



## 研究生课程教学大纲

课程名称：	材料腐蚀电化学测试技术		
	Material Corrosion Electrochemical Testing Technology		
课程编号：	ZX14113T		
开课单位：	材料科学与工程学院	开课学期：	1
课内学时：	32	学分：	2
适用学科专业及层次：	材料科学与工程专业学位硕士生		
授课语言：	中文		
先修课程：			
负责人：	唐晓	团队成员：	李焰

### 一、课程简介

材料腐蚀电化学测试方法是材料科学与工程专业硕士研究生的专业选修课，目的使学生系统掌握腐蚀电化学测试的理论基础和主要测试技术。通过腐蚀电化学测试技术及其发展的深入介绍，使学生充分了解腐蚀电化学测试的基本内容，牢固掌握金属腐蚀速度的典型电化学稳态、暂态和电化学阻抗谱测试技术，拓展腐蚀研究思路和手段，培养腐蚀研究能力。

### 二、课程大纲

#### (一) 课程目标

目标 1：掌握金属电化学腐蚀的基本概念，能综合腐蚀电化学相关的基本概念与基础知识，进行电化学腐蚀的电极过程、电化学极化和/或浓差极化存在时的电极过程动力学以及金属的电化学腐蚀速度方程等复杂材料科学与工程问题的理论分析。

目标 2：掌握金属腐蚀速度的基本电化学测试技术，通过电极过程各基本过程对

时间响应的不同分析各基本过程和控制电极反应总过程。掌握电化学测试技术的基本原则，能够综合专业基础知识、电极过程动力学参数测量结果，进行金属腐蚀速度的测定和计算。

目标 3：掌握稳态极化曲线、恒电流充电曲线、恒电位充电曲线和电化学阻抗谱的测试技术和分析方法，能够就电化学极化控制、浓差极化控制和混合控制等电极反应速度控制步骤问题的关键环节进行综合分析。

目标 4：了解腐蚀电化学测试领域的行业标准，并能进行金属腐蚀速度的分析和计算，能分析电极过程的控制步骤。了解常见腐蚀电化学测试仪器的产业现状，掌握常见腐蚀电化学测试仪器的结构、功能及使用规范；熟练掌握不同测试技术的误差影响因素，接地方式，使用注意事项。

## （二）课程内容

### 第 1 章 绪论

本章重点难点：金属的电化学腐蚀，法拉第定律，电化学腐蚀速度，腐蚀电化学测试。

1.1 腐蚀的电化学本质

1.2 法拉第定律与电化学腐蚀速度

1.3 腐蚀电化学测试的任务

### 第 2 章 金属电化学腐蚀的基本原理

本章重点难点：腐蚀原电池模型，电极反应的耦合，混合电位理论，腐蚀极化图，电极过程，析氢腐蚀，吸氧腐蚀。

2.1 电化学腐蚀与腐蚀原电池模型

2.2 电极反应的耦合与混合电位

2.3 腐蚀极化图

2.4 电化学腐蚀的电极过程

2.5 析氢腐蚀

2.6 吸氧腐蚀

### 第 3 章 腐蚀电化学信号的测量

本章重点难点：电极电位的测量和控制，极化电流的测量和控制，电解池的设计和组装，电解质溶液，工作电极，参比电极、盐桥和鲁金毛细管，辅助电极，电化学测试仪器。

3.1 电极电位的测量和控制

3.2 极化电流的测量和控制

3.3 电解池

3.4 电解质溶液

- 3.5 工作电极
- 3.6 参比电极、盐桥和鲁金毛细管
- 3.7 辅助电极
- 3.8 电化学测试仪器

#### 第4章 稳态极化曲线与电极过程动力学方程式

本章重点难点：极化曲线，电极过程及其控制步骤，电极反应，交换电流，电化学极化，浓差极化，电极过程动力学方程式，金属电化学腐蚀速度方程式。

- 4.1 稳态极化曲线
- 4.2 电极过程与控制步骤
- 4.3 电极反应与交换电流
- 4.4 电化学极化方程式
- 4.5 浓差极化方程式
- 4.6 电化学极化与浓差极化同时存在的极化曲线
- 4.7 金属电化学腐蚀速度方程式

#### 第5章 稳态及准稳态测试技术

本章重点难点：电化学过程，稳态过程及其特点，稳态极化曲线，稳态极化测试技术，准稳态极化测试技术，阶梯波法测试技术，慢速扫描法测试技术，稳态测试技术在金属腐蚀研究中的应用。

- 5.1 电化学过程的分类
- 5.2 稳态过程的特点
- 5.3 稳态极化测试技术的分类
- 5.4 控制电流法与控制电位法稳态测量
- 5.5 三电极体系与电流和电位的测定
- 5.6 逐点调节和阶梯波法测定稳态极化曲线
- 5.7 慢速扫描法测定稳态极化曲线
- 5.8 稳态测试技术在金属腐蚀研究中的应用

#### 第6章 电化学暂态测试技术

本章重点难点：暂态过程及其特点，恒电流阶跃法测试技术，恒电位暂态法测试技术，电化学控制条件下的对称方波电流法测试技术、双脉冲电流法测试技术，控制电量法测试技术，暂态测试技术在金属腐蚀研究中的应用。

- 6.1 暂态过程的特点
- 6.2 暂态极化测试技术的分类
- 6.3 控制电流法暂态测试技术
- 6.4 控制电位法暂态测试技术
- 6.5 控制电量法暂态测试技术

## 6.8 电化学暂态测试技术在金属腐蚀研究中的应用

### 第 7 章 电化学阻抗谱技术

本章重点难点：阻抗与导纳，电化学阻抗谱，等效电路、等效元件及其连接方式，Kramers-Kronig 转换，法拉第导纳的数学模型，混合电位下的电化学阻抗谱，电化学阻抗谱的时间常数，扩散过程引起的阻抗，以正弦波激励信号测量交流阻抗的方法，时-频转换，阻抗数据的非线性最小二乘法拟合原理，等效电路法。

#### 7.1 电化学阻抗谱的基本概念

#### 7.2 电化学阻抗谱的测量方法

#### 7.3 电化学阻抗谱的等效电路拟合和分析

### 第 8 章 金属腐蚀速度的电化学测试技术

本章重点难点：线性极化法测定金属腐蚀速度，塔菲尔直线外推法测定金属腐蚀速度，弱极化区三点法测定金属腐蚀速度，电化学阻抗谱法测定金属腐蚀速度，电化学频率调制法测定金属腐蚀速度，金属局部腐蚀速度的测试技术，电偶腐蚀速度的测试技术。

#### 8.1 线性极化法测定金属腐蚀速度

#### 8.2 塔菲尔直线外推法测定金属腐蚀速度

#### 8.3 弱极化区三点法测定金属腐蚀速度

#### 8.4 恒电流暂态法测定金属腐蚀速度

#### 8.5 恒电位暂态法测定金属腐蚀速度

#### 8.6 电化学阻抗谱法测定金属腐蚀速度

#### 8.7 电化学频率调制法测定金属腐蚀速度

#### 8.8 金属局部腐蚀速度的测试技术

#### 8.9 电偶腐蚀速度的测试技术

## 三、教学安排及要求

内容	课内学时	教学方式	课外学时	课外环节	课程目标
第 1 章	2	理论讲授	2	文献阅读/线上学习	目标 1
第 2 章	2	理论讲授	2	文献阅读/线上学习	目标 1

第3章	2	理论讲授	2	文献阅读/线上学习	目标4
第4章	4	理论讲授	4	文献阅读/线上学习	目标2
第5章	4	理论讲授	4	文献阅读/线上学习	目标2
第6章	4	理论讲授	4	文献阅读/线上学习	目标3
第7章	8	理论讲授	8	文献阅读/线上学习	目标3
第8章	6	案例研讨	6	文献阅读/线上学习	目标4

#### 四、考核内容、方式及评分标准

##### (一) 考核环节

考核环节	总成绩占比	支撑课程目标
平时作业	20%	目标1、2、4
课堂表现	10%	目标2
专题报告/案例分析报告	20%	目标3
期末考试	50%	目标1-4

	释、简答题、作图题、分析题、计算题等。		
--	---------------------	--	--

## (二) 评分标准

考核环节	<60	60-75	75-90	90-100
平时作业	不能按时提交作业, 对腐蚀电化学的基本理论和专业知识掌握不好, 对相关行业标准、产业政策和法律法规缺乏了解。	按时提交作业, 对腐蚀电化学的基本理论和专业知识掌握一般, 对相关行业标准、产业政策和法律法规了解一般。	按时提交作业, 对腐蚀电化学的基本理论和专业知识掌握较好, 对相关行业标准、产业政策和法律法规比较了解。	按时提交作业, 对腐蚀电化学的基本理论和专业知识掌握牢固, 熟悉相关行业标准、产业政策和法律法规。
课堂表现	课堂报告准备不充分, 讲述逻辑不清楚, 分析存在较多错误, 总结比较片面, 不能正确回答问题, 对腐蚀电化学测试技术的基础理论和专业知识掌握得不好。	课堂报告准备一般, 讲述逻辑还算清楚, 分析存在少量错误, 总结不够全面, 回答问题时存在较多错误, 对腐蚀电化学测试技术的基础理论和专业知识掌握一般。	课堂报告准备比较充分, 讲述逻辑比较清楚, 分析、总结相对全面, 回答问题时存在少数错误, 对腐蚀电化学测试技术的基础理论和专业知识掌握较好。	课堂报告准备充分, 讲述逻辑清楚, 分析、总结全面, 能够正确回答问题, 对腐蚀电化学测试技术的基础理论和专业知识掌握牢固。
专题报告/案例分析报告	报告准备不充分, 撰写逻辑不清楚, 分析存在较多错误, 总结比较片面, 对腐蚀电化学测试技术的基础理论和专业知识掌握得不好。	报告准备比较一般, 撰写逻辑还算清楚, 分析存在少量错误, 总结不够全面, 对腐蚀电化学测试技术的基础理论和专业知识掌握一般。	报告准备比较充分, 撰写逻辑比较清楚, 分析、总结相对全面, 对腐蚀电化学测试技术的基础理论和专业知识掌握较好。	报告准备充分, 撰写逻辑清楚, 分析、总结全面, 对腐蚀电化学测试技术的基础理论和专业知识掌握牢固。

期末考试	对腐蚀电化学测试的理论基础掌握不好，对腐蚀电化学测试的基本内容缺乏必要了解，未能掌握金属腐蚀速度的电化学测试技术。	基本掌握腐蚀电化学测试的理论基础，了解腐蚀电化学测试的基本内容，对金属腐蚀速度的电化学测试技术掌握一般。	较好掌握腐蚀电化学测试的理论基础，比较了解腐蚀电化学测试的基本内容，对金属腐蚀速度的电化学测试技术掌握较好。	系统掌握腐蚀电化学测试的理论基础，充分了解腐蚀电化学测试的基本内容，牢固掌握金属腐蚀速度的电化学测试技术。

## 五、教材与参考资料

### （一）教材

1. 李焰教授等编著. 《材料腐蚀电化学测试技术》. 自编教材（校内胶印），2015，400千字

### （二）主要参考资料：

1. A.J.Bard, L.R.Faulkner. 《电化学方法、原理和应用》. 邵元华等译. 化学工业出版社，2005，统编教材
2. 曹楚南编著. 《腐蚀电化学原理》. 化学工业出版社，2008，统编教材
3. 张鉴清等编著， 《电化学测试技术》. 化学工业出版社，2010，统编教材。

## 六、其它说明

大纲执笔人： 唐晓

审核人（学位点负责人）：

分管院长签字：