

物理氣候學

HELMUT LANDSBERG 著

周 恩 濟 譯

商 務 印 書 館

物理氣候學

第二版

高等教育出版社

物 理 氣 候 學

HELMUT LANDSBERG 著
周 恩 濟 譯

商 務 印 書 館

本書係譯自 Helmut Landsberg 著“Physical Climatology”一書。內容從最基本的氣候觀測技術和主要儀器的構造原理說到氣候資料的收集和處理，再從氣候要素的具體分析討論到氣候資料的實際應用。着重於給讀者指出如何觀測氣候、如何運用觀測資料、如何用分析和綜合的方法來研究氣候的物理原理的途徑。原著觀點有些不正確之處，業經譯者加以修改或附以批判性的註釋。本書可供高等學校氣象學生以及從事氣候學研究工作者作為參考。

物 理 氣 候 學

周 恩 濟 譯

★版權所有★

商 務 印 書 館 出 版

上海河南中路二一號

新 華 書 店 總 經 售

商 務 印 書 館 北 京 廠 印 刷

*(52183)

1954 年 6 月 初 版 版 面 字 數 210,000

印 數 1—3,500 定 價 ¥ 13.500

譯 者 序

氣候學的重要性已爲衆所週知的事實，這可以見諸於它在設計農業、防止侵蝕、控制洪水、消滅旱災、長期天氣預報等方面的應用上，以及與別的科學如地質學、地理學、生態學等等的密切關係上。

氣候學按它的發展方向可大別爲兩方面。一方面是以敘述爲主的區域氣候學，着重於說明在那些地方有什麼樣的氣候。另外一方面是以研究氣候的規律爲主要目的的物理氣候學，着重於用科學的方法收集和分析氣候資料，指出作爲氣候狀況及其發展的基礎的物理事實，並闡釋氣候的形成及其影響之間的相互關係，即說明爲什麼在某些條件之下會有某種氣候發生；使人們不但能了解與自己切身相關的氣候，而且進一步能積極地設法去影響它、利用它。隨着物理氣候學的發展，氣候學將愈益成爲一門有益於人類的真正的科學。

過去關於氣候的論著，大多數屬於區域氣候學的範圍，無論在質的方面或量的方面，都是頗有可觀的。至於物理氣候學因爲發展較晚，所以還是一門年青的科學；關於這方面的著作，也比較不多，而對於氣候的研究說來，這方面的書籍却是迫切需要的。

這本“物理氣候學”大體上是合乎這方面的需要的。作者搜羅相當豐富的材料，深入淺出地從最基本的觀測技術和主要儀器的構造原理說到氣候資料的收集和處理，再從氣候要素的具體分析討論到氣候學的實際應用。不過正如作者所說，這只是一本大學教材，許多地方不可能講得太詳細，主要地是着重在給讀者指出如何觀測氣候、如何運用觀測資料、如何用分析和綜合的方法來研究氣候的物理原理的途徑。而這些正是有志於氣候研究和從事於氣候工作的人們所必需的知識。

這本書的內容，有些地方與一般的氣候學不同。有一部份屬於氣

象學範圍的材料是略而不談的；例如氣壓在氣象學中是一種很重要的因素，然而它對於氣候却沒有直接的影響。這並不是說它與氣候學無關，而是希望讀者在研究氣候學的時候，同時亦已具有氣象學的基本知識。

這本書引用了一些美國和其他國家的資料，對於我國讀者說來不是頂合適。譯者之所以介紹這本書，主要是認為它的研究方法有可供參考的價值。事實上世界各地氣候資料繁多，不勝一一枚舉，這些資料只能看作舉例而已。譯者本來打算插入一些我國的材料，但是已有的都嫌太舊，而新的一時又不易收集，只能等過了一定的時期以後再為修訂了。關於我國的氣候，讀者可以參考盧鋈著“中國氣候總論”。

這本書還指出氣候學發展的一些新的方向，即小規模氣候、人造氣候和氣候預測的研究，這些研究都是要以物理氣候學作基礎的。書中關於這幾方面雖然討論得不多，而且事實上我們知道得也不多，不過這些却是氣候學園地裏的幾塊沃土。氣候學工作者，可以照工作性質和學習範圍，注意這些方面的研究工作，來發展氣候學，使它充分地有益於人類。

最後，這本書原文有若干觀點錯誤的地方，譯者曾加修改或予刪除，例如作者在緒論中認為由於世界人口的大量增加而使人們對於經濟情況的穩定性深為“關懷”，這正是反動的為資產階級統治者服務的“馬爾薩斯人口論”的觀點；又如作者在討論雨量問題時認為一個社會的繁榮或貧困的原因只是在於多幾吋或少幾吋的雨量，這種強調自然條件的影響的“地理環境決定論”，同樣是唯心的、反科學的荒謬觀點，此外在譯者認為立論不妥的地方，則加簡註說明或作批判。但由於譯者的政治思想水平及業務水平的限制，書中如仍有錯誤的地方，希望讀者隨時提出，以便訂正。

周恩濟

1952年5月於北京

目 錄

譯者序	i
1. 緒論	1
2. 定義	2
第一章 氣候資料的收集和應用	5
I. 研究的方法	5
3. 實驗	5
4. 觀測	6
5. 感官的觀測	6
6. 儀器的觀測	9
7. 溫度的測量	9
8. 輻射的測量	16
9. 濕度的測量	20
10. 風的測量	24
11. 降水的測量	27
12. 露和霜的測量	30
13. 蒸發的測量	30
14. 冷卻力的測量	31
II. 儀器的按置	33
15. 測站的位置	33
16. 百葉箱	34
17. 儀器的配備和安排	37
18. 儀器的管理	39
19. 記錄	40
20. 觀測的時間和次序	43
21. 儀器的保養	45
22. 測候網和觀測資料的編纂	48
III. 氣候觀測的應用	49

23. 均值、頻率、偏差	49
24. 富理分析法、阿爾特週期圖解、相關係數	57
25. 斷缺的數值、數列的調整	66
26. 表格、圖解、地圖	68

第二章 氣候要素 74

I. 大氣 74

27. 大氣的成分	74
28. 大氣中的水分	76
29. 空中除了水分以外的浮懸物	78

II. 大氣的熱力平衡 81

30. 輻射	81
31. 大氣中的輻射變化	85
32. 日照	90
33. 雲量	94
34. 地面熱的吸收和熱的傳播	99

III. 單純的氣候要素 105

35. 氣溫	105
36. 降水	116
37. 從空中沉積在地面的水分	125
38. 蒸發	128
39. 風	132

IV. 綜合的氣候要素 148

40. 氣團	148
41. 影響的因素	155
42. 特殊的天氣型式對於氣候的影響	161

第三章 氣候要素的組合 178

43. 世界氣候（氣候的歷史）	178
44. 區域氣候	182
45. 地方氣候	195
46. 地點氣候	209

47. 人造氣候	215
第四章 應用氣候學	223
I. 氣候與環境	223
48. 地理的關係：氣候系統	223
49. 生物的關係：生態學	227
50. 物理氣候學的直接應用	232
II. 氣候預測	240
51. 氣候變遷	240
52. 氣候循環	244
53. 氣候的相互關係	250

物理氣候學

(1) 緒論

氣候學從它的發端一直到不久以前，大體上還是一門以敘述爲主的科學。收集起來的氣象記錄，經過編纂、統計以後，這些材料便被用來作爲敘述地球表面的地理學的基本部份。地球上人類四周的空氣，已經證明是有極大的重要性的，這主要是因爲它並不是一種固定不變的因素。地形、土壤和資源，至少在一個人的生命時間裏，除了那些由於人類活動所引起的變化以外，仍然是相當穩定的；而氣候却是一種脈動的因素，即使每日的天氣變化並不考慮在內。氣候的影響，不但能及於個別的人生，而且也及於整個自然環境。個人的和公共的衛生、農林畜牧以及工礦建設等等，都和氣候有密切的關聯。

人類在利用自然界力量這方面，雖然已經有了很大的成就，但是至今爲止，大體上氣候尙是一種不可控制的因素。由於需要，人們必須研究它，瞭解它；而惟一對付它的辦法，就是適應它，積極地去影響它，並且利用它。但是要利用氣候，必先知道它的前因後果。要達到這個目的，就應該用科學的方法來觀察各種現象，並且儘可能地闡釋其各種產生的原因。一種關於因果關係的完全的知識，以及對於這兩者的經常的考查，是成功地預測未來發展的基本要素。這後一種目的，即對事物的預測，是任何一門物理科學的最後目的。在目前，氣候學離開這個目標還相當遠。但是無論如何，這不是一門無用的科學，雖然它還是在未十分成熟的階段。舉例來說：農業在它的各方面，可以很好地利用氣候學的知識。氣候決定了何種作物能在指定的地區成熟；氣候控制了一個地區的適當的土地利用：牧場、森林或是

耕地；氣候條件是決定一地能否作為果園的重要因素。不僅在農業的設計中如此，就是在聚落和建築的設計中，氣候資料對於適當地點的選擇也是有用的指南。衛生的和不衛生的氣候環境，每每是相互為隣の；這是在選定醫院、療養所和體育場時一件具有原則上重要性的事實。在建築的設計中，日照、暖氣和空氣調節這些問題都包括氣候的因素在內。此外，在選擇大陸上以及海洋上的航空路線的問題中，也要考慮到氣候這一方面。季節的天氣預報的成功，也是基於關於過去的氣候以及氣候發展的知識。作為一門物理的科學，氣候學是一塊相當廣闊的園地；問題是很多的，踴躍的研究是需要的；在它從敘述性的科學變成物理的科學的發展中，和隣近園地如氣象學、物理學和生態學之間的界限是不定的，常常在我們現有知識的論述中，不能劃出一條截然相分的界線來。

(2) 定義

1. 什麼是氣候學？

有多少種的氣候學教本，也許就會有多少種氣候的定義，這就說明了氣候的研究尚未達到充分完善的境地。事實上，和別的科學一樣，氣候學是一門活的和發展的科學，而並不是一堆死僵的知識。

氣候可以解釋為地球的大氣在一定的地方、一段特定時間內的平均狀況。這個定義包含三部份：第一部份是關於地球的大氣的平均狀況。在日常的語言中，這種狀況稱為天氣。但是如果擺在我們面前的任務是要得到一種平均的“天氣”，我們將發覺那是一件困難的事，因為天氣原是一種複雜的現象。一定的天氣狀況是許多單一因素的協同作用的結果；許多單獨的天氣要素的調和成為天氣。因此，這些單獨的要素必須用來作為決定一種平均值的基本數值。所有不同的氣候要素的平均，就是氣候。然而，這些要素之間的相對重要性，是隨着區域和所研究的問題而變的。例如，露在南非洲是一個重要的因素，

而它在潮濕地區的影響却是微不足道的；雨量對於小麥的收成是一個很重要的因素，但它對於一個暖氣工程人員說來却是沒有意義的。

定義的第二部份是和區域有關的，所討論的就是區域的氣候狀況。說到“地方”這個名詞，應作廣義的解釋。它可能指一個小的地點，也可能指整個地球。一個蟻穴、一個農場、一個市鎮、一個島嶼、一個國家、一個大陸、以至於整個行星，都有它們自己的氣候。

定義的第三部份加上了時間的因素。既然氣候是多變的，在任何敘述中就必須指明有效的時期。對於這個時間因子，我們要特別注重，因為這是每每被忽略了的。例如，在比較兩個地方的氣候時，沒有注意到它們的觀測時期不同。在一個地方可能有五十年的記錄，而在另一個地方也許只有二十年的觀測。或者，即使時期的長短相同，也許時期的前後不一樣；就說二十年吧，例如 1911—1930 和 1918—1937。因此，任何氣候的論述必須聯系到時間的限度，才能具有絕對的價值。

觀測的次數顯然與氣候要素的平均率有極重要的關係。那就是說，觀測一種氣候要素的時期不應當太短。單靠兩個星期的觀測，我們就不可能對一個地方的氣候有很多的論述。不過，怎樣長的時期才是論述氣候的足夠而必要的條件，還沒有明確的規定。也許在若干選定日期內的觀測，對於一個葡萄園的相對的氣候狀況的研究來說，已是足夠的參考資料，而以五十年的記錄做基礎來分析氣候的週期，也許還是一個太短的時期。

2. 物理氣候學的研究對象。

這本書不打算研究氣候學的整個園地，只想討論一個分支；就是物理氣候學。氣候學的另外一個相輔的分支是敘述性的區域氣候學。後者的任務是收集觀測到的資料，依照地理學的方法把它們組織起來；而我們在這裏的目的，却是要指出作為氣候狀況及其發展的基礎的物理事實。換句話說，區域氣候學所要回答的是“有什麼”？這個

問題，而物理氣候學所要回答的是“爲什麼”？這個問題。作爲一門物理的科學，它從事於觀測記錄的分析，從而把典型的東西以及因果的相互關係抽引出來。它將說明爲什麼在一個區域中，氣候的條件相似而由於地形的影響會產生完全不同的氣候。它也將闡釋氣候所造成的作爲一種環境因子的一些物理的影響。在這後一種目的中，我們這門科學是與生物氣候學及地質氣候學的園地相重疊的。

大氣是三度空間的物體，因而那些在地面附近以外的觀測也屬於氣候學的領域。近年來，高空大氣的觀測資料有迅速的積累。高空大氣中的輻射和動力作用，對於低空的天氣和氣候有重要的影響，這是已經充分地被人們所承認了的。不過，自由大氣的氣候學的討論需要更多的篇幅，而且關於平流層和游離層的氣候，有若干問題尙待解決，因此不可能把它們包括在這本基本的氣候學中。

第一章 氣候資料的收集和應用

I 研究的方法

物理氣候學的任務，總結以上所說，是收集和分析氣候資料，並闡釋氣候的原因和影響。這無疑地是一門嚴格的物理科學的任務。因此，研究的方法基本上是和別的嚴格的科學相同的。它們包括觀測、實驗和數理分析。所有這三方面的技術，在氣候學中都有它們的應用。

(3) 實驗

實驗的研究方法的目的，是要觀察在人工控制的情況下所發動的物理反應的結果，從而闡釋各種原因和影響。可惜以氣候學而論，大氣是超乎人力的控制的。我們既不能選擇也不能變更任何原來的情形。在自然界中，氣候的發生是不受從事觀察的科學家的可能干擾的。因此，顯然可見，實驗的研究在氣候學中的範圍是相當有限的。它們所關涉的大部份是人造氣候。在暖氣、通風或空氣調節的問題中，實驗是可以進行的。火爐、通風器和冷氣機可以裝置得合乎任何所需的原來的條件，在隔離的單位內研究各種影響。氣候室的建造，目的是要重現在自然界中所觀察到的影響。最簡單的氣候室就是培養植物的溫室，在那裏可以使一種人造的和可以調節的氣候變成合乎所需的實驗條件，光和熱對於植物的影響也由此可以加以研究。氣候室也已經應用在醫學的研究中，爲了治療上的應用或研究氣候要素對生理上的影響，人們製造所需的氣候條件。

至於自然的氣候，只可以偶爾從事實驗，主要是作爲模型的研究。把自然的情況重現在實驗室中，可以更好地洞察自然界的作用。這些實驗大部份限於對輻射現象的研究。

此外，所有氣候學的實驗工作，只限於儀器觀測方法的發展和試驗。

(4) 觀測

注視自然界的演變，在目前依然是研究氣候問題的重要途徑。天氣狀況的觀測，應該在許多地方進行，而且要儘可能地繼續不斷，這樣才可以獲得作為氣候分析基礎的資料。大氣是幾種氣體以及一些固體和液體浮懸物的混合體。這種氣體的狀況，就物理學的見解來說，應該用溫度和氣壓的知識來敘述。不過，在氣候學的敘述中，氣壓是比較不重要的因素，因為它的影響多半是間接的。氣壓的差別是產生空氣運動的原因，通常只有這種運動——風——才是重要的氣候因素。總之，代替純粹的物理的成分，現階段的氣候學觀測各種所謂天氣要素，較少關涉到各種要素間的相互關係，而讓它的姊妹科學氣象學來闡明它們的作用。氣候學者所關心的天氣要素，主要是溫度、濕度、輻射、風、降水、露和蒸發。除了這些，現代的氣候學還利用若干有影響的因子，如冷却力或乾化力，來敘述氣候對於生物的影響。

天氣作用在我們的感官上的印象，是觀測天氣的初步方法。冷或熱、無風或有風、潮濕或乾燥是一種初步而很籠統的描述。後來的發展，慢慢地使感官的觀測被儀器所取而代之；儀器在物理因子的觀測中，是客觀而沒有偏見的。雖然如此，甚至現在還有不少的觀測是由感官的方法得到的，觀測者的猜測，只能大略地加以標準化，使得一個人的觀測結果可以和別人的比較。

(5) 感官的觀測

在正常的氣候業務中，只有少數幾種要素是直接用人感官測得的。在沒有儀器的地方，眼睛的觀測依然是一種最有用的氣候資料。

最普遍地用眼睛觀察的是雲量和雲狀，雖然在過去幾年中，在很少的一些地方曾經試用過照相記錄術。雲狀雖然是極重要的氣象學上的徵候，而且往往是自然藝術的愛好者所喜悅的景物，“但與氣候學却是不相干的。然而，雲量却是要仔細觀測的。這種觀測通常表示天空有十分之幾的部份被雲遮住。例如 0 是無雲的青天，10 表示天空佈滿了雲。爲了方便起見，在觀測日記上只用 0 到 10 這些數字，將“十分之”這幾個字省去。這樣的估計雲量，常常在不同的觀測者之間會有一兩個數字的差別，尤其是當天空點綴着無數小塊的雲的時候。如果只有少於 $\frac{1}{10}$ 的雲，通常的習慣都給 1 的雲量，爲的是要表示在觀測時是有雲的。同樣的道理，9 每每用來表示雲層有一些可以看到青天的孔隙，至於 10 就只用於完全陰的天。根據前面所說，我們可以想像雲量的估計是相當不準確的，特別是在夜間，只靠星的有無作爲猜測雲量的指南。

風向和風速的估計，比較要可靠和準確得多。風向是風所吹來的方向，通常應用於氣候學的只有八個主要方向：北、東北、東、東南、南、西南、西、西北。這種方向是天文的方向而不是磁針的方向。風速是用海軍上將蒲福 (Admiral Beaufort) 所首創的風級表來估計的。這個風級表，除了無風以外，把風力分成十二級，與之相當的速度是經過試驗來決定的。風級表對每一種風力都有一定的說明，使在陸上和海上的環境中通常易於測定風速。第 1 表就是蒲福風級表，表中每一級風都有近似的速度。

除了雲和風以外，對於其他氣象現象歷時久暫的觀測，除了鐘錶以外，往往不用特殊的儀器來幫助。例如，降水的時間在觀測日記中常常只記錄觀測者開始看到它的時間。

至於特殊的天氣現象如雷暴、雹暴和龍捲風等的行徑、時間和影響的記錄，也都是根據測候站的觀測者所親眼看到的情形作報告的。

第 1 表 蒲福風力分級表

風級	名稱	陸上徵象	海上徵象	相當風速(離地面10米)			
				米/秒	呎米/時	哩/時	哩/時
0	無風	靜、烟直上。	平靜。	0—0.9	<1	<1	<1
1	軟風	烟能表示風向，但風向標不能轉動。	尋常漁舟略覺動搖。	0.3—1.5	1—5	1—3	1—3
2	輕風	人面感覺有風，樹葉有微響，尋常的風向標轉動。	漁舟張帆時，可隨風移行每小時2—3呎米。	1.6—3.3	6—11	4—7	4—6
3	微風	樹葉和微枝搖動不息，旌旗展開。	漁舟漸覺搖動，隨風移行每小時速率5—6呎米。	3.4—5.4	13—19	8—13	7—10
4	和風	能吹起地面的灰塵和紙張，樹的小枝動搖。	漁舟滿帆時側向一方。	5.5—7.9	20—28	13—18	11—16
5	清風	有葉的小樹搖擺，內陸水面有小波。	漁舟縮帆(即收去布帆的一部分)。	8.0—10.7	29—38	19—24	17—21
6	強風	大樹枝搖動，電氣呼呼大聲，舉步困難。	漁舟加倍縮帆，捕魚須注意風向。	10.8—13.8	39—49	25—31	23—27
7	疾風	全樹搖動，迎面步行感覺不便。	漁舟停息港中，在海外者下錨。	13.9—17.1	50—61	33—38	30—35
8	大風	微枝折毀，人向前行感覺阻力很大。	近港的漁舟皆停留不出。	17.2—20.7	63—74	39—46	34—40
9	烈風	烟頂及平瓦移動，小屋有損壞。	汽船航行困難。	21.8—24.4	75—88	47—54	41—47
10	狂風	陸上少見，見時可使樹木拔起或將建築物摧毀。	汽船航行極危險。	24.5—29.4	89—109	55—65	48—55
11	暴風	陸上很少，有則必有重大損壞。	汽船遇之極危險。	29.5—33.6	103—117	64—78	56—65
12	龍風	陸上絕少，其摧毀力極大。	海濱滔天。	>33.6	>117	>78	>65