



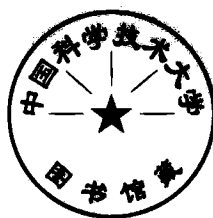
雨

喻 之 著

新 知 識 出 版 社

雨

喻 之 著



新 知 識 出 版 社

一 九 五 五 年 • 上 海

內 容 提 要

本書比較通俗地說明了雨的各種類型和成因，怎樣量雨，怎樣預測晴雨和我國的雨量分佈情況，並談了怎樣戰勝雨所造成的災害的問題，可以幫助讀者了解自然現象。

雨

喻 之 著

*

新 知 識 出 版 社 出 版

(上海湖南路九號)

上海市書刊出版業營業許可證出〇一五號

上海新力印刷所印刷 新華書店上海發行所總經售

*

書號：新 0144

開本：787×1092 1/32 印張：2 3/16 字數：42,000

一九五五年八月第一版 一九五五年八月第一次印刷

印數：1--8,100本

定價：(7類)0.23元

目 錄

一	蒸發和凝結·····	1
二	雲和雨是怎樣形成的？·····	13
三	雨的類型·····	18
四	雨的影子——雨量和地形的關係·····	33
五	怎樣量雨？·····	40
六	學會觀察自然界——下雨的幾種簡單預測方法·····	45
七	我國雨量的分佈·····	54
八	我們要克服雨造成的災害·····	56

雨水澆灌着園地裏美麗的花朵和成熟的果子。

在雨水的培育下，稻、麥、花生、棉和黃麻成長起來。

雨也澆灌着茂密的樹林和綠色的草地，一部分雨水滲進土壤裏，讓植物的根有水喝。

我們來回想一下吧，我們吃的穿的以及使用的東西，哪一樣能離得了雨水。如果沒有水，我們人能生活下去嗎？

雨水和人類的生活既是這樣密切，我們就應該曉得它是從哪裏來的。

一 蒸發和凝結

一 蒸發作用

空氣和人類的關係真是太密切了。沒有空氣，地球會變成沒有生命的荒野。空氣是一切生物呼吸所必需的東西。它裏面含有水蒸氣。水蒸氣是天氣舞台上頂重要的角色。沒有它，就不會產生雨雪等天氣現象。不下雨下雪，地球面上江湖海洋裏貯藏的水量雖然很豐富，却不能直接流到田地裏去，普遍供給農作物的需要。

江湖海洋裏的水分必須經過蒸發，上升到空氣裏，才有可能凝結成培育莊稼的雨水。水分怎樣才能上升到空氣裏去呢？主要是通過蒸發作用。

什麼叫做蒸發呢？濕衣服晒在太陽裏，不一會就乾了；濕淋淋的地面給太陽一晒，不一會也乾了；夏天早晨，草木的枝葉上往往附有圓溜溜的小露水珠，太陽出來不久便看不見了；久旱不雨，田裏積存的水也都不見了。這些水到哪裏去了呢？它們都變成看不見的水蒸氣跑到空氣裏去了。這種由水變為水蒸氣的現象就叫做蒸發。

正像人的身體是由千萬個細胞所組成的一樣，水也是由無數個肉眼看不見的水細胞所組成的。這種水細胞就叫做水分子。

水分子在水裏以不同的速度向不同的方向不斷地亂碰亂撞。我們放一些麵包屑在一杯溫水裏，就看見麵包屑有擾亂現象；假如這水是開水，麵包屑就動盪得更厲害。麵包屑是受了水分子的亂碰亂撞而動起來的。熱開水裏的水分子碰撞得更厲害，所以麵包屑也動得更厲害。在水面上的水分子，順着水面上上下下運動，跑得快的水分子就衝破水表面的阻力跳到空氣裏去，變為看不見的水蒸氣，這就是蒸發作用。

● 二 怎樣測量水蒸氣？

前面已經講過，水蒸氣是看不見的。也許你認為茶壺和熱水瓶裏冒出來的水汽似乎是一種能看見的東西。其實這不是水蒸氣，這已經是由水蒸氣凝結成的像霧一樣的小水滴了。比如冬天外面很冷，房子裏比較暖和，你就會看到玻璃窗上有水滴。正因為空氣裏有水蒸氣，玻璃窗上才會出現小水滴。我們的眼睛雖然看不見水蒸氣，但是從小水滴的發生，可以證明它

的存在。

水蒸氣雖然看不見摸不着，但是可以用各種方法來測量它，並且可以計算出它的數量多少來。怎樣測量水蒸氣的多少呢？

空氣不能無限制地容納水蒸氣。在各種不同溫度下，空氣能够容納的水蒸氣，都有一個最大的限度。在達到某一個最大限度後，就有小水滴凝結出來，這叫做飽和。雲、霧和雨等就是在飽和情況下形成的。

因為水面上水分子受熱以後，跑到空氣中的速度就更快一些，所以溫度越高，空氣裏的水蒸氣越多。溫度越低，水分子運動越慢，從水面跑出去的水分子也越少。圖 1 表示在各種不同溫度下，1 立方公尺空氣裏能够容納飽和的水蒸氣量。

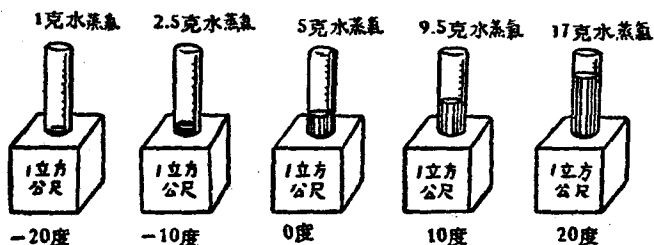


圖 1 在不同溫度下 1 立方公尺的飽和空氣所含的水蒸氣量。

空氣裏的水蒸氣含量叫做“濕度”。空氣裏水蒸氣含量多的時候叫做“濕度大”，反之就是“濕度小”。表示空氣裏濕度的大小通常有下面兩種方法：

1. 絕對濕度 空氣中所含水蒸氣的多少，也就是空氣的實在水蒸氣含量，在氣象學上叫做“絕對濕度”。依靠這個數

值，可以比較出這個地方和那個地方，或者這個時候和那個時候空氣潮濕程度的差異。通常用 1 立方公尺空氣中所含水蒸氣的克數來表示絕對濕度。比如在攝氏零度時，1 立方公尺空氣中實在的水蒸氣含量是 3.8 克，就是說，空氣的絕對濕度有這麼大。但是，在相同溫度情況下，1 立方公尺空氣中的飽和水蒸氣量有 5 克（圖 1）。空氣實際所含的水蒸氣量，可能和當時溫度下的飽和水蒸氣量相等，但也可能和當時溫度下的飽和水蒸氣量不相等。假如它們相等，就是說空氣已經達到了飽和狀態。

2. 相對濕度 知道了絕對濕度的大小，還不能判斷出這一地空氣是不是已經飽和，或者離開飽和程度還有多遠。要確定這一點，必須用另一種相對濕度來表示。

相對濕度就是拿空氣中的實在水蒸氣含量和當時溫度下飽和水蒸氣量的百分比來表示。寫成數學式子就是：

$$R = \frac{e}{E} \times 100\%$$

其中 e 表示實在水蒸氣含量， E 表示飽和水蒸氣含量， R 表示相對濕度。

現在舉兩個例子來說明這個公式的意義：

第一，假設在攝氏 20 度時測出的實在水蒸氣量是 5 克，從圖 1 中查出 20 度時的飽和水蒸氣量是 17 克，根據上面的公式可以算出：相對濕度 $R = \frac{5}{17} \times 100\% = 29.4\%$ ，近於 30%。這就表示這時的空氣離開飽和程度還相差 $100\% - 30\% = 70\%$ 。

第二，假設在攝氏零度時測出的實在水蒸氣量是 5 克，從

圖 1 中查出零度時的飽和水蒸氣量是 5 克，根據公式可以算出：相對濕度 $R = \frac{5}{5} \times 100\% = 100\%$ 。這表示這時的空氣已經達到飽和程度。

假如單從絕對濕度來看，上面的例子中的空氣在攝氏 20 度時的水蒸氣含量和攝氏零度時的水蒸氣含量是相同的。但從相對濕度來看，零度時的空氣是飽和的，20 度時的空氣卻沒有飽和，可見能表示空氣是否已達到飽和程度的是相對濕度。在雲雨形成的時候，空氣一定先達到飽和狀態，也就是說，相對濕度要達到或接近 100%。

空氣的濕度，對於植物蒸發有重大的影響。濕度太大，植物蒸發到空氣中的水分減少，水分的發散受了阻礙，就要影響植物發育；濕度太小，植物水分蒸發得快，土壤乾旱，也不利植物的生長。

在久旱不雨、空氣濕度很小的時候，森林中的枯枝落葉就會變乾，如果用火不慎，就會引起火災。

濕度的大小和我們人體的健康、工廠的生產以及倉庫物資的儲藏都有密切關係。

人需要從呼吸和皮膚的毛孔中不斷地朝外界放散水分和熱量。空氣裏如果水分多了，濕度太大，人體上的水分和熱量不容易放散出去，人就會感到呼吸不暢快。倘使空氣過分乾燥，濕度太小，我們的口腔又會感到難受，甚至會發生咽喉炎等疾病。在天冷的時候，空氣如果很乾燥，人體水分和溫熱放散很厲害，就覺得天氣格外冷一些。一般講起來，對人體最適宜的濕度約在 60—75% 左右。

工廠的濕度問題更是重要。濕度太大太小，都會影響工人健康，工作效率也會降低。在紡織廠裏，濕度的大小更加重要。濕度太小，紗脆容易斷；濕度太大，棉花裏的灰塵和雜質不容易除去，皮靱花和紗會連結在一起，棉布很不好織，而且容易出廢品。所以紡織廠裏有專門設備來調整車間的濕度。若是濕度太小，就用人工噴霧方法來增加水蒸氣；若是濕度太大，就利用通風設備增加蒸發作用，以達到降低濕度的目的。

測量濕度大小的方法在氣象學上普通有三種：

1. 乾濕球溫度表(圖2)

用兩支同樣的溫度表，其中一支的水銀球上用紗布包裹，紗布的下端浸在水盂中，使球部經常保持濕潤。空氣的相對濕度是100%時，空氣中所含的水蒸氣已經飽和，所以水分蒸發停止，兩支溫度表上的溫度就相同，溫度差就是零。相對濕度不到100%時，紗布上的水分就要逐漸蒸發。水分蒸發時是要吸收熱量的，所以濕球溫度表上的溫度便會降低。水分蒸發越快，乾濕球溫度表的溫度相差越

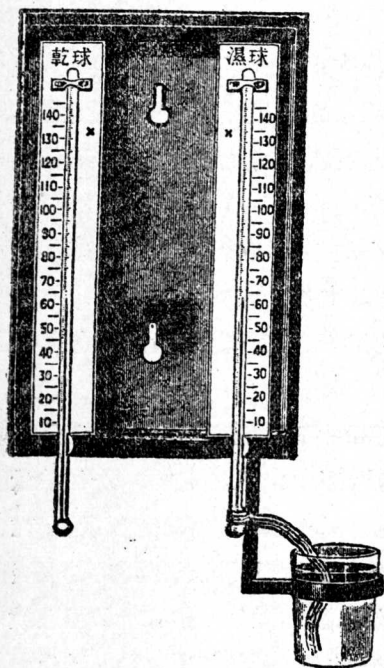


圖 2 乾濕球溫度表。

大。蒸發的快慢和濕度有一定關係，濕度越高，蒸發越慢，濕度越低，蒸發越快。由乾球溫度表上的溫度和乾濕球溫度表上的溫度差可以推算出空氣的濕度來。這種關係通常都由預先算好的濕度表來表示，表中直行是乾球溫度，橫行是乾濕球溫度差，橫行和直行的交叉處就是空氣的相對濕度百分數。

相 對 濕 度 表

空氣乾球溫度氏	乾 濕 球 溫 度 差									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	88	77	67	56	46	36	26	17	8	
12	89	78	68	58	48	38	30	21	12	4
13	89	79	68	58	49	39	32	23	15	7
14	89	80	70	60	51	41	34	25	18	10
15	90	80	71	62	53	44	36	28	20	13

2.毛髮溫度表 利用去掉油脂的毛髮，製成的毛髮溫度表是一種最有用和最通行的測量溫度的儀器。毛髮的長度能够隨相對濕度的大小而伸縮（圖3）。乾毛髮的細胞很緊密，受潮後，毛髮細胞的空隙吸收了水蒸氣，就延長起來。根據實地試驗，相對濕度從0%增加到100%，毛髮的長度大約要增長2.5%。

3.直接測定法 在一定量的空氣中，用一種吸濕性的化學藥品，像五氧化二磷等，能吸收空氣中所含的水蒸氣。在吸收前和吸收後，都用

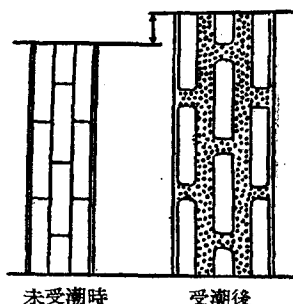


圖 3 毛髮因受潮而伸長。

精密的天平秤過，求出乾濕空氣重量的差，這差數就是原來空氣中的水蒸氣重量，就是當時的絕對濕度；再根據空氣溫度，查出當時可含水蒸氣的最大數值，根據前面的公式計算，就可以求得相對濕度。

三 水蒸氣的凝結作用

水蒸氣變成水滴的過程叫做“凝結”。前面已經講過，在一定溫度下，空氣中所能容納的水蒸氣是有一定的限度的。當空氣中水蒸氣多到不能再多的時候，空氣就飽和了；空氣飽和以後，多餘的水蒸氣就會在空中集聚成許多極微小的水滴或冰晶，合成爲雲、霧或雨，所以在氣象學上，一般拿相對濕度的大小來決定空氣中的水蒸氣是不是會發生凝結作用。假如相對濕度接近或達到 100%，就是空氣已經達到飽和狀態，這時就很可能發生凝結作用。如果相對濕度很小，就很少可能發生凝結作用。

空氣中水蒸氣的凝結方式主要有兩種：

1. 空中水蒸氣在物體表面上的凝結 空氣裏的暖濕水蒸氣碰到冷的物體就會凝結起來。地面的凝結作用常常是在夜間或清晨發生的，因爲在夜間，地面上的物體如草、木、石等的溫度，很快降低，空氣因爲不大會傳熱，溫度降低較慢。這樣，空氣裏的水蒸氣就凝結在這些物體上面。由這種凝結現象產生的有露、霜、霧凇和雨凇等。

第一，露 在晚春、初秋和夏季裏，太陽落山以後，特別是天氣晴朗的時候，地面大量朝天空散熱，很快的變冷起來，尤

其是小草、樹葉、樹枝和木、石的上面，冷得更快，空氣和冷的東西接觸就變冷，冷到一定程度後，多餘的水蒸氣就在寒冷的物體上面形成露珠。形成露珠的水蒸氣來源是靠近地面空氣層裏的水分，植物枝葉中分離出來的水蒸氣，自土壤下層跑出來的水分等。

露水對植物是有益的，特別是在夏季乾旱的時候，農作物白天散失大量的水分，發生枯萎現象，夜間形成的露水能使植物恢復生長力。所以在乾旱地區普遍造林，使樹根深入土壤，可以貯蓄多量的水分，蒸發到空氣中，就容易在地面生成露水，幫助農作物生長。

第二，霜 如果溫度在攝氏零度以下，水蒸氣就直接在寒冷的物體上凍結成白色不透明的結晶物，這就是霜，或叫做白霜。如果夜間溫度降低得慢，空氣中的水蒸氣也可以先結成露水，在溫度降低到攝氏零度以下後，再凍結成白色透明的霜，又叫做凍露。我國古書上有“露結爲霜”的說法，就是指凍露講的。

第三，霧凇 在嚴寒有霧的冬季，空氣中充滿着霧滴組成的小水滴，這時如果有較強的風力，這些細小水滴被風吹向物體的迎風面，凝結在樹木上和枝葉上，凍結成透明的冰晶，這叫做霧霜，又叫做霧凇或毛冰。在寒冷有風和佈滿濃霧的空氣裏，山嶺上往往有好幾尺長的霧凇。

第四，雨凇 雨凇又叫凍雨，沒有一定的形狀，有時是透明的，有時是不透明的灰白色的冰層。大冷以後，在土壤的表面、馬路上、房屋的牆上和樹上，經常有雨凇形成。雨凇形成的

原因是這樣的：若是靠近地面空氣層的温度比上空的温度低得多，當下小雨的時候，雨滴經過下面寒冷的空氣層，就附着在物體上面，凍結成雨淞。雨淞的危害性是很大的，它們能把電綫和樹枝壓斷，造成重大的災害。

2. 空氣層裏水蒸氣的凝結 夜間地面的散熱，不但使地面上物體降到可以使水蒸氣凝結的温度，也能使近地面的空氣層冷卻到凝結的温度。這樣，近地面的空氣中的水蒸氣就凝結成細小的水滴，懸浮在空氣中形成霧。如果較高層空氣冷到凝結的温度，其中的水蒸氣就凝結成細小的水滴，飄浮在空中形成雲。如果雲中凝結的水分特別多，小水滴結合成大水滴，就降到地面成爲雨。如果凝結時空中的温度和近地面的温度都在攝氏零度以下，就降到地面成爲雪。

雨、雪的形成都是空氣温度降低的結果。可是空氣温度怎樣才會降低呢？根據氣象學家研究，這主要是“絕熱變化”改變空氣温度的結果。什麼叫做絕熱變化呢？絕熱變化就是一種物體的熱量的變化，既不是由於從外面取得熱量，也不是由於從內部失去熱量；而是由它本身的膨脹或壓縮作用產生的。在一隻四壁不能傳熱的打氣筒裏裝滿了空氣，把打氣筒柄用力朝下壓，筒內空氣分子由於壓縮，就產生激烈運動，衝撞得非常厲害，因而就產生熱量。如果我們把打氣筒柄抽上來，筒裏面空氣因壓力減小，空氣分子互相碰撞、衝突的機會就減少，温度就降低（圖4）。

空氣上升的時候，因爲上空壓力的減小（到了6公里的高空，壓力減小到只有地面的一半），就膨脹開來，温度由於膨

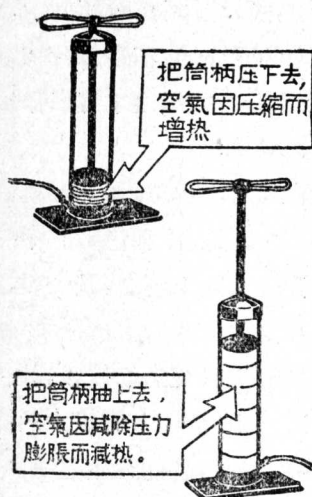


圖 4 空氣的絕熱變化。

在它後面常常留下一條帶狀的痕跡。這是怎樣形成的呢？在空氣高層裏的水蒸氣因為溫度較低，水蒸氣比較容易飽和，高空中灰塵很少，所以沒有顯著的凝結。當飛機在那裏飛行的時候，飛機發動機排出了廢氣，廢氣中含有灰塵，於是空氣立即產生了凝結，形成一條白色的雲帶。

也許大家會這樣想，我們平常根本看不到這些微塵呀！不相信嗎？我們在黑暗的

脹而降低。這就是空氣上升變冷的基本道理。

空氣變冷是產生凝結的主要原因之一，但是如果沒有凝結核，凝結作用還是不會發生的。

在大工業中心往往多霧。因為大工業中心空氣中微塵很多，微塵能使水蒸氣附着在它們上面，幫助水蒸氣凝結，這種微塵就叫做凝結核（圖 5）。

飛機在天空飛行的時候，



圖 5 微塵在大氣裏是水份的凝結核。

房間裏邊，從窗口射進來的太陽光中，可以看到無數顆微小粒子在浮動。這就是空氣層裏面有灰塵的證據。並不是每一種灰塵都可以做凝結核的，只有具備吸水能力的微塵才可以作為水蒸氣的凝結核心。凝結核可以分為兩類：

第一，普通凝結核 海上浪花掀起的小水珠，飄浮在空氣中，水分蒸發以後，小鹽粒就殘存在空氣裏。這種鹽粒有中等吸水能力。這種凝結核源源的經海洋朝大陸上運送，是一種很普通而重要的凝結核。

第二，活動性凝結核 煤和木質等燃料經過燃燒後，往往產生一種硫化物（如二氧化硫和三氧化硫等），具有很大的吸水能力，當空氣的相對濕度在 80% 左右時，就能產生凝結。

二 雲和雨是怎樣形成的？

上面已經講過，空氣的上升變冷是凝結雲雨的主要過程。根據氣象學家的計算，未飽和的濕空氣，每上升 100 公尺，溫度約降低攝氏 1 度；在這濕空氣繼續上升的過程中，就要達到飽和，產生凝結；凝結時要放出一些熱量來，因此，飽和凝結的空氣，溫度降低得慢一些。一般地講，每上升 100 公尺，溫度約降低攝氏 0.5—0.6 度；假如地面溫度在攝氏 25 度左右，到了 4000 或 5000 公尺高空，將冷到攝氏零度左右，就凍結成冰。所以通常有三種主要類型的雲：小水滴組成的水雲，小冰粒或小冰針組成的冰雲以及小水滴和冰晶混合的雲。

一 水 雲

這種雲的高度比較低，主要是由小水滴組成的。倘使雲裏的水分充足，雲層厚，許多小水滴的合併增長，也可以形成小雨或霧。但是根據氣象學家仔細的觀察和計算，由小水滴合併成大水滴的過程非常緩慢而且也很不顯著，所以從這種水雲裏不大可能下大雨。

二 冰 雲

這種雲的高度很高，主要是由許多小冰晶組成的。這種冰