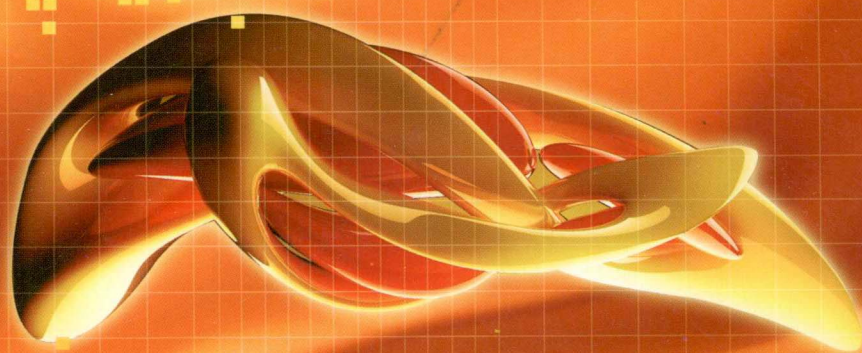




高等教育
机械类课程规划教材

机械设计

主 编 朱艳芳
主 审 张永德



大连理工大学出版社

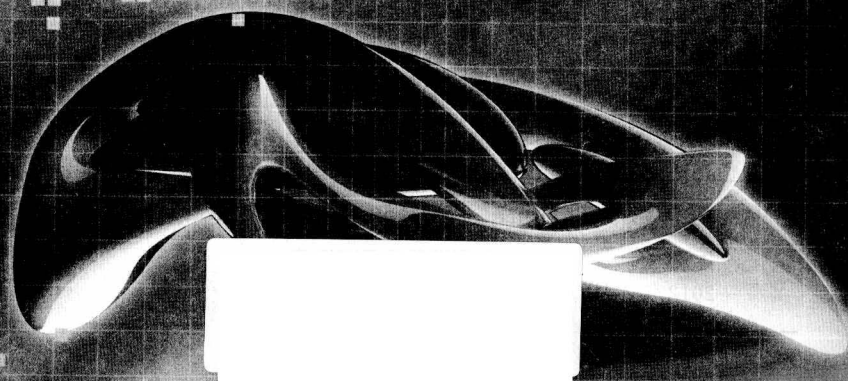


高等教育
机械类课程规划教材

机械设计

JIXIE SHEJI

主 编 朱艳芳
副主编 吴贵军 李军民 国秀丽
主 审 张永德



大连理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械设计 / 朱艳芳主编. — 大连 : 大连理工大学出版社, 2012. 4

高等教育机械类课程规划教材

ISBN 978-7-5611-6781-6

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(2012)第 035394 号

大连理工大学出版社出版

地址:大连市软件园路 80 号 邮政编码:116023

发行:0411-84708842 邮购:0411-84703636 传真:0411-84701466

E-mail:dutp@dutp.cn URL:http://www.dutp.cn

大连业发印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸:185mm×260mm 印张:20 字数:487 千字

印数:1~3000

2012 年 4 月第 1 版

2012 年 4 月第 1 次印刷

责任编辑:孔泳滔

责任校对:李 玲

封面设计:张 莹

ISBN 978-7-5611-6781-6

定 价:39.00 元

前言

《机械设计》是新世纪应用型高等教育教材编审委员会组编的高等教育机械类课程规划教材之一。本教材是根据教育部《高等学校机械设计课程教学基本要求》以及新颁布的有关国家标准和规范,并结合编者多年的教学改革和教学实践经验编写的。在编写过程中,编者依据应用型本科机械类专业人才培养目标,重点突出以下特色:

1. 重视对结论的分析,突出设计理论方法的应用,尽量减少数理论证,力求满足应用型本科人才培养体系的教学要求,注重对学生设计能力的培养。

2. 注重对学生实际应用能力和创新能力的培养,为了更好地联系工程实际,增加了较多工程应用实例,强化与先修课程的联系与衔接。

3. 在各章正文之前都有本章内容简介,在各章内容后面都附有本章小结,包括本章需要掌握的基础知识和重点、难点,以加强学生学习的针对性,帮助学生掌握和巩固所学内容。

本教材分为5篇16章:总论,共3章,主要讲述机械设计概论、机械零件的强度与耐磨性、现代设计法应用概述,是机械设计的共性基础知识;机械连接,主要讲述常用机械连接(包括螺纹连接和轴毂连接)标准、规范和设计计算方法;机械传动,主要讲述常见的机械传动(包括带传动、链传动、齿轮传动、蜗杆传动)标准、规范和设计计算方法;轴系零部件,主要讲述轴系(包括滑动轴承、滚动轴承、轴、联轴器、离合器)的工作原理、标准、规范、组合设计和选用计算方法;其他零部件,主要讲述弹簧的设计和计算方法,箱体类零件和减速器的设计概要。

本教材可作为高等学校机械类和近机类专业机械设计课程的教材,参考教学时数为60~90学时,也可供其他有关专业师生和工程技术人员参考。

本教材由安阳工学院朱艳芳任主编,由安阳工学院吴贵军、李军民和国秀丽任副主编,大连海洋大学武立波及安阳工学院刘福海、李运生和徐铭等参与了教材编写工作。

具体编写分工如下:朱艳芳编写第1、2、3章并负责全书统稿;刘福海编写第5章;武立波编写第6、7章;吴贵军编写第4、8、9章;李军民编写第10、11章;国秀丽编写第12、13章;徐铭编写第14章;李运生编写第15、16章。

本教材由哈尔滨理工大学张永德教授担任主审,沈阳理工大学应用技术学院于晓文也对书稿进行了认真细致的审阅,并提出了宝贵的意见和建议,在此表示衷心的感谢。

在编写本教材的过程中,编者参阅了其他版本的同类教材、相关的技术标准和文献资料等,在此对其编著者表示衷心的感谢!

本教材的编写难免有考虑不周之处,加之作者水平有限,误漏欠妥之处在所难免,欢迎广大同仁和读者批评指正,以便修订时完善。

所有意见和建议请发往:dutpbk@163.com

欢迎访问我们的网站:<http://www.dutpbook.com>

联系电话:0411-84706676 84707604

编 者
2012年4月

目 录

第一篇 总 论

第 1 章 绪 论	3
1.1 机器的基本组成要素	3
1.2 本课程研究的内容、性质和任务	4
1.3 本课程的特点和学习方法	5
本章小结	6
习 题	6
第 2 章 机械及机械零件的设计基础	7
2.1 机械设计应满足的基本要求和一般设计程序	7
2.2 机械零件设计应满足的基本要求、设计方法和步骤	9
2.3 机械零件的主要失效形式和计算准则	10
2.4 机械零件的常用材料及其选用原则	13
2.5 机械零件的结构工艺性及标准化	14
2.6 现代机械设计方法简介	17
本章小结	19
习 题	19
第 3 章 机械设计中的强度与耐磨性	20
3.1 机械零件载荷与应力的分类	20
3.2 静应力作用下机械零件的强度	22
3.3 变应力作用下机械零件的疲劳强度	23
3.4 机械零件的表面接触强度	25
3.5 机械设计中的摩擦、磨损和润滑概述	27
本章小结	30
习 题	30

第二篇 机械连接

第 4 章 螺纹连接和螺旋传动	33
4.1 螺纹概述	33
4.2 螺纹连接的主要类型和螺纹连接标准件	35
4.3 螺纹连接的预紧和防松	38
4.4 单个螺栓连接的强度计算	41

4.5 螺栓组连接的设计与受力分析	47
4.6 提高螺栓连接强度的措施	56
4.7 螺旋传动简介	58
本章小结	61
习 题	62
第5章 轴毂连接	64
5.1 键 连 接	64
5.2 花 键 连 接	70
5.3 销连接及其他形式的连接	72
本章小结	74
习 题	75

第三篇 机械传动

第6章 带传动	79
6.1 概 述	79
6.2 V带和V带轮	80
6.3 带传动的工作情况分析	84
6.4 普通V带传动的设计计算	88
6.5 V带传动的张紧和维护	94
6.6 其他带传动简介	96
本章小结	96
习 题	97
第7章 链传动	98
7.1 概 述	98
7.2 滚子链和链轮	99
7.3 链传动的工作情况分析	102
7.4 滚子链传动的设计	105
7.5 链传动的布置、张紧和润滑	112
本章小结	113
习 题	113
第8章 齿轮传动	114
8.1 概 述	114
8.2 齿轮传动的失效形式和计算准则	115
8.3 齿轮常用材料及其选用原则	118
8.4 齿轮传动的载荷计算	120
8.5 标准直齿圆柱齿轮传动的强度计算	125
8.6 齿轮传动设计参数的选择和许用应力	130
8.7 标准斜齿圆柱齿轮传动的强度计算	138

8.8 标准直齿圆锥齿轮传动的强度计算	147
8.9 变位齿轮传动强度计算概述	150
8.10 齿轮的结构设计	150
8.11 齿轮传动的效率和润滑	153
本章小结	155
习 题	156
第 9 章 蜗杆传动	158
9.1 概 述	158
9.2 圆柱蜗杆传动的主要参数和几何尺寸计算	161
9.3 蜗杆传动的失效形式、计算准则及材料选择	168
9.4 普通圆柱蜗杆传动的强度计算	169
9.5 蜗杆传动的效率、润滑及热平衡计算	174
9.6 圆柱蜗杆和蜗轮的结构设计	177
本章小结	181
习 题	182
 第四篇 轴系零部件 	
第 10 章 滑动轴承	185
10.1 概 述	185
10.2 滑动轴承的类型和典型结构	186
10.3 滑动轴承的材料和轴瓦结构	189
10.4 滑动轴承的润滑及润滑装置	195
10.5 不完全液体润滑滑动轴承的设计	201
10.6 液体动压滑动轴承的基本知识	203
10.7 液体动压滑动轴承的设计计算	206
10.8 其他滑动轴承简介	216
本章小结	217
习 题	218
第 11 章 滚动轴承	219
11.1 概 述	219
11.2 滚动轴承的类型、代号及其选择	220
11.3 滚动轴承的工作情况分析	227
11.4 滚动轴承的寿命计算	230
11.5 滚动轴承的静强度计算	237
11.6 滚动轴承的极限转速	238
11.7 滚动轴承的组合设计	239
本章小结	248
习 题	248

第 12 章 轴	250
12.1 概 述	250
12.2 轴的材料及其选择	252
12.3 轴的结构设计	253
12.4 轴的强度计算	259
12.5 轴的刚度计算	263
12.6 轴的振动和振动稳定性	265
本章小结	268
习 题	269
第 13 章 联轴器和离合器	270
13.1 概 述	270
13.2 联轴器	270
13.3 离合器	280
本章小结	283
习 题	284

第五篇 其他零部件

第 14 章 弹 簧	287
14.1 概 述	287
14.2 圆柱螺旋弹簧的材料、结构及制造	288
14.3 圆柱螺旋压缩(拉伸)弹簧的设计计算	292
14.4 其他弹簧简介	298
本章小结	300
习 题	300
第 15 章 箱体类零件的设计概要	301
15.1 箱体类零件的设计概要	301
15.2 箱体结构设计要点	303
本章小结	306
习 题	306
第 16 章 减速器简介	307
16.1 概 述	307
16.2 减速器的结构和润滑	309
本章小结	311
习 题	311
参考文献	312

第一篇

总 论

第 1 章

绪 论

本章主要介绍机械设计课程的内容、性质、任务、特点和学习方法,机器的基本组成要素,使读者对本课程研究的内容和方法有一个总体的认识。

机械设计是为了满足机器某些特定功能要求而进行的创造过程,即应用新的原理或新的概念开发创造出新的产品,或对现有机器的局部进行创造性的改革,来减轻人的劳动强度,改善劳动条件,提高产品质量和生产率。设计能满足人们生产、生活需要,具有市场竞争力的产品是机器设计的核心任务。

1.1 机器的基本组成要素

机器是人们用以提高产品质量、生产率,替代或减轻自身劳动的工具。机器的种类很多,功能和外形不一。虽然如此,任何一种机器都由三大部分组成:

- (1)原动部分 是机器的动力来源,又称为原动机,最常见的原动机有电动机、内燃机等。
- (2)执行部分 是机器的终端,它完成机器本身功能确定的动作。
- (3)传动部分 处于机器的中间部位,它把原动机的运动和功率传递给执行部分。除了机械式传动外,还有电磁传动、液压或气压传动。

除此之外,一台现代化的机器中还有自动控制部分,它控制、检测和显示机械的运行状况。一台完整的机器的组成大致可包括图 1-1 所示的内容。

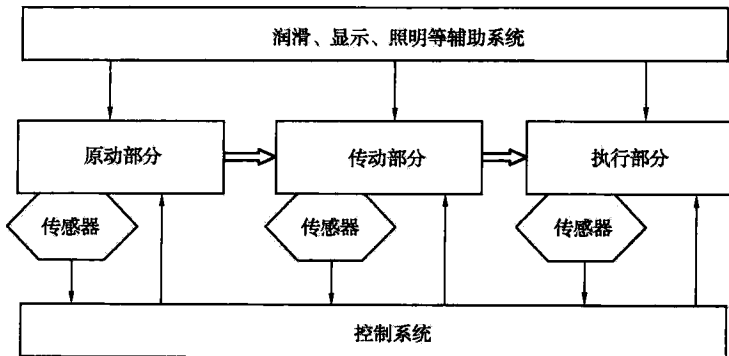


图 1-1 机器的组成

一台机器的机械结构总是由一些机构组成的,每个机构又是由若干构件组成的,构件是机器中独立运动的单元。机器中不可拆的制造单元称为零件,构件可以是单一的零件,也可以是由几个零件组成的刚性体。机器的基本组成要素是零件,有些零件是在各种机器中常用的,称之为通用零件;有些零件只有在特定的机器中才用到,称之为专用零件。我们把由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称为部件。机械零件常用来泛指零件和部件。

通用零件的设计和选用是机械设计的基础,是本课程的主要学习对象,而专用零件的设计方法应在有关专业课中学习。

1.2 本课程研究的内容、性质和任务

1.2.1 本课程研究的内容

本课程研究的内容是机械设计的基本理论和设计技术,重点是讨论一般尺寸和常用工作参数下通用零件的基本设计理论、方法以及技术资料、标准的应用等。具体包括以下几个方面:

(1)机械设计的基本理论 主要研究机械设计的一般过程和要求、机器及零件设计的基本原则、机械零件的强度理论及耐磨性、材料的选用以及结构要求等。

(2)连接件设计 主要研究螺纹连接、键连接、销与各种连接件的连接方式、选型及连接件强度计算等。

(3)机械传动件设计 主要研究齿轮传动、链传动、带传动、蜗杆传动的受力分析、失效分析、设计准则及承载能力计算、传动零件的结构设计、材料选择及润滑等。

(4)轴系零部件设计 主要研究滑动轴承、滚动轴承、轴、联轴器、离合器的类型、特点、工作原理,轴系零部件的工作能力设计、结构设计以及标准零部件的选用等。

(5)其他零部件的设计 主要研究弹簧的类型及设计计算、机架和箱体结构设计、减速器的类型等。

1.2.2 本课程的性质

机械设计是一门重要的技术基础课,是以一般通用零件的设计计算为核心的设计性课程,是一门设计性、综合性和实践性都很强的技术基础课。它综合应用各先修课程(如数学、物理学、材料力学、理论力学、金属工艺学、机械制图、公差配合与技术测量、机械原理等)的基础理论和实践知识解决通用零部件的设计问题,也为以后学习专业课程和从事机械产品设计打下宽广而坚实的基础。

1.2.3 本课程的任务

本课程的主要任务是:

(1)使学生掌握通用零件的设计原理、方法和机械设计的一般规律,具有设计机械传动装置和简单机械的能力。

- (2) 树立正确的设计思想和创新意识,培养机械设计的创新能力。
- (3) 培养学生具有运用标准、规范、手册、图册等查阅有关技术资料的能力。
- (4) 掌握典型机械零件的实验方法,获得实验技能的基本训练,培养学生的工程实践能力。
- (5) 使学生对机械设计的新发展有所了解,并根据学科发展动态,培养学生在机械设计方面具有市场经济意识和创新能力。

1.3 本课程的特点和学习方法

1.3.1 本课程的特点

本课程和基础理论课程相比较,是一门综合性、实践性很强的设计性课程。因此,学生在学习时必须掌握本课程的特点,在学习方法上应尽快完成由单科到综合、由抽象到具体、由理论到实践的思维方式的转变。

本课程的特点是:

- (1) 与各门先修课程的关系多 本课程建立在多门先修课程的基础上,运用所学的先修课程的理论解决实际问题。
- (2) 同一功能的零件门类多 本课程主要分章论述典型的通用零部件,而各种零部件本身均包含着很多种类。
- (3) 机器对零件的要求多 设计一个零件除了要满足强度、刚度、工艺性、体积、质量等一系列要求外,根据使用场合不同还会提出更多的要求。
- (4) 与零件设计相关的公式多 本课程是设计性课程,设计包含多方面的内容,如强度、刚度、寿命、热平衡计算等,从而形成公式多的特点。
- (5) 表达课程相关内容的图表多
- (6) 设计所需资料的表格多

1.3.2 本课程的学习方法

本课程是从理论性、系统性很强的基础课程和技术基础课程向实践性较强的专业课程过渡的一个重要环节,课程的工程性强,设计中要用到大量的数据、表格、标准、资料等,因此要学好这门课程必须注意学习方法:

- (1) 本课程基本上是以每种零部件独立成章的形式来安排教学的。学习中应着重掌握机械零部件设计的一般思路,从零部件的工作原理、失效形式、常用材料、承载能力、参数选择和结构设计等方面有重点地学习各章内容。
- (2) 对于公式中出现的各种系数、参数,要掌握它们的物理概念、选择原则和对设计结果的影响。此外,影响零部件功能的因素很复杂,有时不能单纯由理论公式计算解决。很多数据是由实验得出来的,有时还要用到经验或半经验公式。因此,对公式、系数应了解它们的使用条件。同时,还必须充分重视结构设计在确定零部件形状、尺寸方面的重要性。

(3)在学习过程中,应多做练习,并经常徒手绘图,掌握结构设计的特点。

(4)大部分零件的设计问题往往会有多种解答,即可用多种方案来完成同一功能。因此,要学会从多种可能的解答中,通过评价找出最佳答案。

· 本章小结 ·

机械设计是一个系统工程,机械设计课程是一门综合应用各先修课程的基础理论解决机械工程问题的设计性、综合性和实践性很强的技术基础课程。本章是机械设计课程的序言,又是本课程的总纲。因而它的内容要贯穿全课程的始末,并涉及本课程的前后关联。因此,学好本章对于了解本课程及作好学习本课程的思想准备等,是至关重要的。

· 习 题 ·

- 1-1 本课程的性质和任务是什么?与先修课程相比,本课程有什么特点?
- 1-2 一台完整的机器通常由哪些基本部分组成?各部分的作用是什么?
- 1-3 为什么说机械零件是组成机器的基本要素?什么是通用零件和专用零件?
- 1-4 如何学好本课程?

第2章

机械及机械零件的设计基础

本章介绍机械和机械零件设计的基本要求和一般步骤,概述了机械零件的失效形式、计算准则、常用材料选择原则和结构工艺性、机械设计的标准化等内容,并简单介绍了一些现代机械设计方法。

2.1 机械设计应满足的基本要求和一般设计程序

2.1.1 机械设计应满足的基本要求

机械的类型虽然很多,但其设计的基本原则却大致相同,主要包括以下几个方面:

1. 满足使用功能要求

满足使用功能要求就是要求所设计的机械在预定工作期限内和预定环境条件下可靠地工作,有效地实现预期的功能。

2. 满足工艺性要求

所设计的机械在满足使用功能要求的前提下,应尽量简单、实用,选用最简单、合理的机构组合方案;要求制造装配的劳动量最少,装拆维修方便;合理地选用材料,尽可能地选用标准件。

3. 满足可靠性要求

可靠性是指机械在规定的工况条件下和规定的使用期限内,使零件能正常工作而不发生断裂、过度变形、过度磨损,能完成预定功能的特性。

4. 满足经济性要求

经济性是一项综合指标,它要求设计和制造的机械在制造上周期短、成本低;在使用上生产率高、效率高、适应范围广;能源和辅助材料消耗少,操作方便,以及维护费用低等。

5. 满足劳动保护的要求

劳动保护是指操作的安全性,它包括最大限度地减少工人操作时的体力和脑力消耗,改善操作者的工作条件,降低噪声等。

6. 满足其他特殊要求

有些机械还有本身的特殊要求,如航空航天产品要求质量轻,需要经常搬动的机械要求便于拆装和运输等。

2.1.2 机械设计的一般设计程序

机械设计是生产机械产品的第一道工序。设计时不仅要考虑机械功能本身,还要考虑制造和装配、生产成本、生产周期以及售后服务(维修)和用后回收等产品生命周期全过程的各个方面。

一部新机器从设计到使用,要经过调查研究、设计、制造和运行考核等一系列过程。机械设计并没有一个通用的固定程序,要视具体情况而定。机械设计的基本程序如图 2-1 所示。

1. 编制设计任务书

根据社会、市场或用户的使用要求确定机器的功能范围和工作指标,研究实现的可能性;明确设计需要解决的课题;编制出完整的设计任务书及明细表。设计任务书大体应包括:对机器的功能、经济性以及环保性的评估,制造要求方面的大致评估、基本要求以及完成设计任务的预期期限等。

2. 拟定设计方案

根据设计任务书的要求,确定机器的工作原理和技术要求;拟定机器的总体布置、传动方案和机构简图等。在这一阶段中,往往要进行多种方案比较和技术、经济评价,从中选出最佳方案。

3. 总体规划设计

机器的总体规划设计是根据方案设计中选出的最佳方案进行的,其内容包括:零部件的布置;机构的运动学和动力学分析;动力计算;零部件的工作能力计算,必要时可进行模型试验和测试以取得设计数据;最后确定零部件和机器的主要参数和尺寸。在这一阶段中,要结合分析和计算绘制出总体设计图。

4. 零部件设计

根据总体规划设计的结果,考虑零部件的工作能力和结构工艺性,将零部件的全部尺寸和形状、装配关系和安装尺寸等确定下来,绘制出零部件和整机的全部工程图,编写各种技术文件和产品说明书。

5. 鉴定和评价

设计结果是否能满足使用要求;机器的预定功能能否全部实现;可靠性和经济性指标是否合理;与同类机器相比有何改进效果;制造部门能否制造等均需经过鉴定,给予科学的评价。通常新设计的机器要先经过样机试制,并进行模型或样机试验,有的还要进行破

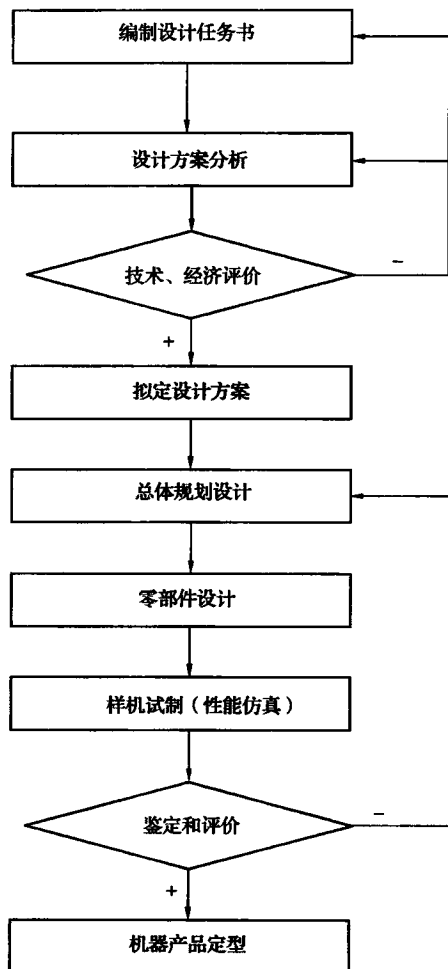


图 2-1 机械设计的基本程序