



普通高等教育“十二五”规划教材

PUTONG GAODENG JIAOYU "12·5" GUIHUA JIAOCAI

机械设计

张 磊 王冠五 主编



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press



普通高等教育“十二五”规划教材

机械 设计

张 磊 王冠五 主编

北 京
冶金工业出版社
2011

内 容 提 要

本书共分 11 章,内容包括:机械设计概论、疲劳强度基本理论、机械联接、带传动、链传动、齿轮传动、蜗杆传动、滑动轴承、滚动轴承、轴系设计、机械结构设计的一般知识等。各章均附有一定数量的习题以巩固所学内容。

本书立足于普通高等学校机械设计专业培养应用型人才的教学实践,吸取了近年来普通高等学校机械类各专业教学改革和课程改革的经验,较系统介绍了机械设计基本理论和基本方法,注重理论与实际相结合,适合普通高等学校机械设计教学使用,也可供有关专业的师生和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计 / 张磊,王冠五主编. —北京:冶金工业出版社,2011.4

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5024-5315-2

I. ①机… II. ①张… ②王… III. ①机械设计—高等学校—教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 042048 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京沙滩嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjcs@cnmip.com.cn

责任编辑 程志宏 廖 丹 美术编辑 李 新 版式设计 孙跃红

责任校对 王贺兰 责任印制 张祺鑫

ISBN 978-7-5024-5315-2

北京兴华印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2011 年 4 月第 1 版,2011 年 4 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16;20.25 印张;487 千字;309 页

40.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100010) 电话:(010)65289081(兼传真)

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

前 言

本书是根据普通高等教育培养应用型高级工程技术人才的需要,结合编者几十年的教学实践,针对普通高等学校学生加强实际工作能力、动手能力和创新意识培养的要求编写而成的。本书的主要特点包括:

(1) 针对地方大学培养应用型人才的办学定位,按照人才培养要求,重点提高学生工程实践能力,特别是解决工程中问题的能力,本书注重尽量减少理论推导,多以案例说明问题的办法,使学生及现场技术人员的学习直观、方便,以提高学习者的学习兴趣。

(2) 为方便教学及阅读理解,本书增加了基础知识的外延,例如第二章强度基本理论就增加了强度理论基础知识部分,以利于相关基础知识的衔接。

(3) 结合编者多年教学实践及教学改革经验,根据学生学习的特点,围绕着教材以学生为本的服务理念,我们进行了有针对性的探索,例如在轴系设计中将轴与联轴器、离合器的内容打通,重点解决轴结构设计的相关问题;本书最后一章是机械结构设计的一般知识,也是为了符合培养学生工程设计能力的需要而设计的,这些在教学实践中均取得了较好的效果。

本书包括11章,其中绪论、第1章、第8章由张磊编写,第2章、第11章由王冠五编写,第3章由康风华编写,第4章、第5章、第9章、第10章由吴洁编写,第6章、第7章由宗振奇编写。本书由张磊、王冠五任主编,吴洁主审。

由于编者的水平所限,错误或不当之处敬请读者及同仁批评指正。

编 者

2010年7月

目 录

绪论	1
0.1 了解机械设计	1
0.1.1 机器的组成	1
0.1.2 机械设计研究的内容	2
0.2 本课程的性质和任务	2
0.3 本课程的学习方法和注意事项	3
第1章 机械设计概论	4
1.1 机械设计的一般过程与方法	4
1.1.1 机械设计的一般过程	4
1.1.2 机械设计的一般方法	5
1.2 机械传动的类型与参数设计	6
1.2.1 机械传动的类型	6
1.2.2 机械传动类型的比较和选择	6
1.2.3 机械传动计算常用参数设计计算	8
1.3 机械零部件的设计方法	9
1.3.1 选择材料	9
1.3.2 建立力学模型	10
1.3.3 工作能力的计算	10
1.3.4 结构设计	12
1.3.5 绘制零件工作图	12
1.3.6 机械零件设计中的标准化	12
1.4 机械设计新方法简介	13
1.4.1 计算机辅助设计	13
1.4.2 优化设计	14
1.4.3 可靠性设计	14
1.4.4 模块化设计	14
1.4.5 机械系统设计	14
1.4.6 价值分析	14
1.4.7 专家系统	15
1.4.8 机械动态设计	15
1.4.9 并行设计	15

第2章 疲劳强度基本理论	16
2.1 机械零件的强度、所受载荷与失效形式	16
2.1.1 关于强度的基本概念	16
2.1.2 载荷的分类	17
2.1.3 应力的分类	17
2.1.4 零件在静应力作用下的强度	19
2.2 机械零件的疲劳强度	20
2.2.1 疲劳极限	20
2.2.2 等寿命疲劳曲线	21
2.2.3 影响零件疲劳强度的因素	22
2.2.4 变应力条件下的疲劳强度计算	23
2.2.5 提高机械零件疲劳强度的措施	30
2.3 机械零件的接触强度	31
2.4 机械零件可靠性设计概述	33
第3章 机械联接	35
3.1 螺纹联接	35
3.1.1 螺纹联接的标准介绍	35
3.1.2 螺纹联接的预紧与防松	40
3.1.3 螺栓组联接的组合设计	42
3.1.4 螺纹联接的强度计算	50
3.1.5 提高螺栓联接强度的措施	58
3.2 键联接	63
3.2.1 普通平键联接	63
3.2.2 花键联接	69
3.3 无键联接	71
3.3.1 型面联接	71
3.3.2 胀紧联接	72
3.4 销联接	73
3.5 铆接、焊接和胶接	74
3.5.1 铆接	74
3.5.2 焊接	76
3.5.3 胶接	78
思考题及习题	80
第4章 带传动	83
4.1 概述	83
4.1.1 带传动的类型	83

4.1.2 带传动的特点	85
4.1.3 V 带的类型与结构	85
4.1.4 带传动的主要几何参数	87
4.2 带传动的受力分析及运动特性	88
4.2.1 带传动的受力分析	88
4.2.2 带传动的最大有效拉力及其影响因素	90
4.2.3 传动带的应力分析	91
4.2.4 带传动的弹性滑动和打滑	93
4.3 普通 V 带传动的设计	95
4.3.1 失效形式和设计准则	95
4.3.2 单根 V 带所能传递的功率	95
4.3.3 设计计算和参数选择	98
4.4 带轮设计	104
4.4.1 带轮设计的主要要求	104
4.4.2 带轮结构	104
4.4.3 带轮的常用材料	105
4.5 V 带传动的张紧装置	105
4.5.1 定期张紧装置	106
4.5.2 自动张紧装置	106
4.5.3 采用张紧轮的装置	106
4.6 其他带传动简介	108
4.6.1 同步带传动	108
4.6.2 高速带传动	109
思考题及习题	109
第 5 章 链传动	111
5.1 概述	111
5.1.1 链传动的特点	111
5.1.2 链传动的类型	111
5.2 滚子链和链轮	112
5.2.1 滚子链	112
5.2.2 链轮	114
5.3 链传动的运动特性	117
5.3.1 链传动的运动不均匀性	117
5.3.2 链传动的动载荷	119
5.4 链传动的设计计算	119
5.4.1 链传动的主要失效形式	119
5.4.2 链传动的承载能力	120
5.4.3 滚子链传动的设计步骤和设计方法	121

5.5 链传动的布置和张紧方法	124
5.5.1 链传动的布置	124
5.5.2 链传动的张紧	125
5.5.3 链传动的润滑	126
思考题及习题	127
第6章 齿轮传动	129
6.1 概述	129
6.2 齿轮传动的失效形式及设计准则	129
6.2.1 失效形式	129
6.2.2 设计准则	132
6.3 齿轮的材料及其选择原则、许用应力与精度选择	132
6.3.1 常用的齿轮材料	133
6.3.2 齿轮材料的选择原则	134
6.3.3 齿轮传动的许用应力	135
6.3.4 齿轮精度的选择	137
6.4 齿轮传动的计算载荷	139
6.4.1 使用系数 K_A	140
6.4.2 动载系数 K_v	140
6.4.3 齿间载荷分配系数 K_α	141
6.4.4 齿向载荷分布系数 K_β	142
6.5 标准直齿圆柱齿轮传动的强度计算	144
6.5.1 受力分析	144
6.5.2 齿根弯曲疲劳强度计算	145
6.5.3 齿面接触疲劳强度计算	146
6.5.4 齿轮传动的强度计算说明	149
6.5.5 齿轮传动设计参数的选择	149
6.6 标准斜齿圆柱齿轮传动的强度计算	153
6.6.1 轮齿的受力分析	153
6.6.2 计算载荷	154
6.6.3 齿根弯曲疲劳强度计算	156
6.6.4 齿面接触疲劳强度计算	157
6.7 标准圆锥齿轮传动的强度计算	161
6.7.1 设计参数	161
6.7.2 轮齿的受力分析	162
6.7.3 齿根弯曲疲劳强度计算	163
6.7.4 齿面接触疲劳强度计算	164
6.8 齿轮的结构设计	165
6.9 齿轮传动的润滑	167

6.9.1 齿轮传动的润滑方式	167
6.9.2 润滑剂的选择	168
思考题及习题	169
第7章 蜗杆传动	172
7.1 蜗杆传动的特点与类型	172
7.1.1 圆柱蜗杆传动	173
7.1.2 环面蜗杆传动	175
7.1.3 锥蜗杆传动	175
7.2 普通圆柱蜗杆传动的主要参数及几何尺寸计算	175
7.2.1 普通圆柱蜗杆传动的主要参数及其选择	176
7.2.2 蜗杆传动变位的特点	179
7.2.3 蜗杆传动的几何尺寸计算	179
7.3 普通圆柱蜗杆传动承载能力计算	181
7.3.1 蜗杆传动的失效形式、设计准则及常用材料	181
7.3.2 蜗杆传动的受力分析	182
7.3.3 蜗杆传动强度计算	183
7.3.4 蜗杆的刚度计算	186
7.3.5 普通圆柱蜗杆传动的精度等级及其选择	187
7.4 普通圆柱蜗杆传动的效率、润滑及热平衡计算	187
7.4.1 蜗杆传动的效率	187
7.4.2 蜗杆传动的润滑	189
7.4.3 蜗杆传动的热平衡计算	189
7.5 圆柱蜗杆和蜗轮的结构设计	191
思考题及习题	194
第8章 滑动轴承	195
8.1 机械中的摩擦状态	195
8.1.1 液体摩擦	195
8.1.2 边界摩擦	196
8.1.3 无润滑摩擦	196
8.1.4 混合摩擦	196
8.2 滑动轴承的结构	196
8.2.1 整体式径向滑动轴承	196
8.2.2 剖分式径向滑动轴承	196
8.2.3 调心滑动轴承	197
8.2.4 推力滑动轴承	197
8.3 滑动轴承的失效形式及常用材料	198
8.3.1 滑动轴承的失效形式	198

8.3.2 对轴承材料性能的要求	198
8.3.3 常用轴承材料	198
8.4 轴瓦结构	201
8.4.1 轴瓦的形式和构造	202
8.4.2 轴瓦的定位	203
8.4.3 油孔及油槽	203
8.5 滑动轴承润滑剂的选用	204
8.5.1 润滑脂及其选择	204
8.5.2 润滑油及其选择	205
8.5.3 固体润滑剂	206
8.6 非液体润滑滑动轴承设计计算	206
8.6.1 径向滑动轴承的计算	206
8.6.2 普通推力滑动轴承的计算	207
8.7 液体动压润滑轴承简介	208
8.7.1 动压润滑的基本方程	208
8.7.2 径向滑动轴承形成流体动力润滑的过程	211
8.7.3 动压液体润滑径向轴承的计算	211
8.7.4 最小油膜厚度 $h_{\min}$	214
8.7.5 轴承的热平衡计算	214
8.7.6 参数选择	216
8.8 液体静压滑动轴承简介	217
8.8.1 液体静压滑动轴承	217
8.8.2 气体摩擦滑动轴承	218
思考题及习题	218
第9章 滚动轴承	220
9.1 概述	220
9.1.1 滚动轴承的基本构造	220
9.1.2 滚动轴承的材料	221
9.2 滚动轴承的标准及选择	221
9.2.1 滚动轴承的重要结构特性	221
9.2.2 滚动轴承的主要类型	222
9.2.3 滚动轴承的代号	225
9.2.4 滚动轴承类型的选择	227
9.3 滚动轴承的载荷	228
9.3.1 轴承工作时轴承元件上的载荷分布	228
9.3.2 轴承工作时轴承元件上的载荷及应力的变化	229
9.3.3 轴向载荷对载荷分布的影响	229
9.4 滚动轴承的寿命计算	231

9.4.1 滚动轴承的失效形式和计算准则	231
9.4.2 基本额定寿命和基本额定动载荷	232
9.4.3 滚动轴承的寿命计算公式	233
9.4.4 滚动轴承的当量动载荷	234
9.4.5 角接触球轴承和圆锥滚子轴承的径向载荷 F_r 与轴向载荷 F_a 的计算	236
9.4.6 不稳定载荷和不稳定转速时轴承的寿命计算	237
9.5 滚动轴承的静强度计算	238
9.5.1 基本额定静载荷	238
9.5.2 当量静载荷	239
9.5.3 静载荷计算	239
9.6 滚动轴承轴系设计	243
9.6.1 支撑部分的刚性和同心度	243
9.6.2 轴承的配置	244
9.6.3 滚动轴承的轴向紧固	246
9.6.4 滚动轴承的配合	247
9.6.5 滚动轴承的预紧	249
9.6.6 滚动轴承的润滑	250
9.6.7 滚动轴承的密封装置	251
思考题及习题	254
第10章 轴、联轴器和离合器设计	257
10.1 轴的设计	257
10.1.1 概述	257
10.1.2 轴的结构设计	260
10.1.3 轴的计算	266
10.2 联轴器	276
10.2.1 联轴器的分类和特性	277
10.2.2 联轴器的选择	282
10.3 离合器	285
10.3.1 牙嵌离合器	285
10.3.2 圆盘摩擦离合器	286
思考题及习题	289
第11章 机械结构设计	293
11.1 减速器的类型及结构	293
11.1.1 减速器的类型	293
11.1.2 减速器的结构	293
11.1.3 减速器的选用	294
11.2 直线导轨的类型及结构	295

11.2.1 导轨的导向原理	295
11.2.2 导轨的分类	296
11.2.3 导轨的基本要求	296
11.3 滑动摩擦导轨	297
11.3.1 滑动摩擦导轨的类型及结构特点	297
11.3.2 导轨间隙的调整	299
11.3.3 驱动力方向和作用点对导轨工作的影响	300
11.3.4 温度变化对导轨间隙的影响	301
11.3.5 导轨的刚度计算	302
11.3.6 提高导轨耐磨性的措施	302
11.3.7 导轨主要尺寸的确定	304
11.4 滚动摩擦导轨	304
11.4.1 滚珠导轨及结构特点	304
11.4.2 滚柱导轨与滚动轴承导轨	306
11.4.3 导轨主要参数的确定	306
11.4.4 滚动导轨的材料和热处理	307
思考题及习题	308
参考文献	309

绪 论

0.1 了解机械设计

自从人类开始制造和使用工具,就有了设计。人们在劳动和实践中,设计的理念逐步提升,从满足一般生活物品的设计到现代化的大型机械、航天飞机等等,无一不体现人类的设计成果。机械设计是设计领域的一部分,是体现一个国家综合实力的重要方面。

机械是机器与机构的总称。机械设计研究的对象是机器和机构。机器在我们的生产和生活中无处不在,它越来越直接影响我们的生活方式和生活质量,因此懂得机械设计是对机械类专业人士的基本要求。

为了更好地了解机械设计应首先了解什么是机器。

0.1.1 机器的组成

一部机器通常是一个由多个系统组成的组合体,按照一般机器的组成,可以把机器的主体分为三部分,即原动部分、传动部分和执行部分,对于一个完整的机器还要有电气控制、信号检测等控制系统及照明、冷却等辅助系统,其相互关系如图 0-1 所示。

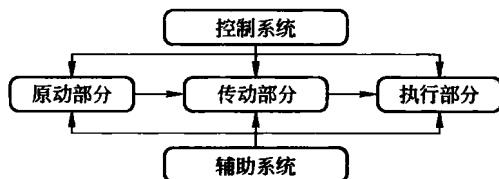


图 0-1 机器的组成

原动部分是机器运动的动力源。通常一部机器只有一个原动机,复杂的机器也可能有几个原动机。原动机的作用是将其其他形式的能量转化为可利用的机械能。现在大多数原动机是电动机或热力机。原动机输出的运动形式大多是旋转运动状态,输出一定的转矩。少数原动机输出的运动形式是直线运动,输出一定的推力或拉力。

执行部分是机器完成预定功能的部分。通常一部机器只有一个执行部分(例如车床的切削部分),也可以把执行部分分成几个(例如桥式起重机的小车行走部分执行横向运送重物的功能,大车行走部分执行纵向运送重物的功能)。

传动部分是机器的主要部分,它的作用主要是改变运动形式和运动与动力参数。由于原动机输出的运动形式与执行部分需要的运动形式往往不相同,例如颚式破碎机,如图 0-2 所示,原动机输出的是转动,执行部分需要往复摆动,将旋转运动转变为往复摆动就需要传动部分——连杆机构来实现。还有很多机械转动不仅改变运动形式,还改变运动与动力参数,例如减速器等。传动部分除机械传动外,还有液压与气压传动、电力传动等。机械传动

是大多数机器使用的传动方式,也是本书讨论的内容之一。

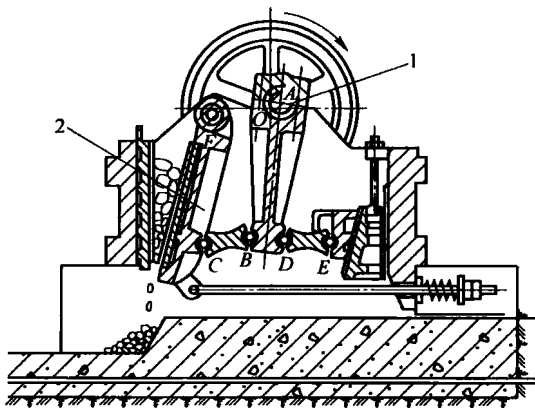


图 0-2 颞式破碎机

1—原动部分;2—执行部分(动颞)

0.1.2 机械设计研究的内容

机械设计是研究机械传动系统中连接与结构、润滑与密封、传动类型与传动设计、零部件强度与支撑、箱体结构、材料选择等问题的一门机械基础科学。本课程重点讨论一般尺寸、正常使用环境与温度条件下,常用工作参数时的通用机械零件的设计与方法。

通用机械零件是指具有同样功能并经常使用的机械零件,一般分为以下几种:

- (1) 联接件(螺纹联接件、键联接件、铆联接件、销联接件等);
- (2) 传动件(带传动、齿轮传动、链传动等);
- (3) 支撑件(轴、轴承、箱体等);
- (4) 组合件(减速器、联轴器、离合器)。

此外,还有弹簧缓冲件、索链拽引传动等零部件也属于通用机械零部件的范畴,限于课时和篇幅,本书不讨论弹簧和索链拽引传动。

区别于通用机械零件的专用零件是指专用于某一用途的零件,如内燃机的活塞、涡轮机的叶片、轧钢机的轧辊等,专用零件由相关专业课程介绍。

0.2 本课程的性质和任务

机械设计课程是大学机械类工科专业的技术基础课程,是一门培养学生机械设计能力、培养创新思维的入门课程,通过本课程的理论学习和课程设计,使学生达到:

- (1) 掌握通用机械零件的设计原理和方法,了解机械设计的一般规律,能进行简单机械转动装置的设计;
- (2) 建立正确的设计思想,培养机械创新设计能力;
- (3) 学习查阅资料、运用国家标准、规范和设计手册;
- (4) 能进行相关实验,获得实验技能;
- (5) 了解机械设计的新发展。

在本课程的学习中,学生要综合运用基础课程中所学的有关知识,结合教学过程中进行的机械技术的基本训练,逐步提高设计能力和构思技巧,并提高分析问题和解决问题的能力,为进一步学好专业课和进行专业产品及设备设计打下坚实的基础。

0.3 本课程的学习方法和注意事项

由于本课程涉及的知识面较广,内容又大多与生产实际相联系,所以在初学本课程时,要注意学习方法,调整学习思路。具体建议如下:

(1) 要分析具体情况了解设计的多样性。即使设计同一类零件,当选取不同的工作条件、不同的联接方式、不同的材料或不同的结构等都会使其设计方法发生变化。这就需要我们先分析具体情况,按照设计准则进行设计,不能一概而论,不能用一种设计思路解决问题。

(2) 要树立机器是一个整体的概念。虽然在学习时是一个零件、一个零件地进行,例如学习键联接时了解了键的设计;学习轴的结构设计时了解了轴的设计;学习齿轮传动时又了解了齿轮的设计,但这些零件在一个机器中要安装在一起,实现要求的功能,因此在设计时要统筹考虑各零件的材质、寿命、可靠性等问题。一般来说,机器的寿命是由机器的零件决定的,我们希望一部机器报废时,其零件的寿命都到期,但是,机械零件的寿命是不一样的,有些零件是易损件,需要在机器使用中经常更换(如不是重要位置的螺钉),有些零件是主要件,成本较高,不能经常更换(如传动齿轮、轴等)。设计时,我们尽量使机器的各主要零件的使用寿命相同。

(3) 要树立“三边”的设计思想。设计是一个从理论到实践,又从实践到理论的互动过程,设计人员要边设计、边修改、边绘图(三边),不断的使设计目标趋于完美。因此,初学者在设计某个零部件时,修改设计参数,调整设计变量是正常的,这正是我们深入了解机械设计内涵的过程。

(4) 要树立你是设计者的理念。前面学习的课程大多是有较强理论性的课程,例题或习题经过推导、分析、计算能得到一个确切的答案。但机械设计课程的问题往往有多种选择、多种答案,许多参数给出的是个范围值,这就需要设计者根据要求、经验去判断。很多初学者没有经验,又不会分析设计要求,在选择参数时无从下手或茫然地跟着例题选,对设计结果也毫无感觉。我们希望初学者在选择参数时认真分析选择的依据,以一名设计者的身份认真思考,对设计结果与参数之间有个大概的概念,并不断积累自己的设计经验。

第 1 章 机械设计概论

1.1 机械设计的一般过程与方法

机械设计的一般过程就是对机器进行技术设计的过程。一部完整的机器是一个复杂的系统,设计过程也是集设计经验和设计创新于一体的创造过程,要很好地把继承和创新结合起来,才能设计出高质量的机器。通常一部机器的质量主要由设计质量和制造质量决定,其中设计质量占很大比重。下面介绍机械设计的一般过程与方法。

1.1.1 机械设计的一般过程

一部机器从设计到投入使用,一般要经过调查研究、设计、制造、试运行、修改设计等一系列过程。应该说,机械设计并没有固定不变的程序,设计者应根据具体情况进行设计。设计过程一般包含以下内容。

(1) 调查研究。对于任何一项设计,都必须先进行调查研究,调查研究的目的是明确设计任务的具体要求,了解与其相类似的其他机器目前的使用情况,类似机器的优缺点,其在使用与维修中遇到的问题,为设计新机器提供可借鉴的经验与数据。

(2) 编制设计任务书。设计任务书是进行机械设计的主要技术依据,它通常是由设计人员经过调查研究后,经过综合分析而制订的。设计任务书一般包括机器的用途、功能、基本结构形式、主要设计参数、动力来源及主要技术经济指标等。

(3) 方案设计。根据对机器功能的要求,选择机械组合或传动组合,确定主要结构形式的过程叫方案设计。现代设计中,为了比较各种机械组合或传动组合的优缺点,通常选择几种机械组合或传动组合,然后进行分析比较,对设计方案进行论证,除满足机器的功能要求外,还要考虑经济性指标,要美观,符合人因工程学等。

(4) 技术设计。技术设计是实质的设计阶段,根据设计方案进行机构及零部件的结构设计,设计中要进行力学分析,工作能力(承载能力)计算,必要时可进行模型试验和测试,以取得设计数据;最后确定零件、部件和机械的主要参数和尺寸。这一阶段的特点是结合分析、计算,绘制各种必要的技术草图。

(5) 结构设计。根据技术设计的结果,充分考虑对零件工作能力的要求,特别是从结构工艺性出发,将零件的形状、尺寸、机械的装配和安装尺寸全部确定下来,并绘制各种施工图纸。

(6) 编制各种技术文件和使用说明书。技术文件一般指机器的设计计算说明书、标准件明细表等;设计计算说明书应包括方案选择的依据和结论、技术设计中的计算过程和计算依据、结构设计中标准件的选择及依据等内容。

编制使用说明书应向用户介绍机器的性能参数、使用范围、操作方法、注意事项、简单故

障的处理、日常维护方法等。

(7) 样机试验和鉴定。对于重要的机械或系列产品或大量生产的产品,当设计图纸经过审核并进行了必要的改进之后,还须进行模型或原机试验,发现问题及时修改设计,并请有关专家进行技术鉴定。

(8) 产品定型设计。在样机试验、修改的基础上,做小批量生产的产品定型设计。产品制定后,除进行抽样试验外,还应在实际使用条件下试用。通过若干个小批量生产,并在进一步考察和验证的基础上进行设计之后,即可进行大批量生产的定型产品。

整个设计过程的各个阶段是互相联系的,当某一阶段发现问题时,必须返回修改前各阶段设计。由此可见,设计过程是个不断修改、不断完善、逐渐接近最优结果的过程,设计者需要进行一系列工作,才能将预定的设想付诸实现。当然,上述各个阶段并非对每一项机械设计都是必不可少的,可根据具体情况予以取舍。

1.1.2 机械设计的一般方法

在机械设计过程中,根据设计方案和机器的功能,一般将机器分为几个主要部分,然后按照设计过程分别进行技术设计和结构设计,因此,技术设计和结构设计是针对主要零部件的设计,常用的设计和计算方法有以下几种。

(1) 理论设计。理论设计是一种创造性设计,也称作开放性设计。设计者按机械零件的结构及其工作情况,将它简化成一定的力学模型,运用理论力学、材料力学、弹性力学、塑性力学、流体力学、热学、摩擦学理论等或利用这些理论推导出来的设计公式和实验数据进行设计称为理论设计。按照设计顺序的不同,零件的理论设计计算可分为设计计算和校核计算。

设计计算是根据零件的工作情况、要求,进行失效分析,确定零件工作能力准则,并按其理论设计公式确定零件的形状和尺寸;校核计算是先参照已有实物、图纸和经验数据,初步拟定出零件的结构和尺寸,然后根据工作能力准则所确定的理论校核公式进行校核计算。

(2) 经验设计。经验设计也称作继承性设计,根据某些零件长期以来的设计与使用经验归纳出经验公式,或者设计者根据经验用类比的方法,确定一些尺寸进行设计,称为经验设计。这对于某些典型零件是很有益的设计方法。例如减速箱体、传动件、机床手柄等的某些结构尺寸。

(3) 模型实验设计。模型实验设计也可以称作实验设计,对于一些尺寸大、结构复杂的重要零件,如大型水轮机、大型轧钢机的关键零件,为了提高设计的可靠性,可以把初步设计的零部件或机器做成小模型或样机,进行实验,根据实验结果改进产品的设计;而对于大量生产的机器(如汽车),则常用实物进行实验。

在一部机器的设计中,有时会综合使用以上三种设计方法,在设计不同部分时使用不同的方法。机器的设计是一项复杂的工程,通常要由一个设计集体合作完成。由于现代机器不仅是由机械部分组成,其他部分的设计与机械设计要配合,一般机械设计是为机器实现其功能提供硬件基础,机器的控制、照明、冷却等其他辅助部分通常在机械设计时都要统筹考虑,预留设计空间,切记机器是一个整体,机械设计是机器设计的一部分。