

21 世纪高等职业教育
机械专业基础规划教材

机械设计基础

刘小群 吴启仁 主 编
朱江峰 林黄耀 副主编

诚邀教授名家执笔

引入工程实践环节

强调教材整体配合

重点图例汇集成册

强调练习
与实践相结合
免费提供
电子教案、课件
和习题答案

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

21 世纪高等职业教育机械专业基础规划教材

机械设计基础

刘小群 吴启仁 主 编

朱江峰 林黄耀 副主编

人 民 邮 电 出 版 社
、 北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

机械设计基础 / 刘小群, 吴启仁主编. —北京: 人民邮电出版社, 2007.2

21 世纪高等职业教育机械专业基础规划教材

ISBN 978-7-115-15430-9

I. 机... II. ①刘...②吴... III. 机械设计—高等学校:

技术学校—教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 125586 号

内 容 提 要

本书按照高等职业教育教学和改革要求, 以生产实际所需的基本知识、基本理论和基本技能为基础, 更新了教学内容, 增加了一些新技术、新知识、新材料, 适当扩展了知识面, 增添了三维设计内容, 突出实际性、实用性、实践性。全书包括机械设计基础概论、平面机构的运动简图及自由度、平面连杆机构传动、凸轮机构传动、齿轮机构、间歇运动机构、机械运转速度波动的调节、回转件的平衡、机械零件设计概论、螺纹联接、齿轮传动、蜗杆传动、齿轮系传动、带传动和链传动、轴、滑动轴承、滚动轴承、联轴器和离合器、减速器和变速器、弹簧、计算机辅助设计、机械设计基础实训练习指导等内容。

本书可作为高等职业技术学院机械类、机电类专业《机械设计基础》或《机械原理与机械零件》课程的教材, 也可供有关专业师生和工程技术人员参考。

21 世纪高等职业教育机械专业基础规划教材

机械设计基础

-
- ◆ 主 编 刘小群 吴启仁
副 主 编 朱江峰 林黄耀
责任编辑 杨 堃
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 23.25
字数: 552 千字 2007 年 2 月第 1 版
印数: 1—3 000 册 2007 年 2 月北京第 1 次印刷
-
- ISBN 978-7-115-15430-9/TN · 2886

定价: 32.00 元

读者服务热线: (010) 67170985 印装质量热线: (010) 67129223

21 世纪高等职业教育机械专业基础规划教材

编写委员会

主 任	翁其金	王其昌	李迈强		
副 主 任	刘亚琴	邱国庆	钱泉森	陈洪涛	虞建中
	向 伟				
委 员	(排名不分先后)				
	马西秦	邓志久	朱江峰	胡照海	周 虹
	徐志扬	宋文学	贾崇田	刘战术	朱登洁
	朱国平	唐 健	廖兆荣	首 珩	朱光力
	蔡冬根	苏 珉	张光明	林海岚	罗学科
	李 奇	张志鸣	周明湘	李名望	王浩钢
	刘向东	瞿川钰	朱国平	窦 凯	杨好学
	迟之鑫	王春海	刘小群	孟 奎	余少玲
	郑 金	陈福安	左文钢	王泽中	陈智刚
	黎 震	张国文	赵先仲	蔡向朝	陈加明
	丁学恭	黄 海	杨化书		
执行编委	杨 堃	蔡冬根	王浩钢	林海岚	李 奇
审读主任	张歧生	彭炎荣	段来根	李 华	

前 言

在当今世界上，高度发达的制造业和先进的制造技术已经成为衡量一个国家综合经济实力和科技水平的最重要标志之一，成为一个国家在竞争激烈的国际市场上获胜的关键因素。目前，中国制造业已跻身世界第四位，中国已成为制造业大国，但尚不是制造业强国。中共十六大明确提出：“用高新技术和先进适用技术改造传统产业，大力振兴装备制造业”。当前，要从制造大国走向制造强国，必须优先发展先进制造业。这就要求，必须大力发展以数控技术为主的先进制造技术，提高模具设计制造水平，提升计算机辅助设计与制造（CAD/CAM）的技术水平。

自改革开放以来，到目前为止制造业在中国国民经济中的比重已占到 45%，制造业部门成为 GDP 增长的主要支撑力量。无论从制造业占国民生产总值和财政收入的比重来讲，还是从扩大就业、保持社会稳定来讲，我们都可以肯定地说，至少在 21 世纪前 50 年制造业仍然是我国国民经济增长的主要源泉。

制造业要发展，人才是关键。尽快拥有一批高技能人才和高素质劳动者，是先进制造业实现技术创新和技术升级的迫切要求。高等职业教育担负着培养高技能人才的根本任务。中国打造“世界工厂”，为中国高等职业教育的发展提供了难得的机遇和艰巨的挑战。

为顺应中国制造业的深层次发展和现代设计方法、数控技术的广泛应用，人民邮电出版社组织全国知名专家，经过与现代数控、模具生产制造企业技术人员的反复研讨，编写了适合当前技术改革、紧跟技术发展的相关高等职业学校教材，包括数控技术规划教材、模具设计与制造技术规划教材、机械专业基础规划教材、计算机辅助设计与制造技术规划教材四个系列，系列之间紧密联系、相辅相成。

四个系列教材均以高等职业教学中的实际技能要求为主旨，内容简明扼要，突出重点。编写方法上注重发挥实例教学的优势，引入众多生产应用实例和操作实训题，便于读者对全书内容的融会贯通，加深理解。其特色主要有如下几点：

1. 教材的重点实例全部编入图册，形成全套教材的整体配合。图册既可以作为全套教材的总结，又可以作为工程实例中的模板。既可以使学生们在三年的学习之后，通过图册加以回顾；又可以在工作中，通过对已学实例加以修改完成工程项目要求。
2. 教材的例图尽量使用当前常用的新图，尽量贴近工程。
3. 辅助设计的教材全部采用“案例教学”的教学方法，并且设计了软件学会之后与工程实践相结合的实践教程（实践教程配有视频教学光盘）。
4. 采用螺旋结构、分四层逐级深入的教学方法，形成各系列教材的整体配合。
5. 课程的整体设计上，特别强调与工程实践的联系。各系列中最后的几门课程，尽量联系到当代工程的实例，使学生们在学习了一定的知识、掌握了相关的技能后，能够应用于工程中。

四个系列的教材分别适合于高职高专院校机械类专业的数控、模具、基础和辅助设计的课程教学,也可选作数控、模具技能培训教材或从事数控加工和模具设计的广大工程技术人员的参考书。

我们衷心希望,全国关心高等职业教育的广大读者能够对教材的不当之处给予批评指正,来信请发至 yangkun@ptpress.com.cn。

21 世纪高等职业教育机械专业基础规划教材编写委员会

编者的话

本书是一本与高职高专教学模式和课程结构相结合的,突出“实际性、实用性、实践性”的教材,是高职院校教学改革的产物。在高等职业教育的全局中,“机械设计基础”课程是机械类、机电类和近机类各专业的一门技术基础课,具有较强的综合性和实践性。本书旨在使读者通过学习了解机械设计的基本思想,掌握其基本原理和基本方法,并能把学到的知识应用到实践中,培养工程实践的基本素质。通过本课程的学习,读者应掌握机械设计的基本知识、基本理论和基本方法,并具有一般机械设备维护、改进和设计的基本能力。

本书根据教育部关于高职高专教育机械设计基础课程教学的基本要求以及目前高等职业教育教学和改革的要求,并结合编者多年从事教学、生产实践的经验编写而成。本书主要有以下特点。

(1) 按照培养应用型生产一线工程技术人员的总目标,以生产实际所需的基本知识、基本理论和基本技能为基础,精选教学内容,把握理论深度,删减了不必要的公式推导,更新了教学内容,增加了一些新技术、新知识、新材料,适当扩展了知识面,加强了机械传动装置和零部件的结构工艺及使用、维护等方面内容。

(2) 根据新大纲加强实践训练、突出技能和能力培养的要求,本教材对传统的实验项目进行了较大的改革,去掉了一些理论验证性实验,增设了一些实训项目,并将实训练习指导附在教材后,以便于与教材配套使用。

(3) 本书根据编者以往多年的教学经验,在实训项目上,增添了三维设计内容,以适应目前新知识、新技术下的培养目标。

(4) 本书采用了最新国家标准、规范和设计资料,以及最新的设计计算方法和实用图例。

参加本书编写的有江西工业工程职业技术学院刘小群(第1章、第13章、第18章、第19章、第20章、附录的实训4~7)、江西工业工程职业技术学院吴启仁(第12章)、江西工业工程职业技术学院朱江峰(第15章、第16章)、福建省湄洲湾职业技术学院林黄耀(第4章、第6章、第7章)、江西工业工程职业技术学院程晓伟(第21章)、江西工业工程职业技术学院杨丽丽(第5章、第11章)、江西工业工程职业技术学院文颖(第14章、第17章)、江西工业工程职业技术学院鱼花(第2章、第3章)、江西工业工程职业技术学院黄丽燕(第8章、第9章)、江西工业工程职业技术学院陈虎(附录的实训1~3)。全书由刘小群、吴启仁担任主编,朱江峰、林黄耀担任副主编,由刘小群统稿,程晓伟主审。

限于编者水平,本书中难免有错误和不妥之处,敬请广大读者给予批评指正。

编者

目 录

第 1 章 机械设计基础概论	1
1.1 机器的组成	1
1.2 本课程的内容、性质和任务	3
1.3 机器应满足的要求和设计制造程序	4
1.3.1 机器应满足的要求	4
1.3.2 机器设计、制造的一般程序	5
思考题	7
练习题	7
第 2 章 平面机构的运动简图及自由度	8
2.1 运动副及其分类	8
2.1.1 运动副的概念	8
2.1.2 运动副的分类	8
2.2 平面机构运动简图	9
2.2.1 机构运动简图及分类	9
2.2.2 机构运动简图的符号	9
2.2.3 平面机构运动简图的绘制	11
2.3 平面机构的自由度	14
2.3.1 自由度与约束条件	14
2.3.2 平面机构自由度的计算	14
2.3.3 计算平面机构自由度时应注意的几个问题	15
2.3.4 平面机构具有确定运动的条件	17
思考题	18
练习题	19
第 3 章 平面连杆机构传动	21
3.1 铰链四杆机构的基本类型、应用和特点	21
3.1.1 铰链四杆机构的基本类型及应用	21
3.1.2 铰链四杆机构的特点	24
3.2 铰链四杆机构曲柄存在的条件	24
3.3 铰链四杆机构的演化	25
3.3.1 改变运动副类型	25
3.3.2 连杆机构的倒置	26
3.3.3 扩大转动副	27
3.4 平面四杆机构的传动特性	28

3.4.1 急回特性	28
3.4.2 压力角与传动角	29
3.4.3 极限位置与死角	30
3.5 多杆机构简介	31
思考题	32
练习题	33
第4章 凸轮机构传动	34
4.1 凸轮机构的应用及类型	34
4.1.1 凸轮机构的组成、应用及特点	34
4.1.2 凸轮机构的分类	35
4.2 从动件的常用运动规律	36
4.2.1 凸轮机构的工作过程分析	36
4.2.2 从动件常用运动规律	36
4.3 图解法设计凸轮轮廓	38
4.3.1 反转法原理	38
4.3.2 尖顶对心移动从动件盘形凸轮轮廓的设计	38
4.3.3 对心移动滚子从动件盘形凸轮轮廓的设计	39
4.3.4 尖顶偏置移动从动件盘形凸轮轮廓的设计	40
4.4 盘形凸轮的结构设计	40
4.4.1 尖压力角	40
4.4.2 凸轮基圆半径的选择	41
4.4.3 滚子半径的选择	42
4.4.4 凸轮的结构	43
思考题	44
练习题	45
第5章 齿轮机构	46
5.1 概述	46
5.2 渐开线齿廓	47
5.2.1 渐开线的形成和性质	47
5.2.2 齿廓啮合基本定律	49
5.3 齿轮各部分名称、基本参数及渐开线标准直齿圆柱齿轮几何尺寸计算	50
5.3.1 齿轮各部分名称及符号	50
5.3.2 渐开线齿轮的基本参数	51
5.3.3 标准直齿圆柱齿轮的几何尺寸计算	52
5.3.4 径节制齿轮	52
5.4 渐开线标准直齿圆柱齿轮的啮合传动	53
5.4.1 节点、节圆、啮合线和啮合角	53
5.4.2 渐开线齿廓啮合特性	54
5.4.3 正确啮合条件	55

5.4.4 连续传动条件及重合度	56
5.4.5 标准中心距	57
5.5 渐开线齿轮的切齿原理	58
5.5.1 仿形法	58
5.5.2 范成法	58
5.6 渐开线齿轮的根切现象和最少齿数	60
5.7 渐开线变位齿轮传动简介	61
5.7.1 标准齿轮传动的缺点	61
5.7.2 变位齿轮的概念	61
5.7.3 最小变位系数	62
5.7.4 变位齿轮的啮合传动及几何尺寸	62
5.7.5 变位系数的选择	64
5.7.6 变位齿轮传动的类型	65
5.8 直齿圆柱齿轮的齿厚测量计算	67
5.8.1 公法线长度测量计算	67
5.8.2 分度圆弦齿厚、弦齿高测量计算	68
思考题	70
练习题	71
第6章 间歇运动机构	72
6.1 棘轮机构	72
6.1.1 棘轮机构的工作原理	72
6.1.2 棘爪工作条件	73
6.1.3 棘轮、棘爪的几何尺寸计算及棘轮齿形的画法	74
6.2 槽轮机构	74
6.2.1 槽轮机构的工作原理	74
6.2.2 槽轮机构的主要参数	75
6.3 不完全齿轮机构	76
6.4 凸轮间歇运动机构	76
思考题	77
练习题	77
第7章 机械运转速度波动的调节	79
7.1 机械运转速度波动调节的目的和方法	79
7.2 飞轮设计的近似方法	80
7.2.1 机械运转的平均速度和不均匀系数	80
7.2.2 飞轮设计的基本原理	81
7.2.3 最大盈亏功 $A_{\max}$ 的确定	82
7.3 飞轮主要尺寸的确定	84
思考题	85
练习题	85

第8章 回转件的平衡	87
8.1 回转件平衡的目的	87
8.2 回转件的平衡计算	87
8.3 回转件的平衡试验	91
思考题	93
练习题	93
第9章 机械零件设计概论	96
9.1 机械零件设计概述	96
9.2 机械零件的强度	97
9.2.1 应力的种类	97
9.2.2 静应力下的许用应力	98
9.2.3 变应力下的许用应力	98
9.2.4 安全系数	99
9.3 机械零件的接触强度	102
9.4 机械零件的耐磨性	105
9.5 机械制造常用材料及其选择	105
9.5.1 金属材料	106
9.5.2 非金属材料	107
9.6 公差与配合、表面粗糙度和优先数系	108
9.6.1 公差与配合	108
9.6.2 表面粗糙度	109
9.6.3 优先数系	110
9.7 机械零件的工艺性及标准化	111
9.7.1 工艺性	111
9.7.2 标准化	111
思考题	112
练习题	112
第10章 螺纹联接	115
10.1 螺纹的主要参数、类型、特点和应用	115
10.1.1 螺纹的主要参数	115
10.1.2 螺纹的类型、特点和应用	116
10.2 螺纹联接的类型和螺纹紧固件	117
10.2.1 螺纹联接的主要类型	117
10.2.2 螺纹紧固件	118
10.2.3 螺纹紧固件的材料及等级	120
10.3 螺纹联接的预紧和防松	121
10.3.1 预紧	121
10.3.2 防松	121
10.4 螺栓的强度计算	123

10.4.1 普通螺栓联接的强度计算	123
10.4.2 受剪螺栓联接的强度计算	125
10.5 螺栓联接的结构设计	128
10.5.1 螺栓组的布置	128
10.5.2 提高螺栓强度的措施	130
思考题	131
练习题	131
第 11 章 齿轮传动	133
11.1 齿轮的失效形式及计算准则	133
11.1.1 齿轮的失效形式	133
11.1.2 齿轮传动的设计计算准则	134
11.2 齿轮材料及热处理	135
11.2.1 齿轮材料	135
11.2.2 齿轮的热处理	136
11.3 齿轮传动的精度	137
11.3.1 选择齿轮精度的基本要求	137
11.3.2 渐开线圆柱齿轮精度国标简介	138
11.4 直齿圆柱齿轮传动的受力分析及计算载荷	139
11.4.1 受力分析	139
11.4.2 计算载荷	140
11.5 直齿圆柱齿轮传动的强度计算	142
11.5.1 齿面接触疲劳强度计算	142
11.5.2 轮齿弯曲疲劳强度计算	143
11.5.3 许用应力	144
11.6 直齿圆柱齿轮传动设计计算准则及主要设计参数的选择	146
11.6.1 设计计算顺序	146
11.6.2 主要设计参数的选择	146
11.7 斜齿圆柱齿轮传动	151
11.7.1 齿廓曲面的形成和啮合特点	151
11.7.2 斜齿圆柱齿轮的基本参数、正确啮合条件和几何尺寸计算	152
11.7.3 斜齿轮传动的重合度	153
11.7.4 斜齿轮的当量齿数	154
11.8 斜齿圆柱齿轮传动的受力分析及强度计算	155
11.8.1 受力分析	155
11.8.2 强度计算	156
11.9 直齿锥齿轮传动	160
11.9.1 直齿锥齿轮的当量齿数 z_v	160
11.9.2 直齿锥齿轮的几何尺寸计算	161
11.9.3 受力分析	162

11.9.4 直齿锥齿轮传动的强度计算	163
11.10 齿轮结构	164
11.11 圆弧齿轮传动简介	165
11.12 齿轮传动的维护与修复	167
11.12.1 齿轮传动的润滑	167
11.12.2 齿轮传动的维护	167
11.12.3 齿轮的修复	167
思考题	168
练习题	168
第12章 蜗杆传动	170
12.1 蜗杆传动的类型和特点	170
12.1.1 蜗杆传动的类型	170
12.1.2 蜗杆传动的特点	172
12.2 普通圆柱蜗杆传动的主要参数和几何尺寸	173
12.2.1 普通圆柱蜗杆传动的主要参数	173
12.2.2 普通圆柱蜗杆传动的几何尺寸计算	175
12.2.3 蜗杆、蜗轮的结构	177
12.3 蜗杆传动的失效形式、设计准则和材料选择	178
12.3.1 蜗杆传动的相对滑动速度 v_s	178
12.3.2 蜗杆传动的失效形式及设计准则	178
12.3.3 蜗杆和蜗轮的材料选择	179
12.3.4 蜗杆材料的许用应力	179
12.4 蜗杆传动的受力分析	180
12.5 蜗杆传动的强度计算	181
12.5.1 蜗轮齿面接触疲劳强度计算	181
12.5.2 蜗轮齿根弯曲疲劳强度计算	182
12.6 蜗杆传动的效率及热平衡计算	183
12.6.1 蜗杆传动的效率	183
12.6.2 蜗杆传动的热平衡计算	183
12.7 蜗杆传动的安装与维护	184
12.7.1 蜗杆传动的润滑	184
12.7.2 蜗杆、蜗轮的安装调整	185
12.7.3 蜗杆传动的啮合和试运转	185
思考题	188
练习题	188
第13章 齿轮系传动	190
13.1 定轴轮系传动比的计算	191
13.1.1 轮系的传动比	191
13.1.2 定轴轮系传动比的计算	191

13.2 行星轮系传动比的计算	194
13.2.1 行星轮系的组成	194
13.2.2 行星轮系的分类	195
13.2.3 行星轮系传动比的计算	196
13.2.4 行星轮系各轮齿数的关系	200
13.3 组合行星轮系传动比的计算	201
13.4 轮系的功用	203
13.5 几种特殊行星传动简介	205
13.5.1 渐开线少齿差行星传动	205
13.5.2 摆线针轮行星传动	205
13.5.3 谐波齿轮传动	206
思考题	207
练习题	207
第 14 章 带传动和链传动	210
14.1 概述	210
14.1.1 带传动的种类	210
14.1.2 摩擦带传动的主要特点和应用范围	211
14.2 V 带和带轮	212
14.2.1 V 带	212
14.2.2 V 带带轮	213
14.3 带传动工作情况分析	218
14.3.1 带传动的受力分析	218
14.3.2 带的弹性滑动和打滑	219
14.4 V 带传动的设计计算	220
14.4.1 失效形式和设计准则	220
14.4.2 单根 V 带的基本额定功率	221
14.4.3 原始数据及设计内容	223
14.4.4 设计步骤及参数选择	223
14.5 V 带传动的张紧与维护	228
14.5.1 V 带传动的张紧装置	228
14.5.2 带传动的使用和维护	229
14.6 其他带传动简介	229
14.6.1 同步带传动	229
14.6.2 高速带传动	230
14.6.3 多楔带传动	230
14.7 滚子链和链轮	231
14.7.1 链传动的工作原理和特点	231
14.7.2 链传动的类型和应用	231
14.7.3 滚子链的结构和标准	232

14.7.4 滚子链链轮	233
14.8 滚子链传动的设计	235
14.8.1 滚子链的失效形式	235
14.8.2 额定功率曲线	236
14.8.3 链传动的设计步骤和主要参数的选择	237
14.9 链传动的使用和维护	239
14.9.1 链传动的布置	239
14.9.2 链传动的张紧	240
14.9.3 链传动的润滑	241
思考题	242
练习题	242
第 15 章 轴	244
15.1 概述	244
15.1.1 轴的功用与分类	244
15.1.2 轴的材料	245
15.2 轴的结构设计	246
15.2.1 影响轴结构的因素	246
15.2.2 轴的结构应满足的基本要求	246
15.2.3 轴的结构设计	246
15.2.4 最小轴径的确定	250
15.3 轴的强度校核	251
15.4 轴的使用与维护	257
15.4.1 轴的使用和检查	257
15.4.2 轴的维修	257
思考题	258
练习题	258
第 16 章 滑动轴承	260
16.1 滑动轴承的种类和摩擦状态	260
16.1.1 干摩擦状态	260
16.1.2 边界摩擦状态	261
16.1.3 液体摩擦状态	261
16.2 滑动轴承的结构型式	261
16.2.1 向心滑动轴承	261
16.2.2 推力滑动轴承	263
16.3 轴瓦及轴承衬材料	263
16.3.1 轴承合金	264
16.3.2 青铜	264
16.3.3 具有特殊性能的轴承材料	264
16.4 润滑剂和润滑装置	265

16.4.1 润滑剂	265
16.4.2 润滑装置	267
16.5 非液体摩擦滑动轴承的计算	268
16.5.1 向心轴承	269
16.5.2 推力轴承	269
16.6 动压润滑的基本原理	270
16.6.1 动压润滑形成的原理和条件	270
16.6.2 液体动压润滑的基本方程	272
16.7 液体动压多油楔滑动轴承简介	273
16.8 液体静压多油楔滑动轴承简介	274
16.8.1 静压轴承	274
16.8.2 空气轴承	275
思考题	275
练习题	275
第 17 章 滚动轴承	276
17.1 滚动轴承的类型及代号	276
17.1.1 滚动轴承的构造	276
17.1.2 滚动轴承的类型及特点	277
17.1.3 滚动轴承的代号	280
17.2 滚动轴承的类型选择、寿命校核和静强度计算	282
17.2.1 轴承的类型选择	282
17.2.2 滚动轴承的主要失效形式及计算准则	283
17.2.3 滚动轴承的寿命计算	285
17.2.4 滚动轴承的静强度计算	289
17.3 滚动轴承的组合设计	291
17.3.1 轴承内外圈的轴向固定方法	292
17.3.2 轴系的轴向固定	292
17.3.3 轴承组合的轴向调整	294
17.3.4 滚动轴承的预紧	294
17.3.5 滚动轴承的配合	295
17.3.6 支承部分的刚度和同轴度	295
17.3.7 滚动轴承的装拆	296
17.3.8 滚动轴承的润滑与密封	297
思考题	300
练习题	300
第 18 章 联轴器、离合器	301
18.1 联轴器	301
18.1.1 联轴器的分类	302
18.1.2 常用联轴器的结构、特点及应用	302

18.1.3 联轴器的选用	305
18.2 联轴器的安装与维护	306
18.2.1 联轴器的对中要求	306
18.2.2 联轴器的安装找正	306
18.2.3 联轴器对中找正的注意事项	307
18.2.4 联轴器的使用与维护	307
18.3 离合器	307
18.3.1 离合器的分类	308
18.3.2 常用离合器的类型及特点	308
18.3.3 离合器的使用与维护	310
思考题	310
练习题	310
第19章 减速器和变速器	311
19.1 减速器	311
19.1.1 减速器的组成和分类	311
19.1.2 常用减速器的类型、特点及应用	311
19.2 变速器	314
19.2.1 有级变速器	314
19.2.2 无级变速器	315
思考题	316
练习题	316
第20章 弹簧	317
20.1 概述	317
20.1.1 弹簧的功用与类型	317
20.1.2 弹簧的材料与制造	318
20.2 圆柱螺旋弹簧设计	319
20.2.1 弹簧的端部结构	319
20.2.2 弹簧的特性曲线、应力及变形	320
20.2.3 拉伸、压缩弹簧的基本参数和几何尺寸计算	322
20.2.4 弹簧的设计计算	324
思考题	325
练习题	325
第21章 计算机辅助设计	326
21.1 概述	326
21.1.1 CAD 硬件	326
21.1.2 CAD 软件	327
21.2 AutoCAD 软件简介	328
21.2.1 AutoCAD 软件的功能简介	328
21.2.2 AutoCAD 软件在机械设计中的应用	330