

高等学校函授教材

(兼作高等教育自学用书)

机械原理及机械零件

中国矿业学院机械设计教研室

秦菱昌 段嗣福 王大莲 编

秦菱昌 主编

高等教育出版社

内 容 提 要

本书共分十三章及两个附录。内容包括绪论、平面机构的运动简图、平面连杆机构、凸轮机构和间歇运动机构、螺纹联接和螺旋传动、带传动、链传动、齿轮传动和蜗杆传动、减速器与轮系、轴和轴毂联接以及联轴器、轴承、调速与平衡、起重机械零件。其中起重机械零件为选学内容,可供有关专业选用。

本书主要用作高等工业学校非机类各专业机械原理及机械零件课程函授教材,也可供自学者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)

机械原理及机械零件

中国矿业学院机械设计教研室
秦菱昌 段嗣福 王大莲 编

秦菱昌 主编

*

高等教育出版社出版
新华书店北京发行所发行
北 京 印 刷 一 厂 印 装

*

开本787×1092 1/16 印张 18.25 字数 420,000

1985年5月第1版 1985年5月第1次印刷

印数00,001—13,700

书号 15010·0618 定价 3.45 元

序

本书是根据1981年12月教育部在石家庄召开的高等工业学校函授教学工作会议上, 审订通过的机械类《机械原理及机械零件函授教学大纲》编写的。

考虑到函授教学是一种以自学为主的教学方式。函授生需要花费较多的时间通过自学教材系统地掌握课程内容。因此函授教材应当充分体现“便于自学”这一特点。

为了便于自学, 在编写本教材时, 注意突出如下几点:

(1) 精选教材内容, 突出基本理论、基本知识和基本计算方法。教材内容分为基本内容和选学内容两部分。带“*”号者为选学内容, 可根据学时数情况和不同专业需要加以选学。

(2) 加强自学指导。全书各章(第一章绪论和第十三章起重机械零件除外)内容包括: 内容提要、正文、本章小结、复习思考题、习题以及测验作业(在学过若干章后安排一次测验作业)。

在“内容提要”中, 扼要介绍本章所讲述的主要内容, 并提出了学习时应达到的基本要求, 以使函授生在预习时能初步了解学习内容, 明确学习目的。

在“本章小结”中, 首先采用框图形式, 对本章讲述的主要内容进行总结归纳。其次指出了学习本章时的重点和难点内容。最后对如何学好本章内容提出一些指导意见。

“复习思考题”用以帮助函授生加深对课程内容的理解。其中少数概念性较强的思考题, 建议函授生在作业本中试做。

本书习题部分分为必作题和选作题两种。对于必作题函授生必须在系统地复习了课文内容后予以独立完成。带“*”号的习题为选作题, 可根据各人具体情况自行选作。

根据大纲规定, 在学习一定阶段后, 需安排一定数量的测验作业。其目的在于检查函授生前一阶段的自学效果。测验作业必须交给教师审阅。本教材共安排三次测验作业。每一次测验作业均给出两组题目。由函授生自行选作一组题目或由教师指定一组题目。

(3) 为了便于函授生阅读课文, 本教材将各章课文中涉及到的有关金属材料及热处理以及公差与配合的基本知识作为附录列于书末, 供学习时查阅。

(4) 本教材采用国际单位制, 所用主要符号尽量采用国家标准规定的物理量符号。

参加本书编写工作的有: 中国矿业学院秦菱昌(第一、二、三、八、九、十二章)、段嗣福(第五、十、十一章、附录I、II)、王大莲(第四、六、七、十三章), 并由秦菱昌主编。

本书由中南矿冶学院王庆祺、刘适同志主审。

一九八三年四月在长沙召开了审稿会。参加审稿会者除主审外尚有: 南京工学院余长庚、华南工学院熊文修(陈永溢代)、华中工学院王时任以及华东石油学院胡鼎周等。大家对教材内容提出了很多宝贵意见, 编者在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限，经验不足，书中不免存在不少缺点与错误，殷切希望读者批评指正。

编 者

1984年10月

主要符号表

A ——面积、功
 a ——中心距
 B, b ——宽度
 C ——滚动轴承的额定动载荷
 c ——系数
 D, d ——直径
 E ——拉压弹性模量
 e ——偏心距、齿间距
 F ——力
 F_a ——轴向力
 F_f ——摩擦力
 F_n ——法向力
 F_r ——径向力
 F_t ——圆周力
 f ——摩擦系数
 G ——重力、剪切弹性模量
 g ——重力加速度
 H, h ——高度
 I_p ——转动惯量
 I ——极惯性矩
 i ——传动比
 K, k ——系数
 L, l ——长度
 M ——力矩、弯矩
 m ——模数、质量
 N ——循环次数
 n ——转数, 数目
 O ——中心
 P ——功率、滚动轴承的当量载荷
 p ——压强、节距、周节
 Q ——载荷

q ——蜗杆特性系数
 R, r ——半径
 R ——反力
 S ——安全系数
 s ——位移、弧长、导程
 T ——转矩
 t ——时间、温度、螺距
 U ——能量
 V ——体积
 v ——速度
 W ——功、抗弯断面系数
 W_T ——抗扭断面系数
 X, x ——坐标轴符号、系数
 Y, y ——坐标轴符号、系数
 Z ——坐标轴符号
 z ——齿数、螺纹头数
 α, β ——角度
 γ ——角度、比重
 δ ——角度、厚度
 ε ——重合度
 η ——效率
 ν ——泊桑比
 ρ ——曲率半径、摩擦角
 θ ——角度
 λ ——导角、升角
 σ ——正应力
 σ_B ——抗拉强度极限
 σ_b ——弯曲应力
 σ_H ——接触应力
 σ_p ——挤压应力
 σ_s ——屈服极限
 σ_{-1} ——持久极限
 τ ——剪应力
 φ ——角度、系数
 ψ ——角度、系数
 ω ——角速度

目 录

第一章 绪论	1	§ 5-2 螺纹副的受力分析、效率和自锁	61
§ 1-1 机器、机构、构件与零件	1	§ 5-3 螺纹联接的基本类型和元件	64
§ 1-2 设计机器时应满足的基本要求	3	§ 5-4 螺纹联接的预紧与防松	67
§ 1-3 设计机械零件时应遵循的基本准则 和一般步骤	5	§ 5-5 螺栓联接的强度计算	69
§ 1-4 本课程的内容、性质和任务	6	§ 5-6 螺旋传动	77
§ 1-5 学习本课程的一般方法与函授教学 的各主要环节	7	本章小结	81
第二章 平面机构的运动简图	9	第六章 带传动	84
§ 2-1 平面机构的组成	9	§ 6-1 带传动的工作原理、特点和应用	84
§ 2-2 平面机构运动简图	13	§ 6-2 三角带的型号和尺寸	85
*§ 2-3 平面机构自由度的计算	15	§ 6-3 带传动的工作情况分析	86
本章小结	18	§ 6-4 带传动的失效形式和计算准则	92
第三章 平面连杆机构	21	§ 6-5 三角带传动的设计	94
§ 3-1 平面连杆机构的应用	21	§ 6-6 三角带轮的材料及结构	99
§ 3-2 铰链四杆机构的基本型式	22	§ 6-7 带传动的张紧及维护	101
§ 3-3 铰链四杆机构的演化	26	*§ 6-8 同步齿形带传动简介	102
§ 3-4 平面四杆机构的急回特性、传动 角、死点及连杆曲线	29	本章小结	102
*§ 3-5 平面连杆机构设计概述	35	第七章 链传动	104
本章小结	35	§ 7-1 链传动的工作原理、特点、类型及 应用	104
第四章 凸轮机构和间歇运动机构	38	§ 7-2 链轮	106
§ 4-1 凸轮机构的应用和分类	38	§ 7-3 链传动的运动不均匀性	108
§ 4-2 从动件常用运动规律	41	§ 7-4 链传动的失效形式和许用功率 曲线	109
§ 4-3 按给定运动规律绘制盘形凸轮轮 廓	46	*§ 7-5 套筒滚子链传动的参数选择及设 计计算	112
§ 4-4 间歇运动机构	50	§ 7-6 链传动的布置和润滑	114
本章小结	52	本章小结	115
测验作业 I	55	第八章 齿轮传动和蜗杆传动	117
第五章 螺纹联接和螺旋传动	58	第一部分 齿轮传动	117
§ 5-1 螺纹的主要参数、类型和应用	58	§ 8-1 齿轮传动的工作原理、特点和类 型	117

§ 8-2	齿廓啮合的基本定律	119
§ 8-3	渐开线齿廓	121
§ 8-4	渐开线标准直齿轮的基本参数 和几何尺寸计算	124
§ 8-5	一对渐开线齿轮的啮合传动	126
§ 8-6	标准渐开线齿轮最少齿数的概念	128
§ 8-7	齿轮传动的受力分析和失效形 式分析	129
§ 8-8	齿轮的材料	133
§ 8-9	标准直齿圆柱齿轮的强度计算	134
§ 8-10	斜齿圆柱齿轮传动	144
*§ 8-11	直齿圆锥齿轮传动的几何计 算与受力分析	153
§ 8-12	齿轮的结构	157
第二部分	蜗杆传动	160
§ 8-13	蜗杆传动的特点	160
§ 8-14	蜗杆传动的基本参数和几何尺寸 计算	162
*§ 8-15	蜗杆传动的受力分析	166
§ 8-16	蜗杆传动的失效形式、材料与 结构	167
§ 8-17	蜗杆传动的效率、润滑与散热	168
本章小结		170
测验作业 II		175
第九章	减速器和轮系	177
§ 9-1	减速器	177
*§ 9-2	机械无级变速传动简介	181
§ 9-3	轮系的应用与分类	182
§ 9-4	定轴轮系传动比的计算	184
*§ 9-5	动轴轮系传动比的计算	186
*§ 9-6	渐开线少齿差行星齿轮传动和摆	

线针轮行星传动简介	189
本章小结	191
第十章 轴、轴毂联接和联轴器	195
§ 10-1 轴的分类和材料	195
§ 10-2 轴的结构	197
§ 10-3 轴的强度计算	200
§ 10-4 轴与轮毂的联接	206
§ 10-5 联轴器与 *离合器	210
本章小结	214
第十一章 轴承	217
§ 11-1 滑动轴承	217
§ 11-2 滚动轴承的主要类型、特点及 代号	224
§ 11-3 滚动轴承的选择和 *计算	228
§ 11-4 滚动轴承的组合结构	234
§ 11-5 轴承的润滑	238
§ 11-6 滑动轴承与滚动轴承的比较	243
本章小结	244
测验作业Ⅲ	247
第十二章 调速与平衡	249
*§ 12-1 机器速度波动的调节	249
§ 12-2 机械的平衡	253
本章小结	259
*第十三章 起重机械零件	262
§ 13-1 钢丝绳	262
§ 13-2 滑轮	265
§ 13-3 卷筒	268
§ 13-4 吊钩	270
附录 I 钢铁热处理基本知识	272
附录 II 公差与配合	277
主要参考书	284

第一章 绪 论

内 容 提 要

本章主要介绍本课程的内容、性质和任务。为了更好地理解上述内容，本章首先结合一些典型的机器实例介绍机器、机构、构件与零件的概念。然后简要讲述设计机器时应满足的基本要求以及设计机械零件时应遵循的基本准则。

本章还将结合本课程的特点和函授教学的特点介绍学习本课程的一般方法和函授教学的主要环节。

通过对本章内容的学习，要求读者着重了解本课程的内容、性质和任务以及机器、机构、构件和零件的概念。对于其他内容要求作一般了解。

§ 1-1 机器、机构、构件与零件

随着现代化生产的日益发展，在采矿、冶金、土建、石油、化工、轻纺以及食品工业等部门中已大量使用着各种类型的机器。在这些部门中工作的工程技术人员必须了解、使用与维护这些机器。他们应当对机器具备一定的基础知识。为了使读者对机器、机构、构件与零件等概念加深理解，我们首先来分析两个机器实例。

图1-1a所示的内燃机主要由气缸1、活塞2、连杆3、曲轴4、齿轮5和6、凸轮7、进气阀推杆8等所组成。当燃气推动活塞2在气缸1内作往复运动时，通过连杆3使曲轴4作连续转动，从而将燃气所产生的热能转换为曲轴转动的机械能。为了保证曲轴连续转动，要求可燃混气定时进入气缸和废气定时排出气缸。这些动作可通过下述传动来实现。如图1-1a所示，固定在曲轴4上的齿轮5随曲轴一同转动从而带动齿轮6转动，凸轮7和齿轮6固结在同一根轴上，凸轮7转动时通过进气阀推杆8推动阀门开启，从而使可燃混气定时进入气缸1内。（排气阀部分图中未画出）。

图1-2所示的牛头刨床主要用于刨削平面。刨刀作前后往复运动（刨刀前进时切削工件以克服切削阻力作机械功；刨刀后退时不进行切削实现空回），而工作台带动工件作横向进给运动。两种运动的有机配合即可实现刨削平面的任务。刨刀的往复切削运动是由电动机经过三角带传动和齿轮变速箱（图中未画出）带动齿轮7作连续转动，齿轮7和齿轮1相啮合从而驱使齿轮1作连续转动。齿轮1上装有用销轴连接的滑块2，它一方面可绕销轴转动，同时又可在构件4的导槽中滑动。构件4的导槽下部又与另一滑块3相连接，而滑块3可绕机架6转动。由此可知当齿轮1转动时便可通过滑块2带动构件4作平面运动。构件4的上端用销轴与刨头5相连，刨刀固定在刨头5的前部，随同刨头一起运动。这样当构件4往复摆动时，即驱使刨刀作往复切削运动。工作台的横向间歇进给运动是由电动机经过三角带传动和齿轮

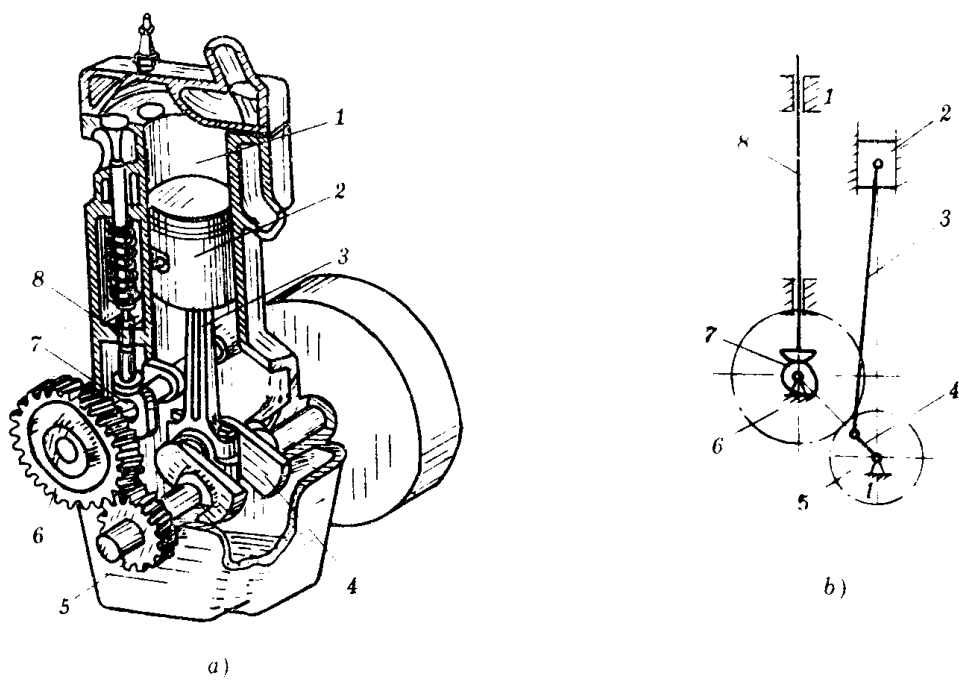


图 1-1 内燃机

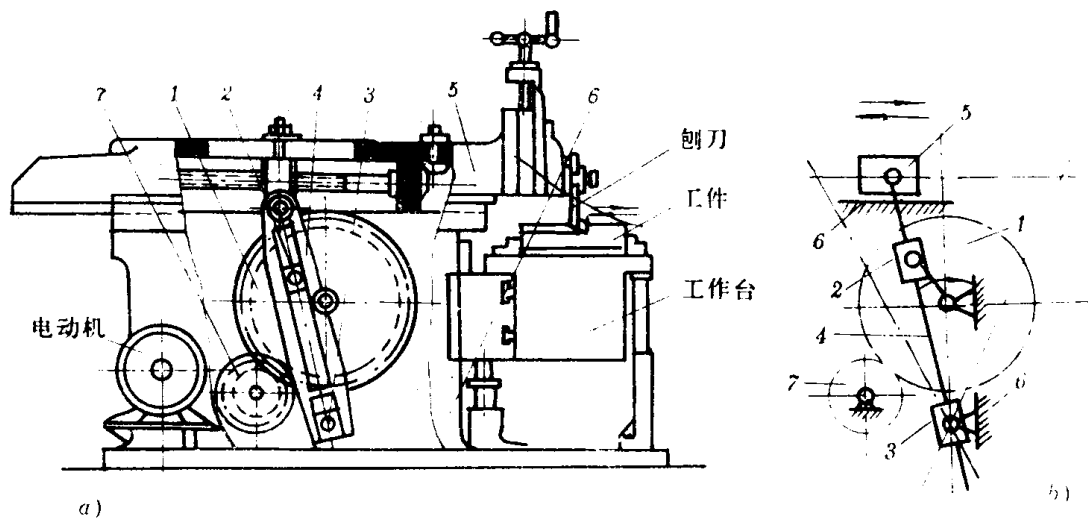


图 1-2 牛头刨床

变速箱带动一套棘轮机构和螺旋机构（图中均未画出）来实现的。

由上述两个机器实例我们可以看出，机器具有以下共同特征：

- 一、它们都是一种人为的实物的组合；
- 二、各实物之间具有确定的相对运动；
- 三、在生产过程中，它们能代替人类的劳动以完成有用的机械功（如牛头刨床能刨削平

面)或转换机械能(如内燃机将热能转换为机械能)。

凡同时具备上述三个特征者称为机器。仅具备前面两个特征者称为机构。由此可知,机器与机构的主要区别在于:机器可同时产生运动和能的变化,它的目的是完成机械功或转换机械能;而机构只产生运动的变化,它的目的是传递或变换运动。此外,在一般情况下,一部机器多包含有若干个机构,例如在牛头刨床这部机器中,就包含有齿轮机构,连杆机构,棘轮机构和螺旋机构等很多种机构。

从结构和运动的观点来看,机构与机器之间是没有区别的。因此,为了简化叙述,常用机械一词作为机构与机器的总称。

组成机器的基本单元称为零件,例如内燃机中的曲轴、活塞、齿轮;牛头刨床中的带轮等均为零件。机器中的零件可以分为两类。一类称为通用零件,即在各种机器中都经常使用的,具有同一功用与性能的零件,如齿轮、轴、螺钉等均为通用零件。另一类称为专用零件,即只适用于一定类型机器中所使用的零件,如内燃机中的曲轴、活塞等均为专用零件。本课程仅研究各种具有一般参数的通用零件。对于各种专用零件将在各有关专业课程中研究。

组成机构的各个相对运动部分称为构件。构件可以是单一的整体,如内燃机中的曲轴图1-3,也可以是由若干个零件组成的刚性结构。例如图1-4a所示的连杆即是由连杆体1、连杆盖2、轴瓦3、4和5、螺栓6、螺母7、开口销8等零件所组成的刚性构件(如图1-4b所示)。当构件运动时,组成同一构件的各个零件之间不允许有相对运动。由此可知,构件是运动的单元,而零件是制造的单元。

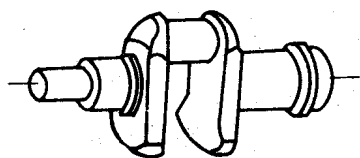


图 1-3 曲轴

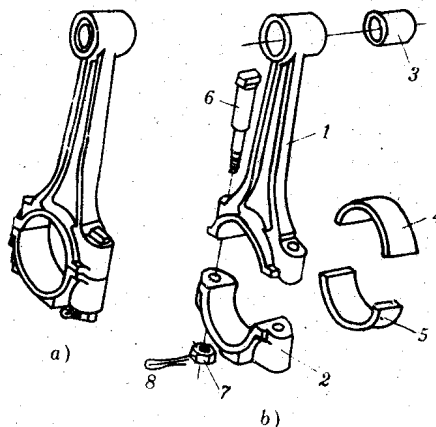


图 1-4 连杆

§ 1-2 设计机器时应满足的基本要求

在上一节中我们介绍了机器、机构、构件与零件的概念。并且通过两个机器实例可以看出,机器是人类利用与转换自然能进行生产以减轻体力劳动和提高生产率的主要劳动工具。

在国民经济各部门中，已大量采用各种类型的机器以减轻工人的繁重体力劳动，提高生产率。为了使机器能安全有效地实现预定的各项职能，设计机器时必须满足下述各项基本要求：

一、使用要求

机器的使用要求主要是要求机器能够按照规定的技术要求有效地实现预期的各项任务，并且在预定的寿命期间内可靠地工作。为此我们必须正确地选择和确定机器的工作原理，并根据已确定的机器工作原理，选择或设计出恰当的机构组合方案。欲使机器能够在预定的寿命期间可靠地工作，必须正确地选择和设计机器中的各种零件，以防止因个别零件的失效而影响整部机器的正常工作。这里需要注意，从经济性等因素考虑，在拟定机器的预期使用寿命时，考虑到机器中各个零件工作情况的不同，零件的预期使用寿命可以与机器的预期使用寿命不一致。机器的使用寿命比较长，而机器中的轴承、传动胶带、传动链条、齿轮等零件的使用寿命则可以比较短。在对机器进行检修时，可以更换这些零件以保证整部机器继续正常运行。

二、经济性要求

在满足使用要求的前提下，应当充分考虑经济性要求。应力求使所设计的机器成本低，效率高。为此需考虑如下几点：

1. 应具有良好的工艺性

良好的工艺性体现在：在不影响机器工作性能的条件下，应该使机器的结构尽可能简化，并结合具体的生产条件和规模，用最少的工时、劳动量、设备以及最简单的工艺方法加工出合乎技术要求的零件和机器。

2. 合理地选择材料

在不影响机器的工作性能和预定的使用寿命条件下，应当尽量选用价格便宜和我国资源丰富，供应充分的材料。为了改善零件的工作性能，可以采用适当的热处理方法。（关于机械制造中常用材料的选择和金属热处理的基本知识可参看附录 I）。

3. 尽量符合标准化要求

对产品规定出一些强制性标准，使其品种、规格（如尺寸）和质量都必须符合这些标准，此即称为标准化。标准化在机械制造中具有重要意义。不少种类的通用零件均已有标准系列。标准系列的零件称为标准零件。标准零件可以在专门工厂，采用最先进的工艺方法和专用设备进行大量生产，因此生产率高，质量好，成本低。采用标准零件可以简化设计工作，并且对机械的维修也带来很大方便。

我国现在已经制订有联接件（如螺钉、螺母、键、铆钉等）、传动件（如三角胶带、链条等）、润滑件、密封件、轴承、联轴器等标准。对于上述各种标准零件，设计时只需查阅有关手册加以选用即可。只有当标准零件不能满足使用要求时，才允许采用非标准零件。

三、工作安全与操作方便的要求

对机器中容易造成危害工人安全的部分，均应安装安全罩。应采用各种可靠的安全保险装置以消除由于不正确操作而引起的危险。

所设计的机器的操纵系统应该简便可靠。

设计一部机器时，除了应满足上述几条基本要求外，有时对某些机器尚需考虑它们各自具有的一些特殊要求。例如：经常搬动的机器（如建筑起重机、钻探机等）应当便于安装、拆卸和运输；使用于井下的机器应当体积小、重量轻；食品、纺织、印刷机械应该保持清洁，不得污染产品等等。

§ 1-3 设计机械零件时应遵循的基本准则和一般步骤

一、设计机械零件时应遵循的基本准则

设计机械零件时所应遵循的基本准则主要有强度、刚度、耐磨性等。下面分别对这几方面内容作一简单介绍：

1. 强度 强度是指在一定载荷作用下，零件抵抗破坏的能力。零件的强度不够意味着会产生过大的塑性变形从而影响机器的正常工作，或者零件会出现断裂而导致重大事故。因此，保证零件具有足够的强度，使得它在工作时，既不发生任何形式的破坏，也不产生超过容许限度的塑性变形，是设计机械零件时必须遵循的基本准则。

影响零件强度的因素很多，其主要因素为零件的形状和尺寸、材料性能和零件所承受载荷的性质与大小。一般说来，零件的尺寸越大，所选用材料的性能越好，则零件的强度越高。但是，强度过多地超过需要，将会提高成本，造成浪费。因此，为了恰当地处理强度与经济性的矛盾，对于机器中的主要零件必须进行强度计算。提高零件强度的措施一般为：增大零件危险剖面的尺寸，合理设计零件剖面的形状，以增大剖面面积和惯性矩；采用机械性能较高的材料；改善零件的结构，以降低应力集中的程度等。

2. 刚度 刚度是指在一定载荷作用下，零件抵抗弹性变形的能力。零件的刚度不够，将会因其弹性变形超过容许限度，而影响机器的正常工作。例如，机床的主轴、变速器的轴等都必须具有一定的刚度。（但也有一些零件在工作过程中要求产生较大的弹性变形，如弹簧。）为了保证零件具有足够的刚度，有时需要进行刚度计算。提高零件刚度的措施一般为：改变零件的截面形状和尺寸以增大剖面的惯性矩；改善支承情况，缩小支承点间的距离；采用加强筋等。由于各类钢材的弹性模量 E 或 G 相差很小，因此采用高强度钢代替低强度钢，对提高零件的刚度并没有多大效果。

3. 耐磨性 耐磨性是指具有相对运动的零件接触界面抵抗摩擦磨损的能力。零件的磨损量超过允许值后，将使零件间的接合性质发生变化，因而不能再保持规定的功能。例如，齿面磨损将使齿轮传动不平稳，引起附加的动载荷，从而降低了齿轮的承载能力；气缸与活塞间的磨损将造成过大的漏耗，从而降低了效率；机床主轴与轴承，刀架与导轨的磨损将影响机床的运动精度等等。过度磨损是零件报废的主要原因之一。很多零件的使用寿命取决于零件的耐磨性。因此，提高零件的耐磨性是增加机器使用寿命的重要措施之一。为了提高零件的耐磨性，可以采取如下措施：适当提高零件的表面硬度和表面加工光洁度；恰当地选择摩擦副的材料组合；合理地选择润滑剂和润滑方法等等。

强度、刚度和耐磨性常常统称之为零件的工作能力，我们通常把零件工作能力的丧失统称之为零件的失效。

设计机械零件时，除了应遵循上述三条基本准则外，对于某些在特殊条件下工作的机械，还须考虑一些附加的准则。例如，对于高速机械要注意零件的振动稳定性，防止因发生共振引起振幅突然增大而导致零件甚至整个机械系统的破坏；对于在高温下工作的机械，应注意零件的耐热性；对于受腐蚀介质浸蚀的机器，应注意零件的耐腐蚀性等等。

设计机械零件时，并不需要对上述的各种工作能力一一进行计算，往往只是根据可能发生的主要失效形式对此进行计算，以决定零件的形状和主要尺寸。必要时再对其他工作能力进行校核计算。

二、设计机械零件的一般步骤

设计机械零件时，常按如下步骤进行：1. 根据零件在机器中的工作情况，对所设计的零件进行受力分析，拟定计算简图，确定作用在零件上的载荷；2. 选择适当的材料，确定许用应力；3. 分析零件的主要失效形式，确定零件的工作能力计算准则，计算零件的主要尺寸，并参考有关标准进行圆整；4. 绘制零件工作图并标注必要的技术条件。

上述设计步骤不是固定不变的。例如对于螺栓、三角胶带、传动链条、滚动轴承等类标准零件，由于它们是由专门工厂大量生产的，其材料、规格、尺寸等均已预先确定，可直接由有关设计手册查取。因此对于这类零件，既不需要进行尺寸计算，也不需要绘制零件工作图。设计者只需根据零件的工作情况，选定它们的类型，确定其规格、型号。然后再根据其失效形式验算零件的工作能力即可。

§ 1-4 本课程的内容、性质和任务

在了解了机器、机构、构件、零件、通用零件等概念，以及设计机器应满足的基本要求和设计机械零件应遵循的基本准则与一般步骤以后，我们就可以比较容易地理解本课程的内容、性质和任务。

本课程的内容可分为机械原理和机械零件两大部分。机械原理部分主要研究各种常用机构(主要是齿轮和轮系机构、连杆机构、凸轮机构和间歇运动机构)的运动特点以及机构的运动特点与机构的结构特点间的关系。此外，还简要介绍了机械的调速与平衡等基本知识。机械零件部分则主要研究具有一般性能参数的通用零件的工作原理、构造、维护使用和工作能力计算。机械原理部分主要是从运动学的观点出发，着重分析各种常用机构的运动。而机械零件部分则是从零件的工作能力(主要指强度、刚度、耐磨性等)出发研究各种通用零件。

本课程是一门技术基础课。本课程将综合运用机械制图、工程力学和金属工艺学等课程中所学过的知识，来解决各种常用机构和通用零件中的一些共性问题。它将为以后学习各专业课程中的有关机械部分或各有关专业机械设备课程打下一定的基础。

通过对本课程的学习应该达到如下目的：

一、初步掌握各种常用机构的运动特点，了解机构的结构特点对机构运动的影响，从而对如何实现机械设备的预期运动具有初步认识。

二、掌握具有一般性能参数的各通用零件的工作原理、性能特点、构造以及使用维护等

方面的基本知识。对各种通用零件的主要失效形式和原因具有初步的了解。

三、初步掌握某些通用零件,如齿轮、带传动和链传动、轴、滚动轴承、螺栓和链等的简单计算方法,并初步学会查选和使用与上述各通用零件有关的规范和国家标准

§ 1-5 学习本课程的一般方法与函授教学的各主要环节

一、学习本课程的一般方法

学习方法问题应当是在读者经过一个阶段的学习,对本课程的内容、性质和任务有了些较深入的体会以后,结合各人的具体情况加以总结归纳后,而逐步加以解决的。但是,在刚开始学习本课程时,为了帮助读者尽快熟悉课程内容,掌握课程特点,提高学习效率,下面结合本课程的具体情况,对如何学好本门课程提出一些参考意见。

1. 本课程是一门技术基础课。它主要是运用工程力学课程中所学过的基本理论,分析和解决机械中的一些共性问题。因此本课程是与生产实践紧密连系的。学习时一定要注意它与工程力学等理论性较强的课程之间的区别。在作数学和工程力学作业时,答案一般只有一个。但在作本课程中机械零件部分的作业时,由于需要考虑的实际因素很多,因此答案可能是多种多样的。而且通过理论公式计算出的结果,往往还不是最后结果,还必须按有关标准圆整为标准值。

2. 要努力掌握本门课程的系统性。本课程是以某一种常用机构或某一个通用零件为一个独立单元单独成章。对于每一种常用机构着重从其主要类型和结构特点方面分析机构的运动特点。因此在学习这部分内容时,要紧紧抓住机构的结构特点与机构运动特点这个主要矛盾。对于通用零件的研究,其内容可归纳为:(1)零件的工作原理、优缺点、应用范围、结构、类型、材料、使用维护以及标准选择等。这些内容是该种零件的基本知识;(2)工作情况分析:包括运动分析和受力分析、应力分析、各种失效形式和失效原因分析;(3)计算方法与步骤:根据主要失效形式,确定零件的工作能力计算准则,列出计算公式,归纳出计算步骤。

在上述内容中,要着重掌握各通用零件的工作原理、受力分析、失效形式和原因分析以及某些通用零件的计算方法。

3. 结合函授教学的特点,要特别注意自学能力的培养与锻炼。

二、函授教学的主要环节

1. 自学

自学是函授教学的主要环节。函授生主要靠自学教材掌握课程内容。为了便于指导自学,本教材中的各主要章均包含如下内容:内容提要、正文、本章小结、复习思考题、习题。学习一定阶段后,还安排有测验作业。

建议在自学每一章教材内容时,首先通过阅读“内容提要”了解本章讲述的主要内容,明确学习要求。然后,先粗读一遍本章内容。随后,在精读教材内容时,可结合“本章小结”所归纳的复习思路,并参考复习思考题,对本章的重点和难点部分进行深入钻研。力求熟悉与掌握本教材讲述内容中的基本原理、基本概念与基本方法。

2. 平时作业

通过自学教材初步掌握了本章主要内容以后，函授生应独立完成本教材中所规定的必作习题。对于学有余力的函授生还可完成部分选作习题（习题中打*号者为选作题）。

按时完成平时作业，可以使函授生通过自学所获得的理论知识得到巩固，还可以提高函授生分析问题、解决实际问题的能力。

函授生完成的平时作业，应该书写工整，步骤清楚，并附有必要的说明和计算简图。平时作业必须妥为保存，以便考试复习时作参考。

3. 面授讲课

对本课程中的某些重点和难点部分以及某些基本内容，将组织面授讲课。通过这一环节可以帮助函授生加深对上述内容的理解。在面授讲课时，还可集中解答函授生在自学中所存在的共同性问题，并进行学习方法上的指导。

4. 测验作业

在函授生自学一定阶段以后，应根据教学大纲的规定，安排测验作业。测验作业必须由函授生独立完成，并应按时寄给教师批改，作为评定函授生成绩的参考。

通过这一环节，可以使函授生对前一阶段的学习情况进行检查，从而明确自己对哪部分内容还掌握得不够，以便在面授讲课时进一步争取教师的帮助。

复 习 思 考 题

1. 机器与机构的主要区别是什么？
2. 何谓通用零件？何谓标准零件？试列举你所了解的标准零件？
3. 设计机器时应满足哪些基本要求？
4. 机械零件的工作能力主要体现在哪几方面？
5. 本课程中的机械原理部分与机械零件部分各研究哪些主要内容？
6. 通过对本课程的学习应达到哪些目的？

第二章 平面机构的运动简图

内 容 提 要

本章主要介绍平面机构运动简图的绘制。为了帮助读者更好地理解 and 掌握这部份内容，本章从分析构件的自由度及其约束条件入手，引入运动副这一重要概念。绘制平面机构运动简图必须仔细认真，否则容易发生错误。因此对于比较复杂的平面机构，绘出运动简图后，还必须计算其机构自由度，用以检验所绘的运动简图是否正确。

通过对本章内容的学习，要求读者能初步掌握平面机构运动简图的绘制方法。了解计算平面机构自由度的目的与方法。

§ 2-1 平面机构的组成

如果组成机构的所有构件均在同一平面内，或在几个互相平行的平面内运动时，则该机构即为平面机构。

在第一章中，我们曾提到机构的主要任务在于传递或变换运动。由此可知，组成机构的各个构件之间必须能作相对运动。没有相对运动的各构件相互连接只能组成刚性结构，而不能组成机构。不仅如此，组成机构的各构件之间还必须按照预定的运动规律运动，而不能无规律的乱动。那末，如何才能使机构运动？如何保证机构中的各构件能按照预定的规律运动？影响机构运动的主要因素是什么？为了弄清这些问题，让我们先来分析下列几个实例。

如图2-1a所示为三个构件1、2、3，相互用铰链A、B、C相连接。取构件3为固定构件。显然，三个构件间不能作相对运动。因此相互铰接的三个构件，不能组成机构，只能组成一个刚性桁架。但是，如果我们再增加一个构件，如图2-1b所示，四个构件1、2、3、4彼此用铰链连接，并取构件4为固定构件，则其余各构件间不仅能作相对运动，而且具有确定的相对运动。因为，当构件1的位置确定后，其余活动构件2和3的位置也完全确定。由此可知，这四个构件可组成一平面机构。如果在四构件机构中，再增加一个构件5并取该构件为固定构件，则如图2-1c所示，此时各构件间虽然能作相对运动，但运动不确定。因为当构件1位置确定后，其余活动构件2、3、4，可以占有位置BC、CD、DE；也可占有位置BC'、C'D'、D'E，还可占有其他位置。如果我们不是采用增加构件数目的办法，而是采用改变构件之间的连接方式的办法，也可使机构运动，并具有确定的相对运动。如图2-1d所示为三构件所组成的机构。活动构件1和2之间不是用铰链连接，而是以两条曲线相接触。当构件1绕铰链A转动时，则构件2相应地绕铰链B转动。此种三构件机构的一个应用实例为图2-1e所示的齿轮机构。由以上实例可见，构件能否组合成平面机构，与该机构中所包含的构件数目以及各构件之间的连接方式密切相关。

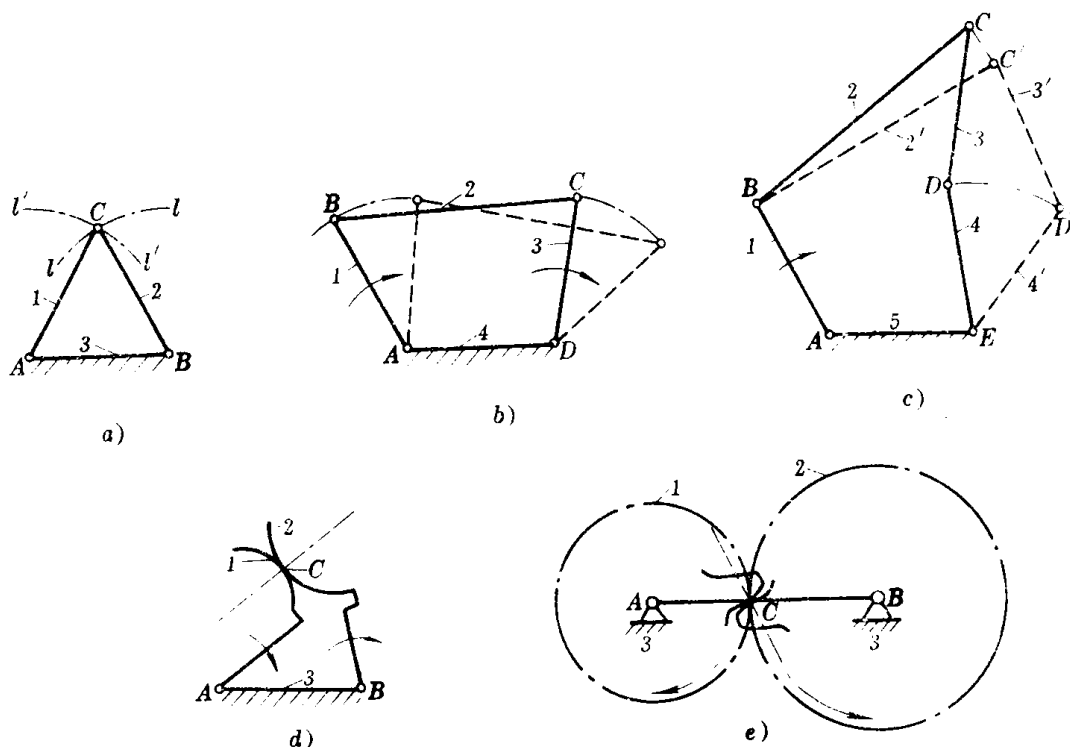


图 2-1

我们知道，现象只是入门的响导，而事物的内部规律性才是解决问题的本质。下面就让我们带着上述各实例中的问题，进一步分析平面机构的组成。

机构是由各个构件通过一定的连接方式相连接构成的。构件是组成机构的基本单元。因此，要分析机构的运动，应当从分析构件的运动开始。

一、构件的自由度及其约束条件

所谓构件的运动乃是指该构件每一瞬时在空间所占据的位置，即每一瞬时的位置变化。如图2-2所示，一个作平面运动的构件 M ，它的每一个瞬时位置均可由三个独立的参变数来确定，即构件上任意点 A 的两个坐标 x 和 y ，以及构件上任一直线 AB 的倾斜角 α 。当三个独立参变数均给定时，即当 $x=x_1$ 、 $y=y_1$ 、 $\alpha=\alpha_0$ 时，则构件 M 的瞬时位置即被固定而不能运动。如果其中有一个独立参变数，例如 x 未给定时，则构件 M 可以沿 x 坐标轴移动，因此构件 M 具有一个独立的运动。如果有两个独立参变数，例如 x 和 y 未给定时，则构件 M 可沿 x 坐标轴和 y 坐标轴移动，因此构件 M 具有两个独立的运动。如果三个参变数均未给定时，则构件 M 为自由构件，它可以沿 x 坐标轴和 y 坐标轴移动，并能绕 A 轴转动，因此构件 M 具有三个独立的运动。我们将构件的这种独立的运动称为构件的自由度。因此，一个作平面运动的自由构件具有三个自由度。构件的自由度数即等于决定构

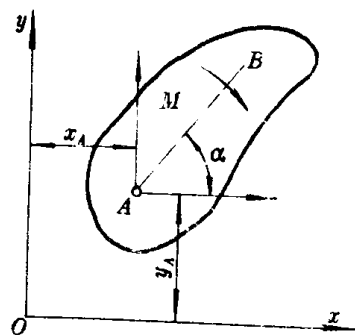


图 2-2 平面构件的自由度