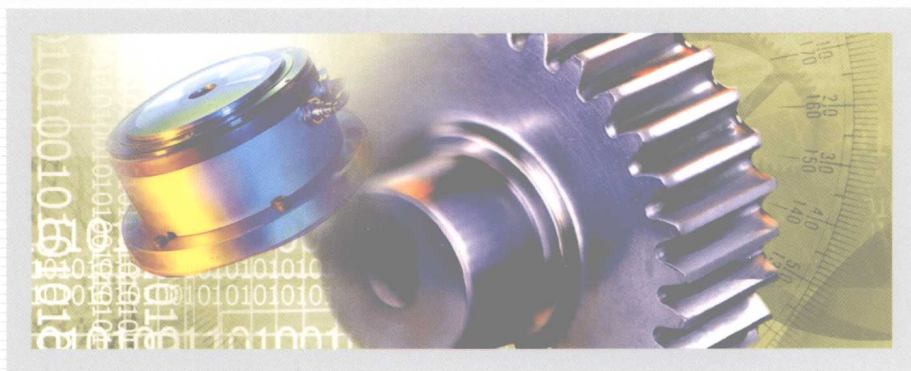


中国高等职业技术教育研究会推荐

21世纪高等职业教育规划教材

机械设计基础

张超 郭红星 主编



国防工业出版社

National Defense Industry Press

机械工业出版社 机械工业出版社 机械工业出版社

机械工业出版社 机械工业出版社 机械工业出版社

机械设计基础

机械工业出版社 机械工业出版社 机械工业出版社



机械工业出版社 机械工业出版社 机械工业出版社

中国高等职业技术教育研究会推荐
21 世纪高等职业教育规划教材

机械设计基础

张超 郭红星 主编

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书是高等职业教育机电类专业规划教材。全书共 19 章,主要介绍静力学分析基础知识、平面力系、空间力系、轴向拉伸压缩变形、剪切与挤压变形、扭转变形、弯曲变形、平面机构运动简图、平面连杆机构、凸轮机构、间歇运动机构、齿轮传动、轮系、带传动、连接、轴系零部件、联轴器与离合器等内容。

本书可作为高等职业院校机电类、机械类专业的教材,计划课时为 90 学时~120 学时。同时也可供相关工程技术人员参考之用。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础/张超,郭红星主编. —北京:国防工业出版社,2009.1

21 世纪高等职业教育规划教材

ISBN 978-7-118-05812-3

I. 机... II. ①张...②郭... 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(2008)第 092130 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

涿中印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 18 字数 406 千字

2009 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—5000 册 定价 29.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

21 世纪高等职业教育机电类规划教材 编审专家委员会名单

- 主任委员** 方 新(北京联合大学教授)
刘跃南(深圳职业技术学院教授)
- 委 员** (按姓氏笔画排列)
白冰如(西安航空职业技术学院副教授)
刘 炯(国防工业出版社副编审)
刘克旺(青岛职业技术学院副教授)
刘建超(成都航空职业技术学院教授)
闫大建(北京科技职业学院副教授)
米国际(西安航空技术高等专科学校副教授)
李景仲(辽宁省交通高等专科学校副教授)
徐时彬(四川工商职业技术学院副教授)
郭紫贵(张家界航空工业职业技术学院副教授)
蒋敦斌(天津职业大学教授)
韩玉勇(枣庄科技职业学院副教授)
颜培钦(广东交通职业技术学院副教授)

总 策 划 江洪湖 刘 炯

总 序

在我国高等教育从精英教育走向大众化教育的过程中,作为高等教育重要组成部分的高等职业教育快速发展,已进入提高质量的时期。在高等职业教育的发展过程中,各高校在专业设置、实训基地建设、双师型师资的培养、专业培养方案的制定等方面不断进行教学改革。高等职业教育的人才培养还有一个重点就是课程建设,包括课程体系的科学合理设置、理论课程与实践课程的开发、课件的编制、教材的编写等。这些工作需要每一位高职教师付出大量的心血,高职教材就是这些心血的结晶。

高等职业教育机电类专业赶上了我国现代制造业崛起的时代,中国的制造业要从制造大国走向制造强国,需要一大批高素质的、工作在生产一线的技术应用型人才,这就要求我们高等职业教育机电类专业的教师们担负起这个重任。

高等职业教育机电类专业的教材一要反映制造业的最新技术,因为高职学生毕业后马上要去现代制造业企业的生产一线顶岗,我国现代制造业企业使用的技术更新很快;二要反映某项技术的方方面面,使高职学生能对该项技术有全面的了解;三要深入某项需要高职学生具体掌握的技术,便于教师组织教学时切实使学生掌握该项技术或技能;四要适合高职学生的学习特点,便于教师组织教学时因材施教。要编写出高质量的高职教材,还需要我们高职教师的艰苦工作。

国防工业出版社组织了一批具有丰富教学经验的高职教师所编写的数控、模具、汽车、自动化、机电设备等方面的教材反映了这些专业的教学成果,相信这些专业的成功经验又必将随着本系列教材这个载体进一步推动其他院校的教学改革。

方新

《机械设计基础》

编委会名单

主 编	张 超	郭红星	
副主编	袁秋岐	刘京辉	叶 婷
编 委	田 伟	贾国强	王春玲
	王 娜	刘小琳	
主 审	孙晓林		

前 言

近几年,高等职业教育在我国发展势头非常迅猛,然而职业教育的道路是曲折的,在发展高等职业教育的同时,如何编写符合职业教育的教材这个难题摆在了职业教育者的面前。职业教育的培养目标是培养学生具有良好的职业道德、熟练的专业技能、可持续发展能力,教材的建设也必须符合高等职业教育的培养目标。本书详细分析机械类、机电类高职专业的培养目标,按照机械类、机电类专业的学生必须具备机械设计的能力进行编写。根据高等职业教育的必须、够用为度的原则,将工程力学知识融入机械原理与机械零件内容中,从而形成一门综合性比较强的课程——《机械设计基础》。

本书由张超、郭红星任主编,袁秋岐、刘京辉、叶婷任副主编,负责全书的统稿工作。其中,西安理工大学刘小琳编写绪论和第13章;西安航空职业技术学院叶婷编写第1章、第2章,王娜编写第3章、第4章、第5章,郭红星编写第6章、第17章,王春玲编写第7章、第8章,张超编写第9章、第10章、第15章、第16章;西安航空职工大学田伟编写第11章,贾国强编写第12章;陕西航天职工大学袁秋岐编写第14章,刘京辉编写第18章、第19章。辽宁信息职业技术学院的孙晓林对本书进行了主审。

由于编者水平有限,加上时间仓促,书中难免有疏漏与欠妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第 0 章 绪论	1
0.1 本课程研究的对象和内容	1
0.1.1 前言	1
0.1.2 本课程研究的性质与研究对象和内容	2
0.1.3 本课程的任务	2
0.1.4 本课程在机械工程中的意义和应用	3
0.1.5 本课程的学习方法	3
0.2 机械概述	3
0.2.1 机械工程发展简史	3
0.2.2 机器、机构和机械	6
0.2.3 零件、部件和构件	7
0.2.4 机器的组成和机械的分类	8
习题	8
第 1 章 静力学分析基础	9
1.1 静力学分析的基本概念	9
1.1.1 力的概念	9
1.1.2 刚体的概念	9
1.1.3 平衡与平衡力系	10
1.2 静力学公理	10
1.3 约束和约束反力	11
1.4 受力图	14
习题	16
第 2 章 平面力系	19
2.1 平面汇交力系	19
2.1.1 力的分解	19
2.1.2 力在坐标轴上的投影	20
2.1.3 合力投影定理	20
2.1.4 平面汇交力系的平衡条件	20
2.2 力矩与平面力偶系	23
2.2.1 力对点之矩	23
2.2.2 力偶及其性质	24
2.2.3 平面力偶系的合成与平衡	25

2.3	平面任意力系	27
2.3.1	平面任意力系的简化	27
2.3.2	平面任意力系的平衡	29
2.4	考虑摩擦力的平衡问题	34
2.4.1	摩擦现象	34
2.4.2	滑动摩擦	35
2.4.3	摩擦角与自锁现象	36
2.4.4	考虑摩擦的平衡问题	37
	习题	39
第3章	空间力系	42
3.1	力的投影和力对轴之矩	42
3.1.1	力在空间直角坐标轴的投影和力沿直角坐标轴的分解	42
3.1.2	力对轴之矩	43
3.1.3	合力矩定理	44
3.2	空间力系的平衡	45
3.2.1	空间力系的简化及简化结果分析	45
3.2.2	空间力系的平衡方程及其应用	46
3.2.3	空间力系平衡问题的平面解法	48
	习题	51
第4章	构件的轴向拉伸与压缩	53
4.1	拉伸与压缩时横截面上的内力和应力	53
4.1.1	拉伸与压缩时横截面上的内力	53
4.1.2	拉伸与压缩时横截面上的应力	56
4.2	拉伸与压缩时强度计算	57
4.2.1	材料的许用应力	57
4.2.2	拉伸与压缩时强度条件	58
4.3	材料在拉伸与压缩时的力学性能	60
4.3.1	低碳钢的拉伸实验	60
4.3.2	低碳钢的压缩实验	62
4.3.3	其他塑性材料的拉伸实验	63
4.3.4	铸铁的拉伸与压缩试验	63
4.4	杆件拉伸与压缩时的变形	64
4.4.1	杆件拉伸与压缩时的变形和应变	64
4.4.2	泊松比	65
4.4.3	虎克定律	65
	习题	67
第5章	剪切和挤压	70
5.1	剪切	70
5.1.1	剪切的定义	70

5.1.2 剪切时的内力、应力和剪切强度条件	71
5.2 挤压	72
5.2.1 挤压的概念	72
5.2.2 挤压变形的强度条件	73
习题	75
第6章 扭转变形	77
6.1 扭矩、扭矩图	77
6.1.1 扭转的概念	77
6.1.2 外力偶矩的计算	77
6.1.3 扭矩	78
6.2 扭转变形的应力分析	79
6.2.1 圆轴扭转时横截面上的应力	79
6.2.2 圆截面极惯性矩及扭转截面系数的计算	81
6.3 圆轴扭转时的强度条件	81
6.3.1 圆轴扭转时的强度准则	81
6.3.2 圆轴扭转时的变形	82
6.3.3 圆轴扭转时的刚度条件	83
小结	84
习题	85
第7章 弯曲	87
7.1 平面弯曲的概念	87
7.1.1 弯曲的概念	87
7.1.2 梁的力学模型	88
7.2 梁的内力——剪力和弯矩	88
7.2.1 梁的内力——弯矩和剪力	88
7.2.2 弯矩图	90
7.3 纯弯曲时的正应力	92
7.3.1 正应力的分布规律	92
7.3.2 最大正应力的计算公式	94
7.3.3 截面的轴惯性矩和抗弯截面模量	95
7.4 梁弯曲时的强度计算	96
7.5 梁的刚度概念	98
7.6 提高梁弯曲强度和刚度的措施	100
习题	101
第8章 组合变形	103
8.1 点的应力状态	103
8.1.1 单元体的概念	103
8.1.2 主平面、主应力	103
8.1.3 应力状态分类	103

8.2 斜截面上的应力	104
8.2.1 斜截面上的应力	104
8.2.2 主应力的方向和大小	105
8.2.3 最大切应力	105
8.3 强度理论	106
8.3.1 强度理论的概念	106
8.3.2 常用的四种强度理论	106
8.3.3 四种强度理论的适用范围	107
8.4 组合变形	107
8.4.1 弯曲与拉伸(压缩)组合变形的强度计算	107
8.4.2 弯曲与扭转组合变形的强度计算	108
小结	110
习题	112
第9章 平面机构概述	114
9.1 平面运动副	114
9.1.1 构件的自由度	114
9.1.2 运动副和约束	114
9.1.3 运动副的类型及表示方法	114
9.1.4 构件的分类	116
9.2 平面机构的运动简图	117
9.2.1 平面机构运动简图的概念	117
9.2.2 平面机构运动简图的绘制	117
9.3 机构具有确定相对运动的条件	118
9.3.1 平面机构自由度计算公式	118
9.3.2 计算平面机构自由度时,特殊情况的处理	119
习题	121
第10章 平面连杆机构	123
10.1 铰链四杆机构	123
10.1.1 铰链四杆机构的类型	123
10.1.2 铰链四杆机构类型判别	125
10.1.3 含有一个移动副的四杆机构	126
10.2 铰链四杆机构的基本性质	128
10.2.1 急回运动特性	128
10.2.2 压力角和传动角	129
10.2.3 死点位置	129
10.3 平面四杆机构的设计	130
10.3.1 按给定连杆位置设计四杆机构	130
10.3.2 按给定行程速比系数 K 设计四杆机构	131
习题	132

第 11 章 凸轮机构	134
11.1 凸轮机构的应用与分类	134
11.1.1 凸轮机构的组成、应用和特点	134
11.1.2 凸轮机构的分类	135
11.2 从动件常用的运动规律	137
11.2.1 凸轮轮廓曲线与从动件运动规律的关系	137
11.2.2 从动件的常用运动规律	138
11.3 移动从动件盘形凸轮轮廓曲线的图解设计	140
11.3.1 对心移动尖顶从动件盘形凸轮轮廓曲线的设计	140
11.3.2 滚子对心移动从动件盘形凸轮轮廓曲线的设计	141
11.3.3 凸轮机构设计中应注意的几个问题	142
11.4 凸轮机构的结构设计	143
11.4.1 凸轮的结构设计	144
11.4.2 从动件的结构设计	145
11.5 高速凸轮机构简介	146
习题	146
第 12 章 间歇运动机构	148
12.1 棘轮机构	148
12.1.1 棘轮机构的工作原理及类型	148
12.1.2 棘轮转角的调节方法	150
12.1.3 棘轮机构的特点及应用	150
12.2 槽轮机构	151
12.2.1 槽轮机构的工作原理及类型	151
12.2.2 槽轮机构的特点及应用	152
习题	152
第 13 章 齿轮机构	154
13.1 齿轮传动特点、分类及应用	154
13.1.1 齿轮传动的特点	154
13.1.2 齿轮传动的类型	154
13.1.3 齿廓啮合基本定律	156
13.2 渐开线齿轮	157
13.2.1 渐开线的形成及基本性质	157
13.2.2 渐开线标准直齿圆柱齿轮的基本参数和几何尺寸	158
13.3 渐开线标准直齿圆柱齿轮的啮合传动	161
13.3.1 渐开线齿轮啮合传动特点	161
13.3.2 渐开线齿轮啮合传动的条件	161
13.4 渐开线齿轮的切齿原理及变位齿轮的概念	163
13.4.1 渐开线齿轮的切齿原理	163
13.4.2 根切现象与不发生根切时的最少齿数	164

13.4.3	变位齿轮的概念	165
13.5	渐开线直齿圆柱齿轮传动的设计	166
13.5.1	失效形式	166
13.5.2	齿轮材料选择	168
13.5.3	齿轮传动精度等级选择	171
13.5.4	直齿圆柱齿轮传动设计	171
13.6	斜齿圆柱齿轮传动	178
13.6.1	斜齿圆柱齿轮齿廓曲面的形成及啮合特点	178
13.6.2	斜齿圆柱齿轮传动的应用	179
13.7	蜗轮蜗杆传动	181
13.8	其他齿轮传动简介	184
	习题	185
第 14 章	轮系	188
14.1	轮系概述	188
14.1.1	轮系的类型	188
14.1.2	轮系传动比概念	189
14.2	定轴轮系传动比计算	189
14.2.1	平面定轴轮系的传动比计算	189
14.2.2	空间定轴轮系的传动比计算	190
14.3	周转轮系传动比计算	191
14.3.1	周转轮系的组成	191
14.3.2	周转轮系的传动比计算	191
14.4	复合轮系传动比计算	194
14.5	齿轮系的功用	195
14.5.1	实现大传动比传动	195
14.5.2	实现远距离传动	195
14.5.3	实现变速传动	195
14.5.4	实现换向传动	196
14.5.5	实现分路传动	196
14.5.6	实现运动的合成与分解	196
	习题	197
第 15 章	连接	199
15.1	键连接	199
15.1.1	键连接的类型和应用	199
15.1.2	平键连接的选择和强度计算	203
15.2	花键连接	204
15.3	销连接	204
15.4	螺纹连接	204
15.4.1	螺纹的类型及主要参数	204

15.4.2	螺纹连接的基本类型、结构尺寸及应用	205
15.4.3	螺纹连接件	207
15.4.4	螺纹连接的预紧与防松	209
15.4.5	螺栓连接的失效形式	210
15.4.6	提高螺栓连接强度的措施	210
15.4.7	螺纹零件的其他用途	211
习题		211
第 16 章	带传动与链传动	212
16.1	带传动概述	212
16.1.1	带传动的组成	212
16.1.2	带传动的主要类型	212
16.1.3	带传动的特点和应用	213
16.1.4	带传动的弹性滑动、打滑及其传动比	213
16.2	普通 V 带和 V 带轮	214
16.2.1	普通 V 带的结构和标准	214
16.2.2	V 带轮	215
16.3	普通 V 带传动的设计	217
16.3.1	带传动的失效形式和设计准则	217
16.3.2	单根 V 带的基本额定功率	217
16.3.3	普通 V 带传动的设计计算	220
16.3.4	V 带传动的设计计算实例	222
16.3.5	提高带传动工作能力的措施	224
16.4	V 带传动的张紧、安装和维护	224
16.4.1	V 带传动的张紧	224
16.4.2	带传动的安装和维护	225
16.5	链传动简介	225
16.5.1	链传动的组成、特点、分类及应用	225
16.5.2	滚子链的结构及标准	226
16.5.3	链传动的运动特性	228
16.5.4	链传动主要参数选择	229
习题		230
第 17 章	轴	232
17.1	轴的功用及分类	232
17.1.1	轴的功用	232
17.1.2	轴的分类	232
17.2	轴的常用材料	233
17.3	轴的结构设计	234
17.4	轴的强度计算	238
17.4.1	传动轴的强度计算	238

17.4.2 转轴的强度计算	239
习题	243
第 18 章 滚动轴承	245
18.1 轴承的功用和类型	245
18.2 滚动轴承的结构、类型	245
18.2.1 滚动轴承的结构	245
18.2.2 滚动轴承的类型	246
18.3 滚动轴承的代号	248
18.3.1 基本代号	249
18.3.2 前置代号和后置代号	250
18.4 滚动轴承的选择	251
18.4.1 滚动轴承类型的选择	251
18.4.2 滚动轴承尺寸的选择	251
18.5 滚动轴承的组合设计	261
18.5.1 滚动轴承的支承结构类型	261
18.5.2 滚动轴承的轴向固定	262
18.5.3 轴承轴向位置的调整	263
18.5.4 滚动轴承的配合与装拆	264
18.6 滚动轴承的润滑与密封	264
习题	266
第 19 章 联轴器与离合器	267
19.1 联轴器	267
19.1.1 刚性联轴器	267
19.1.2 无弹性元件挠性联轴器	268
19.1.3 弹性联轴器	269
19.1.4 联轴器的选择	272
19.2 离合器	272
19.2.1 牙嵌式离合器	272
19.2.2 摩擦离合器	273
习题	273
参考文献	274

第0章 绪 论

0.1 本课程研究的对象和内容

0.1.1 前言

机械是人类生产和生活的基本要素之一,是人类物质文明最重要的组成部分。人类在长期的生产实践和社会生活中为了节省劳动、提高效率,不断改进所使用的工具,从最早的杠杆、斜面等最简单的机械发展到起重机、汽车、飞机、各种机床设备、缝纫机、机器人、计算机、现代航天器等种类繁多、结构复杂、技术先进、功能全面的机械。机械的种类繁多,可以按几个不同方面分为各种类别,如:按功能可分为动力机械、物料搬运机械、粉碎机械等;按服务的产业可分为农业机械、矿山机械、纺织机械等;按工作原理可分为热力机械、流体机械、仿生机械等。另外,按照机械在其研究、开发、设计、制造、运用等过程中所经过的几个工作性质不同的阶段,机械工程又可划分为互相衔接、互相配合的几个分支系统,如机械科研、机械设计、机械制造、机械运用和维修等。这些按不同方面分成的多种分支学科系统互相交叉,互相重叠,从而使机械工程可能分化成上百个分支学科。它是研究机械产品(或系统)的性能、设计和制造的基础理论 and 技术的科学。机械系统从构思到实现要经历设计和制造两大不同性质的阶段。按照经历阶段的不同,机械工程科学可分成两大分支学科:机械学和机械制造。

机械学是对机械进行功能综合并定量描述以及控制其性能的基础技术科学。它的主要任务是各种知识、信息注入设计,将其加工成机械系统能够接受的信息并输入机械制造系统,以便生产出满足使用要求和能被市场接受的产品。机械学包括机构学、机械振动学、机械结构强度学、摩擦学、设计理论与方法学、传动机械学、微机械学和机器人机械学等。目前,任何现代产业和工程领域都需要应用机械,机械工程就是以相关的自然科学和技术科学为理论基础,结合在生产实践中积累的技术经验,研究和解决在开发、设计、制造、安装、运用和修理各种机械中的全部理论和实际问题的一门应用学科,它是一门既有悠久历史又具旺盛生命力的学科。

机械制造是将设计输出的指令和信息输入机械制造系统,加工出合乎设计要求的产品的过程。机械制造科学是研究机械制造系统、机械制造过程和制造手段的科学。它包括机械制造冷加工和机械制造热加工两大部分。

时至今日,机械工程的理论基础不再局限于力学,制造过程的基础也不只是设计与制造经验及技艺的总结。今天的机械工程科学比以往任何时候都更紧密地依赖诸如数学、物理、化学、微电子、计算机、系统论、信息论、控制论及现代化管理等各门学科及其最新成就。

回首工业科技发展的历史可见,机械工程的服务领域广阔而多面,凡是使用机械、工