

高校经典教材同步辅导丛书
配套高教版·濮良贵 纪名刚主编

九 章 丛 书

机械设计

(第八版)

同步辅导及习题全解

主 编 郭维林 焦艳芳 副主编 刘兴华

- ◆ 知识点窍 ◆ 逻辑推理 ◆ 习题全解
- ◆ 全真考题 ◆ 名师执笔 ◆ 题型归类

22



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

新版

高校经典教材同步辅导丛书

机械设计（第八版）同步辅导 及习题全解

主 编 郭维林 焦艳芳

副主编 刘兴华



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是为了配合由高等教育出版社出版的《机械设计》(第八版)教材而编写的辅导用书。

本书由知识点归纳、考试要点、典型例题与解题技巧、历年考研真题解析、课后习题全解等部分组成,旨在帮助读者掌握课程内容的重点、难点,提高分析问题,解决问题能力。本书共18章,主要包括总论、连接、机械传动、轴系零部件、其他零部件等方面的内容。

本书可作为高等院校机械类专业机械设计课程的辅导教材,也可作为报考硕士研究生人员复习的辅导教材,同时可供教师备课命题作为参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计(第八版)同步辅导及习题全解/郭维林,
焦艳芳主编. —北京:中国水利水电出版社,2009
(高校经典教材同步辅导丛书)
ISBN 978-7-5084-6647-7

I. 机… II. ①郭…②焦… III. 机械设计—高等学校—
教学参考资料 IV. TH122

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第121054号

策划编辑:杨庆川 责任编辑:宋俊娥 封面设计:李佳

书 名	高校经典教材同步辅导丛书 机械设计(第八版)同步辅导及习题全解
作 者	主编 郭维林 焦艳芳 副主编 刘兴华
出版发行	中国水利水电出版社(北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京市梦宇印务有限公司
规 格	170mm×227mm 16开本 14印张 362千字
版 次	2009年7月第1版 2009年7月第1次印刷
印 数	0001—6000册
定 价	17.80元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

编 委 会

主 编 郭维林 焦艳芳

副主编 刘兴华

编 委 (排名不分先后)

程丽园	李国哲	陈有志	苏昭平
郑利伟	罗彦辉	邢艳伟	范家畅
孙立群	李云龙	刘 岩	崔永君
高泽全	于克夫	尹泉生	林国栋
黄 河	李思琦	刘 闯	侯朝阳

前言

《机械设计》是一门基础性的技术课程,它的主要任务是培养学生掌握机械设计的基本理论、基本知识和基本技能,并具有初步确定机械设计方案、分析和设计的能力。该课程在机械类本科教学体系中占有十分重要的地位,是全国高校机械类专业硕士研究生入学考试课程之一。该课具有很强的理论性和实践性,旨在培养学生将实际问题 and 基础理论问题联系起来的能力,锻炼学生的思维方式,使其能够分析问题,解决问题。

本书共分五个单元,共 18 章,每章内容包括知识点归纳、典型例题与解题技巧、历年考研真题评析、课后习题全解、阶段测试题六个部分。在知识点归纳中,对学生或考生应掌握的有关基本概念、基本理论和机械设计的基本方法进行了分析、归纳和指导。本书所选典型例题大多来自研究生入学考试题和本科生考试题以及国内外有关机械设计教材。习题集和学习指导书等有关资料。课后习题全部给出了参考答案。本书在典型例题与课后习题详解中,通过知识点窍、提纲挈领地抓住了题目核心知识,让学生清楚地了解出作者的意图;运用逻辑推理引导学生思维,以培养学生科学的思维方法和思维技巧;解题过程清晰,步骤完整、数据准确、附图齐全,作图精确。

本书是在校本科生物学“机械设计”课程的辅导教材,也是考研人员复习备考的参考书,同时可供教师备课命题作重要参考资料。

由于编者水平有限,书中错漏之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者

2009 年 6 月

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
知识点归纳	1
第 2 章 机械设计总论	1
知识点归纳	2
阶段测试题	6
参考答案	6
第 3 章 机械零件的强度	7
知识点归纳	7
本章小结	9
典型例题与解题技巧	10
历年考研真题评析	12
课后习题全解	14
阶段测试题	15
参考答案	16
第 4 章 摩擦、磨损及润滑概述	19
知识点归纳	19
本章小结	23
典型例题与解题技巧	23
阶段测试题	24
参考答案	28
第 5 章 螺纹连接和螺纹传动	30
知识点归纳	30

本章小结	36
典型例题与解题技巧	36
历年考研真题评析	41
课后习题全解	43
阶段测试题	48
参考答案	50
第6章 键、花键、无键连接和销连接	53
知识点归纳	53
本章小结	55
典型例题与解题技巧	55
历年考研真题评析	56
课后习题全解	57
阶段测试题	61
参考答案	62
第7章 铆接、焊接、胶接和过盈连接	63
知识点归纳	63
本章小结	67
典型例题与解题技巧	67
课后习题全解	69
阶段测试题	73
参考答案	74
第8章 带传动	76
知识点归纳	76
典型例题与解题技巧	79
历年考研真题评析	81
课后习题全解	82
阶段测试题	84
参考答案	85
第9章 链传动	87
知识点归纳	87

本章小结	91
典型例题与解题技巧	91
历年考研真题评析	93
课后习题全解	93
阶段测试题	96
参考答案	97
第 10 章 齿轮传动	98
知识点归纳	98
本章小结	102
典型例题与解题技巧	102
历年考研真题评析	105
课后习题全解	108
阶段测试题	119
参考答案	120
第 11 章 蜗杆传动	121
知识点归纳	121
本章小结	126
典型例题与解题技巧	126
历年考研真题评析	129
课后习题全解	131
阶段测试题	140
参考答案	144
第 12 章 滑动轴承	146
知识点归纳	146
本章小结	149
典型例题与解题技巧	149
历年考研真题评析	152
课后习题全解	154
阶段测试题	157

参考答案	158
第 13 章 滚动轴承	159
知识点归纳	159
本章小结	161
典型例题与解题技巧	161
历年考研真题评析	163
课后习题全解	165
阶段测试题	168
参考答案	169
第 14 章 联轴器和离合器	170
知识点归纳	170
本章小结	171
典型例题与解题技巧	171
历年考研真题评析	172
课后习题全解	172
阶段测试题	174
参考答案	176
第 15 章 轴	177
知识点归纳	177
本章小结	179
典型例题与解题技巧	179
历年考研真题评析	183
课后习题全解	184
阶段测试题	192
参考答案	194
第 16 章 弹簧	197
知识点归纳	197
本章小结	199

典型例题与解题技巧	199
历年考研真题评析	201
课后习题全解	202
阶段测试题	207
参考答案	209
第 17 章 机座和箱体简介	209
知识点归纳	210
第 18 章 减速器和变速器	211
知识点归纳	211
阶段测试题	212
参考答案	212

第 1 章

绪 论

知识点归纳

一、本课程的内容

本课程的内容是介绍整台机器机械部分设计的基本知识,重点讨论一般尺寸和常用工作参数下的通用零件的设计,包括它们的基本设计理论和方法以及技术资料、标准的应用等。

本书讨论的具体内容是:

1. 总论部分 —— 机器及零件设计的基本原则,设计计算理论,材料选择,结构要求,以及摩擦、磨损、润滑等方面的基本知识。
2. 连接部分 —— 螺纹连接,键、花键及无键连接,销连接,铆接,焊接,胶接与过盈连接等。
3. 传动部分 —— 螺旋传动,带传动,链传动,齿轮传动,蜗杆传动以及摩擦轮传动等。
4. 轴系部分 —— 滑动轴承,滚动轴承,联轴器与离合器以及轴等。
5. 其他部分 —— 弹簧,机座和箱体,减速器和变速器等。

二、本课程的性质

本课程的性质是以一般通用零件的设计为核心的设计性课程,而且是论述它们的基本设计理论与方法的技术基础课程。

三、本课程的任务

本课程的主要任务是培养学生:

1. 有正确的设计思想并勇于创新探索。
2. 掌握通用零件的设计原理、方法和机械设计的一般规律,进而具有综合运用所学的知识,研究改进或开发新的基础件及设计简单的机械的能力。
3. 具有运用标准、规范、手册、图册和查阅有关技术资料的能力。
4. 掌握典型机械零件的试验方法,获得实验技能的基本训练。
5. 了解国家当前的有关技术经济政策,并对机械设计的新发展有所了解。

第 2 章

机械设计总论

知识点归纳

一、机器的组成

简单的机器由原动机、传动、执行三部分组成,另外还会有不同程度的增加,例如控制系统、辅助系统等,其如图 2-1 所示。

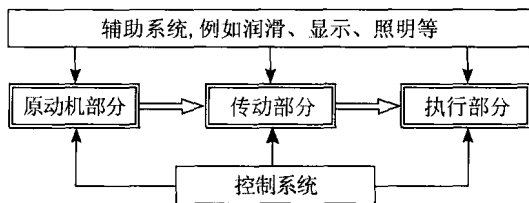


图 2-1

二、设计机器的一般程序

设计机器的一般程序分为计划、方案设计、技术设计、技术文件的编制这几个阶段,同时要掌握计算机在机械设计中的应用,其如表 2-1 所示(见下页)。

三、对机器的主要要求

1. 使用功能要求

机器应有预定的使用功能。

2. 经济性要求

机器的经济性体现在设计、制造和使用的全过程中,设计机器时就要全面综合地进行考虑。设计制造的经济性表现为机器的成本低;使用经济性表现为高生产率,高效率,较少地消耗能源、原材料和辅助材料,以及低的管理和维护费用等。

3. 劳动保护和环境保护要求

(1) 要使所设计的机器符合劳动保护法规的要求。

(2) 要把环境保护提到一个重要的位置。

4. 寿命与可靠性的要求

任何机器都要求能在一定的寿命下可靠地工作。

5. 其他专有要求

对不同的机器还有一些为该机器所特有的要求。

表 2-1 设计机器的一般程序

设计的阶段	工作步骤	阶段的目标
计划		设计任务书
方案设计		提出原理性的设计方案——原理图或机构运动简图
技术设计		总体设计草图及部件装配草图,并绘制出零件图、部件图及总装图
技术文件的编制		编制设计计算说明书、使用说明书、标准明细表、其他技术文件等

四、机械零件的主要失效形式

机械零件不能正常工作称为失效。机械零件的主要失效形式有：

1. 整体断裂：由于零件的应力超过其疲劳极限，或由于危险截面上的应力超过零件的强度极限而造成的失效。

2. 过大的残余变形：由于零件的应力超过其材料的屈服极限而引起过大的变形量，使零件不能正常工作。

3. 零件的表面破坏:零件的表面破坏主要是腐蚀、磨损和接触疲劳。这些破坏形式都是随工作时间的延续而逐渐发生的。

腐蚀是发生在金属表面的一种电化学或化学侵蚀现象。腐蚀的结果是使金属表面产生锈蚀,从而使零件表面遭到破坏。对于承受变应力的零件,还要引起腐蚀疲劳现象。

磨损是两个接触表面在作相对运动的过程中发生物质丧失或转移的现象。

接触疲劳是零件表面长期受到接触变应力的作用而产生裂纹或剥落的现象。

4. 破坏正常工作条件引起的失效:有些机械零件只有在一定的工作条件下才能正常工作,如果这些必备的工作条件被破坏,就将导致零件的失效。

机械零件究竟经常发生哪种形式的失效,要根据各行各业使用大量的不同机器的失效结果来具体分析。腐蚀、磨损和疲劳是引起零件失效的主要原因。

五、设计机械零件时应满足的基本要求

1. 避免在预定寿命期内失效的要求。组成机器的所有零件必须具有相应的工作能力,否则就会失效。为此,机械零件应具有足够的强度、刚度和规定的寿命。

强度是零件抵抗断裂、过大的残余变形表面接触疲劳的能力。刚度是零件抵抗弹性变形的能力。零件的刚度分为整体变形刚度和表面接触刚度两种。寿命是指零件正常工作延续的时间。影响零件寿命的主要因素是疲劳、腐蚀和磨损。

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原因。影响零件材料疲劳强度的主要因素是:应力集中、零件尺寸大小、零件表面品质及环境状况。在设计时,应努力从这几方面采取措施,以提高零件抵抗疲劳破坏的能力。

2. 结构工艺性要求。零件具有良好的结构工艺性,就是要求零件便于加工、便于装配、费用低等。零件的结构工艺性不仅与毛坯制造、机械加工、装配要求有关,而且还与零件的材料、生产批量、生产设备条件等有关。零件的结构设计对零件的结构工艺性具有决定性的影响,是学习机械设计时应掌握的一个重点内容,应给予足够的重视。

3. 经济性要求。经济性要求就是要降低零件的生产成本。通常采取的措施有:采用轻型的零件结构以降低材料消耗;采用少余量或无余量的毛坯或简化结构以减少加工工时;采用工艺性良好的结构以减少加工和装配费用;采用廉价材料代替贵重材料;采用组合结构代替整体结构;尽量采用标准化的零部件取代特殊加工的零部件等。

4. 质量小的要求。设计时应力求减小零件质量,这样不但节约材料,便于运输,降低成本,还可以减小运动零件的惯性,改善机器的动力性能。

5. 可靠性要求。机器是由许多零件组成的,因而机器的可靠性取决于机械零件的可靠性。为了提高零件的可靠性,应当使工作条件和零件性能的随机变化尽可能小,并在使用中加强维护和对工作条件进行监测。

六、机械零件的设计准则

根据机械零件的失效形式及设计要求,其设计应满足以下准则

1. 强度准则 $\sigma \leq \frac{\sigma_{lim}}{S}$

2. 刚度准则 $y \leq [y]$

3. 寿命准则

4. 振动稳定性准则

5. 可靠性准则 $R = \frac{N}{N_0} = e^{-\int_0^t \lambda(t) dt}$ 其中 $\lambda(t)$ 为失效率。

七、机械零件的设计方法

1. 理论设计 根据长期总结出来的设计理论和实验数据所进行的设计。
2. 经验设计 根据对某类零件已有的设计与使用实践而归纳出的经验关系式,或根据设计者本人的工作经验用类比的办法所进行的设计叫做经验设计。
3. 模型实验设计 即把初步设计的零、部件或机器制成小模型或小尺寸的样机,经过实验的手段对其各方面的特性进行检验,根据实验结果对设计进行逐步修改,从而达到完善。这样的设计过程叫做模型实验设计。

八、机械零件设计的一般步骤

1. 选择零件的类型和结构。根据零件的使用要求,在熟悉各种零件的类型、特性和使用范围的基础上进行。
2. 计算零件上的载荷。根据机器的工作情况,分析和确定作用在所设计零件上的载荷。
3. 分析失效形式,确定设计准则。根据零件的类型、结构和所受载荷进行。
4. 选择材料。根据零件的工作条件和特殊要求选择适当的材料。
5. 确定零件的基本尺寸。通过设计准则进行计算,确定零件的基本尺寸。
6. 零件的结构设计。根据功能、工艺、标准化、经济性等要求进行零件的结构细节性设计。
7. 校核计算。对一些重要的零件,必要时进行详细的校核计算,以确定零件工作时的安全程度和结构的合理性。
8. 按标准绘制零件的工作图,编写计算说明书。

九、机械零件的材料及选用

1. 机械零件的常用材料有金属材料、高分子材料、陶瓷材料、复合材料几大类。
2. 使用要求 满足使用要求是选择零件材料的最基本原则。使用要求一般包括:
 - (1) 载荷,应用大小的性质。
 - (2) 零件的工作和受载情况。
 - (3) 对零件尺寸和质量的限制。
 - (4) 零件的复杂程度及材料的加工可能性。
 - (5) 材料的经济性。
 - (6) 材料的供应状况。

十、机械零件设计中的标准化

在机械零件设计中,标准化的作用非常重要。对于保证零件质量、节约材料和设备、缩短设计制造周期、降低成本、便于安装和维修等具有重大的意义。零件的标准化是通过对零件的尺寸、结构要素、材料性能、检验方法、设计方法和制图要求等制定出各种设计者共同遵守的标准。

与标准化密切相关的是系列化和通用化。系列化是指对于同一产品,在同一基本结构或基本条件下,规定出若干不同辅助尺寸的产品。通用化是指在不同规格的同类或不同类产品之间采用同一结构和尺寸的零件。

我国现行标准有国家标准(GB)、行业标准和企业标准等。出口产品一般应符合国际标准(ISO)。

十一、机械现代设计方法简介

总体概括为:运用现代应用数学、应用力学、微电子学及信息科学等方面的最终成果与手段实现某方面的转化。

阶段测试题

一、选择题

- 当零件可能出现疲劳断裂时,应按_____准则计算。
A. 强度 B. 刚度 C. 寿命 D. 振动稳定性
- 零件的工作安全系数为_____。
A. 零件的极限应力比许用应力 B. 零件的极限应力比工作应力
C. 零件的工作应力比许用应力 D. 零件的工作应力比极限应力
- 对大量生产、强度要求高、尺寸不大、形状不复杂的零件,应选择_____。
A. 铸造 B. 冲压 C. 自由锻造 D. 模锻
- 工程上采用几何级数作为优先数字基础,级数项的公比一般取为_____。
A. $\sqrt[3]{5}$ B. $\sqrt[3]{10}$ C. $\sqrt[3]{15}$ D. $\sqrt[3]{20}$

二、是非题(认为正确的在括号内画“√”号,错误的在括号内画“×”号)

- 当零件可能出现塑性变形时,应按刚度准则计算。 ()
- 零件的表面破坏主要是腐蚀、磨损和接触疲劳。 ()
- 调制钢的回火温度愈高,其硬度和强度将愈低,塑性愈好。 ()
- 机器的设计阶段是决定机器好坏的关键。 ()
- 疲劳破坏是引起大部分机械零件失效的主要原因。 ()
- 随着工作时间的延长,零件的可靠度总是不变。 ()

三、问答题

什么是机械零件的条件性计算?

参考答案

一、选择题

1. A 2. B 3. D 4. B

二、是非题

1. × 2. √ 3. √ 4. √ 5. √ 6. ×

三、问答题

条件性计算是合理的简化计算。机械零件计算中常常对某些复杂的受力和变形现象作适当而又合理的简化,使计算能顺利地进行,例如以集中力代替某些实际上的分布力,以点支承代替某些面支承,以均布应力代替某些实际上的分布应力等。这样的简化在工程计算中是允许的,由于其结果具有一定的近似性和条件性,通常将这些计算称为条件性计算。

第 3 章

机械零件的强度

知识点归纳

一、材料的疲劳特性

材料的疲劳曲线即 $\sigma-N$ 曲线如图 3-1 所示。

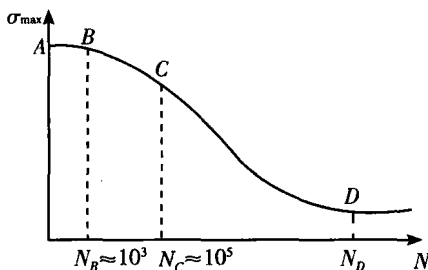


图 3-1

当应力循环次数 $N \leq 10^3$ 时的变应力强度看做是静应力强度的状况,即曲线 AB 段;当应力循环次数 $10^3 < N \leq 10^4$ 时的变应力强度看做是低周疲劳强度状态,即曲线 BC 段;当应力循环次数 $N \geq 10^4$ 时的变应力强度看做是高周疲劳强度状态,即曲线 CD 和 D 以后段。有限寿命区间内任意循环次数 N 时的疲劳极限 σ_{rN} 的表达式为

$$\sigma_{rN} = \sigma_r \sqrt{\frac{N_0}{N}} = K_N \sigma_r$$

其中 σ_r 为循环特性为 r 、循环次数大于 N_0 的疲劳强度; N_0 为循环基数; K_N 为寿命系数。

二、等寿命疲劳曲线

同一材料在不同的循环特性 r 下,有不同的疲劳极限 σ_{rN} ,它们之间的关系可用极限应力线图来表示。按试验的结果,这一疲劳特性曲线为二次曲线,但在工程应用中,常将其以直线来近似代替(见图 3-2)。

图 3-2 中,点 $A'(0, \sigma_{-1})$ 为对称循环极限应力点,点 $D'(\sigma_0/2, \sigma_0/2)$ 为脉动循环极限应力点,点