

Mc  
Graw  
Hill  
Education

# 材料力学

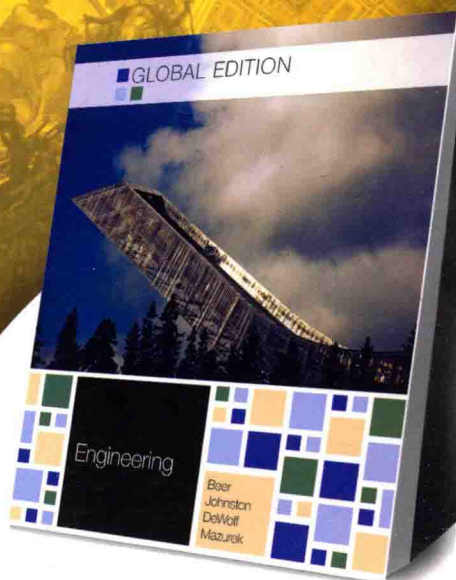
翻译版 · 原书第6版

**Mechanics of Materials, 6e**

费迪南德 P. 比尔 (Ferdinand P. Beer)  
[美] E. 罗素 · 约翰斯顿 Jr. (E. Russell Johnston, Jr.) 编著  
约翰 T. 德沃尔夫 (John T. Dewolf)  
戴维 F. 马祖雷克 (David F. Mazurek)  
陶秋帆 范钦珊 译



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



时代教育·国外高校优秀教材精选

# 材料力学

Mechanics of Materials

翻译版·原书第6版

Sixth Edition

费迪南德 P. 比尔 (Ferdinand P. Beer)

E. 罗素·约翰斯顿 Jr. (E. Russell Johnston, Jr.)

约翰 T. 德沃尔夫 (John T. Dewolf)

戴维 F. 马祖雷克 (David F. Mazurek)

陶秋帆 范钦珊 译

编著

[美]



机械工业出版社

北京市版权局著作权合同登记图字：01-2013-0182 号。

# 图书在版编目（CIP）数据

材料力学：第6版/（美）比尔（Beer, F. P.）等编著；陶秋帆，范钦珊译. -北京：机械工业出版社，2015.3

书名原文：Mechanics of Materials

时代教育：国外高校优秀教材精选

ISBN 978-7-111-49016-6

I. ①材… II. ①比… ②陶…③范… III. ①材料力学-高等学校-教材  
IV. ①TB301

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2014）第 303171 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 臧程程 版式设计：赵颖喆

责任校对：张 征 纪 敬 封面设计：鞠 杨 责任印制：李 洋

北京振兴源印务有限公司印刷

2015 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm · 46.625 印张 · 1008 千字

标准书号：ISBN 978-7-111-49016-6

定价：99.00 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

封面防伪标均为盗版

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

本书的特色是,注重基本概念与基本原理的表述以及简单模型的应用,特别注重工程应用。在此基础上导出工程上所需要的材料力学设计公式。首先,在每一章的引言中,引入相关的工程背景和工程实例;其次,对于每一个概念、原理和公式,都指出在什么条件下可以安全地应用于工程结构以及机器零部件的分析与设计;此外,特别注重设计,从第1章开始就引入轴向载荷作用下构件的分析与设计。

本书内容包括应力的概念,轴向载荷作用下的应力与应变,扭转,纯弯曲,弯曲时梁的分析与设计,梁和薄壁构件中的切应力,应力变换与应变变换,给定载荷作用下的主应力,梁的挠度,压杆稳定和能量方法。

本书可供高等院校相关专业的材料力学教学使用,也可供相关专业科研人员和工程技术人员参考。

Ferdinand P. Beer, E. Russell Johnston, Jr., John T. Dewolf, David F. Mazurek, Global Edition Adapted by Dr. Sanjeev Sanghi

MECHANICS OF MATERIALS, SIXTH EDITION.

978-0-07-131439-8

Copyright © 2012 by McGraw-Hill Education.

All Rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including without limitation photocopying, recording, taping, or any database, information or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

This authorized Chinese translation edition is jointly published by McGraw-Hill Education (Asia) and China Machine Press. This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only, excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan.

Copyright © 2013 by The McGraw-Hill Asia Holdings (Singapore) PTE. LTD and China Machine Press.

版权所有。未经出版人事先书面许可,对本出版物的任何部分不得以任何方式或途径复制或传播,包括但不限于复印、录制、录音,或通过任何数据库、信息或可检索的系统。

本授权中文简体翻译版由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司和机械工业出版社合作出版,此版本经授权仅限在中华人民共和国境内(不包括香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾)销售。

版权©2013由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司和机械工业出版社所有。

本书封面贴有 McGraw-Hill Education 公司防伪标签,无标签者不得销售。



机械工业出版社

## 国外高校优秀教材审定委员会

主任委员：

杨叔子

委员（按姓氏笔画为序）：

王先逵

王大康

白峰杉

史荣昌

朱孝禄

陆启韶

张润琦

张策

张三慧

张福润

张延华

吴宗泽

吴麒

宋心琦

李俊峰

余远斌

陈文楷

陈立周

单辉祖

俞正光

赵汝嘉

郭可谦

翁海珊

龚光鲁

章栋恩

黄永畅

谭泽光

# 译者序

现在呈现在读者面前的这本翻译版，原书是约翰 T. 德沃尔夫和戴维 F. 马祖雷克修订的比尔和约翰斯顿所著之《材料力学》的第 6 版。

笔者 1985—1986 年在荷兰代尔夫特大学工作期间就见到了 1981 年出版的这本书的国际学生版 (International Student Edition)。研读多时，爱不释手。回国后笔者所编著的《工程力学》和《材料力学》教材中，引用了该书中某些独具特色的理论表述，以及一些具有工程背景和能够帮助学生理解课程内容的例题与习题。在笔者编著的教材的参考书目中，这本书被列为外文参考书的第一位。其后，笔者一直关注该书后继的再版版本。

时隔将近 30 年，现在的第 6 版不仅传承了前几版的特色，而且加入了一些与著者自己研究成果有关的、具有工程背景的新内容，以及信息时代的元素。综览全书，这本书的特色体现在以下诸方面：

(1) 注重基本概念与基本原理的表述以及简单模型的应用，在此基础上导出工程中所需要的材料力学设计公式。与此同时，特别注重工程应用。首先，在每一章的引言中，引入相关的工程背景和工程实例；其次，对于每一个概念、原理和公式，都指出在什么条件下可以安全地应用于工程结构以及机器零部件的分析与设计。此外，特别注重设计，从第 1 章开始就引入轴向载荷作用下构件的分析与设计。

(2) 对于那些重要的概念、原理和方法，需要读者不断认识和深化理解，以及将来在工程领域中的应用，书中细水长流、逐步深化、贯穿始终，使全书保持完整的系统性。不仅如此，该书还从工程需要出发，特别强调“材料力学”与先修课程“静力学”的联系。大家都知道：受力分析不仅是学习材料力学课程的基础，而且是工程分析与设计的重要内容，受力分析与隔离体图遍及全书。

(3) 在理论分析与公式推导方面，不追求繁琐的数学演绎，而是充分应用基本概念和原理以及必要的图形解析，得出有关的结论。例如，书中应用反对称分析方法，推演出圆轴扭转时横截面保持平面，并发生刚性转动，简洁、明晰。又如，在应力变换一章中，采用平衡方法导出任意方向面上的正应力和切应力之后，进而导出莫尔圆方程，然后直接从莫尔圆上给出主应力、主方向和面内最大切应力。读者易于理解、便于记忆。

(4) 为了帮助读者组织好复习，提醒读者发现那些特别需要关注的问题，书中每一章的最后，都有小结和回顾。

(5) 为了照顾不同层面读者的不同需求，以及在校学生将来在工程领域工作

的需要,书中还编写了一些工程上很有价值的材料,供在校学生的选修或选读,并且都用“\*”标出。这些材料包括:纤维增强复合材料等多种材料的力学性能;残余应力;矩形截面和薄壁截面杆件的扭转;非对称截面梁的应力分析;失效准则;以及确定梁挠度的奇异函数法和面积矩法等。

(6) 书中的例题、习题反映了著者的研究经历与教学经历,很具工程性、思考性和启发性。大致有这样几类:一是通常所说的例题(Example,或称例),用以诠释基本内容,帮助读者理解和应用一些基本概念以及基本原理;二是解题范例(Sample Problem),这类题力图说明理论在实际工程中的应用,一方面作为基本内容的延伸,另一方面为读者在解决问题特别是解决实际工程问题时完善自己的解决方案做出示范;三是习题(Problem),绝大多数习题都是与工程实际有关的,这对于工程专业的学生具有吸引力;四是复习题(Review Problem);五是计算机习题(Computer Problem),推荐和鼓励读者采用计算机求解材料力学问题,不仅可以帮助读者加深对于相关内容的理解,而且能够为读者以后解决有意义的工程问题时提供所必需的训练。为了帮助那些需要通过相关的考试获得美国执业工程师资质的读者,该书在最后的一个附录中给出了“工程考试基础”,其中的练习题都包含在有关章节的习题中,这些章节都是与工程考试有关的。

笔者认为,一本好的教材取决于编著者的学术积淀与长期在教学第一线的教学实践。对于材料力学而言,前者不仅包括编著者的力学和数学功底与学术成就,而且还应该包括编著者在工程领域所从事的研究工作及其成果;后者则应该包括在教学第一线工作的同时,研究教学、改革教学、继承、积累和创新,形成自己的教学体系与教学风格。从这个意义上讲,上述特色与该书的前后几任著者的研究经历和教学经历密不可分,这本书的前任与后继著者在这两方面都是当之无愧的。

比尔出生于法国,在巴黎的大学获得硕士学位,在瑞士的日内瓦大学获得一般力学博士学位。二战结束后在美国的威廉姆斯学院与麻省理工学院的一个艺术与工程结合的项目中执教4年,他的研究领域是随机过程与随机振动。约翰斯顿出生于美国费城,他在特拉华大学获得学士学位,在麻省理工学院获得结构工程的博士学位,他的研究领域为弹性稳定以及结构分析与设计。二人后来同时就职于利哈伊大学的土木工程和力学系,而且比尔还主管力学课程。在开展研究工作的同时,他们对基础力学课程教学改革的兴趣从未减退,在讲授这些课程内容的同时,他们一直在对讲稿不断地进行修改并且开始合作撰写这本书第1版的手稿。

后继著者康涅狄克大学教授约翰 T. 德沃尔夫从夏威夷大学获得土木工程学士学位,从康奈尔大学获得结构工程硕士和博士学位,从事弹性稳定、桥梁监控、结构分析与设计研究,而且还是美国土木工程注册工程师,作为第2版的著者之一参与比尔和约翰斯顿的团队。另一位后继著者戴维 F. 马祖雷克是美国海

岸警卫队学院的教授，是在第4版时加入比尔团队的。马祖雷克从佛罗里达理工学院获得海洋工程学士学位，从康涅狄克大学获得土木工程硕士学位，同时也是一位美国土木工程注册工程师，其研究领域有：桥梁工程、结构识别与抗爆炸设计。

高水平的编写团队才能编写出高水平的教材，这一点毋庸置疑。

写完上述述评之后，笔者郑重地向我国从事材料力学教学工作的老师们推荐本书。用一点时间研读这本书，借鉴其长处，改革我国的材料力学教学，进一步提高我国材料力学课程的教学质量。郑重地向我国工作在相关工程领域的工程师们推荐本书。这本书可以帮助各位回顾和深化原来在学校里所学材料力学的内容，更好地、更有创造性地完成工程领域有关的分析与设计任务。

笔者郑重地向我国工程专业的同学们推荐本书，将这本书作为重要的参考书，仔细研读，可以加深对于所学材料力学的基本概念、原理与方法的理解和认识，更重要的是能够从中学习和掌握分析和处理工程实际问题的方法。对于那些学有余力的同学，书中带“\*”号的选学、选读的材料，可以作为研究型教学的内容，认真加以研读，形成自己研究型的学习成果。

范钦珊

## 关于作者

作为费迪南德 P. 比尔 (Ferdinand P. Beer) 和 E. 罗素·约翰斯顿 Jr. (E. Russell Johnston, Jr.) 所著的几本著作的出版者, 常常被问到这样的问题, 这两位作者, 一位在利哈伊大学, 另一位在康涅狄克大学, 他们怎么会一起合作写这些书的。

对这个问题的回答很简单。约翰斯顿的第一个从教职位就是在利哈伊大学的土木工程和力学系, 在那里他遇到了比尔, 而比尔于两年前到该系工作并负责力学课程的教学工作。比尔在法国出生, 在法国和瑞士接受教育 (他在巴黎索邦大学获得硕士学位, 在日内瓦大学获得一般力学博士学位)。在第二次世界大战开始的一段时间里, 他在法国陆军服役。之后他来到美国的威廉姆斯学院, 在威廉姆斯学院与麻省理工学院的一个艺术与工程的合作项目中, 做了四年的教学工作。约翰斯顿出生在费城, 在特拉华大学获得土木工程学士学位, 在麻省理工学院获得结构工程博士学位。

虽然约翰斯顿的主要工作是为研究生讲授工程课程, 但比尔很高兴地发现这个年轻人不但愿意而且非常热心于帮助自己对力学课程进行重组。他们都认为这些课程的教学应该着重讲授一些基本原理, 对涉及的各种概念如果能以图像的方式讲解, 对学生的理解和记忆能达到最好的效果。他们一起写了静力学和动力学的教案, 之后又增加了他们认为未来工程师会遇到的一些问题作为习题, 很快就完成了《工程师的力学》第 1 版的手稿。在完成《工程师的力学》的第 2 版和《工程师的矢量力学》第 1 版时, 约翰斯顿转到伍斯特理工学院工作。在出版后续的版本时, 他已经在康涅狄克大学工作了。在这段时间里, 比尔和约翰斯顿都在各自的系里担任了管理工作, 并且他们同时也承担着科研、担任顾问和指导研究生等工作, 比尔的研究领域是随机过程和随机振动, 约翰斯顿的研究方向是弹性稳定性和结构分析与设计。尽管如此, 他们对改进基础力学教学的兴趣从未减退。在讲授这些课程内容的同时, 他们一直在对这些讲稿进行不断的修改, 并且开始合作撰写《材料力学》第 1 版的手稿。

比尔和约翰斯顿对工程教育的贡献使他们获得了许多荣誉和奖励。因为在指导工程学科学生方面的卓越成就, 他们分别被各自所在地的美国工程教育学会地区分会授予西部电气基金会奖。他们也都获得美国工程教育学会力学分部颁发的杰出教师奖。1991 年约翰斯顿获得美国土木工程师学会康涅狄克州分会颁发的杰出土木工程师奖, 1995 年利哈伊大学授予比尔名誉工程博士学位。

康涅狄克大学土木工程教授约翰 T. 德沃尔夫 (John T. Dewolf) 加入比尔和

约翰斯顿团队，成为《材料力学》第2版的作者之一。德沃尔夫在夏威夷大学获得土木工程学士学位，在康奈尔大学获得结构工程博士学位。他感兴趣的研究领域是弹性稳定性、桥梁检测以及结构分析与设计。他是一位注册专业工程师，还是康涅狄克州专业工程师委员会的委员。他于2006年被选为康涅狄克大学教学委员。

美国海岸警卫队学院土木工程教授戴维 F. 马祖雷克 (David F. Mazurek) 在本书出第4版时加入了作者团队。马祖雷克在佛罗里达理工学院获得海洋工程学士学位和土木工程硕士学位，在康涅狄克大学获得土木工程博士学位。他也是一位注册专业工程师，在过去的17年中，在美国铁路工程与线路维护协会第15委员会——钢结构委员会任职。他感兴趣的专业领域包括桥梁工程、结构鉴定和抗爆炸设计。

桑吉维·桑哈 (Sanjeev Sanghi) 博士是德里印度理工学院应用力学系教授，也是该校教育技术中心主任。他在康奈尔大学获得过最杰出教学助理的拉尔夫·波利亚诺 (Ralph Boliagno) 奖，在德里印度理工学院获得过杰出教师奖。他的研究兴趣包括单相和多相湍流、计算流体力学、非线性动力学和混沌。他在《流体力学、流体物理学和混沌杂志》《计算物理学杂志》《美国飞机工业协会杂志》，以及其他一些著名杂志上发表过多篇研究论文。

# 前言

## 目标

基础力学课程的主要目标应该是培养工科学生分析问题和解决问题的能力，使他们能用简单的、符合逻辑的方法去分析给定的问题，并运用已掌握的基本原理去解决问题。这本书作为工科学生在大学一年级或二年级的材料力学（材料强度）方面的第一门课程的教材，作者希望这本教材能像学生学过的静力学和动力学的教材那样，帮助任课教师达到上述目标。

## 总体思路

在本教材中，将学习材料力学的基础建立在理解基本概念和应用简化模型上。采用这种思路，可以用一种合理的、符合逻辑的方式逐步导出所有需要的公式，并且明确指出这些公式在什么条件下可以安全地用来分析和设计工程结构和机床构件。

广泛应用受力图。教材的各部分都采用受力图来求解外力或内力。采用“图示方程”也可以帮助学生理解载荷叠加法、应力叠加法和变形叠加法。

在整个教材中的各个合适的地方，都对强度设计的概念进行了讨论。在第1章中就对强度设计中安全因数的应用进行了讨论，给出了两种强度设计的概念，即许用应力强度设计及载荷与抗力因数强度设计。

提供部分高等或专题内容供选学。选学内容包括残余应力，非圆截面杆扭转和薄壁杆件扭转，曲梁的弯曲，非对称构件的切应力，以及失效判据等，以适应不同专业的需要。为保持系统的一致，按照内在联系把这些内容安排在恰当的章节处。这样，即使在本课程中没有讲授这些内容，当学生在学习后续课程需要时，或在以后的工程实践中需要时，可以很方便地找到这些内容作为参考。为此，所有选学内容都用“\*”标注。

## 章节安排

学习本课程的学生应该已经学了静力学，尽管如此，在第1章中还是包括了静力学基本概念的回顾，而剪力图和弯矩图则在5.2节和5.3节中进行详细讨论。面积矩和形心的性质在附录A中讨论，这些内容在确定梁的正应力和切应力（第4~6章）的讨论中需要用到。

本教材的前4章分别对受轴向载荷、扭转和纯弯曲的构件的应力和相应变形

进行分析。每种情况都是以几个基本概念为基础,即作用在构件上的力系的平衡条件、材料的应力-应变关系,以及构件受到的约束和载荷所应满足的条件。为了加强学生对内容的理解,学习每种基本载荷时,都配备了大量的例题、解题范例和课后练习题。

在第1章中引入了一点处的应力的概念,说明了当所考虑的截面不同时,轴向载荷既可以引起正应力,又可以引起切应力。在第3章扭转和第4章纯弯曲中,又再次强化了这样的概念,即应力取决于其所在的截面的方位。然而,对于一点处的应力进行变换的某些计算方法,如莫尔圆法,则在第7章才作介绍,在这之前,学生已有机会求解组合变形的问题,他们自己会发现需要这样的求应力变换的方法。

第2章中讨论了包括纤维增强复合材料在内的多种材料的应力-应变关系。对横向载荷作用下的梁的研究分为两章,第5章主要讨论怎样确定梁的正应力以及根据材料的许用正应力进行强度设计(5.4节)。这一章以讨论剪力图和弯矩图开始(5.2和5.3节),还包括了一个选学内容,即用奇异函数法求梁的剪力和弯矩(5.5节)。本章最后部分是供选学的非等直梁的内容(5.6节)。

第6章主要内容是确定梁的切应力,以及横向载荷作用下薄壁构件的切应力。以传统方法推导了剪力流的公式, $q = VQ/I$ 。在第7章讨论了应力变换之后,第8章介绍梁设计的更高等的理论,例如怎样确定工字形截面梁的翼缘与腹板交界处的主应力。第8章还包括传动轴的强度设计,以及确定组合变形时一点处的主应力、主平面和最大切应力等内容。第8章可作为选学内容。

超静定问题最早在第2章中进行了讨论,之后在教材的各部分,对所遇到的各种载荷作用下的超静定问题进行了讨论。学生在学习的开始阶段就可学到求解超静定问题的方法,即把静力学中用到的传统的力的分析与变形分析结合起来。这样,学生在学完本课程时,就会非常熟悉求解超静定问题的基本方法。此外,这样的内容安排可以帮助学生认识到,确定应力本身就是一个超静定问题,只有考虑对应的应变分布情况才能求出应力。

在第2章中分析受轴向载荷的构件时,就引入了塑性变形的概念。在第3章、第4章和第6章的选学内容里讨论了涉及圆轴的塑性变形和等直梁的塑性变形等问题。尽管教师可以选择不讲授这些内容中的某些部分,但教材中包含这些内容可以帮助学生认识到线性应力-应变关系假设的局限性,也可以提醒他们不要错误地使用弹性扭转和弹性弯曲的公式。

第9章讨论梁的变形。在这一章的第一部分主要介绍用积分法和叠加法求梁的变形,而这部分中的用奇异函数求梁的变形(9.6节)作为选学的内容(要学习这一节,需要先学习5.5节的内容)。本章的第二部分是选学内容,用两次课介绍了面积矩法。

第10章讨论压杆稳定问题,包括受压的钢杆、铝杆和木杆的设计等内容。

第 11 章介绍能量方法, 包括卡氏定理。

## 教学法特点

每章开始的第一节都是引言。在引言中给出了本章的目的和目标, 并简要地介绍本章的内容和它们在解决工程实际问题中的应用。

章节的课时安排。每章的内容分成若干单元, 每个单元包括一个或几个理论部分, 接着是解题范例和大量的课后习题。每个单元对应于一个精心设计的主题, 一般适合用一次课讲授。

例题和解题范例。理论部分包括很多例题, 用它们来说明理论部分的内容, 有利于更好地理解。而解题范例是为了演示怎样把理论应用于求解某些工程实际问题。解题范例的求解形式与学生自己求解课后习题的形式相同, 所以解题范例起到两个作用, 既可以拓展理论内容, 又可以为学生做出示范, 使他们在自己的作业中能规范地、步骤清晰地解题。

课后习题。大多数课后习题都有工程实际背景, 对工程专业学生具有吸引力。尽管如此, 设置习题的基本目的是说明教材的内容, 帮助学生理解材料力学的基本原理。习题是根据它们所对应的教材内容进行分组的, 顺序上是由易到难。对于需要给予特别关注的题目用“\*”标注。

章节复习与小结。在每章结束前, 都有对本章内容的复习与小结。相关处的注释可以帮助学生组织好他们自己的复习, 还标注了可供相互参考的章节, 以帮助他们找到需要特别关注的内容。

复习题。每章的最后都有一组复习题, 为学生提供进一步应用本章最重要概念的机会。

计算机习题。计算机使工程专业的学生能够求解大量的具有挑战性的问题。每章的最后都提供了一组 6 个以上的用计算机求解的题目。它们可以用任何具有基本分析计算能力的计算机语言进行求解。编写求解这些计算机习题的算法程序可以使学生有两方面的收获: (1) 可以帮助他们更好地理解所涉及的力学原理; (2) 可以为他们提供一个机会, 将他们在计算机程序课程上学到的编程技术, 应用于求解有实际意义的工程问题。

工程基础知识考试。要想成为具有执照的专业工程师, 必须参加两个考试。第一个考试是工程基础知识考试, 这个考试包括材料力学的内容。在附录 E 中列出了该考试所涉及的材料力学的内容, 以及为复习这些内容可以作为练习用的题目。

## 补充资源

《教师题解手册》。与第 6 版教材配套的《教师题解手册》继承了以前的传统, 做到准确无误, 并将每个题解保持在一页内以易于参考。《手册》的一个特

色是设计了两个表格,可以帮助任课教师制作自己的教学计划。教材中的各个章节内容列在表 I 中,每个章节的建议教学时数也列在表中。表 II 提供了对各组习题的简要描述,而且根据所采用的单位制对每组习题进行了分类。《手册》还包括一个教学计划的样例。使用本书的教师可通过填写书后所附《教师反馈表》获得该手册。

## 致谢

作者感谢为这一版书提供照片的多家公司,还要感谢萨拜娜·道尔 (Sabina Dowell) 为搜寻照片所作的不懈努力和耐心。

特别感谢利哈伊大学机械工程系的迪安·厄普代克 (Dean Updike) 教授,他耐心地校核了本版教材中的所有习题的题解和答案,与我们配合得很好。

作者还要对所有审稿人和本书前几版的读者所提供的帮助、给出的评论和提出的建议表示衷心的感谢。

约翰 T. 德沃尔夫 (John T. Dewolf)

戴维 F. 马祖雷克 (David F. Mazurek)

# 符号表

|                   |                          |                             |                   |
|-------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------|
| $a$               | 常数; 距离                   | $M_L$                       | 弯矩; 活载荷           |
| $A, B, C, \dots$  | 力; 约束力                   | $M_U$                       | 弯矩; 极限载荷          |
| $A, B, C, \dots$  | 点                        | $n$                         | 数量; 弹性模量的比值; 法线方向 |
| $A, a$            | 面积                       | $p$                         | 压强                |
| $b$               | 距离; 宽度                   | $P$                         | 力; 集中力            |
| $c$               | 常数; 距离; 半径               | $P_D$                       | 恒载荷               |
| $C$               | 形心                       | $P_L$                       | 活载荷               |
| $C_1, C_2, \dots$ | 积分常数                     | $P_U$                       | 极限载荷              |
| $C_p$             | 压杆稳定因数                   | $q$                         | 单位长度的剪力; 剪流       |
| $d$               | 距离; 直径; 高度               | $Q$                         | 力                 |
| $D$               | 直径                       | $Q$                         | 一次矩               |
| $e$               | 距离; 偏心距; 体积应变            | $r$                         | 半径; 惯性半径          |
| $E$               | 弹性模量                     | $R$                         | 力; 结束力            |
| $f$               | 频率; 函数                   | $R$                         | 半径; 断裂模量          |
| $F$               | 力                        | $s$                         | 长度                |
| $F. S.$           | 安全因数                     | $S$                         | 弹性截面模量            |
| $G$               | 切变模量                     | $t$                         | 厚度; 距离; 切线离差      |
| $h$               | 距离; 高度                   | $T$                         | 扭矩                |
| $H$               | 力                        | $T$                         | 温度                |
| $H, J, K$         | 点                        | $u, v$                      | 直角坐标              |
| $I, I_x, \dots$   | 二次矩, 惯性矩                 | $u$                         | 应变能密度             |
| $I_{xy}, \dots$   | 惯性积                      | $U$                         | 应变能; 功            |
| $J$               | 极惯性矩                     | $v$                         | 速度                |
| $k$               | 弹簧刚度系数; 形状因数; 体积弹性模量; 常数 | $V$                         | 剪力                |
| $K$               | 应力集中因数; 扭转弹簧常数           | $V$                         | 体积; 剪力            |
| $l$               | 长度; 跨度                   | $w$                         | 宽度; 距离; 载荷集度      |
| $L$               | 长度; 跨度                   | $W, W$                      | 重量; 载荷            |
| $L_e$             | 有效长度                     | $x, y, z$                   | 直角坐标; 距离, 位移;     |
| $m$               | 质量                       | $\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}$ | 挠度                |
| $M$               | 力偶                       | $Z$                         | 形心坐标              |
| $M, M_x, \dots$   | 弯矩                       | $\alpha, \beta, \gamma$     | 塑性截面模量            |
| $M_D$             | 弯矩; 恒载荷                  | $\alpha$                    | 角度                |
|                   |                          |                             | 热膨胀系数; 影响系数       |

|               |           |          |               |
|---------------|-----------|----------|---------------|
| $\gamma$      | 切应变; 密度   | $\nu$    | 泊松比           |
| $\gamma_D$    | 载荷因数; 恒载荷 | $\rho$   | 曲率半径; 距离; 密度  |
| $\gamma_L$    | 载荷因数; 活载荷 | $\sigma$ | 正应力           |
| $\delta$      | 变形; 位移    | $\tau$   | 切应力           |
| $\varepsilon$ | 线应变       | $\phi$   | 角度; 扭转角; 抗力因数 |
| $\theta$      | 角度; 斜率    | $\omega$ | 角速度           |
| $\lambda$     | 方向余弦      |          |               |

# 目 录

译者序

关于作者

前言

符号表

第1章 导论——应力的概念 ..... XX

1.1 引言 ..... 2

1.2 静力学方法简要回顾 ..... 2

1.3 构件中的应力 ..... 4

1.4 分析与强度设计 ..... 5

1.5 轴向载荷 正应力 ..... 6

1.6 切应力 ..... 8

1.7 连接件中的挤压应力 ..... 10

1.8 在简单结构分析与强度设计中的应用 ..... 10

1.9 求解问题的方法 ..... 13

1.10 解的精度 ..... 14

习题 ..... 16

1.11 杆件受轴向载荷时斜截面上的应力 ..... 21

1.12 一般载荷作用下的应力 应力分量 ..... 23

1.13 强度设计问题 ..... 26

习题 ..... 31

复习与小结 ..... 36

复习题 ..... 38

计算机习题 ..... 40

第2章 轴向载荷作用下的应力与应变 ..... 44

2.1 引言 ..... 46

2.2 轴向载荷作用下的线应变 ..... 47

2.3 应力-应变关系曲线 ..... 48

2.4 真应力与真应变 ..... 52

2.5 胡克定律 弹性模量 ..... 53

2.6 材料的弹性与塑性力学行为 ..... 55

2.7 交变载荷 疲劳 ..... 57

2.8 轴向载荷作用下构件的变形 ..... 58

习题 ..... 62

2.9 超静定问题 ..... 67

2.10 温度变化的影响 ..... 71

习题 ..... 77

2.11 泊松比 ..... 81

2.12 多向加载 广义胡克定律 ..... 83

2.13 体积应变 体积弹性模量 ..... 85

2.14 切应变 ..... 86