



研究生课程教学大纲（模板）

课 程 名 称：	材料分析方法原理		
	Principles of Material Analysis Methods		
课 程 编 号：	ZB14404T		
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：	3
适 用 学 科 专业及层次：	全校学术学位博士/硕士生		
授 课 语 言：	中文		
先 修 课 程：	大学物理，大学化学		
负 责 人：	燕友果	团 队 成 员：	戴昉纳，康子曦，黄毅超

一、课程简介

本课程为材料科学与工程学科学术硕士的专业基础课程，同时课程面向全校其他学科硕士/博士生开放。课程主要讲解现代通用的材料分析方法，实现材料的成分、晶体结构等的分析与表征，并介绍相关测试设备和仪器的基本工作原理，测试结果的分析方法。课程内容包括 X 射线衍射、扫描电子显微镜、透射电子显微镜、离子探针、俄歇电子能谱仪、单晶-X 射线衍射仪、多孔材料的孔结构表征、色谱分析等材料结构表征技术。本课程通过组织了多位在相关材料结构分析表征深有造诣的教授学者，结合自己的科学研究工作分别对上述仪器的原理及应用进行讲解，并同步配合实验室的演示操作，使选修课程的研究生得到全面的知识体系传授，为后续研究生阶段的科学研究工作奠定仪器分析的基础。

二、课程大纲

（一）课程目标

目标 1：掌握材料分析表征的基本概念，了解材料成分、结构表征的必要性，为

材料合成及性能表征奠定理论基础。

目标 2: 掌握常用的材料表征分析方法包括 X 射线衍射、扫描电子显微镜、透射电子显微镜、离子探针、俄歇电子能谱仪、单晶-X 射线衍射仪、多孔材料的孔结构表征、色谱分析等的原理、仪器设备结构、测试方法以及测试结果的分析。

目标 3: 在现有材料表征方法的基础上, 了解材料表征分析方法的发展趋势, 以及在各行各业的应用情况, 能够对材料分析表征方法的发展前景及应用领域具有较清晰的认识。

(二) 课程内容

第 1 章 X 射线衍射分析原理

本章重点难点: X 射线分析测试的原理、粉末 X 射线衍射的原理

1.1 X 射线物理学基础

X 射线的产生与性质, X 射线谱, X 射线与物质的相互作用; 吸附及吉布斯等温吸附式。

1.2 晶体学基础

正空间点阵; 倒易点阵。

1.3 X 射线衍射方向

衍射理论概述, 布拉格方程, 衍射矢量方程与 Ewald 图解, 常见的衍射方法

1.4 X 射线衍射强度

一个电子对 X 射线的散射, 一个原子对 X 射线的散射, 一个晶胞对 X 射线的散射, 一个晶体的衍射与干涉函数, 粉末多晶体衍射强度

第 2 章 多晶体 X 射线衍射分析方法及应用

本章重点难点: X 射线衍射仪工作原理, 点阵常数的精确测定

2.1 多晶体 X 射线衍射分析方法

粉末照相机, X 射线衍射仪

2.2 X 射线物相分析

物相的定性分析, 物相的定量分析

2.3 点阵常数的精确测定

基本原理, 点阵常数测量中误差的来源, 精确测定点阵常数的方法, 点阵常数精确测定的应用

2.4 宏观应力测定

X 射线测定各类应力概述, X 射线应力测定的基本原理, 宏观应力测定方法, X 射线应力测定中的一些问题

第 3 章 透射电子显微镜

本章重点难点: 电子衍射原理, 质厚衬度原理

3.1 透射电子显微镜结构

光学显微镜的分辨率，电子波的波长，电磁透镜，电磁透镜的像差与分辨率电磁透镜的景深和焦长，透射电子显微镜的结构与成像原理，透射电镜的主要部件与工作原理

3.2 电子衍射

电子衍射原理，电子显微镜中的电子衍射，单晶电子衍射花样标定，多晶电子衍射花样，复杂电子衍射花样

3.3 电子显微图像

质厚衬度原理，衍射衬度，相位衬度

3.4 透射电子显微镜样品制备

复型样品制备，从大块材料上制备薄膜样品，粉末样品制备

3.5 透射电镜在材料分析中的应用

复型技术在材料分析方面的应用，薄膜技术在材料分析方面的应用

第4章 扫描电子显微镜及电子探针

本章重点难点：表面形貌衬度原理，原子衬度原理

4.1 扫描电子显微镜

电子束与固体样品的相互作用，扫描电镜的构造和工作原理，扫描电镜的主要性能，表面形貌衬度原理及其应用，原子衬度原理及其应用

4.2 电子探针

电子探针仪的结构与工作原理，波长分散谱议，能量分散谱议，电子探针仪的分析方法及应用

第5章 表面分析技术

本章重点难点：离子探针仪工作原理，俄歇电子能谱仪

5.1 离子探针（SIM）

高能离子束与固体样品的交互作用，离子探针仪结构及工作原理，质谱图分析及应用

5.2 俄歇电子能谱仪（AES）

俄歇电子的产生，俄歇谱仪的构造和俄歇电子的检测，谱线分析，俄歇电子能谱技术的应用

第6章 单晶-X射线衍射仪的使用

本章重点难点：单晶-X射线衍射仪的测试原理

6.1 单晶-X射线衍射仪的原理、结构

单晶-X射线衍射仪组成：主要包括光源系统、测角系统、探测器系统和计算机4大部分，单晶-X射线衍射仪的测试原理及实验室操作演示与结果分析。

6.2 单晶-X射线衍射仪操作流程与维护

单晶衍射仪的使用流程与注意事项，X-射线单晶衍射仪各部件的维护与数据处

理。

第 7 章 多孔材料的孔结构表征

本章重点难点：气体吸附基本理论、吸附曲线类型和不同的吸附模型

7.1 孔材料和气体吸附基础

讲解孔材料的基本知识，包括孔材料分类、表征常用术语和孔道的描述方式等；以气体吸附为主介绍孔结构的分析手段，气体吸附基本理论、吸附曲线类型和不同的吸附模型。

7.2 孔材料多孔性的实验评估及其数据处理

讲解材料多孔性测试的实验过程：样品准备、预处理活化、脱气处理、实验条件选择及参数设置和样品回收；通过实际案例，学习吸附数据的处理：原始数据导出、孔径分布及比表面积计算、吸附焓及理论吸附选择性计算。

第 8 章 色谱分析仪器

本章重点难点：气相色谱仪/高效液相色谱仪的结构及工作原理

8.1 气相色谱仪 GC

气相色谱仪的概念、基本结构、工作原理及其应用，实际仪器进行操作练习。

8.2 高效液相色谱仪 HPLC

高效液相色谱仪的概念、基本结构、工作原理及其应用，实际仪器进行操作练习。

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
1.1	2	(理论讲授/实验实践/案例研讨/), 若为实验/实训)	1	(文献阅读/线上学习/案例分析/专题调研等)	目标 1、2
1.2	2	理论讲授	1	文献阅读	目标 1、2
1.3	2	理论讲授	1	文献阅读	目标 1、2
1.4	2	理论讲授	1	文献阅读	目标 1、2
2.1	2	理论讲授	1	文献阅读	目标 1、2
2.2	2	理论讲授	1	文献阅读	目标 1、2
2.3	2	理论讲授	1	文献阅读	目标 1、2

2.4	2	理论讲授	1	案例分析	目标 2、3
3.1	2	理论讲授	1	文献阅读	目标 1、2
3.2	2	理论讲授	1	文献阅读	目标 1、2
3.3	2	理论讲授	1	文献阅读	目标 1、2
3.4	2	理论讲授	1	文献阅读	目标 1、2
3.5	2	理论讲授	1	案例分析	目标 2、3
4.1	3	理论讲授	1	文献阅读/案例分析	目标 1、2、3
4.2	3	理论讲授	1	文献阅读/案例分析	目标 1、2、3
5.1	2	理论讲授	1	文献阅读/案例分析	目标 1、2、3
5.2	2	理论讲授	1	文献阅读/案例分析	目标 1、2、3
6.1	2	理论讲授	1	文献阅读/案例分析	目标 1、2、3
6.2	2	理论讲授	1	文献阅读/案例分析	目标 1、2、3
7.1	2	理论讲授	1	文献阅读/案例分析	目标 1、2、3
7.2	2	理论讲授	1	文献阅读/案例分析	目标 1、2、3
8.1	2	理论讲授	1	文献阅读/案例分析	目标 1、2、3
8.2	2	理论讲授	1	文献阅读/案例分析	目标 1、2、3

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	1. 每章布置 1-2 个题目。 2. 成绩采用百分制, 根据作业完成准确性、是否按时上交、是否独立完成评分。 3. 考核学生对基本知识的掌握能力, 综合运用所学知识分析问题、解决问题的能力, 题型主要有分析计算、调研报告、案	20%	目标 1、2

	例分析报告、文献综述等。		
课堂表现	采用雨课堂，预设选择题，简单题，考核学生掌握知识情况	20%	目标 1、2
期末考试	1. 闭卷考试，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，题型主要有简答题、作图题、分析题、计算题等。	60%	目标 1-3

（二）评分标准

考核环节	<60	60-75	75-90	90-100
平时作业	问题不正确	基本正确，但不全面	正确	正确且有独立观点
课堂表现	雨课堂回答问题给出成绩			
期末考试	卷面成绩			

五、教材与参考资料

（一）教材

1. 编著者，《教材名称》，出版社，出版年度；
2. 编著者，《教材名称》，出版社，出版年度。

（二）主要参考资料：

参考书目格式如下：

1. 陈玉清，陈云霞主编，材料结构与性能，化学工业出版社，2014。
2. 吴刚主编，材料结构表征及应用，化学工业出版社，2002。
3. 马毅龙主编，材料分析测试技术与应用，化学工业出版社，2017。
4. 齐海群主编，材料分析测试技术，北京大学出版社，2011。

六、其它说明

大纲执笔人：燕友果、戴昉纳、康子曦、黄毅超 审核人（学位点负责人）：

分管院长签字：