

PSK 8
14-4
1962.11.14

天氣預報簡要

江愛良 章淹 譯
仇永炎 嚴開偉

增訂本

龍門聯合書局出版

1955年10月

第 100 号

天氣預報簡要

編 者 周 國 華
主 編 吳 國 華

第 一 版



中國科學院圖書印

天氣預報簡要

S. W. C. Pack 原著

江愛良章 淹
仇永炎嚴開偉 譯

(增訂本)

龍門聯合書局出版

序

正在迫切需要一本簡明扼要而且新穎的“天氣預報”的時候，拍克（S.W.C.Pack）的書出版了。這本書寫得雖然精簡，但是內容相當豐富。像“熱帶天氣預報”，“長期預報”，“高空天氣圖”，“飛機結冰”等，在別的書上不講，或者很少講到的問題，在這本書裏，也各自佔了一章。

在各章的記述裏，並沒有忽略了理論，但是很少用公式；全書注重實用，而並沒有舉出多少數目字。所以這本書，具有了理論與實際結合的實質，而免去了繁瑣的形式。

恰是爲了這些優點，同好江愛良，章淹，仇永炎，嚴開偉四位，在忙碌工作中，各抽出了一些時間，分工合譯，很快脫稿。當譯稿還沒有完成的時候，就有人函催付印，急於採用了，頗有“迫不及待”之勢。在急迫和分工的情形下，書裏有很多可以免去的“毛病”，應該補充的內容，還有劃一單位，採用本國實例，和詞句的修潤等，都來不及增改；祇好等到再版時修正和補充。

最後，可以相信，這本書無論對於熟練氣象工作者，或是對於初學預報的新進，都有相當功用。

李憲之一九五〇·十一·二十二·

譯 者 的 話

目前中文的天氣分析和天氣預報的書還是非常缺乏，但是大家對這樣一本書的需要又是非常殷切的。

1950 年春劉好治先生從英國帶來了這本 S. W. C. Pack 氏所著 Weather Forecasting，北京的幾位氣象工作者看到以後，都認為這本書的敘述簡明扼要，全書幾乎完全不用數學公式，而且也收集了不少新近的材料，很值得翻譯，應該把它譯出來以供當前的需要；然而不巧，這時大家的工作都很繁忙，難得抽出時間來做這樣一樁工作，只好會集了四個人，大家利用清晨，午後，甚至於深夜裏的片斷時間來翻譯它。初稿完成之後，我們把各人所譯的部份拿來比較，發現四種“筆法”之間的差別相當大，於是又不得不對這不同的筆法設法加以統一。但是，這時各人的職務一天緊似一天，幾乎使得這工作無法進展下去，最後，總算是勉強“統一”了一下，卻是仍舊存留着許多不調協的地方，這是要請讀者原諒的。此外，就是因為倉促脫稿的緣故，這本書裏的缺點和不妥善的地方是非常多的。名詞的翻譯也很使我們感到棘手，因為從前那本氣象學名詞表，實在又少又舊不夠用了；一時又來不及普遍的向各方面請教，所以有許多地方都不免是不妥切的，希望讀者能給以指正與批評。

在翻譯的過程中，我們認為有問題或需要解釋的地方，就用“譯者註”把它們註解出來。全書除第一章是另寫的以外，其餘都是盡可能照原文直譯的。

最後，我們在這裏深深的感謝李憲之先生為這本書寫序文，指正與鼓勵，劉好治先生與程純樞先生的鼓勵和對本書出版的幫助，閻連洞先生和中央氣象台幾位同志的幫助抄寫。若是沒有這些幫助，這本書到今天是不能付印的。

譯者 1950, 11, 23, 於北京

再 版 的 話

這本書出版至今已一年了，在這一年中，蒙各方氣象工作者及讀者的愛護，對本書提了很多寶貴的意見，這是應當致謝的。譯者根據這些意見，作了如下的修正：

(1) 第一版因沒有很好校對而形成的小錯誤，數量是驚人的，這是應向讀者致歉的。在這版中儘量改正。

(2) 關於氣象名詞的翻譯，作了少許修改，絕大部份照舊。

(3) 原書第二章末提出單站預報，但以後各章對此並未再述及。有些讀者希望譯者能補上這方面的材料。根據譯者所知，迄至目下，關於單站預報簡要而適於本書程度和體裁的材料，尚無所見。不得已，祇好勉力從事，由嚴開偉同志執筆。若有不妥之處，希望讀者及氣象工作者提意見指正。

本書仍存有某些重大缺點，例如有些章節的敘述，失之過簡，全書缺乏天氣預報的實例，以及關於過時的氣團學說和大氣環流理論等；但這些都超出了‘翻譯’的範圍。譯者深切希望氣象界工作同志，能編出適用於我國天氣預報的書籍。

譯者 一九五二年，七月，二十日，於北京

目次

序

譯者的話

第一章 緒言	1
第二章 天氣預報	2
第三章 大氣	7
第四章 儀器	11
第五章 溫度	14
第六章 濕度	20
第七章 氣壓	22
第八章 氣團	26
第九章 鋒	29
第十章 鋒與氣壓梯度的關係	35
第十一章 大氣環流與風	41
第十二章 氣壓系	48
第十三章 高空風的測定	55
第十四章 絕熱變化	61
第十五章 溫熵圖	67
第十六章 穩定與不穩定	73
第十七章 用溫熵圖計算高度	79
第十八章 雲與降水	82
第十九章 對流性雲的預報	91
第二十章 亂流	97
第二十一章 霧	100
第二十二章 分析及預報	104

第二十三章	風隨高度的變化·····	113
第二十四章	高空圖·····	119
第二十五章	飛機積冰·····	127
第二十六章	熱帶天氣預報·····	131
第二十七章	長期預報·····	139
索引·····		143

第一章 緒 言

地球的周圍，包圍着厚厚的一層空氣，我們叫它做大氣，人類就生活在這層大氣的底部。像大海中的魚類一樣，人類的生活，無時無刻不受着周圍環境直接或間接的影響。影響人類生活的雨，雪，雲，霧等天氣現象也就是發生在這大氣的底層——十二公里的對流層內。這些天氣現象，很早以前，就有人注意到了，但是，太古時的人們，不瞭解這些現象，認為它們是神祕可怕，是奧妙莫測的。後來，隨着人類知識的增多與進步，這神祕的幕慢慢的被揭開了，‘天有不測風雲’的時代才漸漸的過去，現在我們不但在想盡方法瞭解天氣的變化，而且在預測未來的天氣變化了。

像其他的自然科學一樣，隨着人類對自然現象觀測的改善，氣象學在最近數十年內，有了長足的進步，內容一天比一天豐富充實起來了。目前，氣象學的枝幹：動力氣象學，天氣學（包括天氣分析和天氣預報學），氣候學與氣象觀測學等都已發展成相當成熟的科學了。尤其是天氣預報學，由於它的實用價值，愈加被人重視，進步得更快。這種成就，是因為我們對於大氣整體的結構和演變，能逐漸有較真確的瞭解，而這種進步的推動力，卻是由於良好的三度空間觀測網的建立。

天氣預報學不是可以拋開其他氣象知識而單獨研究的學問。例如作天氣預報工作，必須先有天氣分析的知識，猶如醫生給病人開藥方，必須先要對病況有充分的了解。所以廣義的天氣預報學，就是天氣學，包括天氣分析和預報。（有些學者反對用天氣預報學這名詞，而用天氣學來表示）。至於天氣預報與動力氣象、氣候學的密切關係，也無須在此詳說。總之爲了要更好的掌握天氣預報的方法，我們對有關天氣的問題，應有更多的認識。後面，本書的第二章到第廿七章裏，把有關天氣預報的知識與方法，作了一個簡單概括的介紹。

* 這是平均數值，在赤道可到 17 公里，在極地約爲 7 公里或更低。

第二章 天氣預報

氣象學是研討大氣的科學，天氣預報就是一種氣象學的專門應用，此外，如氣候學，大氣物理學等也是研討大氣的學問。假若一個天氣預報員沒有豐富的氣候學知識，他是難以工作得很成功的，然而，關於氣候學的問題，另有專門的書籍敘述，不在此地討論。關於氣候學的問題，對於類如英國海島那樣的高緯度地方或許不十分重要，但是，在愈接近熱帶的地方就愈顯得重要了。

天氣預報約有下列六種：

一、普通預報：某地區未來十六小時（或廿四小時）內一般情況的預報。

二、飛行預報：某地區飛行情況的預報。

三、航路預報：一定時間內，某條航線上，所需用的幾項天氣情況預報（通常多是飛行用）。

四、短期預報：六小時以內的一般情況預報。

五、長期預報：數天以後，一般情況的預報。

六、遠期預測：某一較長的時期後，某些天氣情況的大致的推測。

本書所討論的，偏重於普通預報。

短期預報，僅僅是鄰近地區幾小時以後的天氣的預報，一個敏銳的觀測員可以憑儀器、經驗以及他對風和天空狀況的細密觀察，來作這種預報，而無需他種預報所需用的記錄。作比較長時期，如十二小時或廿四小時，一般情況的預報時，需要利用氣象網組織，要將廣大地區內同一時刻的觀測記錄收集起來，並且，把這些觀測結果填繪到天氣圖上去，按照國際氣象電碼的規定，每個地方的觀測結果應該包括下列幾項：

總雲量

風向

風力

能見度

現在天氣

過去天氣

大氣壓力

氣溫

露點溫度

氣壓傾向及變量

通常每個報告都在一定的時間內由無線電和電報傳來，包括數組電報，每組五字，它的形式如下：

79108 82120 69646 97310 873×× 69712

這樣的一個報告，我們可以把它畫成如圖 2.1 的形式；這是一九四六年，各國在巴黎決定，一九四九年又在多倫多 (Toronto) 和華盛頓 (Washington) 修改過的國際電碼。天氣預報者，將由他對於國際電碼的熟悉，立刻從這圖示和符號中看出它的意義來。

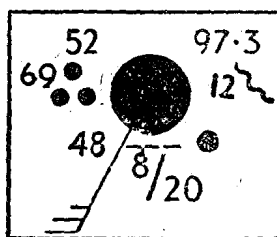


圖 2.1 圖型

說明

1. 中間黑圓圈表示天空完全被雲所遮蓋。
2. 矢線表示風從二百十度（南西南）方向吹來。
羽毛表示風速是每小時二十海里。
3. 數字 69（應為紅色）表示能見度是 $7\frac{1}{2}$ 海里（13.8 公里）。
4. 三個小黑點表示現在天氣是連續性的中等強度的雨。
5. 右下角的一個小點（應為紅色）表示過去天氣有雨。
6. 黑字 97.3 表示氣壓是 997.3 毫巴。

7. 數字 52 表示溫度是 52°F.
8. 左下角 48 (應為紅色) 數字表示露點溫度是 48°F.
9. 左方數字 12 (應為紅色) 表示過去三小時內氣壓不規則的下降了 1.2 毫巴.

10. 8/ 表示低雲量是八分之八.

11. --- 符號表示低雲是惡劣天氣的濛濛低雲.

12. /20 表示低雲底的高度是 200 公尺.

上列五字組電碼的排列形式是這樣的:

iiiTdTa Nddff VVwwW PPPTT N_hC_LhC_MC_H 6D₀aPP

這些字的意義是:

iii: 測站號碼.

TdTd: 露點溫度.

N: 總雲量.

dd: 地面風向, 以 10° 為單位, 自 00 至 36.

ff: 地面風速, 以海里為單位.

VV: 水平能見距離.

ww: 現在天氣.

W: 過去天氣.

PPP: 氣壓, 以毫巴為單位, 報告小數一位, 省略百位的 9 或千位的 10 字.

TT: 氣溫.

N_h: 低雲量.

C_L: 低雲狀.

h: 低雲底的高度.

C_M: 中雲狀.

C_H: 高雲狀.

6: 氣壓變量組的指示碼.

D₀: 雲向.

a: 氣壓傾向。

PP: 氣壓變化, 以 $0.1mb$ 為單位。

補充組都帶有固定的指示碼, 可以報告重要的雲, 降水和特殊現象。國際氣象電碼和符號有標準的規定(各國氣象局都有譯本印行)。

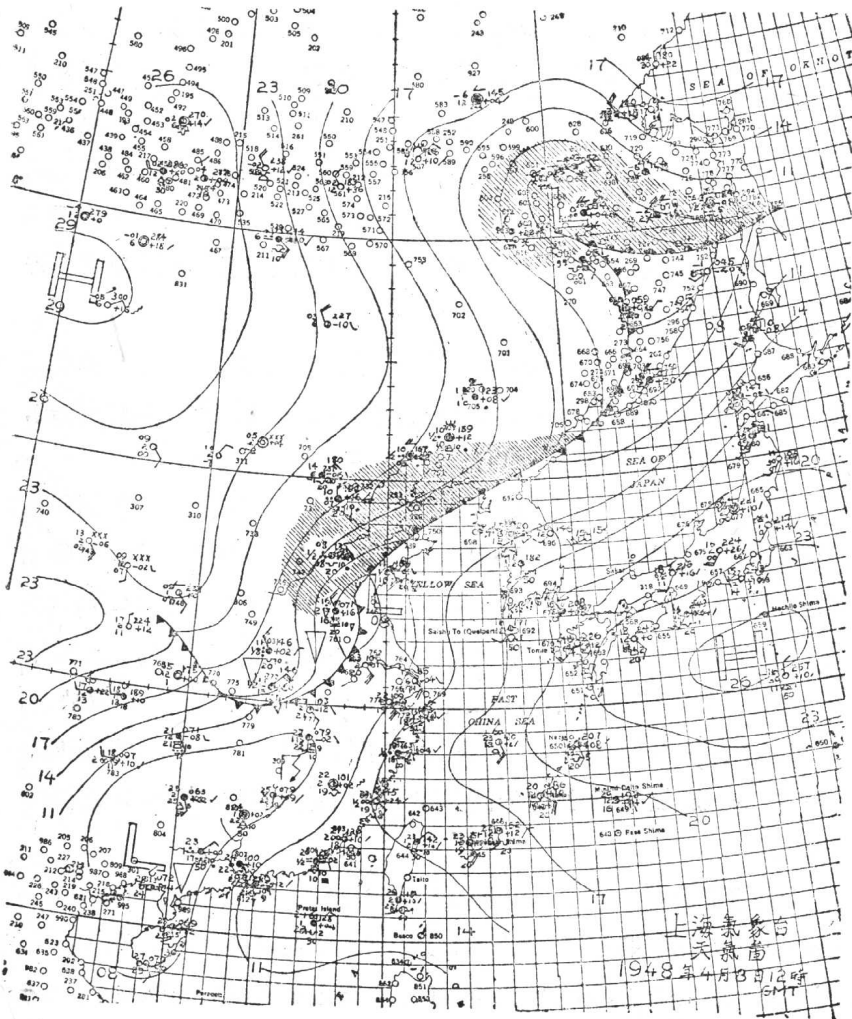
天氣圖 觀測報告填畢, 經過慎密的審察和分析以後, 就開始繪天氣圖了。一張完全的天氣圖, 要劃上主要氣團間的分界線和氣壓相等的線。各氣團間的界面叫做鋒, 氣壓相等的線叫做等壓線。等壓線可以表示我們所研究範圍內地面氣壓的分佈情況。至於天氣圖所包括的範圍, 對於英國諸島來說, 可以比較小, 但也可以包括整個一塊陸地或海洋, 範圍越大工作自然也越多。因為各地同一時間內的觀測報告傳來後, 都要填進去, 並要加以詳細的考慮, 經過對天氣有完密認識以後, 天氣預報者就可以開始進行預報了。他要決定各氣壓系統與各鋒面移動與發展的情況。

高空紀錄 以前, 天氣預報, 主要的是從天氣圖上看高氣壓和低氣壓系統將發生的變動; 近來, 卻更注意某地區上空籠罩着的氣團型式, 因此, 也就更注意上空報告和它與地面報告的比較了。

高空報告顯然比地面報告難於觀測, 但是, 這種飛機上的或無線電探空儀的高空測候工作已有專門的氣象業務機構來經常負責。這種記錄包括各高度上的氣壓、氣溫和濕度。這種觀測的結果, 不僅是就統計學的觀點上看來, 對大氣研究有用, 對於作預報者更有幫助, 我們將在本書的後面詳述這理由。即便是上層氣壓, 氣溫和濕度的記錄缺乏, 上層風的記錄也很為有用。這種風的報告, 可以由地面氣象站施放等速上昇的測風氣球, 觀測它的高度和方位, 再算出各高度上的風速與風向來。

單站預報 (Single station forecasting) 天氣預報者可能處在不能得到廣大氣象網上各種報告的地方, 比如, 他可能在海洋裏, 在一個得不到報告的船上, 或者, 戰爭期間, 在鄰近敵人佔領的區域裏, 所有的報告被敵人控制着。這時, 天氣預報要在利用他對於氣候, 或對於

當地情況的認識以及經驗以外，僅憑他所在測站的觀測來作天氣預報，這就叫做單站天氣預報或單獨觀測者預報。自然，這樣推測出來的預報，一定要比有着完密氣象網的預報期限要短得多。但是，這種工作的需要，只在戰爭期間或平靜時期的海行預報上。研究這個問題的文獻已有不少，後面將要說到其中的一部份。



第三章 大 氣

大氣的組成

氣體	體積
氮氣(Nitrogen)	78%
氧氣(Oxygen)	21%
氬氣(Argon)	近於1%
二氧化碳(Carbon Dioxide)	0.03%
氦氣(Helium)	} 0.01% 可忽略的
臭氧(Ozone)	
氙氣(Xenon)	
氫氣(Hydrogen)	
水汽	因氣溫的改變而 改變,最多到4%。

水汽(Water vapor) 水汽是看不見的,但從氣象學的觀點來說,它卻是大氣最重要的組成物。空氣裏所能含有的水汽量,隨空氣的溫度而改變,溫度愈高,空氣可以包含的水汽愈多。

飽和(Saturation) 空氣吸收了最多量的水汽時而不能再多吸收水汽,就飽和了;假若空氣冷到它的飽和溫度以下,水汽就開始凝結。水汽凝結成可以看得見的小水珠,或者,在低溫度時,凝結成冰晶。

雜質 空氣中同時也含有一些不定量的沙漠中的沙塵,工業區裏的煤煙,海洋上的鹽粒,這些雜質小到我們普通的眼睛看不到,然而,對於能見度和遠處景物的顏色卻很有影響。當空氣冷到飽和溫度以下的时候,它們是水蒸汽凝結的核心。

大氣壓力 空氣雖然非常輕,但是有一些重量。在普通的氣溫和氣壓下,地面空氣的重量大約是同體積水重量的八百分之一。從地面

一直到大氣的最上層，一平方吋面積上的空氣柱約重 14.7 磅^{*}，所以，地球面上的平均大氣壓力是每平方英寸 14.7 磅。

比較起來，在同一面積上，三十英寸高的水銀柱和三十四英尺高的水柱與整個空氣柱的重量是相等。

大氣壓力隨高度而減，高出海平面一萬八千英尺的地方，氣壓差不多是地面氣壓的一半。高度表就根據這種原理製成，那是一種簡單的空盒氣壓表，加上幾種訂正以後，以指示高度。

溫度 通常，大氣的溫度隨高度而遞減，這減低的比率是個最重要的因素，叫做溫度的直減率，簡稱減溫率。見圖 3.1。

對流層 (Troposphere) 大氣的下層。通常，這層內的溫度直減率較大。

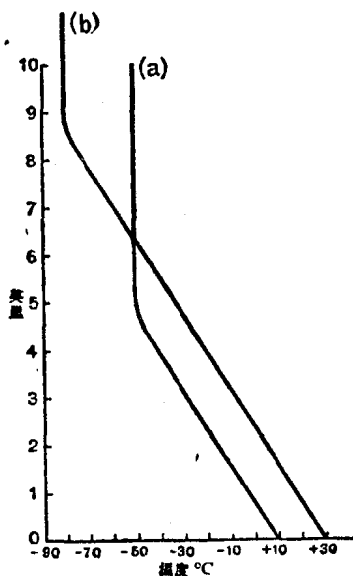


圖 3.1 溫度直減率

(a) 溫帶型

(b) 熱帶型

在這兩種情形下，除了(b)型的對流層頂比(a)型高以外，溫度直減率幾乎是相同的

注意：雖然(b)型的地面溫度比(a)型高的多，但六英里半(10.5公里)以上，(b)型的溫度卻比(a)型低了。

^{*}譯者註：每平方釐米重 1.03 公斤。

平流層(Stratosphere) 大氣的上層，溫度直減率幾乎等於零，也就是說氣溫不隨高度的增加而改變。

對流層頂(Tropopause) 這是對流層與平流層中間的分層界。見圖 3.2。

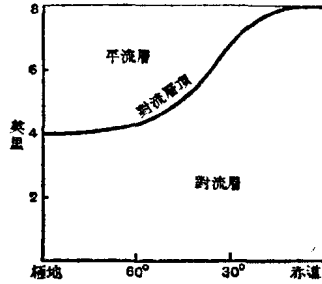


圖 3.2 各緯度上對流層的平均高度

注意：極地對流層頂的高度不到赤道處高度的一半，極地上空溫度的直減率也僅是赤道處的一半，所以，極地平流層內的氣溫反而比赤道處的氣溫高。

地球上，對流層頂的高度隨緯度而異；同時也隨季節和天氣的情況而改變。

對流層中正常的溫度直減率 對流層中，空氣隨高度減低的比率大約是每百公尺降低 0.6°C 或每 300 英尺降低 1°F 。

對流層比較不穩定；雲、降水和普通的天氣現象都發生在這一層裏，尤其是在這層的下面一半裏。

*譯者註：根據近年研究的結果；對流層頂的高度隨緯度的變化並不是連續的，在中緯度有一不連續處，從這不連續處到極地的對流層頂稱為極地對流層頂，由這不連續處到赤道間的對流層頂稱為熱帶對流層頂。