

PEARSON

时代教育 • 国外高校优秀教材精选

Statics

Twelfth Edition

静力学

影印版 • 原书第12版

[美] R.C.希伯勒 (R.C.Hibbeler) 编著



 **机械工业出版社**
CHINA MACHINE PRESS

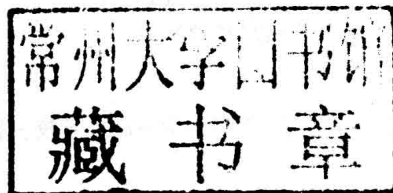
时代教育·国外高校优秀教材精选

静 力 学

影印版·原书第12版

STATICS TWELFTH EDITION

[美] R. C. 希伯勒 (R. C. Hibbeler) 编著



机 械 工 业 出 版 社

本套书的目的是清晰、全面地向学生介绍理论力学的原理和应用。全套书分为两册：静力学与动力学。

本册为静力学分册，共 8 章，包括基本原理、力矢量、质点的平衡、力系的简化、刚体的平衡、结构的平衡、摩擦，以及虚功原理。

本套书可作为普通高校工科各专业理论力学课程双语教学用书，也可供相关专业的技术人员参考。

Authorized reprint from the Singapore edition of the original united English language edition, Engineering Mechanics: Statics, twelfth edition, by HIBBELER, RUSSELL C., published by Pearson Education, Inc., publishing as Prentice Hall. Copyright © 2010 by R. C. Hibbeler. Singapore adapted edition, Engineering Mechanics: Statics, twelfth 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。

本书英文影印版由培生教育出版公司授权机械工业出版社合作出版，未经出版者书面许可，不得以任何形式复制或抄袭本书的任何部分。

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：01-2013-1429。

图书在版编目（CIP）数据

静力学：第 12 版：英文/（美）希伯勒（Hibbeler, R. C.）编著。

—影印本。—北京：机械工业出版社，2013.11

（时代教育：国外高校优秀教材精选）

ISBN 978-7-111-44734-4

I. ①静… II. ①希… III. ①静力学—高等学校—教材—英文
IV. ①O312

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2013）第 267739 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

责任校对：陈立辉 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 1 月第 1 版第 1 次印刷

205mm×235mm·29.75 印张·834 千字

标准书号：ISBN 978-7-111-44734-4

定价：59.00 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

本书的目的是清晰、全面地向学生介绍理论力学的原理和应用。为实现这个目标，本书在编写过程中汲取了许多从事教学工作的专家和作者本人的学生的批评及意见。本书为第 12 版，与前一版相比多处作了较大改进，希望能为教师和学生带来更大帮助。

新特点

基础题 在每章例题之后都安排了基础题。通过这些题，可以培养学生对一些基本概念简单应用能力，使学生掌握处理简单问题的基本技巧，为后续求解一般问题打下良好基础。由于附录已经给出这些问题的全部计算结果和部分解题过程，因此也可将这些题作为延伸性例题。另外，从考试角度，基础题为学生提供了一种非常高效的学习方式。同时，在理论力学考试准备前期，可以通过这些练习复习基础知识。

内容修订 本版对书中每一部分内容都进行了仔细核查。为更好地解释概念，对许多章节的材料进行了重新编写。为更加突出一些重要概念的应用，增加和更换了部分例题。

概念题 每章结尾处通常安排一些概念题，它们与该章中的力学原理的应用相关。安排这些分析和设计型问题的目的，是引导学生通过照片所描述的实际生活场景进行思考。在学生做过一些相关类型的练习后，可将概念题留为作业或练习。

附加的照片 整本书更新或增加近 60 幅照片，它们反映了本书讲授的知识在实际生活中的实用性。这些照片一般用于解释如何在现实世界中应用力学原理处理问题。在某些章节，也通过照片展示工程师处理实际问题的基本过程：首先必须建立一个便于分析的理想模型，然后画受力图，最后应用力学原理求解。

新习题 在本版中，新增或更新近 800 道习题，约占习题总量的 50%。它们涉及航空航天、石油工程和生物力学等领域。新版的习题总量也比上一版增加近 17%。

其他特点

除了上面提到的新特点外，现将本书正文的一些其他显著特点叙述如下：

内容组织 本版对章节的每一部分都进行了精心组织和安排，包括特定主题的解释、说明性例题和课外习题。每节的主题作为该节副标题，以黑体字形式表示。这样做的目的是为引入每个新定义或概念提供一种结构化方法，同时也方便以后的复习和参考。

章节内容 每章开篇都以生活或工程中常见的实例为基础引入和论证一些应用广泛的力学原理。每章章首部分的粗体圆点清单概括了本章的主要内容。

突出受力图 画受力图是求解力学问题的关键所在。因此，本书从始至终一直强调“画受力图”的重要性，并且通过特定章节和具体例题详细讲解“画受力图”的步骤和注意事项。同时，通过相关课外习题的训练，使学生熟练掌握“画受力图”的方法步骤。

分析过程 本书第1章1.6节给出力学问题的一般分析过程。它适用于书中所有类型的习题。在后续章节学习中,这一特点给初学者提供了一种在应用理论时可遵循的合理方法。为阐明这种方法的应用,本书的例题也采用上述方法求解。实际上,随着学生对相关原理理解的不断深入和自信心的日渐增强,他们将形成自己的解题过程。

重点 这部分主要总结和回顾每节中最重要的概念,并强调这些概念对应用原理求解问题的重要性。

概念的理解 本书对各章照片中的力学问题都进行了简化处理,然后应用力学原理求解这些问题。这样更便于阐明原理中一些更重要的概念,解释方程中所涉及术语的物理意义。通过这些简化应用,不仅增强学生对本学科的兴趣和对例题的理解,同时也为学生进一步求解习题奠定了良好基础。

课外习题 除基础题和概念性习题外,本书还包括如下类型题:

- **画受力图的习题** 本书的部分章节包含一些介绍性问题,对于问题中的一些特例仅需画受力图便可求解出来。这些习题可使学生清楚“正确画出受力图”对求解任何平衡问题都至关重要。

- **一般分析和设计题** 本书的大部分习题取材于工程实际问题。一些习题来自于工业应用的实际产品。希望通过这些实例,激发学生对理论力学的兴趣,培养将实际物理描述简化为理论模型或符号表示(这些描述更便于应用力学原理)的能力。

- **计算机的问题** 本书精心设计了一些习题,这些习题必须通过一定的数值计算才能得出结论,数值求解过程可在台式计算机或可编程便携计算器上完成。这样做的好处是既能扩展其他方面的数理分析能力,又能有更多精力关注力学原理应用本身。这种类型习题的题号前加了符号“■”作为标记。

新版中的课外习题非常多,具体可分为三类:一类是比较简单的习题,书后附录给出参考答案,题号前没有任何标记;第二类习题的题号前加上圆点(●)作为标记,书后附录给出了建议、关键公式和计算结果;最后一类习题的题号前加上星号(*)作为标记,书中没有给出参考答案。

精确性 与前一版相比,新版对书中所有文字和习题解答都进行了校核。除作者以外,还有如下人员参与了校核工作:弗吉尼亚理工大学的 Scott Hendricks、南佛罗里达大学的 Karim Nohra、劳雷尔技术学院综合出版服务部的 Kurt Norlin。此外,工程师 Kai Beng 不仅对本书作出精确评论,同时还给出许多内容改进方面的建议。

内容 全套书共分为19章。每章内容安排循序渐进,应用力学原理先处理简单情况,再处理更复杂的情况。一般地,每个原理首先应用于质点,然后应用于受平面力系作用的刚体,最后应用于受空间力系作用的刚体。

本册为静力学分册,共8章。第1章,介绍力学概况,讨论单位制问题。第2章介绍矢量的概念和汇交力系的特点。然后,在第3章中,将上述理论应用于质点的平衡问题。第4章对集中力系和分布力系进行了一般性讨论,并给出这些力系的简化方法。第5章建立刚体平衡原理。接着第6章应用这些原理求解涉及桁架、框架和机构的平衡等特殊问题。第7章讨论涉及摩擦力的应用问题。本书中标有星号(*)的章节包含更深一些的内容,如果时间允许可以讲授。这些内容大多包含在第8章(虚功原理)中。注意,在更深的课程中讨论基本原理时,这些材料是非常适合的参考资料。最后,附录A提供书中求解问题所必

需的数学公式列表。

讲授次序 书中有些章节，在不影响本书连续性前提下，教师可自行安排不同顺序。例如，可先学习第2章和4.2节（矢量积），之后再引入力的概念并讲解所有必要的矢量分析方法，然后在介绍第4章（力系的简化）的其余部分以后，可以讨论第3章和第5章的平衡问题。

致 谢

我力求写好本书，以引起教师 and 学生的兴趣。在本书这些年的编写过程中，得到许多人的帮助。我非常感谢他们给予的许多宝贵建议和评述。在这里，我还要特别感谢下面这些人，在本书第12版的准备过程中，他们提供了许多中肯的建议。

Yesh P. Singh, 得克萨斯大学圣安东尼奥分校

Manoj Chopra, 中佛罗里达大学

Kathryn McWilliams, 萨省大学

Daniel Linzell, 宾夕法尼亚州立大学

Larry Banta, 西弗吉尼亚大学

Manohar L. Arora, 科罗拉多矿业大学

Robert Rennaker, 俄克拉荷马大学

Ahmad M. Itani, 内华达大学

另外还有一些人有理由获得特殊赞誉。Vince O'Brien（项目组管理主任）和 Rose Kernan（制作编辑）多年来给予我许多鼓励和支持。坦诚地讲，如果没有他们的帮助，这本书的全面修订不可能完成。还有，Kai Beng Yap，我的多年好友和同事，在全书手稿的审核及习题解答的准备过程中给予我极大的帮助。在这份致谢中，我还要特别感谢劳雷尔技术学院综合出版服务部的 Kurt Norlin。在本书出版过程中，我也要感谢我的夫人 Conny 和女儿 Mary Ann 给予的帮助，她们承担了出版底稿准备中的大量校对和打印工作。

最后，我还要感谢我的全体学生和教育同仁们，他们利用大量的休息时间通过电子邮件提供了许多宝贵的建议和意见。由于篇幅所限不能一一列举，在此谨致以诚挚的谢意。

无论何时收到您关于本版的任何评论、建议或问题，我都将不胜感激。

RUSSELL CHARLES HIBBELER

hibbeler@bellsouth.net

Fundamental Equations of Statics

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

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

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

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

Body

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

Area and Mass Moments of Inertia

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

Parallel-Axis Theorem

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

Radius of Gyration

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

Virtual Work

$$\delta U = 0$$

SI Prefixes

<i>Multiple</i>	<i>Exponential Form</i>	<i>Prefix</i>	<i>SI Symbol</i>
1 000 000 000	10^9	giga	G
1 000 000	10^6	mega	M
1 000	10^3	kilo	k
<i>Submultiple</i>			
0.001	10^{-3}	milli	m
0.000 001	10^{-6}	micro	μ
0.000 000 001	10^{-9}	nano	n

Conversion Factors (FPS) to (SI)

<i>Quantity</i>	<i>Unit of Measurement (FPS)</i>	<i>Equals</i>	<i>Unit of Measurement (SI)</i>
Force	lb		4.4482 N
Mass	slug		14.5938 kg
Length	ft		0.3048 m

Conversion Factors (FPS)

1 ft = 12 in. (inches)
 1 mi. (mile) = 5280 ft
 1 kip (kilopound) = 1000 lb
 1 ton = 2000 lb

目 录

前言

静力学基本公式

SI 词头和换算系数

第 1 章 基本原理 3

本章目标 3

1.1 力学 3

1.2 基本概念 4

1.3 计量单位 8

1.4 国际单位制 9

1.5 数值计算 10

1.6 一般分析过程 12

第 2 章 力矢量 17

本章目标 17

2.1 标量与矢量 17

2.2 矢量运算 18

2.3 力的矢量合成 20

2.4 平面力系的合成 32

2.5 笛卡儿矢量 43

2.6 笛卡儿矢量的相加 46

2.7 位置矢量 56

2.8 沿直线方向的力矢量 59

2.9 标量积 69

第 3 章 质点的平衡 85

本章目标 85

3.1 质点的平衡条件 85

3.2 受力图 86

3.3 共面力系 89

3.4 空间共点力系 103

第 4 章 力系的简化 117

本章目标 117

4.1 力矩——标量公式 117

4.2 矢量积 121

4.3 力矩——矢量公式 124

4.4 合力矩定理 128

4.5 力对轴的矩 139

4.6 力偶矩 148

4.7 力系的简化 160

4.8 力系的最简结果 170

4.9 简单分布载荷的简化 183

第 5 章 刚体的平衡 199

本章目标 199

5.1 刚体平衡的条件 199

5.2 受力分析：平面力系 201

5.3 平衡方程：平面力系 214

5.4 二力构件以及三力构件 224

5.5 受力分析：空间力系 237

5.6 平衡方程：空间力系 242

5.7 约束及静定问题 243

第 6 章 结构的平衡 263

本章目标 263

6.1 简单桁架 263

6.2 节点法 266

6.3 零力杆 272

6.4 截面法 280

*6.5 空间桁架 290

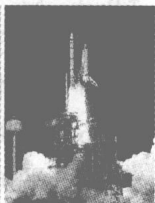
6.6 构架与机具 294

第7章 摩擦	329
本章目标	329
7.1 干摩擦的性质	329
7.2 含干摩擦的问题	334
7.3 楔块	354
7.4 螺钉的摩擦力	356
7.5 传动带的摩擦力	363
* 7.6 环形推力轴承、枢轴承和圆盘的 摩擦力	371
7.7 滑动轴承的摩擦力	374
* 7.8 滚动摩擦	376
第8章 虚功原理	389
本章目标	389

8.1 功的定义	389
8.2 虚功原理	391
* 8.3 虚功原理在连接刚体系统中的应用 ...	393
* 8.4 保守力	405
* 8.5 势能	406
* 8.6 平衡的势能判据	408
* 8.7 平衡的稳定性	409
附录	424
附录 A 数学复习和公式	424
基础题的部分解答和答案	428
习题答案	440

CONTENTS

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

3 Equilibrium of a Particle 85



Chapter Objectives 85

- 3.1 Condition for the Equilibrium of a Particle 85
- 3.2 The Free-Body Diagram 86
- 3.3 Coplanar Force Systems 89
- 3.4 Three-Dimensional Force Systems 103

2 Force Vectors 17



Chapter Objectives 17

- 2.1 Scalars and Vectors 17
- 2.2 Vector Operations 18
- 2.3 Vector Addition of Forces 20
- 2.4 Addition of a System of Coplanar Forces 32
- 2.5 Cartesian Vectors 43
- 2.6 Addition of Cartesian Vectors 46
- 2.7 Position Vectors 56
- 2.8 Force Vector Directed Along a Line 59
- 2.9 Dot Product 69

4 Force System Resultants 117



Chapter Objectives 117

- 4.1 Moment of a Force—Scalar Formulation 117
- 4.2 Cross Product 121
- 4.3 Moment of a Force—Vector Formulation 124
- 4.4 Principle of Moments 128
- 4.5 Moment of a Force about a Specified Axis 139
- 4.6 Moment of a Couple 148
- 4.7 Simplification of a Force and Couple System 160
- 4.8 Further Simplification of a Force and Couple System 170
- 4.9 Reduction of a Simple Distributed Loading 183

5 Equilibrium of a Rigid Body 199



Chapter Objectives 199

- 5.1 Conditions for Rigid-Body Equilibrium 199
- 5.2 Free-Body Diagrams 201
- 5.3 Equations of Equilibrium 214
- 5.4 Two- and Three-Force Members 224
- 5.5 Free-Body Diagrams 237
- 5.6 Equations of Equilibrium 242
- 5.7 Constraints and Statical Determinacy 243

7 Friction 329



Chapter Objectives 329

- 7.1 Characteristics of Dry Friction 329
- 7.2 Problems Involving Dry Friction 334
- 7.3 Wedges 354
- 7.4 Frictional Forces on Screws 356
- 7.5 Frictional Forces on Flat Belts 363
- * 7.6 Frictional Forces on Collar Bearings, Pivot Bearings, and Disks 371
- 7.7 Frictional Forces on Journal Bearings 374
- * 7.8 Rolling Resistance 376

6 Structural Analysis 263



Chapter Objectives 263

- 6.1 Simple Trusses 263
- 6.2 The Method of Joints 266
- 6.3 Zero-Force Members 272
- 6.4 The Method of Sections 280
- * 6.5 Space Trusses 290
- 6.6 Frames and Machines 294

8 Virtual Work 389



Chapter Objectives 389

- 8.1 Definition of Work 389
- 8.2 Principle of Virtual Work 391
- * 8.3 Principle of Virtual Work for a System of Connected Rigid Bodies 393
- * 8.4 Conservative Forces 405
- * 8.5 Potential Energy 406
- * 8.6 Potential-Energy Criterion for Equilibrium 408
- * 8.7 Stability of Equilibrium Configuration 409

Appendix

A. Mathematical Review and Expressions 424

Fundamental Problems Partial Solutions And Answers 428

Answers to Selected Problems 440

ENGINEERING MECHANICS

STATICS

TWELFTH EDITION



The design of this rocket and gantry structure requires a basic knowledge of both statics and dynamics, which form the subject matter of engineering mechanics.