



广东省高等教育自学考试指定教材

机械设计基础 (下)

机械原理与机械零件

J I X I E Y U A N L I Y U J I X I E L I N G J I A N

广东省自学考试委员会组编
张建瓴 编



广东高等教育出版社

广东省高等教育自学考试指定教材

机械设计基础（下）

机械原理与机械零件

广东省自学考试委员会组编

张建瓴 编

广东高等教育出版社

·广州·

内容简介

本书是根据高等专科学校机械设计基础课程教学的基本要求，面向近机类自学考试而编写的。全书除绪论外共分12章，包括平面机构的组成及自由度、平面连杆机构、凸轮机构、间歇运动机构和组合机构、螺纹联接和键联接、带传动、链传动、齿轮机构及齿轮传动、轮系、滑动轴承、滚动轴承以及轴等基本理论和知识。

本书可作为高等专科学校机械设计基础课程教材及成人教育教材，也可作为大专院校师生的参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础(下):机械原理与机械零件/张建瓴编. —广州:广东高等教育出版社, 2001. 3

广东省高等教育自学考试指定教材

ISBN 7-5361-2577-1

I. 机… II. 张… III. 机械设计-高等教育-自学考试-教材 IV. TH122

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第09779号

广东高等教育出版社出版发行

(邮政编码: 510076 电话: (020) 87550735)
地址: 广州市广州大道北广州体院内20栋

广东东莞粤高印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 13.25印张 300千字

2001年3月第1版 2001年3月第1次印刷

印数: 1~2000册

定价: 19.90元

前 言

“机械设计基础”是机械类各专业的专业基础课。通过本课程的教学，使学生能熟悉常用机构和通用零件的结构组成、工作原理、特点及应用，掌握它们的设计或选用的基本方法，了解一般机械的组成、传动原理、使用及维护等基本知识，为学习后续课程和专业课程，以及从事工程技术工作打下理论基础和实践基础。

本书根据高等专科学校机械设计基础课程教学的基本要求，本着培养应用型人才的目的而编写。因此，书中对有关内容做了必要的删减，理论推导也以必要和够用为限度，尽量减少设计公式的推导过程，以掌握基本概念、基本原理和运用公式进行设计为重点。

在本书的编写中，编者试图以机械设计基本理论和方法为主线，以常用机构和典型机械传动设计为主导，通过对常用机构和通用零件运动设计、强度设计和结构设计的研究，论述和融会机械设计的一般规律及其基本理论与方法；在内容编排上，力求深入浅出，讲清基本概念、基本原理和设计方法；为便于自学，在每章编写了学习指导和本章小结；为帮助学生尽快适应课程的学习，在绪论中介绍了本课程的特点和学习方法。

由于编者水平所限，书中疏漏、错误之处在所难免，希望读者特别是使用本书的教师和同学提出批评、指正。

2000年9月

目 录

绪论	1
学习指导	1
§0-1 机械的组成	1
§0-2 机械设计应满足的基本要求和一般程序	4
§0-3 机械零件的设计准则和一般步骤	6
§0-4 机械零件的载荷、应力和许用应力	8
§0-5 机械零件的常用材料及其选择	10
§0-6 机械零件的结构工艺性和标准化	11
§0-7 本课程的目的、特点和学习方法	12
第一章 平面机构的组成及自由度	14
学习指导	14
§1-1 机构的组成	14
§1-2 机构运动简图	17
§1-3 平面机构的自由度	19
本章小结	22
第二章 平面连杆机构	23
学习指导	23
§2-1 概述	23
§2-2 四杆机构的基本型式及演化	24
§2-3 平面四杆机构存在曲柄的条件	28
§2-4 平面四杆机构的运动特性	29
§2-5 平面四杆机构的设计	32
本章小结	36
第三章 凸轮机构	38
学习指导	38
§3-1 凸轮机构的应用和分类	38
§3-2 从动件常用运动规律	40
§3-3 按给定运动规律设计凸轮轮廓线	43
§3-4 设计凸轮机构应注意的问题	48
本章小结	50
第四章 间歇运动机构和组合机构	51
学习指导	51

§ 4-1 棘轮机构	51
§ 4-2 槽轮机构	55
§ 4-3 组合机构简介	57
本章小结	59
第五章 螺纹联接和键联接	60
学习指导	60
§ 5-1 螺纹联接的基本知识	60
§ 5-2 螺纹联接的预紧与防松	62
§ 5-3 螺纹联接的强度计算	64
§ 5-4 提高螺纹联接强度的措施	68
§ 5-5 键及花键联接	70
本章小结	73
第六章 带传动	75
学习指导	75
§ 6-1 概述	75
§ 6-2 V带标准、带轮材料及结构	78
§ 6-3 带传动的工作情况分析	80
✓ § 6-4 普通V带传动的设计计算	83
§ 6-5 带传动的张紧、使用和维护	90
本章小结	92
第七章 链传动	93
学习指导	93
§ 7-1 概述	93
§ 7-2 滚子链和链轮	94
§ 7-3 链传动的运动分析	97
✓ § 7-4 链传动的设计计算	99
§ 7-5 链传动的布置、张紧和润滑	103
本章小结	106
第八章 齿轮机构及齿轮传动	107
学习指导	107
§ 8-1 概述	108
§ 8-2 齿廓啮合基本定律	109
§ 8-3 渐开线齿廓	111
✓ § 8-4 渐开线标准直齿轮各部分的名称和尺寸	112
§ 8-5 渐开线直齿轮的啮合传动	115
§ 8-6 渐开线齿轮的加工方法和根切现象	117
§ 8-7 齿轮传动的失效形式和设计准则	120
§ 8-8 齿轮材料	122

§ 8-9	标准直齿圆柱齿轮的强度计算	124
§ 8-10	直齿圆柱齿轮传动的设计计算	129
§ 8-11	斜齿圆柱齿轮传动	132
§ 8-12	圆锥齿轮传动	137
§ 8-13	蜗杆传动	141
§ 8-14	齿轮的结构	148
	本章小结	150
第九章	轮系	151
	学习指导	151
§ 9-1	概述	151
§ 9-2	定轴轮系的传动比	152
§ 9-3	周转轮系的传动比	154
§ 9-4	混合轮系的传动比	156
§ 9-5	轮系的应用	158
	本章小结	159
第十章	滑动轴承	160
	学习指导	160
§ 10-1	概述	160
§ 10-2	滑动轴承的结构型式	161
§ 10-3	轴瓦结构和轴承材料	163
§ 10-4	非液体摩擦滑动轴承的设计计算	166
§ 10-5	液体摩擦轴承简介	167
§ 10-6	润滑剂和润滑装置	168
	本章小结	171
第十一章	滚动轴承	172
	学习指导	172
§ 11-1	概述	172
§ 11-2	滚动轴承的基本类型和特性	173
§ 11-3	滚动轴承代号	177
§ 11-4	滚动轴承类型的选择	178
§ 11-5	滚动轴承的失效形式及尺寸选择	179
§ 11-6	滚动轴承的润滑与密封	186
	本章小结	188
第十二章	轴	189
	学习指导	189
§ 12-1	概述	189
§ 12-2	轴的材料	190
§ 12-3	轴的结构设计	192

§ 12-4 轴的强度计算	195
本章小结	197
附录	198
主要参考文献	203

绪 论

从分析机械的结构组成出发，讲述了机器和机构、构件和零件的概念，以及机械设计的一些基本知识，最后介绍了本课程的内容、目的、特点和学习方法。

学 习 指 导

一、基本要求

- (1) 掌握机器和机构、构件和零件的概念及其区别；
- (2) 理解机械设计应满足的基本要求、机械零件的失效形式及设计准则的含义；
- (3) 了解机械设计的一般程序和机械零件设计的一般步骤；
- (4) 了解名义载荷、计算载荷的概念，以及应力的种类；
- (5) 了解机械零件常用材料的种类及选材原则、机械零件具有良好结构工艺性及标准化的意义。

二、重点及难点

- (1) 机器和机构的概念、特征及其区别；
- (2) 构件和零件的概念及其区别；
- (3) 机械零件的失效形式及设计准则。

§ 0-1 机械的组成

人类在长期的生产实践中逐步创造并发展了机械，而机械的应用反过来又大大地减轻了人们繁重的体力劳动，提高了劳动生产率。在日常生活及生产活动中所见到的汽车、拖拉机、机床、内燃机、洗衣机、缝纫机等都是机械，有时我们也把它们称为机器。其实，机械是机器和机构的总称。

一、机器和机构

机器的类型很多，构造、性能和用途也各不相同，但它们都是由一些基本部分所组成，具有一定的运动规律、能做功及完成一定的能量转换、能减轻人类的劳动量等一些共同特征。例如图 0-1 所示的单缸四冲程内燃机，它是由汽缸体 1、活塞 2、进气阀 3、

排气阀4、连杆5、曲轴6、凸轮7、顶杆8、齿轮9和10等组成。当燃气推动活塞2时，通过连杆5使曲轴6连续转动，同时通过齿轮、凸轮和顶杆来实现进、排气阀的有规律的开启和关闭。通过以上各实物部分的协同工作，将燃气的热能转换为曲柄转动的机械能。图0-2所示为一牛头刨床。它是由床身1、齿轮2和3、导杆4、滑块5、连杆6、刨头7等部分组成。当齿轮2运动时（由电动机驱动），带动齿轮3回转，与之相连的滑块5推动导杆4左右来回摆动，再经过连杆6带动刨头7作往复直线运动，使刨刀8切削工件9而作机械功。

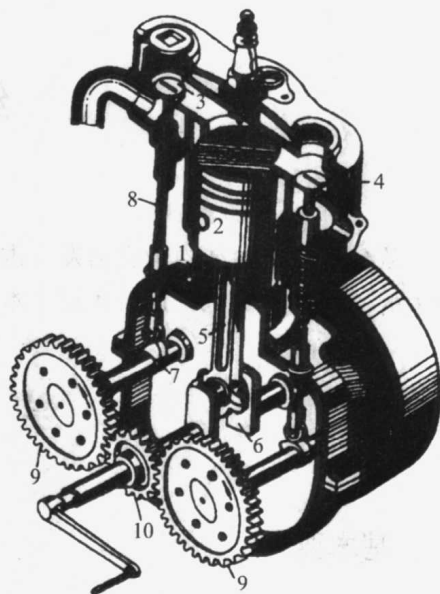


图0-1 单缸四冲程内燃机

从以上两个例子可以看出，不同构造、性能和用途的机器有以下共同特征：

(1) 它们都是一种人为的实物组合体；

(2) 各实物之间具有确定的相对运动。即是说当其中一个或者几个实物（称为单元）的运动一

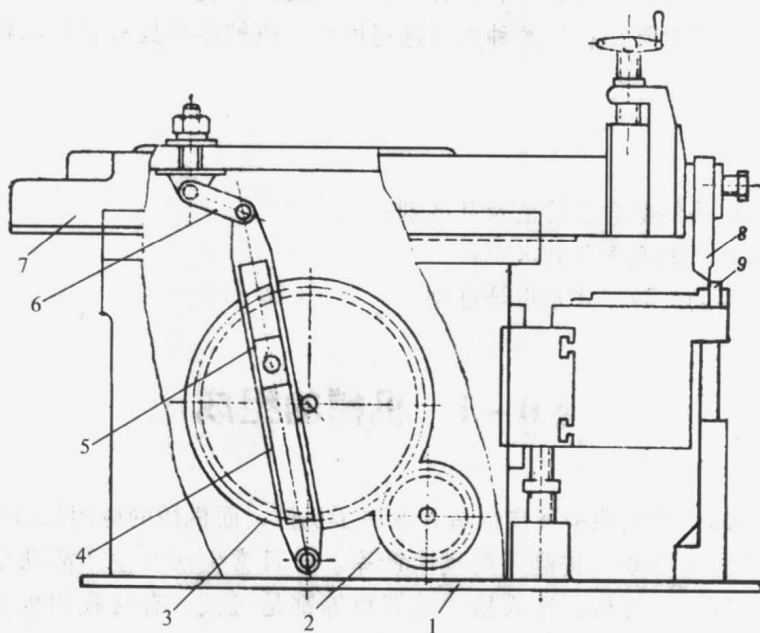


图0-2 牛头刨床

定时，其他实物（单元）的运动也随之确定；

(3) 它们都能代替或减轻人类的劳动，完成机械能与其他形式能量的转换或做有用的机械功。

同时具备以上三个特征的机械均称为机器，只具有 (1)、(2) 两个特征的机械则称为机构。

因此，机构只是具有确定运动的人为实物组合体，能用以传递或转换运动。例如图 0-3 所示的搅拌机称为连杆机构。在图 0-1 所示的内燃机中，其主体部分由活塞、连杆、曲轴和汽缸体组成，称为曲柄滑块机构；传动部分是由三个齿轮和汽缸体组成，称为齿轮机构；进排气控制部分由凸轮、顶杆和汽缸体组成，称为凸轮机构。

机器是由机构组成的。一台机器可以只包含一个机构，也可以包含多个机构。例如电动机、鼓风机等都只包含一个机构 (2 杆机构)；而图 0-1 的内燃机则包含了三种不同机构。另一方面，功能不同的机器也可以具有相同的主体机构，例如内燃机、活塞式压缩机、冲床等的主体机构都是曲柄滑块机构。

由上述分析可知，机器和机构主要区别在于：机器能进行运动和能量的转换，而机构只能进行运动的变换。抛开机器在做功和能量转换方面的作用，只是从结构和运动的角度来看，机器和机构并无区别。因此，习惯上把机器和机构统称为机械。

任何一种机械都是由原动部分、工作部分 (执行部分)、传动部分组成。

二、构件与零件

任何机械都是由若干个单元经加工制造后再装配而成。将组成机械的各个加工制造单元称为零件。而从运动的观点看，把组成机械的相互之间作确定运动的各个实物，即运动单元称为构件。

构件可以是单一的零件，也可以是由几个零件经装配而成的刚性结构。所以说，构件和零件是两个不同的概念，构件是运动单元，零件是制造单元。如图 0-4 所示的内燃机曲轴就是单一的整体，即是一个零件，也是一个构件。而图 0-5 (a) 所示的连杆，是由连杆体 1、连杆盖 2、螺栓 6 和螺母 7 等零件组成作为一个整体运动的构件，如图 0-5 (b) 所示。

机械中的零件分为通用零件和专用零件两类，凡是在各种机械中都经常使用的

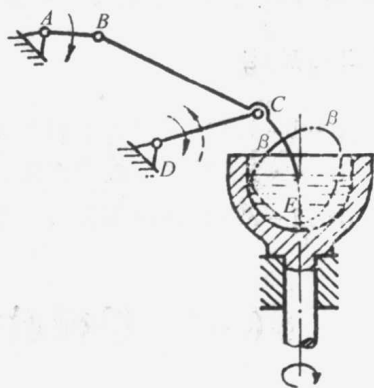


图 0-3 搅拌机

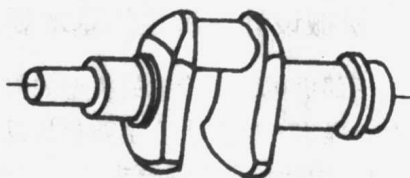


图 0-4 曲轴

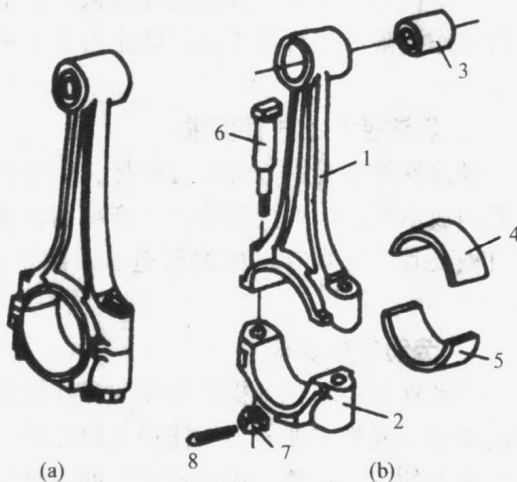


图 0-5 连杆

具有相同功能和性能的零件，称为通用零件，如齿轮、轴、螺钉（栓）、键等都是通用零件；而只适用某些专门机械的零件，称为专用零件，如内燃机中的活塞及曲轴、气轮机的叶片、纺纱机中的锭子等都是专用零件。

练习与思考

- 0-1-1. 机器的三个特征是什么？
- 0-1-2. 机器与机构在组成、运动和功能上有什么区别？
- 0-1-3. 构件和零件的区别是什么？

§ 0-2 机械设计应满足的基本要求和一般程序

机械设计是指在创新机械或改进原有机械时，规划和构思研制方案，并将结果以一定形式（图纸、计算说明书等）加以描述表达的过程。在机械产品的开发过程中，设计起着关键性的作用。正确的设计思想对指导机械设计过程十分重要。要想能科学合理地进行机械设计，就必须对机械设计的一般规律和一些基本知识，如机械设计的基本要求 and 一般程序、机械零件设计的基本准则和一般步骤、机械零件的常用材料及选择、机械零件的结构工艺性及标准化等，有清楚的了解和掌握。

一、机械设计应满足的基本要求

一部机械，不管它的类型如何，总是有一定用途的，要完成这些用途，在设计时就要对它提出一些要求。主要包括以下几个方面：

1. 功能和可靠性要求

一部机械必须要有预定的使用功能及使用要求，也就是要求它按一定的技术指标能有效地执行预期的全部职能。为此，必须正确选择机械的工作原理、执行机构、传动机构及原动机等，正确设计或选择机械的各个零部件。另一方面，要求所设计的机械在预定的工作期限内能可靠工作，防止由于个别零件的破坏，或过早失效导致机械不能正常工作。

2. 经济性和工艺性要求

经济性要求是一个综合性指标，体现在设计、制造和使用的全过程中。主要表现为机器的成本低，生产周期短，生产率高，能耗低，管理和维护费用低等。工艺性是指整部机械及其零件具有良好的制造、装配工艺性，便于制造、装拆维修和更换失效零部件。

3. 劳动保护要求

劳动保护要求包括操作方便和操作安全两个方面的要求。设计的机械应满足人机协调的要求，操作方便省力，能最大限度地减少操作者的脑力和体力消耗，并尽可能地改善操作者的工作环境；应设有完备的安全保险和保护装置，确保运行时的人身安全和机械自身的安全。

4. 其他特殊要求

除上述的基本要求外，设计某些机械时还应该考虑各自的特殊要求。例如：对机床有长期保持精度的要求；对大型或经常流动的机械（建筑机械、钻探机等）有便于安装、拆卸和运输的要求等。

二、机械设计的一般程序

机械设计没有通用和固定的程序，其一般的步骤和内容大致为：

1. 计划阶段

计划阶段只是一个预备阶段，以确定设计任务。主要包括以下内容：

(1) 根据社会需求提出机械的用途、功能、主要设计参数、主要技术经济指标和其他要求等；

(2) 进行理论、技术、经济等方面可行性的调查研究，明确设计所需要解决的课题和项目及其可行性；

(3) 制订设计任务书和人员分工、设计进度等计划表。

2. 方案设计阶段

方案设计是产品设计的初始阶段，也是一个十分重要的阶段，一些新的构思、创新或发明往往首先体现于这一阶段中。方案设计的优劣决定了机械设计的成败及质量，而产品的方案设计一般总是多解（多个方案）的，这就需要对各种方案从技术、经济等方面进行综合评价后择优选择。方案设计阶段的内容主要有：

(1) 根据机械预期功能选择机械的工作原理；

(2) 根据工作原理选择原动机的类型、传动机构、执行机构及必要的辅助机构；

(3) 合理安排原动机、传动系统、工作部分的所有机构及构件之间的相对位置，拟定机械的总体布置，并画出总体方案原理图。

3. 技术设计阶段

技术设计阶段的目标是产生总装配草图及部件装配草图。通过草图设计确定出各部件及其零件的外形及基本尺寸。

(1) 运动设计：依据预先选定的原动机的运动参数，对所选机构，根据其应满足的运动、几何及动力条件，设计机构中各构件的运动特征尺寸，并绘制机构的运动简图；

(2) 动力设计：根据机械执行部分的工作阻力和工作速度，以及传动系统的总效率等，计算机械所需要的驱动功率，结合其他要求，选择合适的原动机，计算各部分的运动和动力参数；

(3) 零部件设计：将机械组成单元由运动简图中的线条和符号转化为零部件，根据功能和使用要求选择零部件的类型及材料，并根据强度、刚度等设计准则，以及制造和装配等工艺要求设计确定零部件的结构形状与尺寸；

(4) 绘制机械总装配图、部件装配图、零件工作图、编写设计说明书及各种技术文件。

应该指出的是，上述各设计步骤及内容是相互联系、相互影响的，具体设计过程中往往需要相互交叉和反复进行。

练习与思考

0-2-1. 机械设计应满足的基本要求包括哪些方面?

0-2-2. 机械设计的一般程序是什么?

§ 0-3 机械零件的设计准则和一般步骤

一、机械零件的设计计算准则

1. 机械零件的失效形式

机械零件的失效形式主要有:

(1) 整体断裂。

零件在受拉、压、弯、剪、扭等外载荷作用时,由于某一危险截面上的应力超过零件的强度极限而发生的断裂。例如螺栓的断裂、齿轮轮齿根部的折断等。

(2) 过大的残余变形。

作用在零件上的应力超过了材料的屈服极限,则零件将产生残余变形。例如机床上夹持定位零件的残余变形,将会降低加工精度等。

(3) 零件的表面破坏。

零件的表面破坏包括腐蚀、磨损和接触疲劳破坏。腐蚀是发生在金属表面的一种电化学或化学侵蚀现象,腐蚀的结果是使金属表面产生锈蚀,从而使零件表面遭到破坏;磨损是两个接触表面作相对运动的过程中表面物质丧失或转移的现象;零件表面的疲劳破坏是受到接触变应力长期作用的表面产生裂纹或微粒剥落的现象。

2. 机械零件的设计计算准则

零件是组成机械的制造单元体。为了保证机械满足安全性、可靠性要求,防止因个别零件的失效而影响整部机械正常的工作,设计机械零件时应遵循以下一些基本准则。

(1) 强度准则。

强度准则是指零件中的应力不得超过允许的限度。满足强度准则就是保证零件在使用期限内既不发生任何形式的破裂(表面疲劳、压溃、整体断裂等),也不产生超过容许的塑性变形,防止因零件强度不足而影响机械正常工作。

强度准则可表示为

$$\sigma \leq [\sigma] = \frac{\sigma_{\text{lim}}}{S} \quad (0.1)$$

或

$$\tau \leq [\tau] = \frac{\tau_{\text{lim}}}{S} \quad (0.2)$$

式中: σ , τ 是零件的工作应力; $[\sigma]$, $[\tau]$ 为零件的许用应力; σ_{lim} , τ_{lim} 为零件材料的极限应力; S 为安全系数。

(2) 刚度准则。

刚度准则是指零件在载荷作用下产生的弹性变形量不得超过允许的限度。满足刚度准则，可以避免零件因刚度不足失去正常几何形状和相互间的正确位置而影响机械的使用性能。

刚度准则可表示为

$$y \leq [y] \quad (0.3)$$

式中： y 为零件工作时的弹性变形量（可以是伸长、挠度、偏转角、扭转角等的变形量）； $[y]$ 为零件的许用弹性变形量。

(3) 耐磨性准则。

耐磨性准则是指零件在规定的寿命期间内摩擦表面因磨损产生的尺寸和形状的改变量不超过允许的限度。满足耐磨性准则可以保证零件不致因过度磨损造成强度不足或丧失精度而过早报废。

影响磨损的因素很多，机理也很复杂，目前尚无完善的计算方法。通常采用下面的计算准则：

$$p \leq [p] \quad (0.4)$$

$$pv \leq [pv] \quad (0.5)$$

式中： p ， pv 分别是摩擦面间的比压和比压与相对滑动速度的乘积； $[p]$ ， $[pv]$ 分别是许用比压和许用 pv 值。

(0.4) 式和 (0.5) 式是通过限制摩擦面单位面积上的压力和摩擦功耗来控制零件的磨损，保证其有足够的磨损寿命。

(4) 振动稳定性准则。

在机器中存在着很多周期性变化的激振源，如：轮齿的啮合，弹性轴的偏心振动等。如果某一零件本身的固有频率与上述激振源的频率相等或成整数倍关系，这些零件就会发生共振，致使零件失效及机器的失常。震动稳定性准则是指限制零件或系统的固有频率 f 与周期性干扰力频率 f_p 相等或接近，以避免发生共振和因此而导致的零件甚至整个系统的破坏。振动稳定性准则的表示式为：

$$f_p \leq 0.85f \quad (0.6)$$

或

$$f_p \geq 1.15f \quad (0.7)$$

式中： f_p 为激振力的频率； f 为零件的固有频率。

设计机械零件时，除应遵循上述基本准则外，对某些特殊条件下工作的机械或具有自身特点的机械，还应满足一些相应的准则。例如在高温条件下工作或受腐蚀性介质侵蚀的机械应考虑其耐热性和耐腐蚀性等。

二、机械零件设计的一般步骤

机械零件的设计也没有固定不变的程序，一般包括以下步骤和内容：

- (1) 根据零件的使用要求选择零件的类型；
- (2) 根据零件的工作情况计算作用在零件上的载荷，分析零件中的应力状态和性

质；

- (3) 根据零件的使用、工艺和经济等要求选择零件的材料和相应的热处理方法；
- (4) 根据零件可能的失效形式确定零件的设计计算准则，计算零件的主要尺寸；
- (5) 根据零件的作用、制造及装配工艺等要求进行零件的结构设计；
- (6) 绘制零件的工作图并标注必要的技术条件。

根据设计过程的不同，机械零件的计算分为设计计算和校核计算。设计计算是根据零件承受的载荷，运用由相应设计准则确立的设计公式，计算出零件的基本尺寸，然后根据结构、工艺要求和尺寸协调原则，确定零件的具体结构。校核计算则是先参照已有实物、图纸、经验数据等，校核是否满足由相应设计计算准则确立的验算公式。设计计算多用于能通过简单的力学模型进行设计的零件；校核计算则多用于零件的结构及应力分布复杂，而计算数据往往必须在零件的尺寸和结构已知时才能决定的场合。

练习与思考

- 0-3-1. 机械零件的失效形式主要有哪些？设计准则主要有哪些？
- 0-3-2. 耐磨性准则的表示公式是什么？其含义是什么？
- 0-3-3. 机械零件设计的一般步骤是什么？

§ 0-4 机械零件的载荷、应力和许用应力

一、名义载荷与计算载荷

理想的平稳条件下，作用在零件上的载荷称为名义载荷。但机器在运转时，零件还会受到附加载荷的作用，所以在实际计算时，通常引入载荷系数 K （或工作情况系数 K_A ），将名义载荷转化为计算载荷，即

$$F_c = KF \quad (0.8)$$

式中： F 为名义载荷； K 为载荷系数； F_c 为计算载荷。

按照名义载荷用力学公式计算出的应力称为名义应力，按照计算载荷算出的应力称为计算应力。目前零件的强度准则一般都是判断零件危险截面上的计算应力 σ 是否小于或等于其许用应力 $[\sigma]$ ，见式 (0.1)，(0.2)。

二、应力的种类

应力分为静应力和变应力两种。静应力不随时间而变化，如图 0-6 所示。变应力是随时间而变化的应力。具有周期性的变应力称为循环变应力，比较典型的有非对称循环变应力、对称循环变应力和脉动循环变应力，如图 0-7 所示。

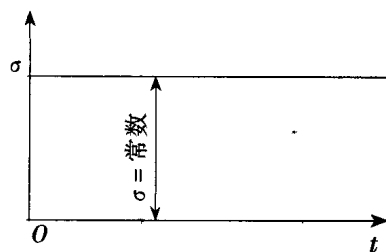


图 0-6 静应力

在图 0-7 (a) 所示的非对称循环变应力中, 应力是在最大应力 σ_{\max} 和最小应力 σ_{\min} 之间随时间作周期性变化, 由图可知:

平均应力

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{\max} + \sigma_{\min}}{2} \quad (0.9)$$

应力幅

$$\sigma_a = \frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{2} \quad (0.10)$$

应力循环中的最小应力和最大应力之比称为变应力的循环特征, 用 γ 表示, 即

$$\gamma = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}} \quad (0.11)$$

若 $\sigma_{\max} = -\sigma_{\min}$, 则 $\gamma = -1$, 称为对称循环变应力, 如图 0-7 (b) 所示, 其 $\sigma_m = 0$, $\sigma_a = \sigma_{\max} = -\sigma_{\min}$; 若 $\sigma_{\min} = 0$, $\sigma_{\max} \neq 0$, 则 $\gamma = 0$, 称为脉动循环变应力, 如图 0-7 (c) 所示, 其 $\sigma_m = \sigma_a = \frac{\sigma_{\max}}{2}$ 。

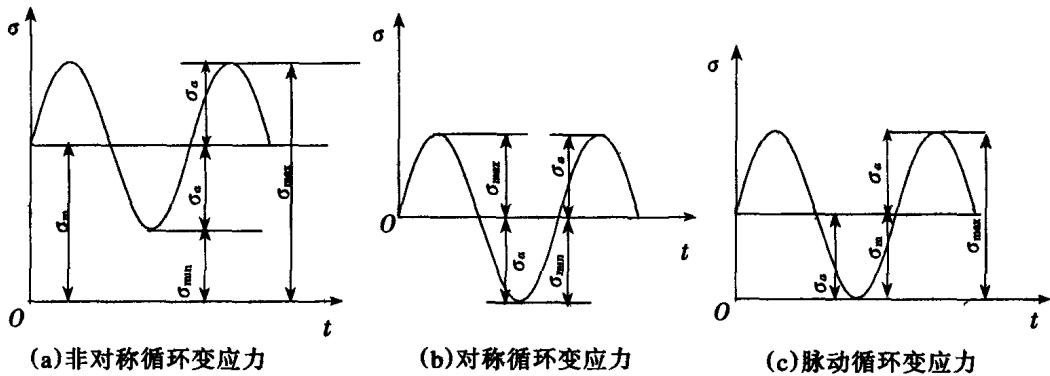


图 0-7 变应力

三、许用应力

在静应力作用下, 零件材料主要有两种破坏形式: 断裂或塑性变形。

对于脆性材料制成的零件, 失效形式主要是断裂, 所以应取强度极限 σ_B 作为极限应力 σ_{\lim} , 其许用应力为

$$[\sigma] = \frac{\sigma_{\lim}}{S} = \frac{\sigma_B}{S} \quad (0.12)$$

式中: S 为安全系数。

对于塑性材料, 失效形式主要是塑性变形, 所以取材料的屈服极限 σ_S 作为极限应力 σ_{\lim} , 其许用应力为

$$[\sigma] = \frac{\sigma_{\lim}}{S} = \frac{\sigma_S}{S} \quad (0.13)$$

在变应力作用下, 零件材料的破坏形式主要是疲劳破坏。疲劳破坏会在远低于强度