

复试笔试科目

(一) 材料学学科：报考材料学学科 (金属材料方向、无机非金属材料方向、树脂基复合材料方向) 的考生可任选以下三套考题 (材料学学科、材料学学科、材料学学科) 之一，但需在试卷首页注明报考方向。

1. 材料学学科

(1) 材料结构分析与测试原理部分，占 70 分。

参考书目：

周玉主编，材料分析方法 (第二版)，机械工业出版社，2006 年。

(2) 传输原理 (传热与传质部分)，占 70 分。

主要内容：传热与传质部分

参考书目：

吉泽升等主编，传输原理 (传热和传质篇)，哈尔滨工业大学出版社 2002 年。

(3) 金属热处理原理部分，占 60 分。

主要内容：

金属固态相变特征，钢中奥氏体形成，珠光体转变，马氏体转变，贝氏体转变，淬火钢的回火转变，合金的脱溶分解与时效。

参考书目：

赵连城主编，金属热处理原理，哈尔滨工业大学出版社。

2. 材料学学科

(1) 无机非金属材料部分，占 80 分。

主要内容：

普通玻璃：玻璃的通性，玻璃生产的原料及其作用，玻璃的熔制过程 (五个阶段的主要变化原理、影响因素、注意事项等)，玻璃的退火原理及工艺，玻璃的物理性质：粘度、强度。

普通陶瓷：普通陶瓷所用原料的种类、作用特点，坯料的种类及基本要求，坯体的干燥工艺及影响因素，釉的性质、坯釉的适应性 (包括基本概念)，烧成过程 (四个阶段) 及控制因素。

水泥：硅酸盐水泥和普通水泥的国家标准 (各种指标要求及原因，基本概念)，水泥熟料的矿物组成及其各矿物的基本性能，熟料率值的定义式和矿物组成的计算，熟料的形成过程：水泥窑内各带的划分，各带的反应过程及其影响因素，水泥的水化过程和产物、水化速率及影响因素，水泥的凝结和硬化定义，水泥石的组成

结构（水化产物、孔结构），水泥的性能：凝结时间（石膏的作用）、强度及影响因素、水化热的危害及影响因素。

参考书目：

戴金辉等主编，《无机非金属材料概论》，哈尔滨工业大学出版社。

曹文聪等主编，《普通硅酸盐工艺学》，武汉工业大学出版社。

（2）混凝土学部分，占 50 分。

主要内容：

原材料：砂石的基本要求，集料级配的基本原则，集料中有害物质的种类，

矿物质掺合料的种类及其作用

新拌混凝土工作性的定义及影响因素，离析和泌水的定义及危害。混凝土内外分层的定义及危害，孔结构的定义及孔在混凝土中的作用，界面

特征及改善界面的途径。

混凝土抗渗性的影响因素，混凝土几种收缩的定义及影响因素。

影响混凝土强度的因素，混凝土强度理论，徐变的特征曲线及影响因素。

混凝土抗冻性的影响因素及试验评定方法，混凝土碱集料反应的种类及影响

因素，混凝土中钢筋锈蚀的原因及影响因素。

混凝土初步配合比设计的步骤及计算公式。

参考书目：

关科如译，《混凝土》，中国建筑工业出版社。

吴中伟等主编，《高性能混凝土》，中国铁道出版社。

（3）材料结构分析与测试原理部分，占 70 分。

参考书目：

周玉主编，材料分析方法（第二版），机械工业出版社，2006 年。

3. 材料学学科

（1）复合材料原理部分，占 80 分。

主要内容：

复合材料的复合效应，界面效应，界面结构，界面理论，复合材料性能复合规律。

参考书目：

闻狄江主编，《复合材料原理》，武汉工业大学出版社，1998 年。

（2）复合材料学部分，占 50 分。

主要内容：

复合材料的基体、增强体的种类及基本性能；复合材料的结构形式、基本制造技术、基本性能及应用。

参考书目：

周祖福主编，《复合材料学》，武汉工业大学出版社，1998年。

(3) 材料结构分析与测试原理部分，占 70 分。

参考书目：

周玉主编，材料分析方法（第二版），机械工业出版社，2006 年。

(二) 材料加工工程学科

1. 材料加工工程学科（报考凝固科学与液态成形技术方向的考生）

(1) 凝固理论部分，占 100 分。

主要内容：

液态金属的结构和性质、液态金属的充型过程、铸件的凝固方式（重点）、形核过程（重点）、生长过程（重点）、单相合金的结晶（重点）、共晶合金的结晶、铸件组织的形成与控制、铸件中的偏析、铸件中的气孔、铸件的收缩、铸造应力、缩松、缩孔以及热裂。

参考书目：

安阁英 主编，《铸件形成理论》，机械工业出版社，1989。

(2) 液态成形技术部分，占 50 分。

主要内容：

铸造工艺方案的确定、铸造工艺设计参数、浇注系统设计（重点）、冒口（重点）、冷铁和铸筋。

参考书目：

陆文华 主编，《铸造合金及其熔炼》，机械工业出版社，2005。

(3) 铸造合金部分，占 50 分。

主要内容：

铸铁的结晶及组织的形成（重点）、铸铁的熔炼、铸造铝合金（重点）、铸造铝合金的熔炼。

参考书目：

王文清 等主编，《铸造工艺学》，机械工业出版社，2005。

2. 材料加工工程学科（报考塑性成形科学与技术方向的考生）

(1) 锻造工艺学部分，占 50 分。

主要内容：

《锻造工艺学》：第四章，第六章，第七章的第二、三、四、五节，第八章的第一节。

参考书目：

吕炎，《锻造工艺学》，机械工业出版社，1995。

(2) 冲压工艺学部分，占 50 分。

主要内容：

《冲压工艺学》：第二、五、六、七、八章。

参考书目：

李硕本，《冲压工艺学》，机械工业出版社，1982。

(3) 塑性加工力学部分，占 100 分。

主要内容：

《弹性与塑性力学基础》：第一、二、三、五、六章。

参考书目：

王仲仁，苑世剑，胡连喜，《弹性与塑性力学基础》，哈尔滨工业大学出版社，1997。

3. 材料加工工程学科（报考材料连接科学与技术方向的考生）

(1) 焊接电弧理论与电弧焊方法部分，占 75 分。

主要内容：

《电弧焊基础》第 1 章：电弧的物理基础，电弧理论、现象，电弧本质，带电粒子的产生，电弧的热源、力源特性，电弧的电特性，交流电弧的特点、电弧磁场及外部磁场对电弧的作用。

《电弧焊基础》第 2 章：焊丝熔化热、熔化速度、熔化特性，熔滴过渡的分类及与各种条件的关系（并与后续章节中的 MIG 焊、CO₂ 焊、MAG 焊、埋弧焊实际情况相联系）；焊缝成形与焊接参数的关系，焊接缺陷的种类。

后续章节：TIG 焊、MIG 焊、CO₂ 焊、MAG 焊、埋弧焊、等离子弧焊的原理与应用，脉冲焊接的特点，焊接飞溅与控制措施。

参考书目：

杨春利，林三宝，《电弧焊基础》，哈工大出版社，2003。

(2) 焊接冶金学部分，占 75 分。

主要内容：

主要包括焊接化学冶金、焊接热影响区组织和性能问题，以及焊接裂纹的分析和判断等。主要内容要点如下：

《焊接冶金学（基本原理）》第 1 章：气相与焊缝金属的作用：主要包括氢、氮、氧等的来源，与金属的溶解、扩散、化学反应，对焊缝金属的危害，影响因素及控制措施；S、P 的危害及控制；

合金过渡。

《焊接冶金学（基本原理）》第 4 章：焊接热影响区的分区方式，各区域的组织特征及对接头性能的影响。

《焊接冶金学（基本原理）》第 5 章：主要包括焊接中危害最大的几种缺陷：焊接裂纹，裂纹包括热裂纹、冷裂纹、应力腐蚀裂纹，重点掌握缺陷产生的条件、机理和抑制措施。

参考书目：

张文钺，《焊接冶金学（基本原理）》，机械工业出版社，1996。

（3）焊接结构部分，占 50 分。

主要内容：

《焊接结构》第 2 章：焊接应力与变形产生机理（§ 2-1）、焊接残余应力分布规律与控制方法（§ 2-3）；

《焊接结构》第 4 章：影响金属脆断的主要因素（§ 4-2）、焊接结构的特点及其对脆断的影响（§ 4-5）、预防焊接结构脆断的措施（§ 4-7）；

《焊接结构》第 5 章：应力集中和残余应力对焊接接头疲劳强度的影响（§ 5-6）、提高焊接接头疲劳强度的措施（§ 5-7）。

参考书目：

田锡唐主编，《焊接结构》，机械工业出版社 1997。

（三）材料物理与化学学科

以下共有六套考题供考生选择。参加复试的考生须从六套题中任选两套考题回答。每套题 100 分，共 200 分。

第一套题：材料 X 射线与电子显微分析

一、X 射线物理基础

1. 连续 X 射线

2. 特征 X 射线

3. X 射线与物质相互作用（包含相干散射、非相干散射、光电子、X 射线荧光及俄歇电子）

二、X 射线衍射方向

1. 布拉格方程的推导

2. 布拉格方程的讨论（包含反射级数、干涉指数、消光等）

三、X 射线衍射强度

1. 原子散射因子

2. 结构因子（包括含义、推导及如何用结构因子推导晶体消光规律）

3. 多晶体 X 射线衍射强度影响因素

四、电子光学基础与透射电子显微镜：

1. 电磁透镜的像差种类、消除或减少像差的方法；
2. 透射电子显微镜结构、成像原理

五、电子衍射：

1. 爱瓦尔德球图解法
2. 晶带定理与零层倒易面
3. 电子衍射基本公式

参考书：

周玉、武高辉编著，《材料 X 射线与电子显微分析》，哈尔滨工业大学出版社。

第二套题 热力学

一、热力学基本规律

1. 物态方程
2. 热力学第一定律
3. 热容量和焓
4. 热力学第二定律
5. 熵和热力学基本方程
6. 熵增加原理的简单应用
7. 自由能和吉布斯函数

二、均匀物质的热力学性质

1. 麦克斯韦关系及其简单应用
2. 特性函数
3. 平衡辐射热力学
4. 磁介质热力学

三、单元系的相变

1. 热动平衡判据
2. 单元系的复相平衡条件
3. 单元复相系的平衡性质

四、多元系的复相平衡和化学性质

1. 多元系的热力学函数和热力学方程
2. 多元系的复相平衡条件
3. 吉布斯相律

参考书

汪志诚，《热力学·统计物理（第二版）》，高等教育出版社。

第三套题 晶体学与晶体缺陷

一、晶体学基础

1. 点阵与点阵结构的确立
2. 理想晶体与实际晶体
3. 晶向指数、晶面指数、晶面间距

二、晶体的宏观对称性和 微观对称性

1. 对称性、点对称操作的基本概念
2. 对称元素的组合原理

3. 晶体的宏观和微观对称元素
4. 典型晶体结构
- 三、 晶体中的点缺陷、色心
 1. 点缺陷的种类
 2. 点缺陷的平衡浓度
 3. 点缺陷的形成能
 4. 点缺陷的运动
 5. 点缺陷对晶体物理性能的影响
- 四、 位错
 1. 位错的基本类型
 2. 位错的运动
 3. 位错的弹性性质

参考书

钱逸泰编著，《结晶化学导论》，中国科技大学出版社。
陈进化编著，《位错基础》，上海科学技术出版社。

第四套题 相图与相变

- 一、合金相结构
 1. 固溶体
 2. 金属化合物
- 二、 二元相图（铁碳合金为例）
 1. 铁碳合金的组元及基本相
 2. Fe-Fe₃C 相图分析
 3. 铁碳合金的平衡结晶过程及组织
- 三、三元合金相图
 1. 三元合金相图的表示方法
 2. 三元系平衡相的定量法则
 3. 组元在固态下完全不溶的三元共晶相图
- 四、固态相变通论
 1. 固态相变的一般特点
 2. 固态相变的分类
- 五、过饱和固溶体中的脱溶（时效）
 1. 时效硬化现象及特点
 2. 脱溶过程
- 六、脱溶的调幅分解
 1. 调幅分解的条件
 2. 调幅分解与形核长大两种脱溶方式的对比
- 七、颗粒粗化（奥斯瓦尔德熟化）
 1. 颗粒粗化的特点
 2. 颗粒粗化的驱动力分析
 3. 浓度分布
 4. 粗化过程和粗化速率
 5. 平衡颗粒尺寸

八、马氏体相变

1. 马氏体相变的概念
2. 马氏体相变的基本特点

参考书目：

1. 崔忠圻，刘北兴编，《金属学与热处理原理》，哈尔滨工业大学出版社，
2. 潘建生等编，《材料科学基础》，清华大学出版社。

第五套题 物理化学

一、热力学第二定律

1. 热力学第二定律
2. 熵变计算
3. 热力学第三定律
4. 亥姆霍兹函数与吉布斯函数
5. 热力学基本方程和麦克斯韦关系式 热力学基本方程，麦克斯韦关系式。
6. 热力学第二定律应用举例 --克拉佩龙方程和克劳修斯-克拉佩龙方程。

二、化学平衡

1. 化学反应的方向和限度
2. 理想气体反应的平衡常数 标准平衡常数的性质
3. 有纯态凝聚相参加的理想气体反应 标准平衡常数的表示式，分解压力与分解温度。
4. 标准摩尔反应吉布斯函数
5. 温度对标准平衡常数的影响 吉布斯-亥姆霍兹方程，范特霍夫方程，不同温度下平衡常数的求算。

三、电化学

1. 电解质溶液导电机理及导电能力 电解质溶液的导电机理，法拉第定律。
2. 电解质的平均活度和平均活度系数
3. 德拜-休格尔极限公式
4. 原电池的电动势 金属与溶液间电势差的产生，原电池的电动势。
5. 可逆电极与可逆电池 电池的充电与放电，可逆电池的条件。 第一、二类电极、氧化-还原电极。
6. 原电池热力学 电池的电动势与电池反应的关系 rG_m , rH_m , rS_m 之间的关系。 能斯特方程
7. 电极电势 标准氢电极、参比电极，电极电势及其计算。 电池电动势与电极电势的关系 电极反应的 rG_m

四、化学动力学基础

1. 化学反应的速率 零级、一级、二级及 n 级反应的特点 半衰期。
2. 速率方程的确定 微分方法，积分法，半衰期法。
3. 温度对反应速率的影响 阿累尼乌斯公式，活化能。

参考书

1. 天津大学物理化学教研室编，《物理化学》（第四版）上、下册，高教出版社。
2. 付献彩主编，《物理化学》（第三版）上、下册，高教出版社， 2001。

第六套题 高分子材料

一、 高分子的结构

1. 高分子链的构象统计
2. 高聚物的结晶过程
3. 结晶热力学

二、 高聚物的分子运动

1. 玻璃化转变现象和玻璃化温度的测量；
2. 玻璃化转变理论；
3. 影响玻璃化温度的因素。

三、 高聚物的分子量及分子量分布

1. 高聚物分子量的统计意义
2. 高聚物分子量的测定
3. 分子量分布的表示方法：图解表示，分布函数；
4. 基于相平衡的分级方法：高分子溶液的相分离；
5. 凝胶色谱法：基本原理。

四、 高聚物的力学性质

1. 玻璃态和结晶态高聚物的力学性质
2. 高弹态高聚物的力学性质
3. 高聚物的粘弹性

参考书

1. 潘祖仁编，《高分子化学》（第三版），化学工业出版社。
2. 何曼君等编，《高分子物理》（第二版），复旦大学出版社。
3. 平郑骅，汪长春，《高分子世界》，复旦大学出版社。