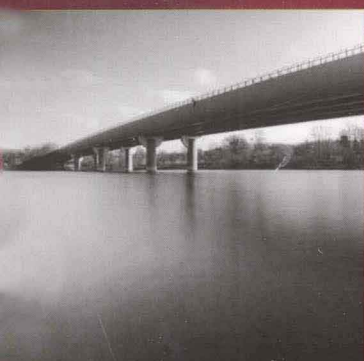


PEARSON

时代教育 • 国外高校优秀教材精选



Statics

Twelfth Edition

静力学

翻译版 • 原书第12版

(美) R. C. 希伯勒(R. C. Hibbeler) 编著

李俊峰 吕敬 袁长清 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

静 力 学

翻译版·原书第12版

(美) R. C. 希伯勒 (R. C. Hibbeler) 编著

李俊峰 吕 敬 袁长清 译



机械工业出版社

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。全书分两册：静力学与动力学。静力学共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。

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

Authorized Chinese Adaptation from the English language edition, entitled ENGINEERING MECHANICS: STATICS, 12E, 9780136077909 by HIBBELER, RUSSELL C., published by Pearson Education, Inc., Publishing as Prentice Hall, Copyright©2010 by 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.

Simplified Chinese language adaptation edition published by PEARSON EDUCATION ASIA LTD., and CHINA MACHINE PRESS Copyright ©2013.

Simplified Chinese language adaptation edition is manufactured in the People's Republic of China, and is authorized for sale only in People's Republic of China excluding Hong Kong and Macau.

本书改编版由培生教育出版公司授权机械工业出版社在中国境内（香港、澳门除外）独家发行，未经出版者书面许可，不得以任何形式复制或节录本书的任何部分。

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合同登记号：01-2010-5164。

图书在版编目（CIP）数据

静力学：翻译版：原书第12版/（美）希伯勒编著；李俊峰，吕敬，袁长清译．—北京：机械工业出版社，2013.6

时代教育·国外高校优秀教材精选

ISBN 978-7-111-42443-7

I. ①静… II. ①希… ②李… ③吕… ④袁… III. ①静力学—高等学校—教材 IV. ①O312

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2013）第 096833 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 贺 伟 陈崇昱

版式设计：霍永明 责任校对：刘怡丹

封面设计：张 静 责任印制：张 楠

北京玥实印刷有限公司印刷

2013 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm·25.5 印张·550 千字

0001—3000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-42443-7

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

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**

译者序

培生教育出版公司出版的 R. C. 希伯勒 (R. C. Hibbeler) 编著的《工程力学》(静力学)、(动力学) (Engineering Mechanics: Statics, Dynamics) 是美国使用最广泛的教材之一。受机械工业出版社委托, 按照我国工科专业的理论力学教材的需要, 我们将原书第 12 版翻译成中文。我国理论力学教师通常比较熟悉前苏联的理论力学教材, 以及以其为蓝本的我国的一些理论力学教材。与它们相比, 本套教材有非常鲜明的特点:

对学生来说, 全书从最基本的力学概念和原理讲起, 仅需简单的微积分知识为基础, 非常容易入门。每章首先给出“本章目标”, 以生活或工程中常见实例引入力学原理; 图文并茂的正文叙述直观、形象、生动; 按知识点安排的例题循序渐进, 可模仿性强; 在例题之后安排了大量习题, 包括一些基础练习题和概念题; 每章都有“本章复习”, 回顾和总结最重要概念、原理和方法, 帮助学生复习, 还有一些复习题供学生自测; 在每章结尾都有实际生活场景的图片, 引导学生思考问题。

对青年教师来说, 本书如同经验丰富的老教师的完整详细的教案, 有一定学习参考价值。

根据我国理论力学通常所涵盖的内容, 删去了应该属于材料力学的部分章节, 删去了使用英制的例题和习题; 有一些非常明显的笔误或者印刷错误, 译者在译稿中都进行了订正。

本书的翻译工作主要由北京航空航天大学吕敬、空军航空大学袁长清共同承担, 校订工作由清华大学李俊峰负责。

李俊峰

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评论家和作者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，它们与该章节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矩形符号(■)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 本书共分为8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。

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。然后第6

VIII 静力学

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(任意力系)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

作者力求写好本书,以引起教师和学生的兴趣。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评论。

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, 宾州州立大学

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

另外还一些人理由获得特殊赞誉。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,我也要感谢我的全体学生和教育工作者们,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,我将不胜感激。

Russell Charles Hibbeler

静力学基本公式

笛卡尔矢量

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

大小

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

方向

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

标量积

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

矢量积

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

笛卡尔力位置矢量

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

笛卡尔力矢量

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

力对点之矩

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

力对轴之矩

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

任意力系的简化

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

平衡

质点

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

平面刚体问题

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

空间刚体问题

$$\begin{aligned} \sum F_x = 0, \sum F_y = 0, \sum F_z = 0 \\ \sum M_x = 0, \sum M_y = 0, \sum M_z = 0 \end{aligned}$$

摩擦

最大静滑动摩擦力

$$F_s = \mu_s N$$

动滑动摩擦力

$$F_k = \mu_k N$$

重心

质点系和刚体系

$$\bar{r} = \frac{\sum \bar{r} W}{\sum W}$$

刚体

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

面积和质量的惯性矩

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

平行轴原理

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

惯性半径

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

虚功

$$\delta U = 0$$

SI 词头和换算系数

SI 词头

倍数	指数形式	词头	SI 符号
1 000 000 000	10^9	吉 [咖] (giga)	G
1 000 000	10^6	兆 (mega)	M
1 000	10^3	千 (kilo)	k
分数			
0.001	10^{-3}	毫 (milli)	m
0.000 001	10^{-6}	微 (micro)	μ
0.000 000 001	10^{-9}	纳 [诺] (nano)	n

FPS 到 SI 的换算系数

物理量	度量单位 (FPS)	等于	度量单位 (SI)
力	lbf		4.448 2N
质量	slug		14.593 8kg
长度	ft		0.304 8m

FPS 中的换算系数

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

对学生的寄语

希望这本书能激发学生对理论力学的兴趣，同时提供一种易接受的指导方法来促进学生对理论力学知识体系的理解和掌握。

目 录

译者序

前言

静力学基本公式

SI 词头和换算系数

第 1 章 基本原理 1

本章目标 1

1.1 力学 1

1.2 基本概念 2

1.3 计量单位 4

1.4 国际单位制 6

1.5 数值计算 7

1.6 一般分析过程 8

第 2 章 力矢量 12

本章目标 12

2.1 标量与矢量 12

2.2 矢量运算 13

2.3 力的矢量合成 14

2.4 平面力系的合成 23

2.5 笛卡儿矢量 34

2.6 笛卡儿矢量的相加 37

2.7 位置矢量 45

2.8 沿直线方向的力矢量 48

2.9 标量积 55

第 3 章 质点的平衡 70

本章目标 70

3.1 质点的平衡条件 70

3.2 受力图 70

3.3 共面力系 73

3.4 空间共点力系 87

第 4 章 力系的简化 98

本章目标 98

4.1 力矩——标量公式 98

4.2 矢量积 101

4.3 力矩——矢量公式 104

4.4 合力矩定理 107

4.5 力对轴的矩 118

4.6 力偶矩 126

4.7 力系的简化 135

4.8 力系的最简结果 144

4.9 简单分布载荷的简化 153

第 5 章 刚体的平衡 164

本章目标 164

5.1 刚体平衡的条件 164

5.2 受力分析：平面力系 165

5.3 平衡方程：平面力系 177

5.4 二力构件以及三力构件 183

5.5 受力分析：空间力系 194

5.6 平衡方程：空间力系 198

5.7 约束及静定问题 199

第 6 章 结构的平衡 215

本章目标 215

6.1 简单桁架 215

6.2 节点法 218

6.3 零力杆 224

6.4 截面法 230

* 6.5 空间桁架 240

6.6 构架与机具 244

第 7 章 摩擦 274

本章目标 274

7.1 干摩擦的性质 274

7.2 含干摩擦的问题 278

7.3 楔块 295

7.4 螺钉的摩擦力 297

7.5 传动带的摩擦力 303

* 7.6 推力轴承和圆盘的摩擦力 310

7.7 滑动轴承的摩擦力	312	* 8.5 势能	339
* 7.8 滚动摩阻	314	* 8.6 平衡的势能判据	340
第8章 虚功原理	326	* 8.7 平衡的稳定性	341
本章目标	326	附录	354
8.1 功的定义	326	附录 A 数学复习和公式	354
8.2 虚功原理	327	附录 B 基础题的部分解答和答案	357
8.3 虚功原理在刚体系中的应用	328	附录 C 习题答案	375
* 8.4 保守力	338		

基本原理

第 1 章

【本章目标】

- 介绍力学的基本量和理想模型。
- 学习牛顿三定律和万有引力定律。
- 复习使用国际单位制的基本原则。
- 介绍数值计算的标准化检验过程。
- 介绍问题求解的一般步骤。

1.1 力学

力学是物理学的一个分支，主要研究作用于物体的力与物体运动或静止之间的关系。力学一般分为三个分支：刚体力学、固体力学和流体力学。本书主要研究刚体力学，它是进一步研究固体力学和流体力学的基础，同时，它也广泛应用于各种工程结构、机器构件及电子设备的设计和分析中。

刚体力学分为两部分：静力学和动力学。前者研究物体平衡的一般规律，即物体相对惯性参考系保持静止或作匀速直线运动的情形；后者主要研究作用于物体的力与物体机械运动之间的一般关系，即物体产生加速运动的情形。静力学可视为动力学中加速度为零的特殊情况。但由于大部分工程结构设计都以处于平衡状态为目的，故在工程教育中仍将静力学单独划分出来讨论。

发展史 由于建立静力学基本原理仅依赖于力与几何的粗略测量技术，因此其发展得非常早。例如，阿基米德（Archimedes，公元前 287—前 212）著作中提出的杠杆原理，又如古代相关著作记载的滑车、斜面和扳手的研 究。但这些理论基本都局限于工程建筑结构领域。

由于受到精确时间测量技术的限制，动力学建立得相对较晚。伽利略（Galileo Galilei，1564—1642）是这一领域的主要创始人之一，其主要工作包括用钟摆和落体所做的实验。艾萨克·牛顿（Isaac Newton，1642—1727）则对动力学发展作出了最重要的贡献，即牛顿三定律和万有引力定律。此后不久，欧拉（Euler）、达朗贝尔（D’Alembert）和拉格朗日（Lagrange）等著名学者分别提出应用这些定律的重要方法。

1.2 基本概念

在学习理论力学之前，先介绍几个重要的基本概念和原理。

基本量 长度、时间、质量和力是贯穿整个力学的四个基本量。

长度 长度可以定位点在空间的位置，也可以度量物理系统的尺寸。如果定义了最基本的长度单位，物体的距离和几何属性都可由该单位的倍数定义。

时间 时间表征了物体运动的连续性。静力学原理与之无关，但其对动力学至关重要。

质量 质量是物体所含物质多少的一种度量，常用于比较物体间相互作用的程度。这种属性直接表现为两物体间的相互吸引，同时也可反映物体速度改变的难易程度。

力 力表示一个物体对另一个物体的作用，如“推力”或“拉力”。当物体之间直接接触或相隔一定距离，都可能产生这种相互作用。前者如人推墙，后者如万有引力、电磁力等。在任何情况下，力都可由其大小、方向和作用点描述。

理想模型 在力学中，利用理想模型研究问题，可以简化问题的复杂性和难度。下面将学习三种重要的理想模型。

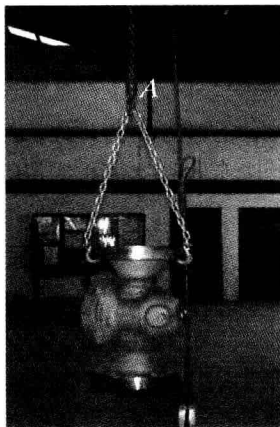
质点 质点是有质量而无大小的点。例如，由于地球本身尺寸比其轨道运动的范围小得多，在研究轨道运动时可将地球视为质点。如果物体被视为质点，其几何属性将被忽略，这样力学原理可简化为相当简单的形式。

刚体 刚体是一种特殊质点系，在载荷作用前后，其内部各质点间的距离始终保持不变。它是非常重要的—种力学模型。若某物体被视为刚体，则在研究力的作用效应时可以不考虑该物体的材料特性，这将使所研究的问题大大简化。在实际工程中，几乎所有零部件和结构均会发生变形。如果这些变形相对较小（满足工程精度要求），则可视该构件为刚体。

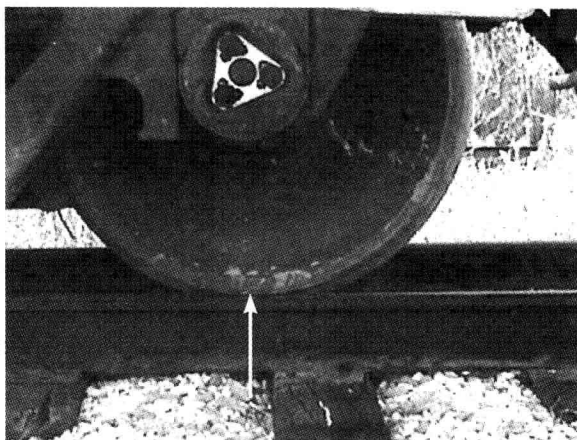
集中力 集中力是指集中作用于一点上的载荷。如果载荷的作用面积相对于物体整体表面积较小，则可以把它近似看做集中力。例如车轮与地面的接触力，便可视为集中力。

牛顿运动定律 牛顿运动定律是理论力学的基础，主要研究质点相对于惯性参考系的运动规律，其正确性已在实验中得到验证。下面简述如下：

第一定律 质点初始时处于静止或匀速直线运动状态，只要不受非平衡力的作用，它将继续保持原来的状态，如图 1-1a 所示。



三个力作用于吊钩 A。
若它们汇交于一点，
则可视吊钩 A 为质点。



钢是一种常用的工程材料，在负载时其变形量通常很小。因此，可将铁道车轮视为刚体，其与轨道间的相互作用力可视为集中力。

第二定律 如果质点受非平衡力 F 的作用，在力的方向上产生一个加速度 a ，其大小与力 F 成正比，如图 1-1b 所示。^①设质点质量为 m ，则它们满足如下数学关系：

$$F = ma \quad (1-1)$$

第三定律 两个质点之间的相互作用力总是大小相等、方向相反，作用线共线，如图 1-1c 所示。

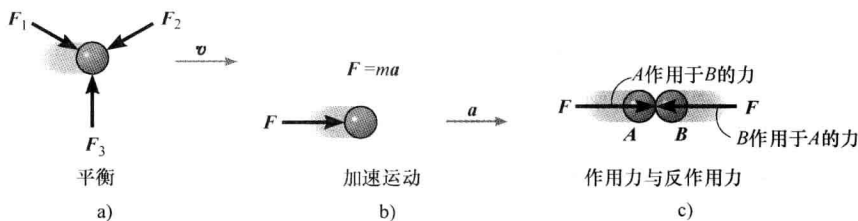


图 1-1

牛顿万有引力定律 随后牛顿以他的三大运动定律为基础，演绎出解释任意两质点间相互吸引规律的万有引力定律，其数学描述如下：

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad (1-2)$$

式中， F 为两质点间万有引力的大小； G 为引力常量；根据实验测得， $G = 66.73 \times 10^{-12} \text{ m}^3/(\text{kg} \cdot \text{s}^2)$ ； m_1 、 m_2 分别为两个质点的质量； r 为两个质点之间的距离。

重力 由式 (1-2) 可知任意两个质点或物体之间都存在着相互吸引力（万有引力）。

① 另一种描述：如果作用在质点上的合力 F 不为零，则力 F 与质点线动量的时间变化率成正比。