

高等学校教材

机械设计基础

第三版

主编 王崇 副主编 王崇 王崇
王崇 王崇 王崇

机械工业出版社

机械工业出版社

机械设计基础

同济大学 东北大学 石油大学 合编

高等教育出版社

内容提要

本书是在喻怀正主编第二版(1985年)的基础上,根据1995年审订的“高等学校工科本科机械设计基础课程教学基本要求(少学时)”的精神,结合使用实践修订而成的。

本书的体系和章节顺序基本与第二版相同;更新了V带传动、链传动、渐开线圆柱齿轮承载能力计算、蜗杆传动、滚动轴承、螺纹联接、机器和机构的概念以及机械制造常用材料等内容;删去了起重机械零件,对其他一些内容也作了适当删减和增补。

本书主要用作高等工业学校非机械类专业教材,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础/汪信远主编.—3版.—北京:高等教育出版社,2002.7

本科非机械类专业用

ISBN 7-04-010682-5

I. 机... II. 汪... III. 机械学—高等学校—教材
IV. TH11

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第095174号

机械设计基础 第三版

同济大学 东北大学 石油大学 合编 汪信远 主编

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-64054588
社 址	北京市东城区沙滩后街55号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100009	网 址	http://www.hep.edu.cn
传 真	010-64014048		http://www.hep.com.cn
经 销	新华书店北京发行所		
印 刷	北京机工印刷厂	版 次	1979年11月第1版
开 本	850×1168 1/32		2002年7月第3版
印 张	11.25	印 次	2002年7月第1次印刷
字 数	280 000	定 价	15.70元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

第三版序

本书是在 1985 年第二版的基础上,根据 1995 年审订的“高等学校工科本科机械设计基础课程教学基本要求(少学时)”的精神,结合使用这本教材的实践修订而成的。本版的体系和章节顺序除个别章节作了适当调整之外,基本上与第二版相同,全书篇幅与第二版相当。

这次修订着重在内容上进行了更新,主要有 V 带传动、链传动、渐开线圆柱齿轮承载能力计算方法、蜗杆传动、滚动轴承、螺纹联接、机器和机构的概念以及机械制造常用材料等。本版删去了起重机械零件;对某些章节的插图作了必要的更换和增减;对凸轮轮廓设计、间歇机构等作了适当删减。

考虑到本书第二版的使用情况和目前非机械类专业的课程设置状况,本书保留了机械制造常用材料及钢的热处理、机械零件的结构工艺性以及附录中的极限与配合、机械零件制造工艺简介等内容。

本书带 * 和附录部分为选学内容,可酌情取舍。

使用本书时,教学中若有必要可适当调整章节顺序;对于没有开设金属工艺学课程的专业,组织教学时,建议根据具体条件适当安排机械零件加工工艺实习或见习。

本书承浙江大学全永昕、施高义两位教授细心审阅,提出了很多宝贵意见,在此深致谢意。

本书由同济大学、东北大学、石油大学教师共同修订。参加本版修订的有汪信远、洪孟仁、陈祝林、陈全明、虞红根、朱元毅、王金、赵乃素、张树杰、胡鼎周、路永明、张慧文,由汪信远担任主编。

这次修订,从满足本课程教学基本要求和贯彻少而精原则出发,在精选和更新内容、适当拓宽知识面、保持本教材简明特色等方面作了努力,但错误和不妥之处在所难免。恳切希望使用本书的教师和读者批评指正。对本书的意见请寄:上海 同济大学机械学院(邮编:200092)。

本书第一、二版原主编喻怀正教授和第一、二、三版编者胡鼎周教授、原主审陈近朱教授已先后去世,我们对三位教授表示诚挚的悼念。

编 者

2001 年 12 月

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数没有开设“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。每章末附有一定数量的思考题和设计计算习题。

修订中,编者们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

1985 年 1 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》教材编写大纲编写的,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。1978年10月在广西南宁、1979年4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1979年6月至7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

1979年7月

目 录

第一章 总论	1
§ 1-1 本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程序	4
§ 1-3 机械零件的强度	7
§ 1-4 机械制造常用材料和钢的热处理	11
§ 1-5 机械零件的结构工艺性	17
习题	23
第二章 平面机构的运动简图及其自由度	24
§ 2-1 运动副及其分类	24
§ 2-2 平面机构运动简图	27
§ 2-3 平面机构的自由度	30
习题	36
第三章 平面连杆机构	38
§ 3-1 铰链四杆机构的基本型式和性质	38
§ 3-2 铰链四杆机构曲柄存在的条件	47
§ 3-3 铰链四杆机构的演化	49
§ 3-4 平面四杆机构的设计	54
习题	61
第四章 凸轮机构及间歇运动机构	63
§ 4-1 凸轮机构的应用和分类	63
§ 4-2 从动件常用的运动规律	65
§ 4-3 盘形凸轮轮廓曲线的设计	69
§ 4-4 凸轮机构设计中应注意的问题	74
§ 4-5 间歇运动机构	78
习题	85

第五章 螺纹联接和螺旋传动	87
§ 5-1 螺纹的主要参数和常用类型	87
§ 5-2 螺旋副的受力分析、效率和自锁	90
§ 5-3 螺纹联接和螺纹联接件	94
§ 5-4 螺栓联接的强度计算	98
§ 5-5 设计螺纹联接时应注意的问题	104
§ 5-6 螺旋传动	106
习题	108
第六章 带传动和链传动	110
§ 6-1 带传动的类型和应用	110
§ 6-2 带传动工作情况分析	116
§ 6-3 普通 V 带传动的设计计算	120
§ 6-4 V 带轮的材料和结构	127
§ 6-5 链传动的类型、结构和特点	131
§ 6-6 链传动的运动特性	136
§ 6-7 滚子链传动的设计计算	138
习题	143
第七章 齿轮传动	145
§ 7-1 齿轮传动的特点和分类	145
§ 7-2 齿廓啮合基本定律	146
§ 7-3 渐开线和渐开线齿廓的啮合特性	148
§ 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	151
§ 7-5 渐开线齿轮的正确啮合和连续传动的 条件	156
§ 7-6 轮齿的切削加工方法、轮齿的根切现 象及最少齿数	159
§ 7-7 轮齿的失效和齿轮材料	163
§ 7-8 直齿圆柱齿轮的强度计算	167
§ 7-9 斜齿圆柱齿轮传动	177
§ 7-10 直齿锥齿轮传动	185

§ 7-11 蜗杆传动	191
§ 7-12 齿轮、蜗杆和蜗轮的结构	197
习题	200
第八章 轮系、减速器和无级变速器	203
§ 8-1 轮系的功用和分类	203
§ 8-2 定轴轮系及其传动比	206
§ 8-3 行星轮系及其传动比	210
§ 8-4 少齿差行星齿轮传动	215
§ 8-5 减速器	217
§ 8-6 无级变速器简介	221
习题	223
第九章 轴和联轴器	227
§ 9-1 轴的分类和材料	227
§ 9-2 轴的结构	229
§ 9-3 轴的计算	233
§ 9-4 轴毂联接	237
§ 9-5 联轴器和离合器	243
习题	255
第十章 轴承	257
§ 10-1 滑动轴承的类型、结构和材料	257
§ 10-2 非液体摩擦滑动轴承的计算	263
§ 10-3 液体摩擦滑动轴承简介	264
§ 10-4 滚动轴承的类型和代号	266
§ 10-5 滚动轴承的寿命和选择计算	273
§ 10-6 滚动轴承的组合设计	280
§ 10-7 轴承的润滑、润滑装置和密封装置	285
习题	289
第十一章 弹簧	291
§ 11-1 概述	291
§ 11-2 弹簧材料和制造	292
§ 11-3 圆柱螺旋压缩弹簧的设计计算	294

习题	302
第十二章 机械的平衡和调速	303
§ 12-1 回转构件的平衡	303
§ 12-2 机械速度波动的调节	306
习题	310
附录 I 极限与配合	311
附录 II 机械零件制造工艺简介	322
主要参考文献	342

第一章 总 论

§ 1-1 本课程的研究对象和内容

人类为了代替或减轻人的劳动、提高生产率,创造和发展了种类繁多的机械。机械工业担负着为国民经济各部门提供技术装备的重要任务。机械工业的发展水平是社会生产力发展水平的重要标志之一。

机械是机器和机构的总称。机器是执行机械运动的装置,用来变换或传递能量、物料与信息。机器一般可以分为原动机(发动机)和工作机两类。将非机械能变换成机械能的机器称为原动机,例如内燃机、电动机等。用来改变被加工物料的位置、形状、性能、尺寸和状态的机器称为工作机,例如:用来运输和传送物料的输送机(起重机、汽车等);用来改变物料外形、尺寸的金属切削机床;用来获得或变换信息的信息机(录音机、计算机等)。

图 1-1a 所示为内燃机,它由气缸体 1、活塞 2、连杆 3、曲轴 4、齿轮 5 和 6、凸轮 7、进气阀推杆 8(排气阀部分在图中未画出)等组成。燃气推动活塞 2 在气缸体 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 所示为颚式破碎机,它由机架 1、偏心轴 2、动颚 3、肘板 4 等组成。由电动机通过 V 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。

机构是机器的组成部分。机构是由构件以可动联接方式联接起来的、用来传递运动和力的构件系统。一部机器包含一个或若

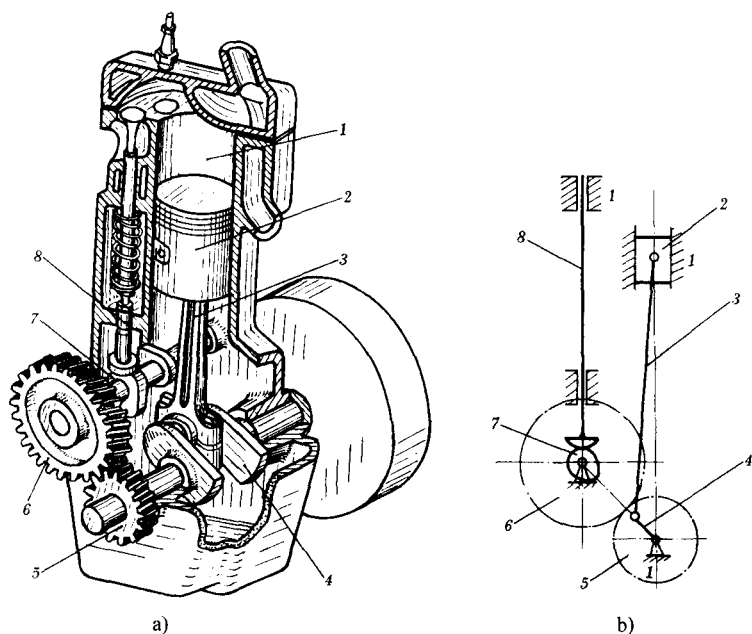


图 1-1 内燃机

干个机构。机器中常用的机构有连杆机构、凸轮机构、齿轮机构、间歇运动机构等。

图 1-1 和图 1-2 所示的两种机器都包含了许多能够相对运动的构件,它们分别组成了若干个机构。例如图 1-1 所示的内燃机中就包含了曲柄滑块机构 $1-2-3-4$ 、齿轮机构 $1-5-6$ 及凸轮机构 $1-7-8$ 。而图 1-2 所示的颚式破碎机中包含了曲柄摇杆机构 $1-2-3-4$ 和带传动机构(图中未全部画出)。

应当指出,机器除了包含一个或若干个机构之外,还包含电气装置等。

构件是机构中的运动单元体。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

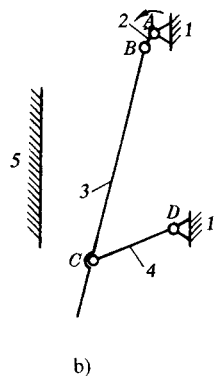
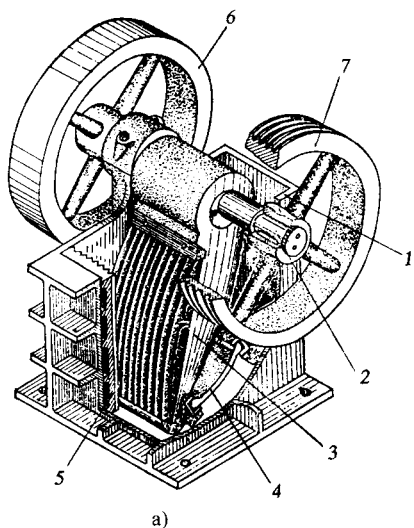


图 1-2 颚式破碎机

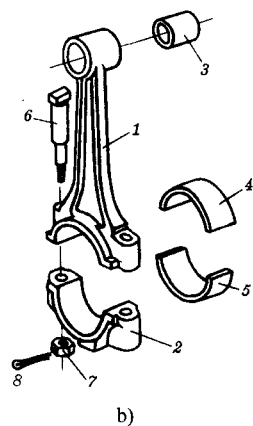
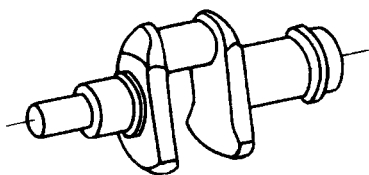


图 1-3 曲轴

图 1-4 连杆

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:构件是运动单元,零件是制造单元。

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。

本课程的先修课程是机械制图、工程力学(或理论力学和材料力学)、金属工艺学等课程。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;并培养学生初步具有运用有关设计手册、图册等技术资料,设计简单的机械传动装置的能力。

§ 1-2 机械设计的基本要求和一般程序

一、机械设计的基本要求

机械设计应满足的基本要求主要有以下几个方面。

1. 实现预定的功能,工作可靠

所设计的机械应能实现预定的功能,达到预期的使用目的,并在规定的工作期限内可靠地工作。

2. 经济性

机械的经济性是一项综合性指标,除应考虑制造成本外,还应考虑机械的使用经济性。要求机械设计和制造的周期短、成本低;所设计的机械应当生产率高、能耗低、维护管理费用低。

3. 操作方便,运行安全

机械的操作应方便省力、劳动强度低,符合人机工程学要求;同时应保证操作安全,符合安全运行要求。对可能危及操作人员安全的部位,应设置防护装置。为防止误操作引起事故,应设置报