

四川大学制造科学与工程学院本科课程

《机械原理》教学大纲

课程编号: Course Code:	302074030 302074030	课程类型: Course Type:	必修课 Compulsory
课程名称: Course Name:	机械原理 Mechanical Principle	授课对象: Audience:	本科二年级学生 Sophomore
学时/学分: Credit Hours/Credits	48/3 48/3	授课语言: Language of Instruction	中文 Chinese Mandarin
先修课程: Prerequisite:	机械制图、理论力学 Mechanical Graphics, Theoretical Mechanics	开课院系: Course offered by:	机械工程系 Department of Mechanical Eng.
适用专业: Intended for:	机械设计制造及其自动化专业 Mechanical Design, Manufacturing and Automation	授课教师: Instructor:	
大纲执笔人: Edited by:	高山 Gao Shan	大纲审核人: Inspected by:	专业负责人 Course Leader

一、课程简介

机械原理是一门学习与机械系统运动方案设计相关的基础知识的课程，是机械类各专业必修的一门重要的技术基础课。本课程主要研究内容是有关机械的一些最基本的原理及常用机构的分析与综合方法。其中主要包括：机构结构分析的基本知识；机构的运动分析方法；机器动力学的基本知识；常用机构——齿轮机构、凸轮机构、连杆机构等的分析与设计。

二、学习目标

通过本课程的教学，使学生具备下列能力：

- 1、对一般由平面机构所组成的机械系统能绘出其机构运动简图，计算其自由度，并判定其具有确定运动的条件，以及分析机构的结构组成，为完成机械运动方案设计奠定重要基础；
- 2、具有用瞬心法对高、低副机构进行速度分析，和用图解法对二级机构进行运动分析的基本技能；具有按已知动力学条件分析和设计机械的某些基本知识；
- 3、了解各种常用机构的性能、特点及适用场合，掌握其相关基本参数定义和运动特性分析方面的知识；具有按已知的几何条件和运动条件对几种常用平面机构进行运动分析的能力，能识别

机械运动方案设计中的关键问题和参数；

4、结合工程实习和社会实践经历，根据产品使用条件和相关需求，能对设计目标进行分析、评价，从而确定出符合实际需求的设计方案；

5、结合工程和社会实践认知，将机械运动方案设计相关的基础知识和方法，与机械设计制造及其自动化领域相关的社会、健康、安全、法律以及文化等方面的基础知识结合。

三、学习目标与毕业要求的对应关系

毕业要求	毕业要求指标点	学习目标
(1) 能够将数学、自然科学、机械工程基础知识和专业知识用于解决机械工程领域设计、制造、运行等方面的复杂工程问题。	1.2 具有解决机械工程领域设计、制造、运行等过程中的复杂工程问题所需的工程基础知识和专业知识；	学习目标 1
	1.3 能够运用数学、自然科学、工程基础和专业知识解决机械工程领域的复杂工程问题。	学习目标 2
(2) 能够应用数学、自然科学和机械工程科学的基本原理，通过信息检索、文献研究，对机械工程领域设计、制造、运行等方面的复杂工程问题进行识别、表达、分析、评价，并获得有效结论。	2.1 能够应用数学、自然科学和机械工程科学的基本原理，识别机械工程领域设计、制造、运行中的关键问题与参数；	学习目标 3
(3) 能够设计满足特定需求的机械产品功能原理方案、零部件及机械系统，或针对机械工程领域设计、制造、运行等方面的复杂工程问题，拟定相应的设计、制造、运行方案，并能够综合考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境因素，体现创新意识。	3.1 具有工程实习和社会实践经历，针对机械工程领域设计、制造、运行中的复杂工程问题，能够根据需求确定设计/开发目标；	学习目标 4
	3.2 具备与机械设计制造及其自动化领域相关的社会、健康、安全、法律、文化以及环境等方面的基础知识，针对机械工程领域设计、制造、运行中的复杂工程问题所提出的解决方案中，能够考虑上述因素；	学习目标 5

四、教学基本内容

学习目标	教学内容	教学方法	考核方式
学习目标 1	第一章 绪论	多媒体讲授	期末考试
	第二章 平面机构的结构分析	小组作业	课堂测验

		PPT 分享讨论	课后作业 小组作业 课堂表现
学习目标 2	第三章 平面机构的运动分析 第七章 机械的运转及其速度波动的调节	多媒体讲授 课堂练习 小组作业 PPT 分享讨论	期末考试 课堂测验 课后作业 小组作业 课堂表现
学习目标 3	第一章 绪论 第八章 连杆机构及其设计 第九章 凸轮机构及其设计 第十章 齿轮机构及其设计 第十一章 齿轮系及其设计	多媒体讲授 课堂练习 小组作业 PPT 分享讨论	期末考试 课堂测验 课后作业 小组作业 课堂表现
学习目标 4	第七章 机械的运转及其速度波动的调节 第八章 连杆机构及其设计 第九章 凸轮机构及其设计 第十章 齿轮机构及其设计 第十一章 齿轮系及其设计	多媒体讲授 课堂练习 小组作业 PPT 分享讨论	期末考试 课堂测验 课后作业 小组作业 课堂表现
学习目标 5	第一章 绪论 第八章 连杆机构及其设计 第九章 凸轮机构及其设计 第十章 齿轮机构及其设计 第十一章 齿轮系及其设计	多媒体讲授 课堂练习 小组作业 PPT 分享讨论	期末考试 课堂测验 课后作业 小组作业 课堂表现

第一章 绪论

本课程研究的对象及内容。学习本课程的目的。如何进行本课程的学习。

要求学生：初步理解本课程学习的核心对象机构的概念及围绕该对象要学习的内容，本课程知识对应解决机械设计制造环节中的问题，以及在本专业课程学习中的地位和意义。

毕业要求对应关系：

本章学习内容对应学习目标 1、3，支撑毕业要求指标点 1.2、2.1。

第二章 平面机构的结构分析

机构结构分析的内容及目的。机构的组成。机构具有确定运动的条件。平面机构自由度的计算，计算机构自由度应注意的事项。基本杆组及机构的组成。

要求学生：

1、联系实际所见各种机械装置理解机构描述的内容；

-
- 2、理解机构组成要素构件和运动副的定义，类别，并正确区分机器和机构，构件和零件概念；
 - 3、掌握国家标准GB/T4460-1984中的平面机构的规定符号，能够正确识别机构运动简图；
 - 4、练习将实际所见的机械装置中的传动部分绘制成机构运动简图；
 - 5、掌握机构确定运动的条件，以及该条件在机械设计过程中所起的作用；
 - 6、应当结合力学中自由度概念，理解构件自由度和机构自由度概念；
 - 7、理解平面机构自由度计算公式各参数意义，掌握运用公式计算平面机构自由度的方法；
 - 8、掌握局部自由度、虚约束、复合铰链等影响平面机构自由度计算的概念，能从简图中正确识别出这些情况，并正确计算平面机构自由度；
 - 9、理解基本杆组概念；识别常见的不同级别基本杆组，并能按基本杆组分析平面机构的组成。

毕业要求对应关系：

本章学习内容对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 1.2。

第三章 平面机构的运动分析

机构运动分析的目的和方法。速度瞬心及其在平面机构速度分析中的应用。用矢量方程图解法作机构的速度分析和加速度分析。

要求学生：

- 1、理解机构运动分析的内容以及在机械设计过程中的作用；
- 2、了解机构运动分析的不同方法，这些方法的特点和应用场合；
- 3、理解速度瞬心的概念，包括相对瞬心和绝对瞬心；
- 4、能够分析并标出一个平面机构中所有的瞬心位置；
- 5、能够运用速度瞬心法作机构的速度分析；
- 6、根据理论力学中的运动合成原理理解同一构件上两点间以及两构件重合点间的速度和加速度矢量方程；
- 7、掌握矢量方程图解法的求解步骤，能够运用该方法对平面机构进行速度和加速度分析；
- 8、能够结合速度瞬心法和矢量方程图解法，以及速度影像和加速度影像简化运动分析过程。

毕业要求对应关系：

本章学习内容对应学习目标 2，支撑毕业要求指标点 1.3。

第七章 机械的运转及其速度波动的调节

等效动力学模型。机械周期性速度波动调节。

要求学生：

- 1、了解机械运转的三个阶段，以及各阶段驱动力和阻力所作功与机械动能的关系；
- 2、了解机械运动方程的一般表达式所表述的内容和建立原理；
- 3、掌握机械系统等效动力学模型的两个等效原则和计算方法；能够将一个单自由度机构进行等效，并计算等效构件参数；

-
- 4、理解周期性速度波动的概念，能分析周期性速度波动产生的原因；
 - 5、周期性速度波动的调节目标，调节方法：掌握飞轮设计计算方法；
 - 6、了解非周期性速度波动机器调节方法。

毕业要求对应关系：

本章学习内容对应学习目标 2、5，支撑毕业要求指标点 1.3、3.2。

第八章 连杆机构及其设计

平面连杆机构的应用及其设计的基本问题。平面四杆机构的基本形式及其演化。平面四杆机构的一些基本知识：曲柄存在的条件，行程速比系数，传动角和死点。平面四杆机构设计。

要求学生：

- 1、理解连杆机构包括的范围，特点和应用场合；
- 2、掌握平面四杆机构的基本类型和演化类型，能够识别和绘制这些机构的机构运动简图；
- 3、结合教材上的图例，并联系实际分析生活中所见的机械中存在的平面四杆机构，加深对平面四杆机构应用的理解；
- 4、理解曲柄和摇杆的概念以及对机械设计的意义，能够判断铰链四杆机构什么情况下存在曲柄，并进一步掌握判断铰链四杆机构的基本类型的方法；
- 5、理解急回运动概念，以及急回运动对机械的影响；掌握急回运动分析的方法，行程速比系数定义和计算，能够对平面四杆机构是否存在急回运动进行分析；
- 6、掌握压力角和传动角的概念，能够分析平面机构中的压力角和传动角；
- 7、掌握分析平面四杆机构最小传动角的方法，以及理解机构设计中压力角和传动角的校核条件；
- 8、掌握死点概念，死点位置与压力角的关系，能够分析平面四杆机构是否存在死点；并结合实际所见的机械理解传动中如何避开死点，以及利用死点的例子；
- 9、了解连杆机构设计的基本问题，设计方法，重点掌握作图法设计平面四杆机构：按连杆的预定位置设计四杆机构；按两连架杆预定对应角位移设计四杆机构；按给定的急回要求设计四杆机构。

毕业要求对应关系：

本章学习内容对应学习目标 3、4、5，支撑毕业要求指标点 2.1、3.1、3.2。

第九章 凸轮机构及其设计

凸轮机构的应用和分类。推杆的运动规律。用作图法设计凸轮的轮廓曲线，包括对心、偏置直动推杆盘行凸轮机构。凸轮机构基本尺寸的确定。

要求学生：

- 1、了解凸轮机构相对于连杆机构的特点，分类，应用场合；
- 2、掌握凸轮机构运动规律的描述方法，以及相关的基本概念；
- 3、掌握常用的凸轮运动规律各自的运动特性，运动规律的选择原则；
- 4、能够分析运动过程中存在的刚性冲击和柔性冲击，理解其对机械的影响；

-
- 5、理解凸轮廓线设计原理；
 - 6、掌握对心/偏置直动推杆盘行凸轮机构的作图设计原理和方法；
 - 7、掌握凸轮机构压力角的分析方法，基圆半径对压力角的影响；
 - 8、滚子推杆滚子半径和平底推杆平底尺寸的确定原则和方法，运动失真现象原因分析和解决办法。

毕业要求对应关系：

本章学习内容对应学习目标 3、4、5，支撑毕业要求指标点 2.1、3.1、3.2。

第十章 齿轮机构及其设计

齿轮机构的应用及分类。齿轮的齿廓曲线。渐开线的形成及其特性。渐开线齿廓的啮合传动。渐开线标准齿轮各部分名称、尺寸。渐开线直齿圆柱齿轮啮合传动。渐开线齿轮传动的重合度。渐开线齿廓的根切和渐开线标准齿轮不发生根切的最小齿数。变位齿轮传动。斜齿圆柱齿轮传动。圆锥齿轮传动。蜗轮蜗杆传动。

要求学生：

- 1、了解齿轮机构的特定，类型和应用场合；
- 2、掌握齿廓啮合基本定律和共轭齿廓的概念，了解齿廓曲线选取原则，建立渐开线齿廓作为齿轮标准齿廓曲线的概念；
- 3、结合渐开线形成原理图掌握渐开线形成过程和几何特性；了解渐开线方程和渐开线函数；
- 4、能够根据渐开线几何特性分析渐开线齿廓啮合传动的特点：定传动比；可分性；正压力方向不变性；并理解这些特点对齿轮设计，制造，安装过程的影响；
- 5、正确理解渐开线标准直齿圆柱齿轮各部分名称，符号，熟练掌握基本参数并能根据基本参数计算几何尺寸；掌握国家标准GB/T 1357-2008中对模式的定义，了解参数的选取原则；特别需要注意齿条和内齿轮几何尺寸计算与外齿轮的差异；
- 6、理解一对渐开线齿轮啮合的过程，掌握正确啮合的条件；
- 7、掌握一对渐开线齿轮标准中心距计算，若不按照标准中心距安装的差异和存在的问题；
- 8、理解齿轮连续传动条件，掌握重合度定义和重合度的计算；
- 9、了解齿廓切制的基本原理和方法；理解根切现象对齿轮的影响，根切发生的原因分析，并由此计算不发生根切的最小齿数；
- 10、理解为什么引入变位齿轮，变位齿轮如何获得；变位齿轮相对于标准齿轮几何尺寸的变化；
- 11、掌握变位齿轮传动类型和特点，各种变位齿轮传动的应用场合；
- 12、斜齿轮的学习应当对比直齿轮，从齿廓形成，啮合特点，正确啮合条件，参数计算，重合度等方面理解掌握其差异；
- 13、了解直齿圆锥齿轮的特点和应用场合，基本参数定义；
- 14、了解蜗轮蜗杆传动特点和应用场合；掌握蜗轮蜗杆传动的正确啮合条件；
- 15、掌握蜗轮蜗杆主要参数和几何尺寸的计算；特别注意对比与直齿圆柱齿轮的差别；

16、 最终建立齿轮机构设计计算的整体概念。

毕业要求对应关系：

本章学习内容对应学习目标 3、4、5，支撑毕业要求指标点 2.1、3.1、3.2。

第十一章 齿轮系及其设计

轮系及其分类。定轴轮系传动比计算。周转轮系传动比计算。复合轮系传动比计算。

要求学生：

- 1、 从齿轮系结构的角度能够正确区分定轴轮系和周转轮系，特别是周转轮系的组成部分；
- 2、 分别掌握定轴轮系，周转轮系的传动比计算方法，转向关系的分析方法；
- 3、 对复合轮系能够正确划分定轴和周转部分，分别列出计算公式并联立求解；
- 4、 了解轮系的功用，为齿轮系在机械中的应用建立初步知识。

毕业要求对应关系：

本章学习内容对应学习目标 3、4、5，支撑毕业要求指标点 2.1、3.1、3.2。

五、建议教学进度

章节名称	学时数
第一章 绪论	1
第二章 平面机构的结构分析	8
第三章 平面机构的运动分析	7
第七章 机械的运转及其速度波动的调节	3
第八章 连杆机构及其设计	5
第九章 凸轮机构及其设计	4
第十章 齿轮机构及其设计	10
第十一章 齿轮系及其设计	6
习题讨论课	4
备注： 课内外时间约为 1:1.0~1.5	

六、教学策略与方法

- 1、 阐述基本原理，理论联系实际，培养学生对实际机械的分析能力和初步的机械运动分析设计能力；
- 2、 采用多媒体课件和传统教学相结合进行教学；
- 3、 通过案例分析，小组作业，强调将所学机构与实际机械装置的对应和分析计算；
- 4、 通过课后作业加深对基本计算方法的掌握。
- 5、 通过课堂测验加深对基本概念的理解掌握。

七、考核方式

期末闭卷笔试，课后作业，小组作业，课堂测验，考勤。

1.平时课后作业按课后思考练习题布置，交纸质作业，次数不低于5次

2.小组作业题目

- 画出三个实际生产生活中常见的机械装置对应的机构运动简图，并计算自由度
- 平面机构的运动分析方法与实例
- 齿轮和齿轮系应用及传动比计算

分组完成并需做成PPT，安排部分小组展示分享和讨论

3.小组作业及平时作业讨论由助教主持，老师参与讨论

4.考勤由助教完成，可采用不同方式进行

5.课堂测验随堂进行，主要针对每章的基本概念和方法的理解和应用，次数不少于5次

八、成绩评定方法

1. 总成绩

期末考试成绩50%，过程考核成绩50%。其中过程考核成绩包括：课后作业、小组作业、课堂测验、考勤。

总成绩=期末考试卷面成绩*50% +过程考核成绩*50%

过程考核成绩=考课后作业*30%+小组作业*20%+课堂测验*30%+考勤*20%

2. 各环节学习目标的考核占比

考核环节	学习目标1	学习目标2	学习目标3	学习目标4	学习目标5
课后作业第2章占比%	100				
课后作业第3章占比%		100			
课后作业第7章占比%		80			20
课后作业第8章占比%			40	40	20
课后作业第9章占比%			40	40	20
课后作业第10章占比%			40	40	20
课后作业第11章占比%			40	40	20
小组作业第1次占比%	100				
小组作业第2次占比%		100			
小组作业第3次占比%			40	40	20
课堂测验第2章占比%	100				
课堂测验第3章占比%		100			
课堂测验第7章占比%		80			20

课堂测验第 8 章占比%			40	40	20
课堂测验第 9 章占比%			40	40	20
课堂测验第 10 章占比%			40	40	20
课堂测验第 11 章占比%			40	40	20
期末考试 占比%	15	25	25	25	10
考勤 占比%	20	20	20	20	20

3. 学习目标达成度计算方法

学习目标达成度=期末考试平均成绩*0.5+过程考核平均成绩*0.5

九、评分标准

学习目标	评分标准			
	90-100	75-89	60-74	0-59
	优	良	中/及格	不及格
1. 对一般由平面机构所组成的机械系统能绘出其机构运动简图，计算其自由度，并判定其具有确定运动的条件，以及分析机构的结构组成，为完成机械运动方案设计奠定重要基础；	对一般由平面机构所组成的复杂机械系统能完全准确绘出其机构运动简图，能应用不同的处理方法正确计算其自由度，并判定其具有确定运动的条件，以及分析机构的结构组成	对一般由平面机构所组成的简单机械系统能正确绘出其机构运动简图，能应用一种基本方法正确计算其自由度，并判定其具有确定运动的条件，以及分析机构的结构组成	对一般由平面机构所组成的简单机械系统能绘出其机构运动简图，主要结构基本正确，计算其自由度过程的主要参数识别基本正确，能判定其具有确定运动的条件，以及分析机构的结构组成基本正确	对一般由平面机构所组成的机械系统不能绘出其机构运动简图，或者绘制出的机构运动简图存在明显错误，无法正确计算其自由度，并判定其具有确定运动的条件，分析机构的结构组成错误
2. 具有用瞬心法对高、低副机构进行速度分析和用图解法对二级机构进行运动分析的基本技能；具有按已知动力学条件分析和设计机械的某	能熟练应用瞬心法对高、低副机构进行速度分析，和用图解法对二级机构进行运动分析，过程步骤和结果准确；熟练掌握按已知动力学条件分析和设计机械的某些	能应用瞬心法对高、低副机构进行速度分析，和用图解法对二级机构进行运动分析，过程步骤和结果基本正确；理解掌握按已知动力学条	应用瞬心法对高、低副机构进行速度分析，和用图解法对二级机构进行运动分析主要过程步骤基本正确；基本掌握按已知动力学条件分析和设计机械的某些基本知	应用瞬心法对高、低副机构进行速度分析，和用图解法对二级机构进行运动分析思路不清晰或者关键步骤错误；理解掌握按已知动力学条件分析和设计机械的某些基本知识

些基本知识;	基本知识并能灵活运用;	械的某些基本知识,对于一般典型问题能正确分析;	识,分析典型问题的步骤思路基本正确	不够,无法正确分析相关问题;
3. 了解各种常用机构的性能、特点及适用场合,掌握其相关基本参数定义和运动特性分析方面的知识;具有按已知的几何条件和运动条件对几种常用平面机构进行运动分析的能力,能识别机械运动方案设计中的关键问题和参数;	熟练掌握常用机构的性能、特点及适用场合,掌握其相关基本参数定义和运动特性分析方面的知识,并能举一反三针对不同具体机构进行分析,能完全正确按已知的几何条件和运动条件对几种常用平面机构进行运动分析,能完全正确识别机械运动方案设计中的关键问题和参数;	掌握常用机构的性能、特点及适用场合,掌握其相关基本参数定义和运动特性分析方面的知识,并能针对常见的典型具体机构进行分析,能正确按已知的几何条件和运动条件对几种常用平面机构进行运动分析,能正确识别机械运动方案设计中的关键问题和参数;	基本掌握常用机构的性能、特点及适用场合,基本掌握其相关基本参数定义和运动特性分析方面的知识,并能针对常见的典型具体机构进行分析,分析主要步骤和思路基本正确,能掌握按已知的几何条件和运动条件对几种常用平面机构进行运动分析的主要步骤和思路,能识别机械运动方案设计中的关键问题和参数;	对常用机构的性能、特点及适用场合,其相关基本参数定义和运动特性分析方面的知识比较模糊,无法按已知的几何条件和运动条件对几种常用平面机构进行运动分析,不能正确识别机械运动方案设计中的关键问题和参数;
4. 结合工程实习和社会实践经历,根据产品使用条件和相关需求,能对设计目标进行分析、评价,从而确定出符合实际需求的设计方案	根据产品使用条件和相关需求,能对设计目标进行准确分析、评价,从而正确确定出符合实际需求的设计方案,能应用不同方法完成设计,设计过程和结果完全正确	根据产品使用条件和相关需求,能对设计目标进行分析、评价,从而正确确定出符合实际需求的设计方案,能根据所学某种方法完成设计,设计过程和结果基本正确	根据产品使用条件和相关需求,能对设计目标进行分析、评价,从而确定出符合实际需求的设计方案,能根据所学某种方法完成设计,设计主要步骤基本正确	根据产品使用条件和相关需求,不能对设计目标进行分析、评价,从而确定出符合实际需求的设计方案,对所学方法不能完全掌握和应用,无法正确完成设计,设计方法错误,思路不清
5. 结合工程和社会实践认知,将机械运动方案设	能结合工程和社会实践认知,将机械运动方案设	能结合工程和社会实践认知,将机械运动方案设计	基本能做到结合工程和社会实践认知,将机械运动方	不能结合工程和社会实践认知,将机械运动方案设计相关

计相关的基础知识和方法,与机械设计制造及其自动化领域相关的社会、健康、安全、法律以及文化等方面的基础知识结合	计相关的基础知识和方法,充分与机械设计制造及其自动化领域相关的社会、健康、安全、法律以及文化等方面的基础知识充分结合,考虑问题非常全面	相关的基础知识和方法,与机械设计制造及其自动化领域相关的社会、健康、安全、法律以及文化等方面的基础知识结合,考虑到主要问题	案设计相关的基础知识和方法,与机械设计制造及其自动化领域相关的社会、健康、安全、法律以及文化等方面的基础知识结合,有这方面的意识。	的基础知识和方法,与机械设计制造及其自动化领域相关的社会、健康、安全、法律以及文化等方面的基础知识相结合,缺乏这方面的知识和意识。
--	---	---	---	---

十、教学参考书与其他相关教学资源（如网上教学资源等）

- [1] 《机械原理教学指南》. 孙恒主编. 高等教育出版社, 1998
- [2] 《机械原理教程》. 申永胜主编. 清华大学出版社, 2000.7
- [3] 《机械原理学习指南》, 陈作模等编, 高等教育出版社, 2001.5
- [4] 《机械原理作业集》, 葛文杰主编, 高等教育出版社, 2001.6
- [5] 四川大学机械原理课程中心网站