

“十三五”国家重点出版物出版规划项目

 名校名家基础学科系列  
Textbooks of Base Disciplines from Top Universities and Experts



面向21世纪课程教材  
Textbook Series for 21st Century

# 工程力学

## (工程静力学与材料力学)

ENGINEERING MECHANICS

第3版

刘荣梅 蔡新 范钦珊 编著



 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

“十三五”国家重点出版物出版规划项目

 **名校名家基础学科系列**  
Textbooks of Base Disciplines from Top Universities and Experts



面向 21 世纪课程教材

# 工程力学

(工程静力学与材料力学)

第 3 版

刘荣梅 蔡 新 范钦珊 编著



机械工业出版社

根据教育部高等学校力学基础课程教学指导委员会 2012 年制订的《高等学校理工科非力学专业力学基础课程教学基本要求》中的《理论力学课程教学基本要求》和《材料力学课程教学基本要求》以及广大读者的意见,本书增添了一些工程实例图片,更新了部分例题。

从力学素质教育的要求出发,本书更注重基本概念,而不追求烦琐的理论推导与数学运算。与以往同类教材相比,本书难度有所下降,工程概念有所加强,引入了大量涉及广泛领域的工程实例及与工程有关的例题和习题。

全书除“工程力学课程总论”外,分为 2 篇,共 12 章。第 1 篇为工程静力学,包括:工程静力学基础、力系的简化、工程构件的静力学平衡问题等共 3 章。第 2 篇为材料力学,包括:材料力学的基本概念、杆件的内力、拉压杆件的应力变形分析与强度设计、梁的强度问题、梁的位移分析与刚度设计、圆轴扭转时的应力变形分析与强度刚度设计、复杂受力时构件的强度设计、压杆的稳定性分析与设计、动载荷与疲劳强度简述等共 9 章。

本书适用于开设少学时工程力学课程的专业,也可以作为专科、成人教育各专业的工程力学教材。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

工程力学:工程静力学与材料力学/刘荣梅,蔡新,范钦珊编著. —3 版.  
—北京:机械工业出版社,2018.8  
“十三五”国家重点出版物出版规划项目 名校名家基础学科系列  
ISBN 978-7-111-60057-2

I. ①工… II. ①刘… ②蔡… ③范… III. ①工程力学-高等学校-教材  
②工程力学-静力学-高等学校-教材③材料力学-高等学校-教材 IV. ①TB12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 110109 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:姜 凤 责任编辑:姜 凤 李 乐 任正一

责任校对:王 延 封面设计:鞠杨

责任印制:张 博

北京华创印务有限公司印刷

2018 年 9 月第 3 版第 1 次印刷

184mm×260mm·17.5 印张·427 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-60057-2

定价:45.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线:010-88379833

读者购书热线:010-88379649

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

金书网:www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版



**刘荣梅** 博士，南京航空航天大学副教授，硕士生导师。主讲“理论力学”、“材料力学”、“工程力学”、“结构应变测试实验设计技术”等本科生和研究生课程，参编教材2部。

2004年获全国基础力学青年教师讲课比赛特等奖，2011年获江苏省高等学校优秀多媒体教学课件遴选二等奖，2011年和2015年获“江苏省大学生力学竞赛优秀指导教师”称号，2015年获“中国力学学会全国徐芝纶力学优秀教师奖”和“江苏省力学优秀教师奖”，2017年在第十一届全国周培源大学生力学竞赛中获“优秀指导教师奖”。



**范钦珊** 清华大学工程力学系教授、博士生导师。历任清华大学固体力学教研组副主任、材料力学教研組主任、系学术委员会委员、校专业技术职称评审委员会委员、校教学委员会委员、教育部工科力学课程教学指导委员会副主任、教育部工科基础力学课程教学指导组组长、国家面向

21世纪力学系列课程教学内容和体系改革项目总负责人。1995年开始享受国务院“政府特殊津贴”。长期从事“非线性屈曲理论与应用”、“反应堆结构力学”、“结构疲劳寿命”、“电力系统导线振动与舞动”、“高压输电线路铁塔优化设计”等方面研究。同时，从事“材料力学”、“工程力学”、“反应堆结构力学基础”、“板壳应力与设计”、“弹性稳定理论”等本科生和研究生课程的教学工作以及计算机辅助教学软件研制与开发工作。

出版教材专著与译著20余部，共约800余万字，在国内外发表各类学术论文70余篇。

1979年获全国优秀科技图书奖，1989年获国家级教学成果奖，1995年、1996年获电力部、核工业部科技进步奖，1993年获北京市优秀教学成果奖，1993、1997年两次获国家教委优秀教材奖，2001年获全国高校自然科学二等奖、国家科技进步二等奖，2002年获全国优秀教材一等奖，2003年获北京市和国家级教学名师奖。



**蔡新** 河海大学教授、博士，河海大学博士生导师。江苏省地震学会理事，江苏省注册咨询专家，江苏省“333新世纪科学技术带头人培养工程”培养对象。

从事高等教育和科学研究20年。注重教育教学研究，参与全国“面向21世纪力学系列课程教学内容和体系改革”项目研究。出版教材和专著10本。

主讲“工程力学”、“材料力学”、“结构力学”、“结构优化设计”、“现代设计方法”等本科生和研究生课程。历任河海大学结构优化设计与CAD研究室主任、工程力学研究所副所长、工程力学学科主任、土木工程学院副院长、国家工科力学教学基地领导小组副组长；全国中文核心期刊《地震工程与工程振动》副主编；南京水利科学研究院江苏南水士建工程公司总经理、材料结构研究所副所长等职。

先后主持和参加国家攻关、自然科学基金及横向科研项目50多项。主要从事复杂土木、水利工程结构的现代设计理论与方法的应用研究。获国家科技进步二等奖1项；省部级科技进步一等、二等奖各1项；河海大学科技进步一等奖1项；河海大学优秀教材一等奖1项。

# 第3版前言

本书是根据我国高等教育和教学改革的发展趋势,以及素质教育与创新精神培养的要求,在国家面向 21 世纪课程教学内容与体系改革的基础上而编写的,充分反映了近年来工程力学(工程静力学与材料力学)教学第一线的新成果、新经验。

承蒙全国工程力学教学第一线的老师厚爱,本书出版以来,第 1 版印刷了 5 次,累计印数 2.3 万册,第 2 版印刷了 15 次,累计印数 4.9 万册。在第 3 版问世之际,谨向关心本书的老师和各界的读者表示诚挚的感谢。

根据教育部高等学校力学教学指导委员会力学基础课程教学指导分委员会制订的《高等学校理工科非力学专业力学基础课程教学基本要求》,以及教学第一线很多老师的意见,这一版在内容与体系方面做了如下调整:

1. 更正了原书中的某些表述,如“二力杆”的定义等。
2. 更正了平面图形几何特性中的惯性矩与惯性积的转轴定理表达式。
3. 补充和更新了一批图片,包括一些工程实例图片。
4. 更换和新增了一些例题。
5. 完善章节内容,如在第 3 章增加了“自由度”的概念,并对刚体系统的静定与超静定做了更全面的定义,增加了考虑摩擦时的平衡形式的讨论;在第 7 章“梁的强度问题”中增加了“平面弯曲曲率与正应力公式应用举例”;第 10 章的 10.9 节“结论与讨论”中增加了“关于应力状态的几点重要结论”和“应用强度设计准则需要注意的几个问题”。

为了教材建设的可持续发展,诚邀南京航空航天大学的刘荣梅副教授接替本人担任本书的第一作者,本人将一如既往地关心和支持后续的修订和出版。

范钦珊

2017 年 10 月于南京



## 第2版前言

本书自 2002 年出版以来受到很多教学第一线老师和同学以及业余读者的厚爱，同时，广大读者也提出了一些宝贵的修改要求和具体意见。对此，著者藉本书再版之际表示诚挚的谢意。

著者最近几年在全国各地讲学的同时，对我国高等学校“工程力学”的教学状况和对工程力学教材的需求进行了大量调研，与全国 500 多名基础力学老师以及近 2000 名同学交换关于本书使用和修改的意见。

在上述调研的基础上，我们进一步认识到，当初我们编写本书的理念基本上是正确的，这就是：在面向 21 世纪课程教学内容与体系改革的基础上，进一步对教学内容加以精选，下大力气压缩教材篇幅，同时进行包括主教材、教学参考书——教师用书和学生用书、电子教材——电子教案与电子书等在内的教学资源一体化的设计，努力为教学第一线的老师和同学提供高水平、全方位的服务。

本书第 2 版的指导思想是，根据新的培养计划和教学基本要求，从一般院校的实际情况出发，删去大部分院校不需要的教学内容以及难度较大的习题。同时，考虑到最近几年来工程灾难性事故时有发生，有必要为工程技术人员提供一点关于动载荷的基本概念和基本知识。为此，将“疲劳强度”一章扩充为“动载荷与疲劳强度简介”。

考虑到本书第 1 版作者之一的郭占起长期在国外工作，为了教材建设工作的可持续发展，特邀原书著者之一、年轻的蔡新教授，共同主持第 2 版以及以后各版的编著工作。蔡新教授长期从事基础力学及相关领域的科学研究和工程建设项目，取得了一系列很有价值的成果。蔡新教授参与主持本书的编著出版工作当是游刃有余。

新世纪中新事物层出不穷，没有也不应该有一成不变的教材，我们将努力跟上时代的步伐，以不断提高“工程力学”课程教学质量为己任，不断地从理念、内容、方法与技术等方面对本书加以修订，使之日臻完善。

衷心希望关爱本书的广大读者继续对本书的缺点和不足提出宝贵意见。

范钦珊

2005 年 10 月于南京



# 第1版前言

根据我国高等教育和教学改革的发展趋势,以及素质教育与创新精神培养的要求,全国普通高等学校新一轮培养计划中,总的课程的教学时数大幅度减少。工程力学课程的教学时数也要相应压缩。怎样在有限的学时数内,使学生既能掌握工程力学的基本知识,又能了解一些工程力学的最新进展;既能培养学生的工程力学素质,又能加强工程概念,这是很多力学教育工作者关心的事情。

1996年以来,基础力学课程在教学内容、课程体系、教学方法以及教学手段等方面进行了一系列改革,取得了一些很有意义的成果,并在教学实践中取得了明显的效果,受到高等教育界和力学界诸多学者的支持和肯定。

本书作为面向21世纪力学系列课程教学内容与体系改革的一部分,对原有工程力学课程的教学内容、课程体系加以进一步分析和研究,在确保基本要求的前提下,删去了一些偏难、偏深的内容,目的是满足那些对工程力学的深度和难度要求不高,但对工程力学的基础知识有一定了解的专业的需求,并作为这些专业的素质教育的一部分。

从力学素质教育的要求出发,本书更注重基本概念,而不追求繁琐的理论推导与繁琐的数学运算。

工程力学与很多领域的工程密切相关。工程力学教育不仅可以培养学生的力学素质,而且可以加强学生的工程概念,这对于他们向其他学科或其他工程领域扩展是很有利的。基于此,本书与以往的同类教材相比,难度有所下降,工程概念有所加强,引入了大量涉及广泛领域的工程实例以及与工程有关的例题和习题。

为了让学生更快、更牢地掌握最基本的知识,在概念、原理的叙述方面做了一些改进。一方面从提出问题、分析问题和解决问题等做了比较详尽的论述与讨论;另一方面通过较多的例题分析,加深学生对于基本内容的了解和掌握。

本书内容的选取以教育部颁布的《少学时工程力学教学基本要求》为依据,同时考虑到20世纪60年代以来,很多新材料不断涌现并且广泛应用于工程实际,将“新材料的材料力学”作为最后一章并用星号(\*)标记,目的是开阔学生的视野,增强适应性。

为了帮助读者复习和自学,特别研制、开发了《工程力学学习指导与解题指南》教学软件光盘,随书发行。软件的内容包括:各章的教学要求、重点和难点以及解题分析。这一软件可以在光盘上直接运行,也可以复制到硬盘中运行,操作非常简便。

本书由“工程静力学”篇和“材料力学”篇组成,由范钦珊主编,蔡新、郭占起、范钦珊编著,具体分工如下:蔡新编写工程静力学,范钦珊、郭占起编写材料力学。





承蒙东北大学王铁光教授详细地审阅了本书的初稿,提出了宝贵的修改意见,编者表示诚挚的谢意。本书清样出来时,作者正在国外,陈艳秋博士及清华大学的研究生张良、孙秀山等对清样进行了详细的校对,笔者谨向他们致以谢忱。

范钦珊

2002年春于清华大学



# 目 录

第3版前言	
第2版前言	
第1版前言	

## 工程力学课程总论

0.1 工程力学课程内容及其在工程设计中的作用	1	0.2 工程力学的研究模型	5
		0.3 工程力学课程的分析方法	5

## 第1篇 工程静力学

第1章 工程静力学基础	8	1.5.1 受力分析概述	19
1.1 力和力矩	8	1.5.2 受力图绘制方法应用举例	20
1.1.1 力的概念	8	1.6 结论与讨论	22
1.1.2 作用在刚体上的力的效应与力的可传性	9	1.6.1 关于约束与约束力	22
1.1.3 力对点之矩	9	1.6.2 关于受力分析	22
1.1.4 力系的概念	11	1.6.3 关于二力构件	23
1.1.5 合力矩定理	11	1.6.4 关于工程静力学中某些原理的适用性	23
1.2 力偶及其性质	12	习题	24
1.2.1 力偶	12	第2章 力系的简化	27
1.2.2 力偶的性质	13	2.1 力系等效与简化的概念	27
1.2.3 力偶系及其合成	13	2.1.1 力系的主矢与主矩	27
1.3 约束与约束力	14	2.1.2 力系等效的概念	27
1.3.1 约束与约束力的概念	14	2.1.3 力系简化的概念	28
1.3.2 柔性约束	14	2.2 力系简化的基础——力向一点平移定理	28
1.3.3 光滑刚性面约束	15	2.3 平面力系的简化	29
1.3.4 光滑铰链约束	15	2.3.1 平面汇交力系与平面力偶系的简化结果	29
1.3.5 滑动轴承与推力轴承	17	2.3.2 平面一般力系向一点简化	29
1.4 平衡的概念	17	2.3.3 平面力系的简化结果	30
1.4.1 二力平衡与二力构件	17	2.4 固定端约束的约束力	32
1.4.2 不平行的三力平衡条件	19	2.5 结论与讨论	33
1.4.3 加减平衡力系原理	19		
1.5 受力分析方法与过程	19		



2.5.1 关于力的矢量性质的讨论	33	解法	44
2.5.2 关于平面力系简化结果的讨论	33	3.3 考虑摩擦时的平衡问题	47
2.5.3 关于实际约束的讨论	33	3.3.1 滑动摩擦定律	48
习题	33	3.3.2 考虑摩擦时构件的平衡问题	49
<b>第3章 工程构件的静力学平衡问题</b>	<b>36</b>	3.4 结论与讨论	51
3.1 平面力系的平衡条件与平衡方程	36	3.4.1 关于坐标系和力矩中心的选择	51
3.1.1 平面一般力系的平衡条件与平衡方程	36	3.4.2 关于受力分析的重要性	51
3.1.2 平面一般力系平衡方程的其他形式	40	3.4.3 关于求解刚体系统平衡问题时要注意的几个方面	52
3.2 简单的刚体系统平衡问题	42	3.4.4 摩擦角与自锁的概念	53
3.2.1 刚体自由度的概念	42	3.4.5 空间力系平衡条件与平衡方程简述	55
3.2.2 刚体系统静定与超静定的概念	43	习题	56
3.2.3 刚体系统的平衡问题的特点与			

## 第2篇 材料力学

<b>第4章 材料力学的基本概念</b>	<b>61</b>	4.8.3 关于工程静力学概念与原理在材料力学中的可用性与限制性	69
4.1 关于材料的基本假定	61	习题	69
4.1.1 均匀连续性假定	61	<b>第5章 杆件的內力图</b>	<b>71</b>
4.1.2 各向同性假定	62	5.1 基本概念与基本方法	71
4.1.3 小变形假定	62	5.1.1 整体平衡与局部平衡的概念	71
4.2 弹性杆件的外力与內力	62	5.1.2 杆件横截面上的內力与外力的相依关系	71
4.2.1 外力	62	5.1.3 控制面	72
4.2.2 內力	62	5.1.4 杆件內力分量的正负号规则	72
4.2.3 截面法 內力分量	63	5.1.5 截面法确定指定横截面上的內力分量	72
4.3 弹性体受力与变形特征	64	5.2 轴力图与扭矩图	73
4.4 杆件横截面上的应力	65	5.2.1 轴力图	73
4.4.1 正应力与切应力的定义	65	5.2.2 扭矩图	75
4.4.2 正应力、切应力与內力分量之间的关系	65	5.3 剪力图与弯矩图	76
4.5 正应变与切应变	66	5.3.1 剪力方程与弯矩方程	76
4.6 线弹性材料的应力-应变关系	67	5.3.2 载荷集度、剪力、弯矩之间的微分关系	78
4.7 杆件受力与变形的基本形式	67	5.3.3 剪力图与弯矩图的绘制	79
4.7.1 拉伸或压缩	67	5.4 结论与讨论	82
4.7.2 剪切	67	5.4.1 几点重要结论	82
4.7.3 扭转	67	5.4.2 正确应用力系简化方法确定控制面上的內力分量	83
4.7.4 平面弯曲	68	* 5.4.3 剪力、弯矩与载荷集度之间的微分关系的证明	83
4.7.5 组合受力与变形	68		
4.8 结论与讨论	69		
4.8.1 关于工程静力学模型与材料力学模型	69		
4.8.2 关于弹性体受力与变形特点	69		



习题 .....	84	推广 .....	117
第 6 章 拉压杆件的应力变形分析与 强度设计 .....	86	7.4 平面弯曲曲率与正应力公式应用 举例 .....	118
6.1 拉伸与压缩杆件的应力与变形 .....	86	7.5 梁的强度计算 .....	121
6.1.1 应力计算 .....	86	7.5.1 梁的失效判据 .....	121
6.1.2 变形计算 .....	87	7.5.2 梁的弯曲强度计算准则 .....	121
6.2 拉伸与压缩杆件的强度设计 .....	92	7.5.3 梁的弯曲强度计算步骤 .....	122
6.2.1 强度设计准则、安全因数与许用 应力 .....	92	7.6 斜弯曲 .....	126
6.2.2 三类强度计算问题 .....	93	7.7 弯矩与轴力同时作用时横截面上的 正应力 .....	128
6.2.3 强度设计准则应用举例 .....	93	7.8 结论与讨论 .....	131
6.3 拉伸与压缩时材料的力学性能 .....	95	7.8.1 关于弯曲正应力公式的应用 条件 .....	131
6.3.1 材料拉伸时的应力-应变曲线 .....	95	7.8.2 弯曲切应力的概念 .....	131
6.3.2 韧性材料拉伸时的力学性能 .....	96	7.8.3 关于截面的惯性矩 .....	132
6.3.3 脆性材料拉伸时的力学性能 .....	97	7.8.4 提高梁强度的措施 .....	132
6.3.4 强度失效概念与失效应力 .....	97	习题 .....	134
6.3.5 压缩时材料的力学性能 .....	98	第 8 章 梁的位移分析与刚度设计 .....	139
6.4 结论与讨论 .....	99	8.1 基本概念 .....	139
6.4.1 本章的主要结论 .....	99	8.1.1 梁弯曲后的挠度曲线 .....	139
6.4.2 关于应力和变形公式的应用 条件 .....	99	8.1.2 梁的挠度与转角 .....	140
* 6.4.3 关于加力点附近区域的应力 分布 .....	100	8.1.3 梁的位移与约束密切相关 .....	140
* 6.4.4 关于应力集中的概念 .....	100	8.1.4 梁的位移分析的工程意义 .....	141
* 6.4.5 拉伸和压缩超静定问题简述 .....	101	8.2 小挠度微分方程及其积分 .....	142
习题 .....	103	8.2.1 小挠度曲线微分方程 .....	142
第 7 章 梁的强度问题 .....	106	8.2.2 积分常数的确定 约束条件与连续 条件 .....	143
7.1 工程中的弯曲构件 .....	106	8.3 工程中的叠加法 .....	145
7.2 与应力分析相关的截面图形几何 性质 .....	107	8.3.1 叠加法应用于多个载荷作用的 情形 .....	145
7.2.1 静矩、形心及其相互关系 .....	107	8.3.2 叠加法应用于间断性分布载荷 作用的情形 .....	147
7.2.2 惯性矩、极惯性矩、惯性积、 惯性半径 .....	109	8.4 简单的超静定梁 .....	148
7.2.3 惯性矩与惯性积的移轴定理 .....	110	8.4.1 求解超静定梁的基本方法 .....	148
7.2.4 惯性矩与惯性积的转轴定理 .....	111	8.4.2 几种简单的超静定问题示例 .....	148
7.2.5 主轴与形心主轴、主惯性矩与 形心主惯性矩 .....	111	8.5 梁的刚度设计 .....	149
7.3 平面弯曲时梁横截面上的正应力 .....	113	8.5.1 刚度设计准则 .....	149
7.3.1 平面弯曲与纯弯曲的概念 .....	113	8.5.2 刚度设计举例 .....	150
7.3.2 纯弯曲时梁横截面上正应力 分析 .....	114	8.6 结论与讨论 .....	152
7.3.3 梁的弯曲正应力公式的应用与		8.6.1 关于变形和位移的相依关系 .....	152
		8.6.2 关于梁的连续光滑曲线 .....	152
		* 8.6.3 关于求解超静定问题的讨论 .....	152
		8.6.4 关于求解超静定结构特性的	



讨论 .....	153	10.3.2 平面应力状态的三个主应力 .....	179
8.6.5 提高刚度的途径 .....	154	10.3.3 面内最大切应力与一点的最大切应力 .....	179
习题 .....	156	10.4 分析应力状态的应力圆方法 .....	183
<b>第9章 圆轴扭转时的应力变形分析与强度刚度设计</b> .....	159	10.4.1 应力圆方程 .....	183
9.1 工程上传递功率的圆轴及其扭转变形 .....	159	10.4.2 应力圆的画法 .....	183
9.2 切应力互等定理 .....	159	10.4.3 应力圆的应用 .....	184
9.3 圆轴扭转时的切应力分析 .....	160	10.5 复杂应力状态下的应力-应变关系 应变能密度 .....	186
9.3.1 变形协调方程 .....	161	10.5.1 广义胡克定律 .....	186
9.3.2 弹性范围内的切应力-切应变关系 .....	161	10.5.2 各向同性材料各弹性常数之间的关系 .....	187
9.3.3 静力学方程 .....	161	10.5.3 总应变能密度 .....	188
9.3.4 圆轴扭转时横截面上的切应力表达式 .....	162	10.5.4 体积改变能密度与畸变能密度 .....	188
9.4 承受扭转时圆轴的强度设计与刚度设计 .....	165	10.6 复杂应力状态下的强度设计准则 .....	189
9.4.1 扭转试验与扭转破坏现象 .....	165	10.6.1 最大拉应力准则 .....	189
9.4.2 扭转强度设计 .....	166	* 10.6.2 最大拉应变准则 .....	190
9.4.3 抗扭刚度设计 .....	168	10.6.3 最大切应力准则 .....	191
9.5 结论与讨论 .....	169	10.6.4 畸变能密度准则 .....	191
9.5.1 关于圆轴强度与刚度设计 .....	169	10.7 圆轴承受弯曲与扭转共同作用时的强度计算 .....	193
9.5.2 矩形截面杆扭转时的切应力 .....	169	10.7.1 计算简图 .....	193
习题 .....	171	10.7.2 危险点及其应力状态 .....	194
<b>第10章 复杂受力时构件的强度设计</b> .....	174	10.7.3 强度设计准则与设计公式 .....	195
10.1 基本概念 .....	174	10.8 薄壁容器强度设计简述 .....	198
10.1.1 什么是应力状态,为什么要研究应力状态 .....	174	10.8.1 环向应力与纵向应力 .....	198
10.1.2 应力状态分析的基本方法 .....	175	10.8.2 强度设计简述 .....	199
10.1.3 建立复杂受力时失效判据的思路与方法 .....	175	10.9 结论与讨论 .....	201
10.2 平面应力状态分析——任意方向面上应力的确定 .....	176	10.9.1 关于应力状态的几点重要结论 .....	201
10.2.1 方向角与应力分量的正负号约定 .....	176	10.9.2 平衡方法是分析应力状态最重要、最基本的方法 .....	201
10.2.2 微元的局部平衡方程 .....	177	10.9.3 正确应用广义胡克定律 .....	202
10.2.3 平面应力状态中任意方向面上的正应力与切应力 .....	177	10.9.4 应用强度设计准则需要注意的几个问题 .....	202
10.3 应力状态中的主应力与最大切应力 .....	178	习题 .....	203
10.3.1 主平面、主应力与主方向 .....	178	<b>第11章 压杆的稳定性分析与设计</b> .....	206
		11.1 弹性平衡稳定性的基本概念 .....	206
		11.1.1 平衡状态的稳定性和不稳定性 .....	206
		11.1.2 临界状态与临界载荷 .....	207
		11.1.3 三种类型的压杆的不同临界	



状态 .....	207	12.3 冲击载荷与冲击应力计算 .....	228
11.2 细长压杆的临界载荷——欧拉		12.3.1 计算冲击载荷的基本假定 .....	228
临界力 .....	207	12.3.2 机械能守恒定律的应用 .....	229
11.2.1 两端铰支的细长压杆 .....	207	12.3.3 冲击动荷因数 .....	230
11.2.2 其他刚性支承细长压杆临界		12.4 疲劳强度概述 .....	234
载荷的通用公式 .....	209	12.4.1 交变应力的名词和术语 .....	234
11.3 长细比的概念 三类不同压杆的		12.4.2 疲劳失效特征 .....	236
判断 .....	210	12.4.3 疲劳极限与应力-寿命曲线 .....	238
11.3.1 长细比的定义与概念 .....	210	12.5 影响疲劳寿命的因素 .....	239
11.3.2 三类不同压杆的区分 .....	210	12.5.1 应力集中的影响——有效应力	
11.3.3 三类压杆的临界应力公式 .....	211	集中因数 .....	239
11.3.4 临界应力总图与 $\lambda_p$ 、 $\lambda_s$ 值的		12.5.2 零件尺寸的影响——尺寸	
确定 .....	211	因数 .....	240
11.4 压杆的稳定性设计 .....	212	12.5.3 表面加工质量的影响——表面	
11.4.1 压杆稳定性设计内容 .....	212	质量因数 .....	240
11.4.2 安全因数法与稳定性设计		12.6 有限寿命设计与无限寿命设计 .....	240
准则 .....	212	12.6.1 基本概念 .....	240
11.4.3 压杆稳定性设计过程 .....	213	12.6.2 无限寿命设计方法简述 .....	241
11.5 压杆稳定性分析与稳定性设计		12.6.3 等幅对称应力循环下的工作安全	
示例 .....	213	因数 .....	241
11.6 结论与讨论 .....	218	12.7 结论与讨论 .....	242
11.6.1 稳定性计算的重要性 .....	218	12.7.1 不同情形下动荷因数具有不同的	
11.6.2 影响压杆承载能力的因素 .....	218	形式 .....	242
11.6.3 提高压杆承载能力的主要		12.7.2 运动物体突然制动时的动载荷与	
途径 .....	219	动应力 .....	242
11.6.4 稳定性计算中需要注意的几个		12.7.3 提高构件疲劳强度的途径 .....	242
重要问题 .....	220	习题 .....	243
习题 .....	221	附录 .....	245
第 12 章 动载荷与疲劳强度简述 .....	224	附录 A 型钢表 (GB/T 706—2008) .....	245
12.1 等加速直线运动时构件上的动载荷		附录 B 习题答案 .....	260
与动应力 .....	224	附录 C 索引 .....	264
12.2 旋转构件的受力分析与动应力		参考文献 .....	268
计算 .....	225		



“十三五”国家重点出版物出版规划项目



名校名家基础学科系列

Textbooks of Base Disciplines from Top Universities and Experts



面向 21 世纪课程教材

# 工程力学

(工程静力学与材料力学)

第 3 版

刘荣梅 蔡 新 范钦珊 编著



机械工业出版社





# 工程力学课程总论

## 0.1 工程力学课程内容及其在工程设计中的作用

工程力学 (engineering mechanics) 涉及众多的力学学科分支与广泛的工程技术领域。作为高等工科学校的一门课程, 本书所论的“工程力学”只包含“工程静力学” (engineering statics) 和“材料力学” (mechanics of materials) 两部分。

“工程静力学”研究作用在静力平衡物体上的力及其相互关系。“材料力学”研究在外力的作用下, 工程基本构件内部将产生什么力, 这些力是怎样分布的, 将发生什么变形, 以及这些变形对于工程构件的正常工作将会产生什么影响。

20 世纪以前, 推动近代科学技术与社会进步的蒸汽机、内燃机、铁路、桥梁、船舶、兵器等, 无一不是在力学知识的累积、应用和完善的基础上逐渐形成和发展起来的。

20 世纪产生的诸多高新技术, 如高层建筑 (图 0-1)、大型桥梁 (图 0-2)、海洋石油钻井平台 (图 0-3)、精密仪器、航空航天器 (图 0-4 和图 0-5) 以及大型水利工程 (图 0-6) 等许多重要工程更是在工程力学指导下得以实现, 并不断发展完善的。

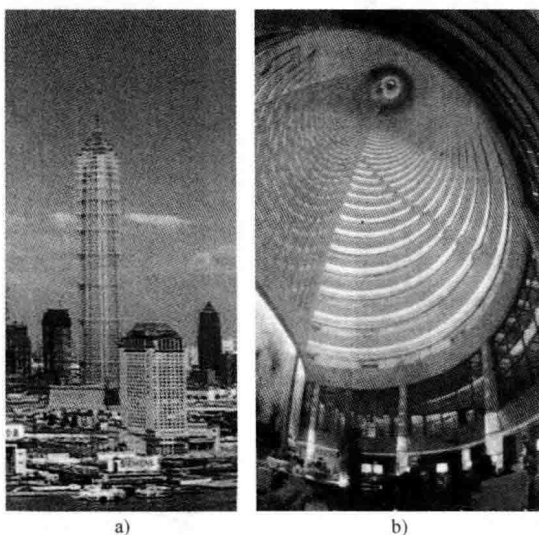


图 0-1 高层建筑

a) 上海浦东金茂大厦 b) 金茂大厦中庭

