

蘇聯大眾科學叢書

# 風及風力的利用

加爾米新著

唐維先譯

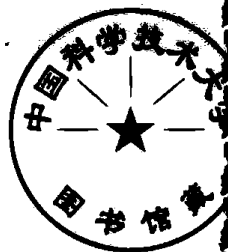
商務印書館

490  
4619

蘇聯大眾科學叢書

# 風及風力的利用

加爾米新著  
唐維先譯  
王鳳飛校訂



商務印書館

А. В. КАРМИШИН  
ВЕТЕР И ЕТО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

蘇聯大眾科學叢書  
風 及 風 力 的 利 用  
唐 維 先 譯

---

★版權所有★

商 務 印 書 館 出 版

上海河南中路二一一號

中國圖書發行公司發行

商 務 印 書 館 北 京 廠 印 刷

(57172·1)

---

1952年6月初版 1953年1月再版  
印數3,501—8,500 定價¥2,800

## 目 次

|                              |    |
|------------------------------|----|
| (I) 自然界的風 .....              | 1  |
| 一 大氣及其流動 .....               | 1  |
| 二 風在自然界做了什麼? .....           | 12 |
| 三 風具有的能量 .....               | 20 |
| (II) “藍煤” .....              | 23 |
| 一 簡單的歷史 .....                | 23 |
| 二 農村風磨和俄國的風力發動機 .....        | 26 |
| 三 近代的風力發動機 .....             | 29 |
| 四 近代的風力發動機怎樣和風的“變化”作鬥爭 ..... | 35 |
| 五 風力發動機與農業 .....             | 41 |
| 六 風能的貯藏 .....                | 47 |

## (I) 自然界的風

### 一 大氣及其流動

地球的周圍，有厚厚的空氣層——這叫做大氣。在大氣的高層，空氣比較稀薄，密度比較小。在地表及海平面上，當溫度是攝氏零度的時候，每一立方米的空氣約重 1.3 千克；但是，如若是在距離地面 25 千米的高處，則每一立方米空氣的重量，還不止減輕到三十分之一。

雖然地球上大氣的厚度，達到了數百千米，但是，它的體積若是與地球的體積相比較，則並不算很大。

在以距離地面 9—18 千米為界限的大氣的下層，稱為對流層，對流層裏的空氣，其重量超過總的空氣重量的四分之三。在這一層空氣的上面，還有平流層和電離層。

空氣，和一切物體相同，也具有重量；空氣以很大的力壓在地面和它上面的物體上。這個對於地面物體的壓力，約相等於每平方厘米 1 千克。

愈向高處，大氣的壓力愈減低。但是，同是在地面上，大氣壓力也不是完全相同的，它隨時都有變化。

在零度的時候，壓力相等於七六〇厘米水銀柱高度的大氣壓力，稱為標準大氣壓。它大約等於每平方厘米 1.0336 千克。

在氣象學中(註)常常用毫巴來表示大氣壓力，每一毫巴大約等於 1 平方厘米上有 1 克的壓力。一個標準大氣壓大約等於一千毫巴。

大氣是永遠不會靜止的。在無論什麼地方——兩極，熱帶，低處如

---

(註) 氣象學是研究大氣與大氣中所發生的現象的科學。

地面，高處如有雲彩飄浮的空間——都可以發見空氣是流動着的。

空氣在地面上的流動叫做風。

空氣為什麼會流動的？風是怎麼樣產生的呢？

爲了更能明瞭起風的原因，可以回想一些常見的現象。當你在溫暖



圖 1

的房間裏把門開着，就有冷空氣從室外或者從更冷的房間裏沿着地面流進室內。同時，房間裏的熱空氣，則由門上邊向外流出。這個現象，是很容易證明的。把一支燃着的蠟燭或火柴放在門限處，另一支再放在門上邊（圖 1）。下方蠟燭的火焰，由於冷空氣的流動，顯然地向室內偏折，但是上邊的呢，正相反，由於有熱空氣從室內流出，蠟燭的火焰便會朝室外偏折了。

為什麼會發生這樣的現象呢？

原因是這樣的。如果有兩處的空氣容積相同而溫度不同，冷空氣將有較大的密度，即是說，它會更重些。空氣受到熱，像所有的物體一樣，將會膨脹，密度變得更小，也就是變得更輕了。當我們開了門，較冷和密度較大的室外空氣就會向溫暖的房間內流進來，因此把室內密度較小和較輕的空氣往上面排擠。

這樣，較重的室外空氣就由下面流進室內，佔據了室內接近地板的

一層空間。而熱空氣則被冷的、重的空氣代替了位置，通過開着的門的上邊，從室內流出去。

這個實例可以使我們了解大氣中空氣流動的原因。

太陽的熱射到地球上，最明顯地被曬熱的是地球的表面。大氣僅能吸收太陽熱能中的些微部份。被曬熱的地殼表面，又使貼近地面的空氣層受熱。這個已經受熱的空氣層還要與上面的冷空氣層發生對流，並把自己的熱傳導給它，這便是空氣的傳熱作用。

因此，地球表面所受到的太陽熱能的照射愈是強烈，則散佈在它上面的空氣受熱也愈多。

但是，地球表面是怎樣地被太陽曬熱的呢？那就有各種各樣的情形。因為太陽距離地平線的高度，會隨着不同的季節和地理上相異氣候的地區而有變化，這些與地面的受熱都是最有關係的。太陽距離地平線愈高，則相同面積的地面所受到的太陽熱能愈多（圖 2）。

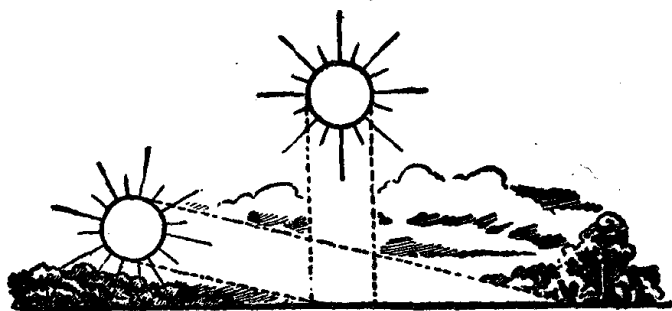


圖 2

由於地球是球形的，在赤道附近，太陽光線常常是以最小的傾斜度射達地面，在正午的時候，太陽光線幾乎是直射的。在溫帶地方，太陽光線射達地面，其傾斜度已經增大了許多。而在寒帶地方和兩極附近，則太陽光線的傾斜度更大，好像是沿着地面斜射過來似的——太陽距離

地平線很低。不但這樣，在極地的冬季，太陽更不會出現在地平線上：這便造成了極地的長夜。

同樣的原因，也使一晝夜間地面上的溫度發生變化。白天裏，太陽高懸在天空中，地面受熱最是強烈，到黃昏時分，太陽接近地平線，地面上的溫度還會更低。

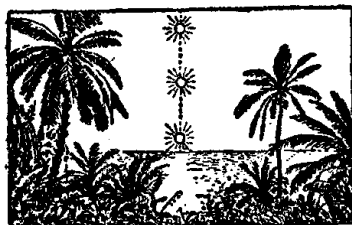
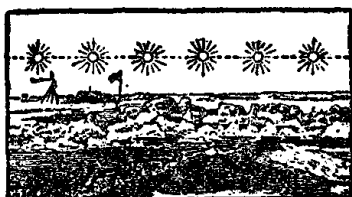


圖3 太陽出現在天空中的軌跡：上圖——寒帶；中圖——溫帶；下圖——在赤道上。

地面受熱的情形不同，已如上面所說，此外，在被太陽曬熱的不同地方，當它冷卻的時候，其情形也並不一致。特別具有意義的是水面和陸地受熱及冷卻情形的差異。

陸地會很快的受熱而達到相當高的溫度，但是也冷卻得很快，水（通常是指在海洋中的）則由於經常的流動而受熱很慢，但是，它却比陸地能使熱保持得更長久。原因便是水與陸地的比熱（註）不同。

陸地的性質不同，受熱或冷卻的情形也有差別。例如，光禿的黑土就比綠色的田野容易受熱。沙地和岩石就

比森林和草原容易受熱。

不同地方在太陽光下受熱的難易，也與地面對於射來光線的吸收

（註）使單位重量的物質溫度上升一度所需要的熱量，稱為這種物質的比熱。

量和反射量有關係。不同物體具有相異的反射光線的能力。例如，雪地只吸收太陽熱能的 15%，砂地吸收 70%，水面則反射 5% 而吸收 95% (圖 4)。

由於地球表面被太陽曬熱的程度不同，空氣的受熱也就不同了。由於物質的比熱不一樣，空氣在不同地方所接受的熱量也就有了不同：例如在沙漠中空氣從曬熱的沙粒所接受的熱量要比它從相同面積的洋面所接受的熱量大到一百三十倍。

但是，受熱不同的空氣，密度也是不同的。這就形成了不同地區大氣壓力的變化：在空氣受熱程度輕微的地方，空氣有更大的密度，氣壓也比較高；相反地，在空氣受熱程度高的地方，空氣就要稀薄些，氣壓也比較低。

氣壓比較高的空氣，隨時都要向具有比較低的氣壓的空氣的地方擴展，這與水由高處流向低處正好相同。自然界中的風就是這樣發生的。

空氣的經常流動，是由大氣中溫度及氣壓的差異造成的，這是與地面被太陽曬熱的不同程度相互關聯着的。

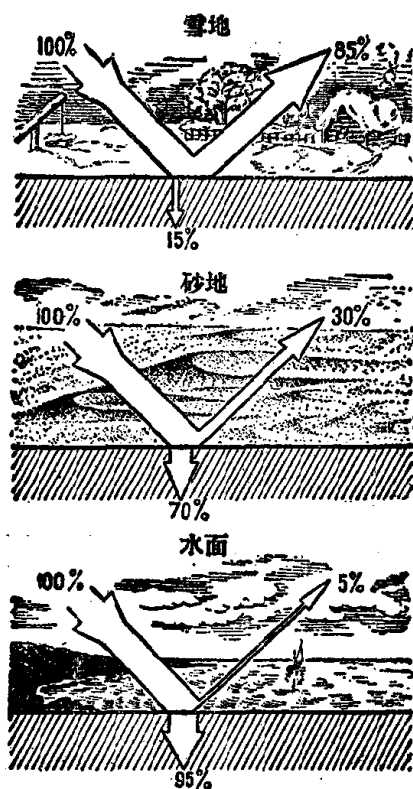


圖 4

因此，自然界中風的發生是起源於太陽光的熱能。

在圖5中，我們繪出了主要空氣環流的簡圖。這幅圖顯示出地球上空氣團的流動是相當複雜的。

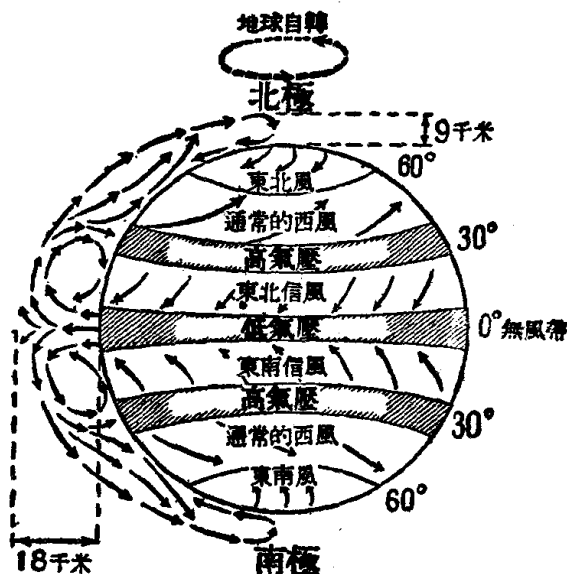


圖5 地球上主要空氣環流簡圖。

在赤道附近，由於地面被太陽強烈地曬熱，氣壓經常很低。從赤道向北及向南有經常發生的風叫做信風，又叫做貿易風。信風的方向受了地球自轉的影響會發生偏折。在北半球，信風是朝着向右方偏折的方向吹去，在南半球，則是向左方偏折。在這一帶地區的3—7千米的高處，有反信風——與信風方向相反的風。在赤道附近則是無風帶。

在離開赤道適當遠的地帶，反信風強有力地向兩極偏折。

離開赤道，在南北緯三十度的一帶地方，也各有一個無風帶；接近這些地區，有由於從赤道上空流來的空氣團（反信風）向下偏折而造成

的高壓氣地帶。因此，這一帶地方也有信風的發生。

從這一帶地方有沿着下方吹向兩極的風，這就是通常遇到的西風；這種風顯明地不像信風一般的定常。

老年的水手稱南北緯三十度與六十度之間的地區爲“西風帶”。

南北緯三十度附近的無風帶，常常被稱爲“馬緯度”地帶。這一帶地方由於高氣壓的存在，所以常常出現晴明的天氣。這還是當航海家駕駛着帆船航行到柏爾姆達島附近海面的時候，給它起的老名稱。當時，帆船從歐洲載運馬匹到東印度羣島去。中途經過這個無風地帶，帆船因爲無風而不能行動了。遇到這種情況，航海人最是感到困難了。由於船上存貯的水量的日漸枯竭，馬匹最先被渴死了。所遺棄的馬匹的屍體，在水面上飄浮了好久。

從兩極吹來的風，稱爲極地東風(圖5)。

除了圖中所表示的地球上主要的空氣環流以外，還會發生更分歧的定常的風，其起因是由於陸地和水面被太陽曬熱的情形的差異。

上面已經說過，陸地比較水面曬熱和冷卻得快。因此，在白天陸地顯然地比較水面要暖和；在夜間，陸地却比水面要寒冷一些。

所以，在白天，陸地上面的空氣溫度也就比較高；受熱的空氣上升之後，氣壓就降低了。上升的空氣流，大約是在一千米的高空向水面轉折，於是使水面上有了高氣壓的產生。結果，在低處就有了吹向陸地的含有水份的涼爽的風——涼風(圖6)。

但是，到了夜間，陸地很快的冷下來；接近陸地的空氣也變冷了。變冷的空氣，密度增大而向下低沉。上層空氣的氣壓也就隨着變低了。這時候，因爲水中所貯藏的熱能保持得更久些，所以它還能使它上面的空氣受熱。據已有的資料，1 立方米的海水溫度降低 1 度所散的熱能，即



圖 6 白天的涼風。

足以使三千立方米的空氣升高 1 度！受熱以後，空氣向上升，在高處造成了高氣壓。其結果，在上空是有風從水面吹向岸上，在下方是有風從岸上吹向水面（圖 7）。



圖 7 夜間的涼風。

這就是人們所熟知的，在大湖或海面的從岸上吹向水面的風。著名的例如：黑海、亞速海、裏海等處，那裏終年都有風從岸上吹向水面。在大湖中也有風的發生，例如：在塞凡湖、依塞克·庫勒湖、奧勒斯

湖等處。在大河的岸上也有風的發生，例如：在伏爾加河上的沙拉托夫附近，在大河的高的右岸上。

涼風不能吹得很遠，它們是地方性的風。在大陸和海洋的交界地區，也由於受太陽曬熱的情形不同，造成了與涼風類似的風。這稱為季風。

季風是有季節性的風，它在一半年是吹向一個方向，而在另一半年則是吹向相反的方向。季風是由於海洋與大陸在冬季和夏季被曬熱和冷卻的差別而發生的。夏季，大陸上的空氣比海洋上的空氣溫度高得多。而冬季，海洋上的空氣反比大陸上的空氣保持着更多的熱。原因是在夏季大陸比海洋曬熱得更強烈，而在冬季，大陸却比海洋冷卻的程度高。所以，海洋上的夏季，常比大陸上的夏季更是涼爽，冬季則海洋上顯得比大陸上更暖和。

水具有較大的比熱量，這使得海洋能在夏季裏貯藏大量的熱。

像這樣，在夏季，陸地使大氣受熱，而海洋則使大氣變冷。在冬季，情形相反：海洋成了大氣的“火爐”，而大陸變成了它的“冰箱”。

因此，季風就發生了；冬季——風從大陸吹向海洋，夏季則從海洋吹向大陸。

在所有不同氣候的地帶，甚至於北冰洋海岸，都有季風的發生。

季風的方向也受到地球自轉的影響。

印度有很強大的季風。

最後，爲了明瞭空氣流的一般特性，必須講到大氣的旋渦狀運動——氣旋。

我們前面講過的空氣流，是與大氣中大量的空氣——空氣團的運動相關聯的。這種在某一時期保持着一定特性的大量的空氣稱為空氣

團。例如，來自北極圈的空氣團，是寒冷、乾燥的空氣團。

兩種不同的空氣團相遇的界面稱為鋒面。在鋒面的兩邊，常常是溫度極端差異的空氣，風速等等也是極不同的。因此，當某個地區變成了鋒面的所在地的時候，這一帶地區的天氣便會發生突然的轉變。

當兩個具有不同溫度的空氣團（當然，空氣的密度也是不同的），以相異的速度運動，或者是沿着鋒面作相對的移動的時候（圖 8 上），在空

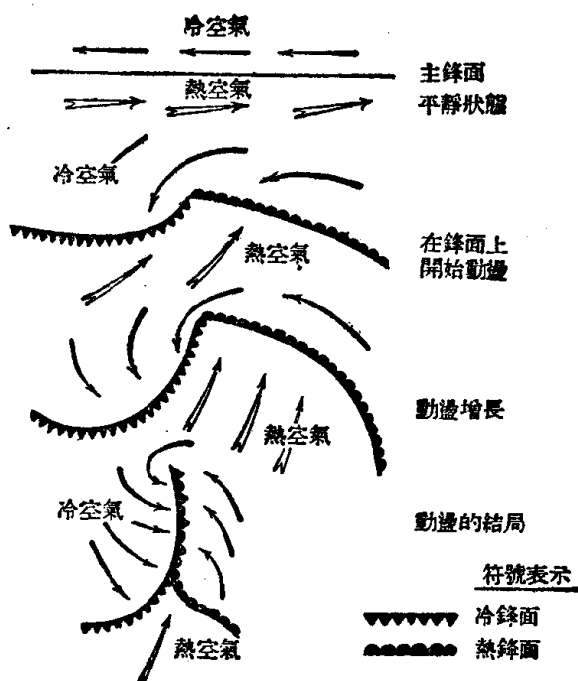


圖 8 氣旋的造成和結局。

氣團的鋒面上，由於冷、熱空氣的交互作用便發生了空氣的動盪——在鋒面附近形成了“空氣的波浪”。冷空氣流到熱空氣的下方，熱空氣開始向冷空氣擠壓，產生了騷亂的空氣流動。在鋒面上，空氣的動盪增長着，

兩個空氣團的界面愈來愈變曲折了：這樣，漸漸地便激成了強烈的空氣的旋渦狀運動而造成了氣旋。（圖 8 下）

有三種發生氣旋的主要鋒面：

“冰洋鋒面”“極地鋒面”和“熱帶鋒面”。冰洋鋒面是冰洋空氣團與極地空氣團相衝突的界面（在高緯度）。極地鋒面是極地空氣團與熱帶空氣團相衝突的界面（在中緯度）。熱帶鋒面是熱帶空氣團與赤道空氣團相衝突的界面（在低緯度）。

愈近氣旋的中心，氣壓愈低。在氣旋的中心氣壓最低。如果在有氣旋發生的地區，把所有具有相同氣壓的地點用線連接起來——例如，把

990 毫巴氣壓的地點連成一條線，把 995 毫巴氣壓的地點連成另一條線等等，我們會看到在氣旋地區的所有這些連線都是一根根的封閉曲線（圖 9）。這種線稱為等壓線。在中心的等壓線將是具有最低氣壓的地點的連線。

由於氣旋裏的氣壓是這樣的分佈着，所以空氣就由氣旋的

邊緣流向中心。這樣就造成了旋渦狀的風，它是沿着反時針方向流動

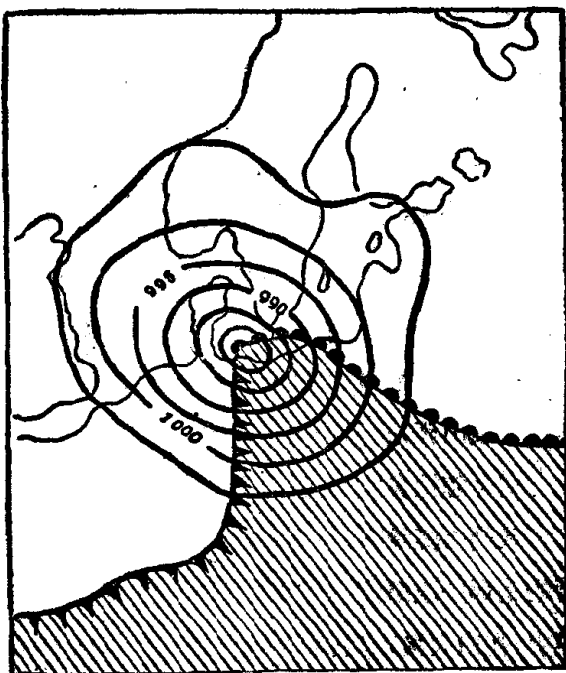


圖 9 天氣圖上的等壓線。

的。

氣旋在大氣中流動；隨着氣旋的流動便會發生速度及方向有急劇變化的風。氣旋流動的速度通常是每小時 25—40 千米。

除了氣旋以外，還有反氣旋，在反氣旋中，是愈近中心氣壓愈高。

氣旋和反氣旋通常都佔有很大的範圍，伸展達到數千千米之遠。因此，這種大氣的動盪，能顯著地影響大氣中普通的氣流，而造成很複雜的情況。在中緯度地帶，各種風的發生及變化，主要都是與氣旋和反氣旋相關聯着的。

在南方海洋中的熱帶鋒面上，在氣旋的動盪中，常發生十分猛烈的類似颶風的風暴。這種氣旋就叫做“熱帶氣旋”。

## 二 風在自然界做了什麼？

風在地面上做了巨大而多樣的工作。

請看圖 10。岩石怎樣會變成這樣特殊的形狀的？這是風的力量。

在許多地方都能看到這樣奇怪的岩石。有時候，岩石還會呈現出更離奇的形象——像碉堡及巨大的人形等等。

風不僅能摧毀整塊的岩石，在千百年風力的影響下，一切較小的整個山峯或山脈，也都能被銷毀掉。

這是怎樣發生的呢？

我們已經講過，在夏季，山上的岩石被太陽強烈地曬熱着，特別顯著的是那些遠離海洋而具有大陸性氣候的地方。例如，在中亞細亞的沙漠中，在白天裏，岩石和沙粒受到強烈的太陽的曬熱，甚至於到了傍晚，它還保持着很高的溫度。在卡拉庫姆沙漠上，當正午的時候，沙粒被曬熱得連野兔都不能從上面跑過，生物都難以生存！蜥蜴及其他小動物在

這個時候都躲藏到洞穴裏。

在這一帶地方，在白天裏被曬熱的岩石和沙粒，在夜間卻迅速地冷得冰涼。溫度很快地降低，常常降低到在地面上會出現大量的露水；在

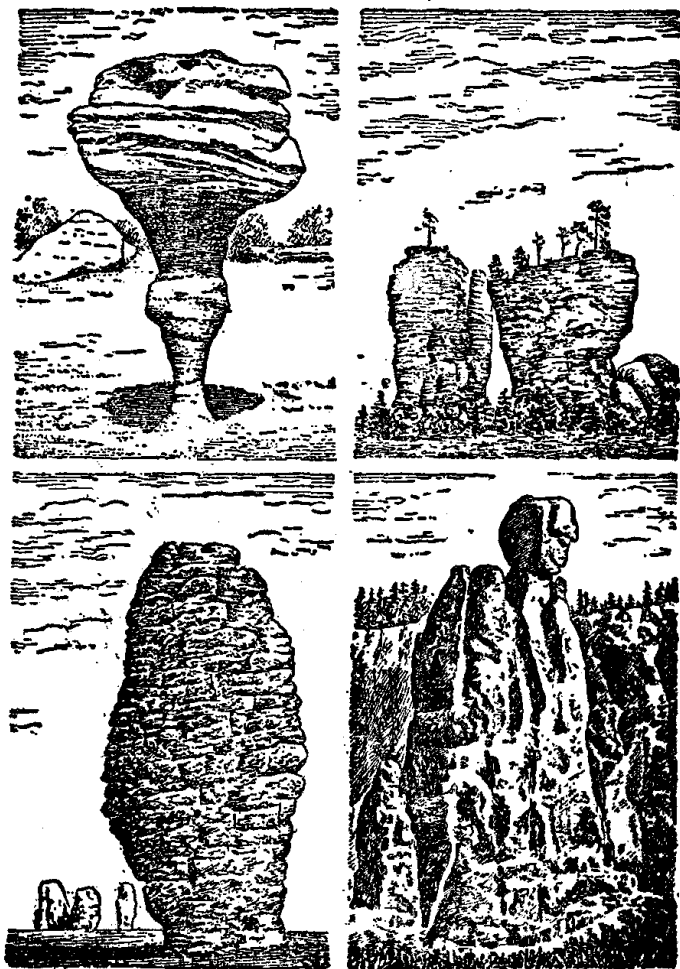


圖10 由於日光、水及風力所造成的形狀奇怪的岩石。