《材料现代测试方法》课程教学大纲

**一、课程基本信息**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **英文名称** | Modern analysis technology for materials | **课程代码** | MCHM3006 |
| **课程性质** | 专业必修课程 | **授课对象** | 材料科学与工程，功能材料 |
| **学 分** | 3 | **学 时** | 36 |
| **主讲教师** | 袁莉 | **修订日期** | 2021年5月 |
| **指定教材** | 常铁军 刘喜军 主编，材料近代分析测试方法，哈尔滨工业大学出版社，2018年7月 |

**二、课程目标**

（一）**总体目标：**

（以三维目标即知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观的形式反映核心素养观念和内容，其中核心素养不仅关注学生“当下发展”，更关注学生“未来发展”所需要的正确价值观念、必备品格和关键能力，即把知识、技能和过程、方法提炼为能力，把情感态度、价值观提炼为品格）（五号宋体）

本课程主要介绍X射线物理学基础、X射线运动学衍射理论、X射线衍射方法、多晶体的物相分析、宏观应力测定、电子与物质的交互作用、透射电子显微镜分析、扫描电子显微分析、材料表面分析技术（俄歇电子能谱仪分析、X射线光电子能谱仪分析、原子探针显微分析）、扫描探针显微镜、核磁共振与电子自旋共振波谱、固体高聚物的小角光散射、热分析技术、红外光谱与拉曼光谱、色谱及色质联机技术等内容。通过讲授该课程，使学生了解并不同分析测试仪器的结构与原理、应用领域，掌握材料分析的制样方法、图谱解析法及结果分析处理方法等。材料测试方法作为获悉材料结构与性能的技术，在指导制备和发展高性能结构材料方面具有不可或缺的地位，先进的材料分子技术往往是一个国家高端技术和综合国力的体系。通过该课程的学习，使学生意识到将知识转化为科技力量的重要性，树立为强国志向。

（二）课程目标：

（课程目标规定某一阶段的学生通过课程学习以后，在发展德、智、体、美、劳等方面期望实现的程度，它是确定课程内容、教学目标和教学方法的基础。）

**课程目标1：**

能将材料测试方法专业知识用于推断材料设计与合成的极限和优化工艺

**课程目标2：**

通过该课程学习，能对实验数据及谱图选择合适的分析技术处理数据。

**课程目标3：**

能够在安全、环境、法律等现实约束条件下，通过材料测试技术评价材料的结构与性能，使用性。

**课程目标4：**

基于材料的结构与性能，熟悉材料的结构与性能的表征手段。

**课程目标5：**

能够了解常见结构与性能的表征仪器设备与分析技术，并理解仪器设备及分析方法的使用局限性。

**课程目标6：**

能应用材料测试方法评价材料对社会、健康、安全等问题。

**课程目标7：**

能够正确认识材料测试技术对材料制备与性能评价的重要性。

（要求参照《普通高等学校本科专业类教学质量国家标准》，对应各类专业认证标准，注意对毕业要求支撑程度强弱的描述，与“课程目标对毕业要求的支撑关系表一致）（五号宋体）

（三）课程目标与毕业要求、课程内容的对应关系

**表1：课程目标与课程内容、毕业要求的对应关系表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课程目标** | **对应课程内容** | **对应毕业要求** |
| 课程目标1 | 第一章、第二章、第三章、第四章、第五章、第七章、第八章、第九章、第十章、第十一章、第十二章、第十三章、第十四章、第十五章 | 1.3能将工程与专业知识用于判别材料设计与合成的极限和优化途径。 |
| 课程目标2 | 第一章、第二章、第三章、第四章、第五章、第七章、第八章、第九章、第十章、第十一章、第十二章、第十三章、第十四章、第十五章 | 2.3具备对材料科学与工程专业的复杂工程问题进行分析和求解的能力。 |
| 课程目标3 | 第一章、第二章、第三章、第四章、第五章、第七章、第八章、第九章、第十章、第十一章、第十二章、第十三章、第十四章、第十五章 | 3.2能够在安全、环境、法律等现实约束条件下，通过技术经济评价对设计方案的可行性进行研究。 |
| 课程目标4 | 第一章、第二章、第三章、第四章、第五章、第七章、第八章、第九章、第十章、第十一章、第十二章、第十三章、第十四章、第十五章 | 4.1掌握材料的合成、加工的实验方法，熟悉材料的结构与性能的表征手段。 |
| 课程目标5 | 第一章、第二章、第三章、第四章、第五章、第七章、第八章、第九章、第十章、第十一章、第十二章、第十三章、第十四章、第十五章 | 5.4能熟练使用新型仪器、设备制备或表征材料性能，并理解仪器或设备的使用局限性。 |
| 课程目标6 | 第一章、第二章、第三章、第四章、第五章、第七章、第八章、第九章、第十章、第十一章、第十二章、第十三章、第十四章、第十五章 | 6.2能评价材料科学与工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响。 |
| 课程目标7 | 第一章、第二章、第三章、第四章、第五章、第七章、第八章、第九章、第十章、第十一章、第十二章、第十三章、第十四章、第十五章 | 7.2能正确认识并评价材料工程实践对客观世界的影响。 |

（大类基础课程、专业教学课程及开放选修课程按照本科教学手册中各专业拟定的毕业要求填写“对应毕业要求”栏。通识教育课程含通识选修课程、新生研讨课程及公共基础课程，面向专业为工科、师范、医学等有专业认证标准的专业，按照专业认证通用标准填写“对应毕业要求”栏；面向其他尚未有专业认证标准的专业，按照本科教学手册中各专业拟定的毕业要求填写“对应毕业要求”栏。）

**三、教学内容**（四号黑体）

（具体描述各章节教学目标、教学内容等。实验课程可按实验模块描述）

**第一章 X射线物理学基础**（小四号黑体）

1.教学目标 （五号宋体）

了解X射线的本质；X射线谱；X射线与物质的相互作用。

2.教学重难点

X射线与物质的相互作用机理。

3.教学内容

第一节 X射线的本质

第二节 X射线谱

第三节 X射线与物质的相互作用

4. 教学方法

讲授为主，讨论为辅。

5.教学评价

作业、提问

**第二章 X射线运动学衍射理论**

1.教学目标

了解X射线衍射方向；倒易点阵及其性质；X射线衍射强度；重点掌握布拉格方程。

2.教学重难点

布拉格方程的应用。

3.教学内容

第一节 X射线衍射方向

第二节 布拉格方程的讨论

 第三节 倒易点阵

第四节 X射线衍射强度

4.教学方法

讲授为主，讨论为辅。

5.教学评价

作业、提问

**第三章 X射线衍射方法**

1.教学目标

了解X射线衍射方法、实验条件选择及试样制备。

2.教学重难点

X射线衍射方法中实验条件选择。

3.教学内容

第一节 粉末照相法

第二节 X射线衍射仪

4.教学方法

讲授为主，讨论为辅。

5.教学评价

作业、提问

**第四章 X射线衍射方法**

1.教学目标

掌握物相的定性与定量分析分析步骤。

2.教学重难点

物相的定性与定量分析原理。

3.教学内容

第一节 物相的定性分析

第二节 物相的定量分析

4.教学方法

讲授为主，讨论为辅。

5.教学评价

作业、提问

**第五章 宏观应力测定**（小四号黑体）

1.教学目标 （五号宋体）

了解宏观应力测定。

2.教学重难点

宏观应力测定分析方法。

3.教学内容

第一节 X射线应力测定的基本原理

 第二节 试验方法

第三节 试验精度的保证及测试原理的适用条件

4.教学方法

讲授为主，讨论为辅。

5.教学评价

作业、提问

**第六章 电子与物质的交互作用**（小四号黑体）

1.教学目标 （五号宋体）

了解电子与物质的交互作用信息。

2.教学重难点

电子与物质相互作用原理。

3.教学内容

第一节 散射

 第二节 高能电子与样品物质交互作用产生的电子信息

4.教学方法

讲授为主，讨论为辅。

5.教学评价

作业、提问

**第七章 透射电子显微分析**（小四号黑体）

1.教学目标 （五号宋体）

了解透射电镜的结构及应用，常见的几种电子衍射谱；掌握电子衍射花样的标定。

2.教学重难点

单晶体电子衍射花样图的标定。

3.教学内容

第一节 透射电镜的结构及应用

第二节 电子衍射

第三节 透射电子显微分析样品制备

第四节 薄晶体样品的衍射成像原理

4.教学方法

讲授为主，讨论为辅。

5.教学评价

作业、提问

**第八章 扫描电子显微分析**（小四号黑体）

1.教学目标 （五号宋体）

了解扫描电镜工作原理，扫描电镜在材料研究中的应用；了解波谱结构及工作原理。

2.教学重难点

材料的断裂机理分析。

3.教学内容

第一节 扫描电镜工作原理、构造和性能

第二节 扫描电镜在材料研究中的应用

第三节 波谱结构及工作原理

第四节 能谱仪结构及工作原理

第五节 电子探针分析方法及微区成分分析技术

4.教学方法

讲授为主，讨论为辅。

5.教学评价

作业、提问

**第九章 材料表面分析技术**（小四号黑体）

1.教学目标 （五号宋体）

掌握电子探针分析方法及微区成分分析技术；掌握俄歇电子能谱仪分析与应用及X射线光电子能谱仪分析与应用。

2.教学重难点

材料的定性与定量分析技术。

3.教学内容

第一节 俄歇电子能谱仪分析

第二节 X射线光电子能谱仪分析

第三节 原子探针显微分析

4.教学方法

讲授为主，讨论为辅。

5.教学评价

作业、提问

**第十章 扫描探针显微镜**（小四号黑体）

1.教学目标 （五号宋体）

了解扫描探针显微镜（SPM）的基本原理；掌握扫描隧道显微镜（STM）和原子力显微镜在材料研究中的应用。

2.教学重难点

显微镜工作模式的选择。

3.教学内容

第一节 扫描探针显微镜（STM）的基本原理

第二节 扫描隧道显微镜（STM）在材料研究中的应用

第三节 其他扫描探针显微镜简介

第四节 扫描隧道显微镜（STM）的硬度及磨损测试

第五节 扫描隧道显微镜（STM）的计量化

4.教学方法

讲授为主，讨论为辅。

5.教学评价

作业、提问

**第十一章 核磁共振与电子自旋共振波谱**

1.教学目标 （五号宋体）

了解核磁共振的基本原理 ；掌握核磁共振谱线特征、核磁共振实验方法、核磁共振在高聚物研究中的应用。了解电子自旋共振波谱，掌握电子自旋共振波谱在高聚物研究中的应用。

2.教学重难点

核磁共振谱图分析。

3.教学内容

第一节 核磁共振的基本原理

第二节 电子自旋共振波谱

4.教学方法

讲授为主，讨论为辅。

5.教学评价

作业、提问

**第十二章 固体高聚物的小角光散射**

1.教学目标 （五号宋体）

了解小角激光光散射基本原理与实验方法；掌握光散射技术在高聚物研究中的应用。

2.教学重难点

光散射技术研究高聚物结构。

3.教学内容

第一节 小角激光光散射

第二节 光散射技术在高聚物研究中的应用

4.教学方法

讲授为主，讨论为辅。

5.教学评价

作业、提问

**第十三章 热分析技术**

1.教学目标 （五号宋体）

了解差热分析的原理及应用；掌握示差扫描量热法的应用等。掌握示差扫描量热法的应用等。掌握热重等分析影响因素及应用的应用等

2.教学重难点

影响热分析技术的因素及相关热分析谱图分析。

3.教学内容

第一节 差热分析

第二节 示差扫描量热法

第三节 热重分析

 第四节 热分析技术在高聚物研究中的应用

4.教学方法

讲授为主，讨论为辅。

5.教学评价

作业、提问

**第十四章 红外光谱与拉曼光谱**

1.教学目标 （五号宋体）

了解红外光谱的基本原理；掌握红外光谱在高聚物中的应用；了解拉曼光谱的基本原理及应用。

2.教学重难点

谱图分析。

3.教学内容

第一节 红外光谱

第二节 拉曼光谱

4.教学方法

讲授为主，讨论为辅。

5.教学评价

作业、提问

**第十五章 色谱及色质联机技术**

1.教学目标 （五号宋体）

了解气相色谱、裂解色谱及薄层色谱的原理，掌握他们的应用，了解气相色谱与质谱联机技术的基本原理及裂解气相色谱与质谱联机技术的实验方法；掌握气相色谱与质谱联用谱图表示方法及气相色谱与质谱联机技术在高聚物研究中的应用。

2.教学重难点

气相色谱与质谱联机技术在高聚物研究中的应用研究。

3.教学内容

 第一节 气相色谱

第二节 薄层色谱的原理及应用

第三节 色质联机技术

4.教学方法

讲授为主，讨论为辅。

5.教学评价

作业、提问

**四、学时分配**

**表2：各章节的具体内容和学时分配表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 章节 | 章节内容 | 学时分配 |
| 第一章 | 第一节 X射线的本质第二节 X射线谱 第三节 X射线与物质的相互作用 | 2 |
| 第二章 | 第一节 X射线衍射方向第二节 布拉格方程的讨论 第三节 倒易点阵第四节 X射线衍射强度 | 2 |
| 第三章 | 第一节 粉末照相法第二节 X射线衍射仪 | 1 |
| 第四章 | 第一节 物相的定性分析第二节 物相的定量分析 | 3 |
| 第五章 | 第一节 X射线应力测定的基本原理 第二节 试验方法第三节 试验精度的保证及测试原理的适用条件  | 1 |
| 第六章 | 第一节 散射 第二节 高能电子与样品物质交互作用产生的电子信息 | 1 |
| 第七章 | 第一节 透射电镜的结构及应用第二节 电子衍射第三节 透射电子显微分析样品制备第四节 薄晶体样品的衍射成像原理 | 3 |
| 第八章 | 第一节 扫描电镜工作原理、构造和性能 第二节 扫描电镜在材料研究中的应用第三节 波谱结构及工作原理第四节 能谱仪结构及工作原理第五节 电子探针分析方法及微区成分分析技术 | 4 |
| 第九章 | 第一节 俄歇电子能谱仪分析 第二节 X射线光电子能谱仪分析第三节 原子探针显微分析 | 4 |
| 第十章 | 第一节 扫描探针显微镜（STM）的基本原理第二节 扫描隧道显微镜（STM）在材料研究中的应用第三节 其他扫描探针显微镜简介第四节 扫描隧道显微镜（STM）的硬度及磨损测试第五节 扫描隧道显微镜（STM）的计量化 | 2 |
| 第十一章 | 第一节 核磁共振的基本原理第二节 电子自旋共振波谱 | 2 |
| 第十二章 | 第一节 小角激光光散射 第二节 光散射技术在高聚物研究中的应用 | 1 |
| 第十三章 | 第一节 差热分析第二节 示差扫描量热法 第三节 热重分析 第四节 热分析技术在高聚物研究中的应用 | 6 |
| 第十四章 | 第一节 红外光谱第二节 拉曼光谱 | 2 |
| 第十五章 | 第一节 气相色谱第二节 薄层色谱的原理及应用第三节 色质联机技术 | 2 |

**五、教学进度**

**表3：教学进度表**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 周次 | 日期 | 章节名称 | 内容提要 | 授课时数 | 作业及要求 | 备注 |
| 1 |  | 第一章 | 第一节 X射线的本质第二节 X射线谱 第三节 X射线与物质的相互作用 | 2 | 完成课堂作业 |  |
| 2 |  | 第二章 | 第一节 X射线衍射方向第二节 布拉格方程的讨论第三节 倒易点阵第四节 X射线衍射强度 | 2 | 完成课堂作业 |  |
| 3 |  | 第三章 | 第一节 粉末照相法第二节 X射线衍射仪 | 1 | 完成课堂作业 |  |
| 3-4 |  | 第四章 | 第一节 物相的定性分析第二节 物相的定量分析 | 3 | 完成课堂作业 |  |
| 4 |  | 第五章 | 第一节 X射线应力测定的基本原理第二节 试验方法第三节 试验精度的保证及测试原理的适用条件  | 1 | 完成课堂作业 |  |
| 5 |  | 第六章 | 第一节 散射第二节 高能电子与样品物质交互作用产生的电子信息 | 1 | 完成课堂作业 |  |
| 5-6 |  | 第七章 | 第一节 透射电镜的结构及应用第二节 电子衍射第三节 透射电子显微分析样品制备第四节 薄晶体样品的衍射成像原理 | 3 | 完成课堂作业 |  |
| 7-8 |  | 第八章 | 第一节 扫描电镜工作原理、构造和性能 第二节 扫描电镜在材料研究中的应用第三节 波谱结构及工作原理第四节 能谱仪结构及工作原理第五节 电子探针分析方法及微区成分分析技术 | 4 | 完成课堂作业 |  |
| 9-10 |  | 第九章 | 第一节 俄歇电子能谱仪分析 第二节 X射线光电子能谱仪分析第三节 原子探针显微分析 | 4 | 完成课堂作业 |  |
| 11 |  | 第十章 | 第一节 扫描探针显微镜（STM）的基本原理第二节 扫描隧道显微镜（STM）在材料研究中的应用第三节 其他扫描探针显微镜简介第四节 扫描隧道显微镜（STM）的硬度及磨损测试第五节 扫描隧道显微镜（STM）的计量化 | 2 | 完成课堂作业 |  |
| 12 |  | 第十一章 | 第一节 核磁共振的基本原理第二节 电子自旋共振波谱 | 2 | 完成课堂作业 |  |
| 13 |  | 第十二章 | 第一节 小角激光光散射第二节 光散射技术在高聚物研究中的应用 | 1 | 完成课堂作业 |  |
| 13-16 |  | 第十三章 | 第一节 差热分析第二节 示差扫描量热法 第三节 热重分析第四节 热分析技术在高聚物研究中的应用 | 6 | 完成课堂作业 |  |
| 16-17 |  | 第十四章 | 第一节 红外光谱第二节 拉曼光谱 | 2 | 完成课堂作业 |  |
| 17-18 |  | 第十五章 | 第一节 气相色谱第二节 薄层色谱的原理及应用第三节 色质联机技术 | 2 | 完成课堂作业 |  |

**六、教材及参考书目**

（电子学术资源、纸质学术资源等，按规范方式列举）（五号宋体）

 1. 吴刚 编， 材料结构表征及应用, 化学工业出版社，2002年1月

2. 王培铭，许乾慰 著, 材料研究方法，科学出版社,2006年1月

3. 杨万泰 主编，聚合物材料表征与测试，中国轻工业出版社，2008年7月

4. 王富耻 主编，材料现代分析测试技术，北京理工大学出版社，2006年1月

5. 黄新民 主编，材料分析测试方法，国防工业出版社，2006年1月

**七、教学方法**

（讲授法、讨论法、案例教学法等，按规范方式列举，并进行简要说明）

1．讲授法：围绕不同现代测试技术，对设备使用原理、实验注意事项、谱图分析及数据结果处理方法等进行讲解。

2．讨论法：讨论不同现代测试技术在材料研究中的应用。

 **八、考核方式及评定方法**

**（一）课程考核与课程目标的对应关系**

**表4：课程考核与课程目标的对应关系表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核要点** | **考核方式** |
| 课程目标1 | 材料测试方法原理 | 作业、提问、考试 |
| 课程目标2 | 谱图分析及数据处理 | 作业、提问、考试 |
| 课程目标3 | 材料测试方法在材料研究中的应用 | 作业、提问、考试 |
| 课程目标4 | 材料表征测试方法 | 作业、提问、考试 |
| 课程目标5 | 不同材料表征测试方法使用局限性 | 作业、提问、考试 |
| 课程目标6 | 测试技术如何评价材料的结构与性能 | 作业、提问、考试 |
| 课程目标7 | 材料测试的结构-性能与材料制备工艺等关系 | 作业、提问、考试 |

**（二）评定方法**

**1．评定方法**

平时成绩：20%，期中考试：20%，期末考试60%。

**2．课程目标的考核占比与达成度分析**

**表5：课程目标的考核占比与达成度分析表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  **考核占比****课程目标** | **平时** | **期中** | **期末** | **总评达成度** |
| 课程目标1 | 20 | 20 | 60 | （例：课程目标i达成度={0.2ｘ平时目标i成绩+0.2ｘ期中目标i成绩+0.6ｘ期末目标i成绩}/目标i总分。按课程考核实际情况描述） |
| 课程目标2 | 20 | 20 | 60 |
| 课程目标3 | 20 | 20 | 60 |
| 课程目标4 | 20 | 20 | 60 |
| 课程目标5 | 20 | 20 | 60 |
| 课程目标6 | 20 | 20 | 60 |
| 课程目标7 | 20 | 20 | 60 |

**（三）评分标准**

| **课程****目标** | **评分标准** |
| --- | --- |
| **90-100** | **80-89** | **70-79** | **60-69** | **＜60** |
| **优** | **良** | **中** | **合格** | **不合格** |
| **A** | **B** | **C** | **D** | **F** |
| **课程****目标1** | 能完全将材料测试方法专业知识用于推断材料设计与合成的极限和优化工艺 | 能熟悉将材料测试方法专业知识用于推断材料设计与合成的极限和优化工艺 | 能较好将材料测试方法专业知识用于推断材料设计与合成的极限和优化工艺 | 能基本将材料测试方法专业知识用于推断材料设计与合成的极限和优化工艺 | 不能将材料测试方法专业知识用于推断材料设计与合成的极限和优化工艺 |
| **课程****目标2** | 通过该课程学习，完全能对实验数据及谱图选择合适的分析技术处理数据 | 通过该课程学习，能熟悉对实验数据及谱图选择合适的分析技术处理数据 | 通过该课程学习，能较好对实验数据及谱图选择合适的分析技术处理数据 | 通过该课程学习，基本能对实验数据及谱图选择合适的分析技术处理数据 | 通过该课程学习，不能对实验数据及谱图选择合适的分析技术处理数据 |
| **444课程****目标3** | 能够在安全、环境、法律等现实约束条件下，精通材料测试技术评价材料的结构与性能，使用性。 | 能够在安全、环境、法律等现实约束条件下，熟悉材料测试技术评价材料的结构与性能，使用性。 | 能够在安全、环境、法律等现实约束条件下，能较好通过材料测试技术评价材料的结构与性能，使用性。 | 能够在安全、环境、法律等现实约束条件下，能基本通过材料测试技术评价材料的结构与性能，使用性。 | 能够在安全、环境、法律等现实约束条件下，不能通过材料测试技术评价材料的结构与性能，使用性。 |
| **课程****目标4** | 基于材料的结构与性能，精通材料的结构与性能的表征手段。 | 基于材料的结构与性能，熟悉材料的结构与性能的表征手段。 | 基于材料的结构与性能，较熟悉材料的结构与性能的表征手段。 | 基于材料的结构与性能，基本熟悉材料的结构与性能的表征手段。 | 基于材料的结构与性能，不熟悉材料的结构与性能的表征手段。 |
| **课程****目标5** | 完全了解常见结构与性能的表征仪器设备与分析技术，并精通仪器设备及分析方法的使用局限性。 | 能够熟悉常见结构与性能的表征仪器设备与分析技术，并熟悉仪器设备及分析方法的使用局限性。 | 能够较好了解常见结构与性能的表征仪器设备与分析技术，并较好理解仪器设备及分析方法的使用局限性。 | 能够基本了解常见结构与性能的表征仪器设备与分析技术，并理解仪器设备及分析方法的使用局限性。 | 不能能够了解常见结构与性能的表征仪器设备与分析技术，不理解仪器设备及分析方法的使用局限性。 |
| **课程****目标6** | 精通材料测试方法评价材料对社会、健康、安全等问题。 | 能熟悉应用材料测试方法评价材料对社会、健康、安全等问题。 | 能较好应用材料测试方法评价材料对社会、健康、安全等问题。 | 能基本应用材料测试方法评价材料对社会、健康、安全等问题。 | 不能应用材料测试方法评价材料对社会、健康、安全等问题。 |
| **课程****目标7** | 能够强烈意识材料测试技术对材料制备与性能评价的重要性。 | 能够正确认识材料测试技术对材料制备与性能评价的重要性。 | 能够较好认识材料测试技术对材料制备与性能评价的重要性。 | 能够基本认识材料测试技术对材料制备与性能评价的重要性。 | 不能够正确认识材料测试技术对材料制备与性能评价的重要性。 |