



普通高等教育“十三五”规划教材
普通高等院校机电工程类规划教材

机械设计基础

郭润兰 主编

清华大学出版社

普通高等院校机电工程类规划教材

机械设计基础

郭润兰 主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

《机械设计基础》是根据高等院校人才培养目标、教育部制定的机械设计基础课程教学基本要求和最新国家标准,并总结多年的教学经验和教改实践经验编写而成。

全书共分 15 章,较详尽地介绍了机械设计常用的基础知识,包括:常用机构的类型、特点、功用及其在实践中的应用,以及常用机构设计的基本知识及其运动学与力学特性的分析方法;常用机械零件设计的基本知识及选用原则;互换性与测量技术基础知识;机械系统方案设计。本书针对我国“卓越工程师教育培养计划”的实施,在体系和章节内容的安排上作了精心地编排。各章中配有相应的例题、习题以及必要的资料。

本书主要作为高等工科院校近机械类各专业机械设计基础课程的教材,较适宜的授课学时为 80 学时左右。也可供有关专业的教师、学生和工程技术人员参考使用。

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/郭润兰主编. —北京:清华大学出版社,2018

(普通高等院校机电工程类规划教材)

ISBN 978-7-302-50054-4

I. ①机… II. ①郭… 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 086683 号

责任编辑:许 龙 赵从棉

封面设计:傅瑞学

责任校对:刘玉霞

责任印制:丛怀宇

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

印装者:三河市吉祥印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:24

字 数:581 千字

版 次:2018 年 8 月第 1 版

印 次:2018 年 8 月第 1 次印刷

定 价:55.00 元

产品编号:076551-01

前 言

本书是编者根据高等院校人才培养目标、教育部制定的机械设计基础课程教学基本要求和最新国家标准,并总结多年的教学经验和教改实践经验编写而成。

本书作为面向 21 世纪机械学科新课程体系的一门技术基础课教材,具有如下特色:

(1) 针对机械工程学科新课程体系改革的需要和非机械类专业面广、学时少的特点,精选内容,突出机械设计的基本知识、基本理论和基本设计方法,淡化公式推导,加强提出问题、分析问题和解决问题能力的培养。

(2) 为配合“卓越工程师教育培养计划”,在教材内容上作了适当的调整。

(3) 通过简要介绍课程的性质、任务、内容等背景和适当介绍本学科的新知识、新成果及新发展,激发学生的求知欲和学习兴趣。

(4) 在内容的编排上,先介绍机械的总体设计,然后着重介绍组成机械的机构、零件及部件的设计,最后在“机械系统运动方案设计”一章,介绍机械系统运动方案设计的方法和步骤,加强了整体机械系统的分析、设计,使学生能结合实际问题,综合运用本课程的知识,拟定机械传动方案和机构方案。此外,还有选择地介绍了现代设计方法,以扩大学生的设计视野。

(5) 全书内容覆盖面广、概念清楚。为配合非机械类专业缺乏“互换性与测量技术”的知识,在本书的编写中专门有一章介绍互换性与测量技术的基础知识,并采用最新颁布的有关国家标准、规范。

本书注重理论联系实际,注重培养学生提出问题、分析问题和解决问题的方法和能力,使学生学会灵活运用所学知识,解决具体机构、一般机械及零件、部件的设计,并不断提高创新能力。本书有比较强的通用性,适合于近机类及非机械类各专业使用,教学时可根据不同专业学时数对本书内容作适当的取舍,以适应近机类及非机械类各专业课程体系的教学。

本书由郭润兰统稿,第 1~5、8、14、15 章由郭润兰编写;第 6 章由王彩红编写;第 7 章由杨东亚编写;第 9 章由刘洪芹、李书环编写;第 10、11 章由郭润兰、刘洪芹编写;第 12、13 章由李朝晖、王莉静编写。

衷心感谢清华大学出版社为此书出版付出辛勤劳动的所有编辑;同时向直接或者间接为教材撰写、为教学课件中所引素材做出贡献的专家学者表示诚挚的谢意!

由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,殷切希望读者批评指正。

郭润兰

2018 年 8 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 机械设计基础课程的研究对象及内容	1
1.1.1 机械设计基础课程的研究对象	1
1.1.2 机械设计基础课程的内容、特点和任务	3
1.2 机械设计的基本要求和一般程序	4
1.2.1 机械设计的基本要求	4
1.2.2 机械设计的主要内容	6
1.2.3 机械设计的一般程序	6
1.3 机械零件的主要失效形式和设计准则	7
1.3.1 机械零件的主要失效形式	7
1.3.2 机械零件的设计准则	7
1.3.3 机械零件设计的一般步骤	8
习题	9
第 2 章 平面机构的结构分析	10
2.1 机构的组成	10
2.2 平面机构的运动简图	13
2.2.1 机构运动简图	13
2.2.2 机构运动简图的绘制	14
2.3 平面机构的自由度	16
2.3.1 平面机构自由度计算公式	16
2.3.2 计算平面机构自由度时的注意事项	17
2.3.3 机构具有确定运动的条件	22
习题	23
第 3 章 平面连杆机构	25
3.1 概述	25
3.2 平面四杆机构的基本类型及其演化	26
3.2.1 铰链四杆机构的基本类型	26
3.2.2 铰链四杆机构的演化	29
3.3 平面四杆机构的基本特性	33
3.3.1 铰链四杆机构存在曲柄的条件	33
3.3.2 急回特性	36

3.3.3 传力分析	38
3.4 平面四杆机构的图解法设计	42
3.4.1 按给定连杆位置设计四杆机构	42
3.4.2 按给定行程速比系数 K 设计四杆机构	43
3.4.3 给定两连架杆的对应位置设计四杆机构	45
3.5 平面四杆机构的解析法设计	46
3.5.1 按给定连杆位置设计四杆机构	46
3.5.2 按给定行程速比系数 K 设计四杆机构	47
3.5.3 给定两连架杆的对应位置设计四杆机构	48
3.6 多杆机构简介	50
习题	54
第4章 凸轮机构	56
4.1 凸轮机构的应用和分类	56
4.1.1 凸轮机构的组成	56
4.1.2 凸轮机构的应用	56
4.1.3 凸轮机构的分类	57
4.2 凸轮机构从动件常用的运动规律	61
4.2.1 凸轮机构中的相关名词术语	61
4.2.2 凸轮机构从动件常用的运动规律	62
4.2.3 凸轮机构从动件运动规律的选择	65
4.3 盘形凸轮轮廓曲线的图解法设计	66
4.3.1 盘形凸轮轮廓曲线设计的基本原理	66
4.3.2 盘形凸轮轮廓曲线图解法设计	67
4.4 盘形凸轮轮廓曲线的解析法设计	70
4.5 凸轮机构设计应注意的问题	74
4.5.1 凸轮机构压力角	75
4.5.2 凸轮基圆半径的确定	75
4.5.3 滚子半径的确定	76
习题	78
第5章 其他机构	80
5.1 棘轮机构	80
5.1.1 棘轮机构的工作原理及类型	80
5.1.2 棘轮机构的特点及应用	82
5.1.3 棘轮机构的主要参数	83
5.2 槽轮机构	84
5.2.1 槽轮机构的工作原理及类型	84
5.2.2 槽轮机构的特点及应用	85

5.2.3 槽轮机构的主要参数	86
5.3 螺旋机构	88
5.3.1 螺旋机构的组成及工作原理	88
5.3.2 螺旋机构的特点及应用	88
5.4 不完全齿轮机构	90
5.4.1 不完全齿轮机构的组成及工作原理	90
5.4.2 不完全齿轮机构的特点及应用	90
5.5 非圆齿轮机构	91
5.5.1 非圆齿轮机构的组成及工作原理	91
5.5.2 非圆齿轮机构的特点及应用	91
5.6 凸轮式间歇运动机构	92
5.6.1 凸轮式间歇运动机构的组成及工作原理	92
5.6.2 凸轮式间歇运动机构的特点及应用	93
5.7 万向联轴器	93
5.7.1 万向联轴器的组成及工作原理	93
5.7.2 万向联轴器的特点及应用	93
习题	94
第 6 章 连接	95
6.1 概述	95
6.1.1 铆接	95
6.1.2 焊接	96
6.1.3 胶接	96
6.2 螺纹	97
6.2.1 螺纹的形成和类型	97
6.2.2 螺纹的参数	99
6.3 螺旋副的受力分析、效率与自锁	99
6.3.1 矩形螺纹	99
6.3.2 三角形螺纹	100
6.4 螺纹连接的主要类型和螺纹连接件	101
6.4.1 螺纹连接的类型	101
6.4.2 螺纹连接件的种类	102
6.4.3 螺纹连接件的材料和许用应力	103
6.5 螺纹连接的预紧和防松	105
6.5.1 螺纹连接的预紧	105
6.5.2 螺纹连接的防松	105
6.6 螺纹连接的强度计算	107
6.6.1 普通螺栓的强度计算	107
6.6.2 铰制孔螺栓连接的强度计算	110

6.7	螺栓连接的结构设计	111
6.8	螺旋传动	112
6.8.1	螺旋传动机构的类型	112
6.8.2	滚动螺旋传动	113
6.9	键连接和花键连接	115
6.9.1	键连接的类型和工作原理	115
6.9.2	键的选择和强度校核	118
6.9.3	花键连接	120
6.10	销连接和过盈连接	121
6.10.1	销连接	121
6.10.2	过盈连接	123
	习题	123
第7章	几何量公差基础	125
7.1	概述	125
7.1.1	互换性与公差	125
7.1.2	标准化与优先数系	126
7.2	孔、轴公差与配合	127
7.2.1	基本术语及其定义	127
7.2.2	常用尺寸孔、轴极限与配合标准	131
7.2.3	常用尺寸孔、轴公差与配合的选择	136
7.3	几何公差	137
7.3.1	概述	137
7.3.2	几何公差的标注	139
7.3.3	几何公差带	142
7.3.4	几何公差的选择	153
7.4	表面粗糙度轮廓	156
7.4.1	表面粗糙度轮廓对零件工作性能的影响	156
7.4.2	表面粗糙度轮廓的评定	156
7.4.3	表面粗糙度符号及其标注	158
7.4.4	示例	159
7.5	典型零件的公差与配合	160
7.5.1	平键连接的互换性	160
7.5.2	滚动轴承的互换性	161
7.5.3	齿轮传动的精度及互换性	163
7.5.4	综合举例	171
	习题	173

第 8 章 带传动与链传动	175
8.1 带传动类型及其应用	175
8.1.1 带传动的组成	175
8.1.2 带传动的特点	175
8.1.3 带传动的类型	175
8.2 V 带结构与 V 带轮的设计	176
8.2.1 V 带结构	176
8.2.2 V 带轮的设计	178
8.3 带传动工作情况分析	182
8.3.1 带传动的受力分析	182
8.3.2 带传动的应力分析	184
8.3.3 带的弹性滑动与打滑	185
8.4 普通 V 带传动的设计计算	186
8.4.1 带传动的失效形式和设计准则	186
8.4.2 单根普通 V 带的基本额定功率	186
8.4.3 V 带传动的设计计算和参数选择	188
8.5 链传动	192
8.5.1 链传动的组成	192
8.5.2 链传动的特点和应用	192
8.5.3 链条	193
8.5.4 链轮	194
8.5.5 链传动的运动不均匀性	195
习题	195
第 9 章 齿轮传动	197
9.1 齿轮传动概述	197
9.2 齿廓啮合基本定律	198
9.3 渐开线齿廓及其啮合特性	199
9.4 渐开线标准直齿圆柱齿轮的名称及基本尺寸	200
9.5 渐开线直齿圆柱齿轮的正确啮合和连续传动的条件	202
9.6 渐开线齿轮的切齿原理	205
9.7 轮齿的失效和齿轮材料	209
9.8 直齿圆柱齿轮强度计算	211
9.9 斜齿圆柱齿轮传动	218
9.10 直齿锥齿轮传动	223
9.11 齿轮结构	226
习题	229

第 10 章 蜗杆传动	232
10.1 蜗杆传动的类型和特点	232
10.2 普通圆柱蜗杆传动的基本参数及几何尺寸计算	235
10.3 普通圆柱蜗杆传动承载能力计算	246
10.3.1 蜗杆传动的失效形式、设计准则及常用材料	246
10.3.2 蜗杆传动的强度计算	247
10.3.3 普通圆柱蜗杆传动的精度等级及其选择	250
10.4 普通圆柱蜗杆传动的效率、润滑和热平衡计算	250
10.4.1 蜗杆传动的效率	250
10.4.2 蜗杆传动的热平衡计算	251
10.5 普通圆柱蜗杆和蜗轮结构	253
10.6 齿轮传动和蜗杆传动的润滑	254
10.6.1 齿轮传动润滑	254
10.6.2 润滑油黏度的选择	256
习题	260
第 11 章 轮系	262
11.1 轮系的分类	262
11.2 定轴轮系传动比的计算	264
11.3 周转轮系传动比的计算	267
11.4 混合轮系传动比的计算	269
11.5 轮系的应用	272
习题	274
第 12 章 轴承	277
12.1 滑动轴承	277
12.1.1 滑动轴承的基本类型	277
12.1.2 滑动轴承材料和轴瓦结构	279
12.1.3 滑动轴承的润滑和动压润滑基本原理	282
12.2 滚动轴承	284
12.2.1 滚动轴承的组成	284
12.2.2 滚动轴承的类型及主要性能	285
12.2.3 滚动轴承代号	289
12.2.4 滚动轴承的选择计算	291
12.2.5 滚动轴承的组合设计、润滑与密封	297
习题	301

第 13 章 轴	304
13.1 轴的功用及分类	304
13.1.1 轴的功用	304
13.1.2 轴的分类	304
13.1.3 设计轴时需解决的主要问题	306
13.2 轴的常用材料	306
13.3 轴的结构设计	307
13.3.1 制造安装要求	308
13.3.2 轴向定位和周向定位	308
13.3.3 轴的各段直径和长度的确定	309
13.3.4 强度要求	310
13.4 轴的强度计算	311
13.4.1 按弯曲强度计算	311
13.4.2 按弯扭合成强度计算	312
13.5 轴的刚度计算	318
13.5.1 弯曲变形计算	319
13.5.2 扭转变形计算	319
习题	320
第 14 章 联轴器、离合器	321
14.1 联轴器	321
14.1.1 刚性联轴器	321
14.1.2 弹性联轴器	324
14.2 离合器	325
习题	326
第 15 章 机械系统运动方案设计	327
15.1 概述	327
15.1.1 机械系统的组成	327
15.1.2 机械设计的一般程序	328
15.1.3 机械运动方案设计的一般程序	329
15.2 功能原理设计	330
15.2.1 功能原理的创造性设计	330
15.2.2 功能原理设计的步骤	331
15.3 执行系统运动规律设计	338
15.4 执行机构型式设计	339
15.4.1 执行机构型式设计的原则	339
15.4.2 机构的选型	342

15.4.3 机构的构型	344
15.5 执行系统协调设计	349
15.6 总体方案评价与决策	354
15.7 机械传动系统方案设计	355
15.7.1 传动机构的类型和特点	355
15.7.2 拟定机械传动系统方案的一般原则	357
15.7.3 机械传动系统方案设计的过程	357
15.7.4 传动链的方案设计	358
15.8 系统运动方案设计举例	362
习题	368
参考文献	369

第 1 章 绪 论

1.1 机械设计基础课程的研究对象及内容

1.1.1 机械设计基础课程的研究对象

1. 机械

本课程的研究对象是机械,机械是机器和机构的总称。

机械是伴随人类社会的不断进步逐渐发展与完善的。机械已经成为现代社会生产和服务的五大要素(人、资金、能量、材料、机械)之一。从广义角度讲,凡是能完成一定机械运动的装置都是机械。

工程中,常把每一个具体的机械称为机器。即谈到具体的机械时,常使用机器这个词,泛指时则用机械来统称。现代机器的含义是:机器是执行机械运动的装置,用来变换或传递能量、物料与信息。坦克、导弹、汽车、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、不同性能和用途的设备都是具体的机器。

图 1.1(a)所示为一单缸四冲程内燃机,它是一种动力机械,通过使燃料在机器内部燃烧,将其放出的热能直接转换为动力;通过完成进气、压缩、燃烧、排气的循环过程,把热能转换为机械能。

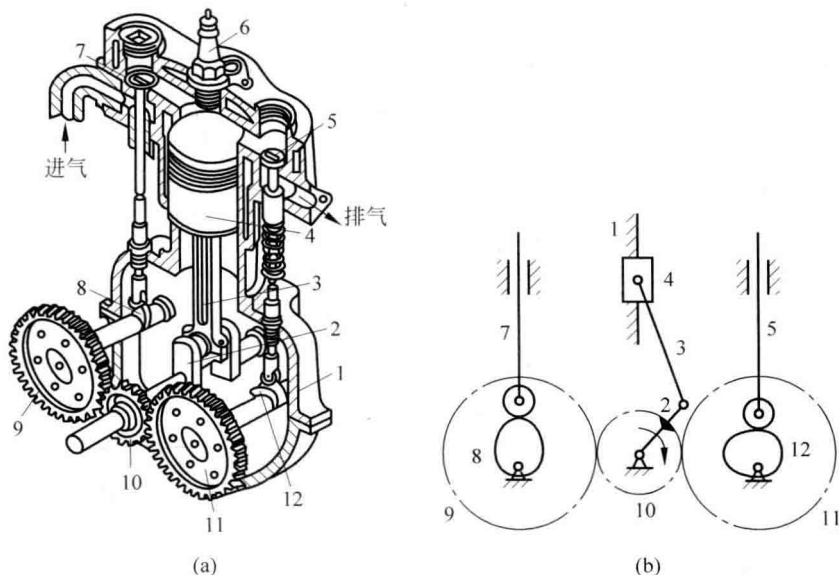


图 1.1 内燃机及其机构简图

1—气缸; 2—曲轴; 3—连杆; 4—活塞; 5—排气阀门推杆; 6—火花塞; 7—进气阀门推杆;

8,12—凸轮; 9,10,11—减速齿轮

气缸 1 中的活塞 4 向下移动,排气阀门推杆 5 关闭,进气阀门推杆 7 在凸轮 8 的控制下开启,将气体吸入气缸,此过程为进气冲程;活塞 4 向上移动时,进、排气阀门均关闭,气体受压缩,此过程为压缩冲程;压缩冲程结束后,火花塞 6 利用高压放电,使燃气在气缸中燃烧、膨胀,产生压力推动活塞 4 向下移动,此过程为爆炸冲程;活塞 4 向下移动的同时,通过连杆 3 推动曲轴 2 转动,向外输出机械能;当活塞 4 再次上移时,进气阀门推杆 7 继续处于关闭状态,排气阀门推杆 5 在凸轮 12 的控制下打开,将废气排出,这一过程称为排气冲程。图 1.1(b)所示为内燃机的机构简图,利用机构简图对内燃机进行分析和设计,大大简化了设计工作。

活塞 4 的往复移动通过连杆 3 推动曲轴 2 连续旋转,这种把活塞往复移动转化为曲轴连续转动的装置为连杆机构。控制进、排气阀运动的装置称为凸轮机构,把凸轮 8、12 的连续转动变换为推杆 7、5 的往复移动。在四冲程的内燃机中,活塞往复移动四次,曲轴转动两周,进气阀和排气阀各启闭一次,所以凸轮的转数是曲轴转数的 $1/2$ 。即在曲轴和凸轮轴之间要设置减速齿轮 9、10、11,称为齿轮机构,可实现减速转动的运动变换。

2. 机器

1) 机器的特征

由上述分析可以看出,从组成、运动和功能来看,机器具有以下共同的特征:

- (1) 是一种通过加工制造和装配而成的构件组合体;
- (2) 各个构件之间都具有确定的相对运动;
- (3) 能实现能量的转换,并做有用的机械功。

凡同时具备上述三个特征的构件组合体就称为机器。

2) 机器的组成

机器是执行机械运动的装置,用来完成有用的机械功或转换其他能量为机械能。利用机械能来完成有用功的机器称为工作机,如各种机床、轧钢机、印刷机、纺织机、包装机等。将化学能、水力、电能、风力等能量转换为机械能的机器称为原动机,如内燃机、电动机、涡轮机等。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,称为机械传动系统和工作执行系统,统称机械运动系统;现代机器还必须有控制系统。图 1.2 所示为机器的组成示意框图。

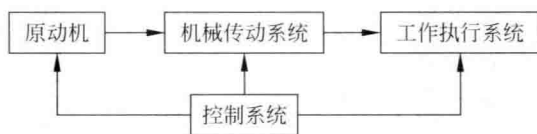


图 1.2 机器的组成示意框图

3. 机构与构件

机构是传递运动和动力的构件系统,由若干个构件通过一定连接方式组成,且各构件之间有确定的相对运动。每部机器又可分为一个或多个由若干构件(如齿轮、凸轮、连杆、曲轴等)组成的特定组合体,用来实现某种运动的传递或运动形式的变换。例如图 1.1 中内燃机的连杆机构、凸轮机构和齿轮机构。

由此可见,机构是机器的重要组成部分,机构具有机器的前两个特性,即:

- (1) 是一种通过加工制造和装配而成的构件组合体。
- (2) 各个构件之间都具有确定的相对运动。

综上所述,机构是组成机器的主体。机器是由一个或多个各种不同机构所组成,它可以完成能量的转换或做有用的机械功,而机构则仅仅起着运动和动力的传递和变换的作用。或者说,机构是实现预期的机械运动的机件组合体,而机器则是由各种机构组成的,能实现预期机械运动并完成有用机械功或转换机械能的机构系统。机构与机器的共同点都是实现机械运动的装置,传递运动和动力,所以从运动学的观点看,二者是一样的;不同点是机构没有能量的转换和信息的传递。所以从机械运动的观点看,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。

构件是机构中的运动单元体,既可以是单一的整体,又可以由几个元素组合在一起形成的刚性构件。内燃机中,由气缸1、曲轴2、活塞4和连杆3四个构件组成连杆机构,如图1.1(b)所示。曲轴2是一个构件,也是一个零件;而连杆3是一个构件,是由连杆体1、连接螺栓2、螺母3、连杆头4等多个零件刚性连接而成的组成体,形成一个刚性整体(如图1.3所示),组成一个构件的各零件之间没有相对运动。

机构中固接于定参考系的构件称为机架(或固定件);可相对于机架运动的构件称为活动构件,其中按照给定运动规律独立运动的构件称为原动件(主动件),而其余活动构件称为从动件。如图1.1(b)所示连杆机构中,气缸1为机架,活塞4为原动件,而连杆3和曲轴2为从动件。

需要说明的是,从现代机器发展趋势来看,机构中的各构件可以是刚性的,某些构件也可以是挠性的或弹性的,或是由液压、气动、电磁件构成的。所以说,现代机器中的机构也不再是纯刚性构件的机构。

4. 零件

零件是组成构件或机构的制造单元。如内燃机曲轴,在内燃机的曲柄滑块机构中是一个运动单元,也是一个制造单元,是构件,也是零件。而组成连杆的连杆体、连杆头、连接螺栓及螺母则分别是不同的制造单元,均属于零件,各零件之间没有相对运动。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,如一个齿轮既是一个零件,又是一个构件。

机械零件有通用零件和专用零件两大类。通用零件是各类机械中常用的、按同一标准制造的零件,例如齿轮、轴承、螺栓、螺母等。专用零件是为特定机械特别制造的零件,例如,内燃机中的曲轴、活塞均属于专用零件。

综上所述,机器由机构组成,机构由构件组成,构件可以是单一的整体,也可以由若干个零件组成。机器和机构统称为机械。构件和零件之间的主要区别是:构件是运动单元,零件是制造单元。

1.1.2 机械设计基础课程的内容、特点和任务

机械设计基础是研究有关“机械”基本理论的一门课程,其研究对象为机械。而机械又是机器和机构的总称,所以说机械设计基础是研究机器和机构基本理论的科学。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,微小机械、微型机械、仿

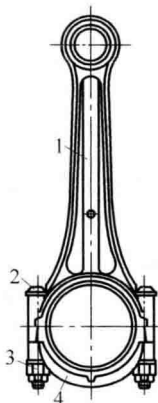


图 1.3 连杆

1—连杆体; 2—连接螺栓;
3—螺母; 4—连杆头

生机械、生物机械的出现,使机械设计基础研究对象的含义不断拓展。

1. 机械设计基础课程的内容

(1) 机械传动。平面机构的自由度、平面连杆机构、凸轮机构、齿轮传动、蜗杆传动、轮系、带传动。

(2) 机械连接。螺纹连接、键连接、销连接。

(3) 轴系。滑动轴承、滚动轴承、轴、联轴器、离合器。

(4) 机械系统运动方案设计。

2. 机械设计基础课程的主要特点

(1) 机械设计基础课程是一门技术基础课程,与基础课程相比,它更接近工程实际;与专业课程相比,它有更宽的研究面和更广的适应性。该课程起到承上启下的作用。

(2) 多学科知识的综合运用。机械设计基础是数学、物理学、理论力学、材料力学、工程图学、机械制造基础、金属材料及热处理、公差配合与技术测量等有关的技术基础课程知识的综合运用。

(3) 设计步骤和设计结果的多样性。考虑到机械设计的综合性,设计者采用的设计步骤和设计结果都具有多样性。

(4) 设计方法的多样性。在设计机构和零件的过程中,常常需要通过刚度、强度等方面的计算确定构件或零件的一些几何尺寸参数,但计算并非设计的唯一方法和手段。根据给定的运动条件设计机构,常用的设计方法有解析法、实验法和图解法。设计机械、机构、部件和零件的过程中,还需综合考虑结构、工艺、材料选择和经济性等各方面的因素。

3. 机械设计基础课程的主要任务

(1) 掌握常用机构的结构、特性等基本知识,并初步具有选用、分析基本机构的能力。

(2) 掌握通用机械零件的工作原理、特点、应用和简单设计计算方法,并初步具有选用和分析简单机械传动装置的能力。

(3) 具备运用标准、规范、手册、图册等有关技术资料的能力。

(4) 培养创新、总结归纳、综合运用所学的知识的能力。

1.2 机械设计的基本要求和一般程序

1.2.1 机械设计的基本要求

机械设计是为了实现机器的某些特定功能要求而进行的创造过程。它包含运用机械设计的基本知识、基本理论和基本方法而进行的开发新机器设备和改进现有的机器设备两种设计。机械的种类繁多,但其设计的基本要求大致相同,主要包含以下几个方面。

1. 使用要求

为了生产和生活上的需要而设计和制造各种各样的机器,因此,所设计的机器必须实现预定的使用功能,这是设计机器的根本目的,也是选择和确定方案的依据。设计过程中要正确选择机器的工作原理,正确地设计或选用原动机、传动机构、执行机构以及合理地配置辅助系统等。

2. 工作可靠性要求

可靠性是指机器在规定的条件下和规定的使用期限内,完成规定功能的能力。现代化

机器的复杂性及现代化大规模生产的高生产率,都要求机器具有较高的可靠性。可靠性是衡量机器质量的一个重要指标,提高机器可靠性的最有效的方法是进行可靠性设计。机器可靠性的 高低可用可靠度来衡量。从设计机械的角度看,为保证机械工作可靠,主要考虑以下因素:

(1) 强度。零件的强度是指零件在载荷作用下抵抗断裂或者抵抗塑性变形的能力。进行零件设计时,必须根据零件承受的载荷情况,正确地设计零件结构,选择零件材料,使零件在机械工作过程中具备抵抗断裂和塑性变形的能力。

(2) 刚度。刚度是指零件在载荷作用下抵抗弹性变形的能力。零件刚度对机械的工作性能会产生重要影响,设计时应考虑保证零件有足够的刚度。

(3) 耐磨性。耐磨性是指零件在载荷作用下,相对运动的零件接触表面之间的抗磨损能力。零件接触表面的磨损会削弱零件自身的强度,还会导致零件连接处的间隙增大,影响机械的工作性能。在进行零件连接处的结构设计时,需考虑耐磨性对机械正常工作及其工作性能产生的影响。

(4) 耐热性。耐热性是指零件在规定的工作温度环境中抗氧化、抗热变形和抗蠕变的能力。为保证机械能够在规定的工作温度环境中正常工作,设计零件时,需对其耐热性能进行相应计算,即考虑热变形和热应力等对零件的刚度及强度等产生的影响,以及在高温下保证机械正常工作应采取的措施。

(5) 避免产生共振。机械中,如果某一零件本身的固有频率与激振源的频率重合或成整数倍关系,这些零件就会发生共振(即强烈振动)。共振时振幅很大。零件强烈振动,会缩短零件和机械的使用寿命,降低机械的工作质量和工作性能,产生比较大的噪声,从而使工作环境恶化。

3. 运动和动力性能要求

运动和动力性能是设计机械的重要依据,是需要考虑的重要因素。设计机械时首先根据运动要求、承载要求以及运动时的力学性能要求,确定机械的工作原理,然后再确定执行机构,随之确定机械的传动方案。

4. 经济性要求

机器的经济性是一个综合指标,体现在机器的设计、制造和使用的全过程,包括设计制造经济性和使用经济性等。

1) 提高设计制造的经济性

(1) 采用先进的设计理论和方法,力求参数最优化,特别是采用先进制造技术,来提高设计制造效率,降低设计制造成本。

(2) 合理地选用材料,合理确定零件的结构形状和尺寸,改善零件的结构工艺性,并应用新材料、新结构、新工艺和新技术。

(3) 最大限度地采用标准化、系列化及通用化的零部件。

2) 提高使用的经济性

(1) 提高机器的效率。在方案设计及结构设计时,要从传动机构及执行机构的类型、自动化程度等方面充分考虑,提高机器的效率。

(2) 合理地确定机器的寿命。机器的寿命可分为功能寿命、技术寿命和经济寿命三种。机器从开始使用至其主要功能丧失而报废所经历的时间称为功能寿命;机器从开始使用至