

# X2160481 理论力学课程教学大纲

课程名称：理论力学

英文名称：Theoretical Mechanics

课程编码：X2160481

学时数：64

其中实践学时数：2

课外学时数：0

学分数：4

适用专业：机械设计制造及其自动化、机械电子工程、机械工程、过程装备与控制工程

## 一、课程简介

《理论力学》是一门理论性较强的专业技术基础课，是机械类各专业的必修课程。课程内容包  
括受力分析以及平面力系和空间力系的平衡问题；质点的基本运动和合成运动；刚体的基本运动和  
平面运动；动能定理和达朗贝尔定理。它是各门力学课程的基础，并在许多工程技术领域中有着广  
泛的应用。

通过《理论力学》课程的学习，使学生掌握质点、质点系和刚体机械运动（包括平衡）的基本  
规律和研究方法，培养和训练学生逻辑思维能力、抽象简化能力、实践应用能力和初步的科学研究  
能力，以自己的工程意识、工程能力、科学素质和创新能力，为解决工程实际问题和学习一系列  
的后继续课程打好必要的基础。

## 二、课程目标与毕业要求关系表

课程目标	毕业要求
课程目标 1：掌握《理论力学》的最基本概念和定理；学会处理《理论力学》问题的最基本的方法和技能。	1-2 掌握机械各专业的基础知识，能选择恰当的模型用于分析本专业复杂的工程问题；
课程目标 2：将《理论力学》的知识运用于工程实际，以提高自己的工程意识、抽象简化能力、实践应用能力和初步的科学研究能力。	2-2 能够应用工程基础知识对研究对象进行正确的分析和改进工程问题； 4-1 能够基于各专业基本原理和相关文献，调研和分析本专业中复杂的工程问题。

## 三、课程教学内容、基本要求、重点和难点

(一) 引言、静力学公理和物体的受力分析

### 1. 教学内容

静力学基本概念，静力学公理，约束和约束力，物体的受力分析和受力图，力学模型与力学简

图。

## 2. 基本要求

- (1) 了解部分：理论力学在工程技术中的地位和作用；力学发展概况、力学新进展。
- (2) 理解部分：学习理论力学的目的和理论力学的研究方法；
- (3) 掌握部分：各种常见约束的性质；
- (4) 熟练掌握：对简单的物体系取分离体并画出受力图。

## 3. 重点和难点

- (1) 重点：常见约束的性质、物体的受力分析及受力图；
- (2) 难点：物体的受力分析及受力图。

### (二) 平面力系

#### 1. 教学内容

平面汇交力系，平面力对点之矩·平面力偶，平面任意力系的简化，平面任意力系的平衡条件和平衡方程，物体系的平衡·静定和超静定问题，平面简单桁架的内力计算。

## 2. 基本要求

- (1) 了解部分：力线平移定理；
- (2) 理解部分：各种类型力系的简化方法和简化结果、力偶的等效条件；
- (3) 掌握部分：计算力的投影、力对点的矩和力对轴的矩；
- (4) 熟练掌握：主矢和主矩的计算，能够应用各种类型的平衡条件和平衡方程求解单个物体和简单物体系的平衡问题，能熟练地取分离体和应用各种形式的平衡方程求解。

## 3. 重点和难点

- (1) 重点：平面任意力系的平衡条件和求解方法；
- (2) 难点：力系简化及其结果分析。

### (三) 空间力系

#### 1. 教学内容

空间汇交力系，力对点的矩和力对轴的矩，空间力偶，空间任意力系的简化，空间任意力系的平衡方程，物体的重心，摩擦问题。

## 2. 基本要求

- (1) 了解部分：力对点之矩、力对轴之矩及二者之间的关系；
- (2) 理解部分：空间力系向一点简化及简化结果分析；
- (3) 掌握部分：重心的确定及求解方法；摩擦问题的求解方法；
- (4) 熟练掌握：空间力系的平衡条件，求解简单的空间力系平衡问题。

## 3. 重点和难点

- (1) 重点：空间力系的平衡条件及求解方法。
- (2) 难点：空间力系向一点简化及简化结果分析。

### (四) 点的运动

#### 1. 教学内容

点的运动的基本方法：矢量法、直角坐标法和自然法，运动方程和轨迹方程，点的速度和加速度的直角坐标轴上的投影，自然轴系。绝对运动、相对运动和牵连运动的定义，三种速度和三种加速度的定义、选择动点、动系和静系、速度合成定理、牵连运动为平动的加速度合成定理，介绍牵连运动为定轴转动的加速度合成定理的概念。

## 2. 基本要求

(1) 了解部分：运动的相对性，参考坐标系，确定点的运动的基本方法—矢量法、直角坐标法和自然法；

(2) 理解部分：运动方程和轨迹方程，点的速度和加速度的矢量形式，点的速度和加速度的直角坐标轴上的投影，自然轴系，合成运动的基本概念；

(3) 掌握部分：速度和加速度在自然轴上的投影，切向加速度和法向加速度，动点、动参考系与静参考系，绝对运动、相对运动和牵连运动；

(4) 熟练掌握：运动的合成和分解，绝对速度、相对速度和牵连速度，点的速度合成定理、掌握绝对加速度、相对加速度和牵连加速度，牵连运动为平移的加速度合成定理。

## 3. 重点和难点

(1) 重点：点的速度合成定理、牵连运动为平移的加速度合成定理；

(2) 难点：绝对速度、相对速度和牵连速度，点的速度合成定理，绝对加速度、相对加速度和牵连加速度，牵连运动为平移的加速度合成定理，牵连运动为定轴转动的加速度合成定理。

### (五) 刚体的运动

#### 1. 教学内容

刚体的平动及其运动特征；刚体的定轴转动及其运动特征；转动刚体内各点的速度和加速度，刚体平面运动的特征，运动分解；速度分析：基点法、速度投影法和瞬心法；用基点法进行加速度分析。

#### 2. 基本要求

(1) 了解部分：轮系的传动比。以矢量表示角速度和角加速度，以矢积表示点的速度和加速度。

(2) 理解部分：刚体平面运动的特征，

(3) 掌握部分：刚体的平动及其特征，刚体绕定轴的转动及其特征，转动方程，角速度和角加速度，

(4) 熟练掌握：转动刚体内任一点的速度和加速度，平面图形的运动方程，平面运动分解为平动和转动，用基点法求平面图形内各点的速度，速度投影定理，瞬时速度中心，求平面图形内各点速度的瞬心法，用基点法求平面图形内各点的加速度。

#### 3. 重点和难点

(1) 重点：求平面图形内各点速度的瞬心法，用基点法求平面图形内各点的加速度；

(2) 难点：用基点法求平面图形内各点的加速度。

### (六) 动力学基本定律

#### 1. 教学内容

动力学基本定律。惯性参考系，古典力学的适用范围，国际单位制，质点运动微分方程及在直

角坐标轴上的投影和自然坐标轴上的投影，质点动力学的两类问题，运动的初始条件。动力学普遍定理引述，质心及其坐标公式，动量和冲量，质点系的动量。动量定理，动量守恒定律，质心运动定理，质心运动守恒定律。质点和质点系的动量矩，动量矩定理，动量矩守恒定律，定轴转动刚体对转轴的动量矩，刚体定轴转动微分方程，转动惯量、回转半径、平行移轴定理，组合形体转动惯量的计算。力的功，元功表达式，重力的功、弹性力的功、作用在转动刚体上的力的功、力偶的功，质点和质点系的动能，刚体作平动、定轴转动和平面运动时的动能，动能定理，理想约束及内力的功，功率，功率方程。机械效率，势力场，势能，机械能守恒定律。动力学普遍定理的综合应用。

## 2. 基本要求

- (1) 了解部分：动力学基本定律，理想约束及内力的功，功率，功率方程；
- (2) 理解部分：质点动力学的两类问题，机械效率，势力场，势能，机械能守恒定律；
- (3) 掌握部分：动量定理，动量守恒定律，质心运动定理，质心运动守恒定律，质点和质点系的动量矩，动量矩定理，动量矩守恒定律，定轴转动刚体对转轴的动量矩；质点和质点系的动能；
- (4) 熟练掌握：刚体定轴转动微分方程，转动惯量、回转半径、平行移轴定理，组合形体转动惯量的计算，动能定理，动力学普遍定理的综合应用。

## 3. 重点和难点

- (1) 重点：动量守恒定律，质心运动定理，刚体定轴转动微分方程，组合形体转动惯量的计算，动能定理，动力学普遍定理的综合应用；
- (2) 难点：动量守恒定律，动量矩守恒定律，动力学普遍定理的综合应用。

### (七) 达朗贝尔原理

## 1. 教学内容

惯性力的概念，质点和质点系的达朗贝尔原理，刚体惯性力系的简化——刚体平动情形、刚体定轴转动（具有垂直于转轴的质量对称面）情形、刚体平面运动情形。

## 2. 基本要求

- (1) 了解部分：无
- (2) 理解部分：惯性力的概念，
- (3) 掌握部分：刚体惯性力系的简化——刚体平动情形、刚体定轴转动（具有垂直于转轴的质量对称面）情形；
- (4) 熟练掌握：质点和质点系的达朗贝尔原理

## 3. 重点和难点

- (1) 重点：质点和质点系的达朗贝尔原理，刚体惯性力系的简化；
- (2) 难点：刚体惯性力系的简化。

## 四、教学方式及学时分配

序号	主要内容	主要教学方式	学时分配	辅导答疑比例
一	0. 绪论	讲授	1	1:0.5

	0.1 理论力学研究对象和内容 0.2 理论力学的学习目的 0.3 理论力学的学习方法			
二	1. 静力学公理和物体的受力分析 1.1 静力学公理 1.2 约束和约束力 1.3 物体的受力分析和受力图 1.4 力学模型与力学简图	讲授/练习	2/1	1:0.5
三	2. 平面力系 2.1 平面汇交力系 2.2 平面力对点之矩、平面力偶 2.3 平面任意力系的简化 2.4 平面任意力系的平衡条件和平衡方程 2.5 物体系的平衡、静定和超静定问题 2.6 平面简单桁架的内力计算	讲授/练习	6/2	1:0.5
四	3. 空间力系 3.1 空间汇交力系 3.2 力对点的矩和力对轴的矩 3.3 空间力偶 3.4 空间任意力系的简化 3.5 空间任意力系的平衡方程 3.6 物体的重心	讲授/练习	6/2	1:0.5
五	4. 摩擦 4.1 滑动摩擦 4.2 摩擦角和自锁现象 4.3 考虑摩擦时的物体的平衡问题 4.4 滚动摩擦阻的概念 实验 理论力学综合实验	讲授/实验	2/2	1:0.5
六	5 点的运动学 5.1 矢量法 5.2 直角坐标法 5.3 自然法	讲授	1	1:0.5
七	6. 刚体的简单运动 6.1 刚体的平行移动 6.2 刚体绕定轴的转动 6.3 转动刚体内各点的速度和加速度 6.3 轮系的传动比	讲授	1	1:0.5
八	7. 点的合成运动 7.1 相对运动、牵连运动、绝对运动 7.2 点的速度合成定理 7.3 牵连运动是平移时点的加速度合成定理	讲授/练习	6/2	1:0.5

	7.4 牵连运动是定轴转动时点的加速度合成定理、科氏加速度			
九	8. 刚体的平面运动 8.1 刚体平面运动的概述和运动分解 8.2 求平面图形内各点速度的基点法 8.3 求平面图形内各点速度的瞬心法 8.4 用基点法求平面图形内各点的加速度 8.5 运动学综合应用举例	讲授/练习	8/2	1:0.5
十	9. 质点动力学的基本方程 9.1 动力学的基本定律 9.2 质点的运动微分方程	讲授	2	1:0.5
十一	10. 动量定理 10.1 动量与冲量 10.2 动量定理 10.3 质心运动定理	讲授	2	1:0.5
十二	11. 动量矩定理 11.1 质点和质点系的动量矩 11.2 动量矩定理 11.3 刚体绕定轴转动的微分方程 11.4 刚体对轴的转动惯量	讲授	2	1:0.5
十三	12. 动能定理 12.1 力的功 12.2 质点和质点系的动能 12.3 动能定理 12.4 动力学综合应用举例	讲授/练习	6/2	1:0.5
十四	13. 达朗贝尔原理; 13.1 惯性力、质点的达朗贝尔原理 13.2 质点系的达朗贝尔原理 13.3 刚体惯性力系的简化 13.4 用动静法解决动力学问题	讲授/练习	4/2	1:0.5

## 五、课程其他教学环节要求

### (一)作业的基本要求

序号	主要内容	学时	布置作业题数及类型			
			作图题	简答题	计算题	综合题
1	绪论	1		1		
2	静力学公理	3	3			
3	平面力系	2		1	1	
4	平面任意力系	6	1		3	2
5	摩擦	2		1		
6	空间力系	8		2	4	2
7	点的基本运动	1			1	
8	刚体的基本运动	1			1	1

9	点的合成运动	8			6	2
10	刚体的平面运动	10	1		7	2
11	质点动力学的基本方程	2		1	1	
12	动量定理	2			2	
13	动量矩定理	2			2	
14	达朗贝尔原理	8	1		5	2
15	动力学普遍定理综合应用	8			4	4
合计		64	6	7	36	15

## 六、本课程与其他课程的联系

在学习本课程之前，学生应先修《高等数学》、《大学物理》等课程，通过本课程的学习，为《材料力学》、《机械原理》、《流体力学》、《液压传动》、《机械振动》等后续课程的学习奠定基础。

## 七、建议教材及教学参考书目

建议教材

《理论力学》第8版，哈尔滨工业大学理论力学教研室编，高等教育出版社 2016年；

参考书目

《理论力学解题指导及习题集》（第3版）六院校（王铎 主编，高等教育出版社 2005年；

《理论力学》张伯奋主编，西南交通大学出版社 2013年。

## 八、课程考核方式与成绩评定办法

本课程是考试课。总评成绩以百分计，满分100分。平时成绩占20%，包括课堂表现、平时作业，实验成绩占10%，期末考试占70%，期末考试为闭卷笔试。

评价项目	评价环节	课程目标
平时成绩（20%）	考勤、作业等（100分）	课程目标 1：掌握《理论力学》的最基本概念和定理；学会处理《理论力学》问题的最基本的方法和技能。
实验成绩（10%）	实验报告（100分）	课程目标 2：将《理论力学》的知识运用于工程实际，以提高自己的工程意识、抽象简化能力、实践应用能力和初步的科学研究能力。
期末考试（70%）	简答题（20分）	课程目标 1：掌握《理论力学》的最基本概念和定理；学会处理《理论力学》问题的最基本的方法和技能。
	计算题（50分）	课程目标 1：掌握《理论力学》的最基本概念和定理；学会处理《理论力学》问题的最基本的方法和技能。
	综合题（30分）	课程目标 2：将《理论力学》的知识运用于工程实际，以提高自己的工程意识、抽象简化能力、实践应用能力和初步的科学研究能力。

大纲撰写人：郑菲

大纲审阅人：郑菲

负责人：刘健