

力学研究所 2024 年秋季入学普博招考博士专业笔试 考试大纲及参考书目

力学研究所 2024 年秋季入学普博招考博士实行申请-考核制。专业笔试要求：弹性力学、流体力学、数学综合、材料综合、生物综合（五选一），考试时间 3 小时，满分为 100 分，60 分及格，闭卷考试，笔试成绩不及格不予录取。

一、弹性力学

（一）重点考查内容

1. 基本概念：张量，向量，不变量，位移，应变（正应变，剪应变，热应变，主应变，应变定义等），应力（正应力，剪应力，热应力及其产生的机理，主应力，最大剪应力，应力椭球，静水应力，偏应力，应力定义等），面力，体力，应力/应变坐标变换，应力函数，莫尔圆，几何方程，相容性条件/应变协调方程，本构关系/应力-应变关系，各向同性，各向异性，应变能，余能，虚功原理，最小势能原理，卡斯蒂利亚诺定理，变分法，平衡方程，圣维南原理，边界条件，连续介质模型，弹性力学和材料力学的异同之处。

2. 弹性力学问题求解：三维弹性力学问题，二维弹性力学问题，一维弹性力学问题，热应力问题，平衡方程在直角坐标系和曲线坐标系（柱坐标和球坐标）下的表达形式，轴对称问题，球对称问题，弹性半空间/半无限体表面受力问题（Boussinesq 问题），弹性接触问题（Hertz 问题），各类结构的（如杆，直梁，曲梁（拱），直板，弯板（壳），开口/闭口管，螺旋弹簧等）的拉伸/压缩，弯曲和扭转的分

析，带孔洞结构的应力集中问题，楔形体受力问题，薄/厚壁圆柱结构的受压分析，各类结构热应力问题，各种求解方法（级数，复变函数，应力函数和能量法等）。

（二）参考书目：

1. S. P. Timoshenko and J. N. Goodier, Theory of Elasticity, 3rd edition, McGraw-Hill, New York, 1970 (S.P. 铁摩辛柯、J.N. 古地尔 著；徐芝纶 译，弹性理论，高等教育出版社，2013)。

二、流体力学

（一）重点考查内容

1. 流体的物理性质：连续介质假设及其适用范围，流体的输运性质和表面张力等。

2. 流体运动学：流体运动的描述方法，物质导数与局部导数，迹线、流线和脉线，速度场分解等。

3. 流体动力学：雷诺输运定理，N-S 方程组及其定解条件，量纲分析与流动相似理论，常见无量纲量及其物理意义等。

4. 流体静力学：流体静力学规律，阿基米德定律，气体和旋转液体的平衡等。

5. 无粘流动的一般理论：控制方程，伯努利方程、拉格朗日积分和动量定理及其应用等。

6. 理想不可压缩流体的无旋流动：流动性质、控制方程及定解条件，平面定常无旋流动势函数、流函数及复速度势，基本流动及其叠

加，圆柱绕流和圆球绕流，翼型的升力和升力矩等。

7. 液体表面波：小振幅水波的控制方程及定解条件，平面波的相速度、群速度及色散关系，水波的能量传输，速度场与压力场，分层流体的波动等。

8. 旋涡：涡量动力学方程，涡量的产生，涡量场特性，典型旋涡模型等。

9. 粘性不可压缩流动：基本方程和边界条件，定常和非定常的平行剪切流动，小雷诺数粘性流动，平板层流边界层概念及方程，湍流和转换的基本概念，雷诺方程，平板湍流边界层概念等。

10. 气体动力学：无粘可压缩流动方程组，声速和马赫数，膨胀波、弱压缩波和激波的特性及理论，亚、跨、超和高超声速流动特性，一维和准一维等熵流，拉瓦尔喷管流动特征等。

(二) 参考书目

1. 《流体力学》 张兆顺、崔桂香编著，清华大学出版社，2015年版。

三、数学综合

(一) 重点考查内容

1. 复变函数的导数：柯西-黎曼公式
2. 复变函数的积分：柯西定理；柯西公式
3. 复变函数的幂级数展开：泰勒级数展开；解析延拓；洛朗级数展开；孤立奇点分类
4. 复变函数的留数定理：留数定理；应用留数定理计算实变函数

定积分

5. 傅立叶变换
6. 拉普拉斯变换
7. 数学物理方程的定解问题：方程分类；定解条件；达朗贝尔公式
8. 分离变量法
9. 二阶常微分方程级数解法的本征值问题
10. 格林函数法
11. 积分变换法
12. 保角变换法

(二) 参考书目

1. 《数学物理方法》梁昆森（第五版）高等教育出版社。

四、材料综合

(一) 重点考查内容

1. 金属晶体结构。重点内容：晶面和晶向指数标定(三轴/四轴坐标系)，晶体的对称性(宏微观对称元素和操作)，三种常见金属晶体结构(晶胞原子数，配位数，密度，致密度，面密度，线密度，晶体密排面，晶体密排方向，八面体间隙，四面体间隙，原子半径，间隙半径)，金属固溶体类型与结构特征。

2. 二元相图。重点内容：相平衡与相律；杠杆定律；二元铁碳相图的分析和应用，主要包括凝固过程分析，相/组织组成物及其计算；

3. 原子扩散。重点内容：扩散的基本概念与分类，扩散第一/第二定律，扩散定律，扩散方程的解和应用，柯肯达尔效应与互扩散，反应扩散，间隙与空位扩散机制，扩散系数的物理意义，影响扩散的主要因素。

4. 金属材料的晶体缺陷。重点内容：点缺陷的类型和平衡浓度；位错的物理意义与伯氏矢量；位错的能量，弹性性质；位错的受力与运动；位错的形成与增殖；实际晶体 (FCC) 中的位错特征和位错反应；晶界的特征与作用；孪晶的晶体学特征。

5. 金属材料的塑性变形。重点内容：位错滑移与孪生变形的位错晶体学分析；位错滑移的微观机制；多晶体塑性变形；拉伸应力应变关系和加工硬化理论；典型强化机制及其位错机理；冷变形后组织结构和力学性能的变化。

6. 回复与再结晶。重点内容：回复与再结晶机制；位错行为；回复与再结晶过程的微结构演化与力学性能变化。

(二) 参考书目

1. 《材料科学基础》第二版，余永宁，高等教育出版社。

五、生物综合

(一) 重点考查内容

1. 全面系统地掌握细胞生物学的基本概念、基本理论和研究方法，包括（但不限于）细胞的基本结构与功能，细胞质膜的结构、成分、特征与功能，线粒体与氧化磷酸化，叶绿体与光合作用，细胞骨架的结构特征、组装过程与运动功能，细胞核的结构与功能，染色体与染

色质，细胞信号转导与关键信号通路，细胞增殖、分裂、分化、衰老与死亡，干细胞、类器官与器官芯片，细胞连接、粘附分子与细胞外基质等。

2. 要求考生能熟练运用细胞生物学知识分析生物学的基本问题，了解细胞生物学的最新进展。

(二) 参考书目

1. 《细胞生物学》，第 5 版，丁明孝、王喜忠、张传茂、陈建国主编，高等教育出版社，2020 年 5 月。