

普通高校“十一五”规划教材

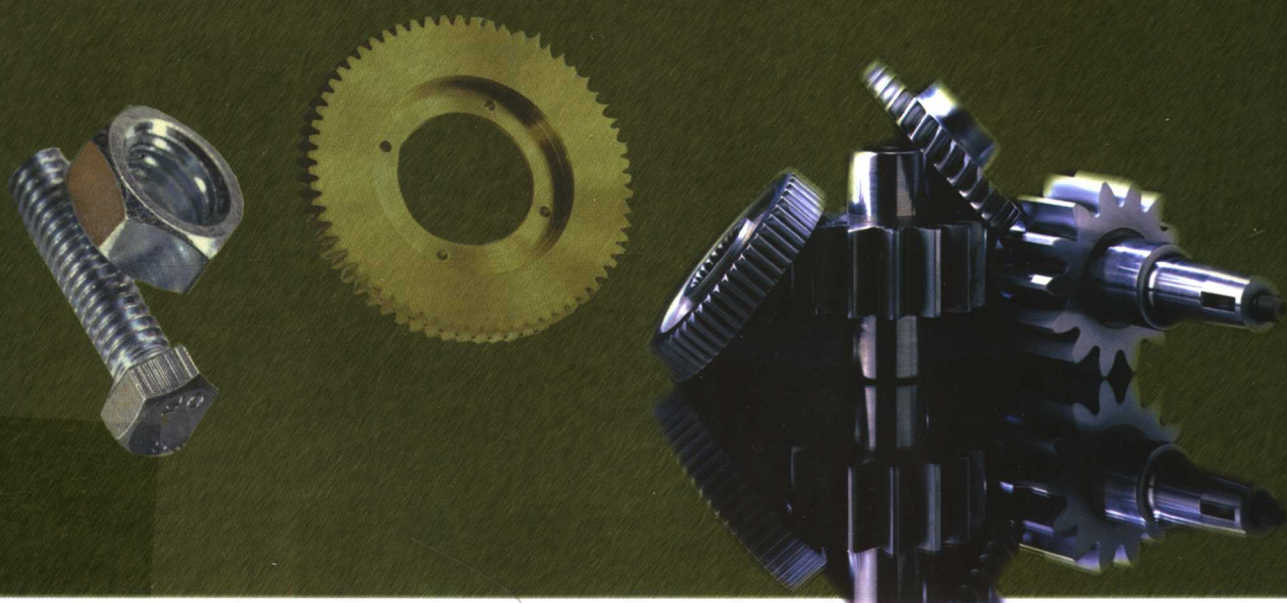
机械设计基础

实例教程

主 编
副主编
主 审

封立耀
贺红林
王 云

肖尧先



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

机械设计基础

实例教程

主编 王 明 副主编 王 明
主审 王 明 副主审 王 明



TH122/706

2007

普通高校“十一五”规划教材

机械设计基础实例教程

主 编 封立耀 肖尧先
副主编 贺红林
主 审 王 云

北京航空航天大学出版社

内容简介

本书编者在总结“机械设计”课程多年教学经验的基础上,从学生学习和认知规律出发,对“机械设计基础”的教学内容、教学方法和手段等进行了大力度的改革。在确保学生掌握必备的基本知识、基本理论、基本技能的前提下,适度调整教材内容重心,即:不再强调复杂的理论分析,淡化了公式推导,强化了工程应用内容;新增了机械设计过程中必备的机械动力方面的知识;新增了现代机械设计与分析所需的计算机辅助技术;为适应计算机辅助机械设计的需要,将机械设计中用到的许多图表进行了公式化处理。在教学方法方面,将理论学习、模仿练习、借鉴创新有机地结合起来,本书采用了以工程实例教学为主线的内容组织方式,针对不同层次的学生因材施教。

本书可作为应用型本科、高职高专院校机械类、近机类相关专业的教材,也可供继续教育学院本专科学生和高职高专院校专升本的学生使用。

本教材配有教学课件,选用本教材的老师可以发送邮件到 bhkejian@126.com,或者致电 010-82317027,申请索取,非常感谢您对北航出版社图书的关注与支持。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础实例教程/封立耀,肖尧先主编. —北京:
北京航空航天大学出版社,2007.8

ISBN 978-7-81124-101-3

I. 机… II. ①封…②肖… III. 机械设计—实例—高等学校—教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 103032 号

机械设计基础实例教程

主 编 封立耀 肖尧先

副主编 贺红林

主 审 王 云

责任编辑 韩文礼

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail: bhpess@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:21.5 字数:550 千字

2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 978-7-81124-101-3 定价:32.00 元

前 言

“机械设计基础”是高等学校机械类、近机类本、专科专业教学计划中的一门主要的技术基础课程,是使学生熟悉机械系统的基本工作原理、掌握基本机械设计理论和技术、拓宽学生的知识面,以及增强学生对专业工作适应性的一门重要的课程。根据教学要求,学生学习完本课程后,应能综合运用本课程的基本理论和技术,以及相关的选修课程中的知识去解决简单的实际工程问题,应具备设计简单机械传动装置的能力,因此,本课程的学习要特别注重理论与实际相结合。

为了满足上述要求,目前市面上正式出版的《机械设计基础》教材已有几十种之多,这些教材各具特色,具体内容也各有侧重。但是,由于种种原因,这些教材大多存在内容上条块分割严重、与实际工程结合不紧密,以及对学生创新能力培养方法欠佳等问题。这些问题直接导致了許多学生在学完本课程后,仍难以建立一个系统的机械设计概念。另一方面,这些教材中大多数都理论性太强,不适合当前高等教育由传统的精英型教育逐渐向大众型、应用型教育过渡的教学发展趋势。

针对上述问题,本书编者在总结“机械设计的”课程长期教学经验的基础上,从学生学习和认知规律出发,对《机械设计基础》的教学内容、教学方法和手段等进行了大力度的改革。教材内容方面,在确保学生掌握必备的基本知识、基本理论、基本技能的前提下,适度调整教材内容重心,即不再强调复杂的理论分析,淡化了公式推导,但强化了工程应用内容;新增了机械设计过程中必备的机械动力方面的知识;新增了现代机械设计与分析所需的计算机辅助技术;为适应计算机辅助机械设计的需要,将机械设计中用到许多图表进行了公式化处理。在教学方法方面,将理论学习、模仿练习、借鉴创新有机地结合起来。本书采用了以工程实例教学为主线的内容组织方式。采用实例教学的最大好处在于,可针对不同层次的学生进行因材施教,比如对于学习基础好、学习能力强的学生,通过实例教学可使学生举一反三,从而有利于培养学生自主学习和创新能力;而学习基础稍差的学生,通过模仿实例中的设计过程可迅速掌握机械设计的精要,这样就保证了每一个学生

通过本课程的学习都能有所收获。

本书可作为应用型本科(少学时,近机类)、高职高专院校机械类及相关专业的教材,也可供继续教育学院本专科学生和高职高专院校专升本的学生使用。

参加本书编写工作的有南昌航空大学的封立耀、龙玉繁、肖尧先、贺红林,郑州大学的曾劲松,江西理工大学的徐广红等。封立耀、肖尧先担任主编,贺红林担任副主编。南昌航空大学的王云教授对本书进行了认真细致的审阅,提出了许多宝贵的意见和建议,对此,我们表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限,对于书中出现的疏漏与不当之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2007 年 4 月

目 录

第1章 绪 论	1
1.1 概 述	1
1.2 机械的概念	6
1.3 机械设计要求、设计过程及设计内容	14
1.4 许用应力和安全系数	18
1.5 机械零件的常用材料	20
思考与练习题	22
第2章 机构的结构分析	24
2.1 引 言	24
2.2 机构的组成	24
2.3 机构的运动简图	27
2.4 平面机构的自由度	31
2.5 实例分析	36
思考与练习题	37
第3章 机械动力与传动系统	42
3.1 机械的动力概述	42
3.2 电动机简介	43
3.3 机械的传动系统	51
3.4 实例设计与分析	53
思考与练习题	55
第4章 带传动与链传动	56
4.1 引 言	56
4.2 带传动概述	57
4.3 带传动的理论基础	62
4.4 带传动的张紧	68
4.5 带传动实例设计与分析	69
4.6 链传动概述	74
4.7 链传动的理论基础	78
4.8 链传动的使用和维护	83
4.9 链传动实例设计与分析	85
4.10 其他带传动、链传动简介	87
思考与练习题	89
第5章 齿轮传动系统设计	92
5.1 引 言	92

5.2 齿轮传动的类型及应用	93
5.3 齿轮传动的的基本理论	94
5.4 渐开线标准齿轮的参数和几何尺寸	96
5.5 渐开线直齿圆柱齿轮的啮合	98
5.6 渐开线轮廓的切制方法及变位齿轮简介	99
5.7 斜齿圆柱齿轮传动	102
5.8 直齿圆锥齿轮传动	106
5.9 蜗杆传动	109
5.10 齿轮传动的设计计算	114
5.11 齿轮传动设计计算实例分析	127
5.12 齿轮的结构设计与润滑	138
5.13 轮 系	142
思考与练习题	149
第 6 章 机械连接	156
6.1 引 言	156
6.2 螺纹连接	157
6.3 键连接、花键连接及销连接	174
6.4 机械连接实例设计与分析	179
思考与练习题	181
第 7 章 轴系零、部件	184
7.1 引 言	184
7.2 轴的设计与校核	185
7.3 轴承类型与选择	191
7.4 滚动轴承的校核计算	204
7.5 滚动轴承装置设计	208
7.6 滑动轴承校核计算	214
7.7 轴间连接	218
7.8 实例设计与分析	224
思考与练习题	232
第 8 章 连杆机构的分析与设计	235
8.1 平面四杆机构的类型及应用	235
8.2 平面四杆机构的运动和动力传递特性	240
8.3 平面四杆机构的运动设计	243
8.4 实例设计与分析	249
思考与练习题	250
第 9 章 凸轮机构的分析与设计	253
9.1 概 述	253
9.2 推杆的常用运动规律	256
9.3 凸轮轮廓曲线的设计	258

9.4 凸轮机构的基本结构参数及结构设计	261
9.5 实例设计与分析	265
思考与练习题	267
第 10 章 其他常用机构	269
10.1 间歇运动机构	269
10.2 螺旋机构	277
10.3 摩擦轮传动机构	278
10.4 机构变异、创新与组合简介	279
思考与练习题	283
第 11 章 机械的平衡及速度波动调节	284
11.1 引 言	284
11.2 转子平衡	284
11.3 机械系统的速度波动及其调节	292
思考与练习题	300
第 12 章 计算机辅助设计与分析简介	303
12.1 引 言	303
12.2 SolidWorks 软件简介	304
12.3 机械三维 CAD 应用实例	312
思考与练习题参考答案	319
参考文献	333

第1章 绪 论

本章简要介绍了机械及机械设计的发展历程;介绍了机械设计的基本要求、设计过程及设计内容;介绍了本课程的性质、任务与教学要求;介绍了机械零件的常用材料和许用应力。本章重点阐述了机械的概念及本书的实例——专用精压机组。

1.1 概 述

1.1.1 机械发展简介

人类有几万年使用机械的历史。推动人类历史进程的几次大变革都源于机械,如发生在大约 15 000 年前的大变革,人类开始在农耕和畜牧中大量使用简单机械——杠杆、车轮、滑轮、斜面、螺旋等,提高了生产率,促进了人类社会的快速发展。又如发生在 1750 年到 1850 年之间的大变革,蒸汽机的发明引发了一场工业革命,奠定了现代工业的基础。

中华民族在过去的几千年中,在机械工程领域中创造了极其辉煌的成就。不但发明的数量多,质量也很高,发明的时间也比较早。公元 14 世纪之前,中国的机械发展位于世界之首。

中国在 3 000 年前就出现了简单的纺织机。远在 2 400 多年前的东周时代,中国就已经有了铜铸的齿轮。春秋战国时期使用的控制射击的铜弩机(图 1.1)已经是比较灵巧的机械装置。记里鼓车(图 1.2)发明于西汉初年,外形为一辆车子,车上设两个木人及一鼓一钟,木人一个管击鼓,一个管敲钟。它利用车轮在地面上转动带动齿轮转动,并转换为凸轮杠杆作用,车行一里时,击鼓木人便击鼓一次;车行 10 里时,敲钟木人便敲钟一次。坐在车上的人只要听到钟鼓声,就可知道车已走了多少路程。这种机械装置的科学原理与现代汽车上的里程表基本相同。

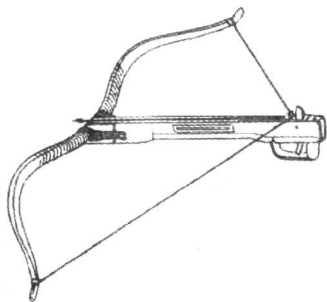


图 1.1 春秋战国时期的铜弩机

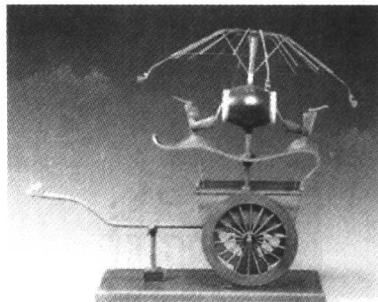


图 1.2 记里鼓车

东汉时发明的水力鼓风机(图 1.3)中应用了齿轮和连杆机构,对古代冶铁业的发展起了重要作用。晋代发明的用一头牛拉动八台磨盘的连磨(图 1.4),其中应用了齿轮系。

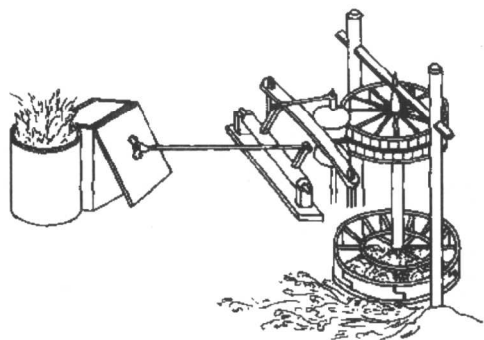


图 1.3 东汉的水力鼓风机

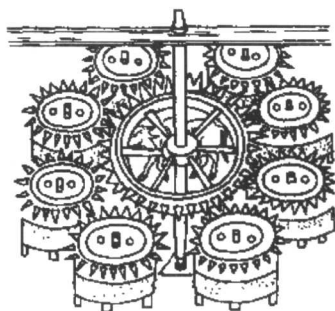


图 1.4 晋代的连磨

隋唐时期是中国封建社会的盛世,以高度发达的封建文明而闻名于世。唐代的机械制造已有较高水平,如西安出土的唐代银盒,其内孔与外圆的不同心度很小,说明当时机械加工精度已达到新的水平。

宋元时期达到古代科学技术发展的高峰。在这一科技发展高峰中,天文学的地位很显著。北宋制造的水运仪象台(图 1.5),用以观测天象和自动报时,能用多种形式表现天体时空的运行。水运仪象台中的计时部分,已经采用了相当复杂的齿轮系统。特别是水运仪象台中报时装置中的擒纵器,是中国的一大发明。水运仪象台代表了当时机械制造的高水平,是当时世界上先进的天文钟。元代的天文仪器中应用的滚柱轴承,也属于当时世界上先进的机械装置。

明朝初期的造船业已有很大进步,郑和下西洋的船队是当时世界上最大的船队。明代已有活塞风箱,靠活塞推动和空气压力自动开关活门,成为金属冶铸有效的鼓风设备。

公元前 600 年~公元 400 年之间,古希腊出现了一些著名的哲学家和科学家,他们对古代机械的发展作出了杰出的贡献。希罗夫提出了杠杆、滑轮等简单机械的负重理论。阿基米得用螺旋将水提升至高处,那就是现在的螺旋式输送机的始祖。公元 400 年~公元 1000 年之间,由于古希腊和古罗马古典文化的消沉,欧洲的机械技术基本处于停顿状态。直到公元 1000 年以后,英国、法国等相继开办大学,发展自然科学和人文科学,培养专门人才,同时吸取中国、波斯等国家的先进技术,机械技术发展很快。13 世纪在欧洲出现了用脚踏板驱动的加工木棒的车床和利用曲轴的研磨机,如图 1.6 所示。

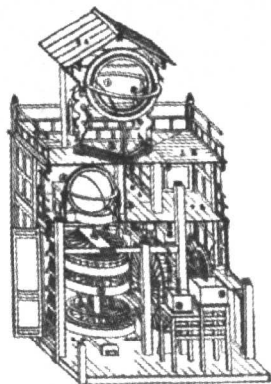


图 1.5 水运仪象台

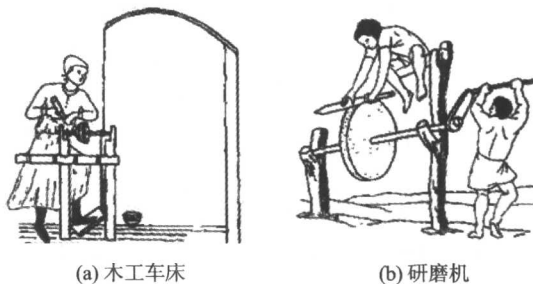


图 1.6 欧洲古代机械

直到公元1400年以后,西方国家机械文明崛起,在机械工程领域的发明创造才逐步超过中国。从中世纪沉睡中醒来的欧洲,16世纪进入文艺复兴时期后,机械工程领域中的发明创造如雨后春笋,机械制造业空前发展。文艺复兴时期的代表人物意大利著名画家达·芬奇设计了变速器、纺织机、泵、车床、自动锯、螺纹加工机等大量机械,并绘制了印刷机、钟表、压缩机、起重机、卷扬机等大量机械草图。

18世纪英国的瓦特发明了蒸汽机后,揭开了工业革命的序幕。蒸汽机给人类带来了强大的动力,一场大规模的工业革命在欧洲爆发,机械代替了大量的手工业,生产力迅速提高。

18世纪欧拉首次提出用渐开线作为齿轮的齿廓,使高速度、大功率的机械传动成为可能。

1797年,完全由金属制成的机床在英国问世,它是现代机床的雏形。

1804年,英国人特莱维茨克发明并制造出第一台蒸汽机车,并由英国人斯蒂芬森在1829年最后完善成功。1830年法国修筑了从圣亚田到里昂的铁路,1835年德国修筑了从纽伦堡到菲尔特的铁路。铁路时代促进了西方的机械文明。

1838年由巴尼特制造出第一台有点火装置的内燃机。

1873年,维也纳举行了世界博览会,在实验发电机时,由于操作失误,外部电流流向了发电机,发电机却突然转动起来,这一偶然的发现触动了科学家的灵感,不久实用的电动机诞生了。

内燃机及电动机的发明解决了许多机器的动力源问题,机械的发展进入一个新阶段。

1879年,德国的西门子研制成功第一台电气机车。4年后,英国开设了世界上第一条电气铁路。

相对19世纪而言,20世纪的机械种类急剧增加,几乎覆盖了人类工作和生活的各个领域,出现了许多提高人类生存质量的机械,如民用生活机械、康复理疗机械、体育锻炼和训练机械等。

20世纪初以美国福特汽车的生产为标志,机械制造进入了大批量生产模式的时代。1926年,美国福特汽车公司在汽车底盘生产中建立了第一条自动生产线以后,自动化生产线开始引起企业家的重视。在兵器、缝纫机、钟表、汽车等领域也开始采用自动化生产。

20世纪40年代以后,自动化技术开始进入机械工程领域。1952年,美国研制成功数控机床,1958年,研制成功加工中心。

20世纪后期计算机的发明是机械发展史上的大事,随着计算机和伺服电动机的出现,机器人作为现代机械的代表走上了历史舞台,机械的发展进入了信息化和智能化时代。

1.1.2 机械设计发展简介

机械设计的历史可以追溯到人类开始制造和使用工具的初期。那时的机械设计仅仅是直觉设计和经验设计。随着机械的发展,机械理论和机械设计方法应运而生。

机器要运动,要传递力和力矩,因此,最先发展起来的是机构的运动分析方法、机器的静力分析方法和机械零件的强度设计方法,牛顿建立的经典力学是其理论基础。

从19世纪初开始,就有机器与机构基本理论方面的书籍出版。德国学者卢劳在1875年出版的《理论运动学》被认为是机构学形成一门学科的奠基性著作。

随着机器运转速度的不断提高,机器的振动、速度波动等问题引起了人们的重视,于是机械动力学开始发展起来。首先是力学中的达明伯原理被引用到机械的力分析中,同时,一些高速旋转的轴和轴系的振动成为振动学科研究的课题。

经过许多学者的不断努力,到 20 世纪前期,已经形成了比较系统的机器与机构的分析、设计方法,但这些方法都基于图解和手工计算,属于半经验半理论的设计模式。

到 20 世纪 70 年代,随着计算机科学与技术的迅猛发展,建立了用解析法进行机构分析与设计的代数学派,计算机代替了手工计算法和图解法,利用计算机完成技术设计的有关分析、计算和绘图作业的计算机辅助设计得到了广泛应用。同时,优化设计、可靠性设计、虚拟设计、智能设计、创新设计、摩擦学设计、面向制造的设计、并行设计、绿色产品设计等现代机械设计理念大量出现,整个机械设计的理论和方法焕然一新,现代机械设计理论和方法极大地提高了机械产品的性能。

现代的机械设计其设计范畴正在扩大,传统的设计只限于产品设计,而现代设计则将产品设计向前扩展到产品规划,甚至用户需求分析,向后扩展到工艺设计,使产品规划、产品设计、工艺设计形成一个有机的整体。现代的机械设计其设计手段已经计算机化,传统的手工设计正在被计算机辅助设计所代替。计算机在设计中的应用已从早期的辅助分析计算和辅助绘图,发展到现在的优化设计、并行设计、三维建模、设计过程管理、设计制造一体化、仿真和虚拟制造等。计算机技术,特别是网络和数据库技术在设计中的应用,加速了设计进程,提高了设计质量,便于对设计进程进行管理,方便了与其他部门及协作企业的信息交换。计算机绝不仅是大大地提高了计算速度,它已成为机械分析与设计的前所未有的强大手段。现代意义上的机械设计已经离不开计算机了。

而本课程的学习正是开发和应用计算机 CAD 软件所必需的重要知识之一。

所以,在学习本课程的同时,密切关注有关领域的发展动向和最新成果,才有可能适应科学技术的飞速发展和激烈的国际市场竞争。

1.1.3 机械工业在现代化建设中的作用

机械工业是国民经济的基础,是每个国家工业体系的核心产业。任何机械都是由机器制造出来的,先进的机械制造设备可以制造出满足各种不同要求的机器,如各种动力机械、农业机械、冶金矿山机械、化工机械、交通运输机械、纺织机械、食品机械、印刷机械、水力机械及各种兵器等。机械工业的发展能带动其他领域工业的发展。因此,没有机械工业就不可能发展国民经济,更没有强大的工业体系。

机械工业是现代化建设的重要基石。20 世纪兴起的核技术、空间技术、信息技术、生物技术等高新技术,无一不是通过机械工业的发展而产生的。其直接结果是导致诸如集成电路、电子计算机、移动通信设备、国际互联网、智能机器人、科学仪器、生物反应器、医疗仪器、核电站、飞机、人造卫星、航天飞机等产品相继问世,并由此形成了高新技术产业,使人类社会的生活方式、生产方式、企业与社会组织结构与经营管理模式,乃至人们的思维方式都产生了深刻变化。机械工业的整体能力和水平决定着一个国家的经济实力、国防实力、综合国力和在全球经济中的竞争与合作能力,决定着一个国家现代化的进程。没有强大的机械工业,现代化将难以实现。

随着机械工业的发展,人们生活质量大幅度提高。现在许多人住上了水、电、气齐全的高楼大厦,用上了微波炉、电磁炉、冰箱、彩电、音响、电话、手机、计算机等现代化设备,许多家庭由自行车代步发展到家用轿车代步,这一切都离不开机械工业。人们生活环境、学习环境、工作条件的改善,又激发了人们的工作热情和创造力,为社会主义现代化建设提供了强有力的人力资源。

1.1.4 本课程的性质、目的及任务

1. 本课程的性质

机械设计基础是一门培养学生掌握机械设计基本知识的重要专业基础课程。

2. 本课程的目的

机械设计基础研究的是各类机械的共同特性和基础知识,目的是培养学生具有初步的机械设计能力和机械工程应用能力。

通过本课程的学习,既可以为后续专业课的学习打下基础,又可以直接用于工程实际。

3. 本课程的任务

① 了解机械设计的一般过程和内容,掌握机械设计的一般规律和基本方法,树立正确的设计思想。

② 掌握通用机械零件的工作原理、特点、选用和设计计算的基本知识,具备设计简单机械的能力。

③ 掌握机构的结构原理、运动特性和机械动力学的基本知识,初步具备确定机械运动方案、分析和设计基本机构的能力。

④ 具有运用标准、规范、手册、图册等有关技术资料进行工程设计的能力。

⑤ 掌握典型机械零件的实验方法,进行实验技能的基本训练。

⑥ 对机械设计的新发展和现代机电产品设计方法有所了解。

1.1.5 本课程教学的基本要求

1. 要求掌握的基本知识

机械设计的一般知识、常用机构,机械零件的主要类型、性能、结构特点、应用、材料、标准等。

2. 要求掌握的基本理论和方法

① 机械零件的工作原理、简化的物理模型和数学模型、受力分析、应力分析、失效分析等。

② 机械零件工作能力计算准则和机械零件设计计算方法。

③ 机械零部件结构设计的方法和准则。

3. 要求掌握的基本技能

① 常用机构和零部件的设计计算能力。

② 零件结构设计能力。

③ 实现设计构想、运动简图、工程图纸三者之间相互转化的能力。

④ 实验技能和编制技术文件技能。

1.1.6 学习本课程应注意的问题

1. 强化搞清基本概念

本课程的特点之一就是名词概念多,牢记、理解这些基本概念对课程的学习、认识有着非常重要的作用,有时就是直接利用基本概念来分析、解决问题。因此,对所涉及的基本概念不能死记硬背,必须重点搞清其含义和指导意义。

2. 牢牢掌握基本研究方法

本课程中有针对不同问题的各种基本设计、研究方法,应注意各种方法的应用条件和范围,以达到正确而灵活地运用它解决工程实际问题。

3. 逐步树立工程观点

机械设计基础的研究对象和内容就是工程实际中常用的机械及其相关知识,因此学习过程中应把基本原理和方法与研究实际机构和机器紧密联系起来。善于用所学的知识观察和分析日常生产、生活中所遇到的各种机构和机器。解决工程实际问题时,有些需要严格的理论分析,有些则采用实验、试凑、近似等简化方法,其所得结果往往不是唯一的,有时也不要求十分精确。因此,树立工程观点,培养综合分析、判断、决策能力,以及严肃认真的科学态度是十分重要的。

1.2 机械的概念

1.2.1 机械、机器和机构

1. 机械

机械是伴随人类社会的不断进步而逐渐发展与完善的。从早期人类使用杠杆、人力脚踏水车等简单机械,到以水力、风力驱动的水碾和风车等较为复杂的机械,再到以内燃机、电动机为动力源,进而到集自动控制技术、信息技术于一体的现代机械,机械促进了人类社会的繁荣和进步,机械已经成为现代社会生产和服务的五大要素(人、资金、能量、材料、机械)之一。

不同的历史时期,人们对机械的定义也有所不同。

所谓机械,原始含义是指灵巧的器械。从广义角度讲,凡是能完成一定机械运动(如转动、往复运动等)的装置都是机械。如螺钉旋具(俗称螺丝刀)、钳子、剪子等简单工具是机械,汽车、坦克、机床等高级复杂的装备也是机械。但在现代社会中,人们把最简单的、没有动力源的机械称为工具或器械,如钳子、剪子、手推车等;而把复杂的、具体的机械称为机器。汽车、飞机、轮船、车床、起重机、织布机、印刷机、包装机等大量具有不同外形、不同用途的设备都是具体的机器,而泛指这些设备时则常常用机械来统称。

2. 机器

在日常生活和生产过程中,广泛使用了各种机器,经常见到的汽车、飞机、轮船、洗衣机、打印机等都是机器。机器是执行机械运动并能变换或传递能量、物料与信息的装置。

电视机不是机器,因为它不靠机械运动工作;喷墨打印机是机器,因为打印是通过机械装置的运动来实现的。

虽然机器的种类很多,发挥的作用和具体构造也各不相同,但所有的机器都具有三个共同的特征:

- ① 机器是人为的实物组合;
- ② 机器具有确定的机械运动;
- ③ 机器能减轻和代替人的体力和脑力劳动。

从大的方面看,一部完整的机器主要由四个部分组成。

① 动力部分: 机械的动力来源,其作用是把其他形式的能转变为机械能以驱动机械运动并做功,如电动机、内燃机。

② 执行部分: 直接完成机械预定功能的部分,如机床主轴和刀架、起重机吊钩等。

③ 传动部分: 将动力部分的运动和动力传递给执行部分的中间环节,它可以改变运动速度,转换运动形式,以满足工作部分的各种要求,如减速器将高速转动变为低速转动,螺旋机构将旋转运动转换成直线运动等。

④ 控制部分：用来控制机械的其他部分，使操作者能随时实现或停止各项功能。

机械的组成如图 1.7 所示。机械的组成不是一成不变的，有些简单机械不一定具有全部上述四个部分，有的甚至只有动力部分和执行部分，如水泵、砂轮机等，而对于较复杂的机械，除具有上述四个部分外，还有润滑、照明装置等。

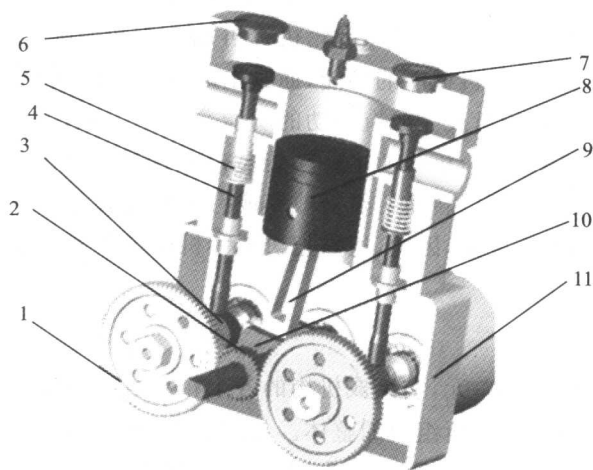


图 1.7 机器的组成

为便于研究机器的一些共性，如工作原理、运动特性等，通常也将机器视为由若干机构组合而成。

3. 机 构

图 1.8 所示的单缸四冲程内燃机由齿轮 1 和 2、凸轮 3、推杆 4、弹簧 5、排气阀 6、进气阀 7、活塞 8、连杆 9 组成。当燃气推动活塞 8 做直线往复运动时，通过连杆使曲轴 10 做连续转动，从而将燃气的热能转换成曲轴的机械能。为了保证曲轴的连续转动，通过齿轮、凸轮、推杆和弹簧等的作用，按一定的运动规律启闭阀门，以输入燃气和排除废气。凸轮 3 和推杆是用来开启和关闭进气阀和排气阀的。



1、2—齿轮；3—凸轮；4—推杆；5—弹簧；6—排气阀；
7—进气阀；8—活塞；9—连杆；10—曲轴；11—气缸体（机架）

图 1.8 单缸四冲程内燃机

通过对内燃机的分析，可以发现它主要由三种机构组成：

① 由机架、曲轴、连杆和活塞组成的连杆机构，它将活塞的往复运动转化为曲轴的连续运动，如图 1.9(a)所示；

② 由机架、凸轮和推杆构成的凸轮机构，它将凸轮的连续转动转变为推杆的往复运动，如图 1.9(b)所示；

③ 机架、齿轮构成的齿轮机构,其作用是改变转速的大小和方向,如图 1.9(c)所示。



图 1.9 单缸四冲程内燃机中的机构

机构有许多不同的种类,其用途也各有不同,但它们都有与机器的前两个特征相同的特征。即机构是人为的实物的组合体,具有确定的机械运动,它可以用来传递和转换运动。

一部机器是由一个或几个机构组成的。简单机器可能只含有一个机构,但一般的机器都含有多个机构。如连杆机构、凸轮机构和齿轮机构再加上火花塞和燃气系统,才形成了内燃机。作为机器,内燃机具有转换机械能的功能,而其中的各个机构只起到转换运动的作用。机器中的单个机构不具有转换能量或完成有用功的功能。

机器与机构的根本区别在于,机构的主要功能是用来传递运动或变换运动形式。而机器的主要功能除传递运动外,还可以转换机械能或完成有用的机械功。所以,若单纯从结构和运动的角度看,机器和机构并无区别,因此,通常把机器和机构统称为机械。

1.2.2 构件和零件

1. 构件

构件是机械系统中的运动单元,它组成机构的各个相对运动部分。构件可以是单个零件,也可以是若干零件通过刚性连接所组成的整体。如图 1.10 所示为内燃机中的连杆机构,它由机架、曲轴、连杆和活塞等几个构件组成,其中,曲轴 4 是单个零件,连杆 2 是由多个零件组成的刚性结构。

2. 零件

零件是机械系统中的制造单元。图 1.11 所示为内燃机的连杆机构中的构件连杆,该构件由连杆体、连杆盖、轴瓦、螺栓等零件组成,它们作为一个整体运动,构成一个构件,但在加工时是多个不同的零件。

在各种机械中普遍使用的零件称为通用零件,如螺钉、轴、轴承、齿轮、弹簧等。

只在某一类机器中使用的零件称为专用零件,如内燃机中的活塞、曲轴等。

这些自由分散的零件一旦按照一定的方式和规则组合到一部机器中,它们就成为机器上