

PEARSON

时代教育 • 国外高校优秀教材精选

Third Edition

Statics and Mechanics of Materials

工程力学

(静力学与材料力学) 影印版 • 原书第3版

[美] R.C.希伯勒 (R.C.Hibbeler) 编著



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

时代教育·国外高校优秀教材精选

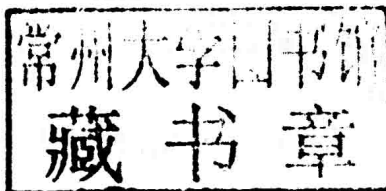
工 程 力 学

(静力学与材料力学)

影印版·原书第3版

STATICS AND MECHANICS OF MATERIALS
THIRD EDITION

[美] R. C. 希伯勒 (R. C. Hibbeler) 编著



机 械 工 业 出 版 社

本书是作者已出版的两本书的组合节略版,这两本书分别是《静力学》(第12版)和《材料力学》(第8版)。本书选取了这两本书中与工程领域密切相关的、常用的基本理论和应用,特别强调满足平衡和变形协调以及材料力学行为要求的重要性,全面清晰地介绍了工程力学的理论和应用,讲解透彻、习题丰富。

本书分为静力学与材料力学两部分。静力学部分包括一般原理,力矢量,力系的合成,刚体的平衡,结构分析以及重心、形心与惯性矩;材料力学部分包括应力与应变,材料的力学性能,轴向载荷,扭转,弯曲,横向剪切,组合受力,应力变换与应变变换,梁和轴的设计,梁和轴的位移以及压杆稳定。

本书可作为普通高等院校工程力学双语教学的教材,也可供相关科研和工程技术人员参考。

Authorized reprint from the Singapore edition of the original united English language edition, *Statics and Mechanics of Materials*, third edition, by R. C. Hibbeler, published by Pearson Education, Inc., publishing as Prentice Hall. Copyright © 2011 by R. C. Hibbeler. Singapore adapted edition, *Statics and Mechanics of Materials*, third edition in SI units, adapted by S. C. Fan, published by Pearson Education South Asia Pte Ltd., publishing as Prentice Hall. Copyright © R. C. Hibbeler.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc.

China edition published by Pearson Education Asia Ltd. and China Machine Press. Copyright © 2013.

Authorized for sale and distribution in the People's Republic of China exclusively (except Hong Kong SAR, Macau SAR and Taiwan).

仅限于中华人民共和国境内(不包括中国香港、澳门特别行政区和中国台湾地区)销售发行。

本书封面贴有 Pearson Education(培生教育出版集团)激光防伪标签。无标签者不得销售。

北京市版权局著作权登记号:01-2013-1428。

图书在版编目(CIP)数据

工程力学(静力学与材料力学):原书第3版=Statics and mechanics of materials, 3/E:英文/(美)希伯勒(Hibbeler, R.C.)编著.一影印本.

—北京:机械工业出版社,2014.3

(时代教育:国外高校优秀教材精选)

ISBN 978-7-111-45687-2

I. ①工… II. ①希… III. ①工程力学-高等学校-教材-英文 IV. ①TB12

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第023203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

版式设计:常天培 封面设计:张静

责任印制:乔宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2014年3月第1版第1次印刷

205mm×235mm·56印张·800千字

标准书号:ISBN 978-7-111-45687-2

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

网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

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			

出版说明

随着我国加入 WTO，国际间的竞争越来越激烈，而国际间的竞争实际上也就是人才的竞争、教育的竞争。为了加快培养具有国际竞争力的高水平技术人才，加快我国教育改革的步伐，国家教育部出台了一系列倡导高校开展双语教学、引进原版教材的政策。以此为契机，机械工业出版社推出了一系列国外影印版教材，其内容涉及高等学校公共基础课，以及机、电、信息领域的专业基础课和专业课。

引进国外优秀原版教材，在有条件的学校推动开展英语授课或双语教学，自然也引进了先进的教学思想和教学方法，这对提高我国自编教材的水平，加强学生的英语实际应用能力，使我国的高等教育尽快与国际接轨，必将起到积极的推动作用。

为了做好教材的引进工作，机械工业出版社特别成立了由著名专家组成的国外高校优秀教材审定委员会。这些专家对实施双语教学做了深入细致的调查研究，对引进原版教材提出许多建设性意见，并慎重地对每一本将要引进的原版教材一审再审，精选再精选，确认教材本身的质量水平，以及权威性和先进性，以期所引进的原版教材能适应我国学生的外语水平和学习特点。在引进工作中，审定委员会还结合我国高校教学课程体系的设置和要求，对原版教材的教学思想和方法的先进性、科学性严格把关，同时尽量考虑原版教材的系统性和经济性。

这套教材出版后，我们将根据各高校的双语教学计划，及时地将其推荐给各高校选用。希望高校师生在使用教材后及时反馈意见和建议，使我们更好地为教学改革服务。

机械工业出版社

高等教育分社

前言^①

《工程力学（静力学与材料力学）》（第3版），是作者已出版的两本书的组合节略版，这两本书分别是：《静力学》（第12版）和《材料力学》（第8版）。本书选取了这两本书中与工程领域密切相关的、常用的基本理论和应用。特别强调满足平衡和变形协调以及材料力学行为要求的重要性。

本书保留了作者相关著作未经节略版本的特点，特别强调画受力图、建立力学方程时合适坐标系的选择以及相关符号规则的重要性。全书提供了很多工程实际常用的机器零件与机构构件的分析与设计应用。

一、本版更新

内容修订 本书的每一节都进行了仔细的修订，为了更好地诠释相关概念，很多内容得到进一步扩展。同时，在这一版中，也增加了许多新的内容，包括平带和螺纹的摩擦、应力集中、非圆截面杆的扭转、应用不连续函数确定梁的挠度，以及应用于偏心载荷作用柱的正切公式等。

全新图片 本书通过很多新图片或者更新的图片来描述相关原理与实际应用的相关性。这些图片一般用于解释：相关原理如何应用于实际，如何在分析中建立一个理想化的模型，以及材料在载荷作用下的表现。

基础题 这类题目通常放在一组例题的后面，给学生提供简单应用每一节中基本概念的机会，同时也为他们在后面求解标准习题前的解题训练提供条件。由于关键方程和答案已经在书后给出，基础题也可作为例题的延伸。此外，对于复习来说，基础题是给学生最好的备考锻炼题目。

概念题 这类题目通常安排在每一章的最后，与该章基本原理中的概念性内容有关。这些分析和设计题目力图通过图片中描述的实际生活情景，激发学生进行思考。

新习题 这类习题包括许多工程领域的应用问题。与上一版比较，本版有460多道新习题。

新例题 为了更加突出重要概念的应用，全书引入了一些新的例题。

带有提示的习题 新版中带有提示的习题题号之前均标以“●”，提示的内容包括建议、关键方程以及附于书后的数值结果。这些习题进一步鼓励学生以他们自己的方式去解决问题，为他们提供验证所得解答的条件。

小结 对每章的内容加以总结，突出主要方程，使学生将注意力集中在主要概念和原理上。

二、鲜明特色

除了上述更新的内容以外，本书还包含下列显著特色：

组织和方法 每一章都由定义明确的节所组成，包括特别主题的阐述、详细解析的例题以及系列的习题。每一节的主题都用黑体字的小标题标出。这样做的目的是为在引入新的定义和概念时提供知识架构，便于学生将来的参考和复习。

① 本书前言、目录由清华大学范钦珊、北京工业大学王晶翻译。

章节目录 每一章都以展示该章内容在广泛领域应用的图片开头,同时列出目录,力图使学生对该章全部内容有一个总体印象。

突出受力图 分析和求解问题时,正确画出研究对象的受力图至关重要,因此全书都特别重视受力图。尤其是在静力学的有关章节中,还对如何画受力图作了详细的介绍。相关的习题也有助于扩展画受力图的能力。

分析过程 第一章的最后,介绍了分析任何力学问题的一般过程。这个过程通常都与一些具体问题相关联,其应用覆盖整本教材。这为学生应用理论时提供了一种合乎逻辑和有序的方法。通过这种分析步骤求解例题,可说明方法的具体应用。然而,实际上,当学生一旦熟悉了相关的原理并且建立起充分的信心和判断力,他们就会有自己的解题方法和过程。

要点 这部分是为每一节中最重要的概念所作的摘要和述评,同时重点突出应用理论解决问题时应该认识和理解的最关键内容。

概念性的理解 为了说明一些重要概念的特性和方程中相关项的物理含义,通过利用遍布整本教材的图片,以一种简洁的方式给出了应用理论的实例。简化方法的应用不仅可以激发学生的兴趣,而且可以训练学生更好地理解所列的实例,更好地解决实际问题。

习题 除了前面所提到基础性和概念性习题外,书中还包含了以下其他类型的习题:

● **总体分析与设计习题** 书中的多数习题所描述的都是工程实际中遇到的真实问题。某些习题源于实际工业产品。希望这一举措一方面能够激发学生对工程力学的兴趣,另一方面能够提供一种培养从物理描述到用模型或符号描述的、建立力学模型技能的方式。除了每一章末尾的用于复习的习题随机排列外,作者试图按照难度的增加编排某些习题。具有简单题号的习题在书后均附有答案。题号之前标有“●”的习题,书后与答案一起还附有关键方程与解题建议。每4道习题中的最后一道题的题号之前标有“*”,这些习题都没有给出答案。

● **计算机作业题** 作者试图编写一些采用数值方法在台式机或便携计算器上完成的习题。意图使学生应用其他节省时间的数学分析方法,将焦点集中在研究力学原理的应用上面。这类能够或者必须采用数值方法求解的习题,在题号之前标有“■”。

准确性 除了作者外,还有4位人士对全书的正文和习题进行了校对,他们是弗吉尼亚理工学院和弗吉尼亚州立大学的 Scott Hendricks,南佛罗里达大学的 Karim Nohra,劳雷尔技术综合出版服务公司的 Kurt Norlin,以及从事实际工作的工程师 Kai BengYap。

三、内容安排

全书分为静力学与材料力学两部分。

静力学 静力学内容安排了6章。第1章是力学导论以及关于单位制的讨论。第2章介绍矢量的概念以及汇交力系的性质。第3章包括集中力系的一般性讨论以及力系的简化方法。第4章研究刚体的平衡原理,并且在第5章将其应用于解决包括桁架、框架以及机械平衡等方面的专门问题。关于重心、形心和惯性矩等问题在第6章中讨论。

材料力学 这一部分共有 11 章。第 7 章所讨论的包括正应力和切应力的定义、轴向载荷作用杆件中的正应力、剪切引起的平均切应力，以及正应变和切应变的定义。第 8 章讨论了材料的某些重要的力学性能。第 9~12 章分别研究轴向载荷、扭转、弯曲和横向剪切问题。第 13 章在回顾前面几章的基础上给出了组合载荷作用下的应力分析。第 14 章提供了应力变换与应变变换的概念。为了进一步巩固以前学习的内容，第 15 章介绍了通过许用应力设计梁的方法。第 16 章研究了计算梁挠度的不同方法，包括确定超静定问题支座约束力的方法。最后的第 17 章，介绍了压杆稳定问题。本部分较难问题的章节，均以“*”标出。如果课时允许，这些内容可以引入课程教学。同时，这些内容也可以作为其他相关课程中基本原理的参考内容，或者作为某些特别课题的研究基础。

材料力学内容安排的不同方法 关于材料力学部分，根据教师们的教学取向，可能有不同的安排顺序。例如，有些老师喜欢在讨论轴向载荷、扭转、弯曲和剪切的实际应用之前，先讲授应力-应变变换，这时可行的方法是，先安排第 7 章的应力和应变的概念以及第 14 章的应力-应变变换。第 14 章的讨论以及相关例题已作出相应标示以保证上述教学安排可以实施。而第 8~13 章的安排仍然可以保持连续性。

习题 书中有大量习题描述了常见工程实际的真实情景。通过这种方式希望一方面能够激发学生对于研究问题的兴趣，另一方面能够拓展他们将任意物理意义上的问题，简化为用模型或符号表示的、可以应用基本原理的训练。

作者试图按照难度排列习题的顺序，所有常规习题在书后都附有答案。学生需要注意的是，带“*”的习题没有答案。所有答案都保留 3 位有效数字，即使已知的材料性能数据精度较低也如此。这种简单化的做法前后保持一致，而且可以使学生更好确定他们的解答。所有习题的解答都经过 4 次独立的验算以保证正确。

四、致 谢

先后有 100 多位专家对本书初稿提出了很好的建议，我对他们满怀感激之情。他们具有建设性的鼓励 and 希望都是非常有价值的。最近的专家包括：

Fady F. Barsoum, 安柏瑞德航空大学。

Marehalli G. Prasad, 斯蒂文斯理工学院。

John E. Dolbow, 杜克大学。

Wei Lu, 密西根大学-安娜堡分校。

Barbara Lograsso, 密歇根理工大学。

还要感谢我的所有学生，他们的评阅使本书的内容更加完善。与他们一起工作非常愉快。最后要感谢我的夫人 Conny，她一直是鼓励我的源泉，并且协助处理用于出版的原稿。

Average Mechanical Properties of Typical Engineering Materials^a
(U.S. Customary Units)

Materials	Specific Weight γ (lb/in ³)	Modulus of Elasticity E (10 ³) ksi	Modulus of Rigidity G (10 ³) ksi	Yield Strength (ksi)		Ultimate Strength (ksi)		% Elongation in 2 in. specimen	Poisson's Ratio ν	Coef. of Therm. Expansion α (10 ⁻⁶)/°F
				Tens.	Comp. ^b	Tens.	Comp. ^b			
Metallic										
	Aluminum [2014-T6 Wrought Alloys] [6061-T6]	10.6 10.0	3.9 3.7	60 37	60 37	68 42	68 42	10 12	0.35 0.35	12.8 13.1
	Cast Iron [Gray ASTM 20 Alloys] [Malleable ASTM A-197]	0.260 0.263	10.0 25.0	3.9 9.8	— —	26 40	97 83	0.6 5	0.28 0.28	6.70 6.60
	Copper [Red Brass C83400 Alloys] [Bronze C86100]	0.316 0.319	14.6 15.0	5.4 5.6	11.4 50	35 95	— —	35 20	0.35 0.34	9.80 9.60
	Magnesium Alloy [AM 1004-T61]	0.066	6.48	2.5	22	22	—	1	0.30	14.3
	Steel [Structural A36 Stainless 304 Alloys] [Tool L2]	0.284 0.284 0.295	29.0 28.0 29.0	11.0 11.0 11.0	36 30 102	36 30 102	— — —	30 40 22	0.32 0.27 0.32	6.60 9.60 6.50
	Titanium Alloy [Ti-6Al-4V]	0.160	17.4	6.4	134	134	—	16	0.36	5.20
	Nonmetallic									
	Concrete [Low Strength High Strength]	0.086 0.086	3.20 4.20	— —	— —	— —	— —	— —	0.15 0.15	6.0 6.0
Plastic [Kevlar 49 Reinforced] [30% Glass]		0.0524 0.0524	19.0 10.5	— —	— —	— —	— —	2.8 —	0.34 0.34	— —
	Wood Select Structural [Douglas Fir Grade] [White Spruce]	0.017 0.130	1.90 1.40	— —	— —	— —	— —	— —	0.29 ^e 0.31 ^e	— —

^a Specific values may vary for a particular material due to alloy or mineral composition, mechanical working of the specimen, or heat treatment. For a more exact value reference books for the material should be consulted.

^b The yield and ultimate strengths for ductile materials can be assumed equal for both tension and compression.

^c Measured perpendicular to the grain.

^d Measured parallel to the grain.

^e Deformation measured perpendicular to the grain when the load is applied along the grain.

Average Mechanical Properties of Typical Engineering Materials^a
(SI Units)

Materials	Density ρ (Mg/m ³)	Modulus of Elasticity E (GPa)	Modulus of Rigidity G (GPa)	Yield Strength (MPa) σ_Y			Ultimate Strength (MPa) σ_u			% Elongation in 50 mm specimen	Poisson's Ratio ν	Coef. of Therm. Expansion α (10 ⁻⁶)/°C
				Tens.	Comp. ^b	Shear	Tens.	Comp. ^b	Shear			
Metallic												
Aluminum [2014-T6 Wrought Alloys 6061-T6]	2.79 2.71	73.1 68.9	27 26	414 255	414 255	172 131	469 290	469 290	290 186	10 12	0.35 0.35	23 24
Cast Iron [Gray ASTM 20 Alloys Malleable ASTM A-197]	7.19 7.28	67.0 172	27 68	— —	— —	— —	179 276	669 572	— —	0.6 5	0.28 0.28	12 12
Copper [Red Brass C83400 Alloys Bronze C86100]	8.74 8.83	101 103	37 38	70.0 345	70.0 345	— —	241 655	241 655	— —	35 20	0.35 0.34	18 17
Magnesium Alloy [Am 1004-T61]	1.83	44.7	18	152	152	—	276	276	152	1	0.30	26
Steel [Structural A36 Alloys Stainless 304 Tool L2]	7.85 7.86 8.16	200 193 200	75 75 75	250 207 703	250 207 703	— — —	400 517 800	400 517 800	— — —	30 40 22	0.32 0.27 0.32	12 17 12
Titanium Alloy [Ti-6Al-4V]	4.43	120	44	924	924	—	1,000	1,000	—	16	0.36	9.4
Nonmetallic												
Concrete [Low Strength High Strength]	2.38 2.38	22.1 29.0	— —	— —	— —	12 38	— —	— —	— —	— —	0.15 0.15	11 11
Plastic [Kevlar 49 Reinforced 30% Glass]	1.45 1.45	131 72.4	— —	— —	— —	— —	717 90	483 131	20.3 —	2.8 —	0.34 0.34	— —
Wood Select Structural [Douglas Fir Grade White Spruce]	0.47 3.60	13.1 9.65	— —	— —	— —	— —	2.1 ^c 2.5 ^c	26 ^d 36 ^d	6.2 ^d 6.7 ^d	— —	0.29 ^e 0.31 ^e	— —

^a Specific values may vary for a particular material due to alloy or mineral composition, mechanical working of the specimen, or heat treatment. For a more exact value reference books for the material should be consulted.

^b The yield and ultimate strengths for ductile materials can be assumed equal for both tension and compression.

^c Measured perpendicular to the grain.

^d Measured parallel to the grain.

^e Deformation measured perpendicular to the grain when the load is applied along the grain.

Fundamental Equations of Statics and Mechanics of Materials

Cartesian Vector

$$\mathbf{A} = A_x \mathbf{i} + A_y \mathbf{j} + A_z \mathbf{k}$$

Magnitude

$$A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2}$$

Directions

$$\begin{aligned} \mathbf{u}_A &= \frac{\mathbf{A}}{A} = \frac{A_x}{A} \mathbf{i} + \frac{A_y}{A} \mathbf{j} + \frac{A_z}{A} \mathbf{k} \\ &= \cos \alpha \mathbf{i} + \cos \beta \mathbf{j} + \cos \gamma \mathbf{k} \\ \cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + \cos^2 \gamma &= 1 \end{aligned}$$

Dot Product

$$\begin{aligned} \mathbf{A} \cdot \mathbf{B} &= AB \cos \theta \\ &= A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z \end{aligned}$$

Cross Product

$$\mathbf{C} = \mathbf{A} \times \mathbf{B} = \begin{vmatrix} \mathbf{i} & \mathbf{j} & \mathbf{k} \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix}$$

Cartesian Position Vector

$$\mathbf{r} = (x_2 - x_1) \mathbf{i} + (y_2 - y_1) \mathbf{j} + (z_2 - z_1) \mathbf{k}$$

Cartesian Force Vector

$$\mathbf{F} = F \mathbf{u} = F \left(\frac{\mathbf{r}}{r} \right)$$

Moment of a Force

$$\begin{aligned} M_O &= Fd \\ \mathbf{M}_O &= \mathbf{r} \times \mathbf{F} = \begin{vmatrix} \mathbf{i} & \mathbf{j} & \mathbf{k} \\ r_x & r_y & r_z \\ F_x & F_y & F_z \end{vmatrix} \end{aligned}$$

Moment of a Force About a Specified Axis

$$M_a = \mathbf{u} \cdot \mathbf{r} \times \mathbf{F} = \begin{vmatrix} u_x & u_y & u_z \\ r_x & r_y & r_z \\ F_x & F_y & F_z \end{vmatrix}$$

Simplification of a Force and Couple System

$$\begin{aligned} \mathbf{F}_R &= \Sigma \mathbf{F} \\ (\mathbf{M}_R)_O &= \Sigma \mathbf{M}_c + \Sigma \mathbf{M}_O \end{aligned}$$

Equilibrium

Particle

$$\Sigma F_x = 0, \Sigma F_y = 0, \Sigma F_z = 0$$

Rigid Body—Two Dimensions

$$\Sigma F_x = 0, \Sigma F_y = 0, \Sigma M_O = 0$$

Rigid Body—Three Dimensions

$$\begin{aligned} \Sigma F_x &= 0, \Sigma F_y = 0, \Sigma F_z = 0 \\ \Sigma M_{x'} &= 0, \Sigma M_{y'} = 0, \Sigma M_{z'} = 0 \end{aligned}$$

Friction

$$\text{Static (maximum)} \quad F_s = \mu_s N$$

$$\text{Kinetic} \quad F_k = \mu_k N$$

Center of Gravity

Particles or Discrete Parts

$$\bar{\mathbf{r}} = \frac{\Sigma \tilde{\mathbf{r}} W}{\Sigma W}$$

Body

$$\bar{\mathbf{r}} = \frac{\int \tilde{\mathbf{r}} dW}{\int dW}$$

Area Moment of Inertia

$$I = \int r^2 dA$$

Parallel-Axis Theorem

$$I = \bar{I} + Ad^2$$

Radius of Gyration

$$k = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Axial Load

Normal Stress

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Displacement

$$\delta = \int_0^L \frac{P(x) dx}{A(x)E}, \delta = \Sigma \frac{PL}{AE}, \delta_T = \alpha \Delta T L$$

Torsion

Shear Stress in Circular Shaft

$$\tau = \frac{T\rho}{J}$$

where

$$J = \frac{\pi}{2} c^4 \text{ solid cross section}$$

$$J = \frac{\pi}{2} (c_o^4 - c_i^4) \text{ tubular cross section}$$

Power

$$P = T\omega = 2\pi f T$$

Angle of Twist

$$\phi = \int_0^L \frac{T(x) dx}{J(x)G} \quad \phi = \Sigma \frac{TL}{JG}$$

Average Shear Stress in a Thin-Walled Tube

$$\tau_{\text{avg}} = \frac{T}{2tA_m}$$

Shear Flow

$$q = \tau_{\text{avg}} t = \frac{T}{2A_m}$$

Bending

Normal Stress

$$\sigma = \frac{My}{I}$$

Unsymmetric Bending

$$\sigma = -\frac{M_z y}{I_z} + \frac{M_y z}{I_y}, \quad \tan \alpha = \frac{I_z}{I_y} \tan \theta$$

Shear

Average Direct Shear Stress

$$\tau_{\text{avg}} = \frac{V}{A}$$

Transverse Shear Stress

$$\tau = \frac{VQ}{It}$$

Shear Flow

$$q = \tau t = \frac{VQ}{I}$$

Stress in Thin-Walled Pressure Vessel

Cylinder

$$\sigma_1 = \frac{pr}{t} \quad \sigma_2 = \frac{pr}{2t}$$

Sphere

$$\sigma_1 = \sigma_2 = \frac{pr}{2t}$$

Stress Transformation Equations

$$\sigma_{x'} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cos 2\theta + \tau_{xy} \sin 2\theta$$

$$\tau_{x'y'} = -\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \sin 2\theta + \tau_{xy} \cos 2\theta$$

Principal Stress

$$\tan 2\theta_p = \frac{\tau_{xy}}{(\sigma_x - \sigma_y)/2}$$
$$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

Maximum In-Plane Shear Stress

$$\tan 2\theta_s = -\frac{(\sigma_x - \sigma_y)/2}{\tau_{xy}}$$
$$\tau_{\text{max}} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$
$$\sigma_{\text{avg}} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2}$$

Absolute Maximum Shear Stress

$$\tau_{\text{abs max}} = \frac{\sigma_{\text{max}} - \sigma_{\text{min}}}{2}$$
$$\sigma_{\text{avg}} = \frac{\sigma_{\text{max}} + \sigma_{\text{min}}}{2}$$

Material Property Relations

Poisson's Ratio

$$\nu = -\frac{\epsilon_{\text{lat}}}{\epsilon_{\text{long}}}$$

Generalized Hooke's Law

$$\epsilon_x = \frac{1}{E} [\sigma_x - \nu(\sigma_y + \sigma_z)]$$

$$\epsilon_y = \frac{1}{E} [\sigma_y - \nu(\sigma_x + \sigma_z)]$$

$$\epsilon_z = \frac{1}{E} [\sigma_z - \nu(\sigma_x + \sigma_y)]$$

$$\gamma_{xy} = \frac{1}{G} \tau_{xy}, \quad \gamma_{yz} = \frac{1}{G} \tau_{yz}, \quad \gamma_{zx} = \frac{1}{G} \tau_{zx}$$

where

$$G = \frac{E}{2(1 + \nu)}$$

Relations Between w , V , M

$$\frac{dV}{dx} = -w(x), \quad \frac{dM}{dx} = V$$

Elastic Curve

$$\frac{1}{\rho} = \frac{M}{EI}$$

$$EI \frac{d^4 v}{dx^4} = -w(x)$$

$$EI \frac{d^3 v}{dx^3} = V(x)$$

$$EI \frac{d^2 v}{dx^2} = M(x)$$

Buckling

Critical Axial Load

$$P_{\text{cr}} = \frac{\pi^2 EI}{(KL)^2}$$

Critical Stress

$$\sigma_{\text{cr}} = \frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2}, \quad r = \sqrt{I/A}$$

Secant Formula

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{P}{A} \left[1 + \frac{ec}{r^2} \sec \left(\frac{L}{2r} \sqrt{\frac{P}{EA}} \right) \right]$$

目 录

前言	
典型工程材料的平均力学性能	
基本公式表	
第1篇 静力学	
第1章 一般原理	3
本章任务	3
1.1 力学	3
1.2 基本概念	4
1.3 度量单位	8
1.4 国际单位制体系	9
1.5 数值运算	10
1.6 一般分析方法与过程	12
第2章 力矢量	19
本章任务	19
2.1 标量与矢量	19
2.2 矢量运算	20
2.3 力矢量的合成	22
2.4 平面力系的合成	32
2.5 笛卡儿矢量	40
2.6 笛卡儿矢量的合成	43
2.7 位置矢量	52
2.8 沿作用线指向的力矢量	55
2.9 点积	62
第3章 力系的合成	77
本章任务	77
3.1 力矩——标量形式	77
3.2 矢量积	81
3.3 力矩——矢量形式	84
3.4 力矩原理	88
3.5 力对确定轴之矩	98
3.6 力偶矩	105
3.7 力和力偶系的简化	114
3.8 力和力偶系的再简化	124
第4章 刚体的平衡	141
本章任务	141
4.1 刚体平衡条件	141
4.2 隔离体与受力图	143
4.3 平衡方程	153
4.4 二力与三力构件	159
4.5 三维平衡问题的受力图	169
4.6 三维问题的平衡方程	174
4.7 干摩擦特性	182
4.8 考虑干摩擦的平衡问题	186
4.9 平带上的摩擦力	199
4.10 螺纹上的摩擦力	202
第5章 结构分析	217
本章任务	217
5.1 简单桁架	217
5.2 节点法	220
5.3 零力杆	226
5.4 截面法	233
5.5 框架与机械	242
第6章 重心、形心与惯性矩	263
本章任务	263
6.1 物体的重心、质心与形心	263
6.2 组合物体	275

6.3 分布载荷的合成	283	第10章 扭转	453
6.4 面积的惯性矩	292	本章任务	453
6.5 面积的平行轴定理	293	10.1 圆轴的扭转变形	453
6.6 组合面积的惯性矩	300	10.2 扭转公式	456
第2篇 材料力学		10.3 功率传输	463
第7章 应力与应变	311	10.4 扭转角	470
本章任务	311	10.5 承受扭转载荷的超静定问题	483
7.1 引言	311	*10.6 非圆实心截面轴	490
7.2 内力的合力	312	10.7 应力集中	494
7.3 应力	324	第11章 弯曲	503
7.4 承受轴向载荷杆的平均正应力	326	本章任务	503
7.5 平均切应力	333	11.1 剪力图与弯矩图	503
7.6 许用应力	344	11.2 绘制剪力图与弯矩图的图解法	510
7.7 简单连接件的设计	345	11.3 直杆的弯曲变形	527
7.8 变形	358	11.4 曲率公式	531
7.9 应变	358	11.5 非对称弯曲	544
第8章 材料的力学性能	375	11.6 应力集中	552
本章任务	375	第12章 横向剪切	561
8.1 拉伸与压缩实验	375	本章任务	561
8.2 应力-应变曲线	377	12.1 直杆的剪切	561
8.3 脆性材料与韧性材料的应力-应变行为	381	12.2 切应力公式	563
8.4 胡克定律	384	12.3 组合杆件中的切应力流	580
8.5 应变能	386	第13章 组合受力	593
8.6 泊松比	394	本章任务	593
8.7 剪切应力-应变曲线	396	13.1 薄壁压力容器	593
第9章 轴向载荷	407	13.2 组合受力引起的应力状态	600
本章任务	407	第14章 应力变换与应变变换	621
9.1 圣维南原理	407	本章任务	621
9.2 承受轴向载荷杆件的弹性变形	410	14.1 平面应力变换	621
9.3 叠加原理	423	14.2 平面应力变换的一般方程	626
9.4 承受轴向载荷杆件的超静定问题	424	14.3 主应力与面内最大切应力	629
9.5 分析承受轴向载荷杆件的力法	430	14.4 莫尔圆——平面应力	641
9.6 热应力	436	14.5 绝对最大切应力	652
9.7 应力集中	442	14.6 平面应变	659
		14.7 平面应变变换的一般方程	660

* 14.8 莫尔圆——平面应变	668	第 17 章 压杆稳定	771
14.9 应变花	676	本章任务	771
14.10 材料性能的相互关系	678	17.1 临界载荷	771
第 15 章 梁和轴的设计	695	17.2 两端铰支的理想压杆	774
本章任务	695	17.3 不同类型支承的压杆	780
15.1 梁的设计基础	695	* 17.4 正切公式	790
15.2 棱形截面梁的设计	698	* 17.5 非弹性屈曲	796
* 15.3 等强度梁的设计	712	附录	
第 16 章 梁和轴的位移	719	附录 A 数学表达式回顾	806
本章任务	719	附录 B 面积和体积的几何性质	810
16.1 弹性曲线	719	附录 C 美国型钢的几何参数	812
16.2 积分法确定挠度与转角	723	附录 D 梁的挠度与转角	816
* 16.3 阶跃函数	737	部分基础题的解答与答案	818
16.4 叠加法	747	部分习题答案	846
16.5 梁和轴的超静定问题——叠加法	754	索引	873

CONTENTS

Statics

1 General Principles 3



- Chapter Objectives 3
- 1.1 Mechanics 3
- 1.2 Fundamental Concepts 4
- 1.3 Units of Measurement 8
- 1.4 The International System of Units 9
- 1.5 Numerical Calculations 10
- 1.6 General Procedure for Analysis 12

2 Force Vectors 19



- Chapter Objectives 19
- 2.1 Scalars and Vectors 19
- 2.2 Vector Operations 20
- 2.3 Vector Addition of Forces 22
- 2.4 Addition of a System of Coplanar Forces 32
- 2.5 Cartesian Vectors 40
- 2.6 Addition of Cartesian Vectors 43
- 2.7 Position Vectors 52
- 2.8 Force Vector Directed Along a Line 55
- 2.9 Dot Product 62

3 Force System Resultants 77



- Chapter Objectives 77
- 3.1 Moment of a Force—Scalar Formulation 77
- 3.2 Cross Product 81
- 3.3 Moment of a Force—Vector Formulation 84
- 3.4 Principle of Moments 88
- 3.5 Moment of a Force about a Specified Axis 98
- 3.6 Moment of a Couple 105
- 3.7 Simplification of a Force and Couple System 114
- 3.8 Further Simplification of a Force and Couple System 124

4 Equilibrium of a Rigid Body 141



- Chapter Objectives 141
- 4.1 Conditions for Rigid-Body Equilibrium 141
- 4.2 Free-Body Diagrams 143
- 4.3 Equations of Equilibrium 153
- 4.4 Two- and Three-Force Members 159
- 4.5 Free-Body Diagrams (Equilibrium in Three Dimensions) 169
- 4.6 Equations of Equilibrium (Equilibrium in Three Dimensions) 174
- 4.7 Characteristics of Dry Friction 182
- 4.8 Problems Involving Dry Friction 186
- 4.9 Frictional Forces on Flat Belts 199
- 4.10 Frictional Forces on Screws 202

5 Structural Analysis 217



Chapter Objectives 217

- 5.1 Simple Trusses 217
- 5.2 The Method of Joints 220
- 5.3 Zero-Force Members 226
- 5.4 The Method of Sections 233
- 5.5 Frames and Machines 242

6 Center of Gravity, Centroid, and Moment of Inertia 263



Chapter Objectives 263

- 6.1 Center of Gravity, Center of Mass, and the Centroid of a Body 263
- 6.2 Composite Bodies 275
- 6.3 Resultant of a Distributed Loading 283
- 6.4 Moments of Inertia for Areas 292
- 6.5 Parallel-Axis Theorem for an Area 293
- 6.6 Moments of Inertia for Composite Areas 300

Mechanics of Materials

7 Stress and Strain 311



Chapter Objectives 311

- 7.1 Introduction 311
- 7.2 Internal Resultant Loadings 312
- 7.3 Stress 324
- 7.4 Average Normal Stress in an Axially Loaded Bar 326
- 7.5 Average Shear Stress 333

- 7.6 Allowable Stress 344
- 7.7 Design of Simple Connections 345
- 7.8 Deformation 357
- 7.9 Strain 358

8 Mechanical Properties of Materials 375



Chapter Objectives 375

- 8.1 The Tension and Compression Test 375
- 8.2 The Stress-Strain Diagram 377
- 8.3 Stress-Strain Behavior of Ductile and Brittle Materials 381
- 8.4 Hooke's Law 384
- 8.5 Strain Energy 386
- 8.6 Poisson's Ratio 394
- 8.7 The Shear Stress-Strain Diagram 396

9 Axial Load 407



Chapter Objectives 407

- 9.1 Saint-Venant's Principle 407
- 9.2 Elastic Deformation of an Axially Loaded Member 410
- 9.3 Principle of Superposition 423
- 9.4 Statically Indeterminate Axially Loaded Member 424
- 9.5 The Force Method of Analysis for Axially Loaded Members 430
- 9.6 Thermal Stress 436
- 9.7 Stress Concentrations 442