

高等学校函授教材

(兼作高等教育自学用书)

机械零件

华南工学院等九院校合编

熊文修 主编
陈永溢 副主编

高等教育出版社

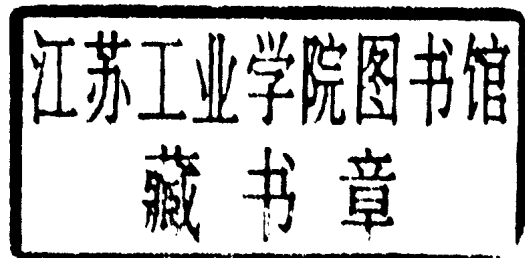
高等学校函授教材

(兼作高等教育自学用书)

机 械 零 件

华南工学院等九院校合编

熊文修 主编 陈永溢 副主编



高等教育出版社

63-162

本书是根据高等工业学校机械类专业《机械零件函授教学大纲》(草案), 在华南工学院等九院校合编的《机械设计》一书的基础上改编而成的。

本书内容分五部分。第一部分为“总论”, 主要阐述机械设计的基础知识。以后四部分为“联接”、“机械传动”、“轴系零件”和“其它零部件”, 主要介绍通用零件的设计方法及其有关问题。

本书每章正文前编有“自学指导”以帮助读者了解本章的学习重点、难点及学习要求, 使读者学习中有的放矢。章末均编有习题(包括思考题和计算题)。部分章还编有“本章小结”。

本书可作为高等工业学校函授机械类各专业的教材或自学用书, 也可供日校师生及有关工程技术人员参考。

高等学校函授教材
(兼作高等教育自学用书)

机 械 零 件

华南工学院等九院校合编

熊文修 主编 陈永溢 副主编

*

高等教育出版社出版
新华书店北京发行所发行
北京昌平县印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 25.75 字数 590,000

1985年10月第1版 1985年11月第1次印刷

印数 00,001—11,700

书号 15010·0658 定价 4.45 元

前 言

本书系按一九八一年十二月教育部在石家庄召开的高等工业学校函授教学工作会议审订的《机械零件函授教学大纲》(草案), 在华南工学院等九院校合编《机械设计》一书的基础上改编而成的。

本书是高等工业学校函授机械类专业学生学习机械零件课程的教材。考虑到函授学生以自学为主, 所以本书力求概念明确、说理清楚、由浅入深、循序渐进, 便于自学。

本书每章正文前均有“自学指导”, 概略地叙述本章主要内容、重点、难点, 学习目的和要求, 学习时应注意的问题和该章在本课程中的地位等。编入“自学指导”的目的, 在于帮助读者于学习每章前, 对该章内容作初步了解, 以便学习中有的放矢, 还可作复习提纲之用。

每章末附有习题, 包括思考题和计算题两类。思考题和计算题都按本章内容先后次序安排, 以便于读者及时复习和总结所学的内容。机械零件设计的计算题由于选用材料不同、参数各异等因素的影响, 答案是多式多样的, 为此, 计算题均不附答案。

本书仅在第五章“螺纹联接”、第十章“齿轮传动”和第十五章“滚动轴承”后编有小结, 作为示范。其余各章的小结由读者完成。

本书的第一章至第四章阐述机械零件设计的基础知识, 第五章至第十八章介绍多种通用零件的设计方法及其有关问题。各种零件的设计方法有其内在联系, 既有特性, 也有共通性, 学习时应很好地注意共通性。考虑到各专业的要求不尽相同, 书中带“*”部分为选学内容, 可按专业要求, 适当取舍。

“机械零件”是一门实践性很强的课程。机械零件的设计与材料的选用、热处理方法、加工工艺、安装、维修、润滑、使用场合等, 都有着紧密的联系, 所以在学习本课程的过程中, 应联系实际, 尤其应与本专业的有关产品和设备联系起来。

有许多机械零件已标准化, 在我国已制定了有关的国家标准和部颁标准。在学习本课程中应注意贯彻这些标准, 并参考机械零件设计手册和图册。本课程末, 应进行一次机械零件课程设计, 以培养学生综合运用所学知识的能力。在设计中, 学生可以学习到如何考虑总体设计和认识在机器和部件中各零件在结构及尺寸上的协调问题。

本书第一、二、三章由华南工学院熊文修编写; 第四章和第十二章由华南工学院陈永溢编写; 第五章由湖南大学罗道元、河北工学院董阳照合写; 第六章和第十三章由成都科学技术大学廖绿萍编写; 第七章由华南工学院何乐炯编写; 第八章由山东工学院刘永镒编写; 第九章由合肥工业大学桂长林编写; 第十章由华南工学院何永然编写; 第十一章由东北工学院蔡春源编写; 第十四章由山东工学院尹长吉编写; 第十五章和第十六章由同济大学汪信远编写; 第十七章由湖南大学何季雄编写; 第十八章由华南工学院陈天泉编写。本书由熊文修担任主编, 审稿会后(一九八

八四年一月)陈永溢担任副主编工作。

本书于一九八三年十二月在北京召开了审稿会,由北京钢铁学院曹仁政、温友淦,西北工业大学任宏达,重庆大学杨玉鼎等同志审稿,并由曹仁政同志担任主审,对本书提出了许多宝贵意见和建议,编者对此表示衷心的感谢。

编者因对编写函授教材的经验不足,书中存在缺点或错误实在难免,殷切期望读者指出,以便不断提高本书的质量。

编 者

一九八四年十二月

主要符号表

A —— 面积	T —— 转矩(用于外力计算)、扭矩(用于应力计算)、时间
a —— 中心距	t —— 时间、温度、节距
B, b —— 宽度	u —— 齿数比、速度
C —— 常数、螺栓刚度、滚动轴承额定动负荷、 弹簧旋绕比	v —— 速度
c —— 间隙	W —— 截面模量
D, d —— 直径	X —— 系数
E —— 材料的拉、压弹性模量	x —— 系数
e —— 偏心距	Y —— 系数
F —— 力	y —— 挠度、距离
f —— 摩擦系数、振动频率	Z —— 系数
G —— 材料的剪切弹性模量	z —— 数目
g —— 重力加速度	α, β —— 角度、系数
H, h —— 高度	γ —— 角度、运动粘度
I —— 截面的轴惯性矩	Δ —— 间隙
i —— 传动比、惯性半径	δ —— 系数、厚度、间隙
J —— 截面的极惯性矩	ε —— 指数
K, k —— 系数	η —— 机械效率、动力粘度
L —— 长度、距离、寿命	θ —— 角度
l —— 长度、距离	κ —— 弹簧刚度
M —— 力矩、弯矩	λ, μ, ξ —— 系数
m —— 模数、指数	ν —— 材料的泊松比
N —— 功率、应力循环次数	ρ —— 曲率半径、密度
n —— 转速、螺纹线数、弹簧圈数	σ —— 正应力、拉应力
P —— 功率、压力、滚动轴承的当量动负荷	τ —— 剪应力
p —— 节距、压强、比压	Φ, ψ —— 系数
Q —— 力、流量	φ —— 角度
q —— 蜗杆直径系数、单位长度重量	ω —— 角速度
R —— 半径、横向力	以下为角注符号
r —— 半径	a —— 轴向、齿顶、端面
S —— 安全系数	b —— 弯曲、基圆
s —— 宽度	c —— 压缩、计算、离心

cr ——临界
 e ——当量、外径
 F, f ——齿根
 H ——齿面、接触
 m ——平均
 n ——法向
 p ——节线
 r ——径向
 t ——切向
 v ——动载荷、当量(用于齿轮、蜗轮)
 以下为复合符号
 σ_c ——压应力
 σ_{co} ——复合应力
 σ_b ——弯曲应力

σ_p ——挤压应力
 σ_H ——接触应力
 τ_T ——扭应力
 σ_B, τ_B ——材料的拉伸、剪切强度极限
 σ_s, τ_s ——材料的拉伸、剪切屈服极限
 σ_{lim} ——极限应力(用于齿轮)
 σ_a, τ_a ——正应力和剪应力的应力幅
 σ_{-1}, τ_{-1} ——材料的正应力和剪应力的对称循环疲劳极限
 σ_0, τ_0 ——材料的正应力和剪应力的脉动循环疲劳极限
 W_I ——抗弯截面模量
 W_J ——抗扭截面模量

常用单位表

量	单 位 名 称	代 号	说 明
长度	米, 厘米, 毫米	m, cm, mm	
质量	千克	kg	
时间	秒, 分, 时	s, min, h	
温度	摄氏度	°C	
平面角	弧度, 度	rad, (°)	
面积	平方米, 平方厘米, 平方毫米	m ² , cm ² , mm ²	
体积	立方米, 立方厘米, 立方毫米	m ³ , cm ³ , mm ³	
截面轴惯性矩	四次方米, 四次方厘米, 四次方毫米	m ⁴ , cm ⁴ , mm ⁴	
转动惯量	千克平方米	kg·m ²	
线速度	米每秒	m/s	
角速度	弧度每秒, 转每分	rad/s, r/min	
线加速度	米每秒平方	m/s ²	
角加速度	弧度每秒平方	rad/s ²	
力	牛顿	N	1N=1(kg·m)/s ²
力矩, 转矩	牛顿米	N·m	
重度	牛顿每立方米	N/m ³	
密度	千克每立方米	kg/m ³	
应力, 压强, 弹性模量	帕斯卡(Pascal)	Pa	1Pa=1N/m ² 1MPa=10 ⁶ Pa
动力粘度	帕斯卡秒	Pa·s	
运动粘度	平方米每秒	m ² /s	
功, 能, 热量	焦耳	J	1J=1N·m
功率	瓦特	W	1W=1J/s
传热系数	瓦特每平方米度	W/(m ² ·°C)	

目 录

前言	i
主要符号表	1
常用单位表	3

I 总论

第一章 绪论

自学指导	1	§ 1-3 机械零件和机械部件	3
§ 1-1 机器对发展国民经济和实现社会主义 现代化建设中的作用	1	§ 1-4 本课程的内容和性质	3
§ 1-2 机械设计的主要内容和设计顺序	1	习题	4

第二章 机械零件设计概述

自学指导	5	§ 2-4 机械零件的标准化、通用化和系列化	10
§ 2-1 机器和机械零件应满足的基本要求、机械 零件的设计方法和步骤	5	§ 2-5 机械零件的工艺性与经济性	10
§ 2-2 机械零件的主要失效形式和计算准则	6	§ 2-6 机械设计方法的新发展	12
§ 2-3 机械零件常用材料及其选择原则	7	习题	15

第三章 机械零件的强度

自学指导	17	§ 3-3 机械零件的表面强度	32
§ 3-1 机械零件载荷和应力的分类	17	习题	35
§ 3-2 机械零件的整体强度	19		

第四章 摩擦、磨损和润滑概述

自学指导	39	§ 4-3 液体摩擦(液体润滑)	44
§ 4-1 干摩擦和边界摩擦(边界润滑)	39	§ 4-4 润滑剂	48
§ 4-2 磨损过程、磨损主要类型及减磨措施	42	习题	51

II 联接

第五章 螺纹联接(附螺旋传动)

自学指导	53	§ 5-3 螺栓组联接的计算	63
§ 5-1 螺纹及螺纹联接的主要类型	53	§ 5-4 螺栓联接件的常用材料及其许用应力	67
§ 5-2 单个螺栓联接的计算	56	§ 5-5 提高螺纹联接强度的措施	70

§ 5-6 螺纹联接的防松	72	§ 5-9 滑动螺旋传动的设计计算	78
§ 5-7 新型螺纹联接零件简介	74	本章小结	85
§ 5-8 螺旋传动的类型、特点及应用	77	习题	88

第六章 键联接、花键联接、过盈联接及销联接

自学指导	91	*§6-3 过盈联接	97
§ 6-1 键联接	91	§ 6-4 销联接	99
§ 6-2 花键联接	94	习题	101

*第七章 铆接、焊接和粘接

自学指导	102	§ 7-3 粘接	109
§ 7-1 铆接	102	习题	112
§ 7-2 焊接	105		

III 机械传动

第八章 带传动

自学指导	114	§ 8-5 三角胶带传动的张紧装置	133
§ 8-1 概述	114	§ 8-6 三角胶带轮	134
§ 8-2 带传动的几何计算	118	*§8-7 同步齿形带传动简介	138
§ 8-3 带传动的受力分析和弹性滑动	119	习题	138
§ 8-4 三角胶带传动的设计计算和参数选择	125		

第九章 链传动

自学指导	140	链型号选择	145
§ 9-1 概述	140	§ 9-6 滚子链传动的参数选择	149
§ 9-2 传动链	140	§ 9-7 滚子链链轮	151
§ 9-3 链传动的运动特性	142	§ 9-8 链传动的布置和润滑	151
§ 9-4 链传动的受力分析	144	习题	154
§ 9-5 滚子链传动的失效形式、功率曲线图和			

第十章 齿轮传动

自学指导	155	§ 10-6 齿轮传动的润滑和效率	214
§ 10-1 概述	155	§ 10-7 齿轮结构	215
§ 10-2 齿轮的失效形式和材料选择	160	*§10-8 曲齿圆锥齿轮传动简介	219
§ 10-3 直齿圆柱齿轮传动的强度计算	167	*§10-9 圆弧齿圆柱齿轮传动简介	221
§ 10-4 斜齿圆柱齿轮传动的强度计算	195	本章小结	223
§ 10-5 直齿圆锥齿轮传动的强度计算	205	习题	228

第十一章 蜗杆传动

自学指导	233	§ 11-4 蜗杆传动的运动分析及受力分析	241
§ 11-1 概述	233	§ 11-5 蜗杆传动的强度计算和刚度	243
§ 11-2 圆柱蜗杆的类型和蜗杆、蜗轮的加工 原理	234	§ 11-6 蜗杆传动的效率、热平衡计算及润滑	247
§ 11-3 圆柱蜗杆传动的主要参数和几何尺寸 计算	236	§ 11-7 蜗杆和蜗轮的结构	250
		*§ 11-8 新型蜗杆传动简介	252
		习题	255

*第十二章 摩擦轮传动与无级变速器简介

自学指导	258	习题	263
§ 12-1 摩擦轮传动	258	机械传动综述	266
§ 12-2 钢环无级变速器	262		

IV 轴系零件

第十三章 轴

自学指导	268	§ 13-3 轴的强度计算	275
§ 13-1 概述	268	习题	287
§ 13-2 轴的结构设计	271		

第十四章 滑动轴承

自学指导	290	§ 14-5 非液体摩擦滑动轴承的校核计算	300
§ 14-1 概述	290	§ 14-6 液体摩擦动压径向滑动轴承	303
§ 14-2 滑动轴承的结构型式	291	*§ 14-7 液体静压轴承和气体轴承简介	311
§ 14-3 轴瓦结构和轴瓦材料	294	习题	316
§ 14-4 润滑装置和润滑剂选择	298		

第十五章 滚动轴承

自学指导	318	§ 15-5 滚动轴承的组合结构设计	314
§ 15-1 滚动轴承的结构、类型和代号	318	§ 15-6 滚动轴承与滑动轴承的比较	351
§ 15-2 滚动轴承的负荷	324	本章小结	352
§ 15-3 滚动轴承的额定负荷和寿命	325	习题	356
§ 15-4 滚动轴承的选择	330		

第十六章 联轴器和离合器

自学指导	358	§ 16-3 离合器	365
§ 16-1 概述	358	习题	373
§ 16-2 联轴器	358		

V 其它零部件

第十七章 弹簧

自学指导	374	§ 17-3 圆柱螺旋弹簧的设计计算	378
§ 17-1 概述	374	*§ 17-4 其它弹簧简介	388
§ 17-2 螺旋弹簧的材料、许用应力和制造	374	习题	390

第十八章 减速器

自学指导	391	§ 18-3 减速器传动比的分配	398
§ 18-1 减速器的主要类型	391	习题	398
§ 18-2 减速器的典型结构	391	主要参考资料	400

I 总 论

第一章 绪 论

自 学 指 导

本章主要介绍机械零件课程的内容、性质和任务。

学习本章时应着重理解:本课程在实现社会主义现代化建设中所起的作用;机械设计顺序;“通用零件”和“专用零件”的概念;本课程研究的对象。同时应明确:本课程与先修课程之间的关系;本课程是一门设计性质的课程。

§1-1 机器对发展国民经济和在实现社会主义现代化建设中的作用

在生产实践和生活实际中,人们对机器已有所认识,例如:各种机床、起重机、拖拉机、汽车、缝纫机等等都是机器。应用机器一方面可以利用天然物质作为能源,另一方面可以大大地提高生产率。现代有些机器具有自动控制装置,这些机器就具有更大的功能。

实现我国农业、工业、国防和科学技术的现代化、全面开创社会主义现代化建设新局面,是目前我国人民肩负的伟大历史使命。在发展国民经济和在实现社会主义现代化建设中,必然要建立很多新的工业和农业生产基地、国防装备、科学技术研究设施、运输系统和能源开发设备等等;对已有的设备,也要实行技术改造和进行扩建,以提高产品质量和生产率。在这些新旧设备中,必然应用着为数极多的机器。因此机器对发展国民经济和在实现社会主义现代化建设中起着极其重要的作用。

§1-2 机械设计的主要内容和设计顺序

现代机械工业的营运有几个环节,即产品设计、产品制造和产品销售。产品在制造中所发生的问题和在销售中所反映的意见,又反馈到设计部门,从而改进设计。比较复杂的问题,另由相应的科学研究机构解决。

影响机械设计的因素很多,它们之间又有相互依存关系。设计工作是一种创造性的劳动,应发挥人的主观能动性,分析所有因素的辩证关系,解决主要矛盾。

机械设计没有固定的程序,常因具体条件不同,设计过程也不同,但一般设计顺序可简述如下:

1. 了解设计要求, 进行调查研究和拟定初步方案

对机械设计任务, 首先应明确设计要求。所谓设计要求, 指机器职能、制造机器条件和机器工作环境等。明确要求之后, 应进行深入调查研究, 了解现有同类型机器的生产和使用情况、优缺点、存在问题等; 还应考虑目前生产该类机器的条件, 采用先进技术的可能性, 材料和标准零件的供应情况等。根据设计要求和调查所得的资料, 进行分析后, 方可初步拟定机器结构方案。

2. 建立力学模型和计算零件主要参数及尺寸

拟定初步方案之后, 应根据力学理论和方法, 建立尽可能与实际设计系统一致的力学模型。按此模型进行分析和计算, 其中主要有机械运动学和动力学计算及零件载荷与工作能力计算。由此可以确定机器所需功率和工作效率, 选择零件材料, 进而确定零件的主要参数和尺寸。

3. 零件的结构设计、制图和编写设计说明书

设计计算完成之后, 应根据初步拟定的机器结构方案, 对每一零件进行细致的结构设计。一般先绘制机器或其部件装配图, 再根据装配图拆绘零件图。所有装配图和零件图应具备足够的视图, 并注明制造及装配上所需的全部尺寸、配合、公差、技术条件和材料。为了更完善地表达设计结果, 设计者还应编写设计说明书。

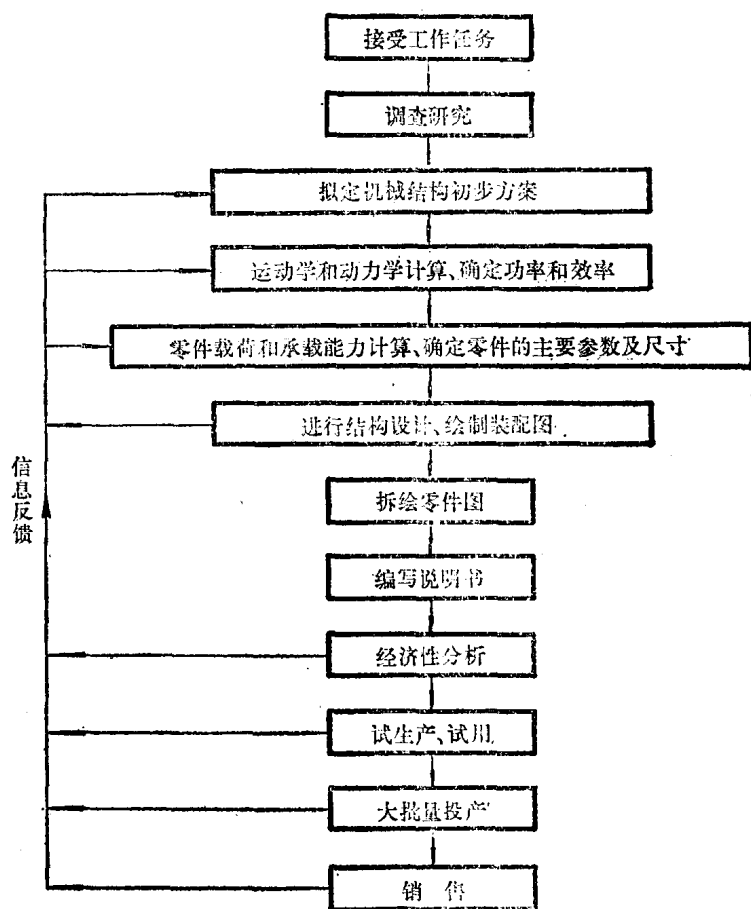


图 1-1 机械设计的一般顺序

应当注意,机械设计中的计算、结构设计、制图三者应交叉进行,反复校正。最后进行经济性分析,以期达到主要指标相互协调的方案。

新设计的产品大批量投产以前,一般先经过小批试生产,进行成品试验和试用,进一步改进设计,反复进行,才能获得较好成果。

机械设计的一般顺序如图 1-1 所示。

§1-3 机械零件和机械部件

机器由若干机械零件组成。机械零件简称零件。例如许多机器都由机架、螺栓和螺母、轴、轴承、齿轮等等所组成,这些都是零件。

比较复杂的机器,由机械零件组成机械部件,再由部件组成机器。图 1-2 所示为普通车床。它由走刀箱、挂轮箱、床头箱、刀架、尾架、拖板和床身等部件组成,而这些部件又由零件组成。将机械分由若干部件组成,对设计、制造、运输、安装和维修等都带来方便。

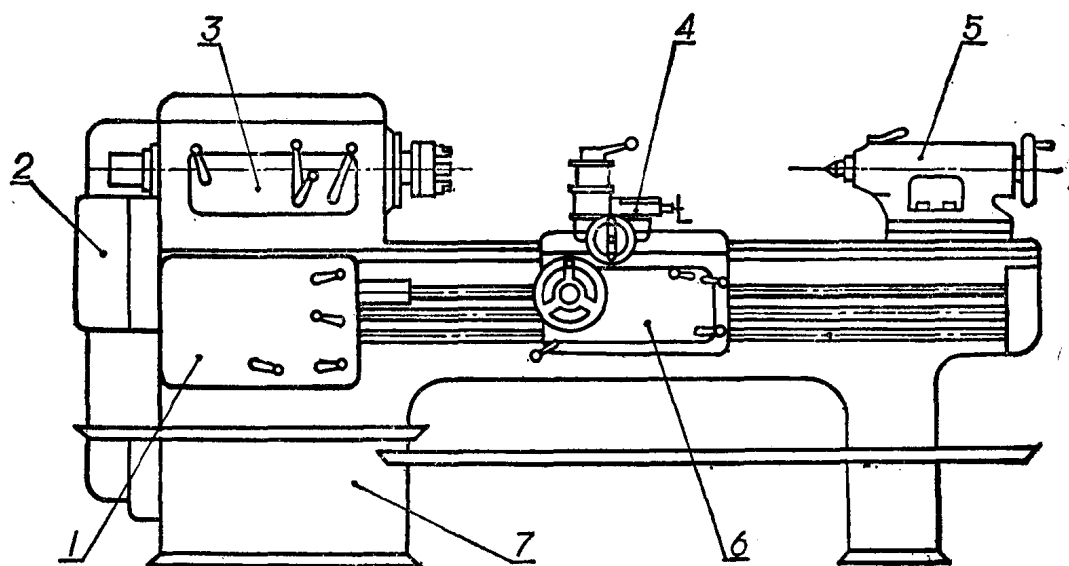


图 1-2 普通车床

1—走刀箱; 2—挂轮箱; 3—床头箱; 4—刀架; 5—尾架; 6—拖板; 7—床身

一般机器通常使用的零件,称为通用零件,例如螺栓和螺母、齿轮、蜗杆和蜗轮、带和带轮、链和链轮、轴、键、滑动轴承、滚动轴承、联轴器、离合器、弹簧等都是通用零件。只用于专业机器的零件,称为专用零件,例如起重机的吊钩、柴油机的曲轴、船用螺旋桨等都是专用零件。

§ 1-4 本课程的内容和性质

“机械零件”是一门设计性质的技术基础课。在这门课程中将综合运用一些先修课程知识,其中有:机械制图、理论力学、材料力学、机械原理、金属工艺学、金属学及热处理、公差及技术测量等,由此去解决通用零件的设计问题。也就是从工作能力、结构、工艺性和经济性等方面来研

究在普通条件下工作,具有一般参数的通用零件的设计问题。所谓零件设计,包括选定零件类型、选用材料及热处理方法、计算主要参数和尺寸、进行结构设计、选定公差配合和表面光洁度^①、以及规定制造上和使用上的技术条件等。

学习本课程的目的 在于培养正确的设计思想,学会应用常规机械设计方法,去设计一般参数的通用零件,同时还应学会使用机械设计手册、图册、国家标准、部颁标准等有关设计资料,从而为学习专业课和进行专业机械设计打下基础。

学习本课程时应着重理解:重要概念;各类型通用零件的结构、工作原理、特点及其不同使用场合;零件的材料选用;零件的设计计算方法和结构设计。同时还应注意到机械设计方法的新发展,现代机械设计方法的梗概以及新型零件的结构、工作原理、特点和应用。

习 题

- 1-1 试简述机械零件课程在我国实现四个现代化建设中所起的作用。
- 1-2 试简述机械设计的主要内容和设计顺序。
- 1-3 什么叫“通用零件”和“专用零件”?各举五个例子。
- 1-4 本课程内容是什么?具有什么性质?
- 1-5 学习本课程应注意什么问题?

^① 在国家标准 GB3505—83 中称为粗糙度。

第二章 机械零件设计概述

自学指导

本章主要介绍机械零件应满足的基本要求、失效形式、计算准则和设计方法。另外,还介绍机械零件的材料及其选择、标准化、工艺性与经济性等。最后简单介绍机械设计方法的新发展。

学习本章时应着重理解机械零件应满足的基本要求、失效形式和计算准则、各种设计方法及其适用场合。

对于机械零件材料应着重掌握选择原则,对机械零件标准化、工艺性与经济性应充分注意其重要意义,至于新机械设计方法只要求了解其梗概。

§ 2-1 机器和机械零件应满足的基本要求、机械零件的设计方法和步骤

一、机器和机械零件应满足的基本要求

机器应首先满足它在工作中的职能要求,即在预定寿命期间,机器应能高效率地完成它的工作使命。此外,还要求成本低,重量轻,制造容易,使用方便,维修简单,安全可靠,造型美观,操纵灵活,噪声较低,适合人体生理要求等。对不同用途的机器还有其特殊要求,如对巨型机器要考虑起重和运输问题,对食品、纺织、医疗机械有防污问题,对核能设备有防止环境污染问题等等。

机械零件是组成机器的单元,对零件的要求和对机器的要求基本相同,二者应结合起来考虑。

二、机械零件的设计方法

机械零件有多种设计方法,各适用于相应场合。

1. 理论设计

理论设计指主要根据现代科学理论并结合生产实践总结出来的设计方法,应用最广,也是本课程主要介绍的设计方法。

2. 经验设计

经验设计指没有充分理论分析,但根据实践经验,参考同类型零件的类比设计方法。经验设计可用于设计次要零件,或用于确定零件的次要尺寸,或用于初步拟定零件尺寸,再进行理论计算校核。

3. 模型实验设计

对于一些较新的或要求较高的零件,在目前又无比较成熟的参考资料或计算方法时,可以将初步设计的零件进行模型试验,根据试验结果修改设计,直至满意为止。