

职工高等工业专科学校

机械原理教学大纲

(草 案)

机械类专业试用

(92学时)

高等教育出版社

一九八三年十二月

本教学大纲系由教育部委托上海市业余工业大学、杭州市机械工业局职工大学和鞍钢职工工学院起草，由上海市业余工业大学负责汇总，并征求了有关学校和教师的意见，经教育部在一九八三年十一月召开的职工高等工业专科学校教学大纲审订会议审订。

本大纲适用于三年制职工高等工业专科学校机械类专业。四年制业余职工高等工业专科学校可根据有关教学计划所规定的学时数安排本教学大纲的教学内容。

一、课 程 内 容

1. 绪论

机械原理研究的对象和内容。

机械原理课程在教学计划中的地位。

机械原理在发展国民经济中的作用。

2. 平面机构结构引论

研究机构结构的目的。

平面运动副及其分类。

平面运动链和机构。

平面机构运动简图及其测绘。

平面机构的自由度。

3. 平面机构的运动分析

机构运动分析的目的和方法。

机构的位置图及其运动构件上各点轨迹和位移的求法。

速度瞬心的求法。

*速度瞬心法在机构速度分析中的应用。

用相对运动图解法作机构的速度和加速度分析。

*用解析法作机构的运动分析。

运动线图的概念。

4. 平面连杆机构及其设计

连杆机构的应用及其设计的基本问题。

铰链四杆机构的基本型式及其演化。

铰链四杆机构有曲柄的条件。

用作图法设计四杆机构。

*用解析法设计四杆机构。

用实验法设计四杆机构。

5. 凸轮机构及其设计

凸轮机构的应用和分类。

从动件常用运动规律。

用作图法设计平面凸轮的轮廓曲线。

*用解析法设计平面凸轮的轮廓曲线。

平面凸轮机构的压力角和基圆半径。

*圆柱凸轮机构。

6. 齿轮机构及其设计

齿轮机构的应用和分类。

齿廓啮合的基本定律。

渐开线的形成、性质和参数方程。

渐开线齿廓满足定传动比和具有可分性。

渐开线齿轮各部分名称和尺寸。

渐开线齿轮任意圆上的齿厚和公法线长度。

渐开线直齿圆柱齿轮机构的啮合过程和重合度，*滑动系数。

齿廓切制原理：仿形法，范成法。

渐开线标准齿轮无根切现象的最少齿数。

变位齿轮概述或*变位齿轮传动。

斜齿圆柱齿轮机构：齿廓的形成，端面和法面参数，正

确啮合条件，基本尺寸，重合度，当量齿数，主要优缺点。
人字齿轮。

螺旋齿轮机构概述。

蜗杆蜗轮机构。

直齿圆锥齿轮机构：齿廓的形成，背锥，当量齿数，基本尺寸。

7. 轮系

轮系的分类和应用。

定轴轮系的传动比。

周转轮系的传动比。

混合轮系的传动比。

*渐开线少齿差行星减速器，摆线针轮行星减速器及谐波齿轮传动简介。

8. 其他常用机构简介

万向联轴节。

螺旋机构。

棘轮机构。

槽轮机构。

*凸轮间歇运动机构。

9. 平面机构的动态静力分析

机构力分析的目的和方法。

构件惯性力的确定。

机构的动态静力分析：运动副的反力，机构的平衡力或平衡力矩。

10. 运动副摩擦和机械效率

研究机械中摩擦的目的。

机械效率。

自锁现象。

移动副摩擦：平面摩擦，楔槽摩擦。

螺旋副摩擦：方螺纹摩擦，三角螺纹摩擦。

转动副摩擦：径向轴颈的摩擦，摩擦圆。

11. 机械的运转及其速度波动的调节

研究机械运转及其速度波动调节的目的。

机械的运动方程式。

机械运转的三个时期。

周期性和非周期性速度波动的调节方法。

飞轮转动惯量的确定：近似法。

*飞轮基本尺寸的确定。

12. 刚性回转件的平衡

研究回转件平衡的目的。

刚性回转件的静平衡和动平衡。

刚性回转件的平衡试验法：静平衡，动平衡。

二、习题和习题课

除绪论和其他常用机构简介这两章外，各章均应配置适当数量的课外习题。

根据职工大学成人教育的特点，习题课要加强。习题课

内容建议从以下各项中选取：

1) 有哥氏加速度的四杆机构的运动分析。

2) 混合轮系传动比的计算：含有蜗杆蜗轮或圆锥齿轮的混合轮系的传动比计算，或并联的复合轮系的传动比计算。

3) 四杆机构的动态静力分析：把一个机构的运动分析、惯性力求解和动态静力分析结合起来，作为综合例题。

4) 运动副摩擦和机械效率：以包含平滑块摩擦和径向轴颈摩擦的简单机构为例，把运动副中总反力的确定，机械效率计算和自锁分析结合起来讨论。

三、大型作业

大型作业的内容建议从下列方面选定：平面机构的运动分析，平面机构的动态静力分析，平面连杆机构的运动设计，凸轮机构的设计，或与本课程有关的生产上的课题。

四、实 验

实验内容建议在下列项目中选取：

1) 机构运动简图的测绘和分析。

2) 用实验法进行平面连杆机构的设计。

3) 凸轮轮廓的测绘和检验。

4) 齿轮的范成原理。

5) 齿轮的参数测定。

6) 刚性回转件的静平衡和动平衡。

附：机械原理教学大纲说明书

（一）本课程的目的和任务

本课程是机械类各专业的一门技术基础课，具有承上启下的作用。本课程要使学生掌握关于机构的结构、运动学和机器动力学的某些基本理论和基本知识，初步具有联系工厂现有机件进行运动分析和力分析的能力，以及在技术革新和技术改造中对新机构进行结构选型和运动设计的能力，并使学生得到某些有关的基本技能训练。因此，本课程为学生继续学习和以后综合运用有关机械设计和工艺等各种知识打下基础。

（二）本课程的基本要求

分析和设计能力方面：

1) 对一般机械中的平面机构能绘出其运动简图，计算其自由度，判断其运动确定性。

2) 具有对一般平面机构进行运动分析和力分析的基本知识和技能。

3) 具有关于一般机械的机械效率和自锁条件的某些基本知识。

4) 具有按已知的几何条件和运动条件对几种主要的平面机构进行运动设计的某些基本知识和能力。

5) 具有按某些已知的动力条件分析和设计机械的初步

知识。

基本技能训练方面：

6) 具有与本课程有关的解题、运算、作图和使用技术资料等方面的基本技能。

7) 了解一些有关的最基本的机械实验方法。

其他方面：

8) 对某些其他常用机构、有关的工程常识及新技术成就和发展方向等，有一般性的了解。

(三) 各章课程内容的教学 要求、教学建议

根据本课程的基本要求，从职工大学的特点和多数学校的教学水平出发，本大纲规定了学生必须掌握的基础理论、基本知识和基本技能的最低要求，并强调结合专业和工厂的实际组织教学。同时，把一些加深、加宽的内容，加上•号，各校可按需要选讲。

在保证满足大纲的基本要求，保持基本内容的完整性和系统性、符合循序渐进以及“少而精”、“学到手”的原则前提下，教学内容的处理，教学环节的安排，教学时数的分配等，均可由教师自行决定。

本大纲除对各章的重点、难点和深广度作说明外，还对如何组织教学提出一些建议，以供参考。

1. 绪论

教学要求：使学生对机械原理研究的对象和内容及其在发展国民经济中的作用，有一个概括的了解。

本章的重点是：机械原理研究的对象和内容。

教学建议：

- 1) 介绍本课程的教学环节安排及其要求。
- 2) 介绍本课程的学习方法和在培养能力方面的要求。
- 3) 可以观看“绪论课”录像片或组织参观典型机构实物及模型，以增加感性认识。

2. 平面机构结构引论

教学要求：使学生熟练掌握平面机构运动简图的测绘方法和自由度的计算方法。

本章的重点是：平面机构运动简图的测绘和自由度的计算。

机构自由度的计算应包括对复合铰链、虚约束和多余自由度的处理。

机构运动简图是机械设计人员必须掌握的基本技能。运动简图的主要符号要求学生记熟。这部分内容是本章的难点。要让学生多练，才能学会撇开与运动无关的因素，把实际的机构抽象成为简图。

教学建议：

- 1) 组织参观各种运动副（包括各种空间运动副）的结构和运动，认识运动副的约束和相对自由度。
- 2) 机构运动简图测绘实验应包括各种模型和真实机器，类型尽可能多些。

3. 平面机构的运动分析

教学要求：熟练掌握相对运动图解法，要求学生能正确列出向量方程，根据已知参数求未知参数，能够熟练地画出

速度多边形和加速度多边形（包括运用速度影象和加速度影象），求出构件上各点的速度和加速度，以及各构件的角速度和角加速度。掌握瞬心的概念，会求简单机构的瞬心。了解运动线图的概念。

本章的重点是：用相对运动图解法求机构的速度和加速度。其中，有哥氏加速度的情况是本章的难点。

本章的另一个难点是：机构中有移动副时，瞬心的求法。

教学建议：

1) 要适当复习理论力学有关内容，并且注意到理论力学偏重于解析法，而本章偏重于图解法。对于选择比例尺等方法问题需加以指导。

2) 在掌握机构一般位置的运动分析后，可布置一些特殊位置的运动分析习题。

4. 平面连杆机构及其设计

教学要求：掌握平面连杆机构的基本型式及其演化，熟练掌握设计中的一些基本概念，如：有曲柄条件、极限位置、行程速度变化系数、传动角、压力角和死点等。在此基础上，熟练掌握用作图法设计四杆机构的一些典型问题，如：按行程速度变化系数设计，按连杆的两、三个位置设计，和按连架杆的两、三组对应位置设计等。

本章的重点是：平面四杆机构有曲柄的条件和几个基本概念，以及用作图法设计平面四杆机构。

本章的难点是：平面铰链四杆机构的演化，以及按连架杆的两、三组对应位置设计四杆机构。

教学建议：

1) 可以观看“平面连杆机构”的录象片,或参观各种模型,以便对这种机构的应用和演化有感性认识,并巩固机构运动简图的知识。

2) 向学生介绍连杆曲线图谱和其他设计图谱,以开阔视野,提高设计能力。

5. 凸轮机构及其设计

教学要求:熟练掌握按已知的从动件运动规律用作图法设计盘形凸轮的轮廓曲线,并会校验其压力角。熟练掌握从动件常用运动规律的特性和画法。

本章的重点是:从动件常用运动规律(等速运动,等加速等减速运动,简谐运动,摆线运动),以及用反转法绘制各种从动件的盘形凸轮轮廓曲线。

本章的难点是:校验最大压力角。

教学建议:

对于盘形凸轮机构的压力角和基圆半径,着重介绍概念。基圆半径的大小,建议用线图法或经验公式决定,绘好凸轮轮廓后校验最大压力角。

6. 齿轮机构及其设计

教学要求:熟练掌握渐开线标准直齿圆柱齿轮机构的啮合原理和设计方法,了解渐开线直齿圆柱齿轮的变位原理,掌握渐开线斜齿圆柱齿轮机构、蜗杆蜗轮机构和圆锥齿轮机构的优缺点和基本尺寸。

本章的重点是:齿廓啮合的基本定律,渐开线及其性质,渐开线标准直齿圆柱齿轮机构的啮合原理和设计计算。

本章的难点是:渐开线齿轮各主要参数的概念及其关

系。

教学建议：

1) 渐开线的性质和方程贯穿在本章各主要内容中，应该讲透，并结合每段新展开的内容给予必要的重复。

2) 按教学进程逐步进行基本理论和主要参数的归纳分析，如五圆（分度圆、节圆、齿顶圆、齿根圆、基圆）、二角（压力角、啮合角）等。

3) 可以安排学生观看“齿轮加工”录象片或组织现场参观。

4) 根切现象，渐开线标准齿轮无根切现象的最少齿数，变位齿轮概述等，只讲用齿条型刀具切削的情况。

5) 斜齿圆柱齿轮的法面和端面参数的关系，应着重讲解。

7. 轮系

教学要求：熟练掌握定轴轮系，周转轮系和混合轮系传动比的计算。

本章的重点是：周转轮系传动比的计算(转化机构法)。

本章的难点是：混合轮系传动比的计算。

教学建议：

1) 周转轮系传动比的计算，可只讲转化机构法。

2) 混合轮系传动比的计算是本章的难点。要正确解题，首先要正确划分轮系，然后就所划出的各轮系建立传动比计算式，最后联立求解。可以多布置一些练习，大部分只要求做到划分轮系和建立传动比计算式。这样，可以节省时间，而且可以很快看出正误。

8. 其他常用机构简介

教学要求：扩大知识面，使学生对多种常用机构的应用范围和优缺点有所了解，以便在需要时选用。

教学建议：根据不同专业的要求，酌情增删，或补充一些类型。

9. 平面机构的动态静力分析

教学要求：能够确定各种运动构件的惯性力，熟练掌握动态静力分析图解法，求机构各运动副反力和平衡力或平衡力矩。

本章的重点是：平面四杆机构的动态静力分析图解法。

本章的难点是：作分离体的受力图和求解各运动副反力的程序。

教学建议：

1) 要适当复习理论力学有关内容，尤其是达伦伯原理。

2) 要指导学生，如何把理论力学的一般原则，用于机构的力分析，注意解题技巧。

10. 运动副摩擦和机械效率

教学要求：熟练掌握移动副和转动副计及摩擦时的总反力的求法（方向、大小、作用线），掌握机械效率和自锁的概念，并能计算简单机构的效率和确定其自锁的条件。

本章的重点是：摩擦角和摩擦圆。如何利用摩擦角和摩擦圆来确定移动副和转动副中总反力的方向、大小和作用线，是本章的难点。

教学建议:

- 1) 径向轴颈的当量摩擦系数, 只给出结论, 不推导。
- 2) 对常用材料制成的构件, 其运动副的摩擦系数 (或当量摩擦系数), 可作定量介绍, 以便应用。
- 3) 对简单传动机构的效率, 可作定量介绍, 以便应用。

11. 机械的运转及其速度波动的调节

教学要求: 熟练掌握确定飞轮转动惯量的近似法, 了解如何利用能量指示图确定最大盈亏功。

本章的重点是: 确定飞轮转动惯量的近似法 (不计机械中其余运动构件的质量和转动惯量)。

12. 刚性回转件的平衡

教学要求: 熟练掌握刚性回转件静平衡和动平衡原理和计算方法。

本章的重点是: 刚性回转件的动平衡计算。

教学建议:

- 1) 从工厂生产和产品设计的实际出发, 对于机械平衡的目的与分类, 作简单介绍。
- 2) 可由工厂中选取尺寸合适的转子进行静平衡或动平衡试验。也可介绍一些有关试验的知识, 并提及许用不平衡量。

(四) 本课程对先修课程的要求

- 1) 本课程应安排在高等数学、机械制图、金属工艺

学、理论力学课程之后。

2) 高等数学应为本课程提供下列个别基础: 曲率半径、曲率中心的求法, 渐开线、摆线、抛物线等的方程和性质。

3) 理论力学应为本课程提供下列个别基础: 摩擦力计算, 摩擦角与自锁现象, 滚动摩擦, 哥氏加速度, 刚体平行平面运动的速度和加速度, 绝对瞬心, 动能定理, 惯性力的主矢和主矩, 达伦伯原理, 自由度等。

(五) 其他教学环节的必要说明

1. 习题

本课程习题的主要目的在于帮助学生消化和巩固所学的理论知识, 提高学生运用所学知识独立分析和解决本课程各部分实际问题的能力。

课外习题应密切结合讲授内容, 保证重点内容的掌握和主要设计计算方法的训练。题目应由易到难, 由简到繁, 目的明确, 选择适当。习题类型应有着重概念的(包括计算题和思考题), 着重计算或图解的等多种类型。尤其可以选择本专业或工厂中的实际问题作为习题。部分习题可给出提示或答案。

教师在指定习题时, 应根据职工大学的学制不同(全脱产、半脱产、业余等)和课外学时不同, 控制学生用于解题的时间, 防止负担过重。

对成绩较好的学生, 可补充一些较难的习题。

2. 习题课

习题课的目的在于帮助学生消化和巩固本课程中重要的

和较繁难的基本内容，引导学生分析问题和讨论解题的方法和步骤；指导学生查阅技术资料等。根据职工大学的特点，习题课应加强。不能占用习题课的时间讲课或变相讲课。

3. 大型作业

根据教学计划规定，学制为三年制全脱产的班级，要做机械原理大型作业；业余学习的则可不做。

机械原理大型作业的目的在于进一步巩固和加深所学理论知识，提高计算和制图能力。

大型作业的题目应根据大纲规定的课程内容，结合各校的专业和有关工厂的实际课题及学生的具体情况适当选定。可以取独立性较强的单项题为主。

大型作业可采取集中方式进行，也可采取结合教学进度的分散方式进行。

大型作业的份量应该适当，总工作量约为25~30学时左右，并以其中 $1/3$ （即8~10学时）计入课内学时。大型作业的成绩应计入本课程总成绩内。

大型作业以图解法为主。要求作图正确清晰，计算有相应的精度。要求图面整洁，计算说明书简明扼要，书写端正。

4. 实验

实验的目的在于：验证、巩固和加深课堂讲授的理论，培养学生掌握一些有关的实验方法、操作能力和测量技能，养成踏实细致严肃认真的科学作风。

实验前，学生应预习实验指导书，明确实验的目的和要求。

实验后，学生应分析实验结果，及时完成实验报告。

实验课也应作为评定学生成绩的一部分。