

## 2024 年“材料科学与工程基础”（科目代码 811）考试大纲

说明：本卷由两部分组成，一是必答部分，为材料通识知识，要求所有考生必答，成绩占总卷面 1/3，即 50 分。二是选做部分，为专业特色知识，此部分包括两个模块，考生可以根据自己的优势选做且只能选做一个模块，成绩占总卷面的 2/3，即 100 分。

### 第一部分 材料概论（50 分）

此部分所有考生必答，内容为材料的通识知识，主要包括：

- 1、了解材料的作用；材料的定义与分类；材料的四大要素与关系。
- 2、了解材料组元与相，材料原子或分子的结合与结构分布状态的三类形式，材料宏观组织与微观组织；了解材料的化学键合类型，三大材料不同的结构模式，高分子材料链的柔顺性；了解材料的各项物理、化学性质与组成、结构的关系。了解材料晶体结构中的缺陷；了解材料化学稳定性与组成、结构的关系；了解材料力学性能的基本表现形式及其与组成、结构的关系。
- 3、了解三大材料的原材料的选用与合成机理；了解气相法制备材料、液相法制备材料、固相法制备材料工艺过程与方法。
- 4、了解材料成型加工涉及的各个方面；了解自由流动成型典型过程；了解受力流动成型典型过程；了解受力塑性成型典型过程；
- 5、了解材料选用的使用性能、工艺性能、经济性和环境与资源原则。

### 第二部分 专业特色选做部分考试大纲（100 分）

本部分为专业特色选做部分，包括两个模块，每个模块总分都是 100 分，考生可以根据自己的专业优势或特长，选做且只需要选做其中一个模块。

#### 模块一 高分子化学与物理（100 分）

- 1、了解高分子科学及其发展历史。高分子的基本概念和命名方法，了解高分子化合物的合成方法及平均分子量和分子量分布概念。
- 2、了解缩合聚合反应特征、缩聚反应平衡、反应动力学、缩聚物的分子量控制方法和计算。了解体型缩聚特点、凝胶点及 Carothers 凝胶点方程计算。
- 3、了解单体结构对聚合反应机理的选择。了解自由基聚合反应特征、引发剂和引发反应、

阻聚及阻聚作用、自由基聚合反应速率方程及聚合反应控制、链转移反应及分子量控制、聚合反应热力学理论。了解自由基聚合的实施方法。

4、了解正离子、负离子、络合配位聚合反应特征、机理和动力学，引发剂类型及活性中心的特征，单体结构对聚合反应活性中心的选择。

5、了解共聚物类型。了解共聚物的微分组成方程及共聚物组成控制方法，单体竞聚率的测定及影响，及单体结构， $Q$ 、 $e$  值对单体聚合反应活性的影响。

6、了解聚合物的化学反应特征、分类及影响因素。典型的聚合物的相似转化反应，聚合物的交联接枝、嵌段及扩链反应，聚合物的降解反应。以及绿色高分子概念。

7、高分子的链结构。包括：近程结构（结构单元化学组成，键接结构，支化与交联，构型和共聚物结构），远程结构（构象，均方末端距，均方旋转半径，链柔性及其结构的关系）。高分子的凝聚态结构，包括：高分子间的作用力，结晶形态和结构（单晶，球晶），晶态结构模型和非晶态结构模型，结晶动力学及其影响因素，结晶能力与结构关系，结晶度，结晶热力学，高分子的取向及其对聚合物性能的影响，液晶态结构。

8、聚合物的分子运动。包括高分子的运动单元，高分子热运动和温度与时间的关系和聚合物的力学状态和转变过程。掌握高分子的玻璃化转变，包括：自由体积理论，影响  $T_g$  的各种因素。掌握聚合物熔体流动特征、影响  $T_f$  的因素、影响聚合物剪切粘度的因素。

9、高分子溶液。包括理解聚合物的溶解过程，包括溶解原理、溶度参数和溶剂选择原则。掌握高分子溶液热力学，包括：Flory-Huggins 溶液理论和 Flory-Krigbaum 稀溶液理论。熟悉聚合物分子量及分子量分布的测定方法，包括：端基分析，膜渗透，光散射，粘度和凝胶渗透色谱。

10、聚合物的力学性能。包括掌握应力与应变，模量与柔量等概念，掌握聚合物的高弹性特征及理论、粘弹性及其力学模型、时温等效原理、聚合物的力学强度、拉伸过程及断裂破坏过程等。

## 模块二 硅酸盐物理化学（100 分）

1、了解无机材料的化学组成、晶体结构、各种物性、合成工艺间的基本关系；知道无机材料制造过程中许多化学和物理变化，可进行基础的热力学和动力学分析；了解一些新材料的研制现状及发展趋势。

2、无机材料的结构。包括了解晶体及非晶体的基本概念和特点，熟悉晶体的宏观对称与微观对称、对称要素与对称操作，对称型及其表示方式，晶体的对称分类原则与对称分类体系

(晶族和晶系), 掌握空间格子类型及七大晶系的晶体常数或晶胞参数特点; 晶体的空间定向和结晶符号。熟悉晶体化学的基本原理, 掌握不同晶体类型及堆积方式。掌握离子半径、球体紧密堆积、配位数与配位多面体、离子极化和鲍林规则等对晶体结构与性质的意义。熟悉单形与聚形, 了解常见晶体的晶形。掌握晶体结构的描述或表示方式, 熟悉典型晶体结构(12种), 熟悉硅酸盐晶体结构的变化规律(组成、硅氧比例、离子堆积、离子替代等)及典型的硅酸盐结构(5种类型及具体实例), 掌握桥氧与非桥氧、1:1与2:1型结构、二八面体与三八面体、位移性转变与重组性转变等基本概念; 掌握和应用晶体结构解释无机材料常用的性质或性能, 掌握晶体结构与晶体形态、力学性质和光学性质、缺陷种类等方面的关系。

3、 晶体中的缺陷。包括: 了解晶体中缺陷及其类型, 掌握实际晶体中点缺陷分类、缺陷符号与缺陷反应方程式; 掌握类质同像、同质多相、固溶体、非化学计量化合物等基本概念及具体实例, 掌握热缺陷的类型及影响因素, 熟悉固溶体的分类、影响因素和实例, 熟悉非化学计量化合物的特点、形成条件及主要类型; 掌握材料形成固溶体或非化学计量化合物后其性质或性能的变化及在实际生产过程中的应用。

4、 表面与界面。包括了解固体表面力场与表面能、离子晶体在表面力场作用下, 离子极化与重排过程; 掌握多相体系的界面化学: 如弯曲表面效应、润湿与粘附, 改善润湿的主要措施; 表面改性。掌握多晶材料中晶界分类、多晶体组织、晶界应力和电荷。熟悉粘土胶粒荷电性、离子交换及与水化等一系列表面效应而引起的胶体化学性质, 如泥浆的流动性和触变性、泥团的可塑性等。

5、 相平衡。包括理解相的基本概念、凝聚系统相律和相平衡的研究方法, 熟悉单元、二元、三元相图的基本原理、类型、规则和相平衡的特点, 能写出简单的熔体冷却过程中的析晶路线, 了解专业相图及在无机非金属材料研究与生产中的应用。

6、 扩散与固相反应。包括掌握晶体中扩散的基本特点与菲克第一、第二定律; 了解扩散过程的推动力, 熟悉固体中的扩散机制和扩散系数, 了解影响扩散系数的诸因素。掌握固相反应的特征、机理及其一般动力学关系, 熟悉固相反应的各种类型, 了解影响固相反应的因素。

7、 相变。包括了解相变的分类、相变发生的热力学条件; 了解液-固相变过程的成核-生长机理, 熟悉材料的析晶过程及影响因素; 了解分相及相关机理, 了解固-固相变的特点。知道玻璃形成的热力学、动力学和结晶化学观点。

8、 烧结。包括了解烧结的定义、烧结各阶段的特点、烧结的推动力和基本模型; 熟悉在纯固态和有液相参与的烧结过程中, 四种基本传质方式及其产生的原因、条件、特点; 了解烧

结过程中的晶粒生长与二次再结晶过程及推动力,了解影响烧结的诸多因素。了解特种烧结的大致种类及其原理、特点。