《材料科学基础A（一）》教学大纲

英文名:Fundamental of Materials Science A(I)

一、课程说明

课程编号：060120Z10

总学时数：56.0 （其中讲课学时：56学时）

学分：3.5 （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） 材料科学与工程

教材：

教材名称	ISBN 编号
材料科学基础	7-81105-100-1

教辅（如有）： D. Askeland and P. Phulé, The science and engineering of materials, 7th ed., Thomson, 2016.

课程负责人： 柏振海

二、课程简介

材料是人类社会发展支柱之一。课程是材料学科重要基础课，学习材料结构、相图、相变、塑性变形和热处理等基本内容，认识并建立材料“成分-结构-制备-性能”之间的内在联系，掌握材料制备、改善性能基本知识，为后续学习打下坚实基础。 课程教学侧重金属材料，兼顾陶瓷、高分子和复合材料等；根据生源情况可采用英文教材。

三、课程目标

序号	课程目标	毕业要求指标点
1	掌握材料多尺度结构（电子结构、晶体结构、纳米结构、微结构或组织结构）的基本知识，其中主要包括：描述晶体完整结构和非完整结构的数学方法、不同尺度结构的特点、各种尺度结构之间的联系，以及材料晶体结构、组织结构测试分析技术的基本原理。	工程知识：具有数学、自然科学、工程基础和材料科学与工程专业知识，并能够将其应用于解决材料科学与工程专业中在资源、环境等多重因素作用下常见的材料设计、加工制备及应用的复杂工程问题。

2	熟悉材料相图的基本理论，能熟练运用常见材料的二元相图、三元相图。掌握材料的成分-制备-组织之间关系。	问题分析：能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达、并通过文献研究分析在资源、环境等多重因素作用下材料设计、加工制备、应用等的复杂工程问题，以获得有效结论。
3	掌握材料在制备和服役过程（凝固、沉积、固态相变、服役等）中微结构形成和演变的一般规律；熟悉并掌握结构材料高性能化的基本原理和技术掌握材料在制备和服役过程（凝固、沉积、固态相变、服役等）中微结构形成和演变的一般规律；熟悉并掌握结构材料高性能化的基本原理和技术	设计/开发解决方案：能够针对多因素影响的复杂工程问题的特点，理清长流程材料加工制备过程的交互作用规律，提出问题解决方案；具有综合运用理论和技术手段设计满足特定需求的材料生产设备或加工制备工艺流程的能力，设计过程中能够展现创新态度和意识，并综合考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。
4	了解材料的“成分-结构-制备-性能”之间的“四面体”关系，形成从该“四面体”关系来考虑问题的思维方式，培养根据应用要求改进现有材料和研发新材料的能力	研究：能够基于科学原理并采用科学的方法对材料设计、加工制备和应用过程中的复杂工程问题进行分析研究，能够设计合理的实验方案并有效实施，掌握并运用材料组成、结构、性能及其服役的分析方法对材料进行分析，准确分析和解释数据结果，并通过信息综合得到合理有效的结论。
5	在培养学生的知识、能力和素质的同时，结合我国及本学科对国民经济和国防建设的贡献，在教学过程强化社会主义核心价值观、民族自信和专业自信教育。	工程与社会：能够基于材料科学与工程专业知识对工程实践的合理性进行分析，了解与设计、研发、材料加工制备相关的法律、法规以及承担的责任，能从社会、健康、安全、法律以及文化的角度，评价材料工程实践产生的影响。

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

4.5	铸锭晶粒度的控制、单晶制备、定向凝固、非晶态金属	2	2	0	凝固理论的应用	定向凝固	课堂教学，PPT 电子课件。在线学习。	课程目标 2，3
1.1	物质的电子结构与结合键：离子键、共价键、金属键、二次键（弱键）、混合键，结合键与材料性能	2	2	0	结合键与材料宏观性能的关系	原子间作用力和作用能与原子间距的关系及其对材料宏观性能的影响	课堂教学，PPT 电子课件；讨论研讨。MOOC，慕课堂。	课程目标 1
1.2	晶体学基础：晶体的宏观特性、晶体微观结构的平移周期性，7 大晶系、布拉菲点阵，晶面、晶向指数、晶面间距	2	2	0	布拉菲点阵、密勒指数	平移周期性-7 大晶系-布拉菲点阵的关系	课堂教学，PPT 电子课件。在线学习。	课程目标 1
1.3	纯金属的晶体结构：原子半径、点阵常数与原子半径的关系、原子堆积方式、配位数、堆积系数与晶体结构中的间隙。	2	2	0	cc, bcc, hcp 三种金属晶体结构 cc, bcc, hcp 三种金属晶体结构	堆积系数与晶体结构中的间隙	课堂教学，PPT 电子课件。在线学习。	课程目标 1
1.4	对称性及对称操作（旋转、镜面反映、中心反演），7 大晶系的对称性。	2	2	0	对称操作	7 大晶系的对称性	课堂教学，PPT 电子课件。在线学习。	课程目标 1
1.5	点群，空间群，国际符号、熊夫利斯符号	2	2	0	点群、空间群的数学表述	点群、空间群的各种符号的对应关系	课堂教学，PPT 电子课件。在线学习。	课程目标 1
1.6	合金相结构：固溶体，金属件化合物（间隙相）	2	2	0	固溶体和金属间化合物的晶体结构	金属间化合物晶体结构形成规律	课堂教学，PPT 电子课件	课程目标 1
1.7	陶瓷材料晶体结构；准晶体	2	2	0	离子键晶体形成的规则；准晶的发现、争论及其科学意义	离子相对大小与配位多面体关系的物理本质；准晶的晶体学模型	课堂教学，PPT 电子课件、2012 年诺奖评委的报告。在线学习。	课程目标 1
5.1	一元系相图、二元相图的表示方法（二元合金中的相、杠杆定律、二元相图	2	2	0	固溶体合金的平衡凝固组织	杠杆定律的应用。	课堂教学，PPT 电子课件。在线学	课程目

	测定）、匀晶相图 1（相图分析、固溶体合金的平衡凝固和组织）						习。	标 4，5
5.2	匀晶相图 2（固溶体合金的非平衡凝固和组织；固溶体合金凝固过程中的溶质分布；）	2	2	0	固溶体合金凝固过程中的溶质分布	固溶体合金凝固过程中的溶质分布	课堂教学，PPT 电子课件。在线学习。	课程目标 4，5
5.3	区域熔炼、成分过冷	2	2	0	成分过冷	成分过冷	课堂教学，PPT 电子课件。在线学习。	课程目标 4，5
5.4	共晶相图（相图分析、平衡凝固和组织、共晶组织及其形成机理、非平衡凝固和组织）	2	2	0	共晶合金非平衡凝固组织	共晶组织	课堂教学，PPT 电子课件。在线学习。	课程目标 4，5
5.5	包晶相图、偏晶相图、形成化合物的二元相图。	2	2	0	包含非稳定化合物和稳定化合物的相图区别	包晶相图中的杠杆定律应用	课堂教学，PPT 电子课件。在线学习。	课程目标 4，5
5.6	相图分析原则及分析方法	2	2	0	二元相图类型总结	二元相图分析方法	课堂教学，PPT 电子课件	课程目标 4，5
5.7	具有固态转变的二元相图，二元相图的分析举例（Fe-FeC3 相图、Cu-Sn 相图、Mg2SiO4-SiO2 系相图、ZrO2-SiO2 相图）	2	2	0	Fe-FeC3 相图	Fe-FeC3 相图中典型合金的凝固过程及组织分析	课堂教学，PPT 电子课件。可以安排翻转课堂，安排研讨。在线学习。	课程目标 4，5
5.8	相图热力学基础（Gibbs 自由能与成分的关系）	2	2	0	Gibbs 自由能与成分的关系	Gibbs 自由能与成分的关系的热力学表达	课堂教学，PPT 电子课件。在线学习。	课程目标 4，5
5.9	克劳修斯-克莱普隆方程、相平衡条件、Gibbs 自由能与相图	2	2	0	相平衡与化学能	根据 Gibbs 自由能曲线图得到相图	课堂教学，PPT 电子课件。在线学	课程目

							习。	标 4，5
6.1	三元相图的成分表示法，三元相图的杠杆定律和中心法则，匀晶三元相图（空间模型、凝固过程及组织、等温截面、变温截面）。	2	2	0	匀晶三元相图空间模型。	匀晶三元相图凝固过程。	课堂教学，PPT 电子课件。在线学习。	课程目标 4，5
6.2	简单共晶三元相图（空间模型、凝固过程及组织、等温截面、变温截面）。	2	2	0	根据空间模型进行合金凝固过程分析	投影图分析	课堂教学，PPT 电子课件。在线学习。	课程目标 4，5
6.3	固态有限溶解的三元共晶相图（空间模型、凝固过程及组织、等温截面、变温截面）	2	2	0	变温界面分析	投影图分析	课堂教学，PPT 电子课件。在线学习。	课程目标 4，5
6.4	具有包共晶反应的三元相图（空间模型、凝固过程及组织、等温截面、变温截面、固相具有固溶度时的相区截面投影图）。	2	2	0	变温界面分析	投影图分析	课堂教学，PPT 电子课件。在线学习。	课程目标 4，5
6.5	具有三元包晶反应的三元相图；形成稳定化合物的三元相图（形成一个稳定化合物的三元相图简化法、形成几个稳定化合物的三元相图简化法）	2	2	0	典型合金凝固分析	投影图分析	课堂教学，PPT 电子课件。在线学习。	课程目标 4，5
6.6	三元相图总结（两相平衡、三相平衡、四相平衡、相区接邻规则）	2	2	0	平衡类型的判断方法	相区接邻规则	课堂教学，PPT 电子课件。在线学习。	课程目标 4，5
6.7	三元相图实例分析（Pb-Sn-Bi、Al-Cu-Mg、W-C-Co、MgO-Al2O3-SiO2）	2	2	0	Al-Cu-Mg 相图分析	Al-Cu-Mg 相图分析	课堂教学，PPT 电子课件。在线学习。	课程目标 4，5
4.1	液态金属结构与特点、金属结晶过程、金属结晶条件	2	2	0	溶体结构	结晶的热力学	课堂教学，PPT 电子课件。在线学习。	课程目标 2，3

4.2	均匀形核：临界晶核、形核功、形核率；非均匀形核：	2	2	0	均匀形核与非均匀形核的区别	形核功的内涵	课堂教学，PPT 电子课件	课程目标 2，3
4.3	晶体长大 1：动态过冷度（晶体长大的条件）、固液界面微观结构、晶体长大机制。	2	2	0	晶体长大的条件	固液界面结构	课堂教学，PPT 电子课件。在线学习。	课程目标 2，3
4.4	晶体长大 2。晶体长大形态、温度梯度、平面长大，树枝状长大。	2	2	0	晶体长大的形态	晶体长大过程中正负温度梯度的内涵	课堂教学，PPT 电子课件。在线学习。	课程目标 2，3

五、实践教学内容和基本要求

无。所有课程实验安排专门实验课程进行。对部分学生，组织参加国家金相技能大赛、进入教师课题组进行具体材料研究等活动。

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	30	测验、作业、课堂讨论，含线上学习
平时测试	10	课堂问题回答、测验，含线上学习
期末考核	60	笔试，考试卷面成绩

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
		作业测评	平时测试	期末考核	
1	课程目标 1	30%	10%	20%	25
2	课程目标 2	20%	10%	30%	30
3	课程目标 3	30%	10%	30%	25
4	课程目标 4	10%	10%	10%	10

5	课程目标 5	10%	60%	10%	10
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	未能掌握材料不同尺度结构的特点、联系，以及材料结构测试的基本原理。	基本能掌握材料不同尺度结构的特点、联系，以及材料结构测试的基本原理。	掌握材料不同尺度结构的特点、联系，以及材料结构测试的基本原理。	较好掌握材料不同尺度结构的特点、联系，以及材料结构测试的基本原理。	熟练掌握材料不同尺度结构的特点、联系，以及材料结构测试的基本原理
课程目标 2	未能掌握相图的基本理论和应用相图分析材料的成分-制备-组织之间关系。	基本能掌握相图的基本理论和应用相图分析材料的成分-制备-组织之间关系。	掌握相图的基本理论和应用相图分析材料的成分-制备-组织之间关系。	能较好掌握相图的基本理论和应用相图分析材料的成分-制备-组织之间关系。	熟练掌握相图的基本理论和应用相图分析材料的成分-制备-组织之间关系。
课程目标 3	不能掌握材料在制备和服役过程中微结构形成和演变的一般规律及 材料高性能化的基本原理和技术。	基本掌握材料在制备和服役过程中微结构形成和演变的一般规律及 材料高性能化的基本原理和技术。	掌握材料在制备和服役过程中微结构形成和演变的一般规律及 材料高性能化的基本原理和技术。	较好地掌握材料在制备和服役过程中微结构形成和演变的一般规律及 材料高性能化的基本原理和技术。	很好地掌握材料在制备和服役过程中微结构形成和演变的一般规律及 材料高性能化的基本原理和技术。
课程目标 4	没有了解材料的“成分-结构-制备-性能”之间的“四面体”关系。不具备改进现有材料、研发新材料的能力。	基本了解材料的“成分-结构-制备-性能”之间的“四面体”关系，有改进现有材料、研发新材料的基本能力。	了解材料的“成分-结构-制备-性能”之间的“四面体”关系，有改进现有材料、研发新材料的能力。	较好地了解材料的“成分-结构-制备-性能”之间的“四面体”关系，有较好的改进现有材料、研发新材料的能力。	很好地了解材料的“成分-结构-制备-性能”之间的“四面体”关系，具备很好的改进现有材料、研发新材料的能力。
课程目标 5	没有在教学过程中强化社会主义核心价值观、民族自信和专业自信教育。	在教学过程中对强化社会主义核心价值观、民族自信和专业自信做了基本教	在教学过程中对强化社会主义核心价值观、民族自信和专业自信做了教育。	在教学过程中对强化社会主义核心价值观、民族自信和专业自信做了较好地教育。	在教学过程中对强化社会主义核心价值观、民族自信和专业自信做了很好地教育。

		育。			

大纲主撰人：　　柏振海、蔡格梅　　大纲审核人：蔡格梅