

53425

基本馆藏

楨桿和斜面

李方澤 謝竹莊著

中國青年出版社

332
4003

53425

槓 桿 和 斜 面

李方澤 謝竹莊著

中國青年出版社

一九五六年·北京



橫 桿 和 斜 面

李方澤 謝竹莊著

*

中 國 青 年 出 版 社 出 版

(北京東四12條老君堂11號)

北京市書刊出版業營業許可證出字第036號

中國青年出版社印刷廠印刷

新華書店總經售

*

787×1092 1/32 2 3/4 印張 51,000字

1956年2月北京第1版 1956年3月北京第1次印刷

印數1—12,000 定價(7)0.28元

內 容 提 要

現代複雜的工具和機器，很大一部分是各種簡單機械的組合，充分掌握簡單機械的原理是掌握現代工具和機器的基礎。所謂簡單機械主要就是槓桿和斜面，包括從槓桿變化出來的滑輪和輪軸，從斜面變化出來的劈和螺旋。這本書的內容就是講這一些簡單機械的原理，並且舉了許多應用方面的例子。這是一本初中物理課外補充讀物，同時也照顧到沒有學過物理的讀者。

中國青年出版社出版

初中自然科學補充讀物〔理化類〕

什麼是力氣	秦 曾著
槓桿和斜面	李方澤 謝竹莊著
溫度和熱量	大 明著
簡單的電現象	黃世知著
電磁現象	黃幼雄著
物理世界的漫遊	蓋爾著 顧均正譯
化學基本定律	惲福森著
溶液	袁翰青著
化學奇談	法布爾著 顧均正譯

目 次

前 言	1
一 槓桿——一種簡單而有效的工具	3
二 什麼叫槓桿？	5
三 槓桿的原理	7
四 機械利益	9
五 何必要分重力和施力	10
六 力矩	12
七 槓桿原理的推廣	16
八 槓桿原理和實際	18
九 槓桿的黃金律	20
—〇 為什麼要應用槓桿？	21
—一 槓桿在我國古代的应用	22
—二 槓桿在傳遞力量方面的应用	27
—三 槓桿在傳遞運動方面的应用	35
—四 槓桿在衡量方面的应用	42
—五 用槓桿原理來解決問題	49
—六 支點的反作用力	51
—七 利用槓桿能不能省功？	55
—八 變相的槓桿——滑輪	57
—九 另一種變相的槓桿——輪軸	61

二〇	滑輪和輪軸的聯合應用——差動滑輪	63
二一	什麼叫斜面？	65
二二	斜面的原理	66
二三	斜面的應用	68
二四	活動的斜面	70
二五	活動斜面的應用——劈	71
二六	變相的活動斜面——凸輪	72
二七	捲起來的斜面——螺旋	74
二八	螺旋的應用	76
結	語	80

前 言

我們常說：“人是万物之灵”，那麼究竟灵在哪裏呢？人不像一隻象或是一隻熊那樣有力，又不像一隻鹿或是一隻兔那樣善跑，又不像魚兒那樣可以在水裏自由自在地游來游去。但是人靠了灵巧的手和富有智慧的腦，可以製造出人們所需要的工具。人利用工具可以做到他所要做的事情，達到他所要達到的目的。別的動物像猿也會利用石塊和棍棒，但是沒有一隻猿手曾經製造過一把即使是最粗笨的石刀。因此就正是在製造工具這一點上區別了人和別的動物；也正是憑了這一點人才有能力和自然做鬥爭，進而改造自然。

利用工具和不斷改進工具使人們的勞動能力逐漸提高和擴大，可以做到赤手空拳所做不到的事情，同時也減輕了笨重的體力勞動。這永遠是人和自然鬥爭的主要方向，而人也在製造工具的勞動中變得更有智慧了。

在五千年前的埃及，建造了許多金字塔，有一個叫做齊阿普斯的高達 146 公尺。金字塔大部分是用石頭築成的。這些大石頭是怎樣搬到一百多公尺的高處的呢？只憑人的雙臂是辦不到的，人的臂力是有限的，假如一個人能舉起兩百斤的重物已經可以稱得上大力士了，那麼一塊幾千斤重的石頭怎樣搬得上去呢？原來那時候人們已經知道在搬運和提升重物方面使用槓桿、斜面等簡單工具了（圖 1）。只要工具用得恰當，

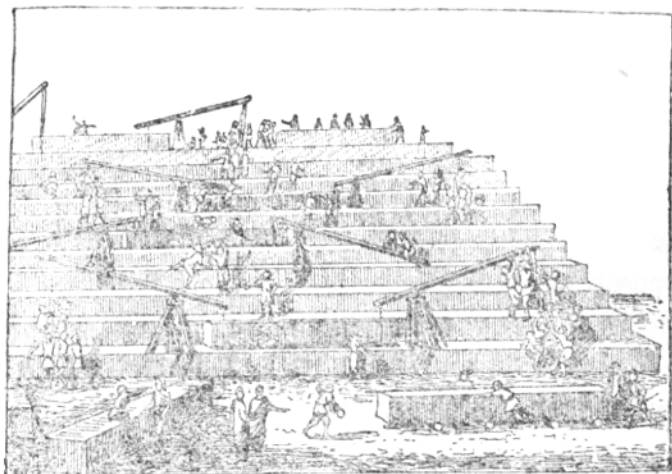


圖1. 古代埃及人在应用槓桿

一个人搬動幾千斤重的重物还是可以實現的。

現代的工具仍在不斷地發展和改進中。人們創造出千萬種各式各樣有不同應用目的的工具——各種複雜的機械和機器，創造出來的機械和機器越來越有力，越來越靈巧。建築高樓大廈的工地上應用塔式起重機，可以把四五十噸重的建築材料舉到所需要的高度。蘇聯新創製的一種自卸汽車，載重量可以達到25噸。

在我們中國，工人階級做了國家的主人以後，發揮了勞動積極性和創造性，在改進工具方面也有不少의成就。你一定聽說過王崇倫創造萬能工具胎的故事，聽說過張明山創造反圍盤的故事，也可能聽說過別的許多人對工具方面的改進和創造的故事。這些改進和創造在提高勞動生產率和改善勞動

条件方面都起了很大的作用，因此也就为國家積累了更多的財富。

在近代複雜的工具——複雜的机械和机器当中，很大一部分是各种形式的槓桿和斜面的組合。槓桿和斜面，以及从它們变化出來的滑輪、輪軸、劈和螺旋，總称簡單机械。充分掌握簡單机械的原理就是掌握複雜的工具、掌握複雜的机械和机器的基礎。

这本小冊子講的就是簡單机械的原理和应用，下面先从槓桿講起。

一 槓桿——一種簡單而有效的工具

一塊做紀念碑用的石料端端正正地躺在地面上，石料旁邊的工人們架好了吊車準備把石料吊起放到一輛四輪車上，这样就可以把石料用車拉到工地上去。

準備工作做好了，吊車的鈎子緩緩下降，已經和石料很近了，現在應該怎樣用鈎子把石料吊起呢？对，應該用很結实的繩子把石料縛好掛在鈎子上，但是石料的底面平貼貼地躺在地面上，怎麼縛繩子呢？用手來把它搬起來嗎？当然不行，石头太重了——如果能够用手搬起來的話，那早就可以直接把它搬到車子上，又何必用吊車呢！

這時候，工人拿來一根長而結实的鉄棒，鉄棒的一端插到石料下面，在鉄棒下面靠近這端點的地方，墊上一塊不大的石头，接着在鉄棒的另一端用力向下一壓，眼看那塊沉重的石料抬起頭來了（圖 2）。石料抬起的不高，只有幾寸光景，但是已

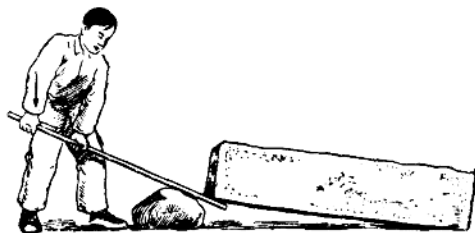


圖2. 眼看那塊沉重的石料抬起頭來了

經足夠把繩子穿过去了。这样使順利地把繩子縛好,用吊車把石料吊起放在車上。

工人們現在準備把車子拖走,拖了幾次車子還是不動,石料实在太重了。一个工人把剛才用的那根鉄棒的一端插到車尾下面,支在地面上,向前推鉄棒的上端,鉄棒靠近下端的地方頂着車尾,車向前動了一下(圖3),接着車就徐徐向前移動了。(原來車子載荷太重的時候,經常開始的時候拉不動,但一經拉動以後再繼續拉着走,就不像開始那樣費力了。)

你看,工人只用很簡單的一根鉄棒,便解決了初看是很困難的事情。这一根鉄棒就是一根槓桿,这种工具虽然簡單,却

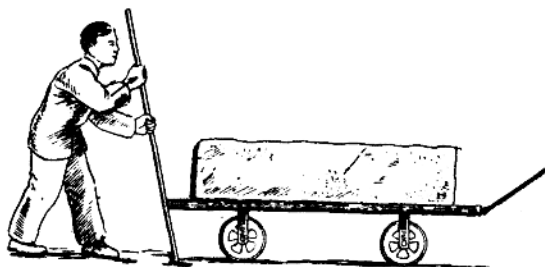


圖3. 鉄棒頂着車尾,車向前動了一下

很管用。

上面我們隨便提出兩件事情來，其實像這樣的事情我們也常常遇到，我們也會很自然地想到應該這樣做。但是為什麼應該這樣做，道理在哪裏呢，這就牽涉到槓桿原理的問題了。

二 什麼叫槓桿？

槓桿是人類發明最早的機械。無論是中國外國，都可以在古代的書籍裏找到有關應用槓桿的記載。

古代偉大的力學家阿基米德（公元前 287-212 年），就已經在理論上精確地研究了槓桿的原理。他曾經說過這樣的豪語：“假定能夠替我在地球以外找到一點來支持槓桿，我連地球也抬得動！”

那麼到底什麼叫做槓桿呢？為什麼它會有這麼大的作用呢？

我們就從上一節的兩個例子說起。

在第一個例子裏，人在那根鐵棒的上端往下一用力，鐵棒便繞着它支在石頭上的一點轉動起來，因此它的下端便會往上升，這就把石料抬了起來。在第二個例子裏，人也是在鐵棒的上端用力，這時候鐵棒繞着它支在地面上的下端轉動，它的中段上有一點便推動車尾，把車子推動向前。

在這兩個例子裏，看得出鐵棒因為某一點上受到人力的作用，便繞着一個固定不動的點轉動起來，結果在鐵棒的另一點上便發生一個力，對別的物體起作用。

所以所謂槓桿的作用，主要是包括：一個外加的力，叫做

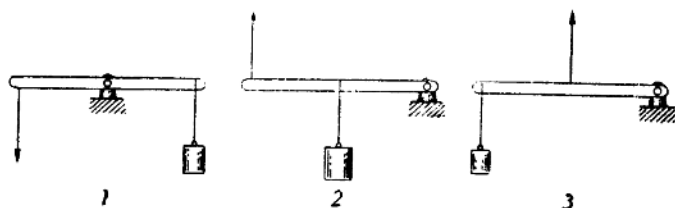


圖4. 三種槓桿

施力；還有一個是槓桿對別的物體作用的力，這個力也等於那個物體對槓桿作用的力，叫做重力[⊖]；最後在槓桿上還一定有一個固定不動的點，叫做支點。

在上面說的兩個例子裏，人在鐵棒上端所加的力就是施力，石料壓在鐵棒下端的力或者車子壓在鐵棒中段某一點上的力就是重力，而鐵棒支在小石頭上的一點或者支在地面上的它的下端就是支點。

不過，這兩個例子裏雖然都是槓桿，它們卻並不完全一樣。在第一個例子裏，施力的作用點（叫做力點）在一端，重力的作用點（叫做重點）在另一端，而支點在重點和力點之間。在第二個例子裏，却是重點在力點和支點之間。

其實也還可以有第三種情形的槓桿，就是力點在重點和支點之間（圖4）。

在上面的例子裏，用做槓桿的都是鐵棒，其實也並不一定要鐵棒，凡是一個堅硬的而且可以圍繞某一個支點自由轉動

⊖ 槓桿對別的物體作用的力跟物體對槓桿作用的力是作用力和反作用力的關係。關於作用力和反作用力，可以參看秦曾善著“什麼是力氣”，中國青年出版社出版。

的物体，全可以做槓桿。而且形狀也不一定要是長棒，這我們到後面再說。

三 槓桿的原理

雖說槓桿可以照這麼分成三種，它們的原理却並沒有什麼大分別。

我們就用第一種槓桿（支點在力點和重點之間）做例子，來看它的作用怎麼樣。

從哪裏入手來看它的作用呢？

從實驗。我們可以用簡單的實驗來解決這個問題。

拿一支尺，用一條線繫在它中點把它掛起來。如果這支尺是厚薄均勻的話，它一定會維持水平的位置不動。像這樣我們就說它是平衡的。

現在我們在尺的左側離支點 2 寸的地方掛一個 6 斤重的東西，在右側離支點 3 寸的地方掛一個 4 斤重的東西。結果，我們看到槓桿還是能夠保持平衡的。可是如果我們把右側的東西稍許加重一些，那槓桿就要轉動起來，右側往下落，左側往上升，這個轉動方向就跟時鐘上的針的轉動方向一樣，所以叫做順時針向。反過來如果我們把右側的重物稍許減輕一些，那槓桿就要反一個方向——反時針向轉動。

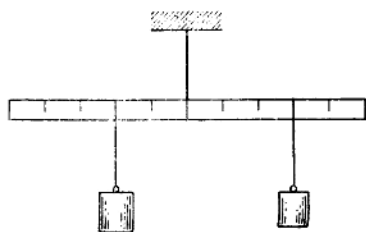


圖 5. 槓桿的實驗

單是這樣或許還看不出槓桿作用的原理，我們再把那兩個掛的東西移動一下試試看。如果把左側的那個東西從2寸移到3寸，右側的從3寸移到4.5寸，結果槓桿還是平衡的。這裏可以看得出一個關係了： $2:3=3:4.5$ ，這四個數字是成正比例的。這個關係是不是一定對呢？那我們不妨把左側的東西再從3寸移到1寸，右側的從4.5寸移到1.5寸，結果槓桿仍舊能夠保持平衡。 $3:4.5=1:1.5$ ，現在我們可以相信了，這個關係是正確的。

如果我們把掛的東西的重量改變一下呢？比方說把右側的4斤改成3斤，左側的仍舊6斤，結果如果左側掛在離支點1寸的地方，右側掛在離支點2寸的地方就會平衡；如果左側掛在1.5寸，右側掛在3寸也會平衡。這裏 $1:2=1.5:3$ ，正比例的關係還是成立的。

現在我們把上面這些數字列成一張表：

左側斤數	離支點寸數	右側斤數	離支點寸數
6斤	2寸	4斤	3寸
6斤	3寸	4斤	4.5寸
6斤	1寸	4斤	1.5寸
6斤	1寸	3斤	2寸
6斤	1.5寸	3斤	3寸

你從這些數字看得出另外一個關係嗎？

從離支點寸數來看，上面已經說過，是成正比例的：

$$2:3=3:4.5=1:1.5; 1:2=1.5:3$$

从掛的东西的斤數來看，前面三行都是 6:4，約簡以後就是 3:2，後面兩行都是 6:3，約簡以後是 2:1。這裏就看得出，它們跟离支點寸數剛好成反比。

現在为了方便起見，我們把一側的重物当做施力，把力點离支點的距离叫做力臂，把另一側的重物当做重力，把重點离支點的距离叫做重臂，上面的關係就可以用下面的式子表示出來：

$$\text{重力} : \text{施力} = \text{力臂} : \text{重臂}$$

从數學上的比例定律，兩外項的乘積等於兩內項的乘積，我們还可以推出一个式子：

$$\text{施力} \times \text{力臂} = \text{重力} \times \text{重臂}$$

这个關係式虽然是从第一种槓桿求出來的，但是实验証明，對於第二种和第三种槓桿也完全適用。

四 机械利益

單从上面这个關係式來看，槓桿的作用的確很大，阿基米德的豪語不是沒有道理的。因为只要我們有足够堅固而且足够長的槓桿，比方說我們把 10 万斤的重物压在离支點 1 寸 (0.1 尺) 的地方，在离支點 1,000 尺 (重臂的 10,000 倍) 的地方只要 10 斤 (重力的 10,000 分之一) 的力就可以把它平衡。当然实际上像这样用簡單一根槓桿是办不到的，因为沒有這麼堅固這麼長的槓桿。但是我們下面还会講到，把幾根槓桿適当地組合起來，要做到這一點还是有可能的。

所以很顯然，槓桿的一个作用就是省力。這裏我們要提

出一个名詞，叫做机械利益。所謂机械利益就是一个机械所產生的力跟我們所施的力的比值，像上面这个想像的例子裏，这个比值是 10,000，也就是这根槓桿的机械利益是 10,000。从槓桿原理还立刻可以看出，机械利益也一定等於力臂跟重臂的比值。

机械利益說明了机械所能產生的力是对机械所施的力的幾倍，或者說如果我們对机械所施的力是 1 的話，机械利益的數值正是它所能產生的力的數值。

一个机械如果机械利益是 1，那它所產生的力是跟我們所施的力相等的，当第一种槓桿的力臂和重臂相等的时候就是这样。这时候这个 1 虽然还叫机械“利益”，实际上这个机械已經沒有什麼“利益”了，因為我們不能用它來達到省力的目的了。

其实机械利益不但可以等於 1，也还可以小於 1，像第一种槓桿的力臂比重臂小的情形，以及第三种槓桿，因為它的力點在重點和支點之間，所以力臂總是比重臂小的。在这些情形，我們不但不能省力，反而要出比重力更大的力气。

但是，你不要就此認為这些槓桿是沒有用处的，相反的，它們却为了別的目的廣泛地被应用着，就像天平就是机械利益是 1 的第一种槓桿，關於这些我們以後还要提到。

五 何必要分重力和施力

我們利用槓桿來達到省力的目的，那就有一个力是我們所施的，有一个力是別的物体反抗槓桿的轉動的，也就是可以