激发学生民族自豪感和自信心。

本书力求将不同专业方向的基础内容和内容融合在一起，加强知识的系统性，而且符合学习掌握知识的规律。第一章从更宽广的视角对机器设备进行了分类，总结、归纳了在后面章节需要的流体力学、热力学基本知识；第二～四章讨论叶轮机械，前一章内容是叶轮机械共同点，后两章按工作机和原动机分开介绍；第五～七章讨论容积式机械，前一章内容是容积式机械共同点，后两章按原动机和工作机分开介绍。本课程有利于培养学生举一反三、融会贯通能力，启发学生的创新思维

### 三、本课程所支撑的毕业要求

(一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

| 毕业要求                                                                                                              | 指标点                                                | 支撑度 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----|
| 毕业要求1.工程知识：能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和储能科学与工程专业知识结合，用于解决储氢和电化学储能技术与工程复杂的问题。                                         | 指标点1-1.能够将储能科学与工程的基本概念运用到工程问题的恰当表述中。               | M   |
| 毕业要求2.问题分析：能够应用能源、化学、材料、机械、工程、计算机科学和动力等学科基本原理，并通过文献研究分析储能科学与技术的复杂工程问题，采取有效的实验技术，以获得正确的结论。                         | 指标点2-3.能够正确表述一个工程问题解决方案并分析其合理性，采取有效的实验技术，以获得有效的结论。 | M   |
| 毕业要求3.设计/开发解决方案：能够针对储能科学与技术领域的复杂工程问题，提出解决方案，设计满足企业生产实践中工艺设计、科技开发、工程技术的需求，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。 | 指标点3-1.能够针对储能科学与工程专业领域复杂工程问题提出解决方案。                | M   |
| 毕业要求6k                                                                                                            | 指标点6-1. 了解与储能科学与工程相关的技术标准、知识产权、产业政策和法律法规。          | L   |

(二) 毕业要求指标点在本课程中的实现路径

知识要求：通过本课程的学习，使学生们学习和掌握能源与动力装置基础知识，在能源领域中的应用及其能量存储机理，学习和掌握不同能源与装置的工作机理。

能力和素质要求：通过该课程的学习，使学生能够利用能源与动力装置的基本原理分析一般叶轮机、叶片式工作机、涡轮机、内燃机等涉及的结构问题，以获得有效结论，并能够将专业知识用于解决一般有关能源动力装置的工程问题，具备一定的设计解决方案以解决一般工程问题的能力。通过该过程的学习，提升理解能源与动力装置决策的基本素质。

#### 四、考核方式及成绩评定

(一) 考核目标

通过本课程的学习，达到以下目标：

- (1) 总体了解能源与动力装置基础核心课程和前沿知识的了解程度；

(2) 掌握动力装置技术的应用场景与特性各异，了解特动力装置技术的集成运行与控制方法；

(3) 培养动力装置技术在新能源技术发展中的创新意识和可持续发展观念

## (二) 考核方式

期末提交研究进展类报告。

## (三) 成绩评定

报告占总评成绩 70%，平时成绩（包括平时上课考勤情况，听课情况，讨论积极性及课后作业等）占总评成绩 30%。

## 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

以“章”为单位说明本教学单元的教学内容、教学基本要求、教学安排、重点、难点，以及为达成教学目标或核心能力培养所采取的教学方法与手段等，格式如下：

### 第一章 绪论

**重点：**能源动力装置技术的分类与基础；

**难点：**工程热力学与流体力学基础。

**课程思政：**热爱祖国悠久历史，热爱祖国灿烂文化、热爱祖国大好河山。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

#### 1.1 分类和应用

#### 1.2 工程热力学和流体力学基础

#### 1.3 实际过程中常见的能量转换

### 第二章 叶轮机械的基本理论

**重点：**叶轮机械工作原理；

**难点：**叶轮机械的基本运行方式

**课程思政：**追求真理、探索未知、科学思维、勇攀高峰。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，以课堂讲授为主，辅以课堂讨论。

#### 2.1 叶轮机械的典型结构

#### 2.2 流体在叶轮中的运动分析

#### 2.3 叶轮机械的基本方程式

#### 2.4 典型静止通流部件的作用原理

#### 2.5 亿元流动分析

#### 2.6 有限叶片数的影响

### 第三章 叶片式工作机

**重点：**叶片式工作机的工作原理

**难点：**相似定律和比转数

**课程思政：**自主创新、使命担当、精益求精、迎难而上。

**教学方法与手段：**本章课堂讲授完成，对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生采用正确的思维进行分析。

- 3.1 叶片式工作机的结构形式和应用范围
- 3.2 主要性能参数和特性曲线
- 3.3 相似定律、比转数
- 3.4 泵与风机在管网中的运行
- 3.5 喘振与空化

#### 第四章 涡轮机

**重点：**燃气轮机、水轮机结构特点

**难点：**燃气轮机自动调节机制

**课程思政：**另辟蹊径、自主创新、服务国家经济建设。

**教学方法与手段：**本章课堂讲授完成；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

- 4.1 汽轮机级内能量转换过程及效率
- 4.2 多级汽轮机
- 4.3 汽轮机自动调节
- 4.4 燃气轮机
- 4.5 水轮机

#### 第五章 往复式活塞式机械的结构分析

**重点：**往复式活塞式机械的功能与分类

**难点：**曲柄连杆机构动力学

**课程思政：**开拓进取、勇于探索、实践能力、创造意识。

**教学方法与手段：**本章课堂讲授为主；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生采用正确的思维进行分析。

- 5.1 总体结构和主要部件
- 5.2 曲柄连杆机构动力学
- 5.3 往复式机器的惯性力的平衡

#### 第六章 内燃机

**重点：**内燃机的工作机理

**难点：**柴油机、汽油机的燃烧和燃料供给

**课程思政：**健康中国、生态文明、环境保护、青山绿水。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

- 6.1 柴油机的燃烧和燃料供给
- 6.2 汽油机燃料供给
- 6.3 柴油机增压
- 6.4 内燃机的性能指标和特性

## 6.5 内燃机的排气净化

### 第七章 制冷原理与空气调节

**重点：**制冷基本理论

**难点：**掌握空调制冷机理

**课程思政：**科技是第一生产力、工匠精神、科技报国、责任意识。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

7.1 制冷基本理论

7.2 单级蒸汽压缩制冷循环

7.3 制冷剂与载冷剂

7.4 吸收式制冷循环

7.5 热电制冷

7.6 空气品质与空气处理

7.7 空调

## 六、学时分配

| 教学内容 |               | 各教学环节学时分配 |        |        |        |        |        |        | 作业<br>题量 | 备注             |
|------|---------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|----------------|
| 章节   | 主要内容          | 讲<br>授    | 实<br>验 | 实<br>训 | 课<br>外 | 讨<br>论 | 习<br>题 | 小<br>计 |          |                |
| 一    | 绪论            | 2         |        |        |        |        |        | 2      | 1        |                |
| 二    | 叶轮机械的基本理论     | 5         |        |        |        |        |        | 5      | 1        | 作业采用PPT总结形式完成。 |
| 三    | 叶片式工作机        | 5         |        |        |        |        |        | 5      | 1        | 作业采用PPT总结形式完成。 |
| 四    | 涡轮机           | 5         |        |        |        |        |        | 5      | 1        | 作业采用PPT总结形式完成。 |
| 五    | 往复式活塞式机械的结构分析 | 5         |        |        |        |        |        | 5      | 1        |                |
| 六    | 内燃机           | 5         |        |        |        |        |        | 5      | 1        |                |
| 七    | 制冷原理与空气调节     | 5         |        |        |        |        |        | 5      | 1        |                |
| 合计   |               | 32        |        |        |        |        |        | 32     | 7        |                |

## 七、课程教材及主要参考资料

### 1. 课程教材

- [1] 何国庚, 能源与动力装置基础, 中国电力出版社, 2008 年, ISBN: 9787508366890。  
[2] 田飞, 能源与动力工程控制基础, 江苏大学出版社, ISBN: 9787568408196, 2018 年。

#### 八、其他说明

学生需按时提交课堂布置的课后作业或进展报告, 才能获得平时成绩。

# 《生物质能转化原理技术》课程教学大纲

## (Principles and Technologies of Biomass Energy Conversion)

执笔者：张玉媛

审核人：赵凯

编写日期：2024 年 5 月

### 一、课程基本信息

|      |                              |       |   |
|------|------------------------------|-------|---|
| 适用专业 | 储能科学与工程                      |       |   |
| 开课单位 | 材料科学与氢能学院                    |       |   |
| 课程类型 | 专业课程                         |       |   |
| 课程性质 | 任选课                          | 是否为双语 | 否 |
| 学分数  | 2 学分                         |       |   |
| 学时数  | 总学时 32，其中：实验（实训）0 学时；课外 0 学时 |       |   |
| 先修课程 | 普通化学、有机化学、物理化学、机械设计基础、文献检索等  |       |   |
| 后续课程 | 科研训练、毕业设计                    |       |   |

### 二、课程简述

本课程是储能科学与工程专业课任选课之一，它是在学生完成普通化学、有机化学、物理化学等课程学习的基础上，应用化学工程的观点和方法来研究生物质能源的利用与开发、生物固体废弃物的资源化技术。本课程在介绍国内外生物质能源开发利用研究的基础上，结合当今世界生物质能领域的研究发展现状，概述了生物质、生物质能源及生物质能转化利用技术。主要包括生物质燃烧技术、生物质气化技术、生物质热解技术、生物质直接液化技术、生物燃料乙醇技术、生物柴油制备技术、生物制氢技术、沼气技术、固体废物能源利用技术。本课程的目的在于使学生了解能源形势和生物质能在能源供应中的地位，初步掌握生物质能资源的生产与再生产、生物质能转化的原理和技术、环境影响和经济评价知识，树立资源可持续利用的观念，为从事生物质资源利用方面的科学研究和技术开发打下基础。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

#### （一）本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

| 毕业要求 | 课程名称与指标点的对应关系<br>矩阵 | 专业任<br>选课程 |
|------|---------------------|------------|
|------|---------------------|------------|

|                                                                                                                    |                                                              |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------|
| 毕业要求 1.工程知识：能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和储能科学与工程专业知识结合，用于解决储氢和电化学储能技术与工程复杂的问题。                                         | 指标点 1-4.能够运用数学、自然科学、工程基础和专业知识解决复杂新能源材料与器件工程问题。               | <b>M</b> |
| 毕业要求 3.设计/开发解决方案：能够针对储能科学与技术领域的复杂工程问题，提出解决方案，设计满足企业生产实践中工艺设计、科技开发、工程技术的需求，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。 | 指标点 3-1.能够针对储能科学与工程专业领域复杂工程问题提出解决方案。                         | <b>H</b> |
| 毕业要求 6.工程与社会：能够基于储能科学与工程背景知识进行合理分析，评价专业工程实践和复杂工程问题，提出解决针对社会、健康、安全、法律以及文化影响的方案，并理解应承担的责任。                           | 指标点 6-2. 能够评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。 | <b>M</b> |
| 毕业要求 7.环境和可持续发展：能够理解和评价针对储能科学与工程等领域的复杂问题的专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响。                                                     | 指标点 7-2. 能够正确认识储能科学与工程实践对于环境和社会可持续发展的影响。                     | <b>L</b> |
| 课程达成度要求                                                                                                            |                                                              | <b>4</b> |

## （二）毕业要求指标点在本课程中的实现路径

通过本门课程学习，使学生了解课程的结构框架和编排体系，了解能源的现状；掌握生物质能源的分类及特点，掌握生物质能源开发利用的问题；了解各类生物质废弃物的资源分布，掌握其资源量及其所含能量，掌握各种废弃物的分类及利用现状；了解生物质燃烧过程及特性，掌握影响燃烧的主要因素和技术特点，了解生物质直燃发电系统及其发展现状；了解生物质气化、生物质热解、直接液化的基本原理、工艺过程，掌握生物质热解油的原理及转化工艺；了解燃料乙醇的生产原理及乙醇发酵的生化过程，掌握淀粉类、纤维原料的乙醇生产技术和工艺；了解生物柴油的生产原理，掌握生物柴油的各种生产技术和工艺；了解沼气的理化性质，掌握沼气发酵的原理、工艺及装置，了解我国现有沼气的发展方向；了解生物质制氢的原料及工艺技术，熟悉产氢机理；了解固体废弃物资源的来源及分类，掌握处理固体废弃物的方法。

课程 PPT 演讲汇报以我国能源体系为背景，结合我国生物质资源分布的特点和利用问题，针对特定区域的用能需求，提出因地制宜的生物质能利用方案和相应的政策支持，使学生不仅活学活用所学过的基本知识，而且养成全面系统地分析问题和解决问题的综合能力，以及创新思维能力。

## 四、考核方式及成绩评定

### （一）考核目标

目标一：考核学生对生物质能源特点和分类的了解程度，对不同类型生物质能源，选择

合适的能源转化基本原理和各种生物质能利用技术的掌握程度。

目标二：考核学生对生物质能源转化原理和利用途径的认识，培养学生的分析判断能力、知识综合利用能力、创新能力及团队合作能力。

（二）考核方式

平时以团队小组形式根据选题开展课堂 PPT 演讲汇报，并进行讨论，以培养学生的分析判断能力、知识综合利用能力、创新能力及团队合作能力。

期末采用闭卷考试方式，考试着重于基本概念和基本方法，考试内容覆盖课程教学大纲的全部内容。

（三）成绩评定

期末考试成绩占总评成绩 70%，平时成绩（包括平时上课考勤情况，听课情况，课堂演讲汇报）占总评成绩的 30%。

五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

第 1 章 概述

**重点：**生物质的基本概念，生物质分类及资源量，生物质的化学组成与特点，生物质能源的分类

**难点：**各种生物质能源简介、生物质化学转化和生物质生物转化

**课程思政：**“碳达峰碳中和”目标下，加快绿色低碳和生态文明建设，节能降碳，推进能源革命，优化能源结构。生物质能源化利用，助力“双碳”目标实现。科学精神，人文素养，使命担当。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。

第 1.1 节 生物质

一、生物质的概述

二、生物质的资源量

三、生物质的重要性

第 1.2 节 生物质能

一、生物质能的概述

二、生物质能的来源

三、生物质能源的地位

四、生物质能开发利用现状

第 1.3 节 生物质能转化利用技术

一、生物质物理转化

二、生物质化学转化

三、生物质生物转化

## 第 1.4 节 生物质能发展前景与国家政策生物质燃烧技术

## 第 2 章 生物质燃烧技术

**重点：** 各种生物质燃烧技术的优缺点

**难点：** 生物质燃烧发电

**课程思政：**“碳达峰碳中和”目标下，加快绿色低碳和生态文明建设，节能降碳，推进能源革命，优化能源结构。生物质能源化利用，助力“双碳”目标实现。科学精神，人文素养，使命担当。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。

### 第 2.1 节 生物质燃烧技术的特点

### 第 2.2 节 国内外生物质燃烧技术的研究

### 第 2.3 节 生物质燃烧技术

#### 一、生物质直接燃烧

#### 二、生物质和煤的混合燃烧

#### 三、生物质的气化燃烧

#### 四、城市垃圾的燃烧技术

### 第 2.4 节 生物质燃烧直接热发电技术

## 第 3 章 生物质气化技术

**重点：** 生物质气化技术的分类和影响因素

**难点：** 生物质气化过程或气化原理、比较生物质燃烧和气化的区别

**课程思政：**“碳达峰碳中和”目标下，加快绿色低碳和生态文明建设，节能降碳，推进能源革命，优化能源结构。生物质能源化利用，助力“双碳”目标实现。科学精神，人文素养，使命担当。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。

### 第 3.1 节 生物质气化技术的特点

### 第 3.2 节 生物质气化工艺

#### 一、生物质气化过程

#### 二、生物质气化分类

#### 三、生物质气化工艺流程

#### 四、生物质气化设备

#### 五、生物质气化影响因素

#### 六、生物质燃气的特性

#### 七、生物质燃气的净化

### 第 3.3 节 生物质气化制备化学品技术

#### 一、生物质气化合成甲醇和二甲醚

#### 二、生物质气化制氢

### 第 3.4 节 生物质气化集中供气技术

### 第 3.5 节 生物质气化发电技术

## 第 4 章 生物质热解技术

**重点：**生物质热解的特点和影响因素

**难点：**比较生物质燃烧、气化和热解的不同之处，深刻理解三种转化方式的原理

**课程思政：**“碳达峰碳中和”目标下，加快绿色低碳和生态文明建设，节能降碳，推进能源革命，优化能源结构。生物质能源化利用，助力“双碳”目标实现。科学精神，人文素养，使命担当。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。

### 第 4.1 节 生物质热解的特点

### 第 4.2 节 生物质热解工艺类型及研究现状

#### 一、生物质热解液化工艺流程

#### 二、生物质热解液化技术研究及开发现状

### 第 4.3 节 生物质热解反应器

#### 一、生物质热解反应器分类

#### 二、典型的快速热解反应器

### 第 4.4 节 影响生物质热解的因素

### 第 4.5 节 生物质热解产物特性及应用技术

#### 一、生物油组成及特性

#### 二、生物油的应用

#### 三、不可凝结气体及木炭的应用

## 第 5 章 生物质直接液化技术

**重点：**生物质直接液化的特点和种类

**难点：**生物质直接液化的原理

**课程思政：**“碳达峰碳中和”目标下，加快绿色低碳和生态文明建设，节能降碳，推进能源革命，优化能源结构。生物质能源化利用，助力“双碳”目标实现。科学精神，人文素养，使命担当。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。

### 第 5.1 节 生物质直接液化的特点

### 第 5.2 节 生物质高压直接液化

### 第 5.3 节 生物质低压（常压）直接液化

### 第 5.4 节 生物质直接液化产物分离及应用

### 第 5.5 节 生物质与其它反应物共液化技术

### 第 5.6 节 超临界流体在生物质液化中的应用

## 第 6 章 生物燃料乙醇技术

**重点：**燃料乙醇的概念，燃料乙醇的生产方法，乙醇发酵的生化过程，乙醇发酵的工艺类型

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p><b>难点：</b>淀粉类、纤维素原料的乙醇生产技术及工艺</p> <p><b>课程思政：</b>“碳达峰碳中和”目标下，加快绿色低碳和生态文明建设，节能降碳，推进能源革命，优化能源结构。生物质能源化利用，助力“双碳”目标实现。科学精神，人文素养，使命担当。</p> <p><b>教学方法与手段：</b>利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。</p>                                                                                                   |  |
| <p>第 6.1 节 生物燃料乙醇及其特点</p> <p>一、燃料乙醇</p> <p>二、燃料乙醇的特点</p> <p>第 6.2 节 淀粉质原料制备生物燃料乙醇技术</p> <p>第 6.3 节 纤维质原料制备生物燃料乙醇技术</p> <p>第 6.4 节 生物燃料乙醇的应用技术</p> <p>第 7 章 生物柴油制备技术</p>                                                                                                                                                   |  |
| <p><b>重点：</b>生物柴油的概念及特点、生物柴油的各种制备技术</p> <p><b>难点：</b>生物柴油生产所涉及的水解反应、酯化反应、酯交换反应</p> <p><b>课程思政：</b>“碳达峰碳中和”目标下，加快绿色低碳和生态文明建设，节能降碳，推进能源革命，优化能源结构。生物质能源化利用，助力“双碳”目标实现。科学精神，人文素养，使命担当。</p> <p><b>教学方法与手段：</b>利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。</p>                                                     |  |
| <p>第 7.1 节 生物柴油概述</p> <p>第 7.2 节 国外生物柴油发展概况</p> <p>第 7.3 节 国内生物柴油发展概况</p> <p>第 7.4 节 生物柴油的特点及开发意义</p> <p>第 7.5 节 生物柴油的制备技术</p> <p>第 7.6 节 化学法转酯化制备生物柴油技术</p> <p>第 7.7 节 生物酶法转酯化制备生物柴油技术</p> <p>第 7.8 节 超临界流体转酯化制备生物柴油技术</p> <p>第 7.9 节 制备生物柴油的油脂原料</p> <p>一、国外制备生物柴油的油脂原料情况</p> <p>二、国内生物柴油生产原料情况</p> <p>第 8 章 生物制氢技术</p> |  |
| <p><b>重点：</b>氢能和制氢技术的种类，产氢微生物和产氢机制</p> <p><b>难点：</b>产氢微生物和产氢机制</p> <p><b>课程思政：</b>“碳达峰碳中和”目标下，加快绿色低碳和生态文明建设，节能降碳，推进能源革命，优化能源结构。生物质能源化利用，助力“双碳”目标实现。科学精神，人文素养，使命担当。</p> <p><b>教学方法与手段：</b>利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。</p>                                                                     |  |

## 第 8.1 节 概述

## 第 8.2 节 氢能简介

## 第 8.3 节 制氢技术

### 一、裂解水制氢

### 二、有机质气化制氢

### 三、生物制氢

## 第 8.4 节 生物制氢微生物

### 一、产氢微生物

### 二、生物制氢机制

### 三、生物制氢相关酶

## 第 8.5 节 国内外氢能研究概况

## 第 8.6 节 生物制氢技术研究进展

## 第 9 章 沼气技术

**重点：**沼气的成分、性质及影响沼气发酵的主要因素

**难点：**沼气发酵原理和生产工艺及综合利用

**课程思政：**“碳达峰碳中和”目标下，加快绿色低碳和生态文明建设，节能降碳，推进能源革命，优化能源结构。生物质能源化利用，助力“双碳”目标实现。科学精神，人文素养，使命担当。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。

## 第 9.1 节 沼气的成分和性质

### 一、沼气的定义

### 二、沼气的成分

### 三、沼气的性质

### 四、沼气的用途

## 第 9.2 节 影响沼气发酵的主要因素

### 一、温度

### 二、酸碱度

### 三、沼气池密闭状况

## 第 9.3 节 沼气生产工艺及综合利用

## 第 10 章 固体废物能源利用技术

**重点：**固体废弃物的特点、各种典型固体废弃物的处理

**难点：**固体废物处理技术

**课程思政：**“碳达峰碳中和”目标下，加快绿色低碳和生态文明建设，节能降碳，推进能源革命，优化能源结构。生物质能源化利用，助力“双碳”目标实现。科学精神，人文素养，使命担当。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。

第 10.1 节 固体废物分类收集

第 10.2 节 固体废物的分选回收

一、固体废物的压实和破碎

二、固体废物的分选

三、固体废物的回收系统

第 10.3 节 固体废物处理技术

一、固体废物能源回收

二、固化处理

三、固体废物的最终处置

## 六、学时分配

| 教学内容 |            | 各教学环节学时分配 |        |        |        |        |        |        | 作业<br>题量 | 备注                                           |
|------|------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|----------------------------------------------|
| 章节   | 主要内容       | 讲<br>授    | 实<br>验 | 实<br>训 | 课<br>外 | 讨<br>论 | 习<br>题 | 小<br>计 |          |                                              |
| 1    | 概述         | 2         |        |        |        |        |        | 2      | 1        | 作业采用团队小组根据选题进行 PPT 演讲汇报，同时每位组员针对选题提交小论文形式完成。 |
| 2    | 生物质燃烧技术    | 4         |        |        |        |        |        | 4      |          |                                              |
| 3    | 生物质气化技术    | 4         |        |        |        |        |        | 4      |          |                                              |
| 4    | 生物质热解技术    | 4         |        |        |        |        |        | 4      |          |                                              |
| 5    | 生物质直接液化技术  | 2         |        |        |        |        |        | 2      |          |                                              |
| 6    | 生物燃料乙醇技术   | 4         |        |        |        |        |        | 4      |          |                                              |
| 7    | 生物柴油制备技术   | 3         |        |        |        |        |        | 3      |          |                                              |
| 8    | 生物制氢技术     | 3         |        |        |        |        |        | 3      |          |                                              |
| 9    | 沼气技术       | 2         |        |        |        |        |        | 2      |          |                                              |
| 10   | 固体废物能源利用技术 | 2         |        |        |        | 2      |        | 4      |          |                                              |
| 合计   |            | 30        |        |        |        | 2      |        | 32     | 1        |                                              |

## 七、课程教材及主要参考资料

### (1) 教材

张建安，刘德华. 生物质能源利用技术. 北京：化学工业出版社. 2009 年 3 月.

### (2) 教学参考书

[1] 袁振宏. 生物质能高效利用技术. 北京：化学工业出版社. 2015 年 1 月.

[2] 崔宗均. 生物质能源与废弃物资源利用. 北京：中国农业大学出版社. 2011 年 6 月.

## 八、其他说明

PPT 演讲汇报选题内容：

### (1) 农业秸秆：

针对我国大量农业秸秆废弃物在田野焚烧的问题，应用生物质能源转化的基本理论，从系统

应用，管理体系和政策支持综合考虑，提出解决方案。

（2）城市生活垃圾：

针对城市生活垃圾焚烧处置产生二噁英污染环境的问题，应用生物质热化学转化基本原理，结合国内外发展趋势，提出城市生活垃圾资源化清洁利用的综合解决方案。

（3）生物燃料：

应用生物质能源转化与利用基本原理，为促进生物燃料的应用，针对我国生物质资源特征和社会发展现状，提出开发利用生物燃料的路线图。

# 《流体机械能转化原理与技术》课程教学大纲

## (Principle and Technology of Fluid Mechanical Energy Conversion)

执笔者：李燕

审核人：赵凯

编写日期：2024 年 5 月

### 一、课程基本信息

|      |                               |       |   |
|------|-------------------------------|-------|---|
| 适用专业 | 储能科学与工程                       |       |   |
| 开课单位 | 材料科学与氢能学院                     |       |   |
| 课程类型 | 专业学科基础课程                      |       |   |
| 课程性质 | 任选课                           | 是否为双语 | 否 |
| 学分数  | 2 学分                          |       |   |
| 学时数  | 总学时 32，其中：实验（实训）0 学时；课外 0 学时  |       |   |
| 先修课程 | 《高等数学》《大学物理》《工程热力学与传热学》《材料力学》 |       |   |
| 后续课程 | 科研训练、毕业论文                     |       |   |

### 二、课程简述

《流体机械能转化原理与技术》是储能科学与工程专业的一门专业选修课。课程的主要任务是使学生掌握流体的主要物理性质、运动规律、和能量转换之间的内在联系等基础知识，学会必要的流体力学分析、计算方法；在此基础上对泵与风机等通用流体机械的基本理论和运行调节方面进行讲述，使学生能正确理解并应用基本理论去分析和解决实际问题。

通过本课程的学习，使学生掌握流体的静止与运动的基本规律与基本原理，学会必要的理论分析与计算方法，并培养学生将理论应用于通用流体机械的设计、运行和管理实践的能力，为学生将来从事相关专业技术工作、科学研究工作及管理工作提供重要的系统与工程的理念和方法。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

#### (一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

本课程所支撑(达成)的毕业要求

| 毕业要求                                                                                                                | 指标点                                                  | 支撑度 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----|
| 毕业要求 1. 工程知识：能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和储能科学与工程专业知识结合，用于解决储氢和电化学储能技术与工程复杂的问题。                                         | 指标点 1-1. 能够将储能科学与工程的基本概念运用到工程问题的恰当表述中。               | M   |
|                                                                                                                     | 指标点 1-3. 具有储能科学与工程专业基础知识及其应用能力，并了解新能源行业的前沿发展现状和趋势。   | M   |
| 毕业要求 2. 问题分析：能够应用能源、化学、材料、机械、工程、计算机科学和动力等学科基本原理，并通过文献研究分析储能科学与技术的复杂工程问题，采取有效的实验技术，以获得正确的结论。                         | 指标点 2-3. 能够正确表述一个工程问题解决方案并分析其合理性，采取有效的实验技术，以获得有效的结论。 | M   |
| 毕业要求 3. 设计/开发解决方案：能够针对储能科学与技术领域的复杂工程问题，提出解决方案，设计满足企业生产实践中工艺设计、科技开发、工程技术的需求，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。 | 指标点 3-2. 能够对解决方案的可行性进行初步分析与论证。                       | L   |
| 毕业要求 12. 终身学习：具有自主学习和终身学习的意识，并有不断学习和适应发展的能力。                                                                        | 指标点 12-2. 具有不断学习和适应发展的能力。                            | M   |

#### (二) 毕业要求指标点在本课程中的实现路径

毕业要求 6. 工程与社会：通过介绍流体机械在储能科学与工程领域的应用，了解与流体机械设计、应用有关的社会、健康、安全、法律及文化方面的知识，通过主要部件、结构、性能和调节运行的应用学习，选择有利于社会绿色发展的设计方案和工程技术。

毕业要求 10. 沟通：通过介绍流体机械的原理、技术和应用，了解与流体机械行业相关的学科基本知识和行业发展现状，对流体机械领域的国际发展现状有基本了解，具有一定的跨文化交流能力。

四、考核方式及成绩评定

(一) 考核目标

在考核学生对流体机械基本知识、基本原理和方法的基础上，重点考核学生的分析能力以及对知识的综合应用能力。

(二) 考核方式

采用闭卷考试。考试内容以所授课内容为主。

(三) 成绩评定

考试成绩占总评成绩 70%，平时成绩（包括平时上课考勤情况，课堂讨论情况，作业完成情况、随堂小测成绩等）占总评成绩 30%。

五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>第一章 流体及其物理性质</p> <p><b>重点：</b>作用在流体上的力和流体的主要物理性质、液体的表面性质，掌握流体连续介质的假设。</p> <p><b>难点：</b>流体连续介质假定、黏度的计算。</p> <p><b>课程思政：</b>了解我国在流体力学领域的成就，了解流体力学对能源动力行业的重大意义，培养学生兴趣与自信心。</p> <p><b>教学方法与手段：</b>以课堂教学为主，辅助以工程及生活实例并开展讨论。</p> <p>第一节 流体力学的研究内容和研究方法</p> <p>第二节 流体的定义和特征</p> <p>第三节 流体连续介质的假设</p> <p>第四节 作用在流体上的力</p> <p>第五节 流体的特性及主要物性参数</p> <p>第六节 液体的表面性质</p> <p>第二章 流体静力学</p> <p><b>重点：</b>流体的静压强及特性，工程上常用的压强的计示及测量方法，流体平衡微分方程式和流体静力学基本方程式的主要推导过程。</p> <p><b>难点：</b>流体平衡微分方程式、流体静力学基本方程式、平面和曲面上的压力计算，物体的浮力。</p> <p><b>课程思政：</b>通过介绍中国自行设计制造的锻造水压机、深海载人潜水器等，树立民族自豪感，培养学生科学文化修养、科学的世界观和方法论及自主学习能。</p> <p><b>教学方法与手段：</b>以课堂教学为主，辅助以工程教学案例并开展讨论。</p> <p>第一节 流体静压强及其特性</p> <p>第二节 流体平衡方程式</p> <p>第三节 重力场中流体的平衡</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 第四节 液体的相对平衡

#### 第五节 静止液体作用在平面和曲面上的总压力

### 第三章 流体运动学和流体动力学基础

**重点：**流体运动的基本概念和基本方程以及研究流体流动的方法，输运方程，连续方程，动量方程与动量矩方程，能量方程。

**难点：**连续方程，动量方程，能量方程，计算壁面对流体的作用力。

**课程思政：**通过介绍中国古代劳动人民发明的水排在势能-动能转换中的作用，增长学生知识面。

**教学方法与手段：**以课堂教学为主，辅助以工程教学案例并开展讨论。

#### 第一节 流动的分类

#### 第二节 迹线与流线

#### 第三节 流管、流束、流量

#### 第四节 系统与控制体

#### 第五节 连续方程、动量方程与动量矩方程、能量方程

#### 第六节 伯努利方程及其应用

### 第四章 相似原理和量纲分析

**重点：**流体流动的力学相似性、动力相似准则、流动相似条件，几个重要的准则数（雷诺数、欧拉数、马赫数、柯西数、韦伯数等）的物理意义及其表达式。

**难点：**准则数的物理意义与表达式，瑞利法与 $\pi$ 定理。

**课程思政：**介绍亚洲最大的风洞设施——中国绵阳风洞群，我国的造船工业。使学生了解祖国在空气动力学、水动力学方面的卓越进展，培育学生勇于探索的精神。

**教学方法与手段：**以课堂教学为主，辅助以工程教学案例并开展讨论。

#### 第一节 流动的力学相似

#### 第二节 动力相似准则

#### 第三节 流动相似条件

#### 第四节 近似的模型试验

### 第五章 管内流动和水力计算 液体出流

**重点：**粘性流体的两种流动状态（层流流动与紊流流动）的基本概念、分类；液体出流；流体流动的能量损失（沿程损失与局部损失）的计算过程。

**难点：**流体流动的能量损失的计算、莫迪图的应用、管道水力计算。

**课程思政：**培养学生学习兴趣和科学精神。

**教学方法与手段：**以课堂教学为主，辅助以工程教学案例并开展讨论。

#### 第一节 管内流动的能量损失

#### 第二节 粘性流体的两种流动状态、层流流动与紊流流动

#### 第三节 管道入口段中的流动

#### 第四节 沿程损失与局部损失

## 第五节 管道水力计算

## 第六节 液体的出流

## 第七节 水击、气穴和气蚀

# 第六章 泵与风机的叶轮理论和性能

**重点：**泵与风机的主要部件及其作用；泵与风机主要性能参数的意义和表示符号；离心式与轴流式泵与风机的工作原理。泵与风机中常用的功率、损失和效率功率；泵与风机的性能曲线以及测试方法；离心泵和风机  $Q-H$ ， $Q-N$ ， $Q-\eta$  曲线的绘制。

**难点：**泵与风机的主要性能参数，流体在叶轮内的运动及速度三角形，能量方程式及其分析，离心式叶轮叶片型式及其分析，轴流式泵与风机的叶轮理论，功率，损失和效率；泵与风机的性能曲线及其分析；离心泵与离心风机的性能测试原理和方法。

**课程思政：**以日常生活和生产中的工程应用引出相关概念并开展讨论，引导学生增强兴趣和自学能力。

**教学方法与手段：**以课堂教学为主，辅助以工程教学案例。

## 第一节 泵与风机的作用、分类

## 第二节 泵与风机的主要部件及其作用

## 第三节 泵与风机的主要性能参数

## 第四节 离心式泵与风机的叶轮理论

## 第五节 轴流式泵与风机的叶轮理论

## 第六节 功率、损失和效率

## 第七节 泵与风机的性能曲线

## 第八节 性能曲线的测试方法

# 第七章 相似理论在泵与泵机中的应用

**重点：**相似条件，相似定律，比转速，通用性能曲线。

**难点：**相似定律，比转速，无因次性能曲线，通用性能曲线。

**课程思政：**以日常生活和生产中的工程应用引出相关概念并开展讨论，引导学生增强兴趣和自学能力。

**教学方法与手段：**以课堂教学为主，辅助以工程教学案例。

## 第一节 功率、损失和效率

## 第二节 泵与风机的性能曲线

## 第三节 性能曲线的测试方法

# 第八章 泵的汽蚀

**重点：**汽蚀现象及其危害性，吸上真空高度，汽蚀余量、汽蚀比转速的定义及其计算，提高泵抗汽蚀性能的措施。

**难点：**吸上真空高度，汽蚀余量，汽蚀相似定律，汽蚀比转速。

**课程思政：**以日常生活和生产中的工程应用引出相关概念并开展讨论，引导学生增强兴趣和自学能力。

|                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>教学方法与手段：</b> 以课堂教学为主，辅助以工程教学案例。                                                                                                                                                                                                                    |  |
| 第一节 汽蚀现象及对泵工作的影响<br>第二节 吸上真空高度<br>第三节 汽蚀余量<br>第四节 汽蚀相似定律及汽蚀比转速<br>第五节 提高泵抗汽蚀性能的措施                                                                                                                                                                     |  |
| 第九章 泵与风机的运行与选型                                                                                                                                                                                                                                        |  |
| <b>重点：</b> 管路特性曲线的影响因素，管路特性曲线和工作点的确立，联合工作的特性，运行工况的调节方式、优缺点，叶片切割和加长特性分析，泵与风机的选型原则和方法。<br><b>难点：</b> 管路特性曲线及工作点，联合工作性能曲线和工作点，运行工况的调节方法，叶片的切割与加长，选型原则和方法。<br><b>课程思政：</b> 以日常生活和生产中的工程应用引出相关概念并开展讨论，引导学生增强兴趣和自学能力。<br><b>教学方法与手段：</b> 以课堂教学为主，辅助以工程教学案例。 |  |
| 第一节 管路特性曲线及工作点<br>第二节 泵与风机的联合运行<br>第三节 运行工况的调节<br>第四节 叶轮外径的切割与加长<br>第五节 泵与风机运行中的主要问题<br>第六节 泵与风机的选型原则和方法                                                                                                                                              |  |

## 六、学时分配

| 教学内容 |                   | 各教学环节学时分配 |    |    |    |    |    |    | 作业<br>题量 | 备注 |
|------|-------------------|-----------|----|----|----|----|----|----|----------|----|
| 章节   | 主要内容              | 讲授        | 实验 | 实训 | 课外 | 讨论 | 习题 | 小计 |          |    |
| 一    | 流体及其物理性质          | 2         |    |    |    |    |    | 2  |          |    |
| 二    | 流体静力学             | 3         |    |    |    |    |    | 3  |          |    |
| 三    | 流体运动学和流体动力学基础     | 5         |    |    |    | 1  |    | 6  |          |    |
| 四    | 相似原理和量纲分析         | 2         |    |    |    |    |    | 2  |          |    |
| 五    | 管内流动和水力计算<br>液体出流 | 5         |    |    |    | 1  |    | 6  |          |    |
| 六    | 泵与风机的叶轮理论和性能      | 6         |    |    |    |    |    | 6  |          |    |
| 七    | 相似理论在泵与泵机         | 2         |    |    |    |    |    | 2  |          |    |

|    |            |    |  |  |  |   |    |  |  |
|----|------------|----|--|--|--|---|----|--|--|
|    | 中的应用       |    |  |  |  |   |    |  |  |
| 八  | 泵的汽蚀       | 2  |  |  |  |   | 2  |  |  |
| 九  | 泵与风机的运行与选型 | 2  |  |  |  | 1 | 3  |  |  |
| 合计 |            | 29 |  |  |  | 3 | 32 |  |  |

## 七、课程教材及主要参考资料

### （一）教材

- [1]孔珑.工程流体力学（第四版）[M].北京：中国电力出版社，2014
- [2]何川，郭立君. 泵与风机（第五版）[M]. 北京：中国电力出版社，2016.

### （二）教学参考书

- [1] 张兆顺等. 流体力学[M]. 北京：清华大学出版社，1999.
- [2] 赵学端等. 粘性流体力学[M]. 北京：机械工业出版社，1993.
- [3] 孔珑等. 可压缩流体力学[M]. 北京：水利电力出版社，1991.
- [4] 王松岭. 流体力学[M]. 北京：中国电力出版社，2004.
- [5] 陈文义等. 流体力学[M]. 天津：天津大学出版社，2004.
- [6] 杨诗成、王喜魁编. 泵与风机（第五版）[M]. 北京：中国电力出版社，2016.

## 八、其他说明

本课题为专业任选课，是对流体机械能转化原理和应用技术的深度学习，需要课堂教学与平时习题训练相结合，提高学生分析计算能力。

本课程研究对象与内容为流体运动基本规律和通用流体机械领域科学研究及实际应用，课程为储能行业交叉学科类课程，教学体现工程实践特色，重点培养学生能正确理解并应用基本理论去分析和解决实际工程问题的能力。

# 《储能材料合成与制备》课程教学大纲

## (Synthesis and Preparation of Energy Storage Materials)

执笔者：赵 凯

审核人：陈旻

编写日期：2024 年 5 月

### 一、课程基本信息

|      |                               |       |   |
|------|-------------------------------|-------|---|
| 适用专业 | 储能科学与工程专业                     |       |   |
| 开课单位 | 材料科学与氢能学院                     |       |   |
| 课程类型 | 专业课程                          |       |   |
| 课程性质 | 必修课                           | 是否为双语 | 否 |
| 学分数  | 2 学分                          |       |   |
| 学时数  | 总学时 48，其中：实验（实训）32 学时；课外 0 学时 |       |   |
| 先修课程 | 大学物理、普通化学、有机化学、材料研究与测试方法      |       |   |
| 后续课程 |                               |       |   |

### 二、课程简述

本课程的教学目标

本课程属于综合性质较强的专业课程。通过学习，要求学生掌握储能材料常用的多种制备技术，理解其制备原理，熟悉主要仪器设备和基本实验思路，了解不同制备方法的特点，扩大视野，最终学会自己设计实验，合成材料。本课程的具体目标如下：

- （1）掌握新能源材料制备和加工以及新能源器件构建的基础知识、基础方法，能够运用相应的知识和方法描述材料设计和合成的方法；
- （2）掌握新能源材料的组成、结构与性能表征以及器件性能分析的基础知识、基础方法，实验动手能力，具有设计实验、收集分析数据并撰写实验报告的能力。
- （3）能够正确表述一个新能源科学工程问题解决方案并分析其合理性。

本课程的主要内容

《储能材料合成与制备》主要讲授材料的基本性质、结构、制备和测试方法，详细介绍储能材料的种类、性质、制备方法及其在新能源领域的应用，学生通过学习电池材料的合成、表征、性能测试等技术，了解电池的工作原理和性能优化方法，在此基础上进行材料的合成、表征、性能测试等实验。这些实验不仅加深了学生对理论知识的理解，也锻炼了他们的实践

操作能力。在课程学习过程中，学生还能够针对新能源与储能领域的复杂科学和工程问题，进行中英文文献检索、资料查询和分析等，培养学生将理论知识应用于实际工程问题的能力。

在教学过程中，结合地方（如佛山）储能领域的发展故事、学校新能源储能团队的最新成果，来讲述《储能材料合成与制备》课程，不仅可以提升学生的学习兴趣，还能有效地发挥课程的思政育人功能，帮助学生树立正确的人生观和价值观。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

#### （一）本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

| 毕业要求                                                                                                               | 指标点                                                                                        | 支撑度 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 毕业要求 1.工程知识：能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和储能科学与工程专业知识结合，用于解决储氢和电化学储能技术与工程复杂的问题。                                         | 指标点 1-1.能够将储能科学与工程的基本概念运用到工程问题的恰当表述中。<br>指标点 1-3.具有储能科学与工程专业基础知识及其应用能力，并了解新能源行业的前沿发展现状和趋势。 | H   |
| 毕业要求 2.问题分析：能够应用能源、化学、材料、机械、工程、计算机科学和动力等学科基本原理，并通过文献研究分析储能科学与技术的复杂工程问题，采取有效的实验技术，以获得正确的结论。                         | 指标点 2-1.能够应用数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术、计算机等学科知识的基本原理识别和判断材料工程问题的关键环节和参数。                         | M   |
| 毕业要求 3.设计/开发解决方案：能够针对储能科学与技术领域的复杂工程问题，提出解决方案，设计满足企业生产实践中工艺设计、科技开发、工程技术的需求，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。 | 指标点 3-1.能够针对储能科学与工程领域复杂工程问题提出解决方案。                                                         | M   |
| 毕业要求 6.工程与社会：能够基于储能科学与工程背景知识进行合理分析，评价专业工程实践和复杂工程问题，提出解决针对社会、健康、安全、法律以及文化影响的方案，并理解应承担的责任。                           | 指标点 6-3. 能正确认识储能领域新产品、新技术、新工艺、新材料的开发和应用对于客观世界和社会的影响。                                       | L   |
| 毕业要求 13.创新能力：具有创新能力，使其能够在未来的储能科学与工程领域具备竞争力。                                                                        | 指标点 13-1.了解储能技术领域前沿知识和发展趋势，掌握基本创新方法。在解决复杂工程问题中具有创新意识，能够提出新颖、有创见性的解决方案。                     | M   |
|                                                                                                                    | 指标点 13-2.在学习过程中，通过参与科研项目、学术竞赛等活动，培养学生的创新思维和解决问题的能力。                                        | M   |

## （二）毕业要求指标点在本课程中的实现路径

通过本门课程学习，掌握的主要知识与理论：掌握新能源材料科学的基础知识、基本方法，具有运用基础知识初步解决科学问题的能力；掌握新能源材料制备和加工以及新能源器件构建的基础知识、基础方法，能够运用相应的知识和方法描述材料设计和合成的方法；掌握新能源材料的组成、结构与性能表征以及器件性能分析的基础知识、基础方法，实验动手能力，具有设计实验、收集分析数据并撰写实验报告的能力。

## 四、考核方式及成绩评定

### （一）考核目标

目标一 全面系统地掌握燃料电池材料的成分、结构（组成）和性能之间的关系。

目标二 了解电化学储能材料与器件的制备和表征方法。

目标三 了解储能科学与工程的理论前沿、应用前景和最新发展动态。

### （二）考核方式

闭卷考试。

### （三）成绩评定

考试成绩占总评成绩 50%，平时成绩（包括平时上课考勤情况，实验情况）占总评成绩 50%。

## 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

### 理论课程部分

#### 第一章 绪论

**重点：**介绍储能技术的重要性、储能材料的定义与分类、制备技术概述、合成方法、表征与加工技术以及应用与展望等方面。

**难点：**储能材料的设计需要考虑诸多因素，如储能容量、循环稳定性、充放电速率、安全性等。

**课程思政：**强调储能材料合成与制备课程的重要性，它不仅是新能源领域的关键技术，也是推动社会可持续发展的关键力量。

**教学方法与手段：**以课堂讲授为主，对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生采用正确的思维分析问题。

#### 第 1.1 节 材料的发展历史

#### 第 1.2 节 经典合成方法

#### 第 1.3 节 高温固相反应

#### 第二章 软化学合成方法

**重点：**基本原理：首先将酯类化合物或金属醇盐溶于有机溶剂中，形成均匀的溶液。然后，通过加入其他组分和在一定温度下进行反应，使溶液中的原料发生水解、缩合等化学反应，形成溶胶。接着，溶胶经过陈化，胶粒间缓慢聚合，形成三维网络结构的凝胶。最后，凝胶经过干燥、烧结固化等处理，制备出分子乃至纳米亚结构的材料。

**难点：**在溶胶-凝胶法的制备过程中，尤其是在凝胶脱水形成干凝胶的阶段，凝胶颗粒表面高表面张力的水会导致胶粒间极易聚结，形成硬团聚。硬团聚的形成会严重影响所得材料的性能和应用。

**课程思政：**通过溶胶-凝胶法的学习，培养学生的科学探索精神，激发他们对材料科学领域的兴趣和热情，强调溶胶-凝胶法在材料制备过程中的精细操作和严谨态度，培养学生的工匠精神和精益求精的品质。

**教学方法与手段：**以课堂讲授为主，对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授，引导学生采用正确的思维分析材料合成问题。

#### 第 2.1 节 共沉淀法简介

#### 第 2.2 节 共沉淀法的主要用途和基本流程

#### 第 2.3 节 溶胶-凝胶法简介

#### 第 2.4 节 溶胶-凝胶法的主要用途和基本流程

### 第三章 水热和溶剂热法

**重点：**晶粒发育完整：水热法制得的粉体晶粒发育完整，粒度小且分布均匀；无需高温煅烧：制备陶瓷粉体时，水热法避免了高温煅烧处理，减少了晶粒长大、缺陷形成和杂质引入的可能性，从而得到具有较高烧结活性的粉体。

**难点：**水热法通常在密闭的体系中进行，反应过程难以直接观察，这导致了对反应机理和动力学过程的理解受限。

**课程思政：**在水热和溶剂热法的课程中，结合思政教育目标，我们可以将这两种材料合成与制备方法的学习过程与思政内容相结合，旨在培养学生的科学精神、工匠精神、社会责任感和创新精神。

**教学方法与手段：**以课堂讲授为主，对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生采用正确的思维分析传质问题。

#### 第 3.1 节 水热法概述

#### 第 3.2 节 水热和溶剂热法在纳米材料制备中的应用进展

#### 第 3.3 节 水热和溶剂热法在材料合成中的应用展望

### 第四章 微波合成技术

**重点：**微波合成的技术优势、技术原理和应用领域。

**难点：**微波加热的一个主要挑战是加热的不均匀性。由于微波在物质中的吸收和分布受到物质的性质、形状和微波频率等多种因素的影响，容易导致局部过热或温度分布不均，从而影响反应的效果和产物的质量。

**课程思政：**通过微波合成技术的学习，引导学生理解科学精神的重要性，包括探索未知、勇于创新、严谨求实等。让学生明白，微波合成技术的发展离不开科学家们对科学真理的执着追求和不懈努力。

**教学方法与手段：**以课堂讲授为主，对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生采用正确的思维分析传质问题。

第 4.1 节 微波与物质的相互作用

第 4.2 节 微波在材料合成中的应用

第 4.3 节 液相微波合成

## 第五章 超声电化学法

**重点：**声化学作用：通过超声波在液体中产生的空化效应，引发一系列物理和化学变化，如高温高压、自由基生成等。电化学作用：包括电极表面直接氧化和电化学间接降解两种机制，通过电极反应降解有机物。

**难点：**协同作用机制不明确：超声电化学法并非声化学空化作用降解和电化学催化降解作用的简单叠加，而是两者相互影响、相互促进和相互协同的作用。然而，这种协同作用的机制尚未完全明确，导致在实际应用中难以准确预测和控制反应过程。

**课程思政：**通过学习超声电化学法，让学生理解科学探索的重要性，培养敢于质疑、勇于创新的精神；引导学生认识到超声电化学法在环保、能源等领域的应用价值，激发他们为社会发展做出贡献的责任感。

**教学方法与手段：**以课堂讲授为主，对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

第 5.1 节 超声化学法概述

第 5.2 节 超声电化学法在纳米材料制备中的应用进展

第 5.3 节 超声电化学在材料合成中的应用展望

## 实验课程部分

一、实验总学时：32 学时

二、应开实验个数：8 必开实验个数：1，选开实验个数：7

| 实验编号 | 实验项目名称            | 实验类型 | 实验学时 | 要求 |
|------|-------------------|------|------|----|
| 实验一  | 溶胶-凝胶法合成燃料电池阴极材料  | 综合性  | 4    | 必开 |
| 实验二  | 溶胶-凝胶法合成燃料电池电解质材料 | 综合性  | 4    | 选开 |
| 实验三  | 溶胶-凝胶法合成燃料电池阳极材料  | 综合性  | 4    | 选开 |
| 实验四  | 共沉淀法合成燃料电池阴极材料    | 综合性  | 4    | 必开 |
| 实验五  | 共沉淀法合成燃料电池电解质材料   | 综合性  | 4    | 选开 |
| 实验六  | 共沉淀法合成燃料电池阳极材料    | 综合性  | 4    | 选开 |
| 实验七  | 固相法合成燃料电池阴极材料     | 综合性  | 4    | 必开 |
| 实验八  | 固相法合成燃料电池电解质材料    | 综合性  | 4    | 选开 |
| 实验九  | 固相法合成燃料电池阳极材料     | 综合性  | 4    | 选开 |
| 实验十  | 水热和溶剂热法合成阳极催化剂    | 综合性  | 4    | 选开 |
| 实验十一 | 水热和溶剂热法合成燃料重整催化剂  | 综合性  | 4    | 选开 |
| 实验十二 | 微波合成技术合成电池催化剂     | 综合性  | 4    | 选开 |
| 实验十三 | 微波合成技术合成电池阳极材料    | 综合性  | 4    | 选开 |
| 实验十四 | 微波合成技术合成电池电解质材料   | 综合性  | 4    | 选开 |
| 实验十五 | 微波合成技术合成电池阴极材料    | 综合性  | 4    | 选开 |
| 实验十六 | 超声电化学法合成燃料电池阳极材料  | 综合性  | 4    | 选开 |
| 实验十七 | 超声电化学法合成燃料电池阴极材料  | 综合性  | 4    | 选开 |

|      |                  |     |   |    |
|------|------------------|-----|---|----|
| 实验十八 | 燃料电池阳极材料电化学性能研究  | 综合性 | 4 | 选开 |
| 实验十九 | 燃料电池阴极材料电化学性能研究  | 综合性 | 4 | 选开 |
| 实验二十 | 燃料电池电解质材料电化学性能研究 | 综合性 | 4 | 选开 |

### 实验一 溶胶—凝胶法合成燃料电池阴极材料

学时：4

(一) 实验类型：综合性

(二) 实验目的：

1. 熟悉燃料电池阴极材料的制备方法；
2. 制备具有优良电化学性能的新型阴极材料；
3. 优化材料的化学稳定性和催化活性。

(三) 实验内容：

1. 采用溶胶—凝胶法合成燃料电池阴极材料；
2. 电池材料结构与电化学性能测试。

(四) 要求及思政设计：必开；

课程思政设计：在介绍溶胶—凝胶法的基本原理、实验步骤和结果分析时，穿插讲解科学研究的道德准则、环境保护的重要性以及燃料电池技术的社会价值，使学生在过程中自然而然地接受思政教育。

(五) 每组人数：2-4 人/组

(六) 主要仪器设备及台套数：电化学工作站 1-4 台，测试管式炉 1-4 台。

(七) 所属实验室：材料科学与工程实验教学中心

### 实验二 溶胶—凝胶法合成燃料电池电解质材料

学时：4

(一) 实验类型：综合性

(二) 实验目的：

1. 熟悉燃料电池电解质材料的制备方法；
2. 制备具有优良电化学性能的新型电解质材料；
3. 优化材料的化学稳定性和离子导电性能。

(三) 实验内容：

1. 采用溶胶—凝胶法合成燃料电池电解质材料；
2. 电池电解质结构与电化学性能测试。

(四) 要求及思政设计：选开；

课程思政设计：当前，能源问题和环境问题日益严重，发展清洁能源和节能减排成为全社会的共同责任。燃料电池作为一种高效、清洁的能源转换技术，具有重要的战略意义。燃料电池电解质材料是燃料电池中的关键组成部分，其性能直接影响燃料电池的效率和稳定性。因此，研究燃料电池电解质材料具有重要的科学价值和应用前景。通过介绍溶胶—凝胶法合成燃料电池电解质材料的基本原理、方法和应用，培养学生的科学思维能力和实验技能，使其具备扎实的材料科学基础。

(五) 每组人数：2-4 人/组

(六) 主要仪器设备及台套数：电化学工作站 1-4 台，测试管式炉 1-4 台。

(七) 所属实验室：材料科学与工程实验教学中心

### 实验三 溶胶—凝胶法合成燃料电池阳极材料

学时：4

(一) 实验类型：综合性

(二) 实验目的：

1. 熟悉燃料电池阳极材料的制备方法；
2. 制备具有优良电化学性能的阳极材料；
3. 优化材料的电导率和电化学催化活性。

(三) 实验内容：

1. 采用溶胶—凝胶法合成燃料电池阳极材料；
2. 电池阳极的结构与电化学性能测试。

(四) 要求及思政设计：选开；

课程思政设计：在能源危机和环境污染的双重压力下，燃料电池作为一种高效、清洁的能源转换技术，日益受到全球的关注。其中，燃料电池阳极材料是影响其性能的关键因素之一。溶胶—凝胶法作为一种重要的材料合成方法，在燃料电池阳极材料的制备中发挥着重要作用。因此，本课程旨在通过溶胶—凝胶法合成燃料电池阳极材料的教学，培养学生的科学素养、创新能力和责任感，同时加深其对能源问题和环境保护的认识。

(五) 每组人数：2-4 人/组

(六) 主要仪器设备及台套数：电化学工作站14台，测试管式炉14台。

(七) 所属实验室：材料科学与工程实验教学中心

### 实验四 共沉淀法合成燃料电池阴极材料

学时：4

(一) 实验类型：综合性

(二) 实验目的：

1. 熟悉燃料电池阴极材料的制备方法；
2. 制备具有优良电化学性能的新型阴极材料；
3. 优化材料的化学稳定性和催化活性。

(三) 实验内容：

1. 采用共沉淀法合成燃料电池阴极材料；
2. 电池材料结构与电化学性能测试。

(四) 要求及思政设计：必开；

课程思政设计：使学生了解共沉淀法的基本原理及其在燃料电池阴极材料合成中的应用，掌握燃料电池阴极材料的基本性能要求及测试方法，培养学生的科学素养、实验技能、团队协作能力以及社会责任感。

(五) 每组人数：2-4 人/组

(六) 主要仪器设备及台套数：电化学工作站14台，测试管式炉14台。

(七) 所属实验室：材料科学与工程实验教学中心

### 实验五 共沉淀法合成燃料电池电解质材料

学时：4

(一) 实验类型：综合性

(二) 实验目的：

1. 熟悉燃料电池电解质材料的制备方法；

2. 制备具有优良电化学性能的新型电解质材料；
3. 优化材料的化学稳定性和离子导电性能。

(三) 实验内容：

1. 采用共沉淀法合成燃料电池电解质材料；
2. 电池电解质结构与电化学性能测试。

(四) 要求及思政设计：选开；

课程思政设计：共沉淀法作为一种高效的化学合成方法，在燃料电池电解质材料的制备中展现出显著的优势。本实验将详细讲解共沉淀法合成燃料电池电解质材料的过程，并结合思政教育，旨在培养学生的科学素养、实验技能、团队协作能力以及社会责任感。

(五) 每组人数：2-4 人/组

(六) 主要仪器设备及台套数：电化学工作站 1-4 台，测试管式炉 1-4 台。

(七) 所属实验室：材料科学与工程实验教学中心

## 实验六 共沉淀法合成燃料电池阳极材料

学时：4

(一) 实验类型：综合性

(二) 实验目的：

1. 熟悉燃料电池阳极材料的制备方法；
2. 制备具有优良电化学性能的阳极材料；
3. 优化材料的电导率和电化学催化活性。

(三) 实验内容：

1. 采用共沉淀法合成燃料电池阳极材料；
2. 电池阳极的结构与电化学性能测试。

(四) 要求及思政设计：选开；

课程思政设计：燃料电池作为清洁能源的重要代表，其阳极材料的性能直接影响到燃料电池的整体性能。共沉淀法作为一种有效的材料合成方法，被广泛应用于燃料电池阳极材料的制备中。本实验旨在通过介绍共沉淀法合成燃料电池阳极材料的过程，使学生深入理解共沉淀法的基本原理及其在燃料电池阳极材料合成中的应用，在实验过程中，鼓励学生分组合作，共同解决问题，培养团队协作精神。

(五) 每组人数：2-4 人/组

(六) 主要仪器设备及台套数：电化学工作站 1-4 台，测试管式炉 1-4 台。

(七) 所属实验室：材料科学与工程实验教学中心

## 实验七 固相法合成燃料电池阴极材料

学时：4

(一) 实验类型：综合性

(二) 实验目的：

1. 熟悉燃料电池阴极材料的制备方法；
2. 制备具有优良电化学性能的新型阴极材料；
3. 优化材料的化学稳定性和催化活性。

(三) 实验内容：

1. 采用固相法合成燃料电池阴极材料；
2. 电池材料结构与电化学性能测试。

(四) 要求及思政设计：必开；

课程思政设计：在介绍固相反应法的基本原理、实验步骤和结果分析时，穿插讲解科学研

究的道德准则、环境保护的重要性以及燃料电池技术的社会价值，使学生在 学习过程中自然而然地接受思政教育。

(五) 每组人数：2-4 人/组

(六) 主要仪器设备及台套数：电化学工作站 1-4 台，测试管式炉 1-4 台。

(七) 所属实验室：材料科学与工程实验教学中心

## 实验八 固相法合成燃料电池电解质材料

学时：4

(一) 实验类型：综合性

(二) 实验目的：

1. 熟悉燃料电池电解质材料的制备方法；
2. 制备具有优良电化学性能的新型电解质材料；
3. 优化材料的化学稳定性和离子导电性能。

(三) 实验内容：

1. 采用固相法合成燃料电池电解质材料；
2. 电池电解质结构与电化学性能测试。

(四) 要求及思政设计：选开；

课程思政设计：燃料电池作为清洁能源技术的重要组成部分，其电解质材料的性能直接影响到燃料电池的效率和寿命。固相法作为一种常见的材料合成方法，在燃料电池电解质材料的制备中发挥着重要作用。本实验旨在通过介绍固相法合成燃料电池电解质材料的过程，结合思政教育，培养学生的科学素养、实验技能以及社会责任感。

(五) 每组人数：2-4 人/组

(六) 主要仪器设备及台套数：电化学工作站 1-4 台，测试管式炉 1-4 台。

(七) 所属实验室：材料科学与工程实验教学中心

## 实验九 固相法合成燃料电池阳极材料

学时：4

(一) 实验类型：综合性

(二) 实验目的：

1. 熟悉燃料电池阳极材料的制备方法；
2. 制备具有优良电化学性能的阳极材料；
3. 优化材料的电导率和电化学催化活性。

(三) 实验内容：

1. 采用固相法合成燃料电池阳极材料；
2. 电池阳极的结构与电化学性能测试。

(四) 要求及思政设计：选开；

课程思政设计：在全球面临能源危机和环境污染的严峻挑战下，燃料电池作为一种高效且清洁的能源转换技术，正受到全球范围内的广泛关注。燃料电池的性能优劣很大程度上取决于其阳极材料的选择与性能。固相反应法作为一种关键的材料合成方法，对于燃料电池阳极材料的制备具有不可或缺的重要性。因此，本课程特别聚焦于通过溶胶—凝胶法来合成燃料电池阳极材料，旨在通过这一教学过程，不仅提升学生的科学素养和创新实践能力，同时培养他们对能源问题和环境保护的深刻认识与责任感。

(五) 每组人数：2-4 人/组

(六) 主要仪器设备及台套数：电化学工作站 1-4 台，测试管式炉 1-4 台。

(七) 所属实验室：材料科学与工程实验教学中心

## 实验十 水热和溶剂热法合成阳极催化剂

学时：4

(一) 实验类型：综合性

(二) 实验目的：

1. 熟悉燃料电池阳极催化剂材料的制备方法；
2. 制备具有优良电化学性能的阳极催化剂材料；
3. 优化材料的电导率和电化学催化活性。

(三) 实验内容：

1. 采用水热和溶剂热法合成电池阳极催化剂材料；
2. 电池阳极催化剂的结构与电化学性能测试。

(四) 要求及思政设计：选开；

课程思政设计：通过课程学习，使学生掌握水热和溶剂热法合成阳极催化剂的基本原理、方法和应用，理解其科学原理和技术路线，培养学生的科学思维能力和实验技能。在掌握基本原理和方法的基础上，鼓励学生进行创新思维，探索新的合成方法和优化策略，培养学生的创新意识和实践能力。

(五) 每组人数：2-4 人/组

(六) 主要仪器设备及台套数：电化学工作站1-4 台，测试管式炉1-4 台。

(七) 所属实验室：材料科学与工程实验教学中心

## 实验十一 水热和溶剂热法合成燃料重整催化剂

学时：4

(一) 实验类型：综合性

(二) 实验目的：

1. 熟悉燃料电池燃料重整催化剂材料的制备方法；
2. 制备具有优良催化活性的燃料重整催化剂；
3. 优化材料的化学催化活性。

(三) 实验内容：

1. 采用水热和溶剂热法合成电池燃料重整催化剂材料；
2. 电池燃料重整催化剂的结构与催化性能测试。

(四) 要求及思政设计：选开；

课程思政设计：通过课程学习，使学生掌握水热和溶剂热法合成燃料重整催化剂的基本原理、方法和应用，理解其科学原理和技术路线，培养学生的科学思维能力和实验技能。引导学生关注能源危机和环境问题，认识到燃料重整技术在清洁能源领域的重要性，培养学生的社会责任感和使命感。

(五) 每组人数：2-4 人/组

(六) 主要仪器设备及台套数：气相色谱仪1-4 台，测试管式炉1-4 台。

(七) 所属实验室：材料科学与工程实验教学中心

## 实验十二 微波合成技术合成电池催化剂

学时：4

(一) 实验类型：综合性

(二) 实验目的：

1. 熟悉燃料电池燃料重整催化剂材料的制备方法；
2. 制备具有优良催化活性的燃料重整催化剂；

3. 优化材料的化学催化活性。

(三) 实验内容:

1. 采用微波合成技术合成燃料重整催化剂材料;
2. 电池燃料重整催化剂的结构与催化性能测试。

(四) 要求及思政设计: 选开;

课程思政设计: 通过课程学习, 使学生掌握水热和溶剂热法合成燃料重整催化剂的基本原理、方法和应用, 理解其科学原理和技术路线, 培养学生的科学思维能力和实验技能。引导学生关注能源危机和环境问题, 认识到燃料重整技术在清洁能源领域的重要性, 培养学生的社会责任感和使命感。

(五) 每组人数: 2-4 人/组

(六) 主要仪器设备及台套数: 气相色谱仪 1-4 台, 测试管式炉 1-4 台。

(七) 所属实验室: 材料科学与工程实验教学中心

### 实验十三 微波合成技术合成电池阳极材料

学时: 4

(一) 实验类型: 综合性

(二) 实验目的:

1. 熟悉微波法合成电池阳极材料的制备方法;
2. 制备具有优良催化活性的燃料燃料电池阳极材料;
3. 优化材料的电化学催化活性。

(三) 实验内容:

1. 采用微波合成技术合成燃料电池阳极材料;
2. 电池阳极材料的结构与电化学性能测试。

(四) 要求及思政设计: 选开;

课程思政设计: 使学生掌握微波合成技术的基本原理、方法及其在电池阳极材料合成中的应用, 理解其科学价值和实践意义。鼓励学生在实验过程中进行创新思维, 探索新的合成方法和优化策略, 培养敢于尝试、勇于创新的科学精神。

(五) 每组人数: 2-4 人/组

(六) 主要仪器设备及台套数: 电化学工作站 1-4 台, 测试管式炉 1-4 台。

(七) 所属实验室: 材料科学与工程实验教学中心

### 实验十四 微波合成技术合成电池电解质材料

学时: 4

(一) 实验类型: 综合性

(二) 实验目的:

1. 熟悉微波法合成电池电解质材料的实验方法;
2. 制备具有优良导电性能的燃料电池电解质材料;
3. 优化材料的导电性能。

(三) 实验内容:

1. 采用微波合成技术合成燃料电池电解质材料;
2. 电池电解质材料的结构与电化学性能测试。

(四) 要求及思政设计: 选开;

课程思政设计: 微波合成技术作为一种先进的材料合成方法, 在电池电解质材料的制备中展现出显著优势。本实验旨在结合微波合成技术的教学, 不仅传授学生专业知识, 更融入思政教

育元素，培养学生的科学精神、创新能力和社会责任感。

(五) 每组人数：2-4 人/组

(六) 主要仪器设备及台套数：电化学工作站 1-4 台，测试管式炉 1-4 台。

(七) 所属实验室：材料科学与工程实验教学中心

## 实验十五 微波合成技术合成电池阴极材料

学时：4

(一) 实验类型：综合性

(二) 实验目的：

1. 熟悉微波法合成电池阴极材料的实验方法；
2. 制备具有优良导电性能的燃料电池阴极材料；
3. 优化材料的电化学性能。

(三) 实验内容：

1. 采用微波合成技术合成燃料电池阴极材料；
2. 电池阴极材料的结构与电化学性能测试。

(四) 要求及思政设计：选开；

课程思政设计：通过教学，使学生掌握微波合成技术的基本原理及其在电池阴极材料合成中的应用，理解其科学价值和实践意义；鼓励学生在实验过程中进行创新思维，探索新的合成方法和优化策略，培养学生的创新能力和实践技能。

(五) 每组人数：2-4 人/组

(六) 主要仪器设备及台套数：电化学工作站 1-4 台，测试管式炉 1-4 台。

(七) 所属实验室：材料科学与工程实验教学中心

## 实验十六 超声电化学法合成燃料电池阳极材料

学时：4

(一) 实验类型：综合性

(二) 实验目的：

1. 熟悉微波法合成电池阳极材料的实验方法；
2. 制备具有优良导电性能的燃料电池阳极材料；
3. 优化材料的电化学性能。

(三) 实验内容：

1. 采用超声电化学法合成燃料电池阳极材料；
2. 电池阳极材料的结构与电化学性能测试。

(四) 要求及思政设计：选开；

课程思政设计：使学生了解超声电化学法的基本原理、特点和在燃料电池阳极材料合成中的应用；加深学生对燃料电池工作原理、阳极材料性能要求等科学知识的理解；培养学生的科学素养、创新能力和社会责任感。

(五) 每组人数：2-4 人/组

(六) 主要仪器设备及台套数：电化学工作站 1-4 台，测试管式炉 1-4 台。

(七) 所属实验室：材料科学与工程实验教学中心

## 实验十七 超声电化学法合成燃料电池阴极材料

学时：4

(一) 实验类型：综合性

(二) 实验目的：

1. 熟悉微波法合成电池阴极材料的实验方法；
2. 制备具有优良导电性能的燃料电池阴极材料；
3. 优化材料的电化学性能。

(三) 实验内容：

1. 采用超声电化学法合成燃料电池阴极材料；
2. 电池阴极材料的结构与电化学性能测试。

(四) 要求及思政设计：选开；

课程思政设计：使学生掌握超声电化学法的基本原理和实验操作技能；理解燃料电池阴极材料在清洁能源领域的重要性；鼓励学生探索新的合成方法和优化策略；培养学生的环保意识和社会责任感，激发他们为清洁能源发展做出贡献的意愿。

(五) 每组人数：2-4 人/组

(六) 主要仪器设备及台套数：电化学工作站 1-4 台，测试管式炉 1-4 台。

(七) 所属实验室：材料科学与工程实验教学中心

## 实验十八 燃料电池阳极材料电化学性能研究

学时：4

(一) 实验类型：综合性

(二) 实验目的：

1. 熟悉燃料电池阳极材料电化学性能的研究方法；
2. 掌握电池电化学性能的测试技术；
3. 建立阳极电化学性能与电池电化学性能之间的内在关联。

(三) 实验内容：

1. 采用交流阻抗法研究阳极的极化电阻；
2. 分析不同电极过程对电池电化学性能的影响。

(四) 要求及思政设计：选开；

课程思政设计：燃料电池阳极材料作为燃料电池的重要组成部分，其电化学性能直接影响到燃料电池的整体效率和稳定性。随着全球能源危机的加剧和环境保护意识的提高，研究和优化燃料电池阳极材料的电化学性能变得尤为重要。因此，本课程旨在通过燃料电池阳极材料电化学性能的研究，结合思政教育，培养学生的科学素养、创新能力和社会责任感。

(五) 每组人数：2-4 人/组

(六) 主要仪器设备及台套数：电化学工作站 1-4 台，测试管式炉 1-4 台。

(七) 所属实验室：材料科学与工程实验教学中心

## 实验十九 燃料电池阴极材料电化学性能研究

学时：4

(一) 实验类型：综合性

(二) 实验目的：

1. 熟悉燃料电池阴极材料电化学性能的研究方法；
2. 掌握电池电化学性能的测试技术；
3. 建立阴极电化学性能与电池电化学性能之间的内在关联。

(三) 实验内容：

1. 采用交流阻抗法研究阴极的极化电阻；

2. 分析不同电极过程对电池阴极电化学性能的影响。

(四) 要求及思政设计：选开；

课程思政设计：使学生掌握燃料电池阴极材料的基本知识和电化学性能的重要性；理解阴极材料在燃料电池中的作用及其对整体性能的影响；培养学生通过实验探究阴极材料电化学性能的能力；激发他们为可持续发展做出贡献的意愿。

(五) 每组人数：2-4 人/组

(六) 主要仪器设备及台套数：电化学工作站 1-4 台，测试管式炉 1-4 台。

(七) 所属实验室：材料科学与工程实验教学中心

## 实验二十 燃料电池电解质材料电化学性能研究

学时：4

(一) 实验类型：综合性

(二) 实验目的：

1. 熟悉燃料电池电解质材料离子导电性能的研究方法；
2. 掌握电池电化学性能的测试技术；
3. 建立电解质电化学性能与电池电化学性能之间的内在关联。

(三) 实验内容：

1. 采用交流阻抗法研究电解质材料的欧姆电阻；
2. 分析晶粒电阻和晶界电阻对电解质综合性能的影响。

(四) 要求及思政设计：选开；

课程思政设计：燃料电池电解质材料是燃料电池中的核心组成部分，其电化学性能直接决定了燃料电池的能量转换效率和稳定性。本实验将围绕燃料电池电解质材料的电化学性能展开研究，同时结合思政教育，旨在培养学生的科学素养、创新精神和社会责任感。

(五) 每组人数：2-4 人/组

(六) 主要仪器设备及台套数：电化学工作站 1-4 台，测试管式炉 1-4 台。

(七) 所属实验室：材料科学与工程实验教学中心

## 六、学时分配

| 教学内容 |         | 各教学环节学时分配 |        |        |        |        |        |        | 作业<br>题量 | 备注 |
|------|---------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|----|
| 章节   | 主要内容    | 讲<br>授    | 实<br>验 | 实<br>训 | 课<br>外 | 讨<br>论 | 习<br>题 | 小<br>计 |          |    |
| 1    | 绪论      | 2         |        |        |        |        |        | 2      |          |    |
| 2    | 溶胶-凝胶法  | 4         |        |        |        |        |        | 4      |          |    |
| 3    | 水热和溶剂热法 | 4         |        |        |        |        |        | 4      |          |    |
| 4    | 微波合成技术  | 4         |        |        |        |        |        | 4      |          |    |
| 5    | 超声电化学法  | 2         |        |        |        |        |        | 2      |          |    |
| 6    | 实验部分    | 0         | 32     |        |        |        |        | 32     |          |    |
| 合计   |         | 16        | 32     |        |        |        |        | 48     |          |    |

## 七、课程教材及主要参考资料

- [1] 李爱东. 《先进材料合成与制备技术》. 北京: 科学出版社, 2023 年。
- [2] 朱继平. 《材料合成与制备技术》. 北京: 化学工业出版社, 2018 年。
- [3] 黄焱球. 《新材料合成与制备》. 武汉: 中国地质大学出版社, 2021 年。

## 八、其他说明

无。