

重庆大学

理论力学 I

课程教学大纲



重庆大学航空航天学院
2018年10月

理论力学 I 课程教学大纲

一、课程名称：理论力学（I） The Theoretical Mechanics Syllabus（I）

二、学时与学分：64 学时 4 学分

三、适用专业：工程力学、机械类、航空航天工程

四、先修课程：高等数学、普通物理

五、课程教材：哈尔滨工业大学理论力学教研室编 《理论力学》 高等教育出版社 2009

 参考教材：刘延柱编 《理论力学》 高等教育出版社 2010

 范钦珊编 《理论力学》 高等教育出版社 2009

六、开课单位：重庆大学航空航天学院

七、课程的性质、目的和任务

理论力学（I）是工科机类各专业的一门技术基础课，本课程的任务是使学生掌握物体机械运动（包括平衡）的基本规律及其研究方法，并初步学会如何运用这些规律去分析和解决工程中一些简单的力学问题，同时也为学生学习后继课打下基础。

八、课程的主要内容

1. 绪论

2. 静力学部分

 （1）静力学的基本概念及物体的受力分析

 ◇ 静力学的基本概念

 ◇ 静力学公理

 ◇ 约束和约束反力

 ◇ 物体的受力分析和受力图

 （2）平面汇交力系

 ◇ 平面汇交力系合成和平衡的几何法

 ◇ 平面汇交力系合成和平衡的解析法

◇ 力的投影及分解，合力投影定理，合成的解析法，平衡的解析条件，平衡方程式

(3) 力对点的矩：平面力矩定理

- ◇ 力对点的矩、合力偶定理
- ◇ 平面力偶理论
- ◇ 平面力偶系的合成及平衡

(4) 平面任意力系

- ◇ 平面任意力系向作用面内一点简化
- ◇ 平面任意力系的简化结果
- ◇ 平面任意力系平衡条件和平衡方程式
- ◇ 物体系统的平衡、静定和静不定
- ◇ 平面简单桁架内力计算

(5) 摩擦

- ◇ 滑动摩擦
- ◇ 摩擦角和自锁现象
- ◇ 考虑摩擦时的平衡问题举例
- ◇ 滚动摩擦阻的概念

(6) 空间力系

- ◇ 空间汇交力系
- ◇ 空间力偶系
- ◇ 力对轴之矩和力对点之矩矢
- ◇ 空间任意力系和一点简化：主矢和主矩
- ◇ 空间任意力系的简化结果
- ◇ 空间任意力系的平衡方程及举例

(7) 平行力系中心及重心

- ◇ 平行力系中心
- ◇ 物体重心的坐标公式
- ◇ 用组合法求重心
- ◇ 用实验方法测定重心位置

3. 运动学部分

(1) 引言

(2) 点的运动学

- ◇ 点的运动方程式
- ◇ 点的速度和加速度
- ◇ 点的速度和加速度在直角坐标轴上的投影
- ◇ 点的切向和法向加速度

(3) 刚体的简单运动

- ◇ 刚体的平行移动
- ◇ 刚体绕定轴的转动
- ◇ 转动刚体内各点的速度和加速度
- ◇ 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

(4) 点的合成运动

- ◇ 相对、牵连和绝对运动
- ◇ 点的速度合成定理
- ◇ 牵连运动为平动时点的加速度合成定理
- ◇ 牵连运动为定轴转动时点的加速度合成定理：科氏加速度

(5) 刚体的平面运动

- ◇ 刚体的平面运动的概念和运动的分解
- ◇ 求平面图形内各点速度的基点法

- ◇ 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

4. 动力学部分

(1) 引言

(2) 质点动力学的基本方程

- ◇ 动力学的基本定律
- ◇ 质点的运动微分方程
- ◇ 质点动力两类基本问题

(3) 动量定理

- ◇ 质点和质系的动量定理
- ◇ 质心运动定理

(4) 动量矩定理

- ◇ 质点和质系的动量矩
- ◇ 质系的动量矩定理
- ◇ 刚体绕定轴转动的微分方程式
- ◇ 刚体对轴的转动惯量
- ◇ 质点系相对于质心的动量矩定理
- ◇ 刚体的平面运动微分方程
- ◇ 陀螺仪近似理论

(5) 动能定理

- ◇ 力的功
- ◇ 质系的动能定理
- ◇ 功率、功率方程和机械效率
- ◇ 基本定理应用举例

(6) 达朗伯原理

- ◇ 惯性力、质点的达朗伯原理
- ◇ 质点系的达朗伯原理
- ◇ 刚体惯性力系的简化
- ◇ 绕定轴转动刚体的轴承动反力

(7) 虚位移原理

- ◇ 约束的分类
- ◇ 虚位移和虚功
- ◇ 虚位移原理

(8) 低重力环境四足机器人运动特性虚拟仿真实验

刚体空间运动

机器人步态规划

正、逆运动学

零力矩点理论

九、课程教学基本要求

1. 绪论：只需扼要地阐明本课程的地位、作用及力学研究的方法。

2. 静力学：力系等效、简化和力系平衡的研究应并重（以平面问题为重点）。

力、力偶矩矢和力矩矢等概念要讲透彻，公理的叙述与定理的推导要简明扼要，平行力的合成可以不讲。力系的简化结果详细讨论平面的情况，空间情况可只作结论性的说明。摩擦一章重要的是讲清楚极限摩擦力的特征，存在摩擦时的平衡范围与临界状态。滚动摩擦可以只讲概念并举概念性的例题。

分离体（平衡对象）的选取、约束力的分析与受力图的画法，应给予特别重视，要结合各章节的有关问题反复讲述，使学生在课内外作业中有反复练习的机会。

3. 运动学：说明运动学独立研究的意义及运动学的研究方法。运动的分解合成作为研究运动的线索之一应予以充分注意。

点的运动可作为复习性讲述。

点的复合运动，特别要讲清讲透牵连运动的概念与如何选择动坐标系。哥氏定理可以通过例子来证明。

刚体平面运动的研究以运动的分解与合成为出发点，但仍要讲清瞬心的概念，并重视瞬心法的应用。加速度问题则只须讲清楚合成法，可以完全不提瞬心法。

4. 动力学：说明古典力学的适用范围，重要的基本概念，如：惯量、质量、转动惯量、惯性力、力的冲量与功、动量、动量矩和动能等的阐述要求简洁明确。

质点运动微分方程式的应用主要通过例子讲述。

动力学普遍定理以及由它导出的各个定理与方程（如刚体定轴转动 微分方程和平面运动微分方程等），要进行系统细致的讲述。

达朗贝尔原理可以作为牛顿定律的结果而讲述，动静法应用中对定轴转动和刚体平面运动只讲对称情况。

虚位移一章中，约束方程、虚位移和自由度等基本概念可以通过简例说明，主要讲述单自由度虚位移原理的应用。

学完理论力学后应对规定的全部基本内容有系统的理解，掌握其中的基本概念，基本理论与基本方法，达到下列要求：

- (1) 具有从简单的实际问题中找出理论力学问题的能力
- (2) 能从简单的刚体系熟练选取分离体并正确画出受力图（包括有摩擦的情形）
- (3) 能运用力系简化的理论求出任意力系的主矢和主矩
- (4) 能正确运用平衡条件求解物体与简单物体系的平衡问题（平面问题要求熟练）
- (5) 能描述点的运动，熟练计算点的速度和加速度（以平面问题为主）
- (6) 对刚体的运动种类与特征有全面的了解，能描述定轴转动，平面运动刚体的运动能熟练计算刚体内各点的速度和加速度。
- (7) 对运动的相对性有清楚的概念。掌握运动的分解与合成的理论和方法。
- (8) 对力学中的各种量有清晰的概念。掌握运动的分解与合成的理论和方法。
- (9) 能正确列出质点与刚体的动力学微分方程式并求解。

- (10) 能正确选择并运用动力学普遍方程求解简单的工程问题。
- (11) 能正确运用达朗伯原理与虚位移原理。
- (11) 初步获得与本课程有关的工程概念，进一步培养认真对待作业的习惯与能力
- (12) 对运动的正、逆运动学有清楚的概念。掌握零力矩点理论的理论和方法。

十、课程实验教学环节

1. 实验教学的目的、任务与要求

通过理论力学实验教学，能够丰富课程知识，促进学生对课程内容的理解，构建课程知识体系；培养学生的理论力学相关实验技能，增强学生利用理论知识解决工程问题的能力。

在理论力学实验教学中，利用了多媒体手段介绍了力学在工程中的应用；利用形象化的运动学演示模型，生动地将各种常见的机械零部件与理论力学运动模型建立直观的联系；利用刚性支承动平衡实验加深学生对动反力和达朗贝尔原理的认识，掌握动平衡的基本原理和实验技术；通过虚拟仿真实验技术，使学生巩固和熟悉形心和重心、刚体运动学、机器人步态规划、机器人稳定裕度、机器人动力学分析及关节力矩相关知识，了解工程应用；同时，运用虚拟仿真手段也能够让学生了解低重力环境下机器人运行与地球环境机器人运动不同，激发其在航空航天、深空探测等相关领域的兴趣。

2. 实验课程内容（项目）及学时分配

序号	实验目的	实验内容	学时	实验类型	备注
1	运动学模型演示	利用形象化的运动学演示模型，观察刚体基本运动、合成运动和平面运动关系。	1	演示性	
2	力学科教多媒体演示	演示力学在工程中的应用	1	演示性	

3	转子动平衡 校正实验	刚性双支承转子动不平衡量校正	2	综合性	
4	低重力环境 四足机器人 运动特性虚 拟仿真实验	<p>线下实验:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 地球环境四足机器人正常负重跨越低障碍实验。 2. 地球环境四足机器人正常负重跨越高障碍实验。 3. 地球环境四足机器人高负重跨越低障碍实验。 <p>虚拟仿真实验:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 地球环境、月球环境、火星环境四足机器人不同负重，跨越不同障碍实验。测试月球、火星、地球环境对负重重量和障碍高低要求，以及环境影响。 2. 地球环境、月球环境、火星环境四足机器人腿部材料强度选择及对比实验。了解四足机器人在不同环境中对材料要求。 3. 地球环境、月球环境、火星环境四足机器人功率选择及对比实验。了解四足机器人在不同环境中相同工况下对电机功率的要求。 	4	综合性	

3. 实验教学教材（讲义、指导书）

《理论力学实验教学讲义》，自编

《理论力学动力学实验教程》，王凤勤 葛玉梅 王重实，西安交通大学出版社

《低重力环境四足机器人运动特性虚拟仿真实验平台教学指导书》，自编

《低重力环境四足机器人运动特性虚拟仿真实验指导书》，自编

十一、说明

理论力学是数学和物理的后续课程，因此在教学中应量减小与物理内容的重复，同时注意重复内容的提高和加深，在应用上要强调与工程实际相结合。

要求学生在学习本课程之前已经具备了本课程必须的数学知识，如解析几何、矢量代数的基本运算、简单函数与复合函数的微分、导数与偏导数、定积分与不定积分、线积分与重积分的概念和一元函数的极值等。本课程在运用这些数学知识时可进行复习或提示。

理论力学本身也为一系列后续课程提供基础，如材料力学、机构原理、水力学（流体力学）和结构力学等。因此要求后续课程尽可能反复运用已学过的理论力学知识。

十二、学时分配

静力学	讲 课	实 验	运动学	讲 课	实 验	动力学	讲 课	实 验
绪 论	1	0	点的运动	3		质点运动微分方程	1	
基本概念受力分析	2	0	刚体基本运动	2		动量定理	2	
平面汇交力系	1	0	点的复合运动	6		动量矩定理	4	
平面力偶系	1	0	刚体平面运动	5		陀螺力近似理论	2	
平面任意力系	2	0	力学教学模型演示	0	1	动能定理势力场	6	
摩 擦	2	0	力学科教多媒体演示	0	1	普遍定理综合应用	2	
空间汇交力系	1	0				达朗贝尔原理	4	
空间力偶系	1	0				虚位移原理	3	
空间任意力系	2					低重力环境四足机器人运动特性	2	4
平行力系中心及物 体重心	2	0				转子动平衡校正	0	2
合 计	15	0	合 计	16	2	合 计	26	8
理论机动学时	3							
总 计	60 学时理论+8 学时实验							

十三、考试方式

1、考核方式（请打钩）

开卷考试 闭卷考试 考核（具体形式： ）

2、 成绩评定方式及比例

■百分制【总成绩（满分 100）=考勤及课后作业（满分 70）+实验报告（满分 15）+平时成绩（满分 15 分）】

五级制

课程负责人： 万玲、杨昌棋、秦容

大纲制定：万玲、杨昌棋、秦容

大纲审核：张晓敏、魏榛

大纲批准：姚建尧