

## 《材料分析测试方法》教学大纲（06）

课程编号：

学 时： 52+12 学 分： 4

课程性质： 专业基础课

选课对象： 金属材料、无机非金属、材料物理、其他学院

先修课程： 大学物理，材料科学基础，金属材料学，材料热处理等，

内容概要：主要内容为，1.是金属的 X 射线衍射学，2.透射电子显微学，3.扫描电子显微镜，4.电子分析，6.其它分析方法简介。

选用教材：黄新民主编《材料分析测试方法》，国防工业出版社，北京，2006，1。

主要参考书：周玉主编《材料分析测试技术》，哈尔滨工业大学出版社，哈尔滨，1998，8。

谈育铄编《材料研究方法》，机械工业出版社，北京，2004，6。

### 一、课程的目的

本课程系金属材料工程专业的专业基础课程。通过学习，使学生掌握材料分析测试方法的基本原理，分析仪器的基本结构与工作原理，并对各种分析仪器的在材料分析研究中应用有个基本了解，以培养测试方法为材料科学研究服务。

### 二、课程的基本要求

1. 对重要的基本概念与基本原理了解其来源、含义与适用范围。
2. 能初步运用所学理论及方法，分析有关材料组织结构、成分等简单的实际问题。
3. 能熟悉各种分析仪器基本结构与工作原理，以及样品制备方法。了解分析仪器的应用范围。
4. 初步掌握实验结果的分析方法与技术。

### 三、与其它课程的联系和分工

本课程的先修课是大学物理与材料科学基础。联系较多的是大学物理中的光、波、电部分以及材料晶体结构、晶体缺陷等部分。材料科学基础中的有关内容，在本课程中均属应用，未有重复。本课程用各种仪器研究分析材料结构成分等有关内容。

金属材料专业适用

### 一、大纲内容

#### 绪论

#### 第一章 X 射线的性质

X 射线在电磁波谱中的波段， X 射线的本质；

X 射线产生条件及 X 射线管；

X 射线谱，连续谱，特征谱产生机理；

X 射线与物质的相互作用，相干散射，非相干散射，X 射线的吸收，吸收系数，吸收限，X 射线衰减实际中的应用，选靶与滤波片。

X 射线的防护。

#### 第二章 X 射线衍射

晶体几何学，布拉格方程与讨论；

\*倒易点阵，定义与性质，衍射矢量方程；

\*爱瓦尔德图解；

三种衍射方法。

一个电子的衍射强度，一个原子的衍射强度，一个晶胞的衍射强度与结构因子；

多晶体衍射强度，多重性因子，罗仑兹因子，吸收因子，温度因子，粉末衍射强度；

积分强度

### 第三章 多晶体 X 射线衍射分析方法

粉末照相法（德拜照相法）；

X 射线衍射仪法；

衍射仪的测量方法与实验参数，衍射线的指标化；

### 第四章 X 射线衍射方法的实际应用

点阵常数测量中的误差来源，点阵常数的精确测定

定性分析的原理和分析思路；

粉末衍射卡的组成；

PDF 卡片的索引；

物相定性分析方法

物相定量分析方法

X 射线应力测定原理，单轴应力测定原理，平面应力测定原理；

实验方法，衍射仪法，应力仪法

实验精度的保证及测试原理的适用条件

### 第五章 透射电子显微镜的结构

电子波与电磁透镜；

电磁透镜的像差与分辨本领

电磁透镜的景深与焦长

透射电子显微镜的结构与成像原理，照明系统，成像系统，观察记录系统；

主要部件（测角器、样品杆、消像散器、光栏）的结构与工作原理；

透射电子显微镜的发展

### 第六章 电子衍射

电子衍射与 X 射线衍射的比较；

电子衍射原理，布拉格方程、倒易点阵、偏离矢量、电子衍射基本公式；

电子显微镜中的电子衍射，有效相机常数，选区衍射，磁偏转角；

单晶体电子衍射花样的标定

复杂电子衍射花样，高阶劳埃斑点，超点阵斑点、二次衍射斑点、孪晶斑点，菊池衍射花样。

### 第七章 电子显微图像

概述；

衍衬成像原理；

质厚衬度；

衍衬衬度

相位衬度

样品的制备

### 第八章 扫描电子显微镜与电子探针显微分析

电子束与固体样品相互作用时产生的物理信号；

扫描电子显微镜的结构和工作原理；

扫描电子显微镜的主要性能；

表面形貌衬度原理及其应用；

原子序数衬度原理及其应用。

电子探针仪的结构与工作原理，

电子探针仪的分析方法及应用，波谱仪，能谱仪。

### 第九章 光谱分析简介

光谱分析基本原理

原子光谱

分子光谱

第十章 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

扫描隧道电子显微镜和原子力显微镜

X 射线光电电子能谱仪

二、课时学时分配

讲课 52 学时

绪论 2

第一章 X 射线的性质 4

第二章 X 射线衍射 6

第三章 多晶体 X 射线衍射分析方法 4

第四章 X 射线衍射方法的实际应用 6

第五章 透射电子显微镜的结构 4

第六章 电子衍射 6

第七章 电子显微图像 4

第八章 扫描电子显微镜与电子探针显微分析 6

第九章 光谱分析简介 6

第十章 其它显微分析方法简介 4

实验： 12 学时

1. 衍射仪结构与实验 2

2. X 射线物相定性分析 2

3. 透射电子显微镜结构与工作原理 2

4. 选区电子衍射及明、暗场成像 2

5. 扫描电子显微镜 2

6. 电子探针（能谱仪） 2

三、课程的性质和任务

1. 本课程是金属材料专业的一门专业基础课，在于使学生具备材料结构分析表征所需的基础理论、基本技能。

2. 学习本课程应达到的要求

（1）了解 X 射线衍射和透射电子显微镜（TEM）、扫描电子显微镜（SEM）和光谱分析在材料科学解决的问题及其基本原理和方法。

（2）读懂一般专业文献中的 X 射线衍射、TEM 和 SEM 分析的图象、图片与结果。

（3）能与从事 X 射线衍射、TEM 和 SEM 分析的专业技术人员共同讨论在材料科学研究方面的实验结果。

（4）为从事 X 射线衍射、TEM 和 SEM 分析工作打下初步基础。

（5）在重点学习 X 射线衍射、TEM 和 SEM 分析后进一步了解其它分析方法。

3. 课程内容的说明

（1）在 X 射线衍射有关章节中着重讲述 X 射线的性质、X 射线衍射的方向和强度、X 射线衍射方

衍射仪法)中重点是衍射仪法;物相分析方法的重点是定性分析方法。

(2) X射线衍射应力分析可根据具体情况有选择地介绍部分内容,主要内容是应力分析方法、谢

(3) TEM分析的重点是电子光学基础、电子衍射和衍衬衬度。

(4) SEM分析的着重点是电子束与固体样品相互作用后产生的各种物理信号、二次电子衬度原理

(5) 电子探针着重介绍能谱仪及其应用。

(6) 其它分析方法只作简介。

(7) 本课程的原理部分比较抽象,实验及分析过程与仪器的工作原理密切相关,学生必须在掌握才能从事分析和实验工作,因此,在讲授时应确保讲清重点部分内容。

(8) 大纲中所列讲课学时可根据具体情况有所增减。实验内容也可以根据学校实际情况开设。

