《材料科学基础》教学大纲

1. **课程编号**：100091101
2. **课程名称**：材料科学基础
3. **高等教育层次：本科**
4. **课程在培养方案中的地位：**

课程性质：必修

对应于材料化学专业；属于：BZ专业课程基本模块

本课程的思政工作要点是理想信念教育

1. **开课学年及学期 非强制**
2. **先修课程（**a必须先修且考试通过的课程，b必须先修过的课程，c 建议先修的课程**）**

a大学物理，b 材料化学，c材料物理

1. **课程总学分：3.0**，总**学时: 48**；
2. **课程教学形式：**0普通课程
3. **课程教学目标与教学效果评价**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 课程教学目标（给出知识能力素养各方面的的具体教学结果）(必填) | 教学效果评价 | | | |
| 不及格 | 及格，中 | 良 | 优 |
| 1.知悉和理解物质的组成、原子的结构和原子间成键性质：金属键、共价键、离子键、分子键、氢键；晶体学基础，固体中原子的排列和分布规律，包括晶体的特征及其描述方法，晶体结构的特点，各种晶体间的差异。 | 1. 完全不知道， 2. 对金属键、共价键、离子键、分子键、氢键和晶体学基础有碎片化的理解。 | 1.对原子的结构和原子间成键性质和晶体学基础的主要内容能理解，但不完整 | 1.对原子的结构和原子间成键性质和晶体学基础的主要内容能完整理解，但不系统，存在断点。 | 1.对原子的结构和原子间成键性质和晶体学基础的主要内容能完整系统地理解 |
| 2. 知悉和理解晶体缺陷的基本类型（点缺陷、线缺陷和面缺陷）、特征及其运动特征；知悉和理解固体中的扩散基本原理，了解扩散的机制及其影响因素；掌握利用晶体缺陷强化合金材料的原理，具备设计合金缺陷强化思路的素养。 | 1. 完全不知道， 2. 对晶体缺陷的基本类型、位错的定义、基本类型和表示方法，位错的运动特征；固体中的扩散基本原理、机制及其影响因素，有碎片化的理解。了解合金材料可以利用晶体缺陷实现强化，但对原理及手段不清晰。 | 1.对晶体缺陷的基本类型、位错的定义、基本类型和表示方法，位错的运动特征；固体中的扩散基本原理、机制及其影响因素能理解，但不完整。部分掌握利用缺陷实现合金材料强化的原理，但对工业化技术手段不清晰。 | 1.对晶体缺陷的基本类型、位错的定义、基本类型和表示方法，位错的运动特征；固体中的扩散基本原理、机制及其影响因素能完整理解，但不系统，存在断点。掌握利用缺陷实现合金材料强化的原理，并能笼统设计合金强化思路。 | 1.对晶体缺陷的基本类型、位错的定义、基本类型和表示方法，位错的运动特征；固体中的扩散基本原理、机制及其影响因素能完整系统地理解。掌握利用缺陷实现合金材料强化的原理，并能针对不同合金提出具体的合金缺陷强化思路。 |
| 3. 掌握纯金属在凝固过程中的基本规律及如何利用它来控制金属的组织。知悉和理解凝固理论及过冷度的概念、晶体长大机制及界面形态等基础知识；具备利用凝固理论解释或说明实际生产铸造组织形态能力，具备提出改善铸造组织形态的素养。 | 1. 完全不知道， 2. 对纯金属在凝固过程中的基本规律、凝固理论及过冷度的概念，晶体长大机制及界面形态等知识有碎片化的理解；能够运用零碎的凝固理论部分理解实际生产铸造组织形态等问题。 | 1. 对纯金属在凝固过程中的基本规律、凝固理论及过冷度的概念，晶体长大机制及界面形态等知识能理解，但不完整；能够运用凝固理论理解生产过程铸造组织形态等问题，但缺乏解决问题的能力。 | 1. 整体上对纯金属在凝固过程中的基本规律、凝固理论及过冷度的概念，晶体长大机制及界面形态等知识体系有完整的理解，但不系统；能够运用凝固理论解释或说明生产过程铸造组织形态等问题，并部分提出解决问题的思路。 | 1. 能系统理解纯金属在凝固过程中的基本规律、凝固理论及过冷度的概念，晶体长大机制及界面形态等知识，形成较完整的知识体系；具备运用凝固理论解释或说明生产过程铸造组织形态等问题的能力，并具备解决问题的素养。 |
| 4. 知悉和理解相、相平衡、相律、相图的基本概念；能够利用相图了解材料的凝固或熔化温度及系统中可能发生的相转变类型；具备利用相图知识解释不同成分合金相组成和凝固组织的能力和素养。 | 1. 完全不知道；  2.具有零碎的相、相平衡、相律、相图的基本概念；不能够相图知识判断不同成分材料可能经历的相转变类型。 | 2. 掌握相、相平衡、相律、相图的基本概念，但未能形成完整的有关相图的知识体系；能够利用相图知识部分判断不同成分材料可能经历的相转变类型。 | 2. 掌握相、相平衡、相律、相图的基本概念，能形成较完整的相图的知识体系；能够利用相图知识判断不同成分材料可能经历的相转变类型，但不能利用相图知识理解合金凝固组织。 | 2. 掌握相、相平衡、相律、相图的基本概念，形成较完整的相图的知识体系；能够利用相图知识判断不同成分材料可能经历的相转变类型；具备利用相图知识解释合金凝固组织的能力素养。 |

1. **课程教学目标与所支撑的毕业要求对应关系**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 毕业要求（指标点）编号 | 毕业要求（指标点）内容 | 课程教学目标（给出知识能力素养各方面的的具体教学结果） |
|
| 1. | 掌握扎实的晶体学基础、晶体成键特性、固体中的扩散、凝固理论、相图原理及各相关领域的专业知识； | 1.知悉和理解物质的组成、原子的结构和原子间成键性质：金属键、共价键、离子键、分子键、氢键；晶体学基础，包括晶体的特征及其描述方法，晶体结构的特点，各种晶体间的差异；  2. 知悉和理解晶体缺陷的基本类型（点缺陷、线缺陷和面缺陷）、特征及其运动特征；知悉和理解固体中的扩散基本原理，了解扩散的机制及其影响因素；  3. 知悉和理解凝固理论及过冷度的概念、晶体长大机制及界面形态等基础知识；  4. 知悉和理解相、相平衡、相律、相图的基本概念；知悉和理解各种相平衡反应。 |
| 2.  2. | 掌握利用晶体缺陷强化合金材料的原理；  具备利用凝固理论解释或说明铸造组织形态能力；  具备利用相图知识确定不同成分合金相组成的能力。 | 2. 掌握利用晶体缺陷强化合金材料的原理，具备设计合金缺陷强化思路的素养；  3. 知悉和理解凝固理论及过冷度的概念、晶体长大机制及界面形态等基础知识；具备利用凝固理论解释或说明实际生产铸造组织形态能力，具备提出改善铸造组织形态的素养；  4. 能够利用相图了解材料的凝固或熔化温度及系统中可能发生的相转变类型；具备利用相图知识解释不同成分合金相组成和凝固组织的能力和素养。 |
| 3. | 充分掌握材料科学的基础理论，深入理解材料的组成、结构、性能和加工的规律及相互联系。 | 1、2、3、4. 拥有根据所掌握材料科学的基础理论，深入理解材料的组成、结构、性能和加工的规律及相互联系，能从材料组成-结构-性能-加工工艺相互联系的角度理解、解释材料制备、使用过程中的各种化学、物理现象和性能。 |

1. **教学内容、学时分配、与进度安排**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 教学内容 | 学时分配 | 所支撑的课程教学目标 | 教学方法与策略（可结合教学形式描述）（选填） |
| **第一章 绪 论**  介绍课程内容、特点、考核和参考书目等 | 1 | 1,2,3,4 | 讲授、课堂讨论，应用图片展示，辅助网络课程资源补充相关拓展知识。 |
| **第二章 原子结构与键合**  2.1原子结构  物质的组成、原子结构和原子的电子结构  2.2原子间的键合  金属键、共价键、离子键、分子键、氢键 | 1 | 1,2 | 讲授，提问，应用图片展示，辅助网络课程资源补充相关拓展知识。 |
| **第三章 固体结构**  3.1晶体学基础  空间点阵和晶胞  晶面、晶向的表示方法  3.2固体晶体结构  金属晶体  离子晶体  原子晶体（共价晶体） | 6 | 1,2,4 | 讲授，模型展示，辅助网络课程资源补充相关拓展知识。  完成首次作业评判。 |
| **第四章 晶体缺陷**  4.1点缺陷  点缺陷的类型，肖脱基空位、弗兰克尔空位、间隙原子和置换原子，间隙固溶体和置换固溶体等基本概念，离子晶体中的点缺陷特点，点缺陷的平衡浓度、影响因素及其对材料性能的影响。  4.2线缺陷  位错的基本类型、柏氏矢量、位错密度、作用在位错上的力及位错的运动、位错的应力场与应变能位错之间的交互作用、位错的增值、塞积与交割、实际晶体中的位错。  4.3 面缺陷  晶界、亚晶界、挛晶界和相界。 | 12 | 2 | 讲授，提问，机理动画展示与课堂讨论，过渡到归纳性讲授。  完成二次作业评判。 |
| **第五章 固体中的扩散**  5.1扩散概念和柯肯达尔效应，扩散第一定律、扩散第二定律。  5.2扩散驱动力及扩散机制，反应扩散  5.3离子晶体中的扩散、聚合物中的扩散机制  5.4扩散系数、扩散激活能，影响扩散的因素及原理  晶体组成的影响，化学键的影响，结构缺陷的影响。温度与杂质的影响等等。 | 10 | 1,2,3 | 讲授，推导演算、机理动画展示与课堂讨论；  完成三次作业评判。 |
| **第六章 凝固**  6.1金属结晶的基本现象  6.2金属结晶的基本条件  6.3晶核的形成  6.4晶体的长大 | 10 | 1,2,3 | 讲授，机理动画展示与课堂讨论；此环节可根据网上学习情况，适度考虑翻转教学，通过提问，机理动画展示与课堂讨论，过渡到归纳性讲授；  完成四次作业评判。 |
| **第七章 相图**  7.1相、相平衡及相图制作  7.2二元匀晶相图  7.3二元共晶相图  7.4二元包晶相图  7.5其它二元要相图  7.6二元相图的实例分析―铸锭的组织与偏析  7.7三元相图 | 8 | 3.4 | 讲授，机理动画展示与课堂讨论；  完成五次作业评判。 |

1. **考核与成绩评定：平时成绩、期末考试在总成绩中的比例，平时成绩的记录方法。**

考核方式：闭卷考试

成绩构成：平时考查：原则上5次作业，每次6分，（课堂及网络课堂提问、研讨可适度**奖励加分**，每次1分，不能超过此项上限）共30分；

期末考试：70分

1. **教材，参考书:**

**教科书**：

胡赓祥,蔡珣，戎咏华. 材料科学基础[M]. 上海:上海交通大学出版社，2010.

**参考书**：

[1] 潘金生,仝健民,田民波主编．材料科学基础[M]．北京：清华大学出版社，1998.

[2] 赵品,谢辅洲,孙文山主编．材料科学基础[M]．哈尔滨：哈尔滨工业大学出版社，1999.

[3] 谢希文,过梅丽主编．材料科学基础[M]．北京：北京航空航天大学出版社，1999.

[4] 吴锵编著．材料科学基础[M]．南京：东南大学出版社，2000.

[5] 刘智恩主编．材料科学基础[M]．西安：西北工业大学出版社，2000.

[6] 潘金生等．材料科学基础[M]．北京：中国建筑工业出版社，1998.

1. **大纲说明：**

本课程是材料科学与工程各专业的一门重要的学科基础理论课程，是该专业学生研究材料结构-组织-性能关系的重要理论基础。本课程主要为专业课的学习提供有关材料科学的基础知识，为后继专业课程的学习、同时为将来从事材料的研究与开发打下坚实的理论基础。

课程主要介绍固体材料成键性质，晶体学基础，晶体缺陷的基本类型（点缺陷、线缺陷和面缺陷）、特征及其运动特征，固体中的扩散基本原理，了解扩散的机制及其影响因素，凝固理论及过冷度的概念、晶体长大机制及界面形态，相、相平衡、相律、相图的基本概念。课程的任务是使学生掌握材料科学的基础理论，深入理解材料的组成、结构、性能和加工的规律及相互联系，完成知识综合的教育和系统应用的教育。课程强调应用所学习的基础理论理解制备、使用过程中的各种化学、物理现象和性能，掌握材料科学探究组成-结构-加工工艺-性能相互联系的思想方法等。

1. **编写教师：金海波**

编写教师签名：

责任教授签名：

开课学院教学副院长签名：

Fundamentals of Materials Science

**Course code: 100091101**

**Course name:**

Fundamentals of Materials Science

**Lecture Hours: 48**

**Laboratory Hours: 0**

**Credits: 3**

**Term(If necessary):**

**Prerequisite(s): Inorganic chemistry and physical chemistry.**

**Course Description:**

this main point of ideological and political work in this course is ideals and beliefs education.

This course is a fundamental theoretical subject of materials science and engineering and an important basis for the students on this major. This course mainly provides basic knowledge on materials science for understanding materials composition-process-structure-property relationship, and builds up a solid theoretical foundation for students to continue their study on subsequent materials majors and cultivate students’ ability to solve problems independently in the future.

**Course Outcomes**:

After completing this course, a student should be able to:

1. Understand the knowledge of crystallography, bonding characteristics of crystals, diffusion, solidification theory, phase diagram theory and the related expertise.

2. Understand the mechanism of strengthening metallic alloys with defects.

3. Analyze the casting structure.

4. Determine the phase constituent of different compositions of alloys according to phase diagrams.

5. Solve practical problems base on the knowledge of materials science and engineering, i.e. the composition-process-structure-properties relationship.

**Course Content:**

**Lectures and Lecture Hours:**

1. Introduction 1

- Introduce the contents and characteristics of the subject and reference books.

1. Atomic structure and bonding 1

- Atomic structure: atomic structure and electronic structure of atoms.

- Atomic bonding: Metallic bond, covalent bond, ionic bond, molecule bond and hydrogen bond.

3. Solid structure 6

- Basic crystallography: Space lattice and crystallographic methods.

- Crystal structure of solids: Metal crystal, ionic crystal and atomic crystal.

1. Crystal defects 12

- Point defects: Types of point defects, characteristic of point defects in ionic crystals, equilibrium concentration of point defects, affecting factors and its effects on the properties of materials.

- Linear defects: Types of dislocation, Burgers vector, density of dislocation.

- Planar defects: Grain boundaries, sub-boundaries, twin boundaries and phase boundaries.

1. Diffusion in solids 10

- Diffusion concept and Kirkendall equation, the first law of diffusion, the second law of diffusion.

- Driving force of diffusion, mechanism of diffusion and reaction diffusion.

- Mechanisms of diffusion in ionic crystal.

- Diffusion coefficients, activation energy, mechanisms and factors that influence diffusion.

1. Solidification 10

- Basic phenomena of crystallization: Micro-, Macro-phenomena of crystallizing.

- Basic conditions of crystallization: Thermodynamics, structures.

- Nuclei formation: Homogeneous nucleation and heterogeneous nucleation.

- Crystal growth: Conditions, structure, mechanism and morphology of crystal.

- Application of solidification theory

1. Phase diagram 8

- Phase, phase equilibrium and phase diagram

- Binary phase diagram: isomorphous, eutectic, peritectic and others.

- Ingot micro-structure and segregation

- Ternary phase diagram: Geometric characteristics, isomorphous and eutectic phase diagram.

**Laboratories and Laboratory Hours: 0**

**Grading:**

Homework, In class Quizzes 30%

Final 70%

**Text & Reference Book**:

Text : HU Gengxiang, CAI Xun, RONG Yonghua. Fundamentals of Materials Science [M]. Shanghai: Shanghai Jiao Tong University Press, 2010.

Reference Books:

[1] PAN Jinsheng, TONG Jianmin, TIAN Minbo．Fundamentals of Materials Science [M]．Beijing: Tsinghua University Press,1998.

[2] XIE Xiwen, GUO Meili．Fundamentals of Materials Science [M]．Beijing: Beihang University Press，1999.