

中国科学院大学硕士研究生入学考试

《材料专业综合》考试大纲

本《材料专业综合》考试大纲适用于中国科学院大学硕士研究生入学考试。所涉及的材料力学、材料科学基础、材料分析方法、材料性能都是材料专业本科生的最基本课程。

一、考试方法和考试时间

材料专业综合考试采用闭卷笔试形式，试卷满分为150分，考试时间为180分钟。

《材料专业综合》考试试题分成四个部分，每一部分试题的分值为100分，总值为400分。考生需在400分的试题中任意选做分值和不超过150分的试题并明确标示。如果选做试题的分值和超过150分，考生需要标注计分的题号。如没有标注，判卷将按照所选做试题的题号顺序依次判卷直到所做题目分值和超过150分题目的前一题，后面所做试题视作无效考试内容。

二、考试内容

第一部分 材料力学

1. 掌握材料力学的几个基本概念：材料力学的基本假设、应力、变形和应变，量纲和量纲分析，材料力学相关力学量的量纲、材料性质、应力—应变曲线、弹性介质、胡克定律、理想塑性介质、黏弹性与蠕变。
2. 掌握拉伸和压缩、扭转、弯曲应力、弯曲变形、复杂应力状态。
3. 掌握结构分析和能量法以及压杆的稳定性。
4. 了解基于材料力学的Ashby材料筛选方法，残余应力、线弹性断裂力学初步。

第二部分 材料科学基础

1. 原子结构及键合类型，掌握物质的组成、原子的结构、电子结构和元素周期表，熟悉一次键（金属键、离子键、共价键）、二次键（范德华力和氢键）的定义、特点。掌握材料中的结合键的类型对材料性能的影响，键-能曲线及其应用。
2. 了解晶体的特点、空间点阵、晶胞、晶系和布拉菲点阵，晶向和晶面的表示方法，晶带和晶带定律、晶面间距，晶体的对称性，极射投影。掌握三种典型的金属晶体结

构，致密度和配位数，点阵常数和原子半径，晶体的原子堆垛方式和间隙，多晶型性。

3. 了解菲克第一定律，菲克第二定律，典型条件下扩散方程的解，熟悉扩散的原子理论，了解扩散的机制及其影响因素。
4. 熟悉点缺陷的概念、形成、平衡浓度，点缺陷的运动。掌握晶体缺陷的基本类型、特征及其运动特征；其中掌握位错的定义、基本类型和特征，柏氏矢量的定义、特性和表示方法，位错的运动（滑移、攀移），实际晶体结构中的位错，堆垛层错，不全位错，位错反应。了解晶体缺陷与合金材料的强化原理。了解外表面和表面能，晶界和亚晶界（小角度晶界、大角度晶界结构，晶界能，晶界特性，孪晶界），相界的定义、种类和特点。
5. 掌握相平衡条件和相律，单元系相图。掌握匀晶相图、共晶相图、包晶相图及其合金凝固，其他类型的二元相图，复杂二元相图的分析方法，根据相图推测合金的性能，二元相图实例分析（铁碳合金的组织及其性能）。熟悉三元相图成分表示方法（成分三角形），三元相图的空间模型，三元相图的截面和投影图。了解固态互不溶解的三元共晶相图。
6. 掌握非晶态材料与半晶态材料概念；了解聚合物的分类和主要性能，了解玻璃的结构和性能。
7. 掌握三种基本变化（晶体结构的变化、有序程度的变化、化学成分的变化），掌握扩散型相变和无扩散型相变。
8. 掌握材料化学的基本理论，熟悉材料化学制备原理及工艺，学习新材料和新工艺，了解材料化学领域的新动态。
9. 掌握生物材料、生态环境材料、能源材料、智能材料、仿生材料和复合材料的性质和应用等。
10. 了解材料科学与技术的最新进展情况和未来发展趋势，了解纳米材料的定义、特性、主要制备方法和潜在的应用领域。
11. 了解材料表征涉及的主要仪器设备和依据的基本原理，并能初步分析表征的效果。

第三部分 材料分析方法

1. 了解 X 射线的性质和获得；晶体衍射强度；X 射线形貌学概论；形貌学实验技术中

的取向衬度形貌技术、透射投影形貌术、反射形貌术；同步辐射技术原理；了解扫描电镜与透射电镜的特点和图像分析；了解常见的光谱分析方法（如红外光谱、拉曼光谱、紫外可见光谱等）的原理、特点和应用。

2. 掌握 X 射线与固体的相互作用、晶体衍射基础；倒易点阵；X 射线衍射理论；X 射线衍射技术应用中的物相鉴定；应力测定。
3. 掌握 X 射线衍射技术中的劳厄法、粉末法、旋转晶体法以及高分辨电子显微图像的解释。
4. 掌握 X 射线光谱分析和光电子能谱分析；电子能量损失谱。
5. 掌握电子衍射基本理论；衍射花样标定；相间的取向关系；衍射衬度理论；高分辨技术的应用；分析电镜技术中的电子与固体的相互作用。

第四部分 材料性能

1. 掌握晶体结构，晶体的几种对称操作，空间点阵类型（七大晶系），晶体的 X 射线衍射，晶体的晶向表示，晶面间距计算，晶体点阵的倒空间，布里渊区的定义等。
2. 掌握固体结合的一般性规律，掌握结合能、平衡距离的计算；了解分子轨道法；掌握常见的几种结合形式（金属键，离子键、共价键、范德华键及氢键）。
3. 掌握晶体材料能带理论中的自由电子论、近自由电子论以及紧束缚近似模型，掌握近自由电子近似的禁带宽度的计算方法，掌握紧束缚近似的能带 E-K 关系；深刻理解能带理论的基本假设及布洛赫定理，了解克龙尼格-朋奈模型、赝势理论。
4. 掌握固体材料中电子在外场作用下的运动规律，掌握载流子有效质量、平均速度、准动量；掌握能带理论对半导体、金属导体、绝缘体的电特性解释。

三、主要参考书目

1. 殷有泉，励争，邓成光，材料力学(修订版)，北京大学出版社，2006
2. S. 铁摩辛柯，J. 盖尔，材料力学（法定计量单位制版），科学出版社，1990
3. J. Gere, Mechanics of Materials (6th Edition), Belmont: Thomson, 2004
4. 杨军，材料科学基础 I，科学出版社，2023
5. 潘金生、仝健民、田民波编，材料科学基础，清华大学出版社，2011

6. William F. Smith, Javad Hashemi, Foundations of Materials Science and Engineering, 机械工业出版社, 2010
7. 周玉, 武高辉, 材料分析测试技术, 哈尔滨工业大学出版社, 1998
8. 杜希文, 原续波, 材料分析方法 (第2版), 天津大学出版社, 2014
9. 周玉, 材料分析方法 (第4版), 哈尔滨工业大学出版社, 2020
10. 郑冀, 梁辉, 马卫兵, 许鑫华, 刘晓非, 材料物理性能 (第一版), 天津大学出版社, 2008
11. 黄昆, 固体物理学, 高等教育出版社, 1988
12. 黄昆, 谢希德, 半导体物理学, 科学出版社, 2012
13. 邱成军, 王元化, 曲伟, 材料物理性能 (第三版), 哈尔滨工业大学, 2008

编制单位: 中国科学院大学

编制日期: 2023年6月9日