

高等学校函授教材(兼作高等教育自学用书)

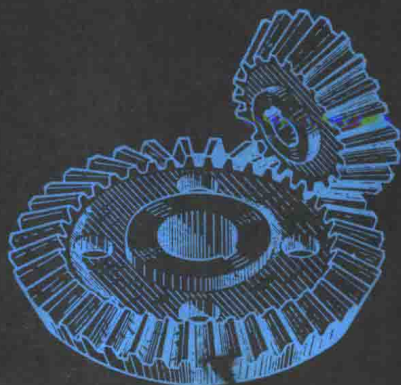
机械设计基础

(机械原理及机械零件)

学习指导书

(第二版)

东南大学 余长庚 / 卢玉明 编



高等教育出版社

高等学校函授教材(兼作高等教育自学用书)

机械设计基础

(机械原理及机械零件)

学习指导书

(第二版)

东南大学 余长庚 编
卢玉明

高等教育出版社

(京)112号

本书是与东南大学余长庚、卢玉明主编《机械设计基础(机械原理及机械零件)》(第五版)一书配套使用的学习指导书。

本书内容包括:基本内容和学习要求;内容提要 and 说明,对教科书中可能遇到的难点,较难理解的基本概念作必要的补充讲述;复习思考题,解题指导;书末附有课程作业示例、公差与配合和高等工业学校机械设计基础(原机械原理及机械零件)课程教学基本要求(参考学时范围65学时左右)。

本书可作为非机械类专业函授、自学教材,也可供在校师生使用及有关工程技术人员参考。

高等学校函授教材(兼作高等教育自学用书)

机 械 设 计 基 础

(机械原理及机械零件)

学 习 指 导 书

(第二版)

东南大学 余长庚 编
卢玉明

*

高等教育出版社出版

新华书店总店北京科技发行所发行

人民教育出版社印刷厂印装

*

开本 850×1168 1/32 印张 4.625 字数 110 000

1983年2月第1版 1992年6月第2版 1992年6月第1次印刷

印数 0001—4 190

ISBN7-04-003595-2/TH·286

定价 2.10元

前 言

机械设计基础是介于基础课和专业课之间的一门技术基础课,主要阐述:常用机构(如平面连杆机构、凸轮机构、齿轮机构等)的结构和运动特性以及机器速度调节和平衡概念,一般参数通用零件的工作原理、结构与设计计算问题与方法;为专业课程的机械部分打基础和为生产实践中使用和维护机械设备提供一定条件。

学习本课程的具体要求:

1. 能识别一般机器中常用机构,对机构简图能绘制并作初步分析,能看懂机械传动系统图并作一般的分析,了解机器调速及平衡的概念。

2. 掌握各种通用零件的工作原理和结构特点,并能根据具体条件选用及设计计算。

3. 了解各种机械零件失效类型及其原因,使用、维护中应注意的问题。

4. 学会运用标准、规范、手册等有关技术资料。

5. 具有设计通用零件及简单机械传动装置的能力。

本课程是一门实践性较强的技术基础课,与先修课:工程制图基础、金工实习、工程力学等关系密切;学习时还应紧密结合有关机械的模型实物及专业的典型设备,加强实践、观察、分析以增强感性认识,使学习更符合认识规律,收到更好效果。

本书是余长庚、卢玉明主编的机械设计基础(机械原理及机械

零件)(第五版)一书配套使用的学习指导书,是在余长庚、卢玉明、程燮时编写的《机械原理及机械零件学习指导书》一书的基础上,进行修订的。

本指导书目的是帮助学生掌握本课程的基本内容,明确重点,指引思路,对教材中的难点及关键问题加以必要的解释,或从另一角度、用不同方法加以阐述,使学生能较全面深入地理解教材中的主要问题。书中还有复习思考题、解题指导和课程作业范例,以便帮助学生提高设计计算能力。

本指导书的章节顺序与教科书完全相同,所用符号、术语也一致,以方便读者对照学习。

本指导书可与教科书一并作为非机械类各专业的函授、自学教材,也可供在校师生使用及有关工程技术人员参考。

本指导书由余长庚(第一章至第七章,第十二章至第十六章、附录)卢玉明(第八章至第十一章)修订,余长庚负责统稿。

本指导书中的不妥处,欢迎广大读者批评指正。

编 者

1990. 12.

学时分配荐用表

阅 读 时 数				课外作业	自我检查	集中教学	
教科书内容	小时	指导书内容	小时	时数	时数	实验	课程 作业
第一章 绪论	1.5	绪论	0.5		0.5	1	
第二章 平面连杆机构	4	平面连杆机构	1		1	1	
第三章 凸轮机构	4	凸轮机构	1	4	1		
第四章 间歇运动机构	2	间歇运动机构	0.5		0.5		
第五章 机械的调速和平衡	5	机械的调速和平衡	1		1		
第六章 机械零件设计和计算概论	1.5	机械零件设计和计算概论	0.5		0.5		
第七章 联接	7	联接	2	3	1		
第八章 带传动和链传动	7	带传动和链传动	2	3	1		
第九章 齿轮传动	14	齿轮传动	4	6	2	2	
第十章 蜗杆传动	5	蜗杆传动	1	3	1		
第十一章 轮系、减速器和无级变速传动	5	轮系、减速器和无级变速传动	1		0.5		

续表

阅 读 时 数				课外作业	自我检查	集中教学	
教科书内容	小时	指导书内容	小时	时数	时数	实验	课程作业
第十二章 轴	5	轴	2	3	0.5		
第十三章 轴承	10	轴承	2	3	1		
第十四章 联轴器、 离合器和制 动器	4	联轴器、离合器和制 动器	0.5		0.5		
第十五章 弹簧	4	弹簧	1	2	0.5		
第十六章 起重机械 零件	4	起重机械零件					
附录 I 公差与配合	2	公差与配合	1				
小 计	85		21	27	13		
机 动	10						
课程作业			25				15
总 计	95		46	27	13	4	15

说明: 1. 本课程总学时数为165, 其中自学作业学时数为140, 集中教学学时数为20。

2. 集中教学包括: 实验、现场教学、复习、答疑、课程作业等。

目 录

前言	1
学时分配荐用表	1
第一章 绪论	1
第二章 平面连杆机构	5
第三章 凸轮机构	8
第四章 间歇运动机构	12
第五章 机械的调速和平衡	15
第六章 机械零件设计和计算概论	18
第七章 联接	21
第八章 带传动和链传动	31
第九章 齿轮传动	45
第十章 蜗杆传动	62
第十一章 轮系、减速器和无级变速传动	67
第十二章 轴	71
第十三章 轴承	81
第十四章 联轴器、离合器和制动器	90
第十五章 弹簧	93
第十六章 起重机械零件	100
附录 I 公差与配合	103
附录 II 课程作业选题	106
附录 III 高等工业学校机械设计基础(原机械原理及机械零件)课程 教学基本要求(参考学时范围:65学时左右)	135

第一章 绪 论

一、基本内容及学习要求

基本内容

- (1) 机器及机构、构件及零件，通用零件及专用零件等概念；
- (2) 本课程所研究的对象和内容；
- (3) 本课程的性质和任务；
- (4) 平面运动副分类及平面机构运动简图的画法。

学习要求

- (1) 了解基本概念及技术参数如机器、机构、构件、零件以及它们的区分；对运动副及高副、低副的区别要认识并能作初步分析；
- (2) 明确本课程的研究对象、内容及在教学中的地位、任务和作用；
- (3) 能看懂机构运动简图，能绘制简单平面机构的运动简图，并能作初步分析。

二、内容提要 and 说明

1. 为了熟悉和掌握专业有关的设备，我们必须了解现有各类机器的共性；所有机器及机构都是由构件和零件组成的；但从运动的观点看，并不是所有零件之间都具有相对运动的。例如教科书图 1-2 所示的牛头刨床，电动机 3 的功率经带传动、小齿轮 4 传递给大齿轮 5，然后使导杆 7 作复杂的平面运动。齿轮需用平键与轴联接成一刚体(教科书图 1-3)，这种情况下，轴、平键和齿轮之

间无相对运动,成为一个运动的整体,为了研究机构的运动,称它为构件。构件也可以是一个单独的零件,如内燃机中的曲轴。机器则是由零件构成,凡在各种机械中都能见到的零件,如螺钉、齿轮、带轮、轴、轴承、弹簧等,通称为通用零件;只用在某类机械中的零件,如汽轮机的叶片、内燃机的曲轴、农业机械的犁铧等,则称为专用零件。

2. 本课程是研究常用机构和通用机械零件的工作原理、运动和结构特点、基本的分析和设计计算方法,并介绍机械调速与平衡的概念。常用机构主要是指平面连杆机构、凸轮机构、齿轮机构、间歇运动机构等,通用零件指联接(螺纹联接、键联接、销联接),机械传动(带传动、链传动、齿轮传动、蜗杆传动等)、轴系零件、弹簧等。

本课程为学习专业课给予必要的基础理论、基本知识和基本技能。

本课程对从事工艺、运行、管理的工程技术人员正确使用和维护机械设备以及对设备事故分析提供必要的基本知识。

3. 机器中的每一个构件,至少必须与另一构件联接,而且两构件之间的联接必须保证它们之间具有相对运动的可能,否则,就会结合成一个构件,这种具有确定的相对运动的联接称为运动副。如前面提到的小齿轮4,与它刚性联接的轴必需安装在机床床身1中的轴承中,形成了有确定的回转运动,这个小齿轮与床身(机架)的联接便是一个运动副(低副),而小齿轮4与齿轮5的联接也是一个运动副(高副)。

4. 平面机构运动简图的画法

分析机构运动时,为了使问题简化,必须撇开那些与运动无关的因素(如构件的形状,组成构件的零件数目,运动副的具体结构等),只用简单的线条和符号表示构件和运动副;如以小圆代表回

转副,小圆的圆心必须与相对回转中心重合,用矩形代表滑块,滑块的导路方向必须与相对移动方向一致;按一定比例定出各运动副的位置。这种说明机构各构件运动关系的简单图形称为机构运动简图。

一般机构中的构件可分为:

1) 固定件(机架) 用来支承活动构件的构件称为固定件。教科书图 1-1 中的缸体就是固定件,它用来支承曲轴和活塞等。在分析活动构件的运动时,常以机架为参考坐标系。

2) 原动件 已知运动规律的构件称为原动件。原动件通常与机架相连,它的运动规律是由外界给定的,例如教科书图 1-1 中的活塞就是原动件。

3) 从动件 随着原动件的运动而运动的其余活动构件称为从动件。教科书图 1-1 中的连杆和曲轴都是从动件。

任何一个机构中必有一个构件被相对作为固定件。例如气缸体随着汽车运动,但在分析发动机运动时,仍把气缸体当作固定件。

在绘制运动简图时,要注意可能组成一个回转副和一个移动副的构件表示方法,如教科书表 1-1 中所示。因移动副只要求导路方向与相对移动方向一致,而导路的位置是不受限制的,如导路通过回转副中心,其表示方法如教科书表 1-1 中构件栏所示。

现以教科书图 1-2 所示牛头刨床为例,绘制其中齿轮机构和连杆机构运动简图。

1) 分析机构的运动,认清固定件、原动件和从动件。

图示牛头刨床中,床身 1 是固定件,小齿轮 4 是原动件,大齿轮 5 是从动件;在连杆机构中曲柄 5 (和大齿轮固定在一起) 是原动件,导杆 7、刨头 8 是从动件。

2) 由原动件开始,按照运动的传递顺序,仔细分析各构件

之间相对运动的性质，从而确定构件的数目及运动副的种类和数目。

在牛头刨床的齿轮机构中，床身 1 是机架，齿轮 4 是主动件，齿轮 5 是从动件。在平面连杆机构中，床身 1 是机架，齿轮 5 是原动件，滑块 2、6，导杆 7，刨头 8 是从动件。齿轮 5 与滑块 6 用回转副联接，导杆 7 与滑块 6、2，分别用移动副联接，导杆 7 与刨头 8 用回转副联接，刨头 8 与床身 1 用移动副联接，齿轮 5、滑块 2 与床身 1 分别用回转副联接；由此可知该平面连杆机构共包含有 5 个活动构件，4 个回转副和 3 个移动副。

3) 选定适当的比例尺，在各构件的运动平面中，定出各运动副的相对位置，用构件和运动副的规定符号，将机构运动简图绘制出来。

教科书图 1-5 即为图 1-2 所示牛头刨床中的齿轮机构与平面连杆机构的运动简图。

三、复习思考题

教科书习题 1-1~习题 1-4。

1. 平面高副和平面低副的主要区别是什么？
2. 对照教科书图 1-1 和图 1-4，图 2-7，熟悉用机构简图表示实际机构的方法。将你家中的缝纫机与教科书图 2-7 对照，掌握缝纫机踏板机构的表示方法。

第二章 平面连杆机构

一、基本内容及学习要求

基本内容

- (1) 铰链四杆机构的三种基本类型和特点;
- (2) 铰链四杆机构曲柄存在条件;
- (3) 铰链四杆机构演化概念。

学习要求

- (1) 掌握铰链四杆机构三种基本类型的结构特点和运动特点;
- (2) 掌握曲柄摇杆机构的曲柄存在条件以及急回特性、传力特性、死点位置及连杆曲线等基本概念;
- (3) 了解各种演化机构(如偏心轮机构、曲柄滑块机构、导杆机构等)及其应用。

二、内容提要 and 说明

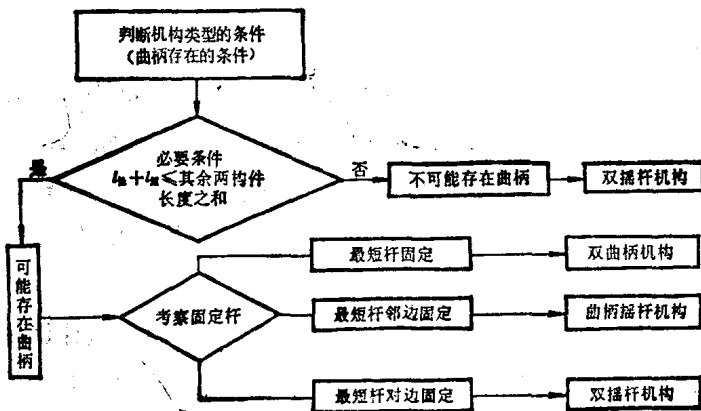
1. 在常见的机械中,广泛应用各种类型的四杆机构。例如打火机上的铰链四杆机构,缝纫机踏板上的曲柄摇杆机构、驱动针头针杆上下运动的曲柄滑块机构,雨伞上的摆杆滑块机构等等。学生应细心观察这些四杆机构,用以扩大对四杆机构应用的知识,并可进一步加深对机构运动简图的理解。

2. 分析各种机器中的平面连杆机构时,我们必须抓住影响机构运动的三个主要因素:构件数目,运动副数目与类型,各构件的尺寸长度。当构件数目和运动副数目和类型确定后,即机构类型

确定后,各构件间的相对运动关系将取决于各构件的相对长度。根据相对运动原理,我们可以取不同的构件作为机架,而得到不同的主、从动件的运动关系,进而得到不同的机构类型。

3. 如教科书图 2-1 所示的四杆机构,全部用回转副连接组成了平面四杆机构,称为铰链四杆机构。其中构件 4 为机架,令其长度为 l_4 ,与机架相连的构件 1 与 3 均为连架杆,相应的长度为 l_1 与 l_3 ,它们可分别绕机架上的回转副中心 A, D 转动。如果它们能绕回转副中心作整圈转动,则称为曲柄;如果不能作整圈转动,则称为摇杆;构件 2 与机架相对,并以回转副和构件 1 与 3 在 B, C 点相,称为连杆,其长度为 l_2 。

通过对曲柄铰链四杆机构的分析,我们知道连杆和机架总是存在的,而曲柄和摇杆的存在与否则是有条件的(即曲柄存在条件)。判断机构类型时,可用曲柄摇杆机构中当曲柄与机架共线以及曲柄与连杆共线时的几何关系归纳出如下关系:(1)最短构件与最长构件长度之和不小于或等于其余两构件长度之和;(2)连架杆和机架中必有一个为最短构件。判断机构类型时可按下列框图思考,曲柄是最短构件这一特殊结论只适用于曲柄摇杆机构。



4. 教科书图 2-6 中, θ 为曲柄在摇杆处于两极限位置时所夹的锐角, 称为极位夹角。曲柄摇杆机构中有无急回运动的性质, 取决于有无极位夹角 θ 。 θ 角越大, 急回运动的性质也越显著。摇杆在两极限位置间的夹角 φ 称为摇杆的摆角。为了反映从动摇杆的急回运动性质, 一般用行程速比系数 K 表示, 即

$$K = \frac{180^\circ + \theta}{180^\circ - \theta}$$

$$\theta = 180^\circ \frac{K-1}{K+1}$$

5. 偏心轮机构是在曲柄摇杆机构中将回转副扩大而得到的。应注意教科书图 2-8b 中, 构件 1 是圆盘, A 为圆盘 1 的回转中心, 圆盘 1 的几何中心 B 与回转中心不重合, 称为偏心轮, 该两中心间的距离称为偏心距, 它等于曲柄的长度。

曲柄滑块机构是将曲柄摇杆机构中的摇杆长度增大至 ∞ , 摇杆与机架组成的回转副演化成移动副, 如教科书图 2-9c 所示。

三、复习思考题

教科书习题 2-1~习题 2-4。

1. 铰链四杆机构的基本型式有几种? 试叙述铰链四杆机构曲柄存在的条件。

2. 曲柄摇杆机构中, 只有当哪一构件为原动件时, 才可能出现死点位置。

第三章 凸轮机构

一、基本内容及学习要求

基本内容

- (1) 凸轮机构的类型、特点和应用；
- (2) 凸轮机构中从动件常用运动规律及选择；
- (3) 按给定运动规律绘制盘形凸轮轮廓。

学习要求

(1) 掌握从动件常用运动规律,即等速运动、等加速等减速运动、摆线运动等,位移线图的绘制方法,能判断它们何时出现刚性或柔性冲击。

(2) 掌握按给定位移线图绘制直动滚子从动件盘形凸轮轮廓的反转法。对摆动从动件凸轮轮廓绘制方法只作一般的了解。

(3) 了解凸轮基圆半径的概念及基圆半径与凸轮机构受力情况间的关系。

二、内容提要 and 说明

1. 凸轮机构主要用于对从动件的运动规律有严格要求的场合。它的优点是只需设计恰当的凸轮轮廓,便可使从动件得到预期的运动规律,而且结构简单、紧凑、设计方便,因此,广泛应用于自动化机械中。凸轮机构是高副机构,凸轮与从动件间是点或线接触,易磨损,凸轮轮廓曲线加工较难,故凸轮多用钢材制造,轮廓表面常需进行表面淬火或渗碳淬火处理。

2. 从动件的常用运动规律是根据机械工作要求确定的;多为

等速运动、等加速等减速运动、摆线运动；刚性冲击和柔性冲击可根据运动线图上的加速度线图来判断，即加速度线图不连续处（加速度值突然改变）必产生柔性冲击；凡加速度值达到无穷大处，必产生刚性冲击。

3. 绘制凸轮轮廓曲线时，首先绘制从动件位移线图，横坐标（代表凸轮的转角或凸轮转动的时间）比例尺可任意选取而不影响凸轮轮廓设计。对于直动从动件，纵坐标代表位移，它的比例尺最好与凸轮轮廓图的比例尺相同，以便在位移图上直接截取线段绘制凸轮轮廓。对于摆动从动件，其纵坐标代表从动件的摆角。

作图法绘制凸轮轮廓曲线的基本原理是反转法。在教科书图 3-8a 中，凸轮是以等角速度 ω_1 逆时针回转。现将整个凸轮机构以反向的角速度 $-\omega_1$ 绕 O 点回转，根据相对运动原理，结果是凸轮静止不动，而机架、导路和从动件以角速度 $-\omega_1$ 绕 O 点转动，同时从动件又沿导路往复运动。尖顶从动件的尖顶运动轨迹就是凸轮轮廓曲线。如果采用滚子或平底作从动件，则上述凸轮轮廓即为理论轮廓，只要在理论轮廓上选一系列点作滚子或平底，最后作它们的包络线，便可求出相应的实际轮廓曲线。

4. 选择滚子半径时，应满足滚子半径 r 必须小于理论轮廓外凸部分的最小曲率半径 ρ_{\min} （理论轮廓的内凹部分对滚子半径的选择没有影响），如教科书图 3-11 所示，否则将使运动失真。

三、复习思考题

教科书习题 3-1~习题 3-4。

1. 试以冲击的观点比较等速、等加速等减速、摆线运动规律，并说明各适用于何处？
2. 何谓理论轮廓？何谓实际轮廓？两者是否相似？
3. 滚子半径的选择与理论轮廓曲率半径有何关系？绘图时如