

高等学校教材

机械设计基础

【第二版】

同济大学·东北工学院·华东石油学院 合编

喻怀正 主编

高等教育出版社

高等学校教材

机械设计基础

(第二版)

同济大学 东北工学院 华东石油学院 合编

喻怀正 主编

高等教育出版社

本书是在第一版的基础上，根据1980年审订的《机械原理及机械零件教学大纲（草案）》（非机类65学时）修订而成的。

本书对第一版的章节作了适当调整，对各章的内容作了必要的增加或删减。本版着重加强了基本概念和基本原理的阐述。充实了机械原理部分的内容。在保证机械零件结构设计的前提下，对强度计算作了简化。书末增附了学习本课程所必需的先修课知识，以供选用。

本书采用了国家法定计量单位。机械制图、公差与配合、机械零件等均采用国家最新标准。

本书主要用作高等工业学校非机械类各专业的教材，也可用作其他类型高等学校非机械类专业的教材和供有关工程技术人员参考。

[京]112号

高等学校教材
机械设计基础
(第二版)

同济大学 东北工学院 华东石油学院 合编
喻怀正 主编

高等教育出版社 出版
新华书店总店北京科技发行所发行
天津新华印刷一厂印装

开本 850×1168 1/32 印张12 字数 290 000

1979年11月第1版 1985年10月第2版 1993年2月第9次印刷

印数 168 343—188 198

ISBN 7-04-001852-7/TH·136

定价 4.40 元

第二版序

本书是在第一版(1979年11月人民教育出版社)的基础上,根据1980年5月审订的高等工业学校四年制非机类专业试用的《机械原理及机械零件教学大纲(草案)》修订而成的。

相对第一版,本版的章节按照教学大纲作了适当调整,内容作了必要的增加和删减。基于非机类专业的性质和要求,为了加强基础,开拓知识面,本版着重加强对机械的一些基本原理和基本概念的阐述,机构原理部分做了适当补充,在保证有关机械零件结构设计的前提下,对强度等有关计算做了较大简化。此外,鉴于目前非机类专业多半没有开设“金属工艺学”课程,故除在第一章绪论中补充了机械零件的常用材料及热处理概念、机械零件的结构工艺性等基本内容外,并在附录中补充了公差与配合、机械零件制造工艺简介。但为了使学能很好掌握这部分内容,建议讲授时适当安排机械零件加工工艺实习或见习,以增进感性认识。

书中带*和附录部分为选学内容,使用本书时可酌情取舍。

为了便于教学,仍部分摘录了国家标准、部标准和规范。每章末并附有一定数量的思考题和设计计算习题。

修订中,编者分别提供了修订初稿、意见或原版稿,此外,同济大学陈全明协助进行本书部分补充内容的编写工作。本书由喻怀正主编。

本书承浙江大学陈近朱、施高义同志审阅,提出许多宝贵意见,在此致以衷心感谢。

限于编者水平,缺点错误在所难免,恳切希望使用本书的教师和读者批评指正,特此先致以谢意。对本书的意见请寄上海同济

大学机械系喻怀正收。

编 者

一九八五年一月

第一版前言

本书是根据教育部委托召开的高等学校工科基础课机械原理、机械零件、机械设计、工程热力学、传热学教材会议讨论的《机械设计基础》编写大纲编写的,作为高等学校工科非机械类专业65学时左右“机械设计基础”或“机械原理和机械零件”课程的试用教材。

全书共十八章,包括机械原理和机械零件的一些基本内容及其应用,扼要地介绍了本课程的新发展。在编写中力求简明易懂,图表数据确切实用。每章末附有一定数量的思考题和设计计算习题,供教学中使用。

本书基本上采用国际单位制,并尽量采用国际通用的符号和脚注(滚动轴承考虑目前我国有关标准的实际情况,仍保留原用工程单位制和符号)。

由于非机械专业面广,各专业要求不同,因此,本书除反映其通用性外,还在内容取舍、例题和习题选择上,尽可能照顾各专业的要求。本书的内容是按80学时的要求编写的,为了便于教学,还部分地摘录了国家标准、部标准和规范。在使用时,可根据专业要求和学时数进行取舍和调整,有的内容还可以自学,必要时也可在教学过程中作些补充。

参加本书审稿的有清华大学、北京钢铁学院、北京航空学院、北京化工学院、天津大学、太原工学院、大连工学院、哈尔滨建筑工程学院、上海交通大学、上海化工学院、上海工业大学、上海业余工业大学、南京工学院、合肥工业大学、浙江水产学院、江西冶金学院、华中工学院、武汉地质学院、武汉钢铁学院、中南矿冶学院、广西大学、郑州工学院、西安交通大学、西安工业学院、成都科学技术

大学、重庆大学、中国矿业学院以及其他兄弟院校的同志，由浙江大学陈近朱、施高义，西安冶金建筑学院高毅男、赵万鑫主审。一九七八年十月在广西南宁、一九七九年四月在上海先后召开了两次审稿会，对本书进行了初审和复审，提出了许多很好的意见。主审于一九七九年六月至七月还对全书进行了认真、细致的审阅。在编写过程中，还承许多兄弟院校和单位的同志对本书提供了许多有益的意见和方便。对以上所有单位和同志，在此一并致谢。

参加本书编写的有：同济大学喻怀正（绪论、第二章、九章、十一章、十八章）、洪孟仁（第五章、十章）、朱元毅（第十六章）、汪信远（第八章）、梅扬武（第三章、十五章），东北工学院王世钊（第一章）、丁津元（第十四章）、王金（第六章、十三章），华东石油学院胡鼎周（第四章、十七章）、张慧文（第十二章）、路永明（第七章）。此外，本书定稿前，同济大学陆敬严、田淑荣、刘春元，华东石油学院王锡庶等先后参与了整理和修改工作。本书由喻怀正主编。

由于编者水平所限，加以时间仓促，缺点错误在所难免，切望使用本书的同志批评指正。

编 者

一九七九年七月

基本符号表

a ——中心距、加速度、齿顶的、轴向上的	p ——节距、单位压力(比压)
A ——面积、平面、转臂	P ——力、功率、滚动轴承的当量载荷
b, B ——宽度、齿宽、轮宽、弯曲的、高径比	q ——蜗杆特性系数
c ——系数、轮齿径向间隙	Q ——力
C ——滚动轴承的额定动载荷、弹簧指数、节点	r ——半径
d, D ——直径	R ——力、半径
e ——偏心距、齿槽宽	S ——力、安全系数、位移
E ——材料拉压弹性模量	t ——时间、温度
f ——摩擦系数、齿根的、变形	T ——转矩
F ——力	u ——齿轮的齿数比
g ——重力加速度	U ——机械能
G ——重力、剪切弹性模量	v ——速度
h ——高度、厚度	$\dot{V}$ ——体积
H ——高度	W ——抗弯剖面系数、机械功
HB ——布氏硬度	W_T ——抗扭剖面系数
HRC ——洛氏硬度	X, Y, Z ——系数、坐标轴符号
i ——传动比	z ——齿数
I ——转动惯量	α ——角度、压力角
K ——系数	β ——角度、螺旋角
l ——长度	θ ——角度、极位夹角
L ——长度、滚动轴承寿命、锥距	γ ——角度、传动角、比重
m ——齿轮模数、中点的	δ ——角度、系数
M ——弯矩	ε ——轮齿重合度、角加速度
n ——转速、弹簧圈数	η ——效率
	ρ ——摩擦角、曲率半径
	Σ ——轴交角
	σ ——正应力

σ_s ——屈服限

σ_B ——强度限

τ ——剪应力

φ, ψ ——角度、系数

ω ——角速度

[]——许用的

目 录

第一章 总 论

§ 1-1 “机械设计基础”课程的研究对象和内容	1
§ 1-2 机械设计的基本要求和一般步骤	4
§ 1-3 机械零件的常用材料及钢的热处理概念	6
§ 1-4 许用应力和安全系数	13
§ 1-5 机械零件的结构工艺性	18
习题	25

第二章 平面机构的运动简图及其自由度

§ 2-1 运动副及其分类	26
§ 2-2 平面机构的组成及其运动简图	29
§ 2-3 平面机构的自由度	33
习题	38

第三章 平面连杆机构

§ 3-1 铰链四杆机构的基本型式和性质	41
§ 3-2 铰链四杆机构存在曲柄的条件	51
§ 3-3 铰链四杆机构的演化	53
§ 3-4 平面四杆机构的运动设计	60
习题	69

第四章 凸轮机构和其他常用机构

§ 4-1 凸轮机构的应用和分类	71
§ 4-2 从动件常用的运动规律	74
§ 4-3 盘形凸轮轮廓曲线的设计	80
§ 4-4 常用的间歇运动机构	90

§ 4-5 万向节机构.....	99
习题.....	102

第五章 螺纹联接和螺旋机构

§ 5-1 螺纹的形成、主要参数和常用类型.....	104
§ 5-2 螺旋副的受力分析、效率和自锁.....	109
§ 5-3 螺纹联接和螺纹联接件.....	112
§ 5-4 螺栓联接的计算.....	116
§ 5-5 设计螺纹联接时应注意的几个问题.....	123
§ 5-6 螺旋机构.....	127
习题.....	129

第六章 带传动和链传动

§ 6-1 带传动的类型、结构和特点.....	132
§ 6-2 带传动的工作特性分析.....	140
§ 6-3 三角胶带传动的选择计算.....	145
§ 6-4 链传动的类型、结构和特点.....	151
§ 6-5 套筒滚子链传动的选择计算.....	156
习题.....	164

第七章 齿轮传动

§ 7-1 齿轮传动的特点和分类.....	165
§ 7-2 齿廓啮合的基本定律.....	166
§ 7-3 渐开线和渐开线齿廓的啮合性质.....	168
§ 7-4 直齿圆柱齿轮各部分名称及标准直齿圆柱齿轮的 基本尺寸.....	172
§ 7-5 渐开线齿轮的正确啮合和连续传动的条件.....	176
§ 7-6 轮齿的切削加工方法、轮齿的根切现象及最少齿数.....	179
§ 7-7 轮齿的失效和齿轮材料.....	184
§ 7-8 直齿圆柱齿轮的强度计算.....	187
§ 7-9 斜齿圆柱齿轮传动.....	195

§ 7-10 直齿锥齿轮传动.....	203
§ 7-11 蜗杆传动.....	209
§ 7-12 齿轮、蜗杆和蜗轮的构造.....	214
习题.....	217

第八章 轮系、减速器和无级变速器

§ 8-1 轮系的功用和分类.....	220
§ 8-2 定轴轮系及其传动比.....	222
§ 8-3 周转轮系及其传动比.....	225
§ 8-4 普通减速器.....	231
§ 8-5 无级变速器简介.....	237
习题.....	240

第九章 轴和联轴器

§ 9-1 轴的分类、材料和结构.....	243
§ 9-2 轴的计算.....	247
§ 9-3 轴毂联接.....	251
§ 9-4 联轴器和离合器.....	257
习题.....	266

第十章 轴 承

§ 10-1 轴承的分类.....	268
§ 10-2 滑动轴承的主要类型、结构和材料.....	268
§ 10-3 非液体摩擦滑动轴承的校核计算.....	273
* § 10-4 液体摩擦滑动轴承简介.....	276
§ 10-5 滚动轴承的主要类型、特点、代号及其选择.....	278
§ 10-6 向心球轴承的寿命和承载能力的计算.....	282
§ 10-7 滚动轴承的组合设计.....	288
§ 10-8 轴承的润滑、润滑装置和密封装置.....	294
习题.....	298

第十一章 起重机械零件

§ 11-1 钢丝绳.....	301
§ 11-2 滑轮和卷筒.....	304
§ 11-3 吊钩.....	310
习题.....	311

第十二章 平衡和调速

§ 12-1 转动构件的平衡.....	312
§ 12-2 平面机构的静平衡.....	316
§ 12-3 机械速度波动的调节.....	319
习题.....	322

附录 I 弹簧.....	324
--------------	-----

附录 II 公差与配合.....	334
------------------	-----

附录 III 机械零件制造工艺简介	348
-------------------------	-----

第一章 总 论

§ 1-1 “机械设计基础”课程的研究对象和内容

机械是人类在利用和转变机械能进行生产时，借以减轻体力劳动，提高生产率的主要工具。它的发展程度是衡量国家工业水平的重要标志之一。

机械的种类很多。例如图 1-1a 所示的内燃机，主要由汽缸体 1、活塞 2、连杆 3、曲轴 4、齿轮 5 和 6、凸轮 7、进汽阀推杆 8（排汽

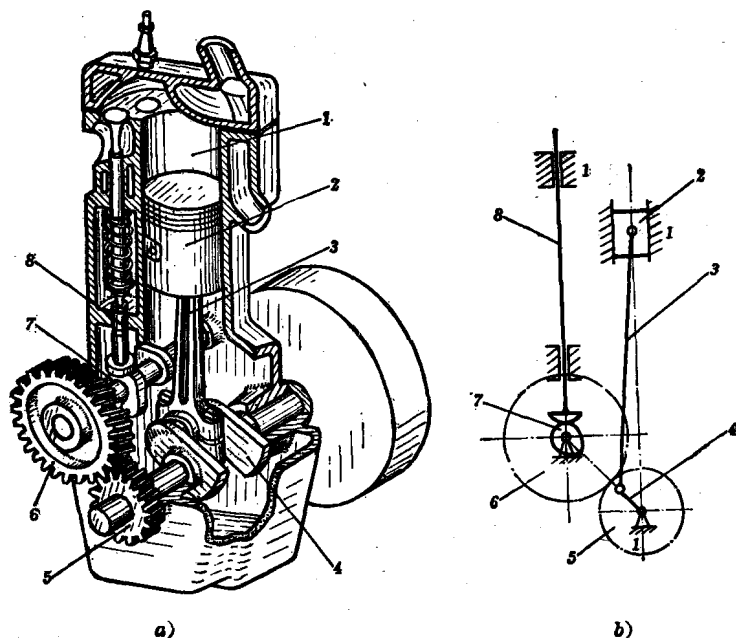


图 1-1 内燃机

阀部分在图中未画出)等组成。燃气推动活塞 2 在汽缸体 1 中作往复直线移动,通过连杆 3 使曲轴 4 作连续转动,从而将燃气的热能转换为机械能。

图 1-2a 所示的颚式破碎机,主要由机架 1、偏心轴 2、动颚 3、肘板 4 等组成。由电动机通过三角带(图中未画出)驱动带轮 7 (与偏心轴的一端固联,偏心轴的另一端与飞轮 6 固联),使偏心轴随之转动,将置于动颚 3 与定颚板(与机架固联)5 之间的物料破碎,从而完成有效的机械功。

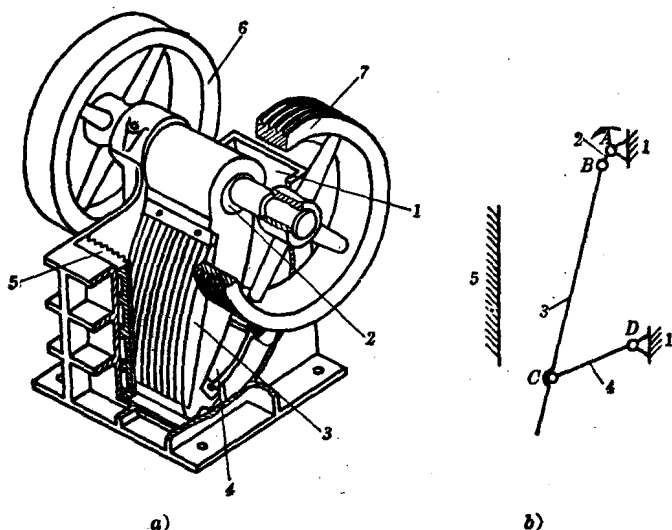


图 1-2 颚式破碎机

从上述可知,尽管机械的形式、构造和用途不同,但都具有以下的共同特征:

- 1) 它们是由许多人为实体的组合;
- 2) 各实体间具有确定的相对运动;
- 3) 在工作时能转换机械能(如内燃机、发电机等)或做有效的机械功(如颚式破碎机、起重机、金属切削机床等)。

凡同时具有上述三个特征的机械称为**机器**；仅有前两个特征的机械称为**机构**。但就其实体的组合和运动来说，两者之间并无区别。所以，通常以**机械**作为机构和机器的通称。

组成机械的每一个人为实体，称为**构件**。构件可以是单一的整体，也可以是由几个零件组成的刚性结构。如图 1-3 所示内燃

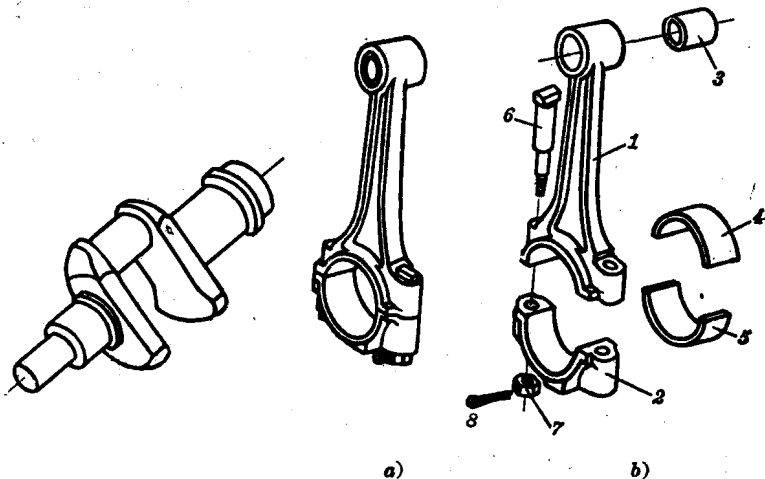


图 1-3 曲轴

图 1-4 连杆

机的曲轴，它是单一的整体构件，而图 1-4a 所示的连杆，因为结构、工艺等方面的原因，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 等零件组成的刚性构件。因此，构件与零件的区别在于：**构件是运动的单元，零件是制造的单元。**

零件按其用途不同，可分为通用零件和专用零件。凡各种机械中都经常使用的零件，例如齿轮、轴、螺钉、键等，称为**通用零件**；只在某些机械中使用的零件，例如曲轴、连杆、汽轮机叶片、纺锭等，称为**专用零件**。

“机械设计基础”(或称为“机械原理及机械零件”)是高等工业学校有关专业的一门技术基础课程。本课程主要阐述一般机械中

的常用机构和通用零件的工作原理、结构特点、基本的设计理论和计算方法,同时扼要地介绍与本课程有关的国家标准和规范,以及某些标准零件的选用原则和方法。此外,考虑到有关专业的特点,还简要地介绍常用“起重机械零件”的基本知识。

为了学好这门课程,首先必须掌握机械制图、工程力学(或理论力学和材料力学)、金属工艺学等课程有关的基础知识。通过本课程的教学,可使学生获得认识、使用和维护机械设备的一些基本知识;并能培养学生初步运用有关机械设计方面的手册,设计简单的机械传动装置,为参与技术革新及学习有关专业机械设备课程、奠定必要的基础。

§ 1-2 机械设计的基本要求和一般步骤

尽管机械的类型很多,但其设计的基本要求却大致相同,主要有以下几个方面。

1. 运动和动力性能的要求

为了使选择或设计的机械满足使用需要,必须按照所要求的运动和承受的载荷,确定机械的工作原理,并选择或设计适当的工作机构和机械传动方案。

2. 工作可靠性的要求

为了使机械在预定的工作期限内可靠地工作,防止零件失效而影响正常运行,零件应满足下列要求:

(1) 强度 强度是保证零件工作能力的最基本要求。零件的强度不够,不仅会因零件失效使机械不能正常工作,还可能导致安全事故。所以,零件工作时不应承受过大的载荷,以免发生断裂,或超过容许的塑性变形。因此,应保证零件有足够的强度。但也不应任意加大零件的尺寸或滥用优质材料,而造成浪费。