《结构材料的微观结构设计》教学大纲

英文名:Microstructure Design of Structural Materials

一、课程说明

课程编号：060523Z10

总学时数：48.0 （其中讲课学时：48学时）

学分：3.0 （先修课程:）

本大纲适用专业（已默认取出培养方案中开设的专业） 材料国际

教材：

教材名称	ISBN 编号
金属物理学	7-03-001231-3
晶体中的位错	978-7-301-25135-5
固体物理与计算材料导论	978-7-5487-4213-5
材料物理	978-7-122-04897-4

教辅（如有）： 无

课程负责人： 古一

二、课程简介

本课程是材料科学与工程专业的主要专业课。通过学习，使学生掌握结构材料晶体缺陷和相变的基本概念和原理，理解晶体缺陷、微观组织结构等与合金力学性质之间的关系，掌握材料中各种相变尤其是固态相变的基本规律与特征及其对结构材料性能的影响规律，了解本课程基本原理的重要应用和当前的主要发展方向。培养学生运用课程所学的基本原理与研究方法，发现、分析和解决材料研究、开发与生产过程中所遇到的相关问题的能力。

三、课程目标

序号	课程目标	毕业要求指标点
1	掌握微观结构设计的基本概念和原理，理解晶体缺陷与合金力学性质之间的关系，掌握材	毕业要求 1-5 掌握解决本专业复杂工程问题所必须的专业知识，能够运用所学的专业知识与相关自然科学

	料中各种相变尤其是固态相变的基本规律与特征；了解本课程基本原理的重要应用和当前的主要发展方向；通过扎实的基础理论学习，培养学生运用课程的基本原理与研究方法，发现、分析和解决结构材料研究、开发与生产过程中所遇到的各种问题的能力，并为后继专业课程学习、毕业论文（设计）工作以及相关科学研究工作的开展奠定坚实的基础。	知识对材料生产方案进行初步评估；能够运用所学的专业知识和数学基础知识对材料生产过程多因素影响工艺模型选用合适的方法求解和评估。
2	课程目标 2，掌握材料设计与生产所需的专业理论知识。通过系统掌握本专业领域技术基础理论，能够清晰地描述出一个设计任务需求，并能够识别该任务所面临的各种制约条件，能从多种备选材料生产制备方案和系统里面进行优选。能够根据所学的专业知识对实验结果做出科学的解释，并能够对实验结果中的问题设计合理的解决方案。	毕业要求 2-4 掌握分析研究材料生产复杂工程问题所需的专业理论知识。能够运用所学专业理论知识分析材料组成-工艺-结构-性能的相互关系与制约规律，识别材料生产过程不同阶段的关键。
3	课程目标 3，掌握解决本专业复杂工程问题所必须的专业知识，能够运用所学的专业知识与相关自然科学知识对材料生产方案进行初步评估；能够运用所学的专业知识和数学基础知识对材料生产过程多因素影响工艺模型选用合适的方法求解和评估。掌握分析研究材料生产复杂工程问题所需的专业	毕业要求 3-2 掌握材料设计与生产所需的专业理论知识。通过系统掌握本专业领域技术基础理论，能够清晰地描述出一个设计任务需求，并能够识别该任务所面临的各种制约条件，能从多种备选材料生产制备方案和系统里面进行优选。 毕业要求 4-2 能够根据所学的专业知识对实验结果做出科学的解释，

	理论知识。能够运用所学专业理论知识分析材料组成-工艺-结构-性能的相互关系与制约规律，识别材料生产过程不同阶段的关键。	并能够对实验结果中的问题设计合理的解决方案。
……	……	……

注：课程目标要求明确认知层次，体现进阶、强化高阶，体现分类目标，如知识、能力、素养，目标需要可测量。

四、教学内容与安排

序号	教学内容	总学时	讲课(含研讨)	实践	教学重点	教学难点	教学方案设计(含教学方法、教学手段、思政元素等)	支撑的课程目标
4	晶体中的位错	16	16	0	位错的几何性质及应力场和应变能；位错运动的方式及条件；位错与各种晶体缺陷之间的弹性交互作用及对材料性能的影响	位错与各种晶体缺陷之间的交互作用；对位错墙、柯垂尔气团的概念及其对晶体性能影响的理解	教学思路：结合科研实际中与位错相关的案例加强学生对位错及位错对材料组织结构和性能的影响的理解 教学模式：课堂教学，PPT 电子课件 课堂练习与测验、学生的 PPT 报告	2
1	绪论	2	2	0	微观结构设计的发展及研究内容	无	用典型历史事件和数据结合现状和发展讲解材料设计的重要意义和结构材料微观结构设计的研究内容。	1
5	晶界	2	2	0	晶界的分类和小角度晶界的位错模型	小角度晶界的位错模型	教学思路：重点讲解小角度晶界的类型及位错模型，并由此引入晶界能的概念，简单介绍大角度晶界的几种模型	3

							教学模式：课堂教学，PPT 电子课件，学生的 PPT 报告	
6	回复与再结晶	6	6	0	回复、再结晶及晶粒长大的机制和动力学，热加工引起的动态回复和动态再结晶	回复和再结晶机制；动态回复和动态再结晶的物理本质	教学思路：由退火过程中材料性能的变化引导学生对变化机理进行探讨，由此引入回复和再结晶及晶粒长大过程的特点，使学生由现象到本质理解回复和再结晶机制 教学模式：课堂教学，PPT 电子课件，课堂讨论	3
7	合金强化	2	2	0	第二相强化、固溶强化，细晶强化，形变强化的方法和机制等	强化机制	教学思路：通过学生研讨汇总所有可能的合金强化方式，归纳总结强化类型及机制 教学模式：研讨，课堂教学，PPT 电子课件	1
8	扩散	4	4	0	Fick 方程的推导和求解条件；Kirkendall 效应、Darken 公式及其对扩散系数的修正；扩散的微观机制和热力学理论，各种途径求扩散系数的表达式	根据不同的边界条件和初始条件对 Fick 方程求解；扩散系数物理含义；Kirkendall 效应的意义	教学思路：通过对扩散偶、渗碳（氮）、均匀化处理以及储氢容器的设计等典型案例的分析，阐明扩散的机制及扩散方程的应用 教学模式：研讨，课堂教学，PPT 电子课件	1
9	相变成核长大的基本原理	2	2	0	固态相变的基本特征；新相成核和长大的基本原理；相变动力学	非均匀形核理论 新相的长大机制	教学思路：以物理和晶体学的基本知识为基础，结合冶金和物理化学的基本原理，总结、归纳固态相变的基本原理。 教学模式：课堂教学，PPT 电子课件	2
10	过饱和固	4	4	0	脱溶沉淀的主要特点；脱溶沉淀的热力学和动力学；Spinodal 分解	过渡相的特性；脱溶的动力学方程及应用；Spinodal 分	教学思路：结合相图讲解脱溶沉淀的主要特点，通过成分-自由能曲线特点分析脱溶和调幅	3

	溶体的脱溶与分解					解发生的条件	分解的热力学条件及特征，结合实验案例介绍脱溶的动力学方程及应用。 教学模式：研讨，课堂教学，PPT 电子课件	
2	金属及合金的形变	3	3	0	金属弹性性质的本质及特点 塑性形变机制及特点 多晶体塑性变形的条件	多晶体塑性变形的条件	教学思路：从学生熟知的虎克定律引出金属弹性性质的本质；从单晶体的变形特点和机制引出多晶体塑性变形的条件 教学模式：课堂教学，PPT 电子课件	1
3	点缺陷	1	1	0	点缺陷的分类及特点和运动方式，点缺陷的平衡浓度和对合金性能的影响；过饱和空位浓度	点缺陷的运动和对点缺陷动态平衡浓度的理解	教学思路：结合图像及动画演示，重点讲解点缺陷的平衡浓度及对合金性能的影响 教学模式：课堂教学，PPT 电子课件	1
11	马氏体相变	4	4	0	马氏体相变的主要特征；马氏体相变的热力学及动力学；马氏体相变的晶体学及其晶体学表象理论；热弹性马氏体及形状记忆效应	对马氏体相变速度的理解；马氏体相变的物理本质	教学思路：以晶体学和材料学的基本知识为基础，重点讲述马氏体相变的特征、马氏体相变的晶体学和马氏体相变的动力学及影响因素，结合案例讲述热弹性马氏体及形状记忆合金。	2
12	材料微观结构设计应用	2	2	0	材料微观结构设计应用实例分析	微观结构设计的综合运用	教学思路：结合实际案例分析、总结和归纳微观结构设计的综合运用 教学模式：课堂教学，PPT 电子课件	3

五、实践教学内容和基本要求

无

六、考核方式及成绩评定

考核方式	成绩比例（%）	考核/评价细则
作业测评	20	测验、作业、报告
平时测试	20	口试、测验、讨论
期末考核	60	笔试
……		

课程目标与课程考核环节关系：

序号	课程目标	考核方式				权重系数
		考核方式 1	考核方式 2	考核方式 3	……	
1	课程目标 1	45%	45%	45%		45
2	课程目标 2	35%	35%	35%		35
3	课程目标 3	20%	20%	20%		20
……	……					
总计		100%	100%	100%		100

考核评价标准：

课程目标	考核评价标准				
	0≤X < 60	60≤X < 70	70≤X < 80	80≤X < 90	90≤X≤100
课程目标 1	未能运用所学基本理论用于解决材料微观结构与性能相关性问题的描述。	基本能运用所学基本理论用于解决材料微观结构与性能相关性问题的描述。	能运用所学基本理论用于解决材料微观结构与性能相关性问题的描述。	能较好运用所学基本理论用于解决材料微观结构与性能相关性问题的描述。	能熟练运用所学基本理论用于解决材料微观结构与性能相关性问题的描述。
课程目标 2	未能运用基本理论，从微观结构特征角度，识别和	基本能运用基本理论，从微观结构特征角度，识别和判	能运用基本理论，从微观结构特征角度，识别和判断有关	能较好运用基本理论，从微观结构特征角度，识别和判断有关复	能熟练运用基本理论，从微观结构特征角度，识别和判断有关复

	判断有关复杂工况下结构材料设计及性能问题的关键环节。	断有关复杂工况下结构材料设计及性能问题的关键环节。	复杂工况下结构材料设计及性能问题的关键环节。	杂工况下结构材料设计及性能问题的关键环节。	杂工况下结构材料设计及性能问题的关键环节。
课程目标 3	不能运用所学专业理论知识分析材料组成-工艺-结构-性能的相互关系与制约规律，识别材料生产过程不同阶段的关键，并树立科技报国的理想。	基本能运用所学专业理论知识分析材料组成-工艺-结构-性能的相互关系与制约规律，识别材料生产过程不同阶段的关键，并树立科技报国的理想。	能运用所学专业理论知识分析材料组成-工艺-结构-性能的相互关系与制约规律，识别材料生产过程不同阶段的关键，并树立科技报国的理想。	能较好地运用所学专业理论知识分析材料组成-工艺-结构-性能的相互关系与制约规律，识别材料生产过程不同阶段的关键，并树立科技报国的理想。	能很好地运用所学专业理论知识分析材料组成-工艺-结构-性能的相互关系与制约规律，识别材料生产过程不同阶段的关键，并树立科技报国的理想。
……	……				

大纲主撰人：　　古一、李周　　大纲审核人：张鸿、龚深