

硕士研究生入学考试自命题科目考试大纲

课程名称：材料科学基础

参考书目：

- 1、《材料科学基础（第二版）》，刘智恩，西北工业大学出版社。
- 2、《机械工程材料（第三版）》，王运炎，机械工业出版社。

一、总体要求

要求考生熟练地掌握材料科学的基本概念、基本理论和基本分析方法，并利用这些经典理论和所学知识分析、解决工程材料的组织、结构、工艺与性能之间的相互关系及相关问题。

二、考试内容及比例

（一）工程材料中的原子排列（5~15%）

- 1、认识材料的三大类别：金属、聚合物和陶瓷及其分类的基础。
- 2、建立单位晶胞的概念，以便用来想像原子的排列；熟悉常见晶体中原子的规则排列形式，特别是 bcc、fcc，以及 hcp。我们看到的面心立方结构，除 fcc 金属结构外，还有 NaCl 结构和金刚石立方体结构。
- 3、掌握晶向、晶面指数的标定方法。若给出具体的晶向、晶面时会标注“指数”；若给出具体的“指数”时，会在三维空间图上画出其位置。
- 4、认识晶体缺陷的基本类型、基本特征、基本性质；了解位错的应力场和应变能，位错的增殖、塞积与交割。
- 5、由晶体结构及原子半径，能够计算物质的密度；已知密度和原子半径，求堆积密度；能够计算不同晶向之间的夹角。

（二）固体中的相结构（5~15%）

- 1、熟悉固溶体和金属化合物的概念、类型和性能特点；
- 2、比较间隙固溶体、间隙相及间隙化合物的结构和性能特点。
- 3、认识陶瓷材料中晶体相、玻璃相和气相的特点及其对陶瓷材料性能的影响。

4、了解氧化合物结构和硅酸盐结构的共同特点，了解硅氧四面体(SiO_4)在硅酸盐结构中的意义。

5、熟悉单体、链节、加聚反应、缩聚反应的概念及区别，认识大分子链的三种结构类型，了解其对高聚物性能的影响。

(三) 凝固 (5~15%)

1、了解过冷度在结晶过程中的意义；过冷度、临界过冷度、有效过冷度、动态过冷度之间的区别。

2、均匀形核与非均匀形核的成因及在生产中的应用；均匀形核时临界晶核半径和形核功的计算。

3、明确晶体的长大条件与长大机制。

4、能用结晶理论说明生产实际问题，如晶粒细化工艺、单晶体的制取原理及工艺、定向凝固技术等。

(四) 相图 (10~20%)

1、弄清相、组织、组织组成物等基本概念；

2、熟悉匀晶、共晶、共析、包晶等相图，并能应用它们分析相应合金的结晶过程；

3、能认识一般的二元相图，利用相图能分析任一合金平衡态的组织及推断不平衡态可能的组织变化；

4、能利用相图与性能的关系，预测材料性能；

5、熟悉铁碳合金平衡结晶过程及室温下所得到的组织；

6、说明含碳量的改变怎样影响铁碳合金的组织 and 性能；

(五) 材料中的扩散 (5~15%)

1、正确理解菲克定律及其物理实质，并能够较好地运用菲克定律解决一些较简单的扩散问题。

2、熟悉掌握扩散的原子模型，能够根据这一模型分析扩散问题及各种因素对扩散的影响。

3、理解并区别以下概念：自扩散与互扩散、间隙扩散与空位扩散、上坡扩散与反应扩散、稳态扩散与非稳态扩散。

(六) 金属的塑性变形 (5~15%)

- 1、熟悉滑移、孪生变形的主要特点；滑移系统及 Schmid 定律 ($\tau = \sigma \cos \phi \cos \lambda$)；
- 2、能用位错理论解释晶体的滑移过程，滑移带和滑移线的形成，滑移系的特点；
- 3、理解加工硬化、细晶强化、弥散强化、固溶强化等产生的原因和它的实际意义；
- 4、熟悉金属材料塑性变形后内部组织及性能的变化，这些变化的实际意义；

(七) 回复与再结晶 (5~15%)

1、掌握冷塑性变形金属发生回复的条件及产生的变化；回复速率与温度的关系 $dx/dt = A \exp(-Q/RT)$ ；

- 2、理解 $T_{再}$ 在生产上的意义、测量方法及影响因素；
- 3、理解晶粒正常长大的原因、驱动力，晶粒长大方程，晶粒异常长大的特点；
- 4、指出热加工对材料的组织、性能的影响。
- 5、了解超塑性现象及实现超塑性的途径。

(八) 固态相变 (5~15%)

- 1、掌握什么叫固态相变？与液-固相变相比，固态相变有何特点？
- 2、分析固态相变的阻力。
- 3、试用经典形核理论讨论固态相变时的形核功。
- 4、认识扩散型转变与非扩散型转变的主要特征。
- 5、认识马氏体转变及相变时的表面浮凸效应。

(九) 材料概论 (10~20%)

- 1、掌握常用碳钢（普通碳素结构钢、优质碳素结构钢、碳素工具钢）、合金钢（调质钢、弹簧钢、渗碳钢、低合金刀具钢、高速钢）的牌号、成分、组织和性能特点；
- 2、熟悉共析钢过冷奥氏体等温转变曲线，了解亚共析钢和过共析钢过冷奥氏体的等温转变曲线特点，能结合 Fe-Fe₃C 相图分析碳钢和低合金钢在不同条件下的转变产物；

3、熟悉钢的热处理原理及普通热处理和表面热处理工艺，能针对常用机械零件的失效形式和服役条件，分析其基本的性能要求，进行合理的选材，并制定出相应的热处理工艺；

4、了解常用铝合金、铜合金和轴承合金的牌号、性能特点和主要用途；

5、掌握高分子材料的基本概念和常用的分类方法，理解线性非晶态高分子材料的三种物理力学状态，熟悉五大工程塑料的性能特点及主要用途；

6、掌握陶瓷材料的组织及性能特点，熟悉传统陶瓷材料的原料及生产过程，了解氧化物、碳化物、氮化物、硼化物陶瓷的性能特点及主要用途；

三、试卷题型及比例

试卷题型分为概念辨析题(20~30%)、简答题(30~40%)、计算题(10~20%)、论述题(10~20%)和综合题(20~30%)五种类型。

四、考试时间及分值

考试时间为 3 小时，满分为 150 分。