



科海拾贝



牛顿力学 及其物理定律

田俊民 编绘



 中国标准出版社

科海拾贝



牛顿力学及其物理定律

田俊民 编绘

中国标准出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

牛顿力学及其物理定律/田俊民编绘. -北京: 中国标准出版社, 2006

(科海拾贝)

ISBN 978-7-5066-4190-6

I. 牛… II. 田… III. 物理学-普及读物 IV. 04-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 078072 号

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码: 100045

网址 www.bzcbbs.com

电话: 68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 6.5 字数 122 千字

2007 年 1 月第一版 2007 年 1 月第一次印刷

*

定价 15.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话: (010) 68533533



《科海拾贝》系列丛书简介

17世纪的伟大的自然科学家牛顿,虽然发现了力学的三大定律,但他却说:“我只觉得自己好象是一个在海滨玩耍的孩子,有幸拾到光滑美丽的贝壳。”这一方面表现了牛顿的谦逊,也表明大自然的奥秘是无穷的。人们认识大自然,需要一个漫长的、逐步深化的认识过程。

物理学是人类在认识宇宙和大自然最先发展起来的基础科学之一,它是一切科学和技术的基础,它所涉及的范围,大到浩瀚无垠的宇宙;我们人类生活中须臾不可离开的声、光、电、热,小到构成物质的最基本的粒子——原子、中子、质子,以至最近发展起来的解释宇宙形成的“弦”的奥妙理论,总之,物理——是涵盖宇宙奥妙的万物之理。

在人类近代的生活和生产实践中,我们时时刻刻都离不开建立在物理学基础上的科学技术,以及它所带给我们的一切,我们所用的电,所看的电视,乘坐的飞机、汽车,所用的手机、电话,总之,现代社会的一切物质文明,都是建立在物理学的基础上而搞出的发明创造。

现在,我们伟大的祖国正在倡导科技兴国,主张自主创新,提高全民族的科技素质。针对这一号召,我便萌发了编绘这套丛书的想法。就是以图文并茂、科普作品的方式,让人们了解科学海洋里最基本的科学知识。不了解这些最基本的定律、定理,要想搞科技创新,搞发明创造是不可能的。



其中所谓“拾贝”中的“拾”字,有多层含义。对于初学者是开始掌握,对于已学过者,是再次拾起的意思。我国古代伟大的思想家、教育家孔子曾说过,“学而时习之”,这是一个永恒的真理。就我本人来讲,这些定律虽然在学校中学过,但随着时光的流逝,或由于工作中不常用而淡忘了。问很多同事,牛顿力学的三大定律是什么?大多数人都不能完整地回答出来。如果让他们再去找物理书也不现实,如果身边备有《科海拾贝》系列的画册,岂不更方便吗。还有,即便我们不是直接从事科学技术研究工作的,但卫星为什么会在天上遨游,宇宙中的星球运转是什么原因?这些最基本的大自然奥秘,也应当有一些最基本的了解。

综上所述,本人按照科普作品的模式,编绘了这套图文并茂的丛书。在编绘过程中,又得到了白山雄、田斌、白宇文、崔燕、李白等诸位同志的大力协助,本人在此表示诚挚感谢。这套丛书共有七册,包括① 牛顿力学及其物理定律。② 电学及热学。③ 图解力学。④ 图解材料力学。⑤ 图解机械原理。⑥ 典型机构图册。⑦ 机械中的联接与传动(绘图本),并将陆续出版。编绘此系列丛书,也在于抛砖引玉,希望广大读者提出建议,以便更加完善。总之,本人在编绘的过程中,也是一个学习的过程,伟大的鲁迅先生曾说过的名言:“我倘能生存,我仍要学习,”应当是指导人们的座右铭,本人也想,能为提高全民族的科技水平,尽一点绵薄之力。

编者

2006年5月



序 言

为什么人造卫星能环绕着地球旋转？为什么相撞的汽车产生如此大的破坏力？古代希腊哲学家曾经说过：“整个自然界，从最小的东西到最大的东西，从沙粒到太阳，从原生生物到人，都处于永久的消灭和产生中，处于不间断的流动中，处于不休止的运动和变化中。”但它们遵循着怎样的规律呢？我们的前人已经在长期的实践中积累了丰富的知识，这是一个巨大的知识宝库。这些知识就像是一把把闪闪发光的钥匙，用来帮助我们解决生产和生活中一些实际问题。常言道：“知识就是力量、深知必胜利。”欲使自己能攀上科学技术的高峰，必须打好坚实的基础，牢牢掌握最基本的定律。就好像要盖高楼大厦，必先打好坚实的基础。古人云：“千里之行，始于足下。不积跬步，无以致千里。”编绘此本图册，目的是使阅读者能牢牢地掌握这些基础知识。采用图文并茂的形式，就是要加强读者的记忆。只有牢牢地、熟练地掌握了这些最基本的定律，才能使自己的知识结构变成牢固的高楼大厦。编绘此本图册也在于抛砖引玉，希望读者提出批评指正，以便共勉。



目 录

第一篇 简单机械

我国古代的简单机械	2
力	3
功	4
功的原理	5
杠杆	7
杠杆的应用实例	8
斜面	9
斜面的应用实例一 螺旋	10
斜面的应用实例二 千斤顶	11
滑轮一	12
滑轮二	13
轮轴	14
轮轴的应用实例 方向盘·绞盘	15
楔(劈)	16
楔的应用实例	17

机械的效率	18
-------------	----

第二篇 牛顿运动定律

运动和力	20
牛顿力学的适用范围	21
牛顿第一定律	22
牛顿第二定律	23
牛顿第三定律	24
万有引力定律	25
牛顿定律的应用实例一	26
牛顿定律的应用实例二	27
牛顿定律的应用实例三	28
万有引力定律的应用 自由落体运动 ...	29
万有引力定律的应用 宇宙速度	30
力的种类	31
力的三要素	32



公理一:作用与反作用公理	33
公理二:两力平衡公理	34
公理三:加减平衡力系公理	35
公理四:力的平行四边形公理	36
万有引力定律的实例:重力	37
质量和重量	38
摩擦	39
摩擦力	40
增大或减小摩擦的方法	41
弹性力	42

第三篇 物体的几种运动

匀速直线运动	44
变速直线运动	45
自由落体运动	46
抛体运动——平抛运动	47
竖直上抛运动	48

竖直下抛运动	49
一些物体的平均速度	50
匀速圆周运动	51
固体的匀速转动	52

第四篇 功与能

冲量·动量·动量定理	54
动量守恒定律	55
动量守恒定律的应用实例	56
功(A)	57
功率(P)	58
动能(E_k)	59
动能定理	60
势能(E_p)	61
机械能守恒定律	62
功能原理	63
碰撞(一)	64



碰撞(二)	65
碰撞力	66

第五篇 压强

压力和压强	68
减小压强或增大压强	69
帕斯卡定律	70
液压机的工作原理	71
液体的压强	72
液体压强的公式	73
连通器	74
船闸	75
大气的压强	76
大气压的测定	77
大气压的变化	78

活塞式抽水机	79
离心式水泵	80
浮力	81
阿基米德定律	82
阿基米德的故事	83
物体的浮沉条件	84
物体浮沉条件的应用	85
阿基米德定律的应用	86

第六篇 流体力学基础

理想流体——稳流	88
流体的连续性原理	89
压强和流速的关系	90
伯努里方程	91



第一篇

简单机械

(省力而不省功)

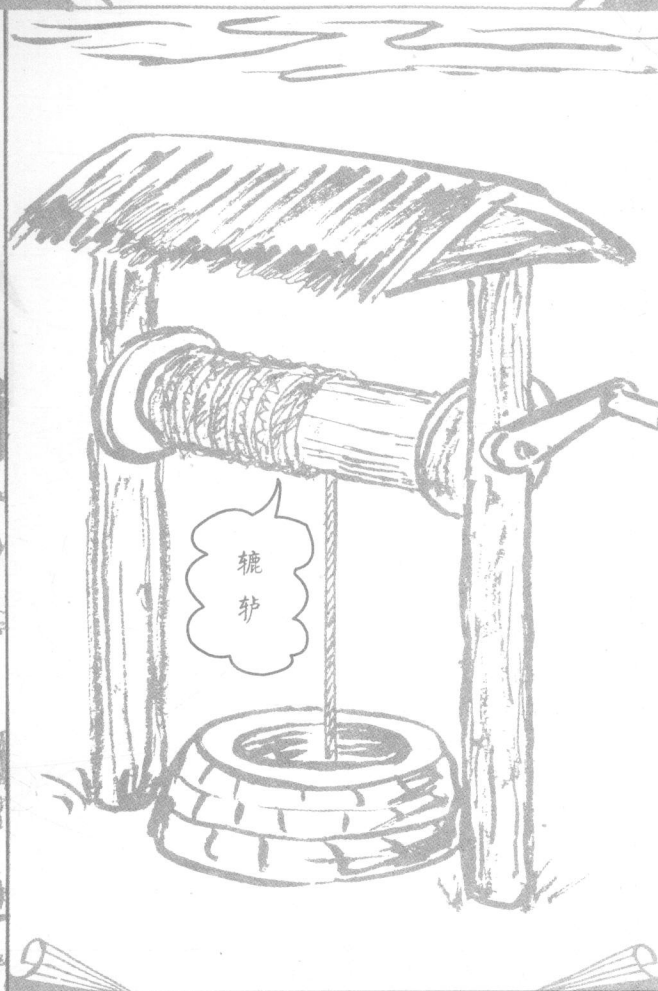
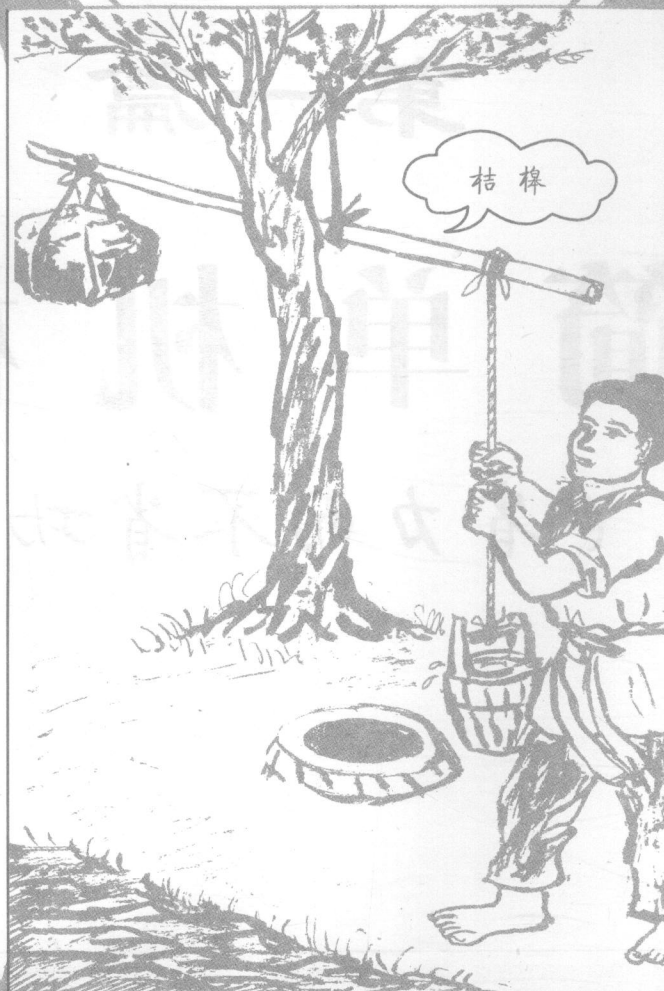
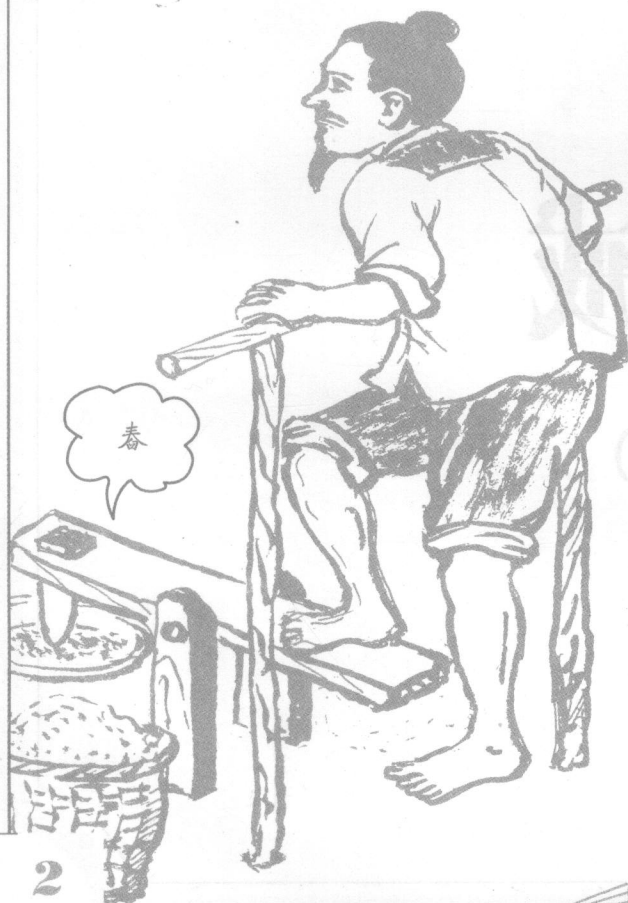
我国古代的简单机械



舂

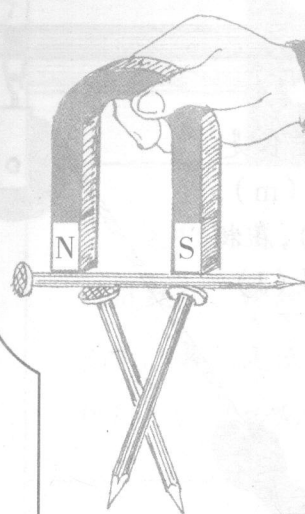
桔槔

辘轳



力

彼此不接触的物体之间,也能发生力的作用。例如,磁铁还没有挨着铁钉的时候,就能把铁钉吸起来,磁铁对铁钉施加了力。



坐在船上的人用力推岸时,船就会离岸而去,表明人和船同时也受到了岸的推力!

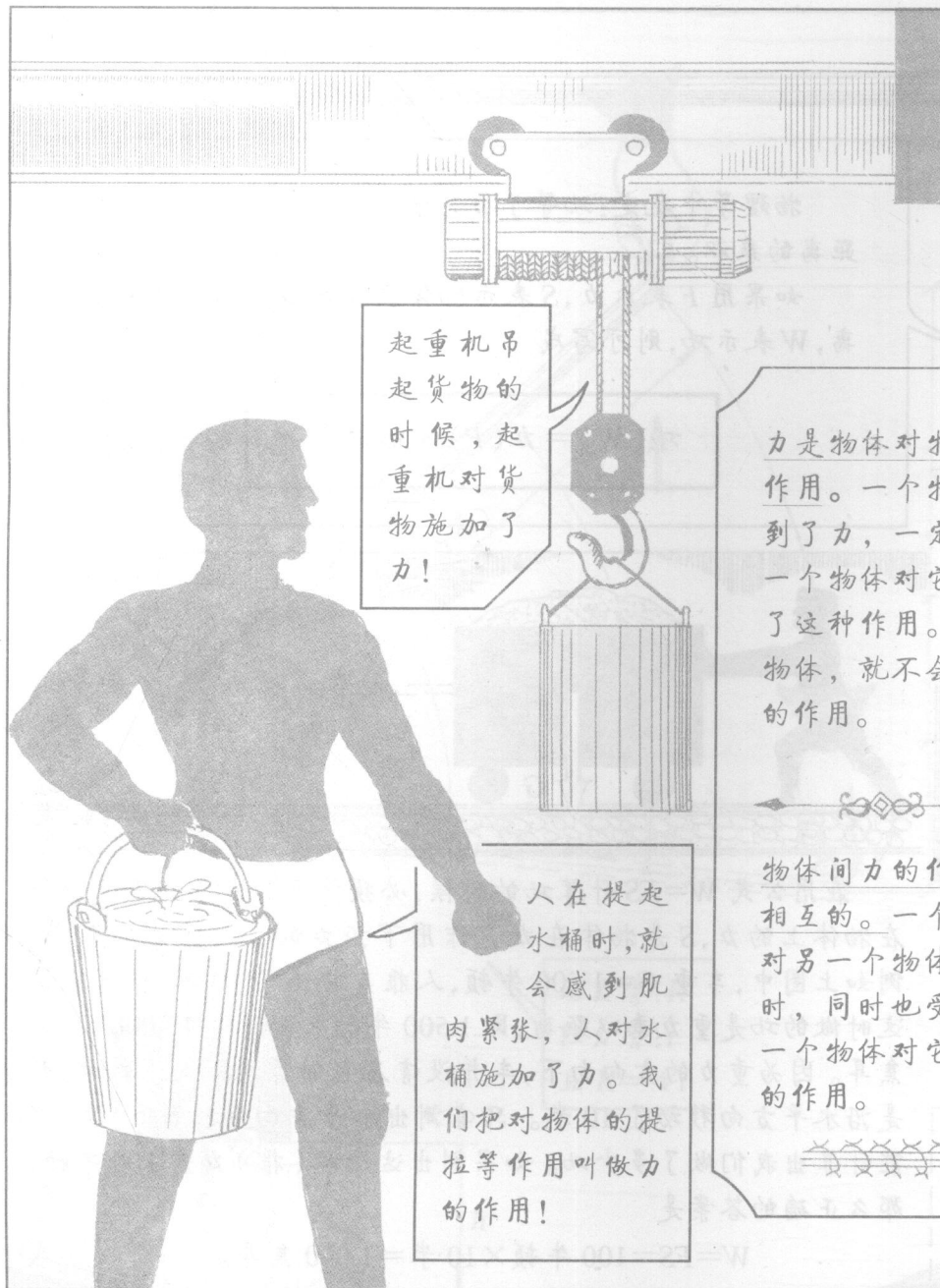


起重机吊起货物的时候,起重机对货物施加了力!

人在提起水桶时,就会感到肌肉紧张,人对水桶施加了力。我们把对物体的提拉等作用叫做力的作用!

力是物体对物体的作用。一个物体受到了力,一定有另一个物体对它施加了这种作用。没有物体,就不会有力的作用。

物体间力的作用是相互的。一个物体对另一个物体施力时,同时也受到另一个物体对它的力的作用。



功

在国际单位制中,力的单位是牛顿(N),距离的单位是米(m),功的单位是牛顿·米(N·m),在物理学里专门的名称叫做焦耳(J)

$$1\text{焦耳}=1\text{牛顿}\cdot\text{米}$$

$$1\text{J}=1\text{N}\cdot\text{m}$$

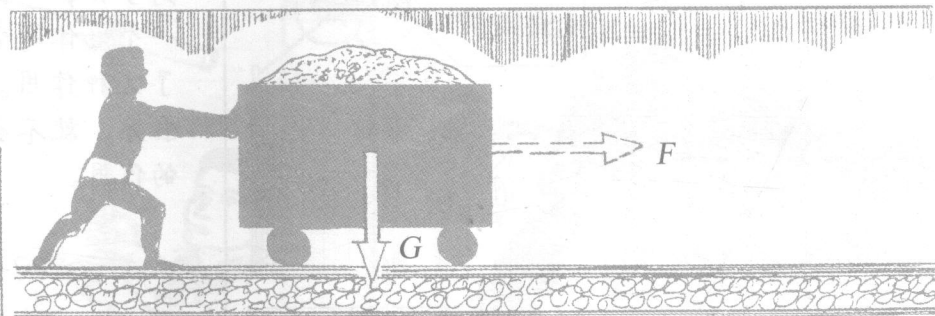
[附表]

物理量	单位	代号	
		中文	国际
力	牛顿	牛	N
长度	米	米	m
功	焦耳	焦	J

物理学中规定:功等于力跟物体在力的方向上通过的距离的乘积。

如果用 F 表示力, S 表示物体在力的方向上通过的距离, W 表示功,则可写成

$$\text{功}(W)=\text{力}(F)\times\text{距离}(S)$$



在用公式 $W=FS$ 计算功的时候,必须注意公式中的 F 是作用在物体上的力, S 是物体在力 F 作用下沿力的方向通过的距离。例如上图中,车重 $G=1500$ 牛顿,人推车前进了 10 米,就不能说这时做的功是重力乘以距离,即 $1500\text{ 牛顿}\times 10\text{ 米}=15000$ 焦耳。因为重力的方向向下,车并没有在它的作用下向下移动,而是沿水平方向移动了 10 米。只有测出水平方向的拉(推)力,才能计算出我们做了多少功。如果测出这个拉(推)力是 100 牛顿,那么正确的答案是

$$W=FS=100\text{ 牛顿}\times 10\text{ 米}=1000\text{ 焦耳}。$$

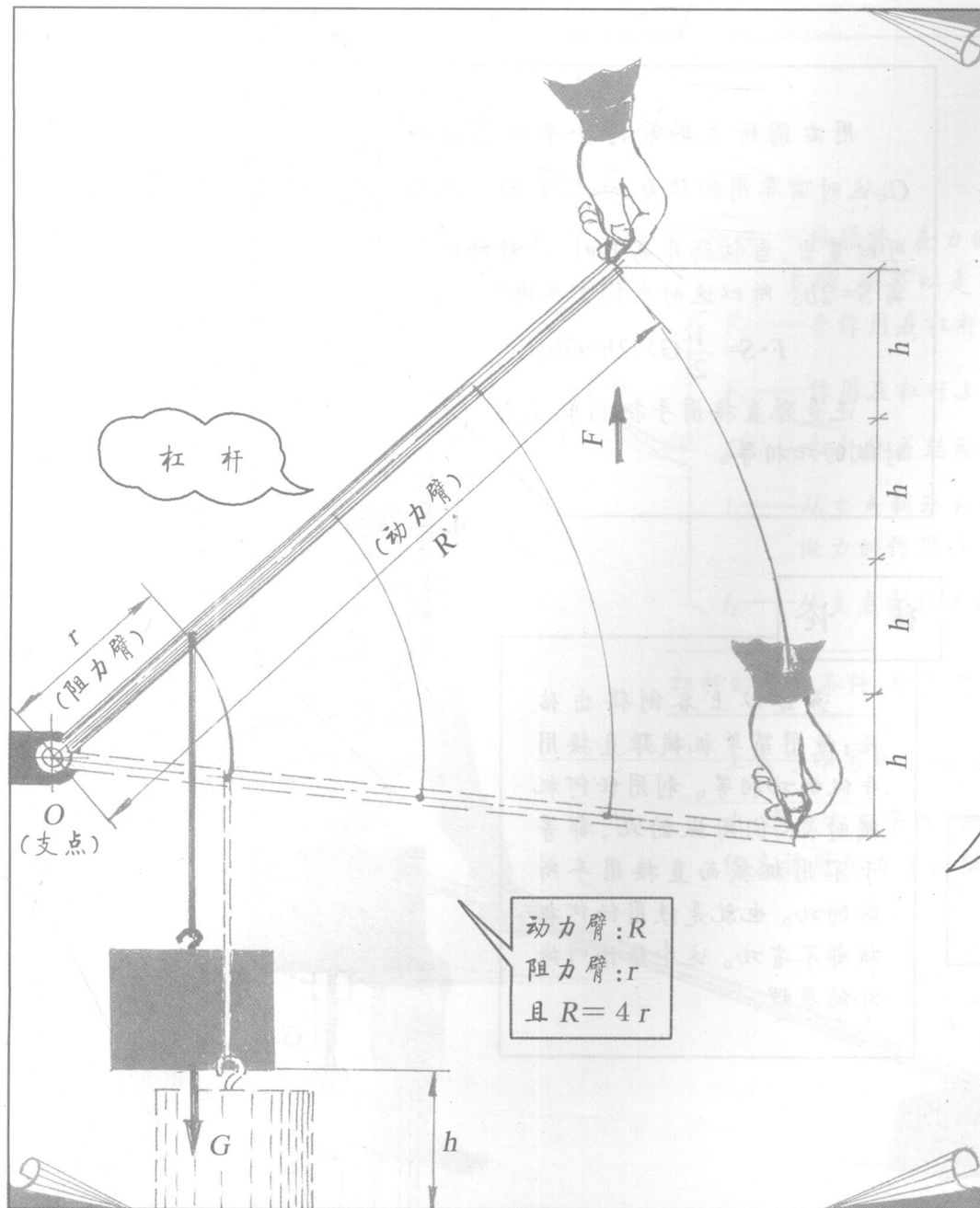
功的原理

我们知道，直接用手去做需要花费很大体力的任务，利用杠杆、轮轴或滑轮等简单机械，只要花较小的力就能完成。也就是使用简单机械可以省力。那么，使用简单机械能不能省功呢？我们用实验来研究这个问题。

重量为 G (牛顿) 的钩码，直接用手提高 h (米)，我们所做的功为 Gh (焦耳)。现在改用机械把 G 提高 h ，看看我们需要做多少功。

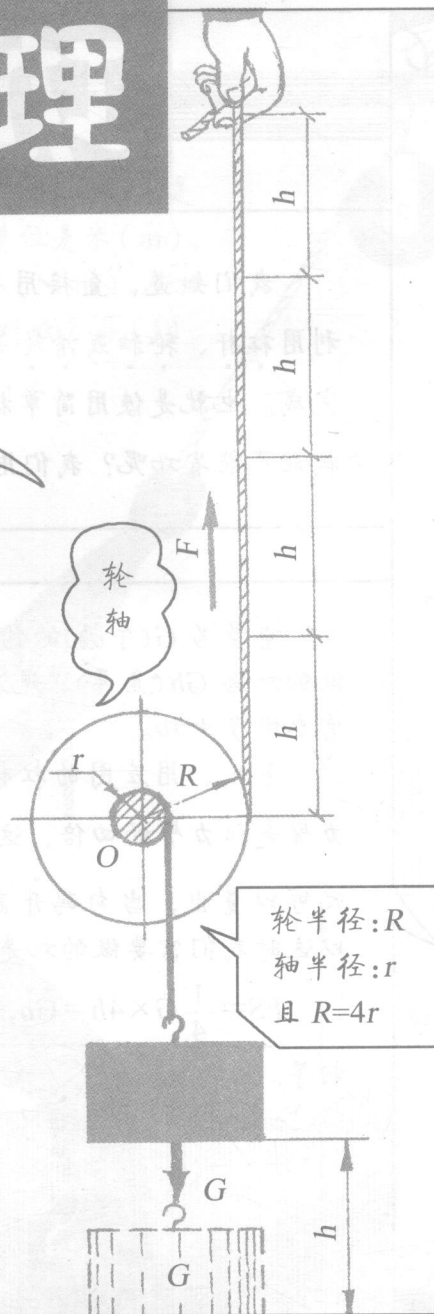
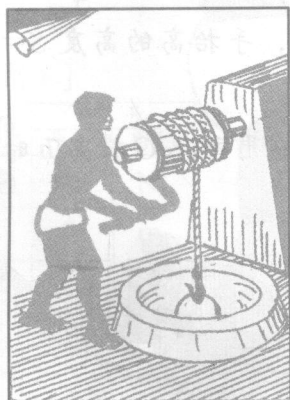
首先，用左图的杠杆来提高钩码 G 。其支点为 O ，动力臂是阻力臂的四倍，这时需要的动力 $F = \frac{1}{4}G$ 。用刻度尺可以量出，当钩码升高 h 时，手抬高的高度 $S = 4h$ 。所以这时我们需要做的功是：

$FS = \frac{1}{4}G \times 4h = Gh$ ，跟直接用手把 G 提高 h 时做的功相等。



功的原理

用右图所示的轮半径是轴半径四倍的轮轴来提高钩码 G 。这时需要用的拉力 $F = \frac{1}{4}G$ 。用刻度尺可以量出,当钩码升高 h 时,手移动的距离 $S = 4h$ 。所以这时我们需要做的功是 $FS = \frac{1}{4}G \times 4h = Gh$, 也跟直接用手把 G 提高 h 时做的功相等。



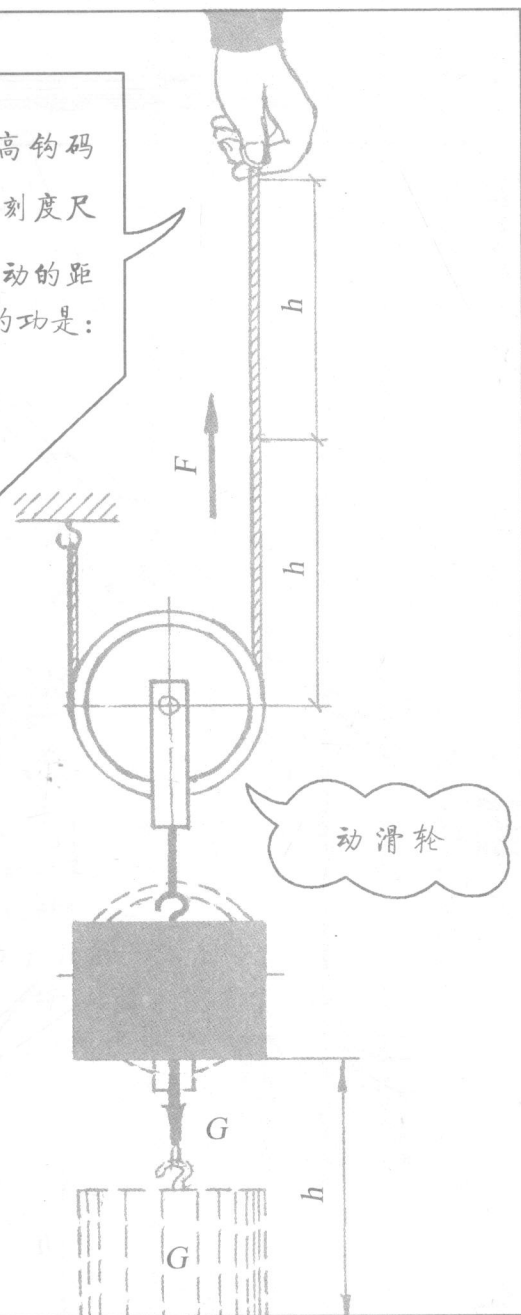
用右图所示的动滑轮来提高钩码 G 。这时需要用的拉力 $F = \frac{1}{2}G$ 。用刻度尺可以量出,当钩码升高 h 时,手移动的距离 $S = 2h$ 。所以这时我们需要做的功是:

$$F \cdot S = \frac{1}{2}G \times 2h = Gh,$$

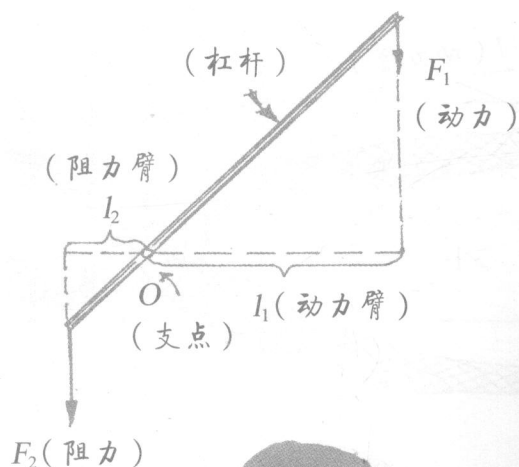
还是跟直接用手把 G 提高 h 时做的功相等。

结论

通过以上各例得出结论:使用简单机械跟直接用手做的功相等。利用任何机械时,人们所做的功,都等于不用机械而直接用手所做的功。也就是使用任何机械都不省功。这个结论叫做功的原理。



杠杆



杠杆：一根硬棒，在力的作用下如果能绕着固定点移动，这根硬棒就叫做杠杆（杠杆是直的，也可以是弯的）。

F_1 ——手作用在杠杆使杠杆转动的力 F_1 ，叫做动力。

F_2 ——作用在杠杆上阻碍杠杆转动的力（如石头） F_2 ，叫做阻力。

O——杠杆绕着转动的固定点 O 叫做支点。

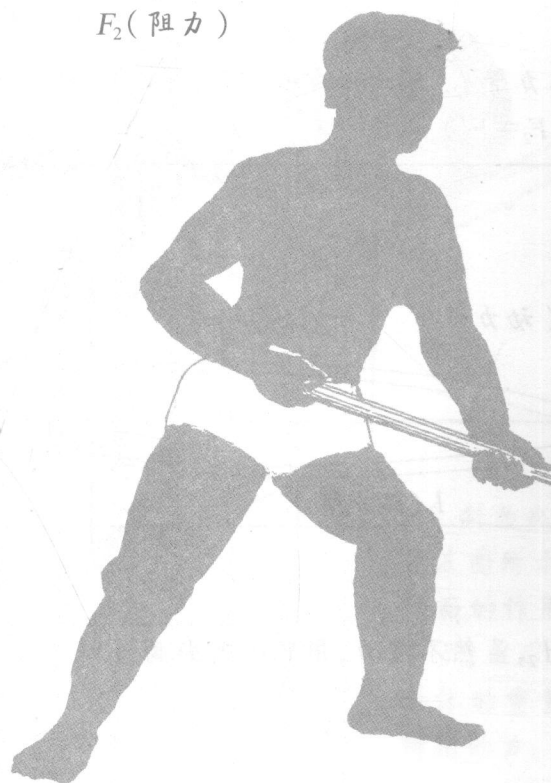
l_1 ——从支点到动力的作用线（通过力的作用点沿力的方向所引的直线，叫做力的作用线）的垂直距离 l_1 ，叫做动力臂。

l_2 ——从支点到阻力的作用线的垂直距离 l_2 ，叫做阻力臂。

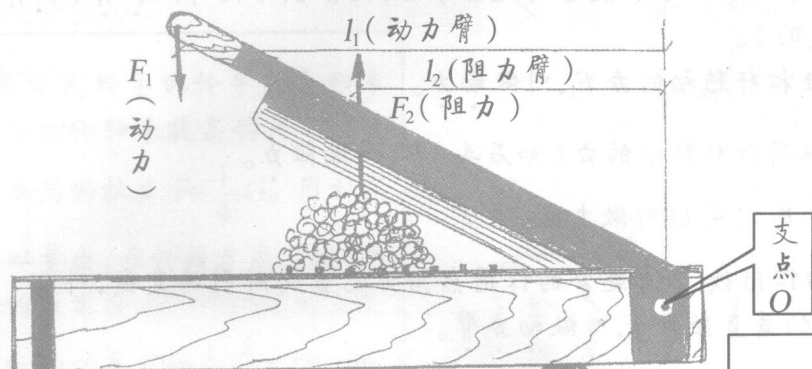
杠杆的平衡条件：动力 $\times$ 动力臂 = 阻力 $\times$ 阻力臂。

上式可以写成 $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$ 。又可以改写成 $\frac{\text{阻力}}{\text{动力}} = \frac{\text{动力臂}}{\text{阻力臂}}$ 或 $\frac{F_2}{F_1} = \frac{l_1}{l_2}$ ，从此式可以看出：

要使杠杆平衡，动力臂是阻力臂的几倍，动力就是阻力的几分之一。为了省力，我们应该用动力臂比阻力臂长的杠杆。



杠杆的应用实例



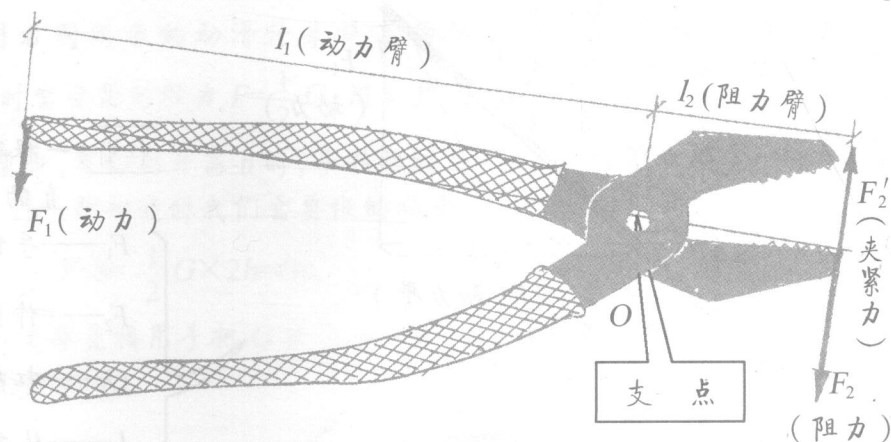
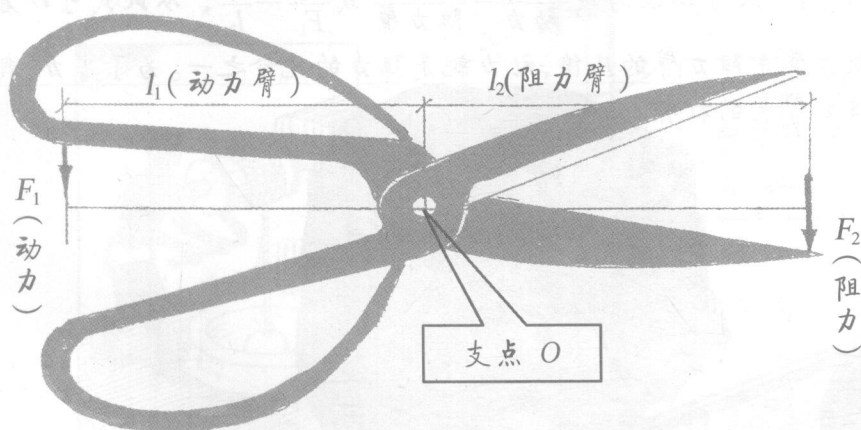
动力臂 l_1 大于阻力臂 l_2 , 可以省力而获得较大的刨切力。

刨刀

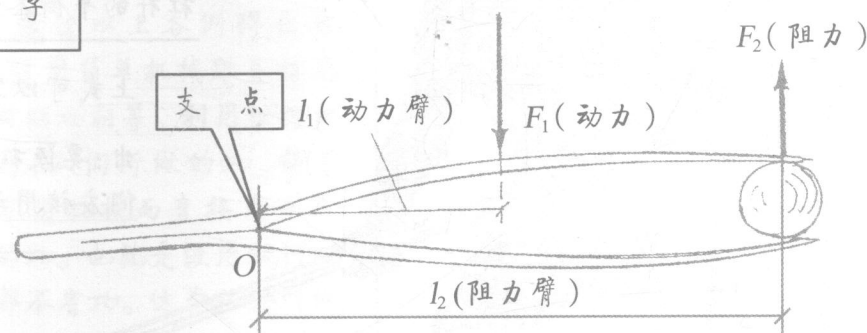
钳子

剪刀

镊子



动力臂 l_1 大于阻力臂 l_2 , 用较小的动力 F_1 , 可以获得较大的夹紧力 F'_2 ($F_2 = F'_2$)。



动力臂 l_1 小于阻力臂 l_2 , 虽然不省力, 用较小的距离可以获得较大的夹紧距离。