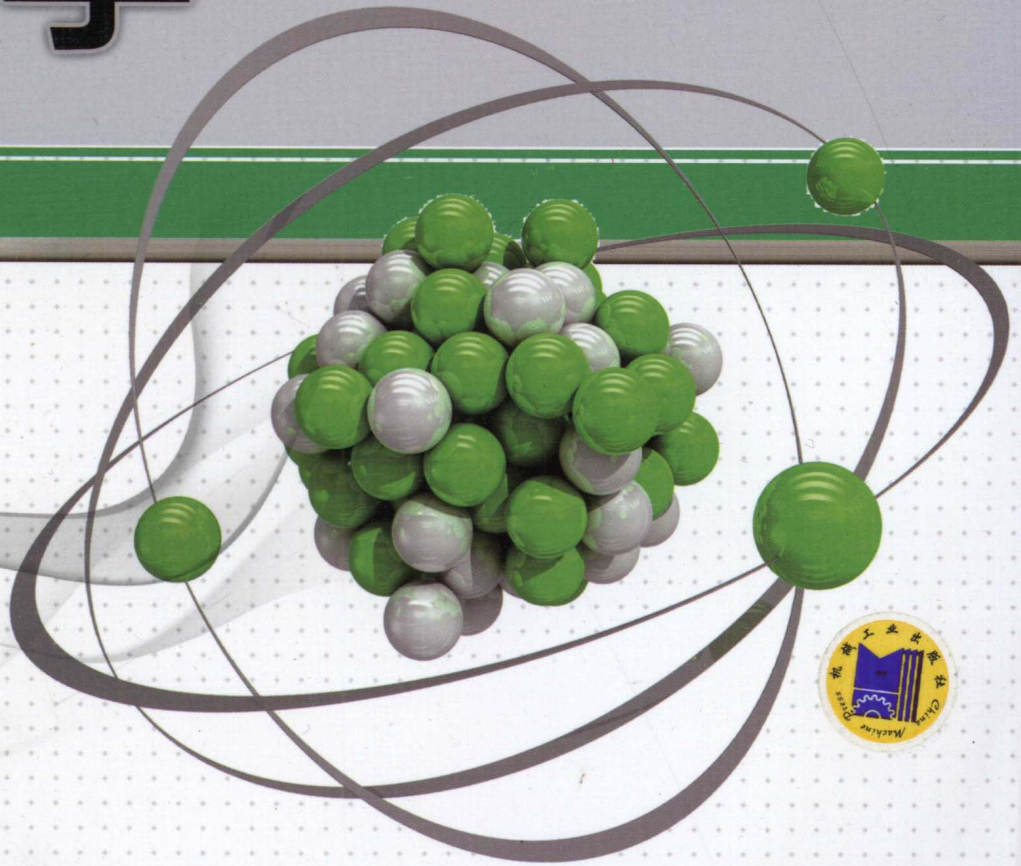
图解静力学

田俊民　编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

需要全本请访问 www.ertongbook.com

图解静力学

田俊民　编

机械工业出版社

本书将趣味十足的图画和浅显的文字相互结合，以科普读物的形式，详细介绍了静力学涉及的各项内容，包括静力学基础、平面汇交力系、力偶、平面任意力系、摩擦、空间力系等内容。全书图文并茂，内容通俗易懂。

本书可供企业的工程师和相关技术工人使用，也可作为学生学习静力学的参考书。

图书在版编目（CIP）数据

图解静力学 / 田俊民编 . —北京：机械工业出版社，2013.11
ISBN 978-7-111-44975-1

Ⅰ . ①图… Ⅱ . ①田… Ⅲ . ①静力学—图解 Ⅳ . ①0312-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2013）第 288660 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：孔　劲　责任编辑：孔　劲
版式设计：霍永明　责任校对：刘秀芝
封面设计：路恩中　责任印制：刘　岚

北京市玥实印刷有限公司印刷

2014 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

260mm × 184mm · 10.5 印张 · 257 千字

0 001—2500册

标准书号：ISBN 978-7-111- 44975-1

定价：36.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

策划编辑（010）88379772

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**

前　言

“力学”离我们并不遥远，它时刻都在我们身边，只不过我们已经习以为常，不太注意它罢了。用一只手端不起来一盆水，而用两只手就可轻易地举起；直接用人工抬不起的重物，用“手拉葫芦”（全称为环链手拉葫芦）就可轻易吊起；老式杆秤能称出物体的重量；沉重的人力车一个人拉不动，而几个人同时用力就能拉走。这些现象，其本质都是力学原理作用的结果。前人经过长期观察和实践，逐步总结出了力学的基本原理。

就“静力学”而言，从世界上最早出现的有关力学的文字论述（见于中国古代的“墨经”和希腊亚里士多德的“物理学”）算起，直到“力学”发展成为一门系统的学科，经历了两千多年的漫长时期。从哥白尼、开普勒开始，经过伽利略，最后由牛顿总结归纳，从而形成了“古典力学”的完整体系。之后，拉格朗日、达朗贝尔等人又把解析的方法运用到力学中来，为研究更复杂的力学课题开辟了新的途径。古典力学是以牛顿定律为基础的，用于研究运动速度远小于光速的宏观物体的运动；而相对论力学研究的是可与光速（30万千米/秒）相接近的运动；量子力学则研究微观粒子的运动。在现代科学中，古典力学仍然起着巨大的作用，即使在一些尖端科学技术中，仍然应用着古典力学的基本原理。

理论力学（属于古典力学范畴）的内容，可分为三部分：

（一）静力学——研究力系的简化和物体在力系作用下的平衡问题。

（二）运动学——研究物体运动的几何性质而不涉及力的作用。

（三）动力学——研究物体的运动与物体上所受力的关系。

力学的发展历史说明实践是力学发展的源泉。现代化生产和科学技术的迅速发展（如工程结构的受力平衡，机械运动的分析与综合，甚至于自动化、远距离控制、宇宙飞行等）对力学提出了更高的要求。因此，工程技术人员必须掌握一定的理论力学的知识，才能在生产实践中应用这些规律，进而促进科学技术和生产力的发展。

本册“静力学”部分，包括静力学基本概念和公理、平面汇交力系、平面力偶系、平面任意力系、空间力系、摩擦、重心。欢迎读者阅读本册后，提出批评指正，以便共勉。

作者

目　录

◆ 静力学基础 · · · · · 1
- 静力学的基本概念 · · · · · 3
- 静力学基本公理 · · · · · 7
- 约束与约束反力 · · · · · 11
- 受力图 · · · · · 17

◆ 平面汇交力系 · · · · · 26
- 平面汇交力系合成的几何法 · · · · · 27
- 平面汇交力系平衡的几何条件 · · · · · 32
- 平面汇交力系合成的解析法 · · · · · 34
- 小结 · · · · · 39

◆ 力偶 · · · · · 40
- 力偶的概念 · · · · · 41
- 力偶的等效条件和等效定理 · · · · · 43
- 力偶的特性 · · · · · 45
- 平面力偶系的合成与平衡 · · · · · 46
- 力的平移定理 · · · · · 49
- 力对点之矩 · · · · · 53
- 小结 · · · · · 59

◆ 平面任意力系 · · · · · 64
- 平面任意力系的简化 · · · · · 65
- 平面任意力系简化结果的讨论 · · · · · 69
- 平面任意力系的平衡方程式及其应用 · · · · · 71
- 静定与静不定问题 · · · · · 79
- 物体系统的平衡问题 · · · · · 81
- 小结 · · · · · 87

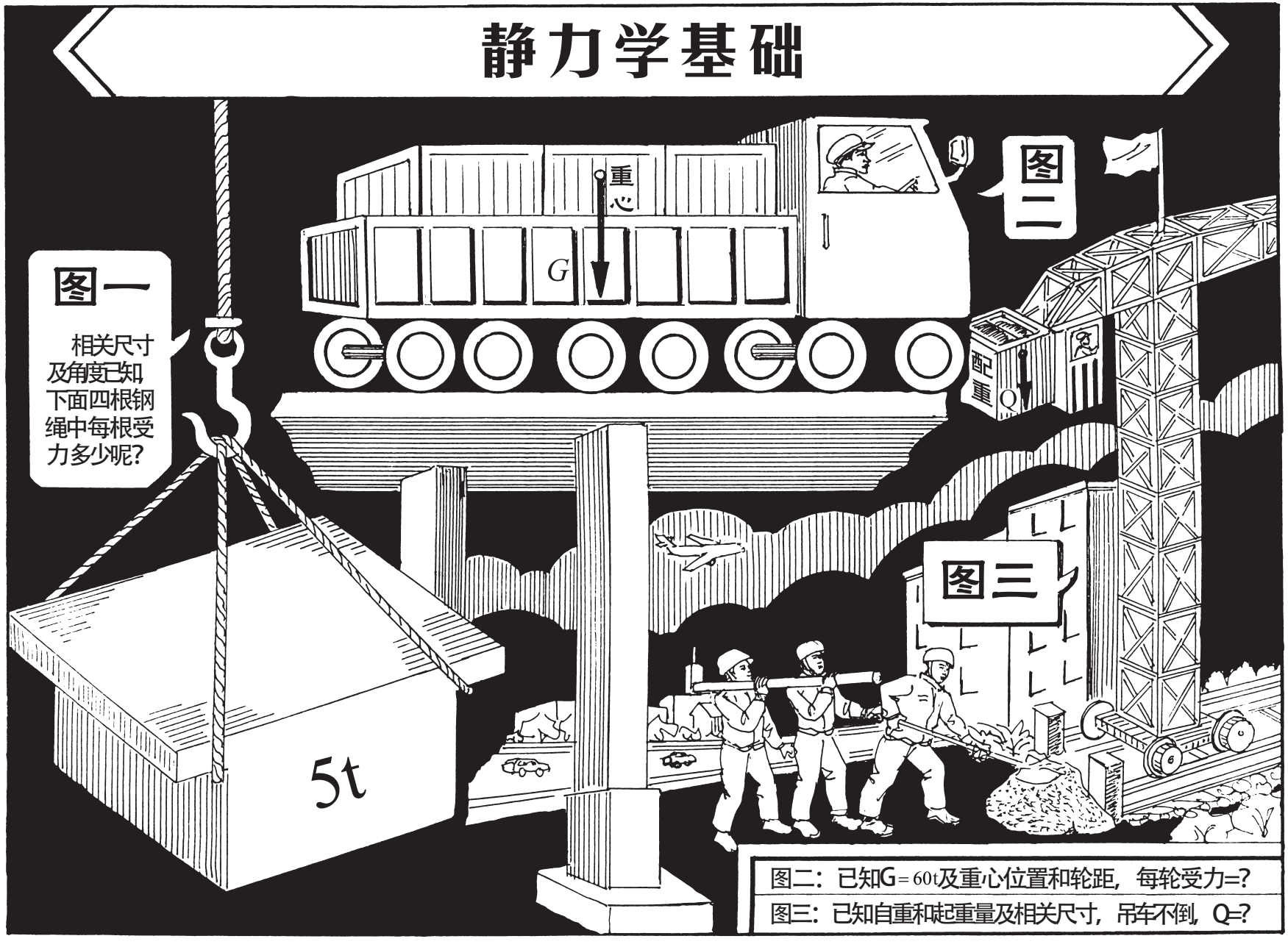
◆ 摩擦 · · · · · 93
- 滑动摩擦 · · · · · 96
- 考虑摩擦时物体的平衡问题（解析法） · · · · · 100
- 摩擦角和自锁的几何条件 · · · · · 106
- 考虑摩擦时物体的平衡问题（几何法） · · · · · 112
- 滚动摩擦简介 · · · · · 116
- 小结 · · · · · 120

◆ 空间力系 · · · · · 124
- 力在空间直角坐标系上的投影 · · · · · 125
- 空间汇交力系的合成及平衡 · · · · · 132
- 力对轴之矩 · · · · · 135
- 空间任意力系的平衡方程式 · · · · · 140
- 空间力系问题的平面解法 · · · · · 147
- 小结 · · · · · 150

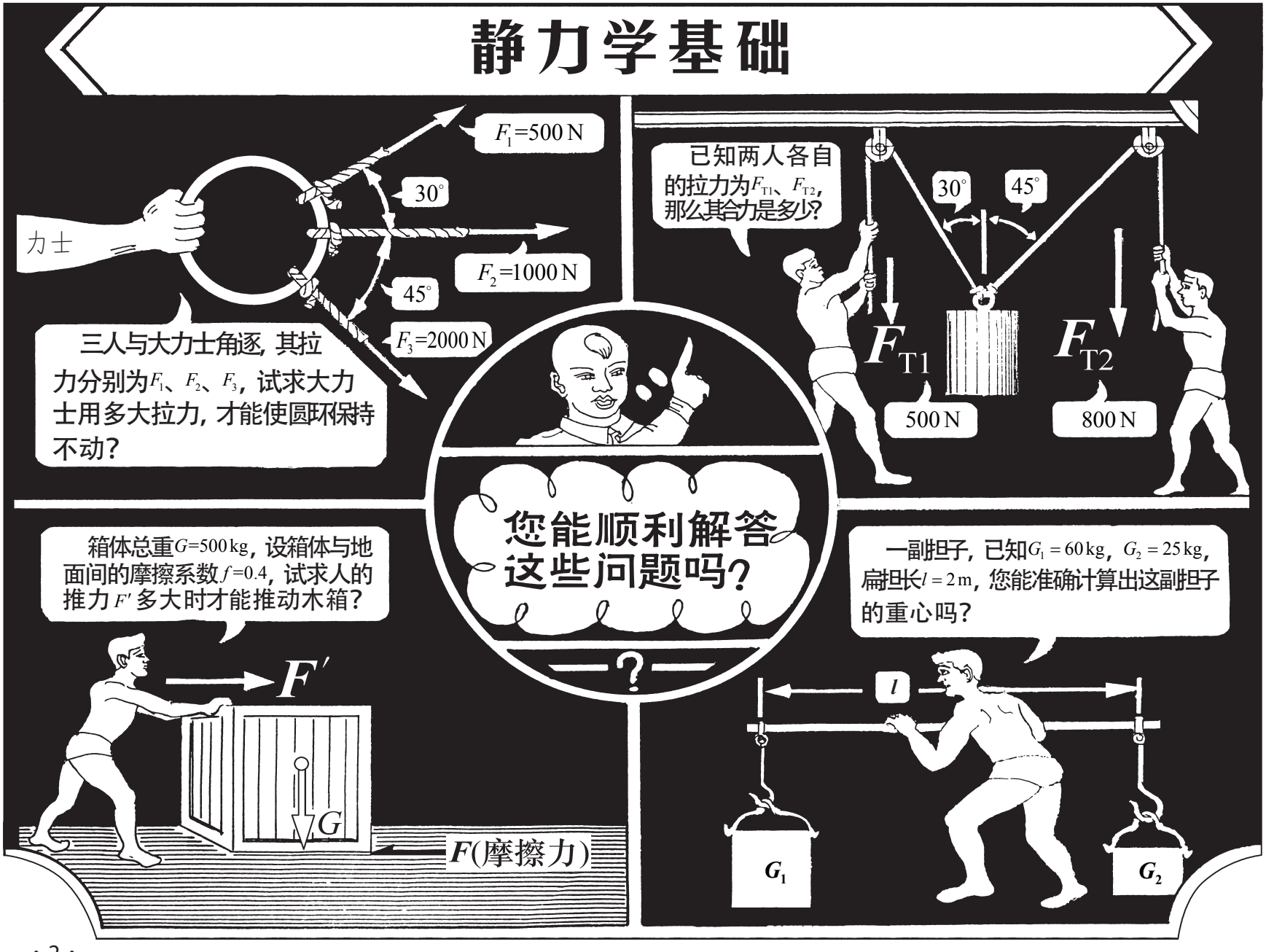
◆ 重心 · · · · · 152
- 重心和形心的坐标公式 · · · · · 154
- 确定重心位置的方法 · · · · · 156
- 小结 · · · · · 163

需要全本请访问 www.ertongbook.com

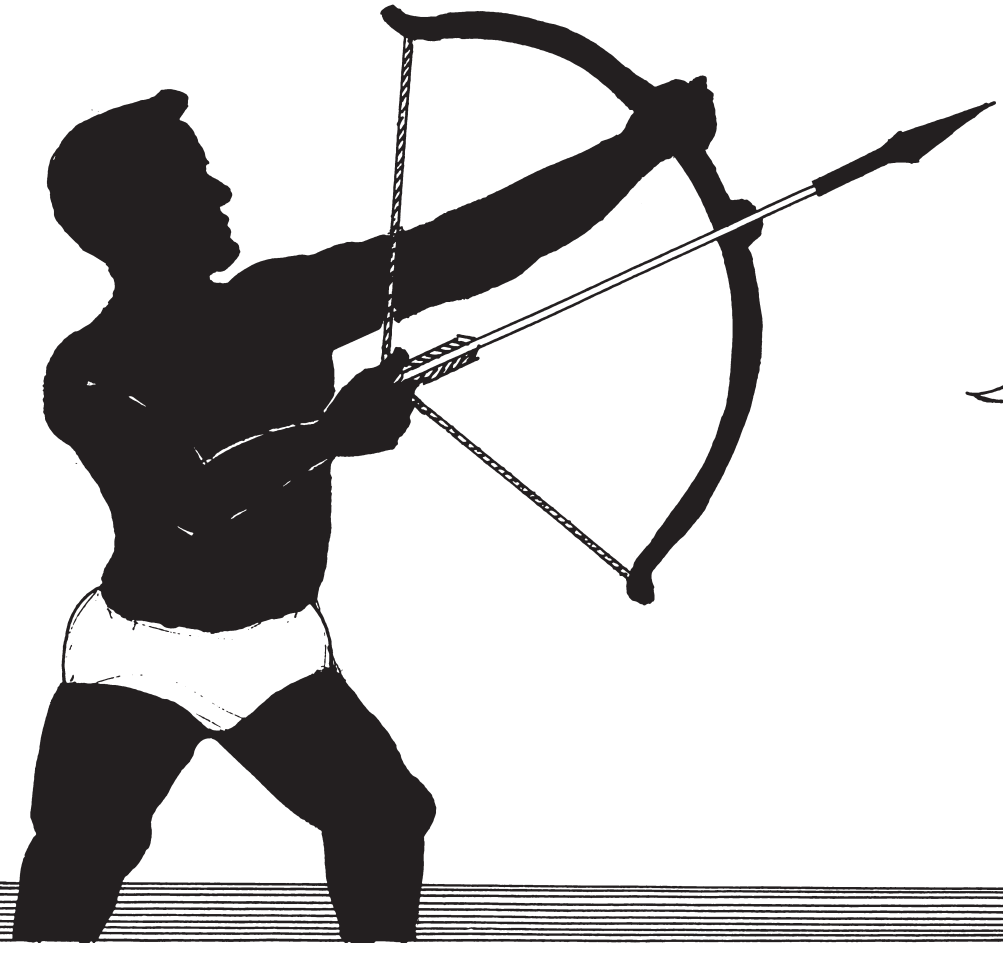
静力学基础


图一
相关尺寸及角度已知，下面四根钢绳中每根受力多少呢？
5t
重心
G
图二
配重Q
图三
图二：已知G＝60t及重心位置和轮距，每轮受力=?
图三：已知自重和起重量及相关尺寸，吊车不倒，Q=?

静力学基础


F_1=500 N
30°
力士
F_2=1000 N
45°
F_3=2000 N
三人与大力士角逐，其拉力分别为F_1、F_2、F_3，试求大力士用多大拉力，才能使圆环保持不动？
已知两人各自的拉力为F_{T1}、F_{T2}，那么其合力是多少？
30°
45°
F_{T1}
F_{T2}
500 N
800 N
您能顺利解答这些问题吗？
?
箱体总重G=500 kg，设箱体与地面间的摩擦系数f=0.4，试求人的推力F'多大时才能推动木箱？
F'
G
F(摩擦力)
一副担子，已知$G_1 = 60$ kg，$G_2 = 25$ kg，扁担长$l = 2$ m，您能准确计算出这副担子的重心吗？
l
G_1
G_2

静力学基础—静力学的基本概念



静力学是研究物体在力系作用下的平衡条件的科学。

力系是指作用于物体上的一群力。

平衡是指物体相对于地面保持静止或做匀速直线运动。

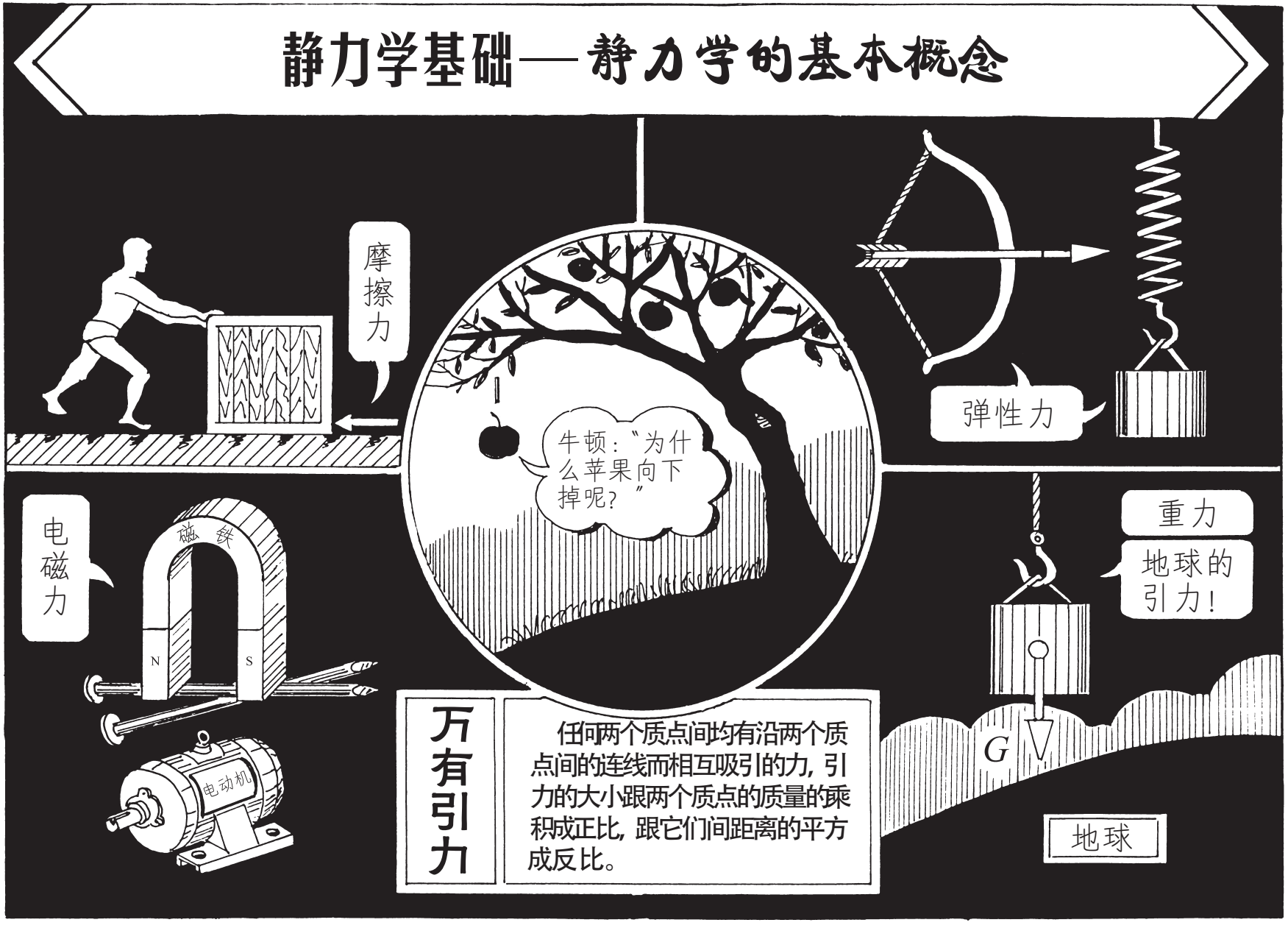
刚体是指在力的作用下，内部任意两点之间的距离始终保持不变的物体。

几个刚体通过一定联系组成的系统称为刚体系，又称物系。

力是物体之间的相互机械作用，不但有大小、作用点，而且具有方向性。

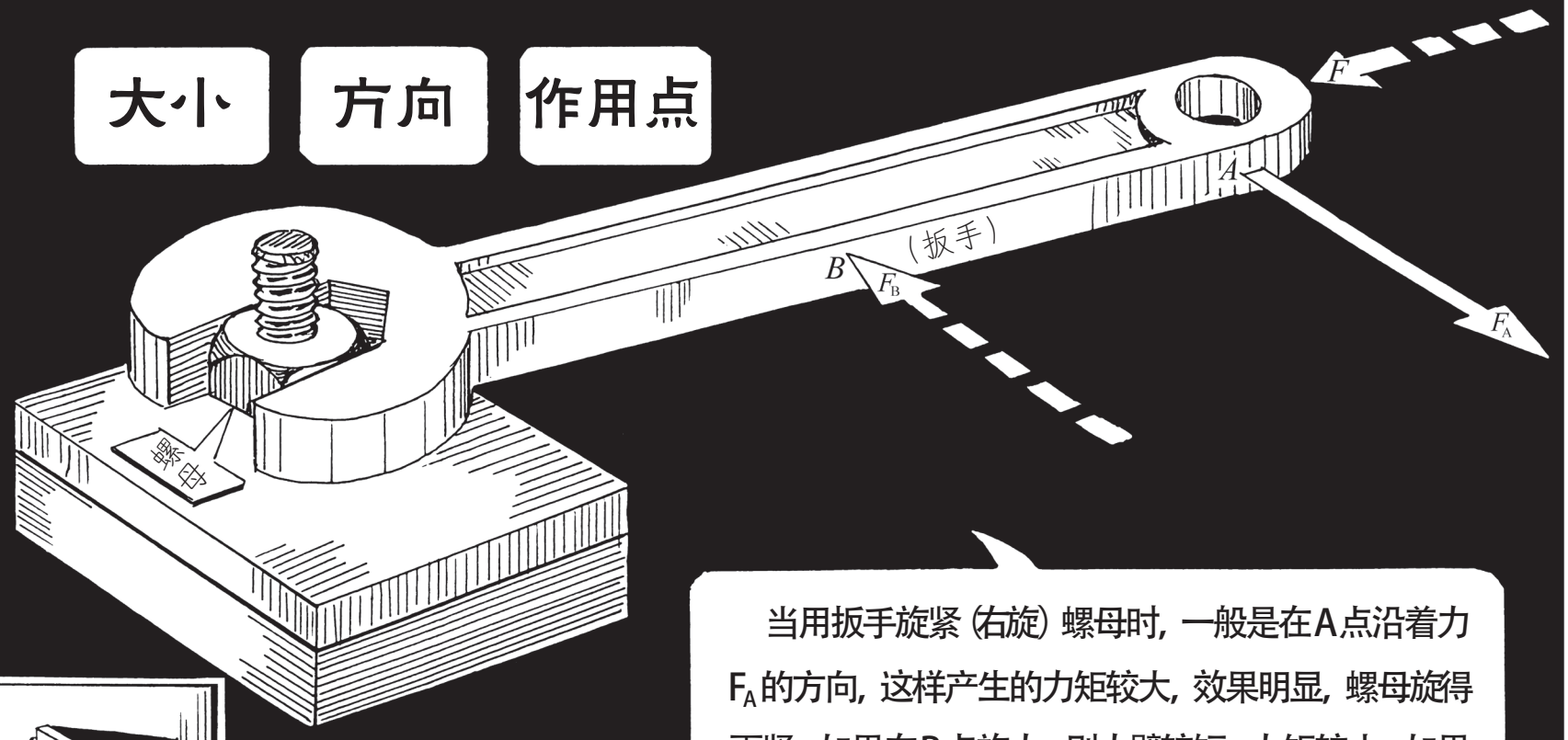
力是一个矢量！

静力学基础——静力学的基本概念



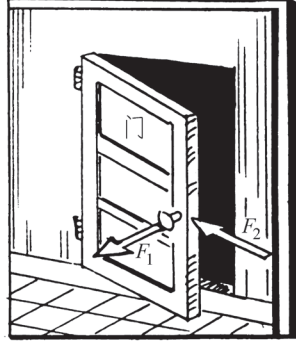
静力学基础——静力学的基本概念

大小　方向　作用点



当用扳手旋紧(右旋)螺母时，一般是在A点沿着力F_A的方向，这样产生的力矩较大，效果明显，螺母旋得更紧。如果在B点施力，则力臂较短，力矩较小。如果沿着力F的方向，　则起不到旋紧螺母的作用。

所以，力的三要素是：大小，方向和作用点。



开门时，一般是沿着拉力F_1的方向；如果按照力F_2的方向，那么无论是拉或推，门都无法打开。

静力学基础——静力学的基本概念



力的表示方法

F

$\vec{F}$

用力拉钢环时，绳索被拉直，这时对绳索施加了拉力！

力是一个有大小、方向和作用点的矢量。

对于矢量，在图上用一个带箭头的线段表示。线段的长度按一定的比例K_F表示力的大小。即

$$K_F = \frac{\text{图上线段长}}{\text{力的大小}}$$

$$\text{cm}/\text{N} \quad \text{或} \quad \text{mm}/\text{N}$$

例如，用1cm代表1000N的力，这时的比例为

$$K_F = \frac{1}{1000}\ \text{cm/N}$$

箭头指向表示力的方向

线段的起点或终点表示力的作用点

文字符号用黑体字母F表示力的矢量。手写时则用$\vec{F}$表示

国际单位制：力的单位：牛（N）或千牛（kN）

工程单位制：力的单位：千克力（kgf）1kgf=9.8N

需要全本请访问 www.ertongbook.com

静力学基础——静力学基本公理

公理一：作用与反作用定律

滑冰车时，人通过双杆施力于冰面，冰面对双杆的反作用力使冰车向前滑行！





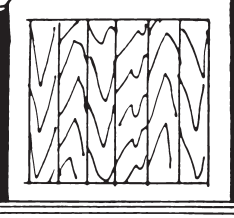
喷气式飞机在反作用力作用下向前飞行！

公理一

一个物体对另一个物体有一个作用力的同时，另一个物体对此物体必有一个反作用力，这两个力大小相等、方向相反、沿着同一直线，且分别作用于两个相互作用的物体上。

用力推箱时，人手也受到了箱对人手的反作用力！



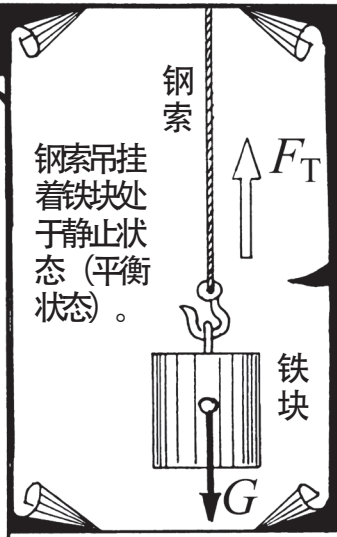


走路时，脚用力蹬地，也受到了地面的反作用力！



静力学基础——静力学基本公理

公理一：二力平衡公理



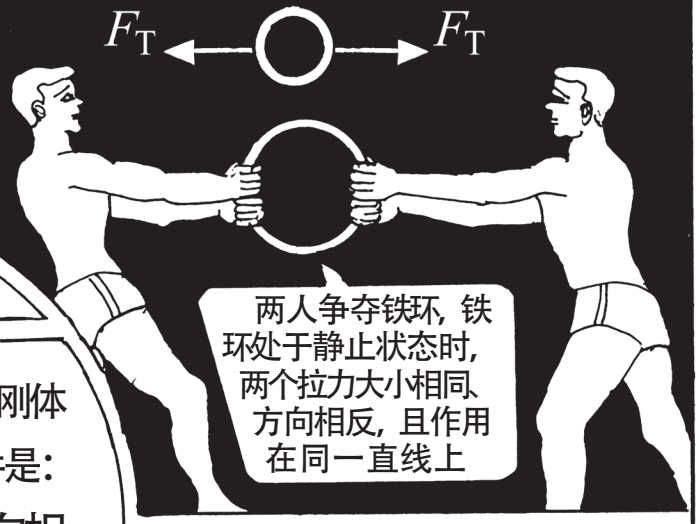


重力G=拉力F_T，且在同一直线上！

公理二

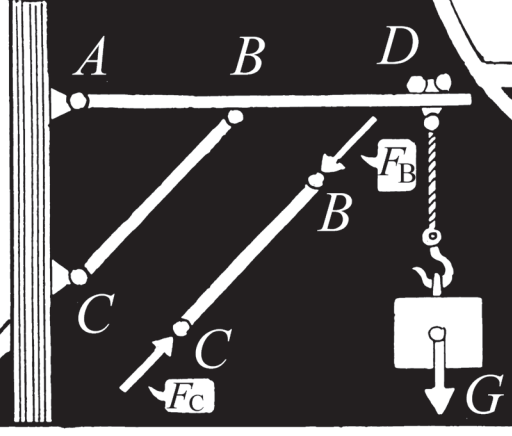
作用于刚体上的两个力，使刚体处于平衡状态的充分必要条件是：

这两个力大小相等、方向相反、且作用在同一直线上。



两人争夺铁环，铁环处于静止状态时，两个拉力大小相同、方向相反，且作用在同一直线上

二力构件

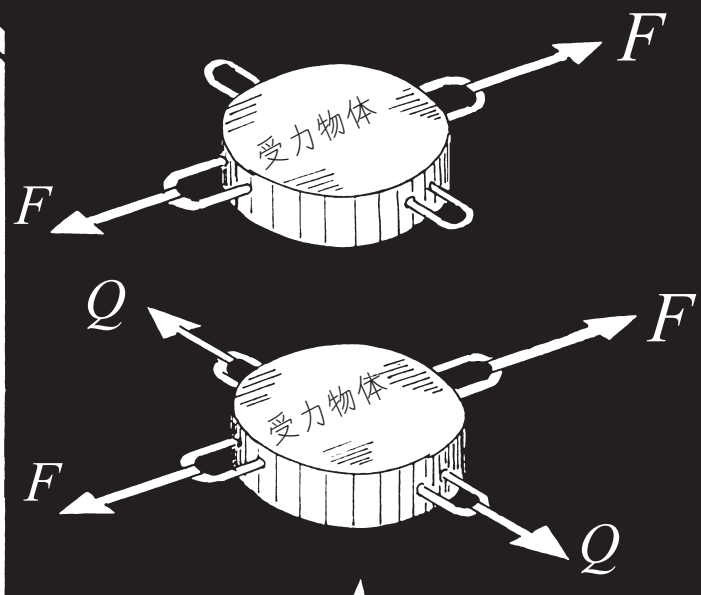


若一刚体受到两个力作用而处于平衡状态，则此二力的方向必在二力作用点的连线上，且等值、反向，此刚体称为二力构件（见左图）。

$F_B = F_C$，方向相反且在一条直线上。

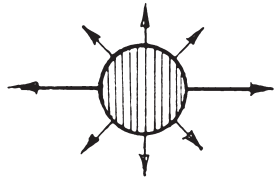
静力学基础—静力学基本公理

公理三：加减平衡力系公理



公理三

在已知力系上加上或减去任意的平衡力系，并不改变原力系对刚体的作用。

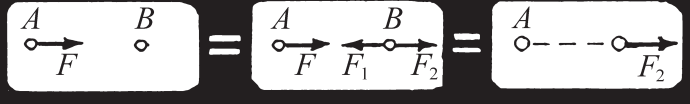


推论 1　力的可传性

作用于刚体上某点的力，可沿其作用线移到刚体内任意一点，而不改变此力对刚体的作用效应。



证明



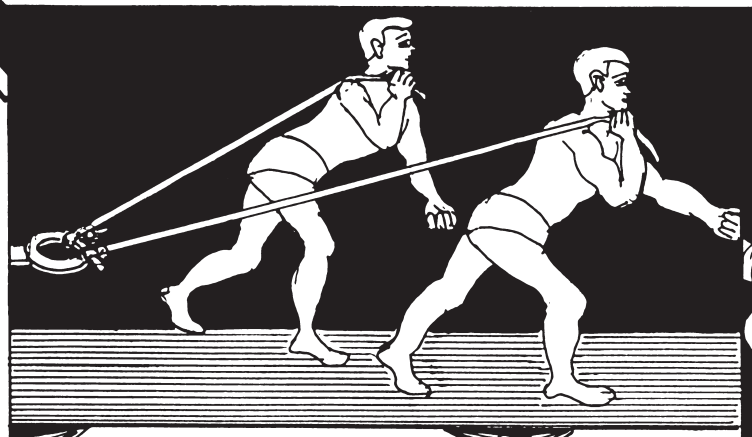
(1)　设立 F 作用于刚体上 A 点。

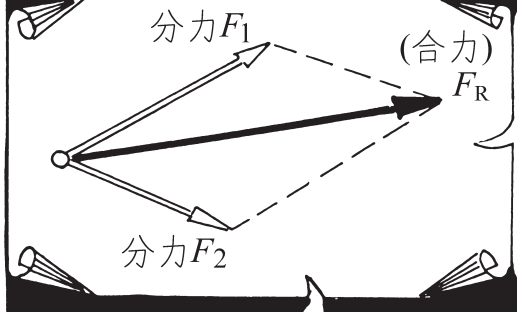
(2) 沿力的作用线在刚体内任取一点B，并在B点加一平衡力系 F_1 与 F_2，　使 $-F_1 = F_2 = F$　（上图）。

(3) 由于 $F_1 = F$，反向且共线，故根据公理三二者抵消，只剩下 F_2，F_2　F，即相当于力 F 从A点传递到B点。

静力学基础——静力学基本公理

公理四：力的平行四边形规则





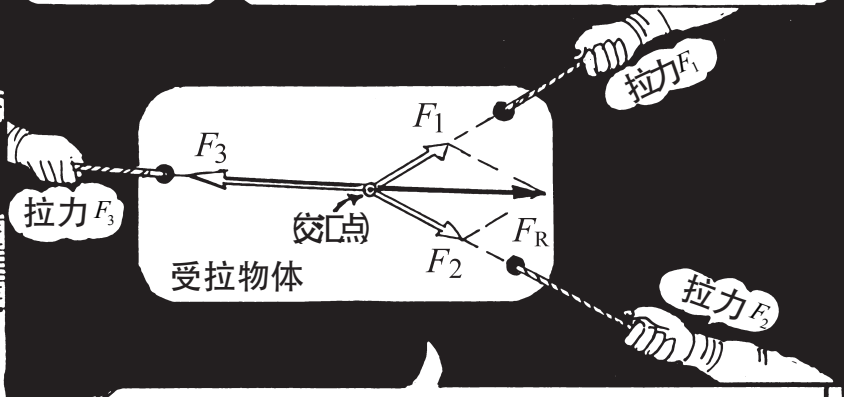
公理四说明力的合成是符合矢量加法的，即

$$\overline{F_1}+\overline{F_2}=\overline{F_R}$$

公理四

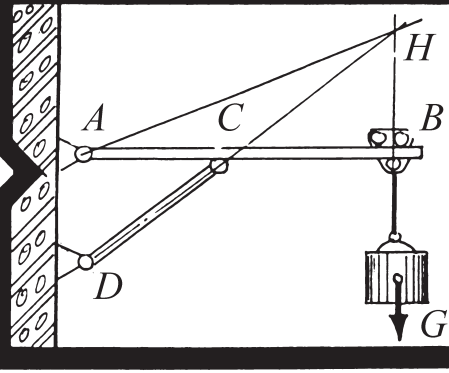
作用于物体上同一点的两个力可以合成为一个合力。合力也作用于该点上，其大小和方向由这两个力为邻边所构成的平行四边形的对角线确定（上图）。

推论 2　三力平衡汇交定理



作用于刚体上三个相互平衡的力，若其中两个力的作用线汇交于一点，此三力则必在同一平面内，且第三个力的作用线通过汇交点。

三力构件



图中AB杆二处受力，B点，受重力G的作用垂直向下。

C点，因CD杆为二力构件，故其对AB杆的反作用力沿CD 延长线方向。

A点，铰链A处的反作用力作用线与 H 点交汇。

静力学基础——约束与约束反力



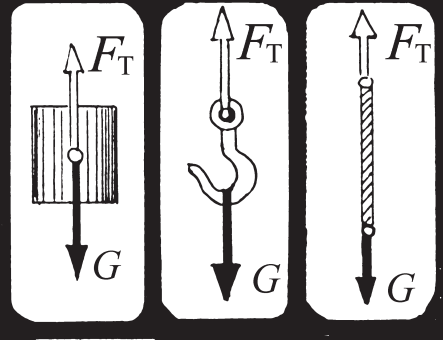
主动力

使物体产生运动的力，称为主动力。例如，重力——地球对物体的引力，高处下落的物体会在重力的作用下做自由落体运动。

约束和约束反力

位移受到限制的物体称为非自由体，对非自由体的某些位移起限制作用的周围物体称为约束。

约束对物体的运动起限制作用的力，称为约束反力。

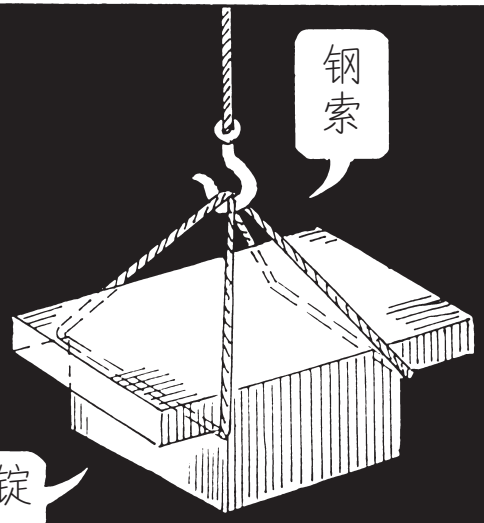


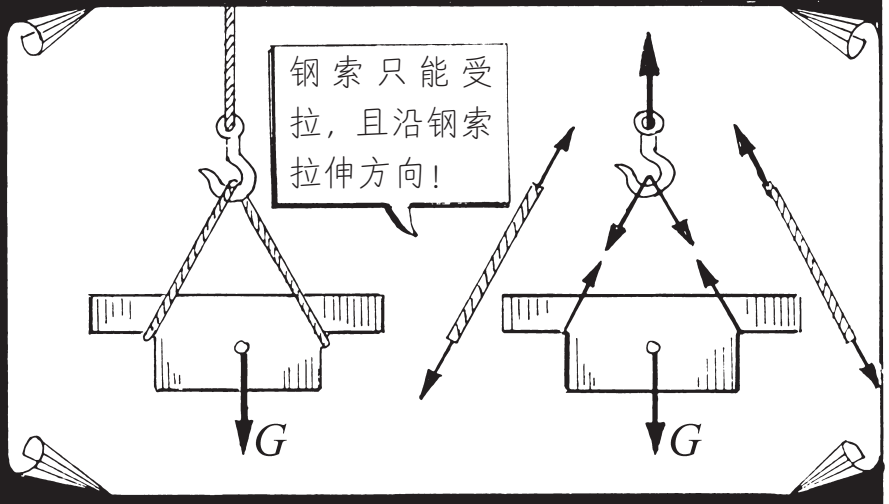
$G = F_T$

主动力　约束反力

静力学基础——约束与约束反力

柔性体约束

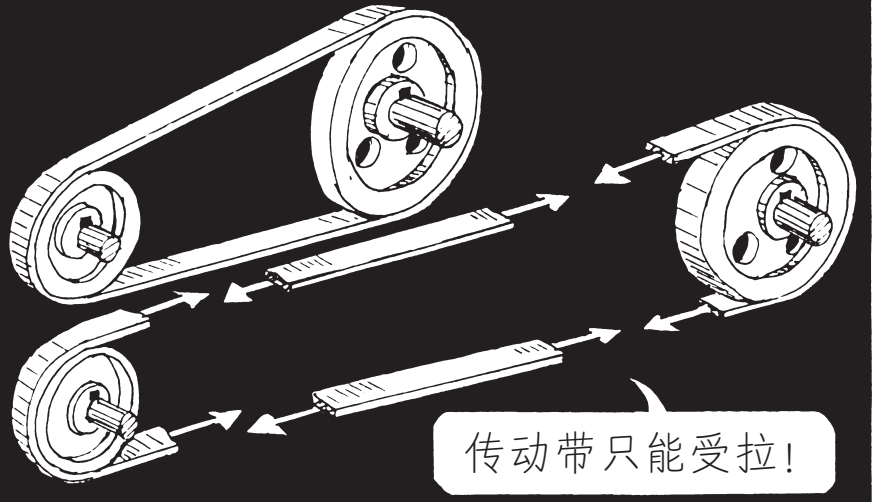






由柔软的绳索、传动带或链条所构成的约束。

这类约束只能受拉，不能受压，并且只能限制物体沿绳索拉伸方向的运动。在不计自重的条件下，绳索两端受拉力作用后成一直线，它的受力状态为一个二力构件，在平衡时，这两个力的方向沿着绳索相背于受力物体。



需要全本请访问 www.ertongbook.com