



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
普通高等教育“十二五”卓越工程能力培养规划教材

Theory of Machines and Mechanisms

second edition

机械原理

第2版

赵自强 张春林 主编



配套教师课件

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
普通高等教育“十二五”卓越工程能力培养规划教材

机械原理

第2版

主编 赵自强 张春林

参编 李志香 马超 冯欣欣

张颖 王立勇

机械工业出版社

本书是按照高等工科教育逐步与国际教育接轨的要求编写的改革创新型教材。全书内容从机构分析、机构设计、机构系统及运动方案设计到机械动力学,遵循以设计为主线,以加强基本概念、基本理论、基本方法为基础,以理论与工程实践相结合为指导思想,对传统机械原理的内容进行了整合与拓展。

全书共有13章。第一章主要介绍机械、机器、机构的基本概念;第二章到第四章主要介绍机构结构分析、机构运动分析和机构受力分析;第五章到第九章主要介绍连杆机构、凸轮机构、齿轮机构、轮系、间歇运动机构等常用机构的设计;第十章介绍空间机构和机器人机构;第十一章介绍机构系统的设计与机械系统运动方案的设计;第十二章和第十三章主要介绍飞轮设计和平衡设计。创新设计的思想与内容融于各章中。

本书各章配有相应二维码,扫描后可浏览配套动画演示,请在wifi环境下观看。

本书可作为高等工科大学机械类专业的机械原理教材,也可作为机械工程人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

机械原理/赵自强,张春林主编. —2版. —北京:机械工业出版社,2015.12

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材 普通高等教育“十二五”卓越工程能力培养规划教材

ISBN 978-7-111-52171-6

I. ①机… II. ①赵… ②张… 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(2015)第270737号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:余 皞 责任编辑:余 皞 安桂芳

责任校对:佟瑞鑫 封面设计:张 静

责任印制:李 洋

中教科(保定)印刷股份有限公司印刷

2016年10月第2版第1次印刷

184mm×260mm·19印张·468千字

标准书号:ISBN 978-7-111-52171-6

定价:39.80元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:(010)88379833

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:(010)88379649

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

前 言

《机械原理》教材是在教育部颁布的教学基本要求的指导下，以设计为主线，以加强基本理论、基本方法和基本知识为基础，以培养创新意识和创新设计能力为目标编写的。在编写中，参考了国内和国外同类教材的特点，结合作者多年的教学科研经验，引入了一些新内容。

本书的编写特点如下：

1) 教材按照机构分析、机构设计、机构系统和运动方案设计及机构动力学设计的内容编写，形成完整的机械原理课程体系。

2) 教材内容中淡化图解法，强化解析法。如机构运动分析、力分析、连杆机构综合、凸轮机构设计、平衡设计等，均淡化了图解法，突出了解析法，符合现代科学技术的发展趋势。

3) 教材对传统机械原理内容进行了修改、整合与拓展。如在绪论中重新定义了机构的基本概念，使其更具有时代特点。机构自由度的计算内容拓展到变胞机构和线性相关的概念；把机构组成原理拓展到机构创新设计；放弃了传统的利用效率判断机构自锁的方法，改为利用运动副的自锁判断机构的自锁；利用运动副中的总反力作用在摩擦锥或摩擦圆之内来判断机构的自锁，不但与运动副的摩擦内容一致，而且概念清晰，方法实用。把摩擦与自锁机构设计相结合，也强化了设计主线。在连杆机构和凸轮机构的解析法设计中，引入了简单的几何代数法，简化了数学运算过程。本教材还增加了空间机构、机器人机构、机构创新设计、机构系统设计与运动方案设计等内容，完善了从简单机构设计到复杂机构系统设计的整体内容；同时简化了齿轮机构中的变位齿轮、斜齿轮、锥齿轮、蜗杆机构以及其他常用机构的内容。把机构动态静力分析、摩擦与自锁、考虑摩擦的力分析等内容整合为机构的力分析。

4) 为了突出教材的新颖性，学习了国外同类教材的插图风格，采用了平面彩色渲染图和一些三维实物图形，代替了传统的黑白线条图形，层次分明，有益于对教材内容的理解。

5) 改革了课后习题的体系与内容。本教材的习题内容分为理解练习、分析与设计练习和自测练习三个组成部分，形成一套完整的课后训练系统。习题的选编在加强基本理论、基本概念和基本方法的基础上，采用与工程实践相结合的题目，突出了理论与实践相结合的训练目的，使学生逐步提高解决工程设计中的实际问题以及进行创新的能力。

6) 引入了一些国外教材中的基本概念和基本方法。如局部自由度改为冗余自由度、虚约束改为冗余约束；机械动平衡设计中，国内教材是把转子内的各不平衡力分解到两个校正平面上，然后在两个校正平面分别进行力系平衡计算。本教材采用了转子中各不



平衡力直接对两个校正面求力矩的方法，减少了力系分解，计算更为简单。

7) 引入了作者的一些科研成果。如第二章曲柄齿轮齿条机构自由度的计算中，作者提出了自由度线性相关的概念，解决了一些特殊机构自由度计算中存在的争议；把机构组成原理进行了拓展，突出了机构的创新设计。

8) 本教材是在张春林、张颖主编的《机械原理》(英汉双语)教材的基础上改编的，增加了许多内容。

9) 本教材的习题引入了机构学中的部分新内容，如柔顺机构、微机构、电磁机构以及含有柔性构件的机构，此类习题可开拓学生的视野，培养学生创新设计的思维方式。

10) 每章结束后，增加了各章的总结，有利于对各章内容的复习。

参加本教材编写的教师有：张春林(第一章，第二章，第三章)，王立勇(第四章)，赵自强(第五章，第六章，第七章)，李志香(第八章)，马超(第九章，第十章，第十一章)，冯欣欣(第十二章，第十三章)，张颖(习题整理)。全书由张春林教授及赵自强老师负责统稿。

本教材于2012年出版后，通过教学实践的检验，在教学内容、课程体系和章节结构等方面，较好地满足了教学改革和人才培养的要求。

经过三年多的使用，根据作者自查和用户意见反馈，结合目前常用的二维码新技术，为方便学生学习，对本教材进行修改、补充和完善。修订的基本思路为：

- 1) 保持原教材的基本结构体系和内容特色。
- 2) 引入二维码技术，方便学生理解各类典型机构的结构组成特点及运动特点。
- 3) 进一步优化与工程实际相结合的练习题目，以提升学生解决实际问题的能力。
- 4) 更正了一些文字错误和绘图错误。

为减少本书的不当之处，欢迎广大读者批评指正。

感谢我的博士生团队为本书的修订所做的工作。

由于作者水平有限，难免存在错误、疏漏之处，敬请广大读者批评指正。

张春林
于北京光大花园

目 录

前言	习题	83
第一章 绪论	1	
第一节 机械总论	1	
第二节 机械原理课程的研究对象与内容	5	
第三节 学习机械原理课程的目的与方法	7	
本章总结	8	
习题	8	
第二章 平面机构的结构分析	13	
第一节 运动链与机构	13	
第二节 机构运动简图	17	
第三节 机构自由度的计算	21	
第四节 机构分析与创新	27	
第五节 机构结构的拓展内容简介	34	
本章总结	36	
习题	37	
第三章 平面机构的运动分析	43	
第一节 平面机构运动分析概述	43	
第二节 用速度瞬心法对机构进行速度分析	44	
第三节 用相对运动图解法对机构进行运动分析	48	
第四节 用解析法对机构进行运动分析	55	
本章总结	61	
习题	62	
第四章 平面机构的力分析	69	
第一节 平面机构力分析概述	69	
第二节 计入惯性力的机构力分析	70	
第三节 计入摩擦的机构力分析	74	
第四节 自锁机构分析与设计	80	
本章总结	82	
第五章 平面连杆机构及其设计	87	
第一节 平面连杆机构的特点与基本形式	87	
第二节 平面连杆机构的基本性质	94	
第三节 平面连杆机构的设计	98	
本章总结	113	
习题	114	
第六章 凸轮机构及其设计	119	
第一节 凸轮机构概述	119	
第二节 从动件的运动规律及其设计	124	
第三节 凸轮轮廓曲线的设计	130	
第四节 凸轮机构基本尺寸的设计	134	
第五节 凸轮轮廓线的计算机辅助设计	138	
本章总结	141	
习题	142	
第七章 齿轮机构及其设计	145	
第一节 齿轮机构的分类	145	
第二节 齿廓啮合	147	
第三节 渐开线齿廓及其啮合特点	149	
第四节 渐开线标准直齿圆柱齿轮基本参数和几何尺寸	151	
第五节 渐开线直齿圆柱齿轮机构的啮合传动	155	
第六节 渐开线圆柱齿轮的加工及其根切现象	161	
第七节 变位齿轮传动概述	164	
第八节 平行轴斜齿圆柱齿轮机构	166	
第九节 蜗杆传动	171	
第十节 锥齿轮机构	174	
本章总结	177	
习题	179	



第八章 轮系及其设计	185	第十一章 机构系统及运动方案的设计	235
第一节 轮系及其分类	185	第一节 机构系统设计概述	235
第二节 定轴轮系传动比的计算	187	第二节 机构系统的运动协调设计	236
第三节 周转轮系传动比的计算	190	第三节 机构系统的组成方法	238
第四节 混合轮系传动比的计算	192	第四节 机械系统运动方案的设计	242
第五节 行星轮系设计中的若干问题	195	本章总结	250
第六节 其他类型的行星轮系简介	199	习题	250
本章总结	202	第十二章 机械系统的运转及速度波动的调节	253
习题	202	第一节 机械运转过程分析	253
第九章 螺旋机构、万向机构以及间歇运动机构简介	209	第二节 机械系统的等效动力学模型	256
第一节 螺旋机构	209	第三节 机械系统的运动方程及其求解	260
第二节 万向机构	211	第四节 周期性速度波动及其调节	263
第三节 棘轮机构	212	第五节 非周期性速度波动及其调节	270
第四节 槽轮机构	216	本章总结	271
第五节 凸轮式间歇运动机构	219	习题	271
第六节 不完全齿轮机构	220	第十三章 机械的平衡设计与实验	275
本章总结	221	第一节 机械平衡概述	275
习题	221	第二节 刚性转子的平衡设计	276
第十章 空间连杆机构及机器人机构	225	第三节 刚性转子的平衡实验	284
第一节 空间连杆机构概述	225	第四节 平面机构的平衡简介	287
第二节 机器人机构概述	229	本章总结	292
本章总结	232	习题	293
习题	232	参考文献	297

第一章

绪 论

解释机器、机构和机械的基本概念，介绍机械原理的研究对象和机械原理课程的主要内容，强调机械原理课程在机械工程领域中的重要地位，探讨机械原理的学习方法。

第一节 机械总论

机械工业是一个国家发展的基础，现代社会已经完全离不开机械。

各种各样的机械，如纺织机械、印刷机械、食品机械、交通运输机械、矿山机械、建筑机械、工程机械、农业机械、林业机械、包装机械、冶金机械、流体机械、电力机械、服务机械、兵器与机器人等，在经济建设和国防建设中发挥了巨大作用，促进了人类社会的快速发展。改造原有机械、设计新机械是机械工程领域的重要任务。认识机械、了解机械、设计机械是机械工程专业教学的重要内容。

一、机械的概念

机械的概念是伴随人类社会的不断进步逐渐发展与完善的。从原始社会早期人类使用的诸如石斧、石刀等最简单的石制工具，到杠杆、辘轳、人力石碾、兽力石碾等简单的木制或石制工具，发展到较复杂的水力驱动和风力驱动的水碾和风车等都是简单机械。图 1-1 所示为早期简单机械的发展历程。人类由石制工具发展到由人工操作的简单机械（如辘轳），又发展到兽力驱动的机械，再发展到水力驱动的简单机械。人类逐步掌握了一次能源在机械中的使用方法。

18 世纪英国工业革命后，人类发明的蒸汽机、内燃机、电动机等复杂的机械，奠定了现代机械的基础。图 1-2a 为英国工业革命期间发明的蒸汽机，此后，人类学会了利用二次

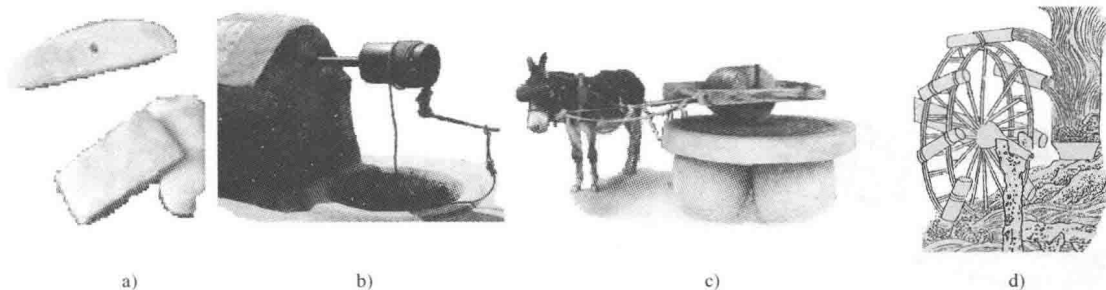


图 1-1 早期简单机械

a) 石刀、石斧 b) 人力辘轳 c) 兽力驱动的石碾 d) 水车

能源，为发展经济奠定了坚实的基础。图 1-2b 为早期的车床，其动力由蒸汽机驱动的带传动装置提供，为金属材料的精确加工提供了条件。图 1-2c 为早期的纺织机械车间。

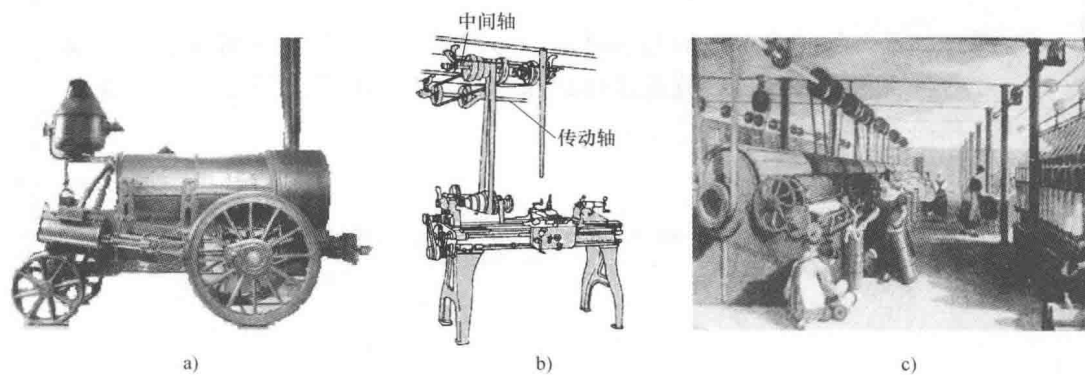


图 1-2 工业革命期间的机械

a) 蒸汽机 b) 车床 c) 纺织机械车间

计算机发明后，自动控制技术、信息技术、传感技术融入机械中，机械实现了自动化和智能化。特别是进入 21 世纪后，机器人、数控机床、高速运载工具、重型机械、微型机械等大量先进机械加速了人类社会的繁荣和进步。机械进入了智能化的机电结合的新时代。图 1-3 所示为汽车生产流水线的一部分。

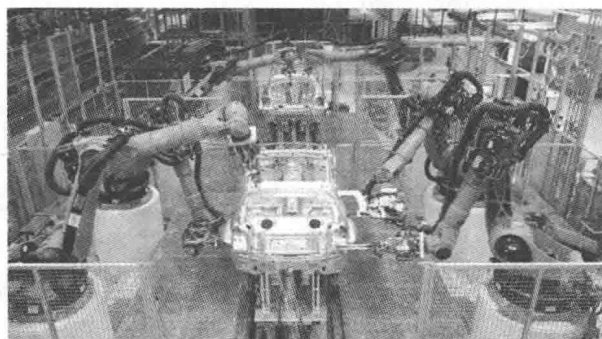


图 1-3 汽车生产流水线

不同历史时期，人们对机械的定义也有所不同。从广义角度讲，凡是能实现机械运动的装置都是机械。如螺钉旋具、锤子、钳子、剪子等简单工具是机械，汽车、坦克、飞机、舰船、各类加工机床、机械手、机器人、复印机、打印机等高级复杂装备也是机械。无论其结构和材料如何，只要是实现机械运动的装置，就称之为机械。在社会生活中，人们常把最简单的、没有动力源的简单机械称为工具或器械，如杠杆、钳子、剪子、手推车等最简单的机械常称为工具。

工程中，谈到具体的机械时，常使用机器这个名词，泛指时则用机械来统称。

1. 机器的概念

机器是执行机械运动的装置，用来变换或传递能量、物料或信息。机器的重要特征是执行机械运动，同时完成能量的转换、物料或信息的传递。汽车、坦克、导弹、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、不同性能和用途的装置都是具体的机器。电视机不是机器，因为其功能与机械运动无关。

2. 机构的概念

机器的重要特征是执行机械运动，工程中把机器中执行机械运动的装置称为机构。为研究方便，常用简单的符号和线条表示机构的组成情况和运动情况，并称之为机构运动简图。

图 1-4a 所示的四冲程内燃机，是一个把热能转换为机械能的机器。该内燃机中，活塞 1 的往复移动通过连杆 2 推动曲轴 3 连续旋转，将这种把活塞移动转化为曲轴连续转动的机械运动装置称为连杆机构。凸轮 7、7' 转动，驱动推杆 8、8' 往复移动，称之为凸轮机构。再通过杠杆 9、9'，驱动气门 10、10' 开闭，控制进、排气阀的运动，保证缸体 11 内按顺序吸进燃气和排出废气。四冲程内燃机中，活塞往复移动四次，曲轴转动两周，进气阀和排气阀各开闭一次，所以凸轮的转速要比曲轴的转速低一半。也就是说，在曲轴和凸轮轴之间要设置减速齿轮 4、5、6，称之为齿轮机构。齿轮机构实现了高速转动到低速转动的运动变换。

综上所述，机构是组成机器的主体。为表明机器的组成和运动情况，常用机构运动简图来表示。

图 1-4b 为该内燃机的机构简图。为表达清楚，另一套凸轮机构单独画出。使用机构简图对内燃机进行分析和设计时，简化了设计工作。单缸四冲程内燃机的主体机构如图 1-5 所示。其进气、压缩、爆炸燃烧、排气过程中，活塞往复移动四次，曲轴转动两周，进气阀与排气阀各开闭一次。但只有爆炸燃烧过程，才是做功行程，这导致了曲轴运动速度的不均匀，所以在曲轴的另一端还要安装调速飞轮。上述各机构协调动作，才能实现内燃机的工作要求。

尽管机器的种类很多，其功能、形状、结构、尺寸等也各不相同，但组成不同机器的机构种类却是有限的，仅有 20 余种。要用有限的机构组成无限的机器，就必须掌握机构的种类、工作原理以及设计方法。

3. 机械的概念

机构与机器都是实现机械运动的装置，所以从运动学的观点看，两者是一样的。不同点是机构没有能量的转换。如机械表是机构，不是机器。因为机械表中没有能量转换，且弹簧能量没有转换为有用机械能输出，其作用仅为克服各运动构件之间的摩擦阻力。

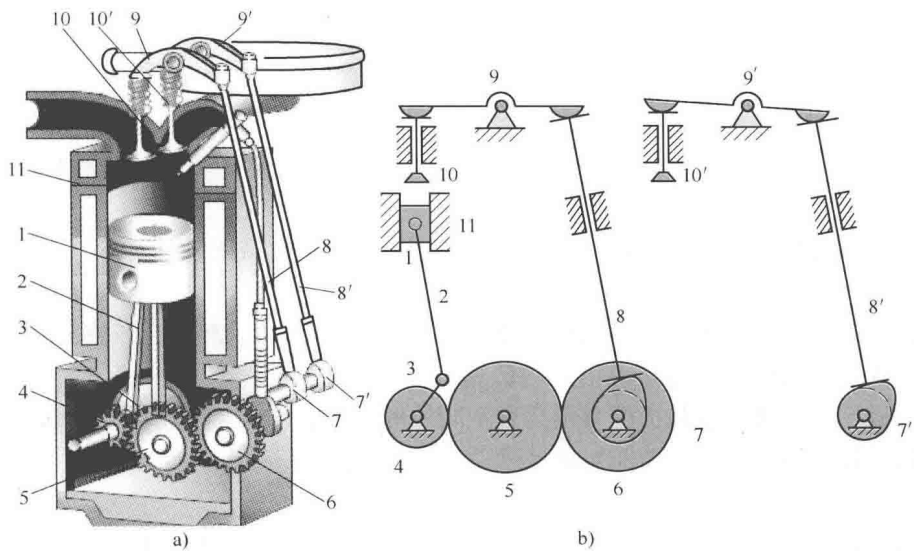


图 1-4 内燃机及其简图

1—活塞 2—连杆 3—曲轴 4、5、6—齿轮 7、7'—凸轮
 8、8'—推杆 9、9'—杠杆 10、10'—气门 11—缸体

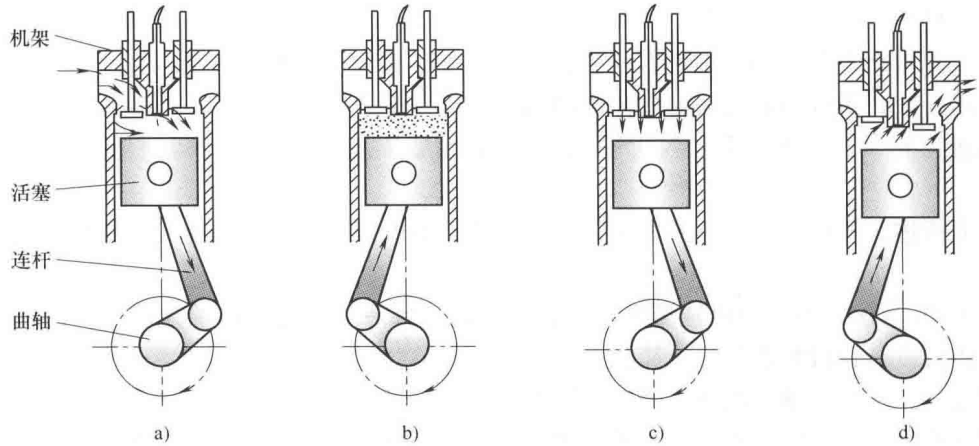


图 1-5 单缸四冲程内燃机

a) 进气冲程 b) 压缩冲程 c) 做功冲程 d) 排气冲程

从机械运动的角度看问题，机构与机器没有本质区别，工程中将机构与机器统称为机械。

二、机器的组成

根据机器的定义，机器中要有动力源，并称之为原动机；机器中还要有机械运动的传递装置或机械运动形态的变换装置，常将它们称为机械传动系统和工作执行系统，统称为机械运动系统；现代机器还有控制系统。图 1-6 所示框图为常见机器的组成示意图。

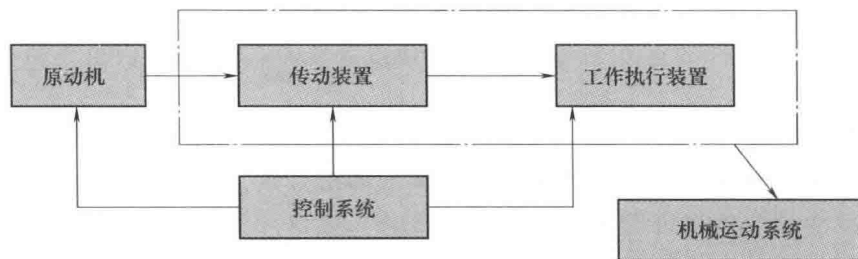


图 1-6 机器组成示意图

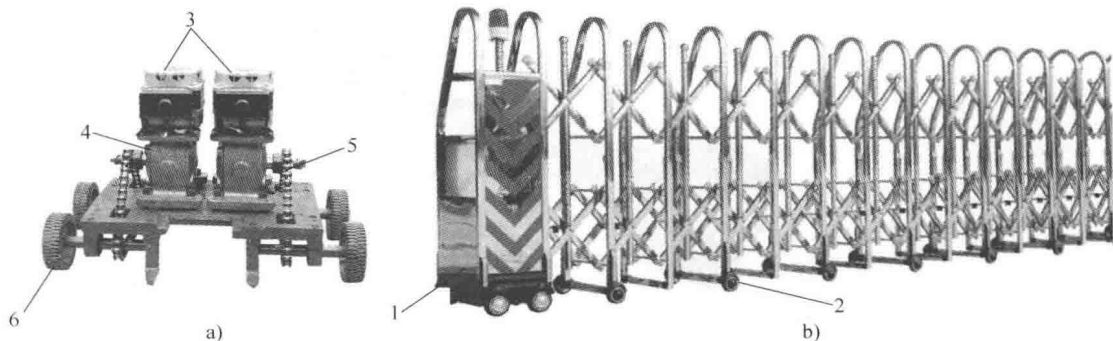


图 1-7 电动大门示意图

1—驱动器 2—大门 3—电动机 4—减速器 5—链传动 6—滚轮

图 1-7 所示为电动大门示意图，驱动器 1 的内部组成如图 1-7a 所示，原动机为电动机 3，其转速很高，大门 2 的开起速度较低，所以要经过减速器 4 和链传动 5 把电动机 3 的工作转速降下来，图中的减速器和链传动就是速度变换机构。由许多平行四边形机构和滚轮组成的大门 2 称为工作执行机构。该自动门的控制系统含传感器和电子电路，此处不作详述。

工程中应用的机械运动系统，大都具有减速机构。但也有一些现代机器没有减速机构，如火力发电机组，直接由汽轮机驱动发电机。功率不是很大的现代机械中，有时用可控电动机直接驱动工作执行机构。

第二节 机械原理课程的研究对象与内容

一、机械原理的研究对象

机械原理是研究有关机械基本理论的课程，其研究对象为机械，而机械又是机器和机构的总称，所以，机械原理是研究机器和机构基本理论的课程。

从机器的组成情况看，原动机是把其他形式的能量转化为机械能的机器，为机器的运转提供动力。机械原理的研究对象不涉及具体原动机的选择，也不涉及机器的控制系统。机器的传动机构和工作执行机构才是机械原理的研究重点。

图 1-4 所示的内燃机中，活塞作往复直线运动，连杆作平面运动，齿轮、凸轮作定



轴转动，推杆作往复直线运动，它们都是最小的运动单元，这里把组成机器的最小运动单元称为构件。构件的运动轨迹、运动规律以及构件的受力分析也是机械原理研究的对象。

图 1-8 所示的连杆是由连杆体 1、连杆头 4、大端滑动轴承 3 与小端滑动轴承 2、连接螺栓 5、螺母 6、垫圈 7 等多个零件刚性连接而成的组合体，该组合体内各零件之间没有相对运动。这里把组成构件的最小单元称为零件。零件是制造后没有经过组装的物体，因而是组成机器的最小制造单元。构件可以是若干零件的刚性组合体，也可以是单个零件。如一个齿轮可能是一个零件，也是一个构件。机械零件的设计问题将在后续课程中进行讲述。

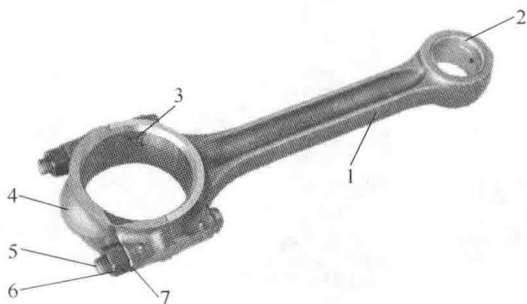


图 1-8 连杆的组成

1—连杆体 2—小端滑动轴承 3—大端滑动轴承 4—连杆头 5—连接螺栓 6—螺母 7—垫圈

二、机械原理的研究内容

机构是机器中执行机械运动的主体，或者说机构是组成机器的要素。因此，机械原理的主要研究对象是机构。即研究机构的种类、机构的组成、机构的分析、机构的运动、机构的受力、机构的设计以及机构系统的设计等内容。

一般说来，常把机械原理的内容分成三大部分：

(1) 机构结构学 研究机构组成，机构运动简图的画法，机构自由度的计算以及机构的结构分析等。

(2) 机构运动学 研究机构运动时的位置、速度、加速度，构件之间的作用力，按照工作要求设计机构的运动学尺寸等。

(3) 机械动力学 研究机械在外力作用下的运转过程，机械中惯性力的平衡以及速度波动的调节等。

为方便教学，本教材把机械原理课程内容分为四部分：

(1) 机构分析 研究机构组成，机构运动简图的画法，机构自由度的计算，机构的结构分析以及利用机构组成原理进行机构的创新设计；研究考虑摩擦的机构受力分析、考虑惯性力的机构受力分析等内容。

(2) 机构设计 研究连杆机构、凸轮机构、齿轮机构、间歇运动机构以及其他常用机构的尺度设计；介绍简单空间连杆机构及机器人机构设计的基本知识。

(3) 机构系统设计 研究由上述基本机构组成复杂机构系统的方法，为创新设计机构

系统提供理论与方法上的依据；研究机械系统运动方案的设计等。

(4) 机械动力学 研究机械运转过程中惯性力的平衡，研究机械运转过程中速度波动的调节方法。

随着科学技术的飞速发展和各学科之间的融合与渗透，机械的内容不断丰富，柔性机构、微型机构、仿生机构的出现，使机械原理的研究内容不断拓展。

第三节 学习机械原理课程的目的与方法

一、开设本课程的目的

机械与人类生活、经济建设、国防建设密切相关，机械工程的发展程度代表一个国家工业基础的强弱和科学技术的发展水平。机械种类繁多，但组成各类机械的机构种类是有限的。用有限的机构去设计无限多的各种新机器，必须要掌握各类机构的分析、设计以及各类机构的组合设计，这样才能为设计各类新机械奠定理论基础。

机械原理的内容不但是后续课程的基础，也是机械设计过程中的一个重要环节。只有掌握机械原理的基本知识，才能设计新机械。本课程的目的为设计各类机械奠定理论基础和技术基础。

二、本课程的学习方法

由于机械科学技术的发展和教学改革的不断深入，反映机械科学技术发展的新内容不断充实到机械原理课程中，如机械系统运动方案的设计、机构创新设计、空间连杆机构、机器人机构、解析法在机构分析与设计中的应用已充实到机械原理课程中，导致了机械原理课程内容的膨胀，而传统的机械原理内容减少不多，但教学时数却减少了，因此，本课程的教学方法和学习方法要作适当调整，要转变教学观念和学习观念。

机械原理课程既然是一门技术基础课程，既和基础课程内容密切相关，又贴近工程设计。根据本课程的性质和在教学中的地位，在学习本课程时要注意以下问题。

1) 充分运用前面已经学过的相关课程的基本知识、基本理论和基本方法。机械原理课程内容与理论力学课程内容密切相关。理论力学中静力学中的力系平衡条件、约束、摩擦，运动学中的相对运动、平面运动原理和动力学的动量矩定理、达朗伯原理等基本原理论是学习机械原理课程的理论基础。

机械原理课程内容与高等数学课程内容密切相关。高等数学中的矢量运算、数值计算、坐标变换、矩阵运算、微分方程等内容是机械原理课程中进行分析与设计的主要数学工具。

机械原理课程内容与计算机、算法语言类的课程内容密切相关。能够运用算法语言编制程序，对运用数学方法求解机构分析与设计的结果具有巨大帮助。

另外，机械原理课程还需要机械制图、机械制造技术基础等课程的相关知识，在学习机械原理的过程中，要注意相关课程知识的复习与运用。

总之，在学习本课程时，要注意对相关课程内容的复习与运用，否则，很难学好机械原理课程。

2) 机械原理课程让学生第一次接触到具体的机械设计过程，要完成从纯基础理论课到专业课学习方法的转变。



机械原理课程由课堂教学、实验教学和实践教学组成。实践教学以课程设计的形式完成，课程设计是机械原理课程的延续和补充。课堂教学中，教师主要讲述重点、难点以及解决问题的方法，听课时要求掌握基本理论与方法以及解决问题的基本思路；作业可以检查所学知识的掌握程度，认真思考与善于思考是学好机械原理的必要途径；机械原理课程的实验较多，分析型、验证型及其创新设计型的实验是巩固所学知识、提高分析问题和解决问题能力的基本训练，实验中要注意培养自己的动手能力、工程实践能力和创新能力；课程学习是学习结果的全面检验和首次进行工程设计的尝试，要求完成从机械系统运动方案的设计到机构系统设计的全过程，最后结合机械设计课程完成机械结构和强度设计，并绘制机械装配图。

3) 机械原理课程是理论性和实践性很强的课程，其分析与设计方法不是唯一的，有时设计计算结果具有多值性。因而在学习本课程时，要把逻辑思维和形象思维相结合，想像力与工程实际相结合，才能提高创新设计的能力。

4) 本课程的学习要求可分为掌握、理解和了解性的内容，在学习过程中，教师可根据教学基本要求自行确定，学生可据此有针对性的学习。

总而言之，复习相关课程的知识，认真听课，独立完成作业，勤于思考，参加实验，理论与实践相结合，是学好本课程的关键。

本章总结

1. 机构是执行机械运动的装置。
2. 机构运动简图是机构的简化表达形式。
3. 机器是执行机械运动的装置，且能变换或传递能量、物料与信息。
4. 机械是机构与机器的总称，谈到具体的机械时，常用机器这一名词，泛指时，常用机械这一名词。
5. 从运动学观点看，构件是机器中的最小运动单元。
6. 从制造观点看，零件是机器中的最小制造单元。
7. 构件可能是一个零件，也可能是若干零件的刚性组合体。
8. 机械原理是研究有关机器和机构的基本理论的课程。
9. 机械原理课程内容在机械设计过程中，特别是在机械创新设计中，占有重要地位。
10. 从科研观点出发，机械原理的内容可分为机构结构学、机构运动学和机械动力学三部分。
11. 从教学观点出发，机械原理的内容可分为机构的分析、机构的设计、机构系统的设计和机械系统动力学四部分。
12. 机械原理是一门技术基础课程，不但为后续课程提供知识，在机械设计过程中也有其独特作用。

习 题

1. 理解

1-1 从广义角度讲，凡是能实现（ ）的装置都是机械。

- a) 机械运动 b) 能量转换 c) 速度变化 d) 加速度变化
- 1-2 机器是执行机械运动的装置, 用来变换或传递 ()、() 或 ()。
- a) 能量 b) 物料 c) 加速度 d) 速度
- e) 信息

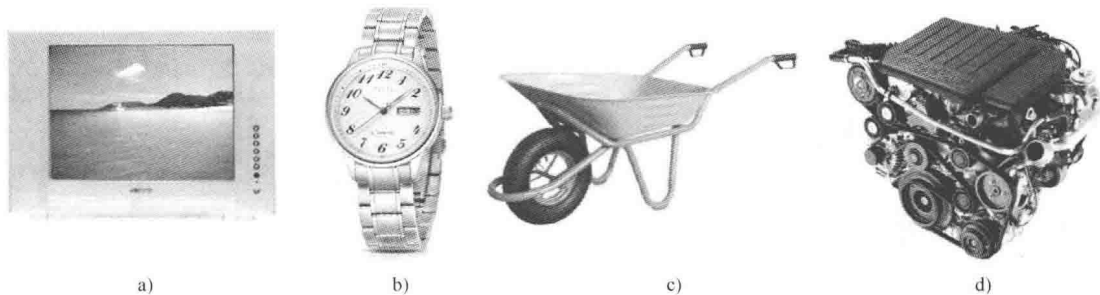
1-3 工程中, 把机器中 () 的装置称为机构。

- a) 进行能量转换 b) 执行机械运动 c) 提供能量 d) 加工工件
- 1-4 机构是组成机器的主体, 为表明机器的组成和运动情况, 常用 () 来表示。
- a) 草图 b) CAD 图 c) 机构运动简图 d) 三维模型图

1-5 机构与机器都是实现机械运动的装置, 所以从运动学的观点看, 两者是一样的。不同点是没有_____和信息的传递。

1-6 机械原理是研究机器和机构基本理论的课程, 其研究对象不涉及_____的选择, 也不涉及机器的_____。

1-7 习题图 1-1 中的装置是否为机器, 逐一说明理由。



习题图 1-1 各种装置

a) 电视机 b) 机械手表 c) 手推车 d) 汽车发动机

1-8 _____是机器中最小的运动单元。

1-9 机械原理的内容通常分为三大部分: _____、_____和_____。

1-10 机构结构学主要研究: 机构组成, _____的画法, _____的计算, 以及机构的结构分析等。

2. 分析与设计

2-1 从下列常见机械中选择三个, 观察其运动过程并分析其工作原理。

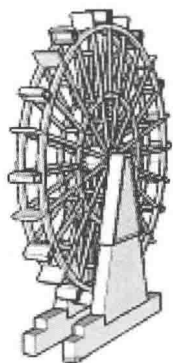
- a) 自行车 b) 公交车门的开闭装置 c) 汽车发动机 d) 机械手表 e) 婴儿摇床
- f) 翻斗车的装卸系统 g) 立式电风扇转头机构 h) 推土机土铲的运动机构

2-2 千百年前, 我们的祖先就学会了制作水轮, 如习题图 1-2a 所示; 而如习题图 1-2b 所示水轮发电机是当代一个很伟大的发明。同样是利用自然之力, 请比较两个发明的异同, 并对其进行简要分析。

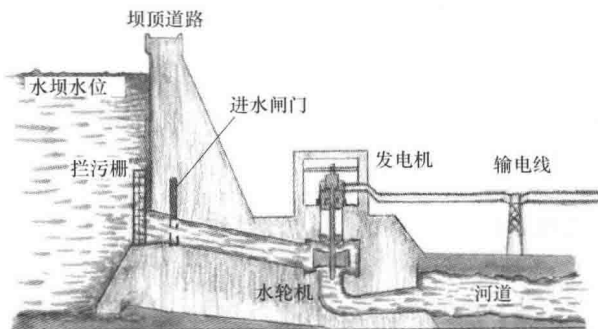
2-3 习题图 1-3 中, 给出了一辆折叠自行车、一辆普通自行车和一辆电动自行车。请判断哪辆自行车是机构, 哪辆是机器, 并简述原因。

2-4 人体就如同是一部机器, 每一个部分都十分的精密, 请用本章学到的内容对自己的手进行分析 (习题图 1-4)。(提示: 可从机器定义、机器组成等角度分析)

2-5 习题图 1-5 所示为瓦特改良的蒸汽机结构模型, 请查阅相关资料, 了解瓦特从哪些方面对其进行改良。对所示机器进行分析, 掌握蒸汽机的工作原理, 并说明能量转换过程。



a)



b)

习题图 1-2 水轮及水轮发电机



a)



b)



c)

习题图 1-3 自行车



习题图 1-4 手部骨骼

3. 自测题

3-1 习题图 1-6 所示的装置是否为机器，简述理由。

3-2 _____是组成机器的最小制造单元。

3-3 下列选项中，属于构件的有 ()；属于零件的有 ()。

- a) 凸轮
- b) 螺栓
- c) 齿轮
- d) 弹簧
- e) 发动机中的连杆
- f) 轴承
- g) 发动机
- h) 电动机
- i) 垫片

3-4 机构运动学主要研究：机构运动时的位置、_____、_____，以及按照工作要求设计机构的运动学尺寸。