

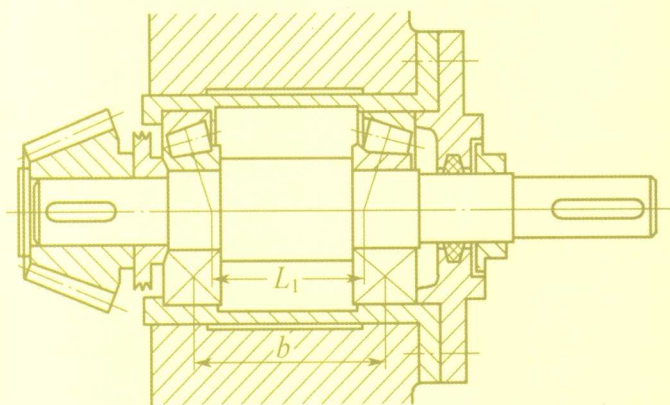
普通高等院校机械类“十一五”规划教材

机械设计基础

JIXIE SHEJI JICHU

涂小华 刘显贵 主编

贺新彬 李志彪 副主编



国防工业出版社

National Defense Industry Press

普通高等院校机械类“十一五”规划教材

机械设计基础

涂小华 刘显贵 主 编
贺新彬 李志彪 副主编

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书是根据教育部制定的“高职高专技能型人才培养方案”的教学要求,本着“突出技能,重在实用,淡化理论,够用为度”的指导思想编写而成。本书突出了高等职业教育的特点,并贯彻最新国家标准。

本书将“工程力学”、“工程材料”、“机械原理”、“机械零件”课程内容有机地融合在一起,突出应用性,加强设计技能的培养,适应了目前教学改革的需要。全书内容除绪论外共分15章,包括机械设计概述、平面机构的运动分析、平面连杆机构、凸轮机构、其他常用机构、连接、带传动、链传动、齿轮传动、蜗杆传动、齿轮系、轴、轴承、其他常用零部件、机械的动力性能等内容,每章后均有小结和习题。

本书可作为高职高专机械类、机电类专业的教学用书或近机类专业技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础/涂小华,刘显贵主编.—北京:国防工业出版社,2010.1

普通高等院校机械类“十一五”规划教材

ISBN 978-7-118-06504-6

I.机... II.①涂...②刘... III.机械设计—高等学校—教材 IV.TH122

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第137713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 字数 406千字

2010年1月第1版第1次印刷 印数 1—4000册 定价 35.00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

前 言

本书是根据教育部制定的“高职高专技能型人才培养方案”的教学要求,本着“突出技能,重在实用,淡化理论,够用为度”的指导思想编写而成。本书总结了各高等院校近年来的教学改革与实践经验,精选内容,略去了繁难公式不必要的数学推导,注重基本概念、基本理论的阐述和设计公式的应用,对基本理论,力求深入浅出,在内容的取舍上,充分考虑目前高职院校的生源状况,力求实用、够用,并适当考虑知识的连续性和学生继续学习的需要。本书每章均附有小结,便于学生整理和复习,各章还附有较多的例题和习题,以利于培养学生分析问题和解决问题的能力。

本书的主要特点是把“工程力学”、“工程材料”、“机械原理”、“机械零件”课程有机地融合在一起,重点讲解典型机构、主要零部件的性能特点及设计方法,力求做到讲清基础知识和理论,理论推导从简,突出了高职教育的特色。

本书由江西旅游商贸职业学院涂小华、南昌工程学院刘显贵任主编;江西旅游商贸职业学院贺新彬、南昌工程学院李志彪任副主编。编写分工如下:绪论、第1章、第5章、第11章由李志彪编写;第2章、第3章、第4章、第6章、第8章、第14章由涂小华编写;第7章、第9章、第10章由贺新彬编写;第12章、第13章、第15章由刘显贵编写。

限于编者水平,书中错误和不妥之处在所难免,恳请广大专家、读者给予批评指正。

编 者
2009年7月

目 录

绪论	1
0.1 引言	1
0.2 机器的组成及其特征	1
0.3 机械设计基础课程的内容、性质和任务	2
0.4 设计人员的素质	3
习题	3
第1章 机械设计概述	4
1.1 机械设计的基本要求	4
1.2 机械零件设计时应满足的基本要求及主要设计准则	4
1.2.1 工作可靠性要求	4
1.2.2 经济性要求	6
1.3 机械常用材料和制造工艺性	7
1.3.1 机械常用材料	7
1.3.2 金属材料的力学性能	8
1.3.3 零件的制造	12
1.4 机械零件设计的一般步骤	14
1.5 机械设计的新发展	14
本章小结	15
习题	15
第2章 平面机构的运动分析	17
2.1 平面机构的组成	17
2.1.1 构件的自由度	17
2.1.2 约束与运动副	17
2.1.3 运动副及其分类	17
2.1.4 机构中构件的分类及组成	18
2.2 平面机构运动简图	19
2.2.1 机构运动简图与机构简图	19
2.2.2 平面机构运动简图的绘制	20
2.3 平面机构的自由度	21

2.3.1 平面机构的自由度	21
2.3.2 计算平面机构的自由度应注意的事项	22
2.3.3 构件系统具有确定的条件	24
本章小结	25
习题	25
第3章 平面连杆机构	27
3.1 概述	27
3.1.1 有关的几个基本概念	27
3.1.2 平面连杆机构的特点及应用	27
3.2 铰链四杆机构的基本类型及其演化	28
3.2.1 铰链四杆机构的基本类型	28
3.2.2 铰链四杆机构的演化	29
3.3 平面四杆机构的基本特性	32
3.3.1 铰链四杆机构存在曲柄条件	32
3.3.2 急回特性	33
3.3.3 死点位置	34
3.3.4 压力角和传动角	35
3.4 平面四杆机构的设计	35
3.4.1 按给定的连杆长度和位置设计四杆机构	36
3.4.2 按照给定的行程速比系数设计四杆机构	36
本章小结	38
习题	38
第4章 凸轮机构	40
4.1 凸轮机构的应用和类型	40
4.2 从动件的常用运动规律	41
4.2.1 基本概念	41
4.2.2 常用运动规律	42
4.3 用图解法设计盘形凸轮轮廓	45
4.3.1 直动从动件盘形凸轮	45
4.3.2 摆动从动件盘形凸轮	47
4.4 解析法设计凸轮轮廓	48
4.4.1 尖底从动件盘形凸轮	49
4.4.2 滚子从动件盘形凸轮	49
4.4.3 平底从动件盘形凸轮	50
4.5 凸轮机构的压力角	51
4.5.1 压力角与作用力的关系	51
4.5.2 压力角与凸轮机构尺寸的关系	51

4.5.3 滚子半径 r_T 的选择	51
本章小结	52
习题	53
第5章 其他常用机构	54
5.1 棘轮机构	54
5.1.1 棘轮机构的工作原理和类型	54
5.1.2 棘轮机构的尺寸计算	55
5.1.3 棘轮机构的特点及其应用	56
5.2 槽轮	56
5.2.1 槽轮机构的工作原理和类型	56
5.2.2 槽轮机构的运动特性和运动设计	57
5.2.3 槽轮机构的特点	57
5.3 不完全齿轮机构	57
5.3.1 不完全齿轮机构的工作原理	57
5.3.2 不完全齿轮机构的特点及应用	58
5.4 组合机构	58
5.4.1 组合设计的目的与内容	58
5.4.2 机构组合中的注意事项	59
5.4.3 机器运动循环图	60
本章小结	61
习题	61
第6章 连接	63
6.1 螺纹连接	63
6.1.1 螺纹参数	63
6.1.2 螺旋副的受力分析、效率和自锁	64
6.1.3 机械制造常用螺纹	66
6.1.4 螺纹连接的基本类型及螺纹紧固件	69
6.1.5 螺纹连接的预紧和防松	70
6.1.6 螺栓连接的受力分析和强度计算	72
6.1.7 螺栓的材料和许用应力	77
6.1.8 提高螺纹连接强度的措施	78
6.2 键连接和花键连接	80
6.2.1 键连接的类型	80
6.2.2 平键连接的强度计算	83
6.2.3 花键连接	84
6.3 销连接	85
本章小结	86

习题	86
第7章 带传动	88
7.1 概述	88
7.1.1 带传动的主要类型	88
7.1.2 带传动的特点	89
7.2 带传动的工作情况分析与设计准则	89
7.2.1 带传动的受力分析	89
7.2.2 带传动的弹性滑动及其传动比	91
7.2.3 带传动的应力分析	91
7.3 普通V带传动的设计计算	93
7.3.1 V带的结构和标准	93
7.3.2 V带传动的主要失效形式和设计准则	95
7.3.3 V带传动设计计算和参数选择	95
7.4 带传动的张紧装置	103
7.4.1 V带传动的张紧	103
7.4.2 V带传动的安装和维护	104
本章小结	105
习题	105
第8章 链传动	106
8.1 概述	106
8.1.1 链传动的组成	106
8.1.2 链传动类型	106
8.1.3 滚子链传动的特点	107
8.2 滚子链的链条和链轮	107
8.2.1 滚子链	107
8.2.2 滚子链链轮	109
8.3 链传动的工作情况分析	111
8.4 滚子链传动的失效形式和设计计算	113
8.4.1 滚子链传动的失效形式	113
8.4.2 额定功率曲线	114
8.4.3 滚子链传动设计计算及主要参数的选择	115
8.5 链传动的布置、张紧和润滑	117
8.5.1 链传动的布置	117
8.5.2 链传动的张紧	118
8.5.3 链传动的润滑	118
本章小结	121
习题	121

第 9 章 齿轮传动	122
9.1 齿轮传动的类型和特点.....	122
9.1.1 齿轮传动的类型.....	122
9.1.2 齿轮传动的特点.....	123
9.2 渐开线齿廓及其啮合特性.....	123
9.2.1 齿轮齿廓的基本要求——齿廓啮合的基本定律	123
9.2.2 渐开线的形成和特性	124
9.2.3 渐开线齿廓的特性	125
9.3 渐开线直齿圆柱齿轮各部分的名称和尺寸计算.....	125
9.4 渐开线标准齿轮的啮合传动.....	128
9.5 渐开线齿廓的加工原理及变位齿轮的概念.....	129
9.5.1 渐开线齿廓的加工原理	129
9.5.2 齿轮范成加工的根切现象和最小齿数	131
9.5.3 变位齿轮传动	131
9.6 齿轮传动的失效形式.....	134
9.7 齿轮材料及热处理.....	137
9.7.1 齿轮材料的基本要求	137
9.7.2 齿轮材料与热处理.....	137
9.7.3 许用应力	138
9.8 齿轮传动的精度.....	141
9.8.1 齿轮精度要求	141
9.8.2 “渐开线圆柱齿轮精度”简介	142
9.9 直齿圆柱齿轮传动的强度计算.....	143
9.9.1 直齿圆柱齿轮传动的受力分析	143
9.9.2 轮齿的计算载荷.....	144
9.9.3 齿轮传动的设计准则	144
9.9.4 轮齿强度计算	145
9.10 斜齿圆柱齿轮传动的强度计算	150
9.10.1 斜齿圆柱齿轮的形成和传动特点	150
9.10.2 斜齿圆柱齿轮的基本参数和尺寸	151
9.10.3 斜齿圆柱齿轮的当量齿数	153
9.10.4 斜齿圆柱齿轮强度计算	153
9.11 直齿圆锥齿轮传动的强度计算	157
9.11.1 锥齿轮机构的特点及应用	157
9.11.2 直齿锥齿轮的当量齿数	157
9.11.3 直齿锥齿轮传动的强度计算	158
9.12 齿轮结构	159
本章小结	161

习题	161
第 10 章 蜗杆传动	163
10.1 概述	163
10.2 普通圆柱蜗杆传动的主要参数和几何尺寸计算	164
10.2.1 普通圆柱蜗杆传动的主要参数和正确啮合条件	164
10.2.2 蜗杆传动的几何尺寸计算	166
10.3 蜗杆传动的失效形式、材料和结构	167
10.3.1 蜗杆传动的失效形式	167
10.3.2 蜗杆传动的材料	167
10.3.3 蜗杆、蜗轮的结构	168
10.4 蜗杆传动的强度计算	169
10.4.1 蜗杆传动的受力分析	169
10.4.2 普通圆柱蜗轮传动的强度计算	170
10.5 蜗杆传动的效率、润滑和热平衡计算	172
10.5.1 蜗杆传动的效率	172
10.5.2 蜗杆传动的润滑	172
10.5.3 蜗杆传动的热平衡计算	173
本章小结	175
习题	175
第 11 章 齿轮系	176
11.1 引言	176
11.2 轮系的类型	176
11.3 定轴轮系及其传动比	177
11.4 周转轮系及其传动比	179
11.4.1 周转轮系的组成	179
11.4.2 周转轮系传动比的计算	180
11.5 混合轮系及其传动比	182
本章小结	183
习题	184
第 12 章 轴	185
12.1 轴的分类与应用	185
12.2 轴的材料及选择	186
12.3 轴的结构设计	187
12.3.1 轴的形状和尺寸确定	187
12.3.2 轴上零件的定位和固定	188
12.3.3 轴的结构工艺性	191

12.3.4 减小应力集中,提高轴的疲劳强度	192
12.3.5 轴的直径和长度确定	193
12.4 轴的强度计算	193
12.4.1 抗扭强度计算	193
12.4.2 按弯扭组合强度计算	194
12.5 轴的刚度计算简介	197
本章小结	197
习题	198
第13章 轴承	199
13.1 概述	199
13.2 滑动轴承的主要类型和结构	199
13.2.1 向心滑动轴承	200
13.2.2 推力滑动轴承	202
13.3 滑动轴承的材料和轴瓦结构	202
13.3.1 轴瓦和轴承衬的常用材料	202
13.3.2 轴瓦和轴承衬的结构	205
13.4 非液体摩擦滑动轴承的校核计算	207
13.4.1 计算准则	207
13.4.2 向心滑动轴承的校核计算	207
13.4.3 推力滑动轴承的校核计算	208
13.5 滑动轴承的润滑	209
13.5.1 润滑剂及其选择	209
13.5.2 润滑方式和润滑装置	211
13.6 液体摩擦滑动轴承简介	214
13.6.1 液体动压滑动轴承	214
13.6.2 液体静压滑动轴承	214
13.7 滚动轴承的主要类型性能 and 特点	215
13.7.1 滚动轴承的结构和材料	215
13.7.2 滚动轴承的主要类型和特性	216
13.8 滚动轴承的代号和类型选择	218
13.8.1 滚动轴承的代号	218
13.8.2 滚动轴承类型的选择	220
13.9 滚动轴承的实效形式和尺寸选择	221
13.9.1 滚动轴承的载荷分析	221
13.9.2 滚动轴承的失效形式及计算准则	221
13.9.3 滚动轴承的寿命计算	222
13.9.4 滚动轴承的静强度计算	226
13.10 滚动轴承的组合设计	229

13.10.1 滚动轴承的组合和轴系的定位	229
13.10.2 滚动轴承的配合与装拆	231
13.11 滚动轴承与滑动轴承的比较	232
本章小结	240
习题	240
第 14 章 其他常用零部件	242
14.1 概述	242
14.2 联轴器	242
14.2.1 联轴器的分类	242
14.2.2 常用联轴器的结构和特点	243
14.2.3 联轴器的选用	246
14.3 离合器	247
14.3.1 离合器的性能要求	247
14.3.2 离合器的分类	247
14.3.3 常用离合器的结构和特点	248
14.4 制动器	249
14.4.1 制动器的功用和类型	249
14.4.2 常用制动器的结构和特点	250
14.5 弹簧	251
14.5.1 弹簧的功用和类型	251
14.5.2 弹簧的材料和制造	253
14.5.3 圆柱形螺旋弹簧	256
本章小结	259
习题	260
第 15 章 机械的动力性能	261
15.1 回转件的平衡	261
15.1.1 转子平衡的分类及其方法	261
15.1.2 刚性转子的平衡设计	262
15.1.3 刚性转子的平衡试验	267
15.2 机械速度波动与调节	268
15.2.1 周期性速度波动及其调节	269
15.2.2 非周期性速度波动及其调节	271
本章小结	272
习题	273
参考文献	274

绪 论

0.1 引 言

机器是人类为了提高劳动生产率而创造出来的主要工具,使用机器进行生产的水平是衡量一个国家技术水平和现代化程度的重要标志之一。大量的新机器从传统的纯机械系统演变成机电一体化的机械设备。机器的设计、制造进入了智能化的新阶段。机器的设计制造周期越来越短,对机器的性能、质量的要求也越来越高,个性化要求越来越多,机械产品向着高速、精密、重载、智能等方面发展。

机械的种类繁多,性能、用途各异,但是它们有共同的特征。从它的特征出发,剖析其结构,研究其组成原理,以达到掌握、运用的目的。

0.2 机器的组成及其特征

在人们的生产和生活中,广泛使用着各种机器。机器可以减轻或代替人的体力劳动,并大大提高劳动生产率和产品质量。随着科学技术的发展,生产的机械化和自动化已经成为衡量一个国家社会生产力发展水平的重要标志之一。

1. 机器、机构、机械

尽管机器的用途和性能千差万别,但它们的组成却有共同之处,总的来说,机器有三个共同的特征:①都是一种人为的实物组合;②各部分形成运动单元,各运动单元之间具有确定的相对运动;③能实现能量转换或完成有用的机械功。同时具备这三个特征的称为机器,仅具备前两个特征的称为机构。若抛开其在做功和转换能量方面所起的作用,仅从结构和运动观点来看两者并无差别,因此,工程上把机器和机构统称为“机械”。

以单缸内燃机(图 0.1)为例,它是由汽缸体 1、活塞 2、进气阀 3、排气阀 4、连杆 5、曲轴 6、凸轮 7、顶杆 8、齿轮 9 和齿轮 10 等组成。通过燃气在汽缸内的进气—压缩—燃烧—排气过程,使其燃烧的热能转变为曲轴转动的机械能。单缸内燃机作为一台机器,是由连杆机构、凸轮机构和齿轮机构组成的。由汽缸体、活塞、连杆、曲轴组成的连杆机构,把燃气推动的活塞往复运动,经连杆转变为曲轴的连续转动;汽缸体、齿轮 9 和 10 组成的齿轮机构将曲轴的转动传递给凸轮轴;而由凸轮、顶杆、汽缸体组成的凸轮机构又将凸轮轴的转动变换为顶杆的直线往复运动,进而保证进、排气阀有规律的启闭。可见,机器由机构组成,简单的机器也可只有一个机构。机构有多种形式,其中常用机构有连杆机构、凸轮机构、齿轮机构和间歇机构等。

2. 构件、零件、部件

组成机器的运动单元称为构件;组成机器的制造单元称为零件。构件可以是单一的

零件,也可以由刚性组合在一起的几个零件组成。图 0.1 中的齿轮既是零件又是构件;而连杆则是由连杆体、连杆盖、螺栓及螺母几个零件组成,这些零件形成一个整体而进行运动,所以称为一个构件,如图 0.2 所示。在机械中还把为完成同一使命、彼此协同工作的一系列零件或构件所组成的组合体称为部件,如滚动轴承、联轴器、减速器等。

零件可分为通用零件和专用零件两类:

(1) 通用零件是在各种机械中普遍采用的零件,如螺钉、齿轮、轴承等。

(2) 专用零件只出现在特殊机械中,如汽轮机叶片、内燃机活塞等。

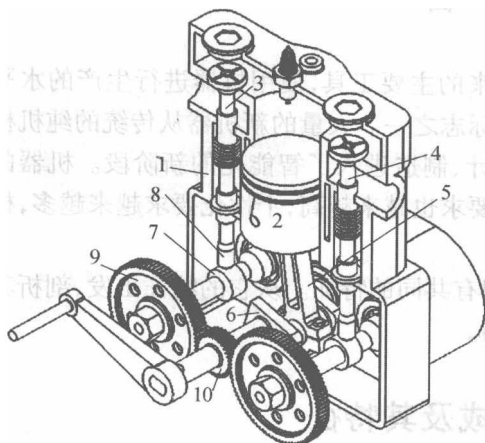


图 0.1 单缸内燃机

1—汽缸体; 2—活塞; 3—进气阀; 4—排气阀;
5—连杆; 6—曲轴; 7—凸轮; 8—顶杆; 9, 10—齿轮。

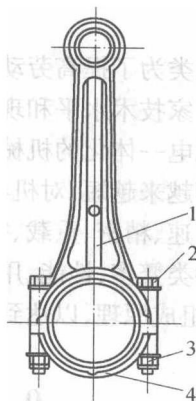


图 0.2 连杆

1—连杆体; 2—螺栓;
3—螺母; 4—连杆盖。

0.3 机械设计基础课程的内容、性质和任务

1. 课程的内容

本课程内容在简要介绍有关整部机器设计基本知识的基础上,重点讨论常用机构的组成原理、传动特点、功能特性、设计方法等基本知识;重点讨论通用机械零件在一般工作条件下的工作原理、结构特点、选用及设计计算问题。

2. 课程的性质

本课程是一门技术基础课,它综合运用了工程力学、金属工艺学、机械制图、公差配合等先修课程知识,解决常用机构及通用零部件的分析设计问题,较之以前的先修课程更接近工程实际,但也有别于专业课程,它主要是研究各类机械所具有的共性问题,在机电类专业课程体系中占有重要位置。

3. 课程的任务

- (1) 了解常用机构的工作原理、运动特性及机械设计的基本理论和方法。
- (2) 掌握通用零件的工作原理、选用和维护等方面的知识。
- (3) 培养学生具有初步运用标准手册查阅相关技术资料能力,具有通用零件的参数选择和简单机械传动装置的设计计算能力。

- (4) 获得本学科实验技能的初步训练。
- (5) 通过本课程的学习为后续专业课程打好基础。

0.4 设计人员的素质

设计人员必须善于把设计构思、设计方案,用语言、文字和图形方式传递给主管者和协作者,以取得批准和赞同。除具体技术问题外设计人员还要论证下列问题:① 此设计是否确为人们所需要?需求量如何?② 有哪些特色?能否与同类产品竞争?③ 制造上是否经济?成本如何?④ 维修保养是否方便?⑤ 是否有市场?社会购买力如何?⑥ 社会效益与经济效益如何?⑦ 是否可持续发展?

从事设计工作的人员除应具有广博的基础理论知识和生产实践知识外,还应具有下列素质:

(1) 要有高度的责任心。设计人员应对设计的技术合理性和设计后果负责,做到工作原理正确、方案可行、使用可靠。由于产品质量问题造成用户财产损失、人员伤亡、触犯刑律的,可由司法机关依法追究当事人的责任。因此设计人员一定要把提高产品质量放在第一位。

(2) 要有法律观念和道德观念。国家正式颁布的有关条文,如标准、设计规范、专利法等都属于法律与法规范畴,必须严格遵守。合同、协议等文件受法律保护,签约后要坚决履行,以保证信誉。

(3) 要有不断创新和不断进取的精神。设计人员一定要养成勤于观察和思索的习惯,从生活和生产中发现和提出问题。只有不断地进行创造性思维和方法的锻炼,才能逐渐提高设计水平,提高和扩大产品的功能。平时要注意积累有关的科学研究、科技开发、专利等新成果以及市场信息等有关资料,通过归纳、推理、分析、综合的方法,从中预测未来的发展趋势。

要虚心征求用户、制造人员、管理人员、销售人员和同行技术专家的各种意见,从而制定比较完善的设计方案。团结协作是做好设计工作的基础之一,尤其是和其他专业的技术人员合作。由于产品更新周期将越来越短,从设计、制造到销售的传统顺序模式有逐渐变为平行模式的可能,因此设计人员也要善于处理人际关系。

习 题

- 0.1 机器、机构与机械有什么区别?各举出两个实例。
- 0.2 机器具有哪些共同的特征?如何理解这些特征?
- 0.3 零件与构件有什么区别?并用实例说明。举出多个常用的通用机械零件。
- 0.4 机械设计的基本要求是什么?为什么要确定机器的预定使用期限?
- 0.5 机械设计的一般过程是什么?

第1章 机械设计概述

1.1 机械设计的基本要求

机械设计的目的是为了满足不同社会生产和生活需求,在设计中应合理确定机械系统功能,增强可靠性,提高经济性,确保安全性。机械产品设计应满足以下几方面的基本要求。

(1) 实现预定功能。机器应能实现预定功能,并在规定的工作条件下、规定的工作期限内能正常运转。为此,必须正确选择机器的工作原理、机构的类型和机械传动方案,合理设计零件,满足强度、刚度、耐磨性等方面的要求。

(2) 满足可靠性要求。机械产品的可靠性是由组成机械的零部件的可靠性保证的。只有零部件的可靠性高,才能使系统的可靠性高。机械系统的零部件越多,其可靠性越低。为此,要尽量减少机械系统的零件数目,对系统可靠性有关键影响的零件,必须保证其必要的可靠性。

(3) 符合经济合理性。符合经济合理性要求设计的机械产品应先进、功能强、生产效率高、成本低、使用维护方便、在产品寿命周期内用最低的成本实现产品的预定功能。

(4) 确保安全性要求。要能保证操作者的安全和机械设备的安全,以及保证设备对周围环境无危害,要设置过载保护、安全互锁等装置。

(5) 推行标准化要求。机械产品规格、参数符合国家标准,零部件应最大限度地与同类产品互换通用,产品应成系列发展,推行标准化、系列化、通用化,提高标准化程度和水平。

1.2 机械零件设计时应满足的基本要求及主要设计准则

机械的类型很多,功用各有不同,对每个零件的要求也不完全一样,但对设计的基本要求大致有工作可靠性和经济性两方面的要求。

1.2.1 工作可靠性要求

为了使机械在预定的工作期限内可靠地工作,防止个别零件因破坏或失效而影响整个机器的正常运行,在设计机械零件时应满足下列要求。

1. 强度

零件在工作中发生断裂或不允许的永久变形统属于强度问题。这些失效形式除了用于安全保护装置中预定适时破坏的零件(如安全销)外,对任何零件都是应当避免的。因此,具有适当的强度是设计零件时必须满足的最基本要求。

强度准则就是指零件中的应力不得超过允许的限度。例如:对一次断裂来讲,应力不

超过材料的强度极限;对疲劳来讲,应力不超过材料的疲劳极限;对残余变形来讲,应力不超过材料的屈服极限。其代表性的表达式为

$$\sigma \leq \sigma_{\lim} \quad (1.1)$$

考虑到各种偶然性或难以精确分析的影响,式(1.1)右边要除以安全系数 S ,即

$$\sigma \leq \sigma_{\lim}/S = [\sigma] \quad (1.2)$$

2. 刚度

刚度是指在一定载荷下,零件抵抗弹性变形的能力。刚度不够将影响机器的正常工作。

刚度准则是指零件在载荷作用下产生的变形量 y (包括弯曲挠度、偏转角和扭转角) 应小于或等于零件性能所允许的极限值 $[y]$ 。其表达式为

$$y \leq [y] \quad (1.3)$$

只有当弹性变形过大要影响机器工作性能的零件,才需要满足这项要求。

3. 寿命

有些零件在工作初期虽然能够满足各种要求,但在工作一定时间后,却可能由于某种(或某些)原因而失效。这个零件正常工作延续的时间叫做零件的寿命。

影响零件寿命的主要因素有:材料的疲劳、材料的腐蚀及相对运动零件接触表面的磨损。大部分机械零件均在变应力条件下工作,因而疲劳破坏是引起零件失效的主要因素。

疲劳、腐蚀和磨损是三个不同范畴的问题,所以它们各自发展过程的规律也就不同。迄今为止,还没有提出实用有效的腐蚀寿命计算方法,因而也无法列出腐蚀的计算准则。关于磨损的计算方法,由于磨损的类型众多,产生的机理还未完全弄清,影响磨损的因素也很复杂,目前尚无通用的能够进行定量计算的方法。因此,只能按疲劳寿命进行计算,通常是求出零件使用寿命期的疲劳极限来作为设计计算的依据。

4. 可靠性

零件可靠度的定义和机器可靠度的定义是相同的,即在规定的使用时间(寿命)内和预定的环境条件下,零件能够正常地完成其功能的概率。

如有一大批某种零件,其件数为 N_0 ,在一定工作条件下进行试验。如在 t 时间后仍有 N 件在正常地工作,则此零件在该工作环境条件下工作 t 时间的可靠度 R 可表示为

$$R = N/N_0 \quad (1.4)$$

如试验时间不断延长,则 N 将不断减少, R 也不断降低。如果在 t 时间到 $t + dt$ 的间隔中,又有 dN 件零件发生破坏,则在此 dt 时间间隔内破坏的比率 $f(t)$ 定义为

$$f(t) = \lambda = \frac{dN/dt}{N} \quad (1.5)$$

$f(t)$ 称为失效率,负号表示 dN 的增大将使 N 减小。

零件或部件的失效率 $f(t)$ 与时间 t 的关系如图 1.1 所示。这个曲线常被形象化地称为浴盆曲线,一般是用试验的方法求得的。该曲线分为三段:

第 I 段代表早期失效阶段。在这一阶段中,失效率由开始时很高的数值急剧地下降到某一稳定的数值。引起这一阶段失效率特别高的原因是零部件中所存在的初始缺陷,