

# 北方工业大学 2026 年硕士研究生招生考试大纲

考试科目名称：材料科学基础

考试科目代码：842

## 一、考试性质与范围

适用于北方工业大学 085601 “材料工程”（专业学位）和 080500 “材料科学与工程”（学术学位）硕士研究生入学考试，为初试考试科目。

## 二、考试基本要求

主要考查考生对材料科学基础基本概念、基础理论的掌握及其在材料制备、加工、组织、结构和性能等方面的运用。

考试中只允许考生自带符合要求的常规文具（如黑色字迹签字笔、铅笔、橡皮、尺子）参加考试，不允许带计算器。

## 三、考试形式与分值

1. 闭卷，笔试；

2. 满分为 150 分；

3. 题型为名词解释题（6 小题，每小题 3 分，共 18 分），作图题（2 小题，每小题 6 分，共 12 分），简答、论述、计算题（共 120 分，其中计算部分约 30 分）。

## 四、考试要求

1. 晶体结构

（1）理解并掌握专业术语

① 掌握下列专业术语的概念解释：晶向族、晶面族、晶带、固溶体、置换固溶体、间隙固溶体。

② 掌握三种典型的金属晶体结构（fcc，bcc 与 hcp）各自的密排面、密排方向、晶胞中所含原子数、配位数、结构致密度和各三种代表金属。

**(2) 使用清晰绘图标注，呈现专业概念间的逻辑关系。**

① 能够在立方体所代表的简单立方晶胞示意图中正确绘制已知晶向/晶面指数的晶向/晶面，能够正确写出已绘制晶向/晶面的晶向/晶面指数。

② 能够在立方体所代表的简单立方晶胞示意图中正确绘制属于某晶向/晶面族的晶向/晶面，以及属于某晶带的示例晶面。

**(3) 基于专业知识，描述现象、分析原理、论证问题。**

① 能够从原子排列是否具有长程周期性的角度简述晶体与非晶体的微观区别；能够简述晶体结构、空间点阵、结构基元、晶胞、晶粒之间的区别；能够以金属 Fe 的多晶型转变规律为例论证可以通过热处理工序来调控钢铁材料的力学性能。

② 能够结合金属间化合物容易从过饱和固溶体中弥散析出且通常硬度较大的特点阐述时效处理（主要机制为沉淀强化）的基本原理。

③ 能够熟练区分铁碳合金平衡组织中的常见相（奥氏体、铁素体、渗碳体）属于固溶体还是化合物，其常见组织（一次渗碳体、珠光体、莱氏体等）属于单相还是多相组织。

**(4) 掌握计算方法，基于精准计算解决问题。**

① 能够依据晶带定律通过计算判断已知晶面与某晶带的位置关系。

② 掌握立方晶系晶面间距的计算方法。

③ 掌握典型 fcc 和 bcc 结构金属原子半径、结构致密度、质量密度及某晶向或晶面上原子密度的计算方法。

## 2. 晶体缺陷

### (1) 理解并掌握专业术语

掌握下列专业术语的概念解释：点缺陷、线缺陷（位错）、面缺陷、空位、间隙原子、自间隙原子、刃型位错、螺型位错、混合位错、柯垂耳气团、林位错、位错交割、割阶硬化、位错线张力、位错增殖、弗兰克-里德源（F-R 位错源）、表面、晶界、亚晶界、相界、孪晶、孪晶面、孪晶界、共格界面、半共格界面、非共格界面。

### (2) 基于专业知识，描述现象、分析原理、论证问题。

① 能够从形成机理的角度区分热平衡点缺陷与过饱和点缺陷；能够从几何结构、伯氏矢量与位错线关系、滑移面情况、运动方式的角度系统对比纯刃型位错和纯螺型位错的不同；能够从结构特征和能量特征角度对比小角晶界和大角晶界的不同。

② 掌握位错类型（正刃型位错、负刃型位错、左螺型位错、右螺型位错）的判断方法；掌握垂直于位错线的切应力作用下刃型位错运动方向的判断方法；掌握两条相互垂直的位错交割后形成割阶或扭折的判断方法；能够通过几何条件和能量条件判断某位错反应在无外力作用时可否进行。

③ 能够以柯垂耳气团为例简述合金中气团的概念及其对合金的

塑性变形抗力产生的影响，并会基于此分析温度变化对固溶强化效果的影响；能够基于塑性变形的滑移机制分析金属材料塑性变形抗力大小随位错密度的变化规律。

④ 能够基于塑性变形的滑移机制分析晶体缺陷与合金强化途径间的关系（点缺陷与固溶强化、线缺陷与形变强化、面缺陷与细晶强化、体缺陷与第二相强化）。

⑤ 能够列出孪晶的三种形成方式；能够结合滑移系数量讨论金属是否容易形成形变孪晶；能够结合层错能大小讨论金属是否容易形成生长孪晶或退火孪晶。

### **(3) 掌握计算方法，基于精准计算解决问题。**

掌握金属中空位平衡浓度的计算方法。

## **3. 材料的形变**

### **(1) 理解并掌握专业术语**

掌握下列专业术语的概念解释：弹性变形、塑性变形、弹性模量、滑移线、滑移带、滑移系、滑移的临界分切应力、金属塑性变形的滑移机制、金属塑性变形的孪生机制、形变织构、加工硬化、形变强化、细晶强化、固溶强化、第二相强化、沉淀强化、时效处理。

### **(2) 基于专业知识，描述现象、分析原理、论证问题。**

① 能够简述理想弹性变形的微观机制；能够阐述晶体典型滑移系与晶体最密排面、最密排方向的关系及原因；能够结合常见滑移系数量分析不同晶体结构金属的塑性变形能力。

② 能够从晶粒与夹杂物、晶粒内部缺陷、晶粒取向三个方面论述冷塑性变形会对金属材料的微观组织的影响规律；能够简述塑性变形产生的三类内应力。

③ 能够详细论述金属与合金常见强化方式（细晶强化、固溶强化、第二相强化、形变强化）的微观机理、宏观规律和常用工艺措施。

#### 4. 再结晶

##### (1) 理解并掌握专业术语

掌握下列专业术语的概念解释：再结晶温度、热处理、去应力退火、再结晶退火、均匀化退火、热加工、冷加工。

##### (2) 基于专业知识，描述现象、分析原理、论证问题。

能够详细阐述经历冷塑性变形后的金属再次加热过程中各阶段（回复阶段、再结晶阶段、再结晶后晶粒长大阶段）材料微观组织、力学性能、内应力的变化特征，以及各阶段发生的驱动力。

#### 5. 固态扩散

##### (1) 理解并掌握专业术语

掌握下列专业术语的概念解释：扩散对/扩散偶、扩散通量、扩散系数、稳态扩散、非稳态扩散、菲克第一定律、菲克第二定律、表面渗碳处理、柯肯达尔实验、柯肯达尔效应、上坡扩散、下坡扩散、自扩散、互扩散。

##### (2) 基于专业知识，描述现象、分析原理、论证问题。

① 能够根据工程问题描述，判断其分类（稳态扩散问题、非稳态扩散问题；衰减薄膜源扩散问题、两端成分不受扩散影响的扩散偶的扩散问题、表面渗碳类问题）。

② 能够从理论的角度解释柯肯达尔实验和双晶体扩散实验的实验结果；能够简述固态扩散的驱动力、主要微观机制、包含温度在内的三个以上的影响因素及影响规律。

### **(3) 掌握计算原理、方法，基于精准计算解决问题。**

① 掌握一维扩散问题中菲克第一定律和扩散系数的表达式及相应计算。了解菲克第二定律的推导原理。

② 掌握一维稳态扩散问题的分析计算方法。

③ 掌握表面渗碳类工程问题的分析计算方法。

## **6. 纯晶体的凝固**

### **(1) 理解并掌握专业术语**

掌握下列专业术语的概念解释：均匀形核、非均匀形核、变温结晶、异分结晶。

### **(2) 基于专业知识，描述现象、分析原理、论证问题。**

① 能够详细描述金属的液态结构特征、纯晶体与单相固溶体合金凝固过程的区别。

② 能够简述金属铸锭典型组织的三个晶区。

③ 能够简述细化金属铸件晶粒或制备单晶金属材料的各种工程技术手段的基本原理。

## 7. 相图基础

### (1) 理解并掌握专业术语

掌握下列专业术语的概念解释：相图、合金的平衡凝固、合金的非平衡凝固。

### (2) 掌握计算原理、方法，基于精准计算解决问题。

① 掌握吉布斯相律的基本应用。

② 掌握二元相图杠杆定律的推导过程（以匀晶相图两相区中的点为例）。

## 8. 相图应用

### (1) 理解并掌握专业术语

掌握下列专业术语的概念解释：匀晶转变、共晶转变、共析转变、包晶转变、晶内偏析、枝晶偏析、离异共晶、伪共晶、包晶偏析、奥氏体、铁素体、渗碳体、珠光体、莱氏体（高温莱氏体）、变态莱氏体（室温莱氏体）、工业纯铁、亚共析钢、共析钢、过共析钢、亚共晶白口铸铁、共晶白口铸铁、过共晶白口铸铁、三元相图。

### (2) 使用清晰绘图标注，呈现专业概念间的逻辑关系。

① 能够依据已知描述描述绘制基本二元相图示意图。

② 能够在三元相图成分三角形中准确绘制已知组成的三元合金成分点或线。

### (3) 基于专业知识，描述现象、分析原理、论证问题；掌握计算

方法，基于精准计算解决问题。

① 能够依据已知的二元相图示意图详细描述某已知成分合金自液相平衡凝固至室温过程的组织演化过程，并计算某已知温度下各类组织的相对百分含量。

② 能够依据已知的二元相图示意图详细描述某已知成分合金自液相平衡凝固至室温过程中的某已知温度下达到平衡状态时的相组成，并计算各相的相对百分含量。

③ 掌握 Fe-Fe<sub>3</sub>C 相图中关键成分点(0.0218%, 0.77%, 2.11%, 4.3%, 6.69%)、温度点(1148°C, 727°C)和主要相区，能够详细描述某已知成分铁碳合金(含碳量小于 6.69%)自奥氏体相或液相平衡凝固至室温过程的组织演化过程及相组成，并计算特殊温度下各类组织(或相)的相对百分含量。

④ 能够简述铁碳合金(含碳量小于 6.69%)室温平衡组织随含碳量的变化规律，并从相对硬脆的渗碳体相的含量、形状、尺寸、分布的角度分析及含碳量对上述铁碳合金强度和韧性的影响规律。

⑤ 能够根据三元相图成分三角形中的点写出对应的三元合金组成。

## 9. 能带理论与材料的物理性能概论

### (1) 理解并掌握专业术语

掌握下列专业术语的概念解释：本征半导体、非本征半导体(n型非本征半导体、p型非本征半导体)、pn结、介电材料、抗磁性(反



磁性)、顺磁性、铁磁性、反铁磁性、铁氧体磁性、磁畴、磁滞、软磁、硬磁、居里温度、声子、热应力。

**(2) 使用清晰绘图标注，呈现专业概念间的逻辑关系。**

掌握费米-狄拉克分布示意图的绘制及解释。

**(3) 基于专业知识，描述现象、分析原理、论证问题。**

① 能够基于绝对零度电子能带结构对比论述金属导体、半导体、绝缘体材料体现不同电性能的微观机理；能够阐述温度对金属导体和半导体材料电阻率的影响规律及原因；能够以纯 Si 材料、Si 中掺杂 P 原子、Si 中掺杂 B 原子为例基于电子键合模型及能带模型详细描述本征、非本征半导体导电的微观机制。

② 能够以金属材料为例简述热膨胀现象的微观机制；能够从主要传热机制的角度，对比分析金属材料与陶瓷、高分子导热性能的不同。

③ 能够基于绝对零度电子能带结构对比论述金属导体、半导体、高纯绝缘材料、掺杂绝缘材料体现不同光性能（透明、显色）的微观机理。

## **五、参考书目**

《材料科学基础(第3版)》，胡赓祥、蔡珣、戎咏华编著，上海交通大学出版社，2010。