

中国科学院大学硕士研究生入学考试

《力学专业综合》考试大纲

一、适用范围和基本要求

本考试大纲适用于中国科学院大学力学类硕士研究生入学考试。“力学专业综合”考试内容包括理论力学、材料力学和流体力学三大部分。这些科目既是力学专业本科生的必修课，也是许多其他理工科专业的基础课。本大纲要求考生对上述科目的基本概念有深入理解，系统掌握理论力学、材料力学和流体力学中的基本定理和分析方法，具有综合运用所学知识分析、建模和解决问题的能力。

二、考试形式

考试采用闭卷笔试形式，考试时间为 180 分钟，试卷满分 150 分，由理论力学、材料力学和流体力学组成。其中，第一部分为理论力学，试题小计分值为 70 分；第二部分为材料力学和流体力学，二选一，试题小计分值均为 80 分，若两者都选，按材料力学与流体力学两部分中得分较高者计分。

三、考试内容

第一部分 理论力学

1. 静力学基本概念与物体受力分析

熟练掌握刚体和力的基本概念、力的三要素、各种常见约束的性质、物体的受力分析方法。掌握静力学的五条公理。

2. 力系简化和力系平衡方程

熟练掌握汇交力系的几何法和解析法、平面和空间力系的简化、合成及平衡条件，并能够用其求解物体系统的平衡问题。

理解并掌握力矩的概念、力偶和力偶矩的概念、力偶系的平衡条件。

掌握摩擦、摩擦角、滚动摩阻的概念，熟练求解考虑摩擦的平衡问题。

3. 点的运动学和点的合成运动

掌握质点运动的描述方法，深入理解位移、速度、加速度的概念，熟练掌握用直角坐标，极坐标与自然坐标法描述质点运动的基本概念与方法。

掌握点的合成运动中的基本概念，熟练应用点的速度和加速度合成定理求解各种运动中的点的速度、加速度。

4. 刚体的平动和转动

掌握刚体平动、定轴转动和定点转动的基本特征、角速度与基点选择不变性、刚体平面运动概念。熟练应用基点法、瞬心法求平面运动刚体上各点的速度，熟练应用基点法求平面机构上各点的加速度。

5. 质点动力学的基本方程

理解并掌握牛顿三大定律。熟练掌握质点运动微分方程和质点动力学问题的求解。掌握变质量系统的动力学、非惯性系中的质点动力学。

6. 动量定理、动量矩定理和动能定理

理解并掌握动量、冲量、动量矩、功、势能、动能、功率和机械效率的基本概念。

熟练掌握动量定理、动量守恒定律、动量矩定理、动能定理、机械能守恒定律，能够应用动力学基本定理解决质点和质点系的综合问题。

掌握质心的概念、质心运动定理、质心运动守恒定律和质点系相对于质心的动量矩定理。

熟练掌握质心和转动惯量的计算、刚体定轴转动和平面运动微分方程及其应用。

7. 达朗贝尔原理

掌握质点的达朗贝尔原理和质点系的达朗贝尔原理，能够应用达朗贝尔原理（动静法）求解动力学问题。

8. 虚位移原理

理解并掌握约束、虚位移、虚功的基本概念以及自由度和广义坐标的定义。

掌握虚位移原理及其应用，熟练应用虚位移原理对复杂结构进行受力分析。

9. 碰撞

理解并掌握碰撞问题基本假设、对心碰撞与偏心碰撞、正碰撞与斜碰撞、弹性碰撞与恢复系数、撞击中心的概念。掌握碰撞过程的基本定理，熟练应用基本定理求解碰撞问题。

10. 分析力学基础

理解并掌握广义坐标、广义速度、广义力的概念，掌握动力学普遍方程、拉格朗日方程。能够应用拉格朗日方程推导物体运动方程。了解拉格朗日方程的初积分。

11. 机械振动基础

理解并掌握单自由度系统振动的基本概念，熟练应用能量法与运动方程求解法计算系统固有频率。掌握单自由度系统无阻尼的自由振动和受迫振动、有阻尼的自由振动和受迫振动问题的求解方法。了解主动隔震和被动隔震原理。

第二部分：

（一）材料力学

1. 基本概念

熟练掌握：变形固体的基本假设、外力及其分类、内力、截面法及应力的概念、变形与应变。

了解：杆件变形的基本形式。

2. 拉伸、压缩与剪切

熟练掌握：轴向拉伸与压缩的概念、轴向拉伸与压缩时横截面上的内力和应力、直杆轴向拉伸或压缩时斜截面上的应力、材料拉伸时的力学性能、轴向拉伸或压缩时的变形。

掌握：材料压缩时的力学性能、失效、安全因数和强度计算、轴向拉伸或压缩的应变能、轴向拉压的超静定问题。

了解：温度应力和装配应力、应力集中的概念。

3. 扭转

熟练掌握：扭转的概念、外力偶矩的计算、扭矩和扭矩图、纯剪切、圆轴扭转时的应力、圆轴扭转时的变形。

了解：非圆截面杆扭转的概念、薄壁杆件的自由扭转。

4. 弯曲

熟练掌握：弯曲的概念、受弯杆件的简化、剪力和弯矩、剪力方程和弯矩方程、剪力图和弯矩图、纯弯曲时的正应力。

掌握：横力弯曲时的正应力、弯曲切应力、提高弯曲强度的措施。

熟练掌握：挠曲线的微分方程、用积分法求弯曲变形、用叠加法求弯曲变形。

掌握：提高弯曲刚度的一些措施。

5. 应力和应变分析、强度理论

掌握：应力状态的概念、二向和三向应力状态实例。

熟练掌握：二向应力状态分析-解析法、二向应力状态分析-图解法、三向应力状态、位移和应变分量、平面应变状态分析、广义胡克定律、四种常用强度理论。

6. 组合变形

熟练掌握：组合变形和叠加原理、拉伸或压缩与弯曲的组合、扭转与弯曲的组合。

掌握：偏心拉（压）和截面核心。

7. 压杆稳定

熟练掌握：压杆稳定的概念、两端铰支和其它支座条件下细长压杆的临界压力、欧拉公式的适用范围、经验公式。

掌握：压杆的稳定校核及提高压杆稳定性的措施。

8. 能量法

熟练掌握：杆件变形能的计算、互等定理、卡氏定理、虚功原理。

9. 动载荷

掌握：惯性力和动荷系数的概念及计算方法、冲击的概念及计算方法。

10. 疲劳

掌握：交变应力的概念、疲劳极限的概念。

（二）流体力学

1. 流体力学的基本概念

掌握：自然界和工程中的流体、固液气体的宏观性质与微观结构。

熟练掌握：连续介质假设及其适用条件，流体的物理性质(黏性、可压缩性与热膨胀性、输运性质、表面张力与毛细现象)，质量力与表面力。

2. 流体运动学

熟练掌握：流体运动的描述(拉格朗日描述与欧拉描述及其间的联系、物质导数与随体导数、迹线、流线及脉线)，流场中的速度分解。

掌握：涡量，涡量场，涡线、涡管、涡通量，涡管强度及守恒定理。

3. 流体动力学

熟练掌握：控制体，连续性方程(雷诺输运定理)，动量方程(流体的受力、应力张量)，能量方程(热力学定律)，本构关系，状态方程，流体力学方程组及定解条件，正交曲线坐标系，量纲分析与流动相似理论，流体力学中的无量纲量及其物理意义、相似原理的应用。

掌握：涡量动力学方程，涡量场的时空特性；流体静力学。

4. 黏性不可压缩流动

熟练掌握：控制方程及定解条件，定常的平行剪切流动(Couette 流动、Poiseuille 流动等)，非定常的平行剪切流动(Stokes 第一和第二问题、管道流动的起动问题)。

掌握：轴对称的平面黏性流动(圆柱 Couette 流及其起动过程)，小雷诺数黏性流动。

5. 层流边界层和湍流

熟练掌握：边界层的概念，层流边界层方程(Blasius 平板边界层)，边界层的分离。

掌握：湍流的发生，层流到湍流的转捩，雷诺方程和雷诺应力。

6. 无黏不可压缩无旋流动

熟练掌握：无黏流动的控制方程，Bernoulli 方程，Bernoulli 方程和动量定理的应用，无黏不可压缩流动控制方程及定解条件，势函数及无旋流动的性质，平面定常无旋流动(流函数、源汇、点涡、偶极子、镜像法、保角变换)，无旋轴对称流动，非定常无旋流动。

7. 液体表面波

熟练掌握：控制方程(小振幅水波)及定解条件，平面单色波，水波的色散和群速度，水波的能量及其传输，速度与压力场特性，表面张力波及分层流体的重力内波。

了解：非线性水波理论。

8. 气体动力学

熟练掌握：声速和马赫数，膨胀波、弱压缩波的形成及其特点；一维定常流动(绝热流和等熵流、变截面管等熵流、等截面绝热摩擦管流)、Laval 喷管；激波与膨胀波(正激波和斜激波、反射与相互作用)，爆轰波；一维非定常均熵流动、有间断面的气体流动；理想可压缩定常流的数学方法；跨声速流动特征。

四、主要参考书目

1. 哈尔滨工业大学理论力学教研组. 理论力学(第9版). 高等教育出版社, 2023 年
2. 赵亚溥. 力学讲义, 科学出版社, 2018 年
3. 刘鸿文. 材料力学(第7版), 高等教育出版社, 2024 年
4. 庄礼贤, 尹协远, 马晖扬. 流体力学(第2版). 中国科学技术大学出版社, 2009 年

编制单位：中国科学院大学

编制日期：2025 年 6 月 30 日