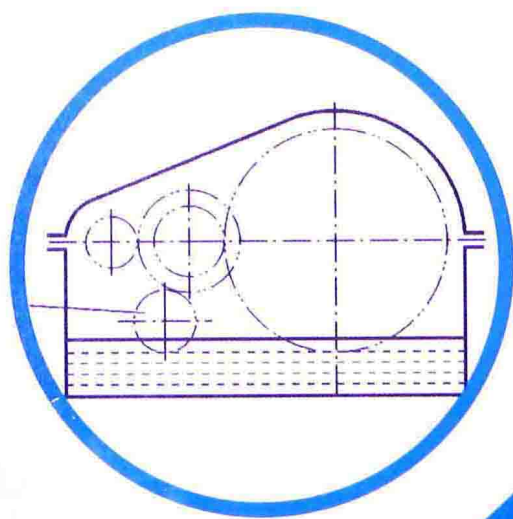




高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材
顾问 · 张 策 张福润 赵敖生

机械原理



主编◎陈周娟 宋瑞银 李 虹



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>



高等院校机械类应用型本科“十二五”创

顾问 张策 张福润 赵敖生

机械原理

主 编 陈周娟 宋瑞银 李 虹

副主编 缪丹云 张美琴 刘尚坤

参 编 张卫芬 张慧鹏 王新海

JIXIEYUANLI



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

内 容 简 介

本书是按照“宽基础,强分析,重应用”的原则,针对普通高校应用型人才而编写的教材。全书共有 12 章,包括机械原理概论、平面机构的结构分析、平面机构的运动分析、平面四杆机构、凸轮机构、齿轮机构、轮系、其他常用机构、机械中的摩擦和效率、机械系统动力学基础、机械的平衡和机械系统运动方案设计。本书对平面四杆机构、凸轮机构和齿轮机构等基本机构进行了重点讲述,也对机构的运动学和动力学进行了讲解。每章章前有内容提要,章后有思考与练习题,供师生选择练习。

本书主要适合高等学校机械类专业应用型人才培养使用,参考学时为 64~72 学时,也可供其他相关专业的师生及有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械原理/陈周娟,宋瑞银,李 虹 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2013.12
ISBN 978-7-5609-9565-6

I. ①机… II. ①陈… ②宋… ③李… 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(2013)第 299871 号

机 械 原 理

陈周娟 宋瑞银 李 虹 主编

策划编辑:俞道凯

责任编辑:刘 飞

封面设计:范翠璇

责任校对:马燕红

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321915

录 排:武汉楚海文化传播有限公司

印 刷:武汉科源印刷设计有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:16.5

字 数:419 千字

版 次:2014 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:33.00 元



华中科大出版社

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材



顾问：张策 天津大学仁爱学院

张福润 华中科技大学文华学院

赵敬生 三江学院

主任：吴昌林 华中科技大学

副主任：（排名不分先后）

潘毓学 长春大学光华学院

李杞仪 华南理工大学广州学院

王宏甫 北京理工大学珠海学院

王龙山 浙江大学宁波理工学院

魏生民 西北工业大学明德学院

（排名不分先后）

编委：（排名不分先后）

陈秉均 华南理工大学广州学院

邓乐 河南理工大学万方科技学院

王进野 山东科技大学泰山科技学院

卢文雄 贵州大学明德学院

石宝山 北京理工大学珠海学院

王连弟 华中科技大学出版社

孙立鹏 华中科技大学武昌分校

刘跃峰 桂林电子科技大学信息科技学院

宋小春 湖北工业大学工程技术学院

孙树礼 浙江大学城市学院

陈凤英 大连装备制造职业技术学院

吴小平 南京理工大学紫金学院

沈萌红 浙江大学宁波理工学院

张胜利 湖北工业大学商贸学院

邹景超 黄河科技学院工学院

陈富林 南京航空航天大学金城学院

郑文 温州大学瓯江学院

张景耀 沈阳理工大学应用技术学院

陆爽 浙江师范大学行知学院

范孝良 华北电力大学科技学院

顾晓勤 电子科技大学中山学院

胡夏夏 浙江工业大学之江学院

黄华养 广东工业大学华立学院

盛光英 烟台南山学院

诸文俊 西安交通大学城市学院

黄健求 东莞理工学院城市学院

侯志刚 烟台大学文经学院

曲尔光 运城学院

神会存 中原工学院信息商务学院

范扬波 福州大学至诚学院

林育兹 厦门大学嘉庚学院

胡国军 绍兴文理学院元培学院

睦满仓 长江大学工程技术学院

容一鸣 武汉理工大学华夏学院

刘向阳 吉林大学珠海学院

宋继良 黑龙江东方学院

吕海霆 大连科技学院

李家伟 武昌工学院

于慧力 哈尔滨石油学院

张万奎 湖南理工学院南湖学院

殷劲松 南京理工大学泰州科技学院

李连进 北京交通大学海滨学院

胡义华 广西工学院鹿山学院

张洪兴 上海师范大学天华学院

秘书 俞道凯 华中科技大学出版社

总 序

《国家中长期教育改革和发展规划纲要》(2010—2020)颁布以来,胡锦涛总书记指出:教育是民族振兴、社会进步的基石,是提高国民素质、促进人的全面发展的根本途径。温家宝总理在2010年全国教育工作会议上的讲话中指出:民办教育是我国教育的重要组成部分。发展民办教育,是满足人民群众多样化教育需求、增强教育发展活力的必然要求。目前,我国高等教育发展正进入一个以注重质量、优化结构、深化改革为特征的新时期,从1998年到2010年,我国民办高校从21所发展到了676所,在校生从1.2万人增长为477万人。独立学院和民办本科学校在拓展高等教育资源,扩大高校办学规模,尤其是在培养应用型人才等方面发挥了积极作用。

当前我国机械行业发展迅猛,急需大量的机械类应用型人才。全国应用型高校中设有机械专业的学校众多,但这些学校使用的教材中,既符合当前改革形势又适用于目前教学形式的优秀教材却很少。针对这种现状,急需推出一系列切合当前教育改革需要的高质量优秀专业教材,以推动应用型本科教育办学体制和运行机制的改革,提高教育的整体水平,加快改进应用型本科的办学模式、课程体系和教学方式,形成具有多元化特色的教育体系。现阶段,组织应用型本科教材的编写是独立学院和民办普通本科院校内涵提升的需要,是独立学院和民办普通本科院校教学建设的需要,也是市场的需要。

为了贯彻落实教育规划纲要,满足各高校的高素质应用型人才培养要求,2011年7月,华中科技大学出版社在教育部高等学校机械学科教学指导委员会的指导下,召开了高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材编写会议。本套教材以“符合人才培养需求,体现教育改革成果,确保教材质量,形式新颖创新”为指导思想,内容上体现思想性、科学性、先进性和实用性,把握行业岗位要求,突出应用型本科院校教育特色。在独立学院、民办普通本科院校教育改革逐步推进的大背景下,本套教材特色鲜明,教材编写参与面广泛,具有代表性,适合独立学院、民办普通本科院校等机械类专业教学的需要。

本套教材邀请有省级以上精品课程建设经验的教学团队引领教材的建设,邀请本

专业领域内德高望重的教授张策、张福润、赵敖生等担任学术顾问,邀请国家级教学名师、教育部机械基础学科教学指导委员会副主任委员、华中科技大学机械学院博士生导师吴昌林教授担任总主编,并成立编审委员会对教材质量进行把关。

我们希望本套教材的出版,能有助于培养适应社会发展需要的、素质全面的新型机械工程建设人才,我们也相信本套教材能达到这个目标,从形式到内容都成为精品,真正成为高等院校机械类应用型本科教材中的全国性品牌。

高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材

编审委员会

2012-5-1

前 言

本书根据应用型人才培养的特点,参照 2009 年教育部高等学校机械原理课程教学的基本要求编写。

本书的指导思想是:在加强基本理论、基本方法和基本技能培养的基础上,遵循先机构、后机器,先运动学、后动力学,先分析、后设计的原则,注重学生工程实践能力和机构创新设计能力的培养。各部分内容的论述尽可能做到深入浅出,以例题或案例引出问题及其求解方案。力求做到图形简捷、形象、直观,案例以实际应用为主。

参加本书编写的有:运城学院(陈周娟、张慧鹏、王新海)、浙江大学宁波理工学院(宋瑞银、张美琴)、华南理工大学广州学院(李虹、缪丹云)、华北电力大学科技学院(刘尚坤)和东南大学成贤学院(张卫芬)。编写分工为:陈周娟(第 1 章、第 10 章),宋瑞银(第 3 章、第 5 章),李虹(第 6 章),刘尚坤(第 2 章、第 9 章),缪丹云(第 8 章、第 12 章),张慧鹏(第 4 章),张卫芬(第 11 章),宋瑞银、张美琴、王新海(第 7 章)。本书由陈周娟、宋瑞银、李虹担任主编,陈周娟负责统稿。

本书由浙江大学宁波理工学院的沈萌红教授担任主审,承蒙沈教授认真细致地审阅,为本书提出了许多宝贵的意见和建议,对编写给予了很大的帮助,在此表示衷心的感谢!

本书在编写过程中参考了一些同类教材和著作,在此也对这些教材和著作的作者表示诚挚的谢意。另外,本书在编写及出版过程中,得到华中科技大学出版社的大力支持和帮助,在此表示感谢!

本书适合高等学校机械类专业应用型人才培养使用,参考学时为 64~72 学时,也可供其他相关专业的师生及有关工程技术人员参考。

由于编者的水平有限,时间仓促,本书错误之处在所难免,恳请专家和广大读者批评指正。联系 E-mail:chenzj06@sohu.com、ruiyinsong@163.com、317817268@qq.com。

编 者

2013 年 9 月

目 录

第 1 章 机械原理概论	(1)
1.1 机械原理的研究对象和研究内容	(1)
1.1.1 机械原理的研究对象	(1)
1.1.2 机械原理的研究内容	(3)
1.2 机械原理的课程地位和学习目的	(3)
1.2.1 机械原理的课程地位	(3)
1.2.2 学习机械原理的目的	(4)
1.3 机构学的发展动向	(4)
1.3.1 机构结构理论	(4)
1.3.2 组合机构	(4)
1.3.3 仿生机构学	(5)
1.3.4 微型机械	(5)
习题	(5)
第 2 章 平面机构的结构分析	(6)
2.1 机构的组成	(6)
2.1.1 构件	(6)
2.1.2 运动副	(6)
2.1.3 运动链	(8)
2.1.4 机构	(8)
2.2 机构运动简图	(10)
2.2.1 机构运动简图	(10)
2.2.2 运动副和构件的表示	(11)
2.2.3 绘制平面机构运动简图的方法和步骤	(13)
2.3 平面机构自由度计算及机构运动确定的条件	(15)
2.3.1 平面机构自由度计算	(15)
2.3.2 机构具有确定运动的条件	(15)
2.3.3 计算机构自由度时应注意的事项	(16)
2.4 平面机构的组成原理和结构分析	(20)
2.4.1 平面机构的组成原理	(20)
2.4.2 平面机构的结构分析	(21)
2.4.3 平面机构的高副低代	(22)
2.5 空间机构简介	(23)
习题	(24)

第 3 章 平面机构的运动分析	(28)
3.1 机构运动分析的目的和方法	(28)
3.1.1 机构运动分析的目的	(28)
3.1.2 机构运动分析的方法	(28)
3.2 用速度瞬心法对机构进行速度分析	(28)
3.2.1 速度瞬心及机构中速度瞬心的数目	(28)
3.2.2 机构中速度瞬心的确定	(29)
3.3.3 瞬心在机构速度分析中的应用	(31)
3.3 用相对运动图解法对机构进行运动分析	(33)
3.3.1 作平面运动的同一构件上两点间的运动分析	(33)
3.3.2 用移动副连接的两构件重合点间的运动分析	(36)
3.4 用解析法对机构进行运动分析	(37)
3.4.1 矢量方程解析法	(37)
3.4.2 矩阵法	(40)
3.4.3 杆组法	(41)
3.5 机构运动线图	(45)
习题	(46)
第 4 章 平面四杆机构	(48)
4.1 概述	(48)
4.2 平面四杆机构的基本形式	(49)
4.2.1 铰链四杆机构的组成	(49)
4.2.2 铰链四杆机构的基本类型	(50)
4.3 平面四杆机构的演化	(52)
4.3.1 将转动副转化为移动副	(52)
4.3.2 取不同构件为机架	(53)
4.3.3 扩大转动副尺寸	(55)
4.4 平面四杆机构的基本工作特性	(55)
4.4.1 平面四杆机构的运动特性	(55)
4.4.2 平面四杆机构的传力特性	(58)
4.5 平面四杆机构的设计	(60)
4.5.1 平面四杆机构设计的基本问题	(60)
4.5.2 按给定连杆位置设计四杆机构	(60)
4.5.3 按给定两连架杆的对应位置设计四杆机构	(62)
4.5.4 按给定的运动轨迹设计四杆机构	(64)
4.5.5 按给定的行程速比系数 K 设计四杆机构	(65)
习题	(67)
第 5 章 凸轮机构	(69)
5.1 概述	(69)

5.1.1	凸轮机构的组成及应用	(69)
5.1.2	凸轮机构的分类	(70)
5.1.3	凸轮机构的工作过程分析	(72)
5.2	从动件运动规律	(73)
5.2.1	从动件常用运动规律	(73)
5.2.2	从动件运动规律的组合	(78)
5.2.3	从动件运动规律的选择	(79)
5.3	作图法设计盘形凸轮轮廓	(80)
5.3.1	凸轮轮廓曲线设计的基本原理	(80)
5.3.2	移动从动件盘形凸轮轮廓曲线设计	(81)
5.3.3	摆动从动件盘形凸轮轮廓曲线设计	(84)
5.4	解析法设计盘形凸轮轮廓	(85)
5.4.1	移动滚子从动件盘形凸轮轮廓设计	(85)
5.4.2	对心平底从动件盘形凸轮轮廓设计	(87)
5.4.3	摆动滚子从动件盘形凸轮轮廓设计	(88)
5.5	凸轮机构基本参数的确定	(89)
5.5.1	凸轮机构压力角	(89)
5.5.2	滚子半径的选择	(92)
5.5.3	平底从动件平底长度的选择	(93)
	习题	(94)
第6章	齿轮机构	(96)
6.1	概述	(96)
6.1.1	齿轮传动的应用和特点	(96)
6.1.2	齿轮传动机构的类型	(96)
6.2	齿廓啮合基本定律	(98)
6.3	渐开线齿廓	(99)
6.3.1	渐开线的形成与性质	(99)
6.3.2	渐开线方程	(100)
6.4	渐开线标准直齿圆柱齿轮的基本参数与几何尺寸	(101)
6.4.1	齿轮各部分的名称	(101)
6.4.2	齿轮的基本参数	(102)
6.4.3	渐开线标准直齿圆柱齿轮几何尺寸的计算	(103)
6.4.4	齿条和内齿轮的尺寸	(105)
6.5	渐开线标准圆柱齿轮的啮合传动	(106)
6.5.1	渐开线齿轮的传动特性	(106)
6.5.2	渐开线齿轮的正确啮合条件	(107)
6.5.3	一对齿轮的标准安装	(108)
6.5.4	渐开线齿轮连续传动的条件	(109)

6.6	渐开线齿轮加工	(113)
6.6.1	仿形法	(113)
6.6.2	范成法	(114)
6.6.3	渐开线齿廓的根切	(115)
6.7	渐开线变位齿轮传动	(117)
6.7.1	标准齿轮的局限性	(117)
6.7.2	齿轮的变位修正	(117)
6.7.3	变位齿轮的几何形状	(118)
6.7.4	变位齿轮传动简介	(119)
6.8	斜齿圆柱齿轮传动	(122)
6.9	直齿圆锥齿轮传动	(130)
6.10	蜗杆传动机构	(133)
6.11	其他齿轮传动简介	(136)
	习题	(138)
第7章	轮系	(140)
7.1	概述	(140)
7.1.1	轮系的功用	(140)
7.1.2	轮系的分类	(141)
7.2	定轴轮系传动比	(142)
7.2.1	定轴轮系传动比大小的计算	(143)
7.2.2	首、末轮转向关系的确定	(143)
7.3	周转轮系传动比	(145)
7.3.1	周转轮系的组成	(145)
7.3.2	周转轮系传动比的计算	(146)
7.4	复合轮系传动比	(149)
7.5	行星轮系的设计	(150)
7.6	其他类型的行星传动简介	(156)
	习题	(159)
第8章	其他常用机构	(162)
8.1	棘轮机构	(162)
8.1.1	棘轮机构的工作原理、应用和特点	(162)
8.1.2	棘轮机构的类型	(163)
8.1.3	棘轮机构的设计要点	(165)
8.2	槽轮机构	(167)
8.2.1	槽轮机构的工作原理、特点和应用	(167)
8.2.2	槽轮机构的运动特性	(169)
8.3	不完全齿轮机构	(171)
8.3.1	不完全齿轮机构的工作原理和特点	(171)

8.3.2 不完全齿轮机构的设计要点	(171)
8.4 凸轮式间歇运动机构	(172)
8.4.1 凸轮式间歇运动机构工作原理和特点	(172)
8.4.2 凸轮式间歇运动机构的类型和应用	(173)
8.5 螺旋机构	(173)
8.5.1 螺旋机构的工作原理和类型	(173)
8.5.2 螺旋机构的特点和应用	(174)
8.6 万向联轴节	(175)
8.6.1 单万向联轴节	(175)
8.6.2 双万向联轴节	(177)
习题	(178)
第9章 机械中的摩擦和效率	(179)
9.1 概述	(179)
9.2 运动副中的摩擦	(179)
9.2.1 移动副中的摩擦	(179)
9.2.2 螺旋副中的摩擦	(181)
9.2.3 转动副中的摩擦	(183)
9.3 机械的效率和自锁	(185)
9.3.1 机械的效率及表达形式	(185)
9.3.2 机械系统的机械效率	(186)
9.3.3 机械的自锁	(189)
9.4 提高机械效率的途径	(191)
习题	(191)
第10章 机械系统动力学基础	(194)
10.1 概述	(194)
10.1.1 研究的内容和目的	(194)
10.1.2 作用在机械上的外力	(194)
10.1.3 机械的运转过程	(196)
10.2 机械的等效动力学模型	(197)
10.2.1 等效动力学模型的建立	(197)
10.2.2 等效力矩和等效力	(198)
10.2.3 等效转动惯量和等效质量	(198)
10.3 机械运动方程式	(199)
10.3.1 机械运动方程式的建立	(199)
10.3.2 机械运动方程式的求解	(200)
10.4 周期性速度波动	(203)
10.4.1 周期性速度波动产生的原因	(203)
10.4.2 衡量速度波动程度的参数	(204)

10.4.3 周期性速度波动的调节	(205)
10.5 非周期性速度波动简介	(208)
习题	(209)
第 11 章 机械的平衡	(211)
11.1 概述	(211)
11.1.1 机械平衡的目的	(211)
11.1.2 机械平衡研究的内容	(211)
11.2 刚性转子的平衡	(212)
11.2.1 刚性转子的静平衡	(212)
11.2.2 刚性转子的动平衡	(216)
11.3 挠性转子的动平衡简介	(222)
习题	(223)
第 12 章 机械系统运动方案设计	(224)
12.1 概述	(224)
12.1.1 机械系统设计的一般过程	(224)
12.1.2 机械系统运动方案的设计步骤	(225)
12.2 机械系统的功能原理设计	(225)
12.3 执行构件的选择及运动规律设计	(226)
12.3.1 执行机构的运动规律设计	(226)
12.3.2 执行构件的选择	(227)
12.3.3 执行机构的协调设计	(228)
12.3.4 机械运动循环图	(228)
12.4 机构的选型和组合	(232)
12.4.1 常用机构的特点	(232)
12.4.2 机构的选型	(233)
12.4.3 机构的组合方式	(234)
12.4.4 常用组合机构的类型	(239)
12.5 机械运动方案的拟定	(241)
12.5.1 机械传动系统方案的拟定原则	(241)
12.5.2 机械传动系统方案的拟定方法	(243)
12.6 机械运动方案的评价	(247)
习题	(249)
参考文献	(250)

第 1 章 机械原理概论

内 容 提 要

本章主要介绍机械原理的研究对象、研究内容、机械原理在整个课程体系中的地位和学习机械原理的目的,同时还对机械原理的学科发展动向作了简单介绍。

1.1 机械原理的研究对象和研究内容

1.1.1 机械原理的研究对象

机械原理(theory of machines and mechanisms)的研究对象是机械(machinery),机械是机器(machine)和机构(mechanism)的总称。

机械原理是机器理论与机构学的简称,是一门研究机构和机器的运动及动力特性,以及机械运动简图设计的基础技术学科。

1. 机器

在现代生产生活中,机器随处可见,如发电机、电动机、飞机、汽车、缝纫机、挖掘机、各种机床等不胜枚举。尽管这些机械的形式、构造和用途不同,但都具有三大特征:

- (1) 都是由一系列具有独立运动的单元体(也称为构件)组合而成的;
- (2) 各构件之间具有确定的相对运动;
- (3) 能够转换机械能或做有用功或处理信息,从而代替或减轻人类的劳动。

如图 1-1 所示为一个单缸四冲程内燃机,它是由气缸体 1、活塞 2、连杆 3、曲轴 4、小齿轮 5、大齿轮 6、凸轮 7、凸轮 8、顶杆 9、顶杆 10、排气阀 11 和进气阀 12 等组成。燃气推动活塞 2 做往复直线运动,经过连杆 3 转变为曲轴 4 的连续回转运动。凸轮 7、8 和顶杆 9、10 是用来启闭排气阀和进气阀的。为了保证曲轴 4 每转两周进、排气阀各启闭一次,曲轴和凸轮之间安装了齿数比为 1:2 的齿轮。这样当燃气推动活塞运动时,各构件协调动作,进气阀 12、排气阀 11 有规律的启闭,加上汽化点火等装置的配合,就把热能转化为曲轴 4 回转的机械能。

按照第三个特征机器可以分为三大类。

1) 动力机器

动力机器的功用是把某一种能量转换成机械能,或把机械能转换成其他任何一种形式的能量。如电动机、内燃机能把电能、热能变成机械能;发电机、空气压缩机能把机械能变成电能、气体的势能。

2) 工作机器

工作机器的功用只是利用机械能完成各种有用功或进行物体的搬运,不进行能量的转

换。如金属切削机床利用机械能对加工材料进行尺寸、形状等的改变;起重机、汽车、飞机等利用机械能搬运物体和人。

3) 信息机器

信息机器的功用是完成信息的传递与变换,如复印件、打印机、照相机等。

2. 机构

机构是由一些构件通过可动的连接方式组成的构件系统,它只能传递运动或转换运动,所以只具有机器三大特征的前两大特征。如图 1-1 所示的内燃机中,气缸体 1、活塞 2、连杆 3 和曲轴 4 组成一个曲柄滑块机构,可将活塞 2 的往复移动转化为曲轴 4 的连续转动。凸轮 7、顶杆 9 和气缸体 1 组成的凸轮机构,将凸轮轴的连续转动转化为顶杆的有规律的往复移动。曲轴和凸轮轴上的小齿轮 5、大齿轮 6 与气缸体 1 组成齿轮机构,使两轴保持一定的速比。

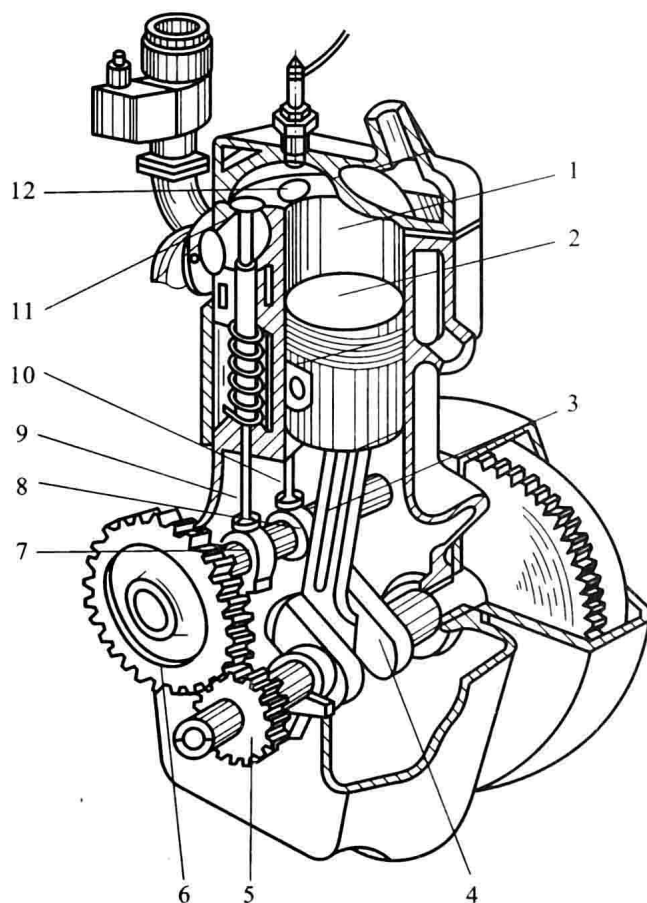


图 1-1 单缸四冲程内燃机

1—气缸体;2—活塞;3—连杆;4—曲轴;5—小齿轮;6—大齿轮;
7、8—凸轮;9、10—顶杆;11—排气阀;12—进气阀

通过以上分析可以看出,从结构和运动角度看,机器和机构是没有区别的。因此,为了简化叙述,人们常以“机械”一词作为机器和机构的总称。机器中常用的机构有:连杆机构、凸轮机构、齿轮机构和间歇运动机构等。一台机器可以包含一个或多个机构,如电动机只包含一个机构,而内燃机则包括曲柄滑块机构、凸轮机构和齿轮机构等若干个机构。

1.1.2 机械原理的研究内容

1. 机构结构分析的基本知识

主要介绍机构的组成和组成原理、机构运动简图的绘制、机构具有确定运动的条件等。机构的结构分析是为了判断机构能否实现预定的运动,而且也便于进行机构的运动和动力分析。这部分内容不仅为学生分析和合理使用现有机械提供重要的依据,而且是学生设计新机械时所需要的很重要的基础知识。本教材将在第2章介绍这部分内容。

2. 机构的运动分析和设计

主要分析研究在已知机构中,某些构件运动规律确定的条件下,其他构件上各点的运动轨迹、位移、速度和加速度问题。运动分析的目的是为机械运动性能和动力性能的研究提供依据,是了解、剖析现有机械,优化、综合新机械的必要环节。本教材将在第3章介绍这部分内容。

3. 常见机构的分析和设计

虽然机器的种类非常多,但构成各种机器的机构类型却十分有限,本教材将在第4章至第8章中分别对平面连杆机构、凸轮机构、齿轮机构、间歇运动机构等常见机构的设计理论和设计方法进行讨论。

4. 机构的动力学分析和设计

主要介绍机械在运转过程中,作用在各构件上力的大小、方向和作用点等的确定,以及机械效率确定的具体办法;研究机械在已知力作用下的真实运动规律;研究机器运转过程中速度波动的问题,调节速度波动的方法;研究机械运转过程中所产生的惯性力系的平衡问题。通过这部分内容的学习,学生将为今后的机械系统方案设计打下必要的基础。本教材将在第9、10、11章中介绍这部分内容。

5. 机械系统的方案设计

主要是在研究机构运动设计和机械动力设计的基础上,介绍机械总体方案的拟定、机械执行系统的设计、机械传动系统的设计及原动机的选择。这部分内容对学生的工程训练起着十分重要的作用,是培养学生创新思维的一个重要方面。本教材将在第12章介绍这部分内容。

1.2 机械原理的课程地位和学习目的

1.2.1 机械原理的课程地位

“机械原理”是机械专业的主干技术基础课。之所以称为技术,是因为“机械原理”要解决的是在实际环境下的工程技术问题,即如何来实现运动要求的一系列具体措施;之所以称为基础,是因为“机械原理”的研究对象并不是确定的某一类机械,而是研究机械中共有的运动规律及其设计。

“机械原理”在教学中起着承上启下的作用。一方面,它需要高等数学、普通物理、工程制图和理论力学等理论课程等作为基础;另一方面,它为机械设计和其他相关专业课程的学

习奠定了必要的基础。“机械原理”比其先修的理论课程更结合工程实际,同时它又为后续的专业课程提供了各种机械的共性问题的研究。

1.2.2 学习机械原理的目的

1. 认识和了解机械

学习本课程的首要目的是认识和了解机械。“机械原理”对机械的组成、工作原理和一些常见机构的运动等都作了基本介绍,这些都对工科专业的学生在实际生产和生活中,认识机械、了解机械有很大的帮助,而且为学生今后学习有关机械专业课打下了基础。

2. 分析和研究机械

要很好地利用机械,就需要分析和研究机械。本教材对一些常见机构的运动分析方法、设计理论和方法都作了详细介绍,为工科专业的学生分析和研究机械提供了有利的工具。同时,还介绍了一些工程方法,如图解法、实验法、反转法、等效法等。学习中要特别注意了解和掌握这些方法,只有这样,才能逐步树立起应有的工程观点,才能尽快地适应和掌握本课程的新特点、新问题和新情况,以取得事半功倍的学习效果。另外,在学习过程中,还要注意培养自己运用所学的基本理论和方法去分析和解决工程实际问题的能力。

3. 设计和创新机械

“机械原理”不仅介绍典型机构的分析和设计的基本理论与基本方法,还对机械运动方案的拟定、原动机的选择、机构的选型和组合、执行机构的协调设计等作了介绍,同时还对机构运动学和机械动力学的基本理论和基本技能作了介绍,这些都为培养学生的创造性思维和技术创新能力,为机械产品的创新设计打下良好的基础。

1.3 机构学的发展动向

机构学在广义上又称为机构和机器理论(简称机械原理)。近年来,随着宇航技术、核技术、海洋开发、医疗器械、工业机器人及微技术等高新科学技术的兴起和计算机的普遍应用,极大地促进了机构学的发展,创立了不少新理论和新方法,开拓了一些新的研究领域。

1.3.1 机构结构理论

在机构结构理论方面,主要是机构的类型综合、杆数综合和机构自由度的介绍。利用拆副、拆杆、甚至拆运动链的方法将复杂杆组化为简单杆组,以简化机构的运动分析和力分析;利用图论原理,把机构转化为矩阵符号标志,利用计算机识别方法,进行机构分类与选型;利用机构结构的键图方法,确定机构自由度和冗余度。研究满足拓扑结构要求的机构结构类型综合,如以单开链为基本单元的结构类型综合法、以回路为单元的结构类型综合法等,利用拓扑图及其矩阵表示。

1.3.2 组合机构

组合机构的研究近十几年来发展十分迅速。这种组合机构的设计方法有不少研究成果,如齿轮-连杆组合机构的运动与动力分析与综合、凸轮-连杆机构的运动精度分析与综