

《零碳能源原理与技术》课程教学大纲

一、课程概况

课程名称	零碳能源原理与技术	课程号	105412029
课程英文名称	Fundamentals of Zero-Carbon Energy	学时/学分	36/2
课程性质	必修	适用专业	新能源材料与器件
课程负责人	祁菁	教学团队	刘奇明
选用教材及参考书目			
课程简介：			
<p>本课程是新能源材料与器件专业本科生必修的专业核心课。随着科学技术的发展，国家人才培养目标愈来愈强调产学研协同育人，该课程的主要内容为零碳能源的基础。主要介绍零碳能源的基本原理和技术，涵盖太阳能、风能、水电和核能等主要能源来源，以及能源存储等新兴技术。</p>			
课程目标 (Course Objectives, CO)			
知识目标 (CO1)	了解零碳能源概念		
	掌握主要零碳能源类型		
	学习零碳能源相关新兴技术		
能力目标 (CO2)	具备分析和评估零碳能源技术的能力，理解其在实际应用中的操作和优化方法。		
	通过实际案例和项目练习，培养解决零碳能源项目实际问题的能力，提出可行的解决方案。		
	能够有效地与团队成员和利益相关者沟通，合作完成零碳能源项目，并清晰地展示和报告研究成果。		
素质、情感价值观目标 (CO3)	增强学生对环境保护和可持续发展的意识，理解零碳能源在减少碳排放和应对气候变化中的重要性。		
	激发学生的社会责任感，鼓励其在未来职业生涯中推动绿色能源和可持续发展。		
	培养学生在零碳能源领域的创新思维，激励其探索和开发新的技术和解决方案。		
	增强学生对现有能源系统的批判性思考，培养其分析和解决能源问题的能力。		
	通过团队项目和合作学习，培养学生的团队合作精神和沟通能力。		
	拓展学生的国际视野，了解全球零碳能源发展的动态和趋势，理解各国在能源转型中的经验和教训。		
	加强学生的职业素养，培养其在零碳能源领域的专业态度和道德规范。		
	鼓励学生在零碳能源领域持续学习和自我提升，保持对新知识和新技术的好奇心和探索欲。		
教学方式 (Pedagogical Methods, PM)	<input checked="" type="checkbox"/> PM1 讲授法教学	学时 30%	<input checked="" type="checkbox"/> PM2 研讨式学习 学时 20%

	<input type="checkbox"/> PM3 案例教学	学时 %	<input checked="" type="checkbox"/> PM4 翻转课堂	学时 30%			
	<input checked="" type="checkbox"/> PM5 混合式教学	学时 20%	<input type="checkbox"/> PM6 体验式学习	学时 %			
考核方式 (Evaluation Methods,EM)	考试课 必选	<input type="checkbox"/> EM1 课程作业	%	<input type="checkbox"/> EM 2 单元测试	%	<input type="checkbox"/> EM3 课堂辩论	%
		<input type="checkbox"/> EM4 期中考试	%	<input type="checkbox"/> EM5 期末考试	%	<input type="checkbox"/> EM6 撰写论文/实验报告	%
	考查课 必选	<input checked="" type="checkbox"/> EM1 课程作业	30%	<input type="checkbox"/> EM 2 单元测试	%	<input checked="" type="checkbox"/> EM3 课堂辩论	30%
		<input type="checkbox"/> EM4 期末考试	%	<input checked="" type="checkbox"/> EM5 撰写论文/实验报告	40%		
	自选	<input type="checkbox"/> EM10 课堂互动	%	<input type="checkbox"/> EM11 实验	%	<input type="checkbox"/> EM12 实训	%
		<input type="checkbox"/> EM13 实践	%	<input type="checkbox"/> EM14 期末考试	%		

二、教学大纲的定位说明

（一）课程教学目标与任务

1.理解零碳能源的基本概念

掌握零碳能源的定义及其在减少温室气体排放中的重要性。

了解零碳能源与低碳能源、可再生能源等相关概念的区别。

2.学习主要零碳能源的类型及原理

掌握常见的零碳能源类型，如太阳能、风能、水能、地热能、氢能和核能的工作原理及其特点。

了解各类零碳能源的应用场景和能量转换效率。

3.探索零碳能源的生产、储存与应用技术

学习太阳能光伏、风力发电、氢能燃料电池等技术的原理及其在发电、储能和交通领域的应用。

了解电力储存与电网技术，如电池储能系统、智能电网在促进零碳能源使用中的作用。

4.分析零碳能源的经济性与环境效益

评估零碳能源的成本效益，包括生产成本、基础设施建设、长期经济收益。

探讨零碳能源对环境的积极影响，如减少碳排放、降低污染等。

5.了解全球能源转型与零碳能源的政策支持

探讨全球能源转型趋势，学习国际社会和各国在推动零碳能源发展的政策和法规，如碳交易、可再生能源激励政策等。

认识《巴黎协定》等国际气候协议中零碳能源的角色。

6.掌握零碳能源发展中的挑战与未来趋势

分析零碳能源在推广过程中的技术、经济和社会挑战，如间歇性能源的稳定性问题、基础设施投资需求等。

探讨零碳能源技术的未来发展方向，如新型储能技术、氢能和小型核反应堆（SMR）的前景。

7.提高可持续能源意识与创新能力

培养学生对可持续发展和能源转型的意识，理解个人及社会在实现零碳目标中的责任。

鼓励学生思考创新解决方案，如如何优化现有零碳能源技术，提升能源效率等。

通过本课程，学生将全面了解零碳能源的科学原理、技术应用、经济分析和社会意义，掌握推动未来能源转型的核心知识与技能。

（二）课程教学目标与毕业要求的关系

课程目标		支撑的毕业要求	支撑强度
知识目标（CO1）	1-3、5、6	1、6、7、9、12	高
能力目标（CO2）	3、4、6	2、3、6、7、9、10、12	高
素质、情感价值观目标（CO3）	7	8、12	高

（三）支撑课程目标的教学内容与方法

讲授、引导学生自学、翻转课堂等相辅相成。

（四）先修课程要求，与先修及后续相关课程之间的逻辑关系和内容衔接

三年级新能源材料与器件专业必修。其他专业各年级本科生、研究生均可选修

（五）检验课程目标达成度的考核方法和评分标准

通过到课率、作业及课堂辩论了解学生课程学习的认真程度，通过课程论文和自学内容汇报了解学生对课程知识的掌握程度。课堂辩论、作业等占 50%，课程论文及自学汇报占 50%，总评成绩为百分制，60 分及格。

三、课程内容与安排

第一章 气候变化与碳中和（6 学时）

学习目标：

1.了解气候变化的基本概念

能够分析气候变化的原因、过程及其主要影响。

能够阐述温室气体（如二氧化碳、甲烷等）如何加剧全球变暖。

能够分析气候变化对生态系统、人类健康、经济发展和社会稳定的影响。

2.认识碳中和的概念与目标

能够阐述碳中和的定义，即通过减少排放和碳补偿，实现温室气体的“净零排放”。

能够区分碳达峰和碳中和，能够阐述其关系。

3.掌握应对气候变化的主要策略

能够描述并通过案例应用减缓气候变化（如发展可再生能源、提高能效）的具体措施。

可采用案例分析适应气候变化的策略（如建设气候适应型基础设施、农业调适等）。

4.了解碳中和的技术与实践

认识碳捕集与封存（CCS）、碳捕集与利用（CCU）等

技术。

掌握可持续发展与循环经济的基本原则，如资源高效利用、绿色设计等。

5.培养全球视野与责任感

理解全球应对气候变化的合作机制，如《巴黎协定》。

认识各国在碳中和道路上的共同挑战与机遇。

激发个人和社区参与环境保护、推动可持续发展的责任感。

6.实践与行动

通过案例研究，了解成功实施碳中和的企业、城市和国家。

探讨如何在日常生活中减少碳足迹，如节能减排、绿色出行等。

设计个人或社区的碳中和行动计划，并进行实践与评估。

教学重点：

1.气候变化的科学基础

温室效应及其原理：阐述温室气体（如二氧化碳、甲烷）的来源，分析其对地球温度的影响，探讨人类活动如何加剧温室效应。

气候变化的证据：学习全球气温上升、冰川融化、海平面上升、极端天气事件增加等现象背后的科学数据和观察结果。

2.气候变化的影响

生态系统的变化：探讨气候变化对生物多样性、物种分布、生态系统功能的影响。

社会与经济的影响：分析气候变化对农业、渔业、健康、基础设施和全球经济的影响。

3.碳中和的概念与目标

碳中和的定义：阐述碳中和（Net Zero）的概念，包括达到碳中和的途径，如减少碳排放、增加碳汇和碳捕集与封存技术。

全球碳中和承诺：学习各国在国际气候协定（如《巴黎协定》）中的碳中和承诺及相关政策。

4.实现碳中和的路径

能源转型：分析清洁能源（如太阳能、风能、氢能）在减少碳排放中的作用，以及传统能源向低碳或无碳能源的过渡。

碳捕集与封存技术（CCS）：探讨碳捕集技术的发展及其在实现碳中和中的潜力和挑战。

可持续农业与林业：分析如何通过可持续的农业和林业实践增加碳汇，减少碳排放。

5.碳中和的经济与社会影响

绿色经济转型：探讨如何在经济增长的同时减少碳排放，包括绿色金融、碳市场机制和企业的低碳转型。

社会公平与气候正义：讨论气候变化对不同地区和人群的不平等影响，以及如何在碳中和进程中实现社会公平。

教学难点：

1.气候变化的复杂性与不确定性

科学复杂性：气候变化涉及大气科学、海洋学、生物学等多学科交叉，学生可能难以理解气候系统的复杂动态过程，

如反馈机制、长期气候模型预测的不确定性。

预测的不确定性：气候变化的预测模型中存在不确定性，学生理解和接受这些不确定性并应用在实际决策中可能具有挑战性。

2.碳中和的路径与技术实现

技术复杂性：实现碳中和的路径多样，包括清洁能源转型、碳捕集与封存、可持续发展技术等，这些技术背后涉及深厚的专业知识，学生可能难以全面掌握。

政策与经济分析的难度：理解碳中和政策的设计、实施以及其经济影响需要跨学科的知识背景，包括经济学、环境政策和国际关系，这对于没有背景知识的学生来说是一个难点。

3.全球与地方行动的协调

政策实施的复杂性：全球气候变化需要各国协调行动，但各国国情不同，学生理解如何在全球合作框架下制定和执行气候政策，以及如何平衡经济发展与碳减排的关系，具有一定难度。

社会公平性问题：气候变化对不同地区、经济体和社会群体的影响不平等，如何在推进碳中和过程中确保社会公平涉及复杂的伦理和政策讨论，学生在理解和讨论这些问题时可能遇到困难。

4.公众意识与行为改变

观念转变的挑战：推动社会在能源使用、消费习惯、生产方式等方面的变革需要深刻的观念转变，如何引导学生理解并参与其中是教学中的难点。

行为与政策的结合：理解个人行为改变与政策推动之间的相互作用关系，并认识到自己在气候行动中的角色，对部分学生而言可能较为抽象和难以把握。

通过案例分析和政策学习，学生可以更好地理解气候变化与碳中和的科学原理和社会影响，掌握应对气候变化的综合策略。

教学方法： 讲授+研讨

第一节 全球气候变化形势及危害

第二节 碳中和的由来和挑战

第三节 双碳的定义

第四节 碳中和的途径与措施

第五节 能量与能量转换

第六节 能源与零碳能源简介

第二章 太阳能（9学时）

学习目标：

1.理解太阳能的基本概念

阐述太阳能的定义及其作为可再生能源的特点。

分析太阳能的基本原理，如太阳辐射、光电效应等。

2.学习太阳能技术的类型与应用

认识太阳能热水系统、太阳能光伏系统、太阳能集中发电等主要技术。

分析各类技术的工作原理、优势与局限性。

探索太阳能在建筑、交通、农业等领域的具体应用。

3.掌握太阳能系统的设计与安装

学习太阳能系统的设计流程，包括需求评估、系统配置、

设备选型等。

记住安装和调试的关键步骤，确保系统高效运行。

熟悉太阳能系统的维护与故障排除方法。

4.认识太阳能发展趋势与挑战

阐述太阳能技术的最新发展趋势和未来前景。

探讨太阳能在全球能源结构中的角色和发展挑战，如效率提升、储能技术等。

研究太阳能产业的市场动态与竞争格局。

5.创新

探索太阳能领域的创新技术和应用，如新型光伏材料、集成系统等。

设计和实施个人或社区的太阳能解决方案，评估其效果与影响。

教学重点：

1.太阳能的基本原理

太阳辐射的基本特性（如辐射强度、辐射谱）。

太阳能的转换机制，如光伏效应（光电转换）和热能转换（光热转换）。

2.太阳能技术类型

太阳能光伏系统的组成与工作原理。

太阳能热水系统的设计和运行机制。

太阳能集中发电系统（如塔式、槽式、碟式）的工作原理和应用场景。

3.系统设计与安装

太阳能系统设计的关键要素（如太阳能资源评估、系统

规模、设备选型)。

安装和调试的步骤，包括布局设计、安装注意事项和系统调试。

4. 经济性与环境效益

太阳能对环境的正面影响，如减少碳排放和能源消耗。

5. 政策与市场动态

相关政策、激励措施和补贴对太阳能发展的影响。

市场趋势和行业动态。

教学难点：

1. 技术复杂性

太阳能技术的工作原理涉及的物理和工程概念较为复杂，可能需要深入理解。

光伏材料的性能和太阳能热水系统的热传导等技术细节，可能较难掌握。

2. 系统设计与优化

太阳能系统的设计涉及多个因素，如地理位置、气候条件、使用需求等，如何综合考虑并优化设计是一大挑战。

实际应用中的系统集成问题，如设备匹配、系统调试和运行维护。

3. 未来发展趋势

太阳能领域的技术进步和市场变化较快，理解和掌握最新的趋势和技术创新可能具有挑战性。

教学方法： 讲授+研讨。

第一节 太阳光谱

第二节 太阳电池

第三节 太阳电站

第四节 光热电站

第五节 其他太阳能技术

第三章 风能（3学时）

教学目标:

1.理解风能的基本概念

掌握风能的定义及其作为可再生能源的特点。

理解风能的形成原理(如风的生成、风速与风能的关系)。

2.了解风能技术的种类与应用

认识不同类型的风力发电机（如水平轴风机、垂直轴风机）的工作原理和应用场景。

探索风能在电力生产、离网系统和风力辅助系统中的应用。

3.掌握风能系统的设计与安装

学习风能系统设计的关键因素，包括风资源评估、风机选型和系统配置。

理解风能系统的安装、调试及其维护保养要求。

4.分析风能的环境效益

理解风能对环境的正面影响，如减少温室气体排放和减少对化石燃料的依赖。

5.认识风能的挑战与未来发展

了解风能技术面临的主要挑战，如噪音问题、对野生动物的影响、风能资源的不均匀性等。

探索风能技术的发展趋势及其在未来能源结构中的角色。

教学重点：

1.风能的基本原理

风能的物理基础，包括风速、空气密度、风能转化效率等。

风力发电的基本工作原理和能量转换过程。

2.风力发电技术

风力发电机的主要类型及其优缺点。

风机的主要组件（如叶片、发电机、塔筒）及其功能。

3.系统设计与优化

风能项目的设计流程，包括风资源评估、风机选址、系统配置等。

如何优化风能系统的性能和效率。

教学难点：

1.技术细节与优化

风力发电机的设计和优化涉及复杂的工程原理，如空气动力学、材料科学等，理解这些细节可能具有挑战性。

2.环境评估

评估风能对环境的影响，包括噪音、视觉影响以及对生态系统的潜在影响。

4.风能的稳定性与不可预测性

风能的间歇性和不可预测性对电力系统的稳定性提出挑战，如何解决这一问题需要深入研究和实践经验。

教学方法： 讲授+研讨

第一节 基本概念

第二节 风能利用的发展历程

第三节 利用方式

第四节 风力发电

第四章 水能（3 学时）

教学目标：

1.理解水能的基本概念

掌握水能（如水力发电）的定义及其作为可再生能源的特性。

理解水循环与水能之间的关系，包括重力势能与动能的转换。

2.学习水力发电技术与应用

了解不同类型的水电站（如高坝水电、低坝水电、抽水蓄能）的工作原理。

探索水力发电在全球和区域电力供应中的作用及其应用场景。

3.掌握水力发电系统的设计与运行

学习水电站的设计要素，包括选址、蓄水能力、设备配置等。

理解水力发电机组的运行原理，掌握水电站的调度与管理。

4.分析水能的环境影响

评估水电项目的经济效益，包括建设成本、运营成本及收益分析。

探讨水电开发对生态环境的影响，如河流生态、鱼类迁徙及土地利用变化。

5.认识水能的发展挑战与未来趋势

了解水电开发的技术瓶颈与社会争议，如生态影响、社区搬迁等问题。

探讨新兴水能技术，如潮汐能、波浪能的前景和挑战。

教学重点：

1.水能的基本原理

水能的物理原理，包括水的重力势能、动能转换与电能产生过程。

水力发电的核心概念，如水头、流量与发电功率的关系。

2.水力发电技术

不同类型的水电站及其适用场景，如坝式、径流式和抽水蓄能电站。

水电站的主要组件（如水轮机、发电机、调压室）的结构与功能。

3.系统设计与运行管理

水电项目的选址与设计考量，包括地形、水文条件、环境影响等。

水电站的运行与调度，特别是在电力需求波动时的调峰和储能作用。

4.环境影响

水电开发对生态环境的影响，特别是对河流水生态系统和周边社区的影响。

教学难点：

1.水能的物理与工程原理

理解水能转化为电能的过程涉及复杂的物理和工程概念，如流体力学和水轮机设计，这对部分学生可能较难掌握。

2.水电项目的选址与设计

水电项目的选址需要综合考虑地形、水文、地质和环境等多方面因素，这一过程较为复杂，涉及大量专业知识。

3.环境与社会影响评估

水电开发可能对生态环境和社会产生深远影响，特别是涉及生态系统的破坏、鱼类迁徙通道的阻断、社区搬迁等问题，这些方面的评估和讨论具有较大挑战性。

4.水能的可持续发展问题

随着大规模水电开发，如何平衡能源需求与生态保护之间的矛盾是一个长期争议的话题，涉及多方利益和复杂的决策过程。

教学方法： 讲授+研讨

第一节 概述

第二节 水力发电

第三节 海洋能发电

第五章 地热能（3学时）

教学目标：

1.理解地热能的基本概念

掌握地热能的定义及其作为可再生能源的特点。

了解地热能的来源和形成机制，包括地球内部的热量产生及分布。

2.学习地热能的分类与应用

认识地热资源的不同类型（如高温地热、低温地热、浅层地热）及其对应的应用场景。

探索地热能在发电、供暖和农业等领域的具体应用。

3.掌握地热能技术的原理与系统设计

了解地热发电技术的工作原理，如干蒸汽、闪蒸和二元循环发电系统。

学习地热供暖和热泵系统的设计、安装与运行原理。

4.分析地热能的经济性与环境效益

评估地热能项目的经济可行性，包括开发成本、运营成本和收益分析。

讨论地热能对环境的影响，如温室气体排放、土地利用和水资源消耗。

5.认识地热能的发展前景与挑战

探讨地热能开发的技术瓶颈，如钻井技术、资源探测和高温材料的应用。

了解地热能在全球能源结构中的地位及其未来发展趋势。

教学重点：

1.地热能的形成与分布

了解地球内部结构和地热能的生成机制，包括地幔对流、放射性衰变等。

理解地热资源的分布特点及其与板块构造的关系。

2.地热能的分类与开发利用

了解不同类型的地热资源及其开发利用方式，如高温地热用于发电，低温地热用于供暖和工业用途。

掌握常见的地热发电技术，如干蒸汽发电、闪蒸汽发电和二元循环发电。

3.地热能系统设计与技术实现

地热资源的勘探与评估方法，如地质调查、热流测量和地球物理探测。

地热供暖系统（如地源热泵）的原理、设计和实际应用。

4.环境影响

讨论地热能对环境的影响，包括地表沉降、地热水管理和潜在的地震风险。

教学难点：

1.地热资源的勘探与评估

地热资源的探测和评估需要综合运用地质学、地球物理学和地球化学等多学科知识，过程复杂且具有不确定性。

2.地热能开发的技术挑战

地热井的钻探、维护及高温高压环境下的设备材料选择是地热能开发中的技术难点，涉及深井技术和耐热材料的应用。

3.地热能利用的环境问题

地热开发可能带来的环境问题如地表沉降、地热流体的处理，以及诱发地震等问题，理解和解决这些问题需要较深的环境科学和工程知识。

通过结合理论学习、实际案例分析以及与其他可再生能源的对比，可以帮助学生全面理解地热能的原理、技术实现等方面的内容。

教学方法： 翻转课堂+案例分析

第一节 地热能简介

第二节 热量在地球内部的传递

第三节 地热能资源及利用

第四节 我国地热能的的发展现状

第六章 核能（3 学时）

教学目标：

1.理解核能的基本概念

掌握核能的定义及其作为能源的基本特点。

了解核裂变和核聚变的原理及其在能源生产中的应用。

2.学习核电站的结构与运行原理

掌握核电站的基本组成部分及其功能，如反应堆、控制棒、冷却系统和发电机。

理解核能发电的工作流程，包括从核反应到电能生产的整个过程。

3.了解核能的优缺点与社会影响

认识核能的优势，如高能量密度、低温室气体排放等。

探讨核能面临的挑战，如核废料处理、核安全问题以及核扩散风险。

4.掌握核能的安全管理与风险防控

学习核能安全管理的基本原则与国际标准。

了解历史上的核事故（如切尔诺贝利、福岛）及其对核能发展的影响。

5.探索核能的未来发展方向

了解核聚变技术的前景及其在未来能源结构中的潜力。

探讨小型模块化反应堆（SMR）等新型核能技术的发展趋势。

教学重点：

1.核反应原理与能量释放

核裂变和核聚变的基本原理，尤其是裂变链式反应的过程及控制机制。

质量亏损和爱因斯坦质能方程($E=mc^2$)在核能中的应用。

2.核电站的运行原理

核电站关键组件的功能及其工作原理，如反应堆堆芯、控制系统和冷却回路。

核能发电的能量转换过程，从核反应释放热能到蒸汽驱动发电机。

3.核能的安全管理

核电站的安全系统设计，包括紧急停堆、冷却系统冗余设计和多重防护屏障。

核废料处理与长期管理的挑战及解决方案，如深地质处置。

4.核能的环境与社会影响

核能在减少温室气体排放中的作用与其生态环境影响的讨论。

核能在能源安全、国际关系和政治中的作用，特别是与核扩散风险的关系。

教学难点：

1.核反应的物理原理

核裂变与核聚变的原子级别物理过程较为抽象，涉及量子物理、核物理等复杂概念，学生可能难以理解。

2.核电站的复杂系统设计

核电站的多层次安全系统设计、反应堆堆芯的控制机制和冷却系统的冗余设计等技术细节复杂，需要多学科知识交

又理解。

3.核能的安全性与事故防范

理解核安全技术与管理措施背后的科学原理，以及事故防范中的风险管理和应急策略，需要结合具体案例进行深入探讨。

4.核废料处理与环境风险

核废料处理的长期挑战，如放射性衰变、储存和运输的安全性问题，涉及放射化学、材料科学和环境科学的综合知识。

5.核能技术的发展前景

核聚变、快中子反应堆、小型模块化反应堆等前沿技术的复杂性和不确定性，使得未来发展趋势难以预测和评估。

通过理论讲解、实际案例分析、模拟实验和跨学科讨论，可以帮助学生更好地理解核能的复杂性以及其在能源系统中的角色和挑战。

教学方法： 翻转课堂+研讨+案例分析

第一节 概述

第二节 核反应与核能理论基础

第三节 核能的利用方式与技术

第四节 核能的发展现状

第七章 氢能（9学时）

教学目标：

1.理解氢能的基本概念

掌握氢能的定义及其作为能源的特点。

了解氢能的来源、制取方法和储存方式。

2.学习氢能的生产、储存与应用

了解氢气的主要制取方法，如电解水制氢、天然气重整制氢和生物质制氢。

掌握氢气的储存和运输技术，包括压缩储氢、液化储氢和金属氢化物储氢。

探讨氢能在交通、工业和电力等领域的应用。

3.掌握氢燃料电池的工作原理与应用

理解氢燃料电池的工作原理，包括电化学反应过程。

学习氢燃料电池系统的组成、运行及其在汽车、发电等领域的應用。

4.分析氢能的经济性与环境效益

评估氢能的成本效益，包括制氢、储氢和使用过程中的经济性。

探讨氢能在减排、能源转型中的作用及其对环境的积极影响。

5.认识氢能的发展挑战与未来趋势

了解氢能技术面临的挑战，如制氢成本、基础设施建设和储运安全问题。

探讨氢能在全球能源结构中的发展前景，特别是在零碳社会中的潜在作用。

教学重点：

1.氢气的制取与储存技术

掌握常见的氢气制取方法，尤其是绿色制氢（如可再生能源电解水制氢）的原理与发展前景。

了解氢气的不同储存方式及其技术特点，包括压缩、液化和固态储氢。

2. 氢燃料电池的工作原理

理解氢燃料电池的电化学反应过程，包括氢气在阳极分解、氧气在阴极还原及电子传输的原理。

掌握氢燃料电池系统的结构、性能特点及其在交通、固定电源等领域的应用。

3. 氢能的经济与环境影响

分析氢能的经济性，包括制氢、储氢、运输和终端应用的成本结构。

探讨氢能在减排和应对气候变化中的作用，特别是“绿色氢”在能源转型中的潜力。

4. 氢能的应用与技术发展

探索氢能在交通、工业、发电等领域的广泛应用及其对传统能源的替代作用。

了解氢能基础设施的建设挑战，如加氢站布局、管道运输和氢能网络的发展。

教学难点：

1. 氢气的制取与成本问题

虽然氢气制取技术较多，但绿色制氢（如电解水制氢）的成本较高，理解并评估各制氢方法的经济性是一个挑战。

2. 氢气的储存与运输

氢气作为轻质、低密度气体，其储存和运输技术涉及复杂的物理化学知识，如高压容器设计、低温液化技术等，这些技术的安全性和成本问题需深入探讨。

3. 氢燃料电池的工作原理

氢燃料电池的电化学反应过程较为复杂，涉及多学科知

识（如电化学、材料科学），需要通过实验和模拟来帮助学生理解。

4.氢能的安全性

氢气易燃易爆的特性带来了储运和应用过程中的安全挑战，如何安全高效地管理氢能是一个难点。

5.氢能经济性的全面评估

氢能经济性的评估不仅涉及技术，还包括政策、市场和基础设施等多方面因素，这一综合分析对学生提出了较高的要求。

通过在教师引导下的自学、案例分析，学生可以更好地理解氢能的原理、应用与挑战，并探索其在未来能源体系中的潜力。

教学方法： 翻转课堂+研讨+案例分析。

第一节 氢的制取

第二节 氢的储存与运输

第三节 氢的应用

第四节 氢的安全性

制定人： 祁菁 刘奇明

审定人： 王连文

批准人： 贺德衍

日 期： 2024.10.10