

# 《理论力学》课程教学大纲

## 一、课程信息

课程名称：理论力学

Theoretical Mechanics

课程代码：09911164

课程类别：专业基础平台课程/必修课

适用专业：道路桥梁与渡河工程专业

课程学时：72学时

课程学分：3学分

修读学期：第2学期

先修课程：高等数学A(I)、大学物理B

## 二、课程目标

### (一) 具体目标

通过本课程的学习，使学生达到以下目标：

**课程目标 1：**掌握作用于物体上的力系的简化理论及力系平衡条件；掌握描述点的运动的矢量法，直角坐标法和自然法；熟练地求解与点的速度和加速度有关的问题。熟悉刚体平动和定轴转动的特征。能熟练地求解与定轴转动刚体的角速度以及刚体内各点的速度和加速度有关的问题。了解角速度、角加速度的矢量表示法。掌握运动合成和分解的基本概念和方法。**【支撑毕业要求 1.2】**

**课程目标 2：**掌握研究物体机械运动与受力关系的方法。掌握质点运动微分方程，了解运动微分方程对两类较简单的实际问题进行分析。能清楚理解和熟练计算动力学中各基本物理量（动量、动量矩、动能、冲量、功、势能等）；掌握动力学普遍定理（动量、动量矩、动能定理及相应的守恒定律），能运用这些定理求解有关的动力学问题。熟练掌握质点、质点系和刚体机械运动的基本规律和研究方法。**【支撑毕业要求 2.1】**

### (二) 课程目标与毕业要求的对应关系

表1 课程目标与毕业要求的对应关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	1.工程知识:能够将数学、自然科学、工程基础和专业知识用于解决复杂工程问题。	1.2 掌握理论力学、材料力学、结构力学、道路工程材料、测量学、结构设计原理、土质学与土力学、路基路面工程、基础工程、桥梁工程、道路勘测设计等解决复杂道路桥梁与渡河工程问题所需的基础知识和应用能力。
课程目标 2	2.问题分析:能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理,识别、表达、并通过文献研究分析复杂工程问题,以获得有效结论。	2.1 能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理,识别与归纳复杂道路桥梁与渡河工程问题。

### 三、课程内容

#### (一) 课程内容与课程目标的关系

表2 课程内容与课程目标的关系

课程内容	教学方法	支撑的课程目标	学时安排
绪论	讲授法、专题研讨	课程目标 1	1
第一章 静力学公理和受力分析	讲授法	课程目标 2	2
第二章 平面力系	讲授法	课程目标 1、2	8
第三章 空间力系	讲授法	课程目 1、2	8
第四章 摩擦	讲授法	课程目 2	8
第五章 点的运动学	讲授法	课程目 1、2	12
第六章 刚体的简单运动	讲授法	课程目 1、2	10
第七章 点的合成运动	讲授法	课程目 1、2	8
第八章 刚体的平面运动	讲授法	课程目 1、2	8
第九章 质点动力学的基本方程	讲授法	课程目 1、2	3
第十章 动量定理	讲授法	课程目 1、2	3
合计			72 学时

#### (二) 具体内容

##### 绪论

##### 【学习目标】

1.了解理论力学的研究对象；了解理论力学的研究内容；了解《理论力学》课程的内容分为静力学、运动学、动力学；

2.了解理论力学的研究方法；

3.了解学习理论力学的意义（或目的）。

#### 【学习内容】

1.理论力学的研究内容；

2.理论力学的研究方法；

3.学习理论力学的意义。

#### 【学习重点】

1.理论力学的研究内容。

#### 【学习难点】

1.理论力学的研究方法。

### 第一章 静力学公理和受力分析

#### 【学习目标】

1.掌握力(force)、刚体(rigid body)和平衡(equilibrium)的概念；

2.掌握静力学五条公理，两条推理，了解工程中常见的约束类型；了解工程中常见约束力的分析；约束和约束力；分离体，物体的受力分析和受力图。

3.了解力学模型与力学建模的概念。

#### 【学习内容】

1.静力学公理；

2.约束和约束力；

3.工程中常见约束的分析及类型；

4.物体的受力分析和受力图；

5.力学模型与力学简图。

#### 【学习重点】

1.根据约束力性质画约束力；

2.工程中物体的受力分析和画受力图。

#### 【学习难点】

1.工程中约束的画法；

2.工程中约束力的性质。

## 第二章 平面力系

### 【学习目标】

- 1.掌握平面汇交力系的概念；掌握平面汇交力系的平衡条件和平衡方程；
- 2.掌握平面力对点之矩、平面力偶的概念；掌握平面任意力系的简化；平面任意力系平衡条件和平衡方程；

### 【学习内容】

- 1.平面汇交力系；平面汇交力系的平衡条件和平衡方程；
- 2.平面力对点之矩、平面力偶；
- 3.平面任意力系的简化；
- 4.平面任意力系平衡条件和平衡方程；
- 5.平面简单桁架的内力计算。

### 【学习重点】

- 1.平面汇交力系平衡条件和平衡方程。

### 【学习难点】

- 1.平面任意力系的简化；平面任意力系平衡条件和平衡方程；
- 2.平面简单桁架的内力计算。

## 第三章 空间力系

### 【学习目标】

- 1.掌握力在空间轴上的投影，力对点之矩与力对轴之矩，空间力偶；
- 2.了解空间任意力系简化的各种结果；空间任意力系的平衡条件和平衡方程。

### 【学习内容】

- 1.空间汇交力系；空间汇交力系的平衡方程；
- 2.力对点之矩和力对轴之矩；空间任意力系的简化、空间力偶；空间任意力系的平衡方程；工程中常见约束的分析及类型；
- 3.物体的重心。

### 【学习重点】

- 1.空间任意力系的简化；
- 2.空间任意力系的平衡方程。

### 【学习难点】

- 1.力对点之矩与力对轴之矩之间的关系；
- 2.空间任意力系的简化。

## 第四章 摩擦

### 【学习目标】

- 1.掌握有摩擦时物体和物体系统的平衡；
- 2.了解滑动摩擦定律，摩擦系数和摩擦角，自锁现象；
- 3.掌握平衡的临界状态和平衡范围；
- 4.滚动摩擦力偶一般介绍。

### 【学习内容】

- 1.静滑动摩擦力及最大静滑动摩擦力；
- 2.动滑动摩擦力，摩擦角和自锁现象；
- 3.考虑摩擦时物体的平衡问题；
- 4.滚动摩阻的概念。

### 【学习重点】

- 1.滑动摩擦力，摩擦定律；
- 2.摩擦角，自锁现象；
- 3.求解平衡问题。

### 【学习难点】

- 1.考虑摩擦时平衡问题的解法；
- 2.静滑动摩擦和动滑动摩擦的性质。

## 第五章 点的运动学

### 【学习目标】

- 1.掌握确定点的运动的基本方法：矢量法、直角坐标法、自然法；
- 2.掌握运动方程和轨迹方程，点的速度和加速度的矢量形式，切向加速度和法向加速度；
- 3.了解通过几何关系列写点的运动方程。速度和加速度公式。

### 【学习内容】

- 1.矢量法；

- 2.直角坐标法;
- 3.自然法。

**【学习重点】**

- 1.速度、加速度定义与公式;
- 2.切向加速度和法向加速度;
- 3.求解运动方程和轨迹方程。

**【学习难点】**

- 1.自然法。

## 第六章 刚体的简单运动

**【学习目标】**

- 1.掌握刚体的平移及其特征;
- 2.掌握刚体定轴转动方程,角速度和角加速度方程;
- 3.了解角速度矢和角加速度矢,刚体内各点的速度和加速度的矢积表达式。

**【学习内容】**

- 1.刚体的平行移动;
- 2.刚体绕定轴的转动;
- 3.转动刚体内各点的速度和加速度;
- 4.以矢量表示角速度和角加速度。

**【学习重点】**

- 1.刚体平移的特点;
- 2.刚体定轴转动方程,角速度和角加速度方程;
- 3.转动刚体内各点的速度和加速度的特点。

**【学习难点】**

- 1.刚体整体运动及其刚体上各点运动之间的关系;
- 2.刚体平移运动和定轴转动在工程中的应用。

## 第七章 点的合成运动

**【学习目标】**

- 1.掌握建立运动的合成和分解的思路及方法;
- 2.掌握动点、动坐标系的选取原则;

- 3.掌握分析相对运动、绝对运动和牵连运动三种运动及相应的速度和加速度；
- 4.了解应用点的速度合成定理和加速度合成定理。

#### 【学习内容】

- 1.相对运动、牵动运动、绝对运动；
- 2.点的速度合成定理；
- 3.点的加速度合成定理。

#### 【学习重点】

- 1.点的速度和加速度的特点；
- 2.三种运动及相应的速度和加速度；
- 3.点的科氏加速度，动点、动系的选取。

#### 【学习难点】

- 1.点的速度合成定理和加速度合成定理；
- 2.分析物体相对于不同参考系间的关系。

### 第八章 刚体的平面运动

#### 【学习目标】

- 1.掌握刚体平面运动的概念及平面运动分解成平动和转动；
- 2.掌握基点法、速度投影定理和瞬心法求平面图形内各点的速度；
- 3.掌握基点法求平面图形内各点的加速度；
- 4.了解应用基点法、速度投影定理和瞬心法求图形内各点的速度。

#### 【学习内容】

- 1.刚体平面运动的概述和运动分解；
- 2.求平面图形内各点速度的基点法；
- 3.求平面图形内各点速度的瞬心法；
- 4.用基点法求平面图形内各点的加速度；
- 5.运动学综合应用举例。

#### 【学习重点】

- 1.平面运动分解成平动和转动；
- 2.平面运动方程，基点法公式，速度投影定理；
- 3.平面运动刚体的角速度、角加速度。

### 【学习难点】

1. 工程中常见刚体的平面运动；
2. 工程中刚体运动的分解。

## 第九章 质点动力学的基本方程

### 【学习目标】

1. 掌握点运动微分方程的矢量形式、直角坐标形式、自然轴投影形式；
2. 掌握质点动力学的两类问题。

### 【学习内容】

1. 动力学的基本定律；
2. 质点的运动微分方程；
3. 动力学综合应用举例。

### 【学习重点】

1. 经典力学中最简单、最基本的力学模型；
2. 动力学的基本定律；
3. 质点的运动微分方程。

### 【学习难点】

1. 质点的运动微分方程。

## 第十章 动量定理

### 【学习目标】

1. 掌握质点和质点系的动量，力的冲量；
2. 掌握动量定理和质心运动定理的应用；
3. 了解动量守恒与质心运动守恒的应用条件。

### 【学习内容】

1. 动量定理；
2. 质点、质点系的动量定理；
3. 质点、质点系动量守恒定律。

### 【学习重点】

1. 质点和质点系的动量，力的冲量；
2. 质心公式，动量定理和质心运动定理；



3.质点的动量守恒。

### 【学习难点】

- 1.质点的动量定理和质心运动定理；
- 2.质点的动量守恒。

## 四、教学方法

讲授法、专题研讨。

## 五、课程考核

考试：平时考核+期末考试。

本课程为考试课，考试由平时考核及期末考试两部分构成，平时考核由课堂考勤（ $a_1$ ）、平时作业（ $a_2$ ）、阶段性测试（ $a_3$ ）三部分构成，所占的权重分别为  $a_1=10\%$ 、 $a_2=10\%$ 、 $a_3=10\%$ 。期末考试为闭卷考试，卷面总分 100 分，占课程考核的权重  $a_4=70\%$ 。

课程总成绩（100%）=课堂考勤（ $a_1$ ）+ 平时作业（ $a_2$ ）+阶段性测试（ $a_3$ ）+期末成绩（ $a_4$ ）

表 3 各考核环节建议值及考核细则

课程成绩构成及比例	考核方式	目标值	考核/评价细则	对应课程目标
课堂考勤 $a_1$	随堂点名	100	上课期间随堂点名，一般每学期至少点名三次以上。根据学生出勤情况作为课堂考勤成绩。	课程目标 1、2
平时作业 $a_2$	课程作业	100	平时作业以课后习题为主；每次作业单独评分，最后取平均分作为平时作业成绩。	课程目标 1、2
阶段性测试 $a_3$	随堂测验	100	每次测验单独评分，取平均分作为课堂测验成绩。	课程目标 1、2
期末考试 $a_4$	期末考试	100	卷面成绩 100 分。题型以填空题、选择题、判断题、作图题、计算题等为主。	课程目标 1、2

## 六、课程评价

课程目标达成度评价包括课程分目标达成度评价和课程总目标达成度评价，具体计算方法如下：

$$\text{课程分目标达成度} = \frac{\text{相关评价方式加权平均得分}}{\text{相关评价方式目标加权总分}}$$

课程总目标达成度=课程所有分目标达成度加权值之和

课程目标评价内容及符号意义说明： $A_i$ 为平时成绩对应课程目标*i*的得分， $B_i$ 为期末考试成绩对应课程目标*i*的得分； $OA_i$ 为平时成绩对应课程目标*i*的目标分值， $OB_i$ 为期末考试对应课程目标*i*的目标分值； $\gamma_i$ 为课程目标*i*在总目标达成度中的权重值； $S$ 为课程总目标的达成度， $S_i$ 为课程目标*i*的达成度。

表 4 课程考核成绩对课程目标达成情况评价

课程目标	课程目标权重	评价方式	目标分值	实际平均分	目标达成评价值
课程目标 1	0.4	课堂考勤	$OA_{1-1}=40$	$A_{1-1}$	$S_1 = \frac{a_1 A_{1-1} + a_2 A_{1-2} + a_3 A_{1-3} + a_4 B_1}{a_1 OA_{1-1} + a_2 OA_{1-2} + a_3 OA_{1-3} + a_4 OB_1}$
		平时作业	$OA_{1-2}=40$	$A_{1-2}$	
		阶段性测试	$OA_{1-3}=40$	$A_{1-3}$	
		期末成绩	$OB_1=40$	$B_1$	
课程目标 2	0.6	课堂考勤	$OA_{2-1}=60$	$A_{2-1}$	$S_2 = \frac{a_1 A_{2-1} + a_2 A_{2-2} + a_3 A_{2-3} + a_4 B_2}{a_1 OA_{2-1} + a_2 OA_{2-2} + a_3 OA_{2-3} + a_4 OB_2}$
		平时作业	$OA_{2-2}=60$	$A_{2-2}$	
		阶段性测试	$OA_{2-3}=60$	$A_{2-3}$	
		期末成绩	$OB_2=60$	$B_2$	
课程目标 <i>i</i> 权重和	$\sum_{i=1}^2 \gamma_i = 1.0$	课程总成绩	100	课程总目标达成度	$S = \sum_{i=1}^2 \gamma_i S_i$

注：1.目标分值为课程目标对应评价方式的满分，同一评价方式目标分值之和为 100。

2.实际平均分为参与评价的学生在该评价方式的平均分。

## 七、课程资源

### (一) 建议选用教材

哈尔滨工业大学理论力学教研室. 理论力学上册（第 8 版）[M]. 北京：高等教育出版社, 2016

### (二) 主要参考书目

[1]孙毅等. 哈工大理论力学（第 8 版）习题全解[M]. 北京：高等教育出版社, 2017.

[2]高红, 赵启龙. 哈工大理论力学（第 8 版）辅导及习题精解[M]. 杭州：浙江教育出版社, 2018.

[3]洪嘉振, 刘铸永, 杨长俊. 理论力学[M]. 北京：高等教育出版社, 2015.

[4]周又和. 理论力学[M]. 北京：高等教育出版社, 2015.

[5]李俊峰,张雄. 理论力学[M]. 北京: 清华大学出版社, 2010.

### (三) 其它课程资源

1. 哈尔滨工业大学理论力学慕课

<https://www.icourse163.org/course/HIT-1001516003>

执笔人: 牛文杰

课程负责人: 牛文杰

审核人(系/教研室主任): 王士革

审定人(主管教学副院长/副主任): 袁晓辉

2023年6月