**《电池回收技术》课程教学大纲**

**一、课程简介**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程中文名** | 电池回收技术 | | | | | | |
| **课程英文名** | Battery recycling technology | | | | **双语授课** | | □是 √否 |
| **课程代码** |  | **课程学分** | **2** | **总学时数** | | 32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1学期 | | | |
| **课程负责人** | 邓启煌 | | **审核人** | 童志博 | | | |
| **先修课程** | 材料科学基础 | | | | | | |
| **后续课程** | 储能材料与器件 | | | | | | |
| **选用教材** | 李丽等编著，《动力电池梯次利用与回收技术》，科学出版社，2019年 | | | | | | |
| **参考书目** | 周志敏等编著，《电动汽车动力电池梯次利用与回收技术》，化学工业出版社，2019年 | | | | | | |
| **课程资源** | 教案，视频学习：https://quanmin.baidu.com/sv?source=share-h5&pd=qm\_share\_search&vid=11980680355234420225 | | | | | | |
| **课程简介** | 《电池回收技术》是新能源材料与器件的一门专业选修课。这门课在当前科技发展中具有十分重要的地位，在支撑社会可持续发展和环境技术领域备受关注。本课程结合国内外电池技术及电动汽车的发展现状与趋势，系统介绍了退役动力电池梯次利用与安全评估技术、梯次利用颠覆性技术、电池组与单体预处理技术、动力电池回收处理技术、资源化综合利用实例及全生命周期评价，并对本领域所面临的机遇、挑战与发展趋势进行总结展望，对于推动电池回收技术的创新和发展，促进资源的循环利用和环境保护具有重要意义。 | | | | | | |

**二、课程目标**

表 1 课程目标

|  |  |
| --- | --- |
| **序号** | **具体课程目标** |
| **课程目标 1** | 学生能够系统阐述动力电池梯次利用与回收的基本原理和流程，能够分析不同动力电池类型的梯次利用潜力和回收价值，并能够评估梯次利用和回收过程中的环境影响。 |
| **课程目标** 2 | 学生应能够设计并实施动力电池梯次利用与回收的实验或项目，展示其创新能力和实践能力。在过程中，学生应能考虑到技术、经济、社会和环境等多方面的因素。 |
| **课程目标** 3 | 学生应能够选择和使用适当的工具和技术，对动力电池进行梯次利用和回收效果的评估。他们应能分析评估结果，并提出改进措施。学生应能够通过研究和实践，对动力电池梯次利用与回收领域的新技术、新方法保持敏感，并能够将其应用于实际工作中。同时，他们应能够对行业发展趋势进行预测和分析。 |

表2 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：具有从事新能源材料与器件专业相关工作所需要的数学、自然  科学、工程基础和专业知识，并能够将其用于解决新能源材料与器件相关领域的复杂工程问题。 | 学生将深入理解动力电池梯次利用与回收所需的数学、自然科学和工程基础知识，包括电池性能评估、材料科学、环境科学等。他们将通过案例分析，学会将这些知识应用于解决动力电池梯次利用与回收中的复杂工程问题。 | 目标1 |
| **毕业要求2：**设计/开发解决方案：能够设计针对新能源材料与器件相关领域复杂工程问题的解决方案，设计满足新能源材料与器件产品及工艺流程，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。 | 学生将能够设计动力电池梯次利用与回收的创新方案，包括电池检测、分类、修复、再利用等工艺流程。在设计过程中，他们将考虑社会、健康、安全、法律、文化及环境因素，确保方案的可行性和可持续性。 | 目标2 |
| **毕业要求3：**使用现代工具：能够针对新能源材料与器件相关领域复杂工程问题，开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具，包括对复杂工程问题的预测与模拟，并能够理解其局限性。 | 学生将学习如何运用现代工具和技术，如电池性能检测仪器、数据分析软件等，对动力电池梯次利用与回收过程进行预测和模拟。他们将理解这些工具的局限性，并学会在实际应用中做出合理选择。学生将理解现代工具的局限性，并学会根据实际情况灵活运用不同的工具和方法进行新能源材料与器件表面与界面的预测、模拟和优化。 | 目标3 |

**三、课程学习内容与方法**

**（一）理论学习内容及要求**

表3 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 | 第1章 概述  第2章 电动汽车退役动力电池梯次利用技术 | 1.电动汽车动力电池分类及技术现状 | 拓展阅读 | 课程目标1  课程目标3 | 重点动力电池分类及技术现状；动力电池退役面临问题及技术难点 | 自学  讲授法  演示法  提问法 | 4 |
| 2.电动汽车对动力电池的要求及发展趋势 |
| 3.梯次利用定义及退役动力电池的目标市场 |
| 4.退役动力电池梯次利用的储能市场及产业链 |
| 5.退役动力电池梯次利用面临的主要问题及技术难点 |
| 2 | 第3章 电动汽车废旧动力电池回收技术 | 1.废旧动力电池回收的意义及国家政策 | 拓展阅读，个人作业 | 课程目标1  课程目标2 | 重点：动力电池回收的意义及国家政策 | 自学  讲授法  演示法  提问法 | 6 |
| 2.废旧动力电池回收产业面临的问题及痛点 |
| 3.废旧动力电池拆解回收规模化的瓶颈及市场规范 |
| 4.废旧动力电池回收技术路线 |
| 3 | 第4章 废旧镍氢动力电池资源化技术 | 1.镍氢电池的工作原理及分类 | 拓展阅读 | 课程目标1  课程目标2 | 重点：镍氢电池的工作原理及分类，镍氢电池的回收技术 | 自学  讲授法  演示法  提问法 | 6 |
| 2.镍氢动力电池组及电动汽车镍氢电池动力系统 |
| 3.废旧镍氢动力电池回收技术 |
| 4 | 第5章 废旧铅酸动力电池资源化技术 | 1.阀控密封式铅酸电池的工作原理与充放电过程 | 拓展阅读 | 课程目标1  课程目标3 | 重点：铅酸电池的工作原理，铅酸电池的回收技术 | 自学  讲授法  演示法  提问法 | 6 |
| 2.废旧铅酸动力电池的有效回收 |
| 3.废旧铅酸动力电池处理的工艺流程及环保回收工艺 |
| 5 | 第6章 废旧锂动力电池资源化技术 | 1.锂离子电池结构及优缺点 | 拓展阅读，个人作业 | 课程目标1  课程目标2 | 重点：锂电池优缺点，锂离子电池材料回收技术 | 自学  讲授法  演示法  提问法 | 10 |
| 2.锂离子电池构成材料及锂动力电池模块和成组技术 |
| 3.锂动力电池回收技术 |

## 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 通过动力电池的学习，对汽车电池分类有个了解。  2 通过对动力电池的学习，了解相关术语，了解动力电池面临的问题和挑战。  3 掌握铅酸电池的工作原理和结构。  4 掌握铅酸电池的回收工艺。 | 第1章 概述  第2章 电动汽车退役动力电池梯次利用技术  第5章 废旧铅酸动力电池资源化技术 | 58% | 课堂表现、平时作业、开卷考试、课堂参与 |
| 课程  目标 2 | 1 对废旧电池回收的学习，使学生了解国家回收的政策。  2 通过对废旧电池回收的学习，使学生了解行业的问题及市场规范。  3 掌握锂电池中三元材料的回收工艺技术。  4 掌握锂电池中磷酸铁锂材料的回收工艺技术。 | 第3章 电动汽车废旧动力电池回收技术  第6章 废旧锂动力电池资源化技术 | 28% | 课堂表现、平时作业、开卷考试、课堂参与 |
| 课程  目标 3 | 1 通过对镍氢动力电池资源化的学习，使学生对镍氢动力电池有一定的了解。  2 通过镍氢动力电池资源化的学习，使学生掌握镍氢电池的回收技术。  3掌握锂动力电池的结构和工作原理。  2 | 第4章 废旧镍氢动力电池资源化技术  第5章 废旧铅酸动力电池资源化技术 | 21% | 课堂表现、平时作业、开卷考试、课堂参与 |

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（此处需与上表基本一致） |
| 期末考试成绩比例70% | 小组讨论成绩比例10% | 课后作业成绩比例10% | 课堂参与成绩比例10% |
| 1 | 60% | 20% | 50% | 20% | 51%=70%\*60%+10%\*20%+10%\*50%+10%\*20% |
| 2 | 30% | 20% | 30% | 20% | 28%=70%\*30%+10%\*20%+10%\*30%+10%\*20% |
| 3 | 10% | 60% | 20% | 60% | 21%=70%\*10%+10%\*60%+10%\*20%+10%\*60% |

## （二）成绩评定

**1．评定方法**

1.1平时成绩评定

（1）课堂参与表现（10%）：通过学生在课堂上阐明知识的情况及相关能力水平进行评价。包括课堂发言、提问、回答问题、练习等。

（2）课后作业（10%）：线下章节作业、课程论文等，主要考核学生综合运用知识的能力。

（3）小组讨论（10%）：包括项目任务、专题研讨、主讲课程等，老师可根据需要选择一种或几种方式。主要考查学生收集资料能力、研究设计能力、合作学习能力、创新能力和展示与汇报能力等。

1.2期末成绩评定

期末考试以开卷的方式进行。期末考试主要考察学生对课程基础知识学习和融会与运用情况，要求写一篇大论文。

1.3 总成绩评定

课程期末总成绩由平时考核成绩和期末考核成绩构成。期末总成绩 （100%）= 平时成绩：30%（课堂表现及考勤、作业），期末考试：70%（开卷）

**2．课程目标的考核占比与达成度分析**

表5：课程目标的考核占比与达成度分析表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **考核占比**  **课程目标** | **平时** | **期末** | **总评达成度** |
| 课程目标1 | 30% | 60% | 分目标达成度={0.3ｘ平时分目标成绩+  +0.7ｘ期末分目标成绩 }/分目标总分 |
| 课程目标2 | 23% | 30% |
| 课程目标3 | 47% | 10% |

## 评分标准

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **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)** |
| 课程论文 | 例：（1）论文选题符合课程性质，选题范围适中，具有较高的研究价值和意义，表现出很强的问题意识（10%）。（2）论证过程严谨，所使用的证据或材料充分，结论清晰，具有相当的说服力和解释力（50%）。（3）文章结构合理，组织严密，连贯一致（10%）。（4）语言表达准确，叙述清楚，所使用的专业术语规范（20%）。（5）论文符合学术规范（10%）。 | 例：（1）论文选题恰当合理，具有较高的研究价值和意义，表现出较强的问题意识（10%）。（2）论证过程较为严谨，所使用的证据或材料较为充分，结论清晰，具有较强的说服力和解释力（50%）。（3）文章结构合理，组织较为严密，连贯一致（10%）。（4）语言表达较为准确，叙述清楚，所使用的专业术语较为规范（20%）。（5）论文基本符合学术规范，无明显错误（10%）。 | 例：（1）论文选题较为合理，具有一定的研究价值和意义，表现出一定的问题意识（10%）。（2）论证过程具有一定的严谨性，所使用的证据或材料较为充分，结论清晰，具有一定的说服力和解释力（50%）。（3）文章结构较为合理，组织较为严密（10%）。（4）语言表达较为准确，叙述较为清楚，所使用的专业术语较为规范（20%）。  （5）论文基本符合学术规范，有部分错误（10%）。 | 例：（1）论文主题具有一定的研究价值和意义，但选题凝练不够，问题意识欠佳（10%）。（2）论证过程较为合理但不太严谨，具有一定的证据或材料但不够充分，结论基本清晰（50%）。（3）文章结构较为合理，组织具有一定的严密性，但存在部分不连贯现象（10%）。（4）语言表达基本清楚，所使用的专业术语基本规范（20%）。（5）论文基本符合学术规范，有部分错误（10%）。 | 例：（1）论文选题不符合课程性质，或主题不明确（10%）。（2）论证过程随意，所使用的证据或材料极其不充分，结论不清晰（50%）。（3）文章结构混乱，存在前后不连贯现象（10%）。（4）语言不通顺，所使用的专业术语不规范（20%）。（5）论文明显不符合学术规范，或存在抄袭现象（10%）。 |
| 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 |
| 小组汇报 | （1）声音宏亮，吐字清晰；服装整洁优雅、仪态自然大方；能目视观众，不长时间盯着PPT或回头看投影（10%）。  （2）语言表达逻辑性强，内容能讲清，重点突出，详略得当，无重复口语化表达（30%）。  （3）准备充分，展示内容信息量大，教学设计或研究方案有创新，内容、观点正确，且联系学科前沿或有创新（30%）。  （4）PPT制作精美流畅，视频、图片与文字比例恰当，有美感（10%）。（5）本团队成员全部积极参与汇报、补充、提问或回答问题，组内成员分工明确，配合默契（20%）。 | （1）声音宏亮，吐字清晰；服装整洁、仪态较大方，但有较多时间盯着PPT或回头看投影（10%）。  （2）内容能讲清，重点比较突出，但逻辑性不够清晰，有个别卡顿或口语重复（30%）。  （3）准备较充分，展示内容较丰富，内容、观点正确，但未联系学科前沿或创新性不足（30%）。  （4）PPT图片与文字比例不够恰当，文字太多，或字体颜色不够鲜明（10%）。（5）本团队3人以上成员积极参与汇报、补充、提问或回答问题，组内成员分工较明确，配合较默契（20%）。 | （1）声音不够宏亮，或吐字不够清晰；服装整洁，但仪态不够自然；长时间看PPT或投影（10%）。  （2）内容基本能讲清，但重点不突出，逻辑性不强，口语化表达较严重（30%）。  （3）准备不够充分，内容、观点少数不正确，未联系学科前沿或无创新（30%）。  （4）PPT图片与文字比例不够恰当，文字较多，或字体颜色单一，字号太小（10%）。（5）本团队2人参与汇报、补充、提问或回答问题，组内成员有明确分工，但配合欠默契（20%）。 | （1）声音较小，或吐字不清晰；服装不整洁，或仪态不自然；长时间看PPT或投影（10%）。  （2）表达思路不够清晰，内容讲解不够清楚，口语化表达严重（30%）。  （3）准备不充分，内容、观点多处不正确，未联系学科前沿，无创新（30%）。  （4）PPT图片与文字比例不恰当，文字太多，字体颜色单一，字号太小（10%）。（5）本团队1人参与汇报、补充、提问或回答问题，组内成员分工不够明确，且配合欠默契（20%）。 | （1）声音太小，吐字不清晰，听不清楚；服装不整洁，仪态不自然；照PPT念（10%）。  （2）表达思路、逻辑混乱，内容讲解不清楚，总是卡顿（30%）。  （3）准备不充分，内容、观点基本都不正确，未联系学科前沿，无创新（30%）。  （4）PPT太简单，图片与文字比例不恰当，文字太多，字体颜色单一，字号太小，且有错误（10%）。（5）本团队1人参与汇报，但无人补充、提问或回答问题，组内成员分工不明确，且配合不默契（20%）。  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，由材料学院院（部）新能源材料与器件教学系（教研室）讨论制定，材料学院院（部）教学工作委员会审定，教务处审核批准，自2023级开始执行。