

普通高等教育“十二五”规划教材

国家示范性高等职业院校成果教材·机械系列

机械设计基础

第3版

郭仁生 主编

魏宣燕 副主编

清华大学出版社

普通高等教育“十二五”规划教材

国家示范性高等职业院校成果教材·机械系列

机械设计基础

第3版

郭仁生 主编

魏宣燕 副主编

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

“机械设计基础”是高等职业技术教育和高等专科教育机械设计与制造类和机电工程专业的主干课程。

全书内容分为5篇：第1篇“机械设计概论和机构结构”主要介绍机械设计概论、现代设计方法应用概述及平面机构的结构分析，是机构和机械设计的共性基础知识；第2篇“常用机构”主要从传递运动的角度介绍一些常用机构(如平面连杆机构、凸轮机构、轮系及其他常用机构)的工作原理、应用和运动设计方法；第3篇“机械传动”主要从传递动力的角度讲述一些常见的机械传动(如带传动、链传动、齿轮传动和蜗杆传动等)的工作原理、标准规范和设计计算方法；第4篇“轴系零部件”主要介绍轴系(包括滑动轴承、滚动轴承、轴及轴系、联轴器、离合器和制动器等主要零部件)的工作原理、组合设计和选用计算方法；第5篇“机械连接”介绍常用机械连接(包括键、销和螺纹连接)和弹性连接(弹簧)的工作原理、标准规范和计算方法。

本书在各个章节中都有许多机械设计计算、分析和作图等的能力训练案例，以及典型零件工作图，并且摘录了部分机械设计常用的标准和规范。书后还附有凸轮机构设计和运动分析、圆柱齿轮传动设计计算和转轴强度计算等的 Matlab 程序及应用实例。

本书可以作为高等职业技术教育和高等专科教育机械设计与制造类和机电工程专业“机械设计基础”课程的教材，也可供有关专业的读者和工程技术人员参考。

与本书配套的教学课件可从清华大学出版社网站 www.tup.tsinghua.edu.cn 下载。

版权所有，侵权必究。侵权举报电话：010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础/郭仁生主编.--3版.--北京：清华大学出版社，2011.1
(国家示范性高等职业院校成果教材·机械系列)
ISBN 978-7-302-23953-6

I. ①机… II. ①郭… III. ①机械设计—高等学校：技术学校—教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 199170 号

责任编辑：张秋玲

责任校对：王淑云

责任印制：杨 艳

出版发行：清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机：010-62770175

投稿与读者服务：010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈：010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

地 址：北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编：100084

邮 购：010-62786544

印 装 者：北京市清华园胶印厂

经 销：全国新华书店

开 本：185×260 印 张：26.5

字 数：640 千字

版 次：2011 年 1 月第 3 版

印 次：2011 年 1 月第 1 次印刷

印 数：1~4000

定 价：45.00 元

产品编号：038878-01

前 言

高等职业技术教育和高等专科教育是高等教育的重要组成部分,其目标是培养生产、服务、技术和管理第一线的高级应用型人才,这是一种以横向扩展能力为主、纵向延伸能力为辅的实用人才。随着科学技术的不断发展,新的产业不断产生,新技术、新工艺、新设备、新材料、新系统和新软件等不断涌现,要把最新的技术成果转换成为生产力,相应的高级应用型人才是非常关键的。高等职业技术教育和高等专科教育是职业教育的高层次,是教育为经济发展服务的一个重要结合点,是把我国的人力优势转化为智力优势、把智力优势转换为生产力的重要桥梁。

高等职业技术教育注重以职业道德为重点的思想品德教育,它以技术应用为本位,建立以职业能力为中心的教学体系。遵照高等职业技术教育的教学特色和教学开发精神,在构建学生专业知识结构和培养专业技能方面,学生应当具有“必需”、“够用”和相对宽而浅的知识结构,能够依托专业基本理论和实践技能,具备向相关专业渗透和连接的实践能力,表现在掌握丰富的与相关专业的“接口”能力上。在教学内容上,将课程中以理论教学为主的内容,转变为以实践教学为主的内容;在教学安排上,将课程中以理论体系传授为主的教学,转变为以专业运作能力训练为主的教学。从与 21 世纪我国社会主义现代化建设要求相适应的生产、服务、技术和管理第一线需要大量高级应用型人才的角度出发,加强对学生素质和综合职业能力的培养,特别是注重对学生运用知识、创新意识、合作精神和适应能力的培养。

“机械设计基础”是高等职业技术教育和高等专科教育机械设计制造类专业的主干课程。为了推动高职和高专相关专业的教学改革,适应“机械设计基础”教学和实训的需要,按照课程在专业知识能力结构中的地位和课程教学目标,编写出有高等职业技术教育和高等专科教育特色、面向 21 世纪的教材,中国高等职业教育研究会和清华大学出版社于 2000 年 4 月在深圳职业技术学院召开了高职和高专机电类教学改革与教材建设研讨会,参加《机械设计基础》教材编写组的 10 多所高等学校教师在专业建设和课程教学改革实践的基础上,通过认真讨论拟定的编写大纲和达成的共识,进行了通力合作,精心编写了本书。

“机械设计基础”课程的开发要强调适当综合化和适当实施化。本书按照课程内容本身的内在联系和模块教学要求,建立“机械设计概论和机构结构”、“常用机构”、“机械传动”、“轴系零部件”和“机械连接”等 5 个模块。在教材内容上力求降低重心、拓宽面向、精选知识点,更新内容、突出应用,采用新颁布的国家标准规范。叙述简明扼要,减少对公式

的推演,讲求实用,方便教学。书中打“*”号的内容是为了拓宽和延伸与该课程密切相关的知识面,以求做好与现代科学技术成果的接口,供不同专业在教学中酌情取舍。

在知识经济时代,机械的常规设计方法必须有现代设计方法的理念,才有生命力。现代设计方法涉及的内容十分广泛,本书力图从高等职业技术教育的特色和层次出发,叙述和讨论有关的问题,主要包括计算机辅助设计、优化设计和创新设计等基本知识和概念,使学生在已有基础上对此有一个新的概念和思维方法,从而达到整体优化学生的知识、能力和素质,特别是培养设计思想、设计方法和创新思维能力的目的。

本书自2001年出版发行以来,被许多高职高专院校师生选用。为了适应高职高专人才培养模式的改革和科技发展进步,在第1版基础上作了进一步的修改、补充和完善,在2005年出版了第2版,并在2006年被教育部审定为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。为了进一步实施高等职业技术教育对技术应用和高技能人才的培养模式,突出课程教学的能力目标和知识目标,结合工学和精品课程建设的成果,第3版增添了许多能力训练案例,便于教师讲授和引导,也便于学生自学和应用。该书作为“机械设计基础”课程教学内容和教学方法的知识载体,其体系结构和内容力求反映科学技术的发展和需求,符合高职高专相关专业的教学特点和学生的认知规律;在表现形式和陈述方式上,能够引导学生利用已有的知识去学习和探索新知识、新技术,有助于教师、学生和教材之间的交流,有利于理论教学与实践教学的结合,使教师在教材的平台上可以创造性地进行教学活动。

本书由佛山职业技术学院郭仁生(第1~4,6,10章和附录)、苏州工业园职业技术学院魏宣燕(第12~15章)、北京联合大学机械工程学院张京辉(第8,9和11章)、广东轻工职业技术学院王军(第5和7章)和韶关学院黄晨华(第16和17章)等编著,郭仁生担任主编并对全书统稿,魏宣燕担任副主编。

本书第1版由华南理工大学谢存禧教授精心审阅,第3版由吉林工业职业技术学院栾学钢教授精心审阅,提出了许多宝贵意见,编者在此表示衷心的感谢。

恳请读者对书中的缺点和不妥之处进行指正。

编者

2010年10月

目 录

第 1 篇 机械设计概论和机构结构

第 1 章 机械设计概论	1
1.1 课程概论	1
1.1.1 机械的概念和组成	1
1.1.2 机械设计发展概述	4
1.1.3 本课程的内容、基本要求和学习特点	5
1.2 机械设计过程	6
1.3 功能原理设计	8
1.3.1 功能原理设计的特点	8
1.3.2 功能分析	8
1.3.3 功能类型和求解思路	9
1.4 机械设计约束	12
1.4.1 承载能力约束	12
1.4.2 技术性能约束	15
1.4.3 标准化约束	16
1.4.4 产品成本约束	16
1.4.5 可持续发展约束	16
1.5 机械结构设计	17
1.5.1 零件的相关与结构要素	17
1.5.2 结构设计的基本要求	18
1.5.3 结构设计的构型变换	20
1.5.4 结构设计准则	21
思考和实练习题	30
第 2 章 现代设计方法应用概述	32
2.1 计算机辅助设计	32
2.1.1 概述	32
2.1.2 编制 CAD 程序的方法	34
2.2 优化设计	39
2.2.1 概述	39

2.2.2	优化设计的数学模型	40
2.2.3	优化问题的数值解法	42
2.2.4	运用 Matlab 优化工具箱函数求解优化设计问题概述	43
* 2.3	创新设计	45
2.3.1	创新设计的实质	46
2.3.2	创造性思维的特点和类型	46
2.3.3	创新设计的概念和解决原理	48
2.3.4	机械创新设计应用实例	49
	思考和实练习题	51
第3章	机构结构分析	54
3.1	平面机构的组成	54
3.2	平面机构运动简图	58
3.3	平面机构自由度和运动确定性	61
3.3.1	平面机构的自由度	61
3.3.2	机构自由度计算中的特殊情况处理	61
3.3.3	平面机构具有确定运动的条件	62
	思考和实练习题	65

第2篇 常用机构

第4章	平面连杆机构	69
4.1	平面连杆机构的类型和应用	70
4.1.1	铰链四杆机构	70
4.1.2	滑块四杆机构	74
4.1.3	运动副变换	77
4.2	平面连杆机构的基本特性	79
4.2.1	急回特性	79
4.2.2	传力分析	80
* 4.3	平面连杆机构的运动分析	84
4.4	平面连杆机构的运动设计	85
4.4.1	按照给定连杆位置设计铰链四杆机构	85
4.4.2	按照给定行程速度变化系数设计四杆机构	85
4.4.3	铰链四杆机构的运动几何方程	87
4.4.4	按照给定的两连架杆对应位置设计铰链四杆机构	88
4.5	多杆机构的应用	90
	思考和实练习题	92

第 5 章 凸轮机构	94
5.1 凸轮机构的类型和应用	94
5.1.1 凸轮机构的组成和类型	94
5.1.2 凸轮机构的特点与应用	97
5.2 从动件基本运动规律	97
5.2.1 从动件基本运动规律的运动方程和线图	98
5.2.2 从动件运动规律的选择	101
5.3 凸轮轮廓设计	103
5.3.1 用图解法设计凸轮轮廓	103
5.3.2 用解析法设计凸轮轮廓	106
5.3.3 凸轮机构的计算机辅助设计	109
5.4 凸轮机构基本参数和尺寸的确定	112
5.4.1 凸轮机构的压力角及许用值	112
5.4.2 凸轮基圆半径的确定	113
5.4.3 滚子半径的确定	114
5.5 凸轮机构的结构、材料和工作图	117
5.5.1 凸轮和从动件的结构	117
5.5.2 凸轮和从动件的材料及选择	119
5.5.3 凸轮工作图	120
思考和实练习题	120
第 6 章 轮系	123
6.1 定轴轮系	123
6.1.1 定轴轮系传动比	124
6.1.2 定轴轮系传动比符号的确定方法	125
6.1.3 定轴轮系各级传动比的分配	125
6.2 行星轮系	125
6.2.1 行星轮系的分类	126
6.2.2 行星轮系的传动比	126
6.2.3 行星轮系传动比符号的确定方法	128
6.3 组合轮系	128
6.4 轮系的功用	129
* 6.5 其他行星传动简介	133
6.5.1 渐开线少齿差行星传动	133
6.5.2 摆线针轮行星传动	134
6.5.3 谐波齿轮传动	134
思考和实练习题	135
第 7 章 其他常用机构	137
7.1 棘轮机构	137
7.1.1 棘轮机构的组成和工作原理	137

7.1.2	棘轮机构的类型、特点和应用	138
7.1.3	棘轮机构的应用实例	139
7.1.4	棘轮机构的基本参数和几何尺寸	141
7.2	槽轮机构	144
7.2.1	槽轮机构的组成和工作原理	144
7.2.2	槽轮机构的类型、特点和应用	144
7.2.3	槽轮机构的基本参数和尺寸	145
7.2.4	槽轮机构的运动特性	147
7.3	螺旋机构	150
7.3.1	螺旋机构的工作原理和类型	150
7.3.2	螺纹的形成和分类	151
7.3.3	螺纹的基本参数和尺寸	154
7.3.4	螺旋机构的运动分析	155
7.3.5	螺旋副的效率和自锁	156
7.3.6	滑动螺旋副的材料和结构特点	157
* 7.4	机构的组合与应用	159
7.4.1	机构的串联式组合	159
7.4.2	机构的并联式组合	160
7.4.3	机构的反馈式组合	161
7.4.4	机构的复合式组合	161
7.5	机构的选型与应用	162
	思考和实训练习题	166

第3篇 机械传动

第8章	带传动	169
8.1	带传动的工作原理和应用	170
8.1.1	带传动的工作原理	170
8.1.2	带传动的类型、特点和应用	170
8.2	带传动的受力分析和应力分析	171
8.2.1	受力分析	171
8.2.2	应力分析	172
8.3	带传动的弹性滑动与失效形式	173
8.4	V带和V带轮	175
8.4.1	V带结构和基本尺寸	175
8.4.2	V带轮的材料、结构与工作图	177
8.5	带传动的安装和张紧	180

8.6	V带传动选用计算	182
8.6.1	设计准则和V带的许用功率	182
8.6.2	V带传动选用计算的主要步骤	186
	思考和实训习题	192
第9章	链传动	194
9.1	链传动的特点、类型和传动件结构参数	194
9.1.1	链传动的组成、特点和类型	194
9.1.2	链传动的传动件结构参数	196
9.2	链传动的运动分析和受力分析	200
9.2.1	链传动的运动分析	200
9.2.2	链传动的受力分析	202
9.3	链传动的选用计算	203
9.3.1	链传动的失效形式	203
9.3.2	滚子链的功率曲线	204
9.3.3	链传动基本参数的选择	207
9.3.4	链传动选用计算内容	208
9.4	链传动的布置、张紧和润滑	210
9.4.1	链传动的布置	210
9.4.2	链传动的张紧	211
9.4.3	链传动的润滑	211
	思考和实训习题	212
第10章	齿轮传动	213
10.1	齿轮传动的特点和类型	214
10.1.1	齿轮传动的特点	214
10.1.2	齿轮传动的类型	214
10.2	齿轮啮合基本定律与渐开线齿廓	215
10.2.1	齿廓啮合基本定律	215
10.2.2	齿廓间的相对滑动	216
10.2.3	渐开线齿廓	217
10.3	渐开线标准齿轮的基本参数和尺寸	218
10.3.1	齿轮的基本尺寸	218
10.3.2	渐开线标准齿轮的基本参数	219
10.3.3	标准齿轮的基本尺寸计算	219
10.4	渐开线直齿圆柱齿轮的啮合传动	221
10.4.1	渐开线齿廓传动特性	221
10.4.2	渐开线齿轮的正确啮合条件	222
10.4.3	渐开线齿轮的连续传动条件	223
10.4.4	内齿轮和齿条	224

10.5	渐开线齿形的加工和尺寸检验	225
10.5.1	渐开线齿形的加工原理	225
10.5.2	渐开线齿廓的根切问题	227
10.5.3	渐开线齿轮的尺寸检验	228
10.6	变位齿轮传动	229
10.6.1	变位齿轮的概念	229
10.6.2	变位齿轮的齿形特点和尺寸变动	230
10.6.3	变位齿轮的传动类型和应用	231
10.7	斜齿圆柱齿轮传动	234
10.7.1	斜齿圆柱齿轮齿面的形成和特点	234
10.7.2	斜齿圆柱齿轮的基本参数和尺寸	235
10.7.3	斜齿轮的当量齿数	237
10.7.4	交错轴斜齿轮传动	238
10.8	圆锥齿轮传动	239
10.8.1	直齿圆锥齿轮齿廓曲面的形成	239
10.8.2	圆锥齿轮的背锥和当量齿数	239
10.8.3	直齿圆锥齿轮的基本参数和尺寸	240
* 10.8.4	圆柱圆锥齿轮传动简介	241
10.9	齿轮传动设计	243
10.9.1	齿轮轮齿的失效形式、常用材料和设计约束	243
10.9.2	圆柱齿轮传动的受力分析	246
10.9.3	圆柱齿轮承载能力计算	248
10.9.4	圆柱齿轮传动的精度等级及选用	252
10.9.5	齿轮传动设计准则	253
10.9.6	圆柱齿轮传动的计算机辅助设计	256
10.9.7	直齿圆锥齿轮的强度计算	257
10.10	齿轮结构、工作图和传动润滑	259
10.10.1	齿轮结构	259
10.10.2	齿轮工作图	260
10.10.3	齿轮传动的润滑	260
* 10.11	圆弧齿轮传动简介	262
	思考和实训习题	263
第 11 章	蜗杆传动	266
11.1	蜗杆传动概述	266
11.1.1	蜗杆传动的类型	266
11.1.2	蜗杆传动的特点和应用	267
11.2	蜗杆传动的基本参数和尺寸	268
11.2.1	蜗杆传动的基本参数	268

11.2.2	蜗杆传动的的基本尺寸	270
11.2.3	蜗杆传动的变位	271
11.3	蜗杆传动的承载能力计算	272
11.3.1	蜗杆传动的失效形式	272
11.3.2	蜗杆传动的材料和许用应力	272
11.3.3	蜗杆传动的受力分析	273
11.3.4	蜗杆传动的强度条件	274
11.4	蜗杆传动的效率、润滑和热平衡	275
11.4.1	蜗杆传动的滑动速度	275
11.4.2	蜗杆传动的效率	275
11.4.3	蜗杆传动的润滑	277
11.4.4	蜗杆传动的热平衡计算	277
11.5	蜗杆与蜗轮的结构和工作图	279
11.5.1	蜗杆结构	279
11.5.2	蜗轮结构	279
11.5.3	蜗杆和蜗轮工作图	280
	思考和实练习	283

第 4 篇 轴系零部件

第 12 章	滑动轴承	285
12.1	滑动轴承的工作原理	286
12.1.1	滑动轴承简介	286
12.1.2	滑动摩擦的类型	286
12.1.3	滑动轴承设计中的基本问题	287
12.2	滑动轴承的分类和结构特点	287
12.2.1	滑动轴承的分类	287
12.2.2	推力滑动轴承	288
12.2.3	特殊结构轴承简介	289
12.3	滑动轴承的材料和轴瓦结构	289
12.3.1	滑动轴承的材料	289
12.3.2	轴瓦的结构	290
12.4	滑动轴承的润滑和配合	292
12.4.1	润滑剂及其选用原则	292
12.4.2	润滑装置	293
12.4.3	滑动轴承润滑方式的选择	293
12.4.4	滑动轴承的配合	294

12.5	非液体润滑滑动轴承的计算	294
12.5.1	径向滑动轴承	295
12.5.2	推力滑动轴承	295
* 12.6	液体动压滑动轴承和静压滑动轴承简介	297
12.6.1	液体动压滑动轴承	297
12.6.2	液体静压滑动轴承	297
	思考和实训习题	298
第 13 章	滚动轴承	299
13.1	滚动轴承的组成、类型和特点	299
13.1.1	滚动轴承的组成	300
13.1.2	滚动轴承的类型、特点及应用	300
13.2	滚动轴承的代号及类型选择	304
13.2.1	滚动轴承的代号	304
13.2.2	滚动轴承类型的选择	307
13.3	滚动轴承寿命计算	308
13.3.1	滚动轴承的失效形式及计算准则	308
13.3.2	滚动轴承的基本额定寿命和基本额定动载荷	309
13.3.3	滚动轴承的寿命计算公式	310
13.3.4	滚动轴承的当量动载荷计算	311
13.3.5	角接触轴承的轴向载荷	313
13.3.6	滚动轴承的静强度计算	314
* 13.4	陶瓷滚动轴承与滚动导轨简介	321
13.4.1	陶瓷滚动轴承	321
13.4.2	滚动导轨	322
	思考和实训习题	323
第 14 章	轴及轴系	324
14.1	轴的概述	324
14.1.1	轴的功用与分类	324
14.1.2	轴的设计中应考虑的问题	325
14.2	轴的材料与强度计算	326
14.2.1	轴的材料与机械性能	326
14.2.2	轴径的估算和强度计算	327
14.3	轴及轴系的结构设计	331
14.3.1	轴的结构设计	331
14.3.2	轴的工作图	335
14.3.3	轴系的结构设计	336
	思考和实训习题	341

第 15 章 联轴器、离合器与制动器	343
15.1 联轴器	343
15.1.1 固定式刚性联轴器	344
15.1.2 移动式刚性联轴器	346
15.1.3 弹性联轴器	347
15.2 离合器	348
15.2.1 嵌合式离合器	348
15.2.2 摩擦式离合器	349
15.3 制动器	351
15.3.1 抱块式制动器	351
15.3.2 内涨式制动器	351
15.3.3 带式制动器	352
思考和实练习题	352

第 5 篇 机械连接

第 16 章 连接	355
16.1 键连接	356
16.1.1 键连接的功用和分类	356
16.1.2 平键连接的选择和计算	358
16.1.3 花键连接的类型、标准和选用	359
16.2 销连接	360
16.3 螺纹连接	361
16.3.1 螺纹连接的基本类型和螺纹连接件	361
16.3.2 螺纹连接的预紧和防松	365
16.3.3 螺栓组的布置和受力分析	366
16.3.4 螺栓连接的强度计算	372
16.3.5 螺栓连接件的材料和许用应力	374
16.3.6 提高螺栓连接强度的结构设计	374
思考和实练习题	378
第 17 章 弹簧	380
17.1 概述	380
17.1.1 弹簧的类型、特点和应用	380
17.1.2 弹簧的材料和制造	380
17.2 圆柱螺旋压缩(拉伸)弹簧的几何参数和特性曲线	383
17.2.1 圆柱螺旋弹簧的结构	383
17.2.2 基本参数和几何尺寸	384
17.2.3 圆柱螺旋弹簧的特性曲线	385

17.3 圆柱螺旋弹簧的设计计算	386
17.3.1 强度计算	386
17.3.2 刚度计算	387
17.3.3 稳定性校核	388
* 17.4 非金属弹簧简介	389
17.4.1 橡胶弹簧	389
17.4.2 空气弹簧	389
思考和实练习	392
附录 A Matlab 设计计算程序和应用实例	393
A1 凸轮机构设计和运动分析	393
A2 圆柱齿轮传动设计计算	399
A3 转轴强度计算	406
参考文献	409

第 1 篇 机械设计概论和机构结构

本篇叙述机械设计概论,计算机辅助设计、优化设计和创新设计等现代设计方法在机械设计领域的应用概况,以及平面机构的结构和运动简图,为深入学习机械的工作原理、组成结构、标准规范和设计计算方法奠定基础。

第 1 章 机械设计概论

本章介绍机械和机器等概念、机械设计发展概况、机械设计的一般过程、机械功能原理、机械设计约束和机械结构设计等基本内容,以及“机械设计基础”课程主要内容和教学特点。

教学目标:

1. 知识目标

- (1) 掌握机械的概念和组成。
- (2) 熟悉机械设计的发展概况。
- (3) 熟悉课程主要内容、基本要求和学习特点。
- (4) 了解机械设计的过程。
- (5) 熟悉机械功能原理设计(重点是动作功能和工艺功能)。
- (6) 掌握机械设计约束的基本内容(重点是承载能力约束)。
- (7) 熟悉机械结构设计的基本要求(重点是工艺性准则和强度刚度准则)。

2. 能力目标

- (1) 具有分析机械的组成和工作原理的能力。
- (2) 具有分析机械功能结构的基本能力。
- (3) 能够提出机械功能结构的求解思路。
- (4) 具有合理运用加工和装配工艺性进行机械结构设计的能力。

1.1 课程概论

1.1.1 机械的概念和组成

为了减轻劳动强度,改善劳动条件,提高劳动效率和工作质量,人们在日常生活和生产过程中,创造和广泛使用着各种各样的机械,例如实现机械能与其他形式能量之间转换的动力机械(如电动机、内燃机、液压泵和压缩机等),用以改变物料的状态、性质、结构和形状的

加工机械(如金属切削机床、纺织机械、压力机和包装机等),用以改变物体空间位置的运输机械(如自行车、摩托车、汽车、火车、飞机、轮船、缆车、电梯和输送机等),用以获取和处理各种信息的信息机械(如复印件、打印机、传真机、绘图仪、数码照相机和数码摄影机等)。

“机械”一词源自希腊语及拉丁文“巧妙的设计”原意,主要是为了区别于手工工具。机械是机器和机构的总称,它们都是一种人为的实物构件的组合,并且各部分之间具有确定的相对运动。因此,从功能结构和实现运动的观点来看,机器和机构之间没有区别。但是机器能代替人类的劳动以完成有用的机械功或转换机械能,故机器是能转换机械能或完成有用机械功的机构。机器通常用来指机械的实体,例如自行车、拖拉机和内燃机等;机构是由若干构件以一定方式连接组成,用以传递动力、运动或是转换运动形式的系统,例如本书后面介绍的各种连杆机构、凸轮机构和轮系等;而机械则常用于更广泛和抽象的意义上,例如机械工业、农业机械化等。具体的某机械可能是机器,也可能是机构,还可能是兼有机器和机构两者。

机器执行机械运动,用以变换或传递能量、物料或信息。虽然机械的种类繁多,构造、性能和用途各不相同,但是从机械的功能结构来看,它们一般包括原动、执行、传动、控制和支撑等几部分,如图 1-1 所示。

原动部分是机器的原动力来源,它的作用是将其他形式的能转变为机械能,以驱动机械,并且做有用功,例如热力发动机、水力发动机、风力发动机和电动机等。

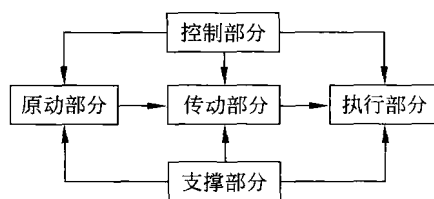


图 1-1 机械的组成

传动部分把原动部分的运动和动力传递给执行部分,转变成执行部分所需的运动,它可以改变运动参数(位移、速度和加速度等)和转换运动形式(移动、摆动和转动等),满足执行部分的工作要求。例如,减速器将电动机的高速转动变成工作机械所需要的低速转动,齿轮齿条机构将旋转运动转换为直线移动等。

执行部分直接完成机械预定的功能,按生产工艺所需要的运动规律和方式作确定的运动。例如缝纫机上的机针机构、挑线机构和送布机构,机床的主轴和刀架,起重机的吊钩等。

控制部分是使机器的原动部分、传动部分和执行部分按照一定的顺序和规律运动,完成预定的工作循环,通常使用开关、离合器、制动器等各种机械和电子控制系统。

支撑部分是整个机器安装的基座。

随着伺服驱动技术、检测传感技术、自动控制技术、信息处理技术、材料及精密机械技术、系统总体技术的飞速发展,传统机械在产品结构和生产系统结构等方面发生了质的变化,形成了一个崭新的现代机械工业。现代机器已经成为一个以机械技术为基础,以电子技术为核心的高新技术综合系统。因此,现代机器的定义是由计算机信息网络协调与控制的,用于完成包括机械力、运动和能量转换动力学任务的机械和(或)机电部件相互联系的系统。因此,现代机器突出了计算机技术在现代机器中的协调控制的核心作用,同时也强调了现代机器的主要功能仍然是执行机械运动、完成有用功和进行能量的转换。

能力训练案例 1-1 试分析图 1-2 所示单缸内燃机的组成和工作原理。

解: 内燃机是一种广泛使用的动力机械,它可以将燃料的化学能转换为机械能输出。

(1) 单缸内燃机的组成。包括主体部分的圆柱汽缸体 1(机架),在汽缸体内有上下移动