**《储能材料与器件》课程教学大纲**

**一、课程简介**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程中文名** | **储能材料与器件** | | | | | | |
| **课程英文名** | **Energy Storage Materials and Devices** | | | | **双语授课** | | □是 ☑否 |
| **课程代码** | **21112023** | **课程学分** | **3** | **总学时数** | | 48 (含劳动理论教育1学时） | |
| **课程类别** | □通识教育课程  □公共基础课程  ☑专业教育课程  □综合实践课程  □教师教育课程 | **课程性质** | ☑必修  □选修  □其他 | **课程形态** | | □线上  □线下  ☑线上线下混合式  □社会实践  □虚拟仿真实验教学 | |
| **考核方式** | ☑闭卷 □开卷 □课程论文 □课程作品 □汇报展示 □报告  ☑课堂表现 ☑阶段性测试 ☑平时作业 ☑其他 （可多选） | | | | | | |
| **开课学院** | 材料科学与工程学院 | | **开课**  **系(教研室)** | 新能源材料与器件 | | | |
| **面向专业** | 新能源材料与器件 | | **开课学期** | 第5学期 | | | |
| **课程负责人** | 许川 | | **审核人** | 童志博 | | | |
| **先修课程** | 电化学基础、新能源材料与器件概论 | | | | | | |
| **后续课程** | 能量转化材料与器件、新能源材料设计与制备 | | | | | | |
| **选用教材** | 梅生伟 主编. 储能技术. 机械工业出版社, 2023. | | | | | | |
| **参考书目** | [1] 黄志高 主编. 储能原理与技术（第二版）[M]. 中国水利水电出版社, 2020.  [2] 李星 主编. 储能材料与器件. 化学工业出版社, 2023年. | | | | | | |
| **课程资源** | 中国大学MOOC(慕课) 、超星在线学习平台相关在线视频、PPT、教案 | | | | | | |
| **课程简介** | 《储能材料与器件》是新能源材料与器件专业学生的必修专业课程，主要内容包括抽水储能、压缩空气储能、电化学储能、氢储能、储热技术、飞轮、超导、超级电容器储能，以及储能电站运行控制等。通过该课程的教学，使学生获得从事新能源材料与器件相关职业必需的基本理论、基础知识和基本方法，具有一定分析和解决实际问题的能力、较强的概括能力、逻辑推理能力、自主学习能力和独立思考能力。为后续《能量转化材料与器件》、《新能源材料设计与制备》等专业课的学习、将来的工作和科研打下较坚实的理论与实践基础。 | | | | | | |

**二、课程目标**

**表 1 课程目标**

|  |  |
| --- | --- |
| **序号** | **具体课程目标** |
| **课程目标 1** | 能够阐述和归纳新能源材料与器件领域的专业基础知识，包括抽水储能、压缩空气储能、电化学储能、氢储能、储热技术、飞轮、超导、超级电容器储能，以及储能电站运行控制等；能说明储能材料与器件的基本思想和方法，并能够运用专业知识阐述新能源领域实际问题；能陈述储能材料与器件的最新研究成果和发展趋势。毕业要求1 工程知识【H】 |
| **课程目标** 2 | 能够阐述储能材料和器件的设计/开发方法和技术，归纳影响储能材料和器件制备的各种影响因素，能够完成新能源材料与器件工程及相关领域的产品设计、技术开发、运维管理工作。毕业要求3 设计/开发解决方案【H】 |
| **课程目标** 3 | 能够概述储能材料的结构和物相，简述储能器件的组成和性能；能够针对储能材料和器件领域复杂工程问题进行研究，包括查找相关文献、选择研究路线、设计实验方案和分析实验数据。毕业要求4 研究【H】 |

**表2-1 课程目标与毕业要求对应关系**

| **毕业要求** | **指标点** | **课程目标** |
| --- | --- | --- |
| **毕业要求1：**工程知识【H】 | 1.1能系统理解数学、自然科学、计算、工程科学理论基础，用于储能材料与器件和能量转换材料与器件等新能源材料与器件相关领域的基本原理及应用背景，并能表述本专业领域的工程问题。 | 1 |
| **毕业要求2：**设计/开发解决方案【H】 | 3.1在新能源材料与器件的工程设计和产品开发过程中，系统掌握储能和能量转换材料的组成、结构、物相、性能以及器件的设计/开发方法和技术，认清该领域当前面临的复杂工程问题，了解影响储能和能量转换材料和器件制备和性能的各种影响因素。 | 2 |
| **毕业要求3：**研究【H】 | 4.2在储能和能量转换材料的组成、结构、物相、性能以及器件设计和制备等方面，能够针对具体对象的特征，选择研究路线和设计实验方案。 | 3 |

**三、课程学习内容与方法**

**表3-1 课程目标、学习内容和教学方法对应关系**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **课程模块** | **学习内容** | **学习任务** | **课程目标** | **学习重点难点** | **教学方法** | **学时** |
| 1 | 储能概述 | 1.储能的概念 | 1.预习；整章教材、课件；  2.线上学习：储能概念、作用、分类以及发展史相关的课件、视频、测验；  3.拓展阅读：我国储能技术发展史。 | 1/3 | 重点：  1.储能的概念以及作用；  难点：  2.储能的分类（机械类、电气类、电化学、热、氢）。 | 自主学习法：主要针对1/2节；  讲授法：针对2/3节；  讨论法：针对第4节中的储能发展历史、动向及挑战。 | 4 |
| 2.储能的作用 | 1/3 |
| 3.储能的分类 | 1/2 |
| 4.储能发展简史、发展动向及挑战 | 2/3 |
| 2 | 抽水蓄能 | 1.抽水蓄能电站概述 | 1.预习：抽水蓄能整章教材、课件；  2.线上学习：抽水蓄能电站的特点、构成、原理以及运行模式等内容的课件、视频、测验；  3.拓展阅读：潘家口和葛野川抽水蓄能电站应用案例；  4.主题讨论：抽水蓄能电站的优点、缺点以及发展前景。 | 1/3 | 重点：  1.抽水蓄能电站的构成：  2.抽水蓄能电站的能量转换过程；  3.蓄能水库的能量特性。  难点：  1.抽水蓄能电站的综合效率。 | 自主学习法：主要针对1/4节；  讲授法：主要针对2/3节；  讨论法：针对第4节中的储能电站案例及发展前景；  练习法：针对蓄能电站综合效率的计算 | 6 |
| 2.抽水蓄能电站原理 | 1/2/3 |
| 3.抽水蓄能机组运行模式 | 2/3 |
| 4.抽水蓄能电站应用案例 | 1/2 |
| 3 | 压缩空气储能 | 1.压缩空气储能概述 | 1.预习：压缩空气储能概述、热力学基础、热力学分析、案例相关教材和课件；  2.线上学习：压缩空气储能课件、视频、测验；  3.拓展阅读：补燃式、先进绝热、光热复合、液态空气储能电站案例；  4.课后作业：压缩空气基本概念、热力学基础相关的教材作业；  5.章节小节：画出章节星状图。 | 1/3 | 重点：  1.压缩空气储能概念、分类；  2.压缩空气储能热力学分析。  难点：  1.热力学第一定律；  2.热力学第二定律。 | 自主学习法：主要针对1/3/5节；  讲授法：主要针对2/3/4节；  讨论法：针对第5节中压缩空气储能案例及发展前景；  练习法：主要针对第2/4节。 | 6 |
| 2.压缩空气储能热力学基础 | 1/2/3 |
| 3.先进绝热压缩空气储能 | 2/3 |
| 4.压缩空气储能热力学分析 | 1/3 |
| 5.压缩空气储能应用案例 | 1/2 |
| 4 | 电化学储能 | 1.电化学储能概述 | 1.预习：电化学储能整章教材和课件；  2.线上学习：铅酸电池、锂离子电池、液流电池、钠硫电池相关课件、视频、测验；  3.拓展阅读：镍基二次碱性电池案例；  4.课后作业：铅酸电池、锂离子电池原理、特点、充放电特性相关的教材作业；  5.章节小节：画出章节星状图；  6.主题讨论：常用电化学储能方式的对比及发展前景。 | 1/3 | 重点：  1.铅酸电池原理、特点；  2.锂离子电池原理、特点；  3.液流电池和钠硫电池原理、特点。  难点：  1.铅酸电池充放电特性；  2.锂离子电池充放电特性。 | 自主学习法：主要针对1/6节；  演示法：主要针对第1节；  讲授法：主要针对2/3/4/5节；  讨论法：针对第6节中常用电化学储能的对比及发展前景；  练习法：主要针对第2/3/4/5节。 | 10**（含劳动理论教育1学时）** |
| 2.铅酸电池 | 1/2/3 |
| 3.锂离子电池 | 1/2/3 |
| 4.液流电池 | 1/2 |
| 5.钠硫电池 | 1/2 |
| 6.常用电化学储能的对比**（含劳动理论教育）** | 2/3 |
| 5 | 氢储能 | 1.氢储能概述 | 1.预习：氢储能整章教材和课件；  2.线上学习：氢储能相关课件、视频、测验；  3.拓展阅读：氢燃料电池及应用案例；  4.课后作业：氢气制备与纯化教材作业；  5.章节小节：画出章节星状图；  6.主题讨论：氢燃料电池特点及发展前景。 | 1/3 | 重点：  1.氢储能概念、作用；  2.氢气存储。  难点：  1.氢气制备原理；  2.氢气纯化原理。 | 自主学习法：主要针对1/4节；  演示法：主要针对第1节；  讲授法：主要针对2/3节；  讨论法：针对第4节中氢燃料电池特点及发展前景；  练习法：主要针对第2节。 | 6 |
| 2.氢气制备与纯化 | 1/2 |
| 3.氢气存储 | 1/3 |
| 4.氢储能应用 | 2/3 |
| 6 | 储热技术 | 1.储热技术概述 | 1.预习：储热技术整章教材和课件；  2.线上学习：储热技术相关课件、视频、测验；  3.拓展阅读：储热系统热力学评价方法；  4.课后作业：储热技术热力学基础、传热学基础教材作业；  5.章节小节：画出章节星状图；  6.主题讨论：储热技术特点及发展前景。 | 1/3 | 重点：  1.储热技术概念、分类；  2.储热技术理论基础。  难点：  1.显示储热原理及特性；  2.潜热储热原理及相变材料。 | 自主学习法：主要针对1/6节；  演示法：主要针对第1/6节；  讲授法：主要针对2/3/4/5节；  讨论法：针对第6节储热系统热力学评价方法；  练习法：主要针对第3/4/5节。 | 8 |
| 2.储热技术理论基础 | 1/2/3 |
| 3.显热储热 | 1/2 |
| 4.潜热储热技术 | 1/2 |
| 5.热化学储热技术 | 1/2 |
| 6.储热系统的热力学评价方法 | 2/3 |
| 7 | 飞轮、超导与超级电容器 | 1.飞轮储能 | 1.预习：整章教材和课件；  2.线上学习：飞轮、超导、超级电容器相关课件、视频、测验；  3.拓展阅读：飞轮、超导、超级电容器储能发展历史；  4.章节小节：画出章节星状图；  5.主题讨论：飞轮、超导、超级电容器储能发展前景。 | 1/2 | 重点：  1.飞轮、超导、超级电容器储能原理；  难点：  1.超导储能和超级电容器构成。 | 自主学习法：主要针对1节；  演示法：主要针对第1节；  讲授法：主要针对2/3节；  练习法：主要针对第2/3节。 | 6 |
| 2.超导储能 | 1/2/3 |
| 3.超级电容器 | 1/2/3 |
| 8 | 储能电站运行控制 | 1.储能电站运行概述系统 | 1.预习：整章教材和课件；  2.线上学习：储能电站运行相关课件、视频、测验；  3.拓展阅读：张北、卧牛石、镇江储能示范工程；  4.章节小节：画出章节星状图； | 1/3 | 重点：  1.电池储能集成技术；  2.储能系统影响因素；  难点：  1.储能电站运行控制方式。 | 自主学习法：主要针对1/3节；  演示法：主要针对第2/3节；  讲授法：主要针对2节；  练习法：主要针对第2节。 | 2 |
| 2.储能电站运行控制方式 | 2/3 |
| 3.储能电站运行示范工程 | 1/2 |

## 四、课程考核

**（一）考核内容与考核方式**

**表4-1 课程目标、考核内容与考核方式对应关系**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核内容** | **所属学习模块/项目** | **考核占比** | **考核方式** |
| 课程  目标 1 | 1.储能材料与器件基本理论的阐述水平和综合分析能力  （1）机械类储能原理及分类；  （2）电气类储能原理及分类；  （3）电化学储能原理及分类；  （4）热储能原理及特点；  （5）氢储能原理；  **（6）劳动理论教育知识。** | 1-8 | 40% | 半期考试  网络学习  期末考试 |
| 2. 储能材料与器件基本知识的吸收水平和综合运用能力  （1）压缩空气储能热力学基础；  （2）铅酸电池、锂离子电池的工作方式及充放电特性；  （3）氢气制备、纯化、储存原理；  （4）飞轮、超导、电容器工作原理及构成；  （5）显示、潜式储热原理及工作特性。 | 1-8 |
| 3.储能材料与器件基本技能水平  （1）储能材料开发和测评理论知识；  （2）储能器件的设计、制备及维护理论知识。 | 2-8 |
| 4.储能材料与器件最新研究成果与发展趋势的体会情况  （1）各类新型储能材料的发展趋势；  （2）各类新型储能器件的发展趋势。 | 2-7 |
| 课程  目标 2 | 1.储能材料和器件设计/开发方法和技术能力 | 1-8 | 30% | 课堂表现  课后作业  期末考试 |
| 2.分析影响储能材料和器件制备各种因素的能力 | 2-8 |
| 3.设计/开发储能器件运行、维护管理工作方案能力 | 1-8 |
| 课程  目标 3 | 1.研究传统/新型储能材料结构和物相的能力 | 2-7 | 30% | 网络学习  期末考试 |
| 2.研究传统/新型储能器件组成和性能的能力 | 1-7 |
| 3.针对复杂工程问题进行研究，查阅文献、选择研究路线、分析实验数据等能力 | 1-8 |

**表4-2 课程目标与考核方式矩阵关系**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 课程  目标 | 考核方式 | | | | | 考核占比 |
| 期末考试50% | 课堂表现10% | 课后作业10% | 半期考试10% | 网络学习20% |
| 课程目标1 | 40% | 0 | 0 | 100% | 50% | 40% |
| 课程目标2 | 20% | 100% | 100% | 0 | 0 | 30% |
| 课程目标3 | 40% | 0 | 0 | 0 | 50% | 30% |

## （二）成绩评定

**1.平时成绩评定**

**（1）课堂表现（20%）**：通过学生在课堂上的表现情况、发言与提问情况，来评价学生相关的能力。（包括专业认同、理想信念、家国情怀、社会责任、学习态度、学习兴趣、团队合作与终身学习意识等）。

**（2）课后作业（20%）**：线下章节作业，主要考核学生综合运用知识的能力。

**（3）半期考试（20%）**：考查学生对知识的认识、领会情况和综合运用知识解决实际问题的能力。

**（4）网络学习（40%）**：精品在线开放课程平台的任务点完成情况（包括课件、视频、测验、作业、考试）、章节学习次数和讨论表现等，主要考察学生的知识掌握情况、自主学习能力、学习态度与终身学习意识，以及在讨论中表现出的思想素质、世界观与人生价值观等。

**2.期末成绩评定**

课程考核主要考察学生对抽水储能、压缩空气储能、电化学储能、氢储能、储热技术、飞轮、超导、超级电容器储能，以及储能电站运行控制的基本概念、原理、特点和应用。方式为闭卷考试。要求学生掌握基本概念、原理、特点，运用具体方法解决相关问题。

**3.总成绩评定**

总成绩（100%）=平时成绩（50%）+期末成绩（50%）

## （三）评分标准

**表5 评分标准（非试卷考核项目）**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **考核项目** | **评分标准** | | | | |
| **优秀**  **(100>x≥90)** | **良好**  **(90> x≥80)** | **中等**  **(80> x≥70)** | **及格**  **(70> x≥60)** | **不及格**  **(x <60)** |
| 课堂表现 | （1）课堂纸练习、回答问题正确，且能进行解释（50%）。（2）提问、讨论发言观点正确，问题有深度、有创新（50%）。 | （1）课堂测验、回答问题正确，但解释欠清楚（50%）。（2）提问、讨论发言观点正确，但问题无深度或无创新（50%）。 | （1）课堂测验、回答问题大部分正确，且不能解释（50%）。（2）提问、讨论发言观点基本正确，但问题无深度、无创新（50%）。 | （1）课堂测验、回答问题错误率在30~50%之间，且不能解释（50%）。（2）提问、讨论发言观点有部分错误，或逻辑不严密（50%）。 | （1）课堂测验、回答问题错误率超过50%，且不能解释（50%）。（2）提问、讨论发言观点错误，思路不清晰，逻辑不严密（50%）。 |
| 课后作业 | （1）答案正确率超过90%（80%）。（2）部分作业完成方法、思路有创新（10%）。（3）书写规范，无抄袭，态度端正（10%）。 | （1）作业正确率在80~89%（80%）。（2）整个作业完成方法、思路无创新（10%）。（3）书写规范，无抄袭，态度端正（10%）。 | （1）作业正确率在70-79%（80%）。（2）整个作业完成方法、思路无创新（10%）。（3）书写较规范，无抄袭，态度基本端正（10%）。 | （1）作业正确率在60-69%（80%）。（2）整个作业完成方法、思路无创新（10%）。（3）书写不够规范，或有少量抄袭痕迹（10%）。 | （1）作业正确率在60%以下（80%）。（2）整个作业完成方法、思路无创新（10%）。（3）书写不规范，有明显抄袭，或有部分作业未完成（10%）。未提交作业记0分 |
| 网络学习 | （1）按时学完全部任务点课件与视频（40%）。（2）按时完成全部测验，正确率在90－100%（20%）。（3）按时完成全部作业，正确率在90－100%（15%）。（4）按时完成考试，正确率在90－100%（15%）。（5）完成了全部平台讨论，观点正确，问题有深度、有创新（5%）。（6）章节学习次数超过300次（5%）。 | （1）学完任务点课件与视频80-89%（40%）。（2）完成全部测验，正确率在80-89%（20%）。（3）完成全部作业，正确率在80-89%（15%）。（4）完成考试，正确率在80-89%（15%）。（5）完成了全部平台讨论，观点正确，但问题深度、创新性不够（5%）。（6）章节学习次数在250-300次之间（5%）。 | （1）学完任务点课件与视频70-79%（40%）。（2）完成全部测验，正确率在70-79%（20%）。（3）完成全部作业，正确率在70-79%（15%）。（4）完成考试，正确率在70-79%（15%）。（5）完成了全部平台讨论，观点基本正确，但问题深度、创新性不够（5%）。（6）章节学习次数在200-250次之间（5%）。 | （1）学完任务点课件与视频60-69%（40%）。（2）完成全部测验，正确率在60-69%（20%）。（3）完成全部作业，正确率在60-69%（15%）。（4）完成考试，正确率在60-69%（15%）。（5）完成了全部平台讨论，但观点部分不正确，或存在明显复制现象（5%）。（6）章节学习次数在150-200次之间（5%）。 | （1）学完任务点课件与视频不足60%（40%）。（2）未全部完成测验，或正确率在60%以下（20%）。（3）未全部完成作业，或正确率在60%以下（15%）。（4）完成考试，正确率在60%以下（15%）。（5）未全部完成平台讨论，或观点不正确，或存在明显复制现象（5%）。（6）章节学习次数低于150次（5%）。如出现错误价值观、反党反社会言论，记为0分。 |

## 五、其它说明

本课程大纲依据2023版新能源材料与器件专业人才培养方案，由材料科学与工程院（部）新能源材料与器件教学系（教研室）讨论制定，材料科学与工程学院（部）教学工作委员会审定，教务处审核批准，自2023级开始执行。