

53.81
22J
078859

物理基本知識
熱和物態的變化

趙亮堅

中華全國科學技術普及協會出版

物理基本知識
熱和物態的變化

趙亮鑒

中華全國科學技術普及協會出版
一九五五年·北京

科 普 小 冊 子

- | | | |
|-------------------|-----------------------|------|
| 原子能通俗講話 | 原子能通俗講座組織委員會編 | 1角6分 |
| 原子能及其應用 | H. A. 鮑島明柯著 | 2角 |
| 原子和原子能 | A. 布亞諾夫著 | 1角4分 |
| 原子能 | 趙忠堯著 | 9分 |
| 物質的一般性質 | 陳文熙著 | 1角2分 |
| 物質的放射性 | K. B. 扎波連科著 | 2角5分 |
| 放射性同位素在工業上的應用 | M. B. 羅依芒著 | 1角1分 |
| 超聲波及其應用 | П. П. 羅賓別爾格著 | 1角5分 |
| 土工物理學(用於水利工程的物理學) | Р. H. 波克洛夫斯基著 | 1角8分 |
| 催化作用和化學工業 | П. A. 尼科拉耶夫著 | 1角5分 |
| 煤的地下氧化 | И. П. 法爾別爾夫 Р. H. 比維著 | 1角1分 |
| 物體運動及其規律 | 倪靜恭著 | 8分 |
| 從古典物理學到量子力學 | 朱洪元著 | 1角5分 |
| 功和能 | 賴中生著 | 9分 |

出版編號: 170

熱和物態的變化

著 者: 趙 亮 堅

責任編輯: 莫 奎

出 版 者: 中華全國科學技術普及協會

(北京市文津街50)

(北京市西城區德勝門外大街11號)

發 行 者: 新 華 書 店

印 刷 者: 北 京 市 印 刷 一 廠

(北京市西便門外大街11號)

開本: 31×43 印張: 小

字數: 15,000

一九五五年六月第一版

印數: 12,000

一九五五年六月第一次印刷

定價: 1角1分

本書提要

這本小冊子告訴我們許多有用的關於熱現象的知識。從物質的熱脹冷縮，溫度和熱量的傳遞講起，一直講到物質三態的變化以及熱與功的轉變，並且簡明而具體地介紹了分子運動學說。

這本小冊子是物理知識講義的第五本講演稿經整理出版，適合一般具有初中以上文化水平的幹部閱讀。

目次

物体的熱脹冷縮	1
冷熱的程度——溫度	3
熱量的變化	6
熱的傳播	9
熱和物体的分子運動	12
熱的來源	15
氣體的性質	17
熱與功的轉變	20
物態的變化	22

封面設計：沈左癸

建設工作中所需要的科學知識是多方面的，關於熱現象的知識是其中很重要的一個方面。從事任何一種建設，都需要動力，需要電；除水力和風力發電外，不論是利用煤或石油的燃燒來發電，或者利用原子能發電，電能都是從熱能變來的，因此就要懂得怎樣合理地利用各種燃料在燃燒時發出的熱。從事建設也必須利用金屬材料等各種建設材料，也就需要了解各種材料受熱後的變化。掌握關於熱的知識，對關心祖國建設的人是十分重要的。

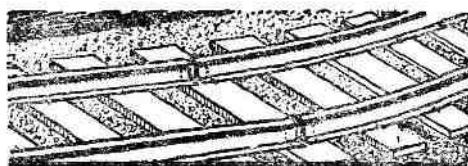
從我們的日常生活看來，也少不了和熱的聯繫。燒飯、燒水……都要利用熱。院中的水缸結了冰會凍裂，玻璃杯倒入了剛開過的水也會破裂；在冬天鐵板比木板涼，陽光下鐵板又比木板熱；高山上煮飯常常煮不熟，高壓鍋煮東西卻快得多。這些形形色色的熱的現象，是什麼原因造成的呢？讓我們就來研究一下罷。

物体的热胀冷缩

一切物体受熱或變冷以後，長度和體積就會發生變化，一

一般都是熱脹冷縮，但也有冷卻後反膨脹的，如鑄鉛字的鉛銻合金。

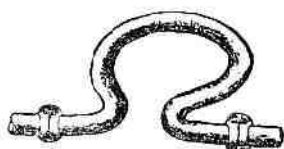
利用物體熱脹冷縮的規律，人們可以辦很多有益的事，鞍山的全國勞動模範栗根源同志，就利用它創造了好幾種自動控制的工具。箍桶工人用燒熱了的鐵箍箍木桶，冷卻以後可以把木桶箍得分外結實；安裝工人上滾珠軸承時，把軸和滾珠都用燒熱的油來燙過，滾珠膨脹得小，而軸套膨脹得大，滾珠就容易納入和取出了。但是物體的熱脹冷縮有時也給人們帶來麻煩，鋪在鐵路路基上的鋼軌，如果不在鋼軌兩頭留出一段空隙（圖



圖一 兩條鋼軌相接的地方，一定要留出一些空隙。

一），熱天鋼軌一膨脹，就會彎曲，使火車無法通行。暖氣管通常並不是一直從鍋爐房通到使用暖氣的地方，而要在中途

弄好幾處小拐彎（圖二），讓暖氣管受熱膨脹時有伸長的餘地。



圖二 暖氣管上的小拐彎。

不僅鋼、銅、鐵這樣的固體受熱後才膨脹，液體（像水、油、牛奶）或者氣體（像空氣、

煤氣、氧氣）受熱以後，一般也都要膨脹。

漲了氣的皮球在陽光下由於球內氣體的膨脹而復圓。打足了氣的自行車胎在夏天猛烈的太陽下會爆裂，也是由於車胎裏

的氣體受熱膨脹，衝破輪胎的緣故。

溫度表中所用的液体，不論是酒精或水銀，~~都會~~^{都會}受熱膨脹，因此水銀柱或酒精柱就相應而昇降了。

雖然固体、液体和氣體受了熱都會膨脹，但是，膨脹的程度却很不相同：固体受熱以後、體積變化最小；液体受熱以後、體積的變化就大得多；而氣體受熱以後、體積的變化更大得多了。

玻璃杯為什麼會因倒入開水而破裂呢？當開水倒入玻璃杯裏的時候，玻璃杯的裏層立刻變熱，立刻就要膨脹。但是，這時候玻璃杯的外層還沒有熱起來。在這種冷熱不均勻，內部要膨脹，而外部還不變的情況下，杯子就會裂開。由此可見，玻璃越厚，杯子破裂的可能性就越大。如果玻璃杯比較薄，開水倒下來以後，整個杯子很快地都變熱了，一齊膨脹，就不會破裂。根據同樣的道理，原來是很燙的玻璃杯，如果澆上一些冷水，也會破裂。

冷熱的程度——溫度

上面我們屢次說到，「物体變熱」、「物体冷下來」、「這個物体熱」和「那個物体冷」等。但是，究竟這個物体熱到什麼程度？那個物体又冷到什麼程度？這個物体比那個物体熱多少呢？我們就要用「溫度」來表示了。

什麼是溫度呢？淺顯地說：物体的溫度就是它的冷熱程度。比如說，陰天下雪的時候，天氣變冷了，我們就說雪天的氣溫低，晴天時，太陽照耀著大地，天氣變暖，也就是說氣溫比較高了。火爐旁的溫度高，冰窖裏的溫度就低。

憑我們的感覺固然可以知道物體溫度的高低，但是，僅僅憑着感覺，是不能用來準確地判斷物體溫度的，有時候甚至還判斷錯了。如果我們把三盆水放在一起，一盆是很熱的熱水，一盆是很冰冷的水，另外一盆是在屋子裏放了一定時間的溫水。把左右兩隻手分別放在冷水和熱水裏，然後再把兩隻手同時放在溫水裏。這時候兩隻手的感覺就不一樣。原來在熱水裏的右手覺得冷而左手則覺得熱。究竟是右手還是左手的感覺可靠呢？在這種情形下感覺迷惑了我們，我們就無從斷定一個物體溫度的高低了。

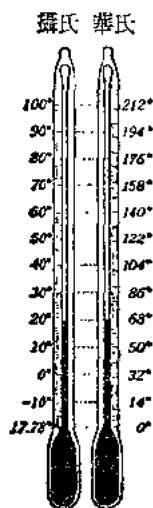
另外依靠感覺來判斷溫度的高低是有一定限度的，物體的溫度如果超出了某一範圍，只憑感覺就不可能鑑別兩個物體的溫度了。例如兩盆都是很燙的熱水，就很難說出究竟那盆水更熱些；煉鐵爐和煉鋼爐的溫度都非常高，單憑感覺我們也很難指出誰的溫度較高。

在科學技術上要求準確精密而且能很快地斷定某種物體溫度的高低，因此就要有準確精密的測量溫度的儀器、這種儀器叫溫度計。普通的溫度計都是根據液體受熱膨脹的原理製成的。通常我們用水銀作為膨脹的液體而製成水銀溫度計。就是把水銀裝在一個玻璃製的小球裏，球上安一個很細的玻璃管。當水銀球受熱，溫度升高時，水銀柱就向上昇。從水銀柱在細管中的高低來測定水銀球的溫度。如果水銀球是放在一盆水裏的，那末水銀球的溫度、也就是水的溫度。

當然，水銀球受熱的時候玻璃球也受熱，因此也要膨脹。不過在同樣的溫度變化下，玻璃體積的變化比水銀的體積變化小得多（大約差六倍）。所以細管中的水銀柱還是向上升的。

此外，也常用酒精的膨脹來測定溫度。它的優點是酒精受熱膨脹時，體積的變化更顯著。但是酒精溫度計、不能用來測定較高的溫度，因為溫度較高的時候酒精就會化成氣體，溫度計就不能使用了。

無論是用水銀溫度計或是酒精溫度計，我們都可以從細管中液體柱的長短，判斷它周圍物體溫度的高低。測量溫度的單位叫作「度」，溫度單位中的「度」，是怎樣定的呢？溫度計的分度有兩種方法。一種叫攝氏、一種叫華氏。攝氏是以水結冰時的溫度為零度，水煮開時的溫度為一百度。從零度到一百度分成一百份，每一份是一度。但是，也有另外一種分度法，那就是華氏分度法，他以水結冰時的溫度為三十二度，以水化汽時的溫度為二百一十二度。然後把這個中間分成一百八十份，每一份是叫華氏一度（圖三）。常見的溫度計，常是兩種度數（攝氏和華氏）並列的。在科學上都採用攝氏溫標，日常生活中，却習慣把兩種混用。例如我們時常說，北京冬天最冷的時候大約是零下十幾度，夏季最熱的時候，可以達到一百度。顯然，前面所講的是指攝氏溫標上的度數，而後面講的是指華氏溫標上的度數。



圖三 攝氏和華氏兩種溫度計分度的比較。

從用途上分，有測氣溫用的寒暑表，有醫療用的體溫表，也有工業上用的高溫計。寒暑表和體溫表所根據的原理，基本上是一樣的，都是利

用受熱膨脹的現象，只是醫用的體溫表、在水銀球和玻璃管連接的地方，有一個非常窄的細縫。當體溫表的水銀球和人的身體接觸（例如放在嘴裏）的時候，水銀受熱膨脹，可以衝過這個細縫而上升。當體溫表從嘴裏取出以後，雖然水銀球因冷收縮，但是，由於細縫非常窄，上面的水銀柱不能自動地通過細縫再回到水銀球裏去。於是玻璃管裏的水銀柱，仍然保持着放在嘴裏時的標度。也就是說，它仍然指示着人的體溫。要想讓水銀回到水銀球裏去，就必須拿住體溫表用力甩一兩下才行。讓水銀再衝過細縫就要借助於這種甩的力量。

工業上要用溫度計測量高溫，有時，水銀和酒精溫度計都不抵事了，就要用白金電阻溫度計、溫差電偶溫度計和光學高溫計等。它們都不是利用液體的熱脹冷縮現象，而是根據光學、電學的原理來製造，它們的特點是能迅速而準確地測量幾千度的高溫。並且使用它們的時候，人們還可以不必靠近高溫物體。

熱 量 的 變 化

知道了溫度和對熱的感覺也不能說明一切熱的問題。

煤球在大小不同的火爐中，燃燒時的溫度，差不多是相等的，但大爐子比小爐子在取暖上的作用大得多。可見只知道物體的溫度，是不能夠斷定它給予周圍環境的熱的影響的，我們必須進一步了解關於熱量的問題。

當溫度不同的兩個物體互相接觸時，我們看到其中一個物體的溫度就要逐漸降低，而另一個溫度就逐漸升高，最後兩個物體的溫度就會趨於一致。在這種溫度變化的過程中，有一定

量的熱，由原來溫度比較高的物體，傳給原來溫度比較低的物體。溫度較高的物體放熱，溫度較低的物體吸熱。

這裏值得我們注意的是：物體傳遞熱量（放出和吸入）的多少，是和物體的質量、成分以及它的溫度變化有關係。

熱量的傳遞和物體的質量的關係是比較明顯的。我們如把一壺水煮開（使水的溫度升高），比較把一杯水煮開所需要的時間長些，也就是說煮開一壺水，比煮開一杯水所需要的熱量一定多些。水量多一倍，需要的熱量也多一倍，這就是說由同樣物質構成的物體，溫度發生變化時，質量大的物體，無論吸收或放出的熱量都比較多，質量大一倍，熱量也就多一倍。

熱量的傳遞和物體溫度變化的關係也是明顯的。如把一壺水加熱到攝氏一百度要比熱到八十度所需要的時間長，也就是說所需要的熱量多。反過來，把一壺熱水冷卻到常溫，這壺水愈熱，所需的時間也愈長，也就是物體放出的熱量愈多。可見物體溫度的變化愈大，放出或吸入的熱量便愈大。

熱量的傳遞和構成物體的物質也有關係：鐵和銅是兩種不同的物質，把質量相等的一塊鐵和一塊銅燒到同樣高的溫度（譬如說都是九十度），然後把它們分別放在質量和溫度都相同的兩盆水中。過一會兒，我們就發現這兩盆水的溫度並不一樣，放入鐵塊的那盆水的溫度高、放入銅塊的那盆水的溫度低。這說明由於銅和鐵是不同的物質，因此它們放出來的熱量也就不同。這樣，我們可以看出一個物體放出來的熱量和吸收熱量的多少跟構成的物質也有關係。

總之，物體傳遞熱量的多少，決定於三個因素：物質質量的多少，物體溫度變化的大小，這裏所指的溫度是升高三十度

或是五十度，或者降低三十度或五十度，以及構成這種物體的物質性質不同，如水、是銅、是鐵、還是木頭或其他。

單位質量（如一克）的物質其溫度升高或降低攝氏一度，所需要的熱量就叫做這種物質的比熱。那麼根據上面的討論，一定質量的物體其溫度改變時所傳遞的熱量，就可以用下式來表示：

傳遞的熱量 = 質量（以克計） $\times$ 比熱 $\times$ 溫度的變化。

溫度的變化相同時，單位質量的物體放出或吸收的熱愈多，我們就說它的比熱愈大，反之則比熱愈小。

熱量的單位也是以水為標準定出來的。使一克水的溫度升高攝氏一度的時候，需要供給水的熱量叫做一卡路里，簡稱為一卡。因此水的比熱是 1，銅的比熱是 0.09 ，鐵的比熱是 0.11 。

現在讓我們看兩個計算熱量的例子。

例一：二十克水的溫度升高攝氏十度的時候，所吸收的熱量：

$$\begin{aligned}\text{吸收的熱量} &= \text{水的質量} \times \text{水的比熱} \times \text{昇高的溫度} \\ &= 20 \times 1 \times 10 = 200\text{卡}.\end{aligned}$$

例二：二十克銅的溫度升高攝氏十度的時候，所吸收的熱量：

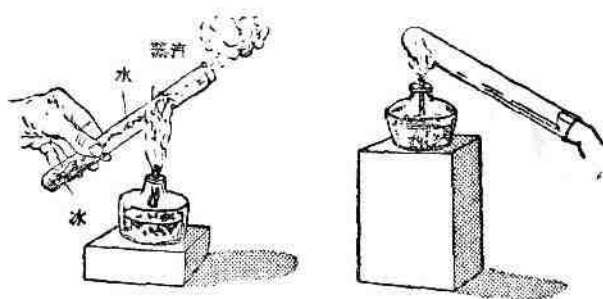
$$\begin{aligned}\text{吸收的熱量} &= \text{銅的質量} \times \text{銅的比熱} \times \text{昇高的溫度} \\ &= 20 \times 0.09 \times 10 = 18\text{卡}.\end{aligned}$$

二十克的水和二十克的銅，雖然同樣地升高了攝氏十度，但是，它們所吸收的熱量卻相差很大：水是二百卡，銅是十八卡。

熱 的 傳 播

熱的傳播有三種方式：傳導、對流和輻射。當我們把鐵棒的一端放到火爐中，而用手握住棒的另一端時，我們會感覺到鐵棒很快地熱起來。像這樣，熱量在物體內部從一部分傳到另一部分，而物體內部的物質並沒有流動，叫作熱傳導。

各種物質導熱的能力差別很大。金屬如銀、銅、鐵等，導熱的性能最強。木材、磚瓦、水和空氣等的導熱性能就比較弱，其中空氣的導熱性最差（圖四）。冬天我們總是感覺鐵板

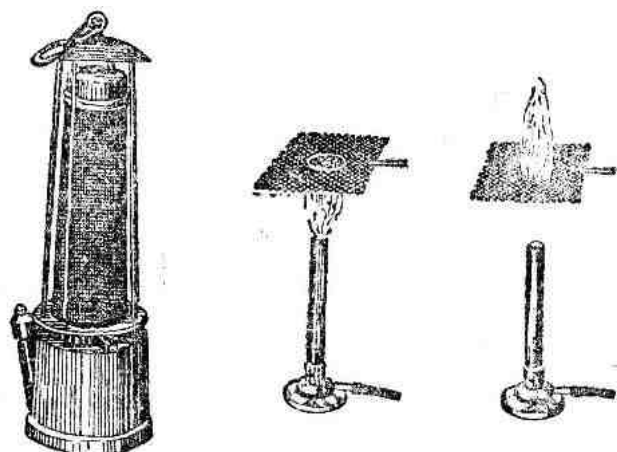


圖四 左：水的導熱性能很弱；右：空氣的導熱性能最差。

比木板涼，就是由於鐵傳熱的能力比木材強，入手跟鐵板接觸的時候，鐵板很快地把人手上的熱傳導出去，木板的熱傳導慢得多，人們就覺得鐵板比較涼了。

利用金屬的導熱性，可以作成礦井下面用的安全燈。在煤礦裏，過去常用煤氣燈來照明。但是由於礦井中到處都是容易燃燒的氣體，為了避免發生危險，就用一個金屬網狀的罩子套在燈上（圖五）。因為金屬導熱性很強，它可以把罩內燈焰所

傳給它的熱量很快地散掉。網外的溫度就比那沒有金屬網罩上的時候低。這樣就使得可燃性的氣體燃燒不起來了，因而就可以避免爆炸的危險了。



圖五 礦井下面用的安全燈。根據的原理如右兩圖：金屬網罩下點火，火焰冒不上金屬網面；金屬網罩上點火，火焰在金屬網面燃着。

空氣不容易導熱這一性質，更廣泛地為人們利用。棉衣特別是新棉衣之所以防寒，就是因為棉花是很鬆的，其中有很多空隙，因而人體的熱量很不容易透過這樣的空氣層傳到衣服外邊。冬季被褥和棉衣在陽光下晒過以後，顯得特別柔軟而暖和，就是因為晒過以後，空氣層受熱膨脹，增大了棉花中的空隙，更加減弱了它的導熱性。

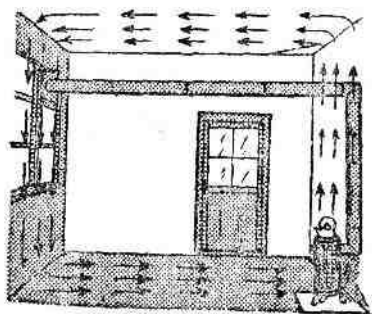
在我國東北的許多房屋都裝上雙層玻璃窗，目的就是利用兩層玻璃之間的空氣層，加強冬季的保暖作用。造房子時使用空心磚，不僅可以減少建築物的總負荷，也加強保暖的作用。

熱的傳播的另一種方式叫作對流，這是熱在液體和氣體裏

傳遞時所依賴的主要途徑。

火爐發出了熱，通過鍋底傳給鍋裏的水，水受熱以後就膨脹，體積變大，於是就比周圍的水輕一些。我們又知道輕的東西都浮在上面，所以受丁熱的這部分水就向上移動。這時原來在上面的冷水就要落下。冷水下來以後又受熱膨脹，再昇上去。這樣，在鍋中央熱水向上流，在四週冷水向下流。靠着水的對流就使得火爐發出的熱量能夠逐漸傳遞給鍋裏全部的水。稀飯剛煮滾的時候，米在鍋裏上下運動，就表現出對流現象。

氣體裏也同樣會產生對流的。風，實際上就是空氣的對流。屋裏生了火爐和開了暖氣，整個屋子就都暖起來(圖六)，這裏空氣的對流起了很大的作用。



圖六 屋子裏空氣的對流。

傳遞熱的第三種方式是輻射。無論什麼物體，無論它的溫度是高是低，無論它的周圍是液體、氣體或是真空，都無例外地向四周輻射着一種以熱的形式表現的能量，當物體吸收了這種能量，就變熱了，而且使溫度升高。太陽和地球之間，有很大一段距離，沒有空氣或者其他的氣體，但是太陽的能量還是可以傳到地球上來，這就依靠輻射這種方式。

物體輻射能量的多少，除了和他本身溫度有關外，和它表面的情況也有很大的關係，光滑的表面，輻射是比較少的。越

黑和越粗糙的表面，輻射能量越多。至于物体吸取熱的能量時，也因表面的顏色越深，吸取熱的能量越多。人們習慣在冬天穿顏色深一些的衣服，夏天穿顏色淺一些的或白色的衣服，就是這個道理。在冬天雪後取兩团雪，其中的一团上蓋上黑布或黑紙，另一团什麼都不蓋，我們就會發現，蓋上了黑布或黑紙的那团雪融化得比較快，這就說明它吸收的能量比較多。

在一般的情形下，物体常常利用不止一種的傳熱方式向四周散熱。不過在不同的條件下，起着主要作用的方式也不一定相同。例如我們在烤火的時候，受到的熱就是既有對流又有輻射傳遞來的能量所變成的。如果坐在離火爐比較遠的地方，熱的能量傳遞主要是靠對流，若是離火爐很近，那麼輻射就是主要的了。

熱和物体的分子運動

世界上形形色色的現象，都是由於物質運動所引起的。熱的現象也是如此。

一切物質，都是由分子組成的。分子很小，用我們的眼睛是看不見的，而且數量很多，在一立方厘米的空氣裏，大約有三千萬萬億個分子。這些分子並不是一個個擠得很緊的，而是互相之間，還有很大的空隙。在一般情況下，氣體的兩個分子中間，空隙差不多有一個分子的十倍那樣大。如果空氣分子之間沒有空隙，樟腦球的氣味就不會散佈在空氣裏。液體分子中間也有空隙，祇是比氣體小得多，糖所以能溶在水裏，就靠水分子之間的空隙。

固體分子中間呢？也是有空隙的。如果固體的分子之間沒

有空隙的話，就不可能發生熱脹冷縮的現象。事實上物体的熱脹冷縮，就是由於組成那物体的物質分子中間距離加大或減少的緣故。

物体的分子之間既有空隙，為什麼這些分子不散開，而能緊聚在一起呢？

顯然，分子之間必定有一種吸引力，維繫着它們，這種力叫做分子力。組成物質的每一個分子，都受到來自四面八方的，其他分子的吸引力。在固体中這種分子力最大，也就是說，固体分子彼此之間相互的影響最大，液体分子間的吸引力就比較小，而氣體分子由於相隔得更遠，作吸引力就更小了。

从前面的糖水和樟腦球的例子看來，糖的分子為什麼从糖塊中跑到水中去，樟腦的分子為什麼会从樟腦球跑到空氣中去，可見氣體、液体和固体的分子都在不停的運動。然而各類物質中分子的運動情況很不相同；在固体中由於分子間彼此的吸引力相當大，所以每個分子都不大容易離開它原來的位置，因此固体的分子只能在固定的位置上，做前後左右的擺動（振動）。正是因為這樣，所以固体具有固定的形狀和固定的體積。

液体中的分子也靠得很近，液体分子的運動，基本上也是一種往復振動的，不過它們不是在固定的位置附近振動，而是一面振動，一面又緩慢的移動、將像扭秧歌一樣。這也就是液体所以沒有固定的形狀和容易流動的道理。

氣體分子的運動幾乎不受什麼約束，可以到處亂跑，它們的運動沒有一定的方式，時而向前，時而向後。就整個氣體來講，有些分子向前、有些向後。同一時候四面八方的運動的