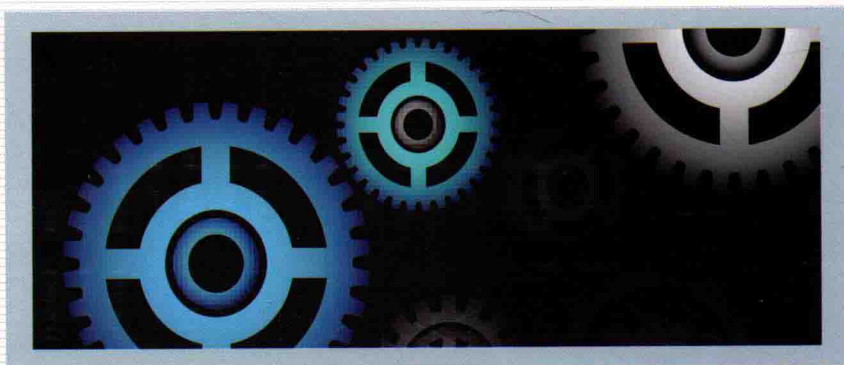


高等职业教育“十二五”规划教材
中国高等职业技术教育研究会推荐
高等职业教育精品课程

机械设计基础

李东和 丁 韧 主编



国防工业出版社

National Defense Industry Press

高等职业教育“十二五”规划教材
中国高等职业技术教育研究会推荐
高等职业教育精品课程

机械设计基础

李东和 丁 韧 主编

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本教材根据最新《机械设计基础教学大纲》，依据目前高职高专院校专业教学的基本方向，总结近几年教学改革实践经验编写而成，以培养技能型人才为目标，以适应新世纪对高职高专院校人才专业知识的要求。本教材共 13 个项目，主要内容包括工程材料及热处理、静力学、材料力学、金属制造工艺、机械加工工艺与装配、平面机构的运动简图及自由度、平面连杆机构、凸轮机构和其他常用机构、机械连接及螺旋传动、带传动和链传动、齿轮传动、齿轮系与减速器、轴系零部件等。各项目配有适量的思考与练习以及必要的学习目标、案例导入、知识小结等。

本教材可作为高职高专机械类专业和近机类专业教材，亦可作为成人教育、高等教育自学考试相关专业的教学用书，以及有关工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础/李东和,丁韧主编.—北京:国防工业出版社,2015.9

高等职业教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-118-10354-0

I. ①机… II. ①李…②丁… III. ①机械设计—高等职业教育—教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 184566 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 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 18 $\frac{3}{4}$ 字数 416 千字

2015 年 9 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 39.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

高等职业教育制造类专业“十二五”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）

刘克旺（青岛职业技术学院教授）

刘建超（成都航空职业技术学院教授）

米国际（西安航空技术高等专科学校副教授）

孙 红（辽宁省交通高等专科学校教授）

李景仲（江苏财经职业技术学院教授）

段文洁（陕西工业职业技术学院副教授）

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）

黄 海（深圳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教授）

总 策 划 江洪湖

《机械设计基础》 编委会名单

主 编	李东和	丁 韧		
副主编	付 强	魏祥武	王 梅	
编 委	李东和	丁 韧	付 强	魏祥武
	王 梅	吕野楠	牛卉原	陈晓红
	付兴娥	张 威	方文墨	胡晓燕
主 审	孙 红			

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,各院校在专业设置、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。

高等职业教育制造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能型人才,这就要求我们高等职业教育制造类专业的教师们担负起这个重任。

高等职业教育制造类专业的教材,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一批具有丰富教学经验的高职教师所编写的机械设计制造类专业、自动化类专业、机电设备类专业、汽车类专业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

前 言

“机械设计基础”是一门以培养学生综合应用能力为宗旨的特色课程,它将工程材料及热处理、静力学、材料力学、金属制造工艺、机械加工工艺与装配、平面机构的运动简图及自由度、平面连杆机构、凸轮机构和其他常用机构、机械连接及螺旋传动、带传动和链传动、齿轮传动、齿轮系与减速器、轴系零部件等多方面的理论基础知识和实践知识有机结合,形成完整的教学训练系统。

为了适应当前高职高专机械类专业及相关专业教学的需求,我们组织一批优秀的高校教师,突出当前高职高专教育的特点,认真总结和充分吸收各院校近年来的教改成果和成功经验,汲取了国内同类教材的精华编写了本教材。

本教材依据目前高职高专院校专业教学的基本方向,总结了近几年教学实践的经验,以培养技能型人才为目标,以适应新世纪对高职高专院校人才专业知识的要求。希望通过对本教材的学习,学生能养成良好的工程意识,为后续课程的学习打下坚实的基础,同时也可加强对工程实际应用的训练,进而锻炼和提高发现问题、分析问题和解决问题的能力,为将来从事专业工作做好准备。

为了提高教学效果,本教材采用案例导入的编写模式,同时每个项目含有必要的学习目标、知识小结等,以提高学生们对知识内容的深入了解和动手能力。教师在教学过程中可以根据专业的需要以及教学的学时数加以取舍。本书建议学时数为70~90学时。

本教材由李东和、丁韧任主编,付强、魏祥武、王梅任副主编,吕野楠、牛卉原、陈晓红、付兴娥、张威、方文墨、胡晓燕参编,孙红主审。

本教材在编写过程中得到了辽宁省交通高等专科学校领导和教师的大力支持,同时书中使用的参考文献已列于书后,编者对所有支持者、相关著者一并表示衷心感谢!

由于编者时间和水平有限,书中难免存在疏漏和不妥之处,敬请广大读者和专家批评指正。

编 者

目 录

绪论	1
【学习目标】	1
【案例导入】	1
任务1 本课程研究的对象	1
任务2 本课程的内容、性质和任务	3
任务3 机械零件的失效形式及设计准则	3
任务4 机械设计的基本要求及程序	4
【知识小结】	5
项目1 工程材料及热处理	7
【学习目标】	7
【案例导入】	7
任务1 金属材料的力学性能	7
1.1.1 强度和塑性	8
1.1.2 硬度	8
1.1.3 冲击韧度	9
1.1.4 疲劳强度	10
任务2 金属与合金的结构及铁碳合金相图	11
1.2.1 纯金属的晶体结构及其结晶	11
1.2.2 合金的晶体结构	14
1.2.3 铁碳合金相图	15
任务3 钢的热处理	18
1.3.1 钢热处理的组织转变原理	18
1.3.2 常用的热处理方法	20
1.3.3 热处理零件的结构工艺性	21
任务4 常用金属材料	22
1.4.1 钢	22
1.4.2 铸铁	24
1.4.3 有色金属及硬质合金	25
任务5 常用非金属材料简介	27
1.5.1 高分子材料	27

1.5.2 陶瓷材料	28
1.5.3 复合材料	29
【知识小结】	30
思考与练习	30
项目2 静力学	32
【学习目标】	32
【案例导入】	32
任务1 静力学分析基础	33
2.1.1 静力学基本概念	33
2.1.2 静力学公理	34
2.1.3 约束与约束反力	35
2.1.4 构件的受力分析及受力图	37
任务2 力矩与平面力偶系	38
2.2.1 力矩及其计算	38
2.2.2 力偶和力偶矩	39
任务3 平面力系	41
2.3.1 平面汇交力系	41
2.3.2 力的平移定理	43
2.3.3 平面任意力系的简化	43
2.3.4 平面任意力系的平衡条件	44
2.3.5 平面平行力系的平衡方程	46
2.3.6 物系的平衡	46
任务4 摩擦与自锁	46
2.4.1 滑动摩擦	47
2.4.2 考虑摩擦时的平衡问题	48
2.4.3 摩擦角和自锁现象	48
【知识小结】	49
思考与练习	49
项目3 材料力学	53
【学习目标】	53
【案例导入】	53
任务1 杆件拉伸和压缩强度计算	54
3.1.1 轴向拉伸和压缩的概念	54
3.1.2 轴向拉压杆的内力	55
3.1.3 轴向拉伸和压缩的应力应变	56
3.1.4 材料在拉伸和压缩时的力学性能	60
3.1.5 拉压杆的强度计算	63

任务2 杆件剪切和挤压强度计算	65
3.2.1 剪切强度计算	65
3.2.2 挤压强度计算	66
任务3 圆轴扭转强度计算	68
3.3.1 圆轴扭转的内力	68
3.3.2 圆轴扭转时的应力	70
3.3.3 圆轴扭转的强度和刚度计算	72
任务4 直梁弯曲强度计算	74
3.4.1 平面弯曲的概念	74
3.4.2 梁弯曲时的内力	75
3.4.3 梁弯曲时横截面上的应力	80
3.4.4 梁弯曲时的强度计算	84
3.4.5 梁的变形和刚度计算	87
任务5 组合变形简介	89
【知识小结】	90
思考与练习	90
项目4 金属制造工艺	94
【学习目标】	94
【案例导入】	94
任务1 铸造生产	94
4.1.1 铸造的工艺基础	94
4.1.2 砂型铸造	95
任务2 锻压生产	97
4.2.1 锻压的工艺基础	97
4.2.2 自由锻造	97
4.2.3 模型锻造	98
4.2.4 板料冲压	99
任务3 焊接生产	100
4.3.1 焊接的工艺基础	100
4.3.2 焊条电弧焊	101
4.3.3 气焊	102
任务4 金属切削加工	104
4.4.1 切削加工基础	104
4.4.2 金属切削刀具	105
4.4.3 金属切削过程	106
4.4.4 常用切削加工简介	107
【知识小结】	113
思考与练习	114

项目5 机械加工工艺与装配	115
【学习目标】	115
【案例导入】	115
任务1 机械加工工艺过程	115
5.1.1 生产过程和工艺过程	115
5.1.2 机械加工工艺过程的组成	115
5.1.3 生产纲领和生产类型	117
任务2 机械加工工艺规程的制定	118
5.2.1 工艺规程的概念和作用	118
5.2.2 制定工艺规程的步骤	119
5.2.3 零件结构工艺性	119
任务3 工艺路线的拟定	121
任务4 机械装配工艺基础	122
5.4.1 概述	122
5.4.2 装配工作的基本内容	123
5.4.3 装配方法	123
【知识小结】	124
思考与练习	124
项目6 平面机构的运动简图及自由度	125
【学习目标】	125
【案例导入】	125
任务1 平面机构的组成	125
6.1.1 构件的自由度	125
6.1.2 运动副及其分类	126
6.1.3 运动链和机构	127
6.1.4 机构中构件的分类	127
任务2 平面机构运动简图	128
6.2.1 机构运动简图	128
6.2.2 运动副的常用符号	128
6.2.3 平面机构运动简图的绘制	129
任务3 平面机构的自由度	130
6.3.1 自由度计算公式	130
6.3.2 机构具有确定运动的条件	131
6.3.3 计算自由度时应注意的问题	131
【知识小结】	134
思考与练习	134

项目7 平面连杆机构	137
【学习目标】	137
【案例导入】	137
任务1 平面四杆机构的基本类型及应用	137
7.1.1 平面连杆机构的组成	137
7.1.2 铰链四杆机构的类型和应用	138
7.1.3 铰链四杆机构存在曲柄的条件	140
7.1.4 含有移动副的四杆机构	141
任务2 平面四杆机构的运动特性	144
7.2.1 急回特性	144
7.2.2 压力角和传动角	145
7.2.3 死点位置	146
任务3 铰链四杆机构的设计	147
7.3.1 按给定连杆位置设计四杆机构	147
7.3.2 按给定行程速度变化系数 K 设计四杆机构	148
【知识小结】	149
思考与练习	149
项目8 凸轮机构和其他常用机构	151
【学习目标】	151
【案例导入】	151
任务1 凸轮机构的应用和分类	151
8.1.1 凸轮机构的特点	151
8.1.2 凸轮机构的分类	152
任务2 常用的从动件运动规律	154
8.2.1 平面凸轮机构的基本尺寸和运动参数	154
8.2.2 常用的从动件运动规律及其选择	155
任务3 盘形凸轮轮廓曲线设计	155
8.3.1 对心移动尖顶从动件盘形凸轮轮廓的设计	156
8.3.2 对心移动滚子从动件盘形凸轮轮廓的设计	157
任务4 凸轮设计中的几个问题	158
8.4.1 凸轮机构的压力角和自锁	158
8.4.2 基圆半径的确定	159
8.4.3 滚子半径的确定	159
任务5 间歇运动机构	160
8.5.1 棘轮机构	160
8.5.2 槽轮机构	163
8.5.3 不完全齿轮机构	164

8.5.4 凸轮式间歇运动机构	165
【知识小结】	165
思考与练习	166
项目9 机械连接与螺旋传动	167
【学习目标】	167
【案例导入】	167
任务1 螺纹连接	167
9.1.1 螺纹	167
9.1.2 螺纹连接	169
9.1.3 螺纹连接件	170
9.1.4 螺纹连接的预紧和防松	171
9.1.5 螺栓连接的强度计算	173
9.1.6 螺栓连接件的材料和许用应力	174
9.1.7 提高螺栓连接强度的措施	175
任务2 键连接和销连接	176
9.2.1 键连接	176
9.2.2 销连接	180
任务3 螺旋传动	181
9.3.1 螺旋传动的类型及应用	181
9.3.2 滑动螺旋传动的结构和材料	183
9.3.3 滚动螺旋简介	184
【知识小结】	185
思考与练习	185
项目10 带传动和链传动	186
【学习目标】	186
【案例导入】	186
任务1 带传动概述	186
10.1.1 带传动的组成	186
10.1.2 带传动的主要类型	186
10.1.3 带传动的特点	187
任务2 带传动的工作性能分析	188
10.2.1 带传动的受力分析	188
10.2.2 带传动的弹性滑动	189
任务3 普通V带传动	190
10.3.1 普通V带的结构和标准	190
10.3.2 普通V带轮的常用材料和结构	191
10.3.3 带传动的失效形式和设计准则	191

10.3.4 V带传动的设计步骤	192
10.3.5 V带传动的张紧、安装和维护	193
任务4 链传动	195
10.4.1 链传动概述	195
10.4.2 滚子链	196
10.4.3 链传动的运动特性	198
10.4.4 链传动的主要失效形式	199
10.4.5 链传动的润滑和布置	200
【知识小结】	201
思考与练习	201
项目11 齿轮传动	202
【学习目标】	202
【案例导入】	202
任务1 齿轮传动的特点和类型	202
11.1.1 齿轮传动的特点	202
11.1.2 齿轮传动的类型	202
任务2 渐开线与渐开线齿廓	203
11.2.1 渐开线的形成及其性质	203
11.2.2 渐开线齿廓的啮合特性	204
任务3 渐开线标准直齿圆柱齿轮的几何尺寸计算	205
11.3.1 齿轮各部分名称	205
11.3.2 主要参数和几何尺寸	206
任务4 渐开线标准直齿圆柱齿轮的啮合传动	208
11.4.1 正确啮合条件	208
11.4.2 连续传动条件	208
11.4.3 标准中心距	210
任务5 渐开线齿轮的切齿原理	210
11.5.1 渐开线齿轮的加工方法	210
11.5.2 根切现象和最少齿数	212
11.5.3 齿轮的精度等级	213
任务6 齿轮传动的失效形式与齿轮常用材料	213
11.6.1 失效形式	214
11.6.2 设计准则	215
11.6.3 齿轮的常用材料	215
任务7 斜齿圆柱齿轮传动	216
11.7.1 斜齿轮齿廓曲面的形成及其啮合特点	216
11.7.2 斜齿轮参数与尺寸计算	217
11.7.3 正确啮合条件与重合度	219

任务 8 直齿圆锥齿轮传动	220
11.8.1 圆锥齿轮传动概述	220
11.8.2 直齿圆锥齿轮传动的主要参数	220
任务 9 齿轮的结构设计及润滑	220
11.9.1 齿轮的结构	220
11.9.2 齿轮传动的润滑	222
任务 10 蜗杆传动	222
11.10.1 蜗杆传动的类型和特点	222
11.10.2 蜗杆传动的主要参数和几何尺寸	223
11.10.3 蜗杆传动的失效形式、材料和精度	226
11.10.4 蜗杆传动的效率、润滑和散热方法	227
11.10.5 蜗杆和蜗轮的结构	227
【知识小结】	229
思考与练习	229
项目 12 齿轮系与减速器	231
【学习目标】	231
【案例导入】	231
任务 1 轮系的分类	231
12.1.1 定轴轮系	231
12.1.2 行星轮系	232
任务 2 定轴轮系的传动比计算	232
12.2.1 一对齿轮的传动比	232
12.2.2 定轴轮系的传动比计算	233
任务 3 行星轮系的传动比计算	234
12.3.1 行星轮系的组成	234
12.3.2 行星轮系的传动比	235
任务 4 轮系的应用及新型齿轮系	238
12.4.1 轮系的应用	238
12.4.2 新型齿轮系	239
任务 5 减速器	241
12.5.1 常用减速器的主要类型、特点和应用	241
12.5.2 减速器传动比的分配	242
12.5.3 减速器的结构	242
【知识小结】	244
思考与练习	244
项目 13 轴系零部件	247
【学习目标】	247

【案例导入】	247
任务1 轴	247
13.1.1 轴的概述	247
13.1.2 轴的结构设计	250
13.1.3 轴的强度及刚度计算	253
任务2 轴承	255
13.2.1 滑动轴承	255
13.2.2 滚动轴承	261
13.2.3 滚动轴承与滑动轴承性能及优缺点应用对比	272
任务3 联轴器、离合器和制动器	273
13.3.1 联轴器	273
13.3.2 离合器	276
13.3.3 制动器	278
【知识小结】	280
思考与练习	280
参考文献	282

绪 论

【学习目标】

- (1) 了解机械和机械设计的基本概念。
- (2) 掌握机械零件设计的基本准则和一般步骤。
- (3) 掌握机械零件的失效形式。
- (4) 了解机械设计的基本要求。

【案例导入】

我们的日常生活离不开机械,在生活中随处可见(例如:自行车、汽车、挖掘机、地铁等),像自行车、飞机等可以使物体运动速度加快的称为加速机械;旋具、机床等使人们能够对物体施加更大力的称为加力机械。为什么要研究机械?主要原因在于:机械能承担人力所不能或不便进行的工作;能极大地提高劳动生产率、改进生产质量;能大规模的生产,实现高速自动化;机械的发展是国家工业水平的重要标志。

为了满足生活和生产的需要,人类创造并发展了机械。从杠杆、斜面、滑轮到汽车、拖拉机、内燃机、自行车、缝纫机、洗衣机、打印机、电动机、机床、机械手、机器人等,标志着生产力不断地向前发展。当今世界,人们越来越离不开机械了。学习机械知识,掌握一定的机械设计、制造、运用、维护与修理方面的理论、方法和技能,对于现代工程技术人员是十分必要的。

任务1 本课程研究的对象

本课程研究的对象是机械,它是工程中机器与机构的总称。

图0-1所示为牛头刨床,是由床身1、齿轮2和3、滑块4、导杆5、刨头6及其他辅助部分所组成的机器。电动机通过带传动(图中未画出)驱动齿轮2、3转动来实现减速,又通过滑块4推动导杆5摆动,再通过导杆带动刨头6作往复直线运动而完成刨削动作。由此可以看出,电动机是为刨床提供运动与动力源的原动装置,带传动、齿轮传动与导杆机构组成了刨床运动与动力传递的传动装置,而刨头则是刨床完成工作任务的执行装置。通过这些装置的协同动作,实现了将电动机的电能转换为刨刀往复切削的机械能而完成有用功的目的。

图0-2所示为单缸内燃机,由缸体1、活塞2、连杆3、曲轴4、齿轮5和6、凸轮轴7、顶杆8和9等组成。当燃气推动活塞2在汽缸内作往复移动时,通过连杆3使曲轴4作连续转动,曲轴上的齿轮5和凸轮轴上的齿轮6啮合带动凸轮轴7和顶杆8、9实现进排气阀有规律的启闭,从而把燃气产生的热能转换为机械能。该内燃机主要包括由活塞、连杆、曲轴和机架组成的曲柄滑块机构,齿轮与机架组成的齿轮机构和由凸轮、顶杆与机架组成的凸轮机构。