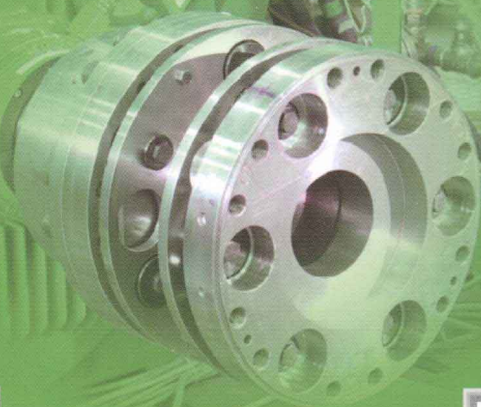




全国本科院校机械类**创新型**应用人才培养规划教材

机械设计

主 编 王贤民 霍仕武



选用最新国家标准
包含大量典型实例
精编各章模拟试题



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书是根据编者在机械设计教学方面的经验编写而成的。全书贯彻了教育部颁布的《高等学校机械设计课程教学基本要求》，结合了“学以致用”的办学思想，重视培养学生零部件的设计能力和总体方案的设计能力。

全书共 15 章，内容包括绪论，机械设计概论，机械零件的强度，摩擦、磨损及润滑概述，螺纹连接和螺旋传动，键、花键、无键连接和销连接，带传动，链传动，齿轮传动，蜗杆传动，滑动轴承，滚动轴承，联轴器、离合器和制动器，轴，弹簧。

本书主要用作高等工科大学机械类专业教材，也可供其他相关专业师生和工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计/王贤民，霍仕武主编. —北京：北京大学出版社，2012. 8

(全国本科院校机械类创新型应用人才培养规划教材)

ISBN 978-7-301-21139-7

I. ①机… II. ①王…②霍… 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 193922 号

书 名：机械设计

著作责任者：王贤民 霍仕武 主编

策 划 编 辑：童君鑫 宋亚玲

责 任 编 辑：宋亚玲

标 准 书 号：ISBN 978-7-301-21139-7/TH·0309

出 版 者：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> <http://www.pup6.cn>

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

电 子 邮 箱：pup_6@163.com

印 刷 者：三河市北燕印装有限公司

发 行 者：北京大学出版社

经 销 者：新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 27 印张 630 千字

2012 年 8 月第 1 版 2012 年 8 月第 1 次印刷

定 价：49.00 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

电子邮箱：fd@pup.pku.edu.cn

前 言

“机械设计”课程是机械工程类诸专业的主干课程之一，是培养学生机械设计能力的重要技术基础课。通过本课程的学习，可使学生了解、掌握系统的机械设计理论和方法，并具有综合运用有关课程、标准和规范等知识进行机械设计的初步能力。

本书的主要内容包含以创新精神为核心的机械设计的指导思想、基本理论和基本知识，以及机械中通用零部件的工作原理、结构类型和特点、运动特性、受载情况和失效形式、设计准则及设计计算的基本理论和方法，还包括相关的标准和规范，以及使用和维护方法。在典型零部件的设计中，主要介绍连接零件(包括螺栓连接、键连接等)，传动零件(包括齿轮传动、蜗杆传动、带传动和链传动)，轴系零件(包括轴、轴承、联轴器和离合器)，以及其他零件的设计。通过本书的学习，将为学生进一步学习有关专业课和今后从事机械设计工作奠定良好的基础。

本书吸取了编者多年来的教学和使用教材的经验，编写时力求使学生使用方便，循序渐进，各类标准均选用最新国家标准，各章节内容根据应用情况做了适当的精简，既减轻了学生负担，又能保证有利于培养学生的设计能力。

全书由王贤民、霍仕武任主编，高江红、潘金坤、陆媛任副主编。参加本书编写的有南京工程学院王贤民(第5章、第8章、第13章、第15章、全部章节的模拟试题)、潘金坤(第7章、第11章)、陆媛(第9章)、高江红(第10章、第14章)，宿迁学院霍仕武(第1章、第2章、第3章、第4章、第6章、第12章)。

由于编者水平所限，书中难免有欠妥之处，诚恳地希望广大读者提出宝贵意见。

编 者

2012年7月

目 录

第 1 章 绪论	1	3.4 机械零件的接触强度	43
1.1 本课程的研究对象	2	习题	45
1.2 本课程的内容、性质与任务	3	第 4 章 摩擦、磨损及润滑概述	46
1.2.1 本课程的内容、性质与任务	3	4.1 摩擦	48
1.2.2 本课程的特点和学习方法	4	4.2 磨损	52
第 2 章 机械设计概论	6	4.2.1 磨损过程分析	52
2.1 机器的组成	7	4.2.2 磨损的分类	53
2.2 机器的主要要求	8	4.3 润滑剂、添加剂和润滑方法	55
2.3 设计机器的一般程序	10	4.3.1 润滑剂	55
2.4 设计机械零件时应满足的基本要求	12	4.3.2 添加剂	60
2.5 机械零件的主要失效形式	14	4.3.3 润滑方法	60
2.6 机械零件的设计准则	15	4.4 流体润滑原理简介	63
2.7 机械零件的设计方法	17	4.4.1 流体动压润滑	63
2.8 机械零件设计的一般步骤	18	4.4.2 弹性流体动压润滑	63
2.9 机械零件的材料及其选用	18	4.4.3 流体静压润滑	64
2.9.1 机械零件的材料	18	习题	65
2.9.2 机械零件材料选择原则	20	第 5 章 螺纹连接和螺旋传动	66
2.10 机械零件设计中的标准化	21	5.1 螺纹与螺纹连接	67
2.11 机械现代设计方法	22	5.1.1 螺纹的主要参数和常用类型	67
第 3 章 机械零件的强度	26	5.1.2 螺纹连接的类型和标准螺纹连接件	70
3.1 材料的疲劳特性	27	5.2 螺纹连接的预紧	72
3.1.1 变应力	27	5.3 螺纹连接的防松	74
3.1.2 材料的疲劳特性	29	5.4 螺栓组连接的设计	75
3.2 机械零件的疲劳强度计算	32	5.4.1 螺栓组连接的布置形式	76
3.2.1 影响机械零件疲劳强度的主要因素	32	5.4.2 螺栓组连接的受力分析	77
3.2.2 机械零件的疲劳强度计算	36	5.5 螺栓连接的强度计算	81
3.3 机械零件的抗断裂强度	42	5.5.1 松螺栓连接的强度计算	81
		5.5.2 紧螺栓连接的强度计算	82
		5.6 螺纹连接件的材料及许用应力	86
		5.6.1 螺栓连接的材料及性能等级	86

5.6.2 螺栓连接件的许用应力	87	7.2.3 带的弹性滑动和打滑	142
5.7 提高螺纹连接强度的措施	93	7.3 普通 V 带传动的设计计算	143
5.8 螺旋传动	97	7.3.1 带传动的失效形式、设计 准则和单根 V 带的基本 额定功率	143
5.8.1 螺旋传动的类型和应用	97	7.3.2 单根 V 带的额定功率	145
5.8.2 滑动螺旋传动的设计与 计算	98	7.3.3 V 带传动的设计步骤和参数 选择	146
5.8.3 滚动螺旋副-滚珠丝杠	101	7.4 V 带轮的设计	153
习题	105	7.5 V 带传动的张紧、安装与防护	155
模拟试题	107	7.6 同步齿形带简介	157
第 6 章 键、花键、无键连接和 销连接	110	习题	159
6.1 键连接	111	模拟试题	159
6.1.1 键连接的类型、特点及 应用	111	第 8 章 链传动	162
6.1.2 键的选择	113	8.1 链传动的特点及应用	163
6.1.3 键连接的强度计算	114	8.2 滚子链与链轮的结构与尺寸	164
6.2 花键连接	117	8.2.1 滚子链的结构与尺寸	164
6.2.1 花键连接的类型、特点和 应用	117	8.2.2 链轮的结构与尺寸	166
6.2.2 花键的选择和花键连接 强度计算	118	8.3 链传动的工作情况分析	169
6.3 无键连接	119	8.3.1 链传动的运动不均匀性	169
6.3.1 过盈配合连接	119	8.3.2 链传动的动载荷	170
6.3.2 型面连接	126	8.4 滚子链传动的设计计算	171
6.3.3 胀紧连接	127	8.4.1 链传动的主要失效 形式	171
6.4 销连接	128	8.4.2 链传动的设计准则和链的 额定功率曲线	172
6.4.1 销连接的类型	128	8.4.3 链传动的设计步骤参数 选择	173
6.4.2 销的结构类型、特点及 应用	129	8.4.4 低速链的静强度计算	175
习题	130	8.5 链传动的布置、张紧、润滑与 防护	178
模拟试题	131	习题	180
第 7 章 带传动	133	模拟试题	181
7.1 概述	134	第 9 章 齿轮传动	182
7.1.1 带传动的类型、特点及 应用	135	9.1 概述	183
7.1.2 V 带的类型与结构	136	9.1.1 齿轮传动的特点	184
7.2 带传动工作情况的分析	138	9.1.2 齿轮传动的类型	184
7.2.1 带传动的受力分析	138	9.2 齿轮传动的失效形式及设计 准则	184
7.2.2 带传动的应力分析	141		

9.2.1	齿轮传动的失效形式·····	184
9.2.2	齿轮传动的计算准则·····	187
9.3	齿轮的材料及其选择原则·····	188
9.3.1	齿轮的常用材料及其 热处理·····	188
9.3.2	对齿轮材料的基本要求及其 选择原则·····	190
9.4	齿轮传动的计算载荷·····	191
9.5	标准直齿圆柱齿轮传动的强度 计算·····	194
9.5.1	直齿圆柱齿轮传动的受力 分析·····	194
9.5.2	直齿圆柱齿轮传动的接触 疲劳强度计算·····	194
9.5.3	直齿圆柱齿轮传动的齿根 弯曲疲劳强度计算·····	196
9.6	齿轮传动的设计参数、许用应力与 精度选择·····	198
9.6.1	参数选择·····	198
9.6.2	齿轮材料的许用应力·····	199
9.6.3	齿轮传动精度·····	203
9.6.4	直齿圆柱齿轮传动的设计 计算实例·····	203
9.7	标准斜齿圆柱齿轮传动的强度 计算·····	206
9.7.1	斜齿轮传动的受力 分析·····	206
9.7.2	斜齿轮传动的强度 计算·····	207
9.7.3	斜齿圆柱齿轮传动的设计 计算实例·····	208
9.8	标准锥齿轮传动的强度计算·····	210
9.8.1	直齿圆锥齿轮的几何尺寸 计算·····	211
9.8.2	直齿圆锥齿轮传动的受力 分析·····	211
9.8.3	直齿圆锥齿轮传动的强度 计算·····	212
9.9	变位齿轮传动强度计算概述·····	212
9.10	齿轮的结构设计·····	213
9.10.1	齿轮结构的类型·····	213

9.10.2	结构设计的内容·····	215
9.11	齿轮传动的润滑·····	216
9.11.1	齿轮传动的润滑·····	216
9.11.2	齿轮传动的效率·····	218
9.12	圆弧齿圆柱齿轮传动简介·····	218
习题	·····	219
模拟试题	·····	221
第 10 章	蜗杆传动·····	226
10.1	蜗杆传动的特点与类型·····	227
10.1.1	蜗杆传动的特点·····	228
10.1.2	蜗杆传动的类型·····	228
10.2	普通圆柱蜗杆传动的主要参数和 几何尺寸计算·····	232
10.2.1	普通圆柱蜗杆传动的主要 参数·····	232
10.2.2	变位蜗杆传动·····	235
10.2.3	普通圆柱蜗杆传动的几何 尺寸计算·····	236
10.2.4	蜗杆、蜗轮及其传动的尺寸 规格的标记方法·····	237
10.3	普通圆柱蜗杆传动的承载能力 计算·····	238
10.3.1	蜗杆传动的失效形式和 设计计算准则·····	238
10.3.2	蜗杆传动的常用材料·····	238
10.3.3	蜗杆传动的受力分析·····	239
10.3.4	蜗杆传动的强度计算·····	240
10.3.5	蜗杆的刚度校核·····	243
10.4	圆弧圆柱蜗杆传动的设计 计算·····	243
10.4.1	圆弧圆柱蜗杆传动的主要 参数及几何尺寸计算·····	243
10.4.2	圆弧圆柱蜗杆传动的主要 设计内容·····	245
10.5	普通圆柱蜗杆传动的效率、 润滑及热平衡计算·····	249
10.5.1	蜗杆传动的相对滑动 速度·····	249
10.5.2	蜗杆传动的效率·····	250
10.5.3	蜗杆传动的润滑·····	251

10.5.4 蜗杆传动的热平衡 计算	252	11.8 其他形式滑动轴承简介	291
10.5.5 提高圆柱蜗杆传动承载 能力和传动效率的 措施	253	习题	296
10.6 圆柱传动的精度等级和蜗杆、 蜗轮结构设计	254	模拟试题	297
10.6.1 蜗杆传动的精度 等级及其选择	254	第 12 章 滚动轴承	298
10.6.2 蜗杆传动的结构	255	12.1 概述	299
习题	261	12.2 滚动轴承的主要类型及其 代号	301
模拟试题	262	12.2.1 滚动轴承的类型	301
第 11 章 滑动轴承	264	12.2.2 滚动轴承的代号	305
11.1 概述	265	12.3 滚动轴承类型的选择	309
11.2 滑动轴承的主要结构形式	266	12.4 滚动轴承的工作情况	310
11.3 滑动轴承的失效形式及常用 材料	267	12.4.1 滚动轴承的工作情况 分析	310
11.3.1 滑动轴承的失效形式	267	12.4.2 滚动轴承的失效形式和 计算准则	312
11.3.2 轴承材料	268	12.5 滚动轴承尺寸的选择	313
11.4 轴瓦结构	271	12.5.1 滚动轴承的基本额定寿命 和基本额定动载荷	313
11.5 滑动轴承润滑剂的选用	274	12.5.2 滚动轴承的当量动 载荷	314
11.6 不完全液体润滑滑动轴承设计 计算	276	12.5.3 滚动轴承的寿命计算	316
11.6.1 不完全液体润滑滑动轴承的 失效形式和计算准则	276	12.5.4 角接触球轴承和圆锥滚子 轴承的径向载荷与轴向 载荷计算	317
11.6.2 径向滑动轴承的计算	277	12.5.5 滚动轴承的静强度 计算	320
11.6.3 止推滑动轴承的计算	278	12.6 轴承装置的设计	322
11.7 液体动力润滑径向滑动轴承设计 计算	279	12.6.1 滚动轴承的轴向定位与 紧固	322
11.7.1 液体动力润滑的形成 原理	279	12.6.2 滚动轴承的配置	323
11.7.2 径向滑动轴承形成流体 动压润滑的过程	280	12.6.3 轴承游隙和轴系位置的 调整	325
11.7.3 流体动压润滑的基本 方程	280	12.6.4 滚动轴承的刚度和 预紧	326
11.7.4 径向滑动轴承的主要几何 关系	282	12.6.5 滚动轴承轴系刚度和 精度	327
11.7.5 径向滑动轴承工作能力 计算	283	12.6.6 滚动轴承的配合和 装拆	327
11.7.6 参数选择	288	12.6.7 滚动轴承的润滑与 密封	330

12.7 其他	335
12.7.1 滚动轴承的极限转速 ...	335
12.7.2 滚动轴承的修正额定 寿命计算	336
12.7.3 特殊滚动轴承简介	336
习题	338
模拟试题	339

第 13 章 联轴器、离合器和

制动器

13.1 联轴器	344
13.1.1 刚性联轴器	344
13.1.2 挠性联轴器	346
13.1.3 联轴器的选择	351
13.2 离合器	352
13.2.1 牙嵌式离合器	352
13.2.2 摩擦式离合器	353
13.3 制动器	356
习题	359
模拟试题	359

第 14 章 轴

14.1 概述	362
14.2 轴的材料及选择	364
14.2.1 轴的材料与热处理	364
14.2.2 轴的材料选择	365
14.3 轴的结构设计	366
14.3.1 轴各部分的组成	367
14.3.2 轴上零件的周向定位和 固定	367
14.3.3 轴上零件的轴向定位和 固定	367
14.3.4 轴的结构工艺性	369
14.3.5 轴的概略计算	370
14.3.6 各轴段直径和长度确定 ...	371
14.3.7 提高轴的强度和刚度的 措施	373
14.3.8 轴的结构设计实例	375
14.4 轴的强度计算	378
14.4.1 轴的弯扭合成强度 计算	379

14.4.2 轴的疲劳强度安全系数 校核计算	383
---------------------------------	-----

14.4.3 轴的静强度安全系数 校核计算	384
--------------------------------	-----

14.5 轴的刚度计算和轴的振动 稳定性	388
-------------------------------	-----

14.5.1 轴的刚度计算	388
---------------------	-----

14.5.2 轴的振动稳定性概念 ...	389
----------------------	-----

习题	392
----------	-----

模拟试题	393
------------	-----

第 15 章 弹簧

15.1 概述	396
---------------	-----

15.2 圆柱螺旋弹簧的类型与特性线、 制造及许用应力	397
--------------------------------------	-----

15.2.1 弹簧的类型与特性线 ...	397
----------------------	-----

15.2.2 圆柱螺旋弹簧的结构 ...	399
----------------------	-----

15.2.3 弹簧的制造	400
--------------------	-----

15.2.4 弹簧的材料及许用 应力	401
-----------------------------	-----

15.3 圆柱螺旋压缩(拉伸)弹簧的 设计计算	403
----------------------------------	-----

15.3.1 弹簧应力分析与强度 计算	403
------------------------------	-----

15.3.2 弹簧的变形计算	404
----------------------	-----

15.3.3 弹簧的疲劳强度计算 ...	405
----------------------	-----

15.3.4 圆柱螺旋压缩弹簧的 稳定性计算	406
---------------------------------	-----

15.3.5 圆柱螺旋弹簧的典型 工作图	407
-------------------------------	-----

15.4 圆柱螺旋扭转弹簧的设计 计算	411
------------------------------	-----

15.4.1 圆柱螺旋扭转弹簧的结构 及几何参数	411
-----------------------------------	-----

15.4.2 弹簧的特性曲线	412
----------------------	-----

15.4.3 扭转弹簧的设计步骤 ...	412
----------------------	-----

习题	415
----------	-----

模拟试题	416
------------	-----

参考文献

第 1 章

绪 论



本章教学要点

知识要点	掌握程度	相关知识
机械设计的研究对象	掌握机械设计的研究对象	机器以及组成机器的机械零件、机械设计的本质
课程的内容、性质与任务以及本课程的学习方法	了解本课程的内容、性质与任务，领会本课程的学习方法	本课程的教学内容、课程的特点以及本课程的学习方法



导入案例

人类在长期的生产生活实践中,创造和生产了许许多多的机械,图 1.1 是海洋石油钻井平台。从古至今,从金字塔建造时的简单机械滑轮,到目前高层建筑使用的起重机械,从工业革命时的蒸汽火车到现在的高速铁路,从莱特兄弟的第一次人类起飞到今天的外太空探索,世界发生了天翻地覆的变换,这一切都与机械的发展密切相关。



图 1.1 “海洋石油 981” 钻井平台

工业革命以后,机械实现了飞速发展,铣床、磨床等机床相继问世,这些机器的问世对机械的发展又起到了极大的促进作用。

机器是人类在生产和生活中用以替代或减轻人的体力劳动和辅助人的脑力劳动、提高生产效率和产品质量的主要工具,更是完成人类无法从事或难以从事的各种复杂、艰难、危险劳动的重要工具,如机床、汽车、起重机、运输机、自动化生产线、机器人和航天器等。在现代社会中,机器的应用随处可见。机器的设计制造水平是体现一个国家的技术乃至综合国力的重要方面,而机器的应用水平则是衡量一个国家的技术水平和现代化的重要标志。改革开放以来,我国社会主义现代化建设在各个方面都取得长足的发展,国民经济的各个生产部门正迫切要求实现机械化和自动化,特别是随着社会科学技术的发展,对机械的自动化及智能化要求越来越迫切,我国的机械产品正面临着更新换代的局面。高技术化、产品日益多样化和个性化,日益发展的极限制造技术及绿色制造技术已成为机械制造业发展的明显趋势。这一切都对机械工业和机械设计工作者提出了更新、更高的要求,而本课程就是为培养掌握机械设计基本理论和基本能力的工程技术人员而设置的一门重要课程。

1.1 本课程的研究对象

机械是机构与机器的总称。有关机构的内容在《机械原理》课程中做了讲述;本课程的研究对象是机器及组成机器的机械零部件。

机器是人们根据某种使用要求而设计和制造的一种执行机械运动的装置,可以用来变换或传递能量、物料和信息。如电动机、发电机用来变换能量;起重机、运输机用来传递物料;车床、铣床、冲床等用来变换物料的状态;计算机、收录机等用来变换信息等。

从制造和装配的角度看,任何机器的机械系统都是由一定数量的基本单元所组成,这些基本单元就是机械零件,简称零件,它们是机器中最小的独立制造单元。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。零件与部件合称为零部件,可概括地分为两类:一类是各种机器中经常都能用到的零部件,称为通用零部件,如螺钉、齿轮、键等零件,离合器、滚动轴承、减速器等部件;另一类是特定类型机器中才能用到的零部件,称为专用零部件,如内燃机中的曲轴、连杆(部件),纺织机中的织梭、纺

锭, 离心机中的转鼓(部件)等。本课程研究对象中所讲的机械零部件, 是指普通条件下工作的一般尺寸与参数的通用零部件, 专用零部件和巨型、微型及高温、高压等条件下工作的通用零部件不在其中。

机械设计是根据使用要求对机械的工作原理、结构、运动方式、力和能量的传递方式、各个零件的材料和形状尺寸、润滑方法等进行构思、分析和计算并将其转化为具体描述以作为制造依据的工作过程。机械设计的本质是由功能描述到结构描述的变换, 根据实现变换步骤及状况分为更新设计和创新设计。如果实现变换的所有步骤都已知, 则为更新设计; 如果至少有一步未知, 则为创新设计。更新设计又可分为变形设计和适应性设计。前者不改变基本原理, 但在机构、结构及辅助原理方面有较大变动; 后者是在原有产品基础上, 仅改变一些尺寸、外形, 以适应某些新情况。机械设计的目标是: 在现有材料、加工能力、理论知识和计算手段等条件下, 设计出性能好、制造成本低、尺寸小、质量轻、使用可靠、能耗低和环境污染少的最优产品。机械设计是创新或改造机械产品的第一步, 是决定机械产品性能、质量、成本等的最主要也是最重要环节。据统计, 机械产品 70% 的生产成本决定于设计阶段。这是因为包括材料选择, 标准通用零部件选用, 零件、部件、整机的结构与优化, 工艺流程设计及成本估算等工作, 在设计阶段均已完成和基本确定。因此, 机械工程类专业的学生修学本课程, 无疑是十分必要和非常重要的。

1.2 本课程的内容、性质与任务

1.2.1 本课程的内容、性质与任务

本课程是一门以一般通用机械零部件设计为核心, 论述它们的基本设计理论与方法, 用以培养学生具有一般机械设计能力的设计性课程, 是机械类和近机类专业的技术基础课。本课程需要综合应用许多先修课程的知识, 如机械制图、金属工艺学、理论力学、材料力学、机械原理、互换性与技术测量、工程实训等, 故涉及的知识面较广, 且偏重于工程应用。它将为以后学习有关专业课程和掌握新的机械科学技术奠定必要的基础。因此, 在人才培养方案中, 它是一门介于基础课与专业课之间的、具有承上启下作用的主干课程。

本课程的内容是在简要介绍整台机器设计基本知识的基础上, 重点讨论一般尺寸和参数的通用零件, 包括他们的基本设计理论和方法, 以及有关技术资料的应用等。具体包括以下 3 个方面。

1. 机械设计的基本知识、基本理论和基本方法(第 1~4 章)

这一部分介绍了机械设计的相关知识、机械设计的基本理论及基本方法。机械设计的基本理论主要是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、材料的选用, 摩擦、磨损及润滑等方面的基本学科内容。

2. 通用零部件设计(第 5~15 章)

具体包括以下几方面。

(1) 传动零件设计。

带传动、链传动、齿轮传动、蜗杆传动及螺旋传动的受力分析、失效分析、设计准则及承载能力设计计算,传动零件的结构设计、材料选择及润滑等。

(2) 轴系零部件设计。

轴系零部件设计主要研究滑动轴承、滚动轴承、联轴器、离合器、轴的类型、特点、工作原理,轴系零部件的工作能力设计、结构设计及标准零部件选用等。

(3) 连接零件设计。

连接零件设计主要研究螺纹连接、键连接、销连接及各种连接件的连接方式。

(4) 其他零部件设计。

其他零部件设计主要研究弹簧。

3. 总体构思与设计

机械零件的设计计算是本课程的基本教学内容,但本课程的最终目的在于能综合运用各种机械零件、各种机构的知识以及先修的知识,来设计机械传动装置和简单机械,因此,本课程结束后,安排一次课程设计,来培养学生的总体构思与设计能力。

本课程的主要任务是通过理论教学和实践环节训练,使学生做到以下几点:

(1) 树立理论联系实际的正确设计思想,提高创新思维和创新设计能力。

(2) 掌握通用机械零件的设计原理、设计方法和机械设计一般规律,具有设计通用机械传动装置和简单机械的能力。

(3) 具有运用机械设计手册、图册及标准、规范,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。

(5) 了解国家当前的技术经济政策,并对机械设计的发展及现代设计方法有所了解。

在本课程的学习过程中,要综合运用先修课程中所学的有关知识与技能,结合各个教学实践环节进行基本训练,逐步提高自身的理论水平、构思能力、工程洞察能力和判断力,特别是分析问题及解决问题的能力,为顺利过渡到专业课的学习及进行产品和设备的开发与设计打下宽厚而坚实的基础。

1.2.2 本课程的特点和学习方法

与基础理论课相比较,本课程是一门综合性、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,在学习方法上尽快完成由单科向综合、由抽象向具体、由理论到实践的思维方式的转变。在学习过程中应注意以下几方面问题:

(1) 本课程综合性强。

本课程内容涉及多门先修课程的基本知识,涉及知识面宽,综合性强,学习中应注意及时复习、总结、深化有关内容,并注重综合应用这些知识的能力培养。

(2) 本课程实践性强。

本课程教学环节除课堂教学外,还有习题课、实验课、设计性作业及课程设计等。学好教材内容是一个重要方面,但它远非课程的全部。学习本课程时必须明确,书本知识固然重要,但在工程实际中,仅靠书本知识是不能正确解决问题的,还需要掌握一定的经验资料和具有较强的工程洞察力及判断力。因此要注重实践训练,通过实践训练,进一步加深对课程内容的理解和掌握,培养和提高机械设计能力,尤其是要重视提高机械零件结构设计能力和熟练查阅、使用手册及各种技术资料的能力。

(3) 本课程设计性强。

课程内容紧密围绕零部件的设计问题。设计是本课程的核心,要掌握各种零件的设计过程。一般是先分析零件的失效形式,然后建立理论分析模型并根据失效形式建立设计准则,最后根据设计准则和零件的工作条件(包括载荷大小与性质、寿命长短、工作环境等)设计满足客户要求的零件。同时,要重视结构设计,在设计过程中,往往需要理论设计与结构设计交叉进行,否则有可能理论设计的零件不一定满足结构要求;理论设计与结构设计往往需要多次反复修改,以便尽可能达到最佳。

(4) 本课程修正系数多。

由于理论分析模型很难将实际的工作条件都考虑进去,所以往往需要用一系列的系数对理论计算结果进行修正;有些工作条件比较复杂,很难单纯用理论计算解决设计问题,此时往往要用到前人总结的经验或半经验公式。因此,对各种修正系数或者经验公式中的系数应了解其使用条件和应用范围。

(5) 本课程涉及的零部件多。

学习时应注意不同零部件在材料、结构、功能、应用、载荷、应力、失效形式及计算公式方面的差异,又要把握不同零部件设计所遵循的一些共同规律,如基本相同的设计步骤及零件分析、设计思路等。本教材在论述各类零部件设计时的思路及过程为:

① 介绍零部件的类型、构造、功能、材料、标准、优缺点、使用场合等基本知识,使学生对该类零件有初步了解;

② 论述工作情况、受力分析、应力分析、失效形式、设计准则、设计方法与步骤、参数选择原则、常用参考资料以及有关注意事项等,使学生初步掌握零部件的设计理论与方法;

③ 给出典型例题,把学生引向设计实践,并给出一定数量的习题,使学生实际运用所学的有关知识、设计理论、设计方法及参考资料,进行初步的设计训练,从而加深与巩固所学的知识与技能,进一步提高设计能力。

(6) 机械零部件是机器的基本组成部分。

在不同的机器中,同样的零部件在受力情况、设计要求及设计特点等许多方面将会有所不同,所以机械零部件的设计总是和具体机械或机电产品开发设计联系在一起。要真正学好本课程,真正掌握机械零部件设计本领,必须培养和建立整机设计概念,从产品开发设计的高度来对待机械零部件设计问题。此外,在市场竞争日趋激烈的今天,产品的开发设计离不开改进、改革与创新,学生应努力增强创新意识、培养创新能力,以创新的精神对待本课程的学习,对待机械零部件设计问题,尤其要增强市场与工程意识,从市场与工程的角度来考虑机械零部件设计问题。

第2章

机械设计概论



本章教学要点

知识要点	掌握程度	相关知识
机器的组成部分	掌握机器的组成部分以及各个部分的作用	机器的组成、原动部分、传动部分、执行部分、控制系统以及辅助系统
机器的基本要求	了解机器的基本要求	使用要求、经济性要求、可靠性要求、劳动保护及环境保护要求以及其他特殊要求
设计机器的一般程序	掌握机器设计的一般程序	产品规划、方案设计、技术设计以及编制技术文件等
机械零件的基本要求	掌握设计机械零件的基本要求	强度、刚度、寿命要求、结构工艺性要求、可靠性要求、经济性要求以及质量小要求
机械零件的主要失效形式、机械零件的设计准则	掌握机械零件的主要失效形式，掌握机械零件的设计准则	机械零件的失效形式、机械零件的设计准则
机械零件的设计方法及机械零件设计步骤	了解机械零件的设计方法，掌握机械零件的设计步骤	机械零件的设计方法、机械零件的设计步骤
机械零件的常用材料及选用原则	掌握机械零件的常用材料以及材料选用原则	机械零件常用材料及性能、机械零件材料的选用原则
机械零件设计的标准化	了解机械零件设计的标准化	机械零件设计的标准化、通用化、系列化以及贯彻“三化”的意义
机械现代设计方法	了解机械现代设计方法	机械现代设计方法

导入案例

虚拟样机技术是20世纪80年代逐渐兴起、基于计算机技术的一个新概念。随着计算机技术和信息技术的飞速发展,使得我们能够在开发产品的各个阶段都能使用数字化的模型描述产品的功能及外形,并进行设计、研发、检测评估和修改产品,尤其是产品全生命周期管理及基于网络的产品描述方式,使得全球制造成为可能,并保证了产品质量。现代科学技术的飞速发展和日益激烈的市场竞争,使得产品的技术含量更高,产品结构也更复杂,产品生命周期却变得更短。在市场经济中,缩短新产品的研发时间和上市周期就成为企业竞争优势的重要体现。因此,通过计算机研发产品,并对产品数字模型进行及时分析,快速改进设计方案,全数字状态下完成产品的虚拟分析和虚拟制造,根据分析结果及时修改的产品数字化开发技术显得十分重要。

所谓虚拟样机就是在建造第一台物理样机之前,利用软件技术建立的数字化模型,即虚拟样机是一种计算机模型,它能够反映实际产品的特性,包括外观、空间关系以及运动学和动力学特性。通过对虚拟样机采用基于实体可视化的仿真分析,模拟该系统在真实工作环境下的运动和动力特性,从而修改设计方案,最终得到最优化方案。虚拟样机技术利用虚拟环境在可视化方面的优势以及可交互式探索虚拟物体功能,对产品进行几何、功能、制造等许多方面交互的建模与分析。它在CAD模型的基础上,把虚拟技术与仿真方法相结合,为产品的研发提供了一个全新的设计方法。

机械设计是指设计开发新的机器设备或改进现有的机器设备,其中包括机械零部件设计。机械设计是一项极富创造性的工作,学好本课程,掌握机械设计的基本知识、基本理论和基本方法,首先必须对机器及机械零件的主要要求、设计程序和内容、设计方法等有一定的了解和掌握。

2.1 机器的组成

机器的种类极多,其构造、性能及用途各异。但就其功能组成而言,机器是由原动机、传动机构及执行机构所组成的机械系统。一台完整的现代化机器还包括电器、控制、润滑和监测等部分,如图2.1所示。

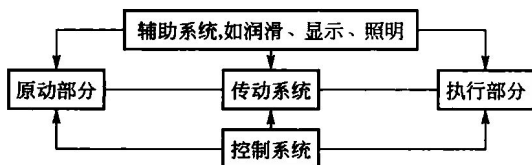


图 2.1 机器的组成

1. 原动部分

原动部分是一台机器的心脏,它给机器提供运动和动力。驱动整台机器完成预定功能。通常一台机器只有一个动力源,复杂的机器也可能有多个动力源。一般说来,它们都

是把其他形式的能量转化为可利用的机械能。动力源从最早的人力、畜力,发展到风力、水利、内燃机、蒸汽机,直到今天的电动机、液压马达、步进电机等。现代机器中使用的原动机大多数是以各式各样的电动机和热力机为主。原动机绝大多数以旋转运动的形式输出一定的转矩,在少数情况下也有用直线运动电动机或液压缸以直线运动的形式输出一定的推力或拉力。

2. 执行部分

执行部分是用来完成机器预定功能的组成部分。一台机器可以只有一个执行部分,如常见的冲床、压床等;也可以有多个执行部分,如车床、铣床、刨床等。

3. 传动系统

传动系统是完成从原动机到执行部分的运动形式、运动及动力参数转变的任务。例如把旋转运动转变为直线运动、高转速转变为低转速、小扭矩转变为大扭矩等。机器的传动系统多数使用机械系统。有时也可使用气压、液压或电力传动系统。机械传动是绝大多数机器不可缺少的重要组成部分。

4. 控制系统

随着机器的功能越来越复杂,对机器的精度、自动化程度要求越来越高,为保证上述3部分能协调有序的动作,以实现自动化操作,还需设置必要的控制部分。控制部分的种类繁多,常用的有机械式控制器(离合器)、液压式控制器(各种液压控制阀)和电子式控制器等。

5. 辅助系统

辅助系统是为了改善机器的运行环境,方便使用,延长机器的使用寿命而设置的。如冷却装置、润滑装置、照明装置、显示系统等。

2.2 机器的主要要求

机械设计的最终目的是为市场提供优质高效、价廉物美的机械产品,在市场竞争中取得优势,赢得用户,取得良好的社会效益。尽管机器的种类繁多,但都应满足下列基本要求。

1. 使用功能要求

人们为了生产和生活需要才设计和制造各种各样的机器,因此,所设计和制造的机器应具有预期的使用功能,能满足人们某方面的需要。这主要靠正确选择机器的工作原理,正确的设计或选用原动机、传动机构和执行机构以及合理的配置辅助系统和控制系统来保证。

2. 经济性要求

机器的经济性是一个综合指标,它体现在机器设计、制造和使用全过程中,包括设计制造经济性和使用经济性。设计制造的经济性表现为机器的成本低;使用经济性表现为高

生产率、高效率、较少的能源、原材料和辅助材料消耗,以及低的管理和维护费用等。设计机器应把设计、制造、使用及市场作为一个整体全面考虑。只有设计与市场信息相互吻合,在市场、设计、生产中寻求最佳关系,才能获得满意的经济效益。提高设计与制造经济性的主要途径有以下几方面。

(1) 尽量采用现代设计方法,力求设计参数合理,缩短设计周期,降低设计成本。

(2) 最大限度的采用标准化、系列化以及通用化的零部件。

(3) 合理选用材料,改善零件的结构工艺性,尽量采用新材料、新机构、新工艺和新技术,使其用料少、质量轻、加工费用低、易于装配。

(4) 合理的组织设计和制造过程。

(5) 注重机器的造型设计,最大限度的赢得消费者,以便扩大销售量。

提高机器使用经济性能的主要途径有以下几方面。

(1) 提高机器的机械化、自动化水平,以提高机器的生产率和生产产品的质量。

(2) 选用高效率的传动系统和支撑装置,从而降低能源消耗和生产成本。

(3) 注意采用适当的防护、润滑和密封装置,以延长机器的使用寿命,并避免环境污染。

3. 可靠性要求

机器在预定工作期限内必须具有一定的可靠性。机器可靠性的可用可靠度 R 来表示。机器的可靠度是指机器在规定的工作期限内和规定的工作条件下,无故障的完成预定功能的概率。机器在规定的工作期限和条件下丧失预定功能的概率称为不可靠度,或称破坏概率,用 F 来表示。显然,机器的可靠度与破坏概率应满足

$$R=1-F \quad (2-1)$$

提高机器可靠度的关键是提高其组成零件的可靠度。此外,从机器设计的角度考虑,确定适当的可靠性水平,力求结构简单,减少零件数目,尽可能选用标准件及可靠零件,合理地设计机器的组件和部件以及必要时选用较大的安全系数等,对提高机器的可靠度是十分有效的。

4. 劳动保护和环境保护要求

设计机器时应给予劳动保护要求和环境保护要求给予高度重视,应使所设计的机器符合国家的劳动保护法规和环境保护要求。一般应从以下两个方面考虑。

(1) 保证操作者安全、方便,减轻操作时的劳动强度。

具体措施有:对外露的运动件加设防护罩;减少操作动作单元、缩短动作距离;设置完善的保险、报警装置以消除和避免不正确操作引起的危害;机器设计应符合人机工程学原理,使操作简便省力,简单而重复的劳动要利用机械本身的机构来完成。

(2) 改善操作者及机器的环境。

具体措施有:降低机器工作时的振动与噪声;防止有毒有害介质渗漏;进行废水、废气和废液的治理;美化机器的外形及外部色彩。

总之,应使所设计的机器符合国家的劳动保护法规要求和环境保护要求。

5. 其他特殊要求

对不同的机器,还有一些为该机器所特有的要求。例如:对食品机械有保持清洁、不