《电源工艺学》课程教学大纲（三号黑体）

**一、课程基本信息**（四号黑体）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **英文名称** | Chemical Power Source | **课程代码** | MDNE3015 |
| **课程性质** | 专业必修课 | **授课对象** | 新能源科学与工程专业 |
| **学 分** | 3 | **学 时** | 54 |
| **主讲教师** | 金成昌 | **修订日期** | 20210501 |
| **指定教材** | 史鹏飞《电源工艺学》，第一版，哈尔滨工业出版社，2006年3月 | | |

**二、课程目标**（四号黑体）

（一）**总体目标：**（小四号黑体）

（以三维目标即知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观的形式反映核心素养观念和内容，其中核心素养不仅关注学生“当下发展”，更关注学生“未来发展”所需要的正确价值观念、必备品格和关键能力，即把知识、技能和过程、方法提炼为能力，把情感态度、价值观提炼为品格）（五号宋体）

本课程是面向新能源科学与工程专业本科生开设的一门专业基础课，学位课，旨在为学生提供一个理解学科全貌的基本介绍，使学生能够对本学科形成整体认识，了解学科的历史发展、研究领域和主要问题，熟悉专业的学科知识体系，掌握化学电源基本电化学原理、锌-二氧化锰电池、铅酸蓄电池、镍-镉蓄电池、镍-氢电池、锌-氧化银电池、锂电池、锂离子电池、燃料电池以及其他新型的化学电源的工作原理、基本构成、应用领域、发展前景等内容，为专业学习和后续课程的学习打下必要的专业基础。在专业态度上养成良好的基础技术意识，激发学生对化学电源的创造性思维，在一定程度上明确今后专业学习的方向，树立良好的学习目标，为个人专业的职业发展建立基础和导向。

（二）课程目标：（小四号黑体）

（课程目标规定某一阶段的学生通过课程学习以后，在发展德、智、体、美、劳等方面期望实现的程度，它是确定课程内容、教学目标和教学方法的基础。）（五号宋体）

**课程目标1：**

作为一门学科入门级基础课程，本课程旨在帮助学生对电源工艺的核心概念、研究对象、主要研究问题、相应的基本理论及研究方法有个全面的框架性理解。要求学生能够理解电源工艺相关基本概念的内涵与范畴；熟悉电源工艺的基本历史；掌握电源工艺技术的理论基础和学科基本理论；能结合对各类电源技术的了解，懂得电源技术的应用；并知道化学电源基本设计与研究的方法，从而提升其学科认识，产生相应的学习研究兴趣，为后续课程学习打下基础

**课程目标2：**

通过对各类典型电化学电源（锌-二氧化锰电池、铅酸蓄电池、镍-镉蓄电池、镍-氢电池、锌-氧化银电池、锂电池、锂离子电池、燃料电池）以及其他新型的电化学电源的工作原理、基本构成、应用领域、发展前景等内容的学习，建立起系统的化学电源专业学科知识体系，激发学生对化学电源的创造性思维

……

……

（要求参照《普通高等学校本科专业类教学质量国家标准》，对应各类专业认证标准，注意对毕业要求支撑程度强弱的描述，与“课程目标对毕业要求的支撑关系表一致）（五号宋体）

（三）课程目标与毕业要求、课程内容的对应关系（小四号黑体）

**表1：课程目标与课程内容、毕业要求的对应关系表** （五号宋体）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课程目标** | **对应课程内容** | **对应毕业要求** |
| 课程目标1 | 第一章化学电源概论及其它各章节有关各类电源起源与发展、性能特点与应用、设计原理等部分 | 形成对化学电源正确的认识和理解，愿意进一步探究化学电源技术，从事学科研究与实践工作，期待成为一名化学电源研究开发者或工程实践者 |
| 课程目标2 | 第二至十章各类化学电源基本结构、工作原理、电极工艺与性能特点、应用领域与发展前景等部分 | 掌握现有各类化学电源的专业技术基础知识和基本理论，能把握和理解各类化学电源工作原理、性能特点、技术研究领域和研究方法，了解各类化学电源技术研究方向的现状与未来发展趋势，形成基本的专业学术技术素养。 |

（大类基础课程、专业教学课程及开放选修课程按照本科教学手册中各专业拟定的毕业要求填写“对应毕业要求”栏。通识教育课程含通识选修课程、新生研讨课程及公共基础课程，面向专业为工科、师范、医学等有专业认证标准的专业，按照专业认证通用标准填写“对应毕业要求”栏；面向其他尚未有专业认证标准的专业，按照本科教学手册中各专业拟定的毕业要求填写“对应毕业要求”栏。）

**三、教学内容**（四号黑体）

（具体描述各章节教学目标、教学内容等。实验课程可按实验模块描述）

**第一章 化学电源概论** （小四号黑体）

1.教学目标：

了解电源工艺学的基本历史；掌握电源工艺技术的理论基础和学科基本理论，建立相关基本技术概念

2.教学重难点

各类化学电源的发展历程

衡量和比较化学电源性能的基本技术指标（如电动势、内阻、比容量、比能量、比功率及循环性能等）的概念及其应用

3.教学内容

典型化学电源的起源及发展历程，化学电源的基本组成、工作原理、性能评价指标

4.教学方法

（1）讲授法：化学电源相关概念及理论框架，发展简史。

（2）讨论法：课堂围绕“如何评价与比较不同电化学体系化学电源性能的优劣”等问题进行讨论，建立比功率、比能量等基本技术概念。

5.教学评价

**思考并回答下列问题：**

1、化学电源工作的基本原理是什么？

2、试计算钴酸锂电极的理论比容量

3、简述判断化学电源性能优劣的标准

**第二章 锌-二氧化锰电池** （小四号黑体）

1.教学目标：

了解锌-二氧化锰电池的基本历史与发展现状；掌握其工艺技术的理论基础和学科基本理论，建立相关基本技术概念

2.教学重难点

锌-二氧化锰电池工作的原理、电池反应、电性能、种类及其特点、应用领域；

二氧化锰电极过程

负极缓蚀

3.教学内容

二氧化锰电极、锌电极、锌-二氧化锰电池反应、锌-二氧化锰电池电性能。

4.教学方法

（1）讲授法：发展简史、锌二氧化锰电池分类及相关概念和理论框架

（2）讨论法：课堂围绕“质子电子机理”等问题进行讨论，深化学生对二氧化锰电极过程的理解与认识

5.教学评价

**思考并回答下列问题：**

1、描述二氧化锰阴极还原的初级过程

2、二氧化锰阴极还原的控制步骤是什么

3、简述锌电极自放电的原因及其抑制方法

**第三章 铅酸蓄电池（6学时）**

1.教学目标：

了解铅酸电池的基本历史与发展现状；掌握其工艺技术的理论基础和学科基本理论，建立相关基本技术概念

2.教学重难点

铅酸蓄电池电池反应、电动势及电极电势；

二氧化铅正极反应、铅负极反应机理；

失效机理

3.教学内容

铅酸蓄电池的组成、用途及历史与发展状况；

铅酸蓄电池热力学基础、铅酸蓄电池电池反应、电动势及电极电势；

二氧化铅正极、铅负极及二氧化铅正极反应、铅负极反应机理；

铅酸蓄电池电性能：铅酸蓄电池的电压与充放电特性、容量、循环寿命；

铅酸蓄电池的基本制造工艺。

4.教学方法

（1）讲授法：组成、用途及历史与发展状况，电池分类及相关概念和理论框架

（2）讨论法：课堂围绕“双硫酸盐化”等问题进行讨论，深化学生对电极过程的理解与认识

5.教学评价：

回答下列问题

1、简述铅负极的反应机理

2、简述影响铅酸蓄电池容量的因素

**第四章 镉镍电池** （小四号黑体）

1.教学目标：

了解镉镍电池的基本历史与发展现状；掌握其工艺技术的理论基础和学科基本理论，建立相关基本技术概念

2.教学重难点

镍-镉电池的发展历程及现状；

镍-镉电池工作原理、氧化镍电极反应机理、镉电极反应机理；

镍-镉电池密封原理；

镍-镉电池的电性能，包括充放电曲线、记忆效应、循环寿命、自放电等；

镍-镉电池制造工艺概要

3.教学内容

发展历程及现状

镍-镉电池工作原理

氧化镍电极工作原理

镉电极工作原理

镍-镉电池电性能

镍-镉电池的基本制造工艺。

4.教学方法

（1）讲授法：发展简史、镉镍电池结构、分类及相关概念和理论框架

（2）讨论法：课堂围绕“记忆效应”等问题进行讨论，深化学生对电极过程的理解与认识

5.教学评价

**思考并回答下列问题：**

1、写出氧化镍电极的反应机理

2、简述镉电极的反应机理

3、阐述什么是记忆效应

**第五章 氢镍电池** （小四号黑体）

1.教学目标：

了解氢镍电池的发展简史与现状；掌握其工艺技术的理论基础和学科基本理论，建立相关基本技术概念

2.教学重难点

MH-NiOOH电池工作原理、特点

储氢合金电极热力学原理、电化学容量制造及处理技术

MH-NiOOH电池电性能包括充放电特性、温度特性、自放电及循环寿命等

3.教学内容

镍-氢电池发展历史与现状

高压镍-氢电池

MH-NiOOH电池

储氢合金电极

MH-NiOOH电池的性能。

4.教学方法

（1）讲授法：发展简史、氢镍电池分类及相关概念和理论框架

（2）讨论法：课堂围绕“储氢合金”等进行讨论，深化学生对氢镍电池电极的认识

5.教学评价

**思考并回答下列问题：**

1、简述H2-NiOOH电池工作原理

2、简述MH-NiOOH电池工作原理

3、简述储氢合金的主要性能特点

**第六章 氧化银电池** （小四号黑体）

1.教学目标：

了解氧化银电池的基本历史与发展现状；掌握其工作原理、基本结构及工艺技术的理论基础和学科基本理论，建立相关基本技术概念

2.教学重难点

Zn-AgO电池的工作原理如成流反应、电极电势及电动势等；

锌负极钝化及电沉积锌的过程

Zn-AgO电池的电性能、充放电曲线及自放电

3.教学内容

Zn-AgO电池的工作原理

锌电极

氧化银电极

Zn-AgO电池的电性能

Zn-AgO电池的制造工艺

4.教学方法

（1）讲授法：发展简史、锌氧化银电池分类及相关概念和理论框架

（2）讨论法：课堂围绕“锌枝晶的形成与避免”等问题进行讨论，深化学生对锌电极的认识

5.教学评价

**思考并回答下列问题：**

1、简述Zn-AgO电池的工作原理

2、写出氧化银电极反应

**第七章 锂电池** （小四号黑体）

1.教学目标：

了解锂电池的历史与发展现状；掌握其基本结构、工作原理、工艺技术的理论基础和学科基本理论，建立相关基本技术概念

2.教学重难点

锂电池组成及性能；

工作原理

制造工艺

3.教学内容

锂电池的组成与分类、工作原理、制造工艺、应用领域、性能优缺点

4.教学方法

（1）讲授法：发展简史、锂电池分类、工作原理、制造工艺、应用领域及相关概念和理论框架

（2）讨论法：课堂围绕“锂作为电极材料的优势”等问题进行讨论，深化学生对锂电池的理解与认识

5.教学评价

**思考并回答下列问题：**

1、简述锂电池爆炸原因及预防措施

2、简述介电常数及黏度对有机电解液溶剂的影响

**第八章 锂离子电池** （小四号黑体）

1.教学目标：

了解锂离子电池的发展历史与发展现状；掌握其基本结构、工作原理、性能特点及工艺技术的理论基础和学科基本理论，建立相关基本技术概念

2.教学重难点

锂离子电池工作原理；

几种常用的正极材料、负极材料；

锂离子电池电解液的有机溶剂、电解质盐、电解液添加剂；

锂离子电池的电性能与锂离子电池的制造工艺；

3.教学内容

锂离子电池工作原理、正极材料、负极材料、电解液、锂离子电池制造过程、锂离子电池的性能。

4.教学方法

（1）讲授法：发展简史、锂离子电池分类、基本结构、原理及相关概念和理论框架

（2）讨论法：课堂围绕“锂离子摇椅的比喻”讨论充放电过程中正负极电极过程，深化学生对锂离子电极过程的理解与认识

5.教学评价

**思考并回答下列问题：**

1、简述锂离子电池的工作原理

2、列出几种常见的正极材料及负极材料

3、简述锂离子电池制造工艺及注意事项

**第九章 燃料电池** （小四号黑体）

1.教学目标：

了解燃料电池的基本历史与发展现状；掌握其典型结构、工作原理、工艺技术的理论基础和学科基本理论，建立相关基本技术概念

2.教学重难点

燃料电池基本结构、工作原理、应用领域。

燃料电池特点、燃料电池系统；

燃料电池电化学、电池反应机理；

3.教学内容

碱性燃料电池

磷酸燃料电池

质子交换膜燃料电池

直接甲醇燃料电池

固体氧化物燃料电池

4.教学方法

（1）讲授法：发展简史、燃料电池分类及各类燃料电池结构、原理等相关概念和理论框架

（2）讨论法：课堂围绕“质子交换膜燃料电池工作机理”等问题进行讨论，深化学生对燃料电池电极过程的理解与认识

5.教学评价

**思考并回答下列问题：**

1、简述燃料电池工作原理

2、写出燃料电池电极反应机理

**第十章 其它化学电源** （小四号黑体）

1.教学目标：

了解锂硫电池、金属-空气电池、电化学电容器等新型化学电源的基本历史与发展现状；掌握其工艺技术的理论基础和学科基本理论，建立相关基本技术概念

2.教学重难点

锂硫电池、金属-空气电池、电化学电容器等新型化学电源的工作原理、面临挑战及发展目标

3.教学内容

锂硫电池、金属-空气电池、电化学电容器等新型化学电源及其电性能特点。

4.教学方法

（1）讲授法：发展简史；锂硫电池、金属-空气电池、电化学电容器等新型化学电源及相关概念和理论框架

（2）讨论法：课堂围绕“新型化学电源”开展讨论，激发学生学生对新型化学电源的创造性思维

5.教学评价

**思考并回答下列问题：**

1、试分析锂硫电池存在的问题及改进方法

2、简述电化学超级电容器优缺点

**四、学时分配**（四号黑体）

**表2：各章节的具体内容和学时分配表**（五号宋体）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 章节 | 章节内容 | 学时分配 |
| 第一章 | **化学电源概论** | 6学时 |
| 第二章 | 锌-二氧化锰电池 | 6学时 |
| 第三章 | 铅酸蓄电池 | 6学时 |
| 第四章 | 镍-镉蓄电池 | 6学时 |
| 第五章 | 镍-氢电池 | 3学时 |
| 第六章 | 锌-氧化银电池 | 3学时 |
| 第七章 | 锂电池 | 6学时 |
| 第八章 | 锂离子电池 | 7学时 |
| 第九章 | 燃料电池 | 6学时 |
| 第十章 | 其他化学电源 | 5学时 |

**五、教学进度**（四号黑体）

**表3：教学进度表**（五号宋体）

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 周次 | 日期 | 章节名称 | 内容提要 | 授课时数 | 作业及要求 | 备注 |
| 1-2 |  | 第一章 | 化学电源概述 | 6 | **作业：**完成本章思考题  **要求：**能够掌握“比功率”、“比能量”、“比容量”等关键概念，对化学电源技术形成有清晰的理解，能用自己的语言加以阐述。 |  |
| 3-4 |  | 第二章 | 锌-二氧化锰电池 | 6 | **作业：**完成本章思考题及补充习题  **要求：**掌握“二氧化锰电极放电过程的质子电子机理”、“锌的缓蚀与缓蚀剂”、等关键技术原理，能用自己的语言加以阐述。 |  |
| 5-6 |  | 第三章 | 铅酸蓄电池 | 6学时 | **作业：**完成本章思考题及补充习题  **要求：**掌握“双硫酸盐化机理”、“正负极板栅合金”等关键技术原理，能用自己的语言加以阐述 |  |
| 7-8 |  | 第四章 | 镍-镉蓄电池 | 6学时 | **作业：**完成本章思考题及补充习题  **要求：**掌握“记忆效应”等关键技术原理，能用自己的语言加以阐述 |  |
| 9 |  | 第五章 | 镍-氢电池 | 3学时 | **作业：**完成本章思考题及补充习题  **要求：**掌握“储氢合金的储氢机理”等关键技术原理，能用自己的语言加以阐述 |  |
| 10 |  | 第六章 | 锌-氧化银电池 | 3学时 | **作业：**完成本章思考题及补充习题  **要求：**掌握“锌枝晶的形成与抑制”、等关键技术原理，能用自己的语言加以阐述 |  |
| 11-12 |  | 第七章 | 锂电池 | 6学时 | **作业：**完成本章思考题及补充习题  **要求：**掌握“锂作为电极材料的优势”、“锂电池爆炸原因及预防措施”等关键技术原理，能用自己的语言加以阐述 |  |
| 13-15 |  | 第八章 | 锂离子电池 | 7学时 | **作业：**完成本章思考题及补充习题  **要求：**掌握“锂离子电池的工作原理”等关键技术原理，能用自己的语言加以阐述 |  |
| 15-17 |  | 第九章 | 燃料电池 | 6学时 | **作业：**完成本章思考题及补充习题  **要求：**掌握“几种典型燃料电池工作原理”等关键技术原理，能用自己的语言加以阐述 |  |
| 17-18 |  | 第十章 | 其他化学电源 | 5学时 | **作业：**完成本章思考题及补充习题  **要求：对“**锂硫电池存在的问题及改进方法”  “电化学超级电容器优缺点”等有一定的认识，能用自己的语言加以阐述 |  |

**六、教材及参考书目**

1．史鹏飞.电源工艺学，哈尔滨， 哈尔滨工业大学出版社，2006.

2. 程新群. 化学电源,北京,化学工业出版社,2008.

3. 郭炳焜. 化学电源：电池原理及制造技术,长沙,中南大学出版社,2009.

4．吴宇平. 锂离子电池：应用与实践, 北京,化学工业出版社,2012.

5. 陆天虹. 能源电化学, 北京,化学工业出版社,2014.

6. 黄可龙. 锂离子电池原理与关键技术, 北京,化学工业出版社,2008.

**七、教学方法** （四号黑体）

（讲授法、讨论法、案例教学法等，按规范方式列举，并进行简要说明）（五号宋体）

1. 讲授法：围绕课程的核心概念，如“比功率”、“比能量”等，主要内容，如“各类电池工作原理、基本结构、性能特点“等，利用多媒体手段进行讲解。

2. 讨论法：围绕“质子电子机理”、“双硫酸盐化”、 “锌枝晶的形成与避免” 、“储氢合金”等主题组织学生进行讨论。

**八、考核方式及评定方法**（四号黑体）

**（一）课程考核与课程目标的对应关系** （小四号黑体）

**表4：课程考核与课程目标的对应关系表**（五号宋体）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核要点** | **考核方式** |
| 课程目标1 | **概念、原理、发展简史** | **笔试（问答、选择、判断正误等）** |
| 课程目标2 | **各类电池工作原理、基本结构、性能特点、工艺概要、应用** | **笔试（问答、阐述、选择、判断正误等）** |

**（二）评定方法** （小四号黑体）

**1．评定方法** （五号宋体）

（平时成绩：10%（作业、课堂表现），期中考试：30%，期末考试60%）

**2．课程目标的考核占比与达成度分析** （五号宋体）

**表5：课程目标的考核占比与达成度分析表**（五号宋体）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **考核占比**  **课程目标** | **平时** | **期中** | **期末** | **总评达成度** |
| 课程目标1 | 30% | 30% | 30% | 分目标达成度={0.3ｘ平时分目标成绩+0.2ｘ期中分目标成绩+0.5ｘ期末分目标成绩}/分目标总分 |
| 课程目标2 | 70% | 70% | 70% |

**（三）评分标准** （小四号黑体）

| **课程**  **目标** | **评分标准** | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **90-100** | **80-89** | **70-79** | **60-69** | **＜60** |
| **优** | **良** | **中** | **合格** | **不合格** |
| **A** | **B** | **C** | **D** | **F** |
| **课程**  **目标1** | 通过对化学电源形成与发展历史的学习，对化学电源共性技术概念以及共性技术理论的学习，形成对化学电源正确的认识和理解，愿意进一步探究化学电源技术，从事学科研究与实践工作，期待成为一名化学电源研究开发者或工程实践者 | 通过对化学电源形成与发展历史的学习，对化学电源共性技术概念以及共性技术理论的学习，形成对化学电源较好的认识和理解，较愿意进一步探究化学电源技术，从事学科研究与实践工作，较期待成为一名化学电源研究开发者或工程实践者 | 通过对化学电源形成与发展历史的学习，对化学电源共性技术概念以及共性技术理论的学习，形成对化学电源一定程度的认识和理解，有意愿进一步探究化学电源技术，从事学科研究与实践工作，愿意成为一名化学电源研究开发者或工程实践者 | 通过对化学电源形成与发展历史的学习，对化学电源共性技术概念以及共性技术理论的学习，形成对化学电源基本的认识和理解，基本愿意进一步探究化学电源技术，从事学科研究与实践工作，可以成为一名化学电源研究开发者或工程实践者 | 通过对化学电源形成与发展历史的学习，对化学电源共性技术概念以及共性技术理论的学习，未能形成对化学电源基本的认识和理解，不愿意进一步探究化学电源技术，从事学科研究与实践工作，不期待成为一名化学电源研究开发者或工程实践者 |
| **课程**  **目标2** | 全面掌握现有各类化学电源的专业技术基础知识和基本理论，全面把握和理解各类化学电源工作原理、性能特点、技术研究领域和研究方法，了解各技术研究方向的现状与未来发展趋势，形成基本的学术技术素养。 | 较全面地掌握现有各类化学电源的专业技术基础知识和基本理论，较全面地把握和理解各类化学电源工作原理、性能特点、技术研究领域和研究方法，了解各技术研究方向的现状与未来发展趋势，形成基本的学术技术素养。 | 掌握现有各类化学电源的专业技术基础知识和基本理论，能把握和理解各类化学电源工作原理、性能特点、技术研究领域和研究方法，了解各技术研究方向的现状与未来发展趋势，形成基本的学术技术素养。 | 基本掌握现有各类化学电源的专业技术基础知识和基本理论，基本把握和理解各类化学电源工作原理、性能特点、技术研究领域和研究方法，基本了解各技术研究方向的现状与未来发展趋势，形成基本的学术技术素养。 | 未能掌握现有各类化学电源的专业技术基础知识和基本理论，无法把握和理解各类化学电源工作原理、性能特点、技术研究领域和研究方法，不了解各技术研究方向的现状与未来发展趋势，未形成基本的学术技术素养。 |