

“十二五”普通高等教育本科规划教材

 全国本科院校机械类 **创新型** 应用人才培养规划教材

机械设计基础



主 编 朱 玉
主 审 张 杰

适当拓宽基础兼顾各专业需求

编写均采用最新国家标准

习题类型丰富并附有部分答案



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

“十二五”普通高等教育本科规划教材
全国本科院校机械类创新型应用人才培养规划教材

机械设计基础

主 编 朱 玉
副主编 李 钢 冯 勇 马兆允
主 审 张 杰



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书是根据教育部颁发的《高等学校机械设计基础课程教学基本要求》，并按照当前以创新精神为核心教学指导思想的需要而编写的。全书共 16 章，主要内容包括：绪论，机械设计基础知识，平面机构的结构分析，平面连杆机构，凸轮机构，间歇运动机构，齿轮传动，蜗杆传动，轮系，带传动与链传动，轴与轴毂连接，轴承，螺纹连接，联轴器、离合器和制动器，弹簧，机械的调速与平衡。每章均附有教学要点、导入案例、小结和习题，并在书末附有部分习题答案。

本书可作为高等学校近机械类和非机械类专业机械设计基础课程的教材，也可作为自考教材、高职高专工科机械类、机电类专业教材，并可供相关专业的师生和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础/朱玉主编. —北京：北京大学出版社，2013.8

(全国本科院校机械类创新型应用人才培养规划教材)

ISBN 978-7-301-22957-6

I. ①机… II. ①朱… III. ①机械设计—高等学校—教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 179564 号

书 名：机械设计基础

著作责任者：朱玉 主编

策 划 编 辑：童君鑫 宋亚玲

责 任 编 辑：宋亚玲

标 准 书 号：ISBN 978-7-301-22957-6/TH·0363

出 版 发 行：北京大学出版社

地 址：北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址：<http://www.pup.cn> 新浪官方微博：@北京大学出版社

电 子 信 箱：pup_6@163.com

电 话：邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

印 刷 者：北京飞达印刷有限责任公司

经 销 者：新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 20 印张 459 千字

2013 年 8 月第 1 版 2013 年 8 月第 1 次印刷

定 价：38.00 元

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有，侵权必究

举报电话：010-62752024 电子信箱：fd@pup.pku.edu.cn

前 言

本书是根据教育部颁发的《高等学校机械设计基础课程教学基本要求》，并适应当前以创新精神为核心教学指导思想的需要，结合编者多年的教学经验及教改实践编写的。考虑工科近机械类和非机械类专业覆盖学科领域广、对机械设计基础知识要求不尽相同等特点，本书突出机械设计中的共性问题，以各种典型机构和零部件的种类、特点、应用范围、选择和设计方法为主线。在编写中，兼顾不同专业，适当拓宽基础，精选教材内容，并注重取材的先进性和实用性。与传统教材内容相比，本书具有如下特点：

1. 丰富内容表达形式：各章正文前均配有“教学要点”，为本章的教学提供参考指导；随后的“导入案例”将本章内容与具体案例结合，有利于创造学生主动学习的环境；各章最后有“小结”，采用框图形式描述内容的相互关系，有利于读者对本章知识点及重点的把握，提高学习效果；各章习题类型丰富，力求结合实际，方便训练学生掌握所学的内容，并在书末附有部分习题答案。

2. 兼顾内容的系统性：第2章内容简要地介绍了机械设计基础的相关先修知识，以弥补近机械类和非机械类专业学生不开设或少开设金属材料与热处理、极限与配合等课程的不足。

3. 机械零件设计内容的编排是以一级减速器相关零件设计顺序(齿轮→轴→轴承→连接→联轴器)为主线，例题的分析源自同一减速器的数据，强化机械设计知识的整体性。

4. 各章采用国家法定单位和最新国家标准：例如材料按照新标准采用HBW表示布氏硬度；普通V带的基准长度系列数据按照新标准表示；螺纹连接件的材料按照新标准按性能等级选用；弹簧材料按照新标准进行分类等。零件设计的公式符号也均采用最新国家标准表示。

参加本书编写的有：南京工程学院朱玉(第1、2、3、4、9章，并参与本书其余章节的编写)、李钢(第6、7、8、14章)、冯勇(第5、11、13、16章)、马兆允(第10、12、15章)。本书由朱玉担任主编，对全书统稿并定稿。李钢、冯勇、马兆允担任副主编。

本书承南京工程学院张杰教授审阅，提出了很多宝贵的意见和建议，编者在此深表感谢。

在出版本书过程中，北京大学出版社的领导和编辑给予了很大支持和帮助，并付出了辛勤劳动。编者在此谨向他们表示真挚的谢意！

由于编者水平所限，疏漏之处在所难免，殷切希望同行专家和广大读者批评指正。在使用本书的过程中如果遇到问题，请通过电子邮件(njgcy@163.com)与作者联系。

编 者

2013年4月于南京

目 录

第 1 章 绪论	1	习题	25
1.1 本课程的研究对象和主要内容	2	第 3 章 平面机构的结构分析	27
1.2 本课程的性质和任务	4	3.1 平面机构的运动简图	28
1.3 机械设计的基本要求和 一般步骤	4	3.1.1 运动副及其分类	28
1.3.1 机械设计的基本要求	4	3.1.2 构件	29
1.3.2 机械设计的一般步骤	5	3.1.3 平面机构的运动简图	29
1.4 机械设计方法及其新发展	6	3.2 平面机构的自由度	32
小结	6	3.2.1 构件的自由度和约束	32
习题	7	3.2.2 平面机构自由度计算 公式	32
第 2 章 机械设计基础知识	8	3.2.3 机构具有确定运动的 条件	32
2.1 机械零件应力及设计准则	9	3.2.4 计算平面机构自由度的 注意事项	33
2.1.1 载荷和应力	9	3.2.5 计算机构自由度的实用 意义	35
2.1.2 许用应力和极限应力	10	小结	36
2.1.3 接触应力	11	习题	37
2.1.4 机械零件的主要失效 形式和设计准则	12	第 4 章 平面连杆机构	39
2.2 机械设计中常用材料及其选择	13	4.1 概述	40
2.2.1 金属材料的力学性能 指标	13	4.2 平面四杆机构的基本形式及其 演化	41
2.2.2 常用金属材料	15	4.2.1 平面四杆机构的基本 形式	41
2.2.3 钢的热处理	16	4.2.2 铰链四杆机构的演化	43
2.2.4 机械设计中常用材料的 选用原则	18	4.3 平面四杆机构的基本特性	46
2.3 极限与配合、表面粗糙度和 优先数系	18	4.3.1 铰链四杆机构曲柄存在的 条件	46
2.3.1 极限与配合	18	4.3.2 急回特性	47
2.3.2 表面粗糙度	21	4.3.3 压力角与传动角	48
2.3.3 优先数系	23	4.3.4 死点位置	48
2.4 机械零件的工艺性和标准化	23	4.4 平面四杆机构的设计	49
2.4.1 机械零件的工艺性	23	4.4.1 按给定的行程速比系数 K 设计四杆机构	49
2.4.2 机械零件的标准化	23		
小结	25		



4.4.2 按给定的连杆位置设计四杆机构	50
4.4.3 实验法设计四杆机构	51
小结	52
习题	53
第5章 凸轮机构	55
5.1 凸轮机构的应用和分类	56
5.1.1 凸轮机构的应用	56
5.1.2 凸轮机构的分类	57
5.2 从动件的常用运动规律	58
5.2.1 凸轮运动规律简述	58
5.2.2 从动件的常用运动规律	60
5.3 图解法设计凸轮轮廓	62
5.3.1 反转法原理	62
5.3.2 直动从动件盘形凸轮轮廓曲线的绘制	62
5.3.3 摆动从动件盘形凸轮轮廓曲线的绘制	64
5.4 凸轮设计中的几个问题	65
5.4.1 凸轮机构的压力角和基圆半径	65
5.4.2 滚子半径的选择	66
小结	67
习题	68
第6章 间歇运动机构	70
6.1 槽轮机构	71
6.1.1 槽轮机构的工作原理	71
6.1.2 槽轮的主要参数及基本尺寸	72
6.2 棘轮机构	72
6.3 不完全齿轮机构和凸轮式间歇运动机构	73
6.3.1 不完全齿轮机构	73
6.3.2 凸轮式间歇运动机构	74
小结	75
习题	75
第7章 齿轮传动	77
7.1 概述	78
7.2 齿廓啮合基本定理	80
7.3 渐开线与渐开线齿廓	81
7.3.1 渐开线的形成和性质	81
7.3.2 渐开线齿廓满足齿廓啮合基本定理	82
7.3.3 渐开线齿廓的啮合特性	82
7.4 渐开线标准直齿圆柱齿轮的参数及几何尺寸计算	83
7.4.1 齿轮参数与几何尺寸计算	83
7.4.2 标准齿轮	85
7.5 渐开线直齿圆柱齿轮的啮合传动	85
7.5.1 正确啮合条件	85
7.5.2 正确安装条件和标准中心距	86
7.5.3 连续传动条件和重合度	87
7.6 渐开线圆柱齿轮的加工	87
7.6.1 渐开线齿轮加工方法	87
7.6.2 渐开线标准齿轮的根切现象以及不发生根切的最少齿数	89
7.6.3 变位齿轮	90
7.7 齿轮的失效形式及齿轮材料	91
7.7.1 齿轮轮齿的失效形式	91
7.7.2 齿轮传动的设计准则	93
7.7.3 齿轮材料及热处理	93
7.8 渐开线直齿圆柱齿轮传动的强度计算	94
7.8.1 受力和计算载荷	94
7.8.2 齿面接触疲劳强度计算	96
7.8.3 齿根弯曲强度计算	97
7.8.4 许用应力	99
7.8.5 传动参数的选择	101
7.9 平行轴渐开线斜齿圆柱齿轮传动	104
7.9.1 斜齿圆柱齿轮的形成及啮合特点	104
7.9.2 斜齿圆柱齿轮的几何参数和尺寸计算	105
7.9.3 斜齿圆柱齿轮传动的正确啮合条件	106

7.9.4 斜齿轮连续传动条件和重合度	107	8.5 蜗杆传动的强度计算	131
7.9.5 斜齿轮的当量齿轮和当量齿数	107	8.5.1 蜗杆传动的受力分析	131
7.9.6 斜齿轮圆柱齿轮的强度计算	108	8.5.2 蜗杆传动的强度计算	132
7.10 直齿圆锥齿轮传动	112	8.6 蜗杆传动的润滑和热平衡计算	133
7.10.1 直齿圆锥齿轮传动的特点及应用	112	8.6.1 蜗杆传动的润滑	133
7.10.2 直齿圆锥齿轮齿廓形成和当量齿轮	113	8.6.2 蜗杆传动的热平衡计算	133
7.10.3 直齿圆锥齿轮几何尺寸计算	114	小结	136
7.10.4 直齿圆锥齿轮的受力分析	115	习题	136
7.10.5 直齿圆锥齿轮的强度计算	115	第 9 章 轮系	139
7.11 齿轮的结构和润滑	116	9.1 轮系的类型	140
7.11.1 齿轮结构	116	9.2 定轴轮系传动比的计算	141
7.11.2 齿轮传动的润滑	117	9.3 周转轮系传动比的计算	143
小结	118	9.4 复合轮系传动比的计算	146
习题	119	9.5 轮系的应用	147
第 8 章 蜗杆传动	122	小结	151
8.1 蜗杆传动特点和类型	123	习题	152
8.2 圆柱蜗杆传动的主要参数和几何尺寸计算	124	第 10 章 带传动与链传动	155
8.2.1 圆柱蜗杆传动的主要参数	124	10.1 带传动概述	156
8.2.2 圆柱蜗杆传动的几何尺寸计算	127	10.1.1 带传动的类型	156
8.3 蜗杆传动的运动学及效率	128	10.1.2 带传动的特点	157
8.3.1 蜗杆传动的相对滑动速度	128	10.1.3 V 带的结构和标准	157
8.3.2 蜗杆传动的效率	128	10.1.4 V 带轮	158
8.4 蜗杆传动的失效形式、材料及结构	128	10.1.5 V 带传动的张紧	160
8.4.1 蜗杆传动的失效形式和设计准则	128	10.2 带传动的工作能力分析	160
8.4.2 蜗杆、蜗轮的材料	129	10.2.1 带传动的受力分析	160
8.4.3 蜗杆传动的结构	130	10.2.2 带传动的应力分析	162
		10.2.3 弹性滑动与打滑	163
		10.3 普通 V 带传动的设计计算	164
		10.3.1 单根 V 带所能传递的基本额定功率	164
		10.3.2 普通 V 带传动的设计计算	167
		10.4 其他带传动简介	171
		10.4.1 同步带	171
		10.4.2 窄 V 带	172
		10.5 链传动	172
		10.5.1 链传动概述	172
		10.5.2 滚子链和链轮	173



10.5.3	链传动的运动特性	175	12.4	液体动压径向滑动轴承简介	215
10.5.4	链传动的受力分析	176	12.5	滚动轴承的结构、类型及性能特点	215
10.5.5	链传动的设计计算	177	12.5.1	滚动轴承的结构	215
10.5.6	链传动的布置、张紧和润滑	181	12.5.2	滚动轴承的类型及性能特点	216
10.6	各种机械传动的比较	183	12.6	滚动轴承的代号及类型选择	219
小结		184	12.6.1	滚动轴承的代号	219
习题		184	12.6.2	滚动轴承类型的选择	220
第 11 章	轴与轴毂连接	186	12.7	滚动轴承的寿命计算	221
11.1	概述	187	12.7.1	失效形式及设计准则	221
11.1.1	轴的分类	187	12.7.2	寿命计算	222
11.1.2	轴的材料	188	12.8	滚动轴承的组合设计	228
11.2	轴的结构设计	189	12.8.1	固定方式	229
11.2.1	轴的基本结构要素	189	12.8.2	配合与装拆	230
11.2.2	拟定轴上零件装配方案	189	12.8.3	润滑和密封	230
11.2.3	轴上零件的固定方法	189	12.9	滑动轴承与滚动轴承的性能比较	232
11.2.4	轴的直径和长度	191	小结		233
11.2.5	轴的结构工艺	192	习题		234
11.3	轴的工作能力计算	192	第 13 章	螺纹连接	236
11.3.1	轴的强度计算	192	13.1	螺纹连接的基础知识	237
11.3.2	轴的刚度计算	194	13.1.1	螺纹的形成	237
11.4	轴毂连接	195	13.1.2	螺纹的主要参数	237
11.4.1	键连接	195	13.1.3	螺旋副的受力分析、效率和自锁	238
11.4.2	花键连接	199	13.2	螺纹的分类、特点及应用	240
11.4.3	销连接	199	13.3	螺纹连接的类型和螺纹紧固件	242
11.5	轴结构设计的综合实例	199	13.3.1	螺纹连接的基本类型	242
小结		204	13.3.2	螺纹连接件	242
习题		204	13.4	螺纹连接的预紧和防松	244
第 12 章	轴承	207	13.4.1	螺纹连接的预紧	244
12.1	滑动轴承的主要类型	209	13.4.2	螺纹连接的防松	245
12.2	滑动轴承的结构和材料	209	13.5	螺纹连接强度计算	246
12.2.1	滑动轴承的结构	209	13.5.1	普通螺栓的强度计算	246
12.2.2	滑动轴承的材料	212	13.5.2	铰制孔用螺栓连接的强度计算	250
12.3	非液体摩擦滑动轴承的设计计算	213	13.5.3	螺纹连接件的材料和许用应力	250
12.3.1	主要失效形式	213			
12.3.2	设计计算	213			

13.5.4 螺栓组设计计算实例	251	15.2 圆柱螺旋压缩(拉伸)弹簧的 设计计算	279
13.6 螺纹连接结构设计	253	15.2.1 圆柱螺旋压缩(拉伸) 弹簧的特性曲线	279
13.7 螺旋传动简介	255	15.2.2 圆柱螺旋压缩(拉伸) 弹簧的设计计算	280
小结	258	小结	283
习题	258	习题	283
第 14 章 联轴器、离合器和制动器	261	第 16 章 机械的调速与平衡	285
14.1 联轴器	262	16.1 机械运转速度波动的调节	286
14.1.1 刚性联轴器	262	16.1.1 周期性速度波动的 调节	286
14.1.2 无弹性元件的挠性 联轴器	263	16.1.2 非周期性速度波动的 调节	289
14.1.3 有弹性元件的挠性 联轴器	265	16.2 机械的平衡	289
14.1.4 联轴器的选用	266	16.2.1 机械平衡的目的与 类型	289
14.2 液力联轴器简介	267	16.2.2 刚性转子的平衡	290
14.3 离合器和制动器	268	小结	292
14.3.1 离合器	268	习题	292
14.3.2 制动器	270	附录	294
小结	271	习题答案	300
习题	271	参考文献	305
第 15 章 弹簧	273		
15.1 弹簧的类型、结构和材料	274		
15.1.1 弹簧的类型	274		
15.1.2 圆柱螺旋弹簧的结构	275		
15.1.3 弹簧的材料	277		

第 1 章

绪 论



本章教学要点

知识要点	掌握程度	相关知识
本课程的研究对象和主要内容	掌握本课程的研究对象；熟悉本课程的主要内容	机器的基本组成； 机器、机械、机构、零件、构件等概念
本课程的性质和任务	了解本课程的性质、任务	本课程的性质和任务
机械设计的基本要求和一般步骤	掌握机械设计的基本要求和一般步骤	机械设计的基本要求； 机械设计步骤的阶段和要求
机械设计方法及其新发展	了解机械设计方法及其新发展	现代设计方法类型及其特点



导入案例

机械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、石刀等最简单的工具,到杠杆、辘轳、人力脚踏车、兽力汲水车等简单工具,发展到较复杂的水力驱动、风力驱动的水碾和风车等较为复杂的机械。18世纪英国的工业革命以后,以蒸汽机、内燃机、电动机作为动力源的机械促进了制造业、运输业的快速发展,人类开始进入现代化的文明社会。20世纪电子计算机、自动控制技术、信息技术、传感技术的有机结合,使机械进入完全现代化的阶段。机器人、数控机床、高速运载工具、重型机械及其大量先进机械设备加速了人类社会的繁荣与

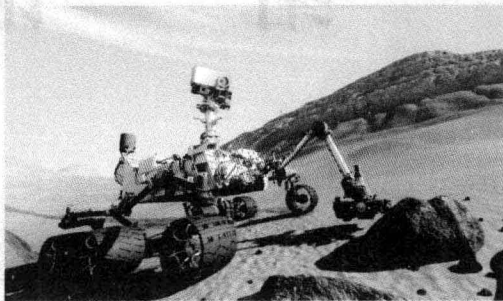


图 1.1 “好奇号”火星探测器

进步,人类可以遨游太空、登陆月球、探测火星(图 1.1 是美国宇航局的“好奇号”火星探测器于 2012 年 8 月 5 日在火星上的盖尔火山口(Gale Crater)成功着陆),可以探索辽阔的大海深处,可以在地面以下居住和通行,所有这一切都离不开机械,机械的发展已进入智能化阶段,机械已经成为现代社会生产和服务的重要因素之一。

1.1 本课程的研究对象和主要内容

人类通过长期的生产实践逐渐创造了类型繁多、功能各异的机器,如缝纫机、洗衣机、自行车、汽车、机床、机器人等。

图 1.2 所示的单缸内燃机,是由齿轮 1 与 11、连杆 2、曲轴 3、凸轮 4、顶杆 5、顶杆 6、活塞 7、气缸体(机架)8、排气阀 9、进气阀 10 等实体组成的。当燃气推动活塞时,通过连杆将运动传至曲轴,使曲轴连续转动。内燃机的基本功能就是使燃气在缸内经过进气→压缩→爆燃→排气的循环过程,将燃烧的热能转变为使曲轴转动的机械能。

图 1.3 所示的颚式破碎机,是由机架 1、偏心轴 2、动颚板 3、肘板 4、带轮 2'、定颚板 5 等组成的。偏心轴 2 与带轮 2' 固连,电动机通过传动带驱动偏心轴转动,使动颚板做平面运动,轧碎动颚板与定颚板之间的矿石。颚式破碎机就是通过动颚板的平面运动实现轧碎矿石来做有用机械功的。

又如起重运输机械、冶金矿山机械、轻纺食品机械等,它们的用途、功能要求、工作原理和构造各不相同,但一般都由原动机、执行部分及传动部分所组成。而对于较复杂和自动化程度较高的机械,往往还包括完成各种功能的操纵控制系统和信息处理、传递系统。

从上述示例可知,尽管机器的构造、用途和性能各不相同,但都有以下一些共同的特征:

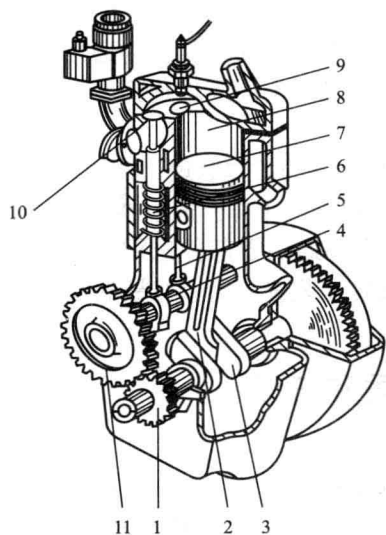
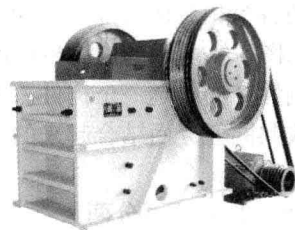
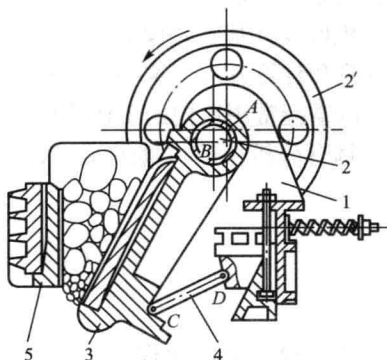


图 1.2 单缸内燃机

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



(a)



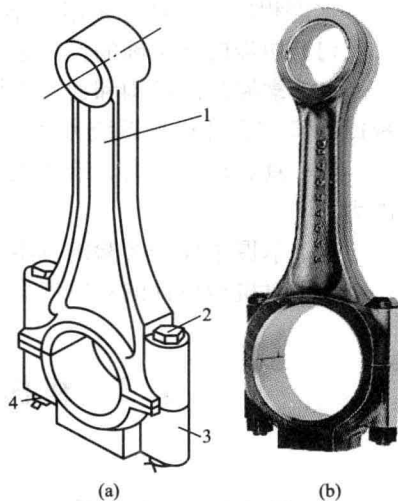
(b)

图 1.3 颚式破碎机

1—机架；2—偏心轴；2'—带轮；
3—动颚板；4—肘板；5—定颚板

- (1) 都是许多人为实物的组合。
- (2) 各实物之间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。

凡具有以上三个特征的实物组合体称为机器，仅有前两个特征的称为机构。一部机器可以包含若干个机构，如内燃机(图 1.2)中曲轴 3、连杆 2、活塞 7 和气缸体 8 组成曲柄滑块机构，曲轴 3 称为曲柄，活塞 7 即是滑块，将活塞 7 的往复移动转变为曲轴 3 的连续转动；凸轮 4、顶杆 5 和气缸体 8 组成凸轮机构，将凸轮 4 的连续转动转变为顶杆 5 的往复移动；齿轮机构用来保证曲轴 3 与凸轮 4 之间的传动比。机器也可能只含一个机构，如颚式破碎机就只含一个曲柄摇杆机构。机构在机器中起着改变运动形式、改变速度大小或改变运动方向的作用。若撇开机器在做功和能量转换方面起的作用，仅从结构和运动的观点来看，机器和机构并无区别。习惯上用“机械”作为机器和机构的总称。机器中普遍使用的机构称为常用机构，如连杆机构、凸轮机构、齿轮机构等。组



(a)

(b)

图 1.4 连杆

1—连杆体；2—螺栓；
3—连杆盖；4—螺母



成机构的各个相对运动部分称为构件。构件可以是单一的整体，也可以是若干个零件的刚性组合，如图 1.4 所示的内燃机中的连杆，它是由连杆体 1、螺栓 2、连杆盖 3、螺母 4 等零件组成的刚性结构，是一个构件。由此可知，构件是运动单元，零件是制造单元。另外，通常把为完成共同任务而结合起来的一组零件称为部件，是装配单元，如减速器、滚动轴承、联轴器等。

机器中的零件可分两大类，凡是在各种机械中都经常使用的零件称为通用零件，如螺栓、轴、齿轮、滚动轴承、弹簧等；只出现在某些专用机械中的零件称为专用零件，如活塞、曲轴、叶轮、铲斗等。

机械设计基础课程主要研究机械中常用机构和通用零件的工作原理、结构特点、基本设计理论和计算方法。这些常用机构和通用零部件构成了机器的主体。通过本课程的学习，学生可以掌握常用机构的工作原理和运动、动力特性，掌握通用零部件选用和设计的基本知识，具有分析一般机器的组成、工作原理和设计机械传动装置、简单机械的基本能力。

1.2 本课程的性质和任务

机械设计基础课程是一门培养学生具有一定机械设计能力的技术基础课程。

随着生产过程的机械化、自动化水平不断提高，机械在各个领域中的应用日益广泛。对于工程技术人员来说，必将遇到机械设备的使用、维护、管理等问题，并且需要解决技术创新中碰到的一般机械传动的设计问题。这就要求相关专业的工程技术人员，都应具备一定的机械方面的知识，以便更好地为国民经济现代化服务。

通过对本课程的学习和课程设计实践，使学生在设计一般机械传动装置或其他简单的机械方面得到初步训练，为学生进一步学习专业课程和今后从事机械设计工作打下基础。因此本课程在非机械类或近机械类专业教学计划中具有承前启后的重要作用，是一门主干课程。

本课程的主要任务是培养学生具备以下能力：

- (1) 初步树立正确的设计思想。
- (2) 掌握常用机构和通用机械零部件的设计或选用理论与方法，了解机械设计的一般规律，具有设计机械系统方案、机械传动装置和简单机械的能力。
- (3) 具有计算能力、绘图能力和运用标准、规范、手册、图册及查阅有关技术资料的能力。
- (4) 掌握本课程实验的基本知识，获得实验技能的基本训练。
- (5) 对机械设计的新发展有所了解。

1.3 机械设计的基本要求和一般步骤

1.3.1 机械设计的基本要求

机械设计就是根据生产及生活上的某种需要，规划和设计出能实现预期功能的新机械或对原有机械进行改进的创造性工作过程。机械设计是机械生产的第一步，是影响机械产

品制造过程和产品性能的重要环节。因此, 尽管设计的机械种类繁多, 但设计时都应满足下列基本要求。

1. 使用功能要求

要求所设计的机械应具有预期的使用功能, 既能保证执行机构实现所需的运动(包括运动形式、速度、运动精度和平稳性等), 又能保证组成机械的零部件工作可靠, 有足够的强度和使用寿命, 而且使用、维护方便。这是机械设计的基本出发点。

2. 工艺性要求

所设计的机械无论总体方案还是各部分结构方案, 在满足使用功能要求的前提下, 应尽量简单、实用, 在毛坯制造、机械加工与热处理、装配与维修诸方面都具有良好的工艺性。

3. 经济性要求

设计机械时, 一定要反对单纯追求技术指标而不顾经济成本的倾向。经济性要求是一个综合指标, 它体现于机械的设计、制造和使用的全过程中, 因此, 设计机械时, 应全面综合地进行考虑。

提高设计、制造经济性的措施主要有: 运用现代设计方法, 使设计参数最优化; 推广标准化、通用化和系列化; 采用新工艺、新材料、新结构; 改善零部件的结构工艺性; 合理地规定制造精度和表面粗糙度等。

4. 其他要求

例如, 劳动保护的要求, 应使机械的操作方便、安全, 便于装拆, 满足运输的要求等。

1.3.2 机械设计的一般步骤

机械设计虽然是一个创造性的工作过程, 但是也应尽可能多地利用已有的成功经验。把继承与创新结合起来才能设计出高质量的机器。一部完整的机器是一个复杂的技术系统, 它的设计过程涉及许多方面。根据人们设计机器的长期经验, 机械设计的一般步骤见表 1-1。

表 1-1 机械设计的一般步骤

设计的阶段	内容	应完成的工作
产品规划	<ol style="list-style-type: none"> 1. 根据市场需求或受用户委托, 提出设计任务; 2. 进行可行性研究; 3. 编制设计任务书 	提交可行性研究报告和设计任务书
方案设计	<ol style="list-style-type: none"> 1. 进行机器方案设计; 2. 方案评价 	提出最佳设计方案——原理图或机器运动简图
技术设计	<ol style="list-style-type: none"> 1. 设计装配草图和部件装配草图; 2. 设计、绘制零件图 3. 设计、绘制控制系统图和润滑系统图; 4. 完善机器装配图和部件装配图; 5. 编制计算说明书、使用说明书、工艺文件、外购件明细表等 	提交机器总体设计图、机器装配图及部件装配图、零件图、技术资料



(续)

设计的阶段	内容	应完成的工作
试制试验	通过试制、试验发现问题,加以改进	提出试制、试验报告,提交改进措施
投产以后	产品投产后,根据用户的意见、使用中 发现的问题以及市场的变化,做相应的 改进和更新设计	市场调查,发现问题,更新设计

1.4 机械设计方法及其新发展

机械设计的方法通常可分为两类:一类是过去长期采用的传统(或常规的)设计方法,另一类是近几十年发展起来的现代设计方法。传统设计方法是以经验总结为基础,运用力学和数学形成经验公式、图表、设计手册等作为设计的依据,通过经验公式、近似系数或类比等方法进行设计的方法。随着科学技术的迅速发展以及计算机技术的广泛应用,在传统设计方法的基础上又发展了一系列新兴的现代设计理论与方法,如优化设计、可靠性设计、计算机辅助设计、有限元、模块化设计、虚拟成品设计、并行设计、反求工程设计、人机工程设计、智能设计等。现代设计方法是综合应用现代各个领域科学技术的发展成果于机械设计领域所形成的设计方法。计算机的广泛应用和现代信息科学与技术的发展,极大并迅速地推动了现代设计方法的发展。

与传统设计方法相比,现代机械设计方法具有如下一些特点:

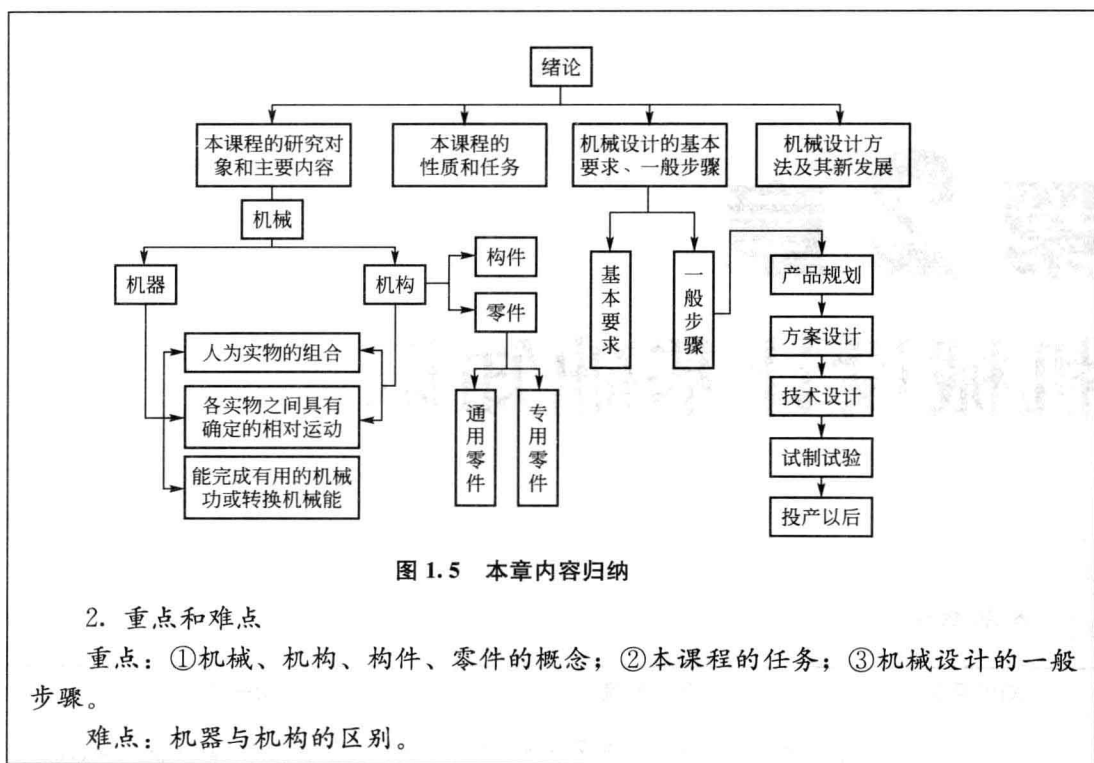
- (1) 以科学设计取代经验设计。
- (2) 以动态的设计和析取代静态的设计和析。
- (3) 以定量的设计计算取代定性的设计析。
- (4) 以变量取代常量进行设计计算。
- (5) 以注重“人一机一环境”大系统的设计准则,如人机工程设计准则、绿色设计准则,取代偏重于结构强度的设计准则。
- (6) 以优化设计取代可行性设计以及以自动化设计取代人工设计。

现代设计方法的应用将弥补传统设计方法的不足,从而有效地提高设计质量,但它并不能离开或完全取代传统设计方法。现代设计方法还将随着科学技术的飞速发展而不断地发展。

小 结

1. 内容归纳

本章内容归纳如图 1.5 所示。



习 题

- 1.1 机器、机械与机构有何不同？零件与构件又有何区别？
- 1.2 机械设计的基本要求是什么？
- 1.3 机械设计的一般步骤有哪些？
- 1.4 什么是传统设计方法？什么是现代设计方法？简述现代设计方法的特点。

第 2 章

机械设计基础知识



本章教学要点

知识要点	掌握程度	相关知识
机械零件应力及设计准则	掌握静应力、变应力及接触应力的分析； 掌握机械零件主要设计计算准则	静应力、变应力下的许用应力和极限应力分析； 机械零件失效形式
常用材料及其选择	掌握机械零件的常用材料选用原则	金属材料的力学性能指标； 常用金属材料分类及牌号； 钢的热处理工艺
极限与配合、表面粗糙度和优先数系	了解公差带的图形标注； 了解粗糙度的图形标注； 了解优先数系的基本系列	尺寸公差的基本概念、配合的分类、基孔制、基轴制； 常用加工方法得到的粗糙度值
机械零件的工艺性和标准化	了解工艺性的基本要求； 了解标准化的含义及分类	国内外部分标准或组织代号