



面向21世纪课程教材  
Textbook Series for 21st Century

# 机械设计

## (第2版)

清华大学精密仪器与机械学系设计工程研究所 编  
吴宗泽 高志 主编



高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS

面向 21 世纪课程教材  
Textbook Series for 21st Century

# 机械设计

(第 2 版)

清华大学精密仪器与机械学系设计工程研究所 编  
吴宗泽 高 志 主编



高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS

## 内容简介

本书根据教育部高等学校机械基础课程教学指导分委员会制定的“机械设计课程教学基本要求”,结合教学实践经验,在第1版的基础上修订而成。本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

本书除绪论外,内容分为3篇。第1篇为机械设计总论,主要介绍有关机械设计的共性知识和理论。第2篇为机械零部件工作能力设计,主要介绍通过失效分析,根据工作能力条件确定零部件主要参数的方法。第3篇为机械结构设计,介绍机械结构设计的基本理论、概念与方法。

根据课程教学的需要,在第2版中将轴的设计计算、滑动轴承、带传动和链传动都独立成章,将有关各种零部件润滑的内容集中到第19章,删减了有关箱体和导轨设计的内容。

本书附有一张光盘,主要用于帮助学生预习、复习和完成实践性教学环节。

## 图书在版编目(CIP)数据

机械设计 / 吴宗泽, 高志主编; 清华大学精密仪器与机械学系设计工程研究所编. —2版. —北京: 高等教育出版社, 2009.1

ISBN 978-7-04-025094-7

I. 机… II. ①吴… ②高… ③清… 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(2008)第 193683 号

策划编辑 庚欣      责任编辑 查成东      封面设计 李卫青      责任绘图 尹莉  
版式设计 余杨      责任校对 金辉      责任印制 韩刚

---

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街4号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100120	网 址	<a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a>
总 机	010-58581000		<a href="http://www.hep.com.cn">http://www.hep.com.cn</a>
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	<a href="http://www.landaco.com">http://www.landaco.com</a>
印 刷	北京民族印务有限责任公司		<a href="http://www.landaco.com.cn">http://www.landaco.com.cn</a>
		畅想教育	<a href="http://www.widedu.com">http://www.widedu.com</a>
开 本	787 × 1092 1/16	版 次	2001年7月第1版
印 张	28.25		2009年1月第2版
字 数	680 000	印 次	2009年1月第1次印刷
		定 价	37.70元(含光盘)

---

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 25094-00

## 第2版前言

本书是按照教育部“机械设计教学基本要求”及作者多年来从事教学和有关机械设计实际工作的经验修订而成的。自2000年第1版面世以后,受到有关方面的重视和关切,提出不少改进意见和建议。经过认真的研究和分析,参照国内、外新教材的特点以及本教材第1版的使用经验和当前教学改革发展的趋势,考虑提高学生素质和拓宽专业面的要求,进一步完善体系和内容,加强教学适用性,增加习题数量和对学生的引导,提高创新能力和设计能力的培养。改进光盘内容,使之与文字教材更好地配合。本书第2版主要修订内容如下:

1. 考虑到加强各种机械零件之间的联系,以及一些学校对课程设计进行了改革,与机械原理课程设计合并,选题超出了传统的减速器范围,设“传动总论及机械传动方案的设计”一章,加强总体设计的概念和有关部分的联系。有利于在教学中通过对具体零件设计的学习,理解和体会机械设计的基本思路和方法。

2. 为了提高结构设计能力,把全书分为机械设计总论、机械零部件工作能力设计和机械结构设计三个部分。把有关内容系统化,既便于加强结构设计的概念,又尽量保持各种零、部件设计方法的完整性。

3. 加入了一些较难的习题,其中不少是在几十年教学工作中使用过的考试题。如7-6题,是一位老教授为了从一百多位应考者中选拔一名获得留学奖学金人员专门出的考题(有些改动),考察应考者的灵活运用能力。7-21题是作者刚刚审查的一个设计实例。希望读者把本书的习题都阅读、思考一下,即使不能圆满解决每一个问题,也可以体会学习本课程的要求和努力的方向。这些习题具体地体现了“讲一、练二、考三”的要求和努力方向。

4. 扩充了光盘的内容,增加了机械设计常用标准、参数、结构和设计方法的查询内容,便于学生在设计实践中使用。

全书除绪论外,分为三篇共19章,并附有光盘一张,主要用于学生进行机械零部件的设计计算。此外,有英文习题一百余题,便于双语教学。参加本书编写的有吴宗泽(绪论、第1、2、4、7、10、15章)、刘莹(第3、12、19章)、肖丽英(第5、6、8、18章)、刘向锋(第9、13章)、高志(第11、14、16、17章),并由吴宗泽、高志任主编。

北京科技大学朱孝录教授认真审阅了本书,并提出了许多宝贵意见,对提高本书质量起了很大作用,在此表示衷心感谢!

由于作者能力所限,如有误漏欠妥之处,敬请不吝指正。

编者

2008年8月

# 目 录

绪论 .....	1
思考题 .....	3

## 第 1 篇 机械设计总论

<b>第 1 章 机械设计概论</b> .....	7
1.1 概述 .....	7
1.1.1 机械设计的任务 .....	7
1.1.2 机械设计的类型和典型 步骤 .....	7
1.1.3 机械创新设计 .....	8
1.2 机械零部件设计 .....	8
1.2.1 机械零部件设计的要求 .....	8
1.2.2 机械零件的失效分析和 计算准则 .....	9
1.2.3 机械零件的设计计算 .....	10
1.2.4 机械结构设计 .....	10
1.3 机械零件的材料和热处理的 选择原则 .....	10
1.4 机械零件的标准化 .....	12
1.5 机械设计技术的新发展 .....	12
习题 1 .....	13
<b>第 2 章 机械零件的疲劳强度</b> .....	15
2.1 概述 .....	15
2.1.1 疲劳失效的特点 .....	15
2.1.2 变应力的种类 .....	16
2.1.3 变应力的特征参数 .....	16
2.2 疲劳强度的基本理论 .....	17
2.2.1 疲劳曲线 .....	17
2.2.2 疲劳极限应力图 .....	19
2.3 影响疲劳强度的主要因素 .....	21
2.3.1 应力集中的影响 .....	21
2.3.2 尺寸效应 .....	21
2.3.3 表面状态的影响 .....	22
2.4 稳定变应力机械零件的疲劳 强度计算 .....	22
2.4.1 单向稳定变应力的安全 系数 .....	23
2.4.2 复合稳定变应力的安全 系数 .....	25
2.4.3 许用安全系数的选择 .....	26
2.5 非稳定循环变应力机械零件的 疲劳强度计算 .....	27
2.5.1 疲劳损伤累积理论 .....	27
2.5.2 非稳定循环变应力疲劳 强度计算 .....	27
2.6 提高疲劳强度的主要措施 .....	30
2.7 机械零件的接触疲劳强度 .....	31
附录 疲劳强度计算资料 .....	33
习题 2 .....	36
<b>第 3 章 摩擦学设计</b> .....	39
3.1 概述 .....	39
3.2 摩擦 .....	39
3.2.1 摩擦的类型 .....	39
3.2.2 摩擦状态的判定 .....	41
3.3 磨损 .....	41
3.3.1 磨损的定义 .....	41
3.3.2 磨损的过程 .....	42
3.3.3 磨损的类型 .....	42
3.3.4 提高摩擦副耐磨性的措施 .....	43
3.4 润滑剂 .....	44
3.4.1 润滑剂的类型 .....	44
3.4.2 润滑剂的主要性能 .....	45

3.4.3 润滑剂的添加剂 .....	47	中的应用 .....	51
3.5 流体动压润滑原理——维雷 诺方程 .....	48	3.6.2 边界润滑或混合润滑在运动 副设计中的应用 .....	53
3.6 摩擦学设计应用简介 .....	50	习题 3 .....	54
3.6.1 弹流润滑理论在高副设计			
<b>第 2 篇 机械零部件工作能力设计</b>			
<b>第 4 章 传动总论及机械传动方案 的设计 .....</b>	<b>59</b>	5.6.1 同步带传动 .....	99
4.1 概述 .....	59	5.6.2 高速带传动 .....	100
4.1.1 传动装置的作用及分类 .....	59	习题 5 .....	100
4.1.2 机械传动装置设计的典 型条件 .....	60	<b>第 6 章 链传动 .....</b>	<b>102</b>
4.2 机械传动的运动和动力参数 计算 .....	60	6.1 概述 .....	102
4.3 常用机械传动的特点和适用 场合 .....	63	6.2 传动链和链轮 .....	103
4.4 机械传动装置 .....	65	6.2.1 滚子链 .....	103
4.5 机械传动装置方案设计的一般 原则 .....	70	6.2.2 其他传动链 .....	105
4.6 机械传动装置方案设计举例 .....	73	6.2.3 滚子链链轮 .....	106
习题 4 .....	76	6.3 链传动的运动分析 .....	107
<b>第 5 章 带传动 .....</b>	<b>80</b>	6.3.1 链传动的运动不均匀性 .....	107
5.1 概述 .....	80	6.3.2 链传动的动载荷 .....	108
5.2 V 带的类型、特点 .....	81	6.4 链传动的设计计算 .....	109
5.3 带传动的工作原理 .....	84	6.4.1 链传动的受力分析 .....	109
5.3.1 带传动的受力分析 .....	84	6.4.2 链传动的失效形式 .....	110
5.3.2 带传动中的应力 .....	86	6.4.3 滚子链传动的功率曲线 .....	111
5.3.3 带的弹性滑动和打滑 .....	87	6.4.4 滚子链传动的设计步骤 和设计方法 .....	113
5.4 V 带传动的设计计算 .....	88	6.5 链传动的合理布置、张紧 .....	115
5.4.1 带传动的失效形式和设计 准则 .....	88	6.5.1 链传动合理布置形式 .....	115
5.4.2 单根 V 带的基本额定功率 .....	89	6.5.2 链传动的张紧 .....	116
5.4.3 V 带(窄 V 带)传动的设计 .....	92	习题 6 .....	118
5.5 带传动的张紧装置 .....	98	<b>第 7 章 齿轮传动 .....</b>	<b>119</b>
5.5.1 定期张紧 .....	98	7.1 概述 .....	119
5.5.2 自动张紧 .....	98	7.2 圆柱齿轮的基本参数、几何 计算和精度等级选择 .....	119
5.6 其他带传动简介 .....	99	7.2.1 圆柱齿轮的基本参数 .....	119
		7.2.2 渐开线外啮合圆柱齿轮 主要几何尺寸计算公式 .....	120
		7.2.3 渐开线圆柱齿轮精度等级 选择 .....	120

7.3 齿轮传动的失效形式、材料和热处理 .....	122	8.1 概述 .....	173
7.3.1 齿轮传动的失效形式 .....	122	8.1.1 蜗杆传动的特点和应用 .....	173
7.3.2 齿轮材料和热处理 .....	123	8.1.2 蜗杆传动的分类 .....	173
7.4 圆柱齿轮的计算载荷 .....	127	8.2 普通圆柱蜗杆传动的主要参数及几何尺寸 .....	176
7.4.1 名义载荷 .....	127	8.2.1 蜗杆传动的主要参数 .....	176
7.4.2 计算载荷 .....	128	8.2.2 蜗轮的变位 .....	178
7.5 直齿圆柱齿轮受力分析和强度计算 .....	133	8.2.3 蜗杆传动的几何尺寸计算 .....	179
7.5.1 直齿圆柱齿轮受力分析 .....	133	8.3 蜗杆传动的失效形式、材料 .....	180
7.5.2 直齿圆柱齿轮齿面接触疲劳强度计算 .....	134	8.4 蜗杆传动的受力分析和效率计算 .....	181
7.5.3 直齿圆柱齿轮齿根弯曲疲劳强度计算 .....	137	8.4.1 蜗杆传动的受力分析 .....	181
7.6 直齿圆柱齿轮的参数选择和许用应力 .....	140	8.4.2 蜗杆传动的计算载荷 .....	182
7.6.1 设计参数选择 .....	140	8.4.3 蜗杆传动的相对滑动速度 .....	183
7.6.2 许用应力 .....	142	8.4.4 蜗杆传动的效率 .....	184
7.7 斜齿圆柱齿轮受力分析和强度计算 .....	152	8.5 圆柱蜗杆传动的设计计算 .....	185
7.7.1 斜齿圆柱齿轮受力分析 .....	152	8.5.1 蜗轮接触疲劳强度计算 .....	185
7.7.2 斜齿圆柱齿轮齿面接触疲劳强度计算 .....	153	8.5.2 蜗轮的接触许用应力 .....	187
7.7.3 斜齿圆柱齿轮齿根弯曲疲劳强度计算 .....	155	8.5.3 蜗轮齿根弯曲疲劳强度计算 .....	188
7.8 齿轮静强度校核计算 .....	159	8.5.4 蜗杆轴的刚度计算 .....	189
7.8.1 载荷的确定 .....	159	8.5.5 蜗杆传动散热计算 .....	190
7.8.2 静强度校核计算公式 .....	159	8.6 圆弧齿圆柱蜗杆传动简介 .....	191
7.9 开式齿轮强度计算的特点 .....	160	8.6.1 圆弧齿圆柱蜗杆传动概述 .....	191
7.10 直齿锥齿轮受力分析和强度计算 .....	160	8.6.2 圆弧齿圆柱蜗杆传动的参数选择 .....	191
7.10.1 直齿锥齿轮几何计算 .....	160	8.6.3 圆弧齿圆柱蜗杆传动的承载能力计算 .....	191
7.10.2 直齿锥齿轮受力分析 .....	162	习题 8 .....	194
7.10.3 直齿锥齿轮强度计算 .....	163	<b>第 9 章 螺旋传动</b> .....	196
7.11 曲线齿锥齿轮简介 .....	165	9.1 概述 .....	196
7.12 圆弧齿轮传动 .....	167	9.1.1 螺旋传动的特点 .....	196
习题 7 .....	168	9.1.2 螺旋传动的应用 .....	196
<b>第 8 章 蜗杆传动</b> .....	173	9.1.3 螺旋传动的类型 .....	196
		9.2 螺纹 .....	198
		9.2.1 螺纹的主要参数 .....	198
		9.2.2 常用螺纹 .....	199
		9.3 滑动螺旋传动的设计 .....	199

9.3.1 滑动螺旋的失效形式和设计准则 .....	199	11.4 滚动轴承的寿命计算 .....	238
9.3.2 滑动螺旋副的材料 .....	200	11.4.1 基本额定寿命和基本额定动载荷 .....	238
9.3.3 滑动螺旋的设计计算 .....	200	11.4.2 当量动载荷 .....	239
9.4 其他螺旋传动简介 .....	206	11.4.3 额定寿命计算 .....	240
9.4.1 滚动螺旋传动简介 .....	206	11.4.4 角接触轴承的载荷计算 .....	243
9.4.2 静压螺旋传动简介 .....	208	11.4.5 不稳定载荷下的轴承寿命计算 .....	245
习题 9 .....	209	11.5 滚动轴承的静强度计算 .....	246
<b>第 10 章 轴的设计计算</b> .....	211	11.5.1 基本额定静载荷 .....	246
10.1 概述 .....	211	11.5.2 当量静载荷 .....	246
10.1.1 轴的分类 .....	211	11.5.3 静强度计算 .....	246
10.1.2 轴的材料选择 .....	211	11.6 一支承处成对安装角接触轴承的计算特点 .....	247
10.1.3 轴设计的主要问题 .....	213	11.7 滚动轴承的极限转速 .....	248
10.2 轴的疲劳强度计算 .....	213	11.8 特殊工作条件下的滚动轴承简介 .....	249
10.2.1 按许用切应力计算 .....	213	11.8.1 高速滚动轴承简介 .....	249
10.2.2 按许用弯曲应力计算 .....	214	11.8.2 高温滚动轴承简介 .....	250
10.2.3 安全系数校核计算 .....	215	11.8.3 陶瓷滚动轴承简介 .....	250
10.3 轴的静强度校核 .....	215	习题 11 .....	251
10.4 轴的刚度计算 .....	219	<b>第 12 章 滑动轴承</b> .....	254
10.4.1 扭转刚度的校核计算 .....	219	12.1 概述 .....	254
10.4.2 弯曲刚度的校核计算 .....	219	12.1.1 滑动轴承的分类与失效形式 .....	254
10.5 轴的振动概念 .....	221	12.1.2 滑动轴承的常用材料 .....	254
习题 10 .....	222	12.1.3 滑动轴承结构 .....	258
<b>第 11 章 滚动轴承</b> .....	227	12.1.4 轴瓦结构 .....	260
11.1 概述 .....	227	12.2 混合润滑滑动轴承的工作能力条件性计算 .....	261
11.1.1 滚动轴承的特点 .....	227	12.2.1 径向滑动轴承的计算 .....	262
11.1.2 滚动轴承的组成 .....	227	12.2.2 推力滑动轴承的计算 .....	262
11.2 滚动轴承的类型和选用 .....	228	12.3 流体润滑轴承的工作能力设计 .....	263
11.2.1 常用滚动轴承的主要类型、结构和特点 .....	228	12.3.1 流体动压润滑径向滑动轴承的主要几何参数 .....	263
11.2.2 滚动轴承的代号 .....	232	12.3.2 稳定工况下径向滑动轴承的工作能力计算 .....	264
11.2.3 滚动轴承类型的选择 .....	234		
11.3 滚动轴承的工作情况分析、失效形式和设计准则 .....	235		
11.3.1 滚动轴承的工作情况分析 .....	235		
11.3.2 滚动轴承的失效形式和设计准则 .....	237		



12.3.3 流体动压润滑径向滑动 轴承主要参数的选择 .....	270	习题 13 .....	306
12.4 滑动轴承与滚动轴承的比较 .....	274	<b>第 14 章 弹簧</b> .....	310
习题 12 .....	275	14.1 概述 .....	310
<b>第 13 章 螺纹连接</b> .....	278	14.1.1 弹簧的功用 .....	310
13.1 螺纹连接的类型和标准螺纹 连接件 .....	278	14.1.2 弹簧的类型和特点 .....	310
13.1.1 螺纹连接的主要类型 .....	278	14.2 弹簧的材料和制造方法 .....	313
13.1.2 标准螺纹连接件 .....	280	14.2.1 弹簧的常用材料 .....	313
13.2 螺栓连接的设计计算 .....	283	14.2.2 弹簧的制造方法 .....	316
13.2.1 普通螺栓连接的设计 计算 .....	284	14.3 圆柱螺旋压缩和拉伸弹簧的 设计计算 .....	317
13.2.2 铰制孔用螺栓连接的 设计计算 .....	288	14.3.1 圆柱螺旋弹簧的基本 尺寸 .....	317
13.3 螺栓组连接的设计 .....	288	14.3.2 弹簧的强度计算 .....	318
13.3.1 螺栓组连接的结构设计 .....	289	14.3.3 弹簧的刚度 .....	319
13.3.2 螺栓组连接的受力分析 与计算 .....	290	14.3.4 弹簧的特性线 .....	319
13.4 螺纹连接件的材料和许用 应力 .....	295	14.3.5 弹簧的结构 .....	320
13.4.1 螺纹连接件的材料 .....	295	14.3.6 圆柱螺旋压缩(拉伸) 弹簧的设计 .....	322
13.4.2 螺纹连接件的许用应力 .....	296	14.4 圆柱螺旋扭转弹簧的设计 计算 .....	326
13.5 螺纹连接的预紧和防松 .....	297	14.4.1 圆柱螺旋扭转弹簧的 强度和刚度 .....	326
13.5.1 螺纹连接的预紧 .....	297	14.4.2 圆柱螺旋扭转弹簧的 结构 .....	327
13.5.2 螺纹连接的防松 .....	299	14.4.3 圆柱螺旋扭转弹簧的 设计计算 .....	327
13.6 提高螺纹连接强度的措施 .....	301	14.5 其他弹簧简介 .....	328
13.6.1 改善螺纹牙间载荷分布 不均的现象 .....	301	14.5.1 碟形弹簧 .....	328
13.6.2 减小应力集中 .....	301	14.5.2 平面涡卷弹簧 .....	329
13.6.3 减小影响螺栓疲劳强度 的应力幅 .....	302	14.5.3 橡胶弹簧 .....	330
13.6.4 避免附加应力 .....	303	14.5.4 空气弹簧 .....	330
13.6.5 采用合理的加工工艺 .....	303	习题 14 .....	331

### 第 3 篇 机械结构设计

<b>第 15 章 机械结构设计概论</b> .....	335	步骤 .....	335
15.1 概述 .....	335	15.1.2 机械结构设计的要求 .....	336
15.1.1 机械结构设计的作用和		15.1.3 机械结构设计的思考	

方法 .....	338	17.3 滚动轴承及轴上零件的轴向	
15.1.4 机械结构方案设计的		定位方法 .....	376
技巧 .....	339	17.4 滚动轴承游隙及轴系轴向	
15.2 机械结构设计的准则 .....	341	位置调整方法 .....	379
15.2.1 符合力学要求的机械		17.5 滚动轴承的配合 .....	379
结构设计准则 .....	341	17.6 轴的结构设计 .....	381
15.2.2 提高耐磨性的机械结构		17.6.1 轴的设计过程 .....	381
设计准则 .....	343	17.6.2 轴段直径 .....	382
15.2.3 提高精度的机械结构		17.6.3 轴段长度 .....	382
设计准则 .....	343	17.6.4 轴段过渡结构 .....	382
15.2.4 减小噪声的机械结构		17.7 提高滚动轴承轴系性能的	
设计准则 .....	345	方法 .....	383
15.2.5 提高耐腐蚀性的机械		17.7.1 提高轴强度的措施 .....	383
结构设计准则 .....	345	17.7.2 提高轴刚度的措施 .....	385
15.2.6 提高工艺性的机械结构		17.7.3 提高滚动轴承轴系刚度和	
设计准则 .....	345	旋转精度的措施 .....	386
习题 15 .....	348	17.7.4 改善滚动轴承轴系的	
<b>第 16 章 轮及其与轴的连接</b> .....	350	结构工艺性 .....	388
16.1 概述 .....	350	习题 17 .....	389
16.2 轮辐结构设计 .....	350	<b>第 18 章 联轴器与离合器</b> .....	393
16.3 轮毂结构设计 .....	354	18.1 概述 .....	393
16.4 键连接 .....	355	18.2 联轴器 .....	393
16.4.1 平键连接 .....	355	18.2.1 联轴器的特性及分类 .....	393
16.4.2 半圆键连接 .....	356	18.2.2 刚性联轴器 .....	394
16.4.3 楔键连接 .....	356	18.2.3 挠性联轴器 .....	396
16.4.4 切向键连接 .....	357	18.2.4 联轴器的选择 .....	400
16.4.5 键连接的类型选择和		18.3 离合器 .....	402
强度校核 .....	357	习题 18 .....	406
16.5 花键连接 .....	360	<b>第 19 章 润滑方式与密封装置</b> .....	407
16.5.1 花键连接的类型和特点 .....	360	19.1 概述 .....	407
16.5.2 花键连接的设计 .....	361	19.2 常用润滑方式及装置 .....	407
16.6 其他轴毂连接方式 .....	362	19.2.1 常用润滑方式及装置的	
16.6.1 过盈连接 .....	362	选择 .....	407
16.6.2 弹性环连接 .....	368	19.2.2 常用润滑方式的原理	
习题 16 .....	370	及装置特点 .....	408
<b>第 17 章 滚动轴承轴系结构设计</b> .....	372	19.3 典型零部件润滑方式的选择 .....	413
17.1 概述 .....	372	19.3.1 滑动轴承润滑 .....	413
17.2 滚动轴承轴系轴向定位方法 .....	372	19.3.2 滚动轴承润滑 .....	414

---

19.3.3 齿轮传动润滑 .....	415	19.5.3 非接触式动密封装置 .....	426
19.3.4 蜗杆传动润滑 .....	417	19.5.4 组合式密封 .....	428
19.3.5 链传动润滑 .....	420	19.6 静密封简介 .....	428
19.4 密封装置概述 .....	421	19.6.1 直接接触密封 .....	429
19.5 动密封装置 .....	423	19.6.2 垫片、垫圈密封 .....	429
19.5.1 动密封的工作机理和 选择原则 .....	423	19.6.3 密封胶密封 .....	429
19.5.2 接触式动密封装置 .....	423	19.6.4 自紧式密封 .....	430
		习题 19 .....	430
<b>参考文献</b> .....			433
<b>各章专用参考文献</b> .....			435

# 绪 论

## 1. 本课程的性质和任务

机械设计是培养学生具有机械设计能力的一门技术基础课程。生活水平的不断提高、生产发展的要求等,不断地向机械产品提出更高的要求,要满足这些需求必须研制开发大量的新产品。最近几十年来制造业技术得到了飞速的发展和提高,特别是电子技术、计算机技术和信息技术的突飞猛进,及其在机械制造业中的广泛运用,使得机械产品的技术水平和复杂程度都有了很大的变化。机械设计技术近年来发展很快,在设计工作中已大量采用新的机械设计理论和方法,如机械设计学、有限元计算、优化设计、可靠性设计、计算机辅助设计等,使机械设计的质量和速度有了很大的提高。随着我国与世界其他国家的联系越来越紧密和贸易的发展,要求我国的机械产品具有国际竞争能力,必须加强自主创新能力。我国的政策是:加大对自主创新的投入,着力突破制约经济社会发展的关键技术。加快建设国家的创新体系,支持基础研究、前沿技术研究、社会公益性技术研究。引导和支持创新要素向企业聚集,促进科学成果向现实生产力转化。在这一情况下,迫切要求我国机械设计水平有较大的提高,急需培养大量的高级机械设计人才,以创造性地设计出符合市场需要、具有强大竞争能力的新机械产品,使我国机械行业能够迅速摆脱落后状态。

本课程是培养机械工程高级人才的重要入门课程,对以机械学为主干学科的各专业学生提供机械设计的基本知识、基本理论和基本方法的训练。本课程的主要任务是通过理论学习和课程设计培养学生:

- (1) 掌握通用机械零部件的设计原理、方法和机械设计的一般规律;
- (2) 树立创新意识,培养机械设计创新能力;
- (3) 具有运用设计资料、标准、手册、图册的能力,提高计算机应用能力;
- (4) 初步建立正确的设计思想;
- (5) 了解实验对设计的重要性,学习一些机械设计的实验方法;
- (6) 对机械设计的新发展有所了解。

## 2. 本课程的内容和要求

机械设计课程的基本内容主要包括以下四个方面:

- (1) 基本知识 机械设计概论、机械零件的疲劳强度、摩擦学设计、机械结构设计;
- (2) 传动件 传动总论及机械传动方案的设计、带传动、链传动、齿轮传动、蜗杆传动、螺旋传动;
- (3) 转动件 轴、滚动轴承、滑动轴承、联轴器和离合器;
- (4) 连接件 螺纹连接、轴和轮毂的连接、过盈配合连接等。

上述内容,第一部分是有关机械设计的一些通用的基本知识,其余三个部分都属于机械零部件设计。本课程重点讨论在普通工作条件下工作的一般参数的通用零部件的设计问题,如齿轮、

滚动轴承、螺栓连接、弹簧等。曲轴、螺旋桨、活塞等在某些机械中专用的零件称为专用机械零件,不属于本课程的范围。在特殊条件下工作的一般零件(如高速齿轮传动、高温下工作的滚动轴承的设计计算等),本课程也不涉及。

学习本课程,包括参加听课、自学、习题、作业、实验、课程设计等环节,可以达到的要求分为以下三个方面(三个层次)。

(1) 掌握通用零部件的一般设计方法,即掌握了教材中讲授的各种机械零件的设计方法。

(2) 具有自己扩充知识解决问题的能力,通过进一步自学有关资料,解决本书中未包括的其他零部件设计问题。

(3) 初步具有机械设计的思想方法和工作方法。掌握机械设计的基本方法和一般设计步骤,为进一步提高机械设计能力打下较好的基础。

### 3. 本课程的学习方法

从事本课程教学多年,明显地感觉到学生开始学习机械设计课程时总感觉十分不习惯。主要是感觉“机械设计”头绪繁多、系统零乱、不好掌握。这是因为过去学习的课程主要都是掌握一门科学知识,如力学、数学、化学等,而本课程属于一种实用的工程技术,二者的系统、目的、方法等都有明显的差异。对此没有足够的了解和思想准备,就会陷于被动而得不到很好的学习效果。因此,必须按照本课程的特点进行学习,注意机械设计课程的以下几个特点:

(1) 系统性 注意工程技术与科学理论课程的系统性不同。

工程技术课程(以机械设计课程为例)由满足社会某种需求出发,经过研究和分析求得解决方案,利用某种物理、化学或生物原理设计出满足人类需要的新型机械,组织生产,最后生产出适合社会需求的产品。

理论性课程(以理论力学为例)由某种自然现象出发,提出某种理论或假说,用实验研究或理论分析的方法证明该理论的正确性,确认该理论或自然规律,举出例题,用于处理科学技术问题。

本课程以机械零部件设计为主线展开,设计每一种零件都是为了满足一定的社会需求,以此为出发点进行设计。因此对于每个零件要介绍零件选型、受力分析、材料选择、设计计算、结构设计、精度和润滑维护等各方面的问题。由于各零件的特点不同,以上各问题考虑的重点和内容各有特色,如果进行比较,可以更加深入理解。

(2) 综合性 在解决机械零部件设计问题时,会用到多方面的知识,如力学、摩擦学、材料学、机械原理、机械制图、机械制造工艺、互换性与测量技术,甚至物理、化学等。在学习本课程时可以对过去所学的有关课程进行必要的复习,有助于更深刻地理解和掌握过去所学的知识。通过综合运用这些知识,可以使它们融会贯通,得到进一步的提高。

(3) 工程性 实际工程问题是比较复杂的,常必须在分析的基础上,进行必要的简化,建立合理可用的物理模型和数学模型,才能进行计算。一个零件(如齿轮)可能有多种失效形式,就相应地建立了多种计算方法;而轴针对同一种强度计算,就有三种计算方法,适用于不同的载荷情况、计算精确度要求和轴的重要性,这些情况反映了工程计算的特点。此外,一个好产品必须具有强大的市场竞争能力,因此作为一个好的设计师,必须对产品的生产、销售、使用、修理等各个环节有很好的了解。

(4) 典型性 本书虽然只介绍了为数不多的几种机械零件的设计,但是它们具有典型性和

启发性,显示了机械零部件设计的多种特色。由前面的介绍可以看出机械设计内容繁多而且复杂,而从机械设计课程入手学习机械设计,是一种行之有效的方法。

(5) 创新性 当今时代,谁在科技创新方面占据优势,谁就能在发展上掌握主动。自主创新已经成为我国一项重大的战略任务。而设计就是创新,肯定是目前还没有的产品才需要设计。因此,设计师必须主动地站在创新行列的前面,正确体现我国创新和发展的各项政策和要求。

所以,学习本课程应该特别注意学习它的思路和方法,达到“举一反三”的目的。

### 思考题

0-1 高层(40~50层或更高)宾馆的电梯与普通居民楼(10~15层)的电梯的设计要求有什么不同?

0-2 一个档案库(这些档案必须妥善保存,但是很少查阅)的书架设计,应该提出哪些要求?与普通图书馆的书架有什么不同?

0-3 有些城市下水道井盖常丢失,而且会引起事故。你能否设法解决这一问题?

0-4 气温不断升高,已经是全世界广泛关心的重要问题,你在设计机器时如何考虑这一问题?

0-5 有些长时间使用计算机的人,容易产生腰背、颈椎劳损,如何减少计算机操作人员的疲劳?



# 第 1 篇 机械设计总论



