

# 电化学原理考试大纲

科目代码：808

科目名称：电化学原理

## 一、考试性质与范围

1. 本课程是**储能科学与工程、新能源材料与器件、冶金工程、应用化学及材料科学与工程（电化学方向）**等专业本科生必修课程，是一门重点介绍电化学原理基本理论、基本方法及若干应用的专业基础课。

2. 通过本课程的学习使学生理解掌握电极反应的各类分部步骤，主要包括电极过程动力学和物质传递，并学会使用各类反应步骤的研究方法。进一步地，从电化学视角来加深了解如原电池、电解池等典型电化学过程的运行原理，应用电化学原理知识分析这些学科所遇到的实际问题。在此基础上，不断地向相关学科渗透，逐步拓宽冶金工程及储能科学与工程专业本科生的学术视野。

3. 通过本课程的学习，使学生掌握电化学原理及基本的实验技能，对实际过程中的问题，利用电化学基础知识和其他专业知识综合的研究方法来加以解决。

## 二、考试基本要求

要求学生牢固地掌握电化学原理的基本概念和基本原理，独立完成习题，能够正确熟练地计算不同体系下电极过程的反应过电位、电流密度等，判断电极过程控制环节，采用适合的电化学方法分析电极过程的反应机理。独立完成所要求的大纲内容与基本习题。

## 三、考试形式与分值

考试采用闭卷形式，分值：150分。题目分基本概念、计算、论证及利用电化学原理和方法解决典型电化学过程中的实际应用问题。

## 四、考试内容

### 1. 电化学反应特点及电化学热力学基本定律与概念

#### 1.1 电化学反应特点及电极过程

1) 电化学反应特点的描述；不同电化学体系的原理（原电池、电解池及腐蚀电

池)。

2) 电化学基本电极过程的步骤；速率控制步骤及准平衡态的理解。

## 1.2 基本电化学定律及概念

1) 应用能斯特方程式计算电极电位；

2) 法拉第定律的理解与计算；

3) 第一类导体与第二类导体、阳极与阴极、正极与负极的基本概念；

4) 可逆电极过程与不可逆电极过程；

5) 对于极化概念的理解及阳极过电势与阴极过电势的计算。

## 2. 电极/溶液界面的结构与性质

### 2.1 相间电位

相间电位的可能情形；理想极化电极与理想不极化电极及其应用举例；绝对电极电位与相对电极电位；界面双电层的等效电路分析；微分电容曲线讨论。

### 2.2 电极/溶液界面双电层模型

1) 三种主要的界面双电层结构模型描述；

2) Stern 模型界面双电层内的离子分布示意图、电极电势的分布示意图；Stern 模型的不足之处。

2) 零电荷电位。

## 3. 电极过程动力学

### 3.1 电荷转移步骤动力学

1) 理解电极电位改变如何影响电化学反应速度（电极电位改变对反应活化能的影响）。

2) 电子转移步骤的基本动力学参数：传递系数、交换电流密度；电极反应速度常数。

3) 稳态电化学极化规律：Butler - Volmer 公式的推导过程；高、低过电位下的电化学极化规律的掌握。

4) 应用 Tafel 公式、线性方程进行相关过电位、电流密度、交换电流密度等的计算。

### 3.2 液相传质过程动力学

1) 液相传质的三种方式；Fick 第一定律；极限扩散电流密度。

2) 理想稳态扩散下电流密度与极限扩散电流密度计算；真实条件下稳态扩散特征；扩散层有效厚度。

3) 稳态浓度极化公式与极化曲线；浓差极化特征及判别；

4) 恒电位条件与恒电流条件下的非稳态扩散过程：扩散层有效厚度、过渡时间。

5) 电化学极化与浓差极化共存时的规律：Butler - Volmer 公式基础上混合控制时的动力学公式；不同电流密度下电极极化特点的分析 ( $i_c$ 、 $i_a$ 、 $i^0$  之间大小关系分析)。

### 3.3 表面转化步骤动力学

表面转化步骤的分类；极限动力电流密度。

## 4. 电化学原理应用

### 4.1 电镀工艺

1) 电镀体系：电解液配制，包括调pH值、络合剂、添加剂和导电剂等；电极预处理工艺，如抛光，除油等；电镀槽结构；电流效率计算。

2) 电极过程：电镀沉积的条件；电结晶动力学；欠电势沉积；阳极溶解及钝化机制；电流密度与阴极沉积镀层的关系；电解条件对镀层质量的影响；镀层性能评估方法。

### 4.2 二次电池

1) 二次电池：二次电池基本原理；二次电池特性，包括容量、能量密度、功率、循环寿命、充放电曲线等。

2) 电池体系：二次电池正负极材料选取；电解液及添加剂特性；隔膜基本性质，包括粘结剂、导电剂和集流体。

3) 界面反应：电极界面电化学反应模型；充放电机理；集流体界面反应；电化学分析技术；等效电路模型；锂离子电池应用实例分析。

### 4.3 燃料电池

1) 燃料电池体系：燃料电池构建及基本原理；燃料电池效率及其影响因素。

2) 质子交换膜：质子膜结构及类型；质子传导模型；质子膜失效机制。

3) 气体扩散电极：气体扩散电极的扩散层特性；气体扩散电极的极化模型；电催化剂种类特点及其制备；电催化机制；燃料电池应用实例分析。

### 教材及参考书

- 1) 查全性等编著, 电极过程动力学导论 (第三版), 科学出版社, 2002 年 6 月
- 2) 李荻, 李松梅编著, 电化学原理 (第四版), 北京航空航天大学出版社, 2021 年 8 月