



現代科學小叢書

能力的事

吳健

文藝生活出版社



目 錄

一	東西爲什麼會動.....	一
二	變來變去的能.....	一〇
三	能和熱的來源.....	二八
四	能的作功.....	三九
五	能的傳送和儲存.....	五〇
六	人機.....	六〇
七	人和機械.....	七〇
八	利用新的能源.....	八〇

一 東西爲什麼會動

平常而又希奇的事

人喜歡希奇的事。

從前有一個寓言說：樵夫失手把他的伐樹的斧掉在河裏，後來河神用金作的斧來試驗他的誠實。這寓言便告訴我們，人——連那寓言的作者也在內——喜歡一把金作的斧遠勝過一把鋼鐵的。

可是金斧有什麼用？純金是很軟的，只能用來作戒指，項鍊等純爲裝飾的東西。在美觀和炫耀之外還要有點用處的，好像酒杯、錶壳、筆尖就必須加入一半以上的銅。用它作酒杯還怕會凹爛的東西，怎能用來伐樹呢？

我實在想不起來黃金有什麼真的用處，可是大家都喜歡它。這很喜歡的理由，我想只有一個，就是因為它的稀少。而人是喜歡稀少的東西的。

也許是因為同樣的心理，我們喜歡思索希奇的事，發出希奇的問題。常常有小孩子問我——無疑地他剛被別人這樣問過：

一噸鐵重還是一噸木頭重？

四支鳥在樹上，一支被獵人打死，還剩下幾支呢？

我都知道他們滿意的回答是什麼。他們要的是一個希奇的回答，倒不是一個真確的。

人就是這麼好奇，以致對於最平常的事情反而不加思索，幾個最平常的問題反而沒有人問到。好比：我們為什麼要吃飯？我們為什麼要呼吸？我們又為什麼要睡覺？

吃飯、睡覺、呼吸這都是我們天天作的事情，時時刻刻作的事情：唯其如此，我們

很少想一想它們。大多數的人不願意回答這些簡單而沒有趣味的問題，如果你問他們，他們大概說：他們吃飯因為肚子餓睡覺因為困，至於為什麼要呼吸呢，那更方便，只是因為不能不呼吸罷了。他們的答案是不錯的，可是如果我們再追問一小步：肚子為什麼會餓，人為什麼會困而且不能不呼吸呢？

最平淡的問題常常窘住許多人的。

許多事情就是這麼奇怪的。就說這本書吧，假若你沒有學過一點物理學，書名子就看不懂。但是這書裏面又都是講些最平常的事情，或是與那些事情有關係的。在這書裏，我們常常碰到些最平常的問題——如前面所說，那種平常得人不願意思索的問題。

東西為什麼會動

好，我們開始的一個問題是，東西為什麼會動？或什麼使東西動？

運動着的東西（以後我們要改稱「物體」，因為它的涵義比「東西」謹嚴一點）比靜止的物體較為多引起我們的注意，也較多得人的歡喜，我們喜歡看浮遊的雲，感歎江河的流水，使用轉動着的機器，和愛慕活潑健康的人。那麼，我們為什麼不費一點時候來思索它們運動的來由呢？

在還不知道運動的主使者之前，我們已經給運動的原因起了一個名子，它就是「力」。從此以後，當有人問到什麼使物體運動呢？回答是：力。再有人問：力是什麼呢？回答是那使物體運動的。

你永遠不能問倒這個人，就像你不能使戴着黑眼遮轉磨的驢子走盡它的路一樣。他們都是在轉圈子。設若我們便滿足於這個圈子之內，因為我們就在這圈內也可以學點什麼。

先讓我們來想一想力和運動有什麼關係。

譬如你想把樓下的箱子運到樓上，大概只有使箱子運動一法。說得明白點，你

要把箱子抬上樓梯。你要用力；也要累，或是說要作工——用力和累（作工）是有分別的。一輛黃包車上坐着一個大胖子，他的屁股確是用着很大的力壓在車座上，但累（作工）的却是黃包車夫，雖然他只用着遠為較小的力拉在車槓上。

運動的原因是力，但你還得知道用力不一定能產生運動。你可以抬起一支箱子，使它運動，但你不能抬起一架衣櫥。用同樣大小的力，小的物體較易被運動，大的物體較難，甚或運動根本就不開始。物體這種不喜歡運動的性格，和你早晨不喜歡起床的性格有同樣的名子：「惰性」。或者，就叫作物體的質量。質量越大的，惰性也越大，或者說，不容易被運動。平常我們量出物體含有的質量的方法便是測量它抵抗地球吸引它的力量，或重量。自然，它的質量越大，惰性也越大，也就是質量越大了。還有，運動的維持是不用力的。從前的人以為，一個運動的物體，若沒有力量去維持，終久要停止。這想法是不對的。——真的嗎？這將使你多少高興！你的陀螺將永遠地旋轉下去了，不是嗎？不，物體用不到力來維持它的運動，但必須用力來加速和

減緩它的運動。陀螺在旋轉的時候，地面和空氣都用力在陀螺身上使它緩慢，就像你用力使它加速一樣。（在起初的時候。）

使陀螺運動減緩的叫作摩擦力，永遠隨着運動出現，使它減緩。從前的人找不到這個小鬼，便以為所有運動的物體終久要停止，如果沒有力量加上去。現在我們知道，使開着的汽車停止的是摩擦力，如果我們用點力加在車身上，和摩擦力抵消，這車便一直開下去。這實在只是把摩擦力減除，如果真的加上點力，汽車便要加快。總之力是「改變」運動的情形的（如同加快或減緩），維持直線而且等速的運動是不用力的。

從前面黃包車的例子看出來，用力和作工是不同的。作工確是必須用力，但那力還得運動。沒有移動的力就不作工。比如那大胖子用足三百斤的力在車墊上，但是他的屁股一點也沒有移動。黃包車夫用的拉力雖然不過一二十斤，但這一二十

斤的力却走了好遠的路。數學地講起來，作出的工的大小是力和力的運動距離的乘積。乘法裏有一條公式：

「無論什麼數乘零等於沒有。」

這就等於說：無論用了多少力，如果這力沒有運動，乘積的工是沒有的；無論運動了多少遠的路，沒有力也是一樣。

和作工的工相等的，我們叫它作「能」。因為它是作工的能力。或者說，我們耗費了「能」來作工。我們平常說一個能多作事的人有能力，但在這書裏只講到些機械的工作，腦力的工作是不算的，因此，這本書名可以改作：機械的工作的故事，只是多費了幾個字。

名詞一束

下面是這本書裏常用的幾個在常識中意義很模糊的詞兒。寫在這裏並不是

要你背下來，只是爲了你在看下去發生疑惑時候參考的方便。這些詞兒以後不免隨處說明，爲得使年幼的讀者了解容易一點。寫在這裏的，似乎也太嚴肅了一點。

「質量」一個物體內所含有物質的量。或更確切地說，物體對於一切變動的抵抗。質量大的物體，對變動的抵抗也就大些。譬如我們還用那箱子作例吧，質量大的箱子不容易被抬動，也不容易被燒熱或凍冷（設若箱子盛着水）也不容易被吃掉而消化（設若箱子盛着雞蛋），也不容易被 $\times\times$ ……隨便你怎麼說吧。

「運動」地位的變更。運動是相對的，我們說地位的變更，必定有另一件物體作變更的參照。好比我們把箱子搬上樓十五尺，箱子便相對於房子運動了十五尺。如果不願意搬箱子，把房屋搬下十五尺也得到同樣的運動的——自然，這只對於箱子和房屋兩件物體說。運動不但有量的大小，而且有方向：這種量，叫作向量。

「力」那使物體改變或要改變它的運動的狀態的力與物體的質量成正比，也和它的運動改變的程度成正比——後者又叫作加速度。換句話說，用於物體的

力等於物體的質量和加速度的乘積。只有從這些運動的改變中，我們可以查出力
的存在並測量力的大小。

「功」(作工的工字的另一寫法，爲了較不容易混亂)力和運動的乘積。要
注意的是，運動這向量的方向必須與用力的方向相順。譬如脖子屁股下面的壓力
雖然也跟着車輪從甲地走到乙地，但因與運動方向垂直(不相順的極端)是沒
有作功的。

「功率」一個物體在單位時間內所作的功。或較簡潔地，作功的時率。同樣的
功，一個強壯的大人一小時可以作完，但叫一個小孩子來作，却要作三四小時。我們
說前者作工快而後者作工慢，就等於說在作工時，前者具有較大的功率。

「能」一件物體(或一個物質的系統)作功的容量。有人這樣地講能與功
的連繫：「功是能從一物體或一物質系傳到另一物體或物質系。給出能的物體就
稱爲作功的物體。」然而在本書裏，功是狹義地用來指機械的工作。

二 變來變去的能

作功的東西

什麼東西會作功呢？

一切動物，一切動的物體，一切含有能的物體。

一切動物都會作功，實在說，動物是靠它能作功而生活的。作功使動物從環境中取得食物，維持它的生命。原始的人大概只以為他或她自己會作功，自然，他們不認識這個功字，更不知道它的意義，以後才學會役使別人，再以後，替人類作功的家畜才出現。

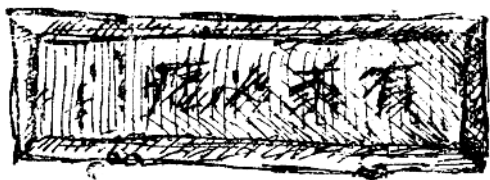
要增加物體的運動速度，必須有力加在那物體上，反過來說，運動着的物體會

因爲速率減少而產生出力來，這力便可以用來作功。譬如有一股流水，我們用水車擋住它；流水的速率減緩了，但它却轉動了水車。所有運動着的物體都可以這樣地利用它們來作功，不過不像駕御家畜那樣簡單。風和流水都可以用來作功，但是我們必須使用風車和水車。

其實我們說作功的是那些運動的物體並不完全，因爲有許多種運動我們不能用眼睛看見，還有些物體雖然並不運動，却有發生運動的可能。這些也都可以作功，只要讓那些可能實現，或是不可見的運動變成可見的。因此，我們應該說，能作功的是那含有能的物體，它們放出能來，就變成「功」。

無中生有

如果要使一個人初聽說能有許多式樣，而這些式樣的能可以互相變化而不奇怪，我們最好先講一點物體變來變去的例子。



財神廟裏的一塊匾

從前還常有人給財神掛匾，爲了那一天半夜裏自己的床下忽然生出兩三個金元寶。現在這樣的人就越來越少，因爲人們漸漸明白，宇宙中決不會無中生有。財

神廟多了一塊匾，正因爲送匾的人少了一塊。如果你一直推查上去，你可以知道那匾的木頭是美國加州的一顆松樹的一片，那一片木又是空氣、陽光和水生成的……一直到無窮，正因爲匾的有來歷，我們可以斷定那位信徒的床下決不會有金元寶生出來。得到金元寶的法子只有一個，就是直接或間接地去掘煉金鑽。

東西不能無中生有，同樣地，也不能有中生無。從前楚共王丟了一支弓，自己解嘲道，「楚人亡弓，楚人得之。」孔子聽見說，「惜其不大也，人遺之，人得之，何必楚也。」如果我們把人擴大到宇宙，那麼所有宇宙的東西就不會有亡

失。

物質不會增多或減少，但宇宙也並不是死靜的，因為它們一直在變化。木頭和泥巴變成了財神，後來，財神又變作木頭和泥巴，木頭也許被燃燒變成二氧化碳，不知道在那一年，二氧化碳又變成了木頭——自然，不是原來那一塊。每個變化的前後，物體的質量是相同的：便是有名的質量不滅定律，物理學和化學中的一條基本定律。我們不能用算學來證明這條定律，但我們可以用事實來證明。三個餅決不會變成一千個，餓飽五百飢餓者，除非你偷偷地加上九百九十七個餅。我們的行動和意志，必須永遠遵守着這條定律，不論自知或不自知地。

和質量不滅定律平行的，就是能量不滅定律。能和質量一樣是有大小的，宇宙的能的總和也同樣地不能增加或是減少。一個人作功有一定的量，多作一點就累一點，這是誰都承認的。能比質量不容易理解，因為能量不像質量有一種簡單的量法。我們可以用天平稱，甚至用手稱出一個物體所含的質量，但沒有簡單的方法量

出一個物體的能量。

不過能不是不可捉摸的東西，恰恰相反，我們所以能運用我們的感官，查知環境中的各種現象，全是因為能的存在與變化。現在我們就來說出幾種最常見的能。

動能和勢能

每個人體溫是一定的，因此，我們就有冷和熱的感覺。但你聽人說過「熱」是什麼東西嗎？從前的人誤地以為熱是一種物質，含這種物質多的就熱，少的就冷。他們好像看見熱的粒子從火爐流到人的臉上，不過他們不能證明物體在熱的時候較重，而且對於許多熱的現象也無法解釋。例如我們摩擦兩塊石頭，石頭越來越熱。兩塊石頭一起熱起來，那麼熱，如果是物質，從那裏來的呢？你自然不覺得這問題難答，因為我們有一句常常說的話：「摩擦生熱。」

不錯，摩擦產生了熱。摩擦是運動，而熱也正是運動——一種眼睛看不見的。一

個熱的物體的分子和原子運動的較快，手摸上去，手皮的分子也因為衝撞而加快運動，這就是熱的感覺。這種奇怪的運動我們不能看見，但是能摸到它，叫它作熱。或者叫它作熱能，因為它可以作功，它也是物體的運動。

我們能用眼看見在運動的物體，就叫它含有動能。流着的江水、海浪、風、奔走的馬、火車、砲彈都是有動能的。

聲音是運動，一種較有規律的，名叫波動。我們的耳對於這種運動最敏感，但有時我們也能用手摸出來甚至用眼看見聲音。

電也是一種運動。我們說「電流」正因為在導電的銅線裏，有一股電子的流，和河水的流一樣。

光和聲音一樣，也是一種波動；但不像聲音，光的傳遞不需要物質作媒介。但它也是一種能，最顯然的理由是光可以發熱。冬天，我們使用電爐，使用煤爐，或是曬太陽，為的是從外界取能來加快我們身體的分子的運動。光能是四散的，因之似乎很