

自然科學小叢書

# 大氣与大氣溫度

沈懋德 譚 丁 編 譯

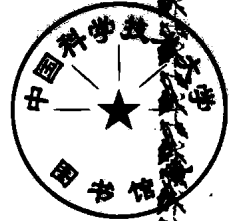


商務印書館

自然科學小叢書

大氣與大氣溫度

沈懋德 譚丁編譯



商務印書館

自然科學小叢書

# 大氣與大氣溫度

沈懋德 譚 丁編譯

---

★版權所有★

商 務 印 書 館 出 版

上海河南中路二一一號

中 國 郵 政 特 准 掛 號 公 司 總 經 售

商 務 印 書 館 北 京 廠 印 刷

(54872.1)

---

1952年7月初版 1953年11月3版

印數7,001—15,000 定價¥8,700

## 編譯者的話

目前我國關於氣象學書籍出版不多，介紹這方面通俗常識的更少。解放前商務印書館出版的國富信一著“大氣溫度”譯本，對氣象學的梗概、大氣的組成、大氣溫度的測定、氣溫在時間上和空間上的分佈和變化、影響溫度的因子以及觀測溫度的儀器等，都有比較詳盡的敘述。此外，對地中溫度和海水溫度也略為涉及。而且全書差不多完全不用數學公式去說明問題，這對於希望獲得一些科學常識的一般讀者，確實是一個莫大的便利。雖然談的主要的是溫度一個氣象要素，這本小冊子在氣象學普及工作上應該有它的貢獻。

但是，近幾年來，氣象學起了根本的變化，高空氣象更有了飛躍的進展。這些發展推翻了原來小冊子裏很多的論據。加以原來的譯本，在譯文和校對方面有不少的錯誤，而且用文言翻譯，造成了普及的障礙。是以，把它重新修訂，實在是必要的。

修訂時，除全部用白話改寫及改正譯文和排字的錯誤外，在大氣組成、水汽凝結現象以及高空溫度分佈方面，刪

(1)

897190

去了很多現在證明是錯誤的論點而加入最近的學說。在高空探測方面，也補充了一些新材料，例如對無線電探空儀的簡略介紹。

圖表方面，改動也很大，這是內容刪改後所必需的。原來“大氣溫度”的書名也不合適，因為大氣的一般問題差不多佔了全書二分之一篇幅，所以在修訂時決定把書名改為“大氣與大氣溫度”。

【出版者附註】 國富信一原著“大氣溫度”，原由沈懋德先生譯出，於一九三五年初版。我們鑒於近十餘年來氣象學發展甚速，此書亟待修訂，惟原譯者久失連繫，故請譚丁同志代為修訂，並改用白話文撰寫。為便於說明本書的譯述及修訂過程，由我館以沈、譚二位並列為編譯者的名義，特此聲明。

商務印書館編審部 一九五二年一月

# 目次

## 編譯者的話

緒言	1
第一章 大氣	4
第一節 大氣的組織	4
第二節 組成大氣的各種成份的性質	7
第三節 空氣中的其他成份	10
第四節 大氣的高度	16
第五節 大氣的垂直結構	18
第二章 氣溫	21
第一節 熱的來源	21
第二節 太陽的輻射能	21
第三節 太陽常數	28
第四節 太陽輻射能和日照的觀測	29
第五節 溫度計	33
第六節 氣溫的觀測	35
第七節 自記溫度計	39
第八節 氣溫的日變化	41

第九節 氣溫的年變化 .....	43
第十節 等溫線 .....	45
第十一節 氣溫的垂直變化 .....	52
第十二節 地中溫度 .....	60
第十三節 海水溫度 .....	64

# 大氣與大氣溫度

## 緒 言

我們所居住的地球上，有一層肉眼所看不見的很厚的空氣，叫做“大氣”。風、雲、雷、雨、霜、露、冷、暖等千變萬化的天氣現象的發生，都因為有了這一層大氣。研究大氣自然現象的科學叫做“氣象學”。

我們既然生活在大氣圈裏，就不能對大氣裏的自然現象完全沒有認識，天氣變化的預報，水災旱災的防止，都是我們所要努力做的工作。

氣象學，簡單地說就是利用觀測大氣現象的結果去了解大氣現象的變化的科學。然而要徹底地認識這些變化，甚至進一步掌握變化的規律，就需要依靠數學和物理學的知識。大氣的靜力、動力變化等都不是容易解決的問題，其中一些數學問題近代的數學家仍然沒有方法解決。氣象學的起源，在西歐方面，約在公元前三千至一千六百年間已開始



萌芽\*，它發展成爲現代化的科學，却在各種觀測儀器的發明以及物理學有長足進步之後。氣象學的發展，大概可以分做四個階段：

第一階段 在這階段裏，所有氣象觀測都不用儀器，而在理論方面，也大部份出於想像或者迷信，結果最多不過得到了鳥巢低的年份多風這一類的結論而已。用不着說，那時還沒有所謂科學上的研究。加爾底人曾經有過風、雲、雷的觀測，而對暈的現象尤其注意，把兩種角度不同的暈叫做“塔巴斯”和“斯普魯”；巴比倫人曾經製造過風向標以觀測風的方向；雅典的天文學者在公元前四百年所用的叫做“帕刺沛格馬塔”的曆書曾經有過氣象觀測的記錄，這些曆書的斷片，在第二次世界大戰前仍然陳列在柏林的博物館裏。

第二階段 自 1590 年伽利略發明空盒氣壓表及托里折利發明水銀氣壓表以至十九世紀初期爲第二階段，在這階段裏因爲有了一部份氣象儀器，得到了比較正確的觀測記錄。

第三階段 在十九世紀的前半個世紀，不但觀測儀器有了很大的進步，而且氣象學理論也有了新的重要的發展，例如低氣壓範圍內的風向、低氣壓中心移動的路徑以及“白貝羅定律”都在這個階段內發現。

---

\*三千年前我國殷墟甲骨文中已經有了關於天氣的卜辭，而詩經裏也有許多關於天氣的記載。——改編者

第四階段 十九世紀後半期到現在。因為物理學的充分發展，氣象學也有長足的進步，而且各國都差不多有了完備的氣象組織，同時交通、電訊以及航空等高度發達起來，更給與氣象學的研究以莫大的推進力。

以下幾章談到太氣組成及溫度的一些問題，主要是現象和研究結果的敘述，數理方面的證明都略去不談。

# 第一章 大氣

## 第一節 大氣的組織

包圍着地球的深厚氣層叫做“大氣”，組成大氣的物質叫做“空氣”，它沒有顏色，沒有氣味，它的存在我們可以通過對風的感覺而認識得到。它是氣體的一種，因此下列幾條物理學上關於氣體的定理和定律，對它也能適用：

1. 一定質量的氣體能夠充滿任何容積的空間。
2. 一定質量的氣體，假如保持它的溫度不起變化，則它的容積的變化與它所受到的壓力成反比。所以同一質量的氣體放在容積比較小的容器裏，它的壓力一定比放在大容器裏要來得大。這就是“波義耳定律”。
3. 儲在一個密封的容積固定的容器裏的空氣，如果改變它的溫度，它的壓力也跟着變化。溫度增高，壓力也增加；溫度降低，壓力就減少。也就是說，壓力和絕對溫度的變化成正比。這就是“給呂薩克定律”。
4. 一定質量的氣體，如果和鄰近物體間沒有熱的傳

導，也沒有輻射放熱和吸熱作用而被壓縮時，溫度就會增高；如膨脹時，溫度就會降低。這種在氣體本身說來並沒有增加熱量和損失熱量的變化，叫做“絕熱變化”。

大氣壓力，簡稱氣壓，就是單位面積的由觀測點到大氣圈頂的空氣柱的重量。它在各個地方和各時間內都不同，在海平面上，它的平均值等於 760 毫米高的水銀柱。這個平均值叫做“標準氣壓”或者叫做一個大氣壓。如果氣壓是一個大氣壓，溫度是  $15^{\circ}\text{C}$ ，這時候我們叫它做標準狀況。在標準狀況下，每立方厘米的空氣重 0.0012927 克，這就是空氣在標準狀況下的密度。

空氣是一種混合物，它的最主要成份是氮氣，其次是氧氣，此外還有小量的氫、二氧化碳、臭氧、以及極微量的氦、氖、氬、氪、氙等稀有氣體，這些氣體，除高空的臭氧外，和天氣現象的研究沒有多大的關係。除了氣體以外，大氣裏還含有不定量的雜質，像塵埃、烟粒和各種鹽類。大氣中還含有水汽，含量變化不定，但它對天氣的影響極大，我們在後面再詳細地說明。根據累力和拉姆則分析的結果，組成空氣的成份配合如下表：

第1表 空氣的成份

成 份	空氣百萬容積單位的含有量
氮	771,200
氧	208,600
氫	3,900
水汽	13,953
二氧化碳(CO <sub>2</sub> )	12
臭氧(O <sub>3</sub> )	8
氮氧化合物	1
微塵、氦、氬等	1

第2表 空氣主要成份的百分率

成 份	氮	氧	氫	二氧化碳	氫	氦	氬
百分率	78.03	20.99	0.94	0.03	0.01	0.0012	0.0004

以上兩表中的數值，只表示近地面層空氣的平均成份，關於高空空氣組成，過去曾經有種種的推斷\*，近來 35 仟米高空或以上的記錄逐漸增加，研究的結果證明這些推斷大部份和事實不符。雖然我們還不能肯定地知道高空空氣的確實成份，但是根據下面幾個事實，即：(1) 在距海平面 30 仟米或以上的高度仍然可以觀測到風和溫度的變化；(2) 極高

\*原書本節中載有各種現被認為不確的推斷，經改編者刪去，全部重寫。

高度的音波的反射，說明高空裏有一層較暖的空氣；(3) 無線電波的反射證明了高空的溫度有日間和夜間的變化；(4) 光譜的分析證明“極光”外圍，最少離地 1000 千米，有氮和氧的存在。我們可以假想大氣由頂部至底部，除水氣以外成份並沒有多大的變化；因為上面幾種現象都證明了整個大氣都有對流、混和和交換作用的存在。在 25 千米高度附近臭氧量的增加在某些方面影響很大，但是在質量方面比較仍是很少，並沒有改變我們的結論。而在高空裏氫的含量雖然有了增加，但增加的量也是很微小的。

## 第二節 組成大氣的各種成份的性質

**氮**——上面一節裏我們曾經說過，大氣中的各種氣體，成份最多的是氮，它的化學性最不活躍，不容易和其他物質起化學作用，即使起化學變化，它的化合物也很不安定，在雷電裏可能有一少部份和氧化合變成氧化氮。氮的原子量是 13.93；比重 0.917；在 35 個大氣壓的壓力下，溫度在  $140^{\circ}\text{C}$  時它就液化，變成液體氮。

**氧**——在空氣的組成分量上佔第二位的是氧，和氮的穩定性相反，它的化學性最活躍。我們日常所見的燃燒作用、動物維持生命所必需的呼吸作用等，都是氧的活躍的化學性所產生的。這些作用都屬於氧化作用。假如大氣裏沒有氧的話，地球上就不會有生物的存在。但是氮的存在也有一

定的價值，假如沒有氮，空氣是由純氧組成的話，那末到處都產生強烈的氧化作用，到處都在燃燒，人類和其他生物就會被燒光。所以氮的存在起了緩和氧化作用的功效。

空氣中氧的分量常常因為地方的不同而有輕微的變化，主要的是氧化作用常使空氣中損失一部份的氧，所以城市和工廠區等有大量燃燒作用在進行的地方，氧的分量比郊外空氣所含的要少；在人羣裏，呼吸作用的消耗也使氧的分量降低，約只佔空氣的 20%；在礦坑裏則只有 18% 左右，那時，通常的蠟燭已經點不着火；若再減低至 17% 以下，人類的生存就會有問題了。

氧的原子量是 15.88；比重 1.106，在 51 個大氣壓的壓力下，溫度低到  $-182^{\circ}\text{C}$ ，它就會液化，變成液體氧。

二氧化碳——它是大氣裏各種氣體中最重的氣體，是氧和碳的化合物，又叫碳酸氣。空中二氧化碳的主要來源有下列幾種：(1)由動物的呼吸作用而來，動物吸進氧氣，呼出二氧化碳；(2)由植物中的碳水化合物分解或如沼氣等天然氣和氧化合而成；(3)由各種燃燒的結果及其他原因造成。它在空氣中的平均含量約為 0.033%。因為它的成因和比重上的關係，它的含量在各種環境裏就有不同；室內比室外多，城市比鄉村多，低的地方比高的地方多，夏天比冬天多，晚間比白天多（植物光合作用和碳水化合物分解的影響），濃霧的時候比晴朗的日子多。它的含量最多是在人口稠密

的地方如戲院及其他公共場所等，最多的時候可以達到 0.12%。據觀測的結果，室外的含量大概是 0.036—0.07%，寢室內會增高到 0.24—0.95%。含量在 0.07% 以下，對人體的健康並沒有妨礙。它的比重是 1.53，在普通的溫度下，加上相當的壓力，就可以變成液體二氧化碳。

水汽——水汽的含量，變化最大，它的變化和溫度有很大的關係，溫度高的時候含量大，溫度低的時候含量小。空氣中能夠含有的水汽量有一定的限度，到達這個限度，水汽的量就不能再增加，這種情況叫做飽和。這個限度是隨着空氣的溫度而變的，到達最大限度的水汽的密度叫做某溫度下的最大水汽密度，這時的水汽壓力，叫做某溫度下的最大水汽壓。水汽含量既然受溫度的限制，所以夏季空氣中含量較多，冬季空氣含量較少；熱帶空氣含量較多，寒帶及極地空氣含量較少。赤道地方，平均約 2.6%，在緯度 70 度左右則平均只有 0.22%。

氫、氖、氬——這三種同族元素，在空氣中含量都不超過千分之八，三種都是惰性氣體，差不多完全不起化學作用。比重較大，在相當壓力和溫度下都可變成液體。

氫——可能存在於大氣的最高層，但尚缺乏足夠的證據證明它的存在。原子量是 1.008，比重 0.069，在 15 大氣壓的壓力下，冷卻到  $-226^{\circ}\text{C}$  可以液化，變成液體氫。

氬——是化學性極不活躍的氣體，有少量存在於大氣



極高層，鈾的氧化物和瀝青鈾礦中也常含有；也有從地殼或深井放出來的。它的原子量是 4.00，比重約 0.128，在三個大氣壓的壓力下，冷卻到  $-269^{\circ}\text{C}$ ，就會變為液體。

上面所說的是大氣中的主要成份，此外尚有其他種種雜質，而它們中間有些在氣象學上有很大的關係，在下一節裏再作詳細的介紹。

### 第三節 空氣中的其他成份

除了上述主要成份外，空氣中還存在着其他氣體和雜質。

臭氧——是氧的同素體，普通的氧分子由兩個氧原子組成，而臭氧分子却由三個氧原子組成。臭氧沒有顏色，但有特殊的臭味，所以叫做臭氧。在放電的時候氧的組織起了變化常可生成臭氧，在雷電發生的時候可以嗅到硫磺的氣味，其實那就是臭氧的味道。在實驗室裏做放電試驗時也可造成臭氧。1785 年物理學家凡馬倫在氧氣管裏實驗放電已發現特殊的臭味，但是當時却以為是電的臭味，而直到 1840 年德國人申拜因才確定它的存在，臭氧的名稱也是由他所定的。到 1852 年才知道它是氧的同素體。在低空空氣裏含量極少，根據浩若的實驗結果，地面上野外空氣中臭氧含量約只有七十萬分之一。但在 25 仟米附近的高空臭氧的量有顯著的增加，又因為它有吸收短波輻射的能力，所以它在高