

## 《材料的现代分析技术》课程教学大纲

### 一、课程基本信息

- 1、课程代码: 0420030
- 2、课程名称: 材料的现代分析技术 / Modern analytical technique of the material
- 3、学时/学分: 48 学时 / 6 学分
- 4、先修课程: 材料科学基础、;
- 5、面向对象: 本科生
- 6、开课院(系): 材料学院
- 7、教材、教学参考书:

材料分析测试技术 - 材料 X 射线衍射与电子显微分析、周玉、武高辉, 哈尔滨工业大学出版社, 2004 年

近代分析测试技术. 李占双. 景晓燕. 哈尔滨工程大学出版社. 2005 年

金属 X 射线衍射学. 马氏良. 西北工业大学出版社. 1997 年

### 二、课程性质和任务

本课程主要介绍采用 X 射线衍射和电子显微镜来分析材料的微观组织结构与显微成分的方法。使学生了解材料现代分析技术必要的理论基础, 基本知识和技能。并为在材料科学领域内应用这些技术, 解决实际问题打下基础。

通过学习基本掌握 X 射线衍射、电子显微分析, 扫描电子显微镜等的基本原理和基本方法。了解常用分析方法的应用领域和实验结果的处理及分析方法。

### 三、教学内容和基本要求

绪 论

介绍本课程在材料科学领域中的应用，简介材料的微观组织结构与材料性能的关系以及检测方法。课程的目的、任务及内容简介。

## 第一章 X射线的性质

主要介绍 X 射线的本质、X 射线的产生、X 射线谱、X 射线与物质的相互作用，其中包括 X 射线的散射，相干散射，非相干散射。X 射线的吸收，X 射线的吸收与吸收系数。二次特征辐射，俄歇效应。试验过程的阳极与滤波片的选择。通过学习是同学们基本掌握 X 射线的本质和 X 射线与材料的相互作用所能产生的信息和基本分析方法。

## 第二章 X 射线衍射方向

晶体几何基础，衍射的概念与布拉格方程，产生衍射的条件，衍射的方向以及布拉格方程的应用。衍射实验方法，包括劳厄法，粉末法等。

## 第三章 X 射线衍射强度

X 射线衍射强度，X 射线积分（积累）强度，2. 结构因子概念及计算。一个电子对 X 射线的散射强度。一个原子对 X 射线的散射，原子散射因子。一个晶胞对 X 射线的散射，

多晶体的衍射强度，结构因子、角因子、多重性因子、吸收因子和温度因子。粉末法的衍射线强度。积分强度的计算方法。

## 第四章 多晶体分析方法

X 射线衍射仪简介，测角仪的构造及衍射几何，X 射线探测器简介。衍射仪的测量方法，衍射图谱的分析与标定。点阵常数的精确测定，实验误差的来源，提高精度的途径。

## 第五章 X 射线物相分析

物相的定性分析：物相分析原则，粉末衍射卡片介绍，应用举例。

物相的定量分析：定量分析原理与方法，直接对比法，其它方法简介。

## 第六章 宏观应力测量

内应力的定义，X射线测量单轴应力测量的基本原理。平面应力测量原理，残余应力测试公式的建立。 $\text{Sin}^2\psi$ 法基本原理。

试验方法：衍射仪法，应力仪法。试验精度的保证，衍射峰位置的确定。

## 第七章 电子光学基础

电子波与电磁透镜，电磁透镜的像差与分辨本领，电磁透镜的分辨本领的影响因素及计算公式

## 第八章 透射电子显微镜

透射电子显微镜的成像系统，主要部件的结构与工作原理，分辨本领及放大倍数测定。

## 第九章 电子衍射

电子衍射基本原理及衍射基本公式、有效相机常数、选区电子衍射和磁转角，其中包括布拉格定律，倒易点阵与厄瓦尔德图解法，晶带定理与零层倒易面，结构因子与倒易点阵权重，偏移矢量与倒易点阵扩展。

单晶体电子衍射花样的标定，钢中典型组织相的衍射花样标定。复杂衍射花样简介包括高阶劳厄斑点，超点阵斑点，二次衍射斑点，孪晶斑点，菊池线。

## 第十章 晶体薄膜衍衬成像分析

薄膜样品制备，薄膜衍衬成像原理。衍衬成像运动学理论，等厚消光条纹，等倾消光条纹，缺陷晶体的衍射强度，晶体缺陷的观察，缺陷不显衬度的判据。

## 第十一章 扫描电子显微镜

电子束与固体样品作用时产生的信号，扫描电子显微镜的构造、性能和工作原理。二次电子成像原理，二次电子形貌衬度的应用。原子序数衬度原理及其应用，背散射电子衬度原理及其应用，吸收电子成像。

## 第十二章 电子探针显微分析

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

## 第十三章 其它显微分析方法简介

离子探针, 低能电子衍射, 俄歇电子能谱仪, 场离子显微镜, 扫描隧道显微镜与原子力显微镜, X射线光电子能谱仪。

#### 四、实验内容和基本要求

1. X射线衍射仪、透射电子显微镜和扫描电子显微镜演示实验。
2. 立方晶系衍射图谱的标定。(课堂计算)
3. 非立方晶系的衍射图谱的标定。(课堂计算)
4. 电子衍射图谱的标定。(课堂计算)

#### 五、各教学环节学时分配

学时 \ 项目	讲课	习题课	讨论课	实验课	其他	合计
绪论	1					1
第一章	2					2
第二章	2			2		4
第三章	3					3
第四章	5					5
第五章	3			2		5
第六章	3					3
第七章	3					3
第八章	2					2
第九章	4			2		6
第十章	4					4
第十一章	4					4
第十二章	3					3
第十三章	5				2	7

## 六、对学生能力培养的要求

通过学习本课程，使同学们了解和掌握材料现代分析技术中必须的理论基础、基本知识和技能。了解 X 射线衍射、电子显微镜以及其它显微组织结构和成分的分析方法和技术。在掌握各种分析方法的基本原理的基础上，着重了解和掌握各种测试结果的解读和标定。注意培养学生的解决问题的能力，使同学们在今后进行材料研究过程中，能应用所学知识和技能，解决研究过程中所遇到的实际问题。

## 七、其它说明

本课程主要以 X 射线衍射学和电子显微分析为主，同时对材料微观结构和成分分析进行简介。课程内容可根据学时的多少进行调整。

教学中注重学生试验分析能力的培养，基本掌握各种分析方法的原理和分析步骤。为了帮助学生对各章内容的理解，根据讲课内容布置一定量的作业，帮助学生巩固所学知识。

课堂计算可根据教学内容进行安排，也可在课程教学中穿插进行。学时数可根据内容进行调整。

## 八、考核方法：

闭卷考试

撰写人：张建国

制定日期：2006. 3. 18

审定人：×××

审定日期：

学院审查意见：

主管院长：