

◆ 高等院校导学助考丛书

# 机械设计基础

## 学习指导和考试指导

陈秀宁 主编

浙江大学出版社

高等院校导学助考丛书

# 机械设计基础 学习指导和考试指导

陈秀宁 主编

浙江大學出版社

## 内容简介

机械设计基础是高等工科院校开设的一门量大面广的重要技术基础课,通常又是机械类、近机械类考研、自考、学历考试中的主要科目。本书旨在引导读者很好地掌握课程的基本内容和要求,明确重点和难点,并对课程学习,特别是关键内容的学习,加以必要的指导与提示。同时通过例题精选与解析、基本概念自测以及模拟试题等的优化整合,帮助读者进一步高质量、高效率地学习掌握课程并做好应试准备。

全书共分为三篇。第一篇为课程学习总体指导;第二篇为课程学习分章指导,计有 18 章,各章末尾附有思考题和练习题;第三篇为概念自测、模拟试题、题解答案。全书题量达 1200 余道,覆盖面大、题型多样、针对性强,富于启迪。

本书可作为机械类、近机械类高校(包括普通高校、电大、职大、函大、专修学院)学生学习“机械原理”、“机械设计”、“机械设计基础”课程的辅助教材和参考书,同时又是针对考研、自考、学历考试中的机械设计基础课程的辅导教材。此外,本书对青年教师在提高教学质量以及试题准备等方面也将有所裨益。

## 图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础学习指导和考试指导 / 陈秀宁主编.  
杭州:浙江大学出版社, 2003.9  
(高等院校导学助考丛书)  
ISBN 7-308-03381-3

I. 机... II. 陈... 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 (2003) 第 063675 号

责任编辑 樊晓燕

封面设计 刘依群

出版发行 浙江大学出版社

(杭州浙大路 38 号 邮政编码 310027)

(E-mail: zupress@mail.hz.zj.cn)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 浙江大学出版社电脑排版中心

印 刷 浙江大学印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 13.75

字 数 335 千

版 印 次 2003 年 9 月第 1 版 2003 年 9 月第 1 次印刷

印 数 0001—3000

书 号 ISBN 7-308-03381-3/TH·061

定 价 20.00 元

# 前 言

在科教兴国的战略方针指引下,近年来我国高等教育快速发展,本、专科在校生规模迅速扩大。考研、各类自考、学历考试引人瞩目,成为莘莘学子乃至全社会关注的热点之一。

机械设计基础是高等工科院校开设的一门量大面广的重要技术基础课,通常又是机械类、近机械类考研、自考、学历考试中的主要科目。本书旨在引导读者很好地掌握课程的基本内容和要求,明确重点和难点;并对课程学习,特别是关键内容的学习,加以必要的指导和提示;还通过例题精选与解析、基本概念自测以及思考题、练习题、模拟试题等的优化整合,帮助读者进一步高效地学习和掌握课程以及进行应试准备。此外,对本书编写还须说明以下几点:

1. 本书是根据原国家教委批准印发的“机械设计基础课程教学基本要求”,结合对学生平时学习情况的了解和对历届考研、自考、学历考试试卷的调研而编写的,可作为学习和应试指导教材。

2. 本书内容的深广度一般不超出浙江大学出版社出版的陈秀宁主编的《机械设计基础(第二版)》和高等教育出版社出版的杨可桢、程光蕴主编的《机械设计基础(第三版)》的范围,只在必要时作适当补充和延伸。

3. 本书对国内绝大多数版本的《机械设计基础》教材均能配合使用。

4. 工程设计涉及的公式形式、资料数据在各种版本的教材中不尽相同。为了减少由此而带来的例题答案表述的不便,本书涉及的设计公式、量纲单位和数据资料与浙江大学出版社的版本一致。即便如此,由于工程设计是多元解,答案只能给出一种供参考的可行解。

5. 本书的编写注意覆盖面的广泛性,但“指导”不是平均着墨而是分清主次和关键。

6. 创新是设计的灵魂,本书每章均有一定具有创新创意的题目,供读者在学习中与时俱进,注意创新意识与能力的培养和锻炼。

参加本书编写的有:浙江大学陈秀宁(第一、二、十七、十八章及第一、三篇)、沈萌红(第十二、十三、十四、十五章)、朱聘和(第三、四、十、十一章);浙江工业大学应富强(第五、六章);宁波大学龚秉周(第七、八、九、十六章)。全书由陈秀宁主编。

浙江大学陈宗农教授精心审阅了本书并提出了宝贵意见。许多专家对本书的编写给予了热情的支持,并提出了中肯的意见。吴碧琴先生为本书整理书稿并作润色。编者在此一并致以衷心的感谢。

编者也以能通过本书为莘莘学子的课程学习得到充实、提高与升华,以及在考研和各类应试中成功闯关夺隘而搭桥铺路感到莫大欣慰。

限于编者水平,书中误漏和不妥之处殷切期望专家和读者批评指正。

编 者

2003年6月于杭州

# 目 录

## 第一篇 课程学习总体指导

|                    |   |
|--------------------|---|
| 一、明确课程的性质和任务 ..... | 3 |
| 二、熟识课程的知识体系 .....  | 3 |
| 三、了解课程的特点 .....    | 3 |
| 四、掌握课程的学习方法 .....  | 4 |
| 五、重视实践和创新 .....    | 6 |
| 六、刻苦学习才是成功之本 ..... | 6 |

## 第二篇 课程学习分章指导

|                      |    |
|----------------------|----|
| <b>第一章 总 论</b> ..... | 9  |
| 一、主要内容与学习要求 .....    | 9  |
| 二、重点与难点 .....        | 9  |
| 三、学习指导与提示 .....      | 10 |
| 四、例题精选与解析 .....      | 12 |
| 五、思考题与练习题 .....      | 14 |
| <b>第二章 联 接</b> ..... | 16 |
| 一、主要内容与学习要求 .....    | 16 |
| 二、重点与难点 .....        | 16 |
| 三、学习指导与提示 .....      | 17 |
| 四、例题精选与解析 .....      | 20 |
| 五、思考题与练习题 .....      | 23 |
| <b>第三章 带传动</b> ..... | 26 |
| 一、主要内容与学习要求 .....    | 26 |
| 二、重点与难点 .....        | 26 |
| 三、学习指导与提示 .....      | 27 |
| 四、例题精选与解析 .....      | 28 |
| 五、思考题与练习题 .....      | 30 |
| <b>第四章 链传动</b> ..... | 32 |
| 一、主要内容与学习要求 .....    | 32 |

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 二、重点与难点·····                     | 32 |
| 三、学习指导与提示·····                   | 32 |
| 四、例题精选与解析·····                   | 34 |
| 五、思考题与练习题·····                   | 36 |
| <b>第五章 齿轮传动</b> ·····            | 37 |
| 一、主要内容与学习要求·····                 | 37 |
| 二、重点与难点·····                     | 38 |
| 三、学习指导与提示·····                   | 38 |
| 四、例题精选与解析·····                   | 44 |
| 五、思考题与练习题·····                   | 49 |
| <b>第六章 蜗杆传动</b> ·····            | 52 |
| 一、主要内容与学习要求·····                 | 52 |
| 二、重点与难点·····                     | 52 |
| 三、学习指导与提示·····                   | 53 |
| 四、例题精选与解析·····                   | 55 |
| 五、思考题与练习题·····                   | 57 |
| <b>第七章 轮系、减速器及机械无级变速传动</b> ····· | 59 |
| 一、主要内容与学习要求·····                 | 59 |
| 二、重点与难点·····                     | 59 |
| 三、学习指导与提示·····                   | 60 |
| 四、例题精选与解析·····                   | 62 |
| 五、思考题与练习题·····                   | 65 |
| <b>第八章 螺旋传动</b> ·····            | 69 |
| 一、主要内容与学习要求·····                 | 69 |
| 二、重点与难点·····                     | 69 |
| 三、学习指导与提示·····                   | 69 |
| 四、例题精选与解析·····                   | 71 |
| 五、思考题与练习题·····                   | 73 |
| <b>第九章 连杆机构</b> ·····            | 75 |
| 一、主要内容与学习要求·····                 | 75 |
| 二、重点与难点·····                     | 75 |
| 三、学习指导与提示·····                   | 76 |
| 四、例题精选与解析·····                   | 78 |
| 五、思考题与练习题·····                   | 82 |
| <b>第十章 凸轮机构</b> ·····            | 84 |
| 一、主要内容与学习要求·····                 | 84 |
| 二、重点与难点·····                     | 84 |
| 三、学习指导与提示·····                   | 84 |
| 四、例题精选与解析·····                   | 87 |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 五、思考题与练习题               | 90  |
| <b>第十一章 间歇运动机构</b>      | 92  |
| 一、主要内容与学习要求             | 92  |
| 二、重点与难点                 | 92  |
| 三、学习指导与提示               | 92  |
| 四、例题精选与解析               | 93  |
| 五、思考题与练习题               | 94  |
| <b>第十二章 轴</b>           | 96  |
| 一、主要内容与学习要求             | 96  |
| 二、重点与难点                 | 96  |
| 三、学习指导与提示               | 96  |
| 四、例题精选与解析               | 100 |
| 五、思考题与练习题               | 104 |
| <b>第十三章 滑动轴承</b>        | 106 |
| 一、主要内容与学习要求             | 106 |
| 二、重点与难点                 | 106 |
| 三、学习指导与提示               | 107 |
| 四、例题精选与解析               | 109 |
| 五、思考题与练习题               | 111 |
| <b>第十四章 滚动轴承</b>        | 113 |
| 一、主要内容与学习要求             | 113 |
| 二、重点与难点                 | 113 |
| 三、学习指导与提示               | 114 |
| 四、例题精选与解析               | 117 |
| 五、思考题与练习题               | 120 |
| <b>第十五章 联轴器、离合器和制动器</b> | 122 |
| 一、主要内容与学习要求             | 122 |
| 二、重点与难点                 | 122 |
| 三、学习指导与提示               | 122 |
| 四、例题精选与解析               | 124 |
| 五、思考题与练习题               | 125 |
| <b>第十六章 弹 簧</b>         | 126 |
| 一、主要内容与学习要求             | 126 |
| 二、重点与难点                 | 126 |
| 三、学习指导与提示               | 126 |
| 四、例题精选与解析               | 128 |
| 五、思考题与练习题               | 129 |
| <b>第十七章 机械速度波动的调节</b>   | 130 |
| 一、主要内容与学习要求             | 130 |

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 二、重点与难点 .....            | 130 |
| 三、学习指导与提示 .....          | 130 |
| 四、例题精选与解析 .....          | 132 |
| 五、思考题与练习题 .....          | 133 |
| <b>第十八章 回转件的平衡</b> ..... | 134 |
| 一、主要内容与学习要求 .....        | 134 |
| 二、重点与难点 .....            | 134 |
| 三、学习指导与提示 .....          | 134 |
| 四、例题精选与解析 .....          | 135 |
| 五、思考题与练习题 .....          | 136 |

### 第三篇 概念自测、模拟试题、题解答案

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| <b>第一部分 基本概念自测题</b> ..... | 141 |
| 一、填空题 .....               | 141 |
| 二、单项选择题 .....             | 158 |
| 三、判断题 .....               | 173 |
| <b>第二部分 模拟试题精选</b> .....  | 184 |
| 一、机械设计基础试题 I .....        | 184 |
| 二、机械设计基础试题 II .....       | 186 |
| 三、机械设计基础试题 III .....      | 189 |
| 四、机械设计基础试题 IV .....       | 193 |
| <b>第三部分 题目参考答案</b> .....  | 196 |
| 一、基本概念自测题答案 .....         | 196 |
| 二、部分习题参考答案 .....          | 203 |
| 三、模拟试题参考答案 .....          | 208 |
| <b>主要参考书目</b> .....       | 212 |

# 第一篇 课程学习总体指导



## 一、明确课程的性质和任务

机械设计基础是一门培养学生掌握机械组成与设计的基本知识、基本理论和基本方法,具有初步机械设计能力的技术基础课。通过本课程的学习和课程设计实践,要达到:

1. 了解使用、维护和管理机械设备的一些基础知识;
2. 掌握机械中常用机构、通用零部件的工作原理、特点、应用及其设计计算方法;
3. 具有设计传动装置和简单机械的能力;
4. 为后继有关机械设备课程的学习和专业设备设计以及进行复杂的机械设计打下必要的基础。

## 二、熟识课程的知识体系

本书第二篇对机械设计基础课程中的所有内容分18章进行分章学习指导。课程内容学习可分为下列知识体系:①总论(第一章,主要讲述机械的组成、机械设计的基本知识、规律和原则);②联接(第二章);③连续回转的传动(第三章~第七章);④改变运动形式的传动(第八章~第十一章);⑤轴及其支承、接合和制动(第十二章~第十五章);⑥机械调速和平衡(第十七章~第十八章);⑦其他机件——弹簧(第十六章)。此外,有条件的学生可自学机电一体化以及机械发展与创新等扩展和拓延的内容。

## 三、了解课程的特点

### 1. 学科综合性

机械设计基础课程要综合应用工程图学、工程力学、材料与热处理、金属工艺学、机械制造基础、公差与技术测量、机电一体化以及现代设计理论与方法等学科和课程的知识来解决机构、机械零部件和整机的设计问题。这些知识的储备和运用,对学好本门课程至关重要。

### 2. 贯穿设计性

机械设计基础课程从总论、整机设计到机构、机械零部件设计,始终将设计这一主线贯穿于课程各章内容之中,即使在机械调速和平衡这两章讲述机械动力学有关内容中,也分别以飞轮转动惯量设计和平衡质量大小及位置设计为主线。

### 3. 工程实践性

机械设计基础课程论述机械设计理论和研究机械设计方法的核心是要以此解决机械设计的实际问题。与数学、力学相比,机械设计计算具有鲜明的工程实践性,要综合考虑标准、

规范、检测、制造、拆装、性能价格比等等工程实际问题。课程的习题、作业、设计往往不可能是惟一解而是一个符合工程实践的可行解或可行方案。此外,在设计计算中常需选择或确定设计参数、修正系数、许用值、经验数据,需要翻阅手册、资料,甚至边设计、边画图、边修改。

#### 4. 创新发展性

机械设计基础课程中体现机械发展的过程是不断创新的过程,从功能原理、原动力、机构、结构、材料、制造工艺、检测试验以及设计理论和方法均不断涌现创新和发明,创新是设计的灵魂,创新推动机械向更完美的境界发展。

### 四、掌握课程的学习方法

机械设计基础课程是学生首次接触的理论分析与工程实践并重的工程设计性课程。俗话说:“先要会得学,才能学得会。”言简意赅,极富哲理。采取并掌握较好的学习方法,这对于课程学习及提高应试质量和效率无疑是有较大帮助的。本书在第二篇中将对课程具体内容予以分章指导,这里提出一些需要注意的共性问题,供读者在实践中参考。

#### 1. 了解课程,有的放矢

有些学生认为介绍课程的性质、任务、体系、特点等内容是无关紧要的“开场白”,这实在是学习认识上的误区。只有了解好课程,才能有的放矢去掌握好课程。读者要深刻领会课程的性质与任务,以此作为学习本课程的总纲和目标;要了解课程内容,把整体课程内容分解为若干个知识体系,环绕总纲、目标和体系进行学习、领会和检查;要掌握课程的特点,着眼于基本知识、基本理论与基本方法,分清主次,抓住问题的关键和本质;要认真阅读原教材和本书,使二者有机结合、相辅相成;要认真做各章的思考题、练习题,潜心用本书第三篇提供的基本概念自测题和模拟试题,先一丝不苟地自我完成,然后再用本书所附答案评测和分析。

#### 2. 设计主线,融会贯通

对于机械的优劣来说,设计是关键。读者要把握以设计为纲这一主线,对任一机构都要贯穿对其工作原理、运动特性、特点、应用和设计的分析;对任一机械零部件都要贯穿其组成、工作原理、特点、应用、失效形式、工作能力计算和结构设计的内容;对整机设计要贯彻确保功能要求实现、合理选择原动机、分析和拟定传动方案,进行总体设计的思路。要从整体出发来考虑机构和各零部件设计,使之协调配合,优化完善。

#### 3. 概括提炼,直面“五多”

本课程内容多、公式多、参数多、系数多、需查找的数据资料多。学生在学习和应试中常为这“五多”问题感到困惑,这确是客观事实。

关于课程内容多的问题是课程性质、任务和特点的需要所决定的,不能回避,但需善于学习、处理好这个问题。深刻领会课程的性质与任务,熟识整体课程内容分解的知识体系,把

握以设计为纲这一主线,分清主次,抓住问题的本质,明确重点、难点和各章学习的基本要求。理顺思路和主攻方向对处理好内容多的问题,可能有事半功倍的效果。

公式多、参数多、系数多、需查找的数据资料多的确也是学习和掌握本门课程以及应试准备中需要认真对待的问题。

对于机械设计中的众多公式必须弄清它们表示什么意义,用来解决什么问题,适用于什么条件和场合。对机械设计中的众多公式均相应分列于各章之中,建议从属性上加以纵向归纳,可有:①原理性公式,如平面自由度计算公式,铰链四杆机构行程速比系数计算公式、液体动压理论一维雷诺方程等;②静力学、运动学、动力学的基本公式;③工作能力计算公式,如强度公式、刚度公式、热平衡计算公式、寿命计算公式等;④几何尺寸计算公式等之区分。也有理论公式、经验公式、实验拟合公式、当量或转化公式以及条件性公式等之区分。概念清楚有助于对待和处理。概念性的、基本的公式(如平面自由度计算公式  $F=3n-2P_L-P_H$ , 齿轮分度圆直径公式  $d=mz$  等)必须熟记,许多经验性的或冗长、繁复的公式无需强记。对由理论经烦琐推导的公式应了解其推演的理论根据而不必记住推演的整个数学过程。此外,在众多公式中还需注意:①等价异形的公式,如齿轮传动接触强度计算中的齿面接触应力校核公式与求小齿轮所需分度圆直径的设计公式,滚动轴承寿命计算中的寿命验算公式与求所需基本额定动载荷的设计公式;②由基本公式稍加演绎可得公式,如计算标准直齿圆柱齿轮几何尺寸的众多公式中,只要掌握  $m=p/\pi, d=mz, \cos\alpha_k=d_b/d_k$  几个基本公式和概念,其余的几何尺寸计算公式将可迎刃而解;③类似的公式,如直齿圆柱齿轮和斜齿圆柱齿轮的强度计算公式,只要重点掌握直齿公式以及斜齿公式与其不同点即可。

参数在设计过程中一般作为设计变量需加以合理选择,如齿轮传动设计中的齿数、模数、齿宽系数等。修正系数一般在设计中用于根据实际情况对原公式或原有实验条件作修正,如V带传动许用功率计算中的包角系数、带长系数等。二者的选择和确定均应着重其定性影响,一般无需背记其取值范围。正确从手册、资料、图表中查找数据是学生学习本课程应具有的基本能力,平时练习应在“熟练”、“正确”上下功夫。查找数据要根据实际情况和条件,也可采用插值方法。众多数据无需也不可能记住,试卷中给出部分表格或图线供考生当场查找取用的情形并不鲜见。

#### 4. 题林深耘,硕果丰盈

本书精选了58道例题并给予解析。题目具有一定典型性、启发性,读者应细加研阅、领会思路和方法。本书计18章共附有196道思考题与练习题,这是学用结合、巩固理论、进行自我检查、锻炼独立思考问题以及分析问题和解决问题的能力、进一步深化知识的重要环节。本书所列888道基本概念自测题覆盖面大,形式多样,许多还是根据学生容易混淆或犯解题错误的题目中挑选出来的。所附4份模拟试题均有较大的综合性、代表性。所有思考题、练习题、基本概念自测题和模拟试题都希望读者全部独立完成。除各章思考题与习题可以查阅书本和资料外,其余一律闭卷,独立、实战完成,完成以后才能对答案通过测评分析查找不足,知道错在哪里,何以致错,如何总结经验,吸取教训。只有这样才能精进。解题时切忌粗心大意、张冠李戴;而应沉着冷静、从容对待。题目要仔细阅读,明确要求。解题时不要忘了书写量纲单位或将量纲单位搞错。工程中若将量纲单位搞错会铸成大祸,故应试者会因将量纲单位搞错而失分,理所当然。

## 5. 主动学习,高屋建瓴

好的教材和得力指导为高质量、高效率地学习和掌握课程以及应试提供了很好的条件。需要指出,学生在拥有这份优势的同时,还应做到主动学习。主动学习的涵义是主动思考分析,主动归纳提炼,主动总结拓展,主动研究探索。如通过课程中分别学习的当量摩擦系数、当量函数、当量应力、当量动载荷等,是否能领悟到“当量”的涵义;课程中多次出现利用摩擦和减少摩擦、磨损的场合,能否提升到摩擦学设计的意念;在学习各种联轴器时是甲、乙、丙、丁逐一背记优缺点,还是着重分析不足而加以改进创新;再如,在学习各种结构设计时,能否归纳其中有哪些“禁忌”、如何改进提高等共性问题。只有主动学习、研究学习,才能充分发挥自己的学习潜能,化繁为简,转难为易,举一反三,融会贯通,高屋建瓴,占据学习方法上的制高点。

## 五、重视实践和创新

学习掌握机械设计基础课程必须重视实践和创新。科学发展的历史表明,许多伟大的发现、发明和突破性理论的产生莫不是来自科学实验和实践创新。对于机械工程专业的学生来说,其重要性更为不言而喻。基于不同学校进行的实验实践不尽相同,且条件差异悬殊,本书未能如愿给予恰当反映。随着课程内容体系改革和考试改革与时俱进,学生对于实验、设计、实践创新的内容应予以重视而不能掉以轻心。本书对判断结构设计的错误及其更正和改进浓笔重墨,每章均附有创新创意题目,希望读者从中能获得启迪。

## 六、刻苦学习才是成功之本

学好课程是考好课程的根本前提,而成功备考又是检测、巩固、深化和全面掌握课程,提高学生学习、能力与素质的重要环节。本书旨在对机械设计基础课程的学习和应试进行指导,相信定有成效。但这毕竟是“外因”,其积极作用能否得到充分发挥关键还要取决于读者的“内因”,坚持为振兴中华而刻苦学习,顽强拼搏才是学好本门功课以及成功应试之本。

## 第二篇 课程学习分章指导



# 第一章 总 论

## 一、主要内容与学习要求

本章的主要内容是：

- (1)机械的组成；
- (2)本课程研究的内容和目的；
- (3)机械运动简图；
- (4)平面机构自由度；
- (5)机件的失效及其工作能力准则；
- (6)机件的常用材料及其选用；
- (7)机械应满足的基本要求及其设计的一般程序。

本章的学习要求是：

(1)能正确表述机械的基本组成及其三个基本职能部分的作用，能阐述机械、机器、机构、零件、构件、运动副、常用机构和通用零部件的涵义。

(2)明确本课程的内容、性质与任务。

(3)能阐明机械运动简图的意义，了解运动简图中的常用符号，通过研习教材中绘制运动简图的几个例子能看懂一般机械运动简图，具有对复杂程度不高的机械、机构实物绘制运动简图的能力。

(4)会计算平面运动链的自由度，并判别其运动是否确定；对运动简图中的复合铰链、局部自由度和虚约束能阐述其涵义，并在计算自由度时能对其加以识别和正确处理。

(5)能简述机件主要损伤及失效形式，能写出机件工作能力准则的涵义及几种主要准则。

(6)能了解机械制造中常用材料的特性和应用，能表述机件材料选用的一般原则。

(7)能表述机械应满足的基本要求及其设计的一般程序。

## 二、重点与难点

本章的重点是：

- (1)掌握机械的基本组成；
- (2)能看懂和绘制平面机构的运动简图；