

高等学校**应用型特色**规划教材

机械设计基础 (近机、非机类) (第2版)

	李力	向敬忠	主 编
韩泽光	罗继曼	张艳明	副主编
	王淑仁	潘尚峰	主 审



- 面向应用型人才培养
理论知识与实训内容紧密结合
- 案例导向型的内容设置
典型案例+实际工作过程+课后习题
- 立体化的教材体系
免费提供电子教案、习题答案和相关资料

清华大学出版社



高等学校应用型特色规划教材

机械设计基础 (近机、非机类) (第2版)

李力 向敬忠 主编

韩泽光 罗继曼 张艳明 副主编

清华大学出版社
北京

ISBN 978-7-302-30612-2
定价：39.00元

内 容 简 介

本书是针对高等院校应用型人才培养对该课程要求的需要,根据对少学时的教学要求而编写的。

本书是“高等学校应用型特色规划教材”系列教材之一,全书共16章,第1章概括机器的全貌、分析机器的组成;第2章补充一些力学的基本知识,可供教学选学或作为读者的参考内容;第3~6章介绍平面机构、平面连杆机构、凸轮机构、间歇运动机构等常用机构的结构;第7章介绍连接中以螺纹连接与键、销为代表的静连接;第8~11章从常规的挠性传动、齿轮传动、蜗杆传动和轮系入手研究其使用及简单的设计计算;第12~15章以轴系为代表着重进行结构设计分析,简单介绍联轴器和离合器以及弹簧;第16章介绍机械系统方案设计的基础知识。另外,每章都提供了实验与实训以及习题供读者学习时参考。

本书可作为高等学校本科和专科近机类、非机械类机械设计基础课程的教材,也可供有关工程技术人员参考使用。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础(近机、非机类)/李力,向敬忠主编. —2版. —北京:清华大学出版社,2018
(高等学校应用型特色规划教材)

ISBN 978-7-302-50619-5

I. ①机… II. ①李… ②向… 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(2018)第151318号

责任编辑:陈冬梅 张彦青

装帧设计:王红强

责任校对:周剑云

责任印制:董瑾

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62791865

印装者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:19.25 字 数:466千字

版 次:2007年5月第1版 2018年8月第2版 印 次:2018年8月第1次印刷

定 价:58.00元

产品编号:071597-01

第2版前言

为适应部分高等院校及高职高专院校向应用技术型人才培养迅速转型的趋势，特出版了“高等学校应用型特色规划教材”系列教材，本教材是高等院校机械设计系列教材之一。

“机械设计基础”课程是高等工科院校机电类、近机类各专业的一门重要的技术基础课程，具有较强的综合性和实践性。本课程在拓宽学生的知识面、培养学生适应专业能力方面具有重要的作用。通过本课程的学习，使学生具有对一般机械设备的分析、维护、改进的基本能力。

本书在满足非机械类专业对本课程要求的基础上，突出应用能力的培养，对课程的体系和内容进行了整合。教材的主要特点如下。

(1) 主要内容为机械系统的三个部分，即机械运动系统、机械传动系统、机械支撑及联接设计。全书共 16 章，突出“机械设计基础”课程的基本内容、基本理论和基本方法的学习与应用。

(2) 增加了力学基本知识，授课时可以选讲；增加机械系统运动设计与分析，介绍了进行整机设计的方法，包括选型、运动循环图等，是自动化设备设计不可缺少的基本技能。

(3) 以各种典型的机构和通用零件的种类、特点、应用范围结构的选择为重点内容，对强度计算、结构工艺结合具体的机构和零件作一般的介绍。

(4) 针对本科应用型人才的培养，着重实用和动手能力的学习和训练，加强了实训和习题的内容。

参加本书编写的有李力(1、2 章)、于宏思、纪玉杰(3、4、16 章)、穆存远(5、6 章)、罗继曼、张艳明(7、12、14、15 章)、向敬忠(8 章)、韩泽光、赵德宏(9、10、11 章)、郑夕健(13 章)。由李力、向敬忠担任主编；韩泽光、罗继曼、张艳明任副主编。

东北大学王淑仁担任本书主审，对全部内容进行了详细审阅，提出了许多宝贵意见，为提高本书质量起了很大作用，在此表示衷心的感谢。王正浩对本书的编写提出了宝贵意见，在此表示感谢。

感谢使用了本教材的广大师生、工程技术人员，恳请广大读者批评指正。

编者

目 录

第1章 绪论	1	2.4 实验与实训	25
1.1 机器的组成.....	2	2.5 习题	26
1.1.1 机器的组成和分析.....	2	第3章 平面机构的结构分析	27
1.1.2 机器的组成要素.....	3	3.1 平面机构的组成.....	28
1.2 机械设计的基本要素.....	4	3.1.1 构件.....	28
1.2.1 机械设计的基本要素.....	4	3.1.2 构件的自由度和约束.....	28
1.2.2 机械设计的一般程序.....	4	3.1.3 运动副及其分类.....	29
1.2.3 机械零件设计的一般步骤.....	5	3.2 平面机构的运动简图.....	30
1.2.4 机械零件的设计方法.....	5	3.2.1 构件与运动副的表示方法.....	30
1.3 机械零件材料选用原则.....	6	3.2.2 机构运动简图的绘制方法.....	31
1.4 机械零件的制造工艺性及标准化.....	6	3.3 平面机构的自由度.....	32
1.4.1 机械零件的工艺性.....	6	3.3.1 平面机构自由度计算公式.....	32
1.4.2 机械零件设计中的标准化.....	6	3.3.2 平面机构具有确定运动的 条件.....	33
1.5 本课程的内容、性质和任务.....	7	3.3.3 计算机构自由度时应注意的 问题.....	34
1.6 实验与实训.....	7	3.4 实验与实训.....	35
1.7 习题.....	8	3.5 习题.....	36
第2章 力学基本知识	9	第4章 平面连杆机构及其设计	39
2.1 静力学基本概念.....	9	4.1 铰链四杆机构的基本形式及应用.....	39
2.1.1 刚体.....	9	4.1.1 曲柄摇杆机构.....	40
2.1.2 力和力系.....	9	4.1.2 双曲柄机构.....	40
2.1.3 约束和约束反力.....	10	4.1.3 双摇杆机构.....	41
2.1.4 受力图.....	12	4.2 铰链四杆机构的传动特性.....	41
2.1.5 静力学基本公理.....	13	4.2.1 急回运动和行程速比系数.....	41
2.2 力系的平衡.....	13	4.2.2 压力角和传动角.....	42
2.2.1 力在轴上的投影.....	13	4.2.3 死点位置.....	43
2.2.2 平面汇交力系的合成与平衡.....	14	4.3 铰链四杆机构的曲柄存在条件.....	44
2.2.3 力对点的矩.....	15	4.4 铰链四杆机构的演化.....	45
2.2.4 力偶、力偶矩及平衡条件.....	15	4.4.1 含有一个移动副的平面 四杆机构.....	45
2.3 强度的基本知识.....	16	4.4.2 含有两个移动副的平面 四杆机构.....	47
2.3.1 杆件的拉伸与压缩.....	16		
2.3.2 材料的力学性能.....	18		
2.3.3 强度计算.....	20		
2.3.4 载荷与变应力.....	24		

4.4.3 含有偏心轮的平面四杆机构.....	47	6.3.2 凸轮间歇运动机构.....	80
4.5 平面四杆机构的设计.....	49	6.4 实训.....	82
4.5.1 图解法设计四杆机构.....	49	6.5 习题.....	82
4.5.2 实验法设计四杆机构.....	52	第7章 连接	84
4.5.3 用解析法设计四杆机构.....	53	7.1 螺纹连接.....	85
4.6 实验与实训.....	53	7.1.1 螺纹的形成和主要参数.....	85
4.7 习题.....	55	7.1.2 常用螺纹的种类、特点和 应用.....	86
第5章 凸轮机构	58	7.1.3 螺纹连接的类型、特点和 应用.....	88
5.1 凸轮机构的应用和分类.....	58	7.1.4 螺纹连接应用中注意的 几个问题.....	91
5.1.1 凸轮机构的应用.....	58	7.1.5 螺纹连接的强度计算.....	93
5.1.2 凸轮机构的分类.....	60	7.1.6 螺栓组连接的结构设计.....	98
5.1.3 凸轮机构的特点.....	61	7.1.7 螺旋传动.....	100
5.2 凸轮机构从动件运动规律分析.....	61	7.2 键连接和花键连接.....	102
5.2.1 从动件的位移线图.....	62	7.2.1 键连接的类型和应用.....	102
5.2.2 从动件的常用运动规律.....	63	7.2.2 平键连接的选择及计算.....	104
5.3 凸轮轮廓曲线的设计.....	64	7.2.3 花键连接.....	106
5.3.1 凸轮轮廓设计的反转法原理.....	64	7.3 销连接及应用.....	107
5.3.2 直动从动件盘形凸轮轮廓的 绘制.....	64	7.4 实验与实训.....	107
5.4 凸轮机构设计时应注意的几个问题.....	67	7.5 习题.....	108
5.4.1 滚子半径的选择.....	67	第8章 挠性传动	111
5.4.2 压力角.....	67	8.1 带传动.....	111
5.4.3 基圆半径.....	68	8.1.1 带传动的组成及应用.....	111
5.5 实验与实训.....	69	8.1.2 带传动的工作情况分析.....	116
5.6 习题.....	70	8.1.3 V带传动的设计和计算.....	120
第6章 间歇运动机构	73	8.2 链传动.....	125
6.1 棘轮机构.....	73	8.2.1 链传动的组成及应用.....	125
6.1.1 棘轮机构的组成和 工作原理.....	73	8.2.2 链传动的工作情况分析.....	129
6.1.2 棘轮机构的类型和应用.....	74	8.2.3 链传动的设计和计算.....	131
6.1.3 棘轮机构的主要参数和 几何尺寸.....	76	8.3 实验与实训.....	135
6.2 槽轮机构.....	77	8.4 习题.....	135
6.2.1 槽轮机构的工作原理.....	77	第9章 齿轮传动	138
6.2.2 槽轮机构的主要参数和 几何尺寸计算.....	78	9.1 概述.....	138
6.3 其他间歇运动机构.....	80	9.1.1 齿轮传动的演化.....	138
6.3.1 不完全齿轮机构.....	80	9.1.2 齿轮传动的类型及应用.....	139

9.1.3 渐开线齿廓的形成及特性.....141	10.5 蜗杆、蜗轮的结构.....178
9.2 渐开线圆柱齿轮传动.....144	10.5.1 蜗杆的结构.....178
9.2.1 一对渐开线齿轮的啮合.....144	10.5.2 蜗轮的结构.....179
9.2.2 渐开线圆柱齿轮传动的 可分性与连续性.....147	10.6 实训.....182
9.3 渐开线齿轮轮齿的加工.....148	10.7 习题.....183
9.3.1 轮齿的切削加工原理.....148	第 11 章 轮系184
9.3.2 轮齿的根切、最少齿数和 变位.....150	11.1 轮系的分类.....184
9.4 齿轮传动的强度计算.....152	11.2 定轴轮系运动分析.....185
9.4.1 齿轮传动的失效形式、 设计准则.....152	11.3 周转轮系的运动分析.....188
9.4.2 齿轮传动常用材料、 精度选择.....155	11.3.1 周转轮系的组成及类型.....188
9.4.3 直齿圆柱齿轮传动的 强度计算.....157	11.3.2 周转轮系的传动比计算.....189
9.4.4 设计参数的选择.....161	11.4 实训.....191
9.4.5 齿轮的结构.....162	11.5 习题.....192
9.4.6 其他齿轮传动简介.....165	第 12 章 轴承194
9.5 实训.....166	12.1 滑动轴承.....194
9.6 习题.....166	12.1.1 摩擦状态简介.....194
第 10 章 蜗杆传动169	12.1.2 滑动轴承类型.....195
10.1 概述.....169	12.1.3 滑动轴承的典型结构.....197
10.1.1 蜗杆传动的类型.....169	12.1.4 滑动轴承的材料.....199
10.1.2 蜗杆传动的特点及应用.....170	12.1.5 滑动轴承的润滑.....202
10.2 圆柱蜗杆传动的主要参数和 几何尺寸计算.....171	12.2 滚动轴承.....206
10.2.1 蜗杆传动的主要参数.....171	12.2.1 滚动轴承的结构与特点.....206
10.2.2 几何尺寸计算.....173	12.2.2 滚动轴承主要类型及 代号.....207
10.3 蜗杆传动的承载能力计算.....173	12.2.3 滚动轴承类型的选择.....211
10.3.1 蜗杆传动的失效形式及 设计准则.....173	12.2.4 滚动轴承的失效形式和 寿命计算.....212
10.3.2 蜗杆传动的材料及其选择.....174	12.3 新型轴承简介.....219
10.3.3 蜗杆传动的受力分析.....174	12.3.1 关节轴承.....219
10.3.4 蜗杆传动的强度计算.....175	12.3.2 直线滚动轴承.....220
10.4 蜗杆传动的热平衡计算.....177	12.3.3 陶瓷轴承.....220
10.4.1 蜗杆传动的效率.....177	12.4 实验与实训.....221
10.4.2 蜗杆传动的润滑.....177	12.5 习题.....222
10.4.3 蜗杆传动的热平衡计算.....177	第 13 章 轴224
	13.1 概述.....224
	13.1.1 轴的用途及分类.....224
	13.1.2 轴的设计要点.....226

13.1.3 轴的材料.....	226	16.1.2 机械设计的一般程序.....	263
13.2 轴的结构设计.....	228	16.2 执行系统的功能原理设计和运动设计.....	264
13.2.1 轴径的初步计算.....	228	16.2.1 机械的功能原理设计.....	264
13.2.2 轴的结构设计.....	229	16.2.2 执行构件的运动设计.....	265
13.3 轴的强度和刚度计算.....	234	16.3 执行机构系统形式设计.....	265
13.3.1 轴的强度计算.....	234	16.3.1 机构的选型.....	265
13.3.2 轴的刚度计算.....	236	16.3.2 机构的变异.....	267
13.4 实验与实训.....	240	16.3.3 机构的组合.....	268
13.5 习题.....	241	16.4 执行系统的协调设计.....	270
第 14 章 联轴器和离合器.....	244	16.4.1 执行系统的运动协调设计.....	270
14.1 联轴器.....	244	16.4.2 机械的工作循环图.....	272
14.1.1 联轴器的类型.....	245	16.5 传动系统的方案设计和原动机选择.....	273
14.1.2 联轴器的选择.....	249	16.5.1 传动类型的选择.....	274
14.2 离合器.....	250	16.5.2 传动系统的设计过程.....	276
14.3 实验与实训.....	252	16.5.3 原动机的类型及其运动参数的选择.....	276
14.4 习题.....	252	16.6 实验与实训.....	277
第 15 章 弹簧.....	254	16.7 习题.....	278
15.1 弹簧的功能与类型.....	254	附录 A 模拟考试题.....	280
15.2 圆柱螺旋弹簧.....	255	附录 B 习题参考答案.....	286
15.3 弹簧的材料和制造方法.....	257	附录 C 模拟考试题答案.....	298
15.4 实训.....	260	参考文献.....	300
15.5 习题.....	260		
第 16 章 机械系统方案设计.....	261		
16.1 概述.....	262		
16.1.1 机械系统的组成.....	262		

第 1 章 绪 论

教学目标:

机械设计基础课程是研究常用机构和通用零部件的工作原理、结构特点及基本的设计理论和设计分析的方法, 这些知识将通过一些机构和零件进行讲授。

对于一般的机器, 我们在日常生活中对其已有了不同程度的认识。但是一部机器是怎样组成的、如何完成既定的功能、其中哪些问题与本课程有关等问题, 我们可以通过对典型机械的分析来认识。

通过本章的学习, 要求学生了解本课程研究的内容、性质和任务。

教学重点和难点:

- 机器的组成及其分析方法;
- 本课程的性质、内容、学习方法;
- 机械设计的一般程序;
- 机械零件设计的一般程序;
- 机械、机器、机构、构件、零件的概念。

案例导入:

图 1-1 是一台由工业编程控制器进行控制、安全监测、质量检测、计数的 6 工位自动组装机; 它可以根据需要设计相应的夹具及工装, 代替人完成装配动作。在我们的生产、生活中有许许多多的机器, 那么哪些内容与机械设计基础课程有关, 如何认识机器、分析机器等这些将要在本书中逐步得到解答。

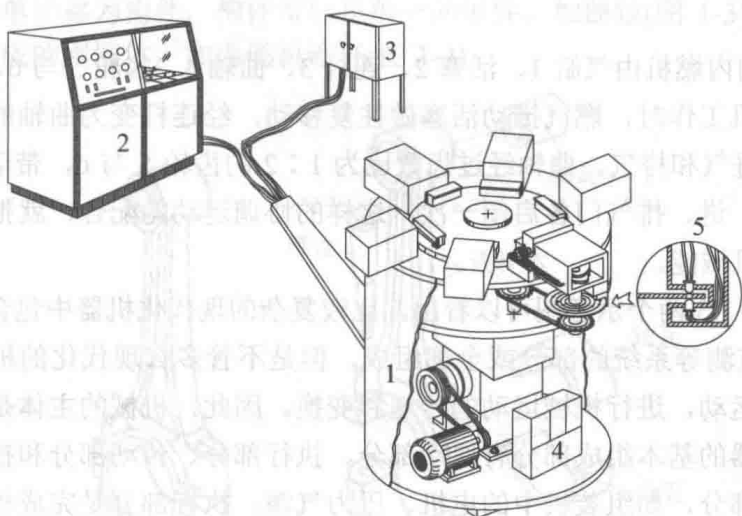


图 1-1 自动组装机

1—载物工作台; 2—PLC 控制箱; 3—电源; 4—气动控制箱; 5—信号采集发生器

1.1 机器的组成

机械制造业为人类的日常生活、各行各业生产提供了所需要的机械。机械能代替、减轻人们的体力劳动和脑力劳动,提高劳动生产率和保证产品的质量;也只有机械化的生产才能进行严格的分工和科学的管理。因此,机械的发展水平也代表了国家工业、科学技术的发展水平。

在装备制造业中,机械设计是第一步,是产品成败的关键。

1.1.1 机器的组成和分析

图 1-1 所示的 6 工位自动组装机中,各个工位根据设定的程序与动作,通过气动元件和机械运动完成相应的组装功能。载物工作台与各个工位相配合完成严格的协调动作,各工位全部完成装配动作后,由控制发出指令,工作台将转动一个工位后停止,再进行下一个动作的循环。图 1-2 为该自动组装机的传动系统图,电机 1 通过皮带传动 2 和变速箱 4 可以改变输出的转速;电磁离合器 3 则可以控制自动离合;槽轮机构 5 把工作台连续的转动运动改变为间歇运动;链条 6 与主运动同步转动带动 PLC 信号采集器 7,使信息的采集、反馈与机械的转动同步;各工位可根据需要进行结构设计,例如其中一个位置的工作装置是通过凸轮机构 8、齿轮 10 与齿条 9 完成一个工位的组装动作;夹具 11 与工装位置相对应,根据需要可以夹持或固定零件。这一系列运动的配合是通过信号的接收、信息的反馈和控制器的处理来完成的。信息采集发生器通过链传动与工作台的主轴同步转动,使整机的运动循环可以与机械传动速度的快慢同步。转动速度则通过对电机进行变频调速来完成无级变速。

图 1-3 所示的内燃机由气缸 1、活塞 2、连杆 3、曲轴 4、齿轮 5 与 6、凸轮 7 与顶杆 8 等组成。当内燃机工作时,燃气推动活塞做往复移动,经连杆变为曲轴的连续转动。凸轮与顶杆用来控制进气和排气。曲轴经过齿数比为 1:2 的齿轮 5 与 6,带动凸轮轴转动,使得曲轴每转两周,进、排气门各启闭一次。这样的协调运动的配合,就把燃气热能转变为曲轴连续旋转的机械能。

从图 1-2、图 1-3 两个示意图可以看出,比较复杂的现代化机器中包含着机械、电气、气(液)动、控制监测等系统的部分或全部组成,但是不管多么现代化的机械,在工作过程中都要执行机械运动,进行机械运动的传递和变换。因此,机械的主体是机械系统。从功能组成分析,机器的基本组成部分有原动部分、执行部分、传动部分和控制部分,原动部分是整机的驱动部分,如组装机中的电机、压力气源;执行部分是完成机器预定功能的组成部分,如组装机中的夹具、工装;传动部分完成运动形式、运动及动力参数的转变,如带传动、链传动、减速器、间歇机构等;控制部分及其他辅助系统是机器的自动化控制与管理必不可少的重要组成部分,如信号采集发生器、编程控制器等。

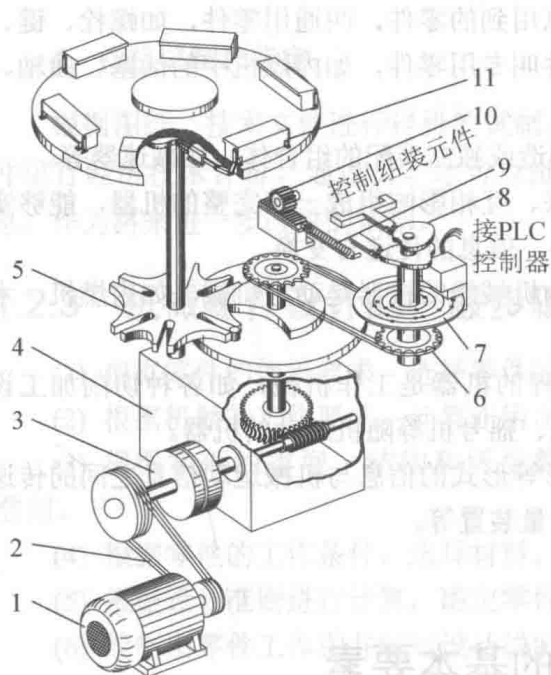


图 1-2 自动组装机传动系统

1—电机；2—皮带传动；3—电磁离合器；4—变速箱；5—槽轮机构；6—链条；7—信号采集器；8—凸轮机构；9—齿条；10—齿轮；11—夹具

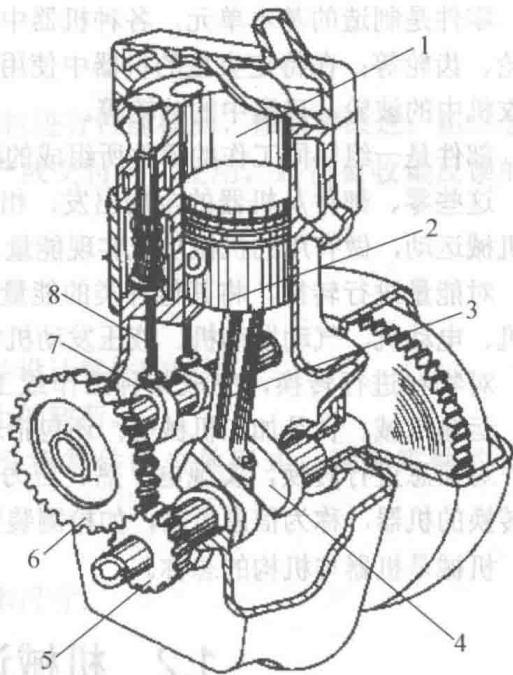


图 1-3 内燃机结构

1—气缸；2—活塞；3—连杆；4—曲轴；5—小齿轮；6—大齿轮；7—凸轮；8—顶杆

1.1.2 机器的组成要素

只能实现机械运动和力的传递与变换的装置称为机构。例如，内燃机中，由曲轴、连杆、活塞和气缸组成的曲柄滑块机构，齿轮机构，凸轮机构等。

运动的基本单元称为构件，构件可以是单一的零件，如曲轴(图 1-3)；也可以是由一些零件通过连接组成的刚性体，如内燃机连杆(图 1-4)。

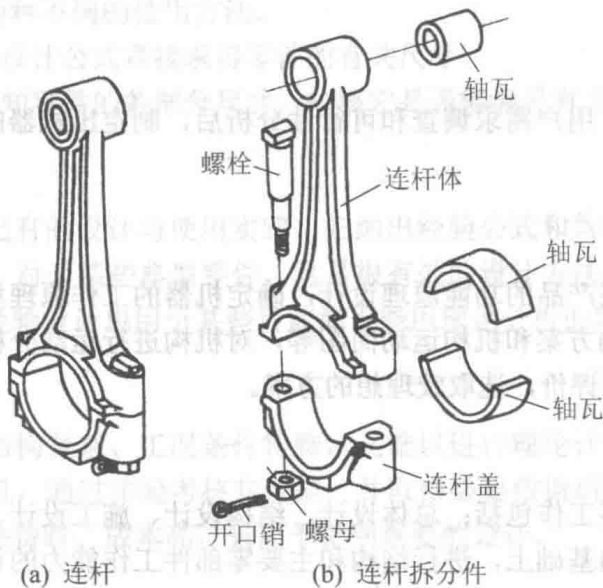


图 1-4 内燃机连杆



零件是制造的基本单元,各种机器中都可以用到的零件,叫通用零件,如螺栓、键、带轮、齿轮等;在特定类型的机器中使用的零件叫专用零件,如内燃机中的活塞、曲轴、洗衣机中的波轮、风扇中的叶轮等。

部件是一组协同工作的零件所组成的独立制造或独立装配的合体,如减速器等。

这些零、部件从机器的全局出发,相互关联、互相影响组成一部完整的机器,能够实现机械运动,做有用的机械功或实现能量、物料、信息的传递与变换。

对能量进行转换,将其他种类的能量转换为机械能的机器是动力机械,如内燃机、水轮机、电动机、气动发动机、液压发动机等。

对物料进行转换,完成某种工作或工艺过程的机器是工作机械,如各种切削加工设备、运输机械、食品加工机械等;还包括球磨机、摇号机等随机运动的机器。

对信息进行转换,实现电、热、压力、变形等形式的信息与机械运动信息之间的传递与转换的机器,称为信息机器,如检测装置、计量装置等。

机械是机器与机构的总称。

1.2 机械设计的基本要素

1.2.1 机械设计的基本要素

机械设计的目的是创造性地实现具有预期功能的新机械或改进现有机械的功能。

机械设计应满足的基本要求主要有:在实现预期使用功能的前提下,尽可能性能好、效率高、成本低,具有一定的可靠性;操作简单、维护方便、便于运输等。

1.2.2 机械设计的一般程序

机械设计的程序视具体情况而定,一般分为产品规划、方案设计、技术设计、样机试制和鉴定四个阶段。

1. 产品规划阶段

在进行市场预测、用户需求调查和可行性分析后,制定出机器的设计任务书,明确设计要求。

2. 方案设计阶段

方案设计包括机械产品的功能原理设计,确定机器的工作原理和技术要求,初步拟定机器的总体布置、传动方案和机构运动简图等,对机构进行运动分析与设计。最后从多种方案中,经优化筛选与评价,选取较理想的方案。

3. 技术设计阶段

技术设计阶段主要工作包括:总体设计、结构设计、施工设计、商品化设计、模型试验等。要在方案设计的基础上,进行结构和主要零部件工作能力的设计,完成装配图、零件图及编写设计计算说明书、使用说明书等技术文件。

4. 样机试制和鉴定

根据图纸、技术文件进行样机的试制；对样机进行性能检测、修改和改进；组织鉴定并进行经济技术评价。通过后，才可以批量投产或交付用户使用，还需要收集反馈的信息，作为将来进一步改进的依据。

1.2.3 机械零件设计的一般步骤

- (1) 根据零件的使用要求，选择零件的类型并设计零件的结构。
- (2) 根据机器的工作要求，计算作用在零件上的载荷。
- (3) 根据零件的类型、结构和所受载荷，分析零件的失效形式，确定零件的设计准则。
- (4) 根据零件的工作条件，选择材料。
- (5) 根据设计准则进行计算，确定零件的基本尺寸。
- (6) 绘制出零件工作图并编写设计说明书。

1.2.4 机械零件的设计方法

对于机械零件的设计方法，通常把过去长期采用的设计方法称为常规设计方法，近几十年发展起来的设计方法称为现代设计方法，如计算机辅助设计(CAD)、优化设计、可靠性设计、并行设计、虚拟产品设计、参数化设计等。此处仅介绍本书使用的常规设计方法。

1. 理论设计

按照机械零件的结构及其工作情况，将其简化成一定的物理模型，运用力学、弹性力学、热力学、摩擦学等理论推导出来的设计公式和用实验数据进行设计的方法称为理论设计。这些设计公式有两种不同的使用方法。

- (1) 设计计算。按设计公式直接求得零件的有关尺寸。
- (2) 校核计算。已知零件的各部分尺寸，校核它是否能满足有关的设计准则。

2. 经验设计

根据对同类零件已有的设计与使用实践，归纳出经验公式和数据，或者用类比法进行的设计称为经验设计。对于某些典型零件，这是很有效的设计方法，如箱体、机架、传动零件的结构设计等。经验设计也用于某些目前尚不能用理论分析的零件设计中。

3. 模型实验设计

对于尺寸很大、结构复杂、工况条件特殊，又难以进行理论计算和经验设计的重要零件，可采用模型或样机，通过实验考核其性能，并取得必要数据后，再根据实验结果修改原有设计。但这种方法费时、成本高，只用于特别重要的设计。



1.3 机械零件材料选用原则

机械零件常用的材料有钢、铸铁、有色金属和非金属等,常用材料的牌号、性能及热处理知识可查阅机械设计手册。

在机械设计中选择材料是一个重要环节。随着材料科学的不断发展,机械制造业对零件的要求在提高,因此设计者在选择材料时,应充分了解材料的性能和适用条件,并考虑零件的使用、工艺和经济性等要求。

1. 使用要求

为保证机械零件不失效,根据载荷作用情况,对零件尺寸的限制和零件重要程度,对材料提出强度、刚度、弹性、塑性、冲击韧性、阻尼性和吸振性等力学性能方面的相应要求。同时,考虑到零件工作环境等因素,对材料可能还有密度、导热性、抗腐蚀性、热稳定性等物理性能和化学性能方面的要求等。

2. 工艺要求

选择零件材料时必须考虑到加工制造工艺的影响。铸造毛坯应考虑材料的液态流动性、产生缩孔或偏折的可能性等;锻造毛坯应考虑材料的延展性、热脆性和变形能力等;焊接零件应考虑材料的可焊性和产生裂纹的倾向等;进行热处理的零件应考虑材料的可淬性、淬透性及淬火变形的倾向等;对于切削加工的零件应考虑材料的易切削性、切削后能达到的表面粗糙度和表面性质的变化等。

3. 经济性

从经济观点出发,在满足性能要求的前提下,应尽可能选用常规的材料,以降低材料费用。另外还应综合考虑材料的使用周期和供应情况及生产批量等因素的影响,如同一零件大量生产可考虑用铸造毛坯的方法,单件生产采用焊接方式,可以降低制造费用。

1.4 机械零件的制造工艺性及标准化

1.4.1 机械零件的工艺性

零件的工艺性是指在既定的生产条件和规模下,用较少的劳动和较低的成本把零件制造和装配出来。为此,设计者必须了解零件的制造工艺,能从材料选择、毛坯制造、机械加工、装配以及维修等环节考虑有关的工艺问题。

1.4.2 机械零件设计中的标准化

零件的标准化、部件的通用化和产品的系列化是我国实行的一项重要技术经济政策。在机械设计中,零件标准化在制造上可以实行专业化大批量集中生产,提高产品质量、降低成本、便于维修管理;在设计上可以最大化地减少设计量、缩短设计周期。我国

现行标准分为国家标准(GB)、部颁标准(如 JB、YB 等)和企业标准三级。出口产品应采用国际标准(ISO)。

通用化是在系列产品内部或跨系列的产品之间,采用同一结构和尺寸的零部件。它可以最大限度地减少产品的规格、形状、尺寸和材料品种等,实现通用互换。

系列化是将产品尺寸和结构按尺寸大小分档,按一定规律优化组合成产品系列,以减少产品型号数目,以较少的品种规格满足用户的广泛需要。

1.5 本课程的内容、性质和任务

本书将机械系统按功能组成划分为三部分,即执行系统、传动系统及联结设计。机器执行系统中普遍使用的机构有连杆机构、凸轮机构、齿轮机构和间歇机构等;传动系统中普遍使用的传动和零件齿轮传动、带传动、链传动和螺栓、轴、轴承、弹簧等。本书主要研究机器中这些常用机构和通用零件的工作原理、结构特点、基本设计原理和计算方法等。

“机械设计基础”是一门技术基础课程,通过本课程的学习,学生能获得分析、选用和维护简单机械设备的基础知识,为进一步学习专业课和今后从事相关的机械工程方面的工作打下必要的理论基础。

通过本课程的学习,应达到以下基本要求。

- (1) 了解机构的组成、运动特性,初步具有分析和设计常用机构的能力;
- (2) 初步掌握通用机械零件的工作原理、结构特点、设计计算和维护等知识,并初步具有分析机械传动装置的能力;
- (3) 初步具有运用标准、规范、手册、图册及查阅有关技术资料的能力;
- (4) 获得实验技能的初步训练。

1.6 实验与实训

实验目的

- (1) 通过对机器的分析了解机械的运动过程及实现方法。
- (2) 通过对机器的分析了解并进一步掌握机器的组成;了解机械系统的概念。

实验内容

实训 1 对图 1-3 内燃机进行分析,认识一些机构。

实训要求

以已有的知识为基础,分析内燃机内通过气体的燃烧、膨胀实现进气、排气的过程。要将运动和动力传递出去则需要将活塞的往复运动通过曲轴转换成旋转的运动,这一运动的转换是通过曲柄滑块机构完成的。同时,通过齿轮的齿数关系又实现了进气、排气、点火等动作的协调,其气门的开关动作由凸轮机构控制。

实训2 对图1-2的自动组装机进行分析。

实训要求

从机器的工作情况入手,分析机器的基本组成:①原动机包括电机和压力气源;②传动部分有带传动、链传动、齿轮传动等;③工作执行部分各种机构如:间歇机构、凸轮机构等和气动元件组成了夹具和各工位的工装;④总体运动的循环和监控由工业编程控制器完成。

实验总结

- (1) 一部机械是由多个机构组成的,机构之间的动作通过设计达到协调。
- (2) 一部机电一体化的机械,其自动控制与机械运动都是必不可少的。电器的控制及信息的接收和反馈也需要机械传动装置完成。
- (3) 系统:具有特定功能的、相互间具有有机联系的许多要素构成的一个整体,就是一个系统。一个大的系统可以由一些小的系统组成,这些小的系统称为子系统。从实现系统功能的角度看,图1-2自动组装机包括:动力系统、传动系统、执行系统、控制系统。

1.7 习 题

一、简答题

- (1) 本课程的性质和任务是什么?和以往学过的基础课程相比,本课程有什么特点?
- (2) 通过本课程学习应达到哪些要求?
- (3) 机器在经济建设中起到什么重要作用?

二、实操题

- (1) 什么是通用零件?试举例说明。
- (2) 什么是专用零件?试举例说明。
- (3) 指出汽车中若干通用零件和专用零件。
- (4) 如何合理选择机械零件材料?
- (5) 机械零件常用的设计方法有哪些?各在什么情况下采用?
- (6) 什么是机械设计中的标准化?实行标准化有何重要意义?

第2章 力学基本知识

教学目标:

在机械的各种零件、部件设计过程中,或研究整机的工作状态及功能时,都要研究机械的受力状况,即对机械承受的载荷进行受力分析,进行相关的设计计算。本章的教学目的在于使读者了解一些与本课程相关的力学知识。

教学重点和难点:

- 力的基本概念及相关知识;
- 受力分析及受力图;
- 力矩及弯矩的概念和应用。

案例导入:

把组成机械与结构的零件、部件,统称为构件。机械在工作时,构件会受到外力作用,例如汽车轮轴受到车厢与车轮传来的外力;楼房的梁承受楼板传给它的重力。若要保证机械和结构正常工作,各个构件都必须正常工作。为此,首先要求构件在受载后不被破坏,这将涉及构件的材料、形状与外力之间的关系,需要应用一些相关的力学知识去解决。

2.1 静力学基本概念

力学是研究物体机械运动一般规律的科学。机械运动是指物体在空间的位置随时间的变化,也包括变形和流动。静力学研究物体平衡的一般规律,主要研究三方面的问题:物体的受力分析、力系的简化和力系的平衡条件。

2.1.1 刚体

静力学研究的物体主要是刚体。所谓刚体是指在力作用下不变形的物体,即刚体内部任意两点间的距离保持不变。在实际问题中,任何物体在力作用下或多或少都会产生变形,如果物体变形不大或变形对所研究的问题没有实质影响,则可将物体抽象为刚体。

2.1.2 力和力系

力是物体间的相互机械作用。物体间的相互机械作用形式多种多样,如压力、摩擦力等;还有如万有引力场、电场对物体作用的万有引力和电磁力等。尽管物体间相互作用的形式和物理本质不同,但这种机械作用的效应使物体的机械运动状态发生改变,例如改变物体运动速度的大小或方向,这种效应称为力的外效应(也称为运动效应);另一种是使物体的形状发生改变,例如使梁弯曲、使弹簧伸长,这种效应称为力的内效应(也称为变形效应)。力对物体作用产生的这两种效应是同时出现的。

实践证实,力对物体作用的效应取决于力的三个要素:力的大小、力的方向和力的作用