

机械原理

◎主 编 武丽梅 回 丽



机械原理

主 编 武丽梅 回 丽



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

机械原理 / 武丽梅, 回丽主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2015. 8

ISBN 978 - 7 - 5640 - 9605 - 2

I. ①机… II. ①武…②回… III. ①机构学 - 高等学校 - 教材 IV. ①TH111

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 190363 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市天利华印刷装订有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 19

字 数 / 442 千字

版 次 / 2015 年 8 月第 1 版 2015 年 8 月第 1 次印刷

定 价 / 55.00 元

责任编辑 / 张慧峰

文案编辑 / 张慧峰

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 马振武

编委会名单

主任委员：毛 君 何卫东 苏东海
副主任委员：于晓光 单 鹏 曾 红 黄树涛
舒启林 回 丽 王学俊 付广艳
刘 峰 张 珂
委 员：肖 阳 刘树伟 魏永合 董浩存
赵立杰 张 强
秘 书 长：毛 君
副 秘 书 长：回 丽 舒启林 张 强
机械工程专业方向分委员会主任：毛 君
机械电子工程专业方向分委员会主任：于晓光
车辆工程专业方向分委员会主任：单 鹏

编写说明

根据教育部教高〔2011〕5号《关于“十二五”普通高等教育本科教材建设的若干意见》文件和“卓越工程师教育培养计划”的精神要求。为全面推进高等教育理工科院校“质量工程”的实施，将教学改革的成果和教学实践的积累体现到教材建设和教学资源统合的实际工作中去，以满足不断深化的教学改革的需要，更好地为学校教学改革、人才培养与课程建设服务，确保高质量教材进课堂。由辽宁工程技术大学机械工程学院、沈阳工业大学机械工程学院、大连交通大学机械工程学院、大连工业大学机械与自动化学院、辽宁科技大学机械与自动化学院、辽宁工业大学机械与自动化学院、辽宁工业大学汽车与交通工程学院、辽宁石油化工大学机械工程学院、沈阳航空航天大学机电工程学院、沈阳化工大学机械工程学院、沈阳理工大学机械工程学院、沈阳理工大学汽车与交通学院、沈阳建筑大学交通与机械工程学院等理工科院校机械工程学科教学单位组建的专委会和编委会组织主导，经北京理工大学出版社、理工科院校机械工程学科专委会各位专家近两年的精心组织、工作准备和调研沟通，以创新、合作、融合、共赢、整合跨院校优质资源的工作方式，结合理工科院校对机械工程学科和课程教学理念、学科建设和体系搭建等研究建设成果，按照当今最新的教材理念和立体化教材开发技术，本着“整体规划、制作精品、分步实施、落实到位”的原则确定编写机械设计与制造、机械电子工程及车辆工程等机械工程学科课程体系教材。

本套丛书力求结构严谨、逻辑清晰、叙述详细、通俗易懂。全书有较多的例题，便于自学，同时注意尽量多给出一些应用实例。

本书可供高等院校理工科类各专业的学生使用，也可供广大教师、工程技术人员参考。

理工科院校机械工程学科建设及教材编写专委会和编委会



前言

Qianyan

机械原理课程是高等学校机械类专业的一门重要技术基础课程,在培养学生的综合设计能力的全局中,承担着培养学生机械系统方案创新设计能力的任务,在机械设计系列课程体系中占有十分重要的地位。本书是编者在总结近 20 年来机械原理课程教学改革和精品课建设经验的基础上,充分考虑 21 世纪机械产品创新设计的知识需要,对机械原理课程体系和内容进行了较大的改革。本书的内容体系反映了编者从机械原理在机械设计系列课程所处的地位出发,以培养学生机械系统方案设计能力为目标,从传统的以机构分析为主线过渡到以机构分析与设计并重的课程内容体系,特别是机械系统运动方案设计内容的引入,使机械原理课程在培养学生机械创新设计能力方面得到了加强。

本书内容包括机构的结构分析、机构的运动分析、机构的动力学分析、常用机构的分析与设计以及机械系统的总体方案设计。在内容的取舍和阐述方面,本书着重阐述了机械原理的基本概念、基本理论和基本方法,并使论述尽可能深入浅出,删除了一些偏于理论性的内容,列举了大量工程案例,结合工程实际阐明理论问题,便于学生理解和掌握。本书内容的编排是从机械的共性分析(结构分析、运动分析及动力学分析),过渡到典型机构的分析与设计(连杆机构、凸轮机构、齿轮机构及间歇运动机构),落脚点是机械系统的总体方案设计。本书使教师能够按照理论体系脉络清晰地讲授,符合学生的认知规律,适合对学生进行机械系统运动方案设计能力的培养。

本书系统地反映了机械原理课程的基本理论、基本知识和基本技能,融入了机械原理知识的新进展,注重学生解决实际问题的能力培养,正确处理了机械原理教材的理论与实践的关系、先进性与传统内容的关系,以及系统性与趣味性的关系。本书可作为高等学校机械类各专业的教学用书,也可作为非机械类专业学生及有关工程技术人员的参考书。

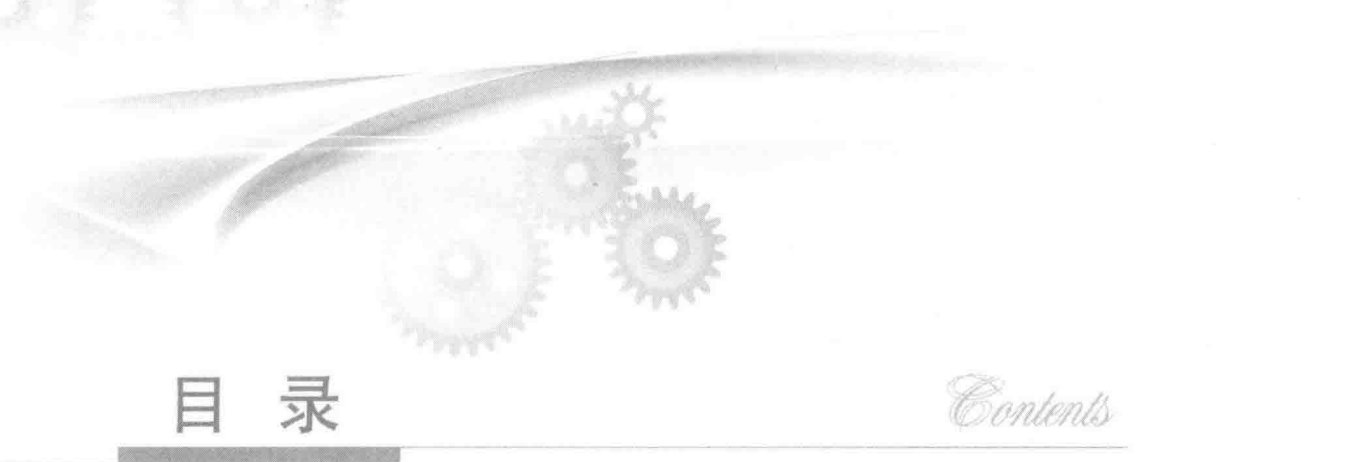
参与本书编写的有武丽梅(编写第 1、8、10、11 章)、回丽(编写第 4、5、6、7 章)、王志坚(编写第 2、3、9 章)、叶长龙(编写第 12、13 章)。本书由武丽梅、回丽担任主编。

本书承清华大学阎邵泽教授精心审阅,他对本书提出了许多宝贵意见,编者在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,漏误及不当之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编者

第1章 绪论	1
1.1 本课程研究的对象和内容	001
1.2 本课程的地位和作用	003
1.3 本课程的性质和学习方法	004
1.4 机械原理学科发展简述	005
思考与习题	006
本章学习要点	006
第2章 机构的结构分析	007
2.1 机构	007
2.2 平面机构运动简图	011
2.3 平面机构自由度的计算	014
2.4 平面机构结构分析和组成原理	020
2.5 平面机构中的高副低代	023
思考与习题	024
本章学习要点	028
第3章 平面机构的运动分析	029
3.1 机构运动分析的任务、目的和方法	029
3.2 速度瞬心法及其在机构速度分析中的应用	029
3.3 用矢量方程图解法作机构的速度分析和加速度分析	033
3.4 综合运用瞬心法和矢量方程图解法对复杂机构进行速度分析	037
3.5 用解析法作机构的运动分析	038
思考与习题	043
本章学习要点	048
第4章 平面机构的力分析	049
4.1 机构力分析的任务、目的和方法	049
4.2 机构中各构件惯性力的确定	050
4.3 不考虑摩擦时机构的力分析	051

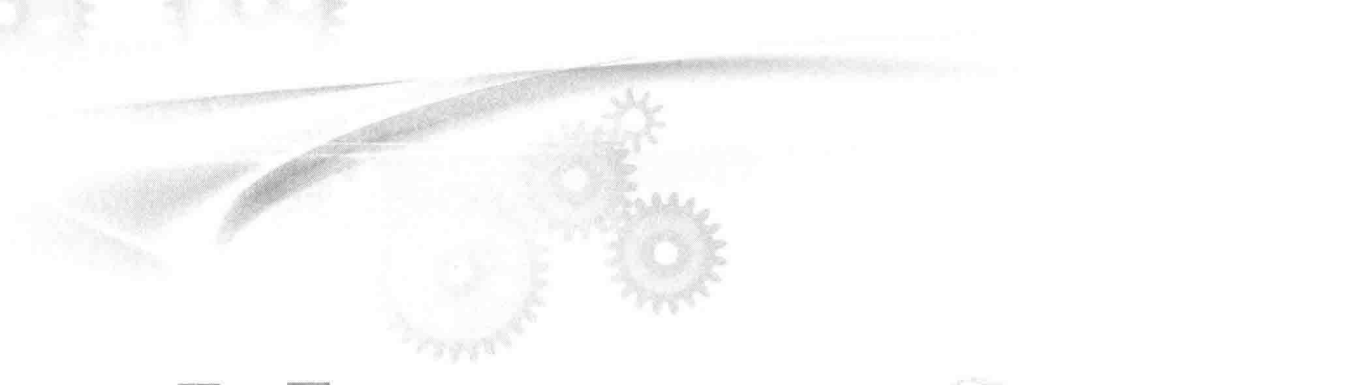


目 录

Contents

思考与习题	055
本章学习要点	056
第 5 章 机械中的摩擦与机械效率	057
5.1 运动副中的摩擦力	057
5.2 考虑摩擦时机构的力分析	062
5.3 机械的效率	064
5.4 机械的自锁	068
思考与习题	072
本章学习要点	075
第 6 章 机械的平衡	076
6.1 机械平衡的目的及内容	076
6.2 刚性转子的平衡	077
6.3 平面机构的平衡	082
思考与习题	086
本章学习要点	088
第 7 章 机械的运转及其速度波动的调节	089
7.1 概述	089
7.2 机械的运动方程及其求解方法	091
7.3 机械的周期性速度波动的原因及调节方法	096
7.4 机械的非周期性速度波动及其调节	100
思考与习题	101
本章学习要点	103
第 8 章 平面连杆机构及其设计	104
8.1 连杆机构及其传动特点	104
8.2 平面四杆机构的类型和应用	105
8.3 平面四杆机构的基本知识	110

8.4 平面四杆机构的设计	116
8.5 多杆机构简介	126
思考与习题	129
本章学习要点	133
第9章 凸轮机构及其设计	135
9.1 概述	135
9.2 推杆的常用运动规律	141
9.3 凸轮轮廓曲线的设计	149
9.4 凸轮机构基本尺寸的确定	156
9.5 高速凸轮机构简介	161
思考与习题	163
本章学习要点	165
第10章 齿轮机构及其设计	166
10.1 齿轮机构的特点及分类	166
10.2 齿轮的齿廓曲线	168
10.3 渐开线齿廓及其啮合特点	169
10.4 渐开线标准直齿圆柱齿轮的基本参数和几何尺寸计算	171
10.5 渐开线直齿圆柱齿轮的啮合传动	175
10.6 渐开线齿廓的切制原理	181
10.7 渐开线变位齿轮的啮合传动	188
10.8 斜齿圆柱齿轮机构及其设计	193
10.9 蜗杆蜗轮机构及其设计	201
10.10 直齿圆锥齿轮机构及其设计	207
思考与习题	211
本章学习要点	214
第11章 轮系及其设计	216
11.1 轮系的类型	216



目 录

Contents

11.2 定轴轮系的传动比	218
11.3 周转轮系的传动比	220
11.4 复合轮系的传动比	224
11.5 轮系的功用	226
11.6 行星轮系的效率	230
11.7 轮系的设计	232
思考与习题	237
本章学习要点	240
第 12 章 其他常用机构	241
12.1 棘轮机构	241
12.2 槽轮机构	246
12.3 凸轮式间歇机构	251
12.4 不完全齿轮机构	252
12.5 螺旋机构	253
12.6 万向铰链机构	255
12.7 组合机构	256
思考与习题	261
本章学习要点	261
第 13 章 机械系统的总体方案设计	262
13.1 概述	262
13.2 机械执行系统的方案设计	262
13.3 机械传动系统的方案设计	272
13.4 原动机的选择	281
13.5 机械系统方案的评价体系和评价方法	283
思考与习题	285
本章学习要点	286
参考文献	287

第1章 绪 论

1.1 本课程研究的对象和内容

1.1.1 本课程研究的对象

机械原理，顾名思义，研究的对象是机械。机械一般认为是机器与机构的总称，因此机械原理又称机器与机构理论，又称机构学，它是一门以机器与机构为研究对象的科学。那么什么是机器呢？我们对机器并不陌生，从日常生活中用的缝纫机、洗衣机、汽车，到工业用的各种机床、机器人、机械手等，都是机器。机器的种类繁多，构造、用途和性能也各不相同，它们是怎么组成的？它们有哪些特征呢？为了说明这些问题，首先看一个具体的实例。

如图1-1所示为一台单缸四冲程内燃机，它可以把燃气燃烧的热能转换成机械能。其工作原理如下：燃气由进气管通过进气阀10被下行的活塞8吸入气缸，然后进气阀10关闭，活塞8上行压缩燃气，点火使燃气在气缸中燃烧，膨胀产生压力，推动活塞8下行，通过连杆3带动曲轴4转动，向外输出机械能。当活塞8再次上行时，排气阀11打开，废气通过排气管排出。图中，凸轮轴5和推杆6、7用来启闭排气阀和进气阀；齿轮1和2则用来保证进气阀、排气阀和活塞之间形成一定规律的动作。以上各部分协同配合动作，便把燃气燃烧时的热能转变为曲轴转动的机械能。由此可见，内燃机是用来转换能量的机器。其他机器的分析也类似。由此可看出机器具有以下几个特征：

- 1) 它们都是一种人为的实物（零件）组合体；
- 2) 组成它们的各部分之间都具有确定的相对运动；
- 3) 能完成有用的机械功或转换机械能。

凡同时具备上述三个特征的实物组合体就称为机器。

在上述内燃机中，由活塞（滑块）、连杆、曲轴（曲柄）、机架（箱体）所组成的部分称为连杆机构，它将滑块的往复直线运动变换成曲柄的回转运动。类似地，由两个齿轮和机架组成的齿轮机构是用来传递两轴间的运动和动力；而由凸轮、推杆和机架所组成的凸轮机构又可将凸轮轴的转动变成推杆的上下直线运动以控制进、排气阀的启闭。一般把具有机器前两个特征的零件组合体（构件）称为机构。

机构与机器的不同之处在于研究的着重点不同。机构着重研究运动的转换和力的传递，不考虑其具体的功用，如连杆机构、凸轮机构和齿轮机构等；而机器则强调减轻或代替人力劳动的功能。随着科学技术的发展，机器的功能不断扩展，如转换能量（内燃机、电动机、

发电机等), 变换物料状态、位置 (加工机械、食品机械、运输机械、起重机械等), 以及处理信息 (计算机、打印机、扫描仪等)。

机构与机器的关系: 一般一部机器可包含不同的机构; 一种机构可以出现在不同的机器中。

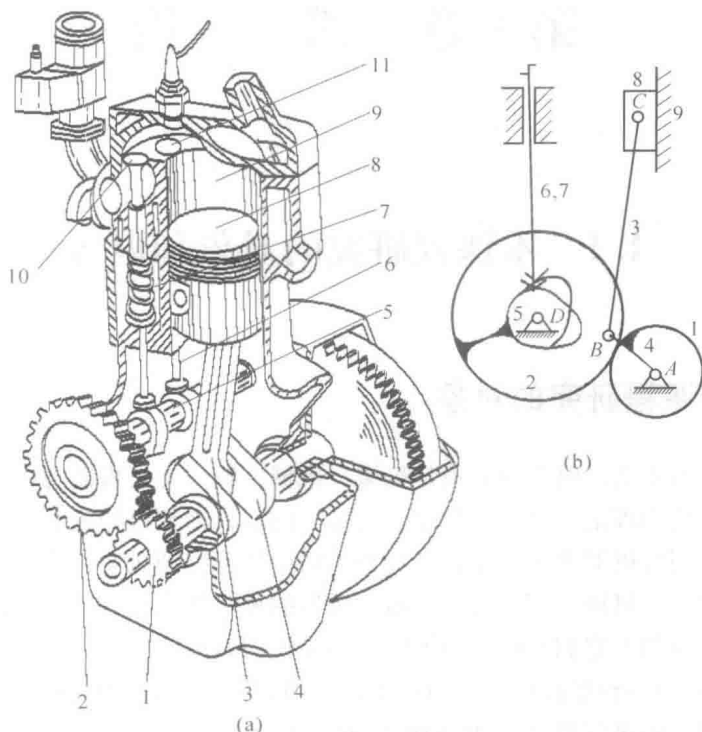


图 1-1 单缸四冲程内燃机

(a) 结构图; (b) 机构运动简图

1, 2—齿轮; 3—连杆; 4—曲轴; 5—凸轮轴; 6, 7—推杆; 8—活塞;
9—气缸; 10—进气阀; 11—排气阀

1.1.2 本课程研究的内容

本课程研究的是机械的共性问题, 即研究机构分析和设计的基本理论、基本知识和基本方法, 以及机构的选型、创新及传动系统方案的设计。就内容性质而论, 可分为两大类, 即机构分析与机构设计。

机构分析是对已有机械的研究, 包括结构、运动和动力性能分析。

机构设计是根据运动和动力性能的要求, 构思、创造新的机械, 即选择适当类型的机构或设计出新结构形式的机构, 并确定其与运动有关的尺寸 (即运动学尺寸), 是机构分析的逆向问题。“分析”是“设计”的基础, “设计”最后要靠“分析”来检验。但应注意的是, 机构的运动设计与分析的方法有许多是不可逆的, 两者的理论与思维方式均不同。另外, 进行机构设计时并不涉及零件的具体结构、外形尺寸、截面形状及强度、刚度、制造工艺等问题。可见, 机构设计有别于机械零件设计, 故本学科常将机构设计称为机构综合。

本课程研究的具体内容主要包括以下几个方面:

(1) 机构的分析

机构的分析包括机构的结构分析、机构的运动分析和机构的动力学分析。

机构的结构分析：研究机构的结构理论及机构具有确定运动的条件，机构的组成原理及结构分类，以及机构运动简图的绘制方法。

机构的运动分析：从运动几何学观点来研究机构中构件的角位移、角速度和角加速度以及构件上某点的位移、速度、加速度。这是了解现有机械运动性能的必要手段，也是设计新机械的重要步骤。

机构的动力学分析：研究机械运动过程中作用在构件上各未知力的求法、机械效率的确定、在已知外力作用下机器的真实运动规律、机械速度波动的调节及惯性力的平衡等。

(2) 常用机构的分析和设计

研究连杆机构、凸轮机构、齿轮机构及间歇运动机构等常用机构的结构特点、运动和动力性能以及基本的设计方法。

(3) 机械系统的方案设计

研究机械总体方案的拟定、执行系统的方案设计、传动系统的设计及原动机的选择等，主要包括机械运动方案设计步骤、功能分析、机构创新、执行机构的运动规律和机构系统运动协调设计等基本原则和方法。

1.2 本课程的地位和作用

1.2.1 本课程在教学中的地位

在高等学校机械类各专业中，均设有研究专门机械的若干专业课程，但在进行专业课程学习之前，应具备有关机械共性问题的基本知识。机械原理是研究机构和机械系统的分析与设计基本理论和基本方法等机械共性问题的专业基础课。一方面，它是以大学物理、理论力学等基础课程为先修基础课程，但比这些先修的基础课更接近工程实际。另一方面，它又不同于各机械专业课程，它不可能也不必要对各种各样的具体机械进行研究，因此，它比专业课具有更宽的研究面和更广的适应性。机械原理在培养计划中起着从基础课过渡到专业课的桥梁作用，是高等学校机械类各专业的主干技术基础课。

1.2.2 本课程在教学中的作用

本课程的主要任务是使学生掌握机构分析与设计的基本理论、基本知识和基本技能，培养学生具有分析和设计机构、初步拟定机构及其机械系统运动方案的能力，从而使学生受到必要且严格的基本技能和创新思维训练。

对于主要应用机械的工程技术人员来说，其必须熟悉各种机构的工作原理及其在机器中的作用，掌握机器的工作性能，维护和保养好机器，这样才能更合理地使用机器，更有效地发挥机器的作用。为达到上述要求，机械原理的知识是不可缺少的。

设计和制造一种工作性能优良的新机器, 需要掌握机器的工作原理、设计和制造原理以及工程材料等有关知识, 需要综合应用多门学科的理论和技术, 机械原理是其中的一门重要学科。一般机械产品的设计需要经过四个阶段, 即初期规划设计阶段、总体方案设计阶段、结构技术设计阶段和生产施工设计阶段。而产品是否具有创新性, 在很大程度上取决于总体方案设计, 而这正是机械原理课程所研究的主要内容。因此, 本课程在培养高级创新型技术人才的全局中, 具有增强学生对机械技术工作的适应能力和开发创新能力的作用。

1.3 本课程的性质和学习方法

1.3.1 本课程的性质

本课程是一门技术基础课, 既有理论基础课的性质, 又兼有技术专业课的特点。

与理论基础课相同, 本课程具有较强的理论性、严密的逻辑性和完整的系统性。应特别指出, 本课程与理论力学有着特别紧密的联系。如有关运动学和动力学基本原理主要引自理论力学, 但两者研究的落脚点不同: 理论力学是以一般质点、刚体作为研究对象, 是基础理论, 而机械原理着眼于解决工程实际问题, 研究对象是具体的机械, 较之理论力学更具工程技术特色, 具有专业技术课的特点。但它与专业课的性质也有所不同, 由于专业机械种类繁多, 机械原理不可能也不必要对各种各样的具体机械进行研究, 它只是对各种机械的一些共性问题和各种机器中常用的一些机构进行较为深入的探讨, 因此, 它是机械类各专业必修的一门技术基础课, 为将来专业课的学习奠定基础。另外, 本课程除了研究机械的共性问题和常用机构的分析与设计问题之外, 还有一个重要内容是探讨机械系统的方案设计, 旨在培养学生机械系统运动方案的设计能力, 进行创新思维和创新能力的培养, 为将来从事机械产品的创新设计打下良好的基础。

1.3.2 本课程的学习方法

基于上述研究内容和性质, 在学习本课程时应注意以下几点。

1. 应注意基本概念的理解以及基本原理和方法的应用

本课程具有较强的理论性、严密的逻辑性和完整的系统性, 课程内容中名词、概念和公式较多, 在学习时注意理解名词、概念的含义, 基本原理和方法的灵活运用, 公式推导的逻辑性和公式的正确应用。

2. 应注意图解法与解析法的关系

本课程所研究的是各种机构和机器所具有的共性问题以及各种机器中常用机构的分析与设计问题, 处理这些问题大多用图解法和解析法。图解法虽然精度较低, 但具有概念清晰、简便、直观等特点, 同时它也是解析法的建模基础。

在计算机和计算技术迅速发展的今天, 解析法在本课程中占有极其重要的地位, 它具有精度高、速度快、能将机构的分析与设计统一起来的特点, 是现代机械设计发展的主要方

向,也是数控加工的基础,在学习时应予以重视。但在解析法的数学模型建立、基本概念阐述和基本方法应用、计算结果分析等方面,常常要借助于图解法,因此,要正确处理图解法与解析法的关系,发挥各自的长处,将它们有效地结合,将有利于本课程的学习。

3. 应注意培养综合分析问题和解决问题的能力

本课程是学完理论基础课后较早接触的一门设计性技术基础课,与工程实际联系紧密。教学中常常是以各种机械为实例提出问题和讨论问题,因此,在学习过程中,应注意培养工程观点,多观察和思考所遇到的各种机构和机器。由于工程问题多涉及多方面知识的综合问题,因此要注意培养运用所学理论去综合分析问题的能力。解决工程实际问题往往可以采用多种方法,所得的结论一般也不是唯一的,要注意培养对事物的分析、判断和决策的能力,培养独立解决工程实际问题的能力。

1.4 机械原理学科发展简述

机械原理作为一门学科起源于19世纪,在第一次工业革命中从机械力学中独立出来成为新的独立学科。1975年,德国的列罗(F. Reuleaux)所著《机械运动学》成为机械原理学科机构运动学理论的奠基代表作。德国的另一位学者布尔梅斯特(L. Burmeister)根据运动几何学原理创立了机构分析与综合的图解法。以俄国学者契贝舍夫(Chebyshev)为代表的学派则用函数逼近理论等数学方法解决了机构近似综合问题,成为解析法求解机构问题的基础。机械原理学科一经问世,便一直处于机械工业发展的前沿。电子、计算机、材料、生物、航空和航天等学科的发展,推动了机械原理学科的飞速发展,新概念、新理论、新方法不断涌现。

在机构的结构理论方面,机器人与仿生机械的研究和发展,使机构的结构由平面机构扩展到空间机构;由单自由度单闭环简单机构扩展到多自由度多闭环的多杆机构;由以刚性材料为构件的机构扩展到有光电、电子、电磁、液、气等参与的广义机构的新领域。

计算机技术及应用数学的发展,为机构的分析与综合、机构优化设计提供了全新的方法和手段,使机构的分析与综合向着智能化方向发展。许多成熟、大型的通用或专用计算机软件被普遍应用于复杂连杆机构的分析与综合、凸轮机构的设计、齿轮机构的动力学分析及间歇运动机构的分析与设计中,使常用机构的优化设计、动态性能分析与设计成为可能,机构分析与设计的精度得以提高,适用领域更广泛。此外,随着现代科学技术的发展、测试手段的日臻完善,也加强了对机械的实验研究,有利于提高机械的性能。

现代机械工业日益向高速、重载、高精度、高效率 and 低噪声等方向发展,对机械系统的动力学性能提出了更高的要求。高速凸轮机构、高速重载的齿轮机构、弹性连杆机构及组合机构的动力学分析与设计越来越被重视。对于高速凸轮机构,从从动件运动规律、凸轮系统质量分布、弹性变形、间隙、阻尼、外界干扰等方面研究系统的建模与求解、动态性能分析、机构参数的选择与优化,取得了许多重要的研究成果,使凸轮机构更适应高速、高精度的工程发展需要。高速、重载齿轮机构及齿轮传动系统(包括啮合齿轮、轴及轴承),从共轭齿廓曲面与啮合特性、轮齿的变形与啮合刚度、润滑与摩擦特性、振动与噪声等方面研究齿轮机构的动力学特性分析与设计。近年来,在系统模型建立与求解、动态响应分析、参数



设计与优化、可靠性及系统稳定性等方面取得较大进展,有效地提高齿轮机构的性能,为齿轮机构应用于高精度、长寿命系统中奠定基础。对于机构动力学研究,已经由刚性构件组成的机构扩展到考虑构件的弹性变形、运动副间隙、含变质量变尺度构件的弹性机构动力学问题的研究,取得一批高水平的研究成果和技术成就,为现代机构的分析与设计奠定基础。

随着科学技术的发展,机械科学技术与微电子学、计算机科学、控制技术、信息科学、生物科学、材料科学的交叉、融会和综合,促进了机构学许多新分支的出现,也形成了各种新型机构,如微型机构、仿生机构以及在特殊条件下的新型机构,如失重状态下的机构、深海作业的机构、航空航天机构、柔顺机构、动定机构等。这些新型机构的不断涌现,突破了机构学的一些传统观念,应用前景广泛,对其工作原理和设计方法都需要进一步的研究。另外,机构中的构件不只局限于刚性构件,包括光、电、液压、气动、激光和红外线的广义机构也不断涌现,广泛应用在各种自动化机器中。

总之,机械原理学科研究领域十分广阔,内涵非常丰富。在机械原理学科各个领域,每年都有大量内容新颖的文献资料涌现。但是,作为一门专业基础课程,根据教学要求,将只研究有关机械的一些最基本的原理及最常用的机构分析和综合的方法。这些内容也都是进一步研究机械原理学科有关课题所必需的基础知识。

思考与习题

- 1-1 机构的特征有哪些?机器的特征有哪些?
- 1-2 什么是机器?什么是机构?二者的区别是什么?
- 1-3 什么是构件?什么是零件?二者的区别是什么?

本章学习要点

- 1) 本章概述了机械原理课程研究的对象和内容,重点指出了机器与机构的共同点及区别与联系,研究的内容包括机构的分析、常用机构的分析和设计、机械系统的方案设计。
- 2) 在学习方法上要注意本课程的特点,与理论基础课程特别是理论力学的联系。但在学习方法上要有所改变,逐步养成应用工程技术的观点去分析问题、研究问题的习惯;注重逻辑思维的同时,还要加强形象思维。
- 3) 机械原理学科发展简述是对本课程发展、研究的领域及方向的介绍,使初学者对本课程获得较全面的了解。

重点掌握本课程的研究对象及主要内容。理解4个基本概念:机器、机构、构件及零件。了解机械原理学科的发展现状。

第2章 机构的结构分析

2.1 机 构

机构是具有确定相对运动的构件之间通过可动连接组成的、用于传递和转换运动和动力的可动装置。机构由构件和运动副两大要素组成。

2.1.1 机构的组成

1. 构件

机构或机器是由许多零件组合而成的。零件是机器或机构的制造单元体。在机器或机构中,有些零件之间通过刚性连接(如铆接、焊接、粘接、螺栓连接、销连接等)组合在一起作为一个整体进行运动。如内燃机中的连杆就是由连杆体、连杆头、螺栓、螺母、垫圈等零件刚性连接而成,这些零件将作为一个整体而运动,各个零件之间没有相对运动,如图2-1所示。这些刚性地连接在一起的零件组成了一个构件。所以,构件和零件是两个不同的概念,构件是独立运动的单元体,是组成机构的基本要素之一。构件可以由一个单一的零件组成,也可以由多个零件通过刚性连接而组成。

2. 运动副

组成机构的另一大要素是运动副。机构中各直接接触的构件通过一定的方式连接在一起,构件之间保留了一些相对运动,同时另一些相对运动受到了限制,这种连接是一种可动连接。两构件直接接触而组成的这种可动连接称为运动副。也就是说,机构是由一系列构件通过可动连接而组成的系统。如图2-2所示轴1与轴承2的连接、图2-3所示滑块1与导轨2的连接、图2-4所示两齿轮轮齿的啮合等均为运动副。

组成运动副的两个构件上参与接触的几何元素称为运动副元素。如图2-2、图2-3及图2-4

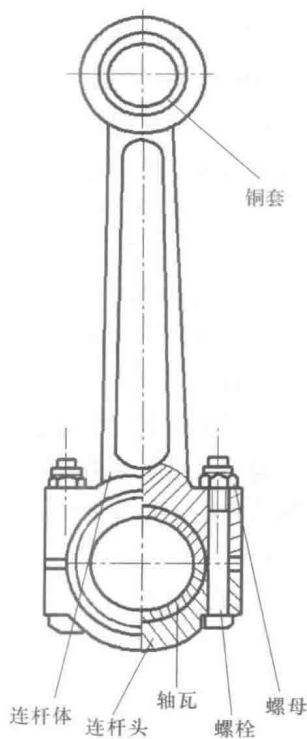


图2-1 连杆