



高等学校 **应用型特色** 规划教材

机械设计基础

(近机、非机类)

李 力 向敬忠 主 编
韩泽光 罗继曼 副主编
王淑仁 潘尚峰 主 审



赠送课件

- ◆ 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
案例导入+典型工作过程实训+课后习题
- ◆ 立体化的教材体系
免费提供电子教案、习题答案和相关设计资料



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)

李 力	向敬忠	主 编
韩泽光	罗继曼	副主编
王淑仁	潘尚峰	主 审

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是针对高等学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, 全书内容共 16 章, 从认识机器、分析机器的组成入手, 按机器的功能划分。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, 可供教学选学或供读者用作参考内容; 第 3、4、5、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 章介绍在连接中包含螺纹连接与键、销为代表的静连接; 第 8、9、10、11 章介绍机械传动从常规的挠性传动、齿轮传动、蜗杆传动和轮系入手研究其使用方法及简单的设计计算; 第 12、13、14、15 章以轴系为代表着重结构设计分析, 简单介绍联轴器与离合器和弹簧; 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 13501256678 13801310933

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; 韩泽光, 罗继曼副主编; 王淑仁, 潘尚峰主审.
—北京: 清华大学出版社, 2007.5

ISBN 978-7-302-15010-7

I. 机… II. ①李… ②向… ③韩… ④罗… ⑤王… ⑥潘… III. 机械设计—高等学校—教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 048342 号

责任编辑: 王景先 刘 颖

封面设计: 山鹰工作室

版式设计: 北京东方人华科技有限公司

责任校对: 马素伟

责任印制: 孟凡玉

出版发行: 清华大学出版社

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编: 100084

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社 总 机: 010-62770175

邮购热线: 010-62786544

投稿咨询: 010-62772015

客户服务: 010-62776969

印 刷 者: 北京国马印刷厂

装 订 者: 北京市密云县京文制本装订厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印 张: 19.25

字 数: 463 千字

版 次: 2007 年 5 月第 1 版

印 次: 2007 年 5 月第 1 次印刷

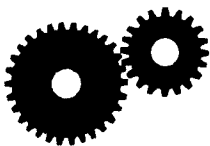
印 数: 1~4000

定 价: 27.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题, 请与清华大学出版社出版部联系调换。

联系电话: 010-62770177 转 3103

产品编号: 021326-01



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,出版“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。通过对本课程的学习,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,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3个部分,即机械运动系统、机械的传动系统及机械的支撑及联接设计。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一章,授课时可以选讲;增加机械系统运动设计与分析一章,介绍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) 对各种典型的机构和通用零件的种类、特点、应用范围和结构的选择作为重点内容,对强度计算、结构工艺结合具体的机构和零件做一般的介绍。

(4) 针对本科应用型人才的培养,加强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(第1、2章),王正浩(第2章),于宏思、纪玉杰(第3、4、16章),穆存远(第5、6章),王丹、罗继曼(第7、12、14、15章),向敬忠(第8章),韩泽光、赵德宏(第9、10、11章),郑夕健(第13章)。由李力、向敬忠担任主编;韩泽光、罗继曼任副主编。

本书由东北大学王淑仁教授和清华大学精密仪器系潘尚峰副教授主审。两位老师分别对全书内容进行了详细审阅,提出了许多宝贵意见,对保证本书质量起了很大作用,在此表示衷心的感谢。

限于水平和时间,书中难免有误漏和不足之处,恳请广大读者批评指正。

最后,衷心感谢广大读者对我们的信任与支持!如果需要**下载课件、订购教材或提出意见和建议**,可以通过以下方式与我们联系:

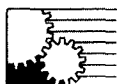


- 联系人: 王景先
- 通信地址: 清华大学校内出版社白楼 317 室 邮编: 100084
- E-mail: wangjx@tup.tsinghua.edu.cn
- 联系电话: 010-62792098 转 311
- 课件下载地址: <http://www.wenyuan.com.cn>

编 者

目 录

第 1 章 绪论.....	1	2.3.4 载荷与变应力.....	24
1.1 机器的组成.....	1	2.4 实验与实训.....	26
1.1.1 机器的组成和分析.....	2	2.5 习题.....	26
1.1.2 机器的组成要素.....	4	第 3 章 平面机构的结构分析.....	28
1.2 机械设计的基本要素.....	5	3.1 平面机构的组成.....	29
1.2.1 机械设计的基本要求.....	5	3.1.1 构件.....	29
1.2.2 机械设计的一般程序.....	5	3.1.2 构件的自由度和约束.....	29
1.2.3 机械零件设计的一般步骤.....	5	3.1.3 运动副及其分类.....	30
1.2.4 机械零件的设计方法.....	6	3.2 平面机构的运动简图.....	31
1.3 机械零件材料选用原则.....	6	3.2.1 构件与运动副的表示方法.....	31
1.4 机械零件的制造工艺性及标准化.....	7	3.2.2 机构运动简图的绘制方法.....	32
1.4.1 机械零件的工艺性.....	7	3.3 平面机构的自由度.....	33
1.4.2 机械零件设计中的标准化.....	7	3.3.1 平面机构自由度计算公式.....	33
1.5 本课程的内容、性质和任务.....	7	3.3.2 平面机构具有确定运动的条件.....	34
1.6 实验与实训.....	8	3.3.3 计算机构自由度时应注意的问题.....	34
1.7 习题.....	9	3.4 实验与实训.....	36
第 2 章 力学基本知识.....	10	3.5 习题.....	37
2.1 静力学基本概念.....	10	第 4 章 平面连杆机构及其设计.....	40
2.1.1 刚体.....	10	4.1 铰链四杆机构的基本形式及应用.....	40
2.1.2 力和力系.....	10	4.1.1 曲柄摇杆机构.....	41
2.1.3 约束和约束反力.....	11	4.1.2 双曲柄机构.....	41
2.1.4 受力图.....	12	4.1.3 双摇杆机构.....	42
2.1.5 静力学基本公理.....	13	4.2 铰链四杆机构的传动特性.....	42
2.2 力系的平衡.....	14	4.2.1 急回运动和行程速比系数.....	42
2.2.1 力在轴上的投影.....	14	4.2.2 压力角和传动角.....	43
2.2.2 平面汇交力系合成与平衡.....	14	4.2.3 死点位置.....	44
2.2.3 力对点的矩.....	15	4.3 铰链四杆机构的曲柄存在条件.....	45
2.2.4 力偶、力偶矩及平衡条件.....	16	4.4 铰链四杆机构的演化.....	46
2.3 强度的基本知识.....	16		
2.3.1 杆件的拉伸与压缩.....	17		
2.3.2 材料的力学性能.....	19		
2.3.3 强度计算.....	20		



4.4.1 含有一个移动副的平面 四杆机构.....	46	6.2 槽轮机构.....	76
4.4.2 含有两个移动副的平面 四杆机构.....	48	6.2.1 槽轮机构的工作原理.....	76
4.4.3 含有偏心轮的平面四杆机构...	49	6.2.2 槽轮机构的主要参数和 几何尺寸计算.....	77
4.5 平面四杆机构的设计.....	49	6.3 其他间歇运动机构.....	79
4.5.1 图解法设计四杆机构.....	50	6.3.1 不完全齿轮机构.....	79
4.5.2 实验法设计四杆机构.....	52	6.3.2 凸轮间歇运动机构.....	79
4.5.3 用解析法设计四杆机构.....	54	6.4 实训.....	81
4.6 实验与实训.....	54	6.5 习题.....	81
4.7 习题.....	55	第7章 连接	83
第5章 凸轮机构	58	7.1 螺纹连接.....	84
5.1 凸轮机构的应用和分类.....	58	7.1.1 螺纹的形成和主要参数.....	84
5.1.1 凸轮机构的应用.....	59	7.1.2 常用螺纹的种类、特点 和应用.....	85
5.1.2 凸轮机构的分类.....	59	7.1.3 螺纹连接的类型、特点 和应用.....	87
5.1.3 凸轮机构的特点.....	61	7.1.4 螺纹连接应用中注意的 几个问题.....	90
5.2 凸轮机构从动件运动规律分析.....	61	7.1.5 螺纹连接的强度计算.....	91
5.2.1 从动件的位移线图.....	61	7.1.6 螺栓组连接的结构设计.....	97
5.2.2 从动件的常用运动规律.....	62	7.1.7 螺旋传动.....	99
5.3 凸轮轮廓曲线的设计.....	63	7.2 键连接和花键连接.....	100
5.3.1 凸轮轮廓设计的 反转法原理.....	63	7.2.1 键连接的类型和应用.....	100
5.3.2 直动从动件盘形凸轮 轮廓的绘制.....	64	7.2.2 平键连接的选择及计算.....	103
5.4 凸轮机构设计中应注意的几个问题...	66	7.2.3 花键连接.....	104
5.4.1 滚子半径的选择.....	66	7.3 销连接及应用.....	105
5.4.2 压力角.....	67	7.4 实验与实训.....	106
5.4.3 基圆半径.....	67	7.5 习题.....	107
5.5 实验与实训.....	68	第8章 挠性传动	109
5.6 习题.....	69	8.1 带传动.....	109
第6章 间歇运动机构	72	8.1.1 带传动的组成及应用.....	110
6.1 棘轮机构.....	72	8.1.2 带传动的工作情况分析.....	113
6.1.1 棘轮机构的组成和 工作原理.....	72	8.1.3 V带传动的设计和计算.....	117
6.1.2 棘轮机构的类型和应用.....	73	8.2 链传动.....	122
6.1.3 棘轮机构的主要参数和 几何尺寸.....	75	8.2.1 链传动的组成及应用.....	123
		8.2.2 链传动的工作情况分析.....	127
		8.2.3 链传动的设计和计算.....	128



8.3 实验与实训.....	132	10.3.1 蜗杆传动的失效形式 及设计准则.....	170
8.4 习题.....	132	10.3.2 蜗杆传动的材料 及其选择.....	171
第9章 齿轮传动.....	135	10.3.3 蜗杆传动的受力分析.....	171
9.1 概述.....	135	10.3.4 蜗杆传动的强度计算.....	172
9.1.1 齿轮传动的历史沿革.....	136	10.4 蜗杆传动的热平衡计算.....	173
9.1.2 齿轮传动的类型及应用.....	136	10.4.1 蜗杆传动的效率.....	173
9.1.3 渐开线齿廓的形成 及特性.....	138	10.4.2 蜗杆传动的润滑.....	174
9.2 渐开线圆柱齿轮传动.....	141	10.4.3 蜗杆传动的热平衡计算.....	174
9.2.1 一对渐开线齿轮的啮合.....	141	10.5 蜗杆、蜗轮的结构.....	175
9.2.2 渐开线圆柱齿轮传动的 可分性与连续性.....	144	10.5.1 蜗杆的结构.....	175
9.3 渐开线齿轮轮齿的加工.....	145	10.5.2 蜗轮的结构.....	175
9.3.1 轮齿的切削加工原理.....	145	10.6 实训.....	179
9.3.2 轮齿的根切、最少齿数 和变位.....	146	10.7 习题.....	179
9.4 齿轮传动的强度计算.....	148	第11章 轮系.....	181
9.4.1 齿轮传动的失效形式、 设计准则.....	148	11.1 轮系的分类.....	181
9.4.2 齿轮传动常用材料、 精度选择.....	151	11.2 定轴轮系运动分析.....	182
9.4.3 直齿圆柱齿轮传动的 强度计算.....	154	11.3 周转轮系的运动分析.....	185
9.4.4 设计参数的选择.....	158	11.3.1 周转轮系的组成及类型.....	185
9.4.5 齿轮的结构.....	158	11.3.2 周转轮系的传动比计算.....	186
9.4.6 其他齿轮传动简介.....	161	11.4 实训.....	188
9.5 实训.....	162	11.5 习题.....	188
9.6 习题.....	163	第12章 轴承.....	191
第10章 蜗杆传动.....	166	12.1 滑动轴承.....	191
10.1 概述.....	166	12.1.1 摩擦状态简介.....	192
10.1.1 蜗杆传动的类型.....	166	12.1.2 滑动轴承类型.....	192
10.1.2 蜗杆传动的特点与应用.....	167	12.1.3 滑动轴承的典型结构.....	194
10.2 圆柱蜗杆传动的主要参数和 几何尺寸计算.....	168	12.1.4 滑动轴承的材料.....	196
10.2.1 蜗杆传动的主要参数.....	168	12.1.5 滑动轴承的润滑.....	199
10.2.2 几何尺寸计算.....	170	12.2 滚动轴承.....	202
10.3 蜗杆传动的承载能力计算.....	170	12.2.1 滚动轴承的结构与特点.....	202
		12.2.2 滚动轴承主要类型 及代号.....	203
		12.2.3 滚动轴承类型选择.....	207
		12.2.4 滚动轴承的失效形式 和选择计算.....	208



12.2.5 滚动轴承的静强度计算.....	213	15.4 实验与实训.....	255
12.3 新型轴承简介.....	215	15.5 习题.....	256
12.3.1 关节轴承.....	215	第 16 章 机械系统方案设计.....	257
12.3.2 直线滚动轴承.....	216	16.1 概述.....	258
12.3.3 陶瓷轴承.....	216	16.1.1 机械系统的组成.....	258
12.4 实验与实训.....	217	16.1.2 机械设计的 一般程序.....	259
12.5 习题.....	218	16.2 执行系统的功能原理设计 和运动设计.....	260
第 13 章 轴.....	221	16.2.1 机械的功能原理设计.....	260
13.1 概述.....	221	16.2.2 执行构件的运动设计.....	261
13.1.1 轴的用途及分类.....	221	16.3 执行机构系统型式设计.....	261
13.1.2 轴的设计要点.....	223	16.3.1 机构的选型.....	262
13.1.3 轴的材料.....	224	16.3.2 机构的变异.....	263
13.2 轴的结构设计.....	225	16.3.3 机构的组合.....	264
13.2.1 轴径的初步计算.....	226	16.4 执行系统的协调设计.....	266
13.2.2 轴的结构设计.....	227	16.4.1 执行系统的运动 协调设计.....	266
13.3 轴的强度和刚度计算.....	231	16.4.2 机械的工作循环图.....	268
13.3.1 轴的强度计算.....	231	16.5 传动系统的方案设计和 原动机选择.....	269
13.3.2 轴的刚度计算.....	233	16.5.1 传动类型的选择.....	269
13.4 实验与实训.....	237	16.5.2 传动系统的设计过程.....	271
13.5 习题.....	239	16.5.3 原动机的类型及其运动 参数的选择.....	272
第 14 章 联轴器和离合器.....	241	16.6 实验与实训.....	272
14.1 联轴器.....	241	16.7 习题.....	274
14.1.1 联轴器的类型.....	242	附录 A 模拟考试题.....	276
14.1.2 轴器的选择.....	245	附录 B 习题参考答案.....	282
14.2 离合器.....	246	附录 C 模拟考试题答案.....	295
14.3 实验与实训.....	248	参考文献.....	297
14.4 习题.....	249		
第 15 章 弹簧.....	250		
15.1 弹簧的功能与类型.....	250		
15.2 圆柱螺旋弹簧.....	251		
15.3 弹簧的材料和制造方法.....	253		

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?等等。对于这些问题,我们可以通过对典型机械的分析来认识。

通过本章的学习,要求读者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、内容以及学习方法。
- 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、构件以及零件的概念。

案例导入:

如图 1-1 所示的是一台自动组装机,由工业编程控制器进行控制、安全监测、质量检测、计数的六工位组装机;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,有哪些内容和机械设计基础课程有关?如何认识机器、分析机器?这些将要在本书的内容中逐步得到解答。

1.1 机器的组成

机械制造业为人类提供了日常生活、各行各业生产所需要的机械。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。

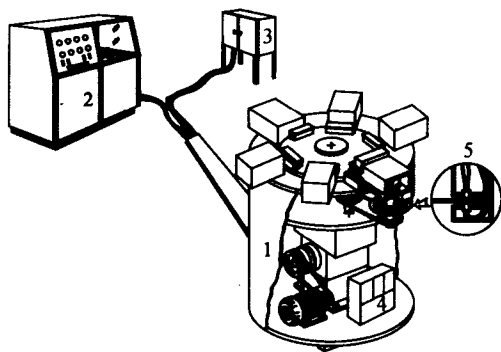


图 1-1 自动组装机

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

1.1.1 机器的组成和分析

在如图 1-1 所示的自动组装机中,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其相应的组装功能。载物工作台与各个工位相配合完成严格的协调动作,只有在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 所示为自动组装机的传动系统图,电机 1 通过皮带 2 和变速箱 4 可以将电机的转速改变;电磁离合器 3 则可以通过控制自动离合;槽轮机构 5 把连续的转动运动改变为工作台的间歇运动;链传动 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;各工位可根据需要设计结构,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 组成,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。信息采集发生器通过链传动与工作台的主轴同步转动,这样使整机的运动循环可以随机械传动速度的快慢同步进行。转动速度通过对电机进行变频调速来完成无级变速。

如图 1-3 所示的内燃机由气缸 1、活塞 2、连杆 3、曲轴 4、小齿轮 5 与大齿轮 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。

从以上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的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对机器的自动化控制与管理是必不可少的重要组成部分,如信号采集发生器、编程控制器。

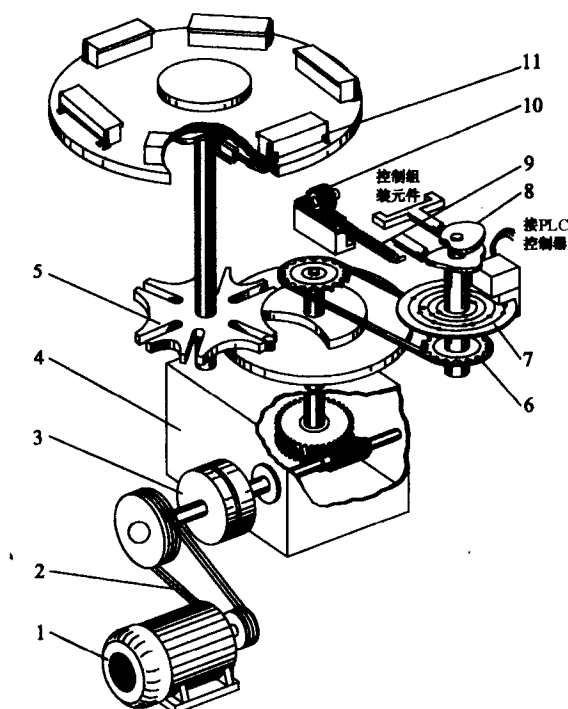


图 1-2 自动组装机传动系统图

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

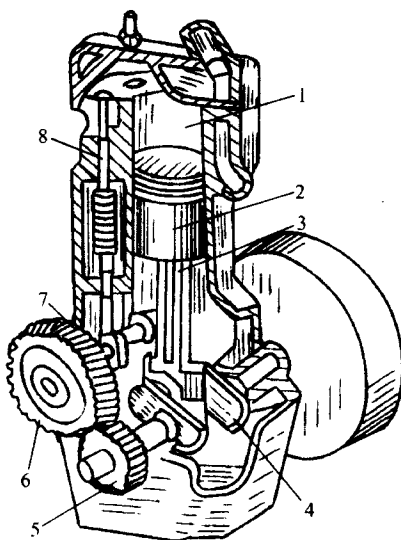


图 1-3 内燃机结构图

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(如图 1-3 所示),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(如图 1-4 所示)。

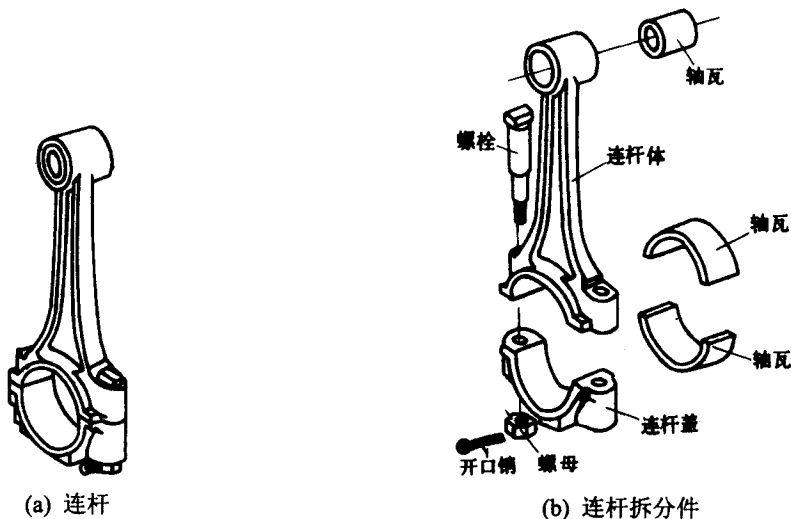


图 1-4 内燃机连杆

零件是制造的基本单元,在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组合物,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。

一部完整的机器都是由一个或一些机构组成,能够实现机械运动,做有用的机械功或实现能量、物料、信息的传递与变换的装置。

对能量进行转换,实现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、气动马达、液压马达等。

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器,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 机械设计的基本要求

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；应考虑到操作方便、维护简单、便于运输等。

1.2.2 机械设计的一般程序

设计机械的程序视具体情况而定，一般分为产品规划、方案设计、技术设计和加工设计四个阶段。

1. 产品规划阶段

在根据市场预测、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

方案设计包括了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。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

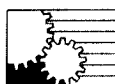
主要工作包括：总体设计、结构设计、施工设计、商品化设计、模型试验等。要在方案设计的基础上，进行结构和主要零部件工作能力的设计，完成装配图、零件图及编写设计计算说明书、使用说明书等技术文件。

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

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。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。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。

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, 由于零件工作环境等其他需求, 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；对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，应尽可能选用价廉的材料，以降低材料费用。另外，还应综合考虑到生产批量等因素的影响，如大量生产宜用铸造毛坯；单件生产采用焊接件，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，能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。

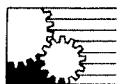
在机械设计中零件标准化，在制造上可以实行专业化大批量集中生产，提高产品质量，降低成本，便于维修管理；在设计上可以减少设计量和设计周期。我国现行标准分为国家标准(GB)、部颁标准(如 JB、YB 等)和企业标准三级。出口产品应采用国际标准(ISO)。

通用化是在系列产品内部或在跨系列的产品之间，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

按机械系统的功能组成划分为三部分，即机械的执行系统、机械的传动系统以及机械的连接设计。机器执行系统中普遍使用的机构如连杆机构、凸轮机构、齿轮机构和间歇机构等。机械中普遍使用的传动和零件，例如齿轮传动、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。

《机械设计基础》是一门技术基础课程,通过对本课程的学习,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

- 通过对机器的分析,了解机械的运动过程及实现的方法。
- 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 对如图 1-3 所示的内燃机进行分析,认识一些机构。

实训要求

用已有的知识为基础,分析内燃机的运动来源于气体的燃烧、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转动旋转的运动,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 对如图 1-2 所示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原动机包括了电机和压力气源;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。

实训总结

- (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