

 CENGAGE
Learning®

材料力学

翻译版·原书第8版

Mechanics of Materials

[美] 盖尔 (James M. Gere) 著
古德诺 (Barry J. Goodno)

王一军 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

翻译版·原书第8版

[美] 盖尔 (James M. Gere) 著
古德诺 (Barry J. Goodno) 著
王一军 译



机械工业出版社

本书共 12 章, 内容包括: 拉伸、压缩和剪切, 轴向承载杆, 扭转, 剪力和弯矩, 梁中的应力 (基础部分), 梁中的应力 (高级部分), 应力应变分析, 平面应力的应用 (压力容器、梁以及组合载荷), 梁的挠曲, 静不定梁, 柱, 形心和惯性矩的回顾。

本书延续了铁木辛科教材的一贯风格, 不仅深入浅出地论述了材料力学的基本思想、概念与方法, 而且还广泛介绍了材料力学的最新研究成果。本书给出了大量的例题 (139 题) 和习题 (近 1200 题)。每道例题几乎就像一篇工程应用的小论文, 直面工科学生在工程应用方面的困惑, 不仅详细论述了如何构建理想模型、解题思路和方法以及步骤等, 而且还进行了广泛和深入的探讨。本书同时给出了详尽的参考文献和历史备注。

Mechanics of Materials, Eighth Edition, SI

James M. Gere and Barry J. Goodno

王一军译

Copyright © 2013, 2009 by Cengage Learning.

Original edition published by Cengage Learning. All Rights reserved. 本书原版由圣智学习出版公司出版。版权所有, 盗印必究。

China Machine Press is authorized by Cengage Learning to publish and distribute exclusively this Simplified Chinese edition. This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only (excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan). Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. No part of this publication may be reproduced or distributed by any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

本书中文简体字翻译版由圣智学习出版公司授权机械工业出版社独家出版发行。此版本仅限在中华人民共和国境内 (不包括中国香港、澳门特别行政区及中国台湾) 销售。未经授权的本书出口将被视为违反版权法的行为。未经出版者预先书面许可, 不得以任何方式复制或发行本书的任何部分。

本书封面贴有 Cengage Learning 防伪标签, 无标签者不得销售。

北京市版权局著作权合同登记 图字: 01-2014-3561 号。

图书在版编目 (CIP) 数据

材料力学: 翻译版. 原书第 8 版/(美) 盖尔 (Gere, J. M.), (美) 古德诺 (Goodno, B. J.) 著; 王一军译. —北京: 机械工业出版社, 2016. 8
(时代教育·国外高校优秀教材精选)

书名原文: Mechanics of Materials

ISBN 978-7-111-53069-5

I. ①材… II. ①盖… ②古… ③王… 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 (2016) 第 037804 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 路乙达 责任校对: 刘志文 陈 越

封面设计: 鞠 杨 责任印制: 李 昂

三河市国英印务有限公司印刷

2017 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·54.75 印张·1405 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-53069-5

定价: 169.00 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

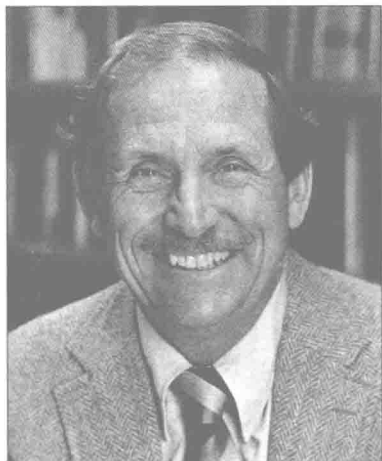
金书网: www.golden-book.com

封面防伪标均为盗版

詹姆斯 M. 盖尔 (JAMES MONROE GERE)

1925—2008

詹姆斯 M. 盖尔，斯坦福大学土木工程系名誉教授，于 2008 年 1 月 30 日在加利福尼亚州的波托拉谷去世。盖尔于 1925 年 6 月 14 日出生在美国纽约州的雪城。1942 年，17 岁的盖尔加入了美国空军，服役于英国、法国和德国。第二次世界大战之后，他在 1949~1951 年期间从伦斯勒理工学院的土木工程系分别获得学士和硕士学位。1949~1952 年期间，他在伦斯勒理工学院先后承担指导教师和研究助理的工作。他是首批美国国家科学基金会奖学金的获得者，之后，他选择进入斯坦福大学继续深造，并于 1954 年获得博士学位，且留在土木工程系任教，从此开始了其长达 34 年的职业研究生涯，他的研究领域涉及力学、结构和地震工程方面的一些极具挑战性的课题。他曾担任工程系主任和副院长，并于 1974 年在斯坦福大学共同创立了约翰 A. 布卢姆地震工程研究中心。1980 年，盖尔成为斯坦福大学防震委员会的创始人，该委员会旨在督促校内人员支撑并加固各类办公设备、家具以及其他物品，以避免这些物品在发生地震时对生命安全造成威胁。同一年，他是受邀研究中国唐山地震损毁情况的第一个外国人。盖尔于 1988 年从斯坦福大学退休，但他利用自己的业余时间给学生提供建议并指导他们对加利福尼亚地震现场进行各种实地考察，因此，他仍然是斯坦福大学最有价值的成员。



(Ed Souza / Stanford News Service)

盖尔最令人称道的是其乐于助人的态度、开朗的性格、美妙的微笑、运动天赋以及土木工程方面的教育技能。1972 年，在其导师史蒂芬 P. 铁木辛科的鼓励下，他撰写了教材《材料力学》，从那时起，他共撰写了九本各种工程学科的教材。他的其他用于世界各地工程课程中的著名教材包括：《弹性稳定理论》（与铁木辛科合著）、《框架结构的矩阵分析以及工程矩阵代数》（与 W. Weaver 合著）、《弯矩分布》、《地震表：结构与施工手册》（与 H. Krawinkler 合著）、《大地并不坚实：地震的认识和应对》（与 H. Shah 合著）。在斯坦福大学，盖尔教授受到学生、教师和工作人员的普遍尊重与称赞，他一直觉得有机会在课堂内外与年轻人一起工作并为他们服务是他的一大乐趣。他经常徒步旅行，并定期参观约塞米蒂国家公园和大峡谷国家公园。他在约塞米蒂国家公园做过 20 次以上的半穹顶^①攀登，并曾在一天内徒步行走 50 英里。1986 年，为了拯救同伴的生命，他曾步行到珠穆朗玛峰大本营。盖尔还是一名活跃的赛跑爱好者，在 48 岁那年，他以 3 小时 13 分的成绩完成了波士顿马拉松赛。熟知盖尔的人将永远记住他的体贴与爱心，以及他在生活或工作方面的乐观与幽默。他的最后一个项目（现在正由他在帕罗奥图市的女儿苏珊继续）是一本书，书名为《内战中的一位上校》，该书是基于其曾祖父写的回忆录。

① 半穹顶位于美国加利福尼亚州东部内华达山脉之上，是约塞米蒂国家公园的标志性景观。——译者注

国际版序言

材料力学是紧随静力学之后的一门基础工程科目，任何与结构（无论这些结构是人造的、还是自然的）的强度和物理性能有关的人员都必须了解它。在大学阶段，静力学通常安排在二年级或三年级讲授，它是后续课程“材料力学”的先修课程。机械、土木、结构、生物医药、石油、核能以及航空航天工程专业的大多数学生均被要求学习这两门课程。此外，许多材料科学、工业工程、建筑以及农业工程领域的学生也发现学习材料力学是有用的。

材料力学导论

目前，在许多大学的教学计划中，静力学和材料力学都采用大班授课方式，即一个大班由上述多个工程专业的学生组成。面对多个这类的大班，教师必须提供相同的材料，并讲解所有的主要内容，以便学生能够更好地为其教学计划所要求的专业课程做好准备。学好材料力学的首要条件是坚实的静力学基础，这一基础不仅包括对基本概念的理解，还包括能够熟练应用静力学平衡法则来求解二维和三维问题。第8版首先以新的一节“静力学回顾”开始，该节回顾了平衡法则、边界条件（或支座条件）以及作用力的类型，并依据恰当的自由体图推导出内部应力的合力；该节还提供了大量的例题和习题以帮助学生复习平面与空间桁架、受扭轴、梁以及平面与和空间框架的分析，并帮助其更进一步理解在该先修课程中所学的基本概念。

许多教师喜欢先介绍基本理论，再用真实世界的例子来激发学生的学习兴趣。多数情况下，在校园内就可方便地接触到课堂分析或课外作业所涉及的梁、框架以及螺栓联接（需要分析或求解这些结构的支座反作用力、构件中的力和力矩、联接处的应力）。此外，研究结构和构件的失效原因，也为学生们提供了从实际设计以及过去的工程错误中学习的机会。第8版给出了大量的新例题和新习题，这些例题与习题以实际构件或结构为基础，并附有照片，使学生不仅可以看到分析中使用的简化力学模型和自由体图，而且还能够见识到真实世界中的问题。

越来越多的大学在其数学、物理以及工程的本科课程中使用多媒体教学软件，第8版提供了许多新图片以支持这类多媒体教学模式。

材料力学第8版（国际版）的最新特色

本书的主要内容为受拉、受压、受扭、受弯构件的分析与设计，还包括上述基本概念。其他的重要内容有应力与应变转换、组合载荷与组合应力、梁的挠曲以及柱的稳定性等。补充专题包括：应力集中、动态载荷与冲击载荷、变截面杆、剪切中心，两种材料梁（或复合梁）的弯曲、非对称梁的弯曲、梁中的最大应力、基于梁挠度计算方法的能量法以及静不定梁等。第12章回顾了形心和惯性矩。

为了帮助学生学习，各章均以“本章概述”（概述该章所要介绍的主要内容）开始、并以“本章总结与回顾”（总结与回顾本章要点和主要公式，可作为测验或考试的复习材料）

结束。

为满足现代材料力学课程的需要，第 8 版新增或更新了一些内容，其显著特点如下：

■ 静力学回顾——新增内容（见第 1 章的 1.2 节），该节（1.2 节）包含四个例题，这些例题说明了如何计算桁架、圆轴、梁以及平面框架结构的支座反作用力与内部应力的合力，并提供了 26 个静力学习题，以便学生进行二维和三维结构的训练，或作为不同难度的课外作业。

■ 对“本章概述”与“本章总结与回顾”这两节的内容进行了进一步的扩充——即给出了各章的主要公式，以方便学生复习。

■ 进一步强调了平衡方程、本构方程、应变-位移方程/变形协调方程——更新了例题与习题的求解过程，强调在求解前应依次明确书写出平衡方程、本构方程、应变-位移方程/变形协调方程。

■ 新增或扩充了以下主题：轴向承载杆中的应力集中（2.10 节）、非圆轴的扭转（3.10 节）、弯曲时的应力集中（5.13 节）、组合梁的转换截面分析（6.3 节）。

■ 新例题与新习题——第 8 版增加了 48 个例题。此外，在总共将近 1200 个习题中，新习题或修订的习题接近 800 个。

■ 复习题——共增加了 119 个复习题。学生必须从 4 个答案（A、B、C 或 D）中选择，其中只有一个正确答案。正确答案列在本书之后的答案部分，这些复习题的求解可帮助学生迅速了解自己对该章主要内容的掌握情况。

例题

本书中的例题用于说明理论概念以及如何将这些概念应用在实际情况中。为了加强理论与实践之间的联系，在有些例题中增添了一些展示实际工程结构或构件的新图片。在各类例题中，应首先给出结构或构件的简化分析模型和相关的自由体图，因为这可以帮助学生理解相关理论在系统工程分析中的应用。各例题的长度为 1~4 页，这取决于例题内容的复杂性。当强调概念时，例题采用符号项，以便更好地说明各种想法；当强调问题求解时，例题采用数值项。在本书的例题中，增加了结果的图形化显示（例如梁中的应力）以便于提高学生对结果的理解。

习题

在所有的力学课程中，求解习题都是学习过程的一个重要组成部分。本书提供了超过 1230 个习题以用于课外作业和课堂讨论。为了方便查找以及不破坏各章内容的连续性，习题被安排在每章的结尾处。同时，习题通常按其难易程度来排序，这样就可使学生了解求解过程所需消耗的时间。所有习题的答案列在本书之后。

为了消除错误，检查和校对本书已花费了相当大的精力。读者无论找到了多么微不足道的错误，都请通过电子邮件（bgoodno@ce.gatech.edu）通知作者。我们将在下一次印刷本书时纠正这些错误。

单位

所有的例题和习题均使用国际单位制（International System of Units, SI）。附录 E 给出了

SI 单位制的结构型钢表, 这些表可用于第 5 章的例题和习题。

补充说明

史蒂芬 P. 铁木辛科 (1878—1972) 与詹姆斯 M. 盖尔 (1925—2008)

本书读者将会知道史蒂芬 P. 铁木辛科 (Stephen P. Timoshenko) 这个名字——可能是应用力学领域中最著名的名字。铁木辛科被公认为世界上最优秀的应用力学先驱。他贡献了许多新的思想和概念, 并以其学识和教学而闻名于世。通过其繁多的教科书, 他不仅使美国的力学教学发生了深刻的变化, 而且还使任何讲授力学的地方都发生了深刻的变革。铁木辛科既是盖尔的老师, 也是他的导师。他鼓励盖尔撰写本书的第 1 版, 并于 1972 年出版。在斯坦福大学担任作家、教育工作者和研究者期间, 盖尔撰写了本书的第 2 版以及各个后续版本。盖尔于 1952 年开始在斯坦福大学攻读博士学位, 并于 1988 年以教授的身份从斯坦福大学退休, 在这期间, 他撰写了本书和其他 8 本著名的力学、结构以及地震工程方面的教材。直到 2008 年 1 月去世, 他一直以名誉教授的身份活跃在斯坦福大学。

铁木辛科的简介见本书“参考文献和历史备注”的第一篇参考文献中, 也可参见《结构》杂志 2007 年 8 月的一篇题为“史蒂芬 P. 铁木辛科: 美国工程力学之父”的文章, 该文的作者为 G. Weingardt, 这篇文章为写作这类教材以及许多其他工程力学教材的作者提供了一个极好的历史视野。

致谢

显然, 不可能向所有对本书做出贡献的人一一致谢, 但我首先要特别感谢前斯坦福大学教师, 我的导师和朋友以及本书的主要作者——詹姆斯 M. 盖尔。

还要感谢在世界范围内不同机构任职的材料力学同仁们, 他们对本书提供了反馈意见和建设性的批评; 感谢所有这些匿名的评论。对于每一个新版本, 他们的建议都促进了内容和教学方法的重大改进。

更要感激和感谢为第 8 版提供具体评论的评论家们:

Jonathan Awerbuch, 德雷塞尔大学

Henry N. Christiansen, 杨百翰大学

Remi Dingreville, 纽约大学理工学院

Apostolos Fafitis, 亚利桑那州立大学

Paolo Gardoni, 德州农工大学

Eric Kasper, 加州工业大学 (圣路易斯奥比斯波)

Nadeem Khattak, 阿尔伯塔大学

Kevin M. Lawton, 北卡罗莱纳大学夏洛特分校

Kenneth S. Manning, 阿迪朗达克社区学院

Abulkhair Masoom, 威斯康星大学普拉特维尔分校

Craig C. Menzemer, 阿克伦大学

Rungun Nathan, 宾夕法尼亚州立大学 (贝克斯校区)

Douglas P. Romilly, 英属哥伦比亚大学

Edward Tezak, 艾尔弗雷德州立学院

George Tsialis, 罗德岛大学

Xiangwu Zeng, 凯斯西储大学

Mohammed Zikry, 北卡罗莱纳州立大学

希望向在乔治亚理工学院从事结构工程与力学工作的同事们致以谢意, 他们中的许多人在第 8 版的修改和补充方面提出了宝贵的建议。与所有的这些教育工作者一起工作, 并与他们相互交流与探讨结构工程与力学, 这使本人受益匪浅, 也是本人的一种荣幸。还希望对帮助编辑本书各类文本的学生(现在与以前的学生)表示感谢。最后, 感谢德国的罗哈斯和彭博士的出色工作, 他们仔细检查了许多新例题和习题的答案。

本书的编辑和制作都非常老练, 感谢圣智学习出版公司(Cengage Learning)那些才华出众而又知识渊博的出版人员。他们与本人的目标是一致的——尽可能地制作出本书的最佳新版本、而又不破坏本书的完整性。

本人在圣智学习出版公司接触了全球出版计划的执行主任 Christopher Carson; 全球工程计划的出版商 Christopher Shortt、组稿编辑 Randall Adams 和 Swati Meherishi, 他们为整个项目提供指导; 高级工程开发编辑 Hilda Gowans, 他总是可以提供信息和鼓励; Kristina Paul 负责管理新照片的选择以及许可权的调查; Andrew Adams 负责本书的封面设计; 全球营销经理 Lauren Betsos 负责开发支持本书的宣传材料。我要特别感谢 RPK 编辑服务公司 Rose Kernan 的工作, 她的雇员负责编辑手稿并管理整个制作过程。对于其中的每一个人, 本人衷心地感谢他们出色的工作。很高兴几乎每天与你们工作在一起, 并共同制作出本书的第 8 版。

深深地感激我的家庭在本项目过程中所给予的耐心和鼓励, 尤其感激我的妻子 Lana。

最后, 非常高兴在我的导师和朋友盖尔的邀请下继续这一工作。现在, 本书到第 8 版已经出版了 40 年。本人将致力于不断追求卓越, 并欢迎所有的意见和建议。请随时将您的批评发至 bgoodno@ce.gatech.edu。

巴里 J. 古德诺 (Barry J. Goodno)

于亚特兰大, 乔治亚州



译 序

《材料力学》(第8版)(英文版)的前七个版本分别出版于1972年(第1版)、1984年(第2版)、1990年(第3版)、1997年(第4版)、2001年(第5版)、2005年(第6版)和2008年(第7版)。其中,第1~第4版的署名作者为铁木辛科(Timoshenko)和盖尔,第5~第6版的署名作者为盖尔,第7~第8版的署名作者为盖尔和古德诺。该书的历史渊源甚至可追溯到铁木辛科的著名教材《材料的强度》(Strength of Materials)(1930年第1版,1940年第2版,1955年第3版)。

铁木辛科被称为“美国工程力学之父”,他是盖尔的导师。盖尔是古德诺的导师。本书的第1版(1972年版)是盖尔在铁木辛科的鼓励下撰写的。自20世纪30年代起,铁木辛科凭着他的著名教材《材料的强度》在世界范围内掀起了一场力学教学的革命,这场革命至今仍然在全世界的范围内对力学教学产生着重大影响,一个明显的证据就是延续铁木辛科风格的《材料力学》各版本教材一直是美国、英国、澳大利亚、巴西、日本、韩国、墨西哥、西班牙、新加坡等国家高等院校材料力学课程的主流教材,并被欧美国家推崇为经典著作。据译者所知,我国台湾和香港地区的很多高等院校也采用其最新版本(通常为第7版或第8版)作为教材。

本书延续了铁木辛科教材的一贯风格,不仅深入浅出地论述了材料力学的基本思想、概念与方法,而且还广泛介绍了材料力学的最新研究成果。在全世界范围内的同类教材中,其内容的深度和广度都是不可多见的。

本书给出了大量的例题(139题)和习题(近1200题)。每道例题几乎就像一篇工程应用的小论文,直面工科学生在工程应用方面的困惑,不仅详细论述了如何构建理想模型、解题思路和方法以及步骤等,而且还进行了广泛和深入的探讨。更令人称道的是,多数习题在给出实际工程结构的同时还给出了相应的理想模型,并说明了理想模型的构建思路,这不仅有助于工科学生闯过其学习生涯的第一道难关——理想模型的建立,而且还能够为广大工程技术人员在解决其职业生涯中遇到的问题时提供有益的参考。事实上,译者坚信,本书就像一个藏宝库,每一位工程技术人员都可以在其中挖掘出极富价值的宝藏。

本书的另一大特色是给出了详尽的参考文献和历史备注,不仅使我们能够体会到作者严谨的治学态度,而且还使我们能够看到在材料力学的发展过程中人类所付出的艰苦卓绝的努力,更将给广大工科学生和工程技术人员以“润物细无声”般的激励与启迪。

总之,如同许多世界文学名著一样,对于广大工程学生和工程技术人员而言,本书就是一本值得掩卷细品的世界科学名著。

鉴于译者水平有限,错误在所难免,望读者不吝指正。

王一军
于广州大学

符 号

A	面积
$A_f; A_w$	翼板的面积; 腹板的面积
a, b, c	尺寸, 距离
C	形心, 压缩力, 积分常数
c	中性轴至梁外表面的距离
D	直径
d	直径, 尺寸, 距离
E	弹性模量
$E_r; E_t$	折算弹性模量; 切线弹性模量
e	偏心距, 尺寸, 距离, 单位体积改变量 (膨胀量)
F	力
f	剪流, 塑性弯曲的形状因子, 柔度, 频率 (Hz)
f_T	杆的扭转柔度系数
G	切变模量
g	重力加速度
H	高度, 距离, 水平力或反作用力, 马力
h	高度, 尺寸
I	平面面积的惯性矩 (或二次矩)
I_x, I_y, I_z	相对于 x, y, z 轴的惯性矩
I_{x1}, I_{y1}	相对于 x_1, y_1 轴 (旋转轴) 的惯性矩
I_{xy}	相对于 xy 轴的惯性积
I_{x1y1}	相对于 x_1y_1 轴 (旋转轴) 的惯性积
I_p	极惯性矩
I_1, I_2	主惯性矩
J	扭转常数
K	应力集中因数, 体积模量, 柱的有效长度因数
k	弹簧常数, 刚度, $\sqrt{P/EI}$ 的符号
k_T	杆的扭转刚度
L	长度, 距离
L_E	柱的有效长度
$\ln; \log$	自然对数 (以 e 为底数); 常用对数 (以 10 为底数)
M	弯矩, 力偶, 质量
$M_p; M_y$	梁的塑性弯矩; 梁的屈服弯矩
m	单位长度上的力矩, 单位长度上的质量
N	轴向力

X 符 号

n	安全因数, 整数, 每分钟转数 (rpm)
O	坐标原点
O'	曲率中心
P	力, 集中载荷, 功率
P_{allow}	许用载荷 (或工作载荷)
P_{cr}	柱的临界载荷
P_p	结构的塑性载荷
$P_r; P_t$	柱的折算模量载荷; 柱的切线模量载荷
P_Y	结构的屈服载荷
p	压力 (单位面积上的力)
Q	力, 集中载荷, 平面面积的一次矩
q	分布载荷的强度 (单位距离上的力)
R	反作用力, 半径
r	半径, 回转半径 ($r = \sqrt{I/A}$)
S	梁横截面的截面模量, 剪切中心
s	距离, 沿曲线的距离
T	拉力, 扭转力偶或扭矩, 温度
$T_p; T_Y$	塑性扭矩; 屈服扭矩
t	厚度, 时间, 扭矩的强度 (单位距离上的扭矩)
$t_f; t_w$	翼板厚度; 腹板厚度
U	应变能
u	应变能密度 (单位体积应变能)
$u_r; u_t$	回弹模量; 韧性模量
V	剪力, 体积, 垂直的力或反作用力
v	梁的挠度, 速度
v', v'' 等	$dv/dx, d^2v/dx^2$ 等
W	力, 重量, 功
w	单位面积上的载荷 (单位面积上的力)
x, y, z	直角坐标轴 (以点 O 为坐标原点)
x_C, y_C, z_C	直角坐标轴 (以形心 C 为坐标原点)
$\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}$	形心的坐标
Z	梁的塑性截面模量
α	角度, 热膨胀系数, 无量纲比值
β	角度, 无量纲比值, 弹簧常数, 刚度
β_R	弹簧的扭转刚度
γ	切应变, 重量密度 (单位体积上的重量)
$\gamma_{xy}, \gamma_{yz}, \gamma_{zx}$	xy, yz 和 zx 平面内的切应变
$\gamma_{x_1y_1}$	相对于 x_1y_1 轴 (旋转轴) 的切应变
γ_θ	斜轴的切应变
δ	梁的挠度, 位移, 杆或弹簧的伸长量

ΔT	温度差
$\delta_p; \delta_y$	塑性位移; 屈服位移
ε	正应变
$\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z$	x 、 y 、 z 方向的正应变
$\varepsilon_{x1}, \varepsilon_{y1}$	x_1 、 y_1 方向的正应变
ε_θ	斜轴方向的主应变
$\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$	主应变
ε'	单向应力状态时的横向应变
ε_T	热应变
ε_Y	屈服应变
θ	角度, 梁轴线的转角, 受扭杆的扭转率 (单位长度扭转角)
θ_p	主平面或主轴的方位角
θ_s	最大切应力所在平面的方位角
κ	曲率 ($\kappa = 1/\rho$)
λ	距离, 曲率缩短量
ν	泊松比
ρ	半径, 曲率半径 ($\rho = 1/\kappa$), 极坐标的径向距离, 质量密度 (单位体积上的质量)
σ	正应力
$\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$	垂直于 x 、 y 、 z 轴的平面上的正应力
σ_{x1}, σ_{y1}	垂直于 x_1 、 y_1 轴 (旋转轴) 的平面上的正应力
σ_θ	斜截面上的正应力
$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$	主应力
σ_{allow}	许用应力 (或工作应力)
σ_{cr}	柱的临界应力 ($\sigma_{\text{cr}} = P_{\text{cr}}/A$)
σ_{pl}	比例极限应力
σ_r	残余应力
σ_T	热应力
$\sigma_U; \sigma_Y$	极限应力; 屈服应力
τ	切应力
$\tau_{xy}, \tau_{yz}, \tau_{zx}$	垂直于 x 、 y 、 z 轴平面上且平行作用于 y 、 z 、 x 轴方向的切应力
τ_{x1y1}	垂直于 x_1 轴平面上且平行作用于 y_1 轴方向的切应力
τ_θ	斜截面上的切应力
τ_{allow}	许用切应力 (或许用工作应力)
$\tau_U; \tau_Y$	极限切应力; 屈服切应力
φ	角度, 受扭杆的扭转角
ψ	角度, 转角
ω	角速度, 角频率 ($\omega = 2\pi f$)

希腊字母

A	α	啊耳发 (alpha)
B	β	贝塔 (beta)
Γ	γ	嘎马 (gamma)
Δ	δ	得耳塔 (delta)
E	ε	艾普西龙 (epsilon)
Z	ζ	截塔 (zeta)
H	η	衣塔 (eta)
Θ	θ	西塔 (theta)
I	ι	约塔 (iota)
K	κ	卡帕 (kappa)
Λ	λ	兰姆达 (lambda)
M	μ	谬 (mu)

N	ν	纽 (nu)
Ξ	ξ	克西 (xi)
O	o	奥密克戎 (omicron)
Π	π	派 (pi)
P	ρ	洛 (rho)
Σ	σ	西格马 (sigma)
T	τ	滔 (tau)
Y	υ	依普西龙 (upsilon)
Φ	φ	费衣 (phi)
X	χ	喜 (chi)
Ψ	ψ	普西 (psi)
Ω	ω	欧米嘎 (omega)

美国惯用单位与国际单位的换算

美国惯用单位 (USCS)		乘以换算系数		等于国际单位 (SI)	
		精确值	实际值		
加速度 (线性)					
英尺每二次方秒	ft/s ²	0.3048 ^①	0.305	米每二次方秒	m/s ²
英寸每二次方秒	in/s ²	0.0254 ^①	0.0254	米每二次方秒	m/s ²
面积					
圆密耳	cml	0.0005067	0.0005	平方毫米	mm ²
平方英尺	ft ²	0.09290304 ^①	0.0929	平方米	m ²
平方英寸	in ²	645.16 ^①	645	平方毫米	mm ²
密度 (质量)					
斯每立方英尺	slug/ft ³	515.379	515	千克每立方米	kg/m ³
密度 (重量)					
磅每立方英尺	lb/ft ³	157.087	157	牛[顿]每立方米	N/m ³
磅每立方英寸	lb/in ³	271.447	271	千牛[顿]每立方米	kN/m ³
功与能					
英尺-磅	ft-lb	1.35582	1.36	焦[耳] (N·m)	J
英寸-磅	in-lb	0.112985	0.113	焦[耳]	J
千瓦-时	kWh	3.6 ^①	3.6	兆焦[耳]	MJ
英国热力单位	Btu	1055.06	1055	焦[耳]	J
力					
磅	lb	4.44822	4.45	牛[顿] (kg·m/s ²)	N
千磅 (1000 磅)	k	4.44822	4.45	千牛[顿]	kN
每单位长度的力					
磅每英尺	lb/ft	14.5939	14.6	牛[顿]每米	N/m
磅每英寸	lb/in	175.127	175	牛[顿]每米	N/m
千磅每英尺	k/ft	14.5939	14.6	千牛[顿]每米	kN/m
千磅每英寸	k/in	175.127	175	千牛[顿]每米	kN/m
长度					
英尺	ft	0.3048 ^①	0.305	米	m
英寸	in	25.4 ^①	25.4	毫米	mm
英里	mi	1.609344 ^①	1.61	千米	km
质量					
斯	lb-s ² /ft	14.5939	14.6	千克	kg
力矩; 扭矩					
磅-英尺	lb-ft	1.35582	1.36	牛[顿]米	N·m
磅-英寸	lb-in	0.112985	0.113	牛[顿]米	N·m
千磅-英尺	k-ft	1.35582	1.36	千牛[顿]米	kN·m
千磅-英寸	k-in	0.112985	0.113	千牛[顿]米	kN·m
惯性矩 (面积)					
四次方英寸	in ⁴	416,231	416,000	四次方毫米	mm ⁴
四次方英寸	in ⁴	0.416231×10 ⁻⁶	0.416×10 ⁻⁶	四次方米	m ⁴
惯性矩 (质量)					
斯拉格二次方英尺	slug-ft ²	1.35582	1.36	千克二次方米	kg·m ²
功率					
英尺-磅每秒	ft-lb/s	1.35582	1.36	瓦[特] (J/s 或 N·m/s)	W
英尺-磅每分	ft-lb/min	0.0225970	0.0226	瓦[特]	W
马力 (550 ft-lb/s)	hp	745.701	746	瓦[特]	W

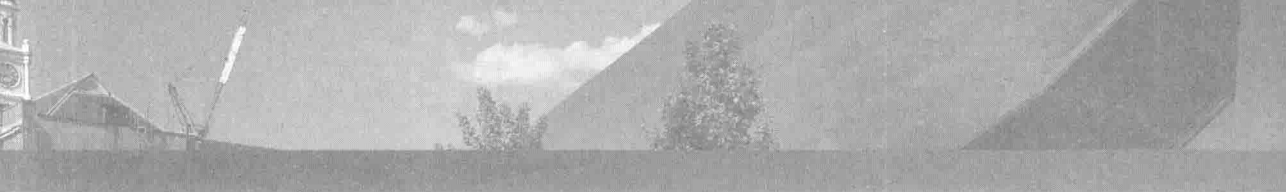
XIV 美国惯用单位与国际单位的换算

(续)

美国惯用单位 (USCS)		乘以换算系数		等于国际单位 (SI)	
		精确值	实际值		
压力;应力					
磅每平方英尺	psf	47.8803	47.9	帕[斯卡] (N/m ²)	Pa
磅每平方英寸	psi	6894.76	6890	帕[斯卡]	Pa
千磅每平方英尺	ksf	47.8803	47.9	千帕[斯卡]	kPa
千磅每平方英寸	ksi	6.89476	6.89	兆帕[斯卡]	MPa
截面模量					
三次方英寸	in ³	16,387.1	16,400	三次方毫米	mm ³
三次方英寸	in ³	16.3871×10 ⁻⁶	16.4×10 ⁻⁶	三次方米	m ³
速度(线性)					
英尺每秒	ft/s	0.3048 ^①	0.305	米每秒	m/s
英寸每秒	in/s	0.0254 ^①	0.0254	米每秒	m/s
英里每小时	mph	0.44704 ^①	0.447	米每秒	m/s
英里每小时	mph	1.609344 ^①	1.61	千米每小时	km/h
体积					
立方英尺	ft ³	0.0283168	0.0283	立方米	m ³
立方英寸	in ³	16.3871×10 ⁻⁶	16.4×10 ⁻⁶	立方毫米	mm ³
立方英寸	in ³	16.3871	16.4	立方厘米 (cc)	cm ³
美加仑 (231 in ³)	gal.	3.78541	3.79	升	L
美加仑 (231 in ³)	gal.	0.00378541	0.00379	立方米	m ³

① 表示精确的换算系数。

注：将国际单位换算为美国惯用单位时，应除以换算系数。



温度换算公式

$$T(^{\circ}\text{C}) = \frac{5}{9} [T(^{\circ}\text{F}) - 32] = T(\text{K}) - 273.15$$

$$T(\text{K}) = \frac{5}{9} [T(^{\circ}\text{F}) - 32] + 273.15 = T(^{\circ}\text{C}) + 273.15$$

$$T(^{\circ}\text{F}) = \frac{9}{5} T(^{\circ}\text{C}) + 32 = \frac{9}{5} T(\text{K}) - 459.67$$

目 录

詹姆斯 M. 盖尔 (JAMES MONROE GERE)

国际版序言

译序

符号

希腊字母

美国惯用单位与国际单位的换算

温度换算公式

第 1 章 拉伸、压缩和剪切 1

1.1 材料力学简介 3

1.2 静力学回顾 4

1.3 正应力和正应变 21

1.4 材料的力学性能 28

1.5 弹性、塑性和蠕变 35

1.6 线弹性、胡克定律和泊松比 40

1.7 切应力和切应变 44

1.8 许用应力和许用载荷 53

1.9 面向轴向载荷和直接剪切的设计 57

第 1 章 习题 64

补充复习题：第 1 章 93

第 2 章 轴向承载杆 96

2.1 引言 98

2.2 轴向承载杆的长度改变量 98

2.3 非均匀条件下的长度改变量 105

2.4 静不定结构 111

2.5 热效应、装配误差和预应变 119

2.6 斜截面上的应力 129

2.7 应变能 138

* 2.8 冲击载荷 147

* 2.9 重复载荷和疲劳 152

* 2.10 应力集中 154

* 2.11 非线性行为 160

* 2.12 弹塑性分析 163

第 2 章 习题 170

补充复习题：第 2 章 200

第 3 章 扭转 204

3.1 引言 206

3.2 圆杆的扭转变形 207

3.3 线弹性材料的圆杆 209

3.4 非均匀扭转 217

3.5 纯剪切时的应力和应变 226

3.6 弹性模量 E 和切变模量 G 之间的
关系 232

3.7 圆轴传递的功率 233

3.8 静不定受扭杆 236

3.9 扭转和纯剪切时的应变能 239

3.10 非圆截面柱状轴的扭转 244

3.11 薄壁管 252

* 3.12 扭转时的应力集中 257

第 3 章 习题 263

补充复习题：第 3 章 281

第 4 章 剪力和弯矩 284

4.1 引言 286

4.2 梁、载荷以及反作用力的类型 286

4.3 剪力和弯矩 292

4.4 载荷、剪力与弯矩之间的关系 298

4.5 剪力图和弯矩图 302

第 4 章 习题 314

补充复习题：第 4 章 324

第 5 章 梁中的应力——基础部分 325

5.1 引言 328

5.2 纯弯曲和非均匀弯曲 328

5.3 梁的曲率 329

5.4 梁中的纵向应变 330

5.5 梁中的正应力（线弹性材料） 333

5.6 面向弯曲应力的梁的设计 343

5.7 变截面梁 349

5.8 矩形截面梁中的切应力 352

5.9 圆截面梁中的切应力 359

5.10 宽翼板工字梁腹板中的切应力 361

* 5.11 组合梁和剪流 366

5.12 轴向承载梁 369

* 5.13 弯曲时的应力集中 373

第 5 章 习题 380

补充复习题：第 5 章 405

第 6 章 梁中的应力——高级部分 408