



普通高等教育机电类“十三五”规划教材

机械设计基础

JIXIE SHEJI JICHU

主 编○于克强

副主编○孙桂兰 陈国辉 王静平

主 审○宋胜伟

0000 00 0 0 0 0 0 0 0 0
0000 0 00 0 0 0000 0 0

0 0 00 0 0 0 0



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

普通高等教育机电类“十三五”规划教材

机械设计基础

主 编	于克强		
副主编	孙桂兰	陈国辉	王静平
参 编	邓佳玉	平忠源	
主 审	宋胜伟		

电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是根据高等工科院校机械设计基础课程教学基本要求,针对普通高等工科院校的培养目标而编写的。本书在编写过程中有机融入了生活中或工程中的实例及操作性较强的案例,并对案例进行有效的分析,同时在每章都增加了知识扩展,这些内容突出了本书的新颖性和设计的实用性。

全书共 19 章,包括绪论,机械设计概论,机械运动设计与分析基础知识,平面连杆机构,凸轮机构及其设计,其他常用机构及组合机构,螺纹连接与螺旋传动,键、销及其他连接,轴,滑动轴承,滚动轴承设计,联轴器、离合器和制动器,带传动,链传动,齿轮传动,蜗杆传动,轮系、减速器和无级变速传动,机械的平衡与调速,机械创新设计简介。每章都给出了该章的教学内容、知识要点及基本要求,编写过程中加强了课程内容在逻辑和结构上的联系与综合。各章均附有一定数量的练习题,以便学生复习巩固所学知识。

本书可作为高等学校相关专业的教材,也可供相关专业师生和工程技术人员参考使用。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础 / 于克强主编. —北京:电子工业出版社, 2017.7

ISBN 978-7-121-32133-7

I. ①机… II. ①于… III. ①机械设计—教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 161388 号

策划编辑:赵玉山

责任编辑:靳 平

印 刷:三河市双峰印刷装订有限公司

装 订:三河市双峰印刷装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编:100036

开 本:787×1 092 1/16 印张:25.5 字数:652.8 千字

版 次:2017 年 7 月第 1 版

印 次:2017 年 7 月第 1 次印刷

定 价:55.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: zhaoyz@phei.com.cn。

前 言

“机械设计基础”是工科高等院校的一门重要的专业技术基础课，是培养学生了解和掌握机械基础知识、具备机械设计初步能力的重要课程。本课程的教学目标是通过课程教学、实验及实践环节培养学生具有：设计简单机械系统、零部件的能力；对于机械工程问题建立模型、分析求解和论证的能力；在机械工程实践中初步掌握并使用各种技术、技能和现代化工程工具的能力。

本书是在满足高等学校“机械设计基础”课程教学基本要求的前提下，以培养“创新型应用人才”的思想为指导，以相关专业学生就业所需的知识和操作技能为着眼点，以机械原理、机械设计课程的基本内容为主，以实际应用为原则，结合编者多年的教学经验和科研实践，经编者认真组织教学内容，吸取其他高校相关课程的教学改革经验，采用最新国家标准及规范精心编写而成。

本书在“机械原理”和“机械设计”原有课程内容的基础上，从当前相关专业学生能力培养及就业所需掌握的知识考虑，以机械设计基本理论与方法为主线，以常用机构和典型的机械传动设计为主导，将两者内容进行必要的调整，实现有机融合，形成了一本知识体系更系统、整体性更好的教材。本书在介绍基本理论知识的同时，在内容上增加了机械创新设计，同时在每章都增加了导入案例和知识扩展，这样可使本书的内容具有创新性及前瞻性，并且可使本书能更好地适应当前应用型本科创新型人才培养的需要。

本书可作为高等学校相关专业的教材，也可供相关专业师生和工程技术人员参考使用。

本书由于克强担任主编，孙桂兰、陈国辉、王静平担任副主编。参加编写的有黑龙江科技大学的于克强（第1、3、4、5、6、7、11、15章）、孙桂兰（第9、10、16章）、陈国辉（第8、12、14章），安徽工程大学王静平（第2、13章），哈尔滨石油学院的邓佳玉（第17、19章），东北农业大学的平忠源（第18章）。本书由于克强负责统稿，由孙桂兰和陈国辉负责校稿，由黑龙江科技大学宋胜伟教授负责审稿。

编 者

2016年12月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 概述	2
1.2 机械工业在现代化建设中的作用	2
1.3 本课程研究的对象和内容	3
1.4 本课程的地位、性质及任务	5
练习题	6
第2章 机械设计概论	7
2.1 机械设计的基本要求与设计准则	8
2.2 机械设计的方法和一般步骤	10
2.3 机械零件的常用材料及选择	11
2.3.1 机械零件的常用材料	11
2.3.2 选择机械零件材料的原则	14
2.4 许用应力与安全系数	15
2.5 机械零件的工艺性	17
练习题	18
第3章 机械运动设计与分析基础知识	19
3.1 运动副及其分类	20
3.2 平面机构运动简图	22
3.2.1 绘制平面机构运动简图的要点	22
3.2.2 机构运动简图绘制的步骤	24
3.3 平面机构自由度的计算	25
3.3.1 平面机构自由度的计算公式	25
3.3.2 机构具有确定运动的条件	26
3.3.3 计算平面机构自由度时应注意的事项	27
3.4 平面机构的组成原理、结构分类及结构分析	31
3.4.1 平面机构的组成原理	31
3.4.2 平面机构的结构分析	33
3.4.3 平面机构的高副低代	33
练习题	35
第4章 平面连杆机构	37
4.1 平面连杆机构基本概述	38
4.2 铰链四杆机构的基本形式及演化	38
4.2.1 铰链四杆机构的基本形式	38

4.2.2 铰链四杆机构的演化	41
4.3 铰链四杆机构的基本知识	46
4.3.1 铰链四杆机构有曲柄的条件	46
4.3.2 铰链四杆机构的急回特性	47
4.3.3 铰链四杆机构的传动特性	48
4.4 铰链四杆机构的设计	51
4.4.1 连杆设计的基本内容和问题	51
4.4.2 用图解法设计铰链四杆机构	51
练习题	55
第5章 凸轮机构及其设计	58
5.1 凸轮机构的类型及应用	59
5.1.1 凸轮机构的组成及特点	59
5.1.2 凸轮机构的类型	59
5.1.3 凸轮机构的应用	62
5.2 从动件的运动规律	63
5.2.1 凸轮机构的基本名词术语	63
5.2.2 从动件基本运动规律	64
5.2.3 从动件运动规律的选择	70
5.3 凸轮轮廓曲线的设计	70
5.3.1 凸轮轮廓曲线设计的基本原理	71
5.3.2 用图解法设计盘形凸轮轮廓曲线	71
5.3.3 用解析法设计盘形凸轮轮廓曲线	75
5.4 凸轮机构基本参数的确定	77
5.4.1 凸轮机构的压力角	78
5.4.2 凸轮基圆半径的确定	80
5.4.3 滚子半径的确定	81
5.4.4 平底尺寸的确定	82
练习题	83
第6章 其他常用机构及组合机构	84
6.1 棘轮机构	85
6.1.1 棘轮机构的组成及工作原理	85
6.1.2 齿式棘轮机构类型及应用	86
6.1.3 摩擦式棘轮机构	88
6.1.4 棘轮机构的运动设计	89
6.2 槽轮机构	90
6.2.1 槽轮机构的组成及工作原理	90
6.2.2 槽轮机构的特点及应用	90
6.2.3 槽轮机构的类型	91
6.2.4 槽轮机构的设计要点	91

6.3	不完全齿轮机构	92
6.4	组合机构	93
6.4.1	连杆—连杆机构	93
6.4.2	连杆—凸轮机构	94
6.4.3	双凸轮机构	94
6.4.4	连杆—棘轮机构	94
6.4.5	齿轮—连杆机构	95
	练习题	95
第 7 章	螺纹连接与螺旋传动	97
7.1	螺纹连接的基本知识	98
7.1.1	螺纹的形成	98
7.1.2	螺纹的类型	98
7.1.3	螺纹的主要参数	99
7.2	螺纹副的受力分析、效率和自锁	100
7.2.1	矩形螺纹	100
7.2.2	非矩形螺纹	101
7.3	螺纹连接类型与标准连接件	102
7.3.1	普通螺纹连接的基本类型	102
7.3.2	螺纹紧固件	104
7.4	螺纹连接的预紧与防松	106
7.4.1	螺纹连接的预紧	106
7.4.2	螺纹连接的防松	107
7.5	螺纹连接的强度计算	108
7.5.1	螺栓的失效形式及计算准则	108
7.5.2	受轴向工作载荷的螺栓连接	109
7.5.3	受横向工作载荷的螺栓连接	112
7.5.4	螺纹连接的常用材料及许用应力	114
7.5.5	提高螺栓连接强度的措施	115
7.6	螺旋传动	118
7.6.1	螺旋传动的特点	118
7.6.2	螺旋传动的转换及应用	119
7.6.3	螺旋传动的类型	119
	练习题	121
第 8 章	键、销及其他连接	123
8.1	键连接	124
8.1.1	键连接的功用、主要类型及应用	124
8.1.2	键的选择与键连接的强度计算	127
8.1.3	花键连接的特点、类型及应用	129
8.1.4	花键连接的设计计算	130

8.2	销连接	132
8.3	无键连接	133
8.3.1	型面连接	133
8.3.2	过盈连接	133
8.3.3	胀紧连接	134
	练习题	134
第9章	轴	136
9.1	轴的类型及应用	137
9.2	轴的材料及选择	139
9.2.1	轴的材料及热处理	139
9.2.2	轴的材料选择	139
9.3	轴的结构设计	140
9.3.1	轴的制造安装要求	141
9.3.2	轴上零件的布置与结构	141
9.3.3	轴上零件的定位和固定	142
9.3.4	轴段直径和长度的确定	145
9.3.5	避免或减少应力集中	146
9.3.6	轴的结构工艺性	146
9.4	轴的工作能力计算	146
9.4.1	轴的强度计算	146
9.4.2	轴的刚度计算	153
	练习题	154
第10章	滑动轴承	156
10.1	滑动轴承的摩擦状态	157
10.2	滑动轴承的类型、结构形式	158
10.2.1	滑动轴承的类型	158
10.2.2	滑动轴承的结构形式	158
10.3	滑动轴承的失效形式及材料	162
10.3.1	滑动轴承的失效形式	162
10.3.2	滑动轴承的材料	162
10.4	滑动轴承的润滑剂和润滑装置	164
10.4.1	润滑剂的选择	164
10.4.2	润滑方法和润滑装置的选择	167
10.5	非液体摩擦滑动轴承	169
10.5.1	失效形式及计算准则	169
10.5.2	非液体摩擦滑动轴承的计算	169
10.6	液体摩擦滑动轴承简介	171
10.6.1	液体动压轴承	171
10.6.2	液体静压轴承	172

练习题	173
第 11 章 滚动轴承设计	175
11.1 滚动轴承的主要类型及代号	176
11.1.1 滚动轴承的基本构造	176
11.1.2 滚动轴承的类型	177
11.1.3 滚动轴承的性能及特点	178
11.1.4 滚动轴承的代号	184
11.1.5 滚动轴承的类型选择	186
11.2 滚动轴承的工作情况	188
11.2.1 滚动轴承的受力分析	188
11.2.2 滚动轴承的主要失效形式及计算准则	189
11.3 滚动轴承的寿命计算	190
11.3.1 基本概念	190
11.3.2 滚动轴承的寿命计算公式	193
11.3.3 角接触球轴承和圆锥滚子轴承的径向载荷与轴向载荷计算	195
11.3.4 滚动轴承的静载荷计算	196
11.4 轴承装置的结构设计	197
11.4.1 滚动轴承组成支撑结构	197
11.4.2 轴承游隙和轴承组合位置的调整	199
11.4.3 滚动轴承的固定	199
11.4.4 滚动轴承的配合和装拆	200
11.4.5 轴承合理的组合方式及预紧	201
11.4.6 滚动轴承的润滑和密封	203
练习题	208
第 12 章 联轴器、离合器和制动器	210
12.1 联轴器	211
12.1.1 联轴器的类型	211
12.1.2 联轴器的特点	222
12.1.3 联轴器的选择	223
12.2 离合器	225
12.2.1 离合器的类型及特点	225
12.2.2 离合器的选择	231
12.3 制动器	232
12.3.1 摩擦制动器的组成与分类	232
12.3.2 制动器的选择与确定	234
练习题	235
第 13 章 带传动	237
13.1 带传动的类型及特点	238

13.1.1	带传动的工作原理	238
13.1.2	带传动的形式	238
13.1.3	摩擦式带传动的类型	238
13.1.4	带传动的工作特点及适用范围	239
13.2	V 带与 V 带轮	240
13.2.1	V 带的结构及标准	240
13.2.2	V 带轮的材料及结构设计	241
13.2.3	带传动的几何尺寸计算	243
13.3	带传动的受力分析及弹性滑动	244
13.3.1	带传动的受力分析	244
13.3.2	带传动的最大有效拉力及其影响因素	244
13.3.3	带传动的弹性滑动及打滑	245
13.4	带传动的应力分析及设计准则	246
13.4.1	带传动的应力分析	246
13.4.2	带传动的失效形式及设计准则	248
13.4.3	V 带传动的基本额定功率	248
13.5	V 带传动的设计计算	250
13.5.1	已知条件和设计内容	250
13.5.2	设计步骤和设计参数的选择	250
13.6	带传动的张紧、安装及维护	255
13.6.1	带传动的张紧	255
13.6.2	V 带的安装及维护	256
	练习题	257
第 14 章	链传动	258
14.1	链传动的类型、特点及应用	259
14.2	滚子链与链轮	260
14.2.1	滚子链	260
14.2.2	链轮	262
14.3	链传动的运动特性	264
14.3.1	链传动的运动不均匀性	264
14.3.2	链传动的受力分析	265
14.4	链传动的失效形式及设计计算	266
14.4.1	链传动的失效形式	266
14.4.2	功率曲线图	267
14.4.3	链传动的设计计算	269
14.5	链传动的布置、润滑与张紧	272
14.5.1	链传动的布置	272
14.5.2	链传动的润滑	273
14.5.3	链传动的张紧	274

练习题	275
第 15 章 齿轮传动	276
15.1 齿轮传动的特点及类型	277
15.2 齿廓啮合基本定律及齿廓曲线的选择	279
15.2.1 齿廓啮合基本定律	279
15.2.2 齿廓曲线的选择	280
15.3 渐开线及其齿廓的啮合特性	281
15.3.1 渐开线的形成及特性	281
15.3.2 渐开线函数及渐开线方程式	281
15.3.3 渐开线齿廓的啮合特性	282
15.4 渐开线标准直齿圆柱齿轮的主要参数及几何尺寸	283
15.4.1 外齿轮各部分的名称及主要参数	283
15.4.2 渐开线标准直齿圆柱齿轮的尺寸计算公式	285
15.4.3 齿条和内齿轮的尺寸	286
15.5 渐开线标准直齿圆柱齿轮的啮合传动	287
15.5.1 正确啮合条件	287
15.5.2 连续传动条件	287
15.6 渐开线齿轮的切制原理及根切现象	292
15.6.1 渐开线齿轮的加工方法	292
15.6.2 齿轮精度等级	295
15.6.3 渐开线齿廓的根切现象	296
15.6.4 变位齿轮的概述	297
15.7 齿轮传动的失效形式、设计准则及材料	299
15.7.1 齿轮的失效形式	299
15.7.2 齿轮传动的设计准则	301
15.7.3 齿轮的材料	301
15.8 直齿圆柱齿轮传动的强度计算	303
15.8.1 轮齿的受力分析和计算载荷	303
15.8.2 齿轮的许用应力	304
15.8.3 齿面接触疲劳强度计算	307
15.8.4 齿根弯曲疲劳强度计算	310
15.8.5 齿轮传动的强度计算说明	312
15.8.6 齿轮传动设计参数的选择	313
15.8.7 齿轮精度的选择	314
15.8.8 标准直齿轮传动的设计步骤	315
15.9 斜齿圆柱齿轮传动	317
15.9.1 斜齿圆柱齿轮齿廓形成及啮合特点	317
15.9.2 斜齿圆柱齿轮的基本参数及几何尺寸计算	318

15.9.3 斜齿圆柱齿轮啮合传动	320
15.9.4 当量齿轮和当量齿数	322
15.9.5 斜齿圆柱齿轮传动的强度计算	322
15.10 直齿圆锥齿轮传动	329
15.10.1 直齿圆锥齿轮传动的概述	329
15.10.2 直齿圆锥齿轮的当量齿轮及当量齿数	331
15.10.3 直齿圆锥齿轮的参数及几何尺寸计算	331
15.10.4 直齿圆锥齿轮传动的强度计算	334
15.10.5 齿面接触疲劳强度计算	335
15.11 齿轮的润滑及结构设计	335
15.11.1 齿轮传动的润滑	335
15.11.2 齿轮传动的结构设计	337
练习题	339
第 16 章 蜗杆传动	341
16.1 蜗杆传动的类型及特点	342
16.1.1 蜗杆传动的类型	342
16.1.2 蜗杆传动的特点	343
16.2 蜗杆传动的正确啮合条件、基本参数及主要几何尺寸	344
16.2.1 蜗杆传动的正确啮合条件	344
16.2.2 蜗杆传动的基本参数及主要几何尺寸	344
16.3 蜗杆传动的失效形式、材料及结构	347
16.3.1 蜗杆传动的滑动速度	347
16.3.2 蜗杆传动的失效形式及设计准则	348
16.3.3 蜗杆传动的材料及结构	348
16.4 蜗杆传动的强度计算	350
16.4.1 蜗杆传动的受力分析	350
16.4.2 蜗轮齿面接触疲劳强度计算	351
16.4.3 蜗轮轮齿齿根弯曲疲劳强度计算	352
16.5 蜗杆传动的效率、润滑和热平衡计算	353
16.5.1 蜗杆传动的效率	353
16.5.2 蜗杆传动的润滑	354
16.5.3 蜗杆传动的热平衡计算	355
练习题	357
第 17 章 轮系、减速器和无级变速传动	359
17.1 轮系的分类	360
17.2 轮系的传动比计算	361
17.2.1 定轴轮系传动比的计算	362
17.2.2 周转轮系传动比的计算	364
17.2.3 混合轮系传动比的计算	366

17.3 轮系的功用	367
练习题	371
第 18 章 机械的平衡与调速	373
18.1 机械的平衡	374
18.1.1 平衡的意义及方法	374
18.1.2 刚性转子的静平衡	374
18.1.3 刚性转子的动平衡	376
18.2 机械的速度波动及调节	379
18.2.1 机械的运转过程	379
18.2.2 周期性速度波动及其调节方法	380
18.2.3 非周期性速度波动及其调节方法	384
练习题	385
第 19 章 机械创新设计简介	387
19.1 机械创新设计的要求及内容	388
19.1.1 机械创新设计的要求	388
19.1.2 机械创新设计的内容	389
19.2 创新技法	390
19.2.1 设问探求法	390
19.2.2 缺点列举及改进方法	390
19.2.3 组合创造法	391
练习题	392
参考文献	393

第1章 绪 论

 教 学 提 示

教学内容	知识要点	基本要求
机械工业在现代化建设中的作用	机械工业的地位和作用 机器对机械行业发展的作用 机械设计的最新进展	了解机械工业在现代化建设中的作用 了解机械设计的最新进展
本课程研究的对象和内容	本课程研究的对象 机器的定义和组成 机构的定义及与机器的区别 本课程研究的内容	掌握本课程研究的对象 掌握机器、机构、零件及构件的定义 了解机器的组成 了解本课程研究的内容
本课程的地位、性质和任务	本课程的地位 本课程的性质 本课程的任务	了解本课程的地位 了解本课程的性质 了解本课程的任务

 教 学 案 例

机械 (Machine)，源自于希腊语 Mechine 及拉丁文 Mecina，原指“巧妙的设计”，作为一般性的机械概念可以追溯到古罗马时期，主要是为了区别于手工工具。现代中文中“机械”一词为机构 (Mechanism) 和机器 (Machine) 的总称。机械的特征主要有：机械是一种人为的实物构件的组合；机械各部分之间具有确定的相对运动；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。对于机械的定义，很早各国都有所论述，中文机械的现代概念多源自日语“机械”一词，日本对机械概念做如下定义。

- (1) 机械是物体的组合，假定力加到其各个部分也难以变形。
- (2) 这些物体必须实现相互的、单一的、规定的运动。
- (3) 把施加的能量转变为最有用的形式，或转变为有效的机械功。

最早的“机械”定义出现在古罗马建筑师维特鲁威 (Vitruvii) 的著作《建筑十书》中，主要对搬运重物发挥效力的机械和工具做了区别，即机械是针对多数人力或具有较大能量的装置，如重弩炮和葡萄压榨机，而工具则是需要人员操作来达到目的，如蝎形轻弩炮或不等圆的螺旋装置。亚历山大利亚·希罗 (Heron of Alexandria) 在 1 世纪最早讨论了机械的基本要素，他认为机械的要素有五类：轮与轴、杠杆、滑车、尖劈及螺旋，同时希罗也在自己的著作中论述了古典机械的特征。

1724 年，德国廖波尔特 (Leopold) 给出的定义为：机械或工具是一种人造的设备，用它来产生有利的运动；同时能节省时间和力量。英国机械学家威利斯 (R. Willis) 在其《机构学

原理》(The Principle of Mechanism, 1841 年)所给的定义是:任何机械(machine)都是由各种不同方式连接起来的一组构件组成的,当其中一个构件运动时,其余构件将发生一定的运动,这些构件与原动件之间的相对运动关系取决于它们之间连接的性质。德国机械学家勒洛(F.Reuleaux)在其《理论运动学》(Theoretische Kinematik, Grundzüge einer Theorie des Maschinewesens, 1875 年)中的定义为:机械是多个具有抵抗力之物体的组合体,其配置方式使得能够借助自然界的机械力做功,同时伴随着一定的确定运动。

公元前中国已在指南车上应用复杂的齿轮系统,在香炉中应用了能永保水平位置的十字转架等机件。另外,一些古人著作也对机械有所描述,如《释文》称“机”为弩牙;《说文解字》对“机”的解释是“机,主发者也”,指弩机。

总体来讲,机械就是能帮人们降低工作难度或省力的工具装置,像筷子、扫帚及镊子一类的物品都可以称为机械,它们是简单机械。而复杂机械就是由两种或两种以上的简单机械构成。我们通常把这些比较复杂的机械称为机器。

1.1 概述

机械工业在现代化建设的进程中起着主导和决定性的作用,机械工业的生产水平是一个国家现代化建设水平的主要标志之一。

机械设计基础课程是工科高等院校中一门重要的专业技术基础课,本课程的主要研究对象为机器和机构,是培养学生了解和掌握机械基础知识、具备机械设计初步能力的重要课程。本课程的教学目标是通过课程教学、实验及实践环节培养学生具有以下能力。

- (1) 在机械工程实践中初步掌握并使用各种技术、技能和现代化工程工具的能力。
- (2) 对于机械工程问题建立模型、分析求解和论证的能力。
- (3) 熟悉常用机构的工作原理、运动特性,针对常用机构具有初步的设计能力,了解机械动力学的基本知识及机械运动方案的选择方法,掌握通用机构的分析和设计的基本方法。
- (4) 熟悉通用机械零件的工作原理、结构及其特点,并具有设计简单机械和简单传动装置的能力。
- (5) 具有应用标准、规范、手册、图册等有关技术资料的能力。

本课程在教学计划中起着承前启后的桥梁作用,为学生学习后续的专业课打下必要的基础。它不仅具有较强的理论性,同时具有较强的实用性。它在培养近机类及非机类工程技术人才的全局中,具有增强学生的机械理论基础、提高学生对机械技术工作的适应性及培养其开发创新能力的作用。

1.2 机械工业在现代化建设中的作用

机械工业在现代化建设的进程中起着主导和决定性的作用,机械工业的生产水平是一个国家现代化建设水平的主要标志之一。一个国家的工业、农业、国防和科学技术的现代化程度都与机械工业的发展程度密切相关。人们之所以要广泛使用机器是由于机器既能承担人力所不能或不便进行的工作,并且在改进产品的质量上,与人工生产相比能够大大提高劳动生产率和改善劳动条件。同时只有使用机器才便于实现产品的标准化、系列化和通用化,实现

产品生产的高度机械化、电气化和自动化。这也将促使机械行业进一步向机光电一体化发展,向光加工、环保这样的新兴领域拓展。因此,这就对机械设计提出了更新、更高的要求。

机械设计的最新进展可概括为以下几方面。

1. 机械体积新发展

机械体积走向了纳米级设计,有用于宇宙的空间机械,又有用于人体血管内的机械等。显然,它们有的是庞然大物,有的是微型机械,这就要求设计出不同尺寸的零件。

2. 设计工具的新发展

设计所用图板等绘图工具已不能满足现状,应用计算机软件技术直接在计算机上进行最优化的机械设计。

3. 系统设计的新发展

现代机械日益向高速、重载、高精度、高效率和低噪声等方向发展,必然要从动系统偏重于零件静态单个的设计向多种零件的综合或以整机为对象的动态系统多个零件扩展的设计。

4. 设计加工的新发展

设计加工正向着一体化的方向发展,机电一体化的应用改变了传统的机械设计与机械加工的分离,使零件的设计与加工几乎同时进行。例如,数控机床的应用,改变了传统的设计与加工的方法,它实现了机械与电子、强电与弱电、硬件与软件、控制与信息多种技术的有机结合,按照计算机的指令来控制机床进行机械加工。目前,应用软件较多的是计算机辅助设计(Computer Aided Design, CAD)和计算机辅助制造(Computer Aided Manufacturer, CAM)。

5. 人性化设计和等寿命设计的新发展

在市场竞争日益激烈的市场环境下,不仅要求设计的机械产品质量好,使用限期内安全可靠度高,而且在视觉上给人以舒适的、实用的、富有时代气息的感觉并且外观具有吸引力。同时,采用等寿命设计使产品质优价廉,以此来提高产品的市场竞争力。

1.3 本课程研究的对象和内容

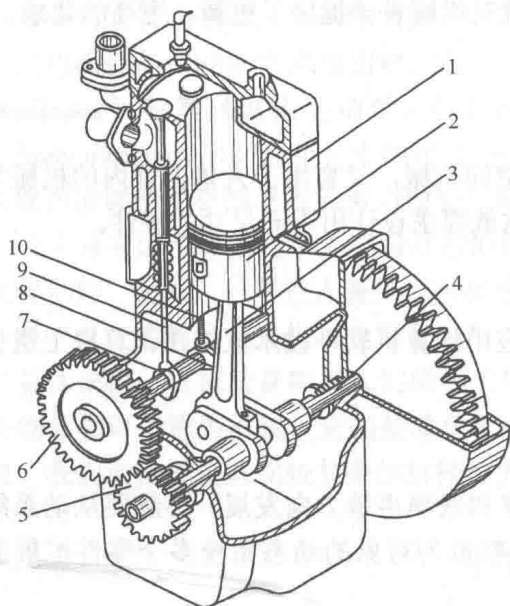
在我们的生产生活中机器无处不在,如普通车床、数控车床、汽车、直升机、火车等,机器是人类通过长期的生产实践所创造的。简单地说,机器可以定义为:人们根据使用要求设计的一种执行机械运动的装置,用于变换或传递能量、物料或信息,以代替或减轻人们的体力劳动和脑力劳动。

机器的种类很多,其构造、性能和用途也各异,但它们确有一些共同的特征。如图 1.1 所示的内燃机主要包含:汽缸、活塞、连杆、曲轴、齿轮、凸轮、推杆等。工作循环为:进气→压缩→做功→排气,具体过程如图 1.2 所示。内燃机的主要功能是将燃气燃烧时的热能转化为机械能。由以上可以看出,机器的主要特征如下。

(1) 人造的实物组合体。

(2) 各部分有确定的相对运动。

(3) 代替或减轻人类劳动, 实现能量、物料、信息的转换与传递。



1—汽缸; 2—活塞; 3—连杆; 4—曲轴; 5、6—齿轮;

7、8—凸轮; 9、10—推杆

图 1.1 单缸四冲程内燃机

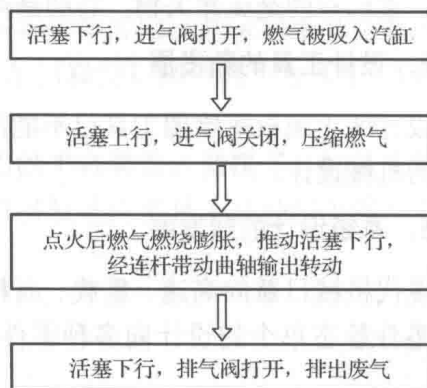


图 1.2 单缸四冲程内燃机工作过程

完善的现代化机器可由以下几部分组成: 动力系统、传动系统、执行系统、操纵及控制系统、框架支撑系统及其他辅助系统, 其中动力系统、传动系统、执行系统为机器的主要部分。

(1) 动力系统为机器运转提供动力, 常用的原动机有电动机、内燃发动机、蒸汽机、液压机、气动机等。

(2) 传动系统按执行系统作业的特定要求, 把原动机的运动和动力传递给工作机构, 如常用的各种减速和变速装置均可称为传动机构。

(3) 执行系统是一部机器中最接近作业工作端的机构, 它通过执行构件与被作业件相接触, 以完成作业任务, 如起重机和挖掘机中的起重吊运和挖掘机构。

(4) 控制系统是使原动机部分、传动部分、执行部分彼此协调工作, 并准确可靠地完成整个机械系统功能的装置。它的功能主要是控制或操纵上述各部分的启动、离合、制动、变速、换向或各部件运动的先后次序、运动轨迹及行程。

机构是一种执行机械运动的装置, 常见的机构有连杆机构、齿轮机构、凸轮机构及间歇运动机构等。例如, 图 1.1 所示的内燃机中, 缸体、活塞、连杆及曲轴组成曲柄滑块机构, 完成对气体的压缩做功及排气的功能; 缸体、凸轮及推杆组成凸轮机构, 完成工作过程中开启及闭合功能, 辅助完成气体的吸入及排气; 缸体、轴及齿轮组成齿轮机构, 使凸轮轴和曲轴按一定传动比实现联动。由此可见, 机构是机器的一部分, 一个机器可能含有一个或几个机构。

机构由构件通过构件间的可动连接组成, 如内燃机中的曲柄滑块机构由缸体、连杆、活塞及曲轴等组成, 其中连杆由套筒、连杆体、连杆盖、螺母、螺栓及轴瓦等零件组成, 如