



研究生课程教学大纲（模板）

| | | | |
|----------|--|----------|--------------------|
| 课 程 名 称： | 材料分析技术实验 | | |
| | Experiment on Material Analysis Technology | | |
| 课 程 编 号： | ZB14101M | | |
| | | | |
| 开 课 单 位： | 材料科学与工程学院 | 开 课 学 期： | 2 |
| 课 内 学 时： | 48 | 学 分： | 2 |
| 适 用 学 科 | 学科：材料科学与工程 | | |
| 专业及层次： | 专业：材料与化工、能源动力硕士研究生 | | |
| 授 课 语 言： | 中文 | | |
| 先 修 课 程： | 材料现代分析技术 | | |
| 负 责 人： | 曹宁 | 团 队 成 员： | 戴昉纳、孙霜青、王兆杰、李学达、王林 |

一、课程简介

本课程为能源与装备材料工程、能源材料工程专业领域硕士研究生的一门专业基础课程。课程内容涵盖材料微观形貌表征、物相结构组成分析、化学成分分析等方面的实验。课程内容主要包括：X射线衍射、扫描电子显微、EBSD、透射电子显微、电化学分析、光谱与能谱分析、热力学分析等材料现代分析技术的基本原理、主要应用、仪器使用规范和制样方法。课程目标是：旨在提高研究生对仪器原理、仪器使用操作方法、样品制备和实验数据分析处理等方面的能力，通过对实验过程和测试结果进行深入的分析和理解，培养学生发现问题、分析问题和解决问题的能力，为今后的生产实践和科学研究打下良好的基础。以期培养出兼具深厚理论基础和熟练实验操作技能的高素质工程类研究生。

二、课程大纲

（一）课程目标

目标 1：掌握现代材料分析技术的基本概念与基础知识，SEM、TEM、XRD、

EBSD、FTIR、电化学工作站、BET、TGA 等表征工具的工作原理，进行材料显微组织分析、物相表征、性能和失效行为预测等复杂材料工程问题的分析。

目标 2：掌握材料组织形貌和化学结构分析仪器的操作使用方法、维护保养要求以及特定样品的制备和实验数据分析方法。能够对不同类别的材料进行正确识别、判断并给出合理的材料分析路线。

（二）课程内容

实验 1 X 射线衍射技术

本章重点难点：X 射线衍射仪的工作原理、操作方法和定性/定量分析

1.1 X 射线及其衍射行为的物理本质

了解 X 射线的物理基础，掌握 X 射线衍射原理（布拉格方程），掌握 X 射线衍射分析方法，掌握粉晶 X 射线物相分析，了解 X 射线衍射技术的其它应用。

1.2 X 射线衍射仪的操作与表征结果分析

X 射线衍射仪的结构，X 射线衍射仪的工作原理，样品制备（粉末样品、块状样品、微量样品、薄膜样品），开机/测试/关机的基本操作，数据处理，物相定性/定量分析原理和方法

实验 2 光谱学与光谱分析技术

2.1 紫外-可见吸收光谱实验

重点难点：紫外-可见分光光度计的工作原理、固体/液体测试方法、定量分析方法、红外谱图的峰数、峰位与峰强以及特征基团的吸收频率

分子中的电子跃迁过程，紫外-可见吸收光谱的工作原理，峰强与浓度的定量关系，开机/关机的基本操作，液体/固体样品支架更换，样品测试操作及数据采集，材料的特征和定量分析

2.2 荧光光谱实验

重点难点：荧光激发光谱、荧光发射光谱、荧光强度与浓度的关系
荧光产生的原理，荧光激发光谱，荧光发射光谱，样品的制备（薄膜、液体），发射光谱的测试，激发光谱的测试，荧光纳米颗粒、荧光染料的荧光和激发光谱测试，数据记录及作图分析

2.3 傅里叶变换红外光谱实验

红外光谱的基本原理，以及红外吸收峰和特征吸收频率的理解。红外光谱在物质结构分析以及与其他分析方法的联用技术联用技术。

了解红外光谱区域的定性划分；掌握红外光谱仪的基本原理及构造，了解红外光谱吸收的产生条件。掌握红外光谱仪的使用、保养及有关注意事项。掌握简单红外谱图的定性分析。了解红外光谱的应用

2.4 液相色谱与气相色谱实验技术

重点难点：高效液相色谱与气相色谱分析工作原理与分析方法

高效液相色谱仪的基本原理和基本构成；高效液相色谱在化学成分分析中的应用技术介绍。气相色谱仪的基本原理和基本构成；气相色谱在化学成分分析中的应用技术介绍。

2.5 拉曼光谱分析技术

掌握拉曼光谱的基本概念，理解拉曼光谱的原理，掌握红外与拉曼法则。了解有机官能团的特征频率，了解拉曼光谱仪的组成结构，掌握不同样品的放置方法，了解拉曼光谱技术在材料研究的应用。

实验 3 扫描电子显微分析及能谱分析

3.1 扫描电子显微镜及能谱仪的基本原理

电子束与样品相互作用所产生的信号；扫描电子显微镜二次电子像、背散射电子像的衬度原理；影响扫描电镜分辨率的因素；扫描电镜的放大倍数；能谱仪的工作原理。

3.2 扫描电子显微镜的基本结构

扫描电子显微镜的电子光学系统、信号收集处理及图像显示记录系统、真空系统；电子枪、电磁透镜、扫描线圈、样品室及扫描电子显微镜的配件。

3.3 扫描电子显微镜的基本操作

样品的安装与拆卸、扫描电子显微镜的聚焦、像散调节、模式选择以及重要参数的设置；扫描电子显微镜照片的拍摄及存储。

3.4 能谱分析的基本操作

能谱分析的基本参数设置、基本操作；能谱分析的点分析、线分析及面分析的操作步骤及参数的设置。

3.5 扫描电子显微镜样品的制备

块体材料、粉末材料等样品的制备步骤及要点；喷碳、喷金设备的操作。

实验 4 电子背散射衍射分析

4.1 电子背散射衍射的基本原理

电子背散射衍射技术的晶体学基础；菊池带的产生原理；电子背散射衍射花样的标定原理。

4.2 电子背散射衍射的基本操作

样品的安装与拆卸；相机操作、菊池带的采集等基本参数的设置以及基本的操作步骤等；

4.3 电子背散射衍射技术成像及分析

晶粒取向分布及取向差；图像质量图及应力应变分析；晶粒形貌图及尺寸分析；晶界类型分析；物相鉴别；织构分析。

4.4 电子背散射衍射样品的制备

振动抛光、电解抛光等样品制备方法及其操作步骤。

实验 5 其他常用分析技术

5.1 多孔与粉体材料分析

了解气体吸脱附的基础知识，掌握多孔材料孔结构的分析方法，表面电荷和粒径分析，纳米材料的表面电荷界定，了解 Zeta 电位和 DLS 的检测原理、样品制备以及数据分析方法，学会如何判定和提高胶体纳米颗粒的稳定性

5.2 热力学实验了解热力学实验的基本原理

掌握如何选择合适的热力学测试方法，学会根据热力学实验结果分析材料性质

5.3 电化学实验

了解电极动力学过程，掌握极化曲线和电化学阻抗的测试和数据分析方法。

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 |
|------|------|-------|------|-----------|--------|
| 实验 1 | 8 | 实验/实训 | 8 | 撰写实验/实训报告 | 目标 1、2 |
| 实验 2 | 10 | 实验/实训 | 10 | 撰写实验/实训报告 | 目标 1、2 |
| 实验 3 | 10 | 实验/实训 | 10 | 撰写实验/实训报告 | 目标 1、2 |
| 实验 4 | 10 | 实验/实训 | 10 | 撰写实验/实训报告 | 目标 1、2 |
| 实验 5 | 10 | 实验/实训 | 10 | 撰写实验/实训报告 | 目标 1、2 |

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 |
|-------|--|-------|--------|
| 实验/实训 | 1. 本课程 8 个学时实验，共 2 次实验/实训。 2. 成绩采用百分制，根据实验/实训完成情况评分。 3. 考核学生对知识的综合应用能力。 | 50% | 目标 2 |
| 实验报告 | 1. 实验报告成绩采用百分制，卷面成绩总分 100 分。 2. 主要考核学生综合运用所学知识分析问题、解决问题的能力，题型主要有实验结果分析、操作规范等。 | 50% | 目标 1-2 |

（二）评分标准

| 考核环节 | <60 | 60-75 | 75-90 | 90-100 |
|-------|------|-----------------|---------------|-------------------|
| 实验/实训 | 无故旷课 | 无缺勤，上课回答问题基本正确。 | 无缺勤，上课回答问题正确。 | 无缺勤，上课回答问题正确，并能对学 |

| | | | | |
|------|-----------------|--------------------------|---|--|
| | | | | 科前沿知识有较深入理解。 |
| 实验报告 | 报告内容不完整，未掌握授课内容 | 报告内容基本完成，但错误较多，未完全掌握授课内容 | 报告完整，能够较好地掌握各类材料分析技术的原理、仪器结构和基本操作，结果分析正确。 | 报告完整，能够准确掌握各类材料分析技术的原理、仪器结构和基本操作，结果分析正确全面。 |

五、教材与参考资料

（正文为宋体小四号字。正式出版教材要求注明教材名称、作者姓名、出版社、是否自编教材；自编教材要求注明是否成册、编写者姓名、编写者职称、字数等。

（一）教材

1. 马毅龙，《材料分析测试技术与应用》，化学工业出版社，2017
2. 孟哲，《现代分析测试技术及实验》，化学工业出版社，2019
3. 王晓春，《材料现代分析与测试技术》，国防工业出版社，2010
4. 周玉，《材料分析方法》，机械工业出版社，2011
5. 朱明华、胡坪，《仪器分析（第四版）》，高等教育出版社，2008 年

（二）主要参考资料：

1. 杨平. 电子背散射衍射技术及其应用. 冶金工业出版社，2007；
2. 周玉. 材料分析测试技术——材料 X 射线衍射与电子显微分析. 哈尔滨工业大学出版社，2007

六、其它说明

大纲执笔人：

审核人（学位点负责人）：

分管院长签字：